

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「マルチスケール・マルチフィジックス現象
の統合シミュレーション」
研究課題「超伝導新奇応用のためのマルチスケール・マルチフィジックスシミュレーションの基盤構築」

研究終了報告書

研究期間 平成18年10月～平成24年3月

研究代表者：町田 昌彦
((独)日本原子力研究開発機構・システム計算
科学センター シミュレーション技術開発室、
室長(研究主幹))

§ 1 研究実施の概要

(1) 実施概要

本CREST研究では、超伝導の新奇応用のためのマルチスケール・マルチフィジックスシミュレーション基盤の構築という目標を掲げた。具体的には、超伝導及び関連する現象を、その現象が現れる空間スケールから三つ(マイクロ・メゾ・マクロ)に分け、各スケールの代表的テーマに対し、新たな理論・シミュレーション手法を開発する一方、開発したシミュレーション手法を用いて、各テーマの問題解決に実際に取り組んだ。

まず、マイクロにおいては、超伝導現象が実現するそのメカニズムの解明に迫るため、町田(原子力機構)G、柳澤(産総研)G、大橋(慶応大)G が理論及びシミュレーションの研究開発を行った。町田 G と柳澤 G は、高温超伝導が強相関電子系にて現れることに着目し、強相関電子の電子状態を精密に計算可能とする計算手法(厳密対角化法、密度行列繰り込み群法、量子モンテカルロ対角化法)を開発し、これまで殆ど例のない規模での計算を可能にする超並列化と超並列シミュレーションを行った。厳密対角化に関しては、その主要なルーチンである密行列対角化部分を、K コンピュータのライブラリーとしての開発・整備も実施し、公開した一方、その成果は 2006 年のゴードン・ベル賞のファイナリストとしてノミネートされた。現在では、その極めて高いパフォーマンスが注目され、K コンピュータ上のアプリケーションにおいても利用されている。密度行列繰り込み群では、困難と思われた超並列化に成功し、その成果をまとめた論文は2010年の応用数理のベストオーサー賞を受賞し、強相関由来の超伝導機構の検証を高精度に行う準備が整っている。量子モンテカルロ対角化法では、従来の2次元強相関電子系での超伝導出現がコストリツ・サウレス的な転移をすることを初めて明らかにした。大橋 G は、高温超伝導から更に夢のある室温超伝導実現の可能性を探索するため、モデル物質系としてフェルミ原子ガスの超流動を対象とすることで、理論的に室温超伝導が安定に現れることが実際に可能であること、実現された際に期待される現象の予想に成功した。

メゾにおいては、超伝導の新奇デバイス応用を実現化させるため、現時点で極めて優れた可能性を有する三つの現象(高温超伝導体からの THzレーザー発振、グラフェン・強磁性体と超伝導との接合、磁場下のナノ超伝導平板及びネットワーク)に着目し、町田G、小山(東北大)G、林(秋田大)G、加藤・林(府立大)G、柳澤 G がシミュレーション手法の研究開発と新奇デバイス機能の探索を行った。THzレーザー発振では、小山 G が空間スケールの約一万倍異なる媒質間での電磁波伝搬の接続問題を解決するためのマルチスケール・シミュレーション手法の開発に成功した。こうした接続問題は全ての物理・工学の共通問題であり、その解決法の用途は広い。グラフェン及び強磁性体と超伝導との接合系においては、林 G と柳澤 G が精力的に研究を進め、ナノスケールでの制御により、クリアな機能変化が得られることを発見し、特に柳澤 G はその成果を新聞発表した。磁場下でのナノ超伝導平板やネットワークに対しては、加藤・林 G がナノレベルの物性に対し、初めて微視的レベルからアプローチできる有限要素法を利用した手法を開発し、磁束分子等の奇妙な量子状態を発見した他、磁束の運動の現象論を改良することに成功している。

マクロにおいては、多数の磁束量子の運動によるエネルギー散逸を防ぐため、磁束のピン止めの基本的メカニズムを調べ、町田 G が小山 G 及び林 G と協力し、時間依存のギンツブルク・ランダウ方程式の大規模並列シミュレーションを実現させ、ホール効果等の基本的問題の解決に貢献した他、規則的に並ぶナノスケールの欠陥列の存在下での磁束運動の効果的抑制についての知見を得ることに成功した。

以上、本CRESTでは、マルチスケール・シミュレーションを含め新規計算手法の開発に成功し、各分野にてインパクトを与えた一方、計算手法を公開するなど、成果普及にも努めた。

(2) 顕著な成果

1. 論文発表, S. Yamada, T. Imamura, T. Kano, and M. Machida, "High-Performance Computing for Exact Numerical Approaches to Quantum Many-Body Problems on the Earth Simulator", (SC2006, Tampa, USA 2006) (IEEE Gordon Bell Prize Finalist)

概要: 地球シミュレータ上で量子問題を高速に解くための行列対角化ソルバーを開発し、一

部の主要ルーチンにて70%以上のピーク比のパフォーマンスを得た。それらの結果をハイパフォーマンス・コンピューティング分野最大の国際会議SC2006で発表し、ゴードン・ベル賞のファイナリストにノミネートされた。その後、開発ソルバーはマルチコアCPU用に並列チューニングを施され、K コンピュータ用のライブラリーとして公開された。

- 論文発表, 山田進, 五十嵐亮, 奥村雅彦, 今村俊幸, 町田昌彦, “量子多体系・高精度シミュレーションの研究開発: 密度行列繰り込み群法の超並列化と大規模計算”, 応用数理, Vol. 20, No.2, 2010 (平成 22 年度ベストオナー賞受賞論文).

概要: 強相関電子系の電子状態を高精度に計算し、高温超伝導の起源に迫るため、密度行列繰り込み群法の並列化を行った成果を取りまとめた。アピールポイントは、従来から極めて困難な問題と目されてきた量子固有値問題における大規模疎行列演算の並列化を成し遂げ、マルチコア計算機上でも高いパフォーマンスを得ることに成功した。結果については、応用数理に発表し、平成22年度のベストオナー賞を授与された。

- 論文発表, T. Koyama, H. Matsumoto, M. Machida, and Y. Ota, “Multi-scale Simulation for Terahertz Wave Emission from the Intrinsic Josephson Junctions”, Supercond. Sci. Technol. 24, 085007 (2011).

概要: 高温超伝導体に電圧をかけると THz帯の電磁波発振が起こることが観測された。そこで、これをシミュレーションし、発振パワーの増大条件を探索する研究を行ったが、超伝導体内部と外部での励起振動の波長が約一万倍程度異なるため、そのミスマッチを考慮し、現実的なシミュレーションを行うマルチスケール・シミュレーション技術を開発し、発振パワーを最適化する複数のアイデアを得た。当該論文は、そのミスマッチを埋めるマルチスケール・シミュレーション技術とそのシミュレーション結果を発表する論文である。

§ 2. 研究構想

(1) 当初の研究構想

研究提案の背景:

超伝導とは、電気抵抗がゼロになるという事例に代表されるように、人類がこれまでに目にしてきた中でも、最も劇的な物質材料の物理現象の一つであり、その産業応用は計り知れない豊かさを人類にもたらすものと考えられてきた。しかしながら、人類は未だ、その豊かさを十分に享受しておらず、今後の科学技術者らのブレークスルーが必要であることは言うまでもない。そこで、本課題提案では、このブレークスルーをできるだけシミュレーションによって効率良く代替できるように、そのシミュレーション基盤の構築を目標とする。

現在、考えられている超伝導の応用の方向性を分類すると、図 1 に示すようにその応用は、大きく分けて、パワー・エレクトロニクスとデバイス・エレクトロニクスの二つの分野に分けることができる。

パワー・エレクトロニクスへの応用では、超伝導体を主材とする線材、そしてそれを基に電磁コイルを利用した高速輸送手段であるリニアモーターカー(図1)や核融合炉、加速器等を実現する他、未来のエネルギー問題という国家的課題において様々なシーンで主要な役割を果たしていくことが考えられている。一方、デバイス・エレクトロニクスへの応用(図1)では、現在、超伝導ジョセフソン接合を用いた演算回路や磁束量子を用いた論理回路の試作が行われ、その高速性、かつ、低消費電力下での動作など、優れた有用性が確認されている他、超伝導転移端を利用する放射線検出器は半導体と比べて格段に高い分解能を有するなど、デバイス応用における超伝導の優位性は確立していると言えよう。さらに最近では、量子効果の巨視的レベルでの発現等を利用した量子コンピューティングへの応用など新たな展開も見えつつあり、今後の研究を戦略的に実施する必要がある。

このように、極めて将来性があり、かつ、産業構造を一新できるような可能性を有している超伝導体であるが、実用化段階にある超伝導体は主に従来型低温超伝導体であり、その応用に

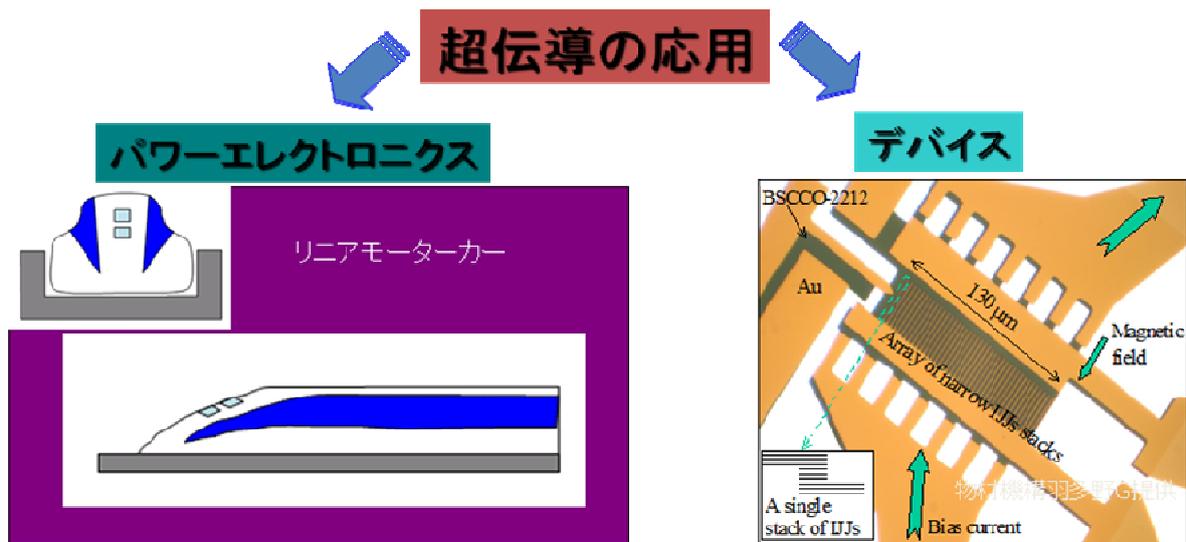


図 1

は極低温が必要である他、デバイス特性の理解や予測のための理論やシミュレーション基盤は未整備であるため、現行材料からのリプレースを完全に決心してしまうほどの圧倒的優位性が未だ得られていないという事実がある。そこで、本研究課題では、①マイクロ(超伝導発現機構)、②メゾ(デバイス)、③マクロ(線材)に至る様々なスケールで突きつけられた課題を解決するためのシミュレーション基盤を構築することを目的とする。

研究のねらいと着眼点

超伝導研究分野では、上記「研究提案の背景」に記したように、現在、その基礎から応用まで複数の問題を抱えている。それらは、困難な問題ではあるが、解決に近づくことで、極めて大きな応用への道が開拓可能となる。ここでは、「研究提案の背景」において示した異なる三つのスケールの課題を示し、それらに対し、シミュレーションによって、どのようなアプローチによって問題解決を図るか、その計画を記す。

① ミクロ(超伝導発現機構)：

超伝導発現機構を研究するため、これまで、極めて多くの物理学者が参画し、様々な議論がなされてきたが、未だ、酸化物高温超伝導体の発現機構に十分なコンセンサスは得られていない他、更なる高温(特に室温)で安定に動作できる超伝導体の探索は、ほとんど手探りで行われている。この状況に対し、当提案では以下の二つのオリジナルな研究を行う。

1) フェルミ原子ガスを通してみる室温超伝導の姿

超伝導とは引力相互作用するフェルミ粒子集団の基底状態で発現する。現在、この理論的本質が等しく、かつ、実験的制御が極めて簡単な引力相互作用するフェルミ粒子集団が原子の希薄ガスを用いて人工的に作り出され、超伝導体に換算すると数 1000K にも匹敵する超流動臨界温度を有する強力な超流動が実現されている。本提案では、この物理的に同等な系を調べることで、高温で実現する超伝導の本質に迫ると同時に、未だ存在していない室温超伝導状態とはどんなものであるかを明らかにする。計画としては地球シミュレータを用いて世界最大クラスの行列対角化を行い、原子ガスが 10 の 7 乗個程度のフェルミ原子からなることに着目して、従来、計算が全く不可能であった厳密な量子計算を行う。

2) 2次元強相関電子系への超並列シミュレーションによるアプローチ

酸化物高温超伝導体における超伝導発現の本質に迫るためには、2次元の強相関電子系

の量子状態を計算できるかどうかにかかっているといっても過言ではない。現在、1次元の強相関電子系については、解析的な手法や計算手法も発達してきたため、その全貌の理解まで今一步であるが、2次元はそのどちらも不十分であり、手法開発は大きなブレークスルーとなる。本提案では、地球シミュレータを用いて、厳密対角化、密度行列繰り込み群、量子モンテカルロ対角化法の三つに対し、従来規模を遥かに超える世界最大の2次元計算を行い、謎に満ちた2次元強相関電子系の理解に迫りたい。

② メゾ(デバイス):

低消費電力、超高速な応答性等を有する超伝導デバイスとしてその豊かな将来性が期待できるメゾスケール超伝導体のシミュレーション基盤構築を行う。メゾ領域は理論的に、現象論的な取り扱い(主にギンツブルク・ランダウ理論)で記述できる現象とマイクロレベルの現象とがせめぎ合う領域であり、二つの異なるアプローチのシミュレーション基盤を各々、独立に構築し、その有効性の知見を得る他、両者の融合シミュレーション手法も開発する。具体的研究対象としては、以下の三つを掲げる。

1) 高温超伝導体・固有ジョセフソン接合:

高温超伝導体の結晶構造は、超伝導面と絶縁体面が交互に重なる層状構造を取っており、結晶構造それ自身がナノスケールの積層ジョセフソン接合列となっている。この極めて有利な条件を持つ高温超伝導体は固有ジョセフソン接合と呼ばれており、本提案では、従来のジョセフソンデバイスのシミュレーションに対し、この積層効果や量子効果、環境との接続を考慮する新しいタイプのマルチスケール・マルチフィジックス・シミュレーションを開発し、シミュレーションを通して、量子デバイス、THz 素子、センサー等としての基本特性を明らかにする。

2) 各種超伝導体を幾何学的に配置することで得られる新奇デバイス機能:

現在、高温超伝導体と金属超伝導体をモザイク状に配置すると、超伝導位相の干渉によって奇妙な磁束分布パターンが得られ、それらを制御することでデバイス機能が発現する可能性を多くの研究者が指摘している。また、超伝導体それ自身を小さくすると、超伝導は極めて境界に敏感であるという性質から、様々な有用な秩序構造が現れることが知られている。これらの構造をマイクロ及びメゾ、或いは、それらを融合させたシミュレーションにより系統的に明らかにする。

3) 超伝導放射線検出:

超伝導転移端を利用する放射線検出器や、ジョセフソン接合は、放射線に対して極めて鋭敏に応答するため、既に半導体にとって代わって用いられている分野もある一方、より一層の分解能向上を求める動きがある。これは、超伝導を利用することでこれまで全く不可能とされてきたセンサーが実現できる可能性があるため、このニーズに応えるためには、超伝導それ自身のダイナミクスと熱伝導現象を結合させて問題を解く必要があり、マルチフィジックス・シミュレーションが必須である。本提案では、地球シミュレータ等を利用し、大規模並列シミュレーションを行い、この分解能向上に資するシミュレーションを実施する。

③ マクロ(線材):

現在、線材開発などの分野では、高い臨界電流を有する基本材料を如何に加工して、その性能を維持するかが問題となっているが、本提案では、高い臨界電流実現にとって基本的ファクターである磁束量子のピン止め機構をシミュレーションにより研究する。

1) 磁束量子と複合欠陥とのマルチスケール・シミュレーション:

シミュレーションでは、欠陥部分(粒界、点欠陥、線状欠陥)に対しては、メッシュを切り、ギンツブルク・ランダウ方程式を直接解く一方、それ以外の平滑な超伝導領域では、磁束量子を渦糸として近似し、分子動力学を行う(ロンドン近似に相当する)。これにより、これまで、ギンツブ

ルク・ランダウ方程式では解くことのできなかつたマクロスケールのシミュレーションを高い精度を保ったまま実現させることができる。

研究を進めるに当たってのコンセプト

本研究ではマイクロ、メゾ、マクロの三つのスケールに渡って、各々、超伝導現象における基礎及び応用上の問題解決のためシミュレーション基盤を構築する。まず、基本となる理論概念を構築する必要があるが、既に研究グループで共有している理論概念等がある場合は、本課題始動と共にシミュレーション・コード開発を実施していく。また、既にコード開発が終了しているものについては、地球シミュレータ利用等を課題始動と共に進めていく。以上、①理論概念構築、②コード化、③地球シミュレータ等での大規模並列シミュレーション、④結果のまとめとその公表及びコードの整理と四つのフェーズが考えられるが、テーマによっては、未だ①であるもの、始動と共に③及び④に合わせることができるとあるものがある。雇用するポスドクをできるだけ、成果を迅速に挙げられるよう②③④のフェーズにあるものに配置する他、代表者及び主たる共同研究者の間で密接な個別ミーティングを行い、フェーズのステップを上げることに尽力する。

将来展望

本課題では、代表的三つのスケール毎にテーマを複数立て、チームを組んでシミュレーション研究を行うが、超伝導研究の現在のシミュレーションの動向を全て汲みつくしているわけではなく、むしろ、取り上げていない問題でも興味深いテーマがある。しかしながら、本課題では、今まで十分確立しておらず、地球シミュレータ規模での超並列計算を必要とする(必ず必要とするわけではないが)分野を切り拓き、次世代へ繋げることが大きな目標としており、網羅的コンセプトで実施するわけではない。従って、いずれのテーマも新しく、かつ、軌道に乗ることができれば、次世代のスパコン(ペタコンピュータ)でさらに大きな成果が期待できると考えられ、今後の超並列かつマルチスケール・マルチフィジックス・シミュレーションの礎になるものと期待できる。

(2) 新たに追加・修正など変更した研究構想

④ ペタコンアプリ開発(追加分):

平成 20 年度より追加配賦を受け、ペタコンアプリ開発をスタートさせた。計画としては、上記①～③のスケール毎に、研究を推進するために用いるアプリをペタコンアプリとして動作するように研究開発を進めることとする。具体的には、三つのコードを主にペタコンアプリとしてチューニングを進める。

i) 量子固有値問題における密行列対角化

対角化コードは、一般の固有値問題に適用できることから、チューニング技術の開発と共に、公開のための準備も併せて行う。

ii) 密度行列繰り込み群法

並列化密度行列繰り込み群法コードをペタコン上で高速動作させ、大規模問題にチャレンジできるようにチューニング技術を開発する。

iii) THzレーザー発振シミュレーション

THzレーザー発振シミュレーション・コードをマルチスケール化した後、超並列化を施し、更にチューニングを施す。この技術開発により、シミュレーションの目標は 3 次元にて複数の接合間の同期現象とする。

⑤ 鉄系超伝導体の発見に伴う研究開発:

2008 年、東工大・細野教授らにより鉄系超伝導体が発見されて以来、その機構解明のため、第一原理計算と、応用可能性を検討するため、超伝導状態の理論及び数値シミュレーション研

究を町田(原子力機構)G内に立ち上げ、これまでに開発した数値シミュレーション・コードを用いて成果創出を目指す。特に年度毎の研究開発計画は設けないが、各個別の課題内で適宜、遂行する事とした。本超伝導体の臨界温度は50Kを超えており、銅酸化物高温超伝導体に匹敵する高さであることから、積極的且つ迅速に研究を推進することとする。

§3 研究実施体制

(1)「原子力機構・町田」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
町田 昌彦	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	室長(研究主幹)	H18.10～
山田 進	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	研究副主幹	H18.10～
佐々 成正	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	研究員	H19.04～ H20.06
永井 佑紀	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	研究員	H22.04～
叶野 琢磨	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	業務協力員	H19.04～ H20.03
平塚 篤	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	業務協力員	H20.04～ H21.03
中村 博樹	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	任期付き研究員	H21.04～
鈴木 通人	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	任期付き研究員	H22.07～
今村 俊幸	電気通信大学・電気通信学部	准教授	H18.10～
林 伸彦	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	特定課題推進員	H19.04～ H20.12
奥村 雅彦	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	特定課題推進員	H19.04～
中井 宣之	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	特定課題推進員	H19.04～ H.23.3
太田 幸宏	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	特定課題推進員	H20.10～
五十嵐 亮	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	特定課題推進員	H21.6～
山本 篤史	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	特定課題推進員	H22.4～
小林 恵太	日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター	特定課題推進員	H23.5～
谷口 伸彦	筑波大学大学院数理工学研究所	准教授	H19.04～
森田 善久	龍谷大学理工学部数理情報学科	教授	H19.04～

② 研究項目

(1)マイクロ(超伝導発現機構):

- 1)フェルミ原子ガスを通して見る室温超伝導の姿
- 2)2次元強相関電子系への超並列シミュレーションによるアプローチ

(2)メゾ(デバイス):

- 1) 高温超伝導体・固有ジョセフソン接合
- 2) 各種超伝導体を幾何学的に配置することで得られる新奇デバイス機能
- 3) 超伝導放射線検出

(3) マクロ(線材):

- 1) 磁束量子と複合欠陥とのマルチスケール・シミュレーション:

(2) 「秋田大・林」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
林 正彦	東北大学大学院情報科学研究科	准教授	H18.10～
海老澤 丕道	東北大学	名誉教授	H18.10～

② 研究項目

- ・微小超伝導系の電気伝導特性に関する理論解析とマルチスケールの理論構築
- ・ネットワーク及び層状ジョセフソン接合系における磁化特性と渦糸のダイナミクスに関する理論解析

(3) 「東北大・小山」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
小山 富男	東北大学	助教	H18.10～
松本 秀樹	東北大学	産官学連携研究員	H19.6～

② 研究項目

- ・磁束ピン止めマルチスケール・シミュレーションの基礎理論構築
- ・固有ジョセフソン接合の量子論的位相ダイナミクス

(4) 「慶応大・大橋」グループ

① 研究者参加者

氏名	所属	役職	参加時期
大橋 洋士	慶應義塾大学理工学部	准教授	H18.10～
Allan Griffin	トロント大学物理学科	名誉教授	H18.10～
渡部 昌平	慶應義塾大学理工学部	PD	H22.4～
猪谷 太輔	慶應義塾大学理工学研究科	後期博士課程1年	H21.4～
柏村 孝	慶應義塾大学理工学研究科	後期博士課程1年	H21.4～
渡邊 亮太	慶應義塾大学理工学研究科	後期博士課程1年	H21.4～

② 研究項目

- ・BCS-BEC クロスオーバー理論における擬ギャップ現象
- ・フェルミ原子ガスにおける磁性効果
- ・スピン1BEC における異常トンネル現象

(5) 「大阪府立大・加藤」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
加藤 勝	大阪府立大学大学院工学研究科	准教授	H18.10～
石田 武和	大阪府立大学大学院工学研究科	教授	H18.10～
末松 久孝	大阪府立大学大学院工学研究科	博士後期課程3年	H18.10～H20.3

南野 忠彦	大阪府立大学大学院工学研究科	博士前期課程 2 年	H18.10～H19.3
中島 督	大阪府立大学大学院工学研究科	博士前期課程 2 年	H18.10～H20.3
富田 聡	大阪府立大学大学院工学研究科	博士前期課程 2 年	H20.4～
丹羽 祐平	大阪府立大学大学院工学研究科	博士前期課程 2 年	H20.4～

② 研究項目

- ・ラチェット効果を調べるため、サブミクロンサイズの超伝導ネットワークにおける渦糸の運動を、有限要素法を用いて現象論的 Ginzburg-Landau 方程式を解き、シミュレーションを行う。
- ・d-dot と呼ぶ複数の種類の超伝導体を組み合わせた超伝導複合体における磁束運動の制御を、2成分の Ginzburg-Landau 方程式を有限要素法を用いて数値的に解き調べ、新しい論理回路の提案を行う。
- ・異方的ナノサイズの超伝導体の超伝導対称性の形状依存性やエネルギーギャップ内の準粒子構造を微視的な Bogoliubov-deGennes 方程式を数値的に解くことで研究する。
- ・微小な超伝導板において生じる巨大磁束に関して、そのまわりの準粒子構造を微視的な Bogoliubov-de Gennes 方程式を数値的に解くことで調べ、走査型トンネル分光の実験で観測できる可能性を示す。
- ・現象論的な Ginzburg-Landau 方程式を数値的に解いて得られた超伝導ネットワークにおける磁束構造を、超伝導ネットワークを作成し、SQUID 顕微鏡で磁束を測定することで実証する。

(6)「大阪府立大・林」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
林 伸彦	大阪府立大学ナノ科学・材料研究センター	講師	H21.4～
東 陽一	大阪府立大学大学院工学系研究科	博士前期課程 1 年	H22.4～
齊木 祥	大阪府立大学大学院理学系研究科	博士前期課程 1 年	H22.4～

② 研究項目

- ・アンコンベンショナル超伝導体でのクーパー対称性および磁束に関する研究

(7)「産総研・柳澤」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
柳澤 孝	産業技術総合研究所	研究グループ長	H18.10～
山地 邦彦	産業技術総合研究所	客員研究員	H18.10～
川畑 史郎	産業技術総合研究所	主任研究員	H18.10～
長谷 泉	産業技術総合研究所	主任研究員	H18.10～
知崎陽一	産業技術総合研究所	テクニカルスタッフ	H22.04～
小田切宏輔	産業技術総合研究所	テクニカルスタッフ	H22.04～

② 研究項目

- ・2次元強相関係の超並列シミュレーションによる研究
- ・高温超伝導体固有ジョセフソン接合の研究

§ 4 研究実施内容及び成果

4.1 サブテーマ名1(日本原子力研究開発機構・町田グループ)

(1)研究実施内容及び成果

研究実施内容

原子力機構・町田グループでは、超伝導研究分野での基礎から応用までの課題を三つのスケール毎に分類し、研究開発を実施した。課題の内容と課題毎に、どのような理論、モデル、そして、シミュレーションを開発し、どのように課題解決を図ったかを記す。

マイクロ(超伝導発現機構)：

超伝導発現機構を研究するため、これまで、数多くの物理学者により、様々な議論が行われてきたが、未だ、酸化物高温超伝導体の発現機構に対し、十分なコンセンサスは得られていない。こうして、更なる高温(室温等)で安定に動作できる超伝導体の探索は、ほとんど手探りで行われている。この状況を打破するため、当提案では以下の二つのオリジナルな研究を行った。

1) フェルミ原子ガスを通して見る室温超伝導の姿

超伝導とは引力相互作用するフェルミ粒子集団の基底状態で発現する。現在、この理論的本質が等しく、かつ、実験的制御が極めて容易なフェルミ粒子集団が原子の希薄ガスを用いて人工的に作り出され、超伝導体に換算すると数 1000K にも匹敵する強力な超流動が実現されている。本研究では、この物理的に同等な系を調べることにより、高温で実現する超伝導の本質に迫ると同時に、未だ存在していない室温超伝導状態とはどんなものであるか？を明らかにする。計画としては、慶応大・大橋グループと協力し、地球シミュレータを用いて世界最大クラスの行列対角化等を行い、原子ガスが一千万個程度のフェルミ原子からなることに着目して、従来、計算が全く不可能であった高精度(時に厳密)な量子状態計算等を行う。

2) 2次元強相関電子系への超並列シミュレーションによるアプローチ

酸化物高温超伝導体における超伝導発現の本質に迫るため、様々な理論及び数値的アプローチが提案されてきたが、最も重要なブレイクポイントは、その舞台となる2次元の強相関電子系の量子状態を精密に計算できるかどうかにかかっている。現在、1次元の強相関電子系については、解析的な手法や数値計算手法が発達してきたため、その全貌の理解まで今一步であるが、2次元はそのどちらも不十分であり、高精度の数値計算手法開発は大きなブレークスルーになる。本研究では、産総研・柳沢グループと協力し、地球シミュレータ等の超並列計算機を用いて、厳密対角化、密度行列繰り込み群、量子モンテカルロ対角化法の典型的な三つの数値計算手法に対し、超並列化を施し、従来規模を遥かに超える世界最大規模の計算を行い、謎に満ちた2次元強相関電子系に迫る。

メゾ(デバイス)：

低消費電力、超高速な応答性等を有する超伝導デバイスとして、その豊かな将来性が期待されるメゾスケール超伝導体のシミュレーション基盤を構築する。メゾ領域は理論的に、現象論的な取り扱い(主にギンツブルク・ランダウ理論)で記述できる現象とマイクロレベルの現象が巨視的レベルのそれととせめぎ合う場合の二つがあり、二つの異なるアプローチのシミュレーション基盤を各々、独立に構築し、その有効性に対する知見を拡大する他、両者の融合シミュレーション手法も必要に応じて開発する。具体的研究対象としては、以下の三つを掲げた。

1) 高温超伝導体・固有ジョセフソン接合：

高温超伝導体の結晶構造は、超伝導面と絶縁体面が交互に重なる層状構造を取っており、結晶構造それ自体がナノスケールの積層ジョセフソン接合列となっている。この極めて有利な条件を持つ高温超伝導体は、固有ジョセフソン接合と呼ばれており、本研究では従来のシミュレーションに対し、東北大・小山グループと協力して、この積層効果や量子効果、環境との接続を考慮する新しいマルチスケール・マルチフィジックス・シミュレーションを開発し、量子デバイス、THz 素子、センサー等としての基本特性を明らかにする。

2) 各種超伝導体を幾何学的に配置することで得られる新奇デバイス機能：

現在、高温超伝導体と金属超伝導体をモザイク状に配置すると、超伝導位相の干渉によって奇妙な磁束分布パターンが得られ、それらを制御することでデバイス機能が発現する可能性を多くの研究者が指摘している。また、超伝導体それ自身を小さくすると、超伝導は極めて境界に敏感であるという性質から、様々なデバイス機能として有用な秩序状態が現れることが知られている。これらの構造をマイクロ及びメゾ、或いは、それらを融合させたシミュレーションにより系統的に明らかにする。

3) 超伝導放射線検出:

超伝導転移端を利用する放射線検出器やジョセフソン接合は、放射線に対して極めて鋭敏に応答するため、既に一部、半導体に取り代わり、用いられている一方、より一層の分解能向上を求める動きがある。これは、超伝導を利用することでこれまで全く不可能とされてきた高機能センサーが実現できる可能性があるためである。このニーズに応えるため、検出過程をリアルにシミュレーションすることが求められており、超伝導それ自身のダイナミクスと熱伝導現象を結合させたマルチフィジックス・シミュレーションを開発する必要がある。本研究では地球シミュレータを利用し、大規模並列シミュレーション・コードを開発し、検出機能向上に資するシミュレーションを実施する。

マクロ(線材):

現在、超伝導線材開発などの分野では、大きな臨界電流を有する基本材料を如何にして製造し、それらを加工するか、また、その優れた性能を発揮する環境を作り出すかが重要な問題となっている。本研究では、大臨界電流の実現にとって基本的ファクターである磁束量子の材料内の欠陥(粒界、転位、格子欠陥等様々)に対するピン止め機構をシミュレーションにより研究し、臨界電流値上昇の指針を得るため下記の課題を掲げた。

1) 磁束量子と複合欠陥とのマルチスケール・シミュレーション:

線材開発にとって、基本材料の臨界電流値向上は必須の課題であり、これを解決するには、膨大な数の磁束量子(渦糸)が材料内の欠陥部分(粒界、点欠陥、線状欠陥)と相互作用し、ピン止めされる様子を明らかにする必要がある。この要請に答えるため、渦糸の芯と欠陥が一般にナノスケール程度の大きさであることに着目すると、それ以外の平坦な超伝導領域では、磁束量子を渦糸として近似することが可能である等、マルチスケール・シミュレーション手法を開発できる可能性が高い。当該研究開発課題としては、ギンツブルク・ランダウ方程式のシミュレーションを超並列化等で強化する一方、マルチスケール化により、これまで全く解くことのできなかった大規模なマクロスケールのシミュレーションを高い精度を保ったまま実現させるべく研究開発を進める一方、開発途上のコードを活かした研究を同時並行で進める。

研究成果

研究実施内容に記した上記項目毎に、5年間に研究開発を実施して得られた研究成果について以下に記す。

マイクロ(超伝導発現機構):

1) フェルミ原子ガスを通して見る室温超伝導の姿

現在、既の実現されている低温超伝導から全く実現されていない高温超伝導の状態(室温程度からそれ以上も含む)まで、それらの物理的性質を系統的に明らかにするために、系統的研究が連続的に可能で且つ、理論的には全く等価なフェルミ原子ガスの量子状態を対象として研究を進めた。具体的研究課題としては、特にその系の超流動状態が興味の対象であるため、超流動状態を記述する微視的な方程式であるボゴリューボフ・ド・ジャン方程式を数値的に解くためのコード開発を行った。コードは現在、図1.1に示してあるように2次元有限箱型系で計算が可能であり、量子状態を求めるため全固有値・固有ベクトル対角化ソルバーを使用する。主に開発したコードは、地球シミュレータ上で高速動作するためコード整備が行われ、地球シ

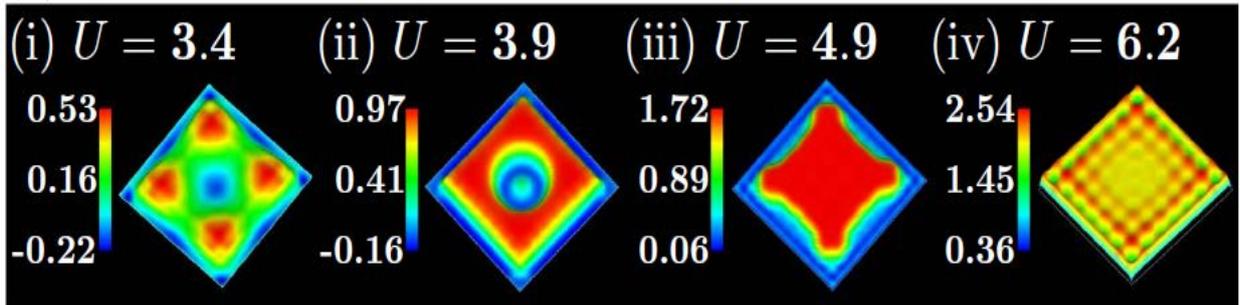


図1.1. 地球シミュレータにより得られたボゴリューボフ・ド・ジャン方程式の解(秩序変数の空間分布)。 U は相互作用の大きさを表す。アップスピンとダウンスピンの粒子の比は 1:0.4 であり、相互作用の大きさのみ図のように変化させた。

シミュレータ上で実際のシミュレーションを実施した。

その後、当該コードを用い、慶応大・大橋グループと協力し、スピンインバランスがある場合の超流動状態を明らかにする数値計算を行った。その結果、相互作用(引力)が弱い場合には、理論的にその出現が期待される FFLO 状態(図 1.1 の(i)参照)が現れるが、強い引力が働く場合には、相分離(図 1.1 の(ii)参照)、そして、強い極限ではほぼ一様な超流動状態(図 1.1 の(iii))が実現することが分かった。これらの結果は相互作用が弱い場合以外は、理論的予想を超える結果であり、極めて興味深い。また、量子渦糸が多数存在する場合についての計算を進め、渦糸状態に対する相互作用依存性を明らかにするシミュレーションも実施した。

本研究で用いたコードの開発では、対角化ソルバーが殆ど主要な計算コストを占めていたことから、集中的に並列化及び高速化を実施し、地球シミュレータ上にてピーク・パフォーマンス比 50%以上を超える性能をフルノード(平成 18 年度現在で 512 ノード×8CPU=4096CPU)を利用して得ることに成功し、更に、三つの主要なルーチンの一つはピーク・パフォーマンス比 70%を超える性能を出すことに成功した(即ち、殆ど無駄なくCPUの性能を利用し尽くしていると言える)。尚、本成果を、スーパーコンピュータ利用技術を発表する場としては世界最大の国際会議であるSC2006にて発表し、その年度のハイパフォーマンス・コンピューティングにおいて最も優れた成果を挙げた研究グループに授与されるゴードン・ベル賞のファイナリストに選出されている(写真1.1 参照)。



写真 1.1. 国際会議スーパーコンピューティング(SC06)のゴードン・ベル賞ファイナリストセッションにて発表を行っている研究代表者(町田)

更に、当該研究テーマにおいて、慶応大・大橋グループと連携し、国際会議「Ultracold Fermi Gas: Superfluidity and Strong-correlation(USS-2010)」を原子力機構・上野の大会議室を用いて、2010年5月13日～15日の3日間の日程にて開催した(写真1.2は、その時の全体集合写真である)。会議のコンセプトは、今や大きなコミュニティーとなった原子ガス一般の研究に対し、フェルミ原子ガスという新しい対象(本CRESTの対象でもある)に的を絞り、その強く相互作用するフェルミ粒子系の極低温で現れる様々な量子状態について、実験及び理論・シミュレーションの立場から議論した。会議では、招待講演者を国内外から招待したが、議論を深め、特に、日本国内の若手の研究者の育成を促す意味で、国外からは、若手で実際に研究に手を染めている研究者を中心に招待した。会議は盛況の中、終了し、多くの参加者から、毎年開催し欲しいとの要望をいただいた。



写真 1.2. 原子力機構・町田グループと慶応大・大橋グループの共同で開催した国際会議「Ultracold Fermi Gas: Superfluidity and Strong-correlation(USS-2010)」の記念写真

2) 2次元強相関電子系への超並列シミュレーションによるアプローチ

酸化物高温超伝導体における超伝導発現の本質に迫るといふ挑戦的課題と、そのメタファーであるフェルミ原子ガスで実現する光学格子上でのフェルミ粒子の強相関由来の量子現象を調べるという二つの目的を達成するため、密度行列繰り込み群(DMRG)法と呼ばれる計算手法に着目し、その超並列化を進め、大規模計算を行うことで従来の研究の限界の打破を目指した。これまで、高温超伝導体が本来有している強相関係の物理を明らかにするため、厳密対角化法、量子モンテカルロ法、そして本DMRG法が提案され、その改良や評価、そして、実際のシミュレーションが多くの理論及びシミュレーション研究者により行われてきたが、厳密対角化法については、1)に記したように数値計算上のブレークスルー(超並列化)を達成したが、手法の限界により大きなサイズの計算ができないという弱点があり、量子モンテカルロ法では、大きなサイズが出来るが、特有の負符号問題という原理的レベルの問題を抱え、計算結果に全幅の信頼を置くことができない。そこで、当グループでは、厳密対角化程度の精度を持つ一方、一次元の場合にのみ計算が可能なDMRG法に着目した。これは、DMRG法が基本ソルバーとして、厳密対角化法で用いる固有値求解法を共有しており、基本ソルバーは既に超並列化

済みであることから、極めて巨大なスケールの研究(メモリの限界上、従来は一次元のみが研究対象だった)がスムーズに可能と考えたからである。実際、当グループは当初の予定どおり、超並列化に成功し、2次元への拡張を行った。尚、その際に、開発した計算技術をまとめた論文は、19年度計算工学会論文賞を受賞している(写真1.3参照)。



写真 1.3. 平成 19 年度計算工学会論文賞を受賞した際の写真。受賞者は原子力機構・町田グループの山田進研究員。DMRG法の超並列化を主導した。

超並列化DMRGを用いたシミュレーションの物理的成果については、着実に論文発表及び国際会議発表(2010年度は、DMRGについての国際会議で招待講演2件)を行い、世界でも唯一、高精度な2次元計算を行うことが可能な研究グループとして国内外で認知され始めている。その一例として、次世代計算機「京」の戦略分野2の遠山研究グループのメンバーとなり活動を始めたことが挙げられる。また、その計算技術と物理的成果をまとめた解説記事は、応用数理学会が刊行している専門誌「応用数理」にて平成22年度のベストオーサー賞を受賞した。更に、平成23年度は、再びハイパフォーマンス・コンピューティング関連の研究者が一同に会するSC2011に論文を投稿し、5倍の難関を突破して発表の機会を得た(尚、当グループ以外で日本から論文またはゴードン・ベル賞のファイナリストとして発表するのは、「京」関係が1件、東工大の「TSUBAME」関係が3件だけである。このことは、SCでの論文採択が如何に困難かを物語っている)。

更に、当グループでは、上記のアドバンテージを活かして、動的DMRG法、時間依存DMRG法、の2次元版も開発し、この分野を大きくリードする体制を整えた。プロジェクト期間中には間に合わなかったが、プログラムについては、公開し、広く利用に供される準備する。

シミュレーションにより得られた成果としては、 4×20 格子サイズにてハバードモデル(格子モデルで強相関効果を調べることが可能な最も単純なモデルの中の代表例)の高精度計算を実行し、図1.2に得られたようなストライプ構造を観察している。中でも、特に興味深い結果は、図1.2(a)の結果である。まず(b)では、ストライプが4本できており、これは、1本当たり、二つのフェルミ粒子(アップスピンとダウンスピンを持つ粒子)が関与している事が分かり、従来より知られた結果であるが、(a)の条件下では、中央の二つがマージして一つとなっており、四つのフェルミ粒子が1本のストライプに寄与している事が分かった。これは、強相関量子系分野の第一人者の存在であるI.Affleckのグループが予言している事実と一致しており、当方の開発したDMRGの精度の高さを立証する結果となった。更に、研究期間後半には、マルチコア並列計算機用にDMRGコードの超並列化を進め、且つ、アルゴリズムをクラスター型に変えることによって、 10×16 格子サイズのハバードモデルの計算に成功し(図1.3)、そのサイズでも、しっかりとストライプ構造が安定に見えることを明らかにしている。尚、このサイズの計算は世界最大であると

同時に、このサイズでの計算はこれまで全く類をみないほどの大きさであることを付記したい。更に、当グループはDMRG法だけでなく、産総研・柳澤グループと協力し、量子モンテカルロ厳密対角化法の超並列版の開発についても研究開発を進めたが、コード開発でプロジェクト終了となった。

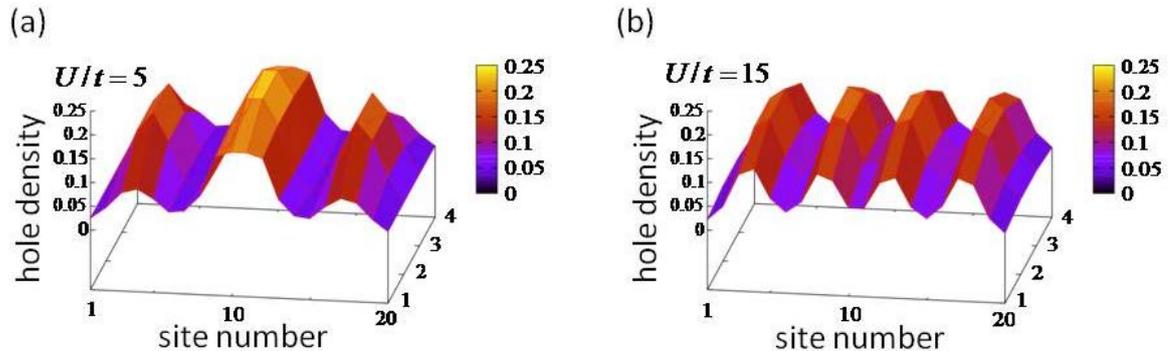


図 1.2. 系の大きさは 4×20 サイトで 8 ホールドープ・ハバード模型の並列化 DMRG による解(原子密度分布)。 U/t は原子間相互作用の大きさを表す。(a) $U/t=5$ 、(b) $U/t=15$ の場合の原子密度分布。(b) では通常のストライプ構造が見られるが、(a) ではバイホールストライプという新しい基底状態が現れている。

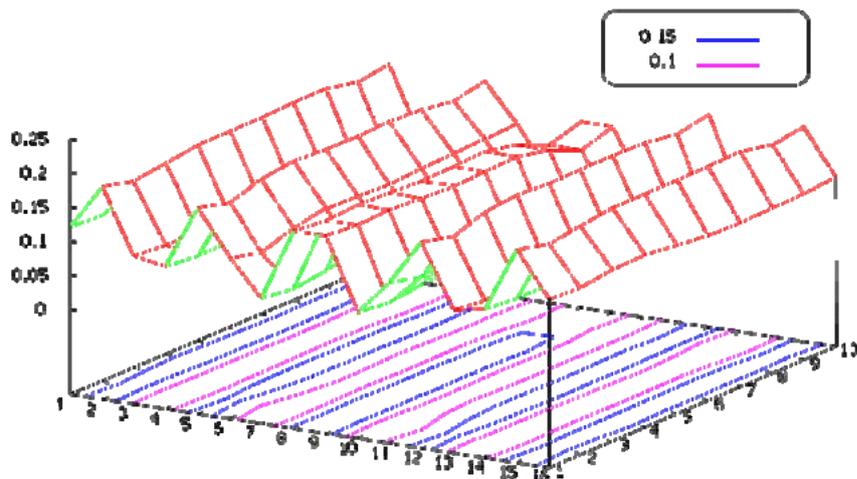


図 1.3. 平成 22 年度に実施した世界最大の DMRG 計算結果。10x16 格子サイズのハバードモデルの計算に世界で初めて成功した例である。

メゾ(デバイス)：

1) 高温超伝導体・固有ジョセフソン接合：

高温超伝導体・固有ジョセフソン接合の量子デバイスとしての特徴を調べるため、複数のジョセフソン接合(最大で 4 個)の連立シュレディンガー方程式を数値的に厳密に解くシミュレーション・コードを開発し、超並列シミュレーションを行った(図 1.4 参照: 2 個のジョセフソン接合が結合しているため、その自由度から 2 次元上の波束の運動となる)。その結果、量子効果が顕著に現れるサブミクロンサイズにおいて、隣接する接合間に同期現象が起こることを見出した。この効果は、系が違う場合(ジョセフソン接合系だけでなく、量子自由度が複数結合した系であればよい)にも普遍的な現象であると考えられ、一つの概念の構築に成功したと自己評価している。一方、シミュレーションにおいて用いた数値計算ソルバー(行列の全対角化ルーチン)については汎用性があり、かつ、来る京速計算機において高速動作が期待できることから現在、

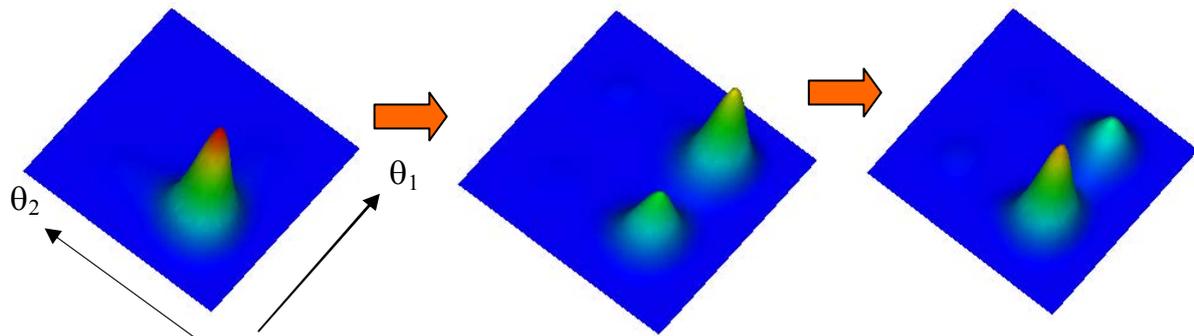


図 1.4. 二つのジョセフソン接合列(固有ジョセフソン接合)の量子ダイナミクスのシミュレーション結果の一例。2次元上での位相差の波動関数の時間発展を示している。

更なる超並列化・高速化のための研究開発にも着手している(マイクロで述べた対角化ルーチンと基本的に同等)。また、東北大・小山グループと協力し、固有ジョセフソン接合と外部環境とのマルチスケール・シミュレーション・コードの開発と超並列化を実施し、20年度後期以降、その超並列化を進め、大規模計算を実施した。

尚、本研究分野において、2年に一度、各国持ち回りにて開催されている国際会議の主催を国際委員会に諮り開催を了承され、22年度の4月29日～5月2日の予定で筑波大学・門脇和男教授との共催にて、弘前大学において「7-th International Symposium on Intrinsic Josephson Effects and Plasma Oscillation in High-Tc Superconductors」と題する国際会議を開催した(写真1.4参照)。



写真 1.4. 筑波大・門脇和男教授と共催した国際会議「7-th International Symposium on Intrinsic Josephson Effects and Plasma Oscillation in High-Tc Superconductors (PLASMA2010)」での記念写真

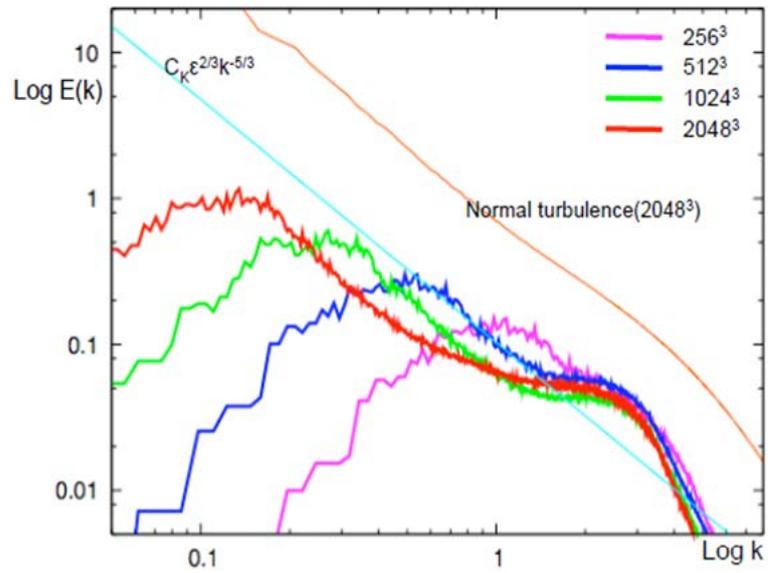
2) 各種超伝導体を幾何学的に配置することで得られる新奇デバイス機能:

空間反転対称性が破れた超伝導体を用いた接合系に着目し、そこでのジョセフソン効果が示す特徴を調べた。解析の結果、空間反転対称性を破るスピン軌道相互作用の影響の下でのジョセフソン電流の基本表式を導出することに成功し、ジョセフソン電流の干渉効果において特徴的な異方性が現れることを始めて明らかにした。これは、メゾ領域における有限サイズ効果であるスピン軌道相互作用の影響の一つとして捉えることができる。また一方、マイクロな超伝導ペアリング機構(ギャップ関数の対称性)とマクロな超伝導現象(熱力学量等)とを結ぶメゾスケールの物理に関連し、磁場回転比熱の解析手法の開発も行った。本研究で新たに導出した表式では、従来の手法で無視されていた渦糸コア準粒子の寄与を正しく取り入れることに成功しており、それにより実験データをより定量的に解析することが可能となった(結果は Phys. Rev. Lett. に掲載)。即ち、この成果は、従来の手法に代わり、今後当該実験を解析する上でのよりスタンダードな手法の開発に成功したと言える。

3) 超伝導放射線検出:

超伝導放射線検出器のシミュレーションを大規模化及び高精度化するため、FFT を用いた検出器シミュレーション・コードを開発し、其の応用として超流動 He^3 の中性子検出過程において現れる乱流状態を、地球シミュレータを用いて始めてシミュレーションすることに成功した。尚、このシミュレーションは、検出器としての検出ダイナミクス計算以外に基礎研究の立場として見た場合、超流動計算としては、世界最大の乱流計算に相当し、初めて慣性領域が低波数領域に進展することを見出した成果(図 1.5(a)参照)としても評価できる。図 1.5(b)に見るように計算は、立方体を周期境界条件にて取り扱い、スペクトル法(FFTを利用する)を用いて高精度な計算を地球シミュレータ上にて行った。計算サイズは 256 の 3 乗から 2048 の 3 乗までで、サイズ依存性を調べたが、通常乱流の最高サイズが 4096 の 3 乗であり、同じ地球シミュレータ上でフルノードを用いて実現されていることから、この計算が極めて大きいものであることが分かる。尚、通常乱流ではナビエ-ストークス方程式を解くが、超流動乱流では非線形シュレディンガー方程式を解く。得られた結果は、図 1.5(a)から分かるように、エネルギースペクトルの $3/5$ 乗則に従う部分が、サイズを拡大すると同時に低波数領域にまで拡大しており、運動の自己相似性があることが分かる。実際、そのようなスペクトルを示す領域にて渦糸の分布を見ると図 1.5(b)のようになり、渦糸がまるで雲のように濃密を持って分布している様子が分かる。つまり、決して一様に平均的に分布しているのではなく、非一様に広いスケールに跨り、何らかの構造を持って分布している様子が分かる。一方、スペクトルをもう一度注意してみると、高波数にてサイズ依存性を示さず、シヨルダー状の構造を示している様子が分かる。これは、小さいスケールにてエネルギー散逸のダイナミクスが変化していることを意味しており、現れるサイズが渦糸間の距離程度であることから、超流動乱流特有のダイナミクスの遷移(渦糸間から渦糸内での散逸ダイナミクスの変化)が起こっている事が分かった。この結果は、超流動乱流の理論の専門家とシミュレーションの専門家との共著論文(Phys. Rev. B)にまとめられ公表されている。

(a)



(b)

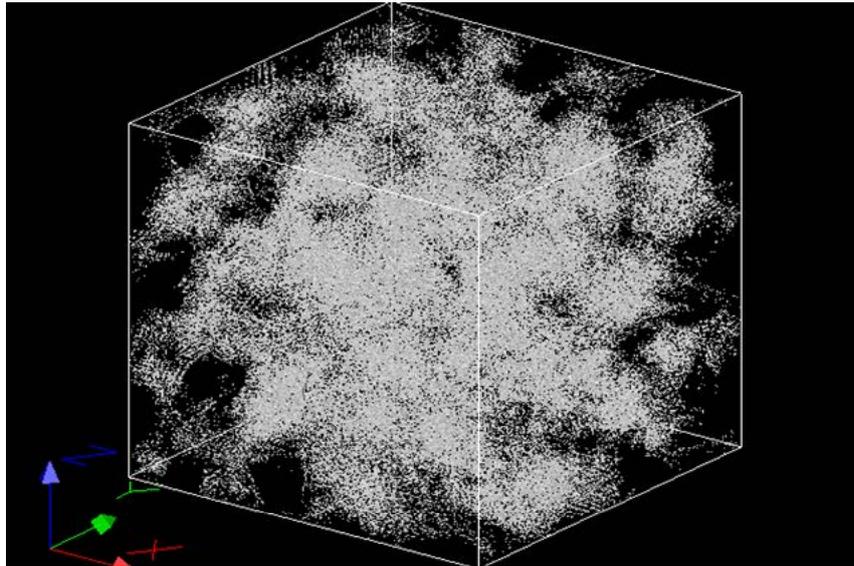


図 1.5. (a) シミュレーションにより得られたエネルギースペクトル(水色の直線は $3/5$ 乗則の関係を表している)。サイズ増大によりエネルギースペクトルが低波数側へ $3/5$ 乗則を満たしながら進展している。(b) $3/5$ 乗則が成立するときに見える量子渦糸の分布図。

超伝導検出器に対応する高精度な超並列シミュレーション・コード開発も同時に進め、実験を行っている郵政省・通信総合研究所の佐々木雅英氏のグループと王鎮氏のグループと共同研究を行った。共同研究の対象は、佐々木グループと王グループが開発している窒化ニオブ超伝導体のナノ細線を利用した超伝導単一光子検出器の検出過程のシミュレーションによる

理解であり、佐々木グループは現在、この検出器を利用した量子通信の実現を目指しており、そのためには、更なる感度向上が求められるため、検出機構の詳細な様子を理解する必要があるということで、当方に研究提案があったことからスタートした。尚、量子通信をいち早く実現することは、日本の科学技術力を内外にアピールするだけでなく、情報セキュリティと言った観点においても、今後、極めて重要な技術になることは間違いなく、研究者だけでなく、通信に関わる多くの関係者が注目している技術である。こうした依頼を受けた当グループでは、超伝導ギンツブルク・ランダウ方程式を用いたシミュレーションに対し、熱伝導方程式を結合させ、局所的な温度変化までもを含めたシミュレーションを行うこととした。尚、方程式のシミュレーションに必要な物質材料パラメータは、実際に用いられている窒化ニオブの物性値を代入し、図 1.6 に示したように、ナノ細線の一部をフォーカスして、その部分に光子が飛来し、熱エネルギーに変換すると仮定したシミュレーションを行った。シミュレーションでは、光子飛来により、熱が発生したことから、温度が一部上昇し、超伝導が破壊され、そして、その後、また復活して元に戻るといった様子を調べた。

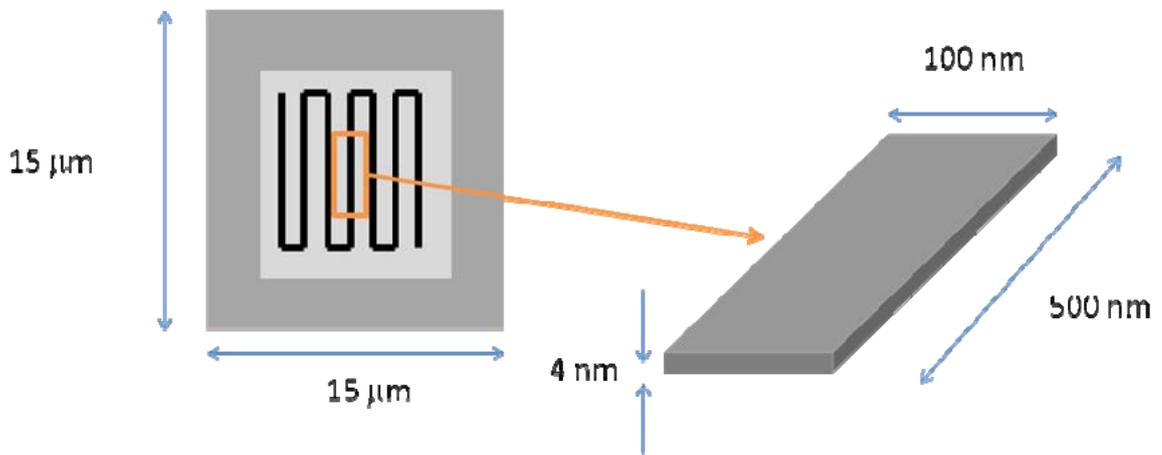


図 1.6. 超伝導単一光子検出装置にて用いられる窒化ニオブ超伝導細線デバイス(黒い蛇行している線がその窒化ニオブ細線を表しており、基盤上に貼り付いている):シミュレーションでは、細線全ての領域を計算することができないため、図のように一部を取り出して、シミュレーションを行う。実際のデバイスからシミュレーション領域のスケールが記されている。

尚、単一の光子を検出するためには、電流は常時流れている状態だが、抵抗が発生していないという超伝導電流のみが流れる超伝導非平衡状態を利用する。シミュレーションでは、その状態を実現するためマックスウエル方程式に、流れている電流量を境界条件として与えた他、基盤との接触面での熱放出を考慮するため、熱接触の境界条件を果たしている。シミュレーションでは、一部の面だけで熱交換が起こるのではなく、簡単のため、全面で起こるとした。シミュレーションでは、最初に電流を流し、電流電圧特性をシミュレーションにより求め、電圧が発生していない適当な領域に系をドライブし、そこで光子吸収の非平衡過程をシミュレーションにより明らかにするという方法を取った。図 1.7 は、電流を変化させることで得られた電流・電圧特性であり、超伝導という特殊な状態であることを反映して、ある電流値まで電圧が発生していないことが分かるが、検出装置は、矢印にて示した電流値付近にて動作させる。これは、検出器が僅かなエネルギー(ここでは光子一個分のエネルギー)さえも敏感に検知できるようにするため、超伝導から電気抵抗が発生するいわゆる常伝導状態に転移する領域で動作させるためである。

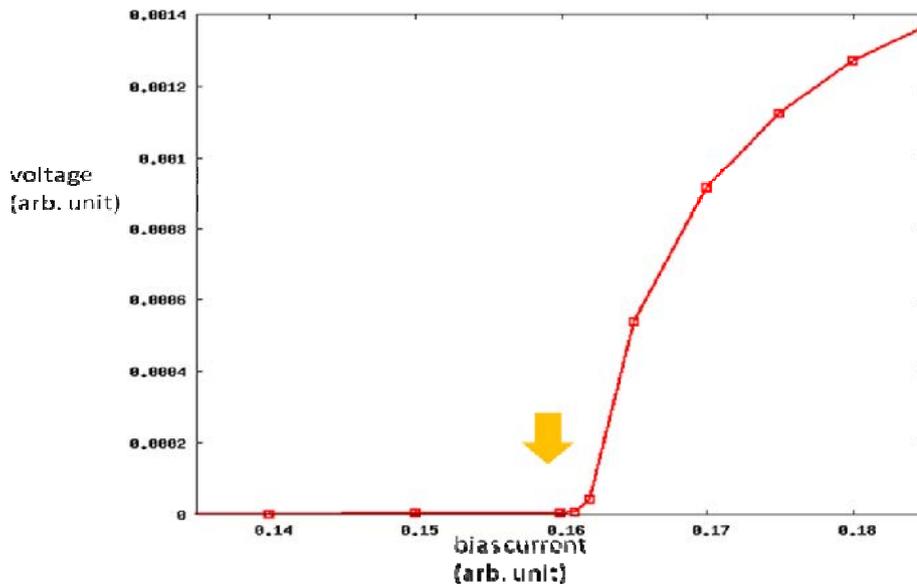


図 1.7. 超伝導単一光子検出装置にて用いられる窒化ニオブ超伝導細線デバイスの一部に対してシミュレーションを行い得られた電流・電圧特性(横軸:電流、縦軸:電圧)。矢印は超伝導検出器の動作点を示す。

シミュレーションでは、図 1.8 に示したように、ナノ細線の一部をフォーカスして、その部分に光子が飛来し、その瞬間に熱エネルギーに変換すると仮定した。つまり、光子飛来により、熱がある領域にて発生し、その結果、温度が一部、局所的に上昇し、超伝導が破壊され、そして、その後また、復活して元に戻るといった様子を調べた。

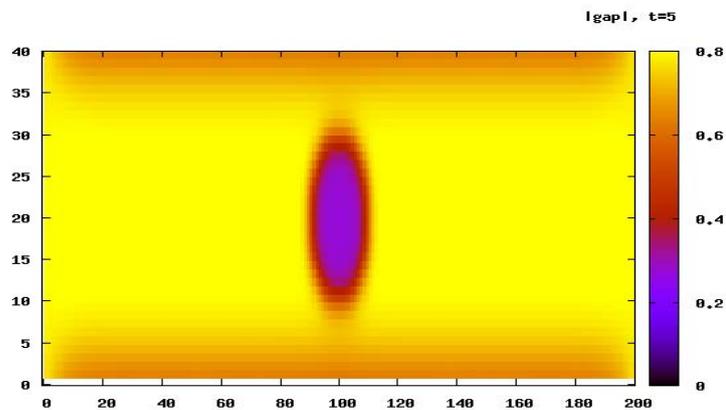


図 1.8. 光子が超伝導細線に衝突後、超伝導が破壊された様子。図は、超伝導の強さの指標となる超伝導秩序パラメータという量であり、中央でその値が強く減少している。この時、電圧が瞬間的に発生する。

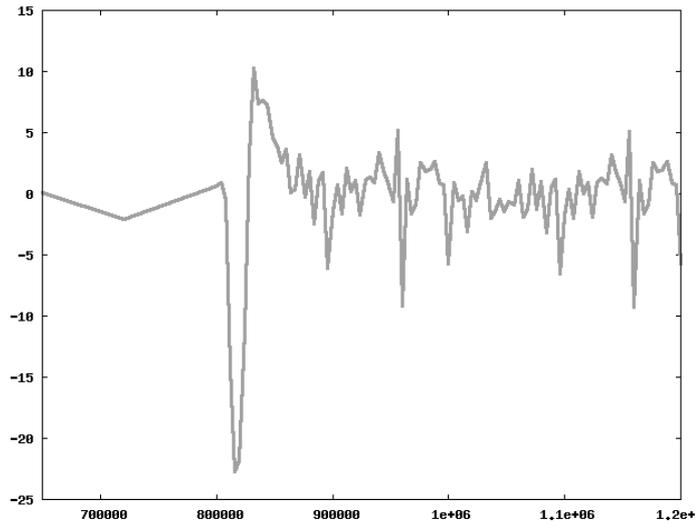


図 1.9. 光子が超伝導細線に衝突後、超伝導が破壊され電圧の時間発展において、スパイク状の変化が現れる様子(横軸:時間、縦軸:電圧)。

図 1.9 は、光子が衝突したことにより熱エネルギーが発生し、超伝導が一部破壊された様子を、電圧の時間変化を通して示している。こうした超伝導の破壊により、電流がその内部を流れ込む際に、電圧が瞬間的に生じるため、電圧を測定すると、図 1.9 のようなスパイク状の構造が現れることが分かった。このシミュレーションにより、超伝導を用いた単一光子検出器の検出過程のおおよその様子が分かり、今後の検出器の最適化に対し、シミュレーションが重要な役割を果たす糸口を見つけ出すことができたと言える。今後は、実験グループと更に協調し、分解能の向上を目指す研究を進めていく。

マクロ(線材):

1) 磁束量子と複合欠陥とのマルチスケール・シミュレーション:

マクロ(線材)スケールにおける研究では、主に時間依存のギンツブルク・ランダウ方程式のシミュレーション技術を発展させることで、様々な物理及び工学上の問題(本課題では特に磁束のピン止めのダイナミクスを主要課題とした)解明に向け研究を行った他、マルチスケール・シミュレーション手法の開発にも挑戦した。

研究期間前半は、当初の研究計画に従い、マルチスケール・シミュレーション手法の理論概念の構築と時間依存のギンツブルク・ランダウ方程式のシミュレーション・コードの超並列化を同時に実施したが、後者のシミュレーション(時間依存のギンツブルク・ランダウ方程式)に対する実験研究者からの依頼が予想外に多いため、それらに答える必要性から、暫定(部分的並列化)版を用いてシミュレーションを行い対応した。その結果、大きな副次的成果物として「磁束量子による超伝導ホール効果」、「磁束格子流れの格子軸の流れ方向に対する角度変化」、「ピン止めアレイによる集団的ピン止め」といった磁束量子ダイナミクスに関する基本的課題をシミュレーションにより明らかにすることができた。このため、マルチスケール・シミュレーション手法の開発が遅れ、現在は、理論概念構築とコードの基本部分の開発は終了済みとしたが、今後、分子動力学法部分の開発とそれとの融合、そして、コードとしてのテストを実施する必要がある。

成果物としての物理・工学的成果について以下に記す。まず、「磁束量子による超伝導ホール効果」についてだが、これについては、一言で言うと、20年以上にも渡る様々な論争に対し、一つの決着をつける成果を得たと位置づけられる。磁束量子による超伝導ホール効果とは、超伝導状態においても、磁場中にてホール効果が観測されるという現象であり、現象自体は、超伝導磁束量子のダイナミクスの研究と共に様々な理論及び実験が行われてきたが、最も論争

の多いテーマの一つと言える。特に、その論争が激しくなったのは、1990 年台、高温超伝導体の超伝導ホール効果が観測され、様々な条件下にて研究が進んだが、それでも研究の系統性が不十分であることや着眼点が十分に定まっていない等の理由から、論争が 2000 年代になっても続いていた課題であった。そうした状況下、当該グループは、磁束量子のピン止めが量子ホール効果の符号変化に普遍的な役割を果たすのか否かという観点に立ち、出来る限りの系統的シミュレーションを行い、ピン止めが普遍的に符号変化をもたらす得るという結果を得ることができた。これまで、様々な超伝導体において符号変化が観察されてきたが、その原因の一つとしてピン止めが重要であるということを理解できたことは、一つの大きな進歩であると言える。その結果を端的に示すシミュレーション結果は、以下の図 1.10 に示したような、大規模なピン止めダイナミクスのシミュレーション結果である。図 1.10 において、ピン止めサイトはランダムに分布しており、ピンクの部分にピン止めサイトの位置を示す一方、青は超伝導秩序パラメータが小さくなっている部分を示し、ほぼ、磁束量子の位置を示している。シミュレーションでは左から右に電流が流れるため、磁束量子は、上から下へと流れるが、電流値が小さい場合と大きい場合とで、横方向への流れの方向が変化すること(例:左へと流れていたものが、右へと流れを変える)が多くシミュレーションにおいて見られる共通の現象であることを発見できたのである。この発見を受けて、一つ一つの磁束量子にかかる力を考察したところ、十分に説明可能な理論も構築できたことで、より説得力のある論文を発表することができた。

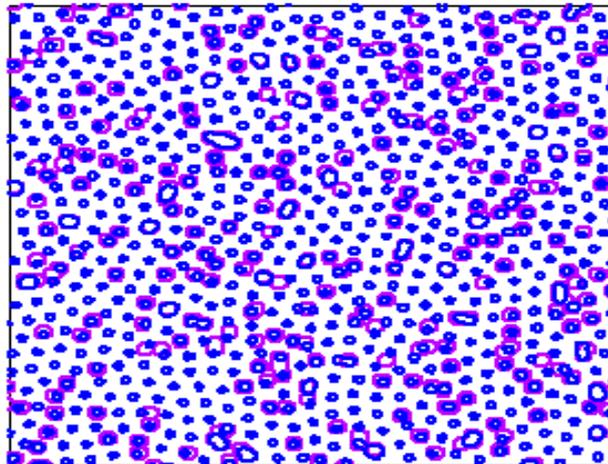


図 1.10. 電流駆動条件下での磁束集団のダイナミクスのシミュレーション結果。磁束ピンがランダムに分布しているため、その影響を受けて磁束量子の運動がホール効果を示す場合のスナップショット。

次に得られたのは、「磁束格子流れの格子軸の流れ方向に対する角度変化」に対する成果であり、ピン止めがない(殆ど欠陥や不純物が無いクリーンな系)か、十分に弱い場合に見られる磁束が格子を組み流れる磁束格子フローの格子ベクトル方向の変化という普遍的な物理のシミュレーション結果である。磁束格子のフローと言う現象は、古くから理論の対象として、幾つかの研究が行われてきたが、実験的確認が殆ど行われておらず、最近の実験方法の進展と共に、理論と実験による確認というプロセスが可能となってきた問題であり、物理学上は極めて基本的な問題であると位置づけられる。即ち、本課題に回答を与えられるということは、磁束格子形成そして、そのフロー状態における熱力学的安定性が理解できるということと同値であり、非平衡系での秩序形成に一つの理解が得られるという興味深い成果とも位置づけられる。得られた結果を図 1.11 に示したが、まず図 1.11 (a) のように、殆どピン止めが無い場合には、磁束格子(三角格子)の運動方向と格子を組む方向は、右隣の模式図の様になることが分かった。即ち、最近接の磁束量子への格子ベクトルと運動方向が一致する。

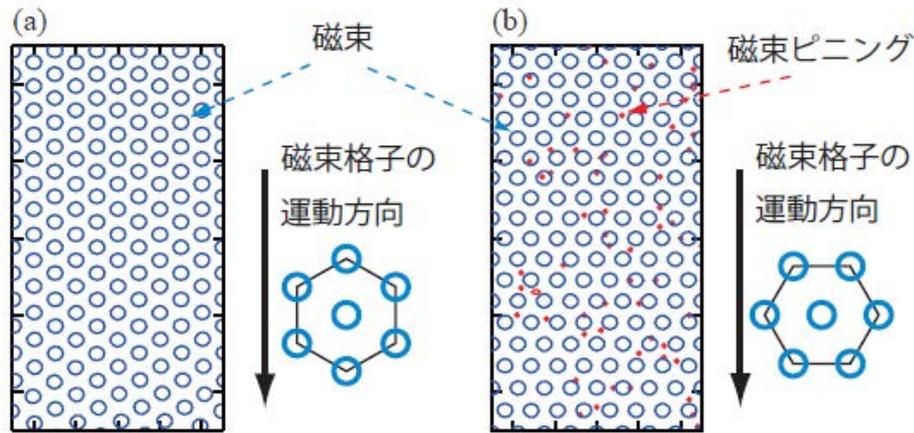


図 1.11. 電流駆動した磁束格子のシミュレーション。(a)磁束ピンが無い場合。(b)磁束ピンが多くある場合。両者で運動する磁束格子の軸が30度異なる。

一方、ピン止めがランダムに分布している場合は、最近接の磁束量子間の格子ベクトルと運動方向とがずれ、むしろ図 1.11(a)に対し 90 度回転したことが分かる。磁束格子は、ピン止め分布から流れに対する抵抗を受けており、抵抗がランダムに発生する場合は、図 1.11(b)のフロー状態の方が安定化する事が分かった。この結果は、実験結果とも定性的に一致しており、シミュレーションが本現象の本質を捉えている事が分かる。尚、このメカニズムとしては、図 1.11(a)の配置を取った場合、磁束量子はランダムなピン止めサイトを好む(自由エネルギーを計算すると安定となる)ため、磁束量子の運動する直線上にピン止めサイトが配置されると、ピン止めサイトから受ける抵抗が極大となり動きが取れなくなる一方、その抵抗をできるだけ少なくしフローせざるを得ない条件下では、磁束量子の配置が図 1.11(b)の方が時間当たりの感じる抵抗が少なくなることが分かる。実際、こうしたフロー状態の知見を得ることは基礎物理の知見として重要である一方、どのようにして、超伝導体内で電流が流れる非平衡状態が実現するかという情報でもあるため、工学的にも重要な知見であることが分かる。現在、実験研究が精密化され、上記知見等の確認が可能となっており、今後の展開が期待できる。

次の課題「ピン止めアレイによる集団的ピン止め」に対する成果は、東大物理工学科・為ヶ井准教授グループとの共同研究であり、課題は、ピン止めアレイが図 1.12 のように配置されている時、磁束量子のダイナミクスを理解することである。図 1.12 では、赤色の実線に囲まれた部分が、ピン止めサイトを表しており、超伝導体(物質)が無いホールとなっている。従って、ホール部分を磁束量子が占めることが可能であり、ホール部分に磁束量子がトラップされた方が、エネルギー的に安定であることが分かる。また、磁束量子を 2 次元状の超伝導板にスムーズに導入するため下方からスリットが導入されており、そこから磁束量子が侵入する。図 1.12 では、ホールの大きさ(正方形)は十分でなく、ホール間の距離が十分にあることが分かる。図 1.12 の図は、その場合の磁束量子のダイナミクスの一瞬のスナップショットである。緑色の部分は、侵入した磁場分布の強度を現わしており、磁束量子の侵入の様子としては、上を三角形の頂点とする三角形の侵入が特徴的である。

一方、図 1.13 は、ホールの大きさが大きく、ホール間の間隔も小さい場合の結果であり、磁束量子は、ホールを埋め尽くした後に、隣接ホールに移り、侵入している様子が分かる。この場合、磁場の侵入パターンは、下三角形をしており、磁束量子の侵入の様子が先のケースと異なっている事が分かる。

以上、ホールの大きさやその配置により、磁束量子の侵入パターンが変化する事が分かったが、これは、規則的にホールが配置された超伝導基盤上での磁場の伝搬を理解する上で基礎となる知見であり、超伝導体の様々な応用の際に指針と成りえる成果と位置付けられる。

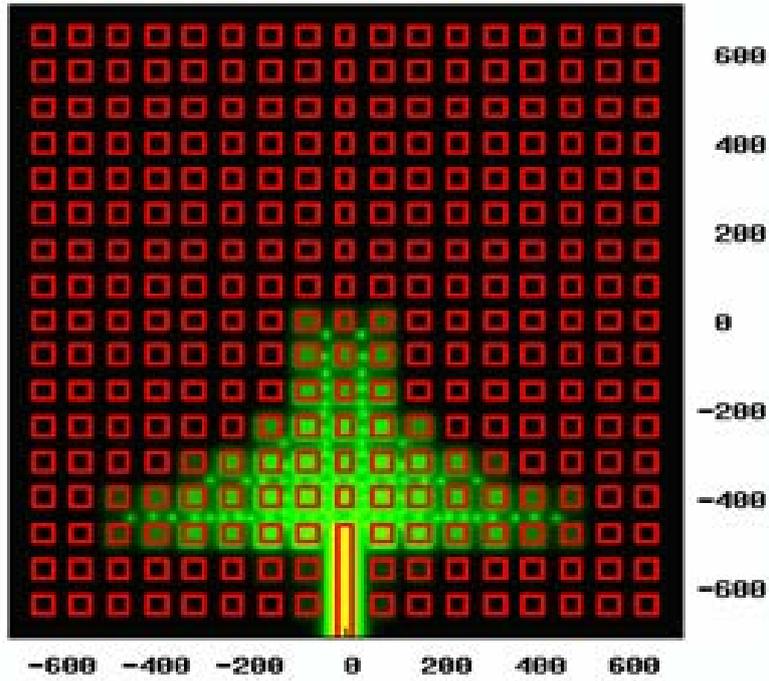


図 1.12. 一定の磁場印加後の磁場分布のスナップショット。赤色の直線で囲んだ部分は超伝導体の孔(ホール)を表し、緑～黄色は磁場分布強度を示し、緑色は最大の磁場を示している。シミュレーションは、一様に磁場が印加された後の時間発展が追跡されるが、下部にはスリット状のホールがあり、磁束量子の侵入を助ける。

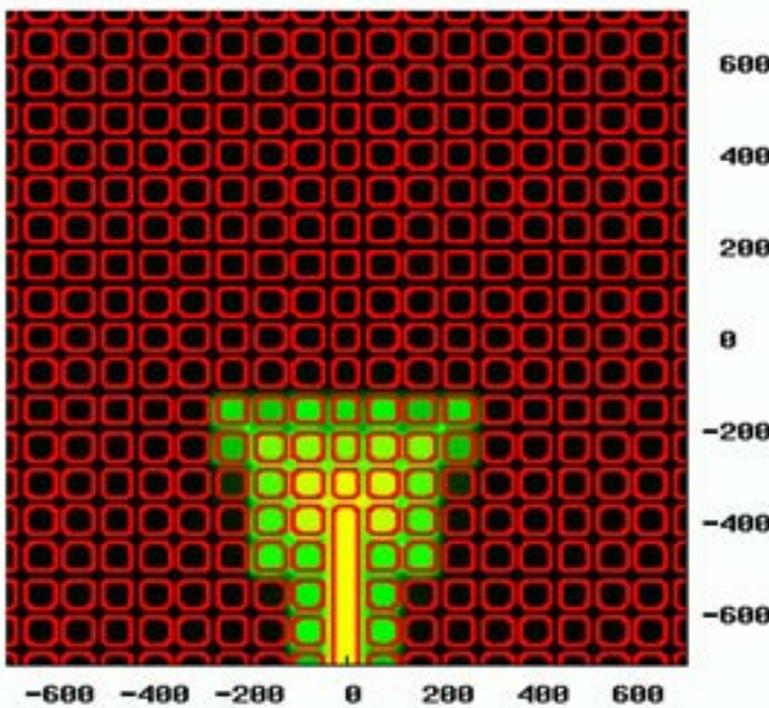


図 1.13. 一定の磁場印加後の磁場分布のスナップショット。図 1.12 と比べると超伝導の孔の大きさが大きく、孔間の距離よりも十分に大きい場合の磁束量子の侵入の様子。

(2)研究成果の今後期待される効果

マイクロ(超伝導発現機構):

以下では、上記の研究成果を受け、今後の成果の展開や想定される社会へのインパクトについて記す。

1)フェルミ原子ガスを通して見る室温超伝導の姿

フェルミ原子ガスが示す超強結合の超流動を調べた結果より、室温超伝導は、相応の電子間引力が働く場合には、十分に存在できうことが分かった。ただし、実現した場合、その超伝導特性は、私たちがこれまで目にしてきた超伝導とはかなり異なるものになることが示唆された。また、本研究を通して、当該グループは汎用の超並列ライブラリーを開発し、現在、幾つかの京アプリ上で有効動作するという副次的だが、着実な成果も得ることができた。今後、この研究成果を活かして、更なる量子状態の探索を試みる他、ライブラリー開発を固有値問題だけでなく、様々なルーチン群にも適用し、来るエクサスケールのマシンにても、十分に高速動作可能なライブラリーを構築する計画である。

2)2次元強相関電子系への超並列シミュレーションによるアプローチ

本研究では、厳密対角化の並列化、そして、更に困難な密度行列繰り込み群の並列化に挑戦し、両者共に超並列アルゴリズムを開発した。また、物理的成果も創出すると同時にコードの公開に向けての準備を進めた。開発した超並列密度行列繰り込み群法は、最大で5-leg程度のラダーの計算が可能であり、更に、本研究期間内に開発したクラスター・マルチチェーンアルゴリズムを採用すれば、最大で10-legを超える計算が実現可能である。現在、最大5-legのラダーにおいて、超伝導相関を計算し、高温超伝導実現のために必要なモデルの特徴を洗い出すための研究を進めており、超並列密度行列繰り込み群法を用いて超伝導の本質に迫りたい。

メゾ(デバイス):

低消費電力、超高速な応答性等を有する超伝導デバイスとして、その豊かな将来性が期待されるメゾスケール超伝導体のシミュレーション基盤を構築した。構築したコードは、①高温超伝導体固有ジョセフソン接合のTHz電磁波発振ダイナミクスを記述するコード。②現象論的な取り扱い(主にギンツブルク・ランダウ理論)により記述できる現象を広範囲にシミュレーションできるコードの二つである。①は超並列化を進めたことによりマルチコア計算機上でリアルなシミュレーションが可能となった一方、②は超伝導検出器の検出過程の研究に活用され、超伝導単一光子検出器開発に検出装置の最適化という観点に立ち研究開発に貢献する。また、応用だけでなく、メゾスケール超伝導に対する基礎研究も進める。

1)高温超伝導体・固有ジョセフソン接合:

Hzマルチスケール・シミュレーション・コードの超並列化を東北大・小山グループと共同で研究開発を進めた。その結果、マルチスケールのプロトタイプ超並列化版を開発し、現実スケールのシミュレーションが可能になりうることを確認したが、コードの実証試験は未だ保留事項であり、早急に実施したい。尚、「京」等の超並列計算機上で動作させるべく、一般公募に応募し、成果創出を行う予定である。

2)各種超伝導体を幾何学的に配置することで得られる新奇デバイス機能:

各種超伝導体間の接合や超伝導及び異種材料をモザイク状に配置した際に現れる、超伝導位相の干渉を利用した特異な物性を微視的レベル及び巨視的レベルのシミュレーション手法を開発して探査した。その結果、並列性が非常に高く、微視的レベルの方程式をメゾレベルのスケールで解くことが出来るコードの開発に成功し、物理学上の成果も創出することができた。この成功を基礎に、現在はコードの拡張を更に行い、普遍的有用性が高い実空間における超並列第一原理計算コードへと発展させるべく研究に展開する予定である。

3) 超伝導放射線検出:

超伝導転移端を利用する放射線検出器やジョセフソン接合は、放射線に対して極めて鋭敏に応答するため、既に一部、既存の検出装置(半導体)に取って代わり用いられているが、その普及は未だ十分ではない。本研究の目的は、この状況を打破するためのシミュレーションによる最適化法の確立であったが、シミュレーション・コードはほぼ確立し、実験グループとの連携も進んでいる。今後は、実際に利用しているグループの問題解決に役立たせることが必要であり、シミュレーション結果から、積極的に最適化提案を行うことを目指す。

マクロ(線材):

本課題では、超伝導線材開発などの分野で問題となる磁束量子ピン止めの問題を探索するため、磁束量子の材料内の欠陥(粒界、転位、格子欠陥等様々)に対するピン止めをシミュレーション可能とするコードを開発し、基本的ダイナミクスを明らかにすることができた。今後は、それらの知見とコードを活用し、臨界電流改良の指針を得、線材開発に貢献する事が目標となる。

1) 磁束量子と複合欠陥とのマルチスケール・シミュレーション:

上記のように、線材開発にとって基本材料の臨界電流上昇は必須の課題であるが、これを解決する並列計算コードの開発まで終えることができた。懸案であるマルチスケール・シミュレーション・コードについては、概念設計を終え、一部プロトタイプの開発に成功しているが、未だに開発途上である。これについては、テスト計算、実問題での検証を進め、可能な限り、次世代計算機「京」利用公募等に応募するなど、応用研究にて成果を挙げるべく研究開発を引き続き進めていきたい。

4. 2 サブテーマ名2(秋田大学・林(正)グループ)

(1)研究実施内容及び成果

超伝導ネットワークにおける渦糸状態に関する研究

ナノスケールの超伝導ネットワークにおける渦糸状態に関して、ギンツブルグ・ランダウ方程式を数値的に解くことにより解析を行った。具体的には、自由エネルギーの最適化計算をクラスター計算機上で並列化して行う手法を開発し、従来の計算よりも高精度で平衡状態の秩序構造に関して明らかにすることが出来た。これによって、ナノスケールの超伝導ネットワークにおける特異な渦糸構造の詳細を明らかにした。また、実験との比較も行い、実際に理論的に得られたものと類似の構造が観測されることが分かった。

グラフェン-超伝導接合の電気伝導特性に関する研究

グラフェンは、基礎・応用の両面から興味を持たれているが、超伝導体との接合における電気伝導特性は新規なバンド構造を持つ系における超伝導近接効果という観点から多くの研究がなされている。われわれは図 2.1のような、超伝導-グラフェン-超伝導接合(S_R, S_L は超伝導電極)における臨界電流 I_c の温度および接合間距離依存性を、トンネル・ハミルトニアン近似を用いることにより計算した。

これによるとグラフェンが単層の場合と二層の場合では特性が異なることが分かった。単層の場合には、 $I_c \propto \exp(-\alpha T^2)$ という特異な温度依存性が現れる(図2.2)。また、低温においては、グラフェンの化学ポテンシャルが電荷中性点(いわゆるディラック・コーンの中央)付近にある場合には、低温で臨界電流が減少する興味深い振る舞いが現れることが分かった(図2.3, $\mu^g = 0$ が電荷中性点に対応)。二層の場合には、臨界電流が振動的な振る舞いを示すことも分かった。この振動は、超伝導電極がグラフェンの副格子(A, B)のどちらに付いているかによって異なり、単純に平均すれば消失してしまうが、電極を工夫することによって観測可能であると期待できる。

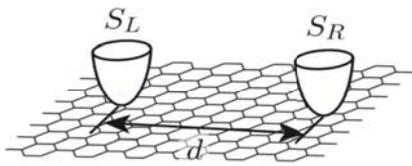


図 2.1. 超伝導接合の概念図

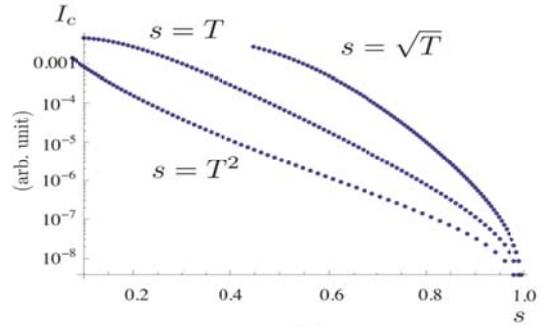


図 2.2. 単層の臨界電流の温度依存性

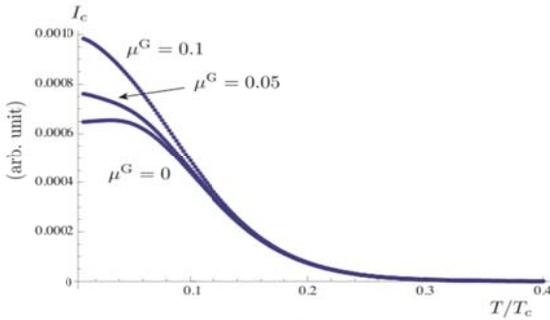


図 2.3. 単層の臨界電流の温度依存性 (低温での振電無い)・G は化学ポテンシャル。

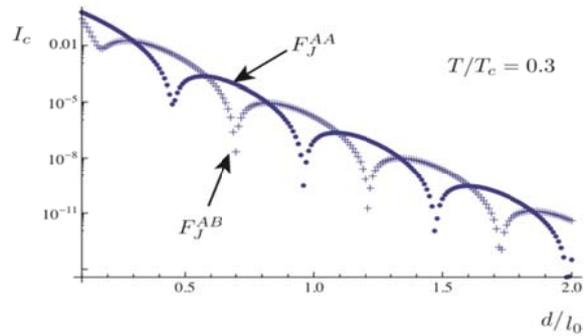


図 2.4. 二層の臨界電流の温度依存性

荷密度波のダイナミクスに関する研究

擬1次元導体に生じる電荷密度波 (CDW) 状態は超伝導と同様に電子の低温における凝縮状態として興味深い。われわれは、滑り伝導など CDW の動的な過程を記述するために、従来の「時間に依存するギンツブルグ・ランダウ (TDGL) 方程式」を見直し、新規に方程式を導出した。この方程式では従来のものと異なり、準粒子の自由度が独立の変数として取り扱われることによって、準粒子の蓄積など、動的過程において生じる非線形現象を、より精度良く扱うことが出来る。われわれは、この方程式に基づいて数値シミュレーションをおこなった。その結果、従来の理論では得られなかった、電流電極付近の位相の滑り (phase slip) の様子を再現することに成功した。下の図は、それぞれピン止めの無い領域、およびピン止めされた領域に電流電極があり、位相の滑りが生じる場合をシミュレーションしたものである。秩序変数が周期的にゼロになる「位相の滑り」が起きていることが分かる。また、二つの場合で位相の滑りの生じる位置が異なっている。

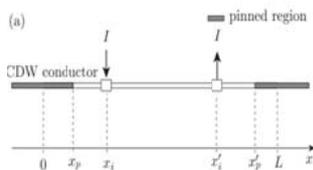
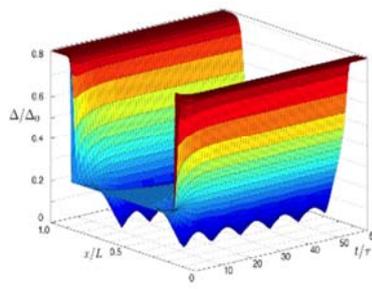
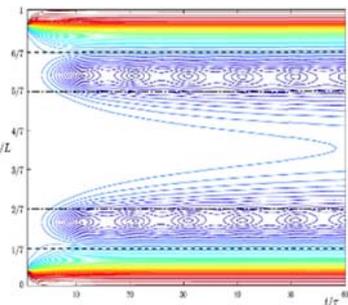


図 2.5. ピン止めの無い領域に電流電極がある場合



秩序変数の時間-空間変化



秩序変数の時間-空間変化 (等高線図)

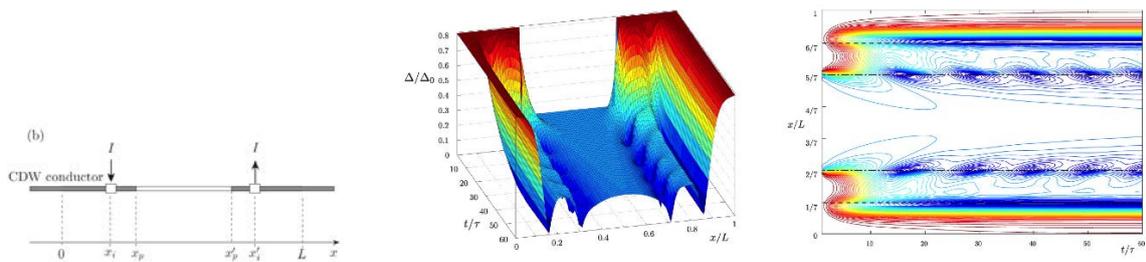


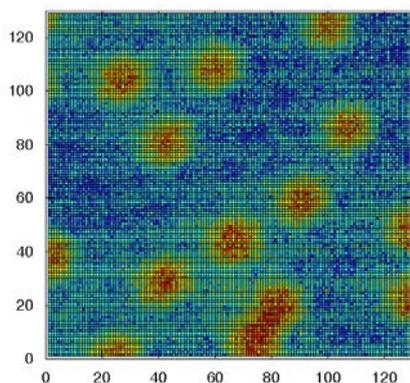
図 2.6. ピン止めされた領域に
電流電極がある場合

秩序変数の時間-空間変化

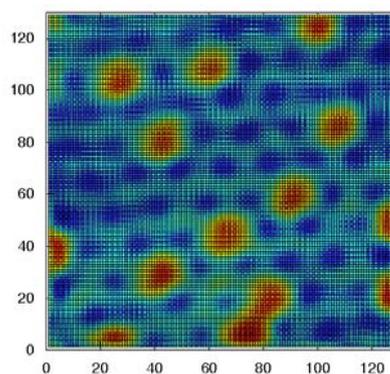
秩序変数の時間-空間変化
(等高線図)

走査型 SQUID 顕微鏡の画像解析に関する研究

走査型 SQUID 顕微鏡の解像度は、そのピックアップコイルの大きさによって制限されており、現状では $1\ \mu\text{m}$ 程度に留まっている。われわれは、コンピュータを用いた画像解析法を開発してきたが、本研究においては、これまでに開発した手法をさらに高精度化することに成功した。その結果、例えば超伝導ネットワークの磁束観測データにおいて、従来の手法では明瞭に見ることが出来なかった、格子構造まではっきりと見る事が出来るようになった。



SQUID 顕微鏡による磁束像
(大阪府大石田グループ)



本研究による手法で画像処理を
行った結果

(2)研究成果の今後期待される効果

超伝導ネットワークにおける渦糸状態に関する研究

本研究で得られた結果は、基礎物理としての興味に加えて、ナノ超伝導体作成・観測技術に関する基礎的なデータを提供することが出来るので、今後の超伝導デバイスの開発に寄与することが出来ると考えている。

グラフェン-超伝導接合の電気伝導特性に関する研究

グラフェンは、今後デバイスとしての応用が期待されており、本研究の成果は超伝導とのハイブリッド・デバイスの物理の基礎研究として意味を持つと考えている。今後は、SQUID 構造などグラフェンを用いた超伝導デバイス、さらに量子ビットなどの量子計算デバイスへの発展が考えられる。

電荷密度波のダイナミクスに関する研究

電荷密度波のダイナミクスは超伝導渦糸系のダイナミクスと同様に、摩擦など普遍的な物理現象との共通点が多い。このため、従来から基礎物理的な観点で研究がなされてきた。特に近年、微細加工技術の進歩に伴い、トポロジカル結晶やナノ構造における研究が進められている。

本研究の成果は、これらの様々な形状における CDW のシミュレーションを可能にするものであり、本分野の研究の発展に寄与できると考えている。

4.2 サブテーマ名2(東北大学金研・小山グループ)

(1)研究実施内容及び成果

本研究グループの主要な研究テーマは、BiSrCaCuO 等の高温超伝導体固有ジョセフソン接合における交流ジョセフソン効果を利用して、テラヘルツ領域の電磁波を発振させるデバイス開発のための効率的なマルチスケール・シミュレーション技法を開発することである。テラヘルツ波は、電波と光の境界領域に位置する電磁波であり、広い応用分野を持つ。しかし、1テラヘルツから10テラヘルツまでの周波数帯はテラヘルツギャップと呼ばれ、この周波数帯での簡便な発振デバイスがなく、現在、その開発研究が活発に行われている。本研究では、超伝導体のジョセフソン効果を用いて、テラヘルツギャップ内の周波数帯で利用可能な発振デバイスの開発を目指している。

本研究開始時には、まだ固有ジョセフソン接合系でのテラヘルツ波発振は観測されていなかった。そのため、初年度は、その発振機構の提案、及び、いかにしたら効率的に発振させられるかという点に重点をおいた研究を行った。しかし、2年度の2007年に、Ozyuzer et al. によりメサ構造の BiSrCaCuO 単結晶において現実に発振が確認されるに至り、我々の研究は、基礎研究から発振デバイス開発・実用化のための研究に重点を移すこととなった。したがって、2年度以降は、効率的で十分な強度を持つ発振を可能にするデバイス設計を目指して研究を行った。計算機シミュレーションにより実用的なデバイス設計を可能にするためには、固有接合系内部の超伝導位相のダイナミクス・電磁励起を計算するのみでなく、試料の形状を考慮した外部空間も含めた全空間での電磁励起を求めることが必要となる(図 2.7 参照:超伝導体デバイスだけでなく、そこからどのように電磁波として接続され発振されるかをシミュレーションする)。従って、我々は、固有接合内部の超伝導位相のダイナミクスを支配するミクロの運動方程式を数値的に解くだけでなく、接合内部で励起された電磁波が試料外部に伝播する様子を同時に計算することを可能にする計算プログラムの開発を目指した。こうした全空間シミュレーションは、現在までのところ我々のグループのみが行っている。

以下では、上記の外部への接続を考えた場合に何故、マルチスケール・シミュレーションとなるかについて、簡単に説明する。まず、発振機構がナノスケールの接合構造に起因するため、超伝導位相の運動はそのナノスケールで解かなければならない。一方、試料から真空中に発振される電磁波はサブミリの波長をもつ。従って、目標とする全空間シミュレーションは、ナノメートルからサブミリメートルに渡るマルチスケールでのシミュレーションとなる。そのため、新しい計算手法の開発が必要となるが、我々は、空間を、試料内部、近接場領域、及び、遠方領域の三つに分け、各領域で異なるスケールで計算を行い、非物理的効果を起こさずに電磁場をこれらの領域間で接続する方法を編み出した。この方法で、現在の種々のデバイス構造でのテラヘルツ波の発振特性、共鳴条件、及び、強度分布の計算を行っている。現時点では、2次元面に射影した2次元モデルでの計算が中心であるが、試料の形状や周辺の環境を取り入れて計算できるプログラムの開発に成功している(図 2.8 参照)。特に、複数の固有接合を適切に配置したデバイス構造では、接合間の干渉効果により、発振強度の巨大な増大が期待できることを明らかにした。この結果は、実用的な発振デバイスの設計の可能性を切り開くものである。

(2)研究成果の今後期待される効果

5年間にわたる研究により、高温超伝導体・固有ジョセフソン接合系でのテラヘルツ発振の機構と発振特性をほぼ解明することができた。また、発振デバイスとして実用化できる程度の強度の発振が得られる可能性も示すことができた。固有ジョセフソン接合系からのテラヘルツ発振は、連続発振であること、及び、コヒーレンス性が高いという優れた特長を持つ。現在開発が進められている半導体を用いた発振デバイスで得られるテラヘルツ波は、パルス発振でありコヒーレンス性は低いことを考慮すると、固有ジョセフソン接合デバイスは、半導体デバイスと相補的な関係にあり、実用化にむけた研究は意義を持つ。したがって、これからも実用化に向けてさらに研

究を進めていく必要がある。

本研究で我々が開発した発振シミュレーション用のプログラムは、実際の発振デバイス設計に利用できる。現在、より現実的な3次元デバイスのシミュレーションが可能なプログラムが完成しつつある。この3次元プログラムを利用することにより、発振デバイスの設計・実用化に大いに貢献できるものと期待している。

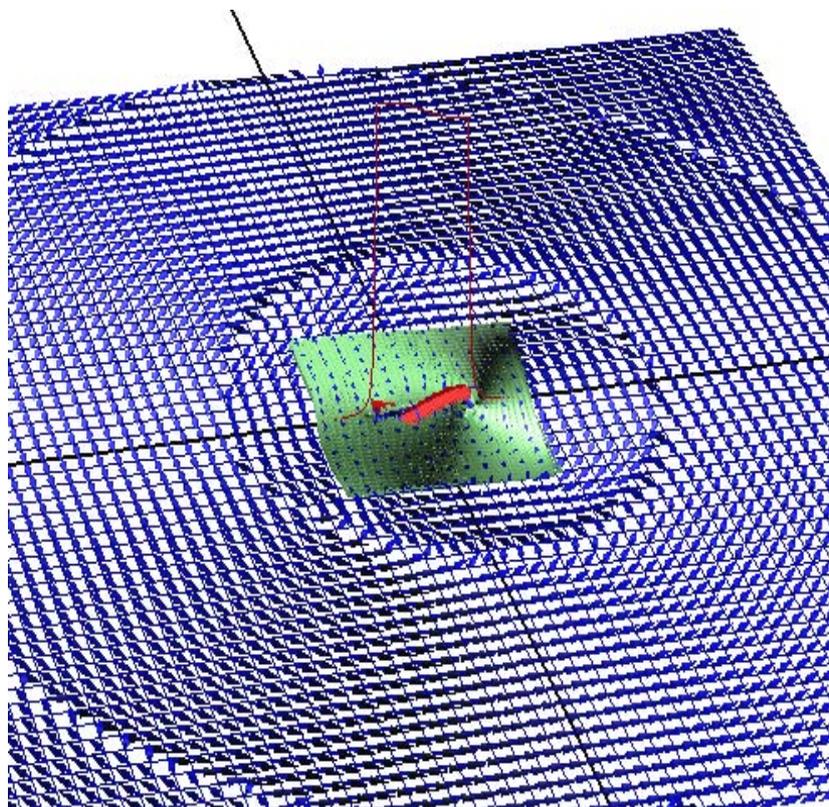


図 2.7. 固有ジョセフソン接合から発振されるテラヘルツ波(電場)のスナップショット。接合内部(赤)、近接場領域(緑)、遠方領域(青)の電場を、メッシュサイズを変えて計算している。

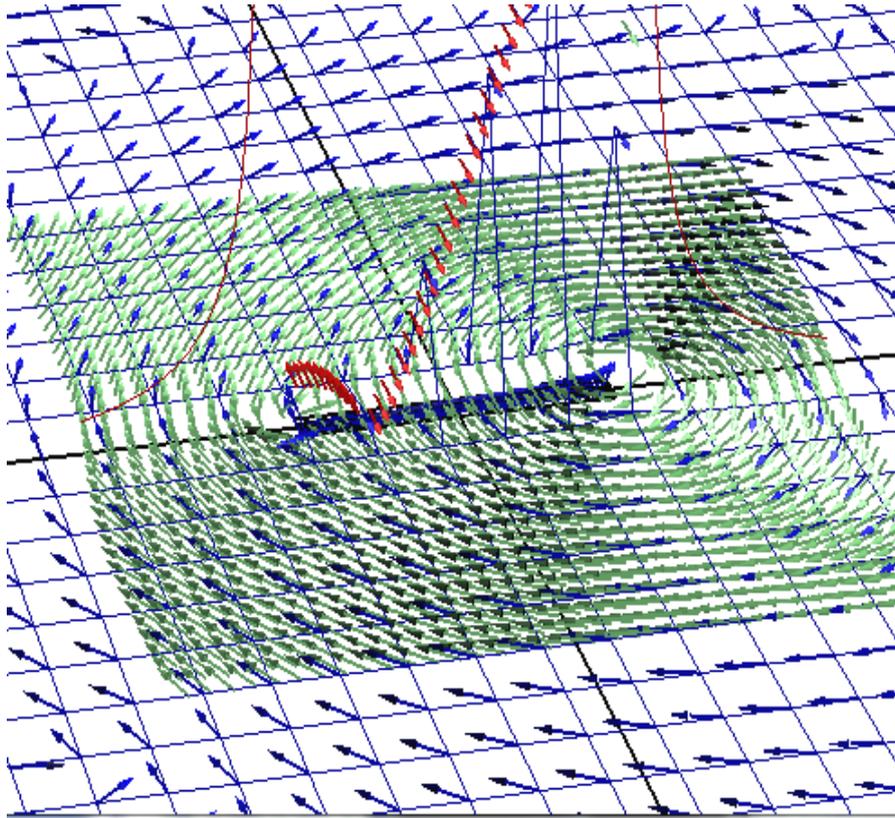


図 2.8. 接合近傍の拡大図。矢印は電場の向き(赤:接合内部、青:真空中)を表す。

4. 2 サブテーマ名2(慶応大学・大橋グループ)

(1)研究実施内容及び成果

○ 本研究の目的

本研究の目的は、極低温原子気体の高い操作性を利用、この系で実現する超流動物性を相互作用に関する幅広いスケールで統一的理解しようとするものである。

この系はフェッシュバハ共鳴によって粒子間相互作用を自在に制御できることはもちろん、粒子数密度やクーパー対形成に関与する粒子数の比率も変えることができる。さらに、レーザーの定在波によって形成された光学格子を用いることにより、ガス系でありながら、あたかも結晶格子中を動き回る電子系のような状況を作り出すことも可能であり、特にフェルミ原子気体は、物質科学研究、特に銅酸化物高温超伝導に代表される強相関、強結合超伝導に対する「量子シミュレータ」としての応用が期待されている。一方、ガスを空中に捕獲する必要から、原子気体は通常、磁氣的、光学的に作られた調和型ポテンシャルに閉じ込められており、本質的に非一様系である。したがって、原子気体を物質科学研究(超伝導研究)に対する量子シミュレータとして利用するためには、この非一様性に起因する現象を明らかにしておく必要がある。

以上を踏まえ、本研究は可変な相互作用を念頭に、弱結合から強結合までのフェルミ原子ガス超流動の物性解明を目指すとともに、トラップポテンシャルに起因する系の非一様性による影響の解明も大きな目的とした。また、量子シミュレータへの応用に向け、光学格子導入時の影響についても明らかにすることを目指した。

○ 実施方法

研究は、主に、大橋洋士(慶應義塾大学・教授)、H19 年度から H21 年度まで PD として採用された土屋俊二(現在は東京理科大学・助教)、H22 年度から PD として採用された渡部昌平(慶應義塾大学・PD)、および、研究室の大学院生により実施した。必要に応じ、超流動研究の

専門家であるトロント大学 Allan Griffin 名誉教授(ただし、2011 年 5 月に死去)からアドバイスを受けることで、研究成果について客観的な意見が得られるようにした。また、JAEA 町田グループとも頻りに情報交換を行い、特に光学格子の研究の一部について共同研究を実施した。プロジェクト外のグループとも交流、特に、強相関物性の専門家である大阪大学三宅和正教授や東京大学加藤雄介准教授と議論、共同研究を実施、いくつかの成果が論文、学会発表という形で結実している。

○ 実施内容と成果、および位置づけ

プロジェクト期間中、研究は概ね順調に進み、大きく分けて次の五つの項目について成果を挙げた。これら成果の多くは論文発表、国内外の会議での講演という形で既に発表しており、一部については論文の準備中である。

- ① フェルミ原子ガスの BCS-BEC クロスオーバーにおける超流動物性の解明
- ② 光学格子中のフェルミ原子ガスにおける BCS-BEC クロスオーバーの解明
- ③ フェルミ原子気体における超流動揺らぎに起因する擬ギャップ現象の解明
- ④ 分極フェルミ原子ガスを利用した磁性と超流動の競合現象の理論的予言
- ⑤ 超流動状態における集団励起に見られる異常トンネル現象の機構の提案

各成果の具体的内容は以下のとおりである。

① フェルミ原子ガスの BCS-BEC クロスオーバーにおける超流動物性の解明

フェルミ原子ガス超流動の BCS-BEC クロスオーバー領域における強結合超流動の物性を調べるため、平均場 BCS 理論を越え、超流動揺らぎの効果をガウス揺らぎのレベルで取り込んだ強結合超流動理論を構築、クロスオーバー全域での物理量の温度依存性を研究できるようにした。この理論を用いて、超流動状態における最も基本的な量である超流動粒子数(ρ_s)、凝縮粒子数(N_c)の振舞いを、弱結合 BCS 領域から強結合 BEC 領域に至る全域で解明した。

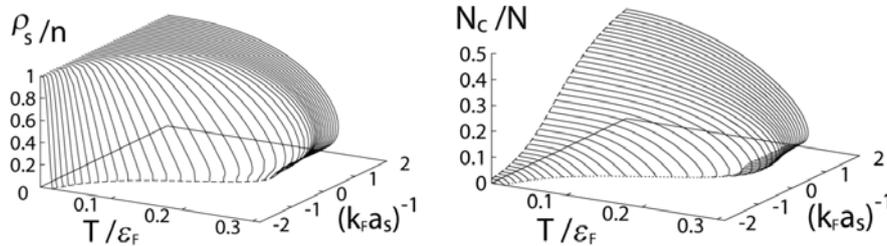


図 2.9. 超流動粒子数(ρ_s)と凝縮粒子数(N_c)。N は全フェルミ原子数、 ϵ_F はフェルミエネルギー。粒子間相互作用は実験に合わせて散乱長 a_s で測られている(k_F はフェルミ波数)。この場合、散乱長の逆数が負の領域が弱結合 BCS 領域に相当し、正の側が強結合 BEC 領域である。

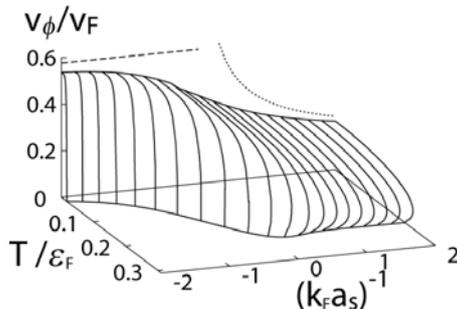


図 2.10. 超流動状態における集団励起(ボゴリューボフフォンの音速(v_ϕ))の温度変化。 v_F はフェルミ速度。図中の破線、点線はそれぞれ弱結合、強結合極限の漸近形。

図 2.9 は理論的に得られた ρ_s と N_c であり、前者はスーパーカレントに参加する粒子数密度、後者は凝縮しているクーパー対の数を表す。超流動粒子数の温度変化を詳細に検討することで、弱結合 BCS 領域ではクーパー対の解離に伴う1粒子励起がこの物理量の温度変化に支配的に寄与するのに対し、強結合 BEC 領域では図 2.10 に示す集団励起(ボゴリューボフフォノン)が重要な寄与をしていることを明らかにした。この両極限の振舞いはBCS-BECクロスオーバー領域において連続的に移り変わる。

② 光学格子中のフェルミ原子ガスにおける BCS-BEC クロスオーバー

フェルミ原子ガスが光学格子中の置かれた場合、強い引力相互作用に加え、フェルミ面の形状に依存した効果が重要になり、特に、ハーフフィールド近傍では、超流動揺らぎに加え、密度揺らぎも強くなる。この問題に対し、ガス系で有効であったガウス揺らぎの理論を、光学格子に対する良いモデルあるハバード模型に適用すると、モデルが満たすべき「粒子ホール対称性」を破ることが研究の過程で判明した。そこで、それを克服するように理論を改良、強結合効果を自己無撞着 T 行列理論で、また密度揺らぎを揺らぎ交換近似(FLEX)で扱うことで問題を解決、BCS-BEC クロスオーバー領域での超流動転移温度 T_c の様子、それに対する密度揺らぎの影響を明らかにした(図 2.11)。

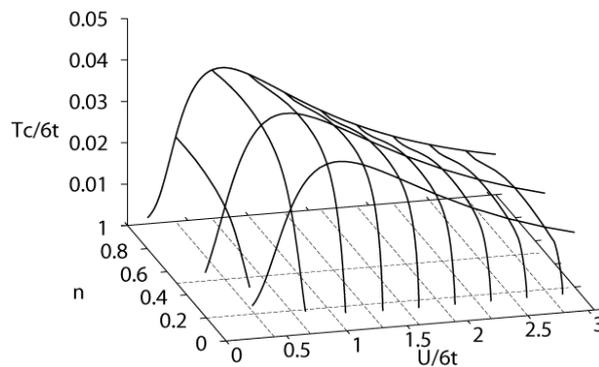


図 2.11. 3次元引力ハバードモデルにおける超流動転移温度(T_c)の相互作用依存性。 U はオンサイト引力、 t は最隣接格子点間のホッピング、 n はフィリングを表し、 $n=1$ がハーフフィリングである。

図 2.11 に示すように、超流動転移温度 T_c は中間結合領域($U/6t \sim 1$)でピークをもち、強結合 BEC 領域では低くなる(光学格子がない場合は強結合領域で一定となる)。現時点で、ハバードモデルにマップできるような「強い格子ポテンシャル」中でのフェルミ原子ガスの超流動化は未だ達成されていないが、これを実現させることは、フェルミ原子ガス超流動を金属超伝導に対する「量子シミュレータ」として利用する際には非常に重要である。本研究成果は、格子フェルミガスの超流動化を目指す実験の指針になると期待される。

③ フェルミ原子気体における超流動揺らぎに起因する擬ギャップ現象の解明

強結合フェルミ粒子系超流動における、最も典型的な多体効果のひとつである「擬ギャップ現象」(超流動揺らぎにより、超流動秩序パラメータが存在しない超流動転移温度以上であっても1粒子励起にギャップ的な構造が現れる現象)を、強結合 T 行列理論を用いて研究、BCS-BEC クロスオーバー領域で擬ギャップがどのように成長していくかを明らかにした。まず、トラップを無視した一様系の場合に、図 2.12 左に示すような擬ギャップ構造が超流動転移温度 T_c における1粒子状態密度に現れることを示した。次に、この計算にトラップポテンシャルの効果を加えることで、図 2.12 右のような「空間的に非一様な擬ギャップ構造」を見出した。トラップ

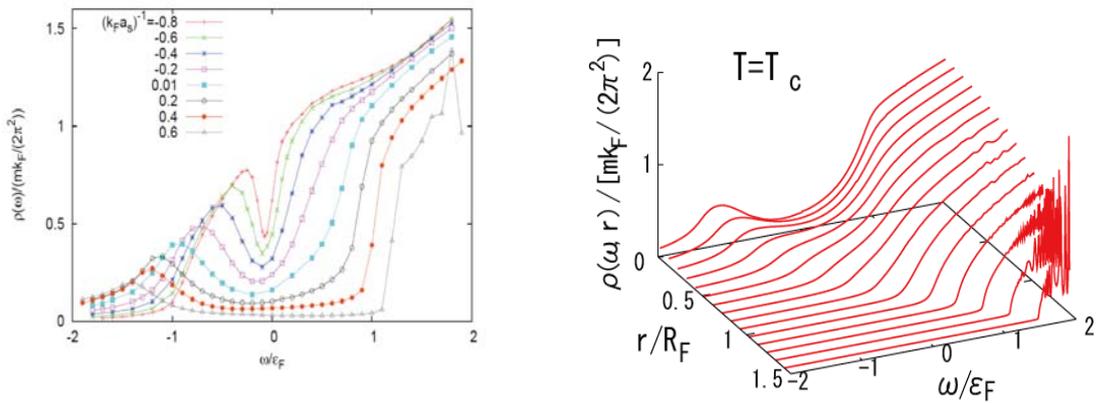


図 2.12. 左:BCS-BEC クロスオーバー領域における、 T_c での状態密度($\rho(\omega)$)に見られる擬ギャップ構造の発達 (図中 $\omega=0$ 付近のくぼみが超流動揺らぎに起因する擬ギャップ)。右:トラップ中におけるフェルミ原子ガスの局所状態密度(T_c)。計算結果はユニタリティ極限でのものである。 r は中心からの距離、 R_F はガスの大きさの目安となるトーマスフェルミ長である。

されたフェルミ原子ガスに対し、この計算を超流動転移温度以上で実施、擬ギャップ構造が消える温度として擬ギャップ温度 T^* を BCS-BEC クロスオーバー全域で決定することに成功した (図 2.13)。図 2.13 において、超流動相 (SF)、ノーマルフェルミガス相 (NF)、分子ボーズガス相 (NB) に囲まれた領域が擬ギャップ相 (PG) である。

こうした状態密度の分析に加え、1粒子励起に対する(局所的な)スペクトル強度についても研究、やはり擬ギャップが現れることを明らかにした。しかし、図 2.13 に示すように、スペクトル強度から決定された擬ギャップ温度 T^{**} は状態密度から決定された T^* とは大きく異なっており、このことは、擬ギャップ領域が観測する物理量に依存することを示している。

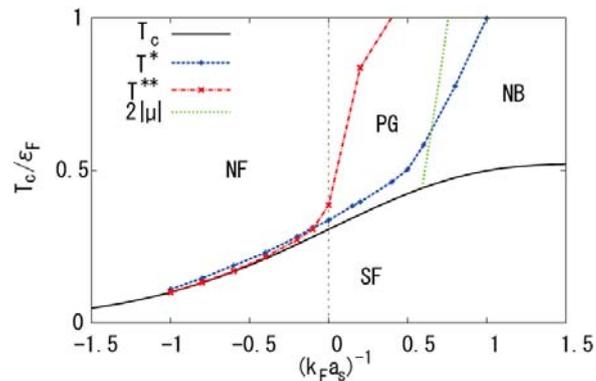


図 2.13. トラップされたフェルミ原子ガスの相図。SF:超流動相。PG:擬ギャップ領域。NB:分子ボーズガス領域。NF:ノーマルフェルミガス領域。図中、相転移温度は T_c のみであり、 T^* 、 T^{**} はそれぞれ状態密度、スペクトル強度中に擬ギャップが現れるクロスオーバー温度である。 $2|\mu|$ は2体の分子形成の目安となる温度。

こうした「非一様な擬ギャップ」の存在は、近年 JILA により開発された光電子分光型実験におけるスペクトルに大きく影響することが期待されたため、この物理量を計算した。結果、図 2.14 に示すように、BCS-BEC クロスオーバー領域で観測された異常なスペクトル構造が、空間的に非一様な擬ギャップ現象を考慮することで、フィッティングパラメータなしで定量的に再現できることを明らかにした。

擬ギャップ現象は銅酸化物高温超伝導においても、発現機構に密接に関係する現象として

注目されている。本研究成果により、様々に提案されている擬ギャップ生成機構のうち、「超流動揺らぎによる擬ギャップ」の研究にフェルミ原子ガスが極めて有効な系であることが示された。尚、この成果を発表した研究参加者渡邊(大橋研究室大学院生)は、基研研究会「熱場の量子論とその応用」(2010)においてポスター賞を受賞、更に、我々の研究内容は IEEE International Symposium on Access Space (ISAS, 2011)において Best paper award に選ばれた(受賞対象論文1: R. Watanabe, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi: Theory of photoemission-type experiment in the BCS-BEC crossover regime of a superfluid Fermi gas. 受賞対象論文2: D. Inotani, R. Watanabe, M. Sigrist, and Y. Ohashi: Pseudogap Phenomenon in an ultracold Fermi gas with a p-wave interaction)。

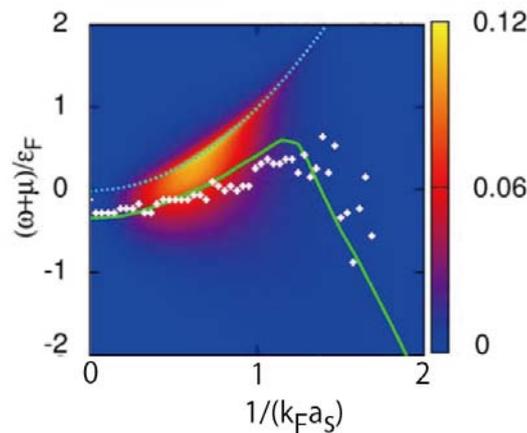


図2.14. フェルミ原子ガスのBCS-BECクロスオーバー領域(ユニタリティ極限)における光電子分光スペクトルの計算結果(超流動転移温度)。図の白い点はJILAにより ^{40}K フェルミ原子ガスで観測されたスペクトルのピーク位置を表し、緑の実線は理論計算である。緑の破線は自由フェルミガスのスペクトルのピーク位置。

④ 分極フェルミ原子ガスを利用した磁性と超流動の競合現象の理論的予言

フェルミ原子ガス超流動は多くの点で金属超伝導との類似性が指摘されている一方、クーパー対形成に関与する「スピン状態」が原子状態を表す「擬スピン」であるために、超伝導分野における重要なテーマである「磁性効果」の研究ができない、という弱点があった。我々は、従来、克服することが難しいと考えられてきたこの弱点を、スピンインバランス系(対形成に関与する2種類の原子数が異なる系)に非磁性ポテンシャルを導入することで克服できることを示した。非磁性ポテンシャル近傍に局在した余剰原子が、あたかも磁性不純物のように振舞い、金属超伝導で議論されてきた磁性と超伝導の競合現象のいくつかを、フェルミ原子ガス超流動でシミュレートできることを理論計算により示した。

図 2.15 左に示すような2重井戸型ポテンシャル中に、スピンインバランスを有するフェルミ原子ガス超流動を入れると、図 2.15 右上に示すように、中央の障壁近傍にクーパー対に関与しない余剰原子が局在、「超伝導/強磁性/超伝導接合」と同じ接合構造を有する状態が実現する。その結果、図2.15右下のように、この種の磁性接合で知られている“ π -phase”(接合をはさんで左右の超伝導秩序パラメータの位相が π ずれる現象)が、原子気体でも実現可能であることを示した。なお、この成果を発表した研究参加者柏村(大橋研究室大学院生)は、基研研究会「熱場の量子論とその応用」においてポスター賞を受賞した。また、この研究内容は IEEE International Symposium on Access Space (ISAS, 2011)において Best paper award に選ばれた(受賞対象論文: T. Kashimuta, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi: Superfluid/Ferromagnet/Superfluid-Junction and π -phase in a superfluid Fermi gas at finite temperature.)

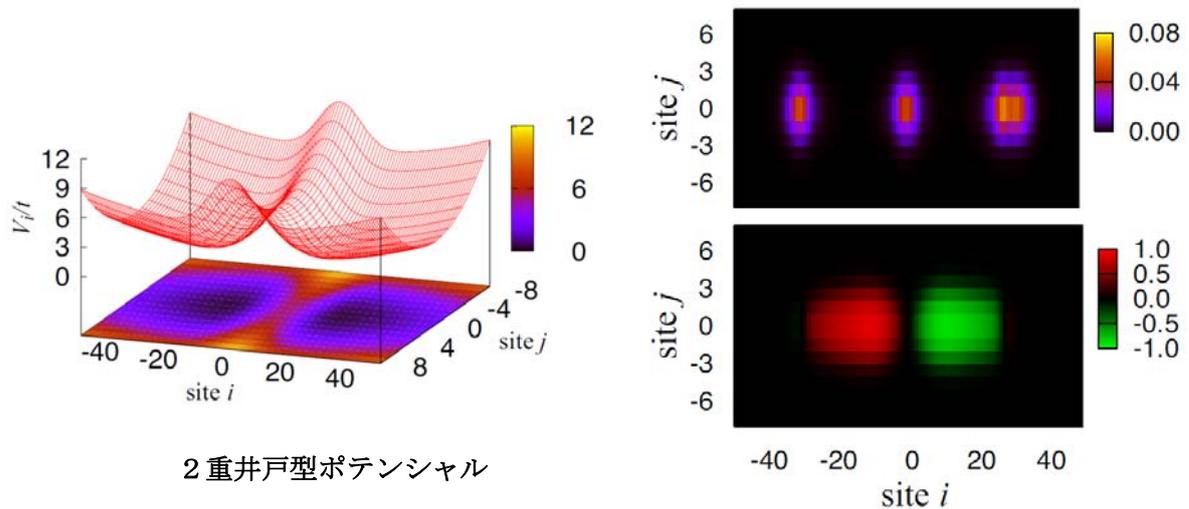


図 2.15. 左: 2重井戸型ポテンシャル(V_i)。この中に分極フェルミ原子ガス超流動を入れると中央の障壁付近に余剰原子が局在、強磁性壁のように振舞う。右上: 余剰原子の空間分布。右下: 超流動秩序パラメータ。「強磁性壁」の左右で符号反転しており、 π -phase が実現している。

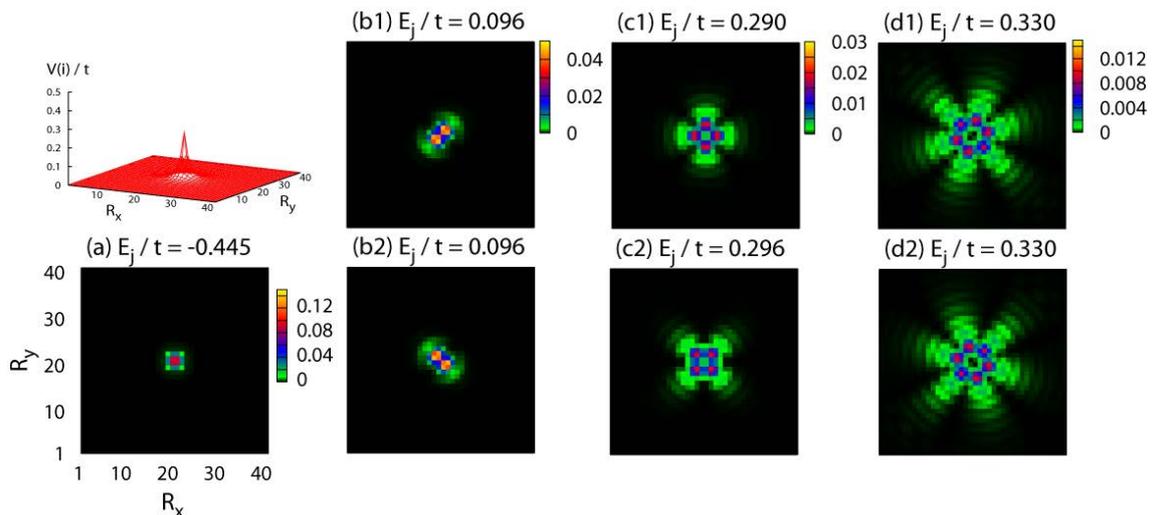


図 2.16. 左上: 非磁性ポテンシャル。これを分極フェルミガス超流動中に置くと、近傍に余剰原子が局在、磁性不純物として振舞うようになる。それに起因する典型的な現象として、不純物近傍に局在励起状態が形成される。図は局在励起状態の空間分布(波動関数の2乗)を表す。計算は2次元系を用いている。

図 2.16 左上のような不純物ポテンシャルを、スピンインバランスを有するフェルミ原子ガス超流動中に配置すると、余剰原子がポテンシャル周辺に局在、磁性不純物のように振舞うことを明らかにした。実際、これにより、超流動秩序パラメータが「磁性不純物」近傍で破壊され、その破壊された秩序パラメータにより、ある種の「量子井戸」が形成される。図 2.16 はそれにより生じた局在励起状態の空間分布を表す。

⑤ 超流動状態における集団励起に見られる異常トンネル現象の機構の提案

超流動状態の集団励起であるボゴリューボフフォノンについて、近年、「異常トンネル現象」が様々な研究者により議論されている。この現象は超流動状態での準粒子トンネルが低エネルギー極限で完全透過する現象で、その機構については様々な議論があるにもかかわらず完全には解明されていなかった。ボゴリューボフフォノンは強結合 BEC 領域で系の励起を支配することから、我々もこの問題に着目して研究を行った。その結果、ボーズ粒子系超流動のモデル

において、準粒子が低エネルギー極限で超流動流(スーパーカレント)と全く同じ機構でポテンシャル障壁を透過することを突き止めた。これに基づき、超流動流がポテンシャル散乱による散逸を受けないのと同じ機構で低エネルギー極限の準粒子も完全透過する、というアイデアを理論的に提案した。さらに、この現象の一般性を探るため、 $S=1$ のスピノール BEC におけるスピン波励起についても検証、異常トンネル現象が起こることを示した。

(2)研究成果の今後期待される効果

BCS-BEC クロスオーバー現象は、フェルミ原子ガス研究において最も重要な研究課題である。本研究は、強結合理論によりこの問題を統一的枠組みで取り扱い、超流動粒子数をはじめとする、系を特徴づける基本的物理量の温度変化を BCS-BEC クロスオーバー全域で決定することに成功した。この成果は今後、BCS-BEC クロスオーバー領域における超流動物性を研究する上で非常に役立つものであり、我々が得た結果(基礎物理量)を用いて、この系のより詳細な研究が進展するものと期待される。

フェルミ原子ガスを、「量子シミュレータ」として利用するためには、そこで観測される現象が完全に理論のコントロール下にあることが必要であるが、我々は「擬ギャップ」現象についてその検証を行った。計算された光電子分光型スペクトルは、フィッティングパラメータなしで実験結果を定量的レベルで再現できることが示され、これは、フェルミ原子ガスの系が、「超流動揺らぎ」によって完全に支配され、制御不能な未知の要因がないことを示している。この成果は、同じく本研究で提案された磁性効果の導入と併せ、フェルミ原子ガスを超伝導研究に利用するという目標に対し、大きな前進である。また、1体描像が成立しない強結合領域で観測された物理量が定量的レベルで理論的に再現できた例はこれまでにあまりなく、それを可能にした我々の強結合理論は、今後のフェルミ原子ガス研究に大いに活用できると期待できる。

近年、新たな量子凝縮系として、励起子ポラリトン凝縮が実現した。この系は電子・ホールを対形成に関与する2種類のフェルミ原子、フォトンフェッシュバツハ共鳴で生じる共鳴分子ボゾン、と対応付けるとフェルミ原子ガス超流動と理論的構造が非常に類似している。また、BCS-BEC クロスオーバー領域での擬ギャップ現象は高エネルギー物理学におけるカラー超伝導との観点からも注目されている。従って、本研究の成果は、フェルミ原子ガス超流動や金属超伝導の分野はもちろん、こうした新しい量子凝縮系の研究へと発展する可能性を大いに含んでいる。

4.2 サブテーマ名2(大阪府立大学・加藤グループ)

(1)研究実施内容及び成果

本グループでは、超伝導デバイスをターゲットに、シミュレーションを微視的方法と巨視的方法を開発して、それらを用いて行った。また、超伝導線材等の巨視的なスケールでの物性を理解するため渦糸分子動力学シミュレーション・コードを開発し、シミュレーションを行った。

a) 微視的シミュレーション

ナノ構造超伝導体の電子構造を数値的に求めるために、2次元有限要素法を用いたシミュレーション方法と、さらに3次元ナノ構造超伝導体のシミュレーションプログラムを開発した。これは、ボゴリューボフ・ド・ジャン方程式という超伝導体中の電子状態を求める方程式を利用している。

2次元のシミュレーション方法を用いて、ナノサイズの超伝導正方形板において、磁束構造が低温では、現象論的なシミュレーション方法とは異なることを明らかにした。図 2.17 には磁場の増加とともに変化する磁束構造を、図 2.18 には二つの磁束が生じているとき、そのまわりで束縛された準粒子がつくる結合軌道と反結合軌道を示した。さらに超伝導コヒーレンス長程度の大きさの超伝導体では転移温度が上昇することを明らかにした(図 2.19)。

3次元のシミュレーション方法を用いて、ナノサイズの超伝導層状構造をもつ酸化物高温超伝導体中のジョセフソン磁束まわりの準粒子構造を求めた。図 2.20 には、典型的なジョセフソン磁束まわりの電子構造を図示してある。

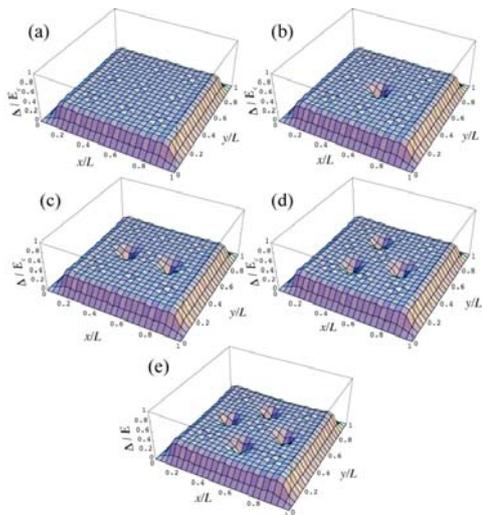


図 2.17. 超伝導正方形板で印可した磁場を増加して行ったときの磁束構造。特に二つの磁束では、現象論と配置が異なる。

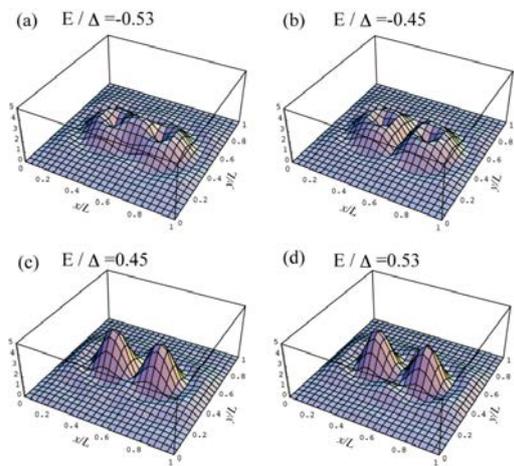


図 2.18. 二つの磁束まわりの電子構造。分子軌道のように結合軌道と反結合軌道が生じていることが分かる。

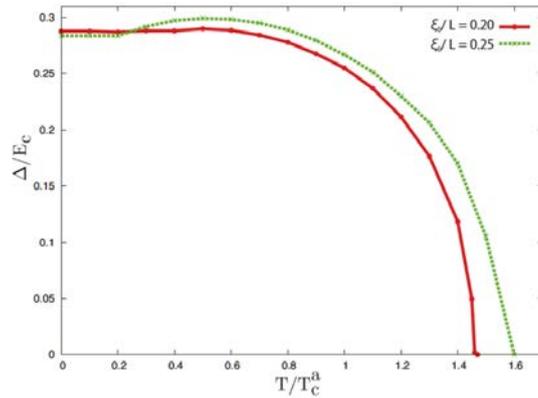


図 2.19. 一辺のサイズ L の超伝導正方形板の超伝導秩序変数の温度変化。バルクに比べ転移温度が1.5倍程度上昇している。

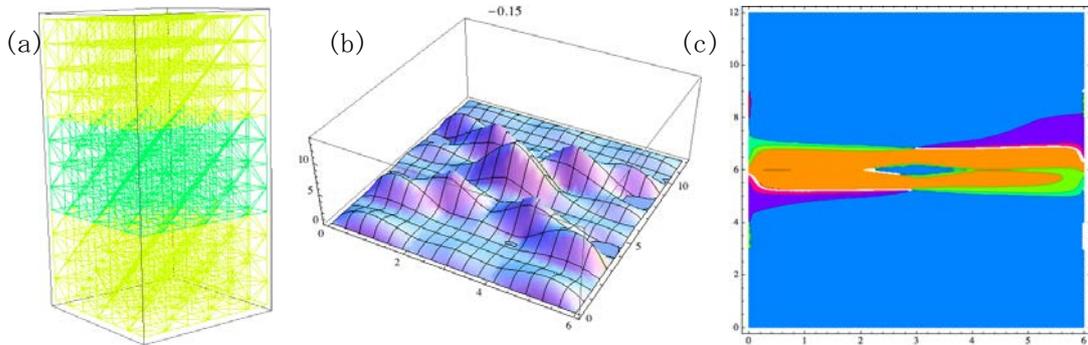


図 2.20. 3次元有限要素法のジョセフ接合の有限要素への分割(a)と磁場を印可した場合のジョセフソン磁束まわりの電子構造(b)と超伝導秩序変数の位相構造(c)

さらに、超伝導体中の磁束間の相互作用を微視的にシミュレーションするために、楕円座標系と Mathieu 関数を用いた方法を開発し、まず s-波超伝導体中の2本の磁束まわりの準粒子構造を解析し、準粒子間の干渉を求めた。次にこの方法を p 波超伝導体中の半整数量子磁束の対に対して適用し、対で生じる半整数量子磁束のまわりの準粒子の干渉効果を明らかにした。

b) 現象論的シミュレーション

超伝導デバイス中の磁束の安定構造や運動を調べるために、現象論的なシミュレーションを行った。超伝導細線を組み合わせてできる超伝導ネットワークにおいてこれまで有限サイズにすると特異な磁束構造が現れることを明らかにしてきたが、その構造は強くネットワークの構造の対称性を反映したものになっており、ネットワークに乱れがあると、磁束構造が変化することが予想された。この問題に対して、超伝導の現象論であるギンツブルグ・ランダウ理論に基づいてシミュレーションを行い、磁束は乱れた場所にピン留めされるのではなく、乱れによって、乱れが非局所的に全体の超伝導および磁束構造を変化させることを明らかにした。

従来型の s 波超伝導体と高温超伝導体のような d 波超伝導体を組み合わせた超伝導複合体 d-ドットをデバイス化するためのシミュレーションをこれまで、ギンツブルグ・ランダウ方程式と有限要素法を用いて行い、半整数量子磁束の発生とその運動を明らかにし、半整数量子磁束の運動によるデバイスとしての動作を確認してきた。それをさらに高度化し、実験に即して、二つの超伝導体の接合に乱れがある場合に、半整数量子磁束の発生がどのように抑えられ、磁束構造が変形するかを明らかにした。

c) 渦糸ダイナミクスの分子動力学シミュレーション

超伝導の応用において、磁束のピン留めの研究は必要不可欠である。特に超伝導電線等での磁束の運動は、多数の磁束を取り扱う必要があり、現象論的な方法よりさらに巨視的な方法が欠かせない。その巨視的な方法として、渦糸を粒子として扱う分子動力学法的シミュレーションを開発してきた。特に、磁束ピン留めを、アンチドットと呼ばれる超伝導体中に孔をあけた構造で行う場合に対して、任意形状のアンチドットに対して渦糸のピン留めポテンシャルを一般化することで、渦糸ダイナミクスの分子動力学法をより広く使えることに成功した。これまでは、円形や三角形のアンチドットしかシミュレーションで扱うことができなかった。

また、磁束の運動は、熱の発生を生み出し、渦糸雪崩と呼ばれる、磁束の超伝導体への侵入が樹状構造となっていくことが知られている。この現象には、磁束の運動に伴う発熱とその伝導が重要であることが指摘されている。このような、超伝導体中の磁束の運動と熱伝導を巨視的なレベルでシミュレーションするために、磁束の分子動力学と有限要素法による熱伝導を組み合わせたシミュレーション方法を開発した。

(2)研究成果の今後期待される効果

本グループでは、研究期間内に得た成果を基に、以下の3点(1点は非公開としたい)について、今後の研究指針及び期待できる成果を得た。

- a) d ドットを用いた超伝導デバイスは、自発的に2準位系になり、高速のコンピュータに利用することが期待される。特にサイズを小さくすると、2準位間に量子的な遷移が可能になり、量子ビットに用いることも可能であり、量子コンピュータの候補になる。
- b) 有限要素法を用いた微視的なシミュレーションプログラムは、任意形状の超伝導デバイスへ応用出来るように作成しており、今後超伝導デバイスの微視的レベルからの動作のシミュレーションに利用できる。

4.2 サブテーマ名2(大阪府立大学・林グループ)

(1)研究実施内容及び成果

林(府大)G ではクーパ対の形成機構に関係した対関数の対称性を考え、それを反映して表面や磁場中で起きる(実験的に検証可能な)現象について理論的に研究した。その結果、(i)多軌道(多バンド)系に対する表面電子状態を記述する解析的数式を導出し、トンネルスペクトルにおけるゼロエネルギー・ピークの出現条件を示すことに成功した。また、(ii)超伝導体に磁場を印加しその印加方向を回転させた際に起こる、渦糸コア内の準粒子散乱率が示す新奇的な現象を新たに発見した。これら二つについて、それぞれを次に説明する。

(i) 近年、鉄系超伝導体など多軌道(多バンド)系での超伝導に関心が持たれている。本研究では、その多軌道系での表面電子状態を研究した。超伝導体表面を高さ無限大のデルタ関数的ポテンシャルとし、その影響下でのグリーン関数を、準古典近似を適用することで計算した。その結果、一般的な n 軌道系での表面グリーン関数に対する解析的表式と、トンネルスペクトルにおけるゼロエネルギー・ピーク出現に対する条件式を得ることに成功した。この条件式から、ゼロエネルギー・ピークの出現にとって、超伝導の対関数の振幅の異方性は関係がなく、単にその符号だけが影響を及ぼすという重要な結論を示すことが出来た。

(ii) 超伝導体の対関数の対称性を同定することは、クーパ対の形成機構の解明と関係しているため重要である。従来から、対関数の「振幅」の異方性については、それを検出するための多くの実験手段が存在している。しかしながら、「位相」すなわち符号まで検出できる実験手段は数少ない。本研究では、その対関数の符号の情報までも検出可能な物理現象を理論的研究によって新たに発見した。ここでの研究対象は、不純物による渦糸コア内の準粒子散乱率である(この物理量は、実験的に観測が可能な量としての磁束フロー抵抗と関係している)。超伝導体に磁場を印加し渦糸が形成された状態に対して、渦糸コア内の準粒子散乱率を、準古典グリーン関数法を用いて計算し、その磁場印加方向への依存性を調べた結果、下図の結果を得た。

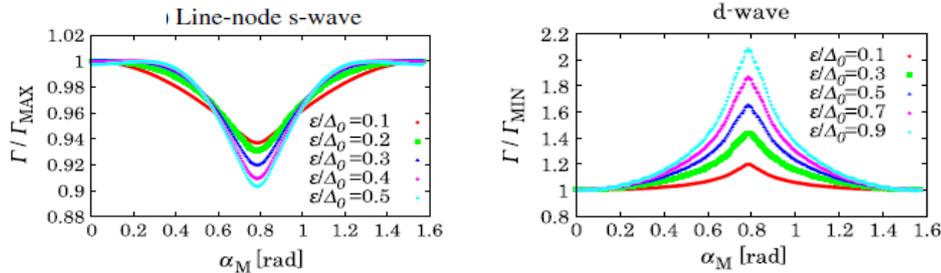


図 2.21. 不純物による渦糸コア内の準粒子散乱率に対する印加磁場方向(角度)依存性。異方的 s 波(左図)と d 波(右図)のクーパ対の場合。それぞれの図における複数の曲線は、異なる準粒子エネルギーに対するプロット。

ここで対関数としては、比較のため異方的 s 波と d 波とを考えた。これらは振幅については同じ異方性を持つものとし、 d 波においてのみ符号の変化を持つとしている。この結果から分かったことは、対関数の振幅について同じ異方性を持つにもかかわらず、 s 波と d 波という符号の違いが顕著に結果に反映しているということである。このように、渦糸コア内の準粒子散乱率から対関数の符号の情報が得られることを明らかにした。

(2)研究成果の今後期待される効果

研究成果 (i)多軌道(多バンド)系での表面電子状態の解明、および (ii) 渦糸コア内の準粒子散乱率が示す新奇現象の発見に対して、今後期待される効果について述べる。

まず(i)について、今回はとくに鉄系超伝導体でのトンネルスペクトルの実験結果を考察するという文脈において、多軌道系に対する表面電子状態を解析した。しかし、そこで新たに導出した解析的表式は、より一般的な多軌道系に対しても適用できる形になっている。したがって、

将来新しい超伝導体が発見され、そこで多軌道性が重要な役割を演じていると考えられる場合に、トンネルスペクトルの実験結果を検討する上で、今回導出した解析的表式とその理論解析アプローチとがそこでも有効に使えることが期待できる。

次に(ii)について、これはクーパー対の軌道内部自由度の対称性を反映した現象である。未来の超伝導応用にとって、クーパー対の内部自由度は重要であり、例えば d-dot アレイであるとかジョセフソン π 接合を利用した新しい型の超伝導量子干渉計(SQUID)など将来に応用され得る可能性のある超伝導デバイスにとって、不可欠な要素である。ここで一つの問題は、新しい超伝導体が発見されたときにそのクーパー対の内部自由度の対称性をいかに同定するかということである。とくにその位相(符号)の情報までも特定できる検出方法として従来は選択肢が多くなく、接合系を利用したものなど必ずしもあらゆる超伝導体に適用できるものではなかった。そこで本研究では、超伝導体にいろいろな方向から磁場を印加しその下で磁束フロー抵抗を測るといふ、より汎用性の高い新しい検出方法を提案しており、これが将来の新奇超伝導体におけるクーパー対対称性の同定について可能性の幅を広げ、ひいては未来の超伝導デバイスの実現と発展に寄与することが期待される。

4. 2 サブテーマ名2(産総研・柳澤グループ)

(1)研究実施内容及び成果

実施方法・実施内容

超並列シミュレーションにより2次元強相関係の電子状態、特に超伝導機構を明らかにすることを目的とする。量子モンテカルロ対角化に基づいた量子モンテカルロ・シミュレーション法を開発し、超並列計算のためのプログラム開発を行う。この方法を2次元強相関電子系に応用し、超伝導の存在する領域を明らかにし、その電子状態の解明を目指す。

また、異方的超伝導体デバイスや超伝導/磁性体接合デバイスの量子情報技術への応用を目指して量子輸送現象及び巨視的量子コヒーレンスに関して理論的に研究を行う。特に異方的オーダーパラメータや磁氣的秩序の存在などこれらの系特有の性質が巨視的量子コヒーレンスに及ぼす影響について理論物理学及び計算機物理学の手法を駆使して解析を行う。そしてこれらの特性を積極的に活かした量子ビットや量子コンピュータの提案を目指す。

成果

BiSrCaCuO に代表される積層型固有ジョセフソン接合における巨視的量子トンネル現象(MQT)について解析を行った。特に、異方的オーダーパラメータに起因するノード準粒子散逸の存在や層間結合の効果がMQTに及ぼす影響について詳細に解析を行った。その結果、これまで懸念されていたノード準粒子散逸の影響は非常に小さくなることが明らかとなった。これにより、固有接合は非常にコヒーレンス性能の高い量子コンピュータになり得ることが明らかとなった。また、超伝導層間の強い電磁氣的結合効果により、MQT率が桁違いに増大することを明らかにした。これにより、巨視的量子効果が非常に高い温度領域でも観測可能になることが明らかとなった。

また、チャルマース工科大学と共同で異方的超伝導体結晶粒界接合に於けるMQTについて理論的に解析を行った。チャルマース工科大学は世界で初めて異方的超伝導体(YBCO)を用いてMQTの観測に成功したのであるが、最近の実験によって、彼らの接合はLC回路と結合したジョセフソン接合としてモデル化できることが明らかとなっている。しかしながら、LC回路の存在が巨視的量子ダイナミクスに与える影響に関しては未解明のままであったが、我々は、LC回路の効果を取り入れた有効モデルを導出することに成功した。そして極低温領域のMQT率が著しく減少することを見出した。それに対し高温領域の熱活性過程に対してLC回路はほとんど影響を与えないことが分かった。さらに、これらの結果は実験データと定量的にコンシステントであることが示された。またさらにLC回路を媒介することによりYBCO超伝導量子ビット間の量子論理ゲートが実現可能になることを示した。さらに、強磁性絶縁体と超伝導体から構成されるジョセフソン接合の量子輸送現象について研究を行った。その結果、強磁性絶縁体の膜厚を一層毎変化させると0状態と π 状態が交互に出現するという新奇な相転移現象を

見出した。さらに π 状態を利用することにより、ノイズに対して頑強な量子ビットが実現可能になることを示した。以上の成果については JST よりプレスリリースを行った。超並列シミュレーションに関しては、銅酸化物高温超伝導体のモデルである 2 次元強相関系において大規模な数値計算を行った。

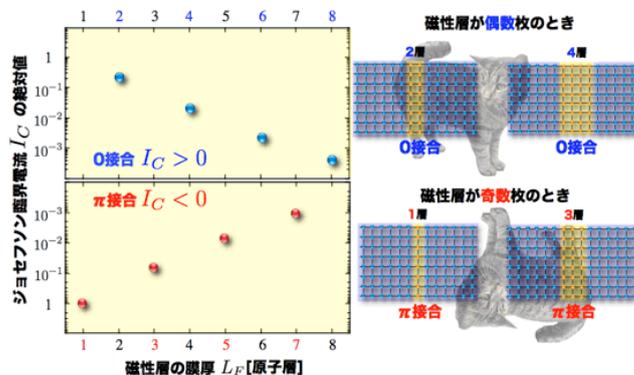


図 2.22. 強磁性絶縁体層の厚さを一原子層だけ変えると π 接合 (負のジョセフソン臨界電流) と 0 接合 (正のジョセフソン臨界電流) が交互に現れることを示すシミュレーション結果 (縦軸はジョセフソン臨界電流の値で、磁性層の厚さが一原子層の時の電流値に対する相対的な値である。)

変分モンテカルロ法において、波動関数を Gutzwiller 型から Gutzwiller-Jastrow 型に改良し、ニュートン法によってマルチパラメータ空間内での安定な解を探すアルゴリズムを構築した。特に、La 系の高温超伝導体に対応するパラメータに対して計算を行い、実験とコンシステントな超伝導凝縮エネルギーのサイズ無限大極限が得られることがわかった。YBCO 系の高温超伝導体は LSCO 系に比べ高い T_c を示しているが、臨界温度の違いは物質パラメータにある。実際に YBCO 系に対応したバンドパラメータに対して、より大きい凝縮エネルギーが得られることが明らかになった。最近、実験により多層系の高温超伝導体に対して反強磁性と超伝導の共存が報告されている。我々は、d-p モデルに対してそのような共存も考慮したモンテカルロ計算を行い、低ドーピング域における相図を明らかにした。実際、低ドーピング域 (ドーピング量 $x < 0.18$) では反強磁性と超伝導が共存し、さらにキャリア数を増やすと超伝導が単独で安定になることが明らかになった。

反強磁性状態の Q ベクトルの (p, p) からのずれ、すなわち非整合性とキャリア濃度との関係を変分モンテカルロ計算により明らかにした。極低ドーピング域では、ストライプ的な反強磁性状態が形成され、非整合度とキャリア濃度は比例関係にあることを示した。これにより、中性子散乱実験を説明することができる。Bi2212 等の高温超伝導体で報告されている特異な電荷秩序状態 (チェッカーボード状態と呼ばれている) の安定性を 2 次元ハバードモデルに対して変分モンテカルロ計算を行うことにより明らかにした。バンド構造を決める重なり積分 t' , t'' をパラメータとして基底状態のエネルギーを計算し、Bi2212 系の銅酸化物に対して得られているバンド構造を含むパラメータ領域でチェッカーボード状態が安定となることを示した。

負符号問題のない量子モンテカルロ法として、量子モンテカルロ対角化法のプログラムを構築した。この方法においてハミルトニアンを対角化する際の基底関数の数をより多くし、基底関数の生成に遺伝アルゴリズムを適用して最適化の効率を上げた。行列演算の部分を並列化し計算スピードを飛躍的に向上させた。小さいクラスターにおいて、厳密対角化法による結果と比較し正しい結果が得られることを確かめた。反強磁性、超伝導などの相関関数とそれらの静的な感受率を計算するプログラムを構築した。2 次元ハバードモデルの基底状態におけるスピン感受率および超伝導感受率を計算するアルゴリズムを構築した。超伝導感受率が、コストリッツ・サウレス型相転移を特徴づける、サイズ L に対する 2 乗依存性を示すパラメータ領域があることを示した。すなわち、2 次元強相関系において、コストリッツ・サウレス転移として超伝導転移が起こり得ることを見いだした。

新しく開発した量子モンテカルロ対角化法により、超伝導相関関数を計算した。2次元ハバードモデルに対してこれまでなされて計算においては、超伝導相関関数はクーロン相互作用を大きくすると常に減少していた。我々は、モデルのパラメータを変えることにより超伝導相関がわずかではあるが増大するパラメータ領域が存在することを新たに見いだした。

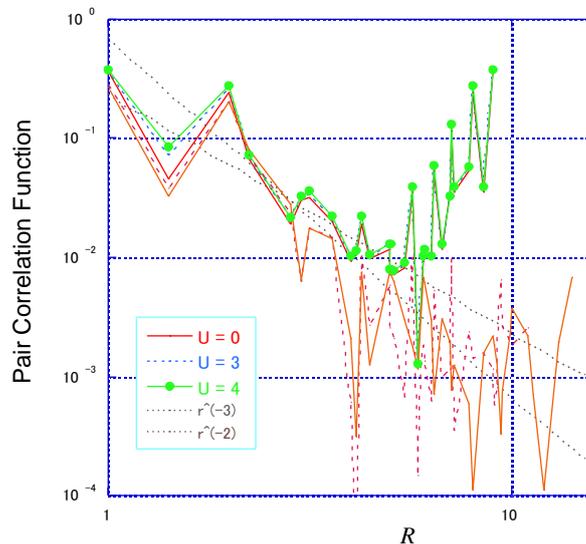


図 2.23. 電子対相関関数の距離依存性。赤線が自由電子に対する結果であり(サイズ 10x10, 16x16, 20x20)、相互作用 U の効果により、電子対相関関数が増大している(サイズは 10x10)。電子数密度は $n_e = 0.82$ 、バンドパラメータは $t'/t = -0.2$ 。

成果の位置づけや類似研究との比較

以上の結果は、新奇な超伝導デバイスである異方的超伝導体接合や磁性体/超伝導体ハイブリッドデバイスの量子情報技術への応用可能性を世界に先がけて示したという意味で、極めて重要な成果であると考えている。類似した研究がヨーロッパや日本でも行われているが、実験と密な連携のもとで研究を進めているのは我々のグループのみである。そのため現実に立脚したモデリングやデバイス提案など、実用化を目指す上で必要不可欠な成果を得ることができた。

これまでの標準的な量子モンテカルロ法を一步進めて、負符号問題のない量子モンテカルロ・シミュレーション法を開発した。この独自な方法により、オンサイトのクーロン相互作用により超伝導が引き起こされるバンドパラメータの領域があることを明らかにした。また、量子変分モンテカルロ法による大掛かりな計算により、銅酸化物高温超伝導体の低ドーピング域におけるチェックカーボード、ストライプなど特異な電子状態を説明できることを示し、超伝導凝縮エネルギーも実験とコンシステントであることを示した。

(2)研究成果の今後期待される効果

今後は、実験グループとより密な連携を行い、本研究で提案した各種量子デバイス及び量子ビット素子の試作及び特性評価をおこなっていく。それにより、異方的超伝導体及び超伝導体/磁性体接合デバイスの高い量子コヒーレンス性能が実証されることが考えられる。そして、実用的量子コンピュータの開発が加速され、情報通信技術が著しく発展していくと期待される。

エネルギースケールの大きいクーロン相互作用により、超伝導が引き起こされることが明らかになると、今後の新超伝導体などの物質設計において重要な寄与ができると考えられる。例えば、大きな反強磁性転移温度を持つ化合物はクーロン相互作用による電子相関が強く働いており、これにキャリアをドーピングできれば高い臨界温度の超伝導が期待できる。新物質合成への新たな指針となると期待できる。

§ 5 成果発表等

(1)原著論文発表

町田(原子力機構)グループ (発行済:国内(和文) 3件、国際(欧文) 123件、未発行 (accepted):国内(和文) 0件、国際(欧文) 6件):

- 1.1. M. Machida and T. Koyama, "Theory for Collective Macroscopic Tunneling in High-Tc Intrinsic Josephson Junctions", *Physica C*, Vol. 463-465, pp. 84-88, 2007.
- 1.2. M. Machida and T. Koyama, "Collective Macroscopic Tunneling in Intrinsic Josephson Junctions", *Physica C*, Vol. 460-462, pp. 289-292, 2007.
- 1.3. M. Machida and T. Koyama, "Collective Dynamics of Macroscopic Quantum Tunneling in Layered High-Tc Superconductors", *Supercond. Sci. Technol.*, 20 S23, (2007).
- 1.4. M. Mine, M. Okumura, T. Sunaga, and Y. Yamanaka, "Quantum field theoretical description of unstable behavior of trapped Bose-Einstein condensates with complex eigenvalues of Bogoliubov-de Gennes equations", *Ann. Phys.* 322, 2327 (2007).
- 1.5. C. Iniotakis, N. Hayashi, Y. Sawa, T. Yokoyama, U. May, Y. Tanaka, and M. Sgrist, "Andreev bound states and tunneling characteristics of a non-centrosymmetric superconductor", *Phys. Rev. B* 76, 012501 (2007).
- 1.6. E. Fukuyama, M. Mine, M. Okumura, T. Sunaga, and Y. Yamanaka, "Condition for the existence of complex modes in a trapped Bose-Einstein condensate with a highly quantized vortex", *Phys. Rev. A* 76, 043608 (2007).
- 1.7. Y. Nagai, Y. Kato, N. Hayashi, K. Yamauchi, and H. Harima, "Calculated positions of point nodes in the gap structure of the borocarbide superconductor YNi₂B₂C", *Phys. Rev. B* 76, 214514 (2007).
- 1.8. S. Yamada, T. Imamura, T. Kano, Y. Ohashi, H. Matsumoto, and M. Machida, "Ultra Large-scale Exact-diagonalization for Confined Fermion-Hubbard Model on the Earth Simulator: Exploration of Superfluidity in Confined Strongly-Correlated Systems", *Journal of the Earth Simulator*, Vol. 7, June 2007, pp. 23-35.
- 1.9. S. Yamada, M. Machida, Y. Ohashi, and H. Matsumoto, "Strong pairing and microscopic inhomogeneity of lattice fermion systems", *Physica C*, Vol. 463-465, 2007, pp. 103-106.
- 1.10. M. Machida, M. Okumura, and S. Yamada, "Stripe Formation in Fermionic Atoms on 2-D Optical Lattice inside a Box Trap: DMRG Studies for Repulsive Hubbard Model with Open Boundary Condition", *Phys. Rev. A* 77, 033619 (2008)
- 1.11. M. Machida, T. Koyama, M. Kato and T. Ishida, "Direct Numerical Simulation for Non-equilibrium Superconducting Dynamics at the Transition Edge", *J. Low Temp. Phys.*, Vol. 151, pp. 58-63, 2007.
- 1.12. M. Machida, T. Kano, S. Yamada, M. Okumura, T. Imamura, and T. Koyama, "Quantum Synchronization Effects in Intrinsic Josephson Junctions", *Physica C*, Volume 468, pp. 689-694, 2008.
- 1.13. M. Machida, S. Yamada, T. Kano, M. Okumura, T. Imamura, and T. Koyama, "Quantum Effects on Capacitively-coupled Intrinsic Josephson Junctions", *J. Phys. Chem. Solids*, Vol. 69, pp. 3221-3224, 2008.
- 1.14. M. Machida, S. Yamada, M. Okumura, Y. Ohashi, and H. Matsumoto, "Stripe Formation in Repulsive 4-leg Hubbard Ladder: Directly-extended DMRG Studies", *Physica C*, Vol. 468, pp. 1141-1144, 2008.
- 1.15. M. Machida, S. Yamada, M. Okumura, Y. Ohahi, and H. Matsumoto, "Correlation Effects on Atom Density Profiles of 1-D and 2-D Polarized Atomic-Fermi-Gas Loaded on Optical Lattice", *Phys. Rev. A* 77, 053614

- (2008).
- 1.16. S. Yamada, M. Okumura, M. Machida, Y. Ohashi, and H. Matsumoto, "Vortex Core Structure in Strongly-Correlated Superfluidity", *Physica C*, Vol. 468, pp. 1237-1240, 2008.
 - 1.17. K. Kobayashi, M. Mine, M. Okumura, and Y. Yamanaka, "Quantum field theoretical analysis on unstable behavior of Bose-Einstein condensates in optical lattices", *Ann. Phys.* Vol. 323, pp. 1247-1270, 2008.
 - 1.18. N. Nakai, N. Hayashi, and M. Machida, "Ginzburg-Landau simulation for a vortex around a columnar defect in a superconducting film", *J. Phys. Chem. Solids*, Vol. 69, pp. 3301-3303, 2008.
 - 1.19. N. Hayashi, C. Iniotakis, M. Machida, and M. Sigrist, "Josephson effect between conventional and non-centrosymmetric superconductors", *J. Phys. Chem. Solids*, Vol. 69, pp. 3225-3227, 2008.
 - 1.20. M. Okumura, S. Yamada, and M. Machida, "DMRG Studies for 1-D Random Hubbard Chain Close to the Half-Filling", *J. Phys. Chem. Solids*, Vol. 69, pp. 3324-3326, 2008.
 - 1.21. N. Hayashi, C. Iniotakis, M. Machida, and M. Sigrist, "Josephson effect between conventional and Rashba superconductors", *Physica C*, Vol. 468, pp. 844-847, 2008.
 - 1.22. N. Nakai, N. Hayashi, and M. Machida, "Simulation studies for the vortex depinning dynamics around a columnar defect in superconductors", *Physica C*, Vol. 468, pp. 1270-1273, 2008.
 - 1.23. M. Okumura, S. Yamada, and M. Machida, "Hole localization in strongly-correlated and disordered systems: DMRG studies for 1-D and n-leg ladder random Hubbard models", *Physica C*, Vol. 468, pp. 1241-1244, 2008.
 - 1.24. Y. Nakamura, M. Mine, M. Okumura, and Y. Yamanaka, "Condition for emergence of complex eigenvalues in the Bogoliubov-de Gennes equations", *Phys. Rev. A* 77, 043601 (2008).
 - 1.25. S. Yamada, M. Machida, T. Kano, T. Imamura, and T. Koyama, "On-site Pairing interaction and Quantum Coherence in Strongly Correlated Systems", *Journal of Physics and Chemistry in Solids*, Vol. 69, pp. 3395-3397, 2008.
 - 1.26. M. Machida, M. Okumura, S. Yamada, T. Deguchi, Y. Ohashi, and H. Matsumoto, "Mott Phase in Polarized Two-component atomic Fermi Lattice Gas", *Phys. Rev. B* 78, 235117 (2008).
 - 1.27. M. Machida, S. Yamada, T. Kano, M. Okumura, T. Imamura, and T. Koyama, "Quantum Effects on Capacitively-coupled Intrinsic Josephson Junctions", *J. Phys. Chem. Solids* 69, 3221 (2008).
 - 1.28. M. Machida, T. Kano, T. Koyama, M. Kato and T. Ishida, "Numerical Simulation for Non-equilibrium Superconducting Dynamics at the Transition Edge: Simulation for MgB2 Neutron Detector", *J. Low Temp. Phys.* 151 (2008) 58-63.
 - 1.29. S. Yamada, M. Machida, T. Kano, T. Imamura, and T. Koyama, "On-site Pairing interaction and Quantum Coherence in Strongly Correlated Systems", *Journal of Physics and Chemistry in Solids*, 69, 3395-3397 (2008).
 - 1.30. H. Nakamura, N. Hayashi, N. Nakai, and M. Machida, "First-Principle Electronic Structure Calculations For Iron-Based Superconductors: An LSDA+U Study", *J. Phys. Soc. Jpn.* 77 (2008) Suppl. C, 153.
 - 1.31. Y. Nagai and N. Hayashi, "Kramer-Pesch approximation for analyzing field-angle-resolved measurements made in unconventional superconductors: A calculation of the zero-energy density of states", *Phys. Rev. Lett.* 101, 097001 (2008).

- 1.32. T. Nishio, T. An, A. Nomura, K. Miyachi, T. Eguchi, H. Sakata, S. Lin, N. Hayashi, N. Nakai, M. Machida, and Y. Hasegawa, "Superconducting Pb island nanostructures studied by scanning tunneling microscopy and spectroscopy", *Phys. Rev. Lett.* 101, 167001 (2008).
- 1.33. Y. Nagai, N. Hayashi, N. Nakai, H. Nakamura, M. Okumura, and M. Machida, "Nuclear magnetic relaxation and superfluid density in Fe-pnictide superconductors: An anisotropic $\pm s$ -wave scenario", *New J. Phys.* 10, 103026 (2008).
- 1.34. N. Hayashi, C. Iniotakis, M. Machida, and M. Sigrist, "Josephson effect between conventional and Rashba superconductors", *Physica C* 468, 844-847 (2008).
- 1.35. N. Hayashi, C. Iniotakis, M. Machida, and M. Sigrist, "Josephson effect between conventional and non-centrosymmetric superconductors", *J. Phys. Chem. Solids* 69, 3225-3227 (2008).
- 1.36. K. Kobayashi, M. Mine, M. Okumura, and Y. Yamanaka, "Quantum field theoretical analysis on unstable behavior of Bose-Einstein condensates in optical lattices", *Ann. Phys.* 323, 1247 (2008).
- 1.37. M. Okumura, S. Yamada, N. Taniguchi, and M. Machida, "Hole localization in doped one-dimensional Anderson-Hubbard Model", *Phys. Rev. Lett.* 101, 016407 (2008).
- 1.38. M. Okumura, S. Yamada, and M. Machida, "DMRG Studies for 1-D Random Hubbard Chain Close to the Half-Filling", *J. Phys. Chem. Solids* 69, 3324 (2008).
- 1.39. M. Machida, T. Koyama, and H. Matsumoto, "Synchronization Effects in Intrinsic Josephson Junctions by Non-equilibrium Heating", *J. Phys., Conf. Ser.* 129, 012027(2008).
- 1.40. M. Machida, T. Kano, T. Koyama, M. Kato, and T. Ishida, "Numerical Experiments for Heat Diffusion and Related Non-equilibrium Superconducting Dynamics on MgB2 Neutron Detector", *Nucl. Inst. & Meth. in Phys. Res. A*, Vol. 600, pp. 210-212, 2009.
- 1.41. M. Machida, M. Okumura, and S. Yamada, "Stripe Formation in Fermionic Atoms on 2-D Optical Lattice: DMRG Studies for n-Leg Repulsive Hubbard Ladder", *J. Supercond. Novel Mag.* Vol. 22, No. 3. pp. 275-279, 2009.
- 1.42. N. Nakai, N. Hayashi, M. Machida, "Simulation study for the orientation of the driven vortex lattice in an amorphous superconductor", *Physica C*, 469, 1106 (2009).
- 1.43. H. Nakamura, N. Hayashi, N. Nakai, M. Machida, "First-principle calculation for the phonon structure on iron-based superconductors", *Physica C* 469, 1024 (2009).
- 1.44. H. Nakamura, N. Hayashi, N. Nakai, M. Okumura, M. Machida, "First-principle electronic structure calculations for magnetic moment in iron-based superconductors: An LSDA + negative U study", *Physica C* 469, 908 (2009).
- 1.45. H. Nakamura, M. Machida, T. Koyama, N. Hamada, "First-Principles Study for the Anisotropy of Iron-Based Superconductors toward Power and Device Applications", *Journal of the Physical Society of Japan*, 78, 123712 (2009).
- 1.46. H. Nakamura, M. Machida, "First-principles calculations of the effect of pressure on the iron-based superconductor LaFeAsO", *Physical Review B* 80, 165111 (2009).
- 1.47. M. Okumura, S. Yamada, M. Machida, T. Sakai, "Polarization plateau in atomic Fermi gas loaded on three-leg triangular optical lattice", *Physical Review A* 79, 061602(R) (2009).
- 1.48. M. Okumura, S. Yamada, N. Taniguchi, M. Machida, "Magnetic localization

- in spin-polarized one-dimensional Anderson-Hubbard model”, *Physical Review B* 79, 184417 (2009).
- 1.49. M. Okumura, N. Nakai, H. Nakamura, N. Hayashi, S. Yamada, M. Machida, “Exact Diagonalization Studies on Two-Band Minimal Model for Iron-Based Superconductors”, *Physica C* 469, 932 (2009).
 - 1.50. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, “Inter-grain Josephson Currents in Multi-gap Superconductors: A Microscopic Origin of Low Inter-grain Critical Current and Its Recovery Potential in Iron-pnictide Materials”, *Journal of the Physical Society of Japan*, 78, 103701 (2009).
 - 1.51. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, H. Matsumoto, “Theory of Heterotic Superconducting-insulator-superconducting Josephson Junctions between Single- and Multi-gap Superconductors”, *Physical Review Letters*, 102, 237003 (2009).
 - 1.52. S. Yamada, M. Okumura, M. Machida, Direct Extension of Density-Matrix Renormalization Group to Two-Dimensional Quantum Lattice Systems: Studies of Parallel Algorithm, Accuracy, and Performance, *Journal of the Physical Society of Japan*, 78, (2009) 094004.
 - 1.53. 山田進, 今村俊幸, 町田昌彦, “マルチコアクラスタのネットワーク構造を考慮した並列密度行列繰り込み群法の通信手法”, *日本計算工学会論文集 Vol.2009, 論文番号 20090015, (2009).*
 - 1.54. N. Ishida, Y. Ota, Y. Yamamoto, “Generation and application of multi-path cat states of light”, *New Journal of Physics* 11, 033007 (2009).
 - 1.55. T. Morinari, H. Nakamura, M. Machida, T. Tohyama, “Effect of Fermi Surface Topology on Inter-Layer Magnetoresistance in Layered Multiband Systems: Application to LaFeAsO_{1-x}Fx”, *Journal of the Physical Society of Japan*, 78, 114702 (2009) 114702.
 - 1.56. R. Igarashi, M. Ogata, “Partial order of frustrated Potts model”, *Journal of Physics: Conference Series* 200, 022019.
 - 1.57. H. Nakamura, M. Machida, “Highly Two-dimensional Electronic Structure and Strong Fermi-Surface Nesting of the Iron-Based Superconductor Sr₂ScFePO₃: A First-Principles Study”, *Journal of Physical Society of Japan* 79, 013705 (2010).
 - 1.58. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, H. Matsumoto, “Theory for Josephson Vortex Structure in Josephson Junctions with Multiple Tunneling Channels: Vortex Enlargement as a Probe for $\pm s$ -wave Superconductors”, *Physical Review B* 81, 014502 (2010).
 - 1.59. T. Imamura, T. Kano, S. Yamada, M. Okumura, M. Machida, “High-Performance Quantum Simulation for Coupled Josephson Junctions on the Earth Simulator: A challenge to Schrödinger Equation on 2564 Grids”, *International Journal of High Performance Computing*, Vol. 24, No. 3, pp. 319-334, 2010.
 - 1.60. M. Machida, Y. Nagai, Y. Ohta, N. Nakai, H. Nakamura, N. Hayashi, “Phenomenological Theory for $\pm s$ -wave Superconducting States of Iron-based Superconductors”, *Physica C*, Vol. 470, pp. S372-S374, 2010.
 - 1.61. H. Nakamura, M. Machida, A.Q.R. Baron, T. Fukuda, S. Shamoto, “Magnetic structure and phonon spectra of iron-based superconductors: A first-principle study”, *Physica C*, Vol. 470, pp. S430-S432, 2010.
 - 1.62. H. Nakamura, M. Machida, “Pressure Effects on Iron-Based Superconductors: A First-Principles Study”, *Physica C*, Vol. 470, p. S387-S388, 2010.
 - 1.63. M. Okumura, H. Onishi, S. Yamada, M. Machida, “Dynamics of Attractively-Interacting Fermi Atoms in One-Dimensional Optical Lattices:

- Non-Equilibrium Simulations of Fermion Superfluidity”, *Physica C*, Vol. 470, pp. S949-S951, 2010.
- 1.64. M. Okumura, S. Yamada, M. Machida, “Density-matrix renormalization-group studies for one-dimensional polarized Anderson-Hubbard model”, *Physica C*, Vol. 470, pp. S952-S954, 2010.
 - 1.65. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, H. Matsumoto, “Collective Modes and Josephson Vortices in a Heterotic Josephson junction between Single- and Two-gap Superconductors”, *Physica C*, Vol. 470, pp. S882-S883, 2010.
 - 1.66. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, “Inter-grain Josephson Currents in Two-gap Superconductors”, *Physica C* Vol. 470, pp. S489-S490, 2010.
 - 1.67. Y. Nakamura, T. Sunaga, M. Mine, M. Okumura, Y. Yamanaka, “Derivation of non-Markovian transport equations for trapped cold atoms in nonequilibrium thermal field theory”, *Annals of Physics*, Vol. 325, pp. 426-441, 2010.
 - 1.68. Y. Nagai, N. Hayashi, M. Machida, “Surface-angle dependence of the tunneling spectroscopy in iron-based superconductors: sign-reversing s-wave scenarios”, *Physica C*, Vol. 470, pp. S504-S505, 2010.
 - 1.69. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, and H. Matsumoto, “Anomalous Josephson vortex solutions in Josephson junctions with multiple tunneling channels”, *Physica C*, Vol. 470, pp. 1137-1140, 2010.
 - 1.70. Y. Nagai, H. Nakamura and M. Machida, “Superconducting gap function in the organic superconductor (TMTSF)₂ClO₄ with anion ordering; First-principles calculations and quasiclassical analysis for angle-resolved heat capacity”, *Physical Review B*, vol. 83, 104523, (2011) (DOI: 10.1103/PhysRevB.83.104523).
 - 1.71. M. Okumura, S. Yamada, M. Machida, and H. Aoki, “Phase-separated ferromagnetism in a spin-imbalanced system of Fermi atoms loaded in an optical ladder: A density-matrix renormalization-group study”, *Physical Review A*, vol. 83, 031606(R), (2011) (DOI: 10.1103/PhysRevA.83.031606).
 - 1.72. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, and H. Aoki, “Collective Modes in Multiband Superfluids and Superconductors: Multiple Dynamical Class”, *Physical Review B*, vol. 83, 060507(R) (2011) (DOI:10.1103/PhysRevB.83.060507).
 - 1.73. Y. Ota, M. Machida, and T. Koyama, “Macroscopic quantum tunneling in multigap superconducting Josephson junctions: Enhancement of escape rate via quantum fluctuations of Josephson-Leggett mode”, *Physical Review B*, vol. 83, 060507(R) (2011) (DOI:10.1103/PhysRevB.83.060503).
 - 1.74. Y. Imai, H. Takahashi, K. Kitagawa, K. Matsubayashi, N. Nakai, Y. Nagai, Y. Uwatoko, M. Machida, and A. Maeda, “Microwave surface impedance measurements of LiFeAs single crystals”, *Journal of Physical Society of Japan*, vol. 80, 013704 (2011) (DOI:10.1143/JPSJ.80.013704).
 - 1.75. Y. Ota, M. Machida, and T. Koyama, “Theory of Josephson effects in iron-based multigap superconductor junctions”, *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 248, 012040 (2010) (DOI: 10.1088/1742-6596/248/1/012040).
 - 1.76. T. Imamura, T. Kano, S. Yamada, M. Okumura, and M. Machida, “High-Performance Quantum Simulation for Coupled Josephson Junctions on the Earth Simulator: a Challenge To the Schrödinger Equation On 2564 Grids”, *The International Journal of High Performance Computing Applications*, vol. 24, 319 (2010) (DOI: 10.1177/1094342009352483).
 - 1.77. M. Machida, Y. Ota, N.Sasa, T.Koyama, and H.Matsumoto, “Theory and Simulation of Electromagnetic Wave Emission from Intrinsic Josephson Junctions”, *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 248, 012037 (2010)

- (DOI: 10.1088/1742-6596/248/1/012037).
- 1.78. M. Okumura, H. Onishi, S. Yamada, and M. Machida, “Anomalous non-equilibrium electron transport in one-dimensional quantum nano wire at half-filling: time-dependent density matrix renormalization group study”, *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 248, 012031 (2010) (DOI: 10.1088/1742-6596/248/1/012031).
 - 1.79. Y. Nagai and Y. Kato, “Impurity scattering rate and coherence factor in vortex core of sign-reversing s-wave superconductors”, *Physical Review B*, vol. 82, 174507 (2010) (DOI: 10.1103/PhysRevB.82.174507).
 - 1.80. H. Nakamura, M. Machida and M. Kato, “Effects of spin-orbit coupling and strong correlation on the paramagnetic insulating state in plutonium dioxides”, *Physical Review B*, vol. 82, 155131 (2010) (DOI: 10.1103/PhysRevB.82.155131).
 - 1.81. Y. Ota, M. Machida, and T. Koyama, “Shapiro steps as a direct probe of \pm s-wave symmetry in multigap superconducting Josephson junctions”, *Physical Review B* vol. 82, 140509(R) (2010) (DOI:10.1103/PhysRevB.82.140509).
 - 1.82. J.-H. Hu, J.-J. Wang, G. Xianlong, M. Okumura, R. Igarashi, S. Yamada, M. Machida, “Ground-state properties of the one-dimensional attractive Hubbard model with confinement: A comparative study”, *Physical Review B* vol. 82, 014202 (2010) (DOI: 10.1103/PhysRevB.82.014202).
 - 1.83. H. Nakamura and M. Machida, “Magnetic ordering in blocking layer and highly anisotropic electronic structure of high- T_c iron-based superconductor $\text{Sr}_2\text{VFeAsO}_3$: LDA+U study”, *Physical Review B*, vol. 82, 094503 (2010) (DOI: 10.1103/PhysRevB.82.094503).
 - 1.84. N. Nakai, H. Nakamura, Y. Ota, Y. Nagai, N. Hayashi, and M. Machida, “First-principles-based s \pm -wave modeling for iron-based superconductors: Specific heat and nuclear magnetic relaxation rate”, *Physical Review B*, vol. 82, 094501 (2010) (DOI: 10.1016/j.physc.2010.05.060).
 - 1.85. Y. Ota, N. Nakai, H. Nakamura, M. Machida, D. Inotani, Y. Ohashi, T. Koyama, and H. Matsumoto, “Ambegaokar-Baratoff relations of Josephson critical current in heterotic junctions with multigap superconductors”, *Physical Review B*, vol. 81, 214511 (2010) (DOI: 10.1103/PhysRevB.81.214511).
 - 1.86. 山田進, 五十嵐亮, 奥村雅彦, 今村俊幸, 町田昌彦, “量子多体系・高精度シミュレーションの研究開発: 密度行列繰り込み群法の超並列化と大規模計算”, *応用数理*, Vol. 20, No. 2, 2010.
 - 1.87. H. Nakamura, M. Machida, T. Koyama and N. Hamada, “First-principles calculations for anisotropy of iron-based superconductors”, *Physica C: Superconductivity*, vol. 470, pp. 1066-1069 (2010) (DOI: 10.1016/j.physc.2010.05.037).
 - 1.88. M. Machida and H. Nakamura, “Two-dimensionality of electronic structure and strong Fermi surface nesting in highly anisotropic iron-based superconductors”, *Physica C: Superconductivity*, vol. 470, pp. 1002-1006 (2010) (DOI: 10.1016/j.physc.2010.05.020).
 - 1.89. N. Nakai and M. Machida, “Simulation study on the vortex penetration in the presence of the square antidot array”, *Physica C: Superconductivity*, vol. 470, pp. 1148-1151 (2010) (DOI:10.1016/j.physc.2010.05.060).
 - 1.90. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, and H. Matsumoto, “Anomalous Josephson vortex solutions in Josephson junctions with multiple tunneling channels”, *Physica C: Superconductivity*, vol. 470, pp. 1137-1140 (2010) (DOI: 10.1016/j.physc.2010.05.057).
 - 1.91. H. Nakamura and M. Machida, “Pressure effects on iron-based

- superconductors: A first-principles study”, *Physica C: Superconductivity*, vol. 470, Supplement 1, pp. S387-S388, 2010 (doi:10.1016/j.physc.2009.12.024).
- 1.92. H. Nakamura, M. Machida, A.Q.R. Baron, T. Fukuda and S. Shamoto, “Magnetic structure and phonon spectra of iron-based superconductors: A first-principle study”, *Physica C: Superconductivity*, vol. 470, Supplement 1, pp. S430-S432, 2010 (doi:10.1016/j.physc.2009.10.138).
 - 1.93. M. Machida, Y. Nagai, Y. Ota, N. Nakai, H. Nakamura, and N. Hayashi, “Phenomenological theory for $\pm s$ -wave superconducting states of iron-based superconductors”, *Physica C: Superconductivity*, vol. 470, Supplement 1, pp. S372-S374, 2010 (doi:10.1016/j.physc.2009.10.087).
 - 1.94. N. Nakai, H. Nakamura, Y. Ota, Y. Nagai, N. Hayashi, and M. Machida, “Small Jump of Specific Heat and Small Gap in Iron Pnictide Superconductors”, *Physica C: Superconductivity* vol. 470, Supplement 1, pp. S368-S369 (2010) (doi:10.1016/j.physc.2010.01.055.)
 - 1.95. Y. Ota, M. Machida, and T. Koyama, “Inter-grain Josephson Currents in Two-gap Superconductors”, *Physica C: Superconductivity*, vol. 470, Supplement 1, pp. S489-S490 (2010) (DOI: 10.1016/j.physc. 2009.11.016).
 - 1.96. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, and H. Matsumoto, “Collective modes and Josephson vortices in a heterotic Josephson junction between single- and two-gap superconductors”, *Physica C: Superconductivity*, vol. 470, Supplement 1, pp. S882-S883 (2010) (DOI: 10.1016/j.physc. 2009.10.023).
 - 1.97. M. Okumura, H. Onishi, S. Yamada, M. Machida, “Dynamics of Attractively-Interacting Fermi Atoms in One-Dimensional Optical Lattices: Non-Equilibrium Simulations of Fermion Superfluidity”, *Physica C: Superconductivity* 470, pp. S952-S953 (2010) (DOI: 10.1016/j.physc.2009.11.178).
 - 1.98. M. Okumura, S. Yamada, M. Machida, “Density-matrix renormalization-group studies for one-dimensional polarized Anderson-Hubbard model”, *Physica C: Superconductivity* 470, pp. S949-S950 (2010) (DOI: [10.1016/j.physc.2009.11.003](https://doi.org/10.1016/j.physc.2009.11.003)).
 - 1.99. 山下眞, 山本篤史, 菅誠一郎, 川上則雄, “光超格子中冷却フェルミ原子気体の非断熱ダイナミクス”, 半導体における動的相関電子系の光科学 DYCE 解説論文集, P. 287-292, 2010年10月.
 - 1.100. N. Nakai, N. Hayashi, and M. Machida, “Direct numerical confirmation of pinning-induced sign change in the superconducting Hall effect in type-II superconductors”, *Physical Review B*, vol. 83, 024507 (2011) (DOI: 10.1103/PhysRevB.83.024507).
 - 1.101. B. Bauer, L.D. Carr, A. Feiguin, J. Freire, S. Fuchs, L. Gamper, J. Gukelberger, E. Gull, S. Guertler, A. Hehn, R. Igarashi, S.V. Isakov, D. Koop, P.N. Ma, P. Mates, H. Matsuo, O. Parcollet, G. Pawłowski, J.D. Picon, L. Pollet, E. Santos, V.W. Scarola, U. Schollwöck, C. Silva, B. Surer, S. Todo, S. Trebst, M. Troyer, M.L. Wall, P. Werner, S. Wessel, “The ALPS project release 2.0: Open source software for strongly correlated systems”, *J. Stat. Mech.: Theor. Exp.* vol. 2011, pp. P05001, 2011.
 - 1.102. Y. Imai, H. Takahashi, K. Kitagawa, K. Matsubayashi, N. Nakai, Y. Nagai, Y. Uwatoko, M. Machida, and A. Maeda, “Microwave Surface Impedance Measurements of LiFeAs Single Crystals”, *Journal of the Physical Society of Japan*, vol. 80 013704 (2011) (DOI: 10.1143/JPSJ.80.013704)
 - 1.103. Y. Nagai, and K. Kuroki, “Determination of the pairing state in iron-based superconductors through neutron scattering”, *Physical Review B*, vol. 83 220516(R) (2011) (DOI:10.1103/PhysRevB.83.220516).
 - 1.104. S. Yamada, M. Okumura, T. Imamura, M. Machida, “Direct extension of the

- density-matrix renormalization group method toward two-dimensional large quantum lattice and related high-performance computing”, *Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics*, vol. 28, pp. 141-151, 2011. (DOI 10.1007/s13160-011-0027-z).
- 1.105. Hiroki Nakamura, Masahiko Machida, “First-Principles Studies for the Hydrogen Doping Effects on Iron-Based Superconductors”, *Journal of the Physical Society of Japan*, vol. 80, 073705 (2011) (DOI: 10.1143/JPSJ.80.073705)
 - 1.106. M. Ishikado, Y. Nagai, K. Kodama, R. Kajimoto, M. Nakamura, Y. Inamura, S. Wakimoto, H. Nakamura, M. Machida, K. Suzuki, H. Usui, K. Kuroki, A. Iyo, H. Eisaki, M. Arai, S. Shamoto, “ s_{\pm} -like spin resonance in the iron-based nodal superconductor $\text{BaFe}_2(\text{As}_{0.65}\text{P}_{0.35})_2$ observed using inelastic neutron scattering”, *Physical Review B* 84 144517 (2011) (DOI: 10.1103/PhysRevB.84.144517)
 - 1.107. M. Kunimi, Y. Nagai, and Y. Kato, “Josephson effects in one-dimensional supersolids”, *Physical Review B* 84 094521 (2011) (DOI: 10.1103/PhysRevB.84.094521)
 - 1.108. Y. Nagai, H. Nakamura, K. Suzuki, H. Usui, K. Kuroki, and M. Machida, “Theoretical analysis for inelastic neutron scattering on $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ using realistic three-dimensional 10-orbital tight-binding model”, *Journal of the Physical Society of Japan*, Supplement 80 (2011) SB021 (Proc. NASCES11).
 - 1.109. H. Nakamura and M. Machida, “First-principles study of hydrogen-doping effects on iron-based superconductors”, *Journal of the Physical Society of Japan*, vol. 80, Supplement B, SB009 (2011).
 - 1.110. M. Machida and H. Nakamura, “Orbital Ordering in Low-Moment Ground-state of Parent Compounds in Iron-Based Superconductors”, *Journal of the Physical Society of Japan*, vol. 80, Supplement B, SB009 (2011).
 - 1.111. T. Fukuda, A.Q.R. Baron, H. Nakamura, S. Shamoto, M. Ishikado, M. Machida, H. Uchiyama, A. Iyo, H. Kito, J. Mizuki, M. Arai, and H. Eisaki, *Journal of the Physical Society of Japan*, vol. 80, Supplement B, SB015 (2011).
 - 1.112. H. Fujishima, M. Mine, M. Okumura, and T. Yajima, “Decay of Resonance Structure and Trapping Effect in Potential Scattering Problem of Self-Focusing Wave Packet”, *Journal of the Physical Society of Japan* 80, 084003 (2011).
 - 1.113. H. Nakamura, and M. Machida, "First-Principles Study of Light-Element Doping Effects on Iron-Based Superconductors", *Physica C: Superconductivity*, vol. 471, 662. (DOI: 10.1016/j.physc.2011.05.021)
 - 1.114. Yamamoto, S. Yamada, and M. Machida, "Emergence of non-equilibrium superconductivity originated from repulsive interaction: demonstration using optical lattices and implication to solid-state matter system", *Physica C: Superconductivity*, 471, 751 (2011).
 - 1.115. M. Machida and H. Nakamura, “Low-Magnetic Moment and Strong Anisotropy in Non-doped Iron-based Superconductors”, *Physica C: Superconductivity* vol. 471, 659(2011).
 - 1.116. Y. Ota, M. Machida, and T. Koyama, “Theory of phase dynamics in intrinsic Josephson junctions with multigap superconducting layers”, *Physica C: Superconductivity* vol. 471, 760 (2011).
 - 1.117. Y. Ota, M. Machida, and T. Koyama, “Variety of c-axis collective excitations in layered multigap superconductors”, *Physical Review Letters* vol. 106, 157001 (2011).

- 1.118. Yamamoto, S. Yamada, M. Okumura, and M. Machida, "Spectral properties of trapped one-dimensional ultracold fermions loaded on optical lattices", *Phys. Rev. A* 84, 043642 (2011).
- 1.119. N. Sasa, T. Kano, M. Machida, V. L'vov, O. Rudenko and M. Tsubota, "Energy Spectra of Quantum Turbulence: Large-scale Simulation and Modeling", *Physical Review B*, vol. 84, 054525 (2011) (DOI: 10.1103/PhysRevB.84.054525).
- 1.120. N. Sasa, and M. Machida, "Large Scale Numerical Simulation for Superfluid Turbulence", *Progress in NUCLEAR SCIENCE and TECHNOLOGY*, Vol. 2, pp. 609-612 (2011)
- 1.121. Yuki Nagai, Yukihiro Ota, Masahiko Machida, "Efficient Numerical Self-consistent Mean-field Approach for Fermionic Many-body Systems by Polynomial Expansion on Spectral Density", *Journal of the Physical Society of Japan*, vol. 81, 024710 (2012) (DOI: 10.1143/JPSJ.81.024710)
- 1.122. T. Fukuda, A.Q.R. Baron, H. Nakamura, S. Shamoto, M. Ishikado, M. Machida, H. Uchiyama, A. Iyo, H. Kito, J. Mizuki, M. Arai, H. Eisaki, "Soft and isotropic phonons in PrFeAsO(1-y)", *Physical Review B* 84, 064504 (2011).
- 1.123. H. Kobayashi, S. Ikeda, Y. Yoda, H. Nakamura, M. Machida, "Orthorhombic fluctuations in tetragonal AFe₂As₂ (A = Sr and Eu)", *Physical Review B* 84, 184304 (2011).
- 1.124. T. Koyama, Y. Ozaki, K. Ueda, T. Mito, T. Kohara, T. Waki, Y. Tabata, C. Michioka, K. Yoshimura, M.-T. Suzuki, and H. Nakamura, "Partial gap opening on the Fermi surface of the noncentrosymmetric superconductor Mo₃Al₂C", *Physical Review B* 84, 212501 (2011)
- 1.125. N. Nakai, Y. Nagai, and M. Machida, "Low-lying excitations induced by non-magnetic impurities in d-wave, superconductors", *Physica C: Superconductivity*, Vol. 471, 743 (2011).
- 1.126. Yukihiro Ota, Sahel Ashhab, Franco Nori, "Implementing general measurements on linear optical and solid-state qubits", *Physical Review A* vol. 85, 043808 (2012).
- 1.127. H. Nakamura, M. Machida, "First-principles study of Ca-Fe-Pt-As-type iron-based superconductors", *Physica C: Superconductivity* (accepted) (doi: 10.1016/j.physc.2012.02.023).
- 1.128. Yukihiro Ota, Masahiko Machida, Tomio Koyama, and Franco Nori, "Direct numerical simulation for non-equilibrium transport phenomena in superconducting detectors", *Physics Procedia* (accepted).
- 1.129. Yamamoto, S. Yamada, and M. Machida, "Single-particle excitation spectrum in 1D ultracold fermionic optical lattices", *Journal of Physics: Conference Series* (accepted).
- 1.130. K. Kobayashi, Y. Ota, M. Machida, "Numerical experiments of Joule heat damage in superconducting transport", *Physics Procedia* (accepted).
- 1.131. Y. Nagai, Y. Ota, M. Machida, "Spectral-density polynomial expansion for two-particle Green's function in BdG framework", *Physics Procedia* (accepted).
- 1.132. M. Machida, H. Nakamura, "Orbital Ordering and Charge Profile Deformation in Iron-based Superconductors", *Physica C: Superconductivity* (accepted) (doi: 10.1016/j.physc.2012.02.043).

林(秋田大)グループ (出版済:国内 0 件、国際 12 件, accepted 等:国内 0 件、国際 1 件):

- 2.1. M. Hayashi, M. Suzuki, J. Onuki, H. Ebisawa, "Nonlinear dynamics of

- intrinsic Josephson junctions under an applied current” *Physica C*, 463-465 (2007) 993-996.
- 2.2. Masahiko Hayashi, Hiromichi Ebisawa and Kazuhiro Kuboki, “Mixed state of charge-density waves in ring-shaped single crystals”, *Physical Review B*, 76 (2007) 014303.
 - 2.3. Masahiko Hayashi, Tohru Kaiwa, Hiromichi Ebisawa, Yoshiaki Matsushima, Makoto Shimizu, Kazuo Satoh, Tsutomu Yotsuya and Takekazu Ishida, “On Mathematical Methods to Improve Imaging of Vortices using Scanning Superconducting Quantum Interference Device (SQUID) Microscope”, *Journal of the Korean Physical Society* (to be published).
 - 2.4. Masahiko Hayashi, Tohru Kaiwa, Hiromichi Ebisawa, Yoshiaki Matsushima, Makoto Shimizu, Kazuo Satoh, Tsutomu Yotsuya, Takekazu Ishida, "On Mathematical Methods to Improve Imaging of Vortices using Scanning Superconducting Quantum Interferometer Device (SQUID) Microscope", *Physica C* Vol. 468, pp. 801-804, 2008.
 - 2.5. M. Yoneya, K. Kuboki and M. Hayashi, "Domain-wall structure of a classical Heisenberg ferromagnet on a Moebius strip", *Physical Review B*, 78 (2008) 064419.
 - 2.6. Masahiko Hayashi, Hideo Yoshioka and Akinobu Kanda, "Superconducting proximity effect through graphene and graphite films", *Journal of Physics: Conference Series* 109 (2008) 012014.
 - 2.7. Motonari Suzuki⁵³, Masahiko Hayashi, Hiromichi Ebisawa, “Nonlinear dynamics and resistive transition in intrinsic Josephson junctions”, *Journal of Physics and Chemistry of Solids* 69 (2008) 3253-3256.
 - 2.8. S. Hatsumi, A. Kanda, R. Furugen, Y. Ootuka, M. Hayashi, "Experimental determination of vortex configuration in a mesoscopic superconducting square with artificial pinning centers", *Journal of Physics, Conference Series*, 150 (2009) 022024.
 - 2.9. Masahiko Hayashi, Hideo Yoshioka and Akinobu Kanda, "Theoretical Study of Superconducting Proximity Effect in Single and Multi-layered Graphene", *Physica C*, Vol. 470, pp. S846-S847, 2010.
 - 2.10. Masahiko Hayashi, Hiromichi Ebisawa, “Topological Defect and Quasi-particle Dynamics in Charge Density Waves”, *Physica C*, Vol. 470, pp. S962-S963, 2010.
 - 2.11. Masahiko Hayashi, Hiromichi Ebisawa, “Topological defect and quasi-particle dynamics in charge density waves”, *Physica C*, Vol.470, Supplement 1, Pages S962-S963, 2010.
 - 2.12. Masahiko Hayashi, Hideo Yoshioka, Akinobu Kanda, "Theoretical study of superconducting proximity effect in single and multi-layered graphene Original Research Article", *Physica C: Superconductivity*, Volume 470, Supplement 1, December 2010, Pages S846-S847
 - 2.13. Masahiko Hayashi, Hideo Yoshioka, Akinobu Kanda, "Superconducting proximity effect in graphene nanostructures", *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 248, Number 1, 2010, 012002.

小山(東北大)グループ (発行済:国内(和文) 0件、国際(欧文) 32件、未発行:国内(和文) 0件、国際(欧文) 1件):

- 3.1. T. Koyama and M. Machida, “Quantum Correction to the Discrete Breather in Capacitively-coupled Intrinsic Josephson Junctions”, *Physica C*, Vol. 460-462, 2007.
- 3.2. T. Koyama, M. Machida, M. Kato and T. Ishida, “Macroscopic Quantum Effect

- in Intrinsic Josephson Junctions Containing Magnetic Flux”, *Physica C*, Vol. 463-465, 2007.
- 3.3. T. Koyama and M. Machida, “Quantum correction to the discrete breather in capacitively-coupled intrinsic Josephson junctions”, *Physica C* 460-462 (2007) 1305.
 - 3.4. T. Koyama, M. Machida, M. Kato and T. Ishida, “Macroscopic quantum tunneling in intrinsic Josephson junctions containing magnetic flux”, *Physica C* 463-465 (2007) 985.
 - 3.5. T. Koyama and M. Machida, “Effects of capacitive coupling on the escape rate in intrinsic Josephson junction stacks”, *J.Phys. Chem. Solid.*, Vol. 69, pp. 3232-3235, 2008.
 - 3.6. T. Koyama and M. Machida, “Macroscopic quantum tunneling in a stack of capacitively-coupled intrinsic Josephson junctions”, *Physica C*, Vol. 468, pp. 695-700, 2008.
 - 3.7. H. Matsumoto, T. Koyama and M. Machida, “Electromagnetic wave in single- and multi-Josephson junctions”, *Physica C.*, Vol. 468, pp. 654-659, 2008.
 - 3.8. H. Matsumoto, T. Koyama and M. Machida, “Electromagnetic Waves in Single- and Multi-Josephson Junctions”, *Physica C* 468 (2008) 654-659.
 - 3.9. T. Koyama and M. Machida, “Macroscopic Quantum Tunneling in a Stack of Capacitively-coupled Intrinsic Josephson Junctions”, *Physica C* 468 (2008) 695-700.
 - 3.10. H. Matsumoto, T. Koyama, M. Machida and M. Tachiki, “Theory of THz Emission from the Intrinsic Josephson Junctions”, *Physica C* 468 (2008) 1899-1902.
 - 3.11. T. Koyama and M. Machida “Macroscopic Quantum Effects in Intrinsic Josephson Junction Stacks”, *Physica C* 468 (2008) 1913-1915.
 - 3.12. T. Koyama, H. Matsumoto and M. Machida, “Emission of Terahertz Electromagnetic Wave in Intrinsic Josephson Junction Stacks”, *J.Phys. Conference Series* 129 (2008) 012026/1-5.
 - 3.13. H. Matsumoto, T. Koyama and M. Machida, “Numerical Simulations of THz Emission from Intrinsic Josephson Junctions”, *J.Phys. Conference Series* 129 (2008) 012028/1-4.
 - 3.14. T. Koyama and M. Machida, “Effects of Capacitive Coupling on the Escape Rate in Intrinsic Josephson Junction Stacks”, *J. Phys. Chem. Solid*, 69 (2008) 3232-3235.
 - 3.15. M. Tachiki, S. Fukuya and T. Koyama, "Mechanism of Terahertz Electromagnetic Wave Emission from Intrinsic Josephson Junctions", *Phys. Rev. Lett.* 102 (2009) 127002/1-4.
 - 3.16. T. Koyama, H. Matsumoto, M. Machida and K. Kadowaki, “In-Phase Electrodynamics and Terahertz Wave Emission in Extended Intrinsic Josephson Junctions”, *Phys. Rev. B* 79 (2009) 104522/1-12.
 - 3.17. T. Koyama and M. Machida, “Macroscopic Quantum Effects in Capacitively- and Inductively-Coupled Intrinsic Josephson Junctions”, *J. Phys. Conf. Series* 150 (2009) 052127/1-4.
 - 3.18. H. Matsumoto, T. Koyama, M. Machida and K. Kadowaki, “THz Wave Emission from the Intrinsic Josephson Junctions of High Tc Superconductors”, *J. Phys. Conf. Series* 150 (2009) 052156/1-4.
 - 3.19. T. Koyama, M. Machida and H. Matsumoto, “Plasma Excitations in the Superconducting State of Two-band Layered Superconductors”, *Physica C* 469 (2009) 1048-1051.
 - 3.20. H. Matsumoto, T. Koyama and M. Machida, “Angular Dependence of Emitted THz Waves from In-plane Josephson Junction”, *Physica C* 469 (2009), 1600-1603.

- 3.21. T. Koyama, H. Matsumoto and M. Machida, "Numerical Simulation of THz Wave Emission from High-Tc Intrinsic Josephson Junctions", *Physica C*, Vol. 470, pp. S230-S231, 2010.
- 3.22. T. Koyama, Y. Ota and M. Machida, "I-V Characteristics in multi-gap Intrinsic Josephson Junctions stacks", *Physica C*, Vol. 470, pp. 1481-1484, 2010.
- 3.23. H. Matsumoto, T. Koyama and M. Machida, "Terahertz wave emission and phase motion in intrinsic Josephson junctions", *Physica C*, Vol. 470, pp. 1485-1488, 2010.
- 3.24. Tomio Koyama, Yukihiro Ota and Masahiko Machida, "I-V Characteristics in Multi-gap Intrinsic Josephson Junction Stacks", *Physica C* 470 (2010) 1481-1484.
- 3.25. Hideki Matsumoto, Tomio Koyama and Masahiko Machida, "Terahertz Wave Emission and Phase Motion in Intrinsic Josephson Junctions", *Physica C* 470 (2010) 1485-1488.
- 3.26. Tomio Koyama, Yukihiro Ota and Masahiko Machida, "Electromagnetic and Intrinsic Josephson Effects in Multi-gap Superconductors", *J. Phys. Conf. Ser.* 248 (2010) 012036/1-6.
- 3.27. Tomio Koyama, Hideki Matsumoto and Masahiko Machida, "Numerical Simulations for THz Wave Emission from High-Tc Intrinsic Josephson Junctions", *Physica C* 470 (2010) S230-S231.
- 3.28. Masashi Tachiki, K. Ivanovic, Kazuo Kadowaki and Tomio Koyama, "Emission of Terahertz Electromagnetic Waves from Intrinsic Josephson Junction Arrays Embedded LCR Circuits", *Phys. Rev. B* 83 (2011) 014508/1-7.
- 3.29. Tomio Koyama, Yukihiro Ota and Masahiko Machida, "Resonance Effect in the Voltage State of Intrinsic Josephson Junction Stacks with Multiple Tunneling Channels", *Phys. Rev. B* (2011) 220501/1-4.
- 3.30. Tomio Koyama, Hideki Matsumoto, Masahiko Machida and Yukihiro Ota, "Multi-scale Simulation for Terahertz Wave Emission from the Josephson Junctions", *Supercond. Sci. Technol.* 24 (2011) 085007/1-11.
- 3.31. Tomio Koyama, Hideki Matsumoto, Yukihiro Ota and Masahiko Machida, "Numerical Study for Electromagnetic Wave Emission in Thin Samples of Intrinsic Josephson Junctions", *Physica C* 471 (2011) 1202-1205.
- 3.32. Y. Chizaki, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, T. Koyama and S. Kawabata, "Macroscopic Quantum Tunneling Induced by a Spontaneous Field in Intrinsic Josephson Junctions", *Physica C* 471 (2011) 758-759.
- 3.33. Tomio Koyama and Masahiko Machida, "Nonlocal Ginzburg-Landau Theory for Superconductors", to be published in *Physica C*.

大橋(慶応大)グループ (発行済:国内(和文) 0 件、国際(欧文) 33 件, 未発行:国内(和文) 0 件、国際(欧文) 0 件):

- 4.1. Y. Ohashi, "Superfluid Density in the BCS-BEC Crossover Regime of a Two-component Fermi Gas at Finite Temperatures." *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism* **20** (2007) 609-612.
- 4.2. E. Taylor, A. Griffin, and Y. Ohashi, "Spin-polarized Fermi superfluids as Bose-Fermi mixtures." *Phys. Rev. A* **76** (2007) 023614(1-12).
- 4.3. Y. Ohashi, "Superfluid density in the BCS-BEC crossover regime of a Fermi superfluid", *Physica C*, Vol. 468, pp. 599-604, 2008.
- 4.4. H. Tamaki, K. Miyake and Y. Ohashi, "BCS-BEC crossover and effects of density fluctuations in a two-component Fermi gas described by the three-dimensional Hubbard model." *Phys. Rev. A.* **77** (2008) 063616(1-9).
- 4.5. S. Tsuchiya and Y. Ohashi, "Anomalous enhancement of quasiparticle current near a potential barrier in a Bose-Einstein condensate." *Phys. Rev. A* **78**,

- (2008) 013628(1-4).
- 4.6. Y. Ohashi and S. Tsuchiya, "Supercurrent behavior of low-energy Bogoliubov phonons and the anomalous tunneling effect in a Bose-Einstein condensate." *Phys. Rev. A* **78** (2008) 043601(1-10).
 - 4.7. Y. Ohashi, "Tunneling properties of a bound pair of Fermi atoms in an optical lattice." *Phys. Rev. A* **78** (2008) 063617(1-9).
 - 4.8. Y. Ohashi, "Molecular wavefunction and tunneling properties of a bound pair of Fermi atoms in an optical lattice." *J. Phys.: Conference Series*, **150**, 032076, 2009.
 - 4.9. S. Tsuchiya and Y. Ohashi, "Enhanced quasi-particle current of Bogoliubov phonons in a Bose-Einstein condensate." *J. Phys.: Conference Series*, **150**, 032113, 2009.
 - 4.10. H. Tamaki, K. Miyake, and Y. Ohashi, "d-wave spin density wave state in the attractive Hubbard model with spin polarization," *J. Phys. Soc. Jpn.* **78** (2009) 073001 (1-4).
 - 4.11. D. Inotani, and Y. Ohashi, "Identification of the $+ -$ wave pairing state in the iron-pnictide superconductors using the Riedel anomaly," *Phys. Rev. A* **79** (2009) 224527 (1-5).
 - 4.12. S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, "Supercurrent induced by tunneling Bogoliubov excitations in a Bose-Einstein condensate," *Phys. Rev. A* **79** (2009) 063619 (1-15).
 - 4.13. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, "Single-particle properties and pseudogap effects in the BCS-BEC crossover regime of an ultracold Fermi gas above T_c ," *Phys. Rev. A* **80** (2009) 033613 (1-9).
 - 4.14. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, "Pseudogap in Fermionic Density of States in the BCS-BEC Crossover of Atomic Fermi Gases," *J. Low Temp. Phys.* **158** (2009) 28-35.
 - 4.15. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, "Pseudogap behavior of atomic Fermi gas above T_c in the BCS-BEC crossover," *Physics C*, Vol. 470, pp. S986-S988, 2010.
 - 4.16. R. Watanabe, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, "Pairing fluctuations and pseudogap effects in the BCS-BEC crossover regime of a superfluid Fermi gas," *Physics C*, Vol. 470, pp. S980-S981, 2010.
 - 4.17. D. Inotani, and Y. Ohashi, "Theoretical proposal of a method to identify the pairing symmetry of Fe-pnictide superconductors using ac-Josephson effect," *Physics C*, Vol. 470, pp. S499-S501, 2010.
 - 4.18. Y. Kato, and S. Watabe, "Dynamical density fluctuations of superfluids near the critical velocity," *Phys. Rev. Lett.* **105** (2010) 035302 (1-4).
 - 4.19. T. Kashimura, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, "Superfluid-ferromagnet-superfluid junction and π -phase in a superfluid Fermi gas," *Phys. Rev. A*. **82** (2010) 033617 (1-9).
 - 4.20. S. Watabe, and T. Nikuni, "Dynamical structure factor of the normal Fermi gas from the collisionless to the hydrodynamic regime," *Phys. Rev. A*. **82** (2010) 033622 (1-8).
 - 4.21. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, "Photoemission spectrum and effect of inhomogeneous pairing fluctuations in the BCS-BEC crossover regime of an ultracold Fermi gas," *Phys. Rev. A* **82** (2010) 033629 (1-5).
 - 4.22. R. Watanabe, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, "Superfluid density of states and pseudogap phenomenon in the BCS-BEC crossover regime of a superfluid Fermi gas," *Phys. Rev. A* **82** (2010) 043630(1-9).
 - 4.23. D. Inotani, and Y. Ohashi, "Theoretical proposal of a method to identify the pairing symmetry of Fe-pnictide superconductors using ac-josephson effect," *Physica C* **470** (2010) S499-S501.

- 4.24. R. Watanabe, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, "Pairing fluctuations and pseudogap effects in the BCS-BEC crossover regime of a superfluid Fermi gas," *Physica C* 470 (2010) S980-S981.
- 4.25. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, "Pseudogap behaviors of atomic Fermi gases above T_c in the BCS-BEC crossover," *Physica C* 470 (2010) S986-S988.
- 4.26. S. Watabe, Y. Kato, and Y. Ohashi, "Tunneling properties of Bogoliubov mode and spin wave modes in supercurrent states of a spin-1 ferromagnetic spinor Bose-Einstein condensate," *Phys. Rev. A* 83 (2011) 033627 (1-12).
- 4.27. Y. Ohashi, "Formation of magnetic impurity and pair-breaking effect in a superfluid Fermi gas," *Phys. Rev. A* 83 (2011) 063611 (1-12).
- 4.28. S. Watabe, Y. Kato, and Y. Ohashi, "Anomalous tunneling of collective excitations and effects of superflow in the polar phase of a spin-1 spinor Bose-Einstein condensate," *Phys. Rev. A* 84 (2011) 013616 (1-8).
- 4.29. T. Kashimura, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, " π -junction and spontaneous current state in a superfluid Fermi gas," *Phys. Rev. A* 84 (2011) 013639 (1-8).
- 4.30. R. Watanabe, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, "Theory of photoemission-type experiment in the BCS-BEC crossover regime of a superfluid Fermi gas," *IEEE-Xplore: "Proceedings of 2011 1st international symposium on access space (ISAS), IEEE-ISAS 2011,"* (2011) 26-31.
- 4.31. T. Kashimura, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, "Superfluid/ferromagnet/superfluid-junction and π -phase in a superfluid Fermi gas at finite temperatures," *IEEE-Xplore: "Proceedings of 2011 1st international symposium on access space (ISAS), IEEE-ISAS 2011,"* (2011) 32-35.
- 4.32. D. Inotani, R. Watanabe, M. Sigrist, and Y. Ohashi, "Pseudogap phenomenon in an ultracold Fermi gas with a p-wave interaction," *IEEE-Xplore: "Proceedings of 2011 1st international symposium on access space (ISAS), IEEE-ISAS 2011,"* (2011) 23-25.
- 4.33. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, "Pseudogap temperature and effects of a harmonic trap in the BCS-BEC crossover regime of an ultracold Fermi gas," *Phys. Rev. A* 84 (2011) 043647 (1-11).

加藤(大阪府立大)グループ (発行済:国内(和文) 0 件、国際(欧文) 39 件, 未発行:国内(和文) 0 件、国際(欧文) 0 件):

- 5.1. Masaru Kato, Tomio Koyama, Masahiko Machida, Takekazu Ishida, "Superconducting symmetries of nano-structured anisotropic superconductors", *Physica C*, 460-462 (2007) 1436-1437.
- 5.2. Takekazu Ishida, Makoto Shimizu, Yoshiaki Matsushima, Masahiko Hayashi, Hiromichi Ebisawa, Osamu Sato, Masaru Kato, Kazuo Satoh and Tsutomu Yotsuya, "Vortex (particle) and antivortex (hole) doping into superconducting network", *Physica C*, 460-462 (2007) 1226-1227.
- 5.3. Masaru Kato and Kazumi Maki, "Effects of weak impurity potential on the quasi-particle states in high- T_c superconductors", *Physica C*, 460-462 (2007) 1031-1032.
- 5.4. Masaru Kato, Masaki Hirayama, Susumu Nakajima, Tomio Koyama, Masahiko Machida, Takekazu Ishida, "Artificial Spin System Using Composite Structures of d- and s-wave Superconductors", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 310 (2007) 495-497.
- 5.5. T. Ishida, Y. Matsushita, M. Shimizu, M. Kato, M. Hayashi, H. Ebisawa, K. Satoh, T. Yotsuya, O. Sato, "Vortex Doping into Finite-Sized Superconducting Networks", *International Journal of Modern Physics B*, 21 (2007) 3177-3179.

- 5.6. Masaru Kato, Tomio Koyama, Masahiko Machida, Takekazu Ishida, "Anisotropic superconductors in nano-structures", *Physica C*, 463-465, (2007) 254-257.
- 5.7. Hisataka Suematsu, Masaru Kato, Tomio Koyama, Masahiko Machida, Takekazu Ishida, "Quasi-particle spectrum of giant vortex states in a square nanoscopic superconducting plate", *Physica C*, 463-465, (2007) 262-265.
- 5.8. Osamu Sato, Masaru Kato, "Penetrations and Dynamics of Vortices in Mesoscopic Superconducting Plates", *Physica C*, 463-465, (2007) 258-261.
- 5.9. M. Nishikawa, M. Kato and T. Ishida, "Numerical simulation for thermal relaxation of hot spot in MgB2 neutron detector", *Physica C*, 463-465, (2007) 1115-1118.
- 5.10. Masaru Kato, Tomio Koyama, Masahiko Machida, Takekazu Ishida, "Novel anisotropic superconductivity in nano-structured superconductors", *Physica B* 403, (2008) 996-998.
- 5.11. M. Kato, O. Sato, M. Hayashi, H. Ebisawa, T. Koyama, M. Machida, T. Ishida, "Vortex dynamics in asymmetric superconducting networks", *Physica C* 468, (2008) 1249-1253.
- 5.12. O. Sato, M. Kato, "Phase transition and magnetization of superconducting networks in a magnetic field", *Physica C* 468, (2008) 1333-1335.
- 5.13. Takekazu Ishida, Yoshiaki Matsushima, Makoto Shimizu, Masahiko Hayashi, Hiromichi Ebisawa, Osamu Sato, Masaru Kato, Tomio Koyama, Masahiko Machida, Kazuo Satoh, Tsutomu Yotsuya, "Periodic flux jump in superconducting Pb networks as consequence of the extended Little-Parks effect", *Physica C* 468, (2008) 576-580.
- 5.14. Osamu Sato, Masaru Kato, "A study of superconducting transition of network models of multiply connected superconductors", *Physica C* 468, (2008) 730-732.
- 5.15. S. Nakajima, M. Kato, M. Machida, T. Koyama, T. Ishida, F. Nori, "Time-dependent Ginzburg-Landau numerical simulation of logic gates using superconducting composite structure d-dots", *Physica C* 468, (2008) 1910-1912.
- 5.16. Y. Fujita, K. Arai, M. Nishikawa, K. Satoh, T. Yotsuya, H. Shimakage, S. Miki, Z. Wang, M. Machida, M. Kato, T. Ishida, "Nonequilibrium response of a meandered MgB2 sensor by the irradiation of a pulsed laser", *Physica C: Superconductivity*, 468, (2008) 1995-1997.
- 5.17. Masaru Kato, Tomio Koyama, Masahiko Machida, Masahiko Hayashi, Hiromichi Ebisawa, Takekazu Ishida, "Electronic properties of nano-structured anisotropic superconductors", *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 69 (2008) 3286-3288.
- 5.18. Hisataka Suematsu, Masaru Kato, Masahiko Machida, Tomio Koyama, Takekazu Ishida, "Novel structures in nanoscopic d-wave superconductors without external field", *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 69, (2008) 3385-3387.
- 5.19. Susumu Nakajima, Masaru Kato, Tomio Koyama, Masahiko Machida, Takekazu Ishida, F. Nori, "Simulation of logic gate using d-dot's", *Physica C: Superconductivity*, 468, (2008) 769-772.
- 5.20. H. Suematsu, M. Kato, T. Ishida, "Critical temperature in nanoscopic superconductors", *Journal of Physics: Conference Series*, 150, 052250 (4pp) (2009).
- 5.21. M. Kato, Y. Niwa, K. Maki, "Quasi-particle spectrum around half-quantum vortices (HQVs) in triplet superconductors", *Journal of Physics: Conference Series*, 150, 052103 (4pp) (2009).
- 5.22. M. Kato, S. Tomita, K. Maki "Quasi-particle spectrum around a single vortex

- in gossamer superconductivity", *Journal of Physics: Conference Series*, 150, 052102 (4pp) (2009).
- 5.23. S. Tomita, M. Kato, K. Maki, "Quasi-particle structure around a single vortex in high-Tc superconductors", *Physica C* 469 (2009) 1074-1076.
 - 5.24. M. Kato, T. Koyama, M. Machida, T. Ishida, "Magnetic flux structures of composite superconducting structures with d- and s-waves superconductors (d-dots)", *Physica C* 469 (2009) 1074-1076.
 - 5.25. Y. Niwa, M. Kato, K. Maki, "Quasi-particle excitations around a half-quantum vortex in p- and f- wave superconductors", *Physica C* 469 (2009) 1077-1079.
 - 5.26. O. Sato, M. Kato, "Symmetric behavior of vortex states of superconducting networks in a magnetic field", *Physica C* 469 (2009) 1110-1112.
 - 5.27. M. Kato Y. Iwamoto, O. Sato, "Vortex structures in disordered finite superconducting square networks under external magnetic field", *Phys. Rev. B* 80 (2009) 024510 [5 pages].
 - 5.28. Masaru Kato, Satoshi Tomita and Kazumi Maki, "Checkerboard-like bound states around a vortex in high-Tc cuprate superconductors", *J. Phys.: Conf. Ser.* 200 (2009) 012081 (4pp).
 - 5.29. Masaru Kato, Yoshiteru Iwamoto, Osamu Sato, "Nonlocal Effects in Finite Superconducting Networks", *Physica C*, Vol. 470, pp. S797-S798, 2010.
 - 5.30. Masaru Kato, Yoshiteru Iwamoto, Osamu Sato, "Vortex structures in nano-scaled superconducting networks", *Physica C*, Vol. 470, pp. 747-749, 2010.
 - 5.31. T. Ishida, K. Arai, Y. Akita, M. Miyanari, Y. Minami, T. Yotsuya, M. Kato, K. Satoh, M. Uno, H. Shimakage, S. Miki, Z. Wang, "Scanning Laser Microscope for Imaging Nanostructured Superconductors", *Physica C*, Vol. 470, pp. 730-733, 2010.
 - 5.32. M. Kato, T. Koyama, M. Machida, S. Kawamata, T. Ishida, "Magnetic flux structures in various shaped composite structures with d- and s-wave superconductors (d-dots) ", *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 248 012028 (8pages), 2010. (DOI: 10.1088/1742-6596/248/1/012028)
 - 5.33. Masaru Kato, Yoshiteru Iwamoto, Osamu Sato, "Vortex structures in nano-scaled superconducting networks", *Physica C*, vol. 470, pp. 747-749, 2010 (DOI: 10.1016/j.physc.2010.02.046)
 - 5.34. Y. Niwa, M. Kato, K. Maki, "Quasi-particle excitations around a pair of Half-Quantum Vortices in p- wave superconductors", *Physica C*, vol. 470, pp. 1151-1152, 2010 (DOI: 10.1016/j.physc.2010.05.061)
 - 5.35. Masaru Kato, Yoshiteru Iwamoto, Osamu Sato, "Non-local effects in finite superconducting networks", *Physica C*, vol. 470, S797-S798, 2010. (DOI:10.1016/j.physc.2009.12.035)
 - 5.36. Takekazu Ishida, Kohei Arai, Yukio Akita, Mitsunori Miyanari, Yusuke Minami, Tsutomu Yotsuya, Masaru Kato, Kazuo Satoh, Mayumi Uno, Hisashi Shimakage, Shigehito Miki, Zhen Wang, "Scanning laser microscope for imaging nanostructured superconductors", *Physica C*, pp. S207-S208, 2010. (DOI: 10.1016/j.physc.2010.02.044)
 - 5.37. H. Suematsu, T. Ishida, T. Koyama, M. Machida, M. Kato, "Vortex molecule in a Nanoscopic Square Superconducting Plate", *J. Phys. Soc. Jpn.* Vol. 79, 124704 (6 pages), (2010) (DOI: 10.1143/JPSJ.79.124704)
 - 5.38. Y. Niwa, M. Kato, K. Maki, "A new numerical method for quasi-particle spectroscopy around a pair of vortices in triplet superconductors", *J. Phys. Chem. Solids*, Vol. 72, 392-394, (2011).
 - 5.39. S. Oshima, M. Kato, "Three-dimensional simulation of quasi-particle structures in nano-scaled superconductors", *J. Phys. Chem. Solids*, 72, 398-402(2011).

林(大阪府立大)グループ (発行済:国内(和文) 0件、国際(欧文) 8件、未発行:国内(和文) 0件、国際(欧文) 3件):

- 6.1. Y. Nagai, N. Hayashi, Y. Kato, K. Yamauchi, and H. Harima, "Field angle dependence of the zero-energy density of states in unconventional superconductors: analysis of the borocarbide superconductor YNi₂B₂C", *J. Phys.: Conf. Ser.* 150 (2009) 052177 [4 pages]. (DOI:10.1088/1742-6596/150/5/052177)
- 6.2. Y. Tanuma, N. Hayashi, Y. Tanaka, and A. A. Golubov, "Model for vortex-core tunneling spectroscopy of chiral p-wave superconductors via odd-frequency pairing states", *Phys. Rev. Lett.* 102 (2009) 117003 [4 pages]. (DOI:10.1103/PhysRevLett.102.117003)
- 6.3. Y. Nagai and N. Hayashi, "Surface bound states in n-band systems with the quasichlassical approach", *Phys. Rev. B* 79 (2009) 224508 [9 pages]. (DOI:10.1103/PhysRevB.79.224508)
- 6.4. N. Hayashi, Y. Nagai, and Y. Higashi, "Analysis of field-angle dependent specific heat in unconventional superconductors: a comparison between Doppler-shift method and Kramer-Pesch approximation", *Physica C* 470 (2010) S865-S867. (DOI:10.1016/j.physc.2009.10.045)
- 6.5. H. Kaneyasu, N. Hayashi, B. Gut, K. Makoshi, and M. Sigrist, "Phase transition in the 3-Kelvin phase of eutectic Sr₂RuO₄-Ru", *J. Phys. Soc. Jpn.* 79 (2010) 104705 [6 pages]. (DOI: 10.1143/JPSJ.79.104705)
- 6.6. D. Kubota, N. Hayashi, and T. Ishida, "Torque theory of anisotropic superconductors with no phenomenological parameter in determining vortex core size", *Phys. Rev. B* 83 (2011) 184518 [5 pages]. (DOI:10.1103/PhysRevB.83.184518)
- 6.7. Y. Higashi, Y. Nagai, M. Machida, and N. Hayashi, "Field-angle dependence of the quasiparticle scattering inside a vortex core in unconventional superconductors", *Physica C* 471 (2011) 828-830. (DOI: 10.1016/j.physc.2011.05.066)
- 6.8. D. Kubota, N. Hayashi, and T. Ishida, "Torque formula as sum in reciprocal lattice for anisotropic superconductors", *Physica C* 471 (2011) 831-833. (DOI: 10.1016/j.physc.2011.05.067)
- 6.9. Y. Higashi, Y. Nagai, M. Machida, and N. Hayashi, "Phase-sensitive flux-flow resistivity in unconventional superconductors", *J. Phys.: Conf. Ser.* (accepted).
- 6.10. Y. Higashi, Y. Nagai, M. Machida, and N. Hayashi, "Effect of uniaxially anisotropic Fermi surface on the quasiparticle scattering inside a vortex core in unconventional superconductors", *Physica C* (accepted). (DOI: 10.1016/j.physc.2012.02.006)
- 6.11. N. Hayashi, Y. Higashi, N. Nakai, and H. Suematsu, "Effect of Born and unitary impurity scattering on the Kramer-Pesch shrinkage of a vortex core in an s-wave superconductor", *Physica C* (accepted).

柳澤(産総研)グループ (発行済:国内(和文) 3件、国際(欧文) 59件、未発行:国内(和文) 0件、国際(欧文) 4件):

- 7.1. T. Yanagisawa, Quantum Monte Carlo Diagonalization for Many-Fermion Systems, *Physical Review B* 75, 224503 (2007).
- 7.2. T. Yokoyama, S.Kawabata, T. Kato, and Y. Tanaka, Theory of macroscopic quantum tunneling in high-T_c c-axis Josephson junctions, *Physical Review B* 76, 134501 (2007).
- 7.3. I. Hase and T. Yanagisawa, Madelung Energy of the Valence Skipping Compound BaBiO₃, *Physical Review B* 76, 174103 (2007).

- 7.4. T. Yanagisawa, Phase diagram of the t - U Hamiltonian of Weak Coupling Hubbard Model, *New Journal of Physics* 10, 023014 (2008).
- 7.5. T. Yanagisawa, Supersymmetry and Superconductor-Insulator Transition, *Progress of Theoretical Physics* 118, 229 (2007).
- 7.6. T. Yanagisawa, I. Hase and K. Yamaji, Effective Quantum Variational Monte Carlo Study of Hubbard Model, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 310, 486-488 (2007).
- 7.7. Takashi Yanagisawa, Mitake Miyazaki, Kunihiko Yamaji, "Incommensurate Antiferromagnetism coexisting with Superconductivity in the Two-Dimensional d - p Model", *Journal of the Physical Society of Japan* 78 (2009) 013706.
- 7.8. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, S. Kashiwaya, H. Eisaki, Y. Yoshida, S. Kawabata, and Y. Tanaka, "Switching Dynamics of BiSrCaCuO Intrinsic Josephson Junctions: Macroscopic Quantum Tunneling and Heat Effect", *Journal of the Physical Society of Japan* 77 (2008) 104708.
- 7.9. Y. Tanaka, D. Dhondiram, S. Parasharam, M. Shirage, K. Miyazawa, T. Yanagisawa, H. Kito and A. Iyo, "Magnetic Tunneling of Carrier Through Antiferromagnetic Domain", *Journal of the Physical Society of Japan* 77 (2008) 095002.
- 7.10. Takashi Yanagisawa, "Physics of the Hubbard Model and High-Temperature Superconductivity", *Journal of Physics: Conference Series* 108 (2008) 012010.
- 7.11. K. Yamaji, T. Yanagisawa, M. Mitake, R. Kadono, " t - and t' -dependence of the bulk-limit superconducting condensation energy of the 2D Hubbard Model", *Physica C* 468 (2008) 1125.
- 7.12. I. Hase and T. Yanagisawa, "Valence Skip Behavior in BaBiO₃ and TlS", *Physica C* 468 (2008) 1159.
- 7.13. Takashi Yanagisawa, "Phase Diagram of the Three-Band Hubbard Model", *Physica C* 468 (2008) 1159.
- 7.14. I. Hase and T. Yanagisawa, "Electronic States of Valence Skipping Compounds", *Journal of Physics: Conference Series* 108 (2008) 012011.
- 7.15. S. Kawabata, Y. Asano, Y. Tanaka, S. Kashiwaya, and A. A. Golubov, "Cooper pair transport and macroscopic quantum dynamics in Josephson junctions through ferromagnetic insulators", *Physica C* 468 (2008) 701.
- 7.16. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, S. Kashiwaya, H. Shibata, H. Eisaki, Y. Yoshida, S. Kawabata, and Y. Tanaka, "Possible observation of energy level quantization in an intrinsic Josephson junction", *Physica C* 468 (2008) 1919.
- 7.17. S. Kawabata, T. Kato, F. Lombardi, and T. Bauch, "Theory of two-dimensional macroscopic quantum tunneling in a Josephson junction coupled with an LC circuit", *Journal of Physics: Conference Series*, **150**, 052105 (2009).
- 7.18. K. Yamaji, T. Yanagisawa, M. Miyazaki and R. Kadono, "System-Parameter Dependence of the Metallic Phase of Non-Doped 2D Hubbard Model", *Physica C*, Vol. 469, pp. 1037-1040, 2009.
- 7.19. T. Yanagisawa and I. Hase, "Superconductivity as a Kosterlitz-Thouless transition in the two-dimensional Hubbard model", *Physica C*, vol. 469, no. 15-20, pp. 1045-1047, 2009.
- 7.20. 川畑史朗, "量子コンピュータの基礎と最新研究動向", *自動車技術* Vol.62, No. 5 (2008) 93.
- 7.21. S. Kawabata, T. Bauch, and T. Kato, "Theory of two-dimensional macroscopic

- quantum tunneling in YBaCuO Josephson junctions coupled with an LC circuit", *Physical Review B* 80 (2009) 174513.
- 7.22. S. Kawabata, and Y. Asano, "Numerical study of pi-junction using spin filtering barrier", *International Journal of Modern Physics B* 23 (2009) 4320-4328.
- 7.23. S. Kawabata, T. Kato, F. Lombardi, and T. Bauch, "Two-dimensional macroscopic quantum dynamics in YBCO Josephson junctions", *International Journal of Modern Physics B* 23 (2009) 4329-4337.
- 7.24. S. Kawabata, Y. Asano, Y. Tanaka, and S. Kashiwaya, "Effect of d-f hybridization on the Josephson current through Eu-chalcogenides", *Physica C* 469 (2009) 1621-1623.
- 7.25. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, H. Eisaki, Y. Yoshida, S. Kawabata, Y. Tanaka, and S. Kashiwaya, "Switching dynamics and MQT in Bi2201 intrinsic Josephson Junctions", *Physica C* 469 (2009) 1593-1595.
- 7.26. M. Miyazaki, K. Yamaji, T. Yanagisawa, and R. Kadono, "Checkerboard States in the Two-Dimensional Hubbard Model with the Bi2212-Type Band", *Journal of the Physical Society of Japan* 78 (2009) 043709.
- 7.27. I. Hase and T. Yanagisawa, "Band structure of LaNiC₂", *Journal of the Physical Society of Japan* 78 (2009) 084724.
- 7.28. T. Yanagisawa, K. Odagiri, I. Hase, K. Yamaji, P. G. Shirage, Y. Tanaka, A. Iyo and H. Eisaki, "Isotope effect in multi-channel attractive systems and inverse isotope effect in iron-based superconductors", *Journal of the Physical Society of Japan* 78 (2009) 094718.
- 7.29. P.M. Shirage, K. Kihou, K. Miyazawa, C.-H. Lee, H. Kito, H. Eisaki, T. Yanasawa, Y. Tanaka, and A. Iyo, "Inverse Iron isotope effect on the transition temperature of the (Ba, K) Fe₂As₂ superconductor", *Physical Review Letters* 103 (2009) 257003.
- 7.30. K. Yamaji, T. Yanagisawa, M. Miyazaki and R. Kadono, "System-parameter dependence of the metallic phase of the non-doped 2D Hubbard model", *Physica C* 469 (2009) 1037.
- 7.31. T. Yanagisawa and I. Hase, "Superconductivity as a Kosterlitz-Thouless transition in the two-dimensional Hubbard model", *Physica C* 469 (2009) 1045.
- 7.32. S. Kawabata and Y. Asano, "Theory of quantum transport in Josephson junctions with a ferromagnetic insulator", *Low Temp. Phys.* Vol. 36, pp. 1143-1148, 2010.
- 7.33. S. Kawabata, H. Kashiwaya, and S. Kashiwaya, "Effect of Strong Coupling on Collective Macroscopic Quantum Tunneling in Intrinsic Josephson Junctions", *Physica C* vol. 470, pp. S848-S850, 2010.
- 7.34. S. Kawabata, S. Kashiwaya, Y. Tanaka, A. A. Golubov and Y. Asano, "A tunneling Hamiltonian theory of $0-\pi$ transition in d-wave superconductor /ferromagnetic-insulator heterostructures", *Journal of Physics: Conference Series* vol. 248, p. 012039, 2010.
- 7.35. S. Kawabata, Y. Asano, Y. Tanaka, A. A. Golubov, and S. Kashiwaya, "Thermally induced $0-\pi$ phase transition in Josephson junctions through a ferromagnetic oxide film", *Physica C* vol. 470, pp. 1496-1498, 2010.
- 7.36. A. S. Vasenko, S. Kawabata, A. A. Golubov, and F. W. J. Hekking, "Dissipative current in SIFS Josephson junctions", *Physica C* 470, 863-866, 2010.
- 7.37. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, H. Eisaki, Y. Yoshida, S. Kawabata, and S. Kashiwaya, "Multi-junction switching in Bi₂Sr_{1.6}La_{0.4}CuO_{6+ δ}

- intrinsic Josephson junctions", *Appl. Phys. Exp.* 3, p. 043101, 2010.
- 7.38. S. Koikegami and T. Yanagisawa, "Three-Dimensional Multi-Band d-p Model of Superconductivity in Spin-Chain Ladder Cuprate", *Journal of the Physical Society of Japan* vol. 79, p. 064701, 2010.
 - 7.39. T. Yanagisawa, "Kosterlitz-Thouless transition in the two-dimensional Hubbard model evidenced by Quantum Monte Carlo calculations of susceptibility", *Journal of the Physical Society of Japan* vol. 79, p. 063708, 2010.
 - 7.40. T. Yanagisawa, K. Odagiri, K. Yamaji, I. Hase et al., "Reply to Comment on 'Isotope Effect in Multi-Band and Multi-Channel Attractive Systems and Inverse Isotope Effect in Iron-Based Superconductor'", *Journal of the Physical Society of Japan* vol. 79, p. 126002, 2010.
 - 7.41. Y. Tanaka and T. Yanagisawa, "Chiral Ground State in Three-Band Superconductors", *Journal of the Physical Society of Japan* vol. 79, p. 114706, 2010.
 - 7.42. Y. Tanaka and T. Yanagisawa, "Chiral State in Three-Gap Superconductors", *Solid State Communications* vol. 150, pp. 1980-1984, 2010.
 - 7.43. I. Hase and T. Yanagisawa, "Effect of the Distortion of FeX₄ (X=P, AS) Tetrahedron for the Electronic Structure of Iron-Pnictide System", *Physica C* vol. 470, pp. 538-542, 2010.
 - 7.44. K. Yamaji, T. Yanagisawa and I. Hase, "3-Band Theory of Fe Pnictide Superconductors", *Physica C* vol. 470, pp. 1060-1063, 2010.
 - 7.45. M. Miyazaki, K. Yamaji, T. Yanagisawa and R. Kadono, "Coexistence between Checkerboard Charge and Striped Spin in the Two-Dimensional Hubbard Model", *Physica C* vol. 470, pp. 5919-5923, 2010.
 - 7.46. 岡林潤, 近藤剛, 千葉大地, 野崎隆行, 清水大雅, 川畑史郎, 秋永広幸, "磁性・スピントロニクス", *応用物理* Vol. 79 No. 8, pp. 720-722, 2010.
 - 7.47. S. Kawabata and Y. Asano, "Atomic scale $0-\pi$ transition in a high-T_c superconductor / ferromagnetic-insulator / high-T_c superconductor Josephson junction", *Physica E* vol. 43, pp. 722-725, 2011.
 - 7.48. K. Yamaji, T. Yanagisawa, M. Miyazaki, R. Kadono, "Superconducting Condensation Energy of the 2D Hubbard Model in the Large-Negative-t' Region", *Journal of the Physical Society of Japan* 80, 083702-1~4, 2011.
 - 7.49. T. Yanagisawa, Y. Tanaka, I. Hase and K. Yamaji, "Ginzburg-Landau Theory of Multi-Band Superconductivity and Applications to Fe Pnictides", *Physica C*, on-line published, 2011.
 - 7.50. I. Hase and T. Yanagisawa, "Electronic Band structure of LaF₂X₂ (X=Ge, Si)", *Physica C*, on-line published, 2011.
 - 7.51. Y. Chizaki, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, T. Koyama, and S. Kawabata, "Macroscopic quantum tunneling induced by a spontaneous field in intrinsic Josephson junctions", *Physica C*, on-line published, 2011.
 - 7.52. S. Kawabata, Y. Tanaka, A. A. Golubov, A. S. Vasenko, S. Kashiwaya, and Y. Asano, "Tunneling Hamiltonian description of the atomic-scale $0-\pi$ transition in superconductor/ferromagnetic-insulator junctions", *Physica C*, on-line published, 2011.
 - 7.53. Y. Tanaka, T. Yanagisawa, A. Crisan, P. M. Shirage, A. Iyo, K. Tokiwa, T. Nishio, A. Sandaresan, N. Terada, "Domains in multi-band superconductors", *Physica C*, on-line published, 2011.
 - 7.54. T. Yanagisawa, "Theory of Superconductivity in Correlated Electron Systems", *Magnetic Mechanism of Superconductivity in Copper-oxide* (Nova Science Publisher), 2011.
 - 7.55. 川畑史郎, "強磁性絶縁体を利用した超伝導スピントロニクス", *パリティ* Vol. 26,

- No. 11, 48-52, 2011.
- 7.56. S. Kawabata, Y. Tanaka, A. A. Golubov, A. S. Vasenko, and Y. Asano, "Spectrum of Andreev bound state in Josephson junctions with a ferromagnetic insulator", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, **in press**, 2011.
 - 7.57. S. Kawabata, Y. Tanaka, A. A. Golubov, A. S. Vasenko, S. Kashiwaya, and Y. Asano, "Tunneling Hamiltonian description of the atomic-scale $0-\pi$ transition in superconductor/ferromagnetic-insulator junctions", *Physica C*, Vol. 471, 1199-1201, 2011.
 - 7.58. A. S. Vasenko, S. Kawabata, A. A. Golubov, M. Yu. Kupriyanov, C. Lacroix, F. S. Bergeret, and F. W. J. Hekking, "Current-voltage characteristic of tunnel Josephson junction with a ferromagnetic interlayer", *Physical Review B* 84, 024524, 2011.
 - 7.59. I. A. Sadovskyy, D. Chevallier, T. Jonckheere, M. Lee, S. Kawabata, and T. Martin, "Josephson effect through an anisotropic magnetic molecule", *Physical Review B* 84, 184513, 2011.
 - 7.60. S. Kawabata, Y. Tanaka, A. A. Golubov, A. S. Vasenko, and Y. Asano "Spectrum of Andreev bound states in Josephson junctions with a ferromagnetic insulator", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, online-published, 2011.
 - 7.61. S. Nakamura, S. Souma, M. Ogawa, and S. Kawabata, "Theory of finite temperature Josephson transport through a ferromagnetic insulator" to appear in *Physics Procedia*, **in press**, 2012.
 - 7.62. S. Koikegami, T. Yanagisawa and S. Koike, "Unrestricted Hartree-Fock Analysis of $\text{Sr}_{3-x}\text{Ca}_x\text{Ru}_2\text{O}_7$ ", *Journal of the Physical Society of Japan* 80, 124703, 2011.
 - 7.63. T. Yanagisawa, Y. Tanaka, I. Hase and K. Yamaji, "Chirality and Vortices in Multi-Band Superconductors", *Journal of the Physical Society of Japan* 81, 024712, 2012.
 - 7.64. T. Yanagisawa and I. Hase, "Nonunitary Triplet Superconductivity in the Rare-Earth Noncentrosymmetric Compound LaNiC_2 ", *Journal of the Physical Society of Japan Supplement*, **in press**, 2012.
 - 7.65. I. Hase and T. Yanagisawa, "Electronic Band Structure of LaPt_2Si_2 ", *Physica C*, **in press**, 2012.
 - 7.66. M. Miyazaki, K. Yamaji, T. Yanagisawa and R. Kadono, "t' and t"-dependence of Stripe Phase in a Two-Dimensional Hubbard Model", *Physica Procedia*, **in press**, 2012.

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

なし

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

町田(原子力機構)グループ

- ① 招待講演 (国内会議 28 件、国際会議 32 件)
 - 1.1.1. 山田進, 今村俊幸, 町田昌彦, 「量子多体問題における自由度の壁とそれを越える並列対角化アルゴリズムの開発:地球シミュレータ上での超並列量子計算の現状」, *RIMS 研究集会「数値シミュレーションを支える応用数理」*, (2006 年 11 月 28 日, 京大・数理解析研).
 - 1.1.2. 町田昌彦, 山田進, 「量子力学的自由度が織り成す秩序構造:超伝導・超流動における超並列シミュレーションの現状と将来への課題」 第 12 回 NEXT 研究会(京都テルサ, 3 月 2 日, 京都, 2007).

- 1.1.3. 町田昌彦, 山田進, 今村俊幸, 「量子多体問題の厳密計算における巨大自由度の壁とそれを克服するための超大規模並列シミュレーション」 日本原子力学会総合講演 (名古屋大学, 3月28日, 2007).
- 1.1.4. M. Machida, “Numerical Simulation Studies for Abrikosov and Josephson Vortices”, International Autumn Seminar on Nanoscience and Engineering in Superconductivity for Young Scientists (Izu-Atagawa, 11.28, 2006, Japan)
- 1.1.5. 町田昌彦, “微小ジョセフソン接合アレイと量子振り子の共鳴: 多次元シュレディンガー方程式の数値シミュレーション”, 京都駅前セミナー: 非線形現象の数理を考える, 京都, 2007年7月.
- 1.1.6. T. Imamura, The 2nd International Conference on Computer Science & Education, WuHan (China), July 25-28, 2007
- 1.1.7. M. Machida, T. Kano, S. Yamada, M. Okumura, T. Imamura, and T. Koyama, “Electromagnetic Excitation of Intrinsic Josephson Junctions in Classical and Quantum Regimes”, KSSM 2007, Yongpyong (Korea), Aug. 2007.
- 1.1.8. M. Machida, T. Kano, S. Yamada, M. Okumura, T. Imamura, and T. Koyama, “Quantum Synchronization Effects and Related Electromagnetic Excitation in Intrinsic Josephson Junctions”, APCTP Super & Meso WS, Pohang (Korea), Aug. 2007.
- 1.1.9. M. Machida, T. Kano, S. Yamada, M. Okumura, T. Imamura, and T. Koyama, “Quantum Synchronization Effects in Intrinsic Josephson Junctions”, Vortex V, Rhodes (Greek) Sep. 13, 2007.
- 1.1.10. 林 伸彦 (原子力機構), 「空間反転対称性のない物質における渦糸系の物理」, 日本物理学会第62回年次大会, 北海道大学, 2007年9月21-24日.
- 1.1.11. T. Imamura, International Workshop on Applied Mathematics and Computational Science, Chofu (Japan), September 25-28, 2008.
- 1.1.12. M. Machida, T. Kano, T. Koyama, M. Kato, and T. Ishida, “Direct Numerical Simulations for Non-equilibrium Superconducting dynamics at the transition edge: Simulation for MgB2 Neutron Detector”, NVLS2007-SS, Sakai (Japan), Oct. 2007.
- 1.1.13. S. Yamada (JAEA), T. Imamura (The University of Electro-Communications), T. Kano (JAEA), and M. Machida (JAEA), Tera-flops Quantum Simulation for Superconducting Nano-device: High-Performance Eigenvalue Solver on the Earth Simulator, 7-th Teraflop Workshop, Sendai (Japan), Nov. 2007.
- 1.1.14. 町田昌彦, “トラップされた原子気体の超流動とナノ構造体の超伝導: 最新のトピックスと第一原理的理解”, 金研ワークショップ 「ナノ構造超伝導体とその応用」, 仙台, 2007年11月.
- 1.1.15. S. Yamada (JAEA), T. Imamura (The University of Electro-Communications), T. Kano (JAEA), and M. Machida (JAEA), High Performance Computing for Eigenvalue Solver to Coupled Josephson Junctions on the Earth Simulator, APCOM '07, Kyoto (Japan), Dec. 2007.
- 1.1.16. 町田昌彦, “超大規模量子計算が拓く強相関フェルミ原子ガスの新たな世界”, HPCS2008, 東京工業大学, 2008年1月.
- 1.1.17. 町田昌彦, “超並列シミュレーションが解き明かす超伝導・超流動の特異な性質”, 神戸大シミュレーションスクール, 神戸ポートアイランド, 2008年3月.
- 1.1.18. 町田昌彦, 「超伝導研究におけるマルチスケール・マルチフィジックスシミュレーションの現状と将来展望」, 第20期 日本学術会議 計算科学/シミュレーションワーキング, 東京工業大学, 2008年6月12日.
- 1.1.19. M. Machida, “Quantum Synchronization and Electromagnetic Wave Emission in intrinsic Josephson junctions”, International Conference on Theoretical Physics “DUBNA-NANO 2008” (July 7-11, 2008, Dubna, Russia)

- 1.1.20. M. Machida, "Quantum Dynamics, Synchronization, and Electromagnetic Wave Emission in Intrinsic Josephson Junctions", 6th International Symposium on Intrinsic Josephson Effects in High-Tc Superconductors (July 17-19, 2008, Pohang, Korea)
- 1.1.21. M. Machida, "Stripe Formation in Fermionic Atoms on 2-D Optical Lattice: DMRG Studies for Repulsive Hubbard Ladders", 6th international conference of stripes series (STRIPES08) "Quantum Phenomena in Complex Matter" (July, 2008, Erice, Italy).
- 1.1.22. 町田昌彦, 「大規模行列対角化の並列アルゴリズム開発と量子力学の根本問題」, 計算科学研究センター・ワークショップ2009 「次世代理論化学の新展開と超並列計算への挑戦」, 岡崎分子研, 2009年1月20日, 岡崎.
- 1.1.23. M. Machida, "±s-wave Scenario in Iron-based Superconductors: Thermodynamics and Josephson Effects International Workshop on Iron Related high-Tc Superconductors" (IRiSes2009), Tokyo, Japan, January 25, 2009.
- 1.1.24. M. Machida, "Theory for SIS Josephson Junction between Two-Band ±s-Wave and the Conventional Single-Gap Superconductors", The Joint JSPS-ESF International Conference on Nanoscience and Engineering in Superconductivity, Tsukuba, Japan, March 26, 2009.
- 1.1.25. 山田進(原子力機構), 今村俊幸(電通大), 奥村雅彦(原子力機構), 町田昌彦(原子力機構), "超並列固有値計算手法の開発:大規模量子計算への応用", 先駆的科学計算に関するフォーラム2008 ~線形計算を中心に~, 福岡市, 2008年9月.
- 1.1.26. 山田進, 奥村雅彦, 町田昌彦(原子力機構), "並列計算による DMRG の大規模シミュレーション手法:2次元モデルに対する動的 DMRG 法の並列化", 密度行列繰り込み群法を用いた物性研究の新展開, 京都大学, 2008年12月.
- 1.1.27. N. Hayashi (JAEA), "Josephson Effect between Conventional and Rashba Superconductors", Workshop on Non-Centrosymmetric Superconductors, Zurich (Switzerland), 30-31 May 2008.
- 1.1.28. N. Hayashi (JAEA), "New Theoretical Method for Analyzing the Field-Angle-Dependent Measurements Made in Unconventional Superconductors", International Workshop on Nanostructured Superconductors: From fundamentals to applications, Freudenstadt-Lauterbad (Germany), 13-17 September 2008.
- 1.1.29. 林 伸彦(原子力機構), "磁場回転比熱の新しい解析手法—渦コア準粒子の寄与の考慮—", 基研研究会「不均一超伝導超流動状態と量子物理」, 京都大学基礎物理学研究所, 京都市, 2008年7月31日—8月2日.
- 1.1.30. 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦(原子力機構), "n-leg 光学格子フェルミ原子気体の密度行列繰り込み群法による解析", 密度行列繰り込み群法を用いた物性研究の新展開, 京都大学, 2008年12月.
- 1.1.31. N. Nakai, N. Hayashi, and M. Machida (JAEA), "TDGL simulation for the driven vortex-lattice in an amorphous superconductor", International Workshop on Nanostructured Superconductors: From fundamentals to applications, Freudenstadt-Lauterbad (Germany), 13-17 September 2008.
- 1.1.32. 今村俊幸(電通大), マルチコア時代の固有値計算アルゴリズムを考える, 理研セミナー・大規模計算ワークショップ -大規模シミュレーションを支えるミドルウェア-, 理研, 2008年8月25日—8月26日.
- 1.1.33. 中村博樹, "鉄系超伝導体のフォノンと磁性:第一原理計算と実験から分かるその特異性", 物理学会大阪支部講演会, Spring-8, 2009年12月.
- 1.1.34. 町田昌彦, "行列対角化と密度行列繰り込み群の超並列化:強相関非平衡量子多体系の理解へ向けて", スーパーコンピュータワークショップ 2010:大規模並列分子シミュレーションの最前線, 2010年1月.

- 1.1.35. 奥村雅彦, “光学格子系における金属・絶縁体・超流動相の非平衡ダイナミクス”, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月.
- 1.1.36. 町田昌彦, “量子渦糸の構造とダイナミクス: 原子ガスから超流動乱流まで”, 基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 京都大学基礎物理学研究所, 2009 年 9 月.
- 1.1.37. M. Machida, Y. Ohta, and T. Koyama, “Theory of Josephson Vortices and Collective Modes in Multi-bands Superconductors”, The 12th International Workshop on Vortex Matter in Superconductors Lake Yamanaka, Sep. 2009.
- 1.1.38. M. Machida, "Propagation and Reflection Properties of External Electromagnetic Waves in Josephson Junctions", The First JST-DFG Workshop on Terahertz Superconductor Electronics, Tsukuba, Feb. 2010.
- 1.1.39. 中井宣之, “ギンツブルグ-ランダウ理論を用いた渦糸ダイナミクスシミュレーション”, 日本物理学会第 65 回年次大会, 岡山大学, 2010 年 3 月.
- 1.1.40. Y. Ota, M. Machida, and T. Koyama, “Theory of Josephson effects in iron-based multigap superconductor junctions”, Dubna-Nano2010, Dubna, Russia, July 5-10, 2010.
- 1.1.41. Y. Ota, M. Machida, and T. Koyama, “Theory of Josephson Effects in Josephson Junctions with Multiple Tunneling Channels: Phase Sensitive Tests for Iron-pnictide Superconductors”, 7th International Symposium on Intrinsic Josephson Effects and Plasma Oscillations in High-Tc Superconductors, Hirosaki, Japan, April 29 - May 2, 2010.
- 1.1.42. M. Machida, N. Sasa, Y. Ota, T. Koyama, and H. Matsumoto, “Theory and Simulation of Electromagnetic Wave Emission from Intrinsic Josephson Junctions”, Dubna-Nano2010, Dubna, Russia, July 5-10, 2010.
- 1.1.43. M. Machida, N. Sasa, Y. Ota, T. Koyama, and H. Matsumoto, “Analytical Modeling of Electromagnetic Wave Emission from Single Josephson Junctions and In-phase Resonant IJJ”, 7th International Symposium on Intrinsic Josephson Effects and Plasma Oscillations in High-Tc Superconductors, Hirosaki, Japan, April 29 - May 2, 2010.
- 1.1.44. M. Machida, M.Okumura, R.Igarashi, A. Yamamoto, and S. Yamada, “A Challenge of DMRG toward More Than 10-leg Ladder Models: Multi-site Clustering and Parallelization”, International Workshop on Density Matrix Renormalization Group and Other Advances in Numerical Renormalization Group Methods, Beijing, China, Aug. 23 - Sep. 3, 2010.
- 1.1.45. M. Machida, M.Okumura, R.Igarashi, A. Yamamoto, and S. Yamada, “A Challenge to Multi-leg Hubbard Ladders: from Directly-extended to Cluster Multi-chain Schemes”, "New Development of Numerical Simulations in Low-Dimensional Quantum Systems: From Density Matrix Renormalization Group to Tensor Network Formulations", Kyoto, Japan, Oct.27-29, 2010.
- 1.1.46. M. Okumura, S. Yamada, M. Machida, and H. Aoki, “Itinerant ferromagnetism of strongly correlated Fermi Atoms loaded on an optical ladder”, Ultracold Fermi Gas: Superfluidity and Strong-Correlation, Tokyo, Japan, 13-15 May (2010)
- 1.1.47. Y. Nagai, and M. Machida, “Large-scale self-consistent BdG calculation in vortex lattice system”, “The First International Workshop on Superconducting Vortex Matter”, Jinhua, China, May 27-31(2011)
- 1.1.48. 町田昌彦, 中村博樹, “鉄系超伝導母物質における磁気及び電気四重極モーメントと軌道秩序: 第一原理計算 LDA+U 法によるアプローチ”, 京都大学基礎物理学研究所研究会「鉄系高温超伝導の物理」, 京都, 2011 年 6 月 16-17 日.
- 1.1.49. Y. Nagai, N. Nakai, and M. Machida, “Direct Large-scale Numerical Demonstration of Quatiparticle Interference in Magnetic Fields: Orthonormal Polynomial Approach”, “12th International Workshopp on

- Vortex Matter in Superconductors 2011”, Chicago, USA, Jul. 31 - Aug. 5.
- 1.1.50. M. Machida, N. Nakai, Y. Ohta, T. Koyama, “Theory of Collective Modes and Vortex Dynamics in Multi-bands Superconductors”, “12th International Workshopp on Vortex Matter in Superconductors 2011”, Chicago, USA, Jul. 31 - Aug. 5.
 - 1.1.51. Michi-To Suzuki, “First Principle Theory of Multipole Ordered State of NpO_2 ”, 1st ASRC International Workshop New Approach to Exotic Phases of Actinide Compounds under Unconventional Experimental Conditions, 東海村, 2011年2月16-18日.
 - 1.1.52. 太田幸宏, “多バンド超伝導におけるジョセフソン効果と集団励起”, 日本物理学会 2011年秋季大会, 富山大学, 2011年9月21日-24日.
 - 1.1.53. 町田昌彦, “低次元フェルミオン光学格子に特有な量子相の出現”, 日本物理学会 2011年秋季大会, 富山大学, 2011年9月22日.
 - 1.1.54. 町田昌彦, 中村博樹, “鉄系超伝導体における軌道及びスピン秩序状態(第一原理計算に基づく分析)”, Workshop: CROSSROAD of Users and J-PARC, 第一回「J-PARCにおける強相関係や機能材料研究の将来」, 東海村, 2011年10月17-18日.
 - 1.1.55. 鈴木通人, “第一原理計算による強相関電子系化合物の量子状態解析”, 強相関電子系理論の最前線 –若手によるオープン・イノベーション–, 2011年12月, 勝浦.
 - 1.1.56. 小林恵太, 奥村雅彦, 太田幸宏, 山田進, 町田昌彦, “擬一次元光学格子中のフェルミ原子気体におけるハルデー相の解析”, Ultracold Gases: Superfluidity and Strong Correlations (USS2012), 東京理科大学神楽坂キャンパス森戸記念会館, 2012年1月.
 - 1.1.57. Y. Nagai, K. Tanaka, N. Hayashi, “Numerical method for mesoscopic superconductors in the quasiclassical theory”, International workshop on Pathbreaking Phase Sciences in Superconductivity 2012 (Osaka Museum of History, Osaka, Japan, January 13-15).
 - 1.1.58. M. Machida, Y. Ohta, T. Koyama, H. Matsumoto, “Dynamical Properties of Multi-band Superconducting Nano-Structures”, International workshop on Pathbreaking Phase Sciences in Superconductivity 2012 (Osaka Museum of History, Osaka, Japan, January 13-15).
 - 1.1.59. 山本篤史, 山田進, 町田昌彦, “光格子中の相互作用変調型フェルミ原子の解析”, Ultracold Gases: Superfluidity and Strong Correlations (USS-2012), 東京理科大学神楽坂キャンパス森戸記念会館, 2012年1月.
 - 1.1.60. Michi-To Suzuki, “First principle study of multipole ordered states in URu_2Si_2 ”, 2nd International REIMEI workshop on New approach to the exotic phases of actinide compounds under unconventional experimental conditions, Grenoble, France, 1-3 Feb. (2012)

② 口頭講演 (国内 126 件、国際 36 件)

- 1.2.1. M. Machida and T. Koyama, “Theory for Collective Macroscopic Tunneling in High-Tc Intrinsic Josephson Junctions”, (19th International Symposium on Superconductivity, Nagoya, Nov. 1, 2006, Japan)
- 1.2.2. S. Yamada, T. Imamura, T. Kano, and M. Machida, “High-Performance Computing for Exact Numerical Approaches to Quantum Many-Body Problems on the Earth Simulator”, (SC2006, Tampa, USA 2006) (IEEE Gordon Bell Prize Finalist)
- 1.2.3. M. Machida, T. Koyama, M. Kato, and T. Ishida, “Non-equilibrium Superconducting Dynamics after Neutron Capture close to the Superconducting Transition Edge in MgB_2 ”, 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (NVLS2006),

Kyoto, Dec. 13, Japan 2006

- 1.2.4. 町田昌彦, 山田進, 叶野琢磨, 「高温超伝導体における非一様性の起源と磁束コア電子状態」 第 14 回渦糸物理国内会議, 登別, 12 月 17 日, 2006.
- 1.2.5. 町田昌彦, 小山富男, 「固有ジョセフソン接合の接合間結合と量子準位」 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究研究会「超伝導計算機の基礎と応用に関する研究」, 東北大通研, 12 月 21 日, 2006.
- 1.2.6. M. Machida, Y. Ohashi, H. Matsumoto, and S. Yamada: "Systematic ground-state explanation for strongly-interacting fermions loaded on optical lattices." APS March Meeting, 2007.3. 5-9 Denver, Colorado, USA
- 1.2.7. 町田昌彦, 山田進, 大橋洋士, 松本秀樹, 「光学格子上フェルミ原子集団の MQT および MQC」日本物理学会, 鹿児島大, 2007 年 3 月 18 日.
- 1.2.8. 山田進, 町田昌彦, 松本秀樹, 大橋洋士, 「2 次元 DMRG を用いた 2 次元光学格子: 斥カトラップハバードモデルの基本的性質」, 日本物理学会, 鹿児島大, 2007 年 3 月 18 日.
- 1.2.9. 山田進(原子力機構), 今村俊幸(電気通信大学), 叶野琢磨(原子力機構), 町田昌彦(原子力機構), ジョセフソン量子素子シミュレーションにおける固有値計算手法: 前処理付共役勾配法の収束性, 日本応用数理学会 2007 年度年会, 北海道大学(札幌市), 2007 年 9 月 15-17 日.
- 1.2.10. 中井宣之, 林伸彦, 町田昌彦(原子力機構), 「柱状欠陥のある超伝導薄膜の Ginzburg-Landau シミュレーション研究」, 日本物理学会第 62 回年次大会, 北海道大学(札幌市), 2007 年 9 月 21-24 日.
- 1.2.11. 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦(原子力機構), 「箱形ポテンシャル内の光学格子上フェルミ原子気体の強相関効果」, 日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 21-24 日.
- 1.2.12. 山田進, 奥村雅彦, 町田昌彦(原子力機構), DMRG を 2 次元へ拡張するための並列化アルゴリズムとその効果, 日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 21 日-24 日.
- 1.2.13. 中井宣之, 林伸彦, 町田昌彦(原子力機構), 「磁束ピンングのある磁束フロー電圧の Ginzburg-Landau シミュレーション」, 東北大学金属材料研究所ワークショップ「ナノ構造超伝導体とその応用」, 東北大学金属材料研究所, 2007 年 11 月 26 日-27 日.
- 1.2.14. 林伸彦(原子力機構), 「空間反転対称性のない超伝導体のジョセフソン効果およびトンネル伝導特性」, 東北大学金属材料研究所ワークショップ「ナノ構造超伝導体とその応用」, 東北大学金属材料研究所, 2007 年 11 月 26 日-27 日.
- 1.2.15. 中井宣之, 林伸彦, 町田昌彦(原子力機構), 「渦糸ピンングのある超伝導薄膜のホール電圧に対するシミュレーション研究」, 第 15 回渦糸物理国内会議, (財)日本クリスチャンアカデミー 関西セミナーハウス, 京都市, 2007 年 12 月 12 日-14 日.
- 1.2.16. Noriyuki Nakai (JAEA), "TDGL simulation studies for the vortex-flow voltage in a type II superconductor with metal and insulator defects", 4th CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity 2007 CRITICAL CURRENTS (NVLS2007-CC), Kitakyushu International Conference Center, Kita-Kyushu (Japan), 17-18 December 2007.
- 1.2.17. T. Imamura (The University of Electro-Communications), "High-performance Parallel LOBPCG Solver: A Challenge to Schrödinger Equation on 2564 Grid", Recent Advances in Numerical Methods for Eigenvalue Problems (RANMEP2008), Jan. 2008.
- 1.2.18. S. Yamada, M. Okumura, M. Machida (JAEA), "Parallel computing of directly-extended density-matrix renormalization group to two-dimensional strongly correlated quantum systems", Parallel and Distributed Computing and Networks 2008 conference, Innsbruck

- (Austria), February 12-14, 2008.
- 1.2.19. T. Imamura (The University of Electro-Communications), “Automatic Tuning for the LOBPCG Eigenvalue Solver”, Parallel Processing for Science Computing, Atlanta (USA), March 12-14, 2008.
 - 1.2.20. 中井宣之(原子力機構), 「渦糸ピニングのある渦糸フロー電圧に対する TDGL シミュレーション」, 日本物理学会第 63 回年次大会, 近畿大学, 2008 年 3 月 22 日 - 26 日.
 - 1.2.21. 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦(原子力機構), 「密度行列繰り込み群法による三角光学格子中フェルミ原子気体系の解析」, 日本物理学会第 63 回年次大会, 近畿大学, 2008 年 3 月 22 日 - 26 日.
 - 1.2.22. 山田進, 奥村雅彦, 町田昌彦(原子力機構), 「三角格子ハバードモデルに対する 2 次元 DMRG 法の開発」, 日本物理学会第 63 回年次大会, 近畿大学, 2008 年 3 月 22 日 - 26 日.
 - 1.2.23. 林 伸彦(原子力機構), 「渦運動によるホール効果の TDGL シミュレーションおよび熱容量の磁場方向依存性測定に対する新しい解析手法」, 第 5 回「超伝導ナノサイエンスと応用」研究会, 神戸市有馬町, 2008 年 3 月 26 日 - 28 日.
 - 1.2.24. 町田昌彦, 叶野琢磨, 奥村雅彦, 山田進(原子力機構), 今村俊幸(電通大), “箱形トラップ中での FFLO 状態と強結合の効果”, 日本物理学会2008年秋季大会, 盛岡大学, 2008 年 9 月.
 - 1.2.25. 町田昌彦, 「多バンド超伝導体の GL 方程式とその特徴的振る舞い」, 非線形現象の数値シミュレーションと解析 2009, 北海道大学理学部, 3 月 7 日, 札幌.
 - 1.2.26. 山田進, “密度行列繰り込み群の並列化による大規模量子基底状態の高精度計算”, 先駆的科学計算に関するフォーラム 2008 ~研究プロジェクト成果報告会を兼ねて~, 福岡市, 2008 年 4 月.
 - 1.2.27. 山田進, “2次元ハバードモデルに対する密度行列繰り込み群の並列アルゴリズム”, 第 37 回数値解析シンポジウム-NAS2008-, 仙北市, 2008 年 6 月.
 - 1.2.28. S. Yamada, M. Okumura, M. Machida (JAEA), “High Performance Computing for Eigenvalue Solver in Density-Matrix Renormalization Group Method: Parallelization of the Hamiltonian Matrix-vector Multiplication”, “8-th International Meeting on High Performance Computing for Computational Science (VECPAR’08)”, Toulouse (France), June, 2008.
 - 1.2.29. 山田進, 奥村雅彦, 町田昌彦(原子力機構), “周期系モデルに対する新規 DMRG 法の開発”, 日本物理学会2008年秋季大会, 盛岡大学, 2008 年 9 月.
 - 1.2.30. 町田昌彦, 中村博樹, 林伸彦, 中井宣之, “鉄化合物超伝導体の第一原理計算と強相関効果”, 日本物理学会2008年秋季大会, 盛岡大学, 2008 年 9 月.
 - 1.2.31. M. Machida, H. Nakamura, N. Hayashi, N. Nakai (JAEA), “First-Principle Electronic Structure Calculations For Magnetic Moment in Iron-based Superconductors: An LSDA+ Negative U Study”, 21th International Symposium on Superconductivity (ISS2008), Tsukuba (Japan), 27-29 October 2008.
 - 1.2.32. 永井佑紀(東大), 林伸彦(原子力機構), 「磁場回転比熱の新しい解析手法~渦コア準粒子の寄与の考慮~」, 第 16 回渦糸物理国内会議, 東京工業大学, 東京都, 2008 年 12 月 8 日 - 12 月 10 日.
 - 1.2.33. 奥村雅彦, 中井宣之, 中村博樹, 林伸彦, 山田進, 町田昌彦(原子力機構), “鉄化合物超伝導体のミニマムモデルと DMRG による基底状態探索”, 日本物理学会2008年秋季大会, 盛岡大学, 2008 年 9 月.
 - 1.2.34. 奥村雅彦, 大西弘明, 中井宣之, 山田進, 町田昌彦(原子力機構), “密度行列繰り込み群による光学格子中 p バンドフェルミオンの解析”, 日本物理学会2008年秋季大会, 盛岡大学, 2008 年 9 月.

- 1.2.35. 中井宣之, 林伸彦, 町田昌彦(原子力機構), “アモルファス超伝導体の渦糸フロー状態に対する TDGL シミュレーション”, 日本物理学会2008年秋季大会, 盛岡大学, 2008年9月.
- 1.2.36. 中井宣之, 林伸彦, 町田昌彦(原子力機構), “渦糸フロー横電圧の符号反転に対する TDGL シミュレーション”, 日本物理学会2008年秋季大会, 盛岡大学, 2008年9月.
- 1.2.37. 中井宣之, 林伸彦, 町田昌彦(原子力機構), “渦糸格子フローのシミュレーション研究”, 第16回渦糸物理国内会議, 東京工業大学, 東京都, 2008年12月8日-12月10日.
- 1.2.38. 今村俊幸(電通大), 山田進, 町田昌彦(原子力機構), マルチコア時代の固有値計算アルゴリズムを考える, 日本応用数理学会 2008年度 年会, 東大柏キャンパス, 2008年9月17日-9月19日.
- 1.2.39. 今村俊幸(電通大), LOBPCG における段階的収束と window の効果について, 2008年並列/分散/協調処理に関する『佐賀』サマー・ワークショップ (SWoPP 佐賀 2008), 佐賀, 2008年8月5日-8月7日.
- 1.2.40. 町田昌彦(原子力機構), 「超伝導ナノファブ리케이션による新奇物性と中性子検出デバイス開発のための超伝導ダイナミクスの研究」, 地球シミュレータセンター 平成20年度利用成果報告会, 地球シミュレータセンター, 2008年12月10日.
- 1.2.41. 町田昌彦(原子力機構), 小山富男, 松本秀樹(東北大), “Positive Effects of Heat Generation on Josephson Radiation in Intrinsic Josephson Junctions”, 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会「超伝導計算機の基礎と応用に関する研究」, 仙台, 2008年12月18日.
- 1.2.42. 太田幸宏, 町田昌彦(原子力機構), 小山富男, 松本秀樹(東北大), “Josephson plasma modes and vortices in 2-gap intrinsic Josephson junction stacks”, 東北大電機通信研究所共同プロジェクト研究会「超伝導計算機の基礎と応用に関する研究」, 仙台, 2008年12月18日.
- 1.2.43. 町田昌彦, 佐々成正, 叶野琢磨(原子力機構), 小林未知数(東大), 坪田誠(大阪市立大), “Quantum Turbulence; Its Universality and Particularity through Massively-parallel Simulation”, スーパーグリーン特定成果報告会(奈良新公会堂), 奈良, 2008年12月19日.
- 1.2.44. 永井佑紀(東大), 林伸彦(大阪府立大), 中井宣之, 中村博樹, 奥村雅彦, 町田昌彦(原子力機構), “異方的 $\pm s$ 波超伝導シナリオによる核磁気緩和率及びアンドレーエフ束縛状態”, 鉄ニクタイト物質系における超伝導ペア対称性と超伝導状態研究会, 東京, 日本, 2009年1月24日.
- 1.2.45. 中村博樹, 町田昌彦, A.Q.R. Baron, 福田竜生, 社本真一(原子力機構), “第一原理計算による鉄系超伝導体のフォノン構造の研究”, 鉄ニクタイト物質系における超伝導ペア対称性と超伝導状態研究会, 東京, 日本, 2009年1月24日.
- 1.2.46. 中井宣之, 太田幸宏(原子力機構), 林伸彦(大阪府立大), 町田昌彦(原子力機構), “2ギャップ系における磁束構造の研究”, 鉄ニクタイト物質系における超伝導ペア対称性と超伝導状態研究会, 東京, 日本, 2009年1月24日.
- 1.2.47. 山田進, 奥村雅彦, 町田昌彦(原子力機構), “動的 DMRG 法を用いた 2 次元フェルミ粒子光学格子系の一粒子励起スペクトルの解析”, 日本物理学会第 64 回年次大会, 東京, 2009年3月28日.
- 1.2.48. H. Nakamura, M. Machida, A.Q.R. Baron, T. Fukuda, S. Shamoto, "Effects of Magnetic Ordering on Phonon Spectra in Iron-based Superconductors: First Principle Calculation and Theoretical Analysis", American Physical Society March Meeting, Pittsburgh (USA), 16-20 March 2009.
- 1.2.49. M. Okumura, S. Yamada, N. Taniguchi, and M. Machida, “Magnetism Localization and Hole Localization in Fermionic Atoms Loaded on Optical

- Lattice”, American Physical Society March Meeting, Pittsburgh (USA), 16-20 March 2009.
- 1.2.50. M. Okumura, H. Onishi, S. Yamada, and M. Machida, “Spin and Charge Dynamics in Atomic Fermions Loaded on Optical Lattice”, American Physical Society March Meeting, Pittsburgh (USA), 16-20 March 2009.
 - 1.2.51. 太田幸宏, 町田昌彦(原子力機構), 小山富男, 松本秀樹(東北大), “異なるバンド数をもつ超伝導体間におけるジョセフソン効果”, 日本物理学会第 64 回年次大会, 東京, 2009 年 3 月 27 日.
 - 1.2.52. 奥村雅彦, 大西弘明, 山田進, 町田昌彦(原子力機構), “トラップ中光学格子フェルミ原子気体の動的性質の解析”, 日本物理学会第 64 回年次大会, 東京, 2009 年 3 月 28 日.
 - 1.2.53. 中村祐介, 須永知夏, 峰真如(早大), 奥村雅彦(原子力機構), 山中由也(早大), “非平衡 Thermo Field Dynamics に基づく冷却原子気体の量子 Boltzmann 方程式”, 日本物理学会第 64 回年次大会, 東京, 2009 年 3 月 29 日.
 - 1.2.54. 中井宣之, 太田幸宏(原子力機構), 林伸彦(大阪府大), 町田昌彦(原子力機構), “マルチギャップ超伝導体の渦糸ピンニングに対する TDGL シミュレーション”, 日本物理学会第 64 回年次大会, 東京, 2009 年 3 月 30 日.
 - 1.2.55. 永井佑紀(東大), 林伸彦(大阪府大), 町田昌彦(原子力機構), 大成誠一郎(名大), 田仲由喜夫(名大), “ s 波超伝導における束縛状態: 鉄砒素系超伝導体の解析”, 日本物理学会第 64 回年次大会, 東京, 2009 年 3 月 28 日.
 - 1.2.56. 中村博樹, 町田昌彦, A.Q.R. Baron, 福田竜生, 社本真一(原子力機構), “鉄系超伝導体のフォノン分散における磁気秩序の影響の第一原理計算による評価”, 日本物理学会第 64 回年次大会, 東京, 2009 年 3 月 28 日.
 - 1.2.57. 町田昌彦, 中村博樹, Alfred Q. R. Baron, 福田竜夫, 社本真一, 第一原理計算による鉄系超伝導体の磁気及び格子構造に関する考察, 日本物理学会第64回年次大会, 池袋, 2009 年 3 月 28 日.
 - 1.2.58. Toshiyuki Imamura: An approach of full diagonalization via reduction of a band matrix: Performance and scalability on a multicore and multiprocessor environment, SIAM Conference on Computational Science and Engineering (CSE09), Miami, March 2009.
 - 1.2.59. 今村俊幸, 山田進, 町田昌彦, マルチコア環境における Narrow-band reduction を検証する, 2009 年ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム (HPCS2009), Tokyo, Jan. 2009.
 - 1.2.60. Toshiyuki Imamura: Advanced topics for eigenvalue solver of recent multicore and multiprocessor age, 14th NEXT workshop, Kyoto, March 2009.
 - 1.2.61. 中井宣之, 中村博樹, 太田幸宏, 永井佑紀, 林伸彦, 町田昌彦, “鉄砒素超伝導体に対する超流動密度の温度依存性”, 日本物理学会第 65 回年次大会, 岡山, 2010 年 3 月.
 - 1.2.62. 中村博樹, 町田昌彦, “第一原理計算によるペロブスカイト型ブロック層をもつ鉄系超伝導体の電子状態の解析”, 日本物理学会第 65 回年次大会, 岡山, 2010 年 3 月.
 - 1.2.63. 五十嵐亮, 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦, “スピントラップ系のギャップの系統的調査”, 日本物理学会第 65 回年次大会, 岡山, 2010 年 3 月.
 - 1.2.64. 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦, 青木秀夫, “密度行列繰り込み群による梯子状光学格子中の冷却フェルミ原子の解析 —スピン偏極構造”, 日本物理学会第 65 回年次大会, 岡山, 2010 年 3 月.
 - 1.2.65. 太田幸宏, 町田昌彦, 小山富男, 青木秀夫, “多バンド超伝導・超流動におけるレグレット・モードとその dynamical class”, 日本物理学会第 65 回年次大会, 岡山, 2010 年 3 月.

- 1.2.66. 山田進, 奥村雅彦, 五十嵐亮, 町田昌彦, “準 2 次元ハバードモデルに対する動的 DMRG 法の高速アルゴリズム”, 日本物理学会第 65 回年次大会, 岡山, 2010 年 3 月.
- 1.2.67. H. Nakamura, M. Machida, “Electronic structure of iron-based superconductors with thick perovskite-blocking layers”, American Physical Society March Meeting 2010, Portland, Oregon, USA, 2010 年 3 月.
- 1.2.68. Ryo Igarashi, Masahiko Okumura, Susumu Yamada, and Masahiko Machida, “Ground State phase diagram of the asymmetric spin tube up to 6 legs”, American Physical Society March Meeting 2010, Portland, Oregon, USA, 2010 年 3 月.
- 1.2.69. Y. Ota, N. Nakai, H. Nakamura, M. Machida, D. Inotani, Y. Ohashi, T. Koyama, H. Matsumoto, “Theory of ac Josephson effects in multiple tunneling junctions”, American Physical Society March Meeting 2010, Portland, Oregon, USA, 2010 年 3 月.
- 1.2.70. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, H. Matsumoto, “Propagation and reflection properties of external electromagnetic waves in Josephson junctions”, First JST-DFG Workshop on Terahertz Superconductor Electronics, 筑波, 2010 年 2 月.
- 1.2.71. 太田幸宏, 町田昌彦, 小山富男, 青木秀夫, “Collective Excitation Modes in Multi-band Superconductors”, 第 17 回磁束線物理国内研究会 (VPWJ2009), 大阪, 2009 年 12 月.
- 1.2.72. 町田昌彦, “量子乱流の大規模シミュレーション: エネルギー散逸ボトルネック効果の可能性”, 第 17 回磁束線物理国内研究会 (VPWJ2009), 大阪, 2009 年 12 月.
- 1.2.73. 中井宣之, 中村博樹, 太田幸宏, 永井佑紀, 林伸彦, 町田昌彦, “鉄砒素系超伝導物質の超伝導状態に対する考察～現象論的アプローチ～”, TRIP「新規材料による高温超伝導基盤技術」第 3 回領域会議, 東京, 2009 年 12 月.
- 1.2.74. 中井宣之, 太田幸宏, 林伸彦, 町田昌彦, “2バンド模型TDGLシミュレーションの磁束フロー電圧”, 第 17 回磁束線物理国内会議 (VPWJ2009), 大阪, 2009 年 12 月.
- 1.2.75. 山田進, 今村俊幸, 奥村雅彦, 五十嵐亮, 町田昌彦, “密度行列繰り込み群法における大規模固有値計算の並列化”, RIMS 研究集会「数値解析と数値計算アルゴリズムの最近の展開」, 京大会館, 2009 年 12 月.
- 1.2.76. 太田幸宏, 近藤康, “Composite pulses in NMR as non-adiabatic geometric phase gates”, 第 21 回量子情報技術研究会(QIT21), 2009 年 11 月.
- 1.2.77. 太田幸宏, 中井宣之, 中村博樹, 町田昌彦, 猪谷大介, 大橋洋士, 小山富男, 松本秀樹, “Shapiro Steps in Heterotic SIS Multi-tunneling-channel Josephson Junctions: Identification of $\pm s$ -wave in Iron-pnictide Superconductors”, 東北大電気通信研究所共同研究「環境負荷低減に資する超伝導計算機技術に関する研究」研究会, 仙台, 2009 年 11 月.
- 1.2.78. 町田昌彦, 中村博樹, 小山富男, 浜田典昭, “新規鉄系超伝導体の異方性評価と新しい固有ジョセフソン効果の可能性”, 東北大電気通信研究所共同研究「環境負荷低減に資する超伝導計算機技術に関する研究」研究会, 仙台, 2009 年 11 月.
- 1.2.79. M. Machida, H. Nakamura, “Two-dimensionality of electronic structure and strong Fermi-surface nesting in highly anisotropic iron-based superconductors”, 22nd International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November 2009.
- 1.2.80. 町田昌彦, 中村博樹, “鉄系超伝導体のフォノンと磁性”, 「鉄系高温超伝導体研究の最前線～メカニズムおよび物性のレビューと展望～」, 上野, 2000 年 11 月.
- 1.2.81. 五十嵐亮, 山田進, 町田昌彦, 小形正男, “Heisenberg 模型の 1 次元化の解析”, 日本物理学会 2009 年 秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月.

- 1.2.82. 太田幸宏, 町田雅彦, 小山富男, “多結晶鉄砒素超伝導体における粒間臨界電流の評価”, 日本物理学会 2009 年 秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月.
- 1.2.83. 太田幸宏, 町田雅彦, 小山富男, 松本秀樹, “多バンド超伝導体におけるジョセフソン渦”, 日本物理学会 2009 年 秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月.
- 1.2.84. 奥村雅彦, 大西弘明, 山田進, 町田昌彦, “光学格子系における引力フェルミ原子気体の重心運動”, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月.
- 1.2.85. 中井宣之, 中村博樹, 宮下通泰, 永井佑紀, 太田幸宏, 林伸彦, 町田昌彦, “マルチギャップ超伝導体に対する電子比熱の温度依存性”, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月.
- 1.2.86. 中井宣之, 町田昌彦, “正方格子ピン止め配置の渦糸侵入シミュレーション”, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月.
- 1.2.87. 中村博樹, 町田昌彦, 小山富男, 浜田典昭, “第一原理計算による鉄系超伝導物質の異方性の解析”, 日本物理学会 2009 年 秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月.
- 1.2.88. 町田昌彦, 宮下通泰, 中村博樹, “第一原理計算による鉄砒素系超伝導体の電子・磁気構造”, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 熊本大学(熊本市), 2009 年 9 月.
- 1.2.89. 山田進, 奥村雅彦, 町田昌彦, “超並列動的密度行列繰り込み群法の開発:ラダー系への直接拡張と高速化”, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 熊本大学(熊本市), 2009 年 9 月.
- 1.2.90. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, H. Matsumoto, “Peculiar Josephson Vortex Structure for $\pm s$ -wave in Josephson Junctions with Multiple Tunneling Channels”, New directions of superconducting nanostructures 2009, Nagoya, Japan, September 2009.
- 1.2.91. 山田進, 今村俊幸, 奥村雅彦, 町田昌彦, “マルチコアクラスタ向け通信手法を用いた密度行列繰り込み群法の並列化”, 2009 年並列/分散/協調処理に関する『仙台』サマー・ワークショップ(SWoPP 仙台 2009), 仙台市, 2009 年 8 月.
- 1.2.92. R. Igarashi, M. Ogata, “Partial order of frustrated Potts model”, International Conference on Magnetism 2009, Karlsruhe, Germany, July 2009.
- 1.2.93. 町田昌彦, “第一原理計算による鉄系超伝導体の磁気及び格子構造”, JST 研究領域「新規材料による高温超伝導基盤技術」(TRIP) 第2回領域会議(公開シンポジウム), 富士ソフト, アキバプラザ, 2009 年 7 月.
- 1.2.94. 町田昌彦, “量子乱流の大規模シミュレーションの現状と展望”, 文科省科研費特定領域「スーパークリーン物質で実現する新しい量子相の物理」, 箱根パウエル, A03, 04 班合同会議, 2009 年 4 月.
- 1.2.95. 中井宣之, 永井佑紀, 町田昌彦, “平均場理論を用いた不純物と渦糸による低励起状態の空間構造研究”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪, 2010 年 9 月.
- 1.2.96. 中井宣之, 永井佑紀, 町田昌彦, “鉄砒素系超伝導体に対する渦糸周りの低励起状態のエネルギー依存性”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪, 2010 年 9 月.
- 1.2.97. 太田幸宏, 町田昌彦, 小山富男, “多ギャップ超伝導体 SIS ジョセフソン接合におけるシャピロ・ステップ”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪, 2010 年 9 月 23 日.
- 1.2.98. 太田幸宏, 町田昌彦, 小山富男, “多ギャップ超伝導体ジョセフソン接合における巨視的量子トンネル”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪, 2010 年 9 月 23 日.
- 1.2.99. 五十嵐亮, 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦, “5-leg スピンチューブ系の相図”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪, 2010 年 9 月.
- 1.2.100. 奥村雅彦, 大西弘明, 山本篤史, 山田進, 町田昌彦, 柚木清司, “フェルミ原子光学格子系非平衡ダイナミクスにおける相関効果”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪, 2010 年 9 月.
- 1.2.101. 山田進, 五十嵐亮, 奥村雅彦, 山本篤史, 町田昌彦, “格子点のクラスタ化による準 2次元ハバードモデルに対する DMRG 法の有効性”, 日本物理学会 2010 年秋季

- 大会, 大阪, 2010 年 9 月.
- 1.2.102. 奥村雅彦, 山本篤史, 山田進, 町田昌彦, 柚木清司, “フェルミ原子光学格子非平衡ダイナミクスにおける相関効果”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪, 2010 年 9 月.
 - 1.2.103. 山本篤史, 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦, “低次元光格子中における冷却フェルミ原子の 1 粒子スペクトルの解析”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪, 2010 年 9 月.
 - 1.2.104. 山本篤史, 山下眞, 菅誠一郎, 川上則雄, “一次元光格子中のヘテロ接合界面における冷却フェルミ原子のダイナミクス”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪, 2010 年 9 月.
 - 1.2.105. 山本篤史, 山田進, 町田昌彦, “光格子中における冷却フェルミ原子気体のダイナミクス”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪, 2010 年 9 月.
 - 1.2.106. 東陽一, 永井佑紀, 林伸彦, “回転磁場下での磁束フロー抵抗の理論 III”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪府立大学(堺市), 2010 年 9 月 23 日.
 - 1.2.107. 永井佑紀, 黒木和彦, 町田昌彦, 青木秀夫, “多軌道系超伝導体における不純物効果”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪府立大学(堺市), 2010 年 9 月 25 日.
 - 1.2.108. 永井佑紀, 加藤雄介, “鉄系超伝導体の渦糸近傍での不純物散乱におけるコヒーレンス因子”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪府立大学(堺市), 2010 年 9 月 26 日.
 - 1.2.109. 中村博樹, 町田昌彦, 「鉄系超伝導体における軽元素混入効果の第一原理計算による評価」, 日本物理学会 秋の分科会, 大阪, 2010 年 9 月 25 日.
 - 1.2.110. 太田幸宏, 町田昌彦, 小山富男, 「マルチギャップ超伝導における巨視的量子トンネル」, 環境負荷低減に資する超伝導計算機技術に関する研究, 東北大電気通信研究所(仙台), 2011 年 2 月 17 日-18 日.
 - 1.2.111. 太田幸宏, 永井佑紀, 町田昌彦, 「固体物理における最新の話題:トポロジーという概念を中心に」, 非線形現象の数値シミュレーションと解析2011, 北海道大学(札幌), 2011 年 3 月 14 日-15 日.
 - 1.2.112. 山田進, 五十嵐亮, 大西弘明, 山本篤史, 奥村雅彦, 町田昌彦, “並列 DMRG 法を用いた準 2 次元ハバードモデルの超伝導相関シミュレーション”, 日本物理学会第 66 回年次大会, 新潟, 2011 年 3 月 27 日.
 - 1.2.113. 永井佑紀, 黒木和彦, “中性子散乱実験による鉄系超伝導体のペアリング状態の判別方法”, 日本物理学会第 66 回年次大会, 新潟, 2011 年 3 月.
 - 1.2.114. 中村博樹, 町田昌彦, 「鉄系超伝導体における軽元素混入効果の第一原理計算による評価 II」, 日本物理学会 第 66 回年次大会, 新潟, 2011 年 3 月.
 - 1.2.115. 山本篤史, 山田進, 町田昌彦, 「光格子中における引力相互作用する冷却フェルミ原子の一粒子励起スペクトルの解析」, 日本物理学会 第 66 回年次大会, 新潟, 2011 年 3 月.
 - 1.2.116. 太田幸宏, 町田昌彦, 小山富男, 「超伝導-トポロジカル絶縁体接合系の輸送理論とジョセフソン効果」, 日本物理学会 第 66 回年次大会, 新潟, 2011 年 3 月.
 - 1.2.117. 太田幸宏, 町田昌彦, 小山富男, 「鉄砒素系固有ジョセフソン接合における新しい接合間結合と集団励起モード」, 日本物理学会 第 66 回年次大会, 新潟, 2011 年 3 月.
 - 1.2.118. 中井宣之, 永井佑紀, 町田昌彦, “平均場理論による長周期スピン構造がある場合の 1 粒子励起スペクトル”, 日本物理学会第 66 回年次大会, 新潟, 2011 年 3 月.
 - 1.2.119. 奥村雅彦, 白川知功, 山田進, 今村俊幸, 町田昌彦, 柚木清司, “光格子における擬 CuO₂ 模型の提案”, 日本物理学会第 66 回年次大会, 新潟, 2011 年 3 月.
 - 1.2.120. Y. Ota, M. Machida, and T. Koyama, “Theory for macroscopic quantum tunneling in Josephson junctions with two-gap superconductors”

- Corrections from Leggett's mode”, Summer School on Diversities in Quantum Computation/Information, Higashi-Osaka, Japan, August 1-5, 2010.
- 1.2.121. R. Igarashi, "Development of the Simulation Framework for Quantum Many-Body Systems", Mini-Symposium in SC10, New Orleans, USA, November, 2010
 - 1.2.122. Yuki Nagai, Kazuhiko Kuroki, Masahiko Machida, Hideo Aoki, "Impurity effect in multi-orbital, sign-reversing s-wave superconductors", the 23rd International Symposium on Superconductivity ISS2010 in Tsukuba, Japan, Nov. 2
 - 1.2.123. Hiroki Nakamura, Masahiko Machida, Masato Kato, "LDA+U Study on Plutonium Dioxide with Spin-Orbit Couplings", The Joint International Conference of the 7th Supercomputing in Nuclear Application and the 3rd Monte Carlo (SNA + MC2010), Tokyo, Oct. 17-21, 2010.
 - 1.2.124. M. Okumura, H. Onishi, S. Yamada, and M. Machida, "Anomalous non-equilibrium transport in one-dimensional quantum nano wire at half-filling: time-dependent density-matrix renormalization group study", International Conference on Theoretical Physics Dubna-Nano2010, Dubna, Russia, 5-10 July (2010).
 - 1.2.125. Hiroki Nakamura, Masahiko Machida, "First-Principles study of light-element doping effects on iron-based superconductors", American Physical Society March Meeting 2011, Dallas, USA, March 21-25, 2011
 - 1.2.126. Masahiko Machida, Hiroki Nakamura, "Orbital-ordering and In-plane Anisotropy in Low-moment Ground-state of Parent Compounds of Iron-based Superconductors", American Physical Society March Meeting 2011, Dallas, USA, March 21-25, 2011
 - 1.2.127. Atsushi Yamamoto, Susumu Yamada, and Masahiko Machida, "Analysis of the single-particle excitation spectrum of ultracold fermions in 1D optical lattices", American Physical Society March Meeting 2011, Dallas, USA, March 21-25, 2011
 - 1.2.128. Yukihiko Ota, Masahiko Machida, and Tomio Koyama, "Enhancement of macroscopic quantum tunneling in Josephson junctions with multigap superconductors through zero-point fluctuations of Josephson-Leggett mode", American Physical Society March Meeting 2011, Dallas, USA, March 21-25, 2011
 - 1.2.129. 五十嵐亮, "非対称スピラダラーとスピントラップの基底状態と励起状態", 日本物理学会大阪支部講演会(共催:原子力機構・兵庫県大合同物性コロキウム(第67回)), 兵庫, 2010年4月.
 - 1.2.130. 今井良宗, 高橋英幸, 岡田達典, 北川健太郎, 松林和幸, 中井宣之, 永井佑紀, 瀧川仁, 上床美也, 町田昌彦, 前田京剛, "LiFe(As,P)単結晶のマイクロ波表面インピーダンス測定と超伝導ギャップ構造", 日本物理学会第66回年次大会, 新潟, 2011年3月.
 - 1.2.131. 高橋英幸, 今井良宗, 岡田達典, 小宮世紀, 北川健太郎, 松林和幸, 中井宣之, 永井佑紀, 塚田一郎, 瀧川仁, 上床美也, 町田昌彦, 前田京剛, "LiFeAs と FeSe_{1-x}Te_x 単結晶のマイクロ波複素電気伝導度の比較", 日本物理学会第66回年次大会, 新潟, 2011年3月.
 - 1.2.132. 東陽一, 永井佑紀, 町田昌彦, 林伸彦, "異方的超伝導体における渦糸コア内での位相敏感な準粒子散乱", 日本物理学会第66回年次大会, 新潟, 2011年3月.
 - 1.2.133. 山田進, 今村俊幸, 奥村雅彦, 五十嵐亮, 山本篤史, 町田昌彦, "次世代計算機「京」での高性能並列計算に向けた密度行列繰り込み群法の超大規模並列化", 第16回計算工学講演会, 2011年5月25日.

- 1.2.134. 町田昌彦, 太田幸宏, 中村博樹, 「粒界シミュレーション」, 応用物理学会超伝導分科会第 43 回研究会「鉄系新超伝導研究の現状と展望」, 国際超電導産業技術センター, 東京, 2011 年 6 月 30 日.
- 1.2.135. 小林恵太, 奥村雅彦, 太田幸宏, 山田進, 町田昌彦, “Analysis of cold fermi gas with p-orbit in optical lattice”, “熱場の量子論とその応用”, 京都大学基礎物理学研究所, 2011 年 8 月.
- 1.2.136. 小林恵太, 奥村雅彦, 太田幸宏, 山田進, 町田昌彦, “Analysis of cold fermi gas with p-orbit in optical lattice”, “熱場の量子論とその応用”, 京都大学基礎物理学研究所, 2011 年 8 月.
- 1.2.137. 永井佑紀, 黒木和彦, “中性子散乱実験を用いた鉄系超伝導体のペアリング状態の判別方法”, 京都大学基礎物理学研究所研究会「鉄系高温超伝導の物理」, 2011 年 6 月.
- 1.2.138. 中井宣之, 永井佑紀, 町田昌彦, “長周期スピン構造と共存する d 波超伝導体の局所状態密度”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月.
- 1.2.139. 太田幸宏, 町田昌彦, 小山富男, “多ギャップ固有ジョセフソン接合系の縦方向集団励起モード”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月.
- 1.2.140. 山田進, 五十嵐亮, 奥村雅彦, 大西弘明, 山本篤史, 町田昌彦, “準 2 次元ハバードモデルの d-波相関関数の振る舞い: 並列 DMRG 法によるシミュレーション”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 2011 年 9 月 22 日, 富山大学.
- 1.2.141. 中村博樹, 町田昌彦, “鉄系超伝導体における LDA+U 法による低磁気モーメント状態の解析”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月.
- 1.2.142. 鈴木通人, “多極子秩序下における URu₂Si₂ の電子状態研究”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月.
- 1.2.143. 山本篤史, 山田進, 町田昌彦, 「光格子中における引力相互作用する冷却フェルミ原子の一粒子励起スペクトルの解析 II」, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山, 2011 年 9 月.
- 1.2.144. 小林恵太, 太田幸宏, 町田昌彦, “異なるゼーマン分裂を持つ Josephson 結合の解析”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山, 2011 年 9 月.
- 1.2.145. 小林恵太, 井上智喜, 中村祐介, 山中由也, “Nelson 確率過程による BEC のトンネル時間の解析”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山, 2011 年 9 月.
- 1.2.146. 山本篤史, 山田進, 町田昌彦, 「一次元光格子中における相互作用変調型冷却フェルミ原子の解析」, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山, 2011 年 9 月.
- 1.2.147. 山田進, 山本篤史, 奥村雅彦, 今村俊幸, 町田昌彦, “動的密度行列繰り込み群法に現れる線形方程式の対する反復解法の収束性”, 反復法の工学への応用と基礎, 2011 年 10 月 24 日, 同志社大学今出川キャンパス(京都).
- 1.2.148. 山田進, 今村俊幸, 町田昌彦, “密度行列繰り込み群法の大規模並列化: 超並列計算機向きの通信手法の提案”, 並列固有値解析研究会, 2011 年 11 月 4 日, 渋川市.
- 1.2.149. S. Yamada, T. Imamura, M. Machida, “Parallelization design on multi-core platforms in density matrix renormalization group toward 2-D quantum strongly-correlated systems”, SC11, Seattle (USA), Nov. 17, 2011.
- 1.2.150. 小林恵太, 太田幸宏, 奥村雅彦, 町田昌彦, “光学格子中に閉じ込められたマルチバンドフェルミ原子気体超流動の解析”, 第19回渦糸国内会議, 物質・材料研究機構, 2011 年 12 月.
- 1.2.151. 太田幸宏, 町田昌彦, 小山富男, Franco Nori, “MQT in Josephson junctions with two-band superconductors: Role of relative phase modulation”, 第 19 回渦糸国内会議, 物質材料研究機構, 2011 年 12 月 7 日-8 日.
- 1.2.152. S. Yamada, T. Imamura, M. Machida, “Dynamical Variation of Eigenvalue Problems in Density-Matrix Renormalization-Group Code”, 15th SIAM

Conference on Parallel Processing for Scientific Computing, Savannah (USA), Feb. 15, 2012.

- 1.2.153. Keita Kobayashi, Masahiko Okumura, Yukihiro Ota, Susumu Yamada, Masahiko Machida, “Haldane Phase of Ultra Cold Atom Gas Loaded on Pseudo-One-Dimensional Optical Lattice”, American Physical Society March Meeting 2012, Boston, USA, February 27 - March 2, 2012
- 1.2.154. H. Nakamura, M. Machida, “First-principles study on electronic structure of Ca-Fe-Pt-As-type iron-based superconductors”, America Physical Society March Meeting 2012, Boston, USA, Feb. 27 - Mar. 2, 2012.
- 1.2.155. Yukihiro Ota, Keita Kobayashi, Masahiko Machida, Tomio Koyama, and Franco Nori, “Numerical simulation of dynamical response in superconducting quantum detectors”, APS March Meeting 2012, Boston Convention Center, Boston, MA, USA, Feb 27 - Mar 2, 2012
- 1.2.156. 小林恵太, 奥村雅彦, 太田幸宏, 山田進, 町田昌彦, “擬一次元光学格子冷却中性フェルミ原子気体におけるハルデー相”, 日本物理学会第 66 回年次大会, 関西学院大学(西宮市), 2012 年 3 月.
- 1.2.157. 山田進, 五十嵐亮, 奥村雅彦, 大西弘明, 山本篤史, 町田昌彦, “閉じ込めポテンシャル中斥力ハバードモデルの超流動相関:DMRG 法による評価”, 日本物理学会第 67 回年次大会, 関西学院大学(西宮市), 2012 年 3 月 27 日.
- 1.2.158. 永井佑紀, 田中佳織, 林伸彦, “メゾスコピック超伝導体に対する準古典数値計算手法:円形 d 波超伝導ナノアイランドの渦糸束縛状態”, 日本物理学会第 66 回年次大会, 関西学院大学(西宮市), 2012 年 3 月.
- 1.2.159. 東陽一, 永井佑紀, 町田昌彦, 林伸彦, “回転磁場下における磁束フロー抵抗に対する異方的フェルミ面の効果”, 日本物理学会第 66 回年次大会, 関西学院大学(西宮市), 2012 年 3 月.
- 1.2.160. 鈴木通人, “AmO₂ の隠れた秩序相の第一原理計算手法による秩序状態研究”, 日本物理学会第 67 回年次大会, 2012 年 3 月 27 日, 関西学院大学(西宮市).
- 1.2.161. 山本篤史, 山田進, 町田昌彦, 「空間変動する相互作用をもつ一次元光格子中のフェルミ原子集団の新規量子相」, 日本物理学会 日本物理学会第 67 回年次大会, 関西学院大学(西宮市), 2012 年 3 月.
- 1.2.162. 太田幸宏, Sahel Ashhab, and Franco Nori, “非シャープ測定をもちいたエンタングルメント抽出”, 日本物理学会第 67 回年次大会, 関西学院大学, 2012 年 3 月 24 日 - 27 日.

③ ポスター発表 (国内 22 件、国際 77 件)

- 1.3.1. S. Yamada, M. Machida, Y. Ohashi, H. Matsumoto, Strong pairing and microscopic inhomogeneity of lattice fermion systems, (19th International Symposium on Superconductivity, Nagoya, Nov. 1, 2006)
- 1.3.2. M. Machida, T. Kano, T. Koyama, M. Kato, and T. Ishida, “Direct Numerical Simulation for Non-equilibrium Superconducting Dynamics at the Transition Edge”, LTD-12, Paris (France), July (2007).
- 1.3.3. M. Machida, T. Kano, S. Yamada, M. Okumura, T. Imamura, and T. Koyama, “Quantum Effects on Capacitively-coupled Intrinsic Josephson Junctions”, 8th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors (SNS2007), Sendai (Japan), 20-24 August 2007.
- 1.3.4. N. Nakai, N. Hayashi, and M. Machida (JAEA), “Ginzburg-Landau simulation for a vortex around a columnar defect in a superconducting film”, 8th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors (SNS2007), Sendai (Japan), 20-24 August 2007.
- 1.3.5. N. Hayashi (JAEA), C. Iniotakis (ETH Zurich), and M. Sigrist (ETH Zurich), “Josephson effect between conventional and non-centrosymmetric

- superconductors”, 8th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors (SNS2007), Sendai (Japan), 20-24 August 2007.
- 1.3.6. M. Okumura, S. Yamada, and M. Machida (JAEA), “DMRG studies for 1-D Hubbard chain toward confined atomic Fermi gases and nano-superconductors”, 8th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors (SNS2007), Sendai (Japan), 20-24 August 2007.
 - 1.3.7. S. Yamada, M. Machida, T. Kano, T. Imamura, and T. Koyama, On-site pairing interaction and quantum coherence in strongly correlated systems, S8th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors (SNS2007), Sendai (Japan), Aug. 2007.
 - 1.3.8. N. Hayashi (JAEA), C. Iniotakis (ETH Zurich), and M. Sigrist (ETH Zurich), “Josephson effect between conventional and non-centrosymmetric superconductors”, Joint JSPS and ESF Conference on Vortex Matter in Nanostructured Superconductors (VORTEX V), Rhodes (Greece), 8-14 September 2007.
 - 1.3.9. N. Hayashi (JAEA), C. Iniotakis (ETH Zurich), and M. Sigrist (ETH Zurich), “Josephson effect between conventional and non-centrosymmetric superconductors”, 2007 Swiss Workshop on Materials with Novel Electronic Properties (SWM2007), Les Diablerets (Switzerland), 28-30 September 2007.
 - 1.3.10. N. Nakai, N. Hayashi, and M. Machida (JAEA), “Simulation studies for the vortex depinning dynamics around a columnar defect in superconductors”, 20th International Symposium on Superconductivity (ISS2007), Tsukuba (Japan), 5-7 November 2007.
 - 1.3.11. S. Yamada, M. Okumura, Y. Ohashi, H. Matsumoto, M. Machida, “Vortex core structure in strongly-correlated superfluidity”, 20th International Symposium on Superconductivity (ISS2007), Tsukuba (Japan), 5-7 November 2007.
 - 1.3.12. M. Okumura, S. Yamada, N. Taniguchi, and M. Machida, “Hole localization in doped Anderson-Hubbard model: DMRG studies for 1-D and n-leg models”, Yukawa International Seminar 2007, Kyoto (Japan), 5-9 November 2007.
 - 1.3.13. M. Machida, “Parallel DMRG Studies for n-leg Hubbard Model: Stripe Formation and its Transformation”, YKIS2007, Kyoto (Japan), November 2008.
 - 1.3.14. M. Okumura, S. Yamada, and M. Machida, “DMRG studies of strongly correlated fermions on triangular optical lattices”, American Physical Society March Meeting 2008, New Orleans (USA), 10-14 March (2008).
 - 1.3.15. M. Machida, T. Kano, T. Koyama, M. Kato, and T. Ishida, “Numerical Experiments for Heat Diffusion and Related Non-equilibrium Superconducting Dynamics on MgB₂ Neutron Detector”, IPS08, Ibaraki (Japan), Mar. 2008.
 - 1.3.16. H. Nakamura, N. Hayashi, N. Nakai, and M. Machida, "First-Principle Electronic Structure Calculations For Iron-Based Superconductors: An LSDA+U Study", The International Symposium on Fe-Pnictide Superconductors, Tokyo, June 28-29 (2008).
 - 1.3.17. H. Nakamura, N. Hayashi, N. Nakai, and M. Machida, "First-principle calculation for the phonon structure on iron-based superconductors", 21th International Symposium on Superconductivity (ISS2008), Tsukuba (Japan), 27-29 October 2008.
 - 1.3.18. M. Machida, T. Kano, M. Okumura, N. Nakai, and N. Hayashi, “Population Imbalanced Two-component Fermi Superfluidity inside Box-shape Trap: Self-consistent Calculations of $T = 0$ BdG Equation”, 21st International

- Conference on Atomic Physics, Connecticut (USA), July 27 - August 1, 2008.
- 1.3.19. M. Okumura, S. Yamada, and M. Machida, "Ground States of Cold Neutral Fermions in 2-Dimensional Optical Lattices: Effects of Strong Correlation in Square and Triangular Lattices", 21st International Conference on Atomic Physics, Connecticut (USA), July 27 - August 1, 2008.
 - 1.3.20. M. Mine, M. Okumura, T. Sunaga, and Y. Yamanaka, "Condition for Dynamical Instability of a Trapped Bose-Einstein Condensate with a Highly Quantized Vortex", 21st International Conference on Atomic Physics, Connecticut (USA), July 27 - August 1, 2008
 - 1.3.21. 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦(原子力機構), "時間依存密度行列繰り込み群法によるフェルミ原子気体系の解析", 基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 京都大学基礎物理学研究所, 京都, 2008年9月.
 - 1.3.22. Y. Yamanaka, M. Okumura, M. Mine, T. Sunaga, and Y. Nakamura, "Nonequilibrium TFD for systems of trapped cold atoms", 基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 京都大学基礎物理学研究所, 京都, 2008年9月.
 - 1.3.23. M. Okumura, N. Nakai, H. Nakamura, N. Hayashi, and M. Machida, "Exact Diagonalization Studies on Two-Band Minimal Model for Iron-Based Superconductors", 21th International Symposium on Superconductivity (ISS2008), Tsukuba (Japan), 27-29 October 2008.
 - 1.3.24. N. Nakai, N. Hayashi, and M. Machida, "Simulation study for the orientation of the driven vortex lattice in an amorphous superconductor", 21th International Symposium on Superconductivity (ISS2008), Tsukuba (Japan), 27-29 October 2008.
 - 1.3.25. S. Yamada, M. Okumura, H. Onishi, M. Machida, "Parallelization of dynamical DMRG for n-leg Hubbard model", Supercomputing in Solid State Physics 2009 (SciSSP2009), Kashiwa (Japan), 16-19 February 2009.
 - 1.3.26. M. Okumura, S. Yamada, M. Machida, "Parallelized DMRG studies for atomic Fermi gas loaded on optical lattice", Supercomputing in Solid State Physics 2009 (SciSSP2009), Kashiwa (Japan), 16-19 February 2009.
 - 1.3.27. N. Nakai, Y. Ota, N. Hayashi, and M. Machida, "Direct Numerical Simulations for the Time-dependent Ginzburg-Landau Equation in the vortex-flow stage of a two-gap superconductor", Joint JSPS-ESF International Conference on Nanoscience and Engineering in Superconductivity, Tsukuba (Japan), 23-26 March 2009.
 - 1.3.28. Y. Nagai and N. Hayashi, "New Theoretical Method for Analyzing the Field-Angle-Dependent Measurements Made in Unconventional Superconductors", Joint JSPS-ESF International Conference on Nanoscience and Engineering in Superconductivity, Tsukuba (Japan), 23-26 March 2009.
 - 1.3.29. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, H. Aoki, "Leggett's collective modes in multi-band superconductors: multiple dynamical classes", American Physical Society March Meeting 2010, Portland, Oregon, USA, 2010年3月.
 - 1.3.30. 五十嵐亮, 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦, "大規模並列 DMRG 法によるスピントラップ系のギャップの評価", 次世代スパコン物性科学分野研究会, 東京, 2010年3月.
 - 1.3.31. 奥村雅彦, 大西弘明, 山田進, 坂井徹, 町田昌彦, "並列化密度行列繰り込み群法による光学格子系の解析: 基底状態から非平衡状態へ", 次世代スパコン物性科学分野研究会, 東京, 2010年3月.
 - 1.3.32. 山田進, 奥村雅彦, 五十嵐亮, 町田昌彦, "準 2 次元ハバードモデルに対する密度行列繰り込み群法: 超並列計算機向き並列 DMRG 法", 次世代スパコン物性科学分野研究会, 東京, 2010年3月.

- 1.3.33. 五十嵐亮, 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦, “大規模並列 DMRG 法によるスピントラップ系のギャップの評価”, 次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発第4回公開シンポジウム, 岡崎, 2010年3月.
- 1.3.34. 山田進, 今村俊幸, 奥村雅彦, 五十嵐亮, 町田昌彦, “ペタフロップスマシンに向けた密度行列繰り込み群法の大規模並列化手法”, スーパーコンピューターワークショップ2010, 岡崎, 2010年1月.
- 1.3.35. 五十嵐亮, 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦, “並列 DMRG 法のスピンラダー系への応用”, 物性研究所 短期研究会 計算物理学, 東京大学物性研究所, 2009年12月.
- 1.3.36. 奥村雅彦, 大西弘明, 山田進, 町田昌彦, “光学格子系におけるモット相の破壊と緩和”, 基研研究会 “相関電子系における光誘起現象”, 京都大学基礎物理学研究所, 2009年12月.
- 1.3.37. 太田幸宏, 中井宣之, 中村博樹, 町田昌彦, 小山富男, “Theory of Josephson Effects in Heterotic S-I-S Junctions with Iron-pnictide Superconductors”, TRIP「新規材料による高温超伝導基盤技術」第3回領域会議, 東京, 2009年12月.
- 1.3.38. N. Nakai, M. Machida, “Simulation study on the vortex penetration in the presence of the square antidot array”, 22nd International symposium on superconductivity, Tsukuba, Japan, November 2009.
- 1.3.39. H. Nakamura, M. Machida, T. Koyama, N. Hamada, “First-principles calculations for anisotropy of iron-based superconductors”, 22nd International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November 2009.
- 1.3.40. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, H. Matsumoto, “Anomalous Josephson Vortex Solutions in Josephson Junctions with Multiple Tunneling Channels”, 22nd International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November 2009.
- 1.3.41. Y. Ota, M. Bando, Y. Kondo, M. Nakahara, “Holonomic Quantum Computing in a Dimer-chain Model via Ising-type Interaction”, Dynamics and Manipulation of Quantum Systems 2009, Tokyo, Japan, October, 2009.
- 1.3.42. M. Machida, Y. Nagai, Y. Ohta, N. Nakai, H. Nakamura, and N. Hayashi, “Phenomenological Theory for $\pm s$ -wave Superconducting States of Iron-based Superconductors”, 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September 2009.
- 1.3.43. H. Nakamura, M. Machida, “Pressure Effects on Iron-Based Superconductors: A First-Principles Study”, 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September 2009.
- 1.3.44. H. Nakamura, M. Machida, A.Q.R. Baron, T. Fukuda, S. Shamoto, “Magnetic structure and phonon spectra of iron-based superconductors: A first-principle study”, 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September 2009.
- 1.3.45. N. Nakai, H. Nakamura, Y. Ota, Y. Nagai, N. Hayashi, M. Machida, “Small Jump of Specific Heat and Small Gap in Iron Pnictide Superconductors”, 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September 2009.
- 1.3.46. M. Okumura, S. Yamada, and M. Machida, “Density-Matrix Renormalization-Group Studies for One-Dimensional Polarized Anderson-Hubbard Model”, 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September 2009.
- 1.3.47. M. Okumura, H. Onishi, S. Yamada, and M. Machida, “Dynamics of Attractively-Interacting Fermi Atoms in One-Dimensional Optical Lattices: Non-Equilibrium Simulations of Fermion Superfluidity”, 9th International

- Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September 2009.
- 1.3.48. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, H. Matsumoto, “Collective Modes and Josephson Vortices in a Heterotic Josephson junction between Single- and Two-gap Superconductors”, 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September 2009.
 - 1.3.49. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, “Inter-grain Josephson Currents in Two-gap Superconductors”, 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September 2009.
 - 1.3.50. 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦, “光学格子系における緩和過程の時間依存密度行列繰り込み群法による解析”, 基研研究会 “熱場の量子論とその応用”, 京都大学基礎物理学研究所, 2009年9月.
 - 1.3.51. 中村祐介, 須永知夏, 峰真如, 奥村雅彦, 山中由也, “凝縮体がある冷却原子系の非平衡 Thermo Field Dynamics”, 基研研究会 “熱場の量子論とその応用”, 京都大学基礎物理学研究所, 2009年9月.
 - 1.3.52. 太田幸宏, 町田昌彦, 小山富男, 松本秀樹, “Heterotic Josephson junctions between single- and two-gap superconductors: Identification of $\pm s$ -wave in iron-based superconductors”, TRIP「新規材料による高温超伝導基盤技術」第2回領域会議, 富士ソフトアキバプラザ, 2009年7月.
 - 1.3.53. N. Nakai, H. Nakamura, Y. Ota, N. Hayashi, and M. Machida, “Temperature Dependence of Specific Heat and Nuclear Magnetic Relaxation Rate for Multi-Gap Superconductors”, New Developments in Theory of Superconductivity, Kashiwa, Japan, July 2009.
 - 1.3.54. H. Nakamura, M. Machida, A.Q.R. Baron, T. Fukuda, S. Shamoto, “Crystalline and Electronic Structures of Iron-Based Superconductors: A First-Principle Study”, New Developments in Theory of Superconductivity, Kashiwa, Japan, July 2009.
 - 1.3.55. M. Okumura, H. Onishi, S. Yamada, and M. Machida, “Non-Equilibrium Dynamics of Spin-Imbalanced Fermions in Optical Lattice”, New Developments in Theory of Superconductivity, Kashiwa, Japan, July 2009.
 - 1.3.56. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, H. Aoki, “Leggett's Mode in Multi-band Superconductors”, New Developments in Theory of Superconductivity, Kashiwa, Japan, July 2009.
 - 1.3.57. H. Nakamura, M. Machida, A.Q.R. Baron, T. Fukuda, S. Shamoto, “Crystalline and Magnetic Structures of Iron-Based Superconductors: A First-Principle Study”, International Workshop on the Search for New Superconductors: Frontier and Future, Hayama Japan, May 2009.
 - 1.3.58. Y. Ota, M. Machida, T. Koyama, H. Matsumoto, “Theory of Josephson Junctions between Single- and Two-gap Superconductors: Identification of $\pm s$ -wave Symmetry via Basic Josephson Effects”, International Workshop on the Search for New Superconductors: Frontier and Future, Hayama Japan, May 2009.
 - 1.3.59. 山田進, 五十嵐亮, 奥村雅彦, 山本篤史, 町田昌彦, “DMRG 法における大規模固有値計算の並列化: 次世代スパコン「京」での高性能計算に向けて”, CMSI 研究会「新量子相・新物質の基礎科学」, 自然科学研究機構 岡崎コンファレンスセンター (岡崎市), 2010年11月12日.
 - 1.3.60. 中井宣之, 林伸彦, 町田昌彦, “渦糸格子フローの温度依存性に対するシミュレーション研究”, 第18回渦糸物理国内会議 (VPWJ2010), 東京, 2010年12月.
 - 1.3.61. 太田幸宏, 町田昌彦, 小山富男, “多ギャップ超伝導体によるヘテロ型ジョセフソン接合における巨視的量子トンネル”, 第18回渦糸物理国内会議 (VPWJ2010), 東京, 2010年12月.

- 1.3.62. 永井佑紀, “Chebyshev 多項式による BdG 方程式の数値解法”, 第 18 回渦糸物理国内会議, 日本原子力研究開発機構システム計算科学センター(上野), 12 月 1 日.
- 1.3.63. N. Nakai, Y. Nagai, and M. Machida, “Low-lying excitations induced by non-magnetic impurities in d-wave superconductors”, 23rd International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November 1-3, 2010.
- 1.3.64. Y. Ota, M. Machida, and T. Koyama, “Theory of phase dynamics in intrinsic Josephson junctions with multigap superconducting arrays”, 23rd International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November 1-3, 2010.
- 1.3.65. Y. Ota, M. Machida, and T. Koyama, “Theory of charge dynamics in an array of intrinsic Josephson junctions with multi-gap superconductor”, International Symposium on Physics of Quantum Technology, Tokyo, Japan, April 6-9, 2010.
- 1.3.66. R. Igarashi, M. Okumura, S. Yamada, and M. Machida, “Ground state and some excited states of asymmetric 5-leg spin tube”, International Workshop on Statistical Physics of Quantum Systems 2010, Tokyo, August 2010.
- 1.3.67. R. Igarashi, M. Okumura, S. Yamada, and M. Machida, “Ground state and some excited states of asymmetric 5-leg spin tube”, International Workshop on Density Matrix Renormalization Group and Other Advances in Numerical Renormalization Group Methods, Beijing, August 2010.
- 1.3.68. A. Yamamoto, “Quench Dynamics of Ultracold Fermions in Optical Lattices”, International Workshop on Ultracold Fermi Gas: Superfluidity and Strong-Correlation, Tokyo, Japan, May, 2010.
- 1.3.69. 藤堂眞治, 五十嵐亮, “ALPS 2.0—強相関量子系のためのオープンソースソフトウェア”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪, 2010 年 9 月.
- 1.3.70. A. Yamamoto, S. Yamada and M. Machida, “Dynamical properties of 1D optical fermionic lattices by using DDMRG”, International workshop on “New Development of Numerical Simulations in Low-Dimensional Quantum Systems: From Density Matrix Renormalization Group to Tensor Network Formulations”, Kyoto, Japan, October, 2010.
- 1.3.71. S. Yamada, R. Igarashi, M. Okumura, A. Yamamoto and M. Machida, “Efficiency of parallel DMRG method with multi-site clustering for quasi-two-dimensional quantum systems”, International workshop on “New Development of Numerical Simulations in Low-Dimensional Quantum Systems: From Density Matrix Renormalization Group to Tensor Network Formulations”, Kyoto, Japan, October, 2010.
- 1.3.72. M. Yamashita, A. Yamamoto and N. Kawakami, “Quantum Dynamics of Ultracold Fermionic Atoms in One-Dimensional Optical Superlattices”, International conference on “Updating Quantum Cryptography and Communications”, Tokyo, Japan, October, 2010.
- 1.3.73. A. Yamamoto, S. Yamada and M. Machida, “Emergence of non-equilibrium superconductivity originated from repulsive interaction: demonstration using optical lattices and implication to solid-state matter system”, 23rd International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November 1-3, 2010.
- 1.3.74. S. Yamada, H. Onishi, R. Igarashi, M. Okumura, M. Machida, “Parallel DMRG with Multi-site Clustering toward More Than 10-leg Ladders”, International Workshop on Density Matrix Renormalization Group and Other Advances in Numerical Renormalization Group Method, Renmin University of China (Beijing, China), Aug. 30, 2010.
- 1.3.75. S. Yamada, T. Imamura, M. Okumura, R. Igarashi, H. Onishi, M. Machida,

- “High Performance Computing of Density Matrix Renormalization Group Method for 2-Dimensional Model: Parallelization Strategy toward Peta Computing”, Joint International Conference of 7th Supercomputing in Nuclear Application and 3rd Monte Carlo (SNA+MC2010), Hitotsubashi Memorial Hall (Tokyo, Japan), Oct. 20, 2010.
- 1.3.76. S. Yamada, R. Igarashi, M. Okumura, A. Yamamoto, M. Machida, “Efficiency of parallel DMRG method with multi-site clustering for quasi-two-dimensional quantum systems”, New Development of Numerical Simulations in Low-Dimensional Quantum Systems : From Density Matrix Renormalization Group to Tensor Network Formulations, Kyoto University (Kyoto, Japan), Oct. 28, 2010.
- 1.3.77. N. Sasa and M. Machida, “Large Scale Numerical Simulation for Superfluid Turbulence”, Joint International Conference of 7th Supercomputing in Nuclear Application and 3rd Monte Carlo (SNA+MC2010), Hitotsubashi Memorial Hall (Tokyo, Japan), Oct. 20, 2010.
- 1.3.78. Hiroki Nakamura, Masahiko Machida. “First-Principles Study of Light-Element Doping Effects on Iron-Based Superconductors”, 23rd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba, Nov. 1-3, 2010.
- 1.3.79. Yukihiro Ota, Masahiko Machida, Tomio Koyama, “Theory of phase dynamics in intrinsic Josephson junctions with multigap superconducting layers”, 23rd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba, Nov. 1-3, 2010.
- 1.3.80. M. Okumura, S. Yamada, M. Machida, and H. Aoki, “DMRG studies for itinerant ferromagnetism in a two-leg optical lattice system”, New Development of Numerical Simulations in Low-Dimensional Quantum Systems: From Density Matrix Renormalization Group to Tensor Network Formulations, Kyoto, Japan, 27-29 October (2010).
- 1.3.81. M. Okumura S. Yamada, M. Machida, and H. Aoki, “Itinerant ferromagnetism in cold fermionic atoms loaded on a two-leg optical ladder”, 22nd International Conference on Atomic Physics, Cairns, Australia, 25-30 July (2010).
- 1.3.82. Y. Nagai, H. Nakamura, K. Suzuki, H. Usui, K. Kuroki and Masahiko Machida. “Theoretical analysis for inelastic neutron scattering on $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ by the realistic three-dimensional 10-orbital tight-binding model”, The International Workshop on Neutron Applications on Strongly Correlated Electron Systems 2011, Tokai, Feb. 23-25, 2011.
- 1.3.83. Y. Nagai, H. Nakamura, K. Suzuki, H. Usui, K. Kuroki and Masahiko Machida, “Theoretical study on inelastic neutron scattering on $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ by the realistic three-dimensional 10-orbital tight-binding model”, International workshop on Novel Superconductors and Super Materials 2011(NS²2011), Tokyo, Japan, March 6-8, 2011
- 1.3.84. Hiroki Nakamura, Masahiko Machida, "Hydrogen Doping Effects on Iron-Based Superconductors: A First-Principles Study", International Workshop on Novel Superconductors and Super Materials 2011, Tokyo, Japan, March 6-8, 2011
- 1.3.85. Hiroki Nakamura, Masahiko Machida, "First-principles study of hydrogen-doping effects on iron-based superconductors", The International Workshop on Neutron Applications on Strongly Correlated Electron Systems 2011, Ibaraki, Japan, February 23-25, 2011
- 1.3.86. Atsushi Yamamoto, Susumu Yamada and Masahiko Machida, "One particle excitation spectrum of 1D optical fermionic lattices by using DDMRG", International conference of Ultracold Atoms and Molecules UCAM2011

- (UCAM 2011) Tokyo, Japan, Jan, 2011.
- 1.3.87. 奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦, 青木秀夫, “光格子系における長岡強磁性”, 基研研究会 “熱場の量子論とその応用”, 京都大学基礎物理学研究所, 2011 年 8 月.
 - 1.3.88. Michi-To Suzuki, “Electronic structure investigation on multipole ordered states of URu₂Si₂ by LDA+U method”, 「重い電子系の形成と秩序化」第3回研究会, 東京大学物性研究所, 2011 年 6 月 23–25 日.
 - 1.3.89. Yukihiro Ota, Masahiko Machida, and Tomio Koyama, “Longitudinal Collective Excitations in Intrinsic Josephson Junction Stacks with Two Tunneling Channels”, 26th International Conference on Low Temperature Physics (LT26), Beijing, China, Aug 10-17, 2011.
 - 1.3.90. H. Nakamura, M. Machida, “First-principles study of Ca-Fe-Pt-As-type iron-based superconductors”, 24th International Symposium on Superconductivity (ISS2011), Tokyo, Oct. 24-26, 2011.
 - 1.3.91. Atsushi Yamamoto, Susumu Yamada, Machida Masahiko, “Superfluidity and Spectral Properties of Trapped 2-Leg Optical Lattice”, 24th International Symposium on Superconductivity (ISS2011), Tokyo, Oct. 24-26, 2011.
 - 1.3.92. Yukihiro Ota, Masahiko Machida, Tomio Koyama, and Franco Nori, “Direct numerical simulation for non-equilibrium transport phenomena in superconducting detectors”, 24th International Symposium on Superconductivity (ISS2011), Tower Hall Funabori, Tokyo, Japan, Oct 24-26, 2011.
 - 1.3.93. K. Kobayashi, Y.Ota, M. Machida, “Numerical experiments of Joule heat damage in superconducting transport”, 24th International Symposium of Superconductivity (ISS2011), TOWER HALL FUNABORI.
 - 1.3.94. Y. Nagai, Y. Ota, M. Machida, “Spectral-density polynomial expansion for two-particle Green's function in BdG framework”, 24th International Symposium of Superconductivity (ISS2011), TOWER HALL FUNABORI.
 - 1.3.95. Atsushi Yamamoto, “Exploration of Strongly-correlated Quantum Phases in Ultracold Fermi Atoms Loaded on Optical Lattices with Staggered U Alternation”, FIRST-QS2C Workshop on "Emergent Phenomena of Correlated Materials", Okinawa, 2011 Dec.12-15.
 - 1.3.96. 山田進, 奥村雅彦, 五十嵐亮, 山本篤史, 町田昌彦, “準 2 次元ハバードモデルに対する DMRG 法の並列化・高速化: 大規模マルチコア並列計算機に向けたチューニング”, 「電子相関に対する計算科学手法とその応用」に関する研究会, 2012 年 1 月 28 日, 東京大学(東京都).
 - 1.3.97. 山田進, 奥村雅彦, 五十嵐亮, 山本篤史, 町田昌彦, “密度行列繰り込み群法による準 2 次元ハバードモデルの超流動相関シミュレーション”, 「次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発」公開シンポジウム, 2012 年 3 月 6 日, ニチイ学館(神戸市).
 - 1.3.98. S. Yamada, M. Okumura, R. Igarashi, A. Yamamoto, M. Machida, Superfluid correlations of ladder-type Hubbard model with trapping potential, American Physical Society 2012 March meeting, Boston (USA), Feb. 26, 2012.
 - 1.3.99. Y. Nagai, K. Tanaka, N. Hayashi, Numerical method of the quasiclassical theory for mesoscopic superconductors, American Physical Society 2012 March meeting, Boston (USA), Feb. 26, 2012.

林(秋田大)グループ

① 招待講演 (国内 1 件、国際 0 件)

2.1.1. 林正彦, 「トポロジカル結晶の構造と物性に関する理論的研究」, 第 45 回 原研・兵

県大合同コロキウム 2008.6.19 (SPring-8, 萌光館).

② 口頭発表 (国内 17 件、国際 4 件)

- 2.2.1. M. Hayashi and H. Ebisawa, “Fluctuation and vortex physics in superconducting nanostructures”, The 4th CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity: Critical Current (NVLS2007-CC), Dec. 17-18, 2007 (Kitakyushu International Conference Center, Kitakyushu, Japan)
- 2.2.2. M. Hayashi, H. Yoshioka, and A. Kanda, “Superconducting Proximity Effect in Graphite Films” (oral) American Physical Society, March Meeting, March 10-14, 2008 (New Orleans, Louisiana, USA)
- 2.2.3. 林正彦, 海老澤丕道, 『超伝導ネットワークにおけるゆらぎと非平衡現象』(領域 6: 23aWA-10), 日本物理学会第 63 回年次大会, 2008.3.23-26(近畿大).
- 2.2.4. 林正彦, 「超伝導-グラフェン接合における近接効果の理論」, 『超伝導・グラフェン・強磁性等接合系に関する研究会』, 2008.4.16-17(「湯の越の宿」秋田県南秋田郡五城目町).
- 2.2.5. 林正彦, 神田晶申, 吉岡英生, 「グラフェンにおける超伝導近接効果の理論」, 基礎物理学研究所研究会「不均一超伝導超流動状態と量子物理」2008.7.31-8.2(京都大学基礎物理学研究所).
- 2.2.6. 林正彦, 神田晶申, 吉岡英生, 「グラフェンにおける超伝導近接効果の理論」, 日本物理学会秋季大会, 2008.9.20-23(岩手大)(領域 6:21aYE-8).
- 2.2.7. 林正彦, 「グラフェンを用いた超伝導接合の物性」, 第 2 回北東北国立 3 大学連携推進研究プロジェクト研究会「機能と構造の協奏から生み出される多様な物質相の探索」2008.10.11-12(弘前大学).
- 2.2.8. 林正彦, 神田晶申, 吉岡英生, 「グラフェンと超伝導の接合系の物性について」, 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会「超伝導計算機の基礎と応用に関する研究」2008.12.17-18(東北大学電気通信研究所).
- 2.2.9. 林正彦, 海老澤丕道, 「電荷密度波における渦糸と滑り伝導のダイナミクス」, 真木和美先生追悼研究会～異方的超伝導と渦糸物理, 2009.1.21-22(大阪府立大学).
- 2.2.10. 林正彦, 海老澤丕道, 「電荷密度波における滑り伝導の現象論的なモデル」, 日本物理学会 第 64 回年次大会, 2009.3.27(立教大).
- 2.2.11. 神田晶申, 林正彦, 吉岡英生, 後藤秀徳, 友利ひかり, 田中翔, 大塚洋一, 塚越一仁, 「電場下における多層グラフェンの特異な近接効果誘起超伝導転移」, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 2009.9.25-28(熊本大学).
- 2.2.12. 林正彦, 神田晶申, 吉岡英生, 「2 層グラフェンにおける超伝導近接効果」, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 2009.9.25-28(熊本大学).
- 2.2.13. 林正彦, 「グラフェンにおける超伝導近接効果の理論」, 東京大学物性研究所短期研究会「ディラック電子系の物性ーグラフェンおよび関連物質の最近の研究」, 2009.10.22-24(物性研究所).
- 2.2.14. 林正彦, 「2層グラフェンにおける超伝導近接効果の理論」, 第 3 回北東北国立 3 大学連携推進研究プロジェクト研究会「ワイドレンジな探索手法による高機能多元材料の発見と新概念の創出」2009.11.28-29(秋田大学).
- 2.2.15. 林正彦, 「グラフェンにおける超伝導近接効果」, 凝縮系ミニ研究会 2009.12.26(東京理科大学).
- 2.2.16. M. Hayashi, A. Kanda and H. Yoshioka, “Superconducting Proximity Effect in Monolayer and Bilayer Graphene: Critical Current and Pair Amplitude”, March meeting (American Physical Society), 2010.3.17, Oregon Convention Center, Portland, Oregon, USA.
- 2.2.17. 林正彦, 「SQUID 顕微鏡による可視化について」, 日本物理学会第65回年次大会, 領域6シンポジウム『ナノ構造超伝導体中の量子時速とそのダイナミクスの可視化の

- 展開』, 2010.3.21(岡山大学).
- 2.2.18. 林正彦, 「多層および単層グラフェンにおける超伝導近接効果の理論」, グラフェンと超伝導体のナノ構造に関する研究会, 秋田大学教育文化学部, 2010.8.11.
- 2.2.19. 林正彦, 神田晶申, 吉岡英生, "グラフェンにおける超伝導近接効果の理論 II", 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪府大, 2010.9.23.
- 2.2.20. 林正彦, 神田晶申, 吉岡英生, "グラフェンにおける超伝導近接効果の理論", 第 18 回渦糸国内会議, 日本原子力研究開発機構 システム計算科学センター, 2010.12.1.
- 2.2.21. M. Hayashi, H. Yoshioka and A. Kanda, "Superconducting proximity effect in graphene nanostructures", The International Conference on Theoretical Physics, "Dubna-Nano2010", Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics, Dubna, Russia, 2010.7.9

③ ポスター発表 (国内 0 件、国際 15 件)

- 2.3.1. M. Hayashi, H. Yoshioka, and A. Kanda, "Superconducting proximity effect through graphene and graphite films", International Symposium on Advanced Nanodevices and Nanotechnology (ISANN2007), 2-7, December, 2007 (Waikoloa, Hawaii, USA)
- 2.3.2. Motonari Suzuki, Masahiko Hayashi, Hiromichi Ebisawa, "Nonlinear effect of Intrinsic Josephson Junctions", Supectroscopies of Novel Superconductors (SNS2007), 20-24, August, 2007 (Sendai, Japan)
- 2.3.3. Hiromichi Ebisawa, Hayashi Masahiko, Fujii Masaki, Abe Taiji, Noda Hiroshi, Satoh Kazuo, Yotsuya Tsutomu, Ishida Takakazu, "An Analysis to Improve Spatial Resolution of Scanning Superconducting Quantum Interference Device (SQUID) Microscope", The 10th Asia Pacific Physics Conference (APPC10), 21-24, August 2007 (POSCO International Center, POSTECH, Pohang, Korea)
- 2.3.4. Hiromichi Ebisawa, Masahiko Hayashi, Tohru Kaiwa, Yoshiaki Matsushima, Makoto Shimizu, Kazuo Satoh, Tsutomu Yotsuya, and Takekazu Ishida, "On Mathematical Methods to Improve Imaging of Vortices using Scanning Superconducting", Joint ESF and JSPS Conference on Vortex Matter in Nanostructured Superconductors (VORTEX V), 8-14 September 2007 (Rhodes, Greece)
- 2.3.5. Kanda, S. Hatsumi, R. Furugen, Y. Ootsuka, M. Hayashi, "Experimental Determination of Vortex Patterns in a Mesoscopic Superconducting Square with Artificial Pinning Center", 25th International Conference on Low Temperature Physics (LT25), August 6-13, 2008 (RAI Convention Center, Amsterdam, Netherlands)
- 2.3.6. M. Hayashi, H. Yoshioka, and A. Kanda, "Theory of Superconducting Proximity Effect in Graphite Films", 25th International Conference on Low Temperature Physics (LT25), August 6-13, 2008 (RAI Convention Center, Amsterdam, Netherlands)
- 2.3.7. M. Hayashi, H. Ebisawa, M. Kato, "Numerical Studies on Fluctuations in Superconducting Nanostructures", 25th International Conference on Low Temperature Physics (LT25), August 6-13, 2008 (RAI Convention Center, Amsterdam, Netherlands).
- 2.3.8. M. Hayashi, "Superconductivity and charge-density wave in ring- or Moebius-shaped NbSe₃ and TaS₃ single crystals", XXI Congress of the International Union of Crystallography (IUCr2008), August 23-31, 2008 (Grand Cube Osaka (Osaka International Convention Center), Osaka, Japan)
- 2.3.9. A. Kanda, H. Goto, Y. Ootuka, K. Tsukagoshi, H. Yoshioka, M. Hayashi,

- “Anomalous temperature dependence of critical supercurrent in multilayer graphene coupled to superconductors”, The 18th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS), 2009.7.19-24 (Kobe International Conference Center, Kobe, Japan)
- 2.3.10. M. Hayashi, H. Yoshioka, A. Kanda, “Superconducting proximity effect through single-layer and multilayer graphene films”, The 18th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS), 2009.7.19-24 (Kobe International Conference Center, Kobe, Japan)
- 2.3.11. M. Hayashi, H. Yoshioka, A. Kanda, “Theoretical Study of Superconducting Proximity Effect in Graphite Thin Films”, The 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (M2S-IX) 2009.9.7-12 (Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan)
- 2.3.12. M. Hayashi and H. Ebisawa, “Topological Defect and Quasi-particle Dynamics in Charge Density Waves”, The 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (M2S-IX) 2009.9.7-12 (Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan)
- 2.3.13. A. Kanda, H. Goto, H. Tomori, S. Tanaka, Y. Ootuka, K. Tsukagoshi, M. Hayashi and H. Yoshioka, “Superconducting proximity effect in single and multilayer graphene”, International Symposium on Advanced Nanodevices and Nanotechnology (ISANN2009), 2009.11.29-12.4 (Kaanapali, Maui, Hawaii, USA)
- 2.3.14. M. Hayashi, H. Yoshioka, A. Kanda, “Theoretical study of superconducting proximity effect in monolayer and bilayer graphene”, Nanodevices and Nanotechnology (ISANN2009), 2009.11.29-12.4 (Kaanapali, Maui, Hawaii, USA), 2009.11.29-12.4 (Kaanapali, Maui, Hawaii, USA)
- 2.3.15. M. Hayashi and H. Ebisawa, “Topological Defects and Spectral Flow in the Dynamics of Electronic Condensate: Application to Clean Charge Density Waves”, International Symposium on Physics of New Quantum Phases in Superclean Materials (PSM2010), 2010.3.10, Yokohama.

小山(東北大金研)グループ

① 招待講演 (国内 0 件、国際 9 件)

- 3.1.1. T. Koyama, "Macroscopic quantum tunneling in a stack of intrinsic Josephson junctions", 5th International Conference on Vortex Matter in Nanostructured Superconductors (Sep. 8-14, 2007, Rhodes-Greece)
- 3.1.2. T. Koyama, “Macroscopic quantum tunneling in intrinsic Josephson junction stacks”, The 4th CREST Nano-Virtual-Labs in Joint Workshop on Superconductivity: Critical Currents, Dec. 17-18, 2007, Kitakyushu, Japan)
- 3.1.3. H. Matsumoto, “Electromagnetic waves in single- and multi-Josephson junctions”, 5th International Conference on Vortex Matter in Nanostructured Superconductors (Sep. 8-14, 2007, Rhodes-Greece)
- 3.1.4. T. Koyama, "Theory for THz Emission in Intrinsic Josephson Junctions", International Conference on Theoretical Physics “DUBNA-NANO 2008” (July 7-11, 2008, Dubna, Russia)
- 3.1.5. T. Koyama, “Electromagnetic Wave Emission in Intrinsic Josephson Junction Stacks”, 6th International Symposium on Intrinsic Josephson Effects in High-Tc Superconductors (July 17-19, 2008, Pohang, Korea)
- 3.1.6. T. Koyama, “Numerical Simulation for THz Wave Emission from Intrinsic Josephson Junction Stacks”, Joint JSPS-ESF International Conference on Nanoscience and Engineering in Superconductivity (March 23-26, 2009, Tsukuba, Japan)

- 3.1.7. Tomio Koyama, “Numerical Simulations for Electromagnetic Emission from a Thin Film Device of Intrinsic Josephson Junctions”, The 7th International Symposium on Intrinsic Josephson Effects and Plasma Oscillations in High-Tc Superconductors, April 29 - May 2, 2010, Hirosaki, Japan.
- 3.1.8. Tomio Koyama, “Numerical Simulations for THz Emission in IJJ’s”, 2nd JST-DFG Workshop on Terahertz Superconductor Electronics, Oct. 16-19, 2011, Blaubeuren, Germany.
- 3.1.9. Tomio Koyama, “Numerical Study for Electromagnetic Emission from Intrinsic Josephson Junctions”, Pathbreaking Phase Sciences in Superconductivity 2012, Jan. 13-15, Osaka, Japan.

② 口頭発表 (国内 18 件、国際 2 件)

- 3.2.1. 小山富男(東北大金研), 「固有ジョセフソン接合列のMQTレートのインスタントン近似による計算」(日本物理学会2007年春季大会, 2007年3月20日).
- 3.2.2. 小山富男, 「固有ジョセフソン接合における第1及び第2ブランチへのMQT」, 日本物理学会 第62回年次大会(9月21-24日, 札幌).
- 3.2.3. 松本秀樹, 「固有ジョセフソン接合における0磁場でのTHz波発振の理論」, 日本物理学会 第62回年次大会(9月21-24日, 札幌).
- 3.2.4. 小山富男, 「固有ジョセフソン接合におけるTHz波発振」, 第19回磁束線国内会議(12月12-14日).
- 3.2.5. 小山富男, 「固有ジョセフソン接合におけるTHz波発振の理論II」, 日本物理学会第63回年次大会(3月23-26日).
- 3.2.6. 小山富男, 「2バンド層状超伝導体の集団モード」, 日本物理学会 2008秋季大会(9月20-23日, 盛岡).
- 3.2.7. 松本秀樹, 「固有ジョセフソン接合におけるテラヘルツ波発振III」, 日本物理学会 2008秋季大会(9月20-23日, 盛岡).
- 3.2.8. 小山富男, 「固有ジョセフソン接合におけるTHz波発振」, 京都大学基礎物理学研究所研究会(7月31日-8月2日).
- 3.2.9. 小山富男, 「テラヘルツ波発振をもたらす固有ジョセフソン接合内の電磁場」, 日本物理学会第64回年次大会, 領域8, 領域6合同シンポジウム「ナノ構造超伝導体における磁束物理」(3月28日).
- 3.2.10. 小山富男, 「テラヘルツ波発振をもたらす固有ジョセフソン接合内の電磁場」, 日本物理学会 2009年次大会(3月27-30日, 東京).
- 3.2.11. 松本秀樹, 「固有ジョセフソン接合における位相差の運動状態とTHz発振」, 日本物理学会 2009秋季大会(9月25日-28日, 熊本).
- 3.2.12. 小山富男, 「電極を付けた固有ジョセフソン接合からのTHz波発振」, 日本物理学会 2009年秋季大会(9月25日-28日).
- 3.2.13. 小山富男, 「2-gap 固有ジョセフソン接合におけるACジョセフソン効果と Leggett mode」, 第17回磁束線物理国内会議(12月1日-3日, 大阪).
- 3.2.14. 小山富男, 「多ギャップ固有ジョセフソン接合におけるジョセフソン効果とレゲットモード」, 日本物理学会第65回年次大会(3月20日-23日, 岡山).
- 3.2.15. 松本秀樹, 「固有ジョセフソン接合系におけるTHz波発振のマルチスケールシミュレーション」, 日本物理学会第65回年次大会(3月20日-23日, 岡山).
- 3.2.16. 小山富男, 「非一様固有ジョセフソン接合のTHz波発振に対する数値シミュレーション」, 日本物理学会2010秋季大会, 大阪, 9月23-26日.
- 3.2.17. 小山富男, 「固有ジョセフソン接合からのTHz波発振シミュレーション」, 第18回渦糸物理国内会議, 東京, 12月1-3日.
- 3.2.18. Tomio Koyama, “Electrodynamics and intrinsic Josephson effects in multi-gap superconductors”, International Conference on Theoretical Physics: DUBNA-NANO2010, Dubna (Russia), July 5-10, 2010.

- 3.2.19. Tomio Koyama, “Nonlocal Ginzburg-Landau Theory for Superconductors”, 24th International Symposium on Superconductivity, Oct. 24-26, 2011, Tokyo.
- 3.2.20. 小山富男, 「多バンド超伝導体に対する非局所GL理論」日本物理学会 第67回年次大会, 西宮, 2012年3月24-27日.

③ ポスター発表 (国内 0 件、国際 10 件)

- 3.3.1. T. Koyama, “Macroscopic Quantum Effect in Intrinsic Josephson Junctions Containing Magnetic Flux” (19th International Symposium on Superconductivity, Nagoya, Oct. 31, 2006)
- 3.3.2. T. Koyama, “Effects of the capacitive coupling on the escape rate in intrinsic Josephson junction stacks”, Spectroscopy in Novel Superconductors (April 20-24, Sendai, Japan)
- 3.3.3. T. Koyama, “Macroscopic quantum effects in intrinsic Josephson junction stacks”, 20th International Symposium on Superconductivity (Nov. 5-7, Tsukuba, Japan)
- 3.3.4. H. Matsumoto, “Electromagnetic waves in single- and multi-Josephson junctions”, 20th International Symposium on Superconductivity (Nov. 5-7, Tsukuba, Japan)
- 3.3.5. T. Koyama, “Macroscopic Quantum Effect in Capacitively- and Inductively-coupled Intrinsic Josephson Junction Stacks”, LT25 (August 6-13, 2008, Amsterdam, Netherland)
- 3.3.6. H. Matsumoto, “THz Wave Emission from the Intrinsic Josephson Junctions in High T_c Superconductors”, LT25 (August 6-13, 2008, Amsterdam, Netherland)
- 3.3.7. T. Koyama, “Numerical Simulation of THz Emission from High-T_c Intrinsic Josephson Junctions”, M2S2009 (Sept. 7-12, 2009, Tokyo)
- 3.3.8. H. Matsumoto, “THz Wave Emission and Wave Motion in Intrinsic Josephson Junctions”, ISS2009 (Nov. 2-4, 2009, Tsukuba)
- 3.3.9. T. Koyama, “I-V Characteristics in Multi-gap Intrinsic Josephson Junction Stacks”, ISS2009 (Nov. 2-4, 2009, Tsukuba).
- 3.3.10. Tomio Koyama, “Numerical study for electromagnetic wave emission in thin samples of intrinsic Josephson junctions”, 23th International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, Nov. 1-3, 2010.

大橋(慶応大)グループ

① 招待講演 (国内 8 件、国際 13 件)

- 4.1.1. Yoji Ohashi (Keio University): “Superfluid density in the BCS-BEC crossover regime of a two-component Fermi gas at finite temperatures.” 5th International conference on Macroscopic quantum phenomena in complex striped matter (STRIPES06), 2006. 12.17-22, University of Rome, Rome, Italy.
- 4.1.2. 大橋洋士(慶應義塾大学): 「極低温フェルミ原子ガス超流動における BCS 状態からボーズ凝縮へのクロスオーバー」平成 18 年度ナノサイエンス特別プロジェクト講演会および研究成果発表会, 2007.3.8, 筑波大学, つくば.
- 4.1.3. 長谷泉(産総研エレクトロニクス), 超伝導体 MgCNi₃ 及び関連物質のバンド計算, 超伝導と強磁性, 化合物新磁性材料専門研究会, 学習院大学, 2007年3月2日.
- 4.1.4. Y. Ohashi, “Itinerant-localized dual character of strongly-correlated superfluid Bose gas in an optical lattice.”, PSM international workshop, "physics of supersolids and related topics.", 2007. 4. Keio University (Hiyoshi), Japan.
- 4.1.5. Y. Ohashi, N. Fukushima, H. Matsumoto, E. Taylor, and A. Griffin,

- “Superfluid density in the BCS-BEC crossover regime of a Fermi superfluid.”, Joint ESF and JSPS conference on “Vortex Matter in Nanostructured Superconductors (VORTEX V)”, 2007. 9. Rhodes, Greece.
- 4.1.6. Y. Ohashi, “BCS-BEC crossover in a gas of Fermi atoms with a Feshbach resonance.”, 2nd international autumn seminar on nanoscience and engineering in superconductivity for young scientists, 2007. 11., Hotel Epinard, Nasu, Japan.
- 4.1.7. 大橋洋士, “フェルミ原子ガス超流動における BCS-BEC クロスオーバー.”, 日本物理学会, 2008.3, 近畿大学.
- 4.1.8. Y. Ohashi, “Superfluid Properties of an Ultra-Cold Fermi Gas in the BCS-BEC Crossover Region.”, 9th International Symposium on Foundations of Quantum Mechanics in the Light of New Technology (ISQM2008), 2008.8. Advanced Research Lab., Hitachi, Ltd. Saitama, Japan.
- 4.1.9. E. Taylor, A. Griffin and Y. Ohashi, “Spin-polarized Fermi superfluids as Bose-Fermi mixtures”, 6th International Conference of the Stripes Series (STRIPES08), 2008.7. Erice, Italy.
- 4.1.10. Y. Ohashi, S. Tsuchiya and R. Watanabe, “Pseudogap phenomena in the BCS-BEC crossover regime of an ultracold Fermi gas”, Joint JSPS-ESF International Conference on Nanoscience and Engineering in Superconductivity, 2009.3. Tsukuba, Japan.
- 4.1.11. Y. Ohashi, S. Tsuchiya, and R. Watanabe, “Strong coupling fluctuation effects in the BCS-BEC crossover regime of an ultracold Fermi gas,” 5th cross-strait and international conference on quantum manipulation, December 19 (2009) Institute of Physics, Chinese academy of science (CAS), Beijing, China.
- 4.1.12. Y. Ohashi, S. Tsuchiya, and R. Watanabe, “極低温 Fermi 原子ガス: 超流動現象の統一的理解と物質科学研究のための量子シミュレータの可能性,” 最先端研究開発支援プログラム量子情報処理プロジェクト(FIRST)第1回夏季研修会, 2010年8月, 沖縄.
- 4.1.13. Y. Ohashi, S. Tsuchiya, R. Watanabe, and D. Inotani, “Photoemission spectrum and pseudogap phenomena in the BCS-BEC crossover regime of an ultracold Fermi gas,” 第18回渦糸物理国内会議(VPWJ2010), 2010年12月, JAEA, Tokyo.
- 4.1.14. Y. Ohashi, and T. Kashimura, “Formation of magnetic impurities and pair-breaking effect in a superfluid Fermi gas,” International workshop on ultracold Fermi gas: Superfluidity and strong correlation (USS2010), May, 2010, JAEA, Tokyo.
- 4.1.15. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, “Pseudogap signature in photoemission spectrum of an ultracold Fermi gas,” International workshop on ultracold Fermi gas: Superfluidity and strong correlation (USS2010), May, 2010, JAEA, Tokyo.
- 4.1.16. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, “Pseudogap behavior of an ultracold Fermi gas in the BCS-BEC crossover regime,” 11th Asia Pacific Physics Conference (APPC11) November 2010, Shanghai, China.
- 4.1.17. Y. Ohashi, T. Kashimura, and S. Tsuchiya, “Formation of magnetic impurities, p-junction and spontaneous current state in a superfluid Fermi gas,” Griffifest, May, 2011, Toronto, Canada.
- 4.1.18. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, “冷却フェルミ原子気体のBCS-BECクロスオーバー領域における擬ギャップ状態,” 基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 2011年8月, 京都基礎物理学研究所.
- 4.1.19. Y. Ohashi, “フェルミ原子ガスで実現する強相関、強結合超流動:BCS-BECクロス

オーバーと擬ギャップ現象”, 理論核物理素粒子論領域合同シンポジウム, 日本物理学会(素粒子原子核宇宙分野) 2011年9月, 弘前大学.

- 4.1.20. Y. Ohashi, “超流動フェルミ原子ガス: 超流動現象の統一描像と強相関電子系に対する量子シミュレータの可能性,” 「半導体における動的相関電子系の光科学」 「コンピュータによる物質デザイン: 複相関と非平衡ダイナミクス」 領域合同若手道場, 2011年9月, 大阪大学.
- 4.1.21. 渡部昌平, 大橋洋士, “有限温度ボース気体における多体効果,” Workshop on “Ultracold Atom Gases: Superfluidity and Strong-Correlations,” 2012年1月, 東京理科大学.

② 口頭発表 (国内 33件、国際 8件)

- 4.2.1. E. Taylor, A. Griffin, E. Taylor, and Y. Ohashi: "The effective Bose-Fermi scattering length in spin-polarized Fermi superfluids.", APS March Meeting, 2007.3.5-9 (2007) Denver, Colorado, USA.
- 4.2.2. 大橋洋士(慶應義塾大学): 「光学格子中のフェルミ原子気体を用いた強結合超流動の研究」第3回「超伝導ナノサイエンスと応用」研究会, 2007.3.21-23, 霧島, 鹿児島.
- 4.2.3. H. Tamaki, Y. Ohashi, and K. Miyake, “BCS-BEC crossover in a gas of Fermi atoms loaded on an optical lattice”, PSM international workshop, "physics of supersolids and related topics", 2007.4. Keio University (Hiyoshi), Japan.
- 4.2.4. Y. Ohashi, “Strong-coupling effects in an ultra-cold Fermi gas loaded on an optical lattice”, 科研費特定領域研究会「スーパークリーン物質で実現する新しい量子相の物理」, 2007.7, 高野山大学.
- 4.2.5. 玉置洋正, 大橋洋士, 三宅和正, “銅酸化物系における非整合 SDW とd波超伝導の競合: 斥力-引力変換による理論.”, 日本物理学会, 2007.9, 北海道大学.
- 4.2.6. 高橋剛, 大橋洋士, “フェルミ原子ガス超流動の BCS-BEC クロスオーバー領域に対する繰り込み群解析.”, 日本物理学会, 2007.9, 北海道大学.
- 4.2.7. 土屋俊二, 大橋洋士, “ボゴリウボフ励起のトンネル効果.”, 日本物理学会, 2007.9, 北海道大学.
- 4.2.8. 大橋洋士, “光学格子中のフェルミ原子気体における強結合効果”, 日本物理学会, 2007.9, 北海道大学.
- 4.2.9. Y. Ohashi, “Superfluid Density in the BCS-BEC Crossover Region.”, International Symposium on Physics of New Quantum Phases in Superclean Materials, 2007.10. Nagaragawa Convention Center, Japan.
- 4.2.10. H. Tamaki, Y. Ohashi, and K. Miyake, “Competition between incommensurate SDW and d-wave superconducting phase in cuprates: A theory on the basis of repulsion-attraction transformation”, 2nd International Workshop on "Materials Science and Nano-Engineering," 21st Century COE Program, Osaka University, 2007.12. Awaji Yumebutai International Conference Center, Japan.
- 4.2.11. 土屋俊二, 大橋洋士, “位相差のある Bose 凝縮体間の異常トンネル現象.”, 日本物理学会, 2008.3, 近畿大学.
- 4.2.12. 高橋剛, 大橋洋士, “スピン偏極した超流動フェルミ気体の強結合領域における繰り込み群解析.”, 日本物理学会, 2008.3, 近畿大学.
- 4.2.13. 大橋洋士, 玉置洋正, 三宅和正, “光学格子中のフェルミ原子ガス超流動の BCS-BEC クロスオーバー領域における超流動揺らぎと密度揺らぎの競合.”, 第5回「超伝導ナノサイエンスと応用」研究会, 2008.3, 有馬温泉, 神戸.
- 4.2.14. Y. Ohashi, “Molecular wavefunction and tunneling properties of a bound pair of Fermi atoms in an optical lattice.”, 25th International conference on low temperature physics, 2008.8. RAI Congress Center, Amsterdam,

Netherlands.

- 4.2.15. 大橋洋士, 土屋俊二, “Supercurrent behavior of low-energy Bogoliubov phonon and anomalous tunneling effect in a Bose-Einstein condensate.”, 2008.9, 日本物理学会, 岩手大学.
- 4.2.16. 土屋俊二, 渡辺亮太, 大橋洋士, “フェルミ原子気体のBCS-BECクロスオーバー領域における擬ギャップ状態.”, 2008.9, 日本物理学会, 岩手大学.
- 4.2.17. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, “Pseudogap phenomenon in the BCS-BEC crossover regime of atomic Fermi gases.”, APS March Meeting, 2009.3. Pittsburgh, Lawrence Convention Center, U.S.
- 4.2.18. 土屋俊二, 渡辺亮太, 大橋洋士, “フェルミ原子気体のBCS-BECクロスオーバー領域における擬ギャップ状態(2).”, 2009.3, 日本物理学会, 立教大学.
- 4.2.19. 柏村孝, 大橋洋士, 「フェルミ原子ガス超流動を用いた超流動/強磁性/超流動接合の実現と π -phase の可能性」日本物理学会 2009年9月26日, 熊本大学黒髪キャンパス.
- 4.2.20. 渡邊亮太, 土屋俊二, 大橋洋士, 「BCS-BECクロスオーバーにおける超流動状態の解析」日本物理学会 2009年9月26日, 熊本大学黒髪キャンパス.
- 4.2.21. 土屋俊二, 渡邊亮太, 大橋洋士, 「photoemission spectroscopy による Fermi 原子気体の解析」日本物理学会 2009年9月26日, 熊本大学黒髪キャンパス.
- 4.2.22. 猪谷太輔, 大橋洋士, 「鉄ヒ素計超伝導体における不純物効果と交流ジョセフソン電流」日本物理学会 2009年9月26日, 熊本大学黒髪キャンパス.
- 4.2.23. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, “Theory of photoemission spectroscopy of Fermi gases in the BCS-BEC crossover regime above T_c ”, American Physical Society (APS) March Meeting 2010, March 15-19 (2010), Portland, USA.
- 4.2.24. 柏村孝, 大橋洋士, 「フェルミ原子ガス超流動を用いた超流動/強磁性/超流動接合の実現と π -phase の可能性(2)」日本物理学会 2010年3月20日, 岡山大学.
- 4.2.25. 渡邊亮太, 土屋俊二, 大橋洋士, 「photoemission spectroscopy による Fermi 原子気体の解析(2)」日本物理学会 2010年3月20日, 岡山大学.
- 4.2.26. 渡部昌平, 加藤雄介, 大橋洋士, “スピン1スピノール BEC におけるスピン波励起の異常トンネル”, 日本物理学会, 2010年9月, 大阪府立大学.
- 4.2.27. 柏村孝, 土屋俊二, 大橋洋士, “スピン偏極したフェルミ原子ガスを用いた超流動/強磁性/超流動接合で実現する π -state の解析”, 日本物理学会, 2010年9月, 大阪府立大学.
- 4.2.28. 猪谷太輔, 渡邊亮太, Manfred Sigrist, 大橋洋士, “p波相互作用するフェルミ原子気体における擬ギャップ状態”, 日本物理学会, 2010年9月, 大阪府立大学.
- 4.2.29. 渡邊亮太, 土屋俊二, 大橋洋士, “photoemission spectroscopy による超流動 Fermi 原子気体の理論解析”, 日本物理学会, 2010年9月, 大阪府立大学.
- 4.2.30. 土屋俊二, 渡邊亮太, 大橋洋士, “Fermi 原子気体の photoemission spectroscopy における擬ギャップと back-bending スペクトルについて”, 日本物理学会, 2010年9月, 大阪府立大学.
- 4.2.31. 渡邊亮太, 土屋俊二, 大橋洋士, “BCS-BECクロスオーバーにおける冷却原子気体の熱力学的性質と擬ギャップ現象”, 日本物理学会, 2011年3月, 新潟大学.
- 4.2.32. T. Kashimura, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, “Possibility of π -Josephson junction and spontaneous current in a spin-polarized Fermi gas,” APS March Meeting, March, 2011, Dallas, US.
- 4.2.33. 渡邊亮太, 土屋俊二, 大橋洋士, “冷却原子気体の擬ギャップ領域における熱力学量の解析”, 日本物理学会, 2011年9月, 富山大学.
- 4.2.34. 柏村孝, 渡邊亮太, 大橋洋士, “スピンインバランス超流体における不安定性と相分離”, 日本物理学会, 2011年9月, 富山大学.
- 4.2.35. 渡部昌平, 大橋洋士, “相互作用するボース気体の転移温度と多体効果,” 日本物理

- 学会, 2011年9月, 富山大学.
- 4.2.36. 加藤雄介, 渡部昌平, 大橋洋士, “異常トンネル効果と南部ゴールドストーンモード,” 日本物理学会, 2011年9月, 富山大学.
- 4.2.37. 柏村孝, 渡邊亮太, 大橋洋士, “スピン偏極したフェルミ原子気体の帯磁率に対する強結合効果,” 日本物理学会, 2012年3月, 関西学院大学.
- 4.2.38. 渡邊亮太, 土屋俊二, 大橋洋士, “2次元冷却フェルミ原子系の常流動相における強結合効果,” 日本物理学会, 2012年3月, 関西学院大学.
- 4.2.39. 猪谷太輔, M.Sigrist, 大橋洋士, “p波相互作用するフェルミ原子気体における超流動相での強結合効果,” 日本物理学会, 2012年3月, 関西学院大学.
- 4.2.40. 花井亮, 大橋洋士, “質量の異なるフェルミ粒子の対凝縮と強結合効果,” 日本物理学会, 2012年3月, 関西学院大学.
- 4.2.41. 渡部昌平, 大橋洋士, “相互作用する有限温度ボース気体の多体効果,” 日本物理学会, 2012年3月, 関西学院大学.

③ ポスター発表 (国内 8件、国際 25件)

- 4.3.1. S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, “Quantum Tunneling of Bogoliubov Excitations.”, Bose-Einstein Condensation 2007, Frontiers in Quantum Gases, 2007.9. Sant Feliu de Guixols (Costa Brava), Spain.
- 4.3.2. S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, “Origin of anomalous tunneling of Bogoliubov excitations.”, International Symposium on Physics of New Quantum Phases in Superclean Materials, 2007.10. Nagaragawa Convention Center, Japan.
- 4.3.3. G. Takahashi, and Y. Ohashi, “Renormalization group theory of a superfluid Fermi gas with population imbalance in the strong-coupling region.”, International Symposium on Physics of New Quantum Phases in Superclean Materials, 2007.10. Nagaragawa Convention Center, Japan.
- 4.3.4. S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, “Enhanced quasi-particle current of Bogoliubov phonons in a Bose-Einstein condensate.”, 25th International conference on low temperature physics, 2008.8. RAI Congress Center, Amsterdam, Netherlands.
- 4.3.5. S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, “Anomalous enhancement of quasi-particle current in a BEC.”, 9th International Symposium on Foundations of Quantum Mechanics in the Light of New Technology (ISQM2008), 2008.8. Advanced Research Lab., Hitachi, Ltd. Saitama, Japan.
- 4.3.6. D. Inotani, and Y. Ohashi, “Proposed Method to Detect + - s-wave Pairing State in Fe-Pnictides Using Ac-Josephson Effect,” ISSP international workshop on “New developments of superconductivity,” July 9 (2009), Institute of Solid State Physics (ISSP), University of Tokyo, Kashiwa, Chiba, Japan.
- 4.3.7. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, “Pseudogap in fermionic density of states in the BCS-BEC crossover of atomic Fermi gases,” International Symposium on Quantum Fluids and Solids (QFS2009), August 5 (2009), Northwestern University, Evanston, Illinois, USA.
- 4.3.8. D. Inotani, and Y. Ohashi, “Theoretical Proposal of a Method to Identify the Pairing Symmetry of Fe-Pnictide Superconductors Using Ac-Josephson Effect,” International conference on materials and mechanisms of superconductivity (M2S-IX), September 7 (2009), Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan.
- 4.3.9. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, “Pseudogap behaviors of atomic Fermi gases above T_c in the BCS-BEC crossover,” International conference on materials and mechanisms of superconductivity (M2S-IX), September 7 (2009), Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan.
- 4.3.10. R. Watanabe, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi, “Pairing Fluctuations and

- Pseudogap Effects in the BCS-BEC Crossover Regime of a Superfluid Fermi Gas,” International conference on materials and mechanisms of superconductivity (M2S-IX), September 7 (2009), Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan.
- 4.3.11. S. Tsuchiya, R. Watanabe, and Y. Ohashi, “Theory of Photoemission Spectroscopy of Fermi Gases in the BCS-BEC Crossover,” International Symposium on New Quantum Phases in Superclean Materials (PSM2010), March 9-12 (2010), Hamagin Hall, VIA MARE, Yokohoma, Japan.
- 4.3.12. T. Kashimura, and Y. Ohashi, “Superfluid/ferromagnet/superfluid-junction and π -phase in a Superfluid Fermi Gas with Population Imbalance,” International Symposium on New Quantum Phases in Superclean Materials (PSM2010), March 9-12 (2010), Hamagin Hall, VIA MARE, Yokohoma, Japan.
- 4.3.13. 柏村孝, 土屋俊二, 大橋洋士, “フェルミ原子ガス超流動における超流動/強磁性/超流動接合と π -phase の実現可能性”, 基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 2010年8月, 京都大学 基礎物理学研究所 湯川記念館 Panasonic 国際交流ホール.
- 4.3.14. 猪谷太輔, Mafred Sigrist, 土屋俊二, 大橋洋士, “p 波相互作用するフェルミ気体における強結合効果と擬ギャップ構造”, 基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 2010年8月, 京都大学 基礎物理学研究所 湯川記念館 Panasonic 国際交流ホール.
- 4.3.15. 渡邊亮太, 土屋俊二, 大橋洋士, “超流動 Fermi 原子気体の1粒子状態と photoemission スペクトル”, 基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 2010年8月, 京都大学 基礎物理学研究所 湯川記念館 Panasonic 国際交流ホール.
- 4.3.16. T. Kashimura, S. Tsuchiya, Y. Ohashi, “Superfluid/ferromagnet/superfluid-junction and π -phase in a superfluid Fermi gas,” International workshop on ultracold Fermi gas: Superfluidity and strong correlation (USS2010), May, 2010, JAEA, Tokyo.
- 4.3.17. R. Watanabe, S. Tsuchiya, Y. Ohashi, “Pseudogap effects on single-particle properties in the BCS-BEC crossover regime of a superfluid Fermi gas,” International workshop on ultracold Fermi gas: Superfluidity and strong correlation (USS2010), May, 2010, JAEA, Tokyo.
- 4.3.18. D. Inotani, M. Sigrist, Y. Ohashi, “Strong coupling effects on normal state in p-wave BCS-BEC crossover,” 5th international workshop on quantum gases and quantum coherence, June, 2010, University of Nice, France.
- 4.3.19. R. Watanabe, S. Tsuchiya, Y. Ohashi, “Strong pairing fluctuations and pseudogap effects on the superfluid density of states in the BCS-BEC crossover regime of an ultracold Fermi gas,” 5th international workshop on quantum gases and quantum coherence, June, 2010, University of Nice, France.
- 4.3.20. R. Watabe, Y. Kato, “Stability of superfluid,” 5th international workshop on quantum gases and quantum coherence, June, 2010, University of Nice, France.
- 4.3.21. T. Kashimura, S. Tsuchiya, Y. Ohashi, “Superfluid/ferromagnet/superfluid-junction and π -phase in a spin-polarized Fermi gas,” 22nd International conference on atomic physics (ICAP2010), July, 2010, Cairns, Australia.
- 4.3.22. R. Watabe, Y. Kato, Y. Ohashi, “Anomalous tunneling of Spin Wave Excitations in a Spin-1 Spinor Bose-Einstein Condensate,” 22nd International conference on atomic physics (ICAP2010), July, 2010, Cairns, Australia.
- 4.3.23. D. Inotani, M. Sigrist, Y. Ohashi, “Strong Coupling Effect on Normal State

- of Fermi gas with a p-wave interaction,” 22nd International conference on atomic physics (ICAP2010), July, 2010, Cairns, Australia.
- 4.3.24. R. Watanabe, S. Tsuchiya, Y. Ohashi, “Strong Coupling Effects on the single-particle properties in the BCS-BEC Crossover Regime of Superfluid Fermi Gases,” 22nd International conference on atomic physics (ICAP2010), July, 2010, Cairns, Australia.
- 4.3.25. D. Inotani, R. Watanabe, M. Sigrist, Y. Ohashi, “Pseudogap phenomena of an ultracold Fermi gas with a p-wave Feshbach resonance,” 26th International conference on low temperature physics, August, 2011, Beijing, China.
- 4.3.26. S. Watabe, Y. Kato, Y. Ohashi, “Anomalous tunneling of spin wave in polar state of spin-1 BEC,” 26th International conference on low temperature physics, August, 2011, Beijing, China.
- 4.3.27. Y. Kato, S. Watabe, Y. Ohashi, “Anomalous tunneling of spin wave in Heisenberg ferromagnet,” 26th International conference on low temperature physics, August, 2011, Beijing, China.
- 4.3.28. T. Kashimura, S. Tsuchiya, Y. Ohashi, “p-phase and spontaneous supercurrent induced by pseudo-ferromagnetic junction in a spin-polarized superfluid Fermi gas,” 26th International conference on low temperature physics, August, 2011, Beijing, China.
- 4.3.29. 大橋洋士, “フェルミ原子ガス超流動と励起子ポラリトン超流動で実現する共鳴型超流動の統一的理解,” 「半導体における動的相関電子系の光科学」第6回シンポジウム, 2012年1月, 京都大学化学研究所.
- 4.3.30. 花井亮, 大橋洋士, “励起子ポラリトンのボーズ・アインシュタイン凝縮における電子正孔対-フォトン共鳴の効果,” Workshop on “Ultracold Atom Gases: Superfluidity and Strong-Correlations,” 2012年1月, 東京理科大学.
- 4.3.31. 渡邊亮太, 土屋俊二, 大橋洋士, “冷却原子気体の熱力学量における強結合効果と擬ギャップ温度,” Workshop on “Ultracold Atom Gases: Superfluidity and Strong-Correlations,” 2012年1月, 東京理科大学.
- 4.3.32. 猪谷太輔, 渡邊亮太, M. Sigrist, 大橋洋士, “p波相互作用するFermi原子気体における擬ギャップ現象,” Workshop on “Ultracold Atom Gases: Superfluidity and Strong-Correlations,” 2012年1月, 東京理科大学.
- 4.3.33. 柏村孝, 渡邊亮太, 大橋洋士, “フェルミ原子気体におけるスピン偏極率に対する揺らぎの効果,” Workshop on “Ultracold Atom Gases: Superfluidity and Strong-Correlations,” 2012年1月, 東京理科大学.

加藤(大阪府立大)グループ

① 招待講演 (国内 9件、国際 11件)

- 5.1.1. T. Ishida, M. Nishikawa, Y. Fujita, K. Satoh, T. Yotsuya, S. Miki, H. Shimakage, Z. Wang, S. Okayasu, M. Katagiri, K. Houjo, Y. Mori, N. Niimura, M. Machida, M. Kato, MgB2 transition edge sensor to detect a single neutron. 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (Kyoto, Japan, December, 2006)
- 5.1.2. T. Ishida, Y. Matsushima, M. Shimizu, M. Hayashi, H. Ebisawa, M. Kato, O. Sato, K. Satoh, T. Yotsuya, Periodic flux jump in superconducting Pb networks as consequence of the extended Little-Parks effect, (Joint ESF and JSPS Conference on Vortex Matter in Nanostructured Superconductors, Rhodes, Greece, September, 2007)
- 5.1.3. 加藤勝, 中島督, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, d-dot:理論と応用 (東北大金属材料研究所ワークショップ「ナノ構造超伝導体とその応用」, 12月, 仙台).
- 5.1.4. 末松久孝, 加藤勝, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, ナノ超伝導体の準粒子構造

- (東北大金属材料研究所ワークショップ「ナノ構造超伝導体とその応用」, 12月, 仙台)
- 5.1.5. 中島督, 加藤勝, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, F. Nori, d-dot を用いた論理回路(東北大金属材料研究所ワークショップ「ナノ構造超伝導体とその応用」, 12月, 仙台).
 - 5.1.6. M. Kato, M. Nishikawa, T. Ishida, Simple thermal model simulations of transition edge sensors and plans of microscopic simulations for quasiparticle dynamics, (The Third CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity - Superconducting Sensors-, Sakai, Japan, October, 2007)
 - 5.1.7. T. Ishida, M. Nishikawa, Y. Fujita, S. Okayasu, M. Katagiri, K. Satoh, T. Yotsuya, H. Shimakage, S. Miki, Z. Wang, M. Machida, T. Kano, M. Kato, Fabrication of MgB₂ detector and its applications as neutron detectors, (The Third CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity - Superconducting Sensors-, Sakai, Japan, October, 2007)
 - 5.1.8. M. Kato, S. Nakajima, T. Koyama, M. Machida, T. Ishida, Dynamics of half-quantum vortices in composite structures of d- and s-wave superconductors (d-dot) (The Fourth CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity - Critical Currents-, Kitakyushu, Japan, December, 2007)
 - 5.1.9. T. Ishida, Y. Matsushima, M. Shimizu, M. Hayashi, H. Ebisawa, O. Sato, M. Kato, T. Koyama, M. Machida, K. Satoh, T. Yotsuya, Periodic flux jumps appearing in superconducting networks (The Fourth CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity - Critical Currents-, Kitakyushu, Japan, December, 2007)
 - 5.1.10. 加藤勝, 石田武和, 佐藤修, 小山富男, 町田昌彦, 林正彦, 海老澤丕道, F. Nori, “ナノ構造超伝導体の理論:d-dot, 異方的微小超伝導体、超伝導ネットワーク”, (京都大学基礎物理学研究所短期研究会 “不均一超伝導超流動状態と量子物理”, 7月, 京都).
 - 5.1.11. 石田武和, 末松久孝, 松島吉明, 清水真, 海老澤丕道, 林正彦, 佐藤修, 佐藤和郎, 四谷任, 加藤勝, 超伝導ナノ微小板と超伝導ネットワークの渦糸状態(京都大学基礎物理学研究所短期研究会 “不均一超伝導超流動状態と量子物理”, 7月, 京都).
 - 5.1.12. 加藤勝, 富田聡, 異方的超伝導体の渦糸内部の電子構造(講演会「異方的超伝導と渦糸物理 ~真木和美先生をしのんで~」, 1月, 大阪).
 - 5.1.13. 佐藤修, 加藤勝, 超伝導ネットワークの渦糸構造(講演会「異方的超伝導と渦糸物理 ~真木和美先生をしのんで~」, 1月, 大阪).
 - 5.1.14. 加藤勝, ナノ構造超伝導体における磁束構造とそのダイナミクス (日本物理学会第64回年次大会, 3月, 東京).
 - 5.1.15. M. Kato “Vortex Structures and Dynamics in Asymmetric and Disordered Networks” (The Joint JSPS-ESF International Conference on Nanoscience and Engineering in Superconductivity, March, Tsukuba, Japan.)
 - 5.1.16. M. Kato, Y. Iwamoto, O. Sato “Vortex structures and their dynamics in nano-structured superconductors” (New directions of superconducting nanostructures 2009, Nagoya, Japan, September, 2009)
 - 5.1.17. M. Kato, Y. Iwamoto, O. Sato, “Vortex structures and dynamics in finite and asymmetric superconducting networks” (The 12th International Workshop on Vortex Matter in Superconductors, Yamanaka, Japan, September, 2009)
 - 5.1.18. T. Ishida, K. Arai, Y. Akita, M. Miyanari, Y. Minami, T. Yotsuya, M. Kato, S. Kazuo, M. Uno, H. Shimakage, S. Miki, Z. Wang “Scanning Tunneling Microscope for Imaging Nano-structured Superconductors” (Sixth International Conference in School Format on Vortex Matter in

Nanostructured Superconductors, Rhodes, Greece, September, 2009))

- 5.1.19. 加藤勝, シンポジウム: ナノ構造超伝導体中の量子磁束とそのダイナミクスの可視化の新展開: はじめに (日本物理学会第 65 回年次大会, 3 月, 岡山).
- 5.1.20. H. T. Huy, M. Hayashi, M. Kato, T. Yotsuya, and T. Ishida, "Vortices configuration in superconducting MoGe networks", 7th International Conference on Vortex Matter In Nanostructured Superconductors (Vortex VII) (Thodes, Greece, September, 2011)

② 口頭発表 (国内 95 件、国際 16 件)

- 5.2.1. M. Kato, M. Hayashi, H. Ebisawa, T. Koyama, M. Machida, T. Ishida, Anisotropic Superconductors In Nano-Structures. 19th International Symposium on Superconductivity (Nagoya, Japan, November, 2006)
- 5.2.2. T. Ishida, Y. Matsushima, M. Shimizu, M. Hayashi, H. Ebisawa, O. Sato, M. Kato, K. Satoh, T. Yotsuya, Particle-antiparticle symmetry between vortices and antivortices accommodated in finite-sized superconducting networks. 19th International Symposium on Superconductivity (Nagoya, Japan, November, 2006)
- 5.2.3. M. Kato, T. Koyama, M. Machida, M. Hayashi, H. Ebisawa, T. Ishida, Microscopic theory of nano-scaled anisotropic superconductors. 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (Kyoto, Japan, December, 2006)
- 5.2.4. 南野忠彦, 加藤勝, 町田昌彦, 小山富男, 石田武和, ナノ超伝導体における外部電流での渦糸流制御, 第5回低温工学・超伝導若手合同講演会 (12 月, 大阪).
- 5.2.5. 栗林昭博, 野口悟, 大場辰則, 入宇田啓樹, 原田善之, 吉澤正人, 石田武和, MgB₂ 薄膜の全温度・全磁場領域における上部臨界磁場測定, 第5回低温工学・超伝導若手合同講演会 (12 月, 大阪).
- 5.2.6. 石田武和, 松島吉明, 清水真, 林正彦, 海老沢丕道, 佐藤和郎, 四谷任, 佐藤修, 加藤勝, 超伝導ネットワークへ粒子(磁束量子)や反粒子をドーピングしてみる, 第 14 回渦糸物理国内会議 (12 月, 登別).
- 5.2.7. 加藤勝, 小山富男, 町田昌彦, 林正彦, 海老沢丕道, 石田武和, ナノサイズの異方的超伝導体, 第 14 回渦糸物理国内会議 (12 月, 登別).
- 5.2.8. 中島督, 加藤勝, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, Norii, dot を用いた論理回路のシミュレーション, 日本物理学会 2007 年春季大会 (2007 年 3 月, 鹿児島).
- 5.2.9. 末松久孝, 加藤勝, 町田昌彦, 小山富男, 石田武和, 種々の微小超伝導板における準粒子構造, 日本物理学会 2007 年春季大会 (2007 年 3 月, 鹿児島).
- 5.2.10. 佐藤修, 加藤勝, 空孔をもつ微細超伝導プレートの磁束の運動 II, 日本物理学会 2007 年春季大会 (2007 年 3 月, 鹿児島).
- 5.2.11. 松島吉明, 清水真, 林正彦, 海老沢丕道, 佐藤修, 加藤勝, 佐藤和郎, 四谷任, 石田武和, 有限サイズ超伝導ネットワークへの磁束量子ドーピング II, 日本物理学会 2007 年春季大会 (2007 年 3 月, 鹿児島).
- 5.2.12. 加藤勝, 中道滋朗, 佐藤修, 有限超伝導ネットワークにおける磁束の運動, 日本物理学会 2007 年春季大会 (2007 年 3 月, 鹿児島).
- 5.2.13. 西川正利, 藤田賢文, 三木茂人, 島影尚, 王鎮, 四谷任, 佐藤和郎, 岡安悟, 片桐政樹, 森井幸生, 北條喜一, 新村信雄, 町田昌彦, 加藤勝, 石田武和, MgB₂ 中性子検出器の熱ダイナミクスのシミュレーションと実験の比較, 日本物理学会 2007 年春季大会 (2007 年 3 月, 鹿児島).
- 5.2.14. 山本益士, 西山昌秀, 安部泰司, 佐藤博昭, 幸妙子, 川又修一, 加藤勝, 三木茂人, 佐藤和郎, 四谷任, 町田昌彦, 小山富男, 寺嶋孝仁, 津久井茂樹, 足立元明, 石田武和, 超伝導 d-dot 素子の作製と評価 II, 日本物理学会 2007 年春季大会 (2007 年 3 月, 鹿児島).

- 5.2.15. T. Ishida, M. Nishikawa, Y. Fujita, S. Okayasu, M. Katagiri, K. Satoh, T. Yotsuya, H. Shimakage, S. Miki, Z. Wang, M. Machida, M. Kato, Superconducting MgB2 film detector for neutrons. (Twelfth International Workshop on Low Temperature Detectors, Paris, France, July, 2007)
- 5.2.16. T. Ishida, M. Nishikawa, Y. Fujita, S. Miki, H. Shimakage, Z. Wang, K. Satoh, T. Yotsuya, S. Okayasu, M. Katagiri, M. Machida, T. Kano, M. Kato, Superconducting Neutron Detectors by Using High-Quality MgB2 Films, (8th European Conference on Applied Super conductivity, Brussels, Belgium, September, 2007)
- 5.2.17. 末松久孝, 加藤勝, 町田昌彦, 小山富男, 石田武和, ナノ超伝導複合体 d-dot の準粒子構造 (日本物理学会 第 62 回年次大会, 9 月, 札幌).
- 5.2.18. 松島吉明, 清水真, 佐藤和郎, 四谷任, 佐藤修, 加藤勝, 林正彦, 海老沢丕道, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, 電子線リソグラフィで作製した超伝導微細孔ネットワークにおける異常マッチング効果 (日本物理学会 第 62 回年次大会, 9 月, 札幌).
- 5.2.19. 加藤勝, 佐藤修, 有限超伝導ネットワークにおける磁束の運動 II (日本物理学会 第 62 回年次大会, 9 月, 札幌).
- 5.2.20. 中島督, 加藤勝, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, F. Nori, d-dot を用いた論理回路のシミュレーション II (日本物理学会 第 62 回年次大会, 9 月, 札幌).
- 5.2.21. 佐藤博昭, 西山昌秀, 山本益士, 幸妙子, 加藤勝, 王鎮, 島影尚, 三木茂人, 佐藤和郎, 四谷任, 町田昌彦, 小山富男, 石田武和, PLD 法による YBa2Cu3O7 薄膜を用いた d ドット素子の作製とその評価 (日本物理学会 第 62 回年次大会, 9 月, 札幌).
- 5.2.22. M. Kato, O. Sato, H. Ebisawa, M. Hayashi, T. Koyama, M. Machida, T. Ishida, Vortex Dynamics in Asymmetric Superconducting Networks, (The 20th International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November, 2007)
- 5.2.23. 末松久孝, 加藤勝, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, ナノサイズの異方的超伝導体の準粒子構造. (第6回低温工学・超伝導若手合同講演会, 12 月, 大阪).
- 5.2.24. 中島督, 加藤勝, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, d-dot を用いた論理回路のシミュレーション (第6回低温工学・超伝導若手合同講演会, 12 月, 大阪).
- 5.2.25. 西川正利, 藤田賢文, 新井康平, 三木茂人, 島影尚, 王鎮, 佐藤和郎, 四谷任, 岡安悟, 片桐政樹, 森井幸生, 北條喜一, 新村信雄, 町田昌彦, 加藤勝, 石田武和, MgB2 中性子検出器の開発と熱緩和シミュレーション (第6回低温工学・超伝導若手合同講演会, 12 月, 大阪).
- 5.2.26. 加藤勝, 佐藤修, 林正彦, 海老沢丕道, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, 非対称ネットワークにおける磁束の運動 (第 15 回渦糸国内会議, 12 月, 京都).
- 5.2.27. 松島吉明, 清水真, 佐藤和郎, 四谷任, 佐藤修, 加藤勝, 林正彦, 海老沢丕道, 石田武和, 無限系超伝導ネットワークに現れる周期的フラックスジャンプ (第 15 回渦糸国内会議, 12 月, 京都).
- 5.2.28. 佐藤修, 加藤勝, 磁場中の超伝導ネットワークの磁化 (日本物理学会 第 63 回年次大会, 3 月, 東大阪).
- 5.2.29. 松島吉明, 清水真, 海老沢丕道, 林正彦, 佐藤修, 佐藤和郎, 四谷任, 加藤勝, 石田武和, 超伝導微細孔ネットワークに現れる周期的フラックスジャンプと Little-Parks 効果 (日本物理学会 第 63 回年次大会, 3 月, 東大阪).
- 5.2.30. 新井康平, 西川正利, 藤田賢文, 町田昌彦, 加藤勝, 石田武和, 超伝導検出器のホットスポットダイナミクスのシミュレーション (日本物理学会 第 63 回年次大会, 3 月, 東大阪).
- 5.2.31. 佐藤博昭, 西山昌秀, 綱田啓, 山本益士, 幸妙子, 加藤勝, 王鎮, 島影尚, 三木茂人, 佐藤和郎, 四谷任, 町田昌彦, 小山富男, 石田武和, YBa2Cu3O7 薄膜を用

- いた d-dot の作製 (日本物理学会 第 63 回年次大会, 3 月, 東大阪).
- 5.2.32. M. Kato, T. Koyama, M. Machida, T. Ishida, Spontaneous Magnetic Flux Structures And Their Dynamics in d-Dot Systems (The 21st International Symposium on Superconductivity Tsukuba, Japan, October, 2008)
 - 5.2.33. M. Kato, S. Tomita, Effect of pseudo-gap state to the vortices in the high-Tc cuprate superconductors (American Physical Society 2009 March Meeting, Pittsburg, USA, March, 2009))
 - 5.2.34. 加藤勝, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, d-dot の理論の現状 (第 1 回「超伝導新奇応用のためのマルチスケール・マルチフィジックスシミュレーション基盤構築」CREST ワークショップ, 5 月, 東京).
 - 5.2.35. 末松久孝, 加藤勝, 石田武和, ナノ超伝導体の巨大渦糸状態 (第 1 回「超伝導新奇応用のためのマルチスケール・マルチフィジックスシミュレーション基盤構築」CREST ワークショップ, 5 月, 東京).
 - 5.2.36. 富田聡, 加藤勝, 真木和美, 高温超伝導体における渦糸まわりの準粒子構造 (第 1 回「超伝導新奇応用のためのマルチスケール・マルチフィジックスシミュレーション基盤構築」CREST ワークショップ, 5 月, 東京).
 - 5.2.37. 丹羽祐平, 加藤勝, 真木和美, トリプレット超伝導体における半整数量子磁束 (第 1 回「超伝導新奇応用のためのマルチスケール・マルチフィジックスシミュレーション基盤構築」CREST ワークショップ, 5 月, 東京).
 - 5.2.38. 藤田賢文, 新井康平, 秋田幸男, 三木茂人, 島影尚, 王鎮, 佐藤和郎, 四谷任, 曾山和彦, 岡安悟, 片桐政樹, 森井幸生, 北條喜一, 新村信雄, 町田昌彦, 加藤勝, 石田武和, MgB2 超伝導中性子検出素子の応答速度に関する考察 (日本物理学会 2008 年秋季大会, 9 月, 岩手).
 - 5.2.39. 佐藤修, 加藤勝, 超伝導ネットワークの磁束状態の磁場対称性 (日本物理学会 2008 年秋季大会, 9 月, 岩手).
 - 5.2.40. 加藤勝, 石田武和, 小山富男, 町田昌彦, 超伝導複合体 d-dot の磁束構造 (日本物理学会 2008 年秋季大会, 9 月, 岩手)
 - 5.2.41. 末松久孝, 加藤勝, 石田武和, ナノサイズ超伝導体の転移温度 (日本物理学会 2008 年秋季大会, 9 月, 岩手).
 - 5.2.42. 新井康平, 藤田賢文, 秋田幸男, 町田昌彦, 加藤勝, 石田武和, 超伝導検出器のホットスポットダイナミクスのシミュレーション II (日本物理学会 2008 年秋季大会, 9 月, 岩手).
 - 5.2.43. 末松久孝, 加藤勝, 石田武和, ナノサイズ d-波超伝導体における準粒子散乱 (日本物理学会 2008 年秋季大会, 9 月, 岩手).
 - 5.2.44. 富田聡, 加藤勝, 真木和美, 銅酸化物高温超伝導体中の磁束まわりの準粒子構造の解析 (日本物理学会 2008 年秋季大会, 9 月, 岩手).
 - 5.2.45. 丹羽祐平, 加藤勝, 真木和美, トリプレット超伝導体中の半整数量子磁束まわりの準粒子構造 (日本物理学会 2008 年秋季大会, 9 月, 岩手).
 - 5.2.46. 末松久孝, 加藤勝, 石田武和, ナノサイズ超伝導体の転移温度 (第 16 回渦糸物理国内会議, 12 月, 東京).
 - 5.2.47. 加藤勝, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, ナノ構造超伝導体における磁束構造とダイナミクス (第 16 回渦糸物理国内会議, 12 月, 東京).
 - 5.2.48. 加藤勝, 真木和美, トリプレット超伝導体中の半整数量子磁束周りの準粒子構造 (第 16 回渦糸物理国内会議, 12 月, 東京).
 - 5.2.49. 富田聡, 加藤勝, 真木和美, 銅酸化物高温超伝導体中の磁束まわりの準粒子構造の解析 (第 16 回渦糸物理国内会議, 12 月, 東京).
 - 5.2.50. 富田聡, 加藤勝, 真木和美, 銅酸化物高温超伝導体中の磁束まわりの準粒子構造の解析 (第 7 回低温工学・超伝導若手合同講演会, 12 月, 大阪).
 - 5.2.51. 丹羽祐平, 加工学・超伝導若手合同講演会 (12 月, 大阪).

- 5.2.52. 加藤勝, 富田聡, 異方的超伝導体の渦糸内部の電子構造 (講演会「異方的超伝導と渦糸物理 ～真木和美先生をしのんで～」, 1月, 大阪).
- 5.2.53. 佐藤修, 加藤勝, 超伝導ネットワークの渦糸構造(講演会「異方的超伝導と渦糸物理 ～真木和美先生をしのんで～」, 1月, 大阪).
- 5.2.54. 佐藤修, 加藤勝, Ginzburg-Landau 理論による超伝導ハニカムネットワークの磁束状態 (日本物理学会第64回年次大会, 3月, 東京).
- 5.2.55. 末松久孝, 加藤勝, 石田武和, 超伝導微小板における渦糸分子-巨大渦糸相転移 (日本物理学会第64回年次大会, 3月, 東京).
- 5.2.56. 加藤勝, 岩本祥照, 佐藤修, 欠陥のある有限サイズ四角格子超伝導ネットワークにおける磁束構造 (日本物理学会第64回年次大会, 3月, 東京).
- 5.2.57. 富田聡, 加藤勝, 真木和美, 銅酸化物高温超伝導体の磁束まわりの準粒子構造の解析 II (日本物理学会第64回年次大会, 3月, 東京).
- 5.2.58. M. Kato, Y. Iwamoto, O. Sato, "Asymmetric and Disordered Superconducting Networks: Toward controlling vortex structures", International Superconductive Electronics Conference 2009, Fukuoka, Japan, June, 2009)
- 5.2.59. M. Kato, Y. Iwamoto, O. Sato, "Nonlocal Effects in Finite Superconducting Networks" (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September, 2009)
- 5.2.60. M. Kato, Y. Iwamoto, O. Sato, "Vortex structures (and dynamics) in nano-scaled superconducting networks" (Sixth International Conference in School Format on Vortex Matter in Nanostructured Superconductors, Rhodes, Greece, September, 2009)
- 5.2.61. 加藤勝, "Electronic structure of CrN: A borderline Mott Insulator Aditi Herwadkar and Walter R. L. Lambrecht", Phys. Rev. B 79, 035125 (2009) を中心に CrN の研究の紹介 (第7回物性セミナー, 4月, 堺).
- 5.2.62. 丹羽祐平, "Anomalous Transport through the p-Wave Superconducting Channel in the 3-K Phase of Sr₂RuO₄", Phys. Rev. Lett. 101, 267003 (2008) の論文紹介 (第8回物性セミナー, 4月, 堺).
- 5.2.63. 加藤勝, 微小超伝導体中の渦糸ダイナミクス: 検出器への応用に向けて, 合同報告会超伝導検出器アレイの新展開 (6月, 和泉).
- 5.2.64. 末松久孝, 加藤勝, 石田武和, 超伝導ナノ微小板の渦糸クラスタ形成 (日本物理学会 2009年秋季大会, 9月, 熊本).
- 5.2.65. 末松久孝, 加藤勝, 石田武和, 超伝導微小板における渦糸分子-巨大渦糸相転移 II (日本物理学会 2009年秋季大会, 9月, 熊本).
- 5.2.66. 加藤勝, ナノ構造超伝導体の電子構造 (日本物理学会 2009年秋季大会, 9月, 熊本).
- 5.2.67. 丹羽祐平, 加藤勝, 真木和美, トリプレット超伝導体中の一対の半整数量子磁束周りの準粒子構造 (日本物理学会 2009年秋季大会, 9月, 熊本).
- 5.2.68. 新井康平, 秋田幸男, 八木行太郎, 末松久孝, 町田昌彦, 加藤勝, 石田武和, 超伝導検出器のホットスポットダイナミクスのシミュレーション III (日本物理学会 2009年秋季大会, 9月, 熊本).
- 5.2.69. 植村匠, 馬場雄一郎, 加藤勝, 三木茂人, 島影尚, 王鎮, 石田武和, 微細加工によるアメンボ型 d-ドット素子の作製と評価 (日本物理学会 2009年秋季大会, 9月, 熊本).
- 5.2.70. 佐藤修, 加藤勝, Ginzburg-Landau 理論による超伝導ハニカムネットワークの磁束状態 II (日本物理学会 2009年秋季大会, 9月, 熊本).
- 5.2.71. 富田聡, 加藤勝, 真木和美, 銅酸化物高温超伝導体中の磁束周りの自己無撞着解 (日本物理学会 2009年秋季大会, 9月, 熊本).
- 5.2.72. 加藤勝, "Suprafroth in type-I superconductors", Nature Phys. 4 (2008) 327

- 他の紹介（第 11 回物性セミナー，5 月，堺）。
- 5.2.73. 加藤勝，ナノ構造超伝導体の 3 次元電子構造シミュレーション（第 17 回磁束線物理国内会議，12 月，堺）。
 - 5.2.74. 丹羽祐平，加藤勝，真木和美，トリプレット超伝導体における一対の半整数量子磁束周りの準粒子構造（第 17 回磁束線物理国内会議，12 月，堺）。
 - 5.2.75. 富田聡，加藤勝，真木和美，銅酸化物高温超伝導体中の磁束周りの自己無撞着解（第 17 回磁束線物理国内会議，12 月，堺）。
 - 5.2.76. 富田聡，加藤勝，真木和美，d-波スピン密度波と d-波超伝導との共存状態における磁束構造（第 8 回低温工学・超伝導若手合同講演会，12 月，大阪）。
 - 5.2.77. 丹羽祐平，加藤勝，真木和美，トリプレット超伝導体中の一対の半整数量子磁束周りの準粒子構造（第 8 回低温工学・超伝導若手合同講演会，12 月，大阪）。
 - 5.2.78. 植村匠，馬場雄一郎，加藤勝，三木茂人，王鎮，石田武和，微細加工によるアメンボ型 d-ドット素子の作製と評価 II（日本物理学会第 65 回年次大会，3 月，岡山）。
 - 5.2.79. 加藤勝，大島成旭，3 次元ナノ構造超伝導体の電子構造シミュレーション（日本物理学会第 65 回年次大会，3 月，岡山）。
 - 5.2.80. 丹羽祐平，加藤勝，真木和美，一対の渦糸周りの準粒子構造（日本物理学会第 65 回年次大会，3 月，岡山）。
 - 5.2.81. 富田聡，加藤勝，真木和美，d-波スピン密度波と d-波超伝導との共存状態における磁束構造（日本物理学会第 65 回年次大会，3 月，岡山）。
 - 5.2.82. 加藤勝，大島成旭，3 次元ナノ構造超伝導体の電子構造シミュレーション（日本物理学会第 65 回年次大会，3 月，岡山）。
 - 5.2.83. 丹羽祐平，加藤勝，真木和美，一対の渦糸周りの準粒子構造（日本物理学会第 65 回年次大会，3 月，岡山）。
 - 5.2.84. 富田聡，加藤勝，真木和美，d-波スピン密度波と d-波超伝導との共存状態における磁束構造（日本物理学会第 65 回年次大会，3 月，岡山）。
 - 5.2.85. 加藤勝，“最近の量子アルゴリズムについて（"Quantum Algorithm for Linear Systems of Equations" PRL 103, 150502 (2009) を中心に）”，第 21 回物性セミナー，堺，2010 年 5 月。
 - 5.2.86. 加藤勝，“超伝導複合体 d-dot の理論と応用”，第 24 回物性セミナー，堺，2010 年 6 月。
 - 5.2.87. 丹羽祐平，“Unconventional s-wave superconductivity in Fe(Se,Te) の論文紹介”，堺，2010 年 8 月。
 - 5.2.88. 植村匠，馬場雄一郎，三木茂人，王鎮，加藤勝，石田武和，“微細加工によるアメンボ型 d-ドット素子の作製と評価 III”，日本物理学会 2010 年秋季大会，堺，2010 年 9 月。
 - 5.2.89. 加藤勝，“3 次元ナノ構造体の渦糸構造”，日本物理学会 2010 年秋季大会，堺，2010 年 9 月。
 - 5.2.90. 丹羽祐平，加藤勝，真木和美，“相互作用を取り入れた一対の渦糸周りの準粒子構造”，日本物理学会 2010 年秋季大会，堺，2010 年 9 月。
 - 5.2.91. 佐藤修，加藤勝，“磁場中の超伝導ネットワークの状態間変化”，日本物理学会 2010 年秋季大会，堺，2010 年 9 月。
 - 5.2.92. 加藤勝，石田武和，川又修一，小山富男，町田昌彦，四谷任，“d-ドットの渦糸構造と電子構造とその応用”，日本物理学会 2010 年秋季大会，堺，2010 年 9 月。
 - 5.2.93. 加藤勝，“酸化物高温超伝導体における渦糸まわりの準粒子構造”，工学研究科国際学術講演会 (FI 推進研究奨励研究成果発表)，堺，2010 年 12 月。
 - 5.2.94. 加藤勝，大島成旭，“3 次元ナノ構造超伝導体の渦糸構造と準粒子構造”，第 18 回磁束線物理国内会議 (VPWJ2010)，東京，2010 年 12 月。
 - 5.2.95. 丹羽祐平，加藤勝，真木和美，“トリプレット超伝導体中の一対の整数量子磁束と半整数量子磁束周りの準粒子構造”，第 9 回低温工学・超伝導若手合同講演会，大阪，

2010年12月.

- 5.2.96. 加藤勝, 丹羽祐平, “超伝導体中の渦糸間の相互作用”, 日本物理学会第66回年次大会, 新潟, 2011年3月.
- 5.2.97. 丹羽祐平, 加藤勝, 真木和美, “トリプレット p-波超伝導体における一対の半整数量子磁束周りの自己無撞着解”, 日本物理学会第66回年次大会, 新潟, 2011年3月.
- 5.2.98. 藤林デイビッド, 加藤勝, “ナノ構造超伝導体中の渦糸ダイナミクス”, 日本物理学会第66回年次大会, 新潟, 2011年3月.
- 5.2.99. 佐藤修, 加藤勝, “有限サイズ超伝導ネットワークの磁束量子配置の対称性遷移”, 日本物理学会第66回年次大会, 新潟, 2011年3月.
- 5.2.100. M. Kato, O. Sato, T. Ishida, M. Machida, T. Koyama, “Vortex dynamics in finite superconducting networks and composite structures of d- and s-wave superconductors (d-dot)”, International conference Dubna-Nano2010, Dubna, Russia, July, 2010.
- 5.2.101. Y. Niwa, M. Kato, K. Maki, “Comparison Between Quasi-Particle Excitation Around A Pair Of Singly Quantized Vortices And A Pair Of Half-Quantum Vortices”, 23rd International Symposium on Superconductivity (ISS2010) (Tsukuba, Japan, November, 2010).
- 5.2.102. M. Kato, S. Oshima, “Quasi-particle structure in the nano-structured superconductors”, 11th Asia Pacific Physics Conference (APPC11) (Shanghai, China, November, 2010).
- 5.2.103. M. Kato, Y. Niwa, “Microscopic investigation of vortex-vortex interaction in conventional and unconventional superconductors”, American Physical Society 2011 March Meeting, (Dallas, USA, March, 2011).
- 5.2.104. M. Kato, Y. Niwa, H. Suematsu, T. Ishida, “Vortex Configuration And Vortex-Vortex Interaction In Nano-Structured Superconductors”, 7th International Conference on Vortex Matter In Nanostructured Superconductors (Vortex VII) (Thodes, Greece, September, 2011)
- 5.2.105. 丹羽祐平, 加藤勝, 真木和美, “トリプレット p-波超伝導体における一対の半整数量子磁束周りの準粒子構造 II”, 日本物理学会 2011年秋季大会, (富山, 2011年9月).
- 5.2.106. 藤林デイビッド, 加藤勝, “様々な形状のアンチドットのある超伝導体中の渦糸ピンニングとそのダイナミクス”, 日本物理学会 2011年秋季大会 (富山, 2011年9月).
- 5.2.107. 加藤勝, 藤林デイビッド, “コルビノディスク中の渦糸ダイナミクスの分子動力学シミュレーション”, 日本物理学会 2011年秋季大会 (富山, 2011年9月).
- 5.2.108. 加藤勝, 丹羽祐平, “超伝導体中の渦糸相互作用の微視的理論”, 日本物理学会 2011年秋季大会 (富山, 2011年9月).
- 5.2.109. 佐藤修, 加藤勝, “温度変化に誘起される有限超伝導ネットワークの磁束対称性変化”, 日本物理学会 2011年秋季大会 (富山, 2011年9月).
- 5.2.110. 馬場雄一郎, 加藤勝, 三木茂人, 王鎮, 石田武和, “超伝導素子 dドットの作製と評価”, 日本物理学会 2011年秋季大会 (富山, 2011年9月).
- 5.2.111. 山下剛, 川又修一, 四谷任, 加藤勝, 石田武和, “ $\text{Bi}_{2.16}\text{Sr}_{1.85}\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ を用いた s-dot の作製と磁束分布”, 日本物理学会 2011年秋季大会 (富山, 2011年9月).

③ ポスター発表 (国内 6件、国際 55件)

- 5.3.1. T. Minamino, M. Kato, M. Machida, T. Koyama, T. Ishida, Dynamics Of Vortices In Narrow Nano-Scale Superconductor, 19th International Symposium on Superconductivity (Nagoya, Japan, November, 2006)
- 5.3.2. S. Nakajima, M. Kato, M. Machida, T. Koyama, T. Ishida, F. Nori, Interaction And Dynamics Of Square D-Dot's. 19th International

- Symposium on Superconductivity (Nagoya, Japan, November, 2006)
- 5.3.3. H. Suematsu, M. Kato, M. Machida, T. Koyama, T. Ishida, Quasi-Particle Spectrum Of Giant Vortex States In A Square Nanoscopic Superconducting Plate, 19th International Symposium on Superconductivity (Nagoya, Japan, November, 2006)
 - 5.3.4. Sato, M. Kato, PENETRATIONS AND DYNAMICS OF VORTICES IN MESOSCOPIC SUPERCONDUCTING PLATES, 19th International Symposium on Superconductivity (Nagoya, Japan, November, 2006)
 - 5.3.5. M. Nishikawa, M. Kato, T. Ishida, Numerical Simulation for Thermal Relaxation of Hot Spot in MgB2 Neutron Detector, 19th International Symposium on Superconductivity (Nagoya, Japan, November, 2006)
 - 5.3.6. S. Nakajima, M. Kato, M. Machida, T. Koyama, T. Ishida, Franco Nori Interaction and dynamics of square d-dot's, 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (Kyoto, Japan, December, 2006)
 - 5.3.7. T. Minamino, M. Kato, M. Machida, T. Koyama, T. Ishida, Dynamics of vortices in narrow nano-scale superconductor, 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (Kyoto, Japan, December, 2006)
 - 5.3.8. H. Suematsu, M. Kato, M. Machida, T. Koyama, T. Ishida, Quasi-particle spectrum of giant vortex state of nanostructure superconductor, 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (Kyoto, Japan, December, 2006)
 - 5.3.9. Sato, M. Kato, Simulating vortex motion in non-equilibrium mesoscopic superconductors, 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (Kyoto, Japan, December, 2006)
 - 5.3.10. T. Abe, M. Nishiyama, M. Yamamoto, H. Sato, T. Yuki, M. Nishiyama, S. Kawamata, M. Kato, S. Miki, K. Satoj, T. Yotsuya, M. Machidaj, T. Koyama, S. Tsukui, M. Adachi, T. Ishida, Fabrication and evaluation of d-dot, 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (Kyoto, Japan, December, 2006)
 - 5.3.11. Y. Fujita, M. Nishikawa, K. Satoh, T. Yotsuya, H. Shimakage, Z. Wang, S. Okayasu, M. Katagiri, M. Machida, M. Kato, T. Ishida, Pulse laser irradiation into superconducting MgB2 detector, 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (Kyoto, Japan, December, 2006)
 - 5.3.12. M. Nishikawa, M. Kato, T. Ishida, Numerical simulation of hot-spot dynamics in MgB2 neutron detector, 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (Kyoto, Japan, December, 2006)
 - 5.3.13. M. Yamamoto, T. Abe, H. Sato, T. Yuki, M. Nishiyama, S. Kawamata, M. Kato, S. Miki, K. Satoj, T. Yotsuya, M. Machidaj, T. Koyama, S. Tsukui, M. Adachi, T. Ishida, Josephson junction properties in d-dot, 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (Kyoto, Japan, December, 2006)
 - 5.3.14. Y. Matsushima, M. Shimizu, M. Hayashi, H. Ebisawa, O. Sato, M.Kato, K. Satoh, T. Yotsuya, T. Ishida, Vortex doping into superconducting network, 2nd CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity (Kyoto, Japan, December, 2006)
 - 5.3.15. M. Kato, T. Koyama, M. Machida, M. Hayashi, H., Ebisawa, T. Ishida, Novel anisotropic superconductivity in nano-structured superconductors (The International Conference on Strongly Correlated Electron Systems, Houston, USA, May, 2007)
 - 5.3.16. M. Kato, T. Koyama, M. Machida, M. Hayashi, H. Ebisawa, T. Ishida Electronic properties of nano-structured anisotropic superconductors

- (Yamada Conference LXI the 8th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors (Sendai, Japan, August, 2007))
- 5.3.17. O. Sato, M. Kato, A Computational study on Vortex Dynamics in Multi-Connected Mesoscopic Superconductors. superconductors (Yamada Conference LXI the 8th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors, Sendai, Japan, August, 2007)
 - 5.3.18. H. Suematsu, M. Kato, M. Machida, T. Koyama, T. Ishida, Quasi-particle Spectrum of Novel Vortex States in Nano-sized Superconductors., (Yamada Conference LXI the 8th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors, Sendai, Japan, August, 2007)
 - 5.3.19. M. Kato, S. Nakajima, T. Koyama, M. Machida, T. Ishida, F. Nori, Simulation of Logic circuit using d-dot, (Joint ESF and JSPS Conference on Vortex Matter in Nanostructured Superconductors, Rhodes, Greece, September, 2007)
 - 5.3.20. O. Sato, M. Kato, A study on superconducting transition of network models of multiply connected superconductors, (Joint ESF and JSPS Conference on Vortex Matter in Nanostructured Superconductors, Rhodes, Greece, September, 2007)
 - 5.3.21. M. Nishikawa, M. Kato, T. Ishida, Numerical Simulations for Signals from Superconducting MgB2 Detectors, (8th European Conference on Applied Super conductivity, Brussels, Belgium, September, 2007)
 - 5.3.22. O. Sato, M. Kato, Numerical Study On Three-Dimensional Superconducting Network in A Magnetic Field, (The 20th International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November, 2007)
 - 5.3.23. H. Suematsu, M. Kato, M. Machida, T. Koyama, T. Ishida, Quasi-Particle Spectrum of A Square Superconducting Composite d-dot, (The 20th International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November, 2007)
 - 5.3.24. S. Nakajima, M. Kato, M. Machida, T. Koyama, T. Ishida, F. Nori, Time-Dependent Ginzburg-Landau Numerical Simulation of Logic Gates Using Superconducting Composite Structure d-dot's, (The 20th International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November, 2007)
 - 5.3.25. M. Nishikawa, K. Arai, M. Kato, T. Ishida, Simulations for Calorimetric Signals from an MgB2 Transition-Edge-Sensor, (The 20th International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November, 2007)
 - 5.3.26. Y. Matsushima, M. Shimizu, K. Satoh, T. Yotsuya, M. Hayashi, H. Ebisawa, O. Sato, M. Kato, T. Ishida, Anomalous Matching Effect in Magnetization Curve of Triangular Microhole Lattice of Pb, (The 20th International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, November, 2007)
 - 5.3.27. H. Sato, M. Nishiyama, M. Yamamoto, T. Yuki, M. Kato, S. Miki, H. Shimakage, Z. Wang, K. Sato, T. Yotsuya, M. Machida, T. Koyama, T. Ishida, Fabrication and evaluation of superconducting quantum d-dot, International Autumn Seminar on Nanoscience and Engineering in Superconductivity for Young Scientists, (Nasu, Japan, November, 2007)
 - 5.3.28. 加藤勝, 丹羽佑平, 富田聡, 真木和美, 異方的超伝導体における新奇渦糸状態の準粒子構造 (日本物理学会 第63回年次大会, 3月, 東大阪).
 - 5.3.29. 中島督, 加藤勝, 小山富男, 町田昌彦, 石田武和, F. Nori, d-dot を用いた論理回路のシミュレーション III (日本物理学会 第63回年次大会, 3月, 東大阪).
 - 5.3.30. M. Kato, S. Tomita, K. Maki, Quasi-Particle spectrum around a single vortex in gossamer superconductivity (25th International Conference on Low Temperature Physics (Amsterdam, The Netherlands, Aug, 2008))

- 5.3.31. M. Kato, T. Koyama, M. Machida, M. Hayashi, T. Ishida, Dynamics of half-quantum vortices in composite structures of d- and s-wave superconductors and its applications (25th International Conference on Low Temperature Physics, Amsterdam, The Netherlands, Aug, 2008)
- 5.3.32. M. Kato, Y. Niwa, K. Maki, Quasi-particle spectrum around half-quantum vortices (HQVs) in triplet superconductors (25th International Conference on Low Temperature Physics, Amsterdam, The Netherlands, Aug, 2008)
- 5.3.33. H. Suematsu, M. Kato, T. Ishida, Critical Temperature in Nanoscopic Superconductors (25th International Conference on Low Temperature Physics, Amsterdam, The Netherlands, Aug, 2008)
- 5.3.34. S. Tomita, M. Kato, K. Maki, Quasi-Particle Structure around a Single Vortex in High-Tc Superconductors (The 21st International Symposium on Superconductivity Tsukuba, Japan, October 2008)
- 5.3.35. Y. Niwa, M. Kato, K. Maki, Quasi-Particle Excitation Around Half-Quantum Vortices (HQVs) In p- And f-Wave Superconductors (The 21st International Symposium on Superconductivity Tsukuba, Japan, October 2008)
- 5.3.36. O. Sato, M. Kato, Symmetric Behavior of Vortex States of Superconducting Networks In A Magnetic Field (The 21st International Symposium on Superconductivity Tsukuba, Japan, October 2008)
- 5.3.37. T. Ishida, K. Arai, Y. Akita, T. Yotsuya, M. Kato, H. Shimakage, Shigehito Miki, Z. Wang, M. Machida, S. Okayasu, K. Satoh, "MgB2 Superconducting Single Neutron Detector", (International Superconductive Electronics Conference 2009(Fukuoka, Japan, June, 2009)
- 5.3.38. H. Suematsu, M. Kato, T. Ishida, "Switching Transition in Vortex Molecule System" (International Superconductive Electronics Conference 2009, Fukuoka, Japan, June, 2009)
- 5.3.39. Takumi Uemura, Hiroaki Sato, Hisataka Suematsu, M. Kato, T. Ishida, "Water-strider Shaped d-dot as a Novel Superconducting Device" (International Superconductive Electronics Conference 2009, Fukuoka, Japan, June, 2009)
- 5.3.40. K. Arai, Hisataka Suematsu, M. Kato, M. Machida, T. Ishida, "Numerical Simulation of Hot Spot Dynamics in Current-Biased Superconducting Detectors" (International Superconductive Electronics Conference 2009, Fukuoka, Japan, June, 2009)
- 5.3.41. M. Kato, S. Tomita, K. Maki, "Checkerboard-like Bound States around a Vortex in High-Tc Cuprate Superconductors" (International Conference on Magnetism, Karlsruhe, Germany, July, 2009)
- 5.3.42. H. Suematsu, M. Kato, T. Ishida, "Large Vortex Molecules Formed in Nano-Sized Superconducting Plate" (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September, 2009)
- 5.3.43. Y. Niwa, M. Kato, K. Maki, "Quasi-Particle Excitations Around a Half-Quantum Vortex in p-wave and f-wave Superconductors" (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September, 2009)
- 5.3.44. S. Tomita, M. Kato, K. Maki, "Antiferromagnetic Core Structure around a Single Vortex in High-Tc Superconductors" (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, Tokyo, Japan, September, 2009)
- 5.3.45. M. Kato, T. Yotsuya, H. Suematsu, S. Kawamata, T. Ishida, "Quasi-particle Structure of the Vortex States in Nano-sized Superconductors" (22nd International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, October,

- 2009)
- 5.3.46. H. Suematsu, M. Kato, T. Ishida, “Novel Phase Transition between Giant vortex and vortex molecule state” (22nd International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, October, 2009)
 - 5.3.47. S. Tomita, M. Kato, K. Maki, “Self-consistent Solution of a Quasi-particle Structure around a Single Vortex in High-Tc Superconductors” (22nd International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, October, 2009)
 - 5.3.48. Y. Niwa, M. Kato, K. Maki, “Quasi-particle excitation around a Pair of Half-Quantum Vortices (HQVs) in p- and f-wave Superconductors” (22nd International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, October, 2009)
 - 5.3.49. K. Arai, H. Suematsu, M. Kato, M. Machida, T. Ishida, “Voltage-Signals Reproduced by Simulations due to Hot Spot in Current-Biased Superconducting Detectors” (22nd International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Japan, October, 2009)
 - 5.3.50. 佐藤修, 加藤勝, 線幅を考慮したハニカム超伝導ネットワークの磁束 (日本物理学会第65回年次大会, 3月, 岡山).
 - 5.3.51. 丹羽祐平, 加藤勝, 真木和美, “トリプレット p-波超伝導体における一対の渦糸周りの準粒子構造”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 堺, 2010 年 9 月.
 - 5.3.52. 丹羽祐平, 加藤勝, 真木和美, “一対の渦糸と半整数量子磁束の周りの準粒子構造”, 第 18 回磁束線物理国内会議 (VPWJ2010), 東京, 2010 年 12 月.
 - 5.3.53. 藤林デイビッド, 加藤勝, “様々な形状のアンチドットによる渦糸ピンギングの分子動力学シミュレーション”, 第 18 回磁束線物理国内会議 (VPWJ2010), 東京, 2010 年 12 月.
 - 5.3.54. M. Kato, S. Oshima, “Three-dimensional simulation of quasi-particle structures in nano-scaled superconductors”, 9th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors (SNS2010), Shanghai, China, May, 2010.
 - 5.3.55. Y. Niwa, M. Kato, K. Maki, “Quasi-particle spectroscopy around a pair of half-quantum vortices (HQVs) in triplet superconductors”, 9th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors (SNS2010), Shanghai, China, May, 2010.
 - 5.3.56. M. Kato, S. Tomita, K. Maki, “Vortex structures in gossamer superconductivity”, 2010 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2010), Santa Fe, USA, June, 2010.
 - 5.3.57. M. Kato, T. Yotsuya, H. Suematsu, S. Kawamata, T. Ishida, “Analysis Of Superconducting Structures And Vortex States Of Nano-Sized Superconductors”, 23rd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba, Japan, November, 2010.
 - 5.3.58. O. Sato, M. Kato, “Eigenstates of the Linearized Ginzburg-Landau Equation For Mesoscopic Multiply-Connected Superconductor”, 23rd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba, Japan, November, 2010.
 - 5.3.59. M. Kato, Y. Niwa, “Microscopic Investigation of Vortex-Vortex Interaction in Conventional Superconductors”, 26th International Conference on Low Temperature Physics (LT26) (Beijing, China, August, 2011).
 - 5.3.60. Y. Niwa M. Kato, K. Maki, “Appearance of magnetization around a pair of half quantum vortices in chiral p-wave superconductors”, 26th International Conference on Low Temperature Physics (LT26) (Beijing, China, August, 2011).
 - 5.3.61. D.E. Fujibayashi, M. Kato, “Dynamics of Vortices in Nano-Structured

Superconductors with Periodic Arrays of Various Antidots”, 26th International Conference on Low Temperature Physics (LT26) (Beijing, China, August, 2011).

林(大阪府立大)グループ

① 招待講演 (国内 1 件、国際 2 件)

- 6.1.1. 林伸彦, “p 波超伝導体におけるカイラリティ依存の渦糸コア電子状態と奇周波数クーパー対”, 新学術領域「トポロジカル量子現象」第 7 回集中連携研究会「奇周波数クーパー対」, 名古屋大学, 2011 年 9 月 8-10 日.
- 6.1.2. N. Hayashi, Y. Higashi, Y. Nagai, and M. Machida, “Phase-Sensitive Flux-Flow Resistivity in Unconventional Superconductors”, International workshop on Pathbreaking Phase Sciences in Superconductivity (PPSS), Osaka (Japan), 13-15 January 2012.
- 6.1.3. D. Kubota, N. Hayashi, and T. Ishida, “Multiband torque theory of anisotropic superconductors with no phenomenological parameter in determining vortex core size”, International workshop on Pathbreaking Phase Sciences in Superconductivity (PPSS), Osaka (Japan), 13-15 January 2012.

② 口頭講演 (国内 26 件、国際 0 件)

- 6.2.1. 東陽一, 林伸彦(大阪府大), “回転磁場下での磁束フロー抵抗の理論”, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月 26 日.
- 6.2.2. 林伸彦(大阪府大), 永井佑紀(東大), 東陽一(大阪府大), “回転磁場下での磁束フロー抵抗の理論”, 第 17 回磁束線物理国内会議, 大阪府立大学中之島サテライト, 2009 年 12 月 3 日.
- 6.2.3. 林伸彦(大阪府大), 永井佑紀(東大), 東陽一(大阪府大), “回転磁場下での磁束フロー抵抗の理論 II”, 日本物理学会 第 65 回年次大会, 岡山大学, 2010 年 3 月 20 日.
- 6.2.4. 東陽一, 永井佑紀, 林伸彦, “回転磁場下での磁束フロー抵抗の理論 III”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日.
- 6.2.5. 東陽一, 永井佑紀, 林伸彦, “異方的超伝導体における渦糸コア内での準粒子散乱率の磁場角度依存性”, 第 18 回渦糸物理国内会議, 日本原子力研究開発機構(上野), 2010 年 12 月 1-3 日.
- 6.2.6. 東陽一, 永井佑紀, 町田昌彦, 林伸彦, “異方的超伝導体における渦糸コア内での位相敏感な準粒子散乱”, 第 9 回低温工学・超伝導若手合同講演会, 大阪市立大学, 2010 年 12 月 10 日.
- 6.2.7. 東陽一, 永井佑紀, 町田昌彦, 林伸彦, “異方的超伝導体における渦糸コア内での位相敏感な準粒子散乱”, 日本物理学会 第 66 回年次大会, 新潟大学, 2011 年 3 月 25-28 日.
- 6.2.8. 久保田大地, 林伸彦, 石田武和, “渦糸コアの影響を取り入れた超伝導トルク理論 -Kogan モデルの替わりに使える実験解析モデル-”, 第 17 回磁束線物理国内会議, 大阪府立大学中之島サテライト, 2009 年 12 月 3 日.
- 6.2.9. 久保田大地, 林伸彦, 石田武和, “渦糸コアの影響を取り入れた超伝導トルク理論”, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 大阪府立大学, 2010 年 9 月 24 日.
- 6.2.10. 久保田大地, 林伸彦, 石田武和, “渦糸コアの影響を考慮した超伝導トルク解析手法の開発”, 第 9 回低温工学・超伝導若手合同講演会, 大阪市立大学, 2010 年 12 月 10 日.
- 6.2.11. 久保田大地, 林伸彦, 石田武和, “渦糸サイズを決定する際に現象論的な因子のない異方的超伝導体のトルク理論”, 日本物理学会 第 66 回年次大会, 新潟大学, 2011 年 3 月 25-28 日.

- 6.2.12. 東陽一, 永井佑紀, 町田昌彦, 林伸彦, “異方的超伝導体における渦糸コア内での位相敏感な準粒子散乱II”, 日本物理学会 2011年秋季大会, 富山大学, 2011年9月21-24日.
- 6.2.13. 中井宣之, 林伸彦, “局在したホール周りのスピントクスチャー構造に対する平均場理論研究”, 日本物理学会 2011年秋季大会, 富山大学, 2011年9月21-24日.
- 6.2.14. 末松久孝, 林伸彦, 町田昌彦, “異方的超伝導体による微細加工ジョセフソン接合の理論的研究”, 日本物理学会 2011年秋季大会, 富山大学, 2011年9月21-24日.
- 6.2.15. 中井宣之, 林伸彦, “反強磁性的スピン密度波とスピン渦まわりの電子状態”, 第19回渦糸物理国内会議, 物質・材料研究機構, つくば市, 2011年12月7-9日.
- 6.2.16. 中井宣之, 林伸彦, “平均場理論によるスピントクスチャー構造の平均粒子数依存性研究”, 日本物理学会 第67回年次大会, 関西学院大学, 西宮市, 2012年3月24-27日.
- 6.2.17. 林伸彦, “s波超伝導体における渦糸コア Kramer-Pesch 収縮に対する不純物散乱効果”, 第19回渦糸物理国内会議, 物質・材料研究機構, 2011年12月7-9日.
- 6.2.18. 東陽一, 永井佑紀, 町田昌彦, 林伸彦, “異方的超伝導体における磁束フロー抵抗の磁場角度依存性”, 第19回渦糸物理国内会議, 物質・材料研究機構, 2011年12月7-9日.
- 6.2.19. 末松久孝, 小山富男, 林伸彦, 町田昌彦, “London 理論に基づいた渦糸運動シミュレーション”, 第19回渦糸物理国内会議, 物質・材料研究機構, 2011年12月7-9日.
- 6.2.20. 中井宣之, 林伸彦, “反強磁性的スピン密度波とスピン渦まわりの電子状態”, 第19回渦糸物理国内会議, 物質・材料研究機構, 2011年12月7-9日.
- 6.2.21. 石田武和, 久保田大地, 林伸彦, “Torque theory of anisotropic superconductors with no phenomenological parameter”, 第19回渦糸物理国内会議, 物質・材料研究機構, 2011年12月7-9日.
- 6.2.22. 林伸彦, “s波超伝導体における渦糸コア Kramer-Pesch 収縮に対する不純物散乱効果”, 日本物理学会 第67回年次大会, 関西学院大学, 2012年3月24-27日.
- 6.2.23. 東陽一, 永井佑紀, 町田昌彦, 林伸彦, “回転磁場下における磁束フロー抵抗に対する異方的フェルミ面の効果”, 日本物理学会 第67回年次大会, 関西学院大学, 2012年3月24-27日.
- 6.2.24. 久保田大地, 林伸彦, 石田武和, “現象論的な因子のない異方的超伝導体のトルク理論と渦糸状態”, 日本物理学会 第67回年次大会, 関西学院大学, 2012年3月24-27日.
- 6.2.25. 中井宣之, 林伸彦, “平均場理論によるスピントクスチャー構造の平均粒子数依存性研究”, 日本物理学会 第67回年次大会, 関西学院大学, 2012年3月24-27日.
- 6.2.26. 末松久孝, 林伸彦, 町田昌彦, “異方的超伝導体を用いた微細加工ジョセフソン接合の数値シミュレーション”, 日本物理学会 第67回年次大会, 関西学院大学, 2012年3月24-27日.

③ ポスター発表 (国内 9件、国際 7件)

- 6.3.1. Y. Higashi and N. Hayashi (Osaka Pref. Univ.), “Theory for Field-Angle-Dependent Flux-Flow Resistivity in Unconventional Superconductors”, The 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (M2S-IX), Tokyo (Japan), 7-12 September 2009.
- 6.3.2. Y. Higashi and N. Hayashi (Osaka Pref. Univ.), “Theory for Field-Angle-Dependent Flux-Flow Resistivity in Unconventional Superconductors”, Vortex Matter in Nanostructured Superconductors (VORTEX VI), Rhodes (Greece), 17-24 September 2009.
- 6.3.3. 林伸彦, “±s波超伝導における渦糸コア構造への不純物効果”, 第18回渦糸物理国

- 内会議, 日本原子力研究開発機構(上野), 2010年12月1日-3日.
- 6.3.4. 齊木祥, 林伸彦, “分子探針を用いた STM に向けたシミュレーション研究”, 第 18 回渦糸物理国内会議, 日本原子力研究開発機構(上野), 2010年12月1日-3日.
- 6.3.5. 東陽一, 永井佑紀, 林伸彦, “Field-Angle Dependence of the Quasi-particle Scattering inside a Vortex Core in Unconventional Superconductors”, 「対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象」第 1 回領域研究会, 2010年12月18-20日.
- 6.3.6. 齊木祥, 林伸彦, “分子探針を用いた STM に向けたシミュレーション研究”, 日本物理学会 第 66 回年次大会, 新潟大学, 2011年3月25-28日.
- 6.3.7. Y. Higashi, Y. Nagai, and N. Hayashi, “Field-angle dependence of the quasiparticle scattering inside a vortex core in unconventional superconductors”, The 23rd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba (Japan), 1-3 November 2010.
- 6.3.8. 齊木祥, 林伸彦, “分子探針を用いた STM に向けたシミュレーション研究 II”, 日本物理学会 2011年秋季大会, 富山大学, 2011年9月21-24日.
- 6.3.9. Y. Higashi, Y. Nagai, M. Machida, and N. Hayashi, “Phase-Sensitive Quasiparticle Scattering inside a Vortex Core in Unconventional Superconductors”, The 26th International Conference on Low Temperature Physics (LT26), Beijing (China), 10-17 August 2011.
- 6.3.10. Y. Higashi, Y. Nagai, M. Machida, and N. Hayashi, “Phase-sensitive flux-flow resistivity in unconventional superconductors”, The 24th International Symposium on Superconductivity (ISS2011), Tokyo (Japan), 24-26 October 2011.
- 6.3.11. H. Suematsu, N. Hayashi, and M. Machida, “Numerical simulation about nano-fabricated Josephson junction of anisotropic superconductors”, The 24th International Symposium on Superconductivity (ISS2011), Tokyo (Japan), 24-26 October 2011.
- 6.3.12. N. Hayashi, Y. Higashi, N. Nakai, and H. Suematsu, “Impurity effect on the vortex core structure in an $s\pm$ -wave superconductor”, The 24th International Symposium on Superconductivity (ISS2011), Tokyo (Japan), 24-26 October 2011.
- 6.3.13. 東陽一, 永井佑紀, 町田昌彦, 林伸彦, “Phase-sensitive Flux-flow Resistivity in Unconventional Superconductors”, 第 11 回 田村記念シンポジウム, 大阪府立大学, 2011年12月3-5日.
- 6.3.14. 齊木祥, 林伸彦, “Simulation of Scanning Tunneling Microscopy with Molecular Tips”, 第 11 回 田村記念シンポジウム, 大阪府立大学, 2011年12月3-5日.
- 6.3.15. 林伸彦, “Effect of Born and unitary impurity scattering on the Kramer-Pesch shrinkage of a vortex core in an s -wave superconductor”, 第 11 回 田村記念シンポジウム, 大阪府立大学, 2011年12月3-5日.
- 6.3.16. 齊木祥, 林伸彦, “分子探針を用いた STM に向けたシミュレーション研究 III”, 日本物理学会 第 67 回年次大会, 関西学院大学, 2012年3月24-27日.

柳澤(産総研)グループ

① 招待講演 (国内 6 件、国際 21 件)

- 7.1.1. S. Kawabata(産総研), “Macroscopic Quantum Phenomena in Josephson Junctions: From BCS to High-Tc superconductors”, International Autumn Seminar on Nanoscience and Engineering in Superconductivity for Young Scientists, Nasu/Japan, 2007.11.25-12.2.
- 7.1.2. S. Kawabata, “Theory of Macroscopic quantum phenomena in unconventional d-wave Josephson junctions”, Frontiers of Josephson

- Physics and Nanoscience (FJPN07), Palinuro/Italy, 2007.9.23-28.
- 7.1.3. S. Kawabata (産総研), "Macroscopic Quantum Phenomena in Small High-Tc Josephson Junctions", Linnaeus Summer School on Nanophysics, Orestrand/Sweden, 2007.8.19-24.
- 7.1.4. S. Kawabata (産総研), "Theory of quantum dissipation in small High-Tc Josephson junctions", Lorentz Workshop on quantum effects in arrays of nanocrystals, Leiden University, The Netherlands, 2007.4.23-27.
- 7.1.5. T. Yanagisawa (産総研), "Physics of the Hubbard model and High temperature superconductivity", International Symposium of Lattice Effects and High Temperature Superconductivity, Tsukuba, Japan, 2007.9.30-10.2.
- 7.1.6. 柳澤孝(産総研), "高温超伝導の世界", 量子サイエンスフォーラム, 水戸市, 茨城大学, 2007.12.6.
- 7.1.7. S. Kawabata (産総研), "Introduction to Macroscopic Quantum Phenomena in Josephson Junctions: From BCS to High-Tc superconductors", 3rd International Autumn Seminar on Nanoscience and Engineering in Superconductivity for Young Scientists, NTT/Japan, 2008.11.24-11.30.
- 7.1.8. S. Kawabata (産総研), "Theory of pi-junction using spin filtering barriers", XXXII International Workshop on Condensed Matter Theories, Loughborough/UK, 2008.8.13-18.
- 7.1.9. 柳澤孝(産総研), "高温超伝導とその起源", 応用理工学物質科学研究会, つくば市, 筑波大学, 2007.12.6.
- 7.1.10. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, H. Eisaki, Y. Yoshida, S. Kawabata, Y. Tanaka, and S. Kashiwaya, "MQT and microwave responses of Bi₂Sr_{1.6}La_{0.4}Cu_{6+d} intrinsic Josephson junctions", Joint JSPS-NES International Conference on Nanoscience and Engineering in Superconductivity, Tsukuba, Japan, 2009.3.23-26.
- 7.1.11. S. Kawabata, Y. Asano, Y. Tanaka, and S. Kashiwaya, "Atomic scale 0- π transition in ferromagnetic-insulator based Josephson junctions", Joint JSPS-NES International Conference on Nanoscience and Engineering in Superconductivity, Tsukuba, Japan, 2009.3.23-26.
- 7.1.12. 山地邦彦, "銅酸化物の d 波超伝導とそのスピン密度波との競合ーハバードモデル VMC 計算ー", 「異方的超伝導と渦糸物理」, 大阪府立大学, 2009.1.21.
- 7.1.13. 柳澤孝, "二次元強相関係における異方的超伝導", 「異方的超伝導と渦糸物理」, 大阪府立大学, 2009.1.21.
- 7.1.14. S. Kawabata, Y. Asano, Y. Tanaka, A. A. Golubov and S. Kashiwaya, "Can we realize the π junction using insulating ferromagnets?", New directions of superconducting nanostructures 2009, Nagoya/Japan, 2009.9.4~9.5.
- 7.1.15. 川畑史郎, "高温超伝導体ジョセフソン接合における散逸及び協力量子ダイナミクス", 非線形物理の新展開, お茶の水女子大学, 2011.3.7-8.
- 7.1.16. 柳澤孝, "多成分超伝導体におけるカイラル状態", ナノ超伝導体における渦糸状態, 大阪府立大学, 2011.1.27.
- 7.1.17. S. Kawabata, Y. Chizaki, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, T. Koyama, "Cooperative macroscopic quantum tunneling in high-Tc superconductor Josephson junctions: theory and experiment", New Aspects of Complex Quantum Systems, Tokyo Metropolitan Univ. / Japan, 2010.11.11-12.
- 7.1.18. S. Kawabata, Y. Asano, S. Kashiwaya, Y. Tanaka, and A. A. Golubov, "Atomic-scale 0- π transition in a superconductor/ferromagnetic-insulator heterostructure", The International conference on Theoretical Physics: Dubna-Nano2010, Dubna/Russia, 2010.7.5-7.10.
- 7.1.19. S. Kashiwaya, H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, H. Eisaki, Y.

- Yoshida, Y. Chizaki, and S. Kawabata, "Multiple junction switching in Bi2201 IJJs", The 7th International Symposium on Intrinsic Josephson Effects and Plasma Oscillations in High-Tc Superconductors (PLASMA 2010), Hiroasaki/Japan, 2010.4.29-5.2
- 7.1.20. S. Kawabata, Y. Chizaki, S. Kashiwaya, H. Kashiwaya, and T. Koyama, "Synchronization induced resonant macroscopic quantum tunneling in intrinsic Josephson junctions", The 7th International Symposium on Intrinsic Josephson Effects and Plasma Oscillations in High-Tc Superconductors (PLASMA 2010), Hiroasaki/Japan, 2010.4.29-5.2.
- 7.1.21. T. Yanagisawa, "Fields, Universe and Superconductivity", India-Japan International Workshop — Superconductivity, Vacuum and Universe, Tokyo, 2011.6.14.
- 7.1.22. S. Kawabata, Y. Tanaka, S. Kashiwaya, A. S. Vasenko, A. A. Golubov, and Y. Asano, "Theory of Josephson transport through ferromagnetic insulators and semiconductors", Moscow International Symposium on Magnetism (MISM2011), Moscow, Russia, 2011.8.21.
- 7.1.23. A. A. Golubov, A. S. Vasenko, S. Kawabata, M. Yu. Kupriyanov, F. S. Bergeret, and F. W. J. Hekking, "Dynamic Properties of SIFS Josephson Junctions", Moscow International Symposium on Magnetism (MISM2011), Moscow, Russia, 2011.8.21.
- 7.1.24. S. Kawabata, Y. Tanaka, S. Kashiwaya, A. A. Golubov, and Y. Asano, "Atomic scale $0-\pi$ transition and Andreev spectrum in a Josephson junction with a ferromagnetic insulator", Superconductivity and Magnetism (SM-2011), Kishinev/Moldova, 2011.10.6-10.10.
- 7.1.25. S. Kawabata, "Novel Superconducting-spintronics Device: Ferromagnetic Insulator based Josephson Junctions", BIT's 1st Annual World Congress of Nano-S&T, Dalian/China, 2011.10.23-10.26.
- 7.1.26. S. Kawabata, "Quantum transport theory of ferromagnetic-insulator based Josephson Junctions", Pathbreaking Phase Sciences in Superconductivity 2012 (PPSS2012), Osaka/Japan, 2012.1.13-1.15.
- 7.1.27. T. Yanagisawa, "Numerical Study of High Temperature Superconductivity by Parallel Computing", Pathbreaking Phase Sciences in Superconductivity 2012, Osaka, Japan, 2012.1.13-15.

② 口頭講演 (国内 46 件、国際 15 件)

- 7.2.1. 柳澤孝(産総研エレクトロニクス), 2次元量子反強磁性体におけるインスタントン, スピン系の物理研究会, 東京大学物性研究所, 2006年10月30日.
- 7.2.2. 川畑史郎(産総研ナノテクノロジー), 強磁性絶縁体を介したジョセフソン電流の数値計算: バンド構造の効果, 日本物理学会春季大会, 鹿児島大学, 2007年3月18日.
- 7.2.3. 川畑史郎(産総研ナノテクノロジー), s波/d波超伝導体ジョセフソン接合における量子散逸と巨視的量子トンネル現象, 日本物理学会春季大会, 鹿児島大学, 2007年3月18日.
- 7.2.4. 柳澤孝, 山地邦彦(産総研エレクトロニクス), 量子モンテカルロ法による超伝導感受率の計算, 日本物理学会春季大会, 鹿児島大学, 2007年3月20日.
- 7.2.5. Hase and T. Yanagisawa, "Valence skip behavior in BaBiO₃ and TlS", International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, 2007. 11. 6.
- 7.2.6. K. Yamaji, T. Yanagisawa, M. Miyazaki, "t' and t"-dependence of the bulk limit superconducting energy of the 2D Hubbard model", International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, 2007. 11. 6.
- 7.2.7. 柳澤孝, 宮崎真長, 山地邦彦, "量子モンテカルロ対角化法によるハバードモデルの研究", 日本物理学会分科会, 北海道大学, 2007.9.21.

- 7.2.8. 川畑史郎, T. Bauch, V. Shumeiko, 加藤岳生, “LC 回路と結合したジョセフソン接合における多次元量子トンネル現象の理論”, 2008 年日本物理学会年会, 近畿大学, 2008.3.
- 7.2.9. 柳澤孝, 長谷泉, 山地邦彦, “変分モンテカルロ法による d-p モデルの相図”, 日本物理学会年会, 近畿大学, 2008.3.23.
- 7.2.10. S. Kawabata, Y. Asano, Y. Tanaka, S. Kashiwaya, “Theory of Josephson effect through spintronics materials”, International Symposium on Nanoscale Transport and Technology, NTT/Japan, 2009.1.20.
- 7.2.11. S. Kawabata, “Theory of Macroscopic Quantum Dynamics in High-Tc Josephson Junctions”, The 9th International Symposium on the Foundations of Quantum Mechanics in the Light of New Technology, Hitachi Advanced Research Laboratory, 2008.8.25.
- 7.2.12. I. Hase and T. Yanagisawa, “Electronic structure of LaFeOX and AF₂X₂ (X=P, AS; A=Sr, Ca)”, International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, 2008. 10.
- 7.2.13. 川畑史郎, 浅野泰寛, 田仲由喜夫, 柏谷聡, “スピンフィルター効果を用いて固有接合を実現できるか”, 日本物理学会秋季大会, 岩手大学, 2008. 9. 22.
- 7.2.14. 川畑史郎, “異方的超伝導体における巨視的量子現象の理論:YBCO 接合における二次元 MQT”, CREST ワークショップ, 日本原子力研究開発機構, 2008. 5. 24.
- 7.2.15. 長谷泉, 柳澤孝, “鉄系新超伝導体の電子状態”, 日本物理学会秋季大会, 岩手大学, 2008.9.22.
- 7.2.16. 柳澤孝, “量子シミュレーションによる強相関電子系の研究”, 計算科学における新たな知の発見・統合・創出シンポジウム, 筑波大学, 2008. 4. 24.
- 7.2.17. 柳澤孝, “量子モンテカルロ法による 2 次元ハバードモデルへのアプローチ”, CREST ワークショップ, 日本原子力研究開発機構, 2008. 5. 24.
- 7.2.18. 小池上繁, 柳澤孝, “スピン梯子系銅酸化物における超伝導”, 日本物理学会秋季大会, 岩手大学, 2008. 9. 22.
- 7.2.19. 山地邦彦, 宮崎真長, 柳澤孝, “Hg1201 型ハバードモデルの超伝導ギャップ関数の $\cos(6\theta)$ 成分”, 日本物理学会年会, 立教大学, 2009 年 3 月.
- 7.2.20. 川畑史郎, 柏谷裕美, 柏谷聡, “固有接合における巨視的量子現象の理論”, 日本物理学会年会, 立教大学, 2009 年 3 月.
- 7.2.21. 柏谷裕美, 松本哲朗, 柴田肇, 永崎洋, 吉田良行, 川畑史郎, 田仲由喜夫, 柏谷聡, “Bi2212 固有ジョセフソン接合のスイッチング特性 3”, 日本物理学会年会, 立教大学, 2009 年 3 月.
- 7.2.22. S. Kawabata, Y. Asano, Y. Tanaka, and S. Kashiwaya, “Josephson pi-junction through spintronics materials”, International Symposium on Nanoscience and Quantum Physics, Tokyo, Japan, 2009.2.23-25.
- 7.2.23. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, S. Kawabata, Y. Tanaka, and S. Kashiwaya, “MQT and strong coupling effect in High-Tc Josephson junctions”, International Symposium on Nanoscale Transport and Technology, NTT/Japan, 2009.1.20.
- 7.2.24. 柳澤孝, 長谷泉, “鉄ヒ素系超伝導体の第一原理計算について”, 鉄ニクタイト物質系における超伝導ペア対称性と超伝導状態, 日本原子力研究開発機構システム計算科学センター, 2009.1.24.
- 7.2.25. S. Koikegami, T. Yanagisawa, “Superconductivity in Spin-Chain Ladder Cuprate”, アメリカ物理学会, ピッツバーグ, 2009.3.20.
- 7.2.26. S. Kawabata, H. Kashiwaya, and S. Kashiwaya, "Influence of Capacitive and Inductive Coupling on Collective Macroscopic Quantum Tunneling in Intrinsic Josephson Junctions", (Sixth International Conference in School Format on Vortex Matter in Nanostructured Superconductors (VORTEX VI), Rhodes/Greece, 2009.9.17~9.24.

- 7.2.27. 川畑史郎, 浅野泰寛, "強磁性半導体/超伝導体ナノ構造におけるジョセフソン輸送と量子ビットへの応用", 第 14 回半導体スピ工学の基礎と応用:半導体スピエレクトロニクスの展開 (PASPS-14), 慶應義塾大学日吉キャンパス, 2009.12.21~22.
- 7.2.28. 川畑史郎, 知崎陽一, 柏谷裕美, 柏谷聡, 小山富男, "強結合固有ジョセフソン接合における協力的量子トンネル現象の理論", 第 17 回磁束線物理国内会議 (VPWJ2009), 大阪府立大学中之島サテライト, 2009.12.1~3.
- 7.2.29. 川畑史郎, 小山富男, 柏谷裕美, 柏谷聡, "固有ジョセフソン接合における準粒子ブランチからのスイッチング", 2009 年日本物理学会秋季大会 熊本大学, 2009 年 9 月.
- 7.2.30. 柏谷裕美, 松本哲朗, 柴田肇, 吉田良行, 永崎洋, 川畑史郎, 田仲由喜夫, 柏谷聡, "Bi2201 固有ジョセフソン接合のスイッチング特性 4", 2009 年日本物理学会秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月.
- 7.2.31. 山地邦彦, 柳澤孝, 長谷泉, "FeAs 系の超伝導に対する 3 バンド模型", 日本物理学会秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月.
- 7.2.32. 柳澤孝, "空間反転対称性のない希土類化合物における近藤効果", 日本物理学会秋季大会, 熊本大学, 2009 年 9 月.
- 7.2.33. 柳澤孝, "2 次元ハバードモデルにおける超伝導と Kosterlitz-Thouless 転移", 第 17 回磁束線物理国内会議, 大阪府立大学中之島サテライト, 2009 年 12 月 1~3 日.
- 7.2.34. 川畑史郎, 知崎陽一, "高温超伝導デバイスにおける非線形結合振動子ダイナミクス:巨視的量子トンネルと同期現象", 古典および量子ダイナミクス・非平衡統計力学に関するワークショップ, 東京大学, 2010 年 2 月 12-14 日.
- 7.2.35. S. Kawabata, S. Kashiwaya, Y. Tanaka, and Y. Asano, "Josephson transport through a superconductor/ferromagnetic-insulator nanostructure", International Symposium on Quantum Nanostructures and Spin-related Phenomena (QNSP), Tokyo/Japan, 2010.3.9-11.
- 7.2.36. 知崎陽一, 柏谷裕美, 柏谷聡, 小山富男, 川畑史郎, "強結合固有接合における協力的量子トンネル現象の理論", 日本物理学会第 64 回年次大会, 岡山大学, 2010 年 3 月.
- 7.2.37. 川畑史郎, 浅野泰寛, 田仲由喜夫, 柏谷聡, A. A. Golubov, "強磁性絶縁体/超伝導体ジョセフソン接合における π 接合の理論", 日本物理学会第 64 回年次大会, 岡山大学, 2010 年 3 月.
- 7.2.38. 柏谷裕美, 松本哲朗, 柴田肇, 吉田良行, 永崎洋, 川畑史郎, 田仲由喜夫, 柏谷聡, "Bi2201 固有ジョセフソン接合のセカンドスイッチの特性", 日本物理学会第 64 回年次大会, 岡山大学, 2010 年 3 月.
- 7.2.39. 柳澤孝, 長谷泉, 山地邦彦, P. M. Shirage, 田中康資, 永崎洋, 伊豫彰, "鉄系超伝導体マルチバンドマルチチャンネルモデルの同位体効果", 日本物理学会第 64 回年次大会, 岡山大学, 2010 年 3 月.
- 7.2.40. 長谷泉, 柳澤孝, "RNiC2 (R=La,Y,Tu) の電子状態", 日本物理学会第 64 回年次大会, 岡山大学, 2010 年 3 月.
- 7.2.41. A. Iyo, P. M. Shirage, K. Kiho, K. Miyazawa, C. H. Lee, H. Kito, H. Eisaki, Y. Yoshida, T. Yanagisawa, Y. Tanaka, "Iron Isotope Effect on Tc in Optimally Doped (Ba,K)Fe2As2 (Tc=38K) and SmFeAsO1-y (Tc=54K) superconductors", 14-th US-Japan Workshop on Advanced Superconductors, 2009.12.15. (Invited)
- 7.2.42. 知崎陽一, 柏谷裕美, 柏谷聡, 小山富男, 川畑史郎, "固有ジョセフソン接合における自発発生外場下の巨視的量子トンネル現象", 第 18 回磁束線物理国内会議 (VPWJ2010), 日本原子力研究開発機構, 2010.12.1-3.
- 7.2.43. 柏谷聡, 柏谷裕美, 松本哲朗, 柴田肇, 知崎陽一, 川畑史郎, 田仲由喜夫, "Bi 系固有接合のスイッチングダイナミクス", 第 18 回磁束線物理国内会議 (VPWJ2010),

- 日本原子力研究開発機構, 2010.12.1-3.
- 7.2.44. 川畑史郎, 柏谷聡, 田仲由喜夫, A. A. Golubov, 浅野泰寛, "強磁性絶縁体を介したジョセフソン接合における原子スケール $0-\pi$ 転移の理論", 第 18 回磁束線物理国内会議 (VPWJ2010), 日本原子力研究開発機構, 2010.12.1-3.
- 7.2.45. 知崎陽一, 柏谷裕美, 柏谷聡, 小山富男, 川畑史郎, "固有接合における強制同期と協力的量子トンネル現象", 2010 年日本物理学会秋季大会 大阪府立大学, 2010.9. 23-26.
- 7.2.46. 川畑史郎, Denis Chevallie, Thibaut Jonckheere, Ivan Sadovsky, Minchul Lee, Thierry Martin, "分子磁性体を介したジョセフソン効果の理論", 2010 年日本物理学会秋季大会 大阪府立大学, 2010.9.23-26.
- 7.2.47. 柳澤孝, "量子モンテカルロ法による電子対相関関数の計算について", 日本物理学会秋季大会, 大阪府立大学, 2010.9.23.
- 7.2.48. 長谷泉, 柳澤孝, "LaFe₂X₂ (X=Ge,Si)の電子状態", 日本物理学会秋季大会, 大阪府立大学, 2010.9.23.
- 7.2.49. 山地邦彦, 柳澤孝, 宮崎真長, 門野良典, "改良 VMC 計算によるハバード模型の超伝導凝縮エネルギー", 日本物理学会秋季大会, 大阪府立大学, 2010.9.23.
- 7.2.50. 柳澤孝, 田中康資, 長谷泉, 山地邦彦, "多バンド超伝導体における時間反転対称性の破れと分数磁束", 第 18 回磁束線物理国内会議 (VPWJ2010), 日本原子力研究開発機構, 2010.12.3.
- 7.2.51. S. Kawabata, S. Kashiwaya, Y. Tanaka, A. A. Golubov, and Y. Asano, "Theory of Josephson pi-state in a Ferromagnetic Insulators", Superconductivity and Magnetism: Hybrid proximity nanostructures and intrinsic phenomena (SM2010), Salerno/Italy, 2010.9.5-9.11.
- 7.2.52. T. Yanagisawa, Y. Tanaka, I. Hase, K. Yamaji, "Ginzburg-Landau theory of multi-band superconductivity and applications to Fe pnictides", 22nd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba/Japan, 2010.11.2.
- 7.2.53. 柳澤孝, "2次元ハバードモデルの超伝導相関関数", 日本物理学会年次大会, 新潟大学, 2011.3.26.
- 7.2.54. 宮崎真長, 山地邦彦, 柳澤孝, 門野良典, "二次元ハバード模型におけるストライプ相の t, t' 依存性", 日本物理学会年次大会, 新潟大学, 2011.3.25.
- 7.2.55. 小池上繁, 柳澤孝, 小池聡, "Sr_{3+x}CaxRu₂O₇の磁気構造に対する構造相転移および一軸性圧力の影響", 日本物理学会年次大会, 新潟大学, 2011.3.25.
- 7.2.56. A. S. Vasenko, S. Kawabata, A. A. Golubov, M. Yu. Kupriyanov, C. Lacroix, F. S. Bergeret, and F. W. J. Hekking, "Novel feature of DOS in S/F bilayer", Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, Russia, 2011.8. 21-25.
- 7.2.57. 川畑史郎, T. Y. Karminskaya, M. Y. Kupriyanov, 田仲由喜夫, A. A. Golubov, "不均一磁性体/超伝導接合系における近接効果の準古典グリーン関数理論", 2012年日本物理学会第67回年次大会 関西学院大学, 2012.3.24-27.
- 7.2.58. 中村周平, 相馬聡文, 小川真人, 川畑史郎, "強磁性絶縁体を用いたジョセフソン π 接合の理論", 2012年日本物理学会第67回年次大会 関西学院大学, 2012.3.24-27.
- 7.2.59. 川畑史郎, "単一有機分子磁性体を用いたジョセフソン接合の理論", 第19回磁束線物理国内会議 (VPWJ2011), 物材機構, 2011.12.7-9.
- 7.2.60. S. Kawabata, Y. Tanaka, S. Kashiwaya, A. A. Golubov, Y. Asano, "Theory of Josephson effect through exotic magnetic materials", International Workshop for Young Researchers on Topological Quantum Phenomena in Condensed Matter with Broken Symmetries, Shiga/Japan, 2011.11.1-11.5.
- 7.2.61. 柳澤孝, "LaNiC₂における非ユニタリー三重項超伝導", 渦糸物理国内会議, 2011.

12.18.

③ ポスター発表 (国内 24 件、国際 46 件)

- 7.3.1. 長谷泉(産総研エレクトロニクス), SrLaMTiO の電子状態の第一原理計算, 日本物理学会, 鹿児島大学, 2007 年 3 月 19 日.
- 7.3.2. I. Hase and T. Yanagisawa, "Electronic states of the valence skip compounds", International Symposium of Lattice Effects and High Temperature Superconductivity, Tsukuba, 2007.10.31.
- 7.3.3. T. Yanagisawa, I. Hase K. Yamaji, "Pair instability of the two-dimensional Hubbard model –Quantum Monte Carlo study", International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, 2007.11.7.
- 7.3.4. T. Yanagisawa, M. Miyazaki, K. Yamaji, "Quantum Monte Carlo Study of High Temperature Superconductivity", International Workshop 2007 Towards a New Basic Science, Osaka, Osaka University, 2007.9.10.
- 7.3.5. 長谷泉, 柳澤孝, "電荷スキップ化合物の電子状態", 日本物理学会年会, 近畿大学, 2008.3.24.
- 7.3.6. 山地邦彦, 宮崎真長, 柳澤孝, "非ドープの 2 次元ハバードモデルの SDW が消滅した状態", 日本物理学会年会, 近畿大学, 2008.3.24.
- 7.3.7. S. Kawabata, "Theory of pi-junction using spin filtering barrier", The 23rd Nishimomiya Yukawa Memorial International Workshop: Spin Transport in Condensed Matter, Kyoto University, 2008.10.27.
- 7.3.8. S. Kawabata, Y. Asano, Y. Tanaka, S. Kashiwaya, "Effect of s-f hybridization on the Josephson current through spin filters", International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, 2008.10.28.
- 7.3.9. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, S. Kashiwaya, H. Eisaki, Y. Yoshida, S. Kawabata, Y. Tanaka, "Switching dynamics in Bi2201 intrinsic Josephson junctions", International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, 2008.10.28.
- 7.3.10. S. Kawabata, "Theory of Dissipative Quantum Dynamics in High-Tc Systems", Dynamics and Manipulation of Quantum Systems, Tokyo University, 2008.10.20.
- 7.3.11. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, H. Eisaki, Y. Yoshida, S. Kawabata, Y. Tanaka, S. Kashiwaya, "Switching dynamics and MQT in strongly coupled Josephson junctions", International Symposium on the Foundations of Quantum Mechanics in the Light of New Technology, Hitachi Advanced Research Laboratory, 2008.8.25.
- 7.3.12. S. Kawabata, "Two-dimensional macroscopic quantum dynamics in YBCO Josephson junctions", XXXII International Workshop on Condensed Matter Theories, Loughborough/UK, 2008.8.15.
- 7.3.13. S. Kawabata, T. Bauch, T. Kato, "Theory of two-dimensional macroscopic quantum tunneling in a Josephson junction coupled with a LC circuit", 25th International Conference on Low Temperature Physics, Amsterdam/The Netherlands, 2008.8.7~13.
- 7.3.14. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, H. Eisaki, Y. Yoshida, S. Kawabata, Y. Tanaka, S. Kashiwaya, "Switching dynamics of strongly coupled Josephson junctions", 6th International Symposium on the Intrinsic Josephson Effect in High Tc Superconductors, Pohang/Korea, 2008.7.17-19.
- 7.3.15. T. Yanagisawa and I. Hase, "Superconductivity as a Kosterlitz-Thouless transition in the two-dimensional Hubbard model", International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, 2008.10.28.
- 7.3.16. 柏谷裕美, 松本哲朗, 柏谷聡, 柴田肇, 永崎洋, 吉田良行, 川畑史朗, 田仲由喜夫, "Bi2201 固有ジョセフソン接合のスウィッチング特性 2", 日本物理学会秋季大会, 岩手大学, 2008.9.22.

- 7.3.17. 柏谷聡, 柏谷裕美, 松本哲朗, 柴田肇, 川畑史朗, "Switching dynamics of high-Tc Josephson junctions", 第18回量子情報技術研究会, 東京大学, 2008.5.22-23.
- 7.3.18. 宮崎真長, 柳澤孝, 山地邦彦, "Bi2212 型バンドのハバード模型のチェッカーボード状態", 日本物理学会秋季大会, 岩手大学, 2008.9.20.
- 7.3.19. 宮崎真長, 山地邦彦, 柳澤孝, 門野良典, "Bi2212 型バンドのハバード模型のチェッカーボード状態 II", 日本物理学会年次大会, 立教大学, 2009.3.27.
- 7.3.20. 長谷泉, 柳澤孝, "鉄系新超伝導体のバンド計算 II", 日本物理学会年次大会, 立教大学, 2009.3.28.
- 7.3.21. S. Kawabata, "Theory of pi-junction using spin filtering barrier", The 23rd Nishimomiya Yukawa Memorial International Workshop: Spin Transport in Condensed Matter, Kyoto University, 2008.10.27.
- 7.3.22. S. Kawabata, Y. Asano, A. A. Golubov, Y. Tanaka, and S. Kashiwaya, "Theory of atomic scale 0-pi phase transition in Josephson junctions through ferromagnetic oxide films", 21st International Symposium on Superconductivity (ISS2009), Tsukuba/Japan, 2009.11.2~4.
- 7.3.23. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, H. Eisaki, Y. Yoshida, S. Kawabata, Y. Tanaka, and S. Kashiwaya, "Switching properties in Bi2201 Intrinsic Josephson junctions", 21st International Symposium on Superconductivity (ISS2009), Tsukuba/Japan, 2009.11.2~4.
- 7.3.24. S. Vasenko, S. Kawabata, A. A. Golubov, M. Yu Kupriyanov, and F. W. J. Hekking, "Dissipative current in tunnel Josephson junctions with a ferromagnetic interlayer", Sixth International Conference in School Format on Vortex Matter in Nanostructured Superconductors (VORTEX VI), Rhodes/Greece, 2009.9.17~9.24.
- 7.3.25. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, H. Eisaki, Y. Yoshida, S. Kawabata, Y. Tanaka, and S. Kashiwaya, "Switching dynamics of Bi2Sr1.6La0.4CuO6+d intrinsic Josephson junctions", The 12th International Workshop on Vortex Matter in Superconductors, Yamanashi/Japan, 2009.9.12~9.16.
- 7.3.26. S. Kawabata, H. Kashiwaya, and S. Kashiwaya, "Effect of Strong Coupling on Collective Macroscopic Quantum Tunneling in Intrinsic Josephson Junctions", The 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (M2S-IX), Tokyo/Japan, 2009.9.7~9.12.
- 7.3.27. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, H. Eisaki, Y. Yoshida, S. Kawabata, Y. Tanaka, and S. Kashiwaya, "Strong Coupling Effect on MQT of Bi2Sr1.6La0.4CuO6+d Intrinsic Josephson Junctions", The 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (M2S-IX), Tokyo/Japan, 2009.9.7~9.12.
- 7.3.28. S. Kawabata, Y. Asano, Y. Tanaka, and S. Kashiwaya, "Atomic-scale 0- π transition in Josephson junctions through spintronics nano-structures", The 18th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-18), Kobe/Japan, 2009.7.19~7.24.
- 7.3.29. 川畑史郎, 柏谷裕美, 柏谷聡, "ナノ構造超伝導デバイスの量子情報処理への応用", 第3回産総研ナノテクノロジー・材料・製造分野研究交流会, 産業技術総合研究所, 2009.11.30.
- 7.3.30. M. Miyazaki, K. Yamaji, T. Yanagisawa, and R. Kadono, "Checkerboard states in the two-dimensional Hubbard model", The 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (M2S-IX), Tokyo/Japan, 2009.9.7~9.12.
- 7.3.31. T. Yanagisawa, "Superconducting transition as a two-dimensional Kosterlitz-Thouless transition evidenced by quantum Monte Carlo

- calculations of susceptibilities in the Hubbard model”, The 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (M2S-IX), Tokyo/Japan, 2009.9.7~9.12.
- 7.3.32. K. Yamaji, “3-band theory of Fe pnictide superconductors”, The 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (M2S-IX), Tokyo/Japan, 2009.9.7~9.12.
- 7.3.33. K. Yamaji, T. Yanagisawa, and I. Hase, “3-band theory of Fe pnictide superconductors”, 21st International Symposium on Superconductivity (ISS2009), Tsukuba/Japan, 2009.11.2~4.
- 7.3.34. Y. Chizaki, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, T. Koyama, and S. Kawabata, "Synchronized macroscopic quantum tunneling in a coupled Josephson junction system", International Symposium on Quantum Nanostructures and Spin-related Phenomena (QNSP), Tokyo/Japan, 2010.3.9-11.
- 7.3.35. 宮崎真長, 山地邦彦, 柳澤孝, “チェッカーボード型電荷秩序と超伝導の共存”, 日本物理学会第64回年次大会, 岡山大学, 2010年3月.
- 7.3.36. 川畑史郎, 柏谷聡, 田仲由喜夫, A. A. Golubov, 浅野泰寛, "強磁性絶縁体/超伝導接合における原子スケール $0\cdot\pi$ 転移の理論", 新学術領域研究「対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象」第1回領域研究会, 京都大学, 2010.12.18-20.
- 7.3.37. 川畑史郎, 知崎陽一, "強く結合したジョセフソン接合集団における巨視的量子トンネル現象の理論", 非平衡系の物理 – 非平衡ゆらぎと集団挙動 –, 京都大学基研, 2010.11.18-11.20.
- 7.3.38. 知崎陽一, 川畑史郎, "結合ジョセフソン接合における自発発生外場下の協力的量子トンネル現象", 第23回量子情報技術研究会, 東京大学, 2010.11.15-16.
- 7.3.39. 知崎陽一, 柏谷裕美, 柏谷聡, 小山富男, 川畑史郎, "結合ジョセフソン接合における協力的な巨視的量子トンネル現象", 第10回量子情報関東 Student Chapter, NEC つくば, 2010.9.3.
- 7.3.40. 知崎陽一, 柏谷裕美, 柏谷聡, 小山富男, 川畑史郎, "固有接合における自発発生外場下の強制同期と MQT 率の異常増大", 物性研短期研究会「外部場の時間操作と実時間物理現象」, 東京大学, 2010.6.22-23.
- 7.3.41. 知崎陽一, 柏谷裕美, 柏谷聡, 小山富男, 川畑史郎, "固有ジョセフソン接合における強制同期現象と巨視的量子トンネル現象", リズム現象の研究会 V, お茶の水女子大学, 2010.5.28-29.
- 7.3.42. 知崎陽一, 川畑史郎, "強結合固有接合における巨視的量子トンネルと同期現象", 第22回量子情報技術研究会, 大阪大学, 2010.5.10-11.
- 7.3.43. 柳澤孝, 田中康資, 長谷泉, 山地邦彦, “多バンド超伝導体におけるレグレットモード”, 新学術領域研究「対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象」第1回領域研究会, 京都大学, 2010.12.18-20.
- 7.3.44. Y. Chizaki, S. Kawabata, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, and T. Koyama, "A spontaneous periodic perturbation induced macroscopic quantum tunneling in intrinsic Josephson junctions", International Symposium "Nanoscience and Quantum Physics 2011" (nanoPHYS'11), Tokyo/Japan, 2011.1.26-1.28.
- 7.3.45. S. Kawabata, S. Kashiwaya, Y. Tanaka, A. A. Golubov, and Y. Asano, "Novel Josephson π -state in a Ferromagnetic Insulator", International Symposium on Nanoscale Transport and Technology (ISNTT2011), NTT/Japan, 2011.1.11-1.14.
- 7.3.46. Y. Chizaki, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, T. Koyama, and S. Kawabata, "A spontaneous field induced macroscopic quantum tunneling in intrinsic Josephson junctions", Frontiers in Nanoscale Science and Technology (FNST) Workshop 2011, RIKEN/Japan, 2011.1.5-1.7.
- 7.3.47. Y. Chizaki, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, T. Koyama, and S. Kawabata,

- "Macroscopic quantum tunneling induced by forced synchronization in intrinsic Josephson junctions", 22nd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba/Japan, 2010.11.1-3.
- 7.3.48. H. Kashiwaya, T. Matsumoto, H. Shibata, H. Eisaki, Y. Yoshida, Y. Chizaki, S. Kawabata, Y. Tanaka and S. Kashiwaya, "Properties of Multi-Junction Switching in Bi2201 Intrinsic Josephson Junctions", 22nd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba/Japan, 2010.11.1-3.
- 7.3.49. S. Kawabata, Y. Tanaka, A. A. Golubov, S. Kashiwaya, and Y. Asano, "Theory of Josephson pi-junction through a ferromagnetic insulator", 22nd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba/Japan, 2010.11.1-3.
- 7.3.50. Y. Chizaki, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, T. Koyama, and S. Kawabata, "Forced synchronization in Intrinsic Josephson junction", International Workshop on Statistical Physics of Quantum Systems (SPQS2010), Tokyo/Japan, 2010.8.2-8.4.
- 7.3.51. S. Kawabata, and Y. Asano, "Theory of pi-junction in a mesoscopic ferromagnetic-insulator/superconductor hybrid structure", The 6th International Conference on the Physics and Applications of Spin Related Phenomena in Semiconductors (PASPS-VI), Tokyo/Japan, 2010.8.1-8.4.
- 7.3.52. Y. Chizaki, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, T. Koyama, and S. Kawabata, "Numerical study of Kuramoto-synchronization in strongly coupled intrinsic junction", The 7th International Symposium on Intrinsic Josephson Effects and Plasma Oscillations in High-Tc Superconductors (PLASMA 2010), Hirosaki/Japan, 2010.4.29-5.2.
- 7.3.53. S. Kawabata, and Y. Asano, "Josephson transport through a ferromagnet/superconductor hybrid structure and its application to quantum bit", International Symposium on Physics of Quantum Technology (CREST2010), Tokyo/Japan, 2010.4.6-9.
- 7.3.54. Y. Chizaki, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, T. Koyama and S. Kawabata, "Kuramoto-synchronization of second switching in strongly coupled Josephson junction", International Symposium on Physics of Quantum Technology (CREST2010), Tokyo/Japan, 2010.4.6-9.
- 7.3.55. I. Hase and T. Yanagisawa, "Electronic structure of LaFeX₂ (X=Ge, Si)", 22nd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba/Japan, 2010.11.1-3.
- 7.3.56. K. Yamaji, T. Yanagisawa, M Miyazaki, R. Kadono, "Superconducting Condensation Energy of the 2D Hubbard Model with $U=6t$ and $t'=-2t=-0.25t$ ", 22nd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba/Japan, 2010.11.1-3.
- 7.3.57. Y. Tanaka, T. Yanagisawa, A. Iyo et al., "Multi-domains in multi-band superconductors", 22nd International Symposium on Superconductivity (ISS2010), Tsukuba/Japan, 2010.11.1-3.
- 7.3.58. 長谷泉, 柳澤孝, "鉄砒素系超伝導体周辺物質のバンド計算", 日本物理学会年次大会, 新潟大学, 2011.3.25.
- 7.3.59. 長谷泉, 柳澤孝, "鉄砒素系超伝導体周辺物質のバンド計算 2", 日本物理学会秋季大会, 富山大学, 2011.9.22.
- 7.3.60. S. Nakamura, S. Souma, M. Ogawa, and S. Kawabata, "Theory of finite temperature Josephson current through a ferromagnetic-insulator", 24th International Symposium on Superconductivity (ISS2011), Tokyo/Japan, 2011.10.24-26.
- 7.3.61. S. Kawabata, T. Koyama, Y. Chizaki, H. Kashiwaya, and S. Kashiwaya, "Theory of cooperative macroscopic quantum tunneling in intrinsic

- Josephson junctions", Superconductivity Centinental Conference (EUCAS-ISEC-ICMC 2011), Den Haag/The Netherlands, 2011.9.18-9.23.
- 7.3.62. A. S. Vasenko, S. Kawabata, A. A. Golubov, M. Yu. Kupriyanov, C. Lacroix, F. S. Bergeret, and F. W. J. Hekking, "Current-voltage characteristics of SIFS tunnel junctions", Superconducting hybrids: from conventional to exotic, Villard de Lans/France, 2011.9.7-9.10.
- 7.3.63. 中村周平, 相馬聡文, 小川真人, 川畑史郎, "強磁性絶縁体を用いたジョセフソン π 接合の理論", 第 25 回量子情報技術研究会, 大阪大学, 2010.11.21-22.
- 7.3.64. M. Miyazaki, K. Yamaji, T. Yanagisawa, R. Kadono, "t' and t"-dependence of a stripe phase in a two-dimensional Hubbard model", 24th International Symposium on Superconductivity (ISS2011), Yokyo, Japan, 2011.10.26.
- 7.3.65. T. Yanagisawa and I. Hase, "Triplet Superconductivity and Time Reversal Symmetry Breaking in LaNiC₂", 24th International Symposium on Superconductivity (ISS2011), Tokyo, Japan, 2011.10.26.
- 7.3.66. T. Yanagisawa and I. Hase, "Nonunitary triplet superconductivity in the noncentrosymmetric tcompound LaNiC₂", International Workshop on Heavy Fermions (TOKIMEKI 2011), 2011.11.4.
- 7.3.67. I. Hase and T. Yanagisawa, "Electronic Structure of LaPt₂Si₂", 24th International Symposium on Superconductivity (ISS2011), 2011.10.26.
- 7.3.68. 柳澤孝, "トルプレット超伝導体はいつ非ユニタリーになるか", 「対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象」研究会, 岡山大学, 2011.12.18.
- 7.3.69. 宮崎真長, 柳澤孝, 山地邦彦, "二次元ハバード模型におけるストライプ相の t', t"依存性 II", 日本物理学会年次大会, 関西学院大学, 2012.3.25.
- 7.3.70. 山地邦彦, 柳澤孝, "U_{eff} のバンド構造依存性と銅酸化物の T_c の系統性", 日本物理学会年次大会, 関西学院大学, 2012.3.25.

(4)知財出願

①国内出願 (1件)

1. 発明の名称: 走査型SQUID顕微鏡画像の高解像度化方法
 発明者: 林正彦、石田武和
 出願人: 国立大学法人 秋田大学、公立大学法人 大阪府立大学
 出願日: 平成23年9月9日
 出願番号: 特願 2011-197707

②海外出願

なし

③その他の知的財産権

なし

(5)受賞・報道等

①受賞

1. S. Yamada, T. Imamura, T. Kano, and M. Machida: SC06にてゴードン・ベル賞のファイナリストに選出
 選考論文: "High-performance Computing for Exact Numerical Approaches to Quantum Many-body Problems on the Earth Simulator"
 著者: S. Yamada, T. Imamura, T. Kano, and M. Machida
2. 山田進, 日本計算工学会論文賞, 受賞論文タイトル「量子大規模固有値問題における共役勾配法の収束性: 適応的シフト前処理の収束性の評価」, 平成 19 年 5 月
3. 柏村孝: 基研研究会「熱場の量子論とその応用」ポスター賞
 「フェルミ原子ガス超流動における超流動/強磁性/超流動接合と π -phase の実現可能性」(柏村孝, 土屋俊二, 大橋洋士)

4. 渡邊亮太: 基研研究会「熱場の量子論とその応用」ポスター賞
「超流動 Fermi 原子気体の1粒子状態と photoemission スペクトル」(渡邊亮太, 土屋俊二, 大橋洋士)
5. 富田 聡, 加藤 勝, 真木和美, 低温工学・超伝導関西, 若手奨励賞
「d-波スピン密度波と d-波超伝導との共存状態における磁束構造」, 平成 21 年 12 月
6. T. Kashimura, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi: IEEE International Symposium on Access Space (ISAS 2011) Best Paper Award
「Superfluid/ferromagnet/superfluid-junction and π -phase in a superfluid Fermi gas at finite temperature」
7. R. Watanabe, S. Tsuchiya, and Y. Ohashi: IEEE International Symposium on Access Space (ISAS 2011) Best Paper Award
「Theory of photoemission-type experiment in the BCS-BEC crossover regime of a superfluid Fermi gas」
8. D. Inotani, R. Watanabe, M. Sigrist, and Y. Ohashi: IEEE International Symposium on Access Space (ISAS 2011) Best Paper Award
「Pseudogap phenomenon in an ultracold Fermi gas with a p-wave interaction」
9. 山田進, 五十嵐亮, 奥村雅彦, 今村俊幸, 町田昌彦: 応用数理「ベストオーサー賞(論文部門)」, 受賞論文タイトル「量子多体系・高精度シミュレーションの研究開発: 密度行列繰り込み群法の超並列化と大規模計算」, 平成 23 年 9 月
10. 東 陽一: 第 15 回 鳳雛賞
「異方的超伝導体における位相敏感な磁束フロー抵抗の理論」, 平成 24 年 3 月

②マスコミ(新聞・TV等)報道

1. "ジョセフソン接合素子の巨視的状态: 1原子層の違いで大きく変化", 科学新聞 2010.4.2.(柳澤・産総研 G)
概要: JST(CREST)受託研究一環として、産業技術総合研究所ナノテクノロジー研究部門川畑 史郎 主任研究員らは、強磁性絶縁体を高温超伝導体で挟んだ構造のジョセフソン接合素子について、強磁体層の厚さを 1 原子層ずつ変化させると、接合素子の二つの巨視的な量子状態(0 接合と π 接合)が交互に現れるという現象をシミュレーションにより発見した。素子全体にわたる巨視的な性質が、原子層のわずか一層という厚さの違いで劇的に変化するという事は、基礎科学上の興味深い発見である。今回の発見により、超伝導素子全体の巨視的な性質を磁性体の厚さで制御できると予測される。この素子を応用することで、外部ノイズに対して頑強な量子ビット、さらに量子コンピュータが将来実現すると考えられる。

③その他

1. 国際人名録 Marquis Who's Who in the World (25th Edition 2008) 及び Marquis Who's Who in Science and Engineering (10th Edition 2008-2009) において、林 伸彦 [(独)日本原子力研究開発機構システム計算科学センター, 特定課題推進員]の経歴が掲載(町田・原子力機構 G)
2. "Theoretical Discovery of a Method of Using Magnetic Materials to Control Macroscopic States of Superconducting Devices", アメリカ AZoNano.com, 2010.5.21(柳澤・産総研 G)
3. “高温での超伝導を引き起こす引力機構”, 産業技術総合研究所ホームページ, 2011.3.29(柳澤・産総研 G)

(6)成果展開事例

- ①実用化に向けての展開
なし
- ②社会還元的な展開活動

なし

§6 研究期間中の主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

<原子力機構・町田グループ>

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2007年 6月15日	19年度第1回 CREST チーム 研究セミナー	原子力機構 (上野)	8名	講演「非一様なカラー超伝導」 飯田 圭 准教授(高知大理)
2007年 7月18日	19年度第2回 CREST チーム 研究セミナー	原子力機構 (上野)	5名	講演「乱れた電子系の局在・磁性と 超伝導揺らぎ」柳瀬 陽一 助教(東 大理)
2007年 11月14日	19年度第3回 CREST チーム 研究セミナー	原子力機構 (上野)	10名	講演「超伝導接合系における奇周 波数電子対」田仲 由喜夫 准教授 (名大工)
2007年 12月7日	インフォーマル セミナー	原子力機構 (上野)	4名	講演「Superconductivity and Magnetism in Heavy-Fermion Materials」Dr. Huiqiu Yuan (LANL, USA)
2008年 3月5日	19年度第4回 CREST チーム 研究セミナー	原子力機構 (上野)	5名	講演「Bose 凝縮体における準粒子 のトンネル効果」土屋俊二 氏(慶應 大理工)
2008年 5月24日	CREST(町田) ワークショップ 2008	原子力機構 (上野)	15名	本 CREST プロジェクトの全体ミーテ ィング。各グループ代表者講演およ び各トピックス講演から構成された 研究会形式での開催。
2008年 6月18日	インフォーマル セミナー	原子力機構 (上野)	10名	講演「Breakpoint Phenomenon and Creation of Longitudinal Plasma Waves in Layered Superconductors」Dr. Yu. M. Shukrinov (Bogoliubov Lab., Russia)
2009年 1月24日	研究会「鉄ニクタイト 物質系における超伝 導ペア対称性と超伝 導状態」	原子力機構 (上野)	60名	本研究会では、鉄ニクタイト物質に おいて期待される、超伝導ペアリン グ対称性にかかわる多様な物理現 象の探求を目指し関連する実験お よび現象論的あるいは微視的理論 について、今後の研究の将来を担 っていく国内の若手を中心に講演 をおこなってもらい、鉄ニクタイト超 伝導状態の研究の今後の展望を模 索した。
2009年 4月22日	インフォーマル セミナー	原子力機構 (上野)	10人	講演「アクチナイド系化合物の磁性 と超伝導」芳賀芳範氏(日本原子 力研究開発機構 先端基礎研究セ ンター)
2009年 5月27日	インフォーマル セミナー	原子力機構 (上野)	10人	講演「Cluster DMFT」大西弘明氏 (日本原子力研究開発機構 先端基 礎研究センター)
2009年	インフォーマル	原子力機構	15人	講演「Probe of strongly correlated

6月9日	セミナー	(上野)		state through noise correlation, from non-equilibrium physics to d-wave pair detection in ultracold atoms]北川拓也氏(Harvard Univ.)
2009年 6月11日	インフォーマル セミナー	原子力機構 (上野)	15人	講演「超伝導状態におけるエンタングルメント」湯浅一哉氏(早稲田大学)
2009年 7月2日	インフォーマル セミナー	原子力機構 (上野)	10人	講演「Dual Fermion DMFT and continuous time QMC」永井佑紀氏(東京大学)
2009年 7月8日	インフォーマル セミナー	原子力機構 (上野)	10人	講演「アクチナイド化合物の多彩な基底状態と物性の電子状態計算」鈴木通人氏(ウプサラ大学)
2009年 9月1日	インフォーマル セミナー	原子力機構 (上野)	10人	講演「機能性材料の中性子非弾性散乱研究に向けた開発紹介」富安啓輔氏(東北大学)
2010年 4月9日	CCSE インフォーマル セミナー	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	8人	石原純夫 准教授(東北大)によるセミナー「多自由度相間電子系における光誘起現象」
2010年 4月22日	CCSE インフォーマル セミナー「最新の計算 科学による原子ガス 物理の新展開」	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	10人	計2個の講演からなるセミナー。講演者は、奥村雅彦 博士(理研), 段下一平 博士(理研)。
2010年 4月27日	CCSE インフォーマル セミナー	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	8人	土屋俊二(東京理科大)によるセミナー「冷却原子ガスの擬ギャップの機構解明」
2010年 4月29日 -5月2日	7th International Symposium on Intrinsic Josephson Effects and Plasma Oscillations in High- Tc Superconductors (Plasma2010)	弘前大学 100周年 記念館	80人	テラヘルツ発振および高温超伝導体に関する国際会議
2010年 5月13日 -5月15日	Ultracold Fermi Gas: Superfluidity and Strong-Correlation (USS-2010)	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	56人	冷却フェルミ原子気体に関する国際会議
2010年 10月25日	CCSE インフォーマル セミナー	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	12人	村上修一 准教授(東工大)によるセミナー。「トポロジカル絶縁体の物理」
2010年 11月17日	CCSE インフォーマル セミナー	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	8人	河野昌仙 博士(物材機構)によるセミナー「1次元ハバードモデルのモット転移近傍での1粒子スペクトル関数の性質」
2010年	第18回渦糸物理国	日本原子力	80人	超伝導渦糸物理に関する国内研究

12月1日 -12月3日	内会議(VPWJ2010)	研究開発機構 システム計算 科学センター		会
2010年 12月15日	CCSE インフォーマル セミナー	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	8人	白川知功 博士(理研)によるセミナー「変分クラスター近似法とその応用」
2011年 2月1日	CCSE インフォーマル セミナー	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	8人	柳澤孝 博士(産総研)「量子モンテカルロ法による2次元ハバードモデルの研究」
2011年 5月16日	CCSE インフォーマル セミナー	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	8人	中田真秀 博士(理研) 「高精度線形代数演算ライブラリMPACKの紹介」
2011年 6月14日	CCSE インフォーマル セミナー	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	10人	岩田潤一 博士(筑波大学) 「実空間第一原理計算シミュレーション RSDFT の開発とシミュレーション研究の現状」
2011年 10月27日	CCSE インフォーマル セミナー	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	10人	松枝宏明 准教授(仙台高等専門学校) 「エンタングルメント・エントロピーのスケール性と時空の幾何学構造」
2011年 11月12日	「グラフェン・ナノ構造の物理」	秋田大学	15人	グラフェンと超伝導渦に関する研究会
2011年 12月22日	CCSE インフォーマル セミナー	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	8人	Kaori Tanaka 博士(University of Saskatchewan)「Charge Density Waves and Superconductivity in the Extended Hubbard Model」
2012年 1月25日	CCSE インフォーマル セミナー	日本原子力 研究開発機構 システム計算 科学センター	8人	柳井毅 准教授(分子研) 「密度行列繰り込み群法を用いた量子化学計算」
2012年 3月24日	CREST(町田)プロジェクト最終報告会	西宮市 大学交流 センター	25人	CREST(町田)プロジェクトの最終の報告会。代表及び各分担代表者が5年間の成果の総括の報告を行った他、松本・海老澤両氏による本プロジェクト活動に関連した講演からなり、最終のミーティング

<秋田大・林グループ>

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2008年 4月16日 -17日	超伝導・グラフェン・強磁性等接合系に関する研究会	湯の越の宿 (秋田)	5名	グラフェンを含む超伝導近接効果の理論および実験の現状について討論を行った。
2010年 8月11日	グラフェンと超伝導体のナノ構造に関する研究会	秋田大学 教育文化学部	6人	グラフェン超伝導接合の最近の成果について、実験及び理論の両面から議論を行った。

<大阪府立大・加藤グループ>

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2007年 11月26日 -27日	ワークショップ「ナノ構造超伝導体とその応用」	東北大 金属材料 研究所	30名	超伝導ナノ構造の理論と実験を最近の発展を国内の研究者を集めて議論した。
2007年 12月17日 -18日	The Fourth CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity -Critical Currents-	北九州 国際会議場	70名	超伝導体の臨界電流を軸に、超伝導体中の渦糸状態について、内外の研究者を集めて議論した。
2009年 1月21日 -22日	ワークショップ異方的超伝導と渦糸物理	大阪府立大学 (堺)	25名	異方的超伝導と渦糸物理に関して、国内の研究者を集めて、討論を行った。

<大阪府立大・林グループ>

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2010年 11月19日	セミナー講演会「表面科学の探求—超伝導・遷移金属酸化物・生体分子—」	大阪府立大学	50人	計三つの講演からなるセミナー。そのうちの超伝導に関する講演は、西田信彦(東工大, 教授)「超伝導量子渦糸の走査トンネル分光測定」

以下はグループ間の共同開催活動報告:

<原子力機構町田&大阪府立大加藤グループ>

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2012年 1月13日 -15日	Pathbreaking Phase Sciences in Superconductivity 2012 (PPSS2012)	大阪 歴史博物館 (大阪)	70名	超伝導ナノ構造に対する理論及び実験研究における最近の発展を国内外の研究者を集め議論した。

<大阪府立大・加藤&林グループ>

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2009年 12月1日 -3日	第17回磁束線物理国内会議	大阪府立大学 中之島 サテライト (大阪市)	70名	超伝導体の渦糸(磁束線)物理に関する国内ワークショップ。大阪府立大・加藤グループおよび林グループが主催で開催。

§7 結び

達成度: 複数の課題を設定したため、課題によっては100%以上の達成度等、想定を上回る達成度を得たものもある他、予想外の困難にぶつかり、100%に到達できていないものもあった。その一方、状況の変化を受け、新たな課題にも挑戦し、予想を上回る成果を得たものもあった。全体としては、±0で達成度は100%と考えている。

成果の意義等の自己評価: 物理学の基礎的課題から工学的応用課題に渡って複数の課題を設定したが、基礎的課題については、マイクロ及びメゾスケールの研究において、必要不可欠な数値シミュレーション手法やコード開発を進め、従来の概念を打破し、新しい概念の構築に成功した成果もある他、研究のマイルストーンとなる成果を得たものもある。以上、基礎物理の専門分野にて高く評価される成果を得ることもできた他、コードを公開し、スパコン、特に「京」のソルバー開発に成功したことは評価できると自負している。一方、工学的応用課題については、メゾにおいて、当初の目

標通りマルチスケール・シミュレーション手法の構築とコード開発に成功し、実際に開発コードを用いて実験事実の説明と今後の開発方針を提案する等、評価に値する成果を得たが、並列化及びチューニングは課題として残された。しかし、それらのコードを用いて得られた成果は、専門分野にて世界的にも高く評価されている。また、マクロについては、応用課題としての研究目標の達成に相当の時間が必要であり、今後も引き続き研究を続行していく必要があることが分かった。

今後の研究の展開： ミクロスケールの研究で得たソルバー等は、現状で問い合わせのある研究者への限定公開であるが、WEB 上での一般公開を実施する予定である。また、得られた基礎研究の成果、即ち知見については、今後も可能な限り発展させていく。メゾスケールについては、マルチスケールコードの並列化等を進め、「京」での公募研究に応募する予定である。マクロについては、プロトタイプのコード開発を終え、実際の応用への展開を図りたい。

研究代表者としてのプロジェクト運営： 大型研究プロジェクトを主導するのは、代表者として初めての経験であり、当初は、想定を超えた業務量や突発的な業務が発生することもあるなど戸惑うこともあったが、2 年目ぐらいから順調に運営ができるようになったと思う。多くの予算をいただき、多くの研究者の進捗を管理する責任という重さを感じることも多い 5 年間であったが、研究成果という点では、やれるだけのことはやったと考えている。ただ一点、世界的な成果という点において、一点集中型の体制を組んでリスクは高いが挑戦してみることが必要だったのではと反省している。一方、当初の計画を念頭に置き、広く、成果を出すことに努めた事に対しては、自己評価だが、十分に行うことができたと自負している。尚、最終報告会にて、当プロジェクト分担代表者からは、CREST に参加することで有意義な 5 年間の研究活動ができたとの感想をいただいております、ここに報告したい。