東京工業大学大学院総合理工学研究科　教授

吉川　邦夫

「高温空気燃焼技術を用いた廃棄物・石炭高効率発電」

１．研究実施の概要

石炭や廃棄物、バイオマスなどの固体燃料は、これまで、発電用の燃料として利用する際には、ボイラーで燃焼させて高温・高圧の水蒸気を生成し、蒸気タービンを駆動して発電を行うのが一般的であり、高効率発電を行うには、大規模な発電所を建設する必要があった。しかし、特に廃棄物やバイオマスの場合、分散的に発生することから、集中処理するためには高い運搬コストが問題となり、なるべく発生元で高効率でエネルギー源として利用できる新たな技術が強く求められている。

本研究では、環境負荷の高いあらゆる固体燃料に適用可能な、高効率、低環境負荷かつ低コストの小型ガス化発電システム（MEET システム）の開発に成功した。図１に示す本システムは、小規模なシステムを構成する場合に経済性の点で問題となる酸素を使用せずに高い発熱量の燃料ガスを得るために、1000℃程度に予熱された高温空気あるいは高温水蒸気で固体燃料をガス化することを最大の特長とする。ガス化炉内で高温空気あるいは高温水蒸気でガス化された固体燃料から、高温の粗ガスが生成され、灰分はガス化炉内で高温焼成灰あるいは溶融灰となって炉外に取り出される。粗ガスは、熱回収を行った後に、ガス精製によって、環境汚染物質（塩素、硫黄、煤塵、重金属など）を除去し、発熱量が 1000～1500kcal/Nm^3 程度の低発熱量のクリーンな燃料ガス（低カロリーガス）を得る。得られた燃料ガスの一部を燃焼させて高温熱交換器にてガス化用の高温空気/水蒸気を生成し、残りの燃料ガスを高温空気燃焼低 NOx ボイラでの蒸気発生やエンジン発電機での発電に利用する。

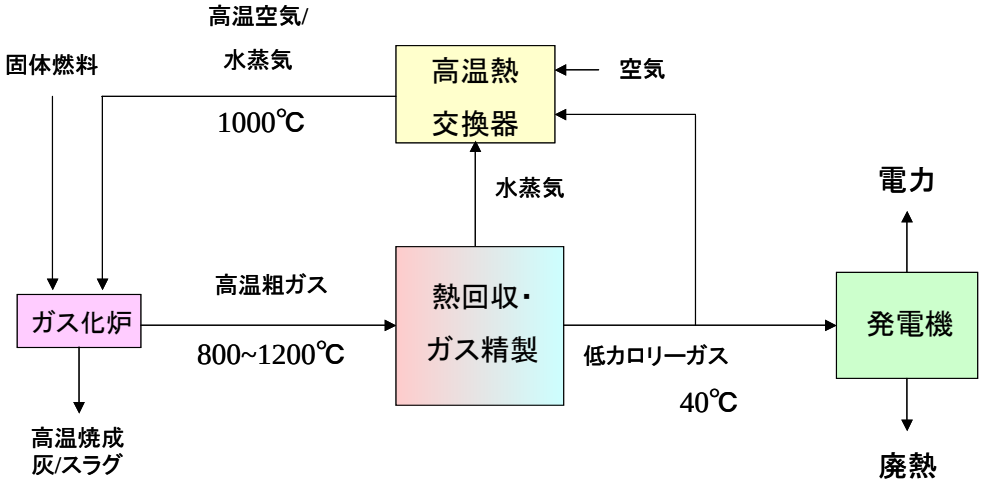


図１　MEET システム

本研究プロジェクトは、全体が「基盤研究」と「実証研究」に大別される。「基盤研究」は、高温ガス精製などの基礎研究段階にあるコンポーネントの研究開発および、MEET システムにかかわる基礎的な物理現象（高温熱分解、NOx 発生抑制、重金属の挙動、灰の挙動など）の解明を行った。また、「実証研究」では、固体燃料を高温空気で灰溶融一段ガス化する MEET システムおよび、固体燃料を熱分解ガス化した後に高温水蒸気/空気を用いて

改質を行う二段ガス化方式の STAR-MEET システムの技術実証を行った。その結果、これまで不可能とされてきた、１トン/日～数十トン/日規模の小型廃棄物発電が可能であることを実証した。この研究成果は、今後、焼却処理や埋立処理以外の適切な処理法がなかった産業廃棄物や一般廃棄物あるいはバイオマス資源の有効利用に広範に利用されていくことが期待される。

(1) 灰溶融 MEET システムの実証研究（MEET 実証研究グループ、燃焼・ガス化グループ、溶融灰研究グループ、高温空気燃焼グループ、高温空気燃焼解析グループ、MEET フィールドテストグループ）

セラミックス球の充填層を有する新たな灰溶融ガス化炉(ペブル床ガス化炉)を用いて、固体燃料を高温空気によって一段階で灰溶融ガス化する MEET システムの開発を実施した。燃料供給量が 200kg/日規模の MEET-I 装置、燃料供給量が 4t/日規模の MEET-II 装置および、燃料供給量が 2t/日規模の MEET-S 装置で、順次技術実証を行った。本プロジェクトの中核設備である MEET-II 装置の主要な開発対象要素機器は、ペブル床ガス化炉、高温空気加熱器、高温空気燃焼ボイラ、混焼ディーゼルエンジン発電機であり、微粉炭および微粉砕した木質ペレットを燃料とする実験を実施して、各要素機器の性能実証および、システムとしての運転実証を行った。その結果、灰溶融を行いながら、目標とする 1000kcal/Nm^3 以上の発熱量を持つクリーンなガスの生成に成功した。得られた各機器の性能から MEET-II 規模のシステム全体の熱効率を評価したところ、ペブル床ガス化炉のチャーリサイクルを実施すれば、75%という高い熱効率（電力 16%、回収熱 59%）を持つ、コジェネレーションシステムが実現できることが明らかとなった。

(2) STAR-MEET システムの実証研究（MEET 実証研究グループ）

上記の灰溶融 MEET システムは、灰分が溶融できる、タール分を含有しない燃料ガスが得られるなどの特長を有するものの、ガス化炉内での燃料の滞留時間が限られているために、燃料を予めかなり細かく破砕する必要がある。しかし、一般の廃棄物はそこまでの予備処理は困難であり、より広範な廃棄物が処理できる、より小型のシステムの開発の必要性が生じた。そこで、MEET システムのガス化部分を一段ガス化ではなく、既存の熱分解ガス化炉をベースとして、生成される熱分解ガス中のタール分を高温水蒸気/空気の混合気で改質するという二段ガス化方式の STAR-MEET システムを考案し、実証プラント（処理容量 50kg/時）を建設した。本実証プラントでは、これまで、ゴム端材、木屑、廃塗料かす、ポリエチレンフィルム、皮革屑、パルプスラッジ、RDF、肉骨粉など、様々な廃棄物の実験を行ってきたが、廃棄物の性状に応じて、600～1700kcal/Nm^3 の発熱量を持つクリーンな改質ガスが得られ、混焼ディーゼルエンジンでの軽油との混焼比率を調整することにより、どのような発熱量のガスであっても、安定した高効率発電が可能であることが実証された。

(3) 高温場での固体燃料の熱分解ガス化挙動の研究（高温熱分解研究グループ）

廃棄物の種類に応じて、その熱分解挙動は大きく異なる。本研究では、熱天秤（TGA）

と示差熱計（DSC）を用いて、種々の昇温速度の下で、窒素雰囲気中で、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニルおよびセルロースの熱分解実験を行った。その結果、これらの物質の熱分解に必要なエネルギー量は、各物質が持つ化学エネルギーの量に比べて極めて小さく、熱分解ガス化が廃棄物からのエネルギー抽出手段として有効であることが確認された。

(4) 溶融炭酸塩を用いた高温ガス精製方式の研究（高温ガス精製研究グループ）

MEET システムの発電効率を向上させるためには、なるべく生成ガスを高温で精製することが望ましい。そこで、溶融炭酸塩膜を用いた新規な高温ガス精製方式を考案し、その原理検証を行った。これは、溶融炭酸塩膜の片面に硫化物を含むガス化ガスを、裏面に CO_2 と H_2O を含むキャリアガスをそれぞれ流通させて、ガス化ガス中の硫化物を硫化物イオンとして膜を通し、キャリアガス中に移動し搬出するもので、従来のものよりコンパクトなガス精製システムが期待できる。実験の結果、濃度 0.7％の供給硫化物が 50％以上脱硫されること、キャリアガス側の CO_2 と H_2O の分圧をガス化ガス側よりも高くすることにより硫化物を少なくとも２倍以上濃縮して除去可能であることを実証した。

(5) 高温燃焼排ガス中からの有害ガス・微量金属の分離回収に関する基礎研究（高温燃焼ガス分析グループ）

高温空気ガス化・燃焼装置が次世代型高効率発電システムとして発展していくにあたっては、より高温度で燃焼（ガス化）ガスの除塵および浄化がなされることが不可欠である。特に、後流の機器の腐食や磨耗の原因となる塩化水素ガス、アルカリ金属および微量重金属を含む浮遊粒子状物質（PM）が、高温排ガス処理の対象となる有害物質として挙げられる。そこで、本研究では、燃焼ガス中に含まれる微量重金属等の有害物質に対して、放出挙動の評価、連続モニタリング技術の開発、捕捉剤粒子を用いた分離回収技術の開発、等に関する基礎研究を行った。また Ca 系鉱物に関わる塩化水素の吸収・放出特性を明らかにした。

(6) 高温固体燃料反応場における灰・NOx の挙動解明に関する研究（灰・NOx 挙動研究グループ）

本研究では、MEET システムの高温空気燃焼ボイラにおける窒素含有化学種を含むガス化ガスの高温空気燃焼場での NOx 生成特性および石炭・廃棄物等の高温空気部分燃焼・ガス化プロセスにおける灰の挙動に関して焦点を合わせ検討を行った。前者に関しては、高温空気燃焼場における窒素酸化物の生成特性を実験および数値解析により検討し、結果として、高温空気および窒素化学種を含む燃料を用いても低 NOx 燃焼が実現できることを理論的に説明した。一方、後者の灰の挙動に関しては、実際の微粉炭反応場における灰付着実験を行い、灰付着挙動の観察、灰付着量の定量化、灰付着構造の観察、付着灰組成変化等について、炭種を変化させて実験・解析し、灰の付着し易さに燃料依存性が存在すること、灰の融点が低い燃料ほど付着し易いこと、付着初期には 3μm 以下の微粒子が付着し易いこと、初期の付着には粒径および組成による選択性が存在すること等を明らかにした。

２．研究構想

本研究プロジェクトは、どのような低質な燃料に対しても、ほぼ同様な機器構成で対応でき、燃焼に伴う環境負荷を最低限に抑えながら高効率の発電が行える、安価かつコンパクト、しかも信頼性の高い画期的な発電システムの開発を目的とするものである。開発の目標となるシステムが、燃料の持つ熱エネルギーを多段階で抽出し、利用することを特徴とするものであることから、以下本プロジェクトを MEET（**M**ulti-staged **E**nthalpy **E**xtraction **T**echnology）プロジェクトと呼ぶ。

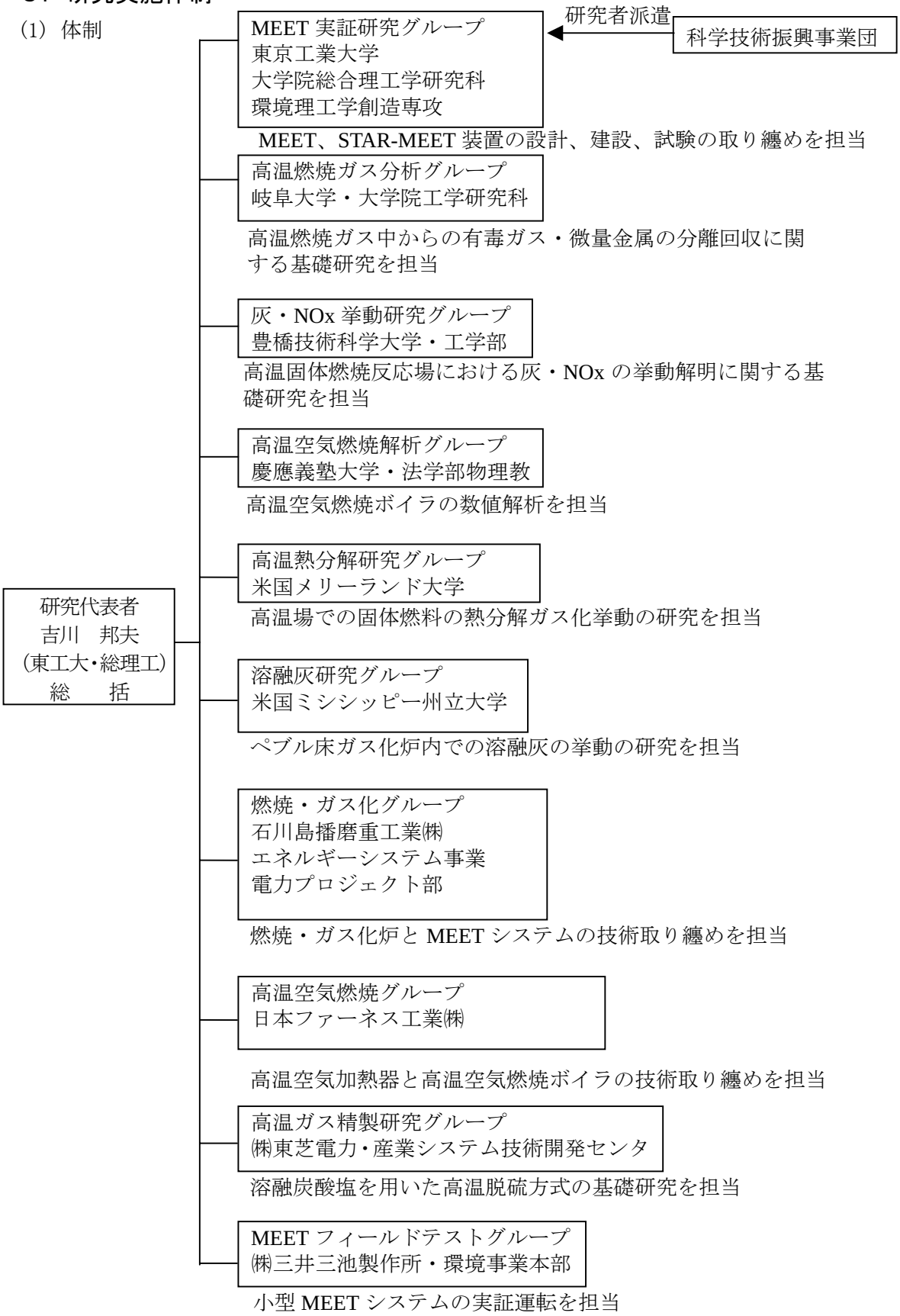
固体燃料をガス化する場合、通常は高い発熱量のガスを得るために純酸素または酸素富化空気をガス化剤として用いるが、高価な酸素製造設備を必要とし、また酸素製造に大量のエネルギーを消費する。それに対して、MEET システムは、1,000℃に予熱された高温空気あるいは水蒸気をガス化剤として使用することで、コンパクトなガス化炉で、高い発熱量を持ったガスが生成できることを特徴とする。通常、廃棄物を燃料とする発電というと、廃棄物の焼却熱を熱源として、ボイラで蒸気発生を行い、蒸気タービンを駆動して発電を行うのが一般的である。そのためには、少なくとも 50 トン/日程度の廃棄物が燃料として必要であるため、廃棄物の発生量がせいぜい数百 kg～数十トン/日 程度の事業所内や中小自治体で廃棄物発電を行うことは非常に困難であった。しかし、ディーゼルエンジンやガスエンジンあるいは、今注目を集めているマイクロガスタービンなどの駆動が可能な燃料ガスに廃棄物を転換できれば、このような小規模な廃棄物発電も夢ではなくなる。さらに、既存のコージェネレーションのパッケージと組み合わせれば、廃棄物を燃料とするコージェネレーションも可能となる。

本研究プロジェクトでは当初、高温空気で固体燃料を灰溶融一段ガス化する MEET システムを提案し、燃料処理容量 200kg/日規模の MEET-I 装置での基礎実験を踏まえて、燃料処理容量４トン/日規模の MEET-II 装置を建設し、５年間かけて技術実証を行い、その後、実用規模の MEET-III 装置で実用化を計る計画であった。ところが、研究の半ばで本研究プロジェクトが新聞やテレビで報道されると、大きな反響があり、大型設備の建設が困難な産業廃棄物については、廃棄物の発生元で処理できる MEET-I 規模の小型発電設備のニーズが高いことが明らかとなった。そこで、研究方針を転換し、MEET-I や MEET-II 規模での実用化をめざすと共に、より広範な廃棄物への適用が可能な STAR-MEET システムを考案し、本システムの実証研究も研究プロジェクトに追加して、灰溶融 MEET システムと STAR-MEET システムの両システムの研究開発を並行して進めることとなった。こうした「実証研究」および、高温ガス精製の研究は、企業を中心とする研究グループと東工大の研究グループとの産学連携チームがその推進役となった。

一方、MEET システムに関わる高温熱分解、NOx 発生抑制、重金属の挙動、灰の挙動などの基礎的な物理現象を解明する「基盤研究」は、大学を中心とする研究グループが担当した。

３．研究実施体制

(1) 体制


研究者派遣
科学技術振興事業団
MEET 実証研究グループ
東京工業大学
大学院総合理工学研究科
環境理工学創造専攻
MEET、STAR-MEET 装置の設計、建設、試験の取り纏めを担当
高温燃焼ガス分析グループ
岐阜大学・大学院工学研究科
高温燃焼ガス中からの有毒ガス・微量金属の分離回収に関する基礎研究を担当
灰・NOx 挙動研究グループ
豊橋技術科学大学・工学部
高温固体燃焼反応場における灰・NOx の挙動解明に関する基礎研究を担当
高温空気燃焼解析グループ
慶應義塾大学・法学部物理教
高温空気燃焼ボイラの数値解析を担当
高温熱分解研究グループ
米国メリーランド大学
高温場での固体燃料の熱分解ガス化挙動の研究を担当
研究代表者
吉川　邦夫
(東工大･総理工)
総　　括
溶融灰研究グループ
米国ミシシッピー州立大学
ペブル床ガス化炉内での溶融灰の挙動の研究を担当
燃焼・ガス化グループ
石川島播磨重工業㈱
エネルギーシステム事業
電力プロジェクト部
燃焼・ガス化炉と MEET システムの技術取り纏めを担当
高温空気燃焼グループ
日本ファーネス工業㈱
高温空気加熱器と高温空気燃焼ボイラの技術取り纏めを担当
高温ガス精製研究グループ
㈱東芝電力･産業システム技術開発センタ
溶融炭酸塩を用いた高温脱硫方式の基礎研究を担当
MEET フィールドテストグループ
㈱三井三池製作所・環境事業本部
小型 MEET システムの実証運転を担当

４．研究期間中の主な活動

ワークショップ・シンポジウム等

年月日	名　称	場　所	参加人数	概　要
1997.12.3	第一回研究推進会議	科学技術振興事業団「低環境負荷型の社会システム」研究事務所	30名	立ち上げ打ち合わせ
1998.1.29-30	第１回国際シンポジウム「高温空気燃焼・ガス化」	東京工業大学	40名	研究成果の発表
1999.1.20-22	第２回国際シンポジウム「高温空気燃焼・ガス化」	台湾高雄市	70名	研究成果の発表
2000.7.6	第２回研究推進会議	科学技術振興事業団上野サイエンスプラザ	30名	研究の中間打ち合わせ
2001.3.7-9	第３回国際シンポジウム「高温空気燃焼・ガス化」	横浜シンポジア	250名	研究成果の発表と MEET-II 装置の見学会
2001.5.31	第３回研究推進会議	横浜市産学共同研究センター	30名	研究の中間打ち合わせ
2001.11.26-29	第４回国際シンポジウム「高温空気燃焼・ガス化」	イタリアローマ市	110名	研究成果の発表
2002.6.11	第４回研究推進会議	横浜市産学共同研究センター	30名	研究の最終打ち合わせ
2002.10.28-31	第５回国際シンポジウム「高温空気燃焼・ガス化」	東京工業大学	70名	最終研究成果の発表

５．主な研究成果

学術論文　18報、国際会議　100報、総説　14報、著書　７冊、博士論文　５編

(1) 論文発表

(1-1)学術論文

1) Yuan J. and Naruse I.: Modeling of Combustion Characteristics and NOx Emission in Highly Preheated and Diluted Air Combustion, International Journal of Energy Resorce, Vol.22 (1998), 1217.

2) Yuan, J. and Naruse, I.: Effects of Air Dilution on Highly Preheated Air Combustion in a Regenerative Furnace, Energy & Fuels, Vol.13, No.1 (1999), 99-104.

3) 小林宏充・吉川邦夫・塩田進：高温空気を用いた石炭・廃棄物ガス化発電システム、日本機械学会論文集（B編)、66巻、641号（2000)、235-240。

4) 山下慶次郎・村田圭治・中田祐二・吉田延弘・吉川邦夫：溶融炭酸塩膜を用いた高温ガス精製方式の開発、化学工学論文集、26巻、２号（2000)、165-168。

5) Kiga, T., Yoshikawa, K., Sakai, M., Mochida, S.: Characteristics of Pulverized Coal Combustion in High-Temperature Preheated Air, Journal of Propulsion and Power, Vol.16, No.4(2000), 601-605.

6) Naruse, I., Nakayama, K. and Khairil: Ash Deposition Characteristics in Pulverized Coal Reaction under High Temperature Conditions, Journal of Chemical Engineering of Japan, Vol.33, No.3 (2000), 359-364.
7) Yoshiie, R., Kawaguchi, M., Nishimura, M. and Moritomi, H.: Experimental Analysis of Heavy Metal Emission in Melting Treatment of Incineration Ash, Journal of Chemical Engineering of Japan, Vol.33, No.3 (2000), 551-554.
8) 小林宏充・吉川邦夫：高温空気燃焼ボイラの熱特性に関する研究（第１報、実験による検討)、日本機械学会論文集（B 編)、67 巻、663 号（2001)、2877-2882。
9) 加藤義隆・吉川邦夫：ペブル床灰溶融ガス化炉における高温空気吹き石炭ガス化特性、日本機械学会論文集（B 編)、67 巻、663 号（2001)、2791-2796。
10) 成瀬一郎・樋口篤志・柳野秀朗：都市ごみ固形燃料の排ガス特性と基礎脱塩特性、化学工学論文集、Vol.27、No.5（2001)、604-609。
11) Khairil, Kamihashira, D., Nakayama, K. and Naruse, I.: Fundamental Reaction Characteristics of Pulverized Coal at High Temperature, ISIJ International, Vol.41, No.2 (2001), 136-141.
12) 近藤尚・守富寛・義家亮・西村誠：石灰石による HCl 吸収および放出特性、化学工学論文集、Vol.27、No.4 (2001)、624-632。
13) Wu, W. and Yoshikawa, K.: “R&D on Micro-pyrolyzer for Solid Wastes Using HighTemperature Steam and Air”, JSME International Journal, Series B, Vol.45, No.3 (2002), 487-491.
14) Kobayashi, H., Ito, Y., Tsuruta, N. and Yoshikawa, K.: “Performance of High Temperature Air Combustion Boiler with Low NOx Emission”, JSME International Journal, Series B, Vol.45, No.3 (2002), 481-486.
15) Kawai, K., Yoshikawa, K. , Kobayashi, H., Tsai, J.S., Matsuo, M. and Katsushima, H.: High Temperature Air Combustion Boiler for Low BTU Gas, Energy Conversion and Management, Vol.43 (2002), 1563-1570.
16) Yoshiie, R., Nishimura, M., Moritomi, H.: Influence of Ash Composition on Heavy Metal Emissions in Ash Melting Process, Fuel, Vol.81, No.10 (2002), 1335-1340.
17) Yoshiie, R., Goto, S., Nishimura, M., Moritomi, H.: Performance of Sorbent Particles for Removal of Cadmium in Hot Gas, JSME International Journal, Series B, Vol.45, No.3 (2002), 512-517.
18) 飯塚正俊・守富寛・義家亮：高温場でのカオリナイト鉱物によるカドミウム捕捉性能、化学工学論文集、Vol.28、No.5（2002)、575-580。

（1-2）国際会議

1) Yoshikawa, K.: R&D on Solid Fuel Combustion / Gasification Using High Temperature Air, Proc. 2nd International Symposium on Advanced Energy Conversion Systems and Related

Technologies (1998), 16-17.

2) Yoshikawa, K.: Combustion and Gasification Using High Temperature Air, Proc. POWER-GEN ASIA (1998), 555-562.

3) Kosaka, H., Iwahashi, T., Yoshida, N., Tsuji, K., Yoshikawa, K., Kiga, T., Tamamushi, F., Makino, K. and Oonishi, H.: High Efficiency Power Generation from Coal and Wastes Utilizing High Temperature Air Combustion Technology (Part I: Performance of Pebble Bed Gasifier for Coal and Wastes), Proc. 1998 International Joint Power Generation Conference, Vol.I (1998), 483-488.

4) Iwahashi, T., Kosaka, H., Yoshida, N., Tsuji, K., Yoshikawa, K., Mochida, S., Matsuo, M., Yasuda, T. Sakai, M. and Muramatsu, K.: High Efficiency Power Generation from Coal and Wastes Utilizing High Temperature Air Combustion Technology (Part II: Thermal Performance of Compact High Temperature Air Preheater and MEET Boiler), Proc. 1998 International Joint Power Generation Conference, Vol.I (1998), 489-494.

5) Hanaoka, R., Nakamur, M., Kiga, T., Kodaka, H., Iwahashi, T., Yoshikawa, K., Sakai, M., Muramatsu, K. and Mochida, S.: Combustion and Gasification Characteristics of Pulverized Coal Using High-Temperature Air, Proc. 1998 International Joint Power Generation Conference, Vol.I (1998), 495-500.

6) Yoshikawa, K.: High Efficiency Power Generation from Coal and Wastes Utilizing High Temperature Air Combustion Technology (Part I: System and Overview of the 5 Years Demonstration Project), Proc. 1st International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1998), 1-8.

7) Yoshida, N., Iwahashi, T., Kodaka, H., Tsuji, K., Yoshikawa, K., Yamashita, K., Murata, K. and Hori, M.: High Efficiency Power Generation from Coal and Wastes Utilizing High Temperature Air Combustion Technology (Part IV: Desulfurization Using Molten Salt Carbonate), Proc. 1st International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1998), 25-32.

8) Naruse, I., Nakayama, K. and Ohtake, K.: Coal-ash Deposition Behaviors under High Temperature Reaction Conditions, Proc. International Conference on Ash Behavior Control in Energy Conversion Systems (1998), 194.

9) Naruse, I., Kugizaki, H., Nakayama, K. and Ohtake, K.: Fundamental Behavior of Coal-ash Components under High Temperature Reaction Condition, Proc. 1998 International Symposium on Advanced Energy Technology (1998), 121-128.

10) Naruse, I. and Murakami, T.: Fundamental Behaviors of Coal-Ash Components under High Temperature Reaction Conditions, Proc. 1st International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1998), 33-40.

11) Moritomi, H. and Yoshiie, R.: Emission Behavior of Trace Metals and Harmful Gases in High

Temperature Combustion, Proc. 1st International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1998), 41-54.

12) Yoshikawa, K.: Present Status and Future Plan of CREST MEET Project, Proc. 2nd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1999), A1.
13) Yuan, J. and Naruse, I.: Combustion and NOx Emission Behaviors in Regenerative Combustor, Proc. 2nd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1999), B1.
14) Tsai, J.S., Yoshikawa, K., Iwahashi, Kawai, K., Matsuo, M. and Katsushima, H.: Thermal Performance of a High Temperature Air Combustion Boiler, Proc. 2nd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1999), C3.
15) Kobayashi, H., Shioda, S. and Yoshikawa, K.: Coal/Wastes Gasification Power Generation System Using High Temperature Air, Proc. 2nd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1999), E1.
16) Kiga, T., Ishii, T., Yoshikawa, K., Iwahashi, T., Kosaka, H. and Kato, Y.: Gasification Characteristics of Coal in a Pebble Bed Gasifier, Proc. 2nd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1999), E4.
17) Pian, C., Okhuysen, W. and Norton, P.: Advanced Gasifier Design for Low Rank Coals and Waste-derived Fuels, Proc. 2nd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1999), E5.
18) Moritomi, H. and Yoshiie, R.: Emission Control of Hazardous Gas and Trace Metal for Advanced Combustion Technology, Proc. 2nd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1999), F1.
19) Yoshiie, R., Kawaguchi, M., Moritomi, H. and Nishimura, M.: Experimental Analysis of Trace Metal Behaviour in a Combustion Ashes and Molten Slag, Proc. 2nd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1999), F3.
20) Naruse, I. and Murakami, T.: Fundamental Evolution Characteristics of Alkali Metal Compounds during Coal Combustion, Proc. 2nd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1999), F4.
21) Yamashita, K., Murata, K., Yoshikawa, K., Yoshida, N. and Sugiyama, S.: Feasibility Study of Molten Carbonate Membrane Desulfurizer (1), Proc. 2nd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (1999), F6.
22) Yoshikawa, K.: Gasification and Power Generation from Solid Fuels Using High Temperature Air, Proc. Beijing Lecturing Symposium on High Temperature Air Combustion (1999), 48.
23) Kobayashi, H., Kawai, K., Yoshikawa, K., Matsuo, M. and Katsushima, H.: Gasification Power Generation System and Boiler Performance Using High Temperature Air, Proc. Beijing Lecturing Symposium on High Temperature Air Combustion (1999), 89.

24) Kato, Y., Koyama, K., Yoshikawa, K., Tsuji, K., Kiga, K. and Ishii, T.: High Temperature Air Combustion and Gasification of Coal/Wastes in a Pebble Bed Gasifier, Proc. International Conference on MHD and High Temperature Technologies (1999).
25) Koyama, Y., Yoshikawa, K., Tsuji, K., Mochida, S. and Kasahara, M.: Performance Test of Compact High Temperature Air Preheater, Proc. International Conference on MHD and High Temperature Technologies, Vol.II (1999), 625.
26) Kobayashi, H., Yoshikawa, K. and Shioda, S.: Analysis of Power Generation System on Gasification of Coal and Solid Wastes Using High Temperature Air, Proc. International Conference on MHD and High Temperature Technologies, Vol.II (1999), 609.
27) Yoshikawa, K.: High Efficiency Energy Extraction from Coal/Wastes Using High Temperature Air, Proc. International Conference on MHD and High Temperature Technologies, Vol.II (1999), 603.
28) Tsai, J.S., Yoshikawa, K., Iwahashi, T. and Kawai, K.: Thermal Performance of a High Temperature Air Combustion Boiler, 37th AIAA Aerospace Science Meeting and Exhibit, AIAA-99-0728 (1999).
29) Yoshikawa, K.: R&D on Innovative Coal and Solid Waste Gasification and Power Generation Using High Temperature Air, 37th AIAA Aerospace Science Meeting and Exhibit, AIAA-99-0727 (1999).
30) Kiga, T., Hanaoka, R., Nakamura, M., Kosaka, H., Iwahashi, T. and Yoshikawa, K.: Combustion Characteristics of Pulverized Coal Using High Temperature Air, 37th AIAA Aerospace Science Meeting and Exhibit, AIAA-99-0730 (1999).
31) Yoshikawa, K.: Environmentally Sound Thermal Energy Extraction from Coal and Wastes Using High Temperature Air Combustion Technology, Proc. 5th ASME/JSME Thermal Engineering Joint Conference (1999).
32) Yoshikawa, K.: High Temperature Air Gasification of Coal & Solid Wastes, Proc. Electric Power '99 (1999).
33) Yoshikawa, K.: Gasification and Combustion of Wastes Using High Temperature Air, Proc. International Conference on Incineration and Thermal Treatment Technologies (1999).
34) Kiga, T., Yoshikawa, K., Kato, Y. and Koyama, Y.: Performance of Pebble Bed Gasifier for Coal and Solid Wastes Using High Temperature Air, Proc. 1999 International Joint Power Generation Conference, Vol.I (1999), 397.
35) Sugiyama, S, Yoshikawa, K., Yamashita, K. and Murata, K.: High Temperature Desulfurization Using Molten Carbonate Membrane, Proc. 1999 International Joint Power Generation Conference, Vol.I (1999), 159.
36) Kawai, K., Yoshikawa, K., Kobayashi, H., Tsai, J.S., Matsuo, M. and Katsushima, H.: High Temperature Air Combustion Boiler for Low BTU Gas, Proc. 1999 International Joint Power

Generation Conference, Vol.I (1999), 109.
37) Yoshikawa, K.: High Temperature Gasification of Solid Fuels, Proc. 34th IECEC (1999).
38) 辻輝和・守富寛・義家亮・藤原尚樹・黒木裕昭・藤田芳夫：石炭燃焼にともなう微量重金属挙動、Proc. The 5th SCEJ Symposium on Fluidization (1999)
39) 薗田健一・吉田修一・坪井徹・守富寛・義家亮・辻輝和：微量重金属の流動層燃焼炉排出濃度測定及び捕捉剤粒子による高温除去技術、Proc. The 5th SCEJ Symposium on Fluidization (1999)
40) Yoshikawa, K.: R&D on Distributed Power Generation from Biomass and Solid Wastes, Proc. 1st Regional Conference on Energy Technology Towards a Clean Environment (2000), 232.
41) Yoshikawa, K.: R&D on a Micro-Gasification and Power Generation System for Distributed Treatment and Utilization of Solid Wastes, Proc. 4th JSME-KSME Thermal Engineering Conference (2000).
42) Yoshikawa, K.: R&D on Distributed Power Generation from Solid Fuels, Proc. 3rd International World Energy System Conference (2000), 67.
43) Yoshikawa, K.: High Temperature Gasification of Coal, Biomass and Solid Wastes, Proc. 2nd International Seminar on High Temperature Combustion in Industrial Furnace (2000), 1.
44) Yoshikawa, K.: High Temperature Air Gasification of Solid Wastes and Biomass, Proc. Symposium on High Temperature Air Combustion & Application (2000), A2-1.
45) Kobayashi, H., Kawai, K. and Yoshikawa, K.: Performance of Compact Boiler Using High Temperature Air, Proc. 28th International Symposium on Combustion (Abstracts of Work-In-Progress Posters) (2000), 339.
46) Yoshikawa, K.: Highly Preheated Gas Generator with Use of Ceramic Honeycomb-type Regenerative Heat Exchanger, Proc. 28th International Symposium on Combustion (Abstracts of Work-In-Progress Posters) (2000), 296.
47) Kato, Y. and Yoshikawa, K.: Coal Gasification Performance Using High Temperature Air, Proc. 28th International Symposium on Combustion (Abstracts of Work-In-Progress Posters) (2000), 295.
48) Kobayashi, H. and Yoshikawa, K.: Thermal Performance and Numerical Simulation of High Temperature Air Combustion, Proc. International Joint Power Generation Conference 2000 (2000).
49) Takiya, T., Ando, J. and Yoshikawa, K.: R&D on a Micro-gasifier for On-site Gasification of Solid Wastes, Proc. International Joint Power Generation Conference 2000 (2000).
50) Yoshikawa, K.: R&D on Micro-Gasifier for Efficient Thermal Utilization of Solid Fuels, Proc. International Joint Power Generation Conference 2000 (2000).
51) Kato, Y. and Yoshikawa, K.: Gasification Performance of a Pebble Bed Gasifier Using High Temperature Air and Steam, Proc. International Joint Power Generation Conference 2000

(2000).

52) Yamashita, K., Murata, K., Nakada, Y., Motohashi, T. and Yoshikawa, K.: Hot Gas Dechlorination with Molten Carbonate Membrane, Proc. 3rd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2000), D5.

53) Pian, C. and Yoshikawa, K.: Performance of Biomass-Fueled High-Temperature Air-Blown Gasification System, Proc. 3rd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2000), A6.

54) Kobayashi, H., Kawai, K. and Yoshikawa, K.: Numerical Simulation of High Temperature Air Combustion Boiler, Proc. 3rd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2000), A5.

55) Andol. J., Norton, P., Okhuysen, W., Pian, C., Ramsey, G., Yoshikawa, K., Kato, Y., Ishii, T., Kiga, T., Yoshitaka, E. and Yoshiie, R.: MEET Gasification Design Verification Testing at DIAL, Proc. 3rd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2000), A4.

56) Yoshikawa, K.: Recent Progress and Future Prospect of the CREST MEET Project, Proc. 3rd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2000), A1.

57) Yoshitaka, E., Kiga, T., Ishii, T., Mochida, S., Yanase, M, Kuno, S.: Demonstration Project of MEET System on Yokohama Joint Research Center, Proc. 3rd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2000), A2.

58) Yoshiie, R., Nunami, M. and Moritomi, H.: Influence of Ash Composition on Heavy Metal Emissions in Melting Treatment, Proc. 3rd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2000), D4.

59) Moritomi, H. and Yoshiie, R.: Emission Behavior and Control Technology on Trace Elements in Combustion Processes, Proc. 3rd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2000), D3.

60) Khairil, Kamibashira, D. and Naruse, I.: Coal Ash Deposition under High Temperature Condition in Pulverized Coal Reaction, Proc. 3rd International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2000), B5.

61) Yoshiie, R., Kunitani, R., Matsumura, Y. and Moritomi, H.: Application of LIBS into Heavy Metal Measurement in High Temperature Flue Gases, Proc. 1st International Conference on Laser Induced Plasma Spectroscopy and Applications (2000).

62) 辻輝和・守富寛・義家亮・藤原尚樹・藤田芳夫：石炭燃焼にともなう微量揮発性金属の挙動、Proc. The 6th SCEJ Symposium on Fluidization (2000).

63) Naruse, I., Kamihashira, D., Khairil and Yamashita, T.: Coal Ash Deposition under High Temperature Pulverized Coal Reaction Conditions, TOTeM16 (2000).

64) Jinno, D., Yoshikawa, K. and Gupta, A.: Chemical Kinetic and Thermal Analysis of Surrogate

Solid Wastes, Proc. 4th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2001).

65) Ishii, T., Yoshitaka, E., Kiga, T. and Yoshikawa, K.: Gasification of Solid Fuel at the Demonstration Plant MEET II, Proc. 4th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2001).

66) Yoshikawa, K.: R&D on Small-scale Gasification of Solid Fuels Using High Temperature Air and Steam, Proc. 4th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2001).

67) Yoshiie, R. and Moritomi, H.: Heavy Metal Emission in Ash Melting Process under Gasification Conditions, Proc. 4th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2001).

68) Kobayashi, H., Ito, Y., Tsuruta, N. and Yoshikawa, K.: Performance of High Temperature Air Combustion Boiler with Low NOx Emission, Proc. CSPE-JSME-ASME International Conference on Power Engineering (ICOPE-2001) Vol.1 (2001), 628.

69) Kato, Y. and Yoshikawa, K.: Coal Gasification Performance of Pebble Bed Gasifiers Using High Temperature Air and Steam, Proc. CSPE-JSME-ASME International Conference on Power Engineering (ICOPE-2001) Vol.1 (2001), 273.

70) Yoshitaka, E., Kiga, T., Ishii, T., Yoshikawa, K. and Mochida, S.: Gasification of Solid Fuel at the Demonstration Plant of MEET System, MEET II, Proc. CSPE-JSME-ASME International Conference on Power Engineering (ICOPE-2001) Vol.1 (2001), 227.

71) Wu, W., Jinno, D., Takiya, T. and Yoshikawa, K.: R&D on Micro-pyrolyzers for Solid Wastes Using High Temperature Steam and Air, Proc. CSPE-JSME-ASME International Conference on Power Engineering (ICOPE-2001) Vol.1 (2001), 212.

72) Yoshiie, R., Goto, S. and Moritomi, H.: Performance of Sorbent Particles for Removal of Cadmium in Hot Gas, Proc. CSPE-JSME-ASME International Conference on Power Engineering (ICOPE-2001) (2001).

73) Yoshikawa, K.: Small-scale Gasification and Power Generation from Solid Wastes, Proc. The 2001 International Joint Power Generation Conference & Exposition (2001).

74) Jinno, D., Gupta, A. and Yoshikawa, K.: Determination of Chemical Kinetic Parameters of Surrogate Solid Wastes, Proc. The 2001 International Joint Power Generation Conference & Exposition (2001).

75) Kobayashi, H., Ito, Y., Tsuruta, N. and Yoshikawa, K.: Thermal Performance and Numerical Simulation of High Temperature Air Combustion Boiler with Low NOx Emission, Proc. The 2001 International Joint Power Generation Conference & Exposition (2001).

76) Yoshikawa, K.: R&D on Small-scale Gasification of Solid Fuels and Power Generation Using High Temperature Air & Steam, Proc. 26th International Technical Conference on Coal

Utilization & Fuel Systems (2001), 71.

77) Jinno, D., Gupta, A. and Yoshikawa, K.: Thermal Destruction of Surrogate Solid Wastes, Proc. 26th International Technical Conference on Coal Utilization & Fuel Systems (2001), 715.

78) Yoshiie, R., Nishimura, M. and Moritomi, H.: Direct Monitoring of Heavy Metals in Flue Gas Using Laser-induced Breakdown Spectroscopy, Proc. Symposium on Advanced Research of Energy Technology 2001 (2001).

79) 飯塚正俊・岩田英昌・守富寛・義家亮 : 鉱物による有害微量成分の吸着性能評価、Proc. The 7th SCEJ Symposium on Fluidization (2001).

80) Naruse, I., Gani, A. and Morishita, K.: Fundamental Characteristics on Co-combustion of Low-rank Coal with Biomass, The 18th Annual International Pittsburgh Coal Conference (2001).

81) Yoshikawa, K.: Distributed Gasification and Power Generation from Solid Wastes, 21stInternational Conference on Incineration and Thermal Treatment Technologies, (2002).

82) Yoshikawa, K.: “Distributed Gasification and Power Generation from Solid Fuels”, 19th Pittsburgh Coal Conference (2002).

83) Yoshikawa, K.: Overview of R & D Achievements of CREST MEET Project, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), A1.

84) Ito, Y., Gupta, A., Yoshikawa, K. and Shimo, N.: Combustion Characteristics of Low Calorific Value Gas with High Temperature and Low-Oxygen Concentration Combustion Air, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), D4

85) Kato, Y. and Yoshikawa, K.: Gasification Performance of High-temperature-air Blown Gasification of Wood-based Biomass by a Pebble Bed Slagging Gasifier, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), E1.

86) Ishii, T., Yoshitaka, E., Kiga, T., Yoshikawa, K., Sugiyama, S. and Kato, Y.: Gasification of Coal and Wood at the Demonstration Plant of MEET System, MEET II, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), E2.

87) Kobayashi, H., Ito, Y. and Yoshikawa, K.: Performance of High Temperature Air Combustion Boiler for Gasification Gas, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), E3.

88) Ando, Y., Yoshikawa, K. and Endo, H.: R & D on Dual Fueled Diesel Engine for Solid Fuel Gasification and Power Generation, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), E4.

89) Yuri, M., Nakazono, T., Yamada, O., Aoki, Y. and Yoshikawa, K.: Research and Development of 10KW CHP for Lower Calorific Syngas from MEET System, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), F1.

90) Yoshiie, R., Nakamura, K. and Moritomi, H.: Investigations of Heavy Metal Emissions in Ash

Melting and their Mechanisms, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), G3.

91) Yongzhueng, Y., Moritomi, H. and Yoshiie, R.: Trace Element Behavior in Coal Combustion Boilers, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), G4.

92) Min, T. and Yoshikawa, K.: Development of Gasification and Power Generation System from Solid Wastes, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), F2.

93) Yoshikawa, Y., Shinguu, H., Hara, T., Katada, M., Yoshikawa, K. and Matsubara, H.: Behavior of Trace Acidic Components Produce from Pyrolysis and Reforming of Solid Wastes, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), F3.

94) Matsubara, H. and Yoshikawa, K.: Performance Comparison of Distributed Gasification and Power Generation Systems for Solid Wastes, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), F4.

95) Zubutsov, V.M. and Yoshikawa, K.: High Temperature Syngas Desulfurization & Dechlorination Using Intermedite Liquid Absorber: Prospects and Limitations, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), G1.

96) Yao, H. and Naruse, I.: Optimization of Sorbents to Capture Lead and Cadmium During Sludge Combustion Processes, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), G2.

97) Pian, C. and Wright, P.: Combining Anaerobic Digestion System and Advanced Gasification on Dairy Farms, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), H3.

98) Wu, W. and Yoshikawa, K.: Fundamental Study on Pyrolysis of Solid Waste, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), J2.

99) Jinno, D., Yoshikawa, K., Tsutui, K. and Nishimura, Y.: High Temperature Water Gas Reforming of Tar and Heavy Oils with Surrogate Tar, Proc. 5th International Symposium on High Temperature Air Combustion and Gasification (2002), J3.

100) Yoshiie, R., Nishimura, M. and Moritomi, H.: Monitoring of Heavy Metals in Particulates Suspended in Flue Gas by LIBS, Proc. The 2nd International Conference on Laser Induced Plasma Spectroscopy and Applications (2002).

（1-3）総説

1) 成瀬一郎：黒もの分析の今日と明日（IV）石炭の反応性を理解するための物理・化学的分析法、日本エネルギー学会誌、77 巻、１号（1998)、63。
2) 吉川邦夫：小規模廃棄物発電、月刊エコインダストリー、４巻、５号（1999)、20。
3) 吉川邦夫：オンサイト型小規模廃棄物発電、水、41 巻、10 号（1999)、16。
4) 吉川邦夫：高温空気を用いた廃棄物ガス化発電、燃料及燃焼、66 巻、774 号（1999)、３。
5) 吉川邦夫：高温空気ガス化を用いた小規模廃棄物発電、インターラボ、８号（1999)、36。
6) 成瀬一郎：都市ゴミ固形燃料の特性、設計工学、34 巻、12 号（1999)、14。
7) 吉川邦夫：分散型廃棄物発電の研究開発、ケミカル・エンジニアリング、45 巻、12 号（2000)、936。
8) 吉川邦夫：廃棄物を燃料とするコージェネレーションの可能性、コージェネレーション、15 巻、１号（2000)、31。
9) 吉川邦夫:小型廃棄物ガス化発電システム(発生元での廃棄物の有効利用をめざして)、建設設備と配管工事、39 巻、11 号（2001)、60。
10) 吉川邦夫：小型廃棄物ガス化発電システムの研究開発（ごみゼロ社会の実現をめざして)、OHM、88 巻、9 号（2001)、47。
11) 成瀬一郎：石炭の燃焼技術、日本エネルギー学会誌、80 巻４号（2001)、216。
12) 成瀬一郎：固体燃焼Ｉ　固体燃焼総論、燃焼研究、124 号（2001)、35。
13) 吉川邦夫：小型廃棄物ガス化発電（発生元での廃棄物の有効利用)、クリーンエネルギー、11 巻、８号（2002)、56。
14) 吉川邦夫：小型廃棄物ガス化発電（廃棄物の発生元での有効利用をめざして)、34 巻 10 号（2002)、30。

（1-4）博士論文

氣駕　尚志：微粉炭焚きボイラにおける低 NOx 燃焼に関する研究、平成 12 年度。
Khairil　　：Study on Coal Combustion Characteristics and Ash Deposition Behaviors for Pulverized Coal Injection Technology in Blast Furnace、平成 13 年度。
伊藤　義人：高温空気を用いた低 NOx 燃焼ボイラに関する研究、平成 14 年度。
加藤　義隆：ペブル床灰溶融ガス化炉を用いた固体燃料のタールフリーガス化、平成 14 年度。
呉　畏　　：廃棄物熱分解ガス化プロセスの高性能化に関する研究、平成 14 年度。

(2) 特許出願

1) 吉川邦夫、前田福夫、保田力、特願平 10-198235、特開 2000-290666、「ガスタービン

装置及び燃料ガス燃焼方法」

2) 吉川邦夫、嶋田隆文、五島忠八、特願平 11-104598、特開 2000-290666、「水蒸気改質方法及び水蒸気改質装置」

3) 吉川邦夫、石井徹、特願平 11-91985、特開 2000-282062、「低質燃料の燃焼・ガス化炉」

4) 吉川邦夫、特願 2000-221345、特開 2002-38165、「湿潤燃料ガス化システム及びガス化方法」

5) 吉川邦夫、石井徹、特願 2000-316922、特開 2002-122313、「低質燃料の燃焼・ガス化炉」

6) 吉川邦夫、坂井勝、保田力、石井徹、特願 2000-284372、特開 2001-158885、「有形燃料のガス化装置及びガス化方法」

7) 吉川邦夫、鈴木就実、特願 2001-10831、特開 2002-210444、「固形燃料ガス化装置」

8) 吉川邦夫、坂井勝、保田力、特願 2001-133808、特開 2001-355833、「燃焼システム」

9) 吉川邦夫、石井徹、特願 2002-233244、「ペブル床ガス化炉の運転方法」

10) 吉川邦夫、特願 2002-381919、「固形燃料ガス化システム」

(3) 報道

1) 小型の炉でクリーンなゴミ発電（NHK 教育テレビ「サイエンスアイ」 99．7．3）

2) 新エネルギー事情（NHK 教育テレビ「サイエンス・ワンダーワールド」 00．6．14）

3) 一石二鳥！環境にやさしい発電の秘密(科学技術振興事業団サイエンスチャンネル「出動！子供科学博士」

4) ゴミからガスタービン燃料、東工大が発電装置実用化へ（日刊工業新聞 99．9．1）

5) セラ球床式ガス化溶融炉、高温空気を高効率利用（日刊工業新聞 99．9．9）

6) ごみ処理システムを変える！超小型廃棄物発電（環境機器 99.10）

7) ゴミを貴重な資源に変える夢の技術（月刊経営塾 00．6）

8) クローズアップひと、マイクロゴミ発電全国ネット構築へ（日刊工業新聞 00.10.30）

9) 小型ごみ発電システム、東工大教授ら事業化（日経産業新聞 00.11．7）

10) 工事作業用ヘルメット、ごみ発電で再資源化（日経産業新聞 00.11.28）

11) ごみ発電で究極のリサイクル（東京新聞 01．1．5）

12) 事業所単位でごみ発電が可能な小型焼却炉、エコミート・ソリューションズ（地球環境 01．3）

13) 国立大・独立行政法人研究者広がる役員兼業、エコミート・ソリューションズ（日刊工業新聞 01．6．28）

14) 大学 VB 人、マイクロごみ発電システム技術普及に新会社（日経産業新聞 01．4．4）

15) 学者ベンチャー、小型発電焼却炉の開発（読売新聞 01．8．15）

16) ゴミ発電システムでベンチャーを起業（月刊 Keidanren、02．1）

17) ガス化溶融炉高効率発電型を外販、三菱マテ 東工大の技術採用、新興プランテックも

販売（日経産業新聞　02．２．19）

18）少量ごみでも発電 OK、市来町、「ガス化」処理装置導入へ（南日本新聞　02．２．23）

19）新興プランテック、「ガス化溶融炉」小型で新市場開拓（日経産業新聞　02．７．26）

20）ヤンマー 廃棄物発電装置を販売（日経産業新聞　02．８．15）

21）エコミート、ガス化溶融炉遠隔監視（日経産業新聞　02．７．12）

22）広成建設、廃棄物ガス化発電装置共同で販売・施工会社（日経産業新聞　02．８．22）

(4) 受賞

1. 米国航空宇宙学会（AIAA）Best Paper Award（1999 年８月）（吉川邦夫）
2. 米国機械学会（ASME）James Harry Potter Gold Medal（2001 年 11 月）（吉川邦夫）
3. 平成 11 年　日本燃焼学会　奨励賞（成瀬一郎）

(5) その他特記事項

研究代表の吉川が、平成 12 年７月に、CREST の研究成果である MEET 小型廃棄物ガス化発電システムの事業化を手がけるベンチャー企業「(株) エコミート・ソリューションズ」を設立し、人事院の了承を得て、同年８月に同社取締役に就任。その後、同社が核となって、CREST の研究成果の事業化・普及に努めており、既に CREST で出願した特許を用いた商品化が開始されている