

戦略的創造研究推進事業
—個人型研究（さきがけ）—

研究領域「情報基盤と利用環境」

研究領域事後評価用資料

平成19年3月29日

1. 研究領域

「情報基盤と利用環境」(平成 13 年度発足)

領域の概要

この研究領域は、10 億個のトランジスタがチップ上に集積できる時代およびインターネットでコンピュータ利用環境が激変する時代における、新しいコンピュータシステムの基盤技術と利用技術に関連した研究を対象とするものです。

具体的には、超高機能化、超高性能化、超省電力化、モバイル化、情報家電化などを視野に入れたコンピュータシステム(アーキテクチャ、ネットワークング、言語・コンパイラ、OS)、超大規模集積システム設計技術(デザインオートメーション/CAD)、およびインターネット・マルチメディアを中心とした新しい利用に関する基礎研究が含まれます。また、ハードウェアシステムとの関連性を保ちながら行う研究に加えて、全く新しい原理に基づいたコンピュータや新しい知的なコンピュータ応用研究等が含まれます。

2. 研究総括

富田 眞治

(京都大学大学院情報学研究科長 教授)

3. 採択課題・研究費

採択年度	研究者	所属・役職 上段：H19年3月現在、 中段：終了時、 下段：応募時	研究課題	研究費 (百万円)
平成 13年度	合田 憲人	東京工業大学大学院総合理工学研究科 助教授 東京工業大学大学院総合理工学研究科 助教授 東京工業大学大学院総合理工学研究科 講師	マルチ PC クラスタ上での数値最適化問題 求解アプリケーションの開発	40
	伊藤 智義	千葉大学工学部 教授 千葉大学工学部 教授 千葉大学工学部 助教授	実時間三次元動画像再生を可能にする超 高速ホログラフィ専用計算機の開発	40
	片桐 孝洋	電気通信大学大学院情報システム学研究科 助手 電気通信大学大学院情報システム学研究科 助手 日本学術振興会 特別研究員－PD	並列実行環境に依存しない高性能数値計 算ライブラリ	43
	佐藤 寿倫	九州大学システム LSI 研究センター 教授 九州工業大学情報工学部 助教授 九州工業大学情報工学部 助教授	履歴に基き再構成するマイクロプロセッ サの研究	30
	津村 徳道	千葉大学工学部 助教授 千葉大学工学部 助教授 千葉大学工学部 助手	次世代電子商取引のための質感再現技術 の構築	42
	成瀬 誠	独立行政法人情報通信研究機構 主任研究員 独立行政法人情報通信研究機構 主任研究員 東京大学大学院情報理工学系研究科 助手	チップ間ダイレクト光接続による高バン ド幅コンピューティング	48
	橋本 昌宜	大阪大学大学院情報科学研究科 助教授 大阪大学大学院情報科学研究科 助教授 京都大学大学院情報学研究科 助手	超微細 LSI におけるオンチップ高速信号 伝送技術の開発	44

採択年度	研究者	所属・役職 上段：H19年3月現在、 中段：終了時、 下段：応募時	研究課題	研究費 (百万円)
平成 14年度	飯田 全広	熊本大学工学部 助教授 熊本大学工学部 助教授 三菱電機エンジニアリング株式会社 鎌倉事業所	自律再構成可能な論理デバイスの実現	28
	五十嵐 健夫	東京大学大学院情報理工学系研究科 助教授 東京大学大学院情報理工学系研究科 助教授 東京大学大学院情報理工学系研究科 講師	思考支援とコミュニケーションのための3次元CG製作・利用技術の開発	35
	浮田 宗伯	奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 助手 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 助手 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 助手	柔軟なユキビタスカメラ環境の構築と広範囲対象追跡への応用	38
	吉瀬 謙二	東京工業大学大学院情報理工学研究科 講師 電気通信大学大学院情報システム学研究科 助手 電気通信大学大学院情報システム学研究科 助手	制御フローコードとアドレス計算コードの分離による新しいプロセッサアーキテクチャの研究	37
	中島 康彦	奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 教授 京都大学大学院経済学研究科 助教授 京都大学大学院経済学研究科 助教授	命令列の多重入出力構造を利用した演算高速化	40
	本間 尚文	東北大学大学院情報科学研究科 助手 東北大学大学院情報科学研究科 助手 東北大学大学院情報科学研究科 助手	ハードウェアアルゴリズムの進化的合成に関する研究	32

採択年度	研究者	所属・役職 上段：H19年3月現在、 中段：終了時、 下段：応募時	研究課題	研究費 (百万円)
平成 15年度	稲見 昌彦	電気通信大学電気通信学部 教授 電気通信大学電気通信学部 教授 電気通信大学電気通信学部 講師	再帰性光通信技術を用いたユビキタスな 情報空間の創生	52
	井上 弘士	九州大学大学院システム情報科学研究院 助教授 九州大学大学院システム情報科学研究院 助教授 福岡大学工学部 助手	安全で低消費エネルギーなプロセッサに 関する研究	28
	加賀美 聡	産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センタ ー チーム長 産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センタ ー チーム長 産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センタ ー チーム長	超分散マイク・スピーカーによる複数の音 焦点形成	45
	宮崎 純	奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 助教授 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 助教授 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 助教授	記憶上のデータの高速かつ高信頼な処理 の実現	34
			総研究費	656

4. 研究総括のねらい

さきがけ研究の狙いは先見性・独創性に富んだ優れた研究提案に対し、のびのびと研究できる環境を提供するところにある。本領域でもこの趣旨を尊重し、的確なアドバイスを与えながらも、各研究者の自主性、主体性を尊重して研究を進めることを重視した。

本領域では「情報基盤と利用環境」という幅広いテーマを設定したために、さまざまな分野の研究者を選ぶことができ、通常の学会では出会うことの少ないメンバーを集めることができた。領域会議ではこれらのメンバーと領域アドバイザーにより、常に前向きで建設的な討論がおこなわれ、研究成果の質の向上に大きな貢献がなされた。

コンピュータシステムに関わる環境が激変するなかで、将来のコンピュータ利用環境から生じるニーズと集積回路技術を中心としたシーズを融合する新しい独創性のあるコンピュータシステム構築技術およびアプリケーションに関する研究の採用に配慮した結果、有望かつ斬新な研究提案を選定することができた。日本主導での新しい、独創性のあるコンピュータシステム構築技術および利用技術が創製され、その成果が新しい産業を呼び起こすものと信じている。

5. 選考方針

5.1 選考基準

さきがけ研究制度の趣旨に鑑み、下記の基本的な選考基準に従った。

1) 独創性

目先にとらわれない、先見性・独創性のある研究提案であること。

2) 将来性

新研究領域への展開や新たな可能性が期待できること。

3) 主体性

既存の研究グループの一員としてでなく、独立して研究の遂行ができること。

4) 妥当性

3年間の研究期間内に一応の成果が得られることが期待できること。

5) その他

次世代を担う人材育成も目的の一つであり、採用時の年齢は40歳未満を優先する。また、さきがけ研究にある程度の時間を割けることが必要であり、教授、室長、所長等、あるいは有力な研究支援を代表として受けている研究者は対象外とする。

5.2 選考方法

1) 選考は「情報基盤と利用環境」領域のアドバイザー9名の協力を得て研究総括が行った。

2) 選考方法は、書類選考、面接選考及び総合選考とした。

・書類選考において1提案につき研究総括/アドバイザーの3名による査読評価を依頼す

る。

- ・選考委員の所属機関と応募者の所属機関が異なるように配慮する。
- ・面接選考では可能な限り多くの研究提案を直接聴取し、質疑応答する。
採用予定者の倍以上の候補者に対し、研究総括および 9 名のアドバイザーが評価を行い、結果を集計し評価者間で討議を行った上で採用予定者案および補欠を決定した。選考に当たっては目先にとらわれない、先見性・独創性があり、野心的な研究提案を重視した。また、活力に富み、自ら研究を実施する意欲の高い者を優先した。

6. 領域アドバイザーについて

本領域が計算機アーキテクチャ、並列処理、コンパイラ、OS、VLSI システム設計手法、ハイパフォーマンス・コンピューティング、ネットワークング、情報家電、ソフトウェアエンジニアリング、画像処理、グラフィックスなど幅広い研究分野を含むことを考慮し、情報系研究の各分野に造詣の深い専門家にアドバイザーを依頼した。具体的には、40 歳台前半の現役バリバリの大学教授 5 名と産業界の技術系経営者・管理者 5 名に就任していただいた。このように各分野を代表する若い先生方を中心に構成したことにより、領域会議では常に活発で有意義な意見交換と熱心な指導が展開された。

アドバイザー名	所属	現役職	任期
今井 良彦	松下電器産業(株)	システムエンジニアリングセンター 所長	平成 16 年 7 月～平成 19 年 3 月
笠原 博徳	早稲田大学	教授	平成 13 年 8 月～平成 19 年 3 月
河田 亨	シャープ株式会社	フェロー 河田研究所 所長	平成 13 年 8 月～平成 17 年 6 月
木戸出 正継	奈良先端科学技術大学院大学	教授	平成 13 年 8 月～平成 19 年 3 月
櫛木 好明	パナソニック・モバイル・コミュニケーションズ(株)	代表取締役社長	平成 13 年 8 月～平成 16 年 7 月
坂井 修一	東京大学	教授	平成 13 年 8 月～平成 19 年 3 月
中島 浩	京都大学	教授	平成 13 年 8 月～平成 19 年 3 月
中田 登志之	日本電気株式会社	部長	平成 13 年 8 月～平成 19 年 3 月
林 弘	(株)富士通研究所	常務取締役	平成 13 年 8 月～平成 19 年 3 月
安浦 寛人	九州大学	教授	平成 13 年 8 月～平成 19 年 3 月

7. 研究領域の運営について

7. 1 研究総括の方針や研究領域のマネージメントについて

本領域での応募ならびに選考は平成 13～15 年度に 3 回行われた。この 3 回の選考を通して計算機アーキテクチャ、ソフトウェア基盤技術、画像処理、ヒューマン・インターフェイス、光通信、再帰性投影技術による情報通信、LSI 設計法や DA/CAD に至るまで実に多彩で独創性の高い研究提案を採択することができた。

研究開始後、研究総括はすべてのメンバーの所属する機関を個別に訪問し、その研究環境を確認するとともに研究の進捗状況や問題点等について質疑ならびに意見交換を行った。また状況に応じて、研究者の上司あるいは管理的立場にある方に協力を依頼した。

また、後述の通り、合計 10 回に及ぶ領域会議において、研究の進捗状況や当面の課題、解決方法等に関する活発な討論を行った。

7. 2 研究支援活動、シンポジウムなど

研究計画、進捗状況、課題や解決策などについて質疑ならびに議論を行う「領域会議」は年 2 回、夏 7 月末から 8 月初めにかけてと、冬 1 月後半に計 10 回開催した。開催場所は東京 4 回、京都 2 回、名古屋、福岡、兵庫、横浜各 1 回である。発表時間 20 分、質疑応答 10 分としたが、活発な議論のため予定時間を大幅にオーバーすることが度々であった。

また、この領域会議は合宿制で実施し、自由討議の時間には、同分野異分野を問わず深夜まで活発な意見交換が行われた。この結果当領域内で複数の研究交流の芽が生まれつつある。

一方、3 年間の研究成果を発表する「研究報告会」では、研究内容に関心のある多くの企業の技術者、研究者の参加を得て有意義な意見交換が行われた。研究報告や講演要旨集は分かりやすい平易な説明に努め、ポスター展示やデモを充実させるなど参加者との交流を重視した。

平成 16 年度の研究報告会は、さきがけライブ 2004 として、「情報・知能分野」4 領域（「機能と構成」、「相互作用と賢さ」、「協調と制御」、「情報基盤と利用環境」）合同で平成 17 年 1 月 28 日（金）、東京国際フォーラムで開催した。

平成 17 年度の研究報告会は、平成 17 年 12 月 21 日（水）に東京ガーデンパレスで「機能と構成」領域と合同開催した。

平成 18 年度の研究報告会は、平成 18 年 12 月 22 日（金）に東京ガーデンパレスで単独で開催した。

7. 3 予算配分について

各研究者が提案した研究目標を達成できることを最重要視し、できる限り必要な時期

に必要な額の予算を配分できるよう心がけた。全員に必要な予算額を配分できたと考えている。また運用面では、期中に必要な費用の変動が生じた場合には各研究者間で調整を行うなど、ダイナミックな運用を心がけた。

7. 4 その他

J S Tのホームページのなかに当領域のホームページを作成し、研究内容や研究総括、アドバイザー、各研究者のプロフィールなどを紹介したほか、各研究者個人のホームページとリンクを張ることによって活動状況を世に広く知らしめた。

8. 研究を実施した結果と所見

本領域は平成13年8月に発足し、12月から研究支援活動を開始した。第一期生7名、第二期生6名、第三期生4名、計17名の研究を支援し、平成19年3月末の第三期生の研究終了に伴い実質の活動を終えた。以下、各期ごとに研究者の研究成果の概要を示す(50音順)。

8. 1 第一期生 (7名)

合田研究者は、インターネットに接続された多数の計算機を用いて高速計算を行うグリッドコンピューティング技術を用いて、最適化問題を高速に解く手法について研究した。グリッド上で分枝限定法により最適化問題を効率よく解く手法として階層的マスタ・ワーカ方式による並列化手法を提案し、提案手法に基づくアプリケーションプログラムの開発とグリッド実験環境上での実証実験により、その有効性を示した。具体的には逐次計算では9時間半を要するベンチマーク問題(BMI [Bilinear Matrix Inequality] 固有値問題)を4分半で求解することに成功した。本研究は、最適化問題分野における大規模問題求解への応用や他のグリッドアプリケーションへの応用が期待できる。

また、ハイパフォーマンスコンピューティング分野の研究者はもとより、数理最適化、制御工学、進化計算等最適化問題と関わりのあるアプリケーション分野の研究者との交流活動に力を入れ、グリッド技術の普及を目指してその牽引車として活躍中であり、今後の研究の進展が大いに期待される。

伊藤研究者は、三次元リアルタイム動画再生を可能にする超高速ホログラフィ専用計算機システムの研究を行った。ホログラフィは両眼視差を利用したステレオ立体視法などと違って、三次元像をそのまま記録・再生できるため、ホログラフィによる動画システムは究極の立体テレビになるものと考えられている。ところが、その情報量が膨大であり、実用化は困難な状況にあった。その解決をめざして、汎用の計算機システムに比べて1000倍以上効率的(高速)に扱うことが可能な専用計算機システムとLCD表示

系を開発し、3cm大と小さい像ながらもリアルタイム（30フレーム/秒）の三次元動画像再生に成功した。

また、反射型LCDと発光ダイオード（LED）による新しいカラー電子ホログラフィ再生手法を考案した。参照光源にレーザーを使わないでよいということはシステムを飛躍的に小さく、しかも安価にできるという利点がある。将来の研究の進展が楽しみである。

片桐研究者は、スーパーコンピュータから PC クラスタまでの広範な計算機環境で実用となる並列数値計算ライブラリの研究、並びにハードウェアやコンパイラを含む計算機環境に依存せずに、レガシーコードが高性能となるようにインストールされて実行できるという概念（性能可搬性）を達成する「ソフトウェア自動チューニング」という新しい技術を提唱しその効果検証を行った。その重要性を啓蒙するとともに、方式・仕様を策定し、ソフトウェアを開発し公開した。また、PC クラスタおよびスーパーコンピュータ環境用の自動チューニング機能付き並列固有値計算ライブラリを開発・公開した。さらに、「ソフトウェア自動チューニング—数値計算ソフトウェアへの適用とその可能性」という本を自費出版し、技術の啓蒙と普及のために活動した。これらは数値ライブラリ開発者や利用者の労力を大幅に削減するものである。これらの活動ならびに、当初はPC クラスタやスーパーコンピュータ環境用の数値計算処理の範囲で検討していた自動チューニング技術を、組み込みシステムや GRID など汎用的に展開できるように拡大した点は高く評価できる。今後の更なる研究進展を大いに期待したい。

佐藤研究者は、プログラムの実行時にその動作を特徴付ける履歴を獲得し、これを利用して再構成されるマイクロプロセッサアーキテクチャの研究を行った。1 チップ上に10 億個ものトランジスタが集積可能な時代の新しい問題、省電力と信頼性とのトレードオフを考慮した、環境に適應するプロセッサアーキテクチャの研究である。佐藤研究者の動的な実行履歴を利用してハードウェア・ソフトウェアを再構成するという着目点は新鮮で、ユニークである。メモリ要素におけるリーク電流削減問題では非均一アクセス時間キャッシュ方式、信頼性向上問題では故障の検出とその回復機構、性能向上問題では演算器配列の直接通信方式、履歴情報獲得の高速化手法においてそれぞれ成果を挙げた。今後、個々に検討されてきた方式を組み合わせた統合システムを構築し評価されることを期待している。

津村研究者は、色や質感に関して表示デバイス依存性、照明環境依存性、表現技術の未成熟さ等からその正確な記録や再現が困難であったところに、新しい学問領域として質感工学を立ち上げ、その要素技術と応用に関わるフレームワークを作成した。そして、その考察に基づき「3次元印刷色校正システム」、「画像に基づく顔画像の解析・合成法」など複数の事例研究を行い、質感工学の有効性を示した。インターネットを用いた商品

取引で、商品の印象を大きく左右する色や質感は、その記録と再現にこれまで大変な労力を必要とし、また表示デバイスの特性や照明環境に大きく依存するため、製造・流通業のIT化の妨げとなっており、この分野での貢献が大きい。また、招待講演も多く、この研究は実用価値の非常に高い研究であると思われ、電子商取引や電子美術館、遠隔医療、化粧品評価など多様な応用に利用されることが期待できる。

成瀬研究者は100Gbpsを超える速度で動作する光スイッチデバイスや、回折限界と呼ばれる従来の光の集積限界を超えたナノフォトニクスなど近年の光技術の目覚ましい進歩を基盤として、超高速・超高集積・アービトレーションの3つの視点から光コンピューテーションのアーキテクチャを示し、現実のデバイスを用いた実証的研究を行った。具体的には①超高速領域におけるデスクューシステムやタイミング制御に基づく論理演算システムの実証、②データの和算やデータの同報機構を考察し、光ベクトル演算をナノスケールで実現する可能性の提案、③構造と制御のシンプルさを備えたパケットスイッチング方式の提案と多層構造を有する光スイッチデバイスの開発などにおいて期待以上の成果を挙げた。今後の研究の進展が楽しみである。

橋本研究者は、超微細LSIにおけるCPUとメモリ間あるいはプロセッサ間などブロック間の長距離高速信号伝送技術に関する研究を行った。テクノロジーの進化とともに配線遅延が回路性能の向上を阻害する問題に対し、オンチップ伝送線路上に短いサイクルで信号を送り込むウエーブパイプラインの技術を導入することで、従来の信号伝送方式と比較し、伝送容量、消費エネルギー、遅延時間のいずれの観点においても提案信号伝送方式が優れていることを明らかにした。将来のトランジスタ性能の向上とともに伝送容量が向上することをシミュレーションにより確認し、提案技術の有効性を示した。

また、シミュレーションによる評価だけでなく、実デバイスでプロトタイプを作成し10Gbps近い通信が180nmのテクノロジーで実現できることを実証したことは高く評価できる。この提案技術が将来産業界で現実に用いられるよう引き続き研究を進めてもらいたい。

8.2 第二期生(6名)

飯田研究者は近年、システムLSIに柔軟性を加える「やわらかいハードウェア」として注目されているリコンフィギャラブルロジックのアーキテクチャおよびEDA(Electronic Design Automation)ツールについて研究した。具体的には、①リコンフィギャラブルロジックに用いられる配線構造のSmall-World Network化の提案、②低消費エネルギー化方式およびその設計手法の提案、③リコンフィギャラブルロジック向けEDAツールの開発をおこない、効果検証によりその有効性を確認した。システムLSIには多くの機能が組み込まれることが多いが、この分野の技術進歩や変化は驚くほど早い

ため、その生産は多品種少量にならざるを得ず、現在の LSI 生産になじまないところがある。リコンフィギャラブルロジックは、自律的に回路機能を再構成しながら動作する技術で、その対応策として期待されている。しかしながら、日本は米国に比べ研究が遅れている感がある。まだ技術的に多くの課題が残されているように思われるので、今後もこの研究を推進し、さらに大きな成果となることを期待している。

五十嵐研究者は、技術を習得した専門家が膨大な時間をかけて作成している 3 次元 CG 作成を初心者でも簡単に作成できる新しい考え方を提示し、手書きスケッチによる 3 次元モデリングソフトウェアをはじめ様々なインタフェースを提案・実装し、その可能性を世界に示した。ここでは、①形状を即座に表現する技術（手書きスケッチモデリングにおける滑らかな表面の表現、内部構造を持った形状の表現、衣服の形状表現）、②動きを即座に表現する技術、③立体構造や中身の理解を助けるための技術について研究し、誰もが 3 次元 CG を表現手法として利用できるという独創的・画期的な研究をさらに進化させた。多くの国際会議における論文発表、また新聞・雑誌報道などにもたびたび取り上げられるなど、大きな反響が得られている。今後は、これまでききがけプログラムで開発してきた基礎技術をさらに発展させるとともに、医療、デザイン、教育などの分野で、より実用化を目指した技術開発や実証実験を行い、真に誰もが広く 3 次元 CG を使えるような取り組みをしてもらいたい。

浮田研究者は、分散配置されたカメラ集合（ユビキタスカメラ）により、広範囲環境の中を移動する多数対象を観測・追跡するシステムの研究を行った。広範囲を移動する多数対象の移動状況を特定し、必要に応じて各対象の行動を精査するために、場所や時間に影響されず観測画像から対象を検出・追跡する技術、カメラ集合間で観測対象情報を交換して協調的に対象追跡を行う技術、広範囲にわたる継続的な対象追跡に有用な対象経路情報を自動的に獲得する技術などを提案し、実環境で実証した。セキュリティー目的の監視や交通計画のための流量観測の自動化など様々な応用が期待できる。更に、実時間での広範囲・多数対象追跡システムなど新たな目標に向けて研究を発展させ、来るユビキタスメディア社会における重要な社会インフラへと成長していくことを期待している。

吉瀬研究者は、プロセッサ性能の向上を目指して、多数の命令を同時に処理する大規模な並列処理機構に着目し、命令レベル並列性 50 に挑戦するために、その土台となる新しいアーキテクチャについて研究した。具体的にはプロセッサ基盤ツール **SimCore**、分岐予測器の高性能化、カスケード **ALU** による並列性向上など要素技術の開発とその効果確認、および独自の命令形式をもち制御フローコードとメモリフローコードとに命令流を分離する新しいスーパー命令フローアーキテクチャの提案とその可能性の提示な

どの成果を挙げた。また、コンピュータアーキテクチャに関する権威ある国際学会 ACM SIGARCH シンポジウムにおいて独創的な分岐予測器 **Bimode-Plus** を提案し、その性能コンテストにおいて優秀な成績を収めた。研究期間の制約からすべての評価を終えることができなかつたようだが、今後の研究の進展を大いに期待している。

中島研究者は、命令レベル並列処理を追求する方式では、飛躍的な性能向上が望めなくなつてきているとし、「いかに演算および主記憶アクセスを行わずに処理を済ませるか」の観点から、既存プログラムを大幅に高速化する基本技術を開発した。関数やループを対象として命令区間を再利用したり、事前実行する多重再利用／並列事前実行に基づく高速化方法を提案し、定量的な評価を行つて提案技術の有効性を示した。プロセッサと主記憶の速度比が拡大し、従来の命令レベル並列処理方式が限界に近づきつつある状況において、命令区間の再利用性および予測可能性を利用して、既存プログラムをさらに大幅に高速化する基本技術である。バイナリアノテーション(ロードモジュールの静的解析に基づく付加情報の埋め込み)や再コンパイルを必要とすることなく、既存プログラムをそのまま使うことができるため、早期の実用化が可能と思われる。独創性の高い研究であり、数多くの特許も出しており新規性、進歩性にも優れていると認められる。今後は本研究成果の実用化のために努力されることを期待している。

本間研究者は、近年の LSI 集積度の急激な向上により、データパス設計はますます複雑で困難になっているにもかかわらず、EDA (Electronic Design Automation) 技術は論理回路の記述や検証を基本として発展しており、算術アルゴリズムの設計に対して十分な設計環境が整っていないことに着目した。そこで、データパス設計を高水準なアルゴリズムレベルで行うための新しい設計パラダイムの基盤技術を開発し、算術アルゴリズムの記述・検証・合成技術に大きな成果を挙げた。この数系・数式表現により、これまで個別に設計されてきた算術アルゴリズムを統一的に設計することが可能となった。具体的には、算術アルゴリズム記述言語 ARITH およびその言語処理系の開発、加算アルゴリズムを統一的に表現するデータ構造として Counter Tree Diagram の開発、進化的グラフ生成手法に基づく算術アルゴリズムの自動合成などにおいて期待以上の大きな成果を挙げた。研究成果は乗算器の生成と性能評価など極めて実用的なものであり、Web 上で公開された算術演算器モジュールジェネレータには数多くの利用があり、多くの実績を残している。今後さらに研究を進め、大きく発展することを期待している。

8. 3 第三期生 (4名)

稲見研究者はディスプレイを様々な装置に情報を提示するためのシステム「Display-based Computing」と捉え、プロジェクタや液晶などの画像提示装置を映像提示だけでなく計測・制御・通信等に用いることを提案した。画像提示装置を用い時空

間変調可能な指標画像を表示することでカメラに代わり複数個の受光素子のみで高速に位置計測を行う事が可能となる。そして、画像提示装置を用い複数台の小型移動ロボットを同時に計測・制御することを可能とするシステムの試験的実装を行った。本研究はオリジナリティーの高い独創性豊かなものであり、研究者の素早い実現能力により大きな成果に結びつけることができた。本技術は多数のデバイスが遍在するユビキタス社会における情報通信のためのキーテクノロジーの一つとなると考えられ、今後の大きな発展が期待される。

井上研究者は、安定した高度情報化社会を実現するためには、コンピュータ・システムの安全性向上が必要不可欠であると、1)ウィルス等の悪質プログラムからコンピュータを守る、2)秘密情報の漏洩を防ぐ、の2点に着目し、これらを実現するためのハードウェア・アーキテクチャについて研究した。具体的には、バッファ・オーバフローによる実行制御の乗っ取りを動的に検出するセキュア・キャッシュ(*SCache*)の提案、実行の振舞いを鍵情報とする動的プログラム認証方式の提案、メモリデータの改ざんを高速に検出するためにキャッシュ・メモリの衰退ラインを利用したメモリ整合性検証の高速化方式の提案をおこない、その有効性を示した。しかしながら、安全性向上のためにはまだ多くの課題が残されている。今後も引続き更なる挑戦を期待している。

加賀美研究者は、千個程度配置した音素子の位相を制御し、複数の場所に焦点を合わせて音を取得したり、複数の焦点に音を発生させたりする多焦点形成の手法について研究した。その実現のために種々の技術を提案し、実環境で実証する成果を挙げた。このシステムは特定の人にだけに音情報を提供する、特定の話者の音声のみを記録する、などが可能になり家庭、会議の場、美術館など多くの人が集まるさまざまな場面においていろいろな応用が考えられるものと思われる。システムの完成度が高く、また装置が比較的低価格で構成できると思われるので早期の実用化を期待している。

宮崎研究者は、最近の小型計算機は大容量のメモリを搭載することが可能となり、大きなデータベースをメモリ上に格納できるようになったが、プロセッサとメモリ間の大きな動作速度差を埋めるためのキャッシュは、大量のデータを扱うデータベース処理に対しては有効に働かない場合が多いことに注目し、データベース処理を効率よく行うためのメモリからのデータ読み出し方法と、そのデータベース演算への適用について研究した。具体的には、主記憶に利用される DRAM の特性に着目し、固定ストライドデータ読み出し(SDT)、ビットマップ形式のアドレス指定に基づくデータ読み出し方式 (BDT)、比較器を利用した読み出し方式(CMP)を提案し、それらがプロセッサの実質的な利用効率を著しく高めることを示した。主記憶上のデータベース処理に関して、ハードウェアおよびソフトウェアの両面から検討した研究は独創的であり、水準の高い成果と考えられる。今後の更なる展開や体系化

とともに、本研究で得られた成果がDRAM混載LSIなどで実用化されることを期待する。

9. 総合所見

コンピュータシステムに関わる環境が激変するなか、将来のコンピュータ利用環境から生じるニーズと集積回路技術を中心としたシーズを融合する新しい独創性のあるコンピュータシステム構築技術および利用技術が創製され、その成果が新しい産業を呼び起こすことを期待して当領域を設定した。各研究者の成果を改めて眺めてみると特許数、論文数をみても、新規性、独創性において優れていることが認められ、その目的が概ね達成できたのではないかと思われる。

17名の若手研究者が基礎研究を行う機会を与えられたことは、今後のわが国の情報技術の研究開発において大きな意味をもつものである。非常に多くの研究者が昇進や新しいポジションを獲得したり、いろいろな賞を受けたり、取材を受けたり様々な面で成長を遂げることができた。彼らの活躍を支援できたことは、研究総括やアドバイザーの大きな喜びであった。彼らがわが国の情報技術の研究を担う人材となることは間違いない。

本領域にあっては領域アドバイザーの貢献度が極めて大きかった。選考会議や領域会議には毎回ほとんど全員の領域アドバイザーが多忙なスケジュールを調整されて出席された。各研究者に腹藏のない親身な批判、助言や示唆をあたえられ、研究の推進を積極的かつ極めて適切に導かれた。領域アドバイザーの熱意がさきがけ研究の成果をより大きくしたと言える。