

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 組み込みリアルタイムシステム用ディペンダブル SoC 及び SiP に関する基盤技術の研究

2. 研究代表者名及び主たる共同研究者名：

研究代表者

山崎 信行(慶應義塾大学 大学院理工学研究科 教授)

主たる共同研究者

和田 喜久男(NEC プラットフォームズ(株) AD(事)第一組込みグループ シニアエキスパート)

稲葉 雅幸(東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授)

3. 事後評価結果

○評点

A 期待通りの成果が得られている

○総合評価コメント

3-1. 研究の達成状況及び得られた研究成果

(課題、目標の設定)

ロボットへの適用を想定した研究である。介護用、作業用、自動運転車用など、ロボット制御 VLSI システムの応用分野は今後著しく拡大する。同分野は、電磁ノイズや温度など動作環境も過酷であることが多く、加えて応答時間への制約(ハードリアルタイム性)、分散・統合制御の必要性など、複雑な要件に応えなければならない。この分野でシステムのディペンダビリティを取り上げた本研究の課題設定は的確である。

ディペンダビリティの指標を、リアルタイム性、消費電力、耐ノイズ性、熱制御等にとっている。研究対象として、リアルタイム制御マイクロプロセッサ(アーキテクチャ、マルチスレッド・優先タスク処理、DVFS(Dynamic Voltage Frequency Scaling)による電力低減など)、チップ間ネットワーク(Responsive Link と通信環境を考慮した複数の符号化)、CPU、メモリを含む異種 LSI の高密度実装 (System in Package, NEC プラットフォームズ)、リアルタイム OS(独自/iTRON)に取り組み、東大のロボット(大出力、高密度の 2 種類)で技術実証をする組立てである。総合的、システム的な取り組みになっている。

(成果状況)

当領域内の議論において、本研究テーマに関するコメントとして、「開発した技術をシステムに適用するためのツールやマニュアルを整備すること、ハードウェアモジュールを含む開発キットを用意し関心ある外部ユーザ(大学、企業)に配布して同じ方向を目指す研究グループの輪を拡大して行くこと」が繰り返し推奨された。これに応じて研究チーム側では、ツール等の整備とウェブサイトからの提供、組み込み技術展でのデモなどの活動に力を入れて来た。これは新たな努力であり、結果も評価できる。

しかしながら、残念ながら潜在ユーザや、共同開発者を周囲に集める結果に十分つながっていない。次の 2 種類の展開が望まれる。

(イ) 東大のロボットで他にない効果を挙げたという実績を示す。

(ロ) 一般のユーザとの対話を広げ/深め、そのニーズを具体的に捕捉する。

ロボット以外の応用として自動車、産業用が考えられる。今まで領域のいろいろな会議で、出席者より示唆を得ている。それらをたぐってみる意味があるのではないか。

### 3-2. 研究成果の科学技術や社会へのインパクト、戦略目標への貢献

国内外を見ても、このチームの総合的なアプローチは先行しており、ユニークなものがある。Responsive Link は研究代表者が提案し、ISO/IEC の標準になっている制御機器用通信であり、それを具現化し、本当に使われるようにするための継続的な努力になっている。

潜在的に高いインパクトを持ちうる。ただし、ロボット実装による実証や、一般的な適用可能性のエビデンス提示が待たれる。それが功を奏すれば、戦略目標への貢献、社会的なインパクトも高いものとなる。

ハードリアルタイム制御は、今、「旬」の研究テーマであり、世界には研究面でも実用化面でも競争相手があるはず。本研究の先行性を優位に生かし、研究仲間を増やしていけばさらなる広がりや深みが出てくると考えられる。

特許活動は活発であるとは言えない。特に研究代表者グループやロボット応用グループにおける特許権利確保に配慮願いたい。

### 3-3. 総合的評価

現在の、研究そのものに力点をおいた取り組みには限りがある。たとえば危険作業用ロボットといった産業的課題を設定し、その具体目標に向けて本研究チームと、加えてアプリケーションソフト開発者や応用システム製造者、そのユーザ等の参画を得て継続的に発展させることにより、イノベーションへの期待に応えることが可能になると思われる。