

**(独) 科学技術振興機構  
戦略的創造研究推進事業  
個人型研究(さきがけ)  
追跡調査報告書**

**研究領域「協調と制御」  
(2000-2005)  
研究総括 沢田 康次**

**2010.3.26**



## <目次>

概要 .....	1
第1章 追跡調査について .....	2
1.1 調査の目的.....	2
1.2 調査の対象.....	2
1.3 研究領域の概要.....	2
第2章 全研究課題（研究者）の発展状況 .....	5
2.1 参加研究者全員に対するアンケート調査 .....	5
2.2 参加研究者全体の動向.....	6
2.2.1 研究者の職位の推移 .....	6
2.2.2 論文、総説・解説の発表件数の推移 .....	7
2.2.3 著書件数の推移 .....	8
2.2.4 特許出願件数の推移 .....	9
2.2.5 招待講演件数の推移 .....	10
2.2.6 研究者の受賞 .....	12
2.2.7 研究者の研究助成金獲得状況.....	18
2.2.8 参加研究者の研究成果と発展状況.....	21
2.2.9 さきがけ研究の意義 .....	38
2.3 第2章のまとめ .....	40
第3章 研究成果から生み出された科学技術的、社会的及び経済的な波及効果 .....	41
3.1 詳細調査の内容.....	41
3.2 代表事例の発展状況 .....	41
3.2.1 自然現象・社会動向の予兆発見と利用（大澤 幸生 第1期） .....	41
3.2.2 時間順序の脳内協調表現（北澤 茂 第1期） .....	45
3.2.3 共生関係への移行に伴う遺伝子代謝ネットワークの再編成 （四方 哲也 第1期） .....	48
3.2.4 音声分節化のしくみと発達（岡ノ谷 一夫 第2期） .....	52
3.3 第3章のまとめ .....	57

## 概要

本資料は、戦略的創造研究推進事業の個人型研究（さきがけタイプ）（以下、さきがけ）の研究領域「協調と制御」（2000-2006 年）において、研究終了後一定期間を経過した後、副次的効果を含めて研究成果の発展状況や活用状況等を明らかにし、独立行政法人科学技術振興機構（JST）事業及び事業運営の改善等に資するために調査した結果をまとめたものである。

「協調と制御」は、人間・社会・環境のそれぞれで生成されその間で伝達される情報の特徴抽出・モデル化、「協調」的情報処理（コミュニケーション）する様式とその「制御」、さらにそれを実現するための手法を研究するものである。その第 3 期の研究者が研究を終了してから 4 年を経過した時点で、参加研究者全員 27 名を対象として調査を行った。

まず、参加研究者全員に対して、論文、特許、研究助成金、招待講演、受賞などに関するアンケート調査を実施し、27 名中 26 名から回答を得た。アンケート調査結果及び補足的な調査結果を基に、研究総括と相談の上、代表事例を抽出し、選定された研究者 4 名に対して、詳細なインタビュー調査を実施した。

アンケート結果から、さきがけ期間中、及び終了後から追跡調査時点までの、職位、論文数、特許出願件数、研究助成金獲得額などを比較し、さきがけ期間中に比して、さきがけ終了後に研究活動が向上していることを確認した。職位については、追跡調査時点では教授となった研究者は 16 名おり、それぞれの分野でリーダー的存在として活躍している。研究成果の発表では、さきがけ期間中、年平均 10 報以上論文を発表している研究者は 8 名であったが、さきがけ終了後には 9 名に微増した。研究助成金に関しては、さきがけ期間中・終了後合わせて 1 億円以上の研究助成金を獲得した研究者が 11 名（うち 3 億円以上が 5 名）みられた。また、さきがけ研究の意義に対する意見は、アンケート回答のあった 20 名全員が自身の研究に役立ったと考えており、11 名が何らかの制度・運営に関する改善等の意見を持つという結果になった。具体的には、若手研究者に対して非常に大きな自由度と責任を与えてその後の研究の足がかりとなる基礎研究を行うことを可能としたこと、異分野融合への進展、他の研究者との交流は非常に有意義であったこと等の利点についての意見があった。一方で、さきがけ研究の課題としては予算の運営形態、採択基準の改善、期間の長さなどの意見が寄せられた。

また、アンケート調査結果及び補足的な調査結果を基に、研究総括と相談の上、代表事例を抽出し、選定された研究者 4 名に対して、詳細インタビュー調査を実施した。代表事例の各研究者は、ERATO や CREST 等へさきがけ研究を展開しており、いずれの事例の研究領域も大きく発展していた。また実用化を果たし、実際に企業が研究成果を利用している事例も存在した。

## 第1章 追跡調査について

### 1.1 調査の目的

戦略的創造研究推進事業の個人型研究さきがけにおいて、研究終了後一定期間を経過した後、副次的効果を含めて研究成果の発展状況や活用状況を明らかにし、JST 事業及び事業運営の改善等に資するために追跡調査を行う。

### 1.2 調査の対象

本追跡評価はさきがけ研究領域「協調と制御」（2000-2006年）の研究課題全てを対象とする。表 1-1 に調査対象と調査対象期間を示す。

表 1-1 調査対象と調査対象期間

	さきがけ期間	さきがけ終了後調査対象期間	研究課題数
第1期	2000年10月 - 2003年9月	2003年10月 - 2009年3月	12
第2期	2001年12月 - 2005年3月	2005年4月 - 2009年3月	8
第3期	2002年11月 - 2006年3月	2006年4月 - 2009年3月	7

### 1.3 研究領域の概要

「協調と制御」の研究総括は沢田 康次（東北工業大学 学長）であり、研究領域の概要は以下のとおりである。

「協調と制御」は、人間・社会・環境のそれぞれで生成されその間で伝達される情報の特徴抽出・モデル化、「協調」的信息処理（コミュニケーション）する様式とその「制御」、さらにそれを実現するための手法を研究するものである。例えば、インテリジェントなデバイスとシステム、ブレインコンピューティング、言語的・非言語的コミュニケーション、異種情報の統合シミュレーション、大量データの高速処理による意思決定支援システムの研究などを含んでいる。

この領域の概要に沿って研究を行うため、9人の領域アドバイザーを定め、研究者の指導にあたった。表 1-2 に領域アドバイザーを示す。

表 1-2 領域アドバイザー

領域アドバイザー	さきがけ終了時の所属・役職
有川 節夫	九州大学 理事・副学長
石川 正俊	東京大学 理事・副学長
伊藤 貴康	石巻専修大学 理工学部 教授
乾 敏郎	京都大学大学院 情報学研究科 教授
大森 隆司	北海道大学大学院 情報科学研究科 教授
竹林 洋一	静岡大学 情報学部 教授
東倉 洋一	情報・システム研究機構 国立情報学研究所 教授・副所長
徳田 英幸	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
宮原 秀夫	大阪大学 総長

研究課題（研究者）の公募は、2000年度から2002年度までの間に3度行い、総計27件の研究課題を採択した。表1-3に各期の研究課題名、研究者ならびに所属と役職を示す。

さきがけ期間中の成果には世界的に傑出したものが多く、領域事後評価報告書では、特筆すべき成果として下記が挙げられている。

- ✓ 四方 哲也の遺伝子ネットワークの再生と共生、競合から共生への転移の発見は特筆に値する。
- ✓ 黒田 真也のシグナル伝達機構の解明は胚発生における分化の問題にシステム論的な解を与えた画期的なものと思われる。
- ✓ 北澤 茂の時間順序の脳内表現に関する研究は生物における時間の起源問題を解決する突破口の一つを開いたと考えられる。
- ✓ 西尾 信彦のモバイルネットワークの自立再構成も今後のモバイル社会を牽引する技術に繋がることを予感させる。
- ✓ 河原 達也の会話の自動書き起こしは誰もが必要と感じていた技術だけに快挙だと思われる。
- ✓ 坂上 雅道のサル「思考・推論」実験はそのアイデアが斬新であり、完全に成功すれば脳の高次機能の解明にとどまらず、人と動物とのコミュニケーションを拡大させる技術に発展すると思われる。
- ✓ 大澤 幸生の予兆発見の研究は、多くの人々が日常的に感じている科学的な研究に発展しにくい課題を果敢に取り上げ、一定の成果を挙げていることに感心した。
- ✓ 岡田 真人の一般的に生物分野では評価されにくい理論研究でありながら優れた研究成果を挙げ、生物分野においても理論研究の必要性を強く印象付けることに成功している。

表 1-3 研究課題と研究者（第1期、第2期、第3期）

期（採択年度）	研究課題名	研究者	さがし採択時の所属・役職	さがし終了時の所属・役職	追跡調査時の所属・役職
第1期(2000年度)	自然現象・社会動向の予兆発見と利用	大澤 幸生	筑波大学 社会工学系 助教授	筑波大学 社会工学系 助教授	東京大学大学院 工学系研究科 准教授
	オープンネットワークのための基盤システムソフトウェア	加藤 和彦	筑波大学 電子・情報工学系 助教授	筑波大学 電子・情報工学系 助教授	筑波大学大学院 システム情報工学研究科 教授
	時間順序の脳内協調表現	北澤 茂	工業技術院 電子技術総合研究所情報科学部 主任研究官	順天堂大学 医学部 第一生理学教室 教授	順天堂大学 医学部 生理学第一講座 教授
	生体の力学的な信号に基づくコミュニケーション	小池 康晴	東京工業大学 精密工学研究所 助教授	東京工業大学 精密工学研究所 助教授	東京工業大学 精密工学研究所 教授
	量子ビットを用いた知能デバイス	佐藤 茂雄	東北大学 電気通信研究所 助手	東北大学 電気通信研究所 助教授	東北大学 電気通信研究所 准教授
	感覚情報・身体制御に関する発達過程	高谷 理恵子	福島大学 教育学部 講師	福島大学 教育学部 助教授	福島大学 人間発達文化学類 准教授
	知的創造作業を支援するインタラクションパターン	中小路 久美代	(株) SRA ソフトウェア工学研究所 主席補	東京大学 先端科学技術研究センター 特任教授	(株) SRA 先端技術研究所 取締役
	非言語コミュニケーションの脳内機能メカニズム	中村 克樹	京都大学 霊長類研究所 助手	国立精神・神経研究センター 部長	京都大学 霊長類研究所 行動神経研究部門 教授
	乳幼児における人工物・メディアの発達の認識過程	開 一夫	東京大学大学院 総合文化研究科 助教授	東京大学大学院 総合文化研究科 助教授	東京大学大学院 情報学環 准教授
	人間共生型インターフェイス	前田 太郎	東京大学大学院 情報学環 講師	日本電信電話(株) コミュニケーション科学基礎研究所 主幹研究員	大阪大学大学院 情報科学研究科 教授
	濃度制御に基づくDNAコンピューティング	山本 雅人	北海道大学大学院 工学研究科 助教授	北海道大学大学院 工学研究科 助教授	北海道大学大学院 情報科学研究科 准教授
共生関係への移行に伴う遺伝子代謝ネットワークの再編成	四方 哲也	大阪大学大学院 工学研究科 助教授	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 教授	
第2期(2001年度)	音声分節化のしくみと発達	岡ノ谷 一夫	千葉大学 文学部 助教授	千葉大学 文学部 助教授	(独) 理化学研究所 脳科学総合研究センター チームリーダー
	大脳-小脳連関の協調的情報処理	寛 慎治	東北大学大学院 生命科学研究所 助教授	(財) 東京都医科学研究機構 東京都神経科学総合研究所 部門長	(財) 東京都医科学研究機構 東京都神経科学総合研究所 認知行動研究部門 部門長
	音楽分野におけるデザイン再利用とその展開	片寄 晴弘	和歌山大学 システム工学部デザイン情報学科 助教授	関西学院大学 理工学部 教授	関西学院大学 理工学部人間システム工学科 教授
	議論や会話における音声言語情報の分析とモデル化	河原 達也	京都大学大学院 情報学研究所 助教授	京都大学 学術情報メディアセンター 教授	京都大学 学術情報メディアセンター 教授
	数値演算的手法による文字列処理	篠原 歩	九州大学大学院 システム情報科学研究科 助教授	東北大学大学院 情報科学研究科 教授	東北大学大学院 情報科学研究科 教授
	Improvised Network : 自律的に再構成するモバイルネットワーク	西尾 信彦	慶応義塾大学大学院 政策・メディア研究科 助教授	立命館大学 情報理工学部 助教授	立命館大学 情報理工学部 教授
	運動・思考・感性の脳内協調制御メカニズム	本田 学	岡崎国立共同研究機構 生理学研究所 助教授	自然科学研究機構 生理学研究所 大脳皮質機能研究系 心理生理学研究部門 助教授	国立精神・神経センター 神経研究所疾病研究第七部 部長
感覚ノイズによる脳機能の活性化手法	山本 義春	東京大学大学院 教育学研究科 教授	東京大学大学院 教育学研究科 教授	東京大学大学院 教育学研究科 教授	
第3期(2002年度)	神経活動のスパイク揺らぎと機能的アーキテクチャー	岡田 真人	理化学研究所 脳科学研究センター脳数理研究チーム 副チームリーダー	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
	実世界指向の具象化プログラミング	岡田 義広	九州大学大学院 システム情報科学研究科 助教授	九州大学大学院 システム情報科学研究科 助教授	九州大学大学院 システム情報科学研究科 准教授
	シグナル伝達機構のシステム解析	黒田 真也	東京大学大学院 情報理工学系研究科 特任助教授	東京大学大学院 情報理工学系研究科 特任助教授	東京大学大学院 理学系研究科 教授
	知覚と記憶の協調による視覚認知の成立過程	齋木 潤	京都大学大学院 情報学研究所 助教授	京都大学大学院 人間・環境学研究科 助教授	京都大学大学院 人間・環境学研究科 教授
	推論・思考を可能にする神経回路	坂上 雅道	玉川大学 学術研究所 教授	玉川大学 学術研究所脳科学研究施設 教授	玉川大学 脳科学研究所 教授
	分散管理された計算機の高度な協調利用	田浦 健次郎	東京大学大学院 情報理工学系研究科電子情報学専攻 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 准教授
微生物群によるオーガナイズドバイオモジュール	橋本 浩一	東京大学大学院 情報理工学系研究科システム情報学専攻 助教授	東北大学大学院 情報科学研究科システム情報学専攻 教授	東北大学大学院 情報科学研究科 教授	

## 第2章 全研究課題（研究者）の発展状況

### 2.1 参加研究者全員に対するアンケート調査

参加研究者全員に対して、さきがけ期間中と終了後の研究実績について問い合わせる調査票を送付し、全 27 名中 26 名の回答を得た。回答率は 96.3%である。研究課題名及びさきがけ採択時、終了時ならびに追跡調査時の所属は表 1-3 に、調査票の質問事項は表 2-1 に示す。

表 2-1 調査票の質問事項

問 1	回答者の情報（氏名、所属、連絡先等）
問 2	さきがけ期間中および終了後の研究で、国際的に高い評価を受けている代表的な研究テーマと成果（5 件以内）
問 3	さきがけ期間中と終了後に公表された原著論文、総説・解説
問 4	さきがけ期間中と終了後に公表された著書
問 5	さきがけ期間中と終了後に出版された特許出願
問 6	さきがけ期間中と終了後に発表された招待講演
問 7	さきがけ期間中と終了後に獲得・継続した研究助成金
問 8	さきがけ期間中と終了後に受賞された賞
問 9	さきがけの成果に関しての応用・実用化や社会的価値の創出につながる取り組み
問 10	その他、アピールしたいこと
問 11	さきがけ研究の意義（良かった点、問題点、その他）
問 12	さきがけ制度、あるいは JST の事業についての意見

なお、以降の調査結果は、基本的にアンケートへの回答結果を基に作成しているが、アンケート未回答者については、各研究者のホームページの閲覧及び各種公開データベースの検索によりデータを補った。また、アンケート回答に明らかな間違いがある場合は、調査のうえ訂正及び削除を行っている。さらに必要に応じて、アンケートに基づいて各研究者のホームページや各種データベースでの調査を行った。



## 2.2 参加研究者全体の動向

### 2.2.1 研究者の職位の推移

職位は、研究成果の蓄積が社会から認められたことを確認する一つの指標であると考えられるため、研究者全員のさきがけ採択時、終了時及び追跡調査時の職位の推移を図 2-1 に示した。

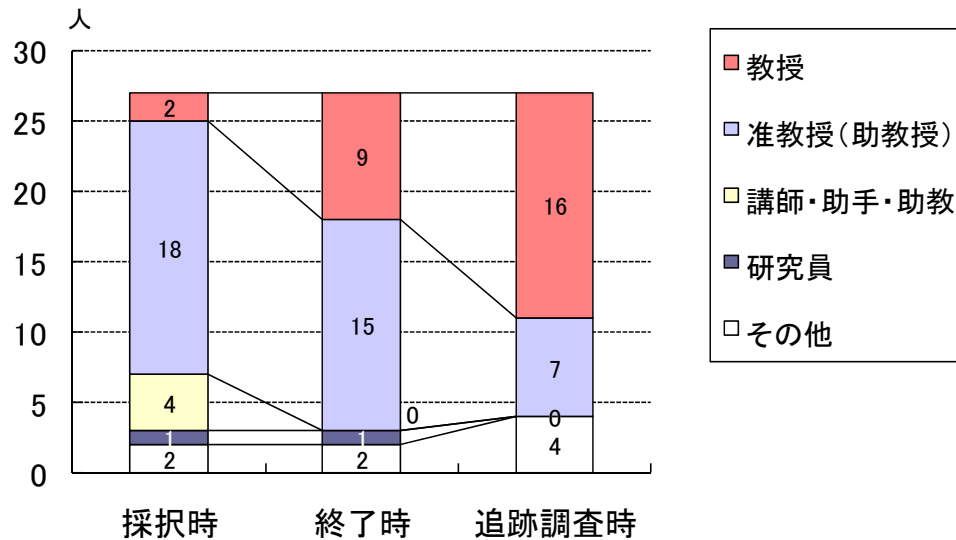


図 2-1 研究者のさきがけ採択時、終了時及び追跡調査時の職位の推移

大部分の研究者がさきがけ採択時から終了時、追跡調査時になるにつれて、より上位の職位についている。特に、採択時に 2 名であった大学教授職には、追跡調査時では 16 名と大幅に増加している。

### 2.2.2 論文、総説・解説の発表件数の推移

論文発表件数の推移は研究者の研究活動を示す一つの指標であると考えられるため、さきがけ期間中と終了後の論文、総説・解説数（発表件数）の個人別推移（年平均）を図 2-2 に示した。

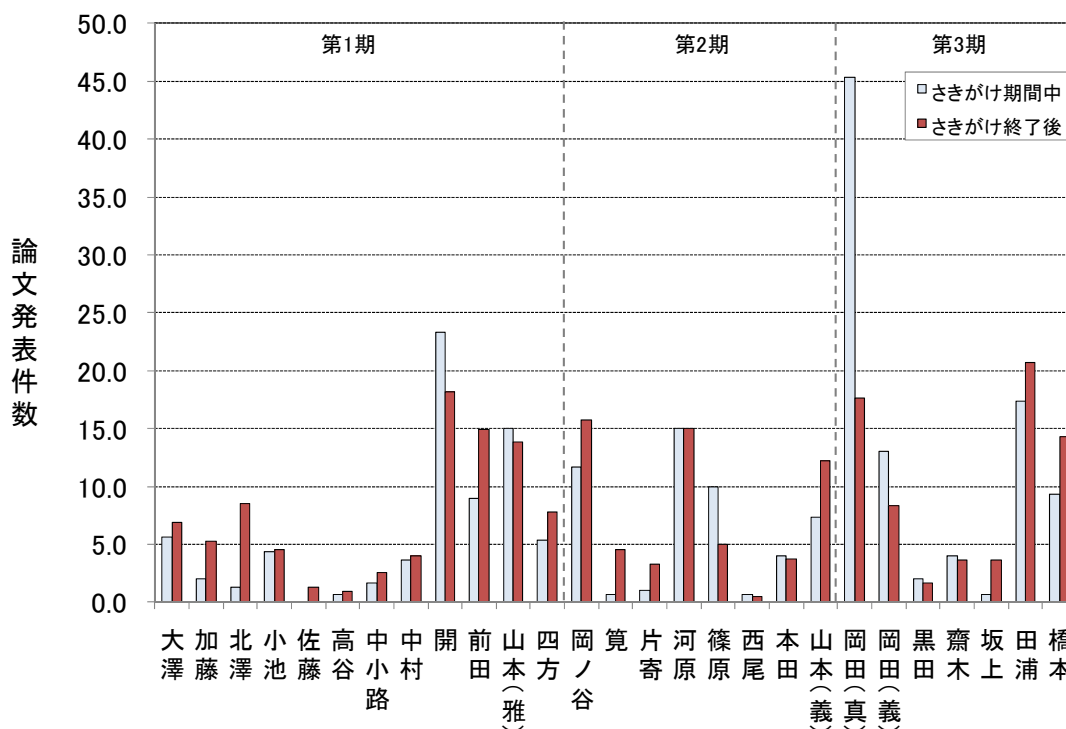


図 2-2 研究者の論文（論文、総説・解説）発表件数（年平均）

さきがけ研究者 27 名の論文発表件数（年平均）を見ると、さきがけ期間中に比べて、終了後の論文発表件数（年平均）が増えている研究者は 17 名であり、6 割強が論文発表件数（年平均）を増加させているなど、さきがけ終了後の発展の状況を見て取ることができる。

また、さきがけ期間中には、岡田（真）（45.3 報／年）、関（23.3 報／年）、田浦（17.3 報）が多く論文を発表しており、さきがけ終了後には算（6.8 報／年）、北澤（6.4 報／年）、などが、論文発表件数（年平均）を大きく増加させている。

### 2.2.3 著書件数の推移

さきがけ期間中と終了後の著書件数（年平均）を図 2-3 に示した。

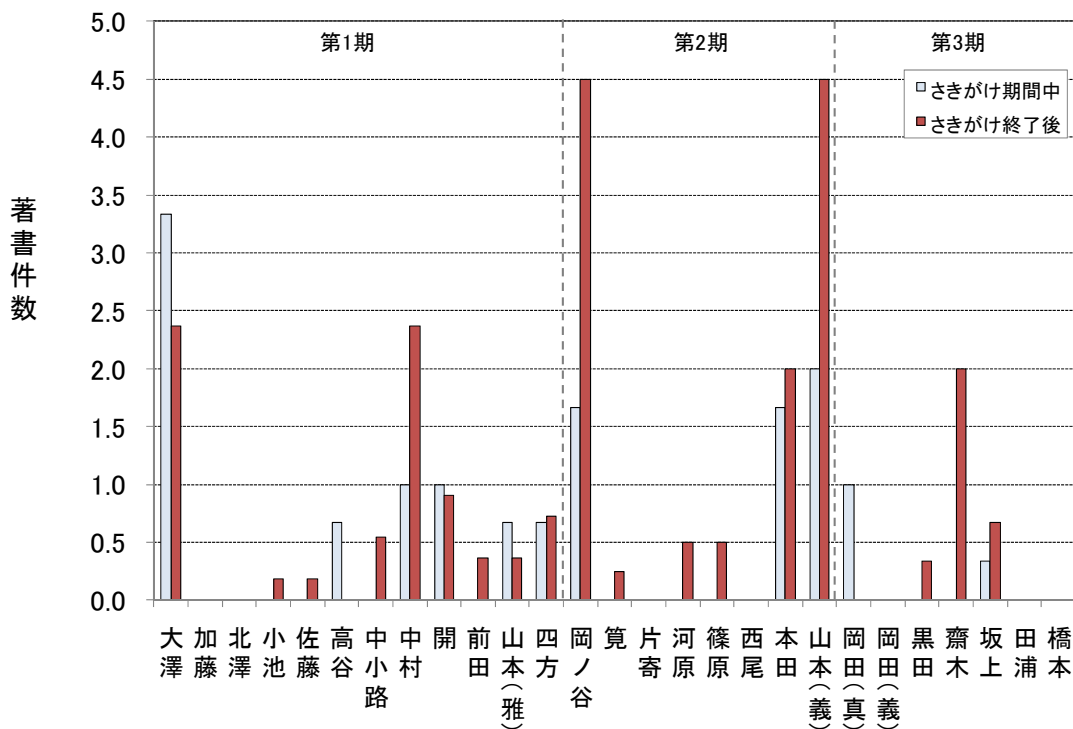


図 2-3 研究者の著書件数（年平均）

さきがけ期間中では年平均 2 冊以上の著書を発表している研究者は 2 名であったが、さきがけ終了後には 6 名に増加している。特に、岡ノ谷（4.5 冊/年）や山本（義）（4.5 冊/年）はさきがけ終了後に著書を多く発表している。

## 2.2.4 特許出願件数の推移

特許出願件数は基礎研究から産業への貢献を分析する一つの指標であると考えられるため、さきがけ期間中と終了後の特許出願件数（年平均）の個人別推移を図 2-4 に示した。

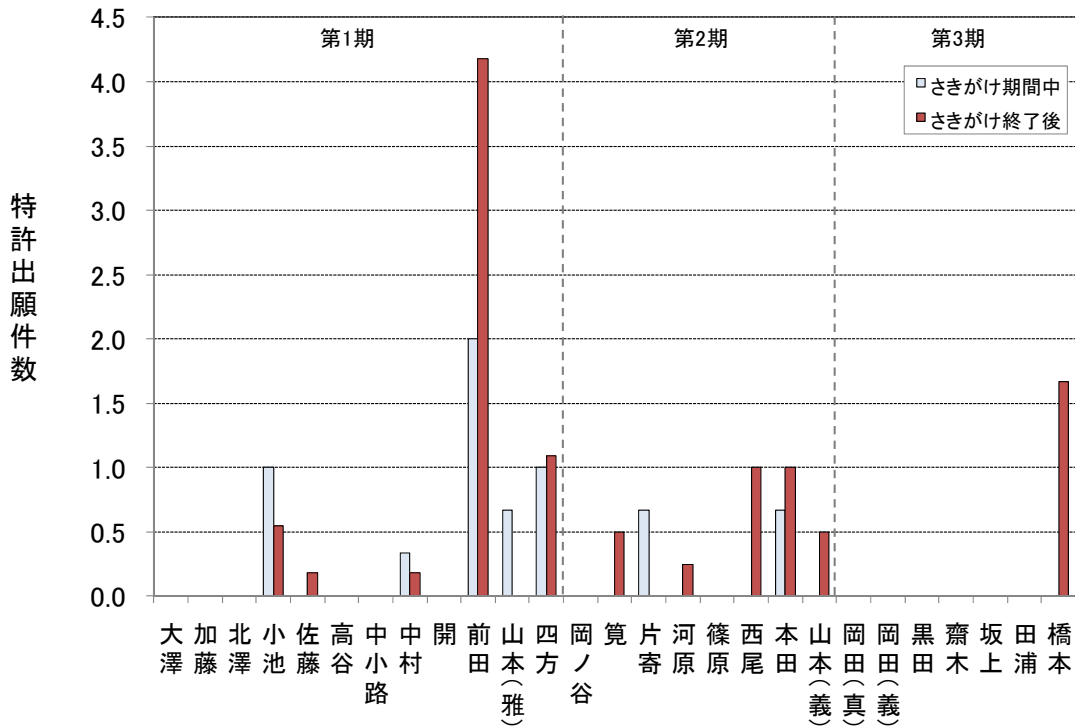


図 2-4 研究者の特許出願件数（年平均）

27 名中 9 名において、さきがけ終了後の特許出願件数（年平均）が期間中に比べて増えていることが確認できた。特に、前田はウェアラブルロボットの開発に必要なデバイスとシステムの開発によって、さきがけ期間中・終了後ともに他の研究者と比べて特許出願件数（年平均）が多いと考えられる。

### 2.2.5 招待講演件数の推移

招待講演件数は学界での認知の高さを分析する一つの指標であると考えられるため、さきがけ期間中と終了後の招待講演件数（年平均）の個人別推移を図 2-5 に示した。さらに、図 2-5 のうち数として、さきがけ期間中と終了後の国際会議での招待講演件数（年平均）を図 2-6 に示した。

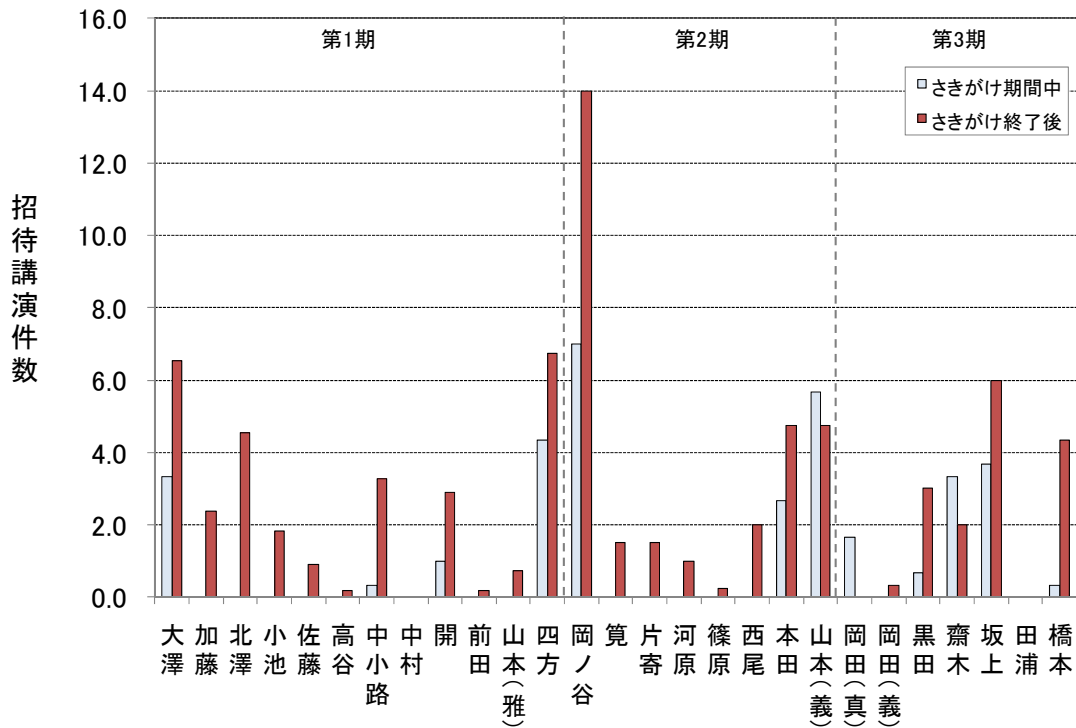


図 2-5 研究者の招待講演件数（年平均）

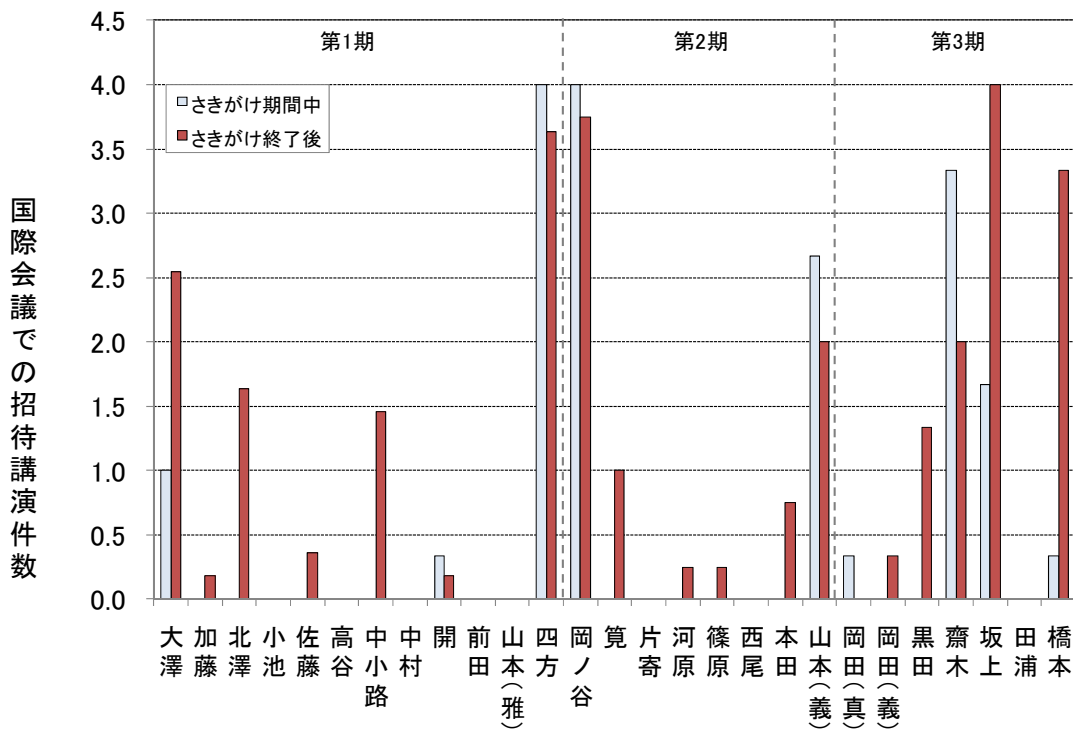


図 2-6 研究者の国際会議での招待講演件数 (年平均)

さきがけ研究者 27 名の招待講演件数 (年平均) を見てみると、さきがけ期間中には、年平均 1.3 回であった招待講演件数が、さきがけ終了後には、年平均 2.8 回と、2.2 倍に増加しており、さきがけ終了後の発展の状況を見て取ることができる。

特に、岡ノ谷 (14.0 回/年)、四方 (6.7 回/年)、大澤 (6.5 回/年) がさきがけ終了後に招待講演件数 (年平均) が多くなっており、特に国際会議を見てみると、坂上 (4.0 回/年)、岡ノ谷 (3.8 回/年)、四方 (3.6 回/年)、橋本 (3.3 回/年) の招待講演件数 (年平均) が多い

## 2.2.6 研究者の受賞

各種機関からの受賞は、さきがけ研究者が外部からどの程度評価されているかの一つの証左であるため、さきがけ期間中と終了後の受賞について、表 2-2(a)と表 2-2(b)にそれぞれ示した。

さきがけ終了後には、計 30 個の受賞が確認されており、情報処理学会、ヒューマンインタフェース学会、芸術科学会など幅広い機関から賞が授与されている。

表 2-2 研究者の受賞状況

### (a) さきがけ期間中

受賞者名	賞の名称	授与機関	受賞年
大澤 幸生	Best Paper 「Future Directions of Communities on the Web」	SCI2001 (The Fifth Multi-Conference on Systems, Cybernetics and Informatics)	2001
大澤 幸生	ベストプレゼンテーション賞「電子掲示版からのチャンス発見」	人工知能学会	2003
平井 真洋、 <u>開一夫</u>	第 21 回大会 大会優秀発表賞 「Biological Motion 知覚における ERP 計測」	日本基礎心理学会	2002
有田 亜希子、 <u>開一夫</u> 、 <u>神田 宗行</u> 、 <u>石黒 浩</u>	関西支部大会 大会奨励賞 「ロボットは話し相手になれる？：インタラクティブなロボットに対する乳児の認識」	情報処理学会	2002
松田 剛、 <u>開一夫</u>	秋季全国大会 優秀論文賞 「近赤外線分光法によるテレビゲーム操作中の脳血流計測」	日本シミュレーション&ゲーミング学会	2002
高幣 俊之、 <u>野村 宜邦</u> 、 <u>前田 太郎</u> 、 <u>舘 暲</u>	論文賞 「歩行における視覚と運動感覚の整合性に関する研究」	日本バーチャルリアリティ学会	2001
<u>渡邊 淳司</u> 、 <u>前田 太郎</u> 、 <u>舘 暲</u>	論文賞 「サケードを利用した新しい情報提示手法の提案」	日本バーチャルリアリティ学会	2002

受賞者名	賞の名称	授与機関	受賞年
Yutaka Kunita, Naoko Ogawa, Atsushi Sakuma, Masahiko Inami, <u>Taro</u> <u>Maeda</u> (前田 太郎), Susumu Tachi	VR News Best Award	IEEE Virtual Reality2001	2001
四方 哲也	論文賞 「Construction and characterization of phage libraries displaying artificial proteins with random sequences」	日本生物工学会	2001
四方 哲也	The Zuckerkandl Prize 「Plasticity of fitness and diversification process during an experimental molecular evolution」	Journal of Molecular Evolution	2002
四方 哲也	研究奨励賞 「進化学の実験的及び論 理的研究」	日本進化学会	2003
岡ノ谷 一夫	比較心理学 2000 年度最優秀論文賞	アメリカ心理学会	2001
谷井 章夫、後藤 真孝、 <u>片寄 晴弘</u>	FIT2003 論文賞 「Mixdown のデザイ ンとその適用」	情報処理学会	2003
橋田 光代、 <u>片寄</u> <u>晴弘</u>	RENCON Award Performance Rendering 「幻想即興曲」	RENCON (Performance Rendering Contest)	2004
岡田 義広	学生奨励賞 「色分布とエッジ分布を用 いたモーショキャプチャシステムと その応用」	情報処理学会	2003
岡田 義広	学生奨励賞	情報処理学会	2005
山田 雅信、 <u>田浦</u> <u>健次朗</u> 、近山 隆、高橋 俊之	SACIS2004 優秀若手研究賞 「イン クリメンタル PageRank による重要 Web ページの効率的な収集戦略」	情報処理学会	2004



受賞者名	賞の名称	授与機関	受賞年
堀田 勇樹、 <u>田浦健次朗</u> 、近山 隆	SACSIS2005 優秀若手研究賞 「耐故障並列計算を支援する自律的な故障検知機構」	情報処理学会	2005
橋本 浩一	Best Vision Paper Award Finalist	IEEE International Conference on Robotics and Automation	2004
橋本 浩一	Best Application Paper Award	SPIE International Conference on Mechatronics and Information Technology	2005
橋本 浩一	SI2005 ベストセッション講演賞	計測自動制御学会	2005

(b) さきがけ終了後

受賞者名	賞の名称	授与機関	受賞年
大澤 幸生	文部科学大臣表彰 若手科学者賞 「情報学分野におけるチャンス発見手法の実現に関する研究」	文部科学省	2005
大澤 幸生	著述賞 「チャンス発見の情報技術」	日本知能情報フレンジィ学会	2006
阿部 洋丈、大山 恵弘、岡 瑞起、 <u>加藤 和彦</u>	平成 16 年度 論文賞 「静的解析に基づく侵入検知システムの最適化」	情報処理学会	2005
大山 恵弘、神田 勝規、 <u>加藤 和彦</u>	2003 年度 論文賞 「安全なソフトウェア実行システム SoftwarePot の設計と実装」	日本ソフトウェア科学会	2004
Yukio Ohsawa (大澤 幸生)	Monthly Best Paper 「Scenario Understanding of Hepatitis Progress and Recovery by Annotation-based Integration of Data based Scenario Maps」	Global Engineering, Sciece, and Technology Society (GESTS)	2005

受賞者名	賞の名称	授与機関	受賞年
佐藤 茂雄	研究奨励賞 「高温超伝導量子計算機に関する基礎的研究」	石田記念財	2005
中小路 久美代	Distinguished Engineering Alumni Award (DEAA)	College of Engineering and Applied Science, University of Colorado	2006
中小路 久美代	人工知能学会 研究会優秀賞 「知識流通における距離と近接性」	人工知能学会	2009
永谷 直久、杉本麻樹、新居 英明、 <u>前田 太郎</u> 、北崎 充晃、稲見昌彦	論文賞	日本バーチャルリアリティ学会	2006
安藤 英由樹、 <u>前田 太郎</u>	SICE SI 部門 奨励賞 「行動計測のための爪装着型センサの研究」	計測自動制御学会	2004
四方 哲也	優秀賞 「細胞性粘菌と大腸菌の共生系の形態観察と 大腸菌の表現型変化」	細胞性粘菌研究会	2007
岡ノ谷 一夫	科学ジャーナリスト賞	日本科学技術ジャーナリスト会議	2009
岡ノ谷 一夫	日本エッセイスト・クラブ賞	日本エッセイスト・クラブ	2009
岡ノ谷 一夫	第 18 回 中山賞大賞	中山科学振興財団	2009
R. Oiwa, M. Hashida and <u>H. Katayose</u> (片寄晴弘)	デモ発表 デモンストレーション賞 「Crossing Colorful Communication: A system for enhancing sound communication」	ACE 2007	2007
坂本 元、 <u>片寄晴弘</u> 、宮崎 光二、中津 良平	優秀論文賞「平行リンク機構を用いたヒューマノイド・ロボットの膝関節伸展歩行」	芸術科学会	2008
西尾 信彦	近畿総合通信局長表彰	総務省	2008
岡田 義広	IEEE RO-MAN Best Paper Award Finalist	IEEE	2008

受賞者名	賞の名称	授与機関	受賞年
岡田 義広	九州支部奨励賞	情報処理学会	2009
黒田 真也	文部科学大臣表彰 若手科学者賞 「生物学分野におけるシグナル伝達機構のシステム解析の研究」	文部科学省	2006
齋木 潤	ヒューマンコミュニケーション賞 「物体の変形に対する視触覚間同時性判断」	電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーショングループ	2007
齋木 潤	MVE 賞 「仮想物体の変形に対する視触覚間同時性知覚の順応」	電子情報通信学会 マルチメディア・仮想環境基礎研究専門委員会	2008
齋木 潤	研究会賞 「仮想物体の変形に対する視触覚間同時性知覚の順応」	ヒューマンインタフェース学会	2008
齋木 潤	優秀論文賞 「動的な変形に対する視触覚間同時性判断」	日本心理学会	2008
斎藤 秀雄、白井達也、高橋 慧、関谷 岳史、澤井省吾、弘中 健、渡邊 悠、 <u>田浦健次朗</u>	N-Queens Contest 優勝	3rd Grid Plugtests	2006
斎藤 秀雄、白井達也、高橋 慧、関谷 岳史、澤井省吾、弘中 健、渡邊 悠、 <u>田浦健次朗</u>	Flowshop Contest 優勝	3rd Grid Plugtests	2006
白井 達也、遠藤敏夫、 <u>田浦健次朗</u> 、近山 隆	論文賞 「高いヒープ使用率の下で高速なインクリメンタル GC」	情報処理学会	2006
斎藤 秀雄、 <u>田浦健次朗</u> 、近山 隆	コンピュータサイエンス領域奨励賞 「MPI/GXP：広域環境用の適応的なメッセージパッシングシステム」	情報処理学会	2007

受賞者名	賞の名称	授与機関	受賞年
白井 達也、斎藤秀雄、 <u>田浦 健次朗</u>	最優秀若手研究賞 「高速なトポロジー推定 – ネットワークを考慮した並列計算の基盤として」	SACIS2007(情報処理学会、電子情報通信学会、IEEE Computer Society Japan Chapter 主催)	2007
長沼 翔、高橋慧、柴田 剛志、 <u>田浦 健次朗</u> 、近山 隆	IEEE Computer Society Japan Chapter Award (優秀若手研究賞) 「ネットワークトポロジを考慮した効率的なバンド幅推定手法」	SACIS2008(情報処理学会、電子情報通信学会、IEEE Computer Society Japan Chapter 主催)	2008
吉富 翔太、弘中健、 <u>田浦 健次朗</u>	IEEE Computer Society Japan Chapter Award (優秀若手研究賞) 「メッセージ衝突を防止する適応的なデータ収集操作アルゴリズム」	SACIS2009(情報処理学会、電子情報通信学会、IEEE Computer Society Japan Chapter 主催)	2009
橋本 浩一	Best Paper in Biomimetics	IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics	2006

### 2.2.7 研究者の研究助成金獲得状況

研究者の研究助成金獲得状況について、図 2-8 の下部に示した制度を対象として集計を行った。

さきがけ期間中と終了後の研究助成金獲得金額合計の分布を図 2-7 に、合計が 5000 万円以上の研究者の研究助成金獲得状況を図 2-8 に示した。

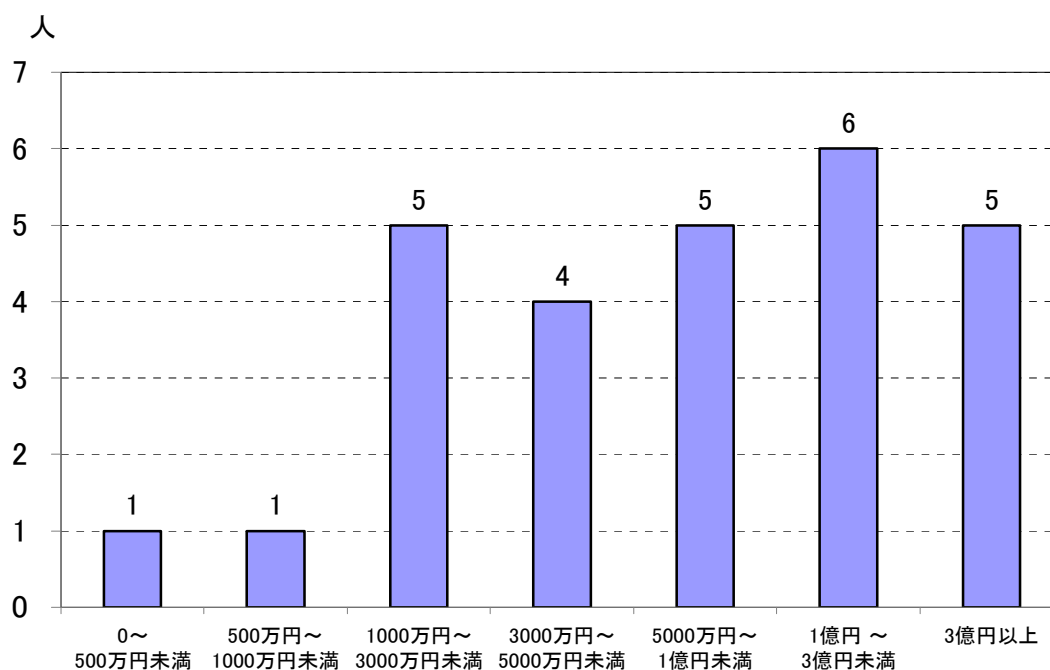


図 2-7 研究者の研究助成金獲得状況（さきがけ期間中・終了後合計）

金額の幅はあるものの、さきがけ期間中・終了後合わせた研究助成金獲得金額が 1 億円を超える研究者が 27 名中 10 名おり、コンスタントに助成金を獲得していることが分かる。特に加藤、中村、片寄、黒田、坂上の 5 名はさきがけ期間中・終了後合わせた研究助成金の総額が 3 億円を超えていることが分かる。

研究者	研究費	研究テーマ名	年度											合計 (百万円)					
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		2011	2012	2013		
1 大澤 幸生	科研費 特定領域 科研費 基盤(A) 経済産業省原子力安全保安 高経年化対策強化基盤整備事業※	「ヒューマンシステムインタラクションによる知識の評価と選択」 「組織的チャンス発見を支援するシナリオマップ・システム」 「原子炉における高経年化による破壊の検査・調査ノウハウの表出化」		23				32								(10)	64		
2 加藤 和彦	科研費 基盤(A) 科研費 特定領域 科研費 基盤(B) JST CREST※ 科研費 基盤(B) 文部科学省 科学技術振興調整費 科研費 基盤(B) 総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)	「モバイルオブジェクト計算に基づいた広域分散プログラミングシステムに関する研究」 「セキュアなソフトウェア実行系」 「リソース指向オペレーティングシステムに関する研究」 「自律連合型基盤システムの構築」 「安全なソフトウェア利用環境に関する研究」 「高セキュリティ機能を実現する次世代OS環境の開発」 「高水準なポリシー記述を可能にするアクセス制御機能」 「ディベンダブルな自律連合型クラウドコンピューティング基盤の研究開発」		10	40	14			(460)	15					(570)	(18)	(106)	1232	
3 北澤 茂	科研費 基盤(A) 科研費 特定領域	「脳における時間表現の研究」 「小脳型運動制御に関する研究」					118										44	162	
4 小池 康晴	科研費 特定領域※ 科研費 特定領域 科研費 基盤(B) 科研費 特定領域 文部科学省 脳科学研究戦略推進プログラム※	「動的対象物の学習過程と脳の内部モデル生成に関する生体信号からのモデル化」 「筋電信号を用いた言語的なシンボル生成に関する研究」 「脳活動計測のための多層アクティブアレイ電極に関する研究」 「視覚と触覚に関する環境情報の不一致を利用した学習と制御モデルに関する研究」 「筋電信号を中心とした指までを含む多自由度BMIの開発」		(4)	3			15			20					(58)		100	
5 中村 克樹	科研費 特定領域 総務省 ブレイクスルー基礎研究21※ 科研費 基盤(B) 科研費 特定領域 JST CREST※ 科研費 特定領域 厚生労働省 精神・神経疾患研究委託費※ 文部科学省 脳科学研究戦略※ 厚生労働省 精神・神経疾患研究委託費※ 科研費 特定領域 科研費 新学術領域※	「サル頭頂連合における異種感覚情報の統合機序の研究」 「非言語コミュニケーションの脳内機能メカニズム」 「老化に伴う認知機能低下の特性の解明」 「サル頭頂葉における異種感覚情報の統合機序の研究」 「コミュニケーション機能の発達における「身体性」の役割」 「サル扁桃核ニューロンにおける情動情報の再現機序」 「精神神経疾患の解明のための霊長類モデル開発に関する研究」 「精神・神経疾患研究におけるマウスモデルの有用性の確立」 「精神神経疾患の解明のための霊長類モデル開発に関する研究」(本人自己申告) 「サル扁桃核における視覚-聴覚の連合学習機序の解明」 「他者との相互作用を介した情報獲得メカニズムの解明」		11		8		3		(474)	8.2						5	(13)	521
6 開 一夫	科研費 若手(B) 科研費 基盤(B) 科研費 基盤(A) 科研費 新学術領域	「違的観点からみた注意/予測能力の計算モデルの構築」 「母子間相互作用における2個体脳活動同時計測とその力学系シミュレーションモデル」 「ヒトとロボットの原初的コミュニケーションに関する発達認知神経科学的研究」 「社会的シグナルとしての顔表情発達認知神経科学からのアプローチ」			2		12				49						3	66	
7 四方 哲也	科研費 基盤(B) 科研費 特定領域 科研費 基盤(A) 科研費 特定領域 文部科学省 グローバルCOEプログラム※ 科研費 基盤(B)※	「ランダムポリペプチドによる蛋白質の構造形成能の創出」 「ランダムポリペプチドによる蛋白質の構造形成能の創出」 「2種類の安定な共生系の実験的創出と解析」 「2種類の実験室内共生系のゲノム解析」 「アンビエント情報社会基盤創成拠点」 「耐熱化過程におけるゲノムネットワークの解析」		6	5		50		9								(16)	86	
8 岡ノ谷 一夫	科研費 特定領域 科研費 特定領域 科研費 基盤(B) 科研費 特定領域 科研費 特定領域 科研費 特定領域 科研費 特定領域 科研費 基盤(B)	「皮質-基底核系の運動学習にもともなう誤差信号の検出:鳥の歌システムをモデルとした研究」 「聴覚発声系の可塑性を研究する哺乳動物モデルの確立:ハダカバネズミの音声と脳」 「鳥類の歌の進化に見られる遺伝と文化の相互作用」 「有限状態規則の獲得過程と脳表象」 「規則学習の指標としての事象関連電位とその発生機序」 「鳥の歌文法を司る遺伝子群の特定」 「状況と発声の統合から意味の創出へ:原型言語の脳機構」 「音列文脈相互調節仮説の実験的検証」			5	6	13		7		15		7		4		14	69	
9 片寄 晴弘	科研費 基盤(B) JST CREST※	「音楽系ゲーム実施時の脳活動計測に基づく「没入感」の分類と要因分析」 「デジタルメディア領域」(原島博総括)							14							(440)		454	
10 河原 達也	科研費 基盤(B) 科研費 基盤(B) 科研費 特定領域 科研費 基盤(A) 科研費 基盤(B) 総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)※ 科研費 特定領域※	「音声認識技術を利用した外国語発音学習支援システム」 「講演・会議音声の自動書き起こしのための柔軟な音声言語処理モデル」 「複数話者の音声コミュニケーションの意図・状況理解」 「講演・講義・討論のデジタルアーカイブ化のための音声・映像の認識と理解」 「話し言葉音声コミュニケーションの構造の抽出と視覚化」 「音声認識技術を用いた会議録及び字幕の作成支援システム」 「ユーザー・状況に適切な音声対話による大規模情報の検索・提示」			2	3		20		45					18	(32)	(29)	148	
11 西尾 信彦	総務省 地域児童見守りシステムモデル事業※	「ユビキタス街角見守りロボット事業」															(100)	100	
12 本田 学	科研費 特定領域 科研費 若手(B) 科研費 特定領域 科研費 特定領域 JST SORST※ 科研費 特定領域 科研費 基盤(B) JST CREST※	「多次元自己相関モデルをもちいた脳領域間機能連関評価法の開発」 「非可聴域高周波振動に対する皮膚感受性に関する研究」 「運動と思考の学習が共有する神経機構と作動原理の解明」 「異なる高次運動領域が非運動性認知機能に果たす特異的役割」 「運動と認知の協調制御による汎用的能力獲得の神経機構」 「感覚運動制御と高次認知機能が共有する神経機構と作動原理の解明」 「運動と認知の共通制御神経機構とその病態生理の解明」 「脳に安全な情報環境をつくるウェアラブル基幹脳機能統合センシングシステム」			4	2	10		6		(21)		3		18		(49)	112	
13 岡田 真人	科研費 特定領域 科研費 特定領域 科研費 特定領域 科研費 基盤(A)	「ベイズ推定に基づくデコード過程に関する統計学理論とその応用」 「ニューロンのスパイクの揺らぎによる神経回路網の推定」 「神経細胞モデルの縮約による大脳皮質視覚野の統合的研究」 「情報科学・計算機科学における画像の可視化に関する研究」						30						65		6	17	118	
14 黒田 真也	科研費 特定領域 科研費 特定領域 JST CREST ※ 科研費 基盤(A) 科研費 基盤(A)	「生化学反応シミュレーションを用いた分子ネットワークの解析」 「シグナル伝達ネットワークの安定性と可塑性の解析」 「シグナル伝達機構の情報コーディング」 「ERK経路のシステム生物学」 「細胞成長を制御するAkt経路のシステム生物学」						32			79				(290)	49	5	455	

研究者	研究費	研究テーマ名	年度													合計 (百万円)				
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		2013			
15 坂上 雅道	科研費 基盤(B)	「ストローク現象の神経機構・神経生理学的・および計算論的アプローチ」 「推論の脳内過程」 「直感的思考の神経メカニズム」 「作業記憶関連ニューロンのハイブライドバックによる随意的制御に関する基礎研究」 「前線葉のニューロン集団の活動から、意図・運動・知覚を分離してデコーディングするための基礎研究」 「社会に生きる心の創成」				4													619	
	科研費 特定領域		4																	
	科研費 特定領域							62												
	科研費 基盤(B)※																	(17)		
	文部科学省 脳科学研究戦略推進プログラム(BMI)※ 文部科学省 グローバルCOEプログラム※																			(37) (495)
16 橋本 浩一	科研費 基盤(A)	「超高速ビジュアルサーボシステムのモデリングとモデル学習」 「超分散マイクロアクティブセンシング」 「超高速ビジョンシステムを用いた飛行体ダイナミクスの学習と編隊制御」 「食器洗浄・収納パートナーロボットの開発」 「運動する生物のロボスト追跡と蛍光画像解析」 「生物行動解析のためのビジュアルサーボ顕微鏡」				50													196	
	JST SORST※																			
	科研費 基盤(B)																			
	NEDO 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト※																			(74) 18
	科研費 新学術領域 科研費 基盤(A)※																			(13) 5 (36)

※一部未確認  
研究助成金は、下記のみを対象とした。

科研費	特別推進			
	特定領域*			
	新学術領域			
	基盤(S)	基盤(A)	基盤(B)	
JST	若手(S)	若手(A)	若手(B)	
	さきがけ			
	CREST			
	SORST			
その他	地域イノベーション創出総合支援事業			
	NEDOなど国の競争的資金制度に採択されたもの			

【凡例】	
■	科研費
■	JST
■	その他

\*特定領域とつくものすべてが対象（特定領域（A）、特定領域（B）、特定領域（C））

(注) 各々の研究助成金の合計金額は四捨五入して百万円単位で表示しているため、個々の数値の和と合計が一致しない場合がある。

図 2-8 研究者の研究助成金獲得状況（合計 5000 万円以上の研究者）

## 2.2.8 参加研究者の研究成果と発展状況

図 2-9 に、参加研究者の発展状況についての回答分布を示す。さきがけ研究の進展、新規領域への展開、共同研究の実施、応用可能性の高まり、応用・実用化に向けた取組の 5 項目について分類した。なお、1 つの研究が複数の項目に該当する場合もある。

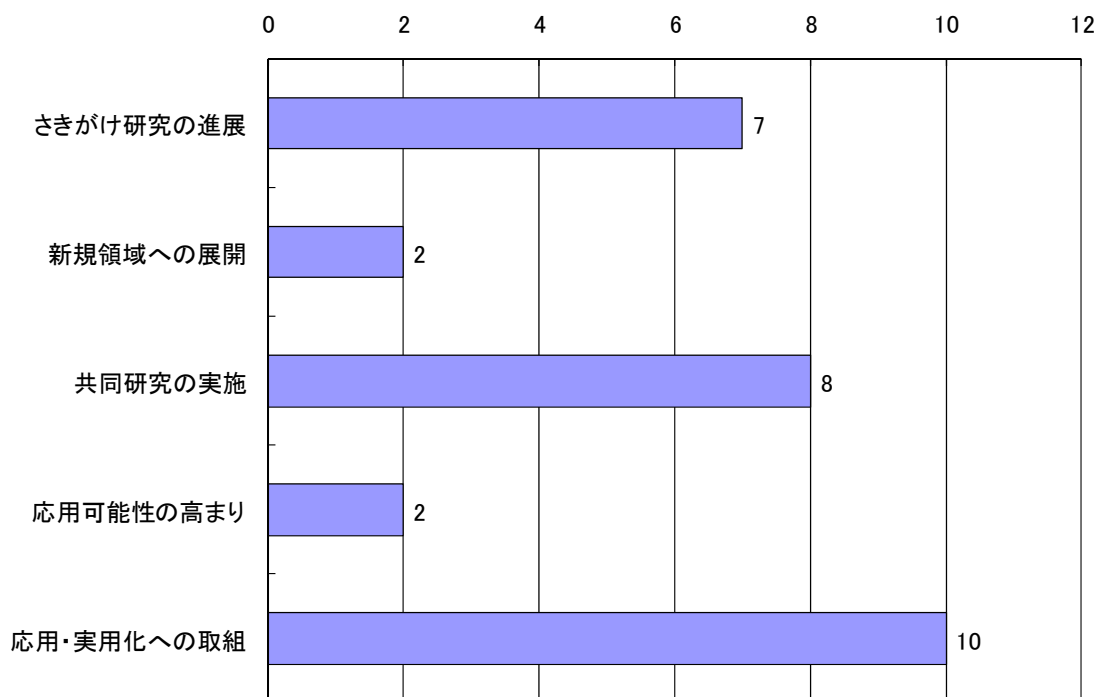


図 2-9 研究成果の発展状況（単位：人）

多くの研究者は、さきがけ研究における研究成果の応用・実用化への取り組みを実施し、また 7 名の研究者は、現在でもさきがけ研究における研究を進展させており、8 名の研究者は、他の研究機関や企業との共同研究に至っている。

以下に、参加研究者のさきがけ期間中の研究成果とその発展状況を個別に示す。

### I-1 大澤 幸生

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

意思決定のために重要となる事象・状況・情報を「チャンス」と称し、ダイナミックかつ複雑に変化する実社会の中で個人及び組織がリスクに負けず、むしろ変化の中から生まれ出るチャンスの価値を正しく捉えて行動する方法を確立すべく、チャンスを発見する手法を研究した。結果、「チャンス発見過程のモデル化」、「チャンス発見志向のデーデータマ



イニングとその結果の可視化手法の確立」を行い、紡績会社の新商品実現などへの応用も行った。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究をもとに、2004年度から2007年度は科研費 基盤 (A)「組織的チャンス発見を支援するシナリオマップ・システム」において研究を進展させ、ビジネスなどの現場データからシナリオマップを可視化し、これを視察する複数の人物が組織としての共同意思決定を行うためのシステムを構築した。ここでは、当初目指したオンラインによるシナリオマップの共有と遠隔地による共同操作だけではなく、実空間でシナリオマップを共有しながらグループで創造的にシナリオを編み出す新たな手法も開発した。

### I-2 加藤 和彦

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

従来のオペレーション・システム環境及びアプリケーションソフトウェアの構成を根本的に変えるのではなく、従来環境の互換性を保ちながら、かつオープンなネットワーク環境において、安全にソフトウェアを流通・実行させる方法論を研究した。結果、従来よりも低コストで資源をより細かな単位で仮想化でき、かつ Linux、Solaris、PocketPC、Windows に対応する、SoftwarePot システム (ソフトウェアを流通・実行するシステム) の設計と実装を行った。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究終了後の2004年度から2006年度は、科研費 基盤 (B)「安全なソフトウェア利用環境に関する研究」において、侵入検知システムやサンドボックスシステムといった、ソフトウェア実行時に動的に検査を行う方式の被害防止システムに関する研究を進めた。また、これらの被害防止システムソフトウェアの同時かつ安全な利用を可能とするために、監視されるソフトウェアにおけるイベント発生時の通知シグナルを複製し、仮想的にそれぞれの監視システムに再配達する新しい技法を開発した。

更に2007年度から2009年度では、科研費 基盤 (B)「高水準なポリシー記述を可能にするアクセス制御機能」においても研究を進展させている。具体的には、(1) ファイル名の接頭辞を用いたアクセス制御手法に関する研究 (2) クラスの概念を用いたポリシー記述に関する研究 (3) 実行時の状態によって動的に変化するポリシー記述を可能にする方式に関する研究を行い、高度なアクセス制御機能を持ったセキュア OS の実現のために、高水準なポリシー記述を可能にする方式の実現を目指した。

### I-3 北澤 茂

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

ヒト被験者を対象に、右手と左手を短い間隔で触ったときの時間順序を脳がどのようにして判断しているかを明らかにし、脳の中の時間情報処理の基本原理に迫ることを狙いとした。結果、腕交差による時間順序判断の逆転現象を発見し、計算機のようなクロックを持たない脳が時間順序をどのように表現しているかについて、新しく重要な知見を示した。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

2003年度から現在まで科研費 基盤 (A)「脳における時間表現の研究」においてさきがけでの研究を発展させている。本研究では、サッケードは異種の感覚信号に基づいて生成される「動き」の信号に影響を与えて時間順序判断を逆転させるのではないかという“動き投影仮説”を基に、以下の3つの研究を行っている。

##### (1) 「サッケードによる音刺激の時間順序反転の検証」

時間順序判断は感覚の種類によらずサッケードの影響を受けることが証明された。

##### (2) 「逆転現象に寄与する脳の領域の特定」

機能的磁気共鳴画像法で触覚の時間順序判断課題に寄与していることが期待される空間と動き関連領域を特定し、磁気刺激の効果を検証した。

##### (3) 「 $\alpha$ 波と時間順序判断における関係性の検証」

時間順序判断課題を行う際の $\alpha$ 波の位相と時間順序判断の逆転との関係について解析を行い、刺激直前の $\alpha$ 波の位相が時間順序判断に影響を与えることを示す結果が得られた。

### I-4 小池 康晴

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

適応的に人間に順応する仕組みを持った、インテリジェントなヒューマンインターフェースの作成を狙いとし、筋電信号からのインピーダンス推定などを行った。結果、力学的なコミュニケーションという立場から、介護ロボットなどの協調的な力学的インターフェースの作成のために必要な筋電位からのスティフネスの正しい推定方法を確立し、インテリジェントなヒューマンインターフェースの実現可能性を示している。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究に基づき、2004年度から2006年度にかけて科研費 基盤 (B)「脳活動計測のための多層アクティブアレイ電極に関する研究」において、ブレインマシンインタフェースの応用を進めている。本研究では、アクティブ電極の開発と多層に信号処理を組み込むためのフィルタの設計を行い、一度の計測でも多くの神経活動を同時計測すれば神経細胞の発火密度に近い情報が得られることなどを示した。

また、2008年度からは文部科学省 脳科学研究戦略推進プログラム「筋電信号を中心と

した指までを含む多自由度 BMI の開発」において、脳活動を筋肉の活動と関連づけ、腕だけでなく指までを動かす BMI の開発を試みている。非侵襲型としては脳波や NIRS と、筋電信号との関連を調べることにより、筋電信号の力情報をもとにした多自由度の義手との連携をはかっている。一方侵襲型としては、サルの運動関連領野から神経活動を、同時に筋電信号と腕や指の動きや発生している力を計測し、これらの間の関係をモデル化している。

#### I-5 佐藤 茂雄

##### (i) さきがけ期間中の研究成果

量子ビットによる実現される量子力学的ダイナミクスを導入することにより、生体の神経回路とは違った原理による知能処理デバイスの実現を目的として研究を行った。結果、量子計算機に必要なハードウェアの特性を明確に示すことはできなかったが、ニューロ的手法を導入した断熱変化アルゴリズムや、シリコン系核スピン製作のための要素技術を開発した。

##### (ii) さきがけ終了後の発展状況

2006 年度より科研費 基盤 (B) 「固有ジョセフソン接合を利用した高温超伝導量子計算機に関する研究」において、量子ビットに関する研究を進めている。本研究では、銅粉フィルタや炭素粉フィルタなど各種フィルタの作製・評価、超伝導体など特殊材料を利用した同軸ケーブルの配線・評価、平坦な周波数特性を有するアンテナの作製などを行い、良好なノイズ及び熱除去特性を得た。また 1 ビット動作に焦点を絞って実験を行い、マイクロ波照射によりシングルフォトン共鳴による共鳴励起を確認した。さらに加工方法やサイズの異なる各種サンプルについて測定を行い、スイッチング電流分布に複数のピークが現れることなど、単一接合における理論では説明できない現象の観測に成功している。

#### I-6 高谷 理恵子

##### (i) さきがけ期間中の研究成果

運動制御に関する発達過程において、乳児の全身運動の発達的变化と、動きの制御に係る脳内活動の両面から検討を行った。結果、乳幼児の全身運動の発達過程と幼児前頭葉の近赤外分光の関連について数多くのデータを集積し、特徴的な変化が 5 ヶ月にみられることや、幼児診断の新しい手法を示した。

##### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究を基に、2004 年度から 2007 年度の科研費 若手 (B) 「乳児の運動制御に関する脳神経系の発達過程の解明—健全乳児・リスク早産児の比較—」において、幼児診断に関する研究を進めた。具体的には、これまでの自発運動の 2 次元計測による low-risk

早期産児のフォローアップデータを収集し、乳児期初期における abnormal な GM パターンと、1歳半～3歳児時点での発達予後との関係を検討した。その結果、GMs 評価は3歳時点での診断との間に高い陰性予測値を示し、フォローアップ対象となる乳児のスクリーニングテストとしては非常に意義のある評価法であることが示唆された。また、GM 評価と脳神経学的な発達過程との関係に関する研究も進められており、髄鞘化という観点からは未成熟であると考えられていた乳児期前期であっても、機能的にはすでに活動がみられることが示唆された。

また、2009年度からは科研費 若手 (B)「NICUにおける早産児の発達支援とその効果の検討」において、更なる研究が進められている。

#### I-7 中小路 久美代

##### (i) さきがけ期間中の研究成果

人間の認知特性、可視化手法、表現可能性、計算機での実現性などの様々な要素を総合的に理解した上でのインタラクションデザインを工学的に支援することを目的とした。手法として優れたインタラクションデザインを創出し、それが有効に作用する利用者の認知的なコンテキストを同定した上で、そのデザインをパターンとしてモデル化しカタログ化を行うことにより、インタラクションデザイン支援の枠組みの構築、インタラクションデザインを施したアプリケーションシステムの開発、インタラクションデザインに関わる理論の構築、及びソフトウェア開発モデルの構築を行い、創造的知識活動を支援するアプリケーションの方向性を示した。

##### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ終了後の2004年度から2007年度にかけて、科研費 基盤 (A)「知識の創出と再構成のための人間中心のメディアインタラクション環境」において、さきがけでの研究を進めた。具体的には、複雑な事象に関するデータから出力される表現と、能動的にインタラクションを行いながら、比較、仮説生成、検証といった人間の知識活動を中心に捉えた。それらから、問題領域に特化したドメイン指向のメディアインタラクション環境を構築するための、創出系・操作系・表現系という三つの系からなる枠組みを構築した。

#### I-8 中村 克樹

##### (i) さきがけ期間中の研究成果

非言語コミュニケーションがコミュニケーションの起源であるという考えに基づき、言語発生を知るべく、非言語コミュニケーションの脳内機能を明らかにすることを狙いとした。NMRなどイメージング手法を活用して、脳のどの部分が相手の表情・ジェスチャー・声の抑揚などを読み取るかを明らかにし、非言語コミュニケーションの情報処理に必要な時間をEEGにより測定した。これらは、言語コミュニケーションの将来の基礎になるとも

考えられる。

(ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究後は、JST CREST「コミュニケーション機能における『身体性』の役割」（さきがけ研究中から並行して実施）において、非言語コミュニケーションとしての視線・指差し・表情などの役割や脳機能の解明を目指して研究を推進している。本研究では、自閉症児において動作模倣の訓練（応用行動分析）を用いた介入が、コミュニケーション機能の発達を促進することを示した。また、動作・表情認知・共同注視などのコミュニケーションに関連する脳活動を検討し、中でも扁桃核が情動情報の認識やその価値判断に重要であるとした。

その後も、2005年度から2007年度の科研費 特定領域「サル扁桃核ニューロンにおける情動情報の再現機序」や2008年度からの科研費 特定領域「サル扁桃核における視覚-聴覚の連合学習機構の解明」において上記の研究を発展させ、扁桃核が情動情報をどのように処理・再現し、どのように行動に結び付けているのかを理解するために情動刺激に対する扁桃核の応答性を調べている。

I-9 開 一夫

(i) さきがけ期間中の研究成果

乳幼児を研究対象とし、人工物・メディアと人間の総合作用の過程を明らかにすることを狙いとした。TV映像、自己映像、ロボットなどの認知過程が乳幼児の発達と共に変化する様子を克明に研究し、6ヶ月児ではTV映像と現実世界とを区別しないが、10ヶ月児ではTV認知・自己認知・コミュニケーションエージェント認知のすべてにおいて「時間的随伴性検出」が重要な役割を果たしていることを示した。この知見は認知科学的に興味深いだけでなく、一般家庭に浸透しているハイテク製品・情報メディア機器の設計指針にも大きな示唆を与えるものである。

(ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究を基に、2006年度から2008年度まで科研費 基盤(A)「ヒトとロボットの原初的コミュニケーションに関する発達認知神経科学的研究」において研究を発展させた。具体的には、事象関連電位(ERP)を用いたロボット(人工物)とヒトの発達の認識過程の研究を行い、少なくとも成人では、比較的早期の脳内処理過程でエージェントの外見的違いが処理されていることを示唆した。また、人型ロボットやCGをアバターとした母子間相互作用場面におけるNIRS脳活動計測では、コミュニケーションの前後で前頭前野の脳活動が変化することが示唆されている。

## I-10 前田 太郎

### (i) さきがけ期間中の研究成果

ヒトが外界情報を捉えそこねていた場合や、成そうとしている行動に不備があった際に、ヒトの安全かつ効率の良い運動を誘導するためのウェアラブルロボットの開発を狙いとして研究を行った。結果、ソフトウェアのための各運動形態に対する行動原理モデルを獲得し、ハードウェアとして爪センサや回転モーメント刺激装置など種々のウェアラブルデバイスを開発した。

### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究をさらに進め、複数の装着者による相互作用に主眼をおいた第2世代PHの設計・試作を行っている。具体的には、同装置を用いた行動実験と人間行動解析から得られた知見を設計にフィードバックし、PHのデバイスとしての改良を継続的に行っている。

## I-11 山本 雅人

### (i) さきがけ期間中の研究成果

DNAの本来持つ性質の1つである溶解性に焦点をあて、DNA分子の濃度を制御することで、目的とするDNA配列の生成濃度を高くすることを狙いとして研究を行った。結果、バルジループ構造をもつDNAの安定性を正しく評価するための手法や、科学反応を安定化させるためのパラメータ調整手法の構築など、DNA分子反応の制御に関する知見を得た。

### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究を基に2005年度から2007年度は、科研費 若手 (A) 「分散DNA鍵による情報セキュリティ方式の開発」において、DNAの増幅を段階的に行うNested PCRを利用したアドレッシング方法に基づくNested Primer Molecular Memory(以下, NPMM)を提案している。具体的には、3階層両側16配列(約16.8M)のNPMMのアドレッシングに関するスケールアップと応用に関する研究を行った。スケールアップについては、DNAメモリのアドレッシング動作における制約を数理モデルとして表現し、容量の最大化問題を組み合わせ最適化問題としてモデル化する方法を提案した。また、実際にその最適化問題を解くことによって、DNAメモリの容量限界やアドレス分子の割当て戦略についても明確にした。NPMMの応用領域については、NPMMを希釈後、PCR増幅を行ったDNAメモリのあるアドレスが欠損している状態が試行ごとに異なることを示した。これはNPMMがアドレッシング結果を利用した個人認証などへ応用可能であることを示唆している。

## I-12 四方 哲也

### (i) さきがけ期間中の研究成果

新しい共生系の形成過程の解析から、生物の非線形ネットワークの示す柔軟な環境適応性の基礎的知見を得ることを狙いとして、粘菌と大腸菌を用いて研究を行った。結果、細胞性粘菌と大腸菌のように通常は捕食関係にある種の間にも、また競合関係にあると考えられるグルタミン酵素活性の異なる大腸菌の間にも共生関係が成立することを発見した。それに加え、非線形ネットワークがしめす環境応答機構として「アトラクター選択による適応応答」を提案し、そのネットワークをもった大腸菌を用いて実験的に証明した。

### (ii) さきがけ終了後の発展状況

2003年度から2004年度にさきがけ研究と一時並行して実施した、科研費 特定領域「2種類の実験室内共生系のゲノム解析」においてさきがけでの研究を発展させている。これは、大腸菌と細胞性粘菌が共生状態を獲得する過程での大腸菌の細胞状態の分布変化、及びどのような細胞状態の大腸菌が細胞性粘菌との共生に移行できるのかを明らかにすることを目的とした研究である。具体的には、大腸菌の細胞状態の変化を検出するために、大腸菌のゲノム上に大腸菌の遺伝子発現制御を受けないプロモーターとその下流に GFP(緑色蛍光タンパク質)の遺伝子を組み込み、GFPの蛍光強度を大腸菌の細胞状態の指標として用いた。また、測定方法としてはセルソーターを用いて、共生状態への移行過程での大腸菌の GFP 蛍光強度の分布を経時的に測定した。結果、共生状態への移行途中において大腸菌は細胞性粘菌との相互作用により多様な生理状態をとるようになり、細胞性粘菌との共生状態に移行できたのではないかと結論づけた。

## II-1 岡ノ谷 一夫

### (i) さきがけ期間中の研究成果

言語の進化的起源と発達の学習を明らかにすることを目的とし、音声の分節化と言語の関係をトリ(ジュウシマツ)とヒトについて研究した。その結果、トリにおける分節化の発達及びそれに関連する脳過程、ヒトの音声文節化獲得過程を脳波で検出するなどの成果を上げた。

### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究を基に、2006年度から2007年度は科研費 特定領域「状況と発声の統合から意味の創出へ：原型言語の脳機構」について研究を発展させた。具体的には、文脈依存的な発声行動における海馬の役割を明らかにするための研究を行い、海馬損傷個体の発声の変化や接触行動、親和行動を飼育場面と求愛場面において検討した。結果、海馬が音声・非音声コミュニケーションにおける状況の認知に寄与していることが示唆されている。

また 2008 年度から 2009 年度にかけては、科研費 基盤 (B)「音列文脈相互分節化仮説の実験的検証」において研究を進展させている。

## II-2 筧 慎治

### (i) さきがけ期間中の研究成果

大脳一小脳間の情報伝達のループ構造に関して、両者が連関・協調して機能するための新原理を導くために、運動課題実行中の動物の脳からのニューロン活動の記録や、その運動パラメータと座標系の解読を行った。結果、信号が大脳皮質から苔上繊維、プルキンエ細胞に伝播するとき、苔上繊維で二種類の細胞は空間的に分離しているのに、次の苔状瀬には空間的に結合されていることを発見した。

### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究の成果を基にして、定量的運動指令解析システムを開発した。このシステムは、簡便・非侵襲的な筋活動の記録・分析により、複雑な脳内の運動制御系の状態を予測制御器とフィードバック制御器という 2 つの仮想的制御器の機能に集約・評価できるもので、脳の計測を全くしないにもかかわらず、脳内の運動制御系の状態を評価できるという点で画期的なものである。同システムを応用して、脳卒中のリハビリをガイドするナビ・システムを現在開発中である。

## II-3 片寄 晴弘

### (i) さきがけ期間中の研究成果

非言語メディアのデザイン支援として、“真似”による音楽制作のインターフェース提供を目的とした。結果、優れた音楽演奏のニュアンスを事例からエレメント化して抽出することにより、演奏表情テンプレートを利用するインターフェースや音楽経験に基づく統合型音楽生成アーキテクチャを作成し、音楽コンテンツ制作支援ツールとして目覚ましい成果を挙げた。

### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究の成果を基に、2005 年度から 2010 年にかけて、JST CREST「デジタルメディア領域 (原島博総括)：時系列メディアのデザイン転写技術の開発」について研究を進展させた。具体的にはメディアアートやデザインの成立前提である共通理解性、及び、音楽に代表される時系列メディアの認知特性に着目し、既存事例中のデザインの転写によってコンテンツ制作を支援する方式の開発に取り組んでいる。結果、「複数楽器からなる音楽音響信号に対し、調和構造モデルと非調和構造モデルを組み合わせることによる楽音の発生時刻・強度の最適解を推定することにより、楽音を分離する新しい技術」などの開発が行われている。



## II-4 河原 達也

### (i) さきがけ期間中の研究成果

ヒューマン・マシン・インターフェイスとしての音声会話の理解を志向した計算モデルの設計を、実世界の議論や会話を対象として(1)話し言葉音声のモデル化と自動認識(2)話し言葉言葉の自動形成と自動要約(3)討論・対話における話者のモデル化と自動認識、という問題に着目しながら行った。その成果は高く評価できるもので、話し言葉の自動書き起こし、自動整形、重要文・重要単語の自動抽出やコミュニケーションの観点からの音声認識の最適化などの研究を着実に進め、話し言葉のアーカイブ化技術として最高レベルを獲得している。

### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究終了後は、2006年度から2009年度に科研費 特定領域「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」において、音声対話によりユーザに適した情報を検索あるいは効率的に提示する方法論を研究している。具体的には、大規模な知識ベースに基づいて情報案内を行う音声対話システムを設計・構築・試験運用した。更にその運用の結果から発話のタイミングを分析し、(1)対話エージェントを擬人的に捉えているユーザと道具的に捉えているユーザでタイミングのパターンが異なること、(2)不自然なタイミングから対話の齟齬が生じた状況を検出できるといった知見を得た。また、適切な応答を効率よく行うための対話戦略を最適化する研究により、提案応答成功率と情報提示までの時間の双方において改善が得られた。

また、2007年度から2009年度にかけては科研費 基盤(B)「話し言葉音声コミュニケーションの構造の抽出と視覚化」において、講演・講義や会議・ミーティングなどの大規模な音声アーカイブの効果的な利活用を指向した研究も行っている。長時間の話し言葉音声を自動書き起こし(音声認識)するとともに、多層の言語的・談話的構造を抽出し、字幕化を含めて効果的に提示する方法について研究を進めた。

## II-5 篠原 歩

### (i) さきがけ期間中の研究成果

遺伝子配列の検索時などにみられる膨大なテキストデータを効率よく処理するため、文字列として与えられる情報を連続的な数値として捉える枠組みを開発、更に多様な文字列操作を数値的演算として実装できるようにするための基礎理論の構築を目的とした研究を行った。その結果、1変数の文字列方程式の解の上限を得るなど基本的な問題を解明すると共に、実用的には重要性の高い近似文字列照合に高速フーリエ変換の手法を応用して検索時間を短縮する試みを行うなど、基礎数学と実用的アルゴリズムの距離を短縮して、き

わめて独創性の高い成果を生み出した。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究終了後も、2004年度から2007年度に科研費 特定領域「非明示的表現に対するアルゴリズムの開発」で研究を進めている。本研究は、非明示的に表現されたオブジェクトに対するアルゴリズムの開発とその計算量の解析を行うことを目的とし、効率のよいアルゴリズムの開発に適した非明示的な表現法を文字列やグラフなどの離散構造を対象として研究を展開してきた。具体的には、文字列に内在する組み合わせ構造や周期に着目することにより、圧縮文字列に含まれる回文構造の検出や、最大共通部分文字列の計算を多項式時間で行うアルゴリズムを開発した。また、漸化式として表される文字列の性質も調べ、任意の  $n \geq 2$  に対して、無限  $n$ -ボナッチ文字列における第  $k$  項目の有限  $n$ -ボナッチ文字列の最大連続出現数は  $k \rightarrow \infty$  のとき  $2+1/(\varphi(n)-1)$  に収束することを証明した。さらに  $n$  を増加させると、最大連続数はちょうど 3 に近づくことも示した。

## II-6 西尾 信彦

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

情報通信機能を備えたセンサやデバイスが人や自動車などに付属して広域に分散した環境を想定した、広域環境情報観測などの新しいアプリケーション構築のための基盤技術の研究した。結果、動的且つ自律的にクラスタを形成する自律ノード協調処理機構について理論的な解析とシミュレーションにより評価と性能の限界が明らかになった。街中で目的地に近づいたというような高次な情報に対してのセンシング技術という意味での活用など、実用性に着目した複数の地域連携・産学連携プロジェクトがスタートしており、その将来性も評価できる。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

2007年度に総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) 「ユビキタス街角見守りロボット事業」において、さきがけでの研究を実用社会に応用している。本事業は、見守りシステムの高度化、地域コミュニティの育成、持続性ある事業モデルの実現を目的とした。具体的には2006年2月20日から1ヶ月実施した「ユビキタス街角見守りロボット社会実証実験」の結果と、その後のユビキタス街角見守りロボット実証実験継続検討委員会での検討課題をもとに、機能の見直しを行い、ユビキタス街角見守りロボット (IC タグ・防犯カメラ・センシングネットワーク等の防犯機能付き自販機) による通学路通過検知等の「防犯サポート機能の充実」と、地域住民 (学校、PTA、ボランティア) による「地域防犯活動」との連携により、登下校中の子どもの見守りを支援するシステムを新たに構築し、運用・評価することで「地域児童見守りシステム」の実用化モデルの実現を目指した。

地域住民、地元団体、警察、行政、事業者が一体となって「安全なまち・大阪」の実現への取組みに寄与している。

## II-7 本田 学

### (i) さきがけ期間中の研究成果

自由度の高い思考過程が、どのようにして環境との調和を保つようにコントロールされているかを解明するために、「運動と思考との共通制御機構」及び「環境から与えられる感性情報による行動制御」の2項目を柱とする研究を実施した。これらにより、思考の基盤となる認知的制御における運動制御の中核である運動前野が、領域特異的に必須の働きを担っていることを世界で始めて示すことに成功した。更に、環境に含まれる知覚圏外の音情報が、脳幹から前頭前野にいたる神経回路の活性化を解して接近行動を誘導することも示した。

### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究と平行及び研究後にかけて、2004年度から2007年度はJST SORST「運動と認知の協調制御による汎用的能力獲得の神経機構」において研究を進めている。本研究では、認知的制御に関わる前頭葉高次運動皮質と頭頂葉皮質の機能分担を検討した。前者は認知的操作をフィードフォワード制御し、後者は認知的制御のフィードバックモニタリングに関連することを明らかにした。また、学習プロトコルの相違による成績の相違に捕捉運動野の活動が影響を及ぼし、その影響は学習直後の記憶定着期にまで及んでいる可能性を示唆した。

その後は、2005年度の科研費 特定領域「感覚運動制御と高次認知機能が共有する神経機構と作動原理の解明」や2006年度から2008年度の科研費 基盤 (B)「運動と認知の共通制御神経機構とその病態生理の解明」において、運動と認知における運動前野と頭頂葉の機能分担に関する研究を進めている。具体的にはそれらの機能分担を、空間情報の脳内操作時の脳活動を機能的磁気共鳴画像法によって検討した。その結果、後部頭頂皮質は空間情報の記憶・保持に寄与するのに対して、外側運動前野は、記憶した空間情報にもとづいて動的な操作をおこなうときに重要な役割を果たすことを示唆した。また、後部頭頂皮質の中でも楔前部は静的な情報保持過程ではなく、動的な操作により選択的にかかわる可能性も示唆した。

## II-8 山本 義春

### (i) さきがけ期間中の研究成果

ヒトの脳機能が確立共振によって高めえるという研究結果を受け、本研究では新たに(1) 延髄より上位の高次脳における確立共振とその惹起とそのメカニズムの検討(2) 確立共振の臨床応用、を目的とした。結果、適切な振幅のノイズが閾値感度を増大させる

確立共振と類似の現象がヒトの制御系にも存在すること、さらにその MSA やパーキンソン病などへの臨床応用が可能であることが示された。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

2003 年度から さきがけ研究終了後の 2005 年度までは、科研費 基盤 (B) 「身体活動時系列の信号解析・解釈に関する研究」において、研究を進展させている。具体的には、心身症・精神障害患者及び健常者を対象として、生態学的・経時的測定装置を用いて身体活動、心身症状、認知機能の測定を行った。また、同時に気分や各疾患の特徴を抽出可能とする身体活動パターンの解析法及び評価指標の開発も行った。結果、疲労やうつ気分といった幅広い心身症・精神障害でみられる症状に対応する客観的兆候として、身体活動が休止する局面でのダイナミクスに着目した統計指標を抽出できる可能性が示された。

### III-1 岡田 真人

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

神経回路の動力的過程を (1) 入力への過渡応答 (2) 定常状態 (3) 摂動への過渡応答、の 3 つに分類し、それらの観点を張り合わせることで複雑な神経系の挙動を理解し、更には脳の機能のメカニズムを理解することを目的とする。具体的には、主成分分析とガウス混合分析を用いてその主要成分を抽出することにより、脳内処理過程を可視化する手法を追及、サル顔認識過程における側頭 45 個のニューロンのデータに応用して脳内協調処理過程はその初期(90-140msec)において段階的に行われていることを初めて実証した。

#### (ii) さきがけ研究終了後の発展状況

2006 年度から 2009 年度にかけては、科研費 特定領域「ニューロンのスパイクの揺らぎによる神経回路網の推定」において、さきがけでの研究を進めている。本研究では、クラスタリングと次元圧縮を同時に行う新しいアルゴリズム、スパイクレスポンスモデル(SRM)の多体系の平均場近似、SRM から位相応答曲線を導出する理論的枠組みを提案した。特に SRM の多体系の平均場近似に関しては、その理論をもとにフィッシャー情報行列を計算した結果、従来の結果に反して孤立局在興奮系の皮質内結合は情報量を増加させる場合が存在することを証明した。この知見は、計算論的神経科学における常識を覆したという意味で大変重要な結果であり、今後のこの分野の発展に大きな影響を与えるとされている。また、SRM から位相応答曲線を導出する理論的枠組みは世界で初めて提案されたもので、計算論的神経科学に大きく貢献している。

### Ⅲ－２ 岡田 義広

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

より人間の思考に近い感覚・操作によりプログラミングが可能となる具象化プログラミングの実現を目的とし、実際にバーチャルな世界で同じ動作を画面で見ながら、手で直接触れることができる形式の実世界指向具象化プログラミングのためのソフトウェア部品の開発に成功した。これにより、衝突検出に基づくジェスチャ認識機能などの、三次元グラフィックス応用ソフトウェアの開発が行えるプログラミング環境の研究が進んだ。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけの成果を基に、**Time-tunnel** とよび時系列数値データの解析及びマルチメディアプレゼンテーションツールの拡張研究を行い、現在実用化に向けて企業と共同研究と実施している。

### Ⅲ－３ 黒田 真也

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

従来の細分化する実験的手法だけではなく、生化学反応に基づいたコンピュータシミュレーションも援用したシステム生物学的手法を用いてシグナル伝達機構の動的特性の解明を試みる。本研究では細胞運命決定機構とスパイクタイミング依存性シナプス可視性に着目して解析を行い、前者については増殖因子からの **ERK** の活性化までの特性を、後者についてはシミュレーションモデルの構築を完成して実験結果との整合性を検討することにより、スパイクタイミングを検知するために必要な **NMDA** 受容体のアロステリックな特性を予測することができた。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究終了後は、2006年度から2010年度にかけて **JST CREST** 「シグナル伝達機構の情報コーディング」において、時間情報コーディングの観点からシグナル伝達経路の動的特性を明らかにするための研究へ発展させている。具体的には、同じ刺激であっても入力パターンが異なれば異なる応答を示す生命現象である **ERK** 経路による細胞運命決定機構や、一過性と持続性の時間波形を示すインスリンの標的細胞への作用機構を解析する。

2006年度から2008年度の科研費 基盤 (A) 「**ERK** 経路のシステム生物学」においても、刺激の時間パターン情報と **ERK** の活性化におけるコードメカニズムに関する研究を進めている。本研究では、細胞周期の厳密な同調の系の開発を試みた結果、**EGF** による **ERK** の一過性活性化と細胞増殖の関係を明確にできる系の開発に成功しつつある。この系を用いれば、一過性、持続性単独及びその両方の **ERK** の活性化によりそれぞれ特異的に誘導される遺伝子群をマイクロアレイを用いてスクリーニングが可能となる。また、細胞分化には **ERK** の一過性と持続性の両方が重要であることを示唆する結果から、従来考えられていた

より複雑なデコードシステムの存在が示唆された。

### III-4 齋木 潤

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

ヒトが複雑な外部世界を見る際に、どのような情報をどう処理しているのかを明らかにすることを目的とし、ヒトの視覚認知システムが「焦点的注意システム」と「分散的注意システム」の二つの機能的下位システムの協調によって成立するという枠組みで研究を進めた。その結果、特徴を統合した物体表象の一時的保持容量は従来考えられていたものよりもはるかに少なく1または2に過ぎないことを初めて示唆した。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけでの研究を基に、2007年度から2009年度にかけて科研費 基盤 (B)「視覚性ワーキングメモリにおける注意制御機構の認知神経科学的研究」において、物体を構成する様々な視覚属性の統合や保持機構を、行動実験、fMRI 実験、脳波測定実験によって検討した。その結果、行動実験については、MOPT 課題を用いて属性結合の記憶の困難さが主として保持過程を反映し、検索の負荷による保持過程の過小評価ではないことを初めて明らかにした。また、fMRI 実験については、先行研究で得られた前頭前野前部の活動が主として変化検出時のもので記憶保持そのものの活動ではない可能性が示された。脳波測定を用いた事象関連電位測定実験については、適切な課題をデザインし実験が開始されている。

### III-5 坂上 雅道

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

発達した脳神経系を持つ動物の「推移的推論(三段論法)」で代表される思考の神経科学的基礎を明らかにするために、サル用に開発した推論問題を用いてサルの推論能力を実験心理学的に示すと同時に、前頭前野のニューロンネットワークにおける「連合の連合」を可能にするメカニズムを単一ニューロンレベルで明らかにすることを試みた。結果、霊長類の前頭前野において対象の抽象化・カテゴリー化にかかわるニューロンが特定の機能的意味と結びつきうることを示された。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究と平行及びさきがけ研究後の2005年度から2009年度にかけて、科研費 特定領域「直感的思考の神経メカニズム」において、引き続きサルの前頭前野外側部からニューロン活動の記録を行った。記録を分析した結果、前頭前野外側部にカテゴリーをコードするニューロンが、そのカテゴリーの意味を同時にコードしていることを示した。このようなニューロンが存在することにより、動物は異なる状況で獲得した知識(連合)を、新奇

な状況で柔軟に結びつけて使用することができることが示唆されている。

また、2008年度から2010年度は文部科学省 脳科学研究戦略推進プログラム(BMI)「前頭葉のニューロン集団の活動から、意図・運動・知覚を分離してデコーディングするための基礎研究」において、認知型 BMI の研究を進めている。具体的には、意図と運動と知覚を区別するための課題を遂行するサルの前頭葉に複数の電極(最大 128ch)を埋め込み、ニューロン活動を記録する。知覚ではなく意思や意図の伝達の補助技術の基礎を開発することで、より社会場面や臨床場面に応用されることが期待できる。

### III-6 田浦 健次郎

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

分散管理された多数の計算資源(広域に配置された複数のクラスタ計算機群)を、少ない人的コストで統合し、並列処理に利用するためのソフトウェアに関する研究を行った。その結果、ごく少数の非常に標準的なツール(SSH/Python)のみを使って、誰でも簡単に多数の計算機を使って効率的に計算を進めることが出来る並列分散環境用のシェル GXP を設計、開発した。更に、起動した並列計算環境の測定とそれを用いた転送路の自動構築アルゴリズム(Phenix)を立ち上げ、並列計算の効率化を図ることができた。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

広域分散プラットフォーム InTrigger の構築と、広域分散環境における高性能並列計算に関する研究を行っている。

### III-7 橋本 浩一

#### (i) さきがけ期間中の研究成果

多数の微生物を協調させるフィードバック制御システムの構築による、既存の MEMS の概念を超越するプログラム可能な多機能マイクロシステムの実現を狙いとした。具体的には単細胞生物(ゾウリムシ)の個体の運動特性を測定しかつ電圧化での可制御性を検討した。結果、微生物単体のモデリングと制御はほぼ完全に達成され、群行動のモデリングは未完成であるが、多数の微生物の運動制御は可能性を見出すことができた。また、本研究に不可欠である3次元顕微追尾装置の性能は高い評価に値する。

#### (ii) さきがけ終了後の発展状況

さきがけ研究終了後 2006年度から2008年度は、JST SORST「超分散マイクロアクティブセンシング」において、微生物の運動制御に関する研究を進めている。本研究以前は、ゾウリムシ1個体のトラッキング、電気走性モデルの構築、運動制御、状態観測等の、ゾウリムシの運動制御に関する研究を行ってきたが、本研究ではそれらに基づき、微生物群を用いて微量物質や微小光を検知できるアクティブセンシングシステムの実現を目指して

いる。

また 2009 年度は科研費 新学術領域「運動する生物のロバスト追跡と蛍光画像解析」において、顕微鏡ステージのリアルタイム制御により、運動する生物をロバストに追跡し、同時に蛍光画像を記録・解析する装置の開発へ研究を進めた。ロバスト追跡は高い時間分解能で長時間の運動計測を可能とし、各種刺激に対する行動変化の解析に貢献できる。また蛍光画像の記録・解析により、各種刺激受容ニューロン内の生化学的反応の可視化及び定量化を行い、神経回路の情報伝達原理の解明も目指した。



## 2.2.9 さきがけ研究の意義

### (1) アンケート回答のまとめ

アンケート回答から、本研究領域の参加研究者にとって、さきがけ研究がどのように意義があったのか意見をまとめ、図 2-10 に示した。アンケートを回収できた研究者 26 名のうち、さきがけ制度に対して肯定的意見のみを有する研究者は、9 名、肯定的意見と改善要望の両論を併記していた研究者が 11 名、否定的意見のみを有する研究者は 0 名であり、何らかの評価をしている回答者 20 名全員が自身の研究に役に立ったと考えていることが窺える。

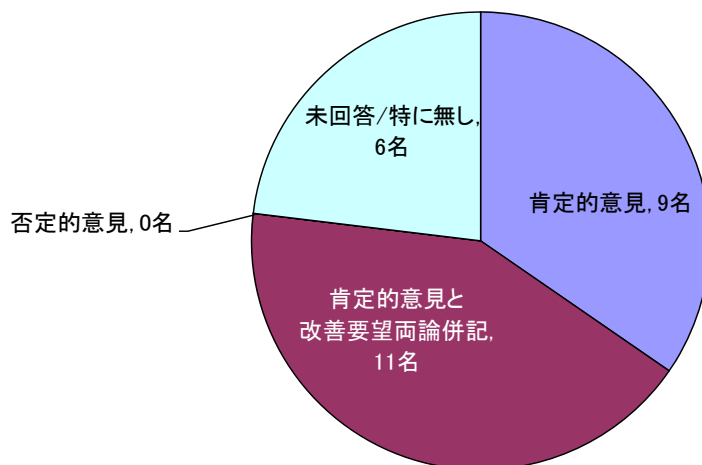


図 2-10 さきがけ研究の意義に対する意見

### (2) さきがけ研究の意義に関する肯定的意見の内容

さきがけ研究の意義に関する肯定的意見の内容を図 2-11 に示した。

回答者 20 名中 18 名が「研究基盤の確立」を挙げており、研究者及び教育者として成長する上で非常に有意義なプログラムであったなどの意見がみられた。

次に多く挙げられていたのが、「研究者間的人的ネットワークの形成」であり、さきがけ終了後も共同研究を実施していたことや、研究発表など研究室の交流への発展など、お互いに刺激を与え合っている様子が窺える。

また、「研究総括、領域アドバイザーの指導」、「研究者同士の切磋琢磨の場の提供」という研究環境に関する意見が続き、次いで、「他の予算よりも研究者が使いやすいように配慮されている」、「最初の目的以上のものでも積極的に進めることが可能である」など研究費とマネジメントの柔軟性についての意見がみられた。

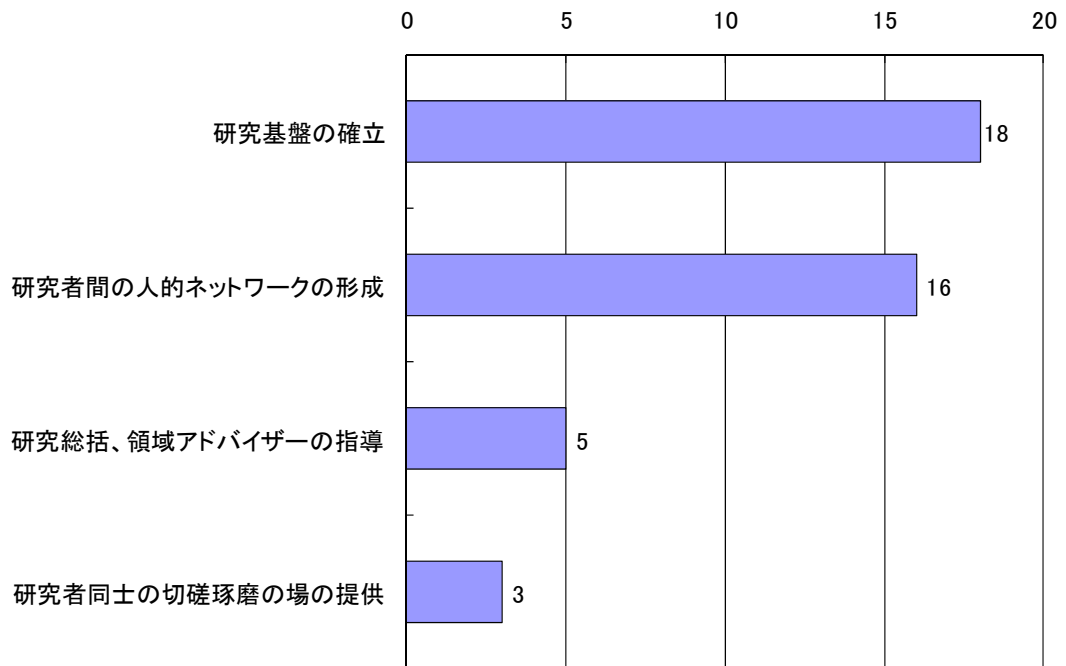


図 2-11 さきがけ研究の意義に対する肯定的意見（単位：人）

### (3) さきがけ研究に対する改善要望の内容

さきがけ研究に対する改善要望の内容をみると、領域に関する要望が 2 件、その他が 1 件であった。

領域に関する要望としては、柔軟な研究者の大胆な発想が大きな成果を上げるような自由な領域を創設して欲しいという意見がみられた。

その他としては、「研究予算の規模に関する意見については、1 件あたりの規模は大きくするべきではなく、現状程度が丁度良いのではないだろうか」という意見がみられた。

### 2.3 第2章のまとめ

さきがけ期間中、及びさきがけ終了後から追跡調査時点までの、職位、論文発表件数、特許出願件数、研究助成金獲得額などを比較し、さきがけ期間中に比して、さきがけ終了後に研究活動が向上していることが確認された。

職位については、採択時に2名であった教授職は、追跡調査時点で16名に増加している。著書件数では、さきがけ期間中の平均0.5件／人・年からさきがけ終了後には平均0.9件／人・年と1.7倍に増加しており、招待講演件数でも、さきがけ期間中の平均1.3回／人・年からさきがけ終了後には年平均2.8回／人・年と2.2倍に増加しており、さきがけ終了後の発展の状況を見て取ることができる。

研究助成金に関しては、さきがけ期間中・終了後合わせて1億円以上の研究助成金を獲得した研究者が11名（うち3億円以上が5名）みられた。

また、さきがけ研究の意義に対する意見は、回答のあった20名全員が自身の研究に役立ったと考えており、11名が何らかの制度・運営に関する改善等の意見を持つという結果になった。具体的には、研究者及び教育者として成長する上で非常に有意義なプログラムであったこと、他の研究者との交流やネットワークの形成がさきがけ期間中及び終了後も引き続き、非常に有意義であったこと等の利点についての意見があった。一方で、さきがけ研究の課題としては領域の柔軟性の確保、研究予算規模の維持などの意見が寄せられた。

## 第3章 研究成果から生み出された科学技術的、社会的及び経済的な波及効果

### 3.1 詳細調査の内容

アンケート調査結果及び研究総括のご意見を参考にして、詳細調査対象となる代表的事例の研究者4名を抽出した。2010年1月～2月にかけて、それら4名に対して、インタビューによる詳細調査を実施した。インタビューでは主として以下の項目について把握した。

- ① 研究成果の発展状況や活動状況に関して
- ② 研究成果から生み出された科学技術的、社会的及び経済的な波及効果
- ③ その他

### 3.2 代表事例の発展状況

#### 3.2.1 自然現象・社会動向の予兆発見と利用（大澤 幸生 第1期）

##### (1) 研究成果の発展状況や活動状況に関して

さきがけ期間中は、意思決定のために重要となる事象・状況・情報を「チャンス」と称し、ダイナミックかつ複雑に変化する実社会の中で個人及び組織がリスクに負けず、むしろ変化の中から生まれ出るチャンスの価値を正しく捉えて行動する方法を確立すべく、チャンスを発見する手法を研究した。きっかけは、既存のデータマイニングでは得られない「データの中で頻度の少ないアイテムを、いかにして他のアイテムと同じ市場のマップの中で可視化するか」及び「データの中に出現しないアイテムをどうやって補い、ビジネスに役立つシナリオを描き出すか」の問いに対して、チャンス発見にとって有用となる技術と理論的な枠組みをおさえたいと、答えとなる技術を開発することになった。

具体的には、チャンスに関する人の認知行動過程について、アンケート調査や視点軌跡の計測による実証研究を行い、「チャンスを求める関心を持つ」→「チャンスに気付く」→「チャンスの価値を理解する」→「行動やその提案を行う」→「新しいチャンスに関心を抱く」→・・・といった、「チャンス発見過程のモデル化」を行った。

またチャンス発見過程のモデル化の結果を踏まえ、元々文章からのキーワード抽出を目的として開発されたアルゴリズムであるキーグラフを、事象間の関係の可視化を目的とするツールへと転用を行った。これに加えキーグラフの出力の上に実際の生地を対応させて貼り付ける手法や、プロジェクターでホワイトボードに投影したグラフ上にマグネットで生地を貼り付けて配置する手法などにより、データとして入力することが比較的困難な触角情報や色合い情報などの視覚情報を補った「触視覚補完型キーグラフ」の開発など、「チャンス発見志向のデータマイニングとその結果の可視化手法の確立」を行った。これは、実際に紡績会社の新商品実現などにも寄与した。

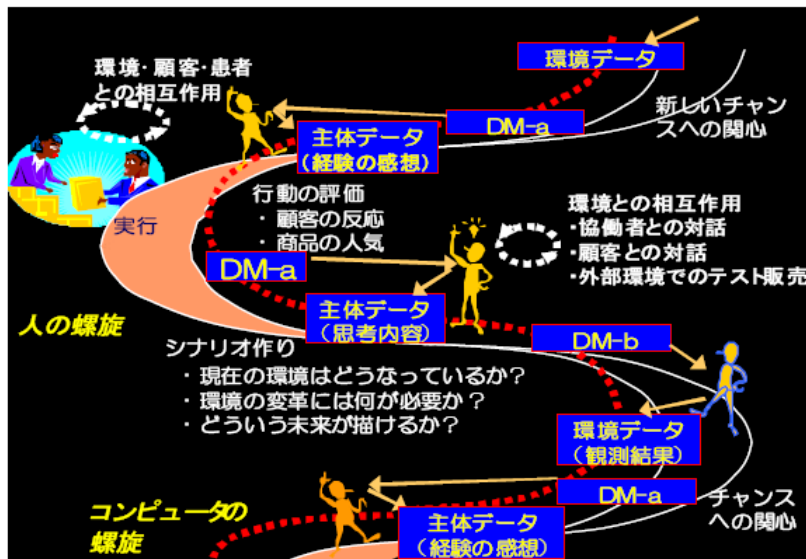


図 3-1 : 自然現象・社会動向の予兆発見と利用 (JST ホームページ)

さきがけ研究をもとに大澤は、よりビジネスの場でチャンスを発見できるよう、シナリオ発想ゲームとして「イノベーションゲーム」の開発・提案を行い、価値のセンシングとアイデアの創出に関する独自性の高い領域を開拓している。さきがけ期間中に開発した改良キーグラフでは限界があり、「頻度が低い情報が出てこない」「ユーザの精神的負荷が高く持続性に欠ける」という 2 つの問題があった。これらを解決すべく、イノベーションゲームの開発に着手した。

イノベーションゲームとは、新しい事業プランなどを発見することを目的に作成されたゲームである。具体的には大澤独自のアルゴリズムを用いて、従来の改良キーグラフでは出てこなかった頻度の弱い事象間の結びつきを可視化することにより、チャンスのある可能性を示唆する。それに基づき「事業家」役のプレイヤーが「投資家」役のプレイヤーに対して新しい事業のプレゼンを行い、投資を引き出す。その事業に対しては、「消費者」役のプレイヤーが実際に利用する（買う）か否かを決める。このようにゲームが展開される中で、新しい事業プランなどが出てくる。

このイノベーションゲームは、現在 2009 年度 経済産業省原子力安全保安 高経年化対策強化基盤整備事業「原子炉における高経年化による破壊の検査・調査ノウハウの表出化」でも実際に使用されているなど広範囲にわたって展開されている。

また大澤は、イノベーションの研究成果を踏まえ、現在「都合学」というものを構想している。これは、実際のビジネスシーンでは上司の意図や政治的判断など、関係者がそれぞれ置かれている立場の「都合」によって発言が行われ、交渉が行われている。この「都合」というものを分解すると、「意図」、「前提制約」、「派生制約」から成り立っていると考え、これらを明らかにすることによりイノベーションが促進しやすい環境整備を行うこと

を想定している。

## (2) 研究成果から生み出された科学技術的、社会的及び経済的な波及効果

本研究は、数多くのデータからいくつかのデータのかたまりを連結する改良キーグラフを発明し、それを何人かで議論する中から、予兆もしくはチャンスを発見するという極めて斬新的独創的な研究である。この研究成果により、チャンス発見学を創設し、企業と共に、チャンス発見コンソーシアムを立ち上げている。現在、チャンス創成学の学会を設立する動きも存在している。

また具体的な成果として、さきがけ期間中に開発した改良キーグラフが実際に紡績会社の新商品開発を成功まで至らしたことや、さきがけ終了後に、さきがけ研究を発展させて作成した「イノベーションゲーム」を新製品開発やマーケティングなどの実務に適用している企業は少なくとも 10 社程度に達していることがあげられる。

特にイノベーションゲームは前述のように原子力安全基準への応用に加え、「博士課程の学生たちに対して他分野との融合性に気づかせる」、「東京大学の産学連携本部に対して農・食・医を融合した新しい分野の設立に気づかせる」など、蛸壺化を防ぐためにチャンス発見のフレームワークが使用され、ビジネスのみならず新しい学問の分野などへの示唆も得られる場合が多い。

大澤のさきがけ期間以降（2001 年以降）の国際会議への招待講演を図 3-2 に示す。特にさきがけ期間終了後に増加しており、大澤による研究成果が着実にインパクトをもたらしていることが分かる。これらの招待も、大澤の研究の社会的効果への注目によるものである。被引用文献については割愛するが、その理由は、研究者が研究者の成果を用いた度合いを示すインデックスではなく、社会が研究者の成果を用いた度合いに観点を移すべき時代の到来を強く意識するべしとする大澤の意向を汲んだものである。

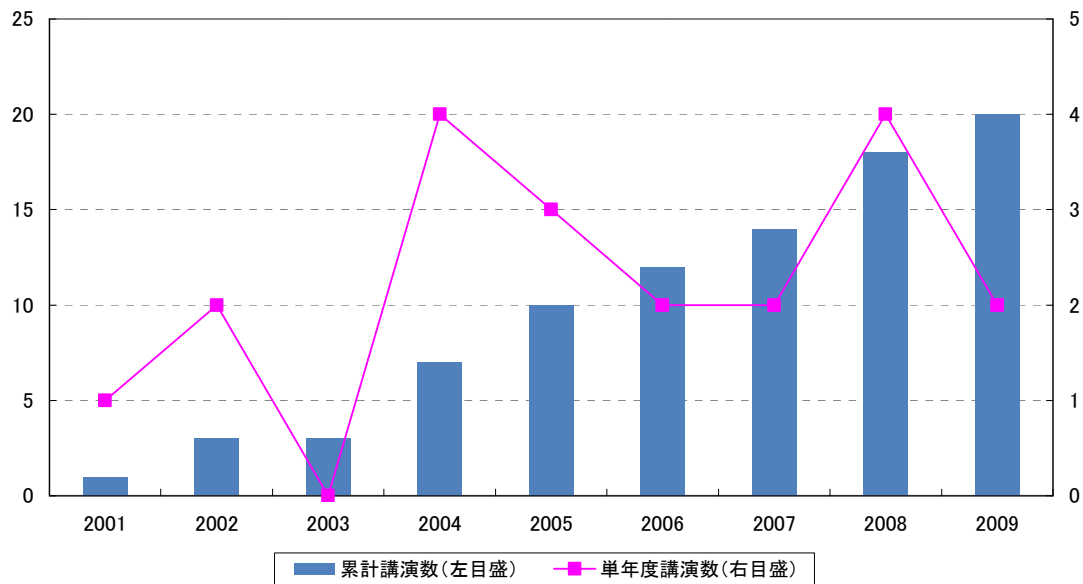


図 3-2 大澤の講演会数推移

(3) その他（研究者からのさきがけの意識等についてのコメント）

ヒアリングにおいて、研究者からは以下のようなコメントがあった。

- 個人的には、さきがけ研究への参加がきっかけとなり、チャンス発見学の国際展開、そこから派生してシステム創成学という異なる分野連動型の領域への貢献が可能となるなど、さきがけ研究については、全体的にプラスの面のほうが圧倒的に大きいと思われる。
- さきがけ研究のように新しい領域を作る際には、社会のニーズを意識して研究を行う人を選ぶことも必要であると考えている。日本の基礎研究は社会のニーズを意識せずに行われていることが多いと思う。一方アメリカなどでは、サービス・イノベーションの研究やグローバル社会システムデザインなどの、社会ドリブンの研究が盛んである。日本こそは、ものづくりやサービスなどの経済活動、地震などの自然現象から世界に先駆けて新しい問題を国内から独自に発見し、きちんと研究課題として取り組み、その達成に基づいてアメリカを含む諸外国にも有益な知見を提供するといった風潮を普及させることが必要ではないだろうか。
- 上記のような、社会ドリブンの研究を、応用でなく基礎研究として捉え評価する事が大事である。現状、日本では社会ドリブンの研究は、研究者として必ずしもめぐまれていない（従来の科学の規範に適合せず、論文が通りにくく科研費が出にくいなどの理由で）ことが多いため、さきがけ研究に加え、科学・学術というものを再定義するようなボトムアップな活動と、これに呼応した新しい制度が必要であると思われる。

### 3.2.2 時間順序の脳内協調表現（北澤 茂 第1期）

#### (1) 研究成果の発展状況や活動状況に関して

さきがけ期間中は、ヒト被験者を対象に、右手と左手を短い間隔で触ったときの時間順序を脳がどのようにして判断しているかを明らかにし、脳の中の時間情報処理の基本原理に迫ることを狙いとした。具体的には、右手と左手にそれぞれ刺激を与えて時間順序を判断させた。

通常は時間差 0.03 秒程度で 7 割、0.1 秒で 95%以上の正解が可能である。しかし、腕を交差させると、刺激時間差 0.3 秒程度の範囲で時間順序の判断の逆転が増えた。一方、刺激時間差が 1.5 秒以上になると手を交差しても 100%正解になることより、この現象は単なる右手と左手の取り違えでは説明できず、0.2 秒程度の時間差で刺激を与えた際に、右手と左手が交差していたならば脳の中で何かが起こっていることを示している。

また、手に持った棒の先端に与えた刺激の時間順序を判断させた場合は、手を交差することなく棒を交差するだけで時間順序が逆転した。これらの結果より、皮膚受容器からの信号は、空間で位置づけられてから順序づけられるという、新しく重要な知見を示した。

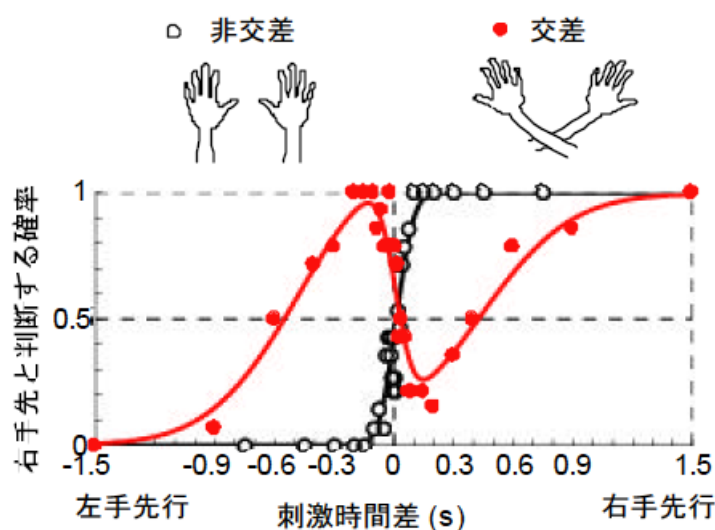


図 3-3 手の交差による主観的時間順序の逆転 (JST ホームページ)

さきがけ終了後は、2005 年度から現在まで科研費 基盤 (A)「脳における時間表現の研究」においてさきがけでの研究を発展させている。本研究では、主にサッケードによる時間順序の逆転について研究を行っている。人の視力は視野の中心をはずれると急速に衰えるため、視野全体をカバーするべく、人は 1 秒間に 3 回すばやく目を動かしている。このとき生じる速い目の動きをサッケードという。2005 年にイタリアの Morrone らは、いろいろな時間差で画面の上と下に一瞬だけ刺激を出してどちらが先で、どちらが後かを答えさせる実験を行ったところ、このサッケードの直前 0.1 秒以内刺激が出された場合、判断が逆転することを発見した。



さきがけの研究成果を元に、上記の新しい知見を加え、「サッケードは異種の感覚信号に基づいて生成される「動き」の信号に影響を与えて時間順序判断を逆転させるのではないか」という“動き投影仮説”を立て、研究を行ってきた。

結果、視覚刺激でなく右手と左手の触覚刺激の順序判断にもサッケードの影響が及んでいることがわかった。これにより、サッケードによる時間の流れの逆転が視覚だけでなく触覚などにも影響を与えていることが分かる。

## (2) 研究成果から生み出された科学技術的、社会的及び経済的な波及効果

本研究は、両手を逐次刺激する場合、手交差によって主観的時間順序に逆転が起こる現象を発見し、計算機のようなクロックを持たない脳が時間順序をどのように表現しているかについて、新しく重要な知見を示した。これは、「クロスハンド・イフェクト」として心理学の分野の中では特に有名なものとなり、認知科学を学ぶ人の教科書である「**Biological Psychology**」や科学好きの人を対象とした「**MIND HACK's**」にも時間順序判断の話が掲載されている。

このクロスハンド・イフェクトは現在も世界各国で研究が続行されており、たとえば 2006 年にドイツのグループが、手でなく足を交差しても同様のことが起こることを発表したり、オックスフォード大学のグループは、生まれてから一度も目で見ることがない背中の中で手を交差すると、交差の影響が極めて小さいことを発表した。このような研究成果は、さきがけ研究で明らかにした北澤のクロスハンド・イフェクトの延長線上にあるといえよう。

また、このような研究成果から、パーキンソン病や自閉症の初期症状を定量的に図るバロメーターとして、時間順序判断を使えるのではないかという話も出てきている。パーキンソン病や自閉症は主に大脳基底核に異常があることが多く、その場合同分野に関わり深い時間順序判断にも影響があると思われるためである。将来的には、このように臨床的に使える可能性も出てきている。

なお、国内のみならず海外からの招待講演も多く、オランダのエラスムス大学（2005 年）や、イギリスのロンドン大学（2005 年）などで講演を行っている。特に本研究成果については一般向けの講演も多く、第 5 回自然科学研究機構シンポジウム（2008 年）などで、「脳のなかで主観的な時間は行きつ戻りつしている」ということをテーマに講演を行っている。当研究成果は、特に哲学者の興味を引くことが多く、「外界に流れている絶対的な時間と主体的に感じる時間の違い」という哲学の認識論とリンクする部分も多いとのことである。

北澤のさきがけ期間以降（2003 年以降）に発表した論文の被引用件数（Web of Science を用いて調査）を図 3-4 に示す。被引用件数は伸びており、北澤による研究成果が着実にインパクトをもたらしているとともに、関連研究が進展していることが窺える。

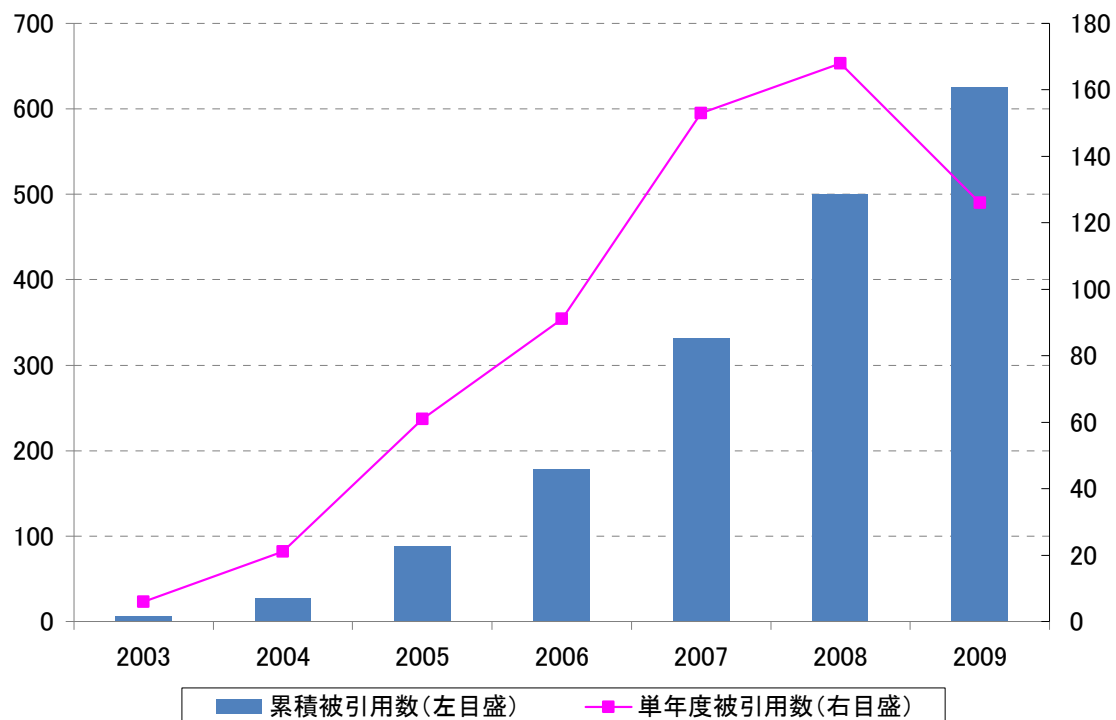


図 3-4 北澤の論文被引用数推移

(3) その他 (研究者からのさきがけの意識等についてのコメント)

ヒアリングにおいて、研究者からは以下のようなコメントがあった。

- さきがけ研究は、会議や中間評価など、研究者にとっての制度的な束縛が他の研究開発費と比べ非常に少ない。よって、研究者は自由な精神で様々な試みを実施することができる。これが、さきがけ研究の良いところであると思う。
- 金額的には、今のさきがけ研究と同等レベル (年間 2~3 千万円程度) が最適であると思われる。金額がそれ以上であると、今度は個人研究ではなく、チームでの研究になりがちであり、研究者がマネージメントを意識するあまり、肝心の研究に没頭できない可能性が高い。さきがけ研究で出そうとしている「新しい分野の設立」といったアウトプットは、チーム単位で行うよりは、個人レベルで 2~3 年間は研究に没頭するという環境から生まれてくる可能性が高いのではないだろうか。
- さきがけ研究の、研究者の選定に当たっては「2~3 年後に大きな成果が期待できる」という観点で選ぶことが重要であると思われる。その際に、選定時の実績をあまり重視せずに選ぶことも考えられる。

### 3.2.3 共生関係への移行に伴う遺伝子代謝ネットワークの再編成（四方 哲也 第1期）

#### (1) 研究成果の発展状況や活動状況に関して

さきがけ期間中は、新しい共生系の形成過程の解析から、生物の非線形ネットワークの示す柔軟な環境適応性の基礎的知見を得ることを狙いとして、粘菌と大腸菌を用いて研究を行った。具体的には、哺乳類の腸内で進化してきた大腸菌と、森の木陰で進化してきた細胞性粘菌という、互いの生息環境に照らし合わせると遭遇するはずの無い粘菌と大腸菌を同じシャーレで長時間培養した。結果、捕食関係にある、この2種の生物は2週間程度で、ほとんど絶滅状態になる。しかしその後、粘菌と大腸菌が同居する共生コロニーが誕生した。このコロニーの中では、それぞれの細胞を単独で培養した際にはみられない多糖類を大量に合成し、更にはエネルギーや物質生産を抑えて共生状態になっていた。このような状態に変わった後には、この共生コロニーは同じ環境でも用意に増殖するようになる。

また、大腸菌同士の競争から共存への移行過程も研究を行った。具体的にはグルタミン合成酵素遺伝子にランダム変異を加えながら、機能レベルの異なる大腸菌変異体群を作成した。この変異体群を一定の環境で長時間培養したところ、機能レベルの異なる大腸菌が細胞間相互作用によって共存することが明らかになった。

結果、細胞性粘菌と大腸菌のように通常は捕食関係にある種の間、また競合関係にあると考えられるグルタミン酵素活性の異なる大腸菌の間に共生関係が成立することを発見した。それに加え、非線形ネットワークがしめす環境応答機構として「アトラクター選択による適応応答」を提案し、そのネットワークをもった大腸菌を用いて実験的に証明した。

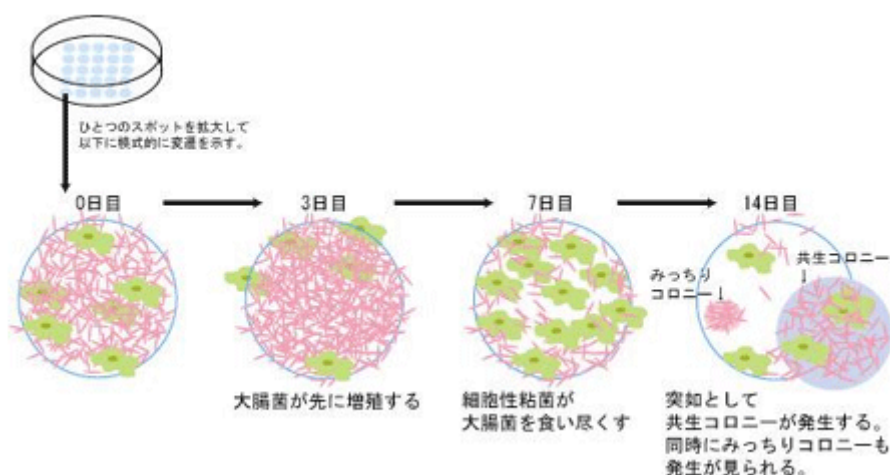


図 3-5 細胞性粘菌と大腸菌の系  
(大阪大学大学院情報科学研究科 四方研究室ホームページ)

さきがけ終了後は、「アトラクター選択による適応応答」などについて研究を発展させている。例えば2003年度から2004年度にさきがけ研究と一時並行して実施した、科研費 特

定領域「2種類の実験室内共生系のゲノム解析」において、大腸菌と細胞性粘菌が共生状態を獲得する過程での大腸菌の細胞状態の分布変化、及びどのような細胞状態の大腸菌が細胞性粘菌との共生に移行できるのかを明らかにすることを目的として研究を行った。結果、共生状態への移行途中において大腸菌は細胞性粘菌との相互作用により多様な生理状態をとるようになり、細胞性粘菌との共生状態に移行できたのではないかと結論づけた。

また2004年度から2009年度にかけてERATO「金子複雑系生命プロジェクト」では、人工遺伝子ネットワークを組み込んだ大腸菌を用いて、遺伝子発現ゆらぎを利用した環境応答の新しい機構を研究した。結果、事前に対応策をプログラムできない未知なる環境に対して、生物は機械にはない柔軟な応答形式で適応することを示した。

なお2009年度からはERATO「四方動的微小反応場プロジェクト」では研究総括として、RNAを使って人工生命を作る研究（RNA合成酵素を用いた自己複製系）を行っている。これは生物にとって重要なゆらぎの起源を探索するためにすべてが既知である人工細胞モデルの構築を行うものである。

## (2) 研究成果から生み出された科学技術的、社会的及び経済的な波及効果

本研究成果から得られた「アトラクター選択による適応応答」のメカニズムは、様々な分野への応用が試みられている。たとえば2002年～2006年度にかけて21世紀COEプログラム「ネットワーク共生環境を築く情報技術の創出」では、本メカニズムの情報ネットワークへの応用を試みた。具体的には、「うまくいっているときは従来のルールに従い、困りごとが起こると右往左往して別の道を探す」といった生き物が備えているアトラクター選択の仕組みを人工物の情報ネットワークに移植し、効率性よりも持続性を重視した情報ネットワークの構築を目的とした。結果、複雑適応系としての情報ネットワークに関する諸技術を研究開発し、次世代ネットワークアーキテクチャとしてのアンビエント環境情報ネットワークの基礎を築いた。これらの研究成果や考え方は「生物学に学ぶ先端的な情報技術」に関する世界最初のワークショップを2004年に実施した際に、本COEプログラム関係の論文が25%程度占めたことから分かるように、国際的にも高い評価を得ている。

また、情報ネットワークの一部である交通信号のシステムにも「アトラクター選択による適応応答」を応用することが考えられ、成功した際には「交通量により自動的にシステムが切り替わるような効率的なシステム」が実装されることとなる。

また本研究成果などを踏まえて、さきがけ終了後に取り組んでいた「人工細胞モデルの構築」は、生命科学にひとつの流れを作った。具体的には、分子生物学やゲノム科学、ナノテクノロジーやMEMSなどの知見の技術を踏まえ、細胞機能の再構成・設計を志向する新しい学際的研究領域誕生の機運を高めた。その結果として、2005年より国内の有志を中心として「細胞を創る」会議が開催され、2007年に「細胞を創る」研究会が発足した。

四方のさきがけ期間以降（2001年以降）に発表した論文の被引用件数（Web of Scienceを用いて調査）を図3-6に示す。被引用件数は伸びており、四方による研究成果が着実に

インパクトをもたらしているとともに、関連研究が進展していることが窺える。

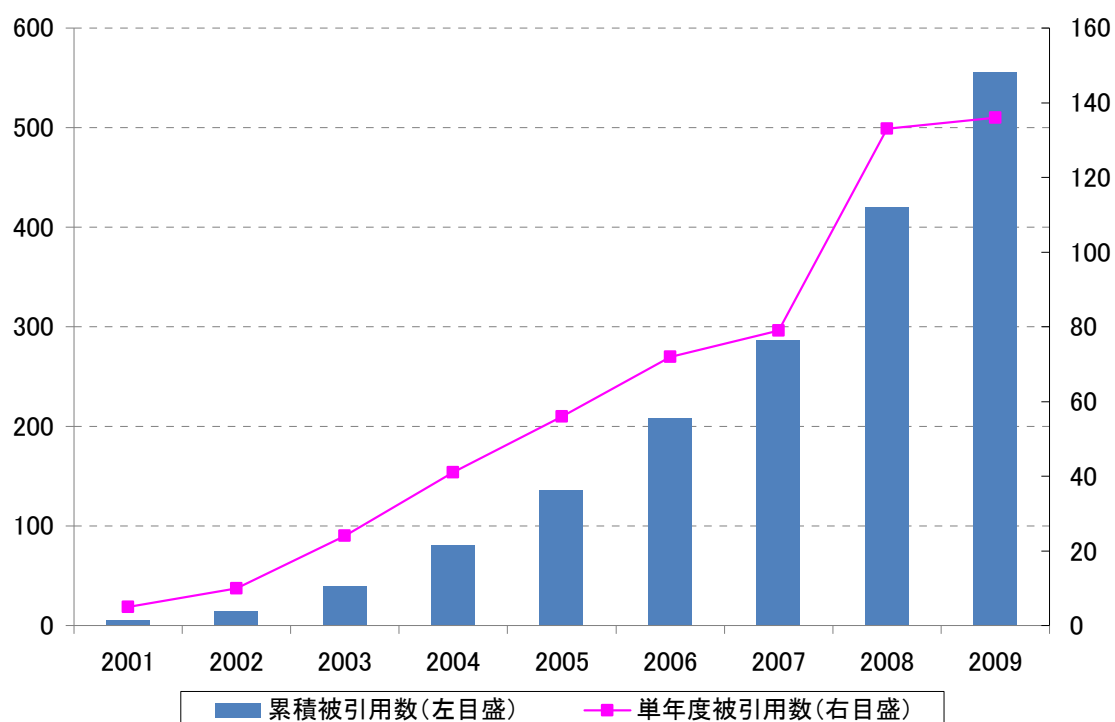


図 3-6 四方の論文被引用数推移

(3) その他（研究者からのさきがけの意識等についてのコメント）

ヒアリングにおいて、研究者からは以下のようなコメントがあった。

- さきがけプロジェクトを推進すること自体が異分野に身を置くこととなった。その際、異分野に貢献することの重要性を認識し、かつ自分に強いたことによって自分の枠が広がった。
- 上述のように分野が違う人が集まっていることが、さきがけ研究の魅力のひとつであると思う。よって今後も研究領域やアドバイザーは分野が違う人を集めるべきだと思われる。その際には、トップダウン式で総括の権限が強いシステムが良いのではないだろうか。
- さきがけ研究のように、異分野の人が周囲にいと、「一般的に重要なこと」以外は相手にしてもらえない風潮があり、それが良い方向に作用したと思う。
- さきがけ研究は、基本的に今の制度でよいと思われる。金額が多すぎると予算や人のマネジメントに気をとられてしまい、若手の研究者の場合、失敗してしまう可能性もある。
- 経験と共に、「さきがけ研究」→「ポストク型さきがけ」→「グループリーダー」→「研

究総括」などのように緩やかにステップアップしていくことが研究者にとっては無理が無くよいと思われる。

- 給与体系に関しては、現在年齢で定められているが、もう少し柔軟な制度にしたほうがよいと思う。

### 3.2.4 音声分節化のしくみと発達（岡ノ谷 一夫 第2期）

#### (1) 研究成果の発展状況や活動状況に関して

さきがけ期間中には、言語の進化的起源と発達の学習を明らかにすることを目的とし、音声の分節化と言語の関係をトリ（ジュウシマツ）とヒトについて研究した。分節化とは、連続している音声から意味のあるまとまりの境界を見つけ区切ることであり、言語を獲得する上でとても重要であると思われるため、これをテーマに取り組んだ。その結果、トリは歌学習の過程ですでにモデルとなる歌を分節化して知覚していること、及びヒトの大人では音を分節化する際に「単語」の切れ目に相当する部位で特異的な事象関連電位が出ていることを発見した。また、それに加え、ヒト新生児についてもヒトの大人と同様に分節化に対応する脳波がみられ、分節化の能力は生得的であることを示すなどの成果を上げた。

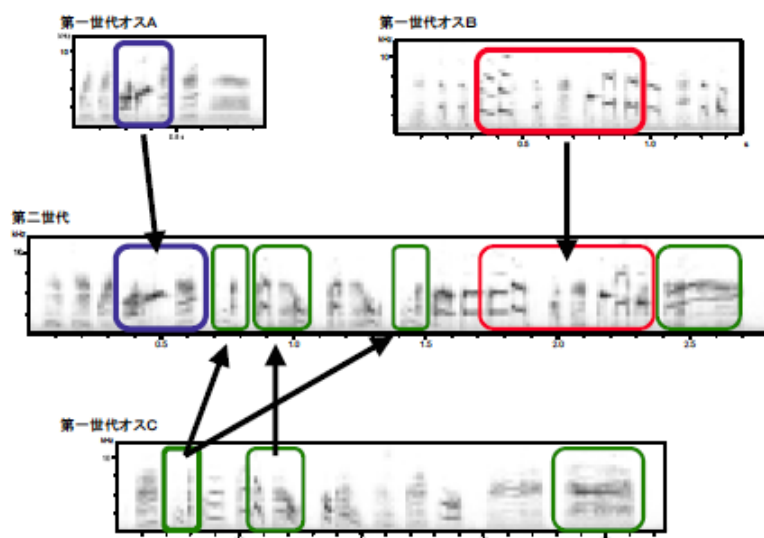


図 3-7 音声分節化のしくみと発達（トリにおける分節化の発達）  
(JST ホームページ)

さきがけ終了後も、言語の進化的起源を明らかにするため、言語を成り立たせる基本的な能力と思われる「①新しい音を学んで発生する能力」、「②音を規則に従って並べる能力」、「③音と意味を対応させる能力」、「④集団の中で音を適切に使い分ける能力」の各々について動物を用いて研究を続けてきた。①と②に関してはさきがけ研究と同様にジュウシマツを用いて、③に関しては社会性げっ歯類であるデグーを用いて、④に関しては真社会性動物であるハダカデバネズミを用いて行っている。特に③に関しては、2006年度から2007年度にかけての科研費 特定領域「状況と発生の統合から意味の創出へ：原型言語の脳機構」などで研究を発展させ、海馬が音声・非音声コミュニケーションにおける状況の認知に寄与していることを示唆した。

これらの研究成果をもとに現在、岡ノ谷は言語の進化的起源について「相互分節化仮説」を提唱している。これは、「ある状況で使われる音配列と、ほかの状況で使われる音配列に共通部分があれば、その部分の状況と音が分節化されて切り出され、対応するものとして認識される結果、単語が生まれた」という考え方である。この仮説を実証するべく、2008年度～2009年度にかけては、科研費 基盤 (B)「音列文脈相互分節化仮説の実験的検証」などで研究を進展させている。

また近年、言語だけではコミュニケーションは理解できないと考え、「情動 (気持ち)」を理解する必要があると考えている。このため、2008年度～2013年度にかけて ERATO「岡ノ谷情動情報」、情動にも文法的な規則があるのではないかと仮説を立て、主成分分析など測定手法や、ヒトの新生児が言語を学ぶ前と学ぶ後でどのように情動が変化するかを研究している。なお本 ERATO ではさきがけ研究で交流ができた岡田真人とも共同で研究を行っている。

この研究に関心を持った企業 (家電メーカー) も共同研究を申し出ており、ヒトの情動にうったえかけられる家電や機械などの開発への展開を模索している。

## (2) 研究成果から生み出された科学技術的、社会的及び経済的な波及効果

本研究は国内外を問わず、言語の進化的起源の研究分野に対して多大なる影響を与えた。まず海外に対する影響としては、言語の進化的起源の研究を実施する際に霊長類ではなく「トリの文法」の話に目を向けさせたことが挙げられる。2000年頃から、エジンバラ大学が中心となり、「言語起源の生物学的研究学会」を作り研究が行われていた。この背景には、ヒトを対象に研究した際には「言語の進化」は研究できるものの「言語の起源」は明らかにならず、動物を対象に行うことが必要であったことがあげられる。しかし、当時はヒトと遺伝子が近い霊長類を対象にした研究がほとんどであり、霊長類は生まれつきの声しか出せず「音を学ぶこと」ができないため、研究があまり進展していなかった。そこに岡ノ谷は「トリの文法」の話を持ち込み、遺伝子が近い・遠いではなく、「音を学ぶことができるか否か」という観点で研究対象動物を選定するという流れを作った。結果 2012年には、この国際学会を岡ノ谷が大会長として組織中である。

また国内に対する影響としては、言語学分野の研究者に対し「言語の起源」と「言語の進化」を分けて考えることを示唆したことがあげられる。それまで国内の研究者はチョムスキーの言語学に強い影響を受けていたこともあり、「言語の進化」にしか目を向けておらず、「言語の起源」はわからないと信じており研究を行っていなかった。岡ノ谷の研究成果がそこに風穴を通した結果、言語学をやっていた研究者が動物にも興味を持ちはじめ、今では「言語の起源」について、文化人類学やコンピュータシミュレーションなど様々な分野を取り入れて仮説を構築しようと試みる研究者が出てきている。その一環として、2010年に岡ノ谷らがオーガナイザーとなり、京都にて日本人 8名、外国人名を講演者とした言語の起源と進化の教育セッション (Jaist-EELC2010) を開催した。この教育セッションに



は日本全国のみならず世界中から約 100 名の学生が参加した。

また岡ノ谷のさきがけ期間以降（2001 年以降）の招待講演を図 3-8 に示す。招待公演数は特にさきがけ終了後伸びており、岡ノ谷による研究成果が着実にインパクトをもたらしていることが窺える。

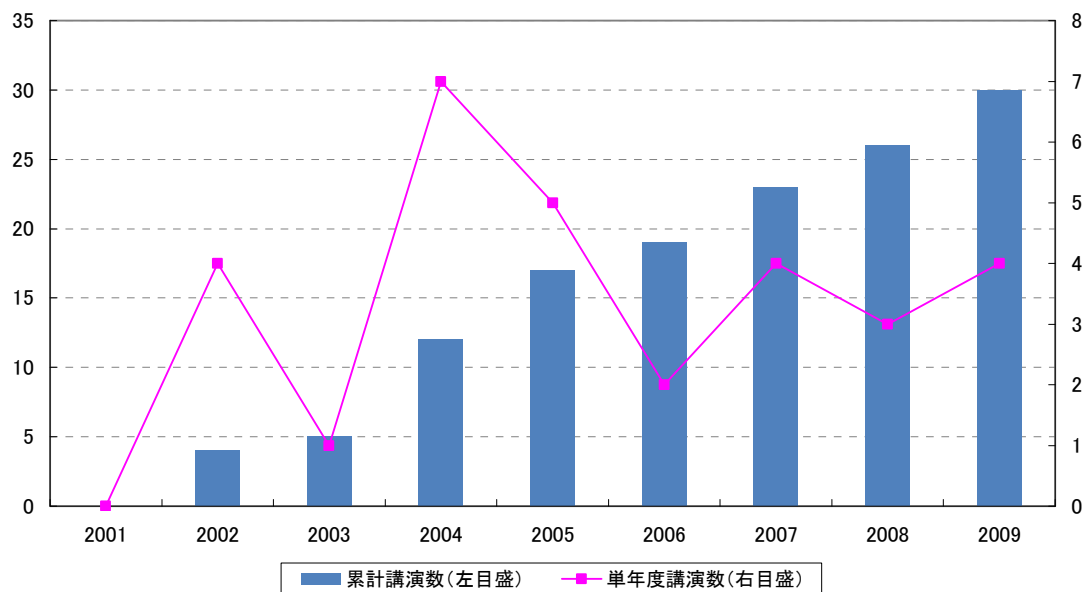


図 3-8 岡ノ谷の講演会数推移

また、岡ノ谷のさきがけ期間以降（2001 年以降）に発表した論文の被引用件数（Web of Science を用いて調査）を図 3-9 に示す。被引用件数は伸びており、岡ノ谷による研究成果が着実にインパクトをもたらしているとともに、関連研究が進展していることが窺える

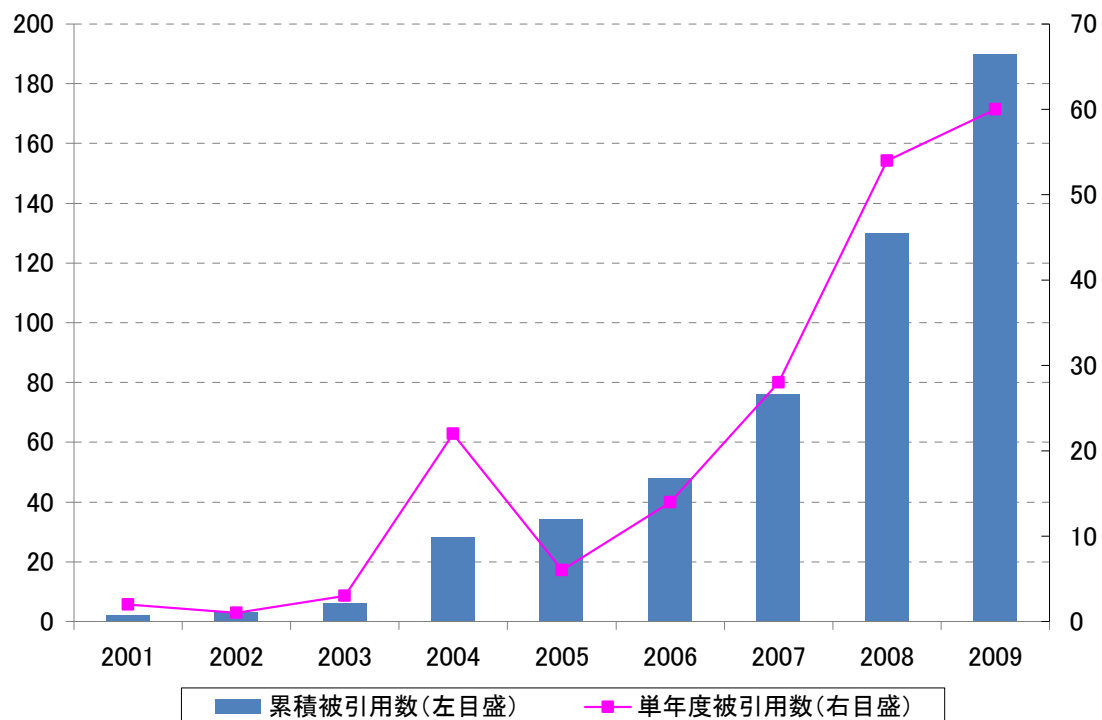


図 3-9 岡ノ谷の論文被引用数推移

(3) その他（研究者からのさきがけの意識等についてのコメント）

ヒアリングにおいて、研究者からは以下のようなコメントがあった。

- 本領域は範囲が広がったが、異分野間でありながら、その中で研究者同士が交流することがあった。現在でも共同研究などを実施しており、研究者人脈の大半はさきがけ研究で構築した人脈である。
- さきがけ研究が無かったら、平凡な研究者として一生を終えていたかもしれない。さきがけ研究のおかげで、新しい分野を作ろうと思うようになった。その恩恵ははかりしれない。
- さきがけ研究は、新しい分野を作るところが目的であるため、研究者選定に関しても、選定時の実績などにとらわれて出口志向にならずに、広く柔軟な姿勢で取り組んだほうが良いのではないだろうか。
- 毎年 1 領域でよいので、何でもありという領域を作ってみたらどうだろうか。その領域から、1 つでも 2 つでも、新しい分野が出てくれば成功といっても過言ではないと思う。
- ある程度結果が見えていて金と人をかければ成果が出るという研究テーマに関しては、大規模にチームで研究を行うことも必要だと思うが、さきがけ研究のように新しい分野を切り開いていくタイプのものは、個人またはプラス  $\alpha$  程度で行うのが適正だと思う。その際には、年間 2~3 千万円程度の研究費で充分だと思われるが、10 年以上の長

期にわたる制度があっても良いと思う。もちろん、その間は他の科研費には応募できないなどの制度が必要だと思うが、長期的な視野をもち研究を行うことが必要だと思う。

### 3.3 第3章のまとめ

研究総括へのヒアリング及び詳細調査対象となる4名の研究者を通じて、さきがけ終了後の発展状況を把握した。

研究総括は、当領域の発展状況として以下のような認識を示した。

- ・ 研究者を選考する際には、「10年後には新しい研究分野を開拓している」と思われる人を選ぶようにした。
- ・ 当該研究領域には、多種多様な分野の研究者に入ったため、お互いに相手の手法や考え方などを勉強したことは、凄く効果的であったと思う。
- ・ 実際に、さきがけ終了後も共同研究など、交流を持ってお互いに刺激しあっている場合が多い

詳細調査対象の各研究者へのインタビューを通じて、上記の認識が裏付けられた。また、さきがけ研究を発展させた結果、以下のような社会への貢献が認められた。

大澤はチャンス発見学を創設し、新製品開発やマーケティングなど実務に適用できる「イノベーションゲーム」を開発した。この理論やゲームは、実際に企業等が開発などに取り入れており、社会に貢献していると言えよう。

北澤は、いまや認知科学の領域で有名になっている「クロスハンド・イフェクト」という重要な知見を示した。これにより、脳の時間順序を解明する一端を提示したのみならず、将来的に臨床的に使える可能性も示すなど、社会に貢献した。

四方が、さきがけ研究成果から提示した「アトラクター選択による適応応答」のメカニズムは、情報ネットワークへの応用や、交通信号のシステムなど様々な分野への応用が試みられており、社会への貢献がみられる。

岡ノ谷は、言語の進化的起源の研究分野に対して多大なる影響を与えた。海外では、「トリの文法」に目を向けさせ、国際学会をオーソライズするまでに至り、国内では言語学分野の研究者に対して「言語の起源」と「言語の進化」を分けて考えることを示唆したなど、強い影響を与えた。