

領域略称名：情報爆発IT基盤
領域番号：456

平成23年度科学研究費補助金
「特定領域研究」に係る研究成果等の報告書
「情報爆発時代に向けた新しいIT基盤技術の研究」

(領域設定期間)
平成17年度～平成22年度

平成23年6月

領域代表者 東京大学・生産技術研究所・教授・喜連川優

目次

3. 研究領域の目的及び概要.....	1
4. 研究領域の設定目的の達成度.....	4
5. 研究領域の研究推進時の問題点と当時の対応状況.....	5
6. 主な研究成果（発明および特許を含む）.....	6
7. 研究成果の取りまとめ状況.....	1 5
8. 研究成果の公表の状況（主な論文等一覧、ホームページ、公開発表等）.....	1 6
9. 研究組織と各研究項目の連携状況.....	2 4
1 0. 研究費の使用状況（設備の有効活用、研究費の効果的使用を含む）.....	2 8
1 1. 当該学問分野及び関連学問分野への貢献度.....	2 9
1 2. 研究計画に参画した若手研究者の成長の状況.....	3 0
1 3. 総括班評価者による評価の状況.....	3 1

3 研究領域の目的および概要

特定領域研究「情報爆発時代に向けた新しい IT 基盤技術の研究」(領域略称名「情報爆発 IT 基盤」)は平成 17 年 7 月に採択され、平成 22 年度末まで 5 年半に渡って研究を実施した。21 世紀における社会のあらゆる活動には IT が必要不可欠であることは言を俟たない。本領域では、急激な IT の進歩と普及によって引き起こされた「情報爆発」という現象に着目し、これを情報分野の喫緊の最重要課題であるにとらえ、情報学研究者の総力を挙げて取り組むべき課題として目的を設定した。インターネットの拡大とともに、21 世紀初頭から爆発的に増大する情報が様々な問題を引き起こすようになってきた。コンテンツの処理そのものの負荷が拡大するのみならず、大量情報の高速処理を求められる情報システムに与えるストレス、システムを使う人間と機械とのインタラクションの負荷、そして社会システムそのものにまで、過大なストレスをもたらす結果となっている。

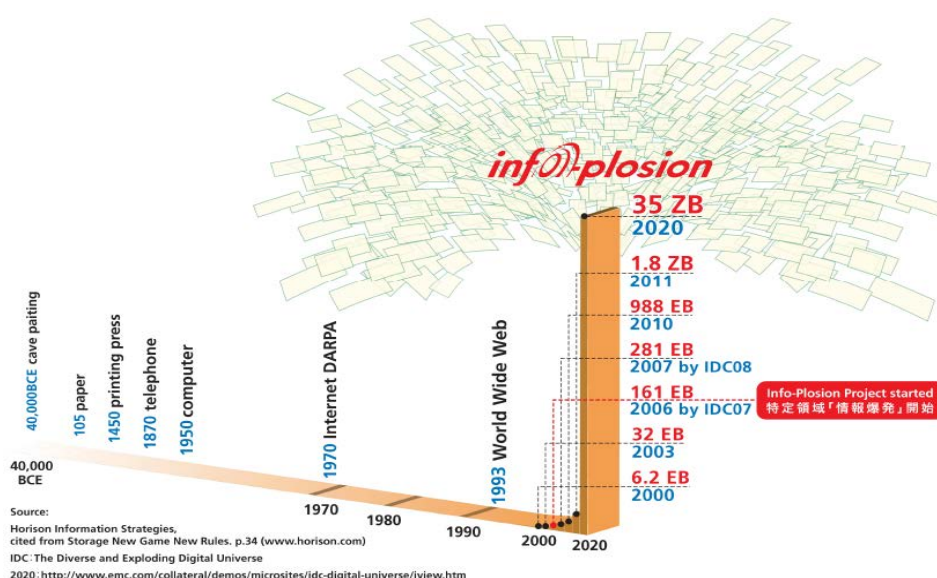


図 1 人類が生成した情報量の推移

この「情報爆発」を社会基盤の安定性を損なう問題とみなすのではなく、むしろ積極的に立ち向かい、爆発する情報からの新たな価値創出を目指した。引き起こされる問題に対して学術的な視点から研究に取り組み、新しい方法論、システム構築技術、分析手法などの開拓と爆発的に増大する情報から新たな価値創造を目指す独創的研究の推進を領域全体の目標として設定した。

そのため、情報爆発に立ち向かう研究の切り口を四つにまとめ、研究項目(柱)を設定した。すなわち、

- A01 「情報爆発時代における情報管理・融合・活用基盤」
- A02 「情報爆発時代における安全・安心 IT システム基盤」
- A03 「情報爆発時代におけるヒューマンコミュニケーション基盤」
- B01 「情報爆発時代における知識社会形成ガバナンス」

各研究項目には公募研究を置き、領域全体の半分近い経費を充てている。計画研究だけではカバーできない課題に関して、相互に深い連携を保ちつつ、挑戦的な課題を公募し研究を進めることとした。

A01 柱では、爆発する情報から、探し手が真に必要なとする情報を取り出すことを可能とする新たなサーチ手法の研究を行った。自然言語処理、機械学習、情報検索、データベース、人工知能などの情報分野における基盤技術を融合・駆使するとともに定量的な評価基

盤も含めて、次世代サーチを開発してきた。

A02 柱では、大規模かつ分散したデータの処理を安定・安全に処理する基盤ソフトウェア技術の研究を行った。特に、分散配置される多数のプロセッサやネットワーク、ストレージを、自律的かつスケーラブルに組織化するレジリエントなシステムを実現する基盤技術を研究してきた。

A03 柱では、情報源の大規模化や多様化、情報システムの多機能化や高機能化によってもたらされる複雑性を克服し、人に優しい情報環境の構築を目指してヒューマンコミュニケーションに関する研究を行った。

B01 柱としては、A01 から A03 までの研究と直交する軸を設定し、社会科学の側から巨大化する情報システムの脆弱性について考察し、最先端情報学の研究と社会科学的アプローチを相互作用させることにより、制度、経済、社会問題を分析し、新たな知識社会発展に向けたプロセス・ガバナンスについて研究してきた。

本領域の最大の特徴として、研究経費の 1/4 弱を支援班に集中し、研究者が胸を躍らせるイノベーション基盤を全員の協力により構築・共有し、個々の研究者では困難な斬新かつ骨太な実験を可能としたことがあげられる。その詳細は第 9 節を参照されたい。

4 研究領域の設定目的の達成度

A 情報爆発時代における情報管理・融合・活用基盤 (A01 柱)

A01 柱では情報爆発における「情報を探す」ための効率化、すなわち、探し手が真に必要なとする情報を取り出せる「次世代サーチエンジン」を確立することを研究目標とし、

- (1) ロバストかつ高性能な情報検索を目指し、自然言語処理、機械学習、情報検索、データベース、人工知能等、情報学の基礎学問分野において、その研究成果は研究者個人の表彰、研究成果に関する論文賞の受賞等に加え、アルゴリズムの世界的な教科書“Art of Computer Programming”に収録される等、世界に認められる多数の学術的成果をあげた。
- (2) 従来にはない規模で研究者が自由に利用できる開放型検索エンジン基盤 TSUBAKI を開発・運用することで柱内および柱間研究成果のシナジーを促進した。
- (3) 既存のサーチエンジンとは異なる自然言語処理技術、データ・コンテンツ処理技術は実社会（「Yahoo!ラボ」や@nifty等）にて利用されている。
- (4) 新たに JST 等による情報学研究の大型プロジェクト (ERATO) を創出した。

以上のことから、A01 柱では、当初目標を上回る成果が得られたと考えている。

B 情報爆発時代における安全・安心 IT システム基盤 (A02 柱)

A02 柱は百万ノードからなる超分散環境上で多様なアプリケーションを安全安心に実行するための高度にスケーラブルな自律的実行基盤「リジリエント・グリッド」を目標とし、

- (1) 文部科学大臣表彰、日本学術振興会賞を始め多数の論文賞・発表賞を受賞、ACM/IEEE Supercomputing、ACM OOPSLA 等、難関採択率のトップレベルの国際会議に多く論文が採択される等、多数の学術研究成果を挙げた。
- (2) 数多くの JST の CREST 等への新研究プロジェクトへの発展、雑誌の特集号、国際ワークショップ iWAPT や STFSSD の創出など、学問分野への多大な貢献を行った。
- (3) 国内 17 拠点・約 1700CPU コアの、情報分野では日本初の共通研究基盤たる大規模テストベッド InTrigger の構築運用を行い、A02 柱の研究や A01 柱との自然言語解析研究連携の礎とし、他の柱との柱間連携を推進した。また、米マイクロソフト社のクラウド Azure との共同研究にも主要な役割を果たした。ちなみに、Azure で提供された CPU 時間は 400 万 CPU 時間と、米国 NSF への寄付と同程度の資源提供がなされ、またその上で行った実験に対してマイクロソフト側から高い評価を受けた。
- (4) 本柱の成果物である GFarm、GXP などの基盤ソフトやスケーラブルな SSD/VM 利用技術は InTrigger 上で検証実験され、更に国内初のペタスケールスパコン・性能世界 4 位・運用電力効率で世界一の東京工業大学 TSUBAME2.0 の構築・運用に利用されている。

以上のことから、A02 柱では、当初目標を達成したのみならず、TSUBAME2.0 の構築やマイクロソフト Azure の国際共同研究など、当初目標を遥かに上回る成果が得られたと考えている。

C 情報爆発時代におけるヒューマンコミュニケーション基盤 (A03 柱)

A03 柱では、「複雑化した情報を解きほぐし、人間の興味や理解度を推測しつつ、状況に応じてプロアクティブな促しや確認、推薦、インタラクティブな質問応答を重ねることによって、情報の内容、意味を十分に理解してもらうことを目指したヒューマンコミュニケーションシステムの実現」を研究目標として掲げ、

- (1) ヒューマンコミュニケーション研究については、文部科学大臣表彰を初め多くの論文賞受賞、世界トップレベルの国際会議での論文採択など多数の学術研究成果を生み出した。
- (2) A03 柱内の全ての研究班が A01 柱研究班や NICT などと連携、協力して、上記の研究目標を具体化した情報コンシェルジュシステムを開発し、一般人を対象としたデモを行うとともに外国人評価者からも高い評価を得た。
- (3) A03 柱で行ったヒューマンコミュニケーション研究を通じて多くの若手研究者が育つとともに、2009 年度からは科学技術振興機構 (JST) の「共生社会に向けた人間調和型情

報技術の構築」研究領域、2011年度からは情報通信研究機構（NICT）のユニバーサルコミュニケーション研究所が設置され、より大規模、実用化を目指した研究開発の路が拓かれた。

以上のことから、A03柱では、当初目標を上回る成果が得られたと考えている。

D 情報爆発時代における知識社会形成ガバナンス（B01柱）

B01柱では、情報経済、医療・福祉、安全・安心、電子行政、政治空間、金融工学など、ITと社会との間の相互作用的関係を主題的に研究してきた。

研究の遂行においては、理論モデルの実証性と、成果の社会への還元を重視しており、平成18年度においては研究の理論的基礎を固めることに注力してきた。そして平成19年度以降では、支援班の協力を得て、実空間における実証実験によって、A01-A03の研究成果を取り入れ、高度IT基盤技術を活用した制度設計の具体化を図ると共に、成果の社会への反映等、社会に積極的に貢献する研究成果を挙げることを目標としてきた。

(1)計画研究代表の須藤修が電子政府に関する政策全般（2008年総務大臣表彰、IT戦略本部電子政府評価委員会座長など）、地域医療・福祉情報システム構築、地域社会発展、新産業創造などの情報通信政策（2011年より総務省情報通信審議会情報通信政策部会長就任）などで成果の具現化に努めている。

(2)須藤計画研究班の研究分担者である中島直樹は、平成22年度IT戦略本部「医療情報化に関するタスクフォース」に参画し、ITを活用した糖尿病疾病管理の必要性が構想に組み込まれた。

このように柱B01の研究は、実際のフィールドにおいて実証的研究を推進し、技術的課題だけではなく、制度的課題や社会的課題も積極的に考察し、社会的に大きな貢献を行ったことから当初目標を超える成果が得られたと考えている。

5 研究領域の研究を推進してきた上での問題点と対応策

平成 17 年度採択時の審査結果には、「情報爆発という人類がこれまで遭遇したことがない社会的要請が高い課題に取り組む研究で、今日のあらゆる産業分野の業務に影響を与える巨大情報システムの管理と利用技術の確立は緊急かつ重要である。研究項目の役割分担も明確で、共通インフラ上のシステム構築を通じた連携により、優れた成果が期待できるものと判断した。但し、「情報学」（本領域の前に進めた特定領域研究を指す）との継続性は重要であるものの、経費の見直しは必要である。」とあった。このコメントを踏まえて、支援班活動を一層強化するように計画を修正するとともに、第一線の若手研究者に応募を強く求め、「広く連携することにより領域に貢献する」ことへの理解を深めるよう努めた。

本領域は、3 回の公募いずれも応募件数が極めて多く、採択率が最低レベルで、内容が大変良質の申請さえも非採択とせざるをえない状況であった。公募班の入れ替えも多数あり、極めて競争的であった。限られた経費と低い採択数の問題を少しでも解消するため、支援班の共創プラットフォームを活用し、研究班で共用を促進するよう領域運営を行った。

平成 20 年 9 月に中間評価ヒアリングが実施され、評価結果「A（現行のまま推進すればよい）」を得た。これに付された意見の概要は次のようである。「…本研究領域は、明確な設定目的のもと、着実に進展している。コンテキストにまで踏み込むサーチエンジンの開発をはじめ、情報爆発の課題設定に関して、検索、プラットフォーム、医療応用の各グループで既に成果を上げつつある。国際的に学術的評価の高い論文誌・会議での成果発表も多く行われ、実用化も始まりつつある。研究組織は非常に大きいですが、研究領域としてはっきりとした方針を持ち、具体的な研究推進のための上手な組織構成となっている。公募研究とのバランスも良い。また、共用プラットフォームの構築も、研究者間の連携を保ち、効率的計算資源の利用を促進するなど有効に生かされている。以上より、現行のまま本研究領域を推進すれば良いと判断する。既に実用化は始まりつつあるが、実際に使用されるようにすることが重要であると思われるので、さらなる公表・普及努力を行うことを期待する。また、「情報の質」に対して何らかのアプローチを期待するとの意見もあった。なお、他省庁も含めた大型戦略プロジェクトに主要研究者が参加しているため、本研究領域の経費や成果との切り分けについて、説明責任が果たせるよう留意されたい。」

最終成果取りまとめに当たり、問題を挙げると以下ようになる。異なる専門分野の研究者の連携、共同研究が不可欠であるが、制度上は計画研究、公募研究を連携させる仕組みとしては柱というグループがあるのみで、研究班を結ぶより強い共同研究体制を作ることが望ましい。当領域は支援班活動を中心にこれに努力してきたが、規模が大きいため不十分な点もあったことは否めない。A01 柱では共創プラットフォームを活用した研究者間連携の中で、革新的アイデアも出てきた。A02 柱の分野は国際的に比較して研究者層が薄く、また高性能・並列系研究と分散・OS 系研究の両者のセンスが要求される柱であるため、特に、独創性を持った若手研究者の層の拡大が喫緊の課題となっていたのに対しその解消に大きく貢献することが出来た。A03 柱では、Taxonomy of Human Communications の構築を通じて各研究班が行っている研究の位置づけ、相互関係を明確化するとともに、柱としての成果まとめを情報コンシェルジュ、ジャーナリストロボットという 2 つの総合システムの開発に向け結集させることによって、柱内さらには柱間での連携活動を推進した。

また、B01 柱のカバーするネットワーク社会、電子政府・電子自治体、グローバル情報経済、セキュリティと社会制度などに関する多くの研究成果が公表されてきたが、かならずしも情報科学の最先端分野の研究成果を反映しているとはいえなかった。

特に後半の 2 年間では、各研究班の研究要素と研究構造の「見える」化に注力し、また成果の出ている研究グループは積極的に他の外部資金による研究への展開を進めてきた。

6 主な研究成果（発明及び特許を含む）

(1) A01 柱

情報爆発における「情報を探す」ための効率化、すなわち、「次世代サーチエンジン」を確立すべく、ロバストかつ高性能な情報検索を目指し、情報抽出、メディア融合、高効率データ解析、コンテンツ融合を可能とする自然言語処理技術、データ・コンテンツ処理技術の研究開発を行うと同時に、従来にはなかったペタバイト級のデータを高効率に検索可能とする超高速頻出マイニングアルゴリズム等の研究を推進した。これらの基礎研究成果は実社会にて「Yahoo! ラボ」や@nifty 等にて利活用されるに至った。

情報爆発の現象を最も端的に表わすのがウェブ上におけるデータの増加である。ウェブコンテンツから必要かつ有益な情報を得るには最先端の自然言語処理解析が必要となる。すなわち、「次世代高度検索技術」を目指し、自然言語処理研究者、コンテンツ研究者の連携、融合を図り、従来のキーワードサーチを越える卓越した技術の研究開発を推進した。結果、日本語 1 億件のウェブページについて、形態素・構文解析結果を保持し、研究者が自由に利用できる開放型検索エンジン基盤 **TSUBAKI** が開発・運用され、ウェブの超大規模テキストコーパスを、計算機利用のための知識獲得源として利用することが可能となった。京都大学の黒橋らは、A02 班の計算基盤 **Intriguer** 等を用いて、最終的には 100 億文を越えるスケールでウェブテキストから「誰が何をどうした」という格フレーム知識の獲得を行い、これに伴って格解析、同義句認識などの処理精度が大幅に改善することを明らかにし（図 2）、ドコモ・モバイル・サイエンス賞(最先端技術部門優秀賞)、言語処理学会 2009 年度論文賞を獲得した。また、ウェブの価値の一つは人々の様々な意見を収集できるという点にあるが、東京工業大学の藤井は、意見情報の集約と可視化によって個人や組織の意思決定を支援するシステム、具体的には時事問題に対する意見情報をウェブから収集し、賛成派と反対派に分類し、両立場が対立する構図をキーワードに基づいて可視化し、ウェブ研究の最難関国際会議である **WWW08** に採録された。情報通信機構の鳥澤らのグループは、**TSUBAKI** の大規模コーパス等を利用し、単語と単語の間のさまざまな意味的關係を大規模に抽出するアルゴリズムを開発し、大規模知識ベース「鳥式」を構築し、自然言語処理の最重要国際会議 **ACL09** にて採録された。

「次世代サーチエンジン」を実現するには上述の高機能自然言語処理技術に加え、超巨大データの高速解析処理が必要となる。北海道大学のツォイクマンらのグループは、高度知識処理のための知識索引技術の研究開発を進め、**ZDD**(Zero-suppressed BDD、ゼロサプレス型二分決定グラフ)を用い、組合せ集合を効率よく表現し、大規模知識索引を実現する手法を提案、その上で世界最高速の頻出パターン抽出アルゴリズムである **LCM** アルゴリズムに適用することにより、従来よりも大幅に高速な「**LCM over ZDDs**」を実現した。本手法により、従来は解の個数が膨大で全てを出力することが不可能だった問題に対して、初めて現実的な時間と記憶量で実行することが可能となった。本アルゴリズムは世界的に著

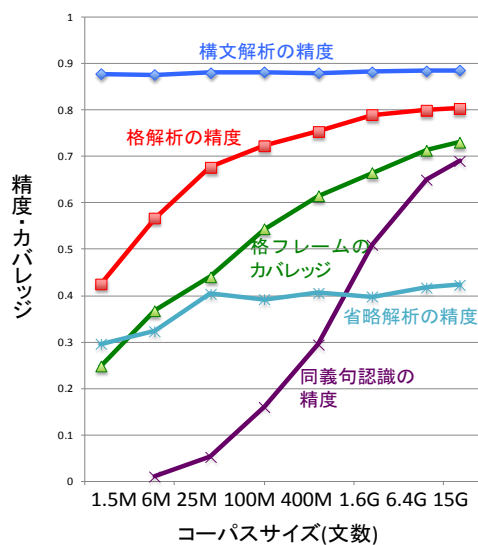


図 2 大規模コーパスからの知識獲得と
言語解析の高度化

名な D. Knuth 氏の著書で、世界で最も読まれている教科書の 1 つである「The Art of Computer Programming」の最新巻 (Volume 4, Fascicle 1, 2009 年 3 月刊行) において取り上げられ、30 ページ以上にわたって記載された。本研究では中核となる研究者が ERATO を獲得、文部科学大臣賞若手科学者賞を受賞するなど高い評価を受けている。また、「大量・非定型・不均質」という特徴をもつ新しいタイプのデータベースの出現に着目し、九州大学の竹田らのグループは、フルスキャン型の斬新なテキストサーチエンジンを開発、更に、圧縮テキスト上において解凍することなくパターン照合可能な新しい手法を確立、加えて半構造データへも適用可能とした。当該技術は富士通により次世代 shunsaku として 2012 年に商用化される予定である。一方、東京大学の石塚は Web 上の膨大な量の情報を活用するために、コンピュータにも Web 情報の表す意味を把握できるようにする意味計算 (Semantic Computing) の共通的基盤を構築し、その成果は国際的に評価の高い論文誌 IEEE TKDE に掲載された。また、東京大学の中川らは多クラス分類において学習データの影響が及ぶ範囲のクラスを数学的に厳密に定義し、高速省メモリでありながら通常のカテゴリ学習に匹敵するオンライン学習アルゴリズムを提案し、その成果はデータマイニングのトップ国際会議である SIAM SDM2010 に、ベイズ統計のトピックモデルに基づくクラスタリングである潜在ディクレー配置 LDA をオンライン化し、新規データ到着時に記憶しておく潜在変数の理論的構造を明らかにし、知識処理、機械学習分野の国際会議である ACM SIGKDD08、NIPS2010 にて論文採択された。大阪大学の鷲尾らは、高次元観測データからの大規模対象状態に関する未来予測と管理戦略策定手法の研究を行い、その成果は知識処理の国際的な論文誌 IEEE TKDE に掲載されると共にデータマイニング最難関国際会議 ICDM2008 に採択された。大阪大学の東野らは、都市空間上での大規模モバイルワイヤレスネットワークにおける効率的な情報共有方式の研究開発を行い、無線端末を用いた地図生成手法、位置推定手法が、ユビキタス分野で最難関とされる国際会議 PerCom に採択され、国際的に定評のある論文誌 Pervasive and Mobile Computing へも掲載され、災害時の迅速な被災地地図の生成手法の成果は情報処理学会創立 50 周年記念論文として採択 (140 本から 4 本採録) されるなど、高い評価を得ている。

情報爆発現象が最も象徴的に発生しているのがウェブである。膨大なウェブコンテンツは検索エンジンという新しい研究領域を生み出したが、本特定では斬新な次世代サーチを多く生み出し、実際に商用ウェブ検索エンジンに活用されつつある。京都大学の田中らはユーザ主導のサーチインタラクションにもとづく情報検索技術の研究として、語ベースフィードバックに基づく検索結果の再ランキング、Q&A コンテンツからの主観的ファセットの抽出に関する研究を行った。検索エンジンの膨大な検索結果を、検索結果リストや俯瞰的に重要語を表示したもの (タグクラウド) の中から任意の語を強調・削除することで迅速に再ランキングできる方式

Rerank (<http://rerank.jp>) を開発した (図 3)。またシステムを Yahoo! Japan と共同でシステムの開発を行い、Yahoo! ラボで公開し実証実験を行った。提案システムを利用することで、ウェブ検索エンジンのランキングに左右されることなく効率的に情報を発見することが可能となる。これらの研究成果は世界広くから参照され、JCDL2007 に採録された論文は Google



図 3 Rerank システム (再ランキングシステム)

Scholar にて 100 件以上参照されている。また、東北大学の乾らは、ウェブ上に散在する事実情報および意見情報を、意味による分類と論理的な関係づけの 2 種類の方法で融合的に組織化する新しい言語情報編集技術を開発し、本柱の 4 つの班の技術 (TSUBAKI の柔軟検索機構、鳥式の知識ベース、藤井らの隠語知識獲得) を統合し、TSUBAKI++として最終評価会でデモを行い、同意・対立・根拠等の論理的関係でウェブの検索結果を自動的に組織化する技術「根拠サーチ」を世界ではじめて実現し、その研究成果は高次テキスト処理および自然言語処理のトップ国際会議 CICLing11 にて Best Paper Award を得た。ポータルサイト「@ニフティ」で β サービス開始の計画が予定されている。

(2) A02 柱

情報爆発時代に対応できる計算基盤として、100 万のオーダーのノードからなる超分散環境上で多様なアプリケーションを安全安心に実行するための真の高度にスケーラブルな自律的実行基盤「レジリエント・グリッド (Resilient Grid)」の構築を行った。その実現のために、(a) 高度にスケーラブルな自律システム構成技術、(b) 高度にスケーラブルなシステムソフトウェア、(c) 高度にスケーラブルなモニタリング・ネットワークアーキテクチャ、(d) 超大規模ソフトウェア構成技術、の各分野において研究開発を行った。各研究成果は SC、OOPSLA、HPDC、UbiComp などのトップカンファレンスで発表され、日本学術振興会賞、文部科学大臣表彰若手科学者賞、情報処理学会論文賞、電子情報通信学会論文賞を含む多数の賞を受賞している。これらの多数の学術的な成果を挙げるだけでなく、A02 柱として、国内 17 拠点約 1700CPU コアにわたる大規模グリッドシステムである支援班 InTrigger の構築運用に携わり、GFarm、GXP などのシステムソフトウェア、仮想マシンイメージ転送などの構成技術の実証実験を行った。その成果は平成 22 年 11 月に世界 4 位の我が国初のペタスケールスパコンとして、また電力性能運用スパコン中世界一となった TSUBAME2.0 において、構築・運用に不可欠な技術として採用されている。

高度にスケーラブルな自律システム構成技術：松岡研究計画班では高性能システムの大規模化によるボトルネックおよび故障数の増大に対処するために以下の研究開発を行い、TSUBAME2.0 への導入を行った。(1)仮想マシンイメージのパイプライン転送及びキャッシュ再利用により構築時間を削減する方式を提案し、スケーラブルかつ高速な仮想クラスタ構築システムをクラスタ構築ツール Lucie をベースに実装を行った。(2)数百万ノードに及ぶ、複雑かつ大規模化した情報爆発環境において、アプリケーションの実行トレースから、障害の原因バグに該当する箇所を容易に特定する解析手法を提案し、IEEE/ACM Supercomputing 会議(採択率 23%)にて発表した。またローカルディスクを積極的に活用するチェックポイントの研究を開始、SSD などの次世代デバイスの効果を実証した。(3)グリッドファイルシステムにおいて、0-1 整数計画問題を利用し、ファイルのアクセス頻度や管理ポリシーに応じて自動的にファイルの複製配置を決定するアルゴリズムを提案した。

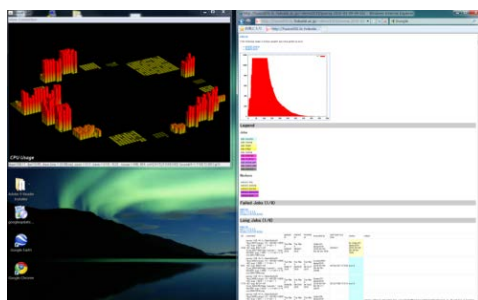


図 4 約 20 分散拠点の計算機上で GXP、GMount、VGXP を用いたジョブ実行

高度にスケーラブルなシステムソフトウェア:近山研究計画班では複数のクラスタ拠点、デスクトップとスパコン、スパコンとクラウドなどを「透明に」「シームレスに」結合する実用的なソフトウェアの研究開発を行った。スケーラブルなワークフロー実行ソフトウェアである GXP は InTrigger 上の多数拠点の数百ノードにて実行可能であり、さらには全く異なるジョブ管理方法をとる TSUBAME2.0 も混合でワークフロー実行が可能である。GXP および GMount 分散ファイルシステム、VGXP モニタリングシステムを統合させ超大規模分散アプリケーションを実行した様子を図 4 に示す。また非均質・高遅延なネットワーク環境におけるトポロジ推定技術、集合通信について研究開発し、並列分散計算のトップカンファレンスである IEEE HPDC にて 3 回(2007、2009、2010)発表を行った。

さらに本研究項目では、建部公募研究班を中心に情報爆発時代に対応できる基盤システムとして、Gfarm ファイルシステムを研究開発した。InTrigger の全国 17 拠点からの並列アクセスで毎秒 3,500 操作、94 ノードによる並列読込で 25GB/s を達成し、設計、実装、性能評価に関して New Generation Computing 誌で発表した。開発したソフトウェアのダウンロード件数は 2 年あまりで 5,700 件を超えた。この研究成果を元に、JST-CREST「ポストペタスケール高性能計算に資するシステムソフトウェア技術の創出」で研究課題が採択された。

高度にスケーラブルなモニタリング・ネットワークアーキテクチャ:中島研究計画班では 100 万ノード級の超分散システムを高信頼に稼働させるための必須技術として、OS カーネルの障害モニタリングシステム、センサー情報のためのモニタリングフレームワーク、インターネットのためのモニタリングシステムが挙げられる。センサー情報のためにモニタリングは分散環境上のアドホックに配置された様々なセンサーからの情報を統合してアプリケーションサービスから簡単に利用することを可能とする。成果は、トップレベルの国際会議である Ubicomp2008 に採録された。OS カーネルの障害モニタリングシステムは、OS カーネルのセキュリティ上の問題を OS の外部からモニタリングするためのシステムである。本研究は、分散リアルタイムシステムのメジャーな国際会議である ISORC2009 に採録され、優秀な論文として論文誌の特集号論文として選ばれた。インターネットのためのモニタリングシステムは、分散システム内のダーク IP へのパケットをモニタリングすることにより、システム内の異常な振る舞いの発見をおこなう。本研究に関する論文は、電子情報通信学会の論文賞を受賞した。

砂原公募研究班では、センサ情報についてはさらに、センサノードの相互監視システムを構築し、実空間情報基盤を構築した。支援班 X-sensor およびグローバルに展開する Live E!センサ網の実環境で有効性を実証した。またデータ処理機構を組み込んだイベント駆動型の分散 pub/sub システムを構築し、そのスケーラビリティ、トレーサビリティに貢献した。

吉田公募研究班では、負荷変動に追従して自律的にトポロジーを変化させる適応型ピアツーピア・ネットワークに基づいて大規模分散情報共有・配信基盤となるべきコンテンツ配信ネットワーク (CDN) を構築した本研究の成果は、方式設計が ACM の当該分野最高の国際会議の一つ (SAC) に採択された。また、自律分散と競合解消、クラスタ自律形成などの要素技術も、それぞれ当該分野の著名な国際論文誌に採録された。特に、仮想マシン移送によるネットワーク再構成の成果は、ACM の当該分野最高の国際会議の一つ (ICUIMC) において招待論文となった。

鯉淵公募研究班では、インターネット・ルータを活用して情報を検索しやすくする技術として、情報を発信・共有・検索・受信に積極的に関わるルータを提案し、核となる技術である大量のトラフィックから多数の TCP ストリームを並行して再構築し、その中から任意の文字列をメモリ効率よく抽出する方式が第 144 回情報処理学会システム S I 設計技術研究会 (S L D M) 優秀発表学生賞を受賞(平成 22 年 5 月)するなど高く評価されている。

超大規模ソフトウェア構成技術：研究計画班では複雑化する分散システムを効率的・安全に活用するために超大規模ソフトウェアの構成技術についての研究を行った。アスペクト指向技術を用いて、分散ソフトウェアのモジュラな構成および検証に関する研究を行い、広域分散型ソフトウェアの実行時更新を可能とする技術の開発などに成功した。論文は一流の国際会議である OOPSLA、AOSD でも採択され、さらに、これらの成果を含む一連の研究に対し、日本学術振興会賞、文部科学大臣表彰若手科学者賞などを受賞した。仮想マシン技術などのミドルウェア技術を用い、広域分散型のソフトウェアのための基盤技術に関する研究を行い、需要変動に対応するオーバレイネットワークの設計とその性能評価などで成果をあげ、論文は VEE、EuroSys でも採択された。

須田公募研究班では、ソフトウェア構築をコストを下げる別のアプローチとして、ソフトウェアが自分自身を最適化する「自動チューニング」について、ロバストな最適化を達成する数理基盤技術を中心に、数値ライブラリへの実装も含めて研究を展開した。その成果は広く注目を集め、SIAM News にて紹介、また「情報処理」「応用数理」で特集記事を組んだ。国際ワークショップ iWAPT を 2006 年から毎年開催し、2010 年には Springer から書籍を発行した。科研費、CREST 等における多くの自動チューニング研究プロジェクトのさきがけとなった。

八杉公募研究班では、多数のノード・プロセッサコアを不定型な計算のために効率的に活用する技術として、動的負荷分散を可能としつつも可能な限り性能を落とさず逐次実行を行う新しい並列言語を研究開発した。その実装の基盤技術は情報処理学会平成 21 年度論文賞を受賞するなど高く評価されている。

統合システム：以上の A02 柱の研究内容は、大規模・複雑化する分散・並列計算機システムを安全・効率的に利用するために必要な技術であり、その多くは支援班 InTrigger システムにおいて実証実験がなされてきた。さらにはその統合システムとして、東工大 Tsubame2.0 スパコン(図 5)の実現のための基盤技術となっている。実例としては、ローカルディスクとしての SSD の採用および VM 配備とスケラブルなチェックポイントインテグレーション技術、GXP/GFarm システムソフトウェアによる効率的なデータインテンシブアプリケーションの実行、複雑化するアーキテクチャへの自動チューニングによる対処などが挙げられる。Tsubame2.0 は我が国初のペタスケールスパコンとなったシステムであるが、その構成要素は 1400 ノード、200 万並列度と、領域発足当初の典型的システムより飛躍的に大規模となっており、A02 柱の研究成果により構築・効率的運用が可能となったものである。

さらに、最終年度に米国マイクロソフト社のクラウドである Azure に関する共同研究を Microsoft Research(米研究所)と行う合意に達し、提供された 400 万 CPU 時間を活用すべく内部公募を行い研究を行うと共に、InTrigger/Tsubame2.0 との統合実験も行った。A02 柱の研究実例としては、松岡計画研究班のクラウド間のデータ転送の最適化、近山研究計画班の GXP の Azure 上の実現による大規模クラウドの資源制御のプログラミングと、等があげ

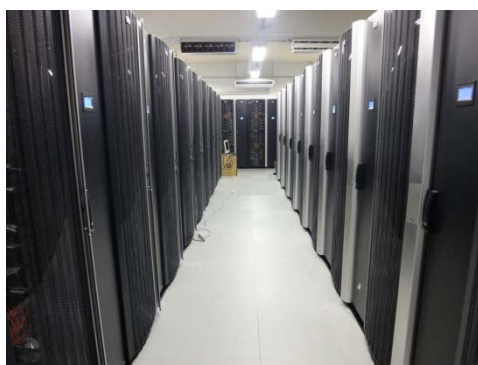


図 5 我が国初のペタスケールスパコン・世界 4 位の Tsubame2.0

られる。この 400 万 CPU 時間はマイクロソフト社が同種の研究で米国 NSF に提供された 500 万 CPU 時間に匹敵するものであり、かつ非公式には情報爆発の方が早期に成果を出している感触をマイクロソフト関係者から得ている次第である。

(3) A03 柱

図 6 は、(I) A03 柱のすべての計画班、公募班における 5 年間の研究成果、さらには(II) A01 柱計画研究班および情報通信研究機構 (NICT)、パナソニックとの共同研究成果を統合し、情報ネットワーク社会と人間とを結ぶ案内役として開発した「情報コンシェルジュ」の意義、構成を模式的に示したものである。

このシステムでは、①A01 柱および NICT で開発された技術を用いて WEB から検索・分析した情報を基に、②A03 柱のヒューマンコミュニケーション研究で得られた知見を基に言語・非言語的なユーザの振る舞いから興味や意図を推定し、③ユーザの指示を待つことなくシステムがプロアクティブに情報を提示し、④息の合った対話を通じて情報提供をする。

開発した情報コンシェルジュシステムは、2011 年 3 月の最終成果報告会において一般参加を対象にしたデモンストレーションを行うとともに、ヒューマンコミュニケーション研究の専門家である米国カリフォルニア大学サンタバーバラ校の Turk 教授を研究評価者として迎え、国際的な視点からの研究評価をして頂き、高い評価を得ることができた。

また、個々の要素研究についても、別紙記載のように文部科学大臣表彰受賞をはじめ、多くの論文賞、世界トップレベル学会での論文採択という多くの学術的研究成果が得られた。

情報コンシェルジュシステムは、本柱の研究目標として掲げた「複雑化した情報を解きほぐし、人間の興味や理解度を推測しつつ、状況に応じてプロアクティブな促しや確認、推薦、インタラクティブな質問応答を重ねることによって、情報の内容、意味を十分に理解してもらうことを目指したヒューマンコミュニケーションシステムの実現」を具体化したものであり、同システムの開発・デモによって本柱の目的が達せられたと言える。

さらに A03 柱で行ったヒューマンコミュニケーション研究は、2009 年度から開始された科学技術振興機構 (JST) の「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」研究領域の

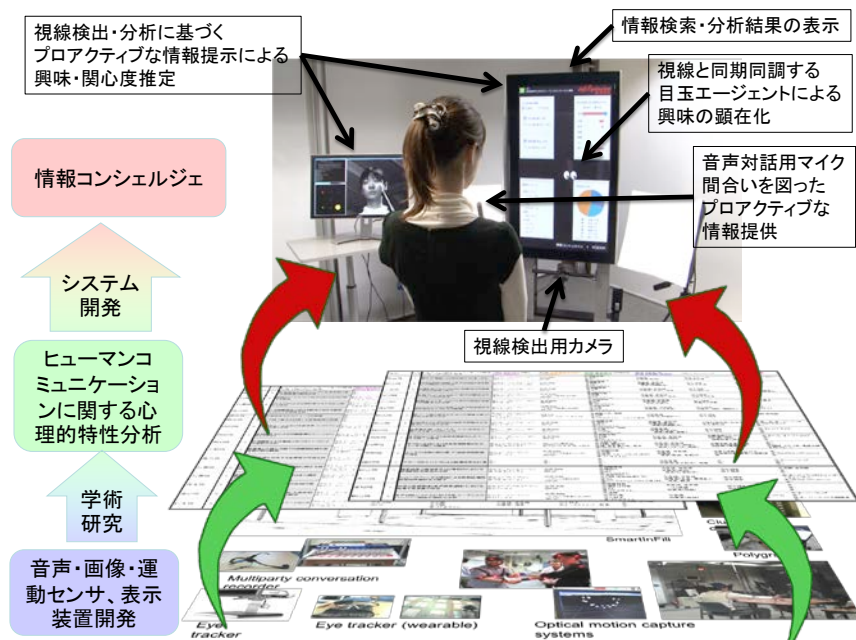
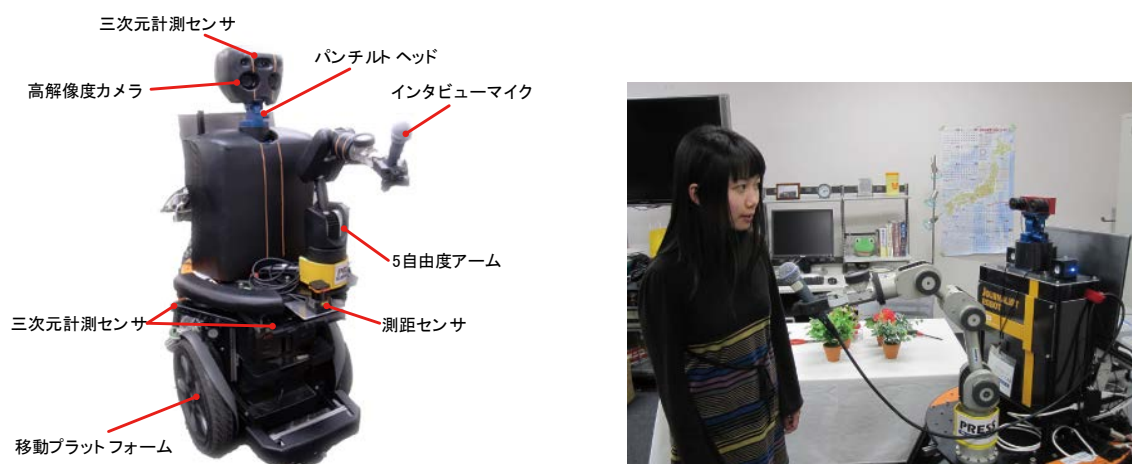


図 6 A03 柱の研究成果を総合化して開発した情報コンシェルジュ

CREST およびさきがけプロジェクト、2011 年度から設置された情報通信研究機構 (NICT) のユニバーサルコミュニケーション研究所における研究へと継承、発展することになったことも大きな成果であると言える。

一方、國吉計画研究班では、人間の振る舞いや周囲環境の様子を認識・理解しつつ、その情報をライフログやサイバースペース等から得られる膨大な知識情報と統合・解釈し、状況に即した対話や知的支援などを行う機能の構築に取り組んだ。

その要素機能である人間動作のセンシングや認識、画像中の事物の高速認識、記号と連続値にまたがる因果抽出手法などの成果で、デジタルコンテンツシンポジウム船井賞、データマイニング分野で世界最高峰の国際会議 SIGKDD での発表採択、日本ロボット学会論文賞、情報処理学会全国大会学生奨励賞、計測自動制御学会システムインテグレーション部門若手奨励賞、権威ある国際会議 ECCV2010 のコンペ世界 3 位等で高く評価された。最終的な統合システムは「ジャーナリストロボット」として実現した (図 7)。これは、日常環境中を自律的に動き回り、人々の興味を喚起する出来事を発見、認識、理解し、インタビューなども行って、ニュースブログのような分かり易い形にまとめて情報発信するという、従来にない新たな知的支援機能を世界で初めて提案し実現したものである。このシステムは、最終成果報告会でデモを行い、メディア報道を含め多くの関心を集めた。また、IEEE Robotics and Automation Society Japan Chapter Young Award 受賞や権威ある国際会議論文採択等で高く評価された。



(a) ジャーナリストロボットの構成

(b) 人間と対話取材する
ジャーナリストロボット

図 7 外界の観察、人間との対話を通じて情報収集を行い実世界情報を発信する
ジャーナリストロボット

(4) B01 柱

社会実験としてまた当領域の柱を超えた連携の成果として、センサーネットワークを用いた予防医療研究に焦点を当てて述べる。

本研究では、「情報薬」コンセプトに関する世界での初めての実証実験を行った。「情報大航海プロジェクト」と連携し (加速度センサーデータ収集方法、センサーデータのネットワ

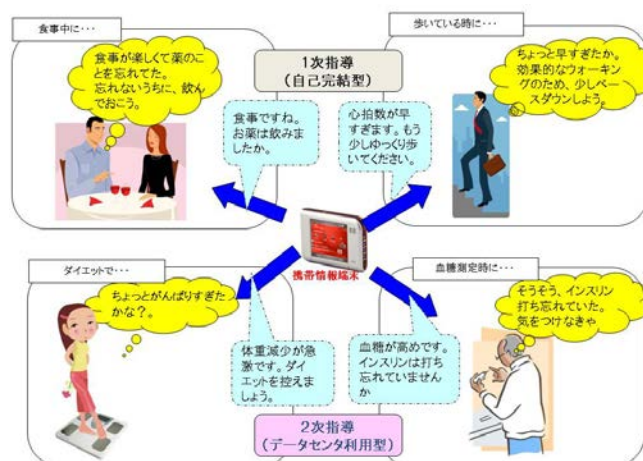


図 8 「情報薬」の実現イメージ

ーク送信方法、センサーデータの行動自動判別(機会学習)、医学的基礎データとの突き合わせによる医学的所見の形成などの基礎的な研究、小規模での実証実験は本研究で行い、情報大航海プロジェクトでは、本研究の成果を活用してより大規模にテストベッドを形成し、機材開発とその活用による、センサーネットワークを用いた予防医療の汎用化を行っている)、一定の結果を得ることができたことを特記したい。「情報薬」とは、札幌医科大学の辰巳治之氏が提唱した概念で「適正な情報をタイミングよく提供すると、情報は薬のようにヒトを健康にする」ことである(図8参照)。

実証実験では、3軸加速度センサーを活用した「行動識別センサー」を用いてリアルタイムにライフログをとりながら、各種のセンサーで患者の状況を把握し、時々個別状況に適合した「お勧め行動」を自動メールとして保健指導に用いる情報薬コンセプトの実現を目指した。また、センサー情報をネットワーク経由でデータセンターに自動転送し、異常値をリアルタイムに自動検知し、緊急対応可能とすると同時に通院時には聞き取りなしでも生活習慣状況を正確に把握できるようにした。

2008年度には、福岡、神戸、東京で高リスク健康モニタ(メタボリック症候群を想定)100人規模での実証実験を行った。脱落およびセンサー機器の不良等の例を除き、解析に十分な情報が取得できた例は83名で、そのうち75名(90.4%)で運動量が増加した(平均で9.6±18.9%増加)。行動識別センサー解析では「歩行」や「立つ」などの行動が増加し、「エレベータ」などの行動が減少していた。

この検証において2008年度から施行されている特定健診・保健指導制度における初回面談の個別の準備40分のうち、「生活習慣の振り返り」と「行動目標の設定」の2項目で5分ずつ削減できることが判明した。日本全体で約1400万人と推算される保健指導対象者に対して最大で毎年1.4億分間の削減が見込まれることになる。

2009年度には、福岡、大阪、熊本の医療機関10施設が研究に同意し、50名のモニタ患者の文書による同意を得た。解析に十分な情報が取得できた例は37名である。また、同じ医療機関から、対照群として診療データを使用するための同意を患者51名から得た。

図9に、2009年度実証実験の糖尿病診療における効果を示した。通院脱落率、ガイドライン準拠率、カルテへの合併症記載率、合併症発見のための検査率のいずれもが対照群よりも優れていた。

図10はセンサーの測定間隔が開いた場合に「そろそろセンサーを測定してはどうでしょう?」という推奨メッセージ(情報薬)を自動メール配信するシステムの実装前後でのセンサー測定間隔を示している。実装後(赤線)には、特に血圧計において測定時間が短くなっており、「情報薬」の効果が示唆される。

2010年度に、最も「情報薬」の効果が見えやすく、かつ社会貢献の大きい3次予防領域(重症化予防)の疾病管理に「情報薬」を導入するために、済生会熊本病院・心臓血管センターにおいて、心筋梗塞で入院したパス適用患者に対するデータ収集システムを構築した。入院期間中の患者のセンサー生体・環境情報、医師・看護師の介入情報、カルテ・パスから取得した患者の予後と比較分析することで、パスに記載されていない重要な患者生

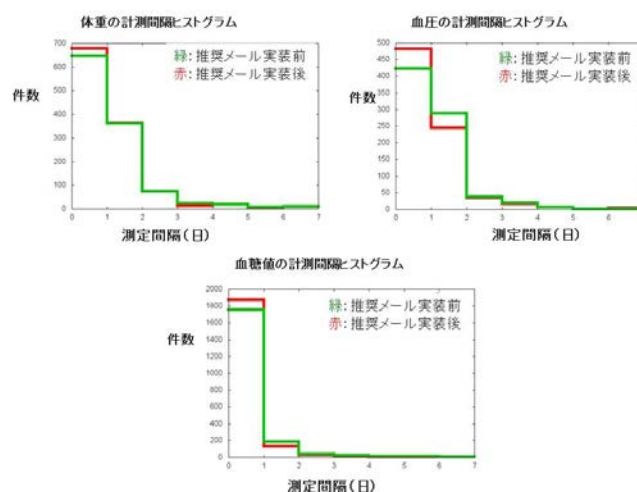


図9 2009年度実験の全体結果

体関連情報の発見とパスに記載されている患者生体関連情報の精緻化・効率化を目指している。

以上述べてきたように、本研究では、「情報薬」という新しい概念の現実世界への実装を初めて行い、収集した各種データの突合とそのマイニングによる評価を行うことを推進することにより部分技術のみならず全体サービスモデル像を示した。研究成果の一つである行動識別センサーを用いた保健指導サービスは、すでに企業組合健保の特定保健指導サービスに取り入れられ、指導効果を向上させて保険者の好評を得ている。今後は、「情報薬」が一般薬と同様に医療の現場に普及することが期待される。

本研究は、高齢化問題に対応を迫られている中国の行政官や研究者からセンサーネットワークを用いた予防医療に強い関心が寄せられ、中国から何度も講演依頼が寄せられている。また、経済産業省の推薦により、2009年度のAPEC会議（シンガポール）にて本研究の成果を基に「情報薬の可能性」について講演を行い、国際的にも多くの関心を寄せられている。

	介入群 (n=37)	対照群 (n=51)
通院脱落率	25.6 % 40通院 / 全156通院	35.8 % 73通院 / 全204通院
ガイドライン準拠率	70.1 % のべ98診察 2,109項目 / 全3,007項目中	54.4 % のべ100診察 1,836項目 / 全3,373項目中
カルテへの合併症記載率	100 % 98回 / 全98診察回中	44.0 % 44回 / 全100診察回中
合併症発見のための検査率	74.9 % 1,286項目 / 全1,718項目中	58.3 % 1,114項目 / 全1,718項目中

図 10 情報薬の直接効果の例

7 研究成果の取りまとめ状況

(1) 論文発表等

5年間で研究成果公表のまとめは下記の表1の通りである。雑誌論文および国際会議はすべて査読付きのものである。情報分野では、論文は査読付き雑誌論文による成果公開とともに、クオリティの高い国際会議での論文採録が高く評価されている。このような分野の特性を受け、研究成果の多くが国際会議での発表となっている。これらは査読有りで採択率も10%程度にまで厳しくなっているのが昨今の状況である。それ以外にソフトウェアの作成なども重要な成果と見なしている。

表1 研究成果の公表状況

	著書(分担含む)	雑誌論文	国際会議	招待講演	特許	報道	作成オープンソフトウェア	受賞
H18	18	189	334	149	11	54	21	65
H19	50	254	411	177	21	94	13	86
H20	39	212	371	143	14	130	15	69
H21	29	188	286	151	10	30	9	67
H22	46	198	308	136	13	39	6	75
合計	182	1041	1710	756	69	347	64	362

(2) 学術雑誌の特集号等

5年間でアウトリーチ的な発表や学術雑誌等での特集号は以下の通りである。

- ・現代用語の知識 「情報爆発」見開き解説
- ・学会誌（領域や研究内容の解説等）
 - 情報処理 2008年 8月号 情報爆発特集 15件
 - 2009年 2月号 GPU特集
 - 2009年 6月号 自動チューニングの特集
 - 人工知能学会 2006年 9月号 寄稿 1件
 - 2007年 3月号 情報爆発特集 5件
 - 電子情報通信学会 2011年 8月号 小特集「情報爆発」
 - 応用数理 2010年 9、12月号 特集 自動チューニング
- ・論文誌（学術論文）
 - New Generation Computing (Springer) Vol. 28、 No. 3 July、 2010 採録論文 5件
 - 電子情報通信学会 情報爆発特集
 - ISS 和文論文誌 Volume J93-D No. 6（発行日:2010/06/01）
 - 招待論文 3件、採録論文 22件（投稿41件）
 - ISS 英文論文誌 Volume E93-D No. 6（Publication Date:2010/06/01）
 - 招待論文 3件、採録論文 13件（投稿42件）
 - 情報処理学会 論文誌 情報爆発特集
 - 投稿 97件、2011年6月現在、編集中。2012年1月発行予定

(3) 文部科学省への報告

特定領域全体の所定の成果報告書（冊子体）は、全体でおよそ1000ページとなり、平成23年6月に文部科学省に提出した。この中に、全体の活動についての報告に加え、すべての研究班の様式C-19の報告書および全体で278ページにわたる成果リスト（表1のすべての情報）をまとめている。

8 研究成果の公表の状況

(1) 主な論文等の一覧

領域全体での論文等の公表状況は表1の通りで、査読付き雑誌論文総数 1041 件、また情報分野ではランクの高い国際会議論文での発表が研究成果の重要な柱となっているが、これを含む査読付き国際会議論文の総数が 1710 件となっている。以下には、その中から特筆すべきもののみを挙げ、選定した理由も付した。なお、引用回数は GoogleScholar および Web of Science(2011 年 6 月)による。

A01 柱

1. Danushka Bollegala, Yutaka Matsuo, and *Mitsuru Ishizuka. "Automatic Discovery of Personal Name Aliases from the Web", IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering (TKDE), Vol.23, No.6, pp. 831-844, 2011. 06. (Impact Factor は 2. 285, 5-Year Impact Factor は 3.691)
2. Tatsuya Akutsu, Daiji Fukagawa, *Atsuhiko Takasu, Takeyuki Tamura. "Exact Algorithms for Computing Tree Edit Distance between Unordered Trees", Theoretical Computer Science, Vol.412, pp. 352 - 364, 2011. 02. (impact Factor: 0.943, Impact Factor は中程度であるが、理論計算機科学の主要な国際学術論文誌、被引用回数 Google Scholar 1 回)
3. Hiram Calvo, *Kentaro Inui and Yuji Matsumoto. "Co-related Verb Argument Selectional Preferences", In Proceedings of the 12th International Conference on Intelligent Text Processing and Computational Linguistics (CICLing), pp.133-143, 2011. (Best Paper Award (First Place))
4. Y. Shirasaki, M. Tanaka, * M. Ohishi, Y. Mizumoto, N. Yasuda, and T. Takata. "Early Science Result from the Japanese Virtual Observatory: AGN and Galaxy Clustering at $z = 0.3$ to 3.0 ", Publ. Astron. Soc. Japan 63, pp. S469-S491, 2011. (すばる望遠鏡による卓越した研究成果論文を集めた日本天文学会欧文報告誌特集号、被引用回数 Google Scholar 2 回)
5. Makoto Yui, *Jun Miyazaki, Shunsuke Uemura, Hayato Yamana. "A Non-blocking Buffer Management based on the Generalized CLOCK", Proc. of IEEE 26th International Conference on Data Engineering (ICDE 2010), pp.745-756, Long Beach, USA, 2010.03.04. (データベース分野のトップ会議)
6. Jong-Hoon Oh, Kiyotaka Uchimoto and *Kentaro Torisawa. "Bilingual Co-Training for Monolingual Hyponymy-Relation Acquisition", In Proceedings of the Joint conference of the 47th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 4th International Joint Conference on Natural Language Processing of the Asian Federation of Natural Language Processing (ACL-IJCNLP 2009) , pp.432-440, Singapore, August 2009. (言語処理分野最高の国際会議、被引用回数 Google Scholar 4 回)
7. Ryohei Sasano, Daisuke Kawahara and *Sadao Kurohashi. "The Effect of Corpus Size on Case Frame Acquisition for Discourse Analysis", In Proceedings of North American Chapter of the Association for Computational Linguistics - Human Language Technologies (NAACL-HLT2009), pp. 521-529,

- Boulder, Colorado, 2009.06.03. (採択率 20%台の分野 top conference、被引用回数 Google Scholar 5 回)
8. Neila Ben Lakhal, Takashi Kobayashi, *Haruo Yokota. "FENECIA: failure endurable nested-transaction based execution of compositeWeb services with incorporated state analysis", The VLDB Journal, Vol.18, No.1, pp.1-56, 2009. (Impact Factor 4.517, 5-Year IF 6.987, 被引用回数 Google Scholar 9 回)
 9. *Yoshiharu Ishikawa, Yuichi Iijima, and Jeffrey Xu Yu. "Spatial Range Querying for Gaussian-Based Imprecise Query Objects", Proceedings of the International Conference on Data Engineering (ICDE 2009), pp.676-687, Shanghai, China, March-April 2009, IEEE Computer Society Press. (データベース分野のトップ会議、被引用回数 Google Scholar 9 回)
 10. *Takeaki Uno, "An efficient algorithm for finding similar short substrings from large scale string data," Proceedings of the 12th Pacific-Asia conference on Advances in knowledge discovery and data mining, (PAKDD'08, Osaka, Japan), Springer-Verlag, LNAI 5012, 345-356, 2008. (the Best Paper Runner-up Award を受賞、被引用回数 Google Scholar 2 回)
 11. M. Song and *H. Kitagawa. "Managing Frequent Updates in R-trees for Updateintensive Applications", IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol.21, No.11, pp.1573-1589, 2009. (Impact Factor は 2.285、5-Year Impact Factor は 3.691 、被引用回数 Google Scholar 1 回)
 12. *Atsushi Fujii. "Modeling Anchor Text and Classifying Queries to Enhance Web Document Retrieval", Proceedings of the 17th International World Wide Web Conference, pp. 337-346, Apr 2008. (ウェブ研究のトップ国際会議、被引用回数 Google Scholar 20 回)
 13. Alexandre Termier, Marie-Christine Rousset, Miche`le Sebag, Kouzou Ohara, *Takashi Washio and Hiroshi Motoda. "DRYADEPARENT, An Efficient and Closed Attribute Tree Mining Algorithm", IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol.20, N.2, pp.1-22, 2008. (Impact Factor 3.6 計算機科学系のトップジャーナル、被引用回数 Google Scholar 17 回、Web of Science 5 回)
 14. Kazuya MURAO, *Tsutomu TERADA, Yoshinari TAKEGAWA, and Shojiro NISHIO. "A Context-Aware System that Changes Sensor Combinations Considering Energy Consumption", Proc. of 6th International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2008), pp.197-212, May 2008. (採択競争率 10 倍の難関ユビキタスコンピューティング国際会議、被引用回数 Google Scholar 10 回)
 15. Yusuke Yanbe, Adam Jatowt, Satoshi Nakamura, *Katsumi Tanaka. "Can Social Bookmarking Enhance Search in the Web?", Proc. of the 7th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries (JCDL2007), pp. 107-116, 2007. (Nominated for Vannevar Bush Best Paper Award、被引用回数 Google

Scholar 107 回)

16. Masashi Toyoda and *Masaru Kitsuregawa. "What's Really New on the Web? Identifying New Pages from a Series of Unstable Web Snapshots", Prog. Of the 15th WWW (WWW2006), pp. 233-241, 2006. (ウェブ研究のトップ国際会議、被引用回数 Google Scholar 22 回)

A02 柱

17. *Shigeru Chiba, Atsushi Igarashi, Salikh Zakirov, "Mostly modular compilation of crosscutting concerns by contextual predicate dispatch", ACM OOPSLA 2010, pp. 539-554, 2010. (採択率 : 27%、被引用回数 Google Scholar 2 回)
18. Hiromasa Shimada, Alexandre Courbot, Yuki Kinebuchi,* Tatsuo Nakajima. "A Lightweight Monitoring Service for Multi-core Embedded Systems," Object-Oriented Real-Time Distributed Computing, 13th IEEE International Symposium on Object/Component/ Service-Oriented Real-Time Distributed Computing, pp. 202-209, 2010. (採択率 : 30%以下、その中優秀論文の一つ、被引用回数 Google Scholar 4 回)
19. *Osamu Tatebe, Kohei Hiraga, Noriyuki Soda. "Gfarm Grid File System", New Generation Computing, Ohmsha, Ltd. and Springer, Vol. 28, No. 3, pp. 257-275, DOI: 10. 1007/s00354-009-0089-5, 2010. (GFarm のソフトウェアダウンロード 5700 件、他の大型プロジェクトでも採用、被引用回数 Google Scholar 3 回)
20. Nan Dun, *Kenjiro Taura, Akinori Yonezawa. "ParaTrac: a fine-grained profiler for data-intensive workflows," In Proceedings of HPDC'2010. pp. 37-48. (採択率 25%、被引用回数 Google Scholar 1 回)
21. Ken Hironaka, Hideo Saito, *Kenjiro Taura. "High Performance Wide-area Overlay using Deadlock-free Routing," At 2009 International ACM Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC2009). pp. 81-90, June 2009. (採択率 19%、被引用回数 Google Scholar 3 回)
22. Hitoshi Sato, *Satoshi Matsuoka, Toshio Endo. "File Clustering Based Replication Algorithm in a Grid Environment", 2009 9th IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid, pp. 204-211, 2009. (採択率 21%、57accepted/271submissions、被引用回数 Google Scholar 1 回)
23. Yuko Kamiya, Toshihiko Shimokawa, and *Norihiko Yoshida. "Scalable Server System Based on Virtual Machine Duplication in Wide Area", Proceedings of ACM 3rd International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, pp. 432-436, Suwon, Korea 2009. (招待論文、被引用回数 Google Scholar 2 回)
24. N. Maruyama, *S. Matsuoka, "Model-Based Fault Localization in Large-Scale Computing Systems", 22nd IEEE Int'l Parallel and Distributed Processing

- Symp. (IPDPS'08), the IEEE Press pp.1-12, Apr 2008. (採択率:26%(105accepted/410submissions)、被引用回数 Google Scholar 5回)
25. Yoshihisa Abe, Hiroshi Yamada, *Kenji Kono, "Enforcing Appropriate Process Execution for Exploiting Idle Resources from Outside Operating Systems", ACM European Conference on Computer Systems (EuroSys), pp. 27-40, 2008. (採択率 : 18%、被引用回数 Google Scholar 2回)
 26. Fahim Kawsar, *Tatsuo Nakajima, Kaori Fujinami, "Deploy spontaneously: supporting end-users in building and enhancing a smart home", ACM 10th International Conference on Ubiquitous Computing, pp. 282-291, 2008. (採択率 : 12%、被引用回数 Google Scholar 23回)
 27. H. Nishimura, N. Maruyama, *S. Matsuoka, "Virtual Clusters on the Fly--Fast, Scalable, and Flexible Installation", The 7th IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGrid2007), pp. 549-556, May 2007. (採択率:33%(72accepted / 218submissions)、被引用回数 Google Scholar 46回)
 28. Tatsuya Shirai, Hideo Saito and *Kenjiro Taura, "A Fast Topology Inference --- A building block for network-aware parallel processing. ", In Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC 2007), pp. 11-21, Monterey, June 2007. (採択率 20%、被引用回数 Google Scholar 13回)
 29. Alexander V. Mirgorodskiy, *Naoya Maruyama, Barton P. Miller, Problem Diagnosis in Large-Scale Computing Environments, the 2006 ACM/IEEE conference on Supercomputing (SC'06), 2006. (採択率:23%(54accepted / 239submissions) 、被引用回数 Google Scholar 41回)
 30. Chenyu Pan, Merdan Atajanov, Mohammad Belayet Hossain, Toshihiko Shimokawa, and *Norihiko Yoshida, "FCAN: Flash Crowds Alleviation Network", Proceedings of ACM 21st Annual Symposium on Applied Computing, pp. 759-765, Dijon, France (2006) (採択率:32%、被引用回数 Google Scholar 2回)

A03 柱

31. Tatsuya Harada, Hideki Nakayama, *Yasuo Kuniyoshi, "Improving Local Descriptors by Embedding Global and Local Spatial Information, European Conference on Computer Vision (ECCV 2010), pp736~749, 2010. (採択率 27.7%. コンピュータビジョンのトップカンファレンス、被引用回数 Google Scholar 1回)
32. Hideki Nakayama, Tatsuya Harada, *Yasuo Kuniyoshi, "Global Gaussian Approach for Scene Categorization Using Information Geometry", The Twenty-Third IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR2010), 2010. (採択率 26.8%. パターン認識とコンピュータビジョンのトップカンファレンス) 、被引用回数 Google Scholar 4回)

33. *M. Morita, S. Morokami, H. Morita, "Attribute pair-based visual recognition and memory", PLoS ONE, Vol. 5(3), e9571, 2010. (Impact Factor : 4.351) 、被引用回数 Google Scholar 1 回)
34. Takumsa Otsuka, Takeshi Mizumoto, Kazuhiro Nakadai, Toru Takahashi, Kazunori Komatani, Tetsuya Ogata, *Hiroshi G. Okuno, "Music-ensemble robot that is capable of playing the theremin while listening to the accompanied music", Trends in Applied Intelligent Systems (IEA/AIE-2010), LNAI 6096, 102-112, Springer, 2010. (IEA/AIE-2010 Best Paper Award、被引用回数 Google Scholar 4 回)
35. *Nakano, Y. I. and Ishii, R. , "Estimating User's Engagement from Eye-gaze Behaviors in Human-Agent Conversations", 2010 International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI2010), pp. 139-148, Hong Kong, 2010. (採録率 : 25%、被引用回数 Google Scholar 6 回)
36. Takashi Shibuya, Tatsuya Harada, *Yasuo Kuniyoshi, "Causality Quantification and Its Applications: Structuring and Modeling of Multivariate Time Series", The 15th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pp. 787-795, 2009. (採択率 18.7%. データマイニングと機械学習のトップカンファレンス 、被引用回数 Google Scholar 4 回)
37. *Miyake, Y. "Interpersonal synchronization of body motion and the Walk-Mate walking support robot", IEEE Transactions on Robotics, vol. 25, no. 3, pp. 638-644, 2009. (トップレベルジャーナル、被引用回数 Google Scholar 5 回, Web of Science 1 回)
38. *T. Kawahara. "New perspectives on spoken language understanding: Does machine need to fully understand speech?", In Proc. IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding, pp. 46-50, 2009.12. イタリア メラノ. (招待講演)(被引用回数 Google Scholar 2 回)
39. *Kazunori Komatani, Alexander I. Rudnicky. "Predicting Barge-in Utterance Errors by using Implicitly-Supervised ASR Accuracy and Barge-in Rate per User", Proc. ACL-IJCNLP 09, Short Papers, pp. 89-92, Aug 2009. (自然言語処理の最難関会議 (ACL)、採択率 25%、被引用回数 Google Scholar 2 回)
40. Zhiwen Yu, Zhiyong Yu, Y. Ko, X. Zhou and *Y. Nakamura. "Inferring Human Interactions in Meetings: A Multimodal Approach", Ubiquitous Intelligence and Computing (UIC2009), pp. 14-24, 2009. (Best Paper Award、被引用回数 Google Scholar 2 回)
41. Yasser Mohammad and *Toyoaki Nishida. "Measuring Naturalness During Close Encounters Using Physiological Signal Processing", Proc. the 22nd International Conference on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems (IEA/AIE-2009), pp.281-290, 2009. (Best Paper Award 、被引用回数 Google Scholar 1 回)
42. H. Kawashima, T. Nishikawa, and *T. Matsuyama. "Visual Filler: Facilitating

- Smooth Turn-Taking in Video Conferencing with Transmission Delay", CHI2008, pp. 3585-3590, 2008. (文部科学大臣表彰対象論文、ヒューマンインタフェースのトップコンフェレンス、被引用回数 Google Scholar 1回)
43. Yasser F. O. Mohammad and* Toyoaki Nishida, "A Cross-Platform Robotic Architecture for Autonomous Interactive Robots", Proc. the 21st International Conference on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems (IEA/AIE 2008), pp.108-118, 2008. (Best Regular Paper Award、被引用回数 Google Scholar 4回)
 44. N. Wagatsuma, R. Shimizu and *K. Sakai. "Spatial Attention in Early Vision for the Perception of Border Ownership", Journal of Vision, Vol. 8, No. 7, 22, pp. 1-19, 2008. ((5yr I.F. =3.6) 、被引用回数 Google Scholar 2回)
 45. *Hiroshi Ishiguro and Shuichi Nishio. "Building artificial humans to understand humans", Journal of Artificial Organs, vol.10, No. 3, pp. 133-142, 2007. (Impact factor 1.532、被引用回数 Google Scholar 18回)
 46. Misu and *T. Kawahara. "Speech-based interactive information guidance system using question-answering technique", In Proc. IEEE-ICASSP, Vol. 4, pp. 145-148, 2007.04. 米国ホノルル. (Best Student Paper Finalist、被引用回数 Google Scholar 12回)
 47. T. Matsuyama. "Characteristics of Dynamic Structure of Human Verbal and Nonverbal Communication", Globecom, 2006. 11. 30 (招待講演). (情報通信の世界トップ会議)
 48. H. Kawashima, K. Tsutsumi and *T. Matsuyama. "Modeling Timing Structure in Multimedia Signals", The 4th International Conference on Articulated Motion and Deformable Objects (LNCS 4069), pp. 453-463, 2006. (文部科学大臣表彰対象論文)
- B01 柱
49. *Hideyuki Tanaka, Kunihiko Nakano. "Public Participation or Social Grooming : A Quantitative Content Analysis of a Local Social Network Site", International Journal of Cyber Society and Education, 3(2), pp.133-154, 2011. (日本におけるソーシャルネットワークと地域活性化の関係をエビデンスに基づいて明らかにした重要論文)
 50. Tsuyoshi Hirakawa, Yuichi Hattori, Yuto Nakamura, *Sozo Inoue, "Activity Information Sharing System with Video and Acceleration Data", Proc. Int'l Conf. Pervasive and Embedded Computing and Communication Systems, March 5, 2011, Algarve, Portugal. (行動分析データの社会的応用に関する重要な実証研究)
 51. Yuichi Hattori, Sozo Inoue, Go Hirakawa, *Osamu Sudoh, "Gathering Large Scale Human Activity Information Using Mobile Sensor Devices", Proc. International Workshop on Network Traffic Control, Analysis and Applications (NTCAA-2010), pp.708-713, 2010. (世界最大規模のセンサー行動

データ分析に関する研究発表)

52. *Osamu Sudoh and Yumiko Kinoshita, "Transformative and Innovative e-Government for the Next Generation : Linkages of Back Offices for One-stop Portal", Marijn Janssen, Winfried Lamersdorf, Jan Pries-Heje and Michael Rosemann, eds., E-Government, E-Services and Global Processes, Springer-Verlag, pp.111-124, 2010. (IFIP World Computer Congress 2010 で研究発表し、日本人で唯一収録された。政府クラウド間データ連携に関する論文)
53. Yasunobu Nohara, *Sozo Inoue, "A Secure and Scalable Identification for Hash-based RFID Systems Using Updatable Pre-computation", Proc. 3rd ACM Conf. Wireless Network Security(Wisec'10), pp.65-74, March 1, 2010, NJ, USA. (採択率 9%、被引用回数 Google Scholar 4 回)
54. Naoki Nakashima, *S Inoue, H Tsuruta, O Sudo, K Kobayashi, T Inoguchi, "Info-Medicine Concept, Information can be a medicine if it is provided in a timely and appropriate manner, "Proc. of the 12nd China-Japan-Korea Medical Informatics Conference, pp.22-25, 2009. (中国、日本、韓国の医療情報学に関する重要国際会議におけるセンサーネットワーク生活習慣病予防医療に関する研究発表)
55. *Reiko Gotoh, "Critical Factors Increasing User Satisfaction with e-Government Services", Electronic Government, 6(3), pp.252-264, 2009. (電子政府に関する権威ある国際シンポジウムでの発表論文、この成果が日本政府の電子政府政策に取り入れられている)
56. *Osamu Sudoh, "The Next Generation e-Service by Public Sector and The Quality of Network, NICT and European Commission org. ", 2nd Japan-EU Symposium on the Next Generation Network and Future Internet, Tokyo, 2009.10.14. (Future Internet に関する重要な国際シンポジウムでの招待講演)
57. *Osamu Sudoh, Sozo Inoue, Naoki Nakashima, "eService Innovation and Sensor Based Healthcare", In: Oya M, Uda R, Yasunobu C eds., Towards Sustainable Society on Ubiquitous Networks, Springer, pp.1-14, 2008. (コンピュータサイエンスの社会的応用に関する権威ある国際シンポジウムでの研究発表論文)
58. *Osamu Sudoh, "Japanese Project on Next Generation e-Government and Security, The Engineering Academy of Japan and The Royal Academy of Engineering org. ", UK-Japan Symposium : Privacy and Security in the Information Society, British Embassy Tokyo New Hall, 2008.11.11. (学術と政府の連携の在り方を検討した日英共催重要セミナーでの招待講演)
59. *Osamu Sudoh, Sozo Inoue, Naoki Nakashima, "eService Innovation and Sensor Based Healthcare", The 8th IFIP Conference on e-Business, e-Services, and e-Society, I3E 2008, National Center of Sciences, Tokyo, Japan, 2008.9.24. (高度情報通信技術の社会的活用に関する権威ある国際シンポジウムでの招待講演)

60. *Osamu Sudoh, "Community Governance and Sensor Network in The Era of Info-Explosion", Tongji University org., International Symposium on Urban Governance and Community Development, Tongji University in Shanghai, 2007.5.24.(アメリカ、カナダ、ヨーロッパ諸国の研究者が参加した大規模なコミュニティガバナンスに関する国際シンポジウムでの招待講演、ITを用いた予防医療の在り方に関して高い評価を得て、この発表が評価されて高齢化問題と予防医療に関して上海政府から意見を求められた)

(2) ホームページ

領域事務局を担当する国立情報学研究所のサーバ上に、参加研究者の間の情報交換と共有のためのWWW環境を構築し整備している。広報サイトURL、

<http://www.infoplosion.nii.ac.jp/info-plosion/>

には、成果報告書、論文リスト、講演会等のイベントや発表で使用したスライドなど、領域の活動に必要な情報や研究成果などをすべてオンラインで公開している。このサイトへのアクセスは、開設当初の2006年は年間アクセス数259,136件、訪問者総数63,349人であったものが、2010年にはそれぞれ332,570件、94,777人となっている。また、過去研究会に参加した領域外の研究者や一般の方々には了解を得てメールアドレスを入手している。研究期間中にその総数は1,584人に達し、報告会の開催案内等をこれらの方々に行ってきた。

(3) 公開発表

毎年度末には、領域全体の成果報告会を公開で実施してきた。これは一般公開であり、企業等からの参加も多い。参加者は、それぞれH18年度453人、H19年度596人、H20年度574人、H21年度未把握(情報処理学会全国大会の中のイベントとして実施したため、計数できなかった。全国大会参加者は延べ7150人)、H22年度683人である(なお、H22年度の報告会の最終日は東日本大震災のため急遽閉会とした)。

成果報告会では、年度の成果の論文などを集録したCDおよび一般研究者向けの研究広報用冊子を配布した。

(4) 「国民との科学・技術対話」について

平成23年3月に開催した成果報告会では参加者にアンケート調査を実施した。最終日が東日本大震災に当たり混乱の中に報告会を中断、散会としたため、回収が不十分で78件の調査票を回収したのみである。

この内容を分析すると、次のようになる。大学や企業の研究者が70%近くで、年齢は30代、40代、50代がそれぞれほぼ同数で、これらを合わせると全体の70%程度を占める。20代は少ない。また女性は10%程である。最新の研究動向が分かったなど、おおむね好評で発表内容も分かり易かったという評価が得られた。自由記入のコメントには、個別研究の発表時間が短いなどの他は、おおむね好意的なものが多かった。1600人ものメールアドレスを確保し広報に努めた。一般に学会への企業参加は少ないが、本特定では大変多くの参加を得ることが出来た。

9 研究組織と各研究項目の連携状況

(1) 各研究項目の連携状況

本領域は4つの研究項目(柱)の上に総括班・支援班を配置し、各柱の計画研究と公募研究の研究状況を把握し、柱間の連携および柱内での研究班間の連携等を調整すると共に、総括班内に評価・助言委員会を設置し、その評価を研究推進に反映してきた。おおむね年度当初の6月頃に領域全体会議を開催し、全研究班が参集し研究計画の紹介を行った。また、毎年1月ないし3月に成果報告会を開催し、研究進捗と成果の報告と評価・助言委員からのコメントをフィードバックする場とした。さらに各柱とも頻繁に研究会を開催し、研究の方向性等を調整している。このようにして柱内での研究の方向性を絞り込むと共に、支援班活動を強力に進めて連携の実を挙げることに腐心している。また、国際研究集会の開催や学会誌特集号企画などのイベントを通じて領域内の交流の強化を図っている。実施したイベントは領域のホームページで一覧することができる。

5年間に三回の公募を行い、研究組織や公募の入れ替えの件数等は下記の表に示す。平成18年度公募(研究期間1年)の総数は307件、19年度(研究期間2年)の総数は更に増えて354件にも及び、採択率は極めて低い。また、初年度の62件の採択課題の内、38%の24件が非継続となるという大変厳しい審査過程となった。幸い、応募件数増大により経費総額を増やしていただけたため、平成19年度の採択数は増えた。また、既存の計画研究経費を減額することにより、A01柱の計画研究を平成19年度より一件追加で発足させた。しかしながら、平成21年度(研究期間2年)の3回目の公募では研究費配分額が大幅に減額されたため、審査は大変厳しいものとなり、総数が51件に減少するとともに非継続も多数に及ぶ結果となった。

表2 計画研究、公募研究の申請・採択状況

		A01	A02	A03	B01	合計
平成17年度	総括班のみ	0	0	0	0	1
平成18年度	計画班数	4	4	3	1	12
	採択公募班数	24	16	16	6	62
	公募研究応募数	127	64	87	29	307
平成19、20年度	計画班数	5	4	3	1	13
	採択公募班数	32	15	18	9	74
	公募研究応募数	155	67	90	42	354
	(非継続公募数)	8	7	6	3	24
平成21、22年度	計画班数	5	4	3	1	13
	採択公募班数	26	9	11	5	51
	公募研究応募数	138	47	62	30	277
	(非継続公募数)	7	10	7	5	29

本領域の研究項目内外の連携が、支援班の作る共創プラットフォームにより大いに進んだ。この資源を融合して活用させることが、4つの柱に渡る研究の連携を大きく促進する触媒となることを狙った。この共創プラットフォームは公募班の研究者にとっても大きな魅力となり、当該資源を活用したトップレベルの研究成果が生まれつつある。

まず、A02柱は、大規模な分散ソフトウェアの開発とその実証を可能とする「情報研究者のための大規模ソフトウェア開発基盤」InTriggerを開発し、全国17拠点に分散する大規模な研究プラットフォームとして整備し、既設の拠点でもハードウェア増強やソフトウェアツール群の拡充でさらに常用性を高めた。A01で実現した開放型検索エンジン

TSUBAKI のための言語解析、A03 柱のセンサールーム IMADE が作りだす実世界インタラクションの分析など、様々な計算処理の基盤となり、多くの成果をあげる源にもなってきた。A01 では、この基盤の上で 1 億ページにもおよぶウェブ巨大データ空間を構築し、A01 柱の必要とする自然言語解析、グラフ解析、統計的情報検索手法など分野横断的なツール群を用意し様々な索引技術や言語処理成果を共有した。また、A02 の成果のソフトウェアを活用し、A01 の大規模 Web 解析処理をこの分散環境の上で実行している。さらに、A01 柱の計画研究（研究代表者 黒橋禎夫）において WEB から収集・分析した情報をベースに A03 柱言語・非言語インタラクション機能を備えた情報コンシェルジュシステムを開発し、この成果は外国人評価者として招いた米国カリフォルニア大学 Turk 教授から、新たなヒューマン-マシンインタラクションのモデルとして高い評価を受けた。さらに、A03 柱において人間とのインタラクション情報を採取蓄積し、大量のコーパスを構築した。

支援班で実現された InTrigger、TSUBAKI および IMADE は領域内の共有資源として盛んに活用され研究項目間および研究班の連携の源とすることができた。さらに、B01 柱でも、InTrigger や A01 柱のデータマイニング技術等、他柱からの協力と資源を得ながら、実証実験を行ってきた。

(2) 平成 22 年度 研究組織、研究課題、研究代表者および研究分担者 (研究代表者には * を付している)

総括班 情報爆発時代に向けた新しい IT 基盤技術の研究

代表者 *喜連川 優(東京大学)

分担者 安達 淳(国立情報学研究所)

支援班 情報爆発に対応する新 IT 基盤研究支援プラットフォームの構築

代表者 *安達 淳(国立情報学研究所)

分担者 田中 克己(京都大学)、黒橋 禎夫(京都大学)、原 隆浩(大阪大学)、西田 豊明(京都大学)、須藤 修(東京大学)、唐津 登志夫(法政大学)、田浦 健次朗(東京大学)、松原 仁(公立はこだて未来大学)、棟朝 雅晴(北海道大学)、建部 修見(筑波大学)、松岡 聡(東京工業大学)、國吉 康夫(東京大学)

計画研究および公募研究

A01: 情報爆発時代における情報管理・融合・活用基盤

A01-00-01 計画研究「情報爆発時代におけるサイバー空間情報定量評価基盤の構築」*喜連川 優(東京大学)、小口 正人(お茶の水女子大学)

A01-00-02 計画研究「情報爆発に対応するコンテンツ融合と操作環境融合に関する研究」*田中 克己(京都大学)、小山 聡(京都大学)、中村 聡史(京都大学)、Somchai CHATVICHICHAI(長崎県立大学)

A01-00-03 計画研究「ユビキタスネットワークコンテンツに対する管理・統合基盤に関する研究」*下條 真司(独立行政法人情報通信研究機構)、野崎 一徳(大阪大学)、村田 正幸(大阪大学)、伊達 進(大阪大学)、加藤 精一(兵庫医療大学)、神崎 映光(大阪大学)、秋山 豊和(京都産業大学)、若宮 直紀(大阪大学)、原 隆浩(大阪大学)、岡村 真吾(奈良工業高等専門学校)、寺西 裕一(大阪大学)、谷口 義明(大阪大学)

A01-00-04 計画研究「情報爆発時代の情報検索基盤技術」*安達 淳(国立情報学研究所)、大山 敬三(国立情報学研究所)

A01-00-05 計画研究「構造的言語処理による情報検索基盤技術の構築」*黒橋 禎夫(京都大学)、柴田 知秀(京都大学)

A01-01 公募研究「情報ネットワークにおける大規模知識処理のための超高速アルゴリズムの研究」*Thomas ZEUGMANN(北海道大学)

A01-03 公募研究「能動的リソースマイニングに基づく異種情報統合基盤の研究」*北川 博之(筑波大学)

A01-04 公募研究「WWWのオンラインマニュアル化による知識検索」*藤井 敦(東京工業大学)

A01-05 公募研究「Web 上のテキスト情報の信頼性と有益性の評価システムに関する研究」*中川 裕志(東京大学)

A01-06 公募研究「自然言語テキスト意味概念の共通的記述による Web 意味計算基盤」*石塚 満(東京

大学)

A01-08 公募研究「大量非構造データ間の概念構造を考慮した論理的検索ビューに関する研究」*横田 治夫(東京工業大学)

A01-11 公募研究「実世界シナリオに基づく大量映像の自動再編纂」*井手 一郎(名古屋大学)

A01-14 公募研究「地球科学データの高度利用と流通のための基盤開発」*堀之内 武(北海道大学)

A01-15 公募研究「都市空間上での大規模モバイルワイヤレスネットワークにおける効率的な情報共有方式」*東野 輝夫(大阪大学)

A01-17 公募研究「高次元観測データからの大規模対象状態に関する未来予測と管理戦略策定手法の開発」*鷲尾 隆(大阪大学)

A01-19 公募研究「新世代型データベースのための基盤技術開発」*竹田 正幸(九州大学)

A01-21 公募研究「メタデータの創造的流通に関する研究」*武田 英明(国立情報学研究所)

A01-23 公募研究「最新情報技術を活用した超大規模天文データ検索解析機構の研究開発」*大石 雅寿(国立天文台)

A01-24 公募研究「偏在性に着目したユビキタスコンテンツ利活用技術の研究開発」*木俣 豊(独立行政法人情報通信研究機構)

A01-26 公募研究「大量の写真・映像群を用いた都市空間の記録と再生に関する研究」*廣瀬 通孝(東京大学)

A01-27 公募研究「人と車の安全・安心のための自律型画像センサーネットワークの開発」*上條 俊介(東京大学)

A01-28 公募研究「類義語検索とタグ付き自然言語検索を組み合わせた意外で価値ある情報の発見支援」*鳥澤 健太郎(独立行政法人情報通信研究機構)

A01-29 公募研究「センサ環境における能動的な情報統合のための時空間データベース技術に関する研究」*石川 佳治(名古屋大学)

A01-30 公募研究「情報爆発時代における位置依存情報の作成・編集・利用基盤」*河口 信夫(名古屋大学)

A01-31 公募研究「状況認識技術を活用した常時利用可能な情報フィルタリング・提示機構の確立」*寺田 努(神戸大学)

A01-33 公募研究「経験マイニング技術の高度化と実用化」*乾 健太郎(東北大学)

A01-34 公募研究「情報爆発時代の構造化文書の超高精度検索とその実現」*宮崎 純(奈良先端科学技術大学院大学)

A01-36 公募研究「ストーリー性を有するマルチメディア感性検索・自動配信システム国際的実利用環境構築」*清木 康(慶應義塾大学)

A01-38 公募研究「利用者と状況に適応して探索・学習を支援する情報アクセス技術」*神門 典子(国立情報学研究所)

A01-39 公募研究「コミュニティ型コンテンツのコンテンツホール検索に関する研究」*灘本 明代(甲南大学)

A01-41 公募研究「集合知の体系化による知の創出支援基盤技術の開発」*吉川 正俊(京都大学)

A02：情報爆発時代における安全・安心 IT システム基盤

A02-00-01 計画研究「情報爆発に対応する高度にスケーラブルなソフトウェア構成基盤」*近山 隆(東京大学)、上田 和紀(早稲田大学)、湯浅 太一(京都大学)

A02-00-02 計画研究「情報爆発に対応する高度にスケーラブルでセキュアなソフトウェア構成・更新方式」*柴山 悦哉(東京大学)、千葉 滋(東京工業大学)、河野 健二(慶應義塾大学)、渡部 卓雄(東京工業大学)

A02-00-03 計画研究「情報爆発時代に対応する高度にスケーラブルな高性能自律構成実行基盤」*松岡 聡(東京工業大学)

A02-00-04 計画研究「情報爆発に対応する高度にスケーラブルなモニタリングアーキテクチャ」*中島 達夫(早稲田大学)

A02-04 公募研究「大規模分散情報共有・配信に向けた適応型ピアツーピアシステムの研究」*吉田 紀彦(埼玉大学)

A02-05 公募研究「情報爆発時代のロバストな自動チューニングシステムに向けた数理的基盤技術の研究」*須田 礼仁(東京大学)

A02-13 公募研究「自律型セキュアセンサネットワーク構築・運用基盤技術の開発」*砂原 秀樹(慶應義塾大学)

A02-17 公募研究「スケーラブルな広域ファイルシステムの研究」*建部 修見(筑波大学)

A02-20 公募研究「シミュレーションベースモデリングのための高性能最適化システム基盤の構築」

*小野 功(東京工業大学)

A02-23 公募研究「タスクと実行環境の高精度モデルに基づくスケラブルなタスクスケジューリング技術」 *大野 和彦(三重大学)

A02-24 公募研究「並列分散計算環境を安定有効活用する要求駆動型負荷分散」 *八杉 昌宏(京都大学)

A02-25 公募研究「都市型災害時の人間自身による動的なセンシングプラットフォーム技術」 *戸辺 義人(東京電機大学)

A02-26 公募研究「情報の発信・共有・検索・受信に積極的に関わるルータクラウドに関する研究」 *鯉淵 道紘(国立情報学研究所)

A03：情報爆発時代におけるヒューマンコミュニケーション基盤

A03-00-01 計画研究「セマンティック・ヒューマノイドインタラクション」 *國吉 康夫(東京大学)、原田 達也(東京大学)、稲邑 哲也(国立情報学研究所)、山本 知幸(大阪大学)、森 武俊(東京大学)、長久保 晶彦(独立行政法人産業技術総合研究所)

A03-00-02 計画研究「実世界インタラクションの分析・支援・コンテンツ化」 *西田 豊明(京都大学)、中村 裕一(京都大学)、角 康之(京都大学)、大本 義正(京都大学)

A03-00-03 計画研究「相互適応可能な実世界インタラクションのための計算モデル・システムの構築」 *松山 隆司(京都大学)

A03-01 公募研究「分散表現と自律ダイナミクスに基づく人間の情報処理の計算モデル」 *森田 昌彦(筑波大学)

A03-02 公募研究「人間行動の社会的分析に基づく複数人環境での人間とロボットのインタラクション」 *久野 義徳(埼玉大学)

A03-04 公募研究「構造不変の定理に基づく音声アフォーダンスの提案とそれに基づく音声認識系の構築」 *峯松 信明(東京大学)

A03-08 公募研究「[間(ま)]の共有と共創的コミュニケーション」 *三宅 美博(東京工業大学)

A03-11 公募研究「ユーザ・状況に適応的な音声対話による大規模情報の検索・提示」 *河原 達也(京都大学)

A03-12 公募研究「音響信号記号変換に基づいたセマンティックインタラクション」 *奥乃 博(京都大学)

A03-14 公募研究「アンドロイドを用いた社会関係のモデル化と利用」 *石黒 浩(大阪大学)

A03-17 公募研究「自然画像における形状認知:注意による領域・物体の選択」 *酒井 宏(筑波大学)

A03-19 公募研究「多様な非言語行動に基づく会話のレベル推定と会話修復方略の決定」 *中野 有紀子(成蹊大学)

A03-20 公募研究「ユーザの発語行為解釈に基づくロボット音声対話インタフェース」 *駒谷 和範(京都大学)

A03-23 公募研究「一体感が実感できる身体的コミュニケーションインタフェース」 *渡邊 富夫(岡山県立大学)

B01：情報爆発時代における知識社会形成ガバナンス

B01-00-01 計画研究「知識社会経済システムの共創的発展とそのガバナンスに関する研究」 *須藤 修(東京大学)、田中 秀幸(東京大学)、後藤 玲子(茨城大学)、中島 直樹(九州大学)

B01-02 公募研究「電子化診療情報の患者への提供のあり方に関する調査研究」 *山本 隆一(東京大学)

B01-03 公募研究「SOARS グリッドの社会経済計算基盤応用に関する研究」 *出口 弘(東京工業大学)

B01-04 公募研究「政策関心空間の構造分析と政治的意思決定支援への応用」 *佐藤 哲也(静岡大学)

B01-12 公募研究「金融市場分析のための経済情報抽出と意思決定支援に関する研究」 *和泉 潔(東京大学)

B01-13 公募研究「個人情報考慮した行動センシングとその活用基盤」 *井上 創造(九州工業大学)

10 研究費の使用状況

領域全体での効果的な研究費の活用については、総括班のもとに研究項目の長の調整会議をおき、2ヶ月に一回程度開催し、支援班を中心とした共有資源の活用と柱間の連携を企画立案し、各研究分野における研究の進行状況の相互把握を深めてきた。

領域全体の研究費は平成18年度597百万円、19年度639百万円、20年度618百万円、21年度509百万円、22年度481百万円である。平成22年度は総研究費の約34%を51件の公募研究に、約23%を支援班に当てた（平成20年度実績では、それぞれ44%、74件、22%）。支援班の経費は、領域全体での資源の確保と活用のために費やした。また領域全体で雇用経費として、概ね毎年RA10人程度、ポスドク20人程度に支出されていた。

A01柱では開放型検索エンジンTSUBAKIを共有資源として実現し、公募研究者からも新たな検索方式の実現と評価のために使用され、主なサーチについてはアンケートによる評価の実施を行った。また、2010年3月の情報処理学会全国大会に合わせ、これらのサーチ機能を情報処理学会の全論文フルテキストに対して実装することにより、デモおよび評価に反映させた。広域複数の研究拠点で利用可能な約100個規模のセンサーネットワーク基盤と新しいXsensor2.0の開発などに経費が使われている。

A02柱では、研究期間全体に渡り設計開発に注力した広域分散テストベッドIntriggerに多くの経費を注ぎ、17拠点、20箇所ほどに増強しただけでなく、ストレージは合算200テラバイトとし、また、各拠点の一部のクラスタ計算機の内部ネットワークを10Gに拡充し、さらにより高速なルータ装置などを導入した。また研究開発したGXP、GXP Make、GFarm等の研究成果を特定領域のユーザに公開した。これらにより、A02の成果を各柱が活用し、それが更なるA02のシステム研究にフィードバックされるという、好ましいポジティブフィードバックの研究基盤の発展を遂げている。

A03柱では、支援班経費により、遠隔コミュニケーションにおける非言語インタラクションの伝達を支える環境として没入感ディスプレイの導入を行うと共に、実世界インタラクション計測・分析環境IMADEルームの充実化と運営を進めた。前者については、縦長65型の液晶ディスプレイ7面で構成される没入型ディスプレイを導入し、遠隔地に設置されたカメラやロボットと連携しながら遠隔地をウォークスルーしつつ、身体動作を伝達しあえる環境を構築した。これにより、IMADEルームで構築してきた実世界インタラクションの計測・分析・支援の対象を、遠隔コミュニケーションまで拡張できた。後者については、モーションキャプチャシステムMAC3Dのカメラを2セット追加購入し、モーションデータの計測領域と精度を高め、複数の参照物の間を歩き回りながら行われるような会話状況の計測・分析を進めることができた。また、小型脳活動測定装置を導入し、会話参加者間の脳活動の変化や同期について計測・分析することも行った。

B01柱では、支援班の協力を得て、社会情報基盤の統合事例として、生活習慣病に関する医療情報センサーネットワークについて実証的なシステム評価実験を行ってきた。これまでにセンサーネットワークのためのサーバ設置、加速度センサー、脈拍センサーなどを開発し基礎実験を行い、平成21年度からは他の柱と協力して実証実験を行ってきた。

支援班経費は、主に、共有資源（クラスタ計算機、ディスク装置、センサー装置などの機材）の導入に支出され、その上のソフトウェアやコンテンツ構築は計画班・公募班の研究者の先端的な研究活動の場としてフルに活用されてきた。先端研究の成果がすぐに領域内の研究者によって活用できるような環境として機能した。例えば、TSUBAKIの上のウェブコーパスの膨大な処理やIMADEルームより得られる膨大な計測データの解析には、A02柱の支援班によって構築されたIntriggerを利用した。

1.1 当該学問分野及び関連学問分野への貢献度

A01 柱で研究、開発されたコンテンツ処理、ウェブ検索技術は情報分野から広く着目されており、高度知識処理のための知識索引技術 ZDD(Zero-suppressed BDD)は世界的に著名な D. Knuth 氏の著書「The Art of Computer Programming」の最新巻において、ZDD の基本データ構造と演算アルゴリズムが 30 ページ以上にわたって記載された。また、科研「情報爆発」共催あるいは協賛による国際会議として、知識発見における大規模情報処理アルゴリズムをテーマとする ALSIP 2008、確率的アルゴリズムの SAGA2009、ウェブ研究のトップ国際会議 WWW の併設として WebQuality 2011、自然言語処理の NLPix 2008、NLPix2010 の開催、先進的データベースと応用処理の DASFAA2010、ネットワークプロトコルの ICNP 2010、データマイニングの PAKDD2008、ACML2010、SDM2010、等が開催された。

A02 柱にて研究開発されたソフトウェア・技術は、国内初のペタスケールスパコンとなった TSUBAME2.0 の構築・運用に不可欠な技術として採用された。具体的にはローカル SSD の効率的利用技術、VM 配備技術、ワークフローソフトウェア GXP、分散ファイルシステム GFarm などである。TSUBAME2.0 は 2010 年 11 月に Top500 性能世界 4 位(日本一位)・Green500 電力性能効率運用スパコン世界一スパコンとなった。引き続き 2011 年 6 月には世界一位となった京に引き続き世界 5 位となり、また Gordon Bell 賞ファイナリストに日本のスパコンとしては地球シミュレータ以来初めて 2 件が採択された(21 件中 5 件がファイナリスト選出、最終結果は審査中、本年 11 月に発表)。

また、本研究で開発・改良された GFarm、GXP、Lucie などソフトウェアは国内のスパコン等で実際に用いられている。また吉田班の動的 DNS システム「TENBIN」は、アクセス負荷分散のために実用に供されている。中島班で開発した Linux カーネルのためのモニタリングシステムは、JST/CREST 「ディペンダブル OS」領域の共通プラットフォームの一部として採用された。国際会議の主催は、ISORC 2009 の元でソフトウェアに関する STFSDD 2009 を開催した。また国際ワークショップ iWAPT を 2006 年から毎年開催した。2006 から 2010 年は情報爆発の主催であった。

A03 柱におけるヒューマンコミュニケーション研究が 1 つの基盤となり、平成 21 年度から JST において開始された戦略目標「人間と調和する情報環境を実現する基盤技術の創出」の CREST (研究領域:「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」、研究総括:東倉洋一 国立情報学研究所副所長・教授)および、さきがけ(研究領域:「情報環境と人」、研究総括:石田亨 京都大学教授)が開始された。また、総務省情報通信研究機構では、A01 柱および A03 柱との連携活動を含めた研究が評価され、平成 23 年度から T ユニバーサルコミュニケーション研究所が設置された。A03 柱長の研究室では、研究成果の実利用化を図るため、パナソニック(株)との共同研究を開始し、2 件の特許出願に至った。

B01 柱では、計画研究から新たに研究が発展しつつある。須藤修、後藤玲子、中島直樹は、最先端研究開発支援プログラム(中心研究者:東京大学教授・喜連川優)「超巨大サイバーフィジカルシステム基盤のための情報創発技術とその戦略的社会展開」(2009 年度~2013 年度)に研究分担者として参加している。

学問分野への貢献のエビデンスとしては、当領域を基盤として、JST の ERATO 1 件、CRESTO 8 件、さきがけ 8 件、文科省科研費基盤研究(S)および基盤研究(A)が計 4 件、採択されていることが挙げられる。

以上のように、64 もの研究グループが「情報爆発」を共通課題として、大規模コンテンツ処理や言語処理、システムと基盤ソフトウェア、人と機械のコミュニケーションそして社会的課題にまで渡る多様な研究を行い独創的な成果を上げたという点で、本領域はこの 5 年間の情報分野の広い範囲の研究をリードし、当該分野への貢献度は極めて高いと認識している。

1.2 研究計画に参画した若手研究者の成長の状況

現在把握している若手研究者の成長の状況は下記の表に示す通りである。学部学生については把握していない。情報分野では大学院学生以上が研究に参画するのが通例である。

元の職	現在	人数
助教または講師	准教授	12
PD	准教授	1
PD	講師	3
博士課程	助教	20
博士課程	特任助教	5
博士課程	政府系研究機関	3
博士課程	民間企業研究所	8
博士課程	PD	4

若手の博士課程院生、PD および助教に関しては、「優秀若手研究者賞」、「文部科学大臣表彰若手科学者賞」等、若手の研究者を対象とした総計 153 件の表彰があった。

1.3 総括班評価者による評価の状況

本領域では、総括班の下に評価・助言委員会(敬称略、米澤明憲(東大、前情報基盤センター長)(主査)、有川節夫(九大総長)、安西祐一郎(慶大、前塾長)、岩間一雄(京大、計算限界特定領域代表)、小高俊彦(日立、フェロー)、片山卓也(北陸先端大、学長)、坂内正夫(情報研、所長)、田中英彦(情報セキュリティ大、元東大情報理工学研究科長)、田中讓(北大、COE代表)、土井美和子(東芝、元情報処理学会副会長)、長尾真(国会図書館、館長)、西尾章治郎(阪大、副学長))を設けて、個々の研究内容にまで踏み込んだ評価を継続的に行ってきた。なお、領域側からは、(1)国際的評価を獲得するような学術性、(2)社会から有用性の理解が得られるような応用・社会性、(3)研究者コミュニティから有用性の認識が得られるようなシステム・ツールの価値、の三つの評価軸を設定し、領域を運営してきた。成果報告会はすべて一般公開とし民間企業等の研究者など広い範囲の研究者に参加を求め、領域の活動の理解が深まるよう努力してきた。そこではすべての研究班にデモとポスター展示を要求するなど、分かり易い研究紹介をすることにも留意し、総括班評価者にはこれらをつぶさに見ていただき、個々の研究についてもまた全体についても詳しく評価いただけるようお願いしてきた。

評価・助言委員会からは、まず公募および支援班等の領域運営について高く評価された。予想以上の多数の応募、厳しい審査、そして公募研究の多くの入れ替えにより、先端的研究が選定されたことに加え、若手の研究者に本領域で活躍の場が与えられ、次世代の研究コミュニティを支える人材の活発で精力的な研究が行われていることで評価を得た。

また、さらに強い支持を得たのが、支援班活動による共創プラットフォーム形成である。今後これを先端研究のテストベッドとして積極的に運用していくこと、若手研究者育成の場として活用すべきこと、学から産への成果還元の足場としても可能性があることなど、多面的な特性を持つ共有基盤として領域全体で育てていくべきことが助言された。また、国際連携については、国際ワークショップの開催や国際会議招待講演が多数にのぼることによって評価された。本特定領域終了後も、支援班により作られた共創プラットフォームを世界に誇る情報基盤系の研究プラットフォームとして維持・発展していくためのスキーム造りが大きな課題であるとの指摘を受け、領域終了後の対処策を検討しているところである。

後半2年間の成果まとめの方向としては、(1)若手研究者の活性化や研究コミュニティ形成を一層努力する、(2)医療、バイオ、社会経済など、社会からの要請に応えることのできる成果を見せる、(3)他の研究プロジェクトに対する立ち位置を一層明確にする、(4)領域の外に出して独り立ちできるような研究は積極的に出す、などが示された。

平成23年3月の最終成果報告会では、4人の評価・助言委員会委員(米澤、長尾、坂内、西尾の各委員)を迎え領域側との間で公開のパネル討論会を開催した。ここで指摘された点をまとめると、まず好意的な評価としては、(1)「情報爆発」というコンセプトがこの5年の情報分野の研究動向を先取りしていた(データが主役、サイバーフィジカル情報革命の先取り等)、(2)支援班が新たな情報分野の研究連携のスタイルとしてクラウド型共同研究を開拓し画期的であった、(3)自由な発想による研究と連携による成果創出がうまくつながっており科研費としての役割をうまく果たしている、(4)若手研究者の育成が領域運営にうまく取り込まれるという結果になった、などが挙げられる。

一方、(1)産業界や国際的な連携のもとに研究規模を広げるといふ点で努力の余地があること、(2)個々の研究での成果を分析し次につなげて行くことが重要、などが指摘された。

さらに、平成23年3月の最終成果報告会では、評価者も兼ねて招待した米国NSFの計算機科学分野担当のPeter Azberger博士やカリフォルニア大学Turk教授から、大規模共同研究としてテーマ設定や優れた成果を出している点で高い評価を得た。