

平成16年度  
研究開発成果報告書

人間情報コミュニケーションの研究開発

委託先：(株)国際電気通信基礎技術研究所

平成17年5月

情報通信研究機構

# 平成 16 年度 研究開発成果報告書

## 「人間情報コミュニケーションの研究開発」

### 目 次

1	研究開発課題の背景	3
2	研究開発の全体計画	4
2-1	研究開発課題の概要	4
2-1-1	研究開発課題全体の内容	4
2-1-2	サブテーマごとの研究開発課題の内容	5
2-2	研究開発目標	9
2-2-1	最終目標（平成 18 年 3 月末）	9
2-2-2	中間目標（平成 16 年 3 月末）	10
2-3	研究開発の年度別計画	12
3	研究開発体制（2005. 3. 31 現在）	13
3-1-1	研究開発管理体制	13
3-1-2	研究開発実施体制	14
3-1-3	研究実施場所	15
4	研究開発実施状況	16
4-1	音声言語コミュニケーション機構の研究	21
4-1-1	概要	21
4-1-2	音声言語の生物機構の研究	21
4-1-3	音声言語学習機構の研究	24
4-1-4	まとめと今後の課題	29
4-2	視覚認知コミュニケーションの機構の研究	29
4-2-1	概要	29
4-2-2	視覚を中心としたマルチモーダルな知覚機構の解明	30
4-2-3	マルチモーダルなインタラクション生成のためのシステム構築	32
4-2-4	まとめと今後の課題	34
4-3	コミュニケーション計算神経機構の研究	35
4-3-1	概要	35
4-3-2	人間コミュニケーションの脳内機能の計算論的神経科学的研究	35
4-3-3	人間の行動学習および意志決定メカニズムの解明	38
4-3-4	まとめと今後の課題	39
4-4	コミュニケーション創発機構の研究	39
4-4-1	概要	39
4-4-2	進化システム構成技術	40
4-4-3	遺伝子ネットワークシミュレーション技術	46

4-4-4	まとめと今後の課題	46
4-5	総括	47
5	参考資料・参考文献	48
5-1	研究発表・講演等一覧	48

## 1 研究開発課題の背景

IT（情報技術）革命のことばに象徴されるように、コンピュータの普及とそれらを結ぶネットワーク化の進展は情報通信環境に劇的な変化をもたらしてきた。この変化は、これまでの「時間・距離の短縮」型の通信から「多様な時間・空間の創出」型の通信へ、必要連絡型の「メッセージ空間」から常時接続型の「自由生存空間・社会産業空間」へとパラダイムをシフトさせ、ネットワーク上でのコミュニティやサイバー社会の出現を可能としつつある。それらに加えて、携帯端末などの通信技術の普及と多様化、ペット型・人間型ロボットの出現とそれらへの社会的関心の高まりは、人類とコンピュータが共存・共栄する「新しい情報文化」の醸成をもたらすものと期待されている。

このような情報通信環境の変化・発展、さらには高齢者や障害者の存在を考慮した福祉社会への対応を考慮すると、人間にとって容易かつ自然な機械とのインタフェースがその重要性を増しつつある。また、情報通信環境の急激な変化に、果たして生物としての人間は十分適応しているのか、適応できるのか、といった疑問もある。人間性を豊かにする新たな道具として、情報通信環境をいかにして使いこなし、適応させていくかを熟慮することが必要である。そのためには、人類進化の革命となった言語と道具を発明し、それらを活用するコミュニケーション能力を発達させた脳の情報処理に学び、人間の身体的能力と学習・適応する能力の理解に根ざした基盤技術の確立が極めて重要である。

一方、ITやネットワーク化を通して人間と人間、人間と情報との出会いの機会は拡がりつつあるのに反し、人々はコミュニケーションの豊かさを実感できず、むしろ疎外感や孤立感を深め、コミュニケーション不全が散見されるのも事実である。人間はなぜコミュニケーションを欲し、コミュニケーションに何を求めるのか。そのような根元的な問いかけに答えるためには、“コミュニケーションは人間の本能である”との立場をとり、人文社会科学的な見方も含めて情報やコミュニケーションの本質を探究する情報学的な視点から、人間と人間、人間と情報、人間とシステムとのコミュニケーションを捉え直すことも重要と考える。

このような社会的・技術的背景と動向を俯瞰すると、「人間を理解する」立場から、情報通信の主体たる人間のコミュニケーションの本質究明に向けた基礎的な研究開発を早急に立ちあげ、推進・展開することが肝要である。

### <研究開発分野の現状>

本研究開発課題では、上記のような背景と考え方にに基づき、人間性豊かなコミュニケーション実現のための基盤技術の確立を目的として、人間情報コミュニケーションの研究開発を行う。具体的には、音声言語情報および視覚情報の知覚・生成・統合の観点から研究展開を図る人間コミュニケーション機構の研究、計算論的神経科学のアプローチからコミュニケーションの本質に迫る計算神経機構の研究、および情報学的な視点からコミュニケーションの新たな可能性を探るインタラクション（相互作用）機構の研究を行い、未来型の情報通信機器や人間との親和性に優れた適応的なヒューマンインタフェース、学習システム・福祉機器の開発に資する先端的な要素技術の構築を図る。

音声や映像の情報処理技術は、人間に優しい技術、人間中心のインタフェース技術を標語として研究開発が進められてきたが、人間のコミュニケーションを代行する技術としては未完成の段階にある。大規模データベースの統計処理に基づいた従来技術では人間のコミュニケーション機能の一部しか実現できないことが明白になりつつあり、人間の特性を計測し忠実に再現する技術への転換が求められている。一層の高度化が進む情報通信技術の安全性と確実性を高めるには、情報を受容し生成する人間の仕組みの解明に基づく戦略的研究開発がますます重要になっている。

脳の情報処理に関しては、提案当初と比較して、高齢化社会、犯罪の低年齢化・多様化、学校教育に対する不信感等の要因により、コミュニケーションに関わる社会的関心は一層高まりつつある。国内外を問わず医学的、心理学、生理学的な研究が進められる中、統一的にコミュニケーションそのものの仕組みを理解するための取り組みは急務である。しかし、それは今なお大変困難な課題であり、最大のチャレンジは、人間に対しては電気生理学的手法や解剖学的手法などが利用できない中で、如何にして心と物質を繋ぐかという点にある。進歩したとはいえ、非侵襲脳活動計測の手法は、上記手法とは比べよ

うもないほど、得られる情報が限られている。そこで、「脳を創ることによって脳を知る」また「脳を創れる程度に脳を知る」という計算論的神経科学の立場から、脳活動非侵襲計測、心理・行動実験、生理実験のモデル化、ロボット工学的手法等の様々な手法を組み合わせる多角的な手法を用いて、脳の入力から出力までの情報処理の仕組みを解明する。

コミュニケーションの本質を探究する情報学的な視点から、人間と人間、人間と情報、人間とシステムとのコミュニケーションの新たな可能性を探る試みは萌芽的な段階にある。人文社会科学的な研究は枚挙にいとまがないが、情報科学的方法論を導入あるいは融合した研究が立ち上がりつつある。特に、事前にモデル化しにくく、反応や行動を予測しづらい人間という対象を扱うため、方法論としては動的な変化に自律的に適応し、自ら情報生成可能なものが必要となる。そこで、自発的あるいは相互依存的に変化をつくりだす機構とそれらの変化をシステムとして調整・統合していく機構に基づき、新しい機能や構造をシステム自らが獲得・形成していくシステム構成法としての進化システムが有力な方法論となる。本研究では“コミュニケーションとは関係性のあり方”と捉えることにより、人間-人間間の相互作用に限定せず、集団系における相互作用を関係性のネットワークが形成・発達するプロセスとしてモデル化する視点を新たに導入する。仮説生成とその自動検証の仕組みとして進化システムを利用して、集団系における相互作用を関係性ネットワークのダイナミクスとして究明することにより、人間とシステムとの相互作用を通じた人々の情報発信を促すための機構・システム技術を創出する。

## 2 研究開発の全体計画

### 2-1 研究開発課題の概要

#### 2-1-1 研究開発課題全体の内容

本研究開発課題では、人間性豊かなコミュニケーションの実現に向け、「人間を理解する」研究を展開し、「システムとして実現する」技術構築を図り、人間情報コミュニケーションの可能性を拓くための知識基盤の拡充と先端技術の創出を目指す。コミュニケーションには情報処理が必然的に伴う一方、情報発信という別の側面があり、両側面から研究を展開することが肝要である。すなわち、両側面の研究を通して、初めて人間コミュニケーションの本質の全容に迫ることができる。そのため、情報処理の側面として、①人間のコミュニケーション機能のうち最も基本となる情報入出力系として音声言語と視覚認知に着目する人間コミュニケーション機構の研究、②計算論的神経科学のアプローチから情報の入力から出力までの情報処理を一貫して扱うコミュニケーションの計算神経機構の研究、および情報発信の側面として、③情報学的な立場から人々の自発的な情報生成を誘発する仕掛けづくりを狙ったコミュニケーション創発機構の研究を行う。

具体的には、上記に掲げた3つの課題のひとつである人間コミュニケーション機構の研究を音声言語と視覚認知とに分けて行うこととし、以下に示す4つのサブテーマを設定して研究を進める。各サブテーマの概要は以下のとおりである。

#### (1) 音声言語コミュニケーション機構

人間の音声言語能力を理解することを通じて言語学習と音声生成の機能をシステムとして実現することを目標に、人間の体に備わった音声言語の生物的機構と言語環境に適応する学習機構を中心テーマとして音声言語を学習し生成するコミュニケーションモデルを構築する。

#### (2) 視覚認知コミュニケーション機構

人間の視覚を中心とした人間のマルチモーダルな知覚機構を解明するとともに、動的な3次元情報の認識・表出機構および視覚・発話・情動の協調機構をモデル化し、環境とのインタラクションを可能にするマルチモーダルな情報生成システムを構築する。

#### (3) コミュニケーション計算神経機構

「脳を創ることによって脳を知る」という計算論的神経科学のアプローチから運動制御・学習・注意などのコミュニケーションに関わる脳神経系の機能（情報処理の仕組み）を解明し、未来型の情報通

信機器の開発に資する要素技術を創出する。

#### (4) コミュニケーション創発機構

情報学的な視点からコミュニケーションの新たな可能性を探るため、人間とシステムとの相互作用を通じて人々の自発的な情報発信を促すとともに、情報間の関係性を自律的に創発(発生・変化・発達)させるシステム技術を創出する。

### 2-1-2 サブテーマごとの研究開発課題の内容

#### (1) 音声言語コミュニケーション機構

本サブテーマでは、音声言語を用いた人間性豊かなコミュニケーション実現のための基盤技術の確立を目的として、人間の音声言語能力を模擬し、音声言語の学習を介助するシステムの研究を行う。音声言語は人間の体の仕組みを利用した通信方式であり、音声言語を使用する能力や音声の物理的性質は、体の形態と機能に大きく依存している。音声言語の能力は生後の言語環境に依存して発達するが、成長過程においても変化するために、学習環境にも依存する性質をもっている。これらの人間のもつ音声言語能力を機械により代行させようとする場合、あるいは人間が第二言語に適用しようとする場合、人間の機能・行動についての根本的な理解を怠るならば、音声合成の不自然性や音声認識の不確実性などの問題を生じ、また長年の語学教育にも関わらず第二言語の使用に困難をもたらすという結果を生じる。

そこで、音声言語の生成面について、計測が困難であるという理由で未解決のままになっていた形態・運動などの人間の生物機構を解明する研究と、その機構を発声発話モデルとして実現する研究を行う。また、音声言語の学習については、乳児を対象とすることが難しく、訓練システムの作成が困難であるためにこれまでに十分に研究されてこなかった第二言語を獲得する過程を主な対象として、生成と知覚の機能変化と異なる機能間の相互の関連、効率的な学習プロセス等を研究する。これらの生物機構と学習機構の研究成果を統合することにより、一つのシステムのなかで音声合成と音声認識を同時に学習する自律型音声言語処理を可能とする基盤技術を提案することができる。

#### ア. 音声言語の生物機構の研究

人間の音声言語の生成能力を模擬するシステムの研究開発を行う。このため、生物としての人間がもつ形態的構造と機能的特性を解明し、これらの生物機構を取り入れたシステムを構築する。人間の音声言語は、個人を識別できるだけの大きなばらつき(音声の個人性)をもちながら、等しい音韻として親子の間で取り交わすことができる性質(音声の共通性)を備えている。そこで、この特徴をもたらす機構を人間の体の中に新たに見いだすことにより、人間の機構に基づいた発声発話モデルを実現することを本課題の目標とする。

形態と運動機能の解明には、近年性能向上が著しい磁気共鳴画像法(MRI)を使用し、多くの話者を対象として発声発話器官(声帯、舌、唇など)の形状と動きを計測し、そのデータベースに基づいて生物機構の要因と音響特性あるいは音韻境界との対応関係を明らかにする。発声発話モデルの実現には、声帯の流体力学モデル、声道の音響モデル、生理学的調音モデルを構築し、人間の発声発話過程のモデルとして統合化する。また、このモデルに人間の神経機構を最大限に反映させ、性能の向上を図るため、音声生成と知覚に関わる脳機能を解明する。これには、機能的MRI(fMRI)を用いた脳機能観測法により脳幹を含めた脳内神経回路の地図(ブレインマップ)を作成し、音声生成系および音声知覚系の神経連絡を明らかにする研究を行う。

#### イ. 音声言語学習機構の研究

音声言語能力の学習的側面に着目し、人間が言語能力を獲得する過程における学習機構の理解を目指し、外国語学習支援システムの研究開発を行う。これまでの音声言語学習の研究では、音声の音響的特徴と人間の言語獲得や学習機能との関係など脳内処理に基づく分析はなされてこなかった。そこで、本研究では、例えば実際には存在しない外国語音の生成も可能な音声信号処理技術を駆使した学習実験を行い、音声の音響的性質と学習機能との関係を明らかにする。次に、それを基に音声言語学習モデルを構築し、より科学的・工学的に人間の音声言語学習機能を解明し、効果性・効率性で他の追随を許さな

い音声言語学習技術を構築する。

具体的には、音声処理技術を活用した各種外国語学習実験を行い、被験者の学習向上のプロセスやその要因を分析して学習前後の機能の変化を説明できる音声言語学習モデルを構築する。処理階層（音韻処理、語彙処理、韻律処理、統語処理など）間での学習効果の転移、および知覚と生成の間での学習効果の転移を測定する。さらに、年齢効果（幼児から高齢者まで）、母語効果（異なる言語の話者）などを明らかにし、これらの学習者要因を組み込んだ汎用的な学習モデルに発展させる。

本課題を達成するためには、多様な学習者を対象とした大規模データベースを作成する必要があり、従来の実験室の枠組みを超えたネットワーク実験環境を構築しなければならない。このため、音声言語学習に適したネットワーク環境と学習インタフェースの開発を行い、広く試験運用する。なお、本学習環境は、多様なデータの取得を主目的とするが、外国語学習支援システム（CALL 教材）と位置付け、e-Learning 環境における利用ならびに実環境への応用展開を進める。

## (2) 視覚認知コミュニケーション機構

人間のコミュニケーションは、人間を対象とするばかりでなく人間をとりまく環境も対象とする。実世界の環境は、静的ではなく、環境要素の物理的な変化や、環境に身をおく人間のコミュニケーション行為自体によっても動的に変化する。すなわち、人間と環境との相互作用そのものが動的な振る舞いを産み出しつづける“場”を形成すると考える。

このような“場”における動的な振る舞いを真に解明できれば、人間の意思・感情を認識できる意思伝達システム、高度な視覚技能の訓練開発システムなど、理想的なコミュニケーションシステムの構築が可能になる。しかし、そのような“場”における人間のコミュニケーション機能は未だ充分には解明されてはならず、環境の動的変化が人間の視覚認知に与える影響、複数のモダリティ（視覚、聴覚など）情報を駆使して環境を認識する認知機構や各モダリティ間の相互作用も明らかではない。さらに、人間の表情や動きを模擬する人工システムが介在した場合、円滑なコミュニケーションを達成するための違和感の解消や自然性の確保などの課題を解決していく必要がある。

本サブテーマでは、このような課題の解決に向けて、動的環境下における視覚を中心とした人間のマルチモーダルな知覚機構を解明するとともに、3次元動環境を認識し、顔・頭部の発話アニメーションとして表出するインタラクティブなシステムの構築を行い、次世代のコミュニケーションシステムの開発に資する基盤技術を創出する。

### ア. 視覚を中心としたマルチモーダルな知覚機構の解明

本研究では、環境の変化に柔軟に対応できる高度な「適応」と環境からの膨大な視覚情報を効率良く処理するための「選択・統合」という新たな観点から、人間の視覚を中心としたマルチモーダルな知覚認知の実験とモデル化を行う。

まず、環境の動的変化が人間の視覚認知に与える影響を明らかにするため、視覚刺激に対する人間の認識、予測能力の向上や限界を探る心理物理実験を行う。そのための研究手段として、3次元環境の物理パラメータ（物体表面、奥行き、動きなど）を厳密に制御できる、仮想現実技術を活用した視覚環境シミュレータを構築する。これを用いて、動的に変化する視覚刺激を継続的に提示した時の視覚刺激に対する人間の認識、予測能力の向上や限界を心理物理実験や非侵襲脳計測実験により明らかにし、人間の視覚適応モデルを創出する。

さらに、人物の同定などの高次認知（認識・情動・行動に関わる処理）のための視覚認知の制御メカニズムに関して、要素情報（形状や動き）と認知機能（識別や情動認知）を比較的容易に知ることができる顔を題材に低次視覚から高次認知に至る情報の選択・統合機構に関するモデル構築と心理物理実験による検証を行う。

### イ. マルチモーダルなインタラクティブ生成のためのシステム構築

自律的な人工システムが介在した場合のコミュニケーションへの影響を調べるため、3次元環境を認識して人間とのマルチモーダルなインタラクティブを可能にするシステムを構築する。具体的には、トーキングヘッド（顔・頭部の発話アニメーションシステム）を対象に、それを用いてマルチモーダルな情報の生成と提示を行うシステム化技術を構築する。

まず、人間とトーキングヘッドが対面する状況を想定した場合の、例えば、視線の一致やあいづちの確認、環境中のある物体に対する共同注視などをトーキングヘッドにおいて実現するため、人間や環境の情報（位置、形状、表情など）を認識するための視覚による認識アルゴリズムを開発する。環境の動的な変化や人間のように移動や体の向きにより形状が変化する対象も扱えるようにするため、上下・左右・前後に自由に移動可能な複数のカメラを用いて、対象の3次元情報を能動的に獲得するシステムを構築する。次に、獲得した人間や環境の3次元情報を基に、人間に対してマルチモーダルなインタラクションを生成・提示するシステムとしてトーキングヘッドを構築する。トーキングヘッドは、頭の動き、表情、目の動き、発話など、動的に変化する複数のモダリティ情報を多く含み、マルチモーダルなインタラクションの好例でもある。このトーキングヘッドを使った知覚実験を通じて、人間の顔や表情の認知機能やコミュニケーションにおける顔の役割を明らかにする。

### (3) コミュニケーション計算神経機構

人間の知性の源には、非言語的なコミュニケーション能力があると考えられる。本サブテーマでは、そのコミュニケーション能力の本質、すなわち人間が外界あるいは他者と関わりを持つ際の脳神経系の機能、特に情報処理の仕組みを明らかにすることを研究開発の主眼とし、未来型の情報通信機器の開発に資する要素技術を創出する。

近年人間の知性と心の問題に真正面から取り組む気運が盛り上がりつつあるが、いまなおそれは大変困難である。最大のチャレンジは、人間に対しては電気生理学的手法や解剖学的手法などが利用できない中で、如何にして心と物質を繋ぐかという点にある。進歩したとはいえ、非侵襲脳活動計測の手法は、上記手法とは比べようもないほど、得られる情報が限られている。そこで我々は、「脳を創ることによって脳を知る」また「脳を創れる程度に脳を知る」という計算論的神経科学の立場から、脳活動非侵襲計測、心理・行動実験、生理実験のモデル化、ロボット工学的手法等の様々な手法を組み合わせる多角的な手法を用いて、脳の入力から出力までの情報処理の仕組みの解明を目指す。

具体的には、コミュニケーションの基本ともいえる運動、学習、注意等の脳機能について計算モデルを検討し、心理・行動実験によるシミュレーション、脳磁場計測計（MEG）、fMRIによる脳活動非侵襲計測を通じ、それらモデルの再構築を行う。これらの一連の取り組みを繰り返すことによりモデルの精緻化を図り、脳活動非侵襲計測により活動部位を特定する。なお、運動と注意の脳機能に関する研究は、以下のア. で、学習に関してはイ. で行うこととする。

#### ア. 人間コミュニケーションの脳内機構の計算論的神経科学的研究

コミュニケーションに関わる脳内機構の計算理論をより一般的なモデルとして構築するためには、運動制御の計算理論を基にした多角的・相補的な研究展開が必要である。そこで、ここでは人間のコミュニケーション機能のうち、運動制御、学習、注意などの計算理論についてfMRIやMEGによる脳活動非侵襲計測による実験的検証を行う。

具体的には、計算論的手法に基づき、人間のコミュニケーション機能に関する様々な計算理論やモデル（モザイク、運動制御、階層強化学習モデル等）を構築する。また、身体運動の制御に役立つと言われてきた小脳内部モデルが、①運動学習時、②道具使用時にどのように役立っているのか、③逆に内部モデルによる制御が役に立たない予測不可能な状況ではどのように学習・制御を行っているのかを調べる。さらには、コミュニケーションすなわち自己と他者の運動の認識に必須である、視覚処理情報のメカニズムにも迫る。これらの多角的・相補的な研究によりコミュニケーション全般を説明する計算モデルの構築を目指す。

#### イ. 人間の行動学習および意志決定メカニズムの解明

行動学習におけるコミュニケーションの役割とその進化の過程を明らかにするため、大脳基底核の報酬予測活動（強化学習モデル）を発展させて、行動学習・意志決定モデルを構築し、心理・行動実験、非侵襲脳活動計測、生理実験、さらには、それらモデルを実装した学習ロボットの開発を通じて提案モデルの有効性を実証する。

### (4) コミュニケーション創発機構



人間は、社会的動物と言われるように、他との関わりを求め、その関わりに意味を見出す存在と考えることができる。本サブテーマでは、コミュニケーションの情報発信の側面に着目し、コミュニケーションを“他との関係性のあり方”と捉えた関係性の創発機構を研究する。ここで、関係性とは、対象とする要素同士が時空間的、構造的あるいは意味的に結びつけられることを意味し、創発とは、要素同士のマイクロレベルの相互作用からマクロな構造や状態が生成・出現し、さらには変化・発達するプロセスと定義する。従って、コミュニケーション（関係性）創発機構とは、人間—システム間でやり取りされる情報同士が自動的に結びついて構造化され、その構造化された情報に人間およびシステム各々が意味付けを行い、そのようなプロセスを繰り返しながら構造化された情報とその意味付けを変化・発達させる仕掛けのことである。言わば、情報が情報を呼ぶように集合・分散しながら、人間あるいはシステムにとって意味がある“かたち”に情報が自動編集される様子に例えることができる。

そのような機構を用いて、コミュニケーションという行為の基にある人間の本能的な欲求や習性に働きかけることを考える。人間は自分自身を知り（自己希求欲）、自己を表現し（自己表現欲）、自らの存在の意味を確かめ（存在表現欲）、自らの存在を集団のなかで位置付けたい（関係性欲求、社会帰属・参加欲）という思いをもつ。そのような人間の本能的な欲求を喚起し、そのための情報表現を簡便に支援する技術を創り出すことにより、人々の自発的な情報発信をごく自然に促すことが期待できる。しかしながら人間同士の相互作用のみを対象とするのは、そこに人間の意識や心理が関わる意味で研究展開には限界がある。

そこで、関係性ネットワークのダイナミクスの観点からレベルの異なる集団系の相互作用をモデル化（捨象と抽象化）することで、相互作用の原理を明らかにし、その知見を他レベルの集団系に援用・敷衍することを通じて、人間の本能的な欲求に基づく相互作用の理解とそれに基づく相互作用の促進技術の創出に役立てることを考える。具体的には、人間同士を中心に下位レベルは分子・遺伝子・細胞から、上位レベルは集団・会社組織・企業間取引・社会経済までの各々の集団系における相互作用促進の仕掛け、すなわち、関係性創発機構を対象とする。

本サブテーマでは、関係性創発機構実現の基本的な方法論としての進化システム構成技術を核に研究展開を図る。また、近未来における情報通信環境にとって無視することのできない研究展開として、生体内の化学反応をタンパク質や酵素を要素とするネットワークの創発機構と捉える遺伝子ネットワーク技術など新技術を創出する。

#### ア. 進化システム構成技術

自発的あるいは相互依存的に変化をつくりだす機構とそれらの変化をシステムとして調整・統合していく機構に基づき、新しい機能や構造をシステム自らが獲得・形成していくシステム構成技術として進化システムの高度化を図る。具体的には、人間の脳に匹敵する神経細胞を有するニューラルネットワークをハードウェアとして発生・成長・進化させるセルオートマトン型人工脳（ハードウェア進化）のプロトタイプ化、並びにそれを用いたロボットの適応行動の進化実験を行い、自律性と創造性を有するシステム構成技術としての進化システムの可能性を明らかにする。

また、それらの結果を踏まえ、他との関係性の中で生ずる価値観・評価機構を育む仕組みとしての人工情動機構、社会の中で人間個々の相互作用を対象とする社会的コミュニケーションなど、関係性創発機構の構築に向けた新たな研究展開を図る。

#### イ. 遺伝子ネットワークシミュレーション技術

人間の基本的な行動様式が遺伝情報に左右されていることを考慮すると、ゲノム情報の視点から人間のコミュニケーション行動を理解することも重要となる。個々人のゲノム情報に基づく医療・食品・健康のための情報流通、ヒューマンインタフェースの究極のかたちとしての個性化、個々人のゲノム情報と関連付けたネットワークサービスなど、近未来の情報通信に対する影響は極めて甚大である。本サブテーマでは、そのような研究展開も視野に入れつつ、関係性創発技術とハードウェア進化技術を組み合わせた波及効果の大きい応用展開として以下の研究開発を行う。

すなわち、多細胞生物の遺伝子ネットワーク（分子間生化学反応）を超並列アーキテクチャ型のハードウェアとして具現化し、遺伝子ネットワークの高速シミュレーションを可能とするシミュレータを開発する。合わせて、生物情報に関するデータベースの上位レベルでの統合化を可能とするため、多様な

情報の意味関係や内容を表現可能で、かつ、観点に応じて情報構造を自己組織化できる情報表現モデルを用いて生物情報の知識基盤システムを構築する。

## 2-2 研究開発目標

### 2-2-1 最終目標（平成 18 年 3 月末）

#### 「人間情報コミュニケーションの研究開発」

- (1) 万人にとって自然で柔軟なヒューマンインタフェース実現のため、音声言語と視覚認知に関わるコミュニケーション技術を創出し、人間型の音声合成システム、年齢差・個人差に効果的に適応する音声言語学習インタフェース、豊かな表情を持つトーキングヘッドシステムとして具現化する。
- (2) 計算論的神経科学のアプローチから運動制御・学習・注意などのコミュニケーションに関わる脳神経系の機能（情報処理の仕組み）を解明し、未来型の情報通信機器の開発に資する要素技術を創出する。
- (3) 人間の本能的な習性に働きかけ情報発信を促すとともに、各要素あるいは情報間の関係性を自律的に創発させるコミュニケーション創発性に優れた基盤技術を創出し、人工脳プロトタイプおよび遺伝子ネットワークシミュレータとして具現化する。

#### ア. 音声言語コミュニケーション機構

- ① 音声の個人性と流暢性をもたらす要因を解明し、その生成機構に基づいたモデルを構築することによって、個人性と流暢性を解析できる音声処理技術を確立して、音声による個人認証のニーズに答えると同時に人間らしさをもつ音声を生成するシステムを築く。
- ② MRI 観測技術の高度化をはかることによって未知の発話機構を解明するとともに、発話運動 MRI データベース、脳活動データベースを完成する。
- ③ 外国語学習における音声処理の各処理階層における年齢効果や文脈効果などを検証することによって、外国語音声学習時における各処理階層間相互作用を明らかにする。そして、その知見に基づいた効率的な外国語学習システムを構築し、広範囲な実地実験に基づく学習効果の評価を行って有効性を検証する。
- ④ ③の知見と音声認識技術と音声分析・変換・合成技術を利用した外国語訛り矯正システムを構築し、その性能を評価する。

#### イ. 視覚認知コミュニケーション機構

- ① 動的な 3 次元環境での感覚情報による認知・予測機能に関する評価・計測に基づき、人の認知・予測モデルを構築する。
- ② コミュニケーションにおける視聴覚情報の受容・生成に関する評価・計測結果に基づき人の視聴覚情報の選択と統合モデルの構築を行う。
- ③ 実時間で検出した顔情報から任意顔画像に対応可能なトーキングヘッドシステムを構築する。

#### ウ. コミュニケーション計算神経機構

- ① コミュニケーション計算神経機構におけるトップダウン的な予測とボトムアップ的な情報処理の統合モデルの構築、統合モデルのリハビリテーションへの展開の可能性の検討
- ② 道具の使用や自己と他者の身体運動の認識に役立つ機構としての内部モデルの構築と脳活動非侵襲計測による検証
- ③ 外界や他者の状態推定、行動結果の予測、その評価と方向付けなど行動学習メカニズムの解明。行動学習モデルを基本とした未来型通信端末の一つとして開発携帯文字入力装置の開発。

#### エ. コミュニケーション創発機構

- ① 進化システムをハードウェアとして具体化したセルオートマトン型人工脳プロトタイプ構築

(人工ニューロン数：10億以上が目標)

- ② 細胞数 100 万の実時間シミュレーションが可能な遺伝子ネットワークシミュレータ、プロセス数 600 万の生物情報知識基盤システムの構築
- ③ シミュレーションツールとしてのネットワークシミュレータとの統合化によるコミュニケーション創発モデルの有用性検証

## 2-2-2 中間目標 (平成 16 年 3 月末)

### ア. 音声言語コミュニケーション機構

- ① 音声の個人性をもたらす生体機構的要因と流暢性をもたらす発話リズムの生成要因を解明し、その音響モデルの実現をはかる。これには、磁気共鳴画像法 (MRI) による 5 母音の声道形状実測結果より声道形状各部と音響特性との対応関係を決定し、自然発話時の音声資料より流暢性をもたらす時間構造の特徴を分析する。
- ② 高分解能 MRI による発話運動撮像法と機能的 MRI (fMRI) による発話時の脳活動画像化法を完成し、話しことばの生成過程を生理学および物理学の実験手法により解明する。これには現在の 2 倍の分解能をもつ撮像法により発話器官と声道の 3 次元可視化法を開発し、および脳活動の局在性と階層性を調べるための実験手法を確立する。
- ③ 音声言語学習モデルの構築を目指した音声言語認知過程における処理階層と相互作用の解明には、単一階層学習およびその組み合わせ学習によるデータが必要であり、結果を導くためには理想的には約 1 万人のデータが必要である。学習システムを学校の LAN 環境で利用できる WEB システムとする、実験室内に刺激呈示システムを偏在させてユビキタス化することにより短時間に学習できるシステムに変更することなどにより、大量のデータ収集、分析を行い、相互作用を解明する。
- ④ 外国語訛り発音矯正システムの作成に向けた音声の確実な特徴抽出技術を確立する。その為に必要なシステム訓練および評価データとして、日本語話者による日本語音声・英語音声、英語話者による英語音声からなる約 500 人の音声データベース作成をはかる。

### イ. 視覚認知コミュニケーション機構

- ① 実時間でインタラクションが可能な 3 次元環境を提供する視覚シミュレータを構築し、そのシミュレータを用い、静止あるいは自己運動など観察者が持つ身体的感覚と、対象とする物体の認知・運動の予測に関する機能を実験により検証し、従来は明らかにされていない視覚機構の学習、予測機能の解明を目指す。
- ② 従来の対応点アルゴリズムは対象の変形が少なく、ステレオ視を想定した対応点隣接を対象としていたが、本研究では対象物体の変形を許容し、かつ、対応点が 180 度回転したような場合にも対象物体の領域同定が可能な計算アルゴリズムを開発する。
- ③ コミュニケーションにおける音声情報と顔表情による人物同定を対象とした課題において視聴覚情報の統合実験を行い、得られた結果のうち表情に関する情報を把握し、これらに基づき、発話データのみ駆動方法のトーキングヘッドに笑いなどの表情データを付加し、表情表出を可能とするトーキングヘッドを開発する。

### ウ. コミュニケーション計算神経機構

- ① 未だかつて統一的なモデルが提案されていないコミュニケーション計算神経機構におけるトップダウン的な予測とボトムアップ的な情報処理統合モデルの基本となるモザイク階層強化学習モデルを提案する。この基本モデルの検証・評価を繰り返すことにより、最終目標である統合モデルの緻密化に資する。
- ② 「自己と他者の身体運動の認識」の基本的要素でありながら、現在その仕組みが解明されていない道具の使用時の内部モデルの提案とその活動部位を推定する。また、同様に未解明の認知課題の一つである注意および文脈情報の“一次視覚野”における視覚情報処理におよぼす影響の解明を行う。これらの 2 つの視覚運動変換のメカニズムを解明することで「自己

と他者の身体運動の認識」への足掛かりをつかむ。さらに、これらの検証実験をより正確に行うための新たな脳活動計測法として fMRI と MEG を統合した時間的、空間的視覚ダイナミクスの研究手法の開発を目指す。

- ③ 外界や他者の状態推定と行動結果の予測による行動学習メカニズム解明のカギとなる強化学習モデルの、大脳基底核神経回路における実現機構を解明する。また、並行して生理実験データに適合するモデルの提案を行う。これらのモデルとデータを検証、再評価、あるいは一般化することで、最終目標である行動学習メカニズム解明に資する。並行して、行動学習モデルをベースとした文字入力インタフェースの開発スキームを確立する。

#### エ. コミュニケーション創発機構

- ① 人間の脳に匹敵する神経細胞を有するニューラルネットワークをハードウェアとして発生・成長・進化させるセルオートマトン型人工脳（ハードウェア進化）モデルに関して、ロボットの適応行動実験によるハードウェア進化の有用性、すなわち人工ニューロン数1億規模の大規模ニューラルネットワークの自動構築の可能性を検証する。
- ② FPGA(Field Programmable Gate Array)などに代表される再構築可能なハードウェアデバイスを利用して、多数の処理要素間の関係性や相互作用のネットワークをハードウェアとして直接的かつ動的に実装し、超並列かつ超高速なシミュレーションを実現するネットワークシミュレータを創出する。特に、そのようなアーキテクチャを最大限活用できる応用領域として、多細胞生物の遺伝子ネットワーク（分子間生化学反応）を取り上げ、細胞数1000を対象に実実験時の100倍の速度でシミュレーションが可能な遺伝子ネットワークシミュレータのプロトタイプを開発する。

2-3 研究開発の年度別計画

(金額は非公表)

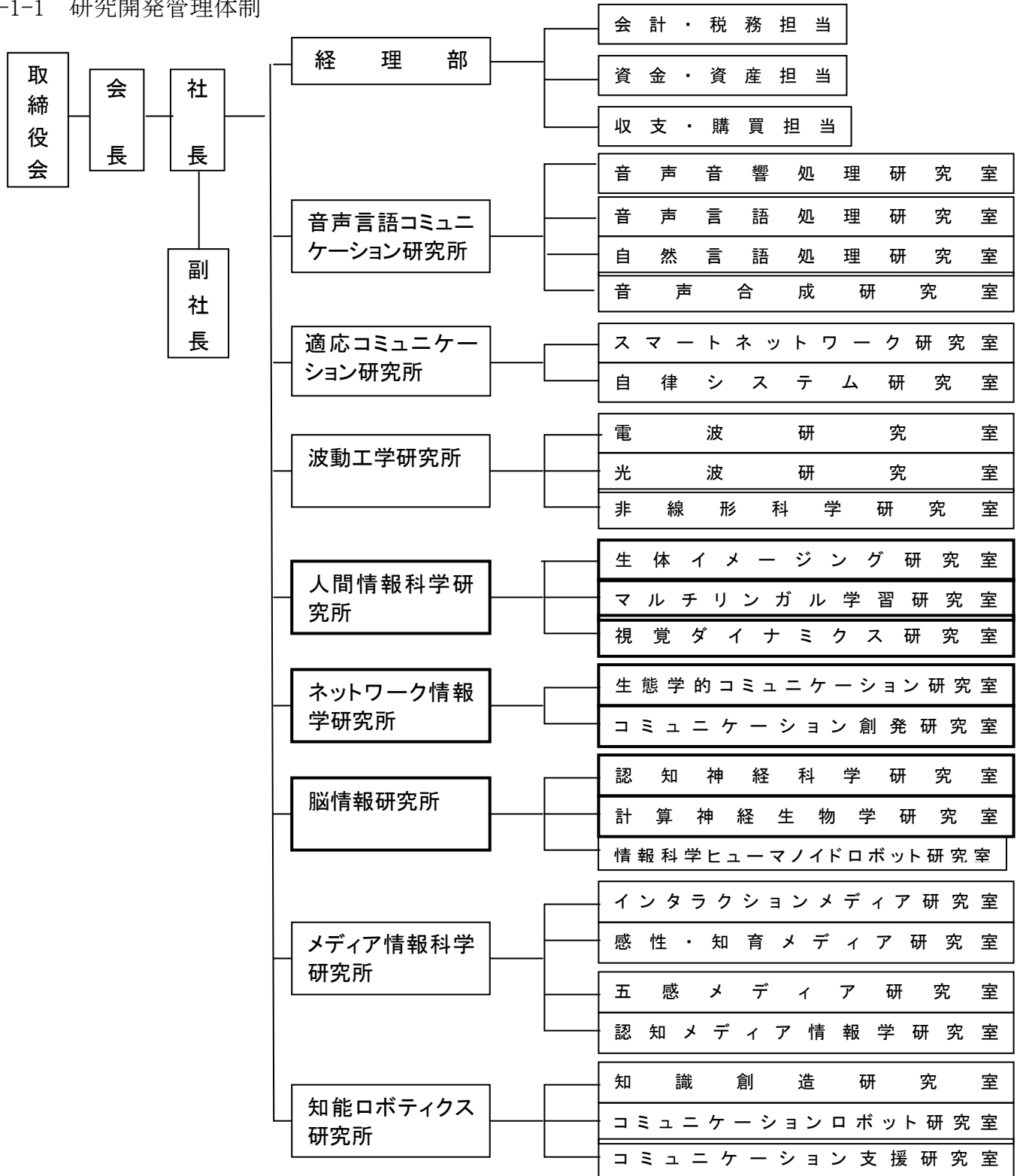
研究開発項目	13年度	14年度	15年度	16年度	17年度	計	備考
人間情報コミュニケーションの研究開発							再委託先： 和歌山大学  九州大学 東北大学  京都大学
(1) 音声言語コミュニケーション機構		生物的機構、学習機構の検討	音声生成過程の生理物理モデル 音声言語学習の処理階層間相互作用モデル		生物的機構と学習機構に基づく 音声処理・音声学習システムの完成		
(2) 視覚認知コミュニケーション機構							
(3) コミュニケーション計算神経機構			顔情報の主要要因の確定・効果的な予測学習法	リアルタイムトーキングヘッド・プロトタイプ化			
(4) コミュニケーション創発機構		モザイクの階層強化学習 モデルの検討	脳活動非侵襲計測による各種モデルの再評価	脳機能モデルの構築と評価 未来型通信端末への応用の検討			
		関係性創発機構の検討		関係性創発機構の応用展開・NWシミュレータのプロトタイプ化			
間接経費		研究展開フェーズ		重点化フェーズ			
			△ 中間評価		検証		
合計							

- 注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%を上限として計上(消費税を含む)。  
 2 備考欄に再委託先機関名を記載  
 3 年度の欄は研究開発期間の当初年度から記載

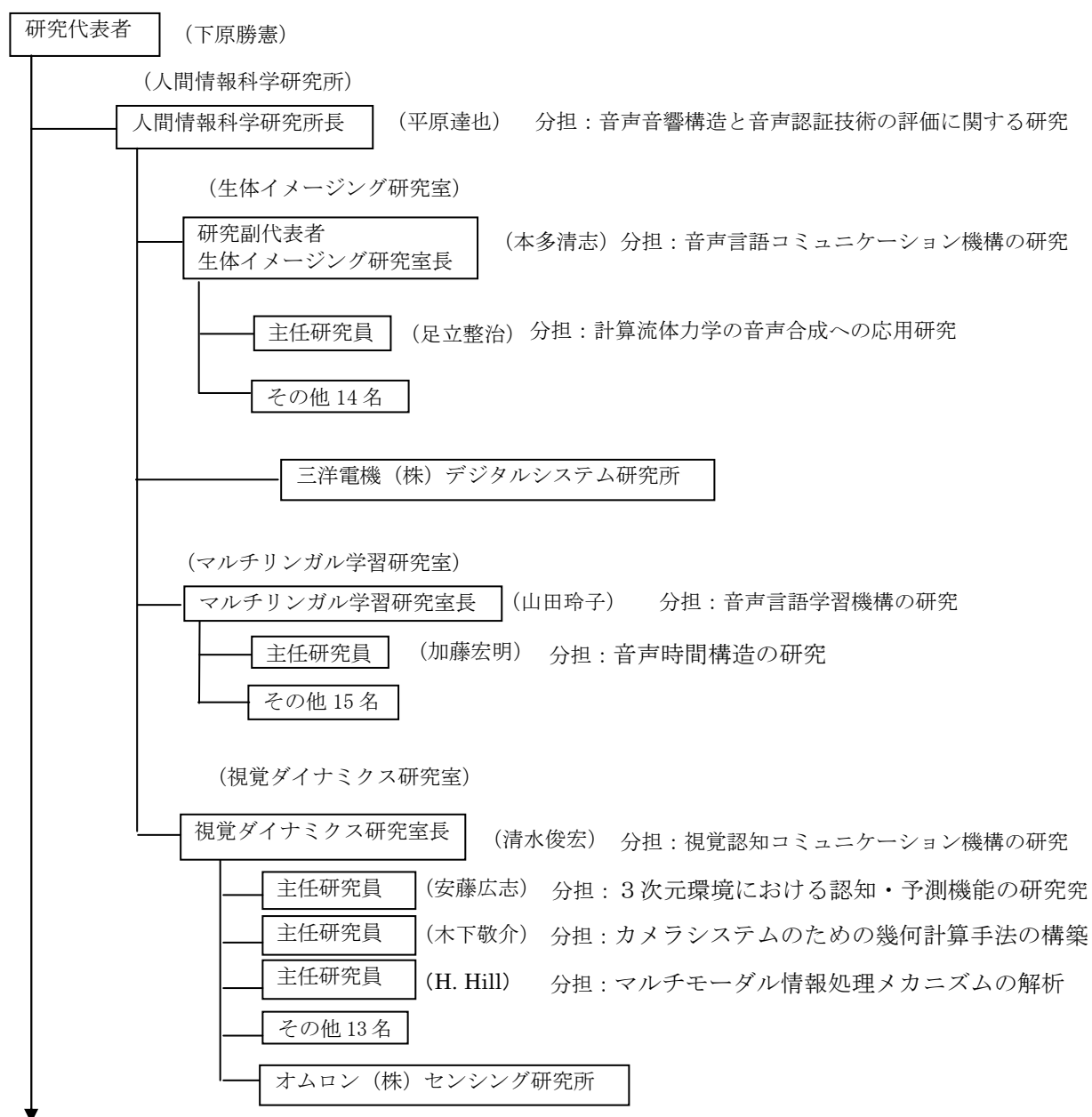
3 研究開発体制 (2005. 3. 31 現在)

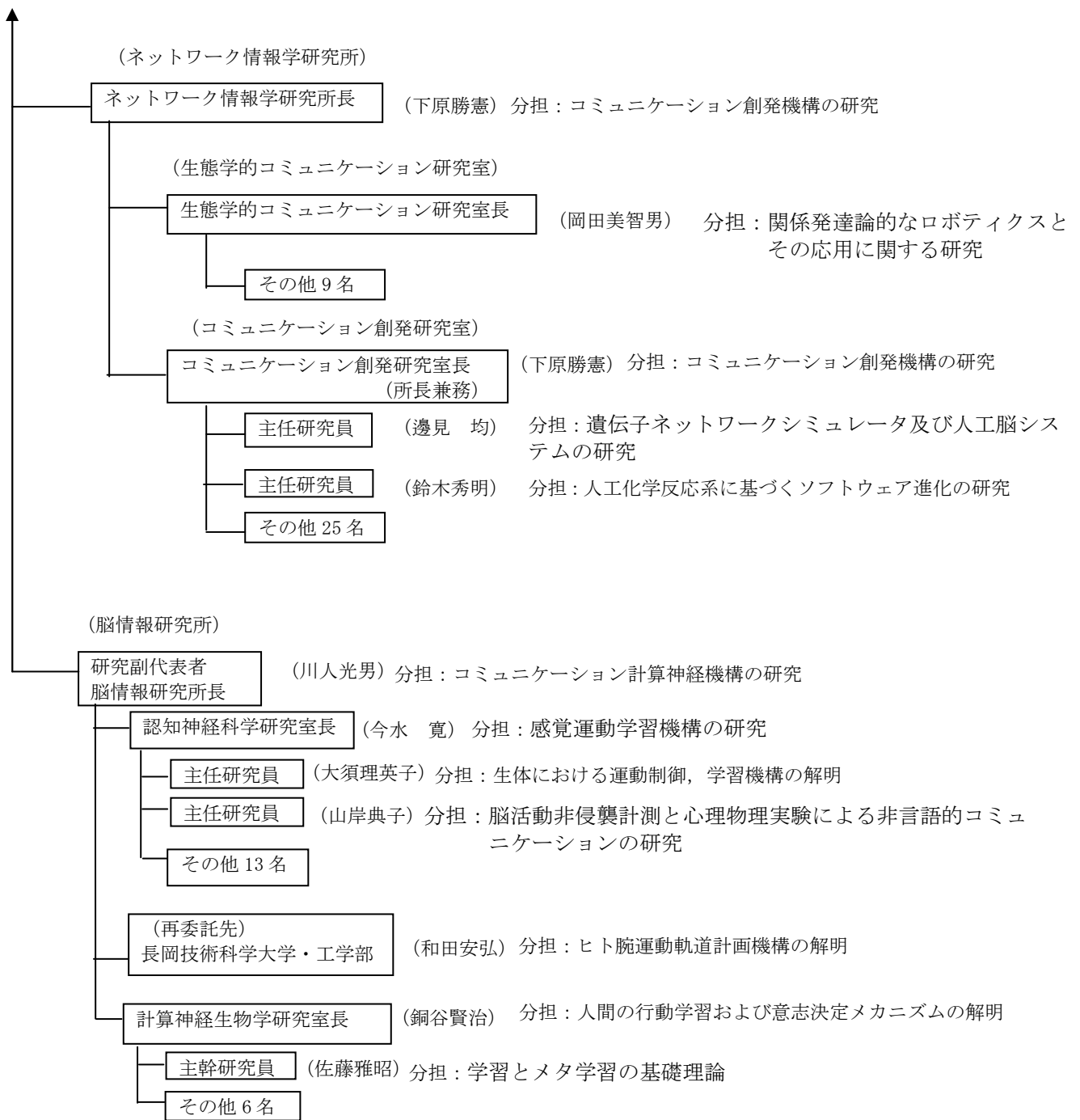
3-1 研究開発実施体制

3-1-1 研究開発管理体制



### 3-1-2 研究開発実施体制





### 3-1-3 研究実施場所

〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台二丁目 2 番地 2  
株式会社 国際電気通信基礎技術研究所 内



## 4 研究開発実施状況

### <研究開発の計画内容>

人間のコミュニケーション機能を解明し、コミュニケーションの新たな可能性を拓く先端技術の創出に向けて、①音声言語コミュニケーション機構、②視覚認知コミュニケーション機構、③コミュニケーション計算神経機構、④コミュニケーション創発機構の4つのサブテーマに関して研究開発を行った。各サブテーマの平成16年度の研究開発内容は以下のとおりである。

- (1) 音声言語コミュニケーション機構
  - ア. 音声言語の生物機構の研究
    - ① 音声の個人性生成要因の評価と声道モデルによる個人性特徴の推定
    - ② 3次元画像処理による磁気共鳴画像法(MRI)の高度化
    - ③ 発話運動観測に基づく調音結合の分析と調音モデルによる流暢性の評価
  - イ. 音声言語学習機構の研究
    - ① 音声言語学習時の階層間相互作用を明らかにするための学習過程の解析
    - ② 音声認識技術と音声分析・変換・合成技術の発展および外国語訛り矯正システムの構築とその性能の評価
    - ③ ①の知見に基づいた効率的な外国語学習システムの構築とその性能の評価
- (2) 視覚認知コミュニケーション機構
  - ア. 視覚を中心としたマルチモーダルな知覚機構の解明
    - ① 動的3次元環境での運動物体予測の学習方法の開発と評価
    - ② 身体運動感覚が運動物体予測に与える要因の分析と検証
  - イ. マルチモーダルなインタラクション生成のためのシステム構築
    - ① リアルタイムトーキングヘッドのプロトタイプ構築
    - ② 顔情報が認知機能へ及ぼす主要要因、影響の分析、評価
- (3) コミュニケーション計算神経機構
  - ア. 人間コミュニケーションの脳内機能の計算論的神経科学的研究
    - ① モザイク階層強化学習モデルの自律歩行型ヒューマノイドロボットへの実装および高度な運動制御、見まね、コミュニケーション能力の実現
    - ② MEG-MRI 統合脳活動解析手法の普及と洗練、および視覚課題だけでなく幅広い適用の検討
    - ③ 知覚学習におけるモザイク学習理論の妥当性を検討し、視覚ダイナミクスをより広い視野でとらえ、ヒューマノイドロボットに実装する学習理論の拡張
    - ④ 異なる運動スキルや道具の使い方の同時獲得と切り替えのメカニズムを、小脳だけではなく脳全体のネットワークの中で明らかにし、ヒューマノイドロボットに実装する学習理論の拡張
  - イ. 人間の行動学習および意志決定メカニズムの解明
    - ① 脳の強化学習機構の解明をさらに進めるとともに、その結果のヒューマノイドロボットの歩行、腕や表情の制御への応用
    - ② 脳の並列学習機構にねざした携帯文字入力「発話と結びついた文字入力インタフェース」とその学習方式の洗練およびその実用化と普及
- (4) コミュニケーション創発機構
  - ア. 進化システム構成技術
    - ① PCI 接続 FPGA (Field Programmable Gate Array) ボードを用いた人工脳実験装置プロトタイプの開発および人工脳モデルのロボット実験系による動作検証
    - ② 学習と進化を合体した進化システムの応用展開およびコミュニケーションの可能性を拓く関係発達論的なロボティクスの研究展開

- ③ 人・組織・社会経済システムを対象としたネットワークダイナミクスモデルの研究展開。特にネットワークシミュレータとの統合化に向けたモデルの改良と精緻化

#### イ. 遺伝子ネットワークシミュレーション技術

- ① ネットワークシミュレータ用一次試作セミカスタム IC (ASIC, 0.18 $\mu$ ) チップの評価と2次試作 (ASIC, 0.13 $\mu$ ) に向けた設計・製作、I/O ドライバやライブラリなど基本ソフトウェアの開発およびそれらを統合したプロトタイプシステムの開発
- ② 生物実験系研究機関との連携による実データ・シミュレーションの実施

### <研究開発の実施内容>

人間性豊かなコミュニケーション実現のため、音声・視覚の情報入出力系、脳神経系による総合処理、情報発信誘発の観点から人間のコミュニケーション機能を解明し、コミュニケーションの新たな可能性を拓く先端技術を創出する。

具体的には、i) 音声言語コミュニケーション機構、ii) 視覚認知コミュニケーション機構、iii) コミュニケーション計算神経機構、iv) コミュニケーション創発機構の4つのサブテーマに関して委託業務(研究開発)を実施した。

各サブテーマの課題は以下のとおりである。

- ① 音声言語コミュニケーション機構：人体に備わった生物的機能と言語環境に適応する学習機構に基づく音声言語インタフェース技術の創出。
- ② 視覚認知コミュニケーション機構：人間の視覚を中心としたマルチモーダルな知覚機能に基づくマルチモーダルな情報生成技術の創出。
- ③ コミュニケーション計算神経機構：コミュニケーションに関わる脳神経系の機能(情報処理の仕組み)の解明と未来型情報通信機器の開発に資する要素技術の創出。
- ④ コミュニケーション創発機構：人間とシステムとの相互作用を通じて情報間の関係性を自律的に形成することにより人々の情報発信を促すコミュニケーション誘発技術の創出。

なお、各サブテーマの進捗と得られた効果は以下のとおりである。

#### ① 音声言語コミュニケーション機構

- ・ 音声言語生物機構の研究では、音声の個人性生成要因の評価と個人性特徴の推定法を主テーマとして実施した。個人性要因を表現できる新しい声道音響モデルとして提案した下咽頭共鳴を有する声道モデルについて、模型実験、電気回路計算、有限要素法シミュレーションを実施し、主声道共鳴が母音フォルマント(F1, F2, F3)を生成し、下咽頭共鳴が2.5 kHz以上のスペクトル形状を決定することを実証した。個人性の音声認証技術については、音声信号から主声道の断面積関数を実時間で推定する手法を開発し、下咽頭腔形状の推定法を含めた音声認証実験の準備を整えた。また、3次元画像処理による磁気共鳴画像法(MRI)の高度化については、音声生成と音声聴取の機能的MRI(fMRI)実験に必要となる騒音環境下の音刺激提示法手法を開発し、被験者負担の少ない短時間撮像法に有効であることを示した。発話運動観測法に関しては、tagged cine-MRIを用いて舌の発話動作をメッシュパタンの変形として表現する手法を開発した。また高分解能MRIを用いた唇変形機構の観測に基づいて有限要素法シミュレーションを実施した。流暢性の生成要因のテーマについては、摩擦音生成時の流体シミュレーションにより音源特性を推定する手法を開発し、発話筋の相互調節機構に基づいて調音モデルにおける調音結合機構の実現法を提案した。
- ・ 音声言語の学習機構の研究に関しては、日本語母語話者による英語音声知覚において、意味処理の駆動が音韻の学習を阻害すること、日本語と英語の時間構造の違いによりそれぞれの学習に困難を及

ぼしていることを明らかにした。

- ・音韻や韻律情報の混同が語彙処理を阻害していることを明らかにし、学習初期の音韻・韻律習得の重要性を示した。
- ・外国語訛り矯正システムの要素技術を完成させプロトタイプシステムを作成した。
- ・英語学習用の WBT システム (ATR CALL e-net v. 5) への LMS (学習管理) 機能の追加とスケーラビリティの拡張、音韻知覚学習、韻律学習、語彙学習、語用学習の各モジュールの完成、語彙および語用学習 DB (24,000 単語、2,000 文、500 画像) の構築を行った。

## ②視覚認知コミュニケーション機構

- ・動的 3 次元環境下での運動物体予測に関する研究では、効果的な学習法の開発とその効果を検証するため、動的 3 次元環境への身体適応能力及び予測判断能力を訓練・シミュレーションすることができるシステムを構築した。3 次元環境内における物体形状の認知・記憶機構に関する研究では、fMRI 脳活動計測による 3 次元物体の学習・認知に関連する脳部位特定のための研究を進めた。その結果、3 次元情報の記憶に基づく図形認識のトップダウン処理に関連する重要な脳部位として脳側頭部の紡錘状回 (FG 野) と外側後頭部 (LO 野) や関連する脳部位の活動を明らかにすることができた。
- ・身体運動を伴う動的 3 次元環境下における運動物体予測メカニズムの解明に向けた研究では、3 次元仮想環境内で観察者に自己運動感覚を生じさせ、自己運動感覚の有無が動体予測の精度に与える効果について検討した。その結果、脳内で用いられている基準座標系が身体運動の認知過程で切り替り、空間的な動体予測精度に影響を与えることを明らかにした。さらに、自己運動感覚時の前庭迷路系の働きを知るため、視覚系と前庭迷路系の協調競合条件下における方向知覚特性を測定した結果、前庭迷路系に閾値以上の刺激を与えた場合では強い自己回転運動感覚を生じさせ、その回転量は仮想的に提示された視覚情報のみに依存することを明らかにした。
- ・リアルタイムトーキングヘッドシステムの研究では、顔の動きを PCA による小数パラメータで符号化し、LAN 経由で伝送した後に任意の人物の顔の動きにリアルタイムでマッピングするプロトタイプシステムを構築した。さらに、マーカーを装着せずに顔の動きをリアルタイムで検出するため、カメラ映像のみから検出するシステムについても開発を進め、鼻頭と目を検出することで頭部全体と唇の動きをトラッキングすることを可能にした。また、顔画像合成による年齢操作手法の開発に向けた研究では、加齢特徴の一つであるしみ・しわに関連する操作パラメータの有効範囲について明らかにし、ほぼ線形で自然な年齢変化の操作を可能にした。
- ・顔情報がヒトの認知機能へ及ぶ主要要因の解明に向けた研究では、視覚情報と音声情報によるクロスモダリティ処理に関する研究を進め、平成 16 年度は発話顔と音声の同時提示による発話内容同定実験を行った。その結果、発話顔と音声とのクロスモダリティによる認知特性は、習得された言語の種類に依存しないことを明らかにした。顔の持つ情報としての 3 次元形状及び顔運動情報に関する研究では、発話運動に伴う頭部全体の動きが発話内容の明瞭度を向上させる重要な要因であることを明らかにした。さらに、顔の 3 次元形状に関する研究では、顔形状に由来する民族的特徴は、観察する顔の向きに依存した 2 次元パターンではなく、3 次元情報そのものとして脳内で符号化されていることを明らかにした。

## ③コミュニケーション計算神経機構

- ・モザイク階層強化学習モデルをもとに、相手の行動からその意図をメンタルシミュレーション推定する計算理論モデルを使って、従来の見まね学習だけでなく、協調的な行動学習に適用できるよう拡張を行い、倒立振子制御などの課題でその有効性を確認した。
- ・見まねやコミュニケーション能力の基礎となる「人間の動きを理解する」ことに関わる脳のメカニズムを解明した。ロボットの外見があまり人間に似すぎていると、不気味に感じられる現象はこれまでも知られていたが、心理実験と脳活動計測を組み合わせることにより、このように感じられる原因として、人間の動きを理解することに特化した脳のメカニズムと、快・不快な感情に関連する脳のしくみが密接に関連していることを解明した。

- ・人があくびをしていると自分もあくびをしてしまうことがあるが、このような「動作の引き込み・引き込まれ」も、ヒューマノイドロボットと人間の間で起こることが行動実験で解った。これらの実験により、モザイク階層強化学習モデルを、運動制御、見まね、相手の心的状態の推定とコミュニケーションにいかにか活用できるかが明らかになった。
- ・これまで主にシミュレーションにより開発を進めて来た階層ベイズ推定による MEG-fMRI 統合脳活動解析手法を、実際の視覚／運動課題を実行中の計測データに適用し、その実用化に向けた課題を明らかにした。
- ・視覚刺激の微細なずれを検出する知覚学習において、網膜上の位置を変えたり、時間を隔てれば、異なる方向のずれを検出するスキルを同時に獲得できることを解明した。
- ・これまで運動学習は、試行錯誤の練習の末「体で覚える」ものであるとされてきたが、異なるスキルを同時に獲得するには、脳の前頭前野を使った意識的な切り替えが重要であることを明らかにした。これに関連して、複数の運動技能の記憶を定着させるのに効果的な練習方法を行動実験により解明、その結果を Nature Neuroscience に報告した。
- ・京都府立医大との共同研究により、確率的な報酬による行動選択課題を学習中のサルの大脳基底核の神経活動の記録を行い、強化学習モデルによる解析により、大脳基底核の入力部である線条体のニューロンは、行動の各候補がどれだけの報酬に結びつくかを予測し、その下流で確率的な行動選択が実現されていることを示唆する結果を得た。また、広島大学等との共同研究により、損得判断の際に、長期的に考えるのと短期的な考えの時で脳の働く部位が違うことを解明、その結果を Nature Neuroscience に報告した。
- ・人間のスキル学習では、視覚座標、身体座標など異なる座標を用いた運動スキルが相互依存的に学習されるという知見をもとに、発話時の調音動作に対応したキー配列を持つ片手キーボードを開発した。

#### ④コミュニケーション創発機構

- ・人工脳モデルの次世代ハードウェア化については qCA (quantum Cellular Automata) モデルに基づいた人工脳実験装置プロトタイプの開発を進めた。最新の大規模な FPGA (Field Programmable Gate Array) デバイスを複数搭載し、ホストとなるコンピュータと PCI バスで接続するボードを導入し、その上で qCA 空間を動的に設計・実装するダイナミック qCA システムを構築した。またいくつかのユーティリティツールを構築・整備した。さらにデバイスに対する人工脳システムの独立性を高め、最新のデバイスに容易に対応し常に最高のパフォーマンスを発揮できるようにシステムを見直し改良した。
- ・人工脳モデルについては心理ダイナミクス脳機構に関わる理論の拡張を完了し、生態学的心理学との比較を行った。その結果、心理ダイナミクス的なアプローチと生態学的なアプローチ間には本質的な矛盾はないことがわかった。そこで大規模な心理ダイナミクス脳機構の構築に向けて新しい方法論を開発した。またロボットとその観察者との初期的なコミュニケーションを含む複雑な行動を示すデモシステムを構築した。さらに葛藤調整機構 (ミームストーム) に基づく、自己創出コンセプトを含む心理ダイナミクス脳機構システムの合成方法を開発した。
- ・進化システムおよび進化計算に関する研究では、バイオケミストリー、分子生物学および遺伝学における最近の発見のもつ計算論的な意味に焦点を当てた研究を展開した。それら分野での新たな発見は、生物の発達、適応および制御可能な遺伝的調整機構を通じた学習に多大な影響を与えることができる。具体的には、遺伝的調整ネットワークの個体表現型への同位的マッピングモデルの開発、突然変異操作の自動調整を行う進化モデルの提案、および活動型ゲノムのコンセプト提案を行った。
- ・関係発達論的なロボティクスの研究では、社会的相互行為におけるロボットの成員性の組織化に関する研究を進めた。ロボットが子どもたちにとってどのような存在なのかは相互行為の中で構成されるものであり、この相互行為の微視的な分析によって明らかになる。そこで、対人行動の疑似性に着目し、ロボットに直面したヒトの応答様式における「繰り返し」「視線の逸脱」を手掛かりに、相互行為におけるロボットの成員性を明らかにした。また関係性発達障害児に対する新しい支援アプローチの研究を進めた。

- ネットワークダイナミクスの研究では、現実の組織や経済システムを対象として、ネットワークを構成している人と組織の局所的な性格と大局的な性質を、社会環境と人間行動との関係から総合的に究明し応用するための研究を進めた。具体的には、企業間の株所有ネットワークを有向グラフとして調べて、ネットワーク構造と非金融企業・銀行のもつ構造の違いとそれを生むメカニズムの違いを明らかにした。
- 組織における人的なネットワークに関する研究として、組織におけるセクショナリズムに関して、ネットワーク上に配置されたマルチエージェントによるモデル化を行った。さらに帰無仮説としてランダムネットワークを利用する手法の下で、媒介中心性を用いてクラスター構造を発見する手法を実装して、実際にATR研究所内共同研究発表の人的ネットワークに適用した。それら社会ネットワークを含めた構造分析を行うとともに、社会関係資本とのつながりやイノベーションの創発過程を含めた、社会学・社会心理学・経営組織論などより深い視点からも研究を展開した。
- 遺伝子ネットワークシミュレーション技術の研究では、前年度までのFPGA版要素システムの開発を受けてそれらを統合する作業および次世代カスタムLSI版システム用の要素技術の開発を進めた。FPGA版システムではまず2ボードを組み合わせて動作させる試験を行い、複数ボードでも目標動作周波数が達成できる見通しを得た。
- 遺伝子ネットワークシミュレーション用のソフトウェアについては、ユーザインタフェースおよびハードウェア - OS間インタフェースの両面で開発を進めた。ユーザインタフェースサブシステムでは直感的な操作性を実現するためにタッチパネルディスプレイを用いるとともに、ネットワークを2階層化して分かりやすく表現し、また各種の情報を表示できるシステムを開発した。ハードウェア - OS間インタフェースではホストコンピュータ上のOS (Linux) からネットワークシミュレーションシステムを制御できるように、デバイスドライバサブシステムを構築した。
- ミトコンドリア・ニューロン・赤血球の各モデルに関してFPGA版遺伝子ネットワークシミュレータによりシミュレーションを実施し、実行速度に関する典型的なソフトウェアツールとの性能比較を行った。その結果、シミュレーションの時間精度が0.1秒および0.01秒のいずれの場合もネットワークシミュレータが100万倍の性能を有することを明らかにした。

## 4-1 音声言語コミュニケーション機構の研究

### 4-1-1 概要

人間の音声言語には、思考、通信、情感表出、および身体情報の媒体としての機能があり、人間の生活と社会の形成に大きな役割を果たしている。音声言語の特徴はこのような多面性にあり、人間の体に備わった音声言語通信の能力と、音声言語を獲得する学習能力にその基盤を見いだすことができる。本サブテーマ、音声言語コミュニケーション機構の研究は、人間のもつ生物的機能と学習機能の解明を通じて、情報通信技術の開発を目指している。

本年度は、音声言語の生物的機構の研究に関しては、磁気共鳴画像法 (MRI) の高分解能化に加えて特殊撮像法を用いることによって発話器官細部の生理的機構を明らかにするとともに、詳細な MRI 計測とシミュレーションにより音声の個人性特徴の成立機序を明らかにし音声による個人認証技術の基礎アルゴリズムを構築した。また、機能的 MRI により音声生成に関わる脳機能を解明し、知覚実験に向けた音声提示法を確立した。音声言語の学習機構の研究に関しては、音韻処理と意味処理の関係、韻律処理と時間的側面の関係、語彙習得における音韻、韻律、意味情報の関係を検討した。さらに、第二言語音を学習する際の音響的要因や神経基盤などについて継続して調査をすすめた。また、外国語訛り矯正システムの要素技術を完成させプロトタイプシステムを作成した。さらに、データ収集のための WBT システム (ATR CALL e-net v. 5) への LMS (学習管理) 機能の追加とスケーラビリティの拡張、語彙および語用学習 DB (24,000 単語、2,000 文、500 画像) の構築を行った。

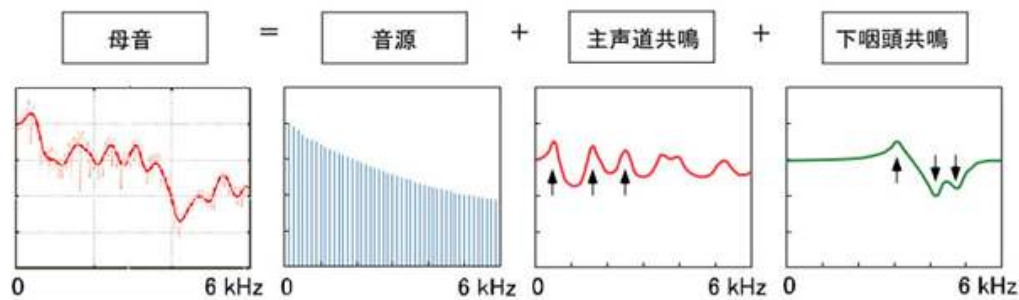
### 4-1-2 音声言語の生物機構の研究

本テーマでは、人間の音声言語を模擬する自動機械の創造を将来の目標として、(1) 発話器官の形態的特性、(2) 音声生成機構のモデル化、(3) 音声に関わる脳機能の三領域について、人間の音声の基盤となる生物的機能の本質的理解を目指した研究を行う。これまで、磁気共鳴画像法 (MRI) による発話器官の形態計測および発話時の脳機能計測をさらに高度化するとともに、音声の個人性を生成する声道形状の要因の実験的解明を通じて新しい声道音響モデルを提案することを目標としてきた。平成 16 年度は、音声の個人性の要因とその応用技術に重点を置いて各テーマを進めた。音声の個人性生成要因については、喉頭腔のもつ音響特性の解明を通じて個人性を表現できる声道音響モデルの精密化を行い、音声合成および音声認証技術へ応用するための基礎アルゴリズムの開発を目指した。MRI 観測法の高度化については、軟らかい組織からなる発話運動機構の特殊性や重力効果に注目して立体変形のメカニズムを明らかにし、脳活動イメージングによる発話時の脳内処理過程の実測と音声聴取に応用するための騒音対策を行った。また、音声の流暢性に関わる問題については、声道内における流体音響現象のシミュレーションを行い、生理的調音モデルにおいて調音結合を実現する手法を開発した。

#### (1) 音声の個人性生成要因の解明による音声認証技術の開発

##### ア. 音声の個人性生成要因の解明と声道音響モデルの精密化

音声の個人性生成要因を説明するためのモデルとして、昨年度において下咽頭腔を独立要素とする音声生成の音響モデルを提案した。このモデルにおいて、主声道の個人差は低次フォルマント (F1, F2, F3) を修飾し、下咽頭腔の個人差は 2.5 kHz 以上のスペクトル包絡の特徴を決定する。したがって、主声道共鳴と下咽頭共鳴の組み合わせにより音声の個人性の生成過程を説明でき、さらに音声合成や話者識別などの諸技術へ展開することができる。この声道音響モデルを利用するには下咽頭腔と主声道との独立性と相互作用の範囲を明らかにする必要がある。そこで下咽頭腔の一部をなす喉頭腔の音響的特徴について有限要素法と電気回路モデルによるシミュレーションを行い実測音声と対比した。

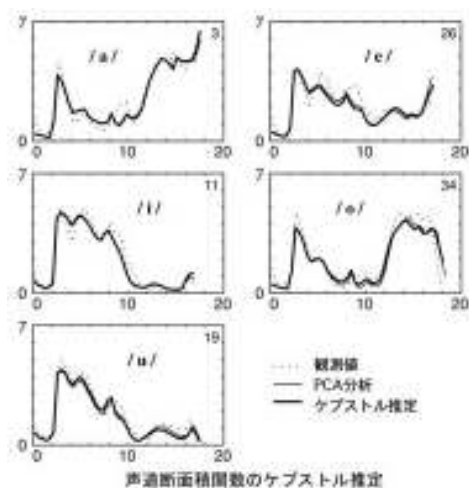
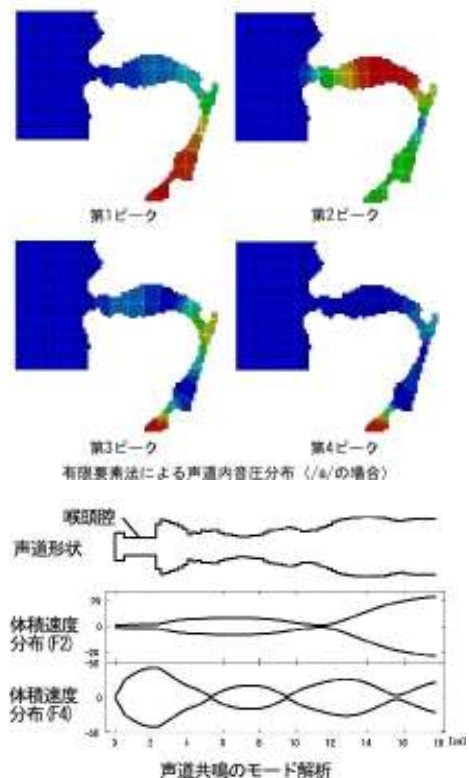


下咽頭腔結合をもつ母音生成の音響モデル

上記の声道音響モデルを用いて音声合成システムを構築し個人性特徴の表現能力を検証した。このシステムは MRI データに基づいた主声道、下咽頭、鼻腔をもつ声道モデルを波形音源により駆動するものであり、個人性特徴を再現できるほか話者変換システムとしても利用できる。子音を含む連続音声合成を実現するために、3次元低速度動画データ (20 コマ/秒) と 2次元高速度動画データ (60 コマ/秒) を組み合わせた合成手法を開発した。

下咽頭共鳴を担う喉頭腔がヘルムホルツ共鳴器の役割を果たして固有の共鳴周波数をもつことを明らかにするために有限要素法 (FEM) による音響解析を行った。MRI から抽出した声道領域を立方体要素により分割して3次元有限要素モデルを作成し、各共鳴周波数における声道内音圧分布を求めた。さらに喉頭腔を除去したときに生じる声道伝達特性の変化を計算した。その結果、2.5 ~ 3.5 kHz に生じる喉頭腔の共鳴ピーク (F4) において喉頭腔内の音圧変動が特に著しく、喉頭腔を削除することにより F4 が消失することを確認した。この結果より喉頭腔は固有の共鳴周波数を持ち、低次の共鳴周波数 (F1, F2) には大きな影響を与えないことが示された。

喉頭腔共鳴と主声道共鳴の独立性と相互作用の程度を検証するために電気回路計算により声道の各共鳴周波数における共鳴モード解析を実施した。その結果、低次の共鳴 (F1, F2, F3) が喉頭腔出力端を節とする閉管共鳴を生じるのに対し、声門閉鎖時において喉頭腔が共鳴すると、喉頭腔出力端では体積速度の変動が著しくなるため主声道では両開き管の共鳴 (開管共鳴) が生じることが示された。



声道断面積関数のケプストル推定

一方、声道模型とスピーカを用いた音響実験においては、上述の喉頭腔共鳴を再現できないことが確認された。その理由として声道模型では声門の完全閉鎖が得られないことがあげられ、喉頭腔共鳴は声門閉鎖時に生じ声門開放時に消失すると推測された。

#### イ. 声道形状逆推定による音声認証基本アルゴリズムの開発

個人性生成要因に基づく音声認証技術を開発するためにケプストラム係数の重回帰モデルによる声道断面積関数の推定法を開発した。重回帰モデルは音声のケプストラム係数を説明変数とし MRI より求めた 5 母音発話時の声道断面積関数の第 1~第 3 主成分を目的変数として作成する。0-4 kHz の周波数帯域で 24 次のケプストラム係数を用いた場合、データに最も良く適合し

た回帰モデルが得られ、オープンセット評価において第1、第2主成分の重みを推定するのにそれぞれ0.99, 0.97の相関が得られた。声道形状推定時の平均絶対誤差は、断面積に関しては0.37 cm<sup>2</sup>長さに関しては0.15 cmであった。

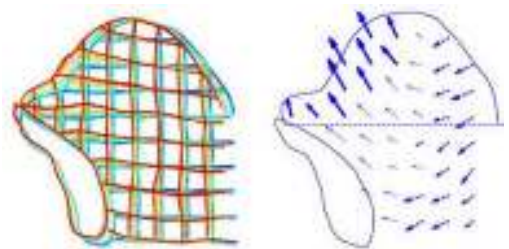
(2) 磁気共鳴画像 (MRI) 観測技術の高度化と発話メカニズムの解明

人間が言葉を読むときに使う体の仕組みを観測することは難しいため、その仕組みを模擬する技術を創造しようとする場合に多くの問題に直面する。このテーマではMRI観測技術の高度化をはかりつつ発話の過程を視覚化する研究を実施した。

ア. MRI観測技術の高度化による生理機構の解明

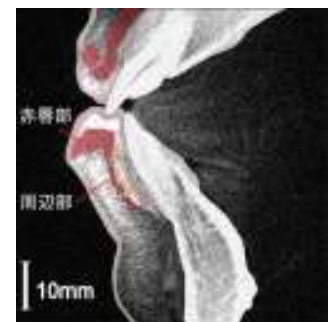
MRIは人体内部の3次元構造を記録する方法として優れているが、通常の撮像法では画像分解能が十分ではなく、呼吸運動を伴う部位では運動性アーチファクトを生じるという問題があった。これらの問題を解決するため、高感度コイルと発声同期撮像法を考案して喉頭の運動観測に用いてきた。今年度は、発話運動の特徴の一つである軟らかい組織の変形過程を高感度コイルにより記録することにより、従来とは異なるメカニズムをもつことを示した。

第1のテーマとして舌の内部変形を対象とした。これには舌組織に格子状の標識を与えつつ動画撮像を行うtagged cine-MRI法を用い、発話時に舌内部の変形過程を実測した。母音連鎖/ei/の発話では主にオトガイ舌筋後部の収縮により前上方への運動が生じると考えられているが、格子パターンの時間的推移を分析すると、前舌部で早く後舌部で遅いことが観測され、母音/i/の調音には外舌筋だけでなく、内舌筋の収縮による舌前部の膨隆が関与すると考えられた。



Tagged MRIによる舌の内部変形過程 (eiの場合)

第2のテーマとして唇の内部変形を対象とした。これには筋肉組織のコントラストを強調する撮像法を用い、唇形状の相違をもたらす筋の変形を実測した。唇の形状変化に大きく関わる口輪筋には赤唇部と周辺部の筋束があり赤唇部が唇の閉鎖をもたらすと考えられてきたが、唇の突き出し動作のメカニズムは不明であった。高分解能(0.2 x 0.2 mm)のMRI観測の結果、唇の突き出し動作は赤唇部と周辺部の筋束が同時に収縮して、唇の横幅を短縮しつつ筋の周囲にある唇組織を収束させて前方へ移動させるメカニズムがあることが明らかとなった。



口輪筋の赤唇部と周辺部の高分解能MRI

イ. 体位による声道形状の相違の観測



開放型MRIによる座位発声の撮像

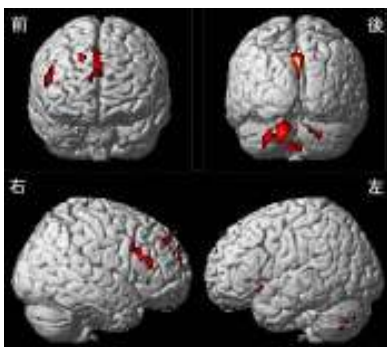
体位の変化が母音調音に与える影響を明らかにするため、先端医療センター(神戸市)

の開放型MRI装置を利用して正中矢状断面を観測した。成人男性3名を対象にして座位および仰臥位での日本語5母音の持続発声時の撮像を行った。硬口蓋を基準とした体位間の比較の結果、仰臥位では舌がより後方に移動し、軟口蓋と口唇にも重力の影響がみられた。大きな舌の移動は前舌母音よりも後舌母音にて現れる傾向があった。一方、座位では頸椎と咽頭後壁が前方に移動した。これは重力よりも頭位による影響であると考えられた。

ウ. MRI装置内における骨導音による聴覚刺激提示法

機能的MRIの実施時に生じる大きな騒音は被験者の負担となり、聴覚実験時には刺激音聴取の妨げとなる。撮像時の騒音による影響を軽減する手法として、耳栓とイヤマフにより気導経路の騒音を遮断した上、前額部に設置した骨導スピーカより聴覚刺激を呈示する手法を確立した。この手法を用いて、音声聴取時の脳活動計測実験を行った結果、被験者の負担を軽減しつつ、従来の気導音による刺激提示時と同等の脳活動が検出可能なことが確認された。

エ. 機能的MRI (fMRI) による音声知覚メカニズムの解明



個人性知覚における脳活動



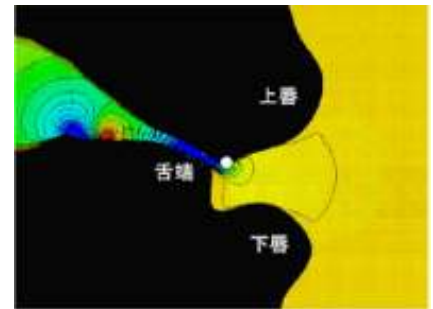
音声の個人性知覚に関わる脳領域を明らかにするためにfMRIによる脳活動観測実験を18名の被験者に対して実施した。各被験者が2モーラの無意味語を聴取する際に、音韻の識別をおこなうタスクおよび音声の個人性の識別をおこなうタスクを用いて両者間における脳活動の差を検出した。その結果、音声の個人性の知覚時には、右下前頭回、楔部、後部帯状回における活動が高いことが示された。

### (3) 流暢性をもたらす物理的・生理的要因のモデル化と言語的要因の分析

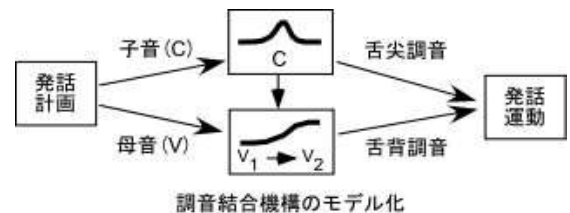
流暢性をもたらす音声の要因は物理的・生理的要因から言語の特質に至る広い範囲にまたがる。このため、物理的要因として流体音響現象のモデル化および生理的要因として調音結合のモデル化を実施した。さらに、言語固有の問題について各言語に特徴的な音素の生成要因を明らかにする研究を実施した。

#### ア. 計算流体力学による摩擦子音 /s/ および /sh/ の音源推定

摩擦子音の音源は、声道内に形作られた狭めで発生する乱流雑音である。本研究では、計算流体力学を用いて音源のモデルを構築することを目指す。今年度は、MRI による摩擦子音発声時の声道形状の測定、3次元CADモデルの作成、有限要素法メッシュの作成を行うとともに、気流の3次元シミュレーションを行った。声道の正中矢状断面形状のみを用いた2次元および擬3次元計算と比較して、実3次元計算から推定される音源のスペクトルは、高周波成分を多く含むことが示された。



摩擦子音における3次元流体シミュレーション



調音結合機構のモデル化

調音結合は音声の自然性を決定する調音要因であり、発話器官の運動特性と運動制御の二つの要因に由来する普遍的な現象である。調音モデルを用いて音声合成システムを構築する場合に調音結合のモデル化は欠かせない。今年度は、磁気センサシステムにより収録した日本人話者3人の調音データに基づいて連続発話時の調音結合の様相を統計的に考察した。その結果、舌の前後運動が調音運動の主成分であり、舌尖の前後運動は舌体の動きと強く相関するが、上下運動は相関が非常に低いという結果が得られた。さらに、調音データを用いて母音と子音の調音運動を分離して考察した結果、子音の調音動作が母音の連続調音運動に重畳するとみなせることが示された。この観測に基づいて、母音と子音の調音運動をそれぞれ搬送波と調整波として取り扱うキャリアーモデルにより音声生成における調音結合を模擬できる。

## 4-1-3 音声言語学習機構の研究

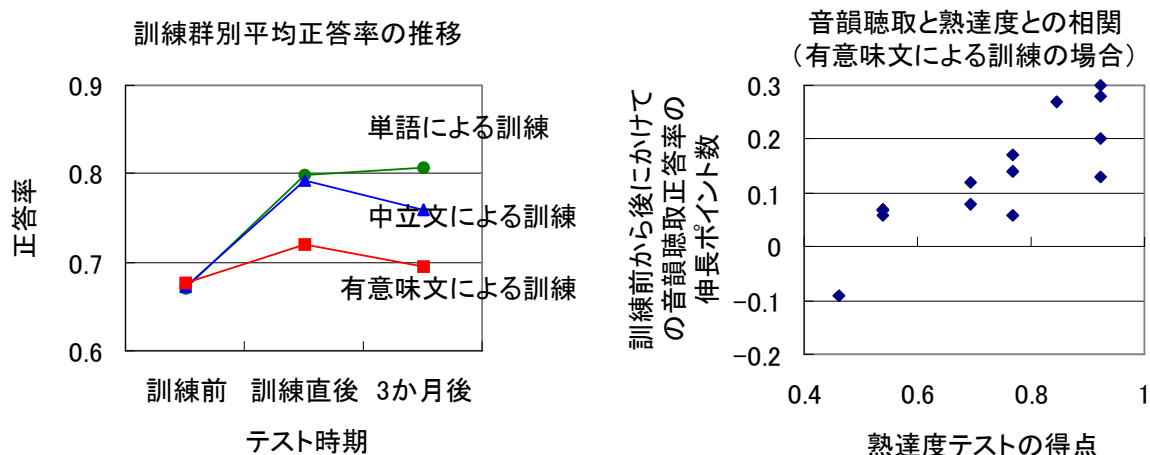
本テーマでは、人間の音声言語学習のしくみを音声情報処理に基づいて明らかにし、外国語学習支援システムを作成することを目指す。平成16年度は、音声情報処理の基本である音韻、韻律、意味の3つの階層について、外国語音声学習実験を実施し、音韻処理と意味処理の関係およびその語彙習得への影響、韻律処理と時間的側面の関係について検討をすすめた。さらに、学習に及ぼす音響要因の効果、学習の神経基盤の解明など学習過程を明らかにする上で必要なデータの収集をすすめた。外国語訛り発音矯正システムについては、発音評価アルゴリズムおよび話者変換アルゴリズムを作成し、それぞれ発音矯正指針呈示システム、目標発音呈示システムのプロトタイプを完成した。また、データ収集のためのWBTシステムに対して、LMS(学習管理機能)の追加や同時使用者の増加への適応を含むスケラビリティの拡張を行い、バージョンアップ(ATR CALL e-net v.5)を行った。また、学習実験に必要な語彙・語用データベースを作成した。

### (1) 外国語音声学習実験に基づく音声情報処理機構の研究

#### 音韻処理と意味処理

日本人にとって難しいアメリカ英語の/r/-/l/などの子音の聞きとり学習の際の意味処理と音韻処理の関係を調べるために、意味的情報を操作した単語・文素材を対象とした実験を行った。その結果、意味的文脈を使用できるような文音声素材を用いた訓練では、数千試行という莫大な数の音声を聴取した

場合でも、音韻聴取能力は向上しないことが明らかになった（図1左）。これは、学習者が意味文脈を使える場合には音韻処理よりも意味処理を駆動させることを示す。また、被験者の英語習熟度を測定し、実験結果を英語習熟度との関係から分析したところ、英語熟達度の高い学習者ほど意味文脈を使える文中での音韻判断の成績の進展が顕著であった（図1右）。これらの結果から、意味処理の活性化が音韻学習を阻害することが明らかになった。また、音韻の学習には意味処理を活性化させない素材や課題での訓練が不可欠であることが示された。



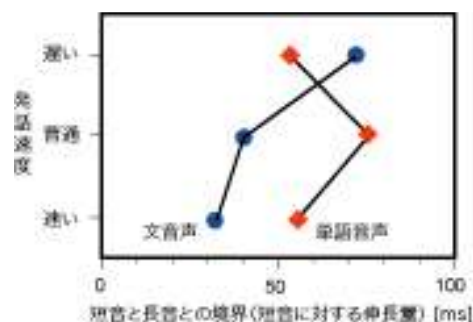
【図1】意味情報が音韻聴取訓練に及ぼす影響：LとRで異なる単語対（“flight” と “fright” など）の聴取訓練を、単語・文章素材を用いて行った場合の訓練刺激ごとの訓練効果（左）と、有意味文ばかりを使って訓練した場合の音韻聴取訓練効果と英語熟達度との相関（右）

### 韻律処理

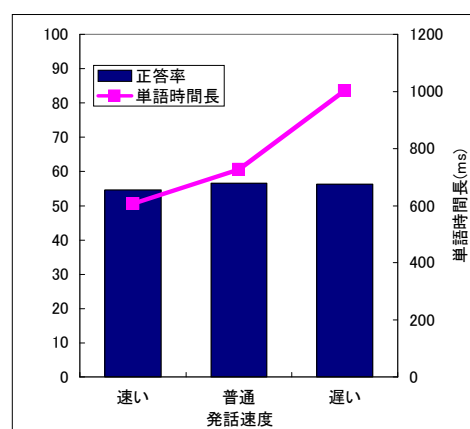
文音声の韻律構造も第二言語学習に影響を及ぼす可能性がある。日本語では拍（カナー文字分の単位）が一定のテンポを刻む傾向があるため、文の持つ拍間隔の習得が単語の認知や学習に及ぼす可能性がある。しかし、英語では基本単位である音節は一定のテンポを刻むとはかぎらず、拍感覚が学習を困難にする可能性がある。そこで、日本語母語話者が日本語あるいは英語の韻律単位を知覚する際に発話速度の違いが与える効果を測定することにより、この言語に依存した韻律の影響を検証した。

日本語母語話者が日本語の拍数を知覚する場合、文音声では発話速度の違いに適応して拍の境界を系統的に変化させていること、単語音声では発話速度の変化に応じきれないこと、が分かった。また、拍の長さの微妙な伸縮に対して、伸縮率が同じであっても発話速度が速いほど許容しにくく、遅いほど許容しやすかった（図2）。日本語では短母音と長母音の区別など、韻律情報が音韻を決定する場合があるため、日本語学習においては発話速度に適応した知覚訓練は重要であり、発話速度に変動をもたせた教材音声データベース構築や発話速度に適応する課題の導入を行う必要性が示唆される。

一方、日本語母語話者が英語の音節数を知覚する場合、発話速度による正答率の変化はほとんどみられなかった（図3）。これは、英語音節の知覚には速度変化が影響しないことを示唆するとともに、2つの言語



【図2】日本語の拍の聞きとりと発話速度

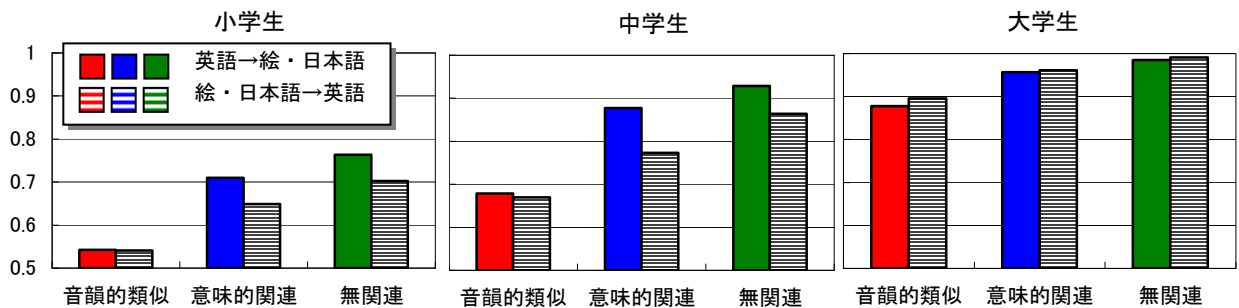


【図3】英語の音節数の聞き取りと発話速度

の間で韻律の役割に大きな差があることを示す。平成 15 年度までに明らかにしたように、日本語母語話者には英語音声の音節の知覚が困難である。日本語の音節構造や上記の拍感覚を反映して、” Christmas (2 音節) ” を「クリスマス (5 拍)」とするなど、余分な母音を挿入した知覚や発音を行っている。これらの結果を併せて考えると、母語と学習言語の韻律構造の違いを克服する訓練が必要であり、日本語母語話者の英語学習においては等時性を持つ拍感覚を手がかりとしない音節知覚能力を訓練する必要があることが示された。

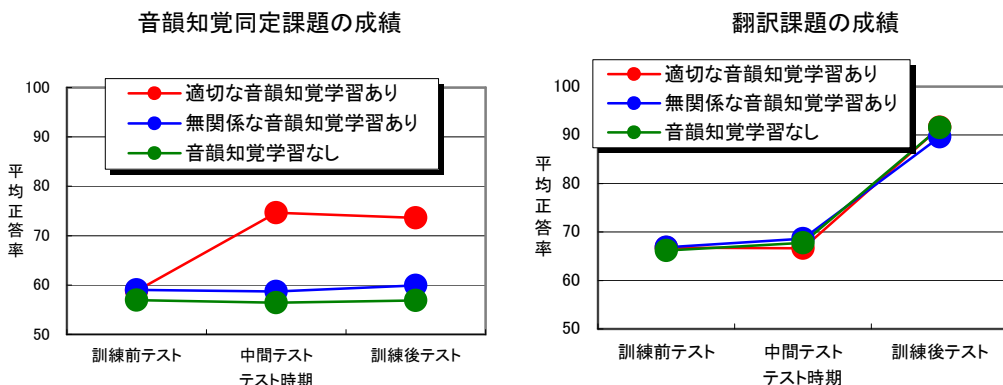
#### 語彙習得における意味処理、音韻処理、韻律処理の関係

日本語の拍構造の違いによる語彙の混同、および英語の音韻混同による語彙の混同の 2 面から語彙習得における意味、音韻、韻律の関係を検討した結果、音韻、韻律処理の混同が語彙の混同の要因になっていることが明らかになった。特に、英語を第二言語とする日本語母語話者を対象とした英語語彙習得について系統的に実験を行った。意味処理と単語内に含まれる音韻の処理の關係に着目し、小・中学生、大学生を対象に、語彙の混同の起こりやすさと単語間の関係性について実験を行った。語彙の混同率には語彙量を反映した傾向が見られる一方で、年齢グループの違いに関わらず音韻的な類似に起因した混同が意味的な関連に起因した混同よりも起こりやすいことが明らかになった。



【図 4】単語間の関連性と語彙の混同：年齢による正答率の比較

単語に含まれる音韻の知覚困難度と単語の意味学習の困難度について、学習者の音韻知覚能力を要因とした検討を行った。大学生を対象とした実験の結果、音韻知覚能力の高低に関わらず、音韻的に混同しやすい単語を対にした語彙学習の成績は同程度に上昇することが明らかになった。これまでの結果と併せると、音韻処理が語彙学習に大きな影響を及ぼすのは学習の初期段階である可能性が示唆され、より習熟度の低い学習者を対象とした検討を行う必要があることがわかった。

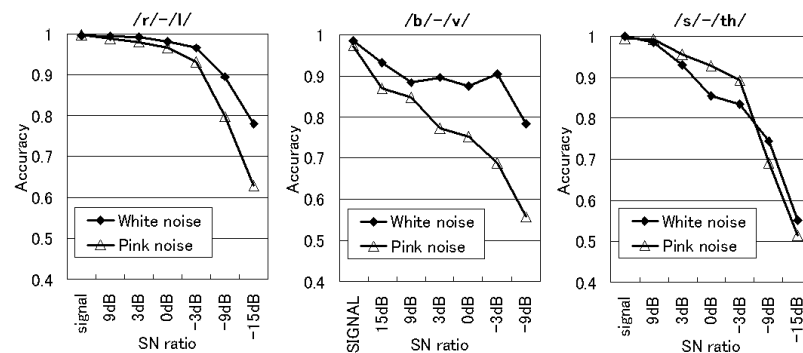


【図 5】音韻知覚能力と語彙学習成績

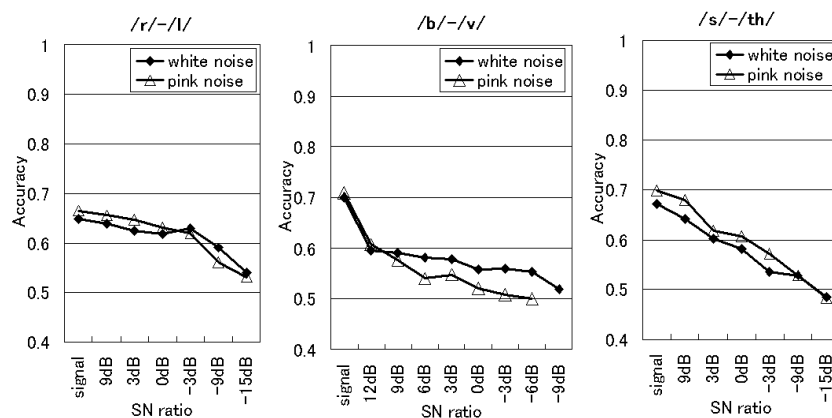
#### 音響的要因

コンピュータ支援による外国語学習システム (CALL) を利用することにより、多様な環境での学習が可能となる反面、使用環境を限定できないため環境騒音の重畳等によって音響的な品質が変動する。システムの学習効果を予測し多様な音環境に適応するように改善するには、音響的な品質の変動による学習効

果を測定する必要がある。平成 16 年度は、環境騒音の重畳が学習に及ぼす影響を明らかにするための基礎データ取得のために、明瞭性測定実験を行った。日本語母語話者が弁別困難な音韻（/r/-/l/、/b/-/v/、/s/-/th/など）を含む英単語に対し、白色雑音、ピンク雑音を重畳した音声を作成して刺激とし、米語母語話者および日本語母語話者を対象として実験を行った。SN 比の低下に伴って明瞭性が低下すると共に、母語の違いにより雑音の種類および強度に対して異なった明瞭性を示すことが明らかになった。



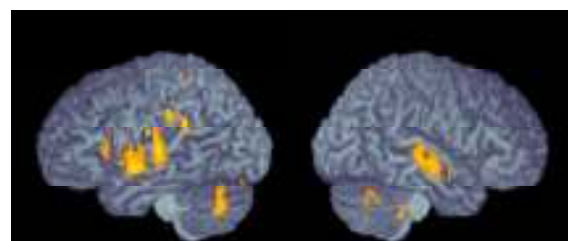
【図 6 a】 雑音重畳音声の明瞭性測定結果（米語母語話者）



【図 6 b】 雑音重畳音声の明瞭性測定結果（日本語母語話者）

### 神経基盤

これまでに、日本語母語話者が /r/-/l/ 音を聴取する際のような、母語にない音韻対立の聞きとりのためには発話-聴覚および発話-口腔内感覚マッピングが使われているという仮説を提唱した。この仮説を検証し、母語にない音韻対立の知覚・学習に関わる神経処理を明らかにするため、一連の fMRI 実験を行った。日本語話者と英語話者の /r//l/ 音韻知覚時の賦活部位の比較実験において、日本語話者でより活動が強かった脳領域、また、日本語話者による /r//l/ 音聴取学習前後の賦活部位の比較において、訓練後により活動が強かった脳領域は、発話の企画に関連する部位 (Broca、anterior insula、PMC)、言語聴覚野 (STG/S、



【図 7】 同定成績が良い場合に脳活動が増大した部位



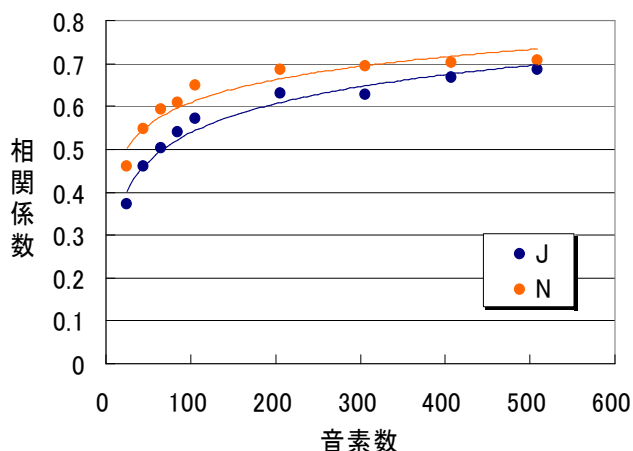
【図 8】 第二言語音処理に選択的な脳活動：右大脳半球の調音運動企画領域（左図）および左大脳半球の口腔内感覚領域（右図）

PT)、口腔内感覚に関連する部位(SMG)、順・逆発話一聴覚モデルの実行に携わる小脳であった。また、これらの領域の活性の度合いは、音韻同定の成績と正の相関関係を持っていることが明らかとなった。さらに、母語の音韻対立の知覚時と比べ、外国語の音韻対立の知覚時において、右の言語運動野がより活性化していることが明らかになった。これらの実験結果は、発話から聴覚/口腔内感覚への前方マッピングが音韻知覚能力の向上に使われているという仮説を支持する。

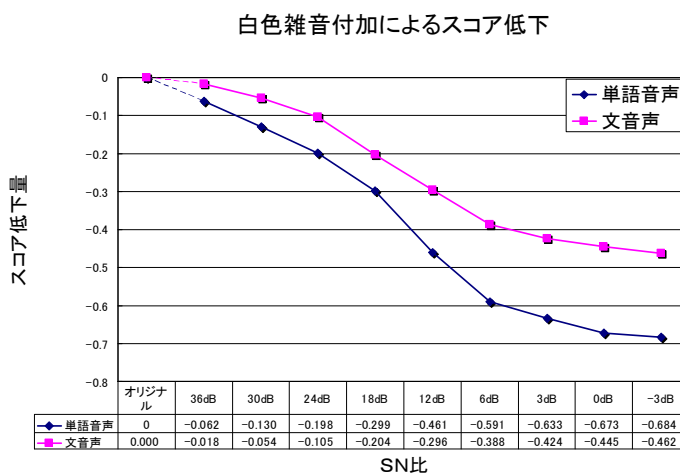
## (2) 外国語学習支援システムの開発

### 発音矯正モジュール

外国語学習者のなまりのある発音を矯正するツールとして、音声認識で広く使われている HMM (隠れマルコフモデル) を用いて学習者の発音を評価し点数を表示する発音矯正指針提示システムと、手本となる目標音声を学習者自身の声質で学習者に提示する発音目標音声提示システムの、それぞれのプロトタイプを作成した。発音矯正指針提示システムにおいては、教師であるネイティブ発音の音韻 HMM を用



【図9】DAPSによる発音評価と人間による評価結果の相関係数と、対象素材の音素数との関係。Jは日本人専門家による評価結果、Nはアメリカ英語ネイティブ話者による評価結果との相関を示す。



【図10】アメリカ英語母語話者による英語の単語音声、文音声に対する DAPS のスコア。オリジナルの音声に対して、種々の S/N 比にて白色雑音を付加し、S/N 比によるスコアを示した。

いて、学習者発声の各時刻における最適状態の事後確率を動的計画法により算出するアルゴリズム (DAPS: Dynamic A Posteriori Probability Scoring) を開発し、その事後確率値を発音評価値とした評価エンジンを作成した。日本語母語話者約 100 名による英語の単語および文章素材を用い、本エンジンによる評価結果と人間による発音の良し悪しの評価結果の間には正の相関があり、200 音素以上含まれた素材では約 0.7 であった。

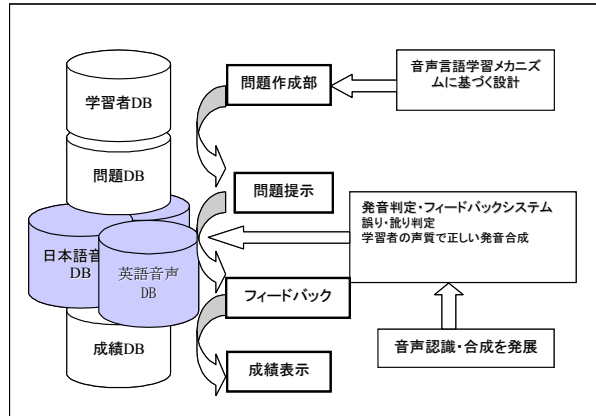
また、DAPS エンジンの評価結果と評価対象音声を収録する際の背景雑音の関係を調べるために、種々の S/N 比であらかじめ録音した英語母語話者による英語音声と白色雑音を混合し、DAPS の評価結果 (スコア) に及ぼす雑音付加の影響を調べた。その結果、人間の耳にはかすかな雑音と聞こえる 36dB, 24dB 程度の S/N 比の音でもスコアの低下がみられ、人間が影響を受けずに判定結果を出せるであろう 0dB 程度では重篤なスコア低下が起こることがわかった。安定した評価結果を出すには、収録環境の統制やノイズ除去などの手段を講じる必要があることが示唆される。

発音目標音声提示システムでは、教師音声と学習者音声を分析し、教師音声の発音方法に関する特徴を保存し、声質情報のみを学習者の特徴に入れ替え再合成することにより、学習者の声で上手な発音を目指し、発音目標音声提示する技術の開発を目指す。平成 16 年度には GMM (混合ガウスモデル) に基づく教師-学習者音声間のケプストラム音声特徴ベクトルの線形変換および STRAIGHT 法 (Speech Transformation and Representation based on Adaptive Interpolation of weiGHTed spectrogram)

による教師音声・学習者音声の分析ならびに学習者音声の合成を用いて、教師発音の声質だけを学習者の声質に変換し合成する、声質変換アルゴリズムを開発した。

### 外国語学習支援システム

音韻学習、韻律学習、語彙学習など多様な内容を、実験室での精密な実験環境、学校内 LAN 環境など多様な環境下で実施することにより大規模かつ系統的に研究を進めるために開発した音声言語学習データ取得システムである、ATR CALL システムに対して、実験者や教師が生徒の進捗を確認するための LMS (Learning Management System) 機能の追加、データベース (DB) 再設計によるシステムのスケラビリティ拡大、音韻知覚学習・韻律知覚学習・語彙学習・語用学習モジュールを作成し、ATR CALL e-net v.5 を作成した。また、このシステムで使用するために語彙および語用学習 DB (24,000 単語、2,000 文、500 画像) の構築を行った。年度後半には本システムを用いて約 20 の研究協力校での学習実験を実施し、2000 人を超える参加者のデータを取得した。



【図 11】 ATR CALL システム構成図

#### 4-1-4 まとめと今後の課題

音声言語の生物学的機構の研究に関しては、MRI による声道形状の計測、音響シミュレーション、声道模型による音響実験を通して、音声の個人性を生成する声道の要因を明らかにし、それらを表現できる声道音響モデルと音声から声道形状を推定する手法を確立した。また、MRI 観測技術の高度化により発話器官に固有の生理的運動メカニズムを解明し、脳機能計測法における装置雑音の影響を軽減する手法を確立した。さらに、音声研究に流体計算の技術を導入し、調音結合の調音モデルによる実現をはかった。今後の課題としては、声道音響モデルを精密化しつつ音声から下咽頭腔の個人性特徴の推定する手法を追加し音声認証基本技術を確立すること、MRI 計測のために開発した手法をツール化すること、およびこれまでに収録した種々の MRI データを種類別にデータベース化することがあげられる。

音声言語の学習機構の研究に関しては、日本語母語話者による英語音声知覚において、意味処理の駆動が音韻の学習を阻害すること、日本語と英語の時間構造の違いによりそれぞれの学習に困難を及ぼしていることを明らかにした。また、語彙習得において音韻や韻律など音情報の混同が語彙処理や語彙学習を阻害していることを明らかにした。これらの結果から、第二言語の語彙学習において、音韻および韻律の習得を意味の習得に先行させることが重要であることが示唆された。また、第二言語音を学習する際の音響的要因や神経基盤などについて継続して調査をすすめた。外国語訛り矯正システムに必要な基礎アルゴリズムおよびプロトタイプシステムの作成を完成した。平成 17 年度には、英語学習における音韻、韻律、意味学習の順序効果を検証する実験を行い、3つの階層間の関係を明らかにするとともに、外国語訛り矯正システムを発音学習モジュールとして ATR CALL システムへの追加および学習効果の測定を行う。これらの課題を通して、最終目標である外国語学習機構の知見と ATR CALL システムを統合した外国語学習支援システムの完成を目指す。

#### 4-2 視覚認知コミュニケーションの機構の研究

##### 4-2-1 概要

人間が自己を取巻く 3 次元環境の中で人間同士や人間と機械とのインタラクションによる豊かなコミュニケーション技術を構築する際、視覚情報を中心とする聴覚情報や身体感覚とのマルチモーダルな情報の統合が重要な役割を果している。人間同士または人間とコンピュータとのコミュニケーションをよ

り豊かなものにするため、人間の持つ優れた視覚機構を取入れながら、将来のインタラクティブメディアにおけるコミュニケーション技術の確立に向けた研究開発を進めている。平成 15 年度までは、ヒトが 3 次元環境を認識する仕組みや人間同士のコミュニケーションにおいて重要な情報である顔形状、発話時や表情変化などによる顔の運動情報に関する基礎的研究を進めた。平成 16 年度は、視覚を中心としたマルチモーダルな知覚機構の解明に向けた研究においては、3 次元環境における運動物体の効果的な予測学習法について検証するためのシステムを構築するとともに、人間の空間認知能力による運動物体の予測精度に関する研究を中心に進めた。また、3 次元物体の記憶・認知の脳内機構に関する研究についても同時に進めた。マルチモーダルなインタラクション生成のためのシステム構築に関する研究では、これまで開発してきた顔情報生成技術を発展させ、リアルタイムトーキングヘッドシステムのプロトタイプを構築した。そして、様々な顔情報の知覚特性についての解明を進めると同時に、これらの知見を顔情報生成技術に適用することを検討した。

#### 4-2-2 視覚を中心としたマルチモーダルな知覚機構の解明

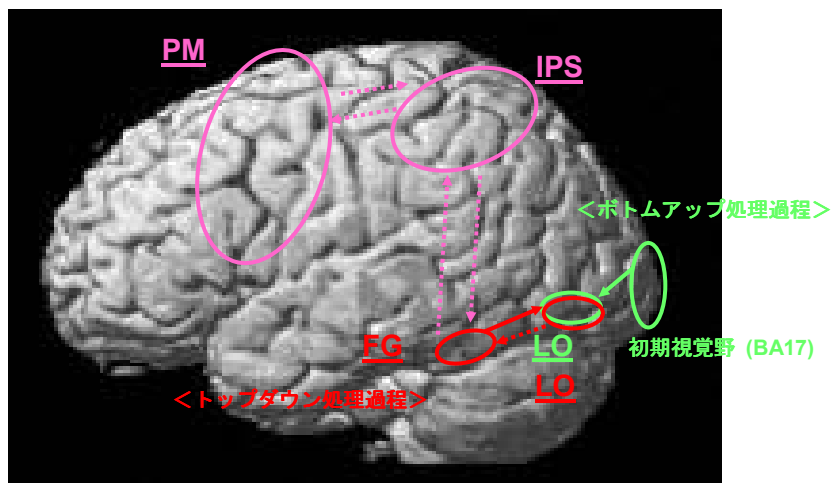
ヒトは 3 次元の動的な環境の中で視覚系や前庭迷路系、体制感覚系などのマルチモーダルな情報を統合し、自己の状態や 3 次元環境下での運動物体予測を行っている。本テーマでは、これらの動的 3 次元環境下における運動物体の予測メカニズム及び自己の空間的定位に関する重要な情報を与える視覚系と前庭迷路系のマルチモーダルな知覚機構の解明を目指しており、平成 16 年度は、動的 3 次元環境下における運動物体予測の効果的な学習法の開発とその効果を検証するための訓練システムを構築した。さらに、身体運動を伴う場合の動的 3 次元環境下における運動物体予測制度についても研究を進めた。

##### (1) 動的 3 次元環境での運動物体予測の学習方法の開発と評価

動的 3 次元環境下での運動物体予測に関する研究では、自己運動感覚の強さを制御することで運動物体の予測精度を訓練することができる効果的な学習法の開発と、その効果を検証するために動的 3 次元環境への身体適応能力及び予測判断能力を訓練・シミュレーションすることができる訓練システムを構築した。平成 16 年度に新たに構築したシステムでは、従来の視覚環境シミュレータをさらに発展させ、歩行中に突然現れるような障害物を訓練者が予測回避するような状況を設定し、障害物を回避できたかどうか、また、どのように回避したのかを訓練者にフィードバックさせることが可能である。この動的環境身体適応訓練システムは、街中や広い室内空間の中を歩行しているような自己運動感覚を 3 次元環境の中で提示することができ、自己運動感覚の強さを制御することが可能である。平成 16 年度に明ら



動的 3 次元環境下での自己の運動感覚を提示することができる運動予測学習法を開発するためのシステム。足首に装着したセンサによって障害物回避行動時の身体動作を記録・再生することができる。



fMRI 脳活動計測による 3 次元物体の学習・認知に関連する脳部位とその処理の流れ。緑色の文字と線は網膜像からの処理の流れを示し、赤色の文字と線は記憶に基づく再認過程での処理の流れを示す。ピンク色の文字と線は 3 次元物体形状の学習・認知に関連して活動する部位を示す。

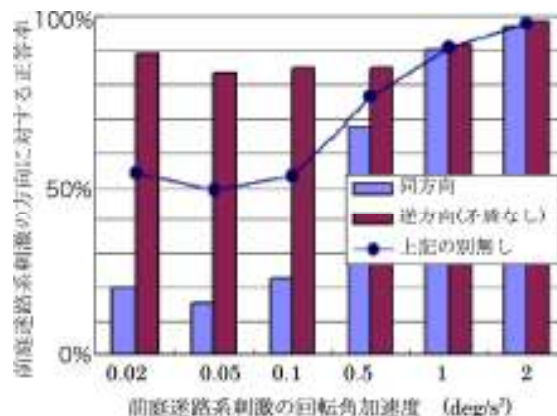
かにした自己運動感覚の強さによって運動物体の予測精度が変化するという知見を取り入れ、自己運動感覚の強さを適応的に制御し、その都度試行結果をフィードバックしながら訓練を行うことで、運動物体の予測精度ならびに自己の身体適応能力を向上させることができる学習法を新たに開発した。従来の視覚環境シミュレータでは、被験者の身体動作を検知し、その結果を被験者にフィードバックさせることができなかったが、本システムでは身体動作をセンサによって記録・再生する機能を開発し、学習効果の検証を行いながら、運動物体の予測精度に影響する主要要因について明らかにすることで効果的な学習方法の開発を行うことを可能とする。

3次元環境内における物体形状の認知・記憶機構に関する研究では、fMRI 脳活動計測による3次元物体の学習・認知に関連する脳部位特定のための研究を進めた。3次元環境における物体認知においては、網膜情報に基づくボトムアップ処理だけでなく、脳に獲得された知識に基づくトップダウン処理が重要な役割を果たしている。本研究では、fMRI 脳活動計測を用いて、学習によって獲得された新奇の3次元物体の形状情報がトップダウン的に網膜情報の分析に利用されるときに活動する脳部位について検討した。平成16年度に行なった実験では、特に、物体表現は学習により紡錘状回 (FG) の一部に獲得され、獲得された物体表現のトップダウン情報が外側後頭部 (LO)、下後頭回 (BA18 腹側部)、横後頭溝に想起され、そこでボトムアップ情報と統合されることを明らかにした。また、課題の困難さに伴う注意負荷の程度に関わらず、トップダウン処理においては、頭頂野と前頭野、特に頭頂間溝 (IPS) と運動前野 (PM) 背側部が実質的な役割を果たすことが示された。この結果は、物体認識におけるトップダウン処理が側頭野のみならず、後頭野・頭頂野・前頭野にまたがる広範囲の神経ネットワークを基盤にしていることを示している。

## (2) 身体運動感覚が運動物体予測に与える要因の分析と検証

動的な3次元環境における人間の視覚認知機構を明らかにするため、これまでに開発した視覚環境シミュレータを用いて、運動物体の予測メカニズムについて実験的に検討した。特に、平成16年度は、ヒトが用いる視覚の基準系が動体予測にどう影響するのかを調べた。これまでの研究で、ヒトは自己基準と環境基準の座標系を適切に切替えて視覚世界の解釈を行っていることが知られている。本研究では、広視野の動環境刺激を制御することで脳内の基準系の切り替えを生じさせ、異なる基準系が動体予測の精度に及ぼす効果を測定した。その結果、観察者が自己基準系を用いる場合は、遠方より近傍の空間で予測精度が高いが、環境基準系を用いる場合には、逆に近傍より遠方の空間で予測精度が高くなることが明らかになった。この結果は、動体予測の空間表現が基準系により異なる非一様特性を持つことを示している。この知見を用いれば、遠隔操作などにおいて、人が精度良く動体を操作するためのシステム開発に役立てることができる。

動的な3次元環境において視覚情報と前庭情報（物理的な回転運動による身体感覚情報）の相互作用に基づく自己定位の仕組みを解明するため、これまでターンテーブルとヘッドマウントディスプレイによる回転感覚の提示と感覚の応答を取得するためのシステム開発を行ってきた。平成15年度は、回転方向の知覚閾値に対する視覚情報の影響を明らかにしたが、平成16年度は、視覚系と前庭系に独立して提示される回転方向と回転量に対するヒトの感覚量を計測した。その結果、身体の前庭系に対する回転角加速度が  $0.1 \text{ deg/s}^2$  以下では、視覚情報による回転感覚の方向制御が可能であることが明らかとなった。さらに、身体の前庭系に対する回転角加速度が  $0.1 \text{ deg/s}^2$  から  $1.0 \text{ deg/s}^2$  の範囲では、画像の角加速度の増加に伴い、回転感覚量は増大することを明らかにした。本研究の結果は、身体の前庭系と動画を適切に操作することでヒトの回転感覚を定量的に制御できる可能性を示しており、この知見を用いることで回転運動を伴うシミュレータの設計や回転感覚を制御する新しいディスプレイ開発への貢献が期待できる。



回転視覚刺激（仮想的な回転運動）と前庭系に対する回転刺激（実回転運動）を同時に提示したときの実回転方向に対する正答率。視覚刺激と前庭系刺激の回転方向が互いに逆方向のときは、実環境と矛盾しない刺激となる。



#### 4-2-3 マルチモーダルなインタラクション生成のためのシステム構築

本テーマでは、人間同士及び人間とコンピュータとのコミュニケーションにおいて重要とされるマルチモーダルなインタラクションを可能とするための技術の確立を目指して、トーキングヘッドシステムの開発を行っている。また、コミュニケーションにおいて重要な情報を与える顔と音声情報とのマルチモーダルな情報の統合過程についても研究を行った。特に、顔からの人物同定や発話様式、発話内容理解などの知覚過程について、静止情報としての顔の形状情報や、動的特性を含む顔運動情報による視覚情報の役割について研究を進めた。

##### (1) リアルタイムトーキングヘッドのプロトタイプ構築

これまでに開発してきた顔面運動マッピング法を用い、平成16年度は、ヒトの顔の動きを様々な顔モデルによる発話顔に実時間で変換するリアルタイムトーキングヘッドシステムのプロトタイプを開発した。本システムは、話者の頭部運動と顔面運動を計測して符号化するコンピュータと、アニメーションを生成するコンピュータとから構成され、これらの間をネットワーク経由でアニメーションに必要なデータの送受信を行っている。具体的には、OPTOTRAK センサを装着して計測された位置情報を基にして頭部運動(回転・平行移動の6パラメータ)と符号化された顔面運動パラメータ(3パラメータ)の合計9パラメータを用いてアニメーションを生成し、発話運動によってリアルタイムで別人物の顔モデルを駆動している。また、音声については、サンプリングしたデータをネットワーク経由でアニメーション生成用コンピュータへ送信している。本システムでは、アニメーション生成中に様々な顔モデルに随時変更することも可能にした。

現在、リアルタイムトーキングヘッドシステムでは、センサを顔面に装着しているため、システムが大がかりとなり、実用性に難点が残る。そこで、ステレオカメラの映像を用いた非接触センシングによって発話顔アニメーションを駆動するための研究を進めた。平成16年度は、一般的な照明環境下で発話しているヒトの顔映像から、唇領域を抽出・追跡するアルゴリズムを開発した。鼻の頭を基準点として唇を含む矩形領域を設定し、その色情報を学習してベイズ推定法により、唇領域、唇輪郭を抽出した。抽出された唇輪郭に楕円を当てはめ、ロバストに唇の特徴を推定している。この手法は、各画像から色情報をオンラインで学習するため、リアルタイム処理が可能であるという特長がある。また、唇領域の大きさと回転を補正しているため、話者が自由に頭を動かした場合でも正確に唇領域を抽出し続けることができる。本アルゴリズムを用いて人間の唇の動きを実時間でヒューマノイド(ロボットあるいはグラフィックス)により再現するシステムも同時に構築した。

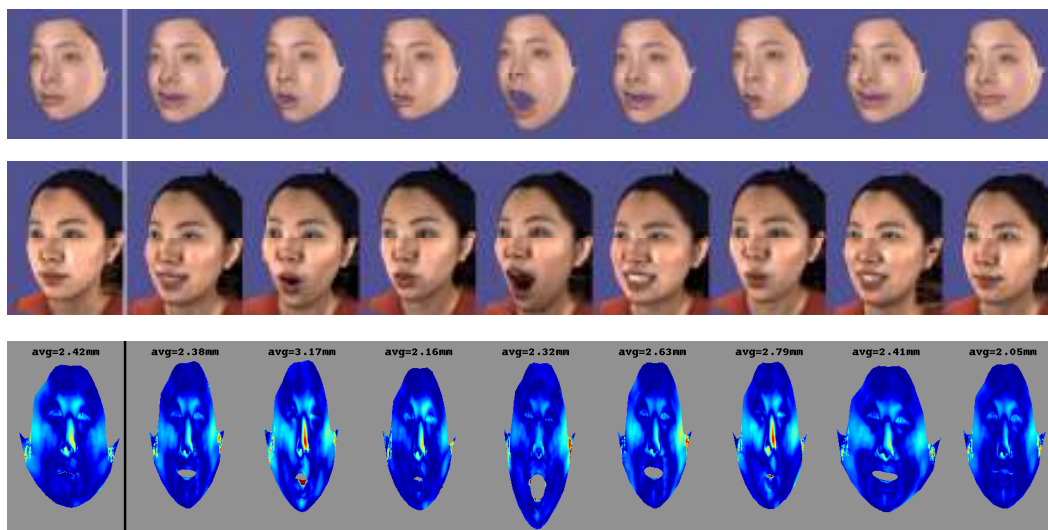


OPTOTRAK センサを装着した話者とリアルタイムトーキングヘッドシステム。左下のコンピュータ画面に別人物の顔画像が生成され、話者の発話タイミングで駆動されている。



様々な室内照明条件下においても抽出されている目、鼻と唇領域。緑色のラインが唇の輪郭をトラッキングしている。

正面および横顔写真から得た顔の部分情報（目尻・口元・耳たぶ・横顔輪廓線などの特徴点）から、3次元顔表情データベースに基づいて、3次元顔形状を推定する技術を開発した。白人・アジア人などの人種が特定されている場合には、人種ごとに用いるデータベースを限定することにより、より高い精度で3次元顔形状を推定することが可能である。また、様々な顔表情の3次元顔形状を推定することも可能にした。推定精度を定量的に評価するため、実際に計測した3次元顔形状と比較を行なった結果、十分高い精度で推定できていることを確認した。



（上段）左端の無表情（写真より合成した3次元顔形状）より推定した各種表情（右に向かって順に「い」、「お」、「う」、口を大きく開ける、歯を噛み締めて唇を開ける、唇の突き出し、口を開けた笑顔、口を閉じた笑顔）。（中段）同じ人物の推定表情に対応する実際の3次元計測結果。（下段）推定顔形状と実測顔形状との誤差（暖色に向かうほど誤差が大きい）。本アルゴリズムによって、ほぼ正確に推定できていることを示している。

年齢知覚に関わる個々の要因に着目し、個人顔画像（2次元）の年齢操作を行う技術の確立を目指して研究を行っている。特に、しみ・しわは、年齢知覚において重要な要因の一つであることから、これまでに個人の顔画像に含まれるしみ・しわに相当する成分を個々に抽出し、操作する手法を提案した。日本人の場合でも肌の色には大きな個人差がある（日焼けをした黒い肌、透き通るような白い肌など）。平成16年度は、画像上でしわとして表現される部分が周辺の肌の色に対してどのように異なるのかについて分析した。その結果、肌の色に関わらず、しわ周辺の色からの相対的な変化量は、どの顔画像においても同程度であるという知見を得た。さらに、肌の色の程度に関わらず、一定の基準でしわの濃さの操作を行っても、年齢印象に与える影響は同じであることを明らかにした。また、年齢知覚に関わる顔形状の操作と、しみ・しわの操作を組み合わせ合わせた合成画像から得られる年齢印象の変化量は、顔形状の操作と、しみ・しわの操作のそれぞれを単独に行った場合の変化量の線形和にほぼ等しいことを明らかにした。



顔形状としみ・しわの操作を組み合わせ合わせた年齢操作後の合成画像と元年齢の原画像

## (2) 顔情報が認知機能へ及ぼす主要要因、影響の分析、評価

顔の運動情報に関する動的情報では、顔と声のマルチモーダルな知覚過程について明らかにするため、平成16年度は、人物同定マッチング課題における文章の様式変化（肯定文と疑問文の組み合わせによる差異）及び発話された言語が母国語であるか否かによる影響について研究を進めた。その結果、組み

合わせた顔と音声の間での発話様式の差異は人物同定に影響を与えるが、この知覚特性は発話される言語の理解度（母国語か否か）には依存しないことを明らかにした。このことから、視覚情報としての顔と聴覚情報としての音声によるモダリティ間に共通した話者特有の手がかりを示す情報は、発話された音声言語そのものではなく、むしろ音声に含まれるリズムやタイミングなどの特徴に関係していることを示す。

顔情報生成技術への知見の適用について検討するため、顔の運動情報を統計的に解析することによって運動情報の定量化と強調・制御アルゴリズムの構築に向けた研究を進めた。ノイズを付加した音声から発話内容を聞き取る課題を基に、発話内容理解における視覚情報としての顔運動情報の役割について検討した。その結果、顔運動情報がノイズ付加状況での発話内容知覚の向上に貢献していることを明らかにした。さらに、頭部の運動などの剛体運動が顔の表面運動（非剛体運動）によってもたらされる情報とともに提示されることで、発話内容の知覚に大きく寄与していることを明らかにした。また、線画や Cube 型などの概略化された顔アニメーションを用いた実験においても同様の結果を得たことより、発話内容理解の向上において頭部運動などの顔全体の運動が重要であることを明らかにした。

顔の運動情報と表情知覚の印象評定についての研究では、モーフィングによって時間的に連続した顔表情動画刺激を用い、魅力などの印象強度を向上させる効果的な表情提示速度について検討した。その結果、同じ表情の時間変化を与える場合でも、無表情顔と笑顔などの顔を切替えるよりもむしろ連続的に変化させることによって表情の印象がより強調されることを明らかにした。この知見は、顔 CG などの効果的な提示手法に役立てることが可能である。

顔の「静止」情報としての 3 次元形状の知覚特性について明らかにするため、平成 16 年度は、顔の順応効果を用いた顔形状の特徴（民族や性別など）と凹顔錯視（hollow-face illusion）を用いた研究を行った。順応効果を用いた実験では、トーキングヘッドシステムの顔アニメーション生成技術にも用いられている主成分分析結果をパラメータとして変化させることで、顔形状バリエーション軸（人種、性別など）に沿って顔形状が連続的に変化（人種：日本人顔から西洋人顔、性別：男性顔から女性顔）するように設定した。その結果、顔形状バリエーション軸の片端の顔画像に対して順応させることによって、顔形状バリエーション軸上の中間的な顔とする位置が順応前と後とは、順応刺激側にシフトすることを明らかにした。このことより、人種や性別などの種別に関する顔形状の特徴に対して、人間の知覚特性は敏感であり、これらは視点位置の移動や顔表面のテクスチャ情報には依存しないことから、顔形状に由来する特徴は 2 次元的なテクスチャパターンに基づくものではなく、視覚システムによる 3 次元形状の表象形成との関わりが強いことを明らかにした。また、凹顔錯視による実験によって、この 3 次元表象の影響に関する実験結果をさらに補強し、顔の 3 次元形状がどのように復元されているかについて検討した。その結果、心的な形状復元過程には既知の物体に関する知識、すなわち顔の向き、色、陰影情報などに関する既知の情報が重要であることを明らかにした。



日本人の顔に順応後（日本人の顔に近づく）      順応前（中間顔）      西洋人の顔に順応後（西洋人の顔に近づく）  
順応後には日本人の顔と西洋人の顔の中間顔が順応した顔の方にシフトしている。

これらの顔情報に関するマルチモーダルなインタラクション及び知覚特性に関する平成 16 年度の研究成果を発表するとともに、研究相互協力体制をさらに強化するため、平成 17 年 1 月に顔と音声のクロスモダリティ処理に関する国際シンポジウムを ATR で開催した。同シンポジウムには、国内外から延べ 277 名の参加者があり、同分野における本研究の先導的立場を再確認することができた。また、同分野の今後の研究の方向性として、顔と音声情報が共通して持つ特徴、あるいは音声と発話運動の相関からの時間情報について重点項目とするとともに、発話時の個人の癖についても検討する必要があることなどを明確にすることができた。

#### 4-2-4 まとめと今後の課題

プロジェクトの最終年度であることから、研究目標の達成を目指して今後の研究を進める。視覚を中心としたマルチモーダルな知覚機構の解明では、自己運動感覚を含めた動的3次元環境下における運動物体の予測の精度や知覚特性について明らかにすることでヒトの認知・予測モデルを構築する。また、3次元物体の記憶・認知過程に関するテーマにおいては、3次元物体を同定するときのボトムアップ処理と、記憶を引出して再認するときのトップダウン処理に関連する脳部位について特定し、その処理過程について明らかにする。

一方、マルチモーダルなインタラクション生成のためのシステム構築の研究では、瞬きや眼球運動などを実装することで豊かな表情生成を可能にするリアルタイムトーキングヘッドシステムを完成させる。さらに、リアルタイムトーキングヘッドシステムの駆動において、センサや大がかりな装置を必要としないステレオカメラ映像を基にした非接触センシングによる発話運動の生成技術についても確立させる。顔がもたらす視聴覚情報によるマルチモーダルな知覚過程のモデル構築を目指した研究では、トーキングヘッドシステムへの知見の適用も考慮して、発話運動時の自然な情報強調・制御について研究を進める。また、人物や発話内容の同定における顔情報のマルチモーダルな知覚過程についても明らかにし、コミュニケーションにおける視聴覚情報の選択と統合モデルの構築を行う。しみ・しわに着目した年齢操作技術の確立に向けた研究では、若年齢層などの未対応部分の研究を進めることによって、顔画像による年齢操作技術を完成させるとともに、得られた知見を年齢推定技術の特徴抽出処理に適用することで年齢推定システムの完成を目指す。

#### 4-3 コミュニケーション計算神経機構の研究

##### 4-3-1 概要

ヒトのコミュニケーションの本質、すなわち脳の神経系の機能つまり情報処理の仕組みを明らかにするためには、従来からの伝統的手法、神経生理学、神経解剖学、分子神経生物学などの大半はハードウェアレベルの研究に終始して不十分である。この問題点を解決するために、外界や相手の状態推定、行動結果の予測と評価を行う脳内のモジュール統合の理論が必須である。「脳を創ることによって脳を知る」また「脳を創れる程度に脳を知る」という計算論的神経科学の大きな枠組みの中で、脳の入力から出力までの情報処理を首尾一貫して理解することを目指す。具体的には、計算論的手法、脳活動非侵襲計測、心理・行動実験、生理実験のモデル化、工学的手法等の手法を有機的に組み合わせ、ヒトのコミュニケーションを、良く研究されている高次脳機能、すなわち運動制御、学習、思考、注意などに基づいて解明する。

##### 4-3-2 人間コミュニケーションの脳内機能の計算論的神経科学的研究

脳の計算論的神経科学とは、次のように定義できると考えている。脳の機能を特に情報処理に焦点を当てて理解しようとする試みであり、脳が解いているのと同じ問題を、脳と同じ原理で解くことのできる計算機のプログラム、もしくは人工的な機械を作ることができる程度に脳を知ることである。当プロジェクトでは、運動制御や視覚情報処理などの脳の機構に関して数理的解析、ニューラルネットワークのシミュレーション、工学的な実験、心理物理学的な実験などの複数の手法を有機的に組み合わせて、計算論的アプローチから研究を進めている。平成16年度の研究進捗は以下の通りである。

###### (1) モザイク階層強化学習モデルの自律歩行型ヒューマン



【図ア】実験で使われたさまざまな外見の「走る」アニメーション。左から、主要な点だけが表示される場合、円筒形のデフォルメされた人間、リアルな人間のコンピュータグラフィクス

ーマノイドロボットへの実装および高度な運動制御、見まね、コミュニケーション能力の実現

モザイク階層強化学習モデルをもとに、相手の行動からその意図をメンタルシミュレーション推定する計算理論モデルを使って、従来の見まね学習だけでなく、協調的な行動学習に適用できるよう拡張を行い、倒立振子制御などの課題でその有効性を確認した。

また、見まねやコミュニケーション能力の基礎となる「人間の動きを理解する」ことに関わる脳のメカニズムを解明した。ロボットの外見があまり人間に似すぎていると、不気味に感じられる現象（「不気味の谷」現象）はこれまでも知られていたが、心理実験と脳活動計測を組み合わせることにより、このように感じられる原因として、人間の動きを理解することに特化した脳のメカニズムと、快・不快な感情に関連する脳のしくみが密接に関連していることが解った。具体的には、人工的に作った「走る動作」の精密なデータ（手、足、頭など体のさまざまな部位の時系列データ）と、実際に人間が走っているところ計測したデータから、さまざまな外見のコンピュータアニメーションを作った。被験者にそれを見せて、人工的に作ったデータか、人間が走っているところを計測したデータかを判定してもらった。アニメーションの主な外見は、1) 主要な点だけが表示される場合、2) 円筒形のデフォルメされた人間、3) リアルな人間のコンピュータグラフィックスの3種類であった（図ア参照）。その結果、3)、2)、1)の順番で、人工的と判断する被験者が多く、人工のデータであることが見破られる確率も高くなっていった。これは、外見を人間に似せすぎると、かえって、人工的に感じられる「不気味の谷」の現象を科学的に裏付ける結果である。また、同時にこのような判断をしているときの、人間の脳の活動を計測したところ、人間に似ていない外見（1や2）の場合の方が、人の動きを見たときに反応する脳の領域（図イ参照）が、より活発になっていたことが解った。このような脳活動は、あまり人間らしくない外見のアニメーションを見ているときに、「人間らしさ」を補おうとしているのではないかと考えられる。

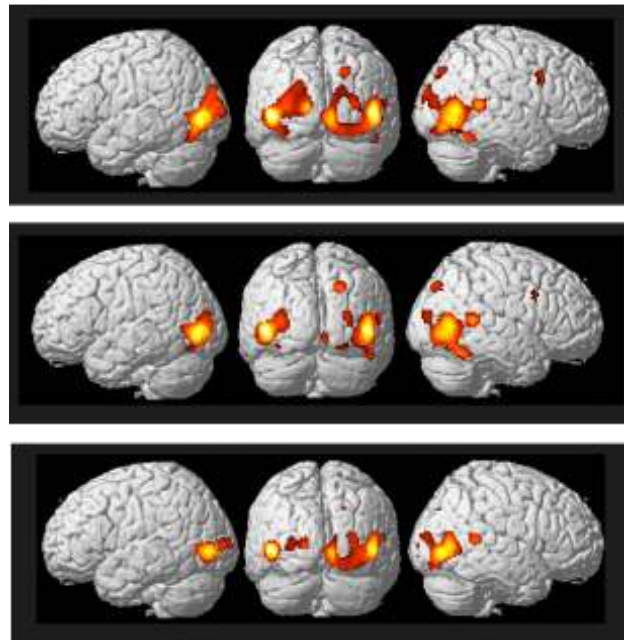
さらに、人があくびをしていると自分もあくびをしてしまうことがあるが、このような「動作の引き込み・引き込まれ」も、ヒューマノイドロボットと人間の間で起こることが行動実験で解った。これらの実験により、モザイク階層強化学習モデルを、運動制御、見まね、相手の心的状態の推定とコミュニケーションにいかにか活用できるかが明らかになった。

さらに、人があくびをしていると自分もあくびをしてしまうことがあるが、このような「動作の引き込み・引き込まれ」も、ヒューマノイドロボットと人間の間で起こることが行動実験で解った。これらの実験により、モザイク階層強化学習モデルを、運動制御、見まね、相手の心的状態の推定とコミュニケーションにいかにか活用できるかが明らかになった。

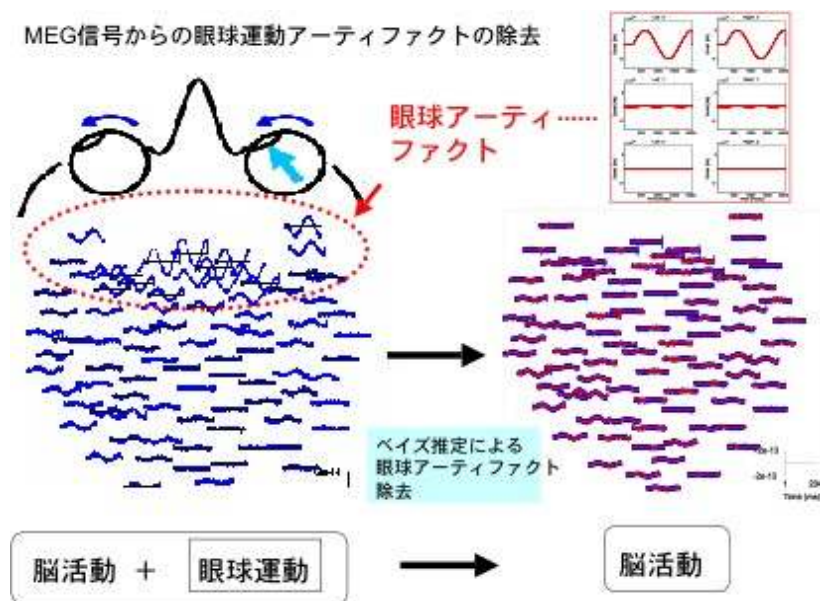
(2) MEG-MRI 統合脳活動解析手法の普及と洗練、および視覚課題だけでなく幅広い適用の検討

これまで主にシミュレーションにより開発を進めて来た階層ベイズ推定による MEG-fMRI 統合脳活動解析手法を、実際の視覚/運動課題を実行中の計測データに適用し、その実用化に向けた課題を明らかにした。四半視野への視覚

刺激提示課題中の実測データへの適用により、脳磁場の生成モデルが推定に大きな影響を及ぼすことが明らかになり、より精密な脳内電流と脳磁場生成モデルの効率的な計算法の開発を進めた。また、シミュレーションにより新たに提案した脳磁場生成モデルが、ノイズに対してより頑強な電流源推定を与えることを示した。眼球運動制御課題中の MEG 計測データは、眼球運動に由来する脳活動に加えて眼球自体の電流がデータにアーチファクトとして加わるため従来困難とされてきたが、階層ベイズ推定を適用しベイズ推定により眼球電流のアーチファクトを取り除くことが可能なことを示した。このことにより眼球運動制御課題における脳のメカニズムを解明が期待される。



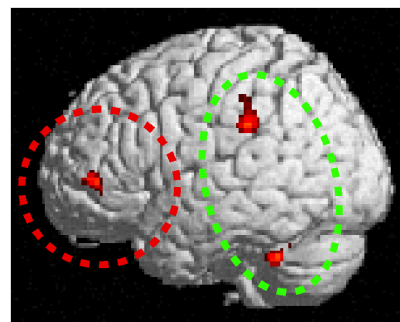
【図イ】さまざまな外見の「走る」アニメーションを見ているときの脳活動。上から、主要な点だけが表示される場合、円筒形のデフォルメされた人間、リアルな人間のコンピュータグラフィックス。下に行くに従って脳活動が少なくなっている。



【図ウ】 ベイズ推定による MEG 計測データからの眼球運動アーチファクトの除去

(3) 知覚学習におけるモザイク学習理論の妥当性を検討し、視覚ダイナミクスをより広い視野でとらえ、ヒューマノイドロボットに実装する学習理論の拡張

視覚刺激の微細なずれを検出する知覚学習において、網膜上の位置を変えたり、時間を隔てれば、異なる方向のずれを検出するスキルを同時に獲得できることが解った。具体的には、画面に提示された3つの点が、垂直方向に揃っているか、ずれているかを被験者に判断してもらった。この「ずれの検出」は、何回も繰り返すことで、普通では検出できないような「ずれ」でも検出できるようになる、学習効果があることが知られている。これまで、一方向のずれ（例えば、中央の点が右方向にずれている場合）ばかりを繰り返し学習すると、反対方向のずれ（中央の点が左方向にずれている場合）の検出の精度が、反って悪くなると思われていた。しかし、本研究では、3つの点を提示する場所を変えて、網膜上の異なる場所に提示したり、一方向のずれを学習してから、別な方向のずれを1時間後に学習すると、どちらも高い精度で検出できることが解った。この結果は、ヒューマノイドロボットに実装される「モザイク階層強化学習モデル」の基礎となる「モザイク学習理論」（脳内には異なる操作対象ごとに予測と制御を行うモジュールが対になって獲得されているという理論）が、運動制御だけではなく、知覚学習にもある程度あてはまることを示唆している。



【図エ】異なるスキルの切り替えに関与する脳活動。赤い点線で囲った部分が前頭前野の活動、緑の点線で囲った部分が小脳と頭頂葉の活動。

(4) 異なる運動スキルや道具の使い方の同時獲得と切り替えのメカニズムを、小脳だけではなく脳全体のネットワークの中で明らかにし、ヒューマノイドロボットに実装する学習理論の拡張

これまで運動学習は、試行錯誤の練習の末「体で覚える」ものであるとされてきたが、異なるスキルを同時に獲得するには、脳の前頭前野を使った意識的な切り替えが重要であることを明らかにした。この結果は、複数のスキルの切り替えと同時獲得には、主に前頭前野で処理される意識的な状況判断と、小脳や頭頂のネットワークで無意識のうちに処理されるような「運動の結果得られる感覚フィードバックの情報」の両方が必要であるというモザイク学習理論と一致する。これらの成果は、ヒューマノイドロボットに、人間と同様の仕組みで、複数のスキルを同時に学習させるには、高次な状況判断を行うメカニズムと、センサ情報を実時間で利用するメカニズムの両方が必要であることを示唆し

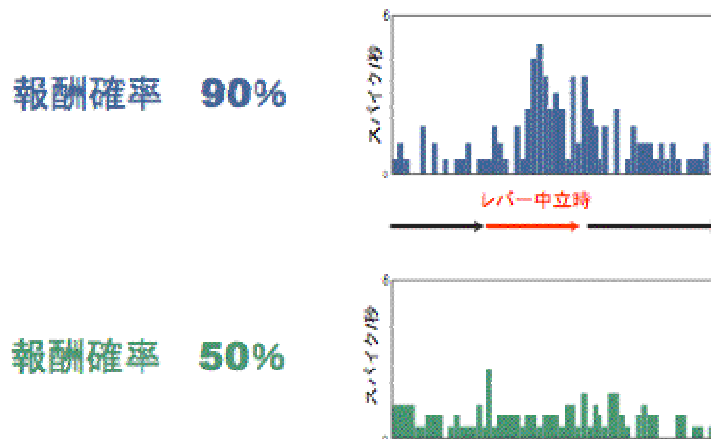
ている。

#### 4-3-3 人間の行動学習および意志決定メカニズムの解明

人間の適応的、協調的な行動獲得の脳内機構を解明するため、報酬の予測をもとにした探索的な行動学習の枠組みである「強化学習」の理論的枠組みを手がかりに、大脳基底核の報酬予測活動をモデル化した行動学習モデルの提案、心理・行動実験、非侵襲脳活動計測実験による検証の2つのレベルでの研究を進めた。人間の適応的、協調的な行動獲得の脳内機構を解明するため、報酬の予測をもとにした探索的な行動学習の枠組みである「強化学習」と、不確かさを含む観測信号から情報源の推定を行う「ベイズ推定」の理論的枠組みをもとに、行動学習と意志決定モデルの提案、心理・行動実験、非侵襲脳活動計測実験による検証の研究を進めた。以下、2つのサブテーマに関して、今年度の主要な成果を示す。

(1) 脳の強化学習機構の解明をさらに進めるとともに、その結果のヒューマノイドロボットの歩行、腕や表情の制御への応用

京都府立医大との共同研究により、確率的な報酬による行動選択課題を学習中のサルの大脳基底核の神経活動の記録を行った。強化学習モデルによる解析により、大脳基底核の入力部である線条体のニューロンは、行動の各候補がどれだけの報酬に結びつくかを予測していることを示す結果を得た。この結果は、線条体ニューロンがドーパミン性の報酬情報と大脳皮質からの感覚運動情報を統合し、行動の候補ごとの望ましさを評価し、大脳基底核でその下流に位置する淡蒼球において確率的な行動選択が実現されるという、自由意志決定の回路機構を示唆している。



【図オ】 確率的報酬のもとでの行動選択課題実行中の、サルの線条体ニューロンの応答。このニューロンのレバー倒し行動に先立つ発火は、左のレバー倒しに対する報酬の確率の変化（青；90%、緑；50%）に応じて有意に変化した。一方同じニューロンは、右のレバー倒しに対する報酬確率の変化に対しては応答の変化が見られなかった。従ってこのニューロンは、「レバーを左に倒す」という行動に特異的な報酬の予測を行っていると考えられる。

(2) 脳の並列学習機構にねざした携帯文字入力「発話と結びついた文字入力インターフェース」とその学習方式の洗練およびその実用化と普及

人間のスキル学習では、視覚座標、身体座標など異なる座標を用いた運動スキルが相互依存的に学習されるという知見をもとに、発話時の調音動作に対応したキー配列を持つ片手キーボードを開発した。行動学習実験の結果、数日の学習で従来の携帯電話のキーボードを越える入力速度が達成でき、さらに継続して学習することによりその2倍程度の速度が達成できることを確認した。



【図4】試作した片手文字入力システムのプロトタイプの概観。5本の指のキーの移動方向を、親指キーは母音発声時の顎の動きに、他の4本の指のキーは子音発声時の舌と唇動きに合わせて設定している。視覚および音声フィードバックを含む学習支援ソフトのプロトタイプも開発した。

#### 4-3-4 まとめと今後の課題

今年度は見まねやコミュニケーション能力の基礎となる「人間の動きの理解」に関わる脳のメカニズムの理解において、まず大きな進捗がみられた。ロボットの外見があまり人間に似すぎていると、不気味に感じられる現象はこれまでも知られていたが、心理実験と脳活動計測を組み合わせることにより、このように感じられる原因として、人間の動きを理解することに特化した脳のメカニズムと、快・不快な感情に関連する脳のしくみが密接に関連していることを解明した。

コミュニケーションの基礎となる運動制御と学習の仕組みの解明においても、大きな進捗があった。これまで運動学習は、試行錯誤の練習の末「体で覚える」ものであるとされてきたが、異なるスキルを同時に獲得するには、脳の前頭前野を使った意識的な切り替えが重要であることを明らかにした。これに関連して、複数の運動技能の記憶を定着させるのに効果的な練習方法を行動実験により解明、その結果を *Nature Neuroscience* に報告した。

また、MEG と MRI の統合技術においては、ベイズ推定の利用により、高精度な信号源の推定が可能になることを示した (*NeuroImage* 誌に掲載)。この研究によって、われわれは今後の研究における有効な計測手段を確立した。さらに、実際の視覚／運動課題を実行中の計測データに適用し、その実用化に向けた課題を明らかにした。

以上のように、これまでの研究結果は、今年度に入ってからインパクトの高い一般誌・専門誌に次々に掲載され、具体的な成果として結実している。今後は、これまでの成果をロボット制御に利用する、脳の並列学習機構にねざした携帯文字入力の開発などに生かす方法を模索するなど、応用面での検討、実用化に向けた課題の検討を開始したい。

#### 4-4 コミュニケーション創発機構の研究

##### 4-4-1 概要

人間は、社会的動物と言われるように、他との関わりを求め、その関わりに意味を見出す存在と考え



ることができる。本サブテーマでは、コミュニケーションの情報発信の側面に着目し、コミュニケーションを“他との関係性のあり方”と捉えた関係性の創発機構の研究を進めている。本サブテーマの目的は、人間とシステムとの相互作用を通じて人々の情報発信を促すための機構・システム技術を創出することである。人々の情報発信を促すための機構として以下の3つを考えている；

- ① 人間のイマジネーション（想像性）や創造性を刺激する仕掛けづくり、
- ② コミュニケーションという行為の基にある人間の本能的な欲求（例えば、自己希求欲、自己表現欲、存在表現・確認欲、関係性欲求、社会帰属・参加欲など）に働きかける仕掛けづくり
- ③ 集団系における相互作用の本質を情報学的に理解することに基づく、相互作用促進のための仕掛けづくり（関係性創発機構）

本サブテーマでは、①、②の視点に加え、新たな視点として③に重きを置いて研究を進めている。すなわち、人間同士の相互作用や関係性に限定せず、集団系における相互作用の本質を情報学的に理解することを通じて相互作用を促進する仕組み＝関係性創発機構を創出することを重視する。

具体的には、人間同士を中心に下位レベルは分子・遺伝子・細胞から、上位レベルは集団・会社組織・企業間取引・社会経済までの各々の集団系を情報・モノ（物質）・エネルギー収支に関わる相互作用系と捉え、各相互作用系における関係性のネットワークが形成・変化・発達・崩壊するプロセスとしてモデル化する。上記②の視点から人間同士の相互作用のみを対象とするのは、そこに人間の意識や心理が関わる意味で研究展開には限界がある。しかし関係性ネットワークのダイナミクスの観点からレベルの異なる集団系の相互作用をモデル化（捨象と抽象化）することで、相互作用の原理を明らかにし、その知見を他レベルの集団系に援用・敷衍することを通じて、人間の本能的な欲求に基づく相互作用の理解とそれに基づく相互作用の促進技術の創出にも役立てることができる、と考えている。

集団系は、集団系を構成する要素とそれら要素間の情報・モノ（物質）・エネルギーに関わる相互作用の集合としてモデル化される。局所的な相互作用は単純であっても、多くの相互作用が同時並行的かつシーケンシャルに進み、反応が反応を呼び、それらが複雑に影響しあいながら集団系全体も動的に変化する。局所的な相互作用が大域的な状態や構造を創発させ、局所レベルと大域レベル間も相互作用する複雑系となる。

具体的なシミュレーションでは、情報の流れとその働き、モノ（量）の流れとその影響や働き、エネルギー（量）の生成・消費（さらには、対象とする集団系が人間集団や社会であれば、相互作用をバイアスする社会制度や文化・価値観）の相互作用をネットワークとして表現し、そのダイナミクスを可視化する。その上で進化的な方法論を用いてネットワークパラメータ\*に関わる仮説を自動的に生成し、シミュレーションを通じて、相互作用の役割や意味、集団系ダイナミクスへの影響を明らかにしていく。

本年度は、昨年度に引き続き、上記のような関係性創発機構を実現するための基本的な方法論としての進化システム構成技術、および関係性創発の考え方を分子レベルから社会経済システムまでの種々のシステムに適用したモデル構築の研究を進めた。また、生体内の化学反応をタンパク質や酵素を要素とするネットワークの創発機構と捉える遺伝子ネットワークシミュレーション技術についてはネットワークシミュレータの開発に重きを置いた。

#### 4-4-2 進化システム構成技術

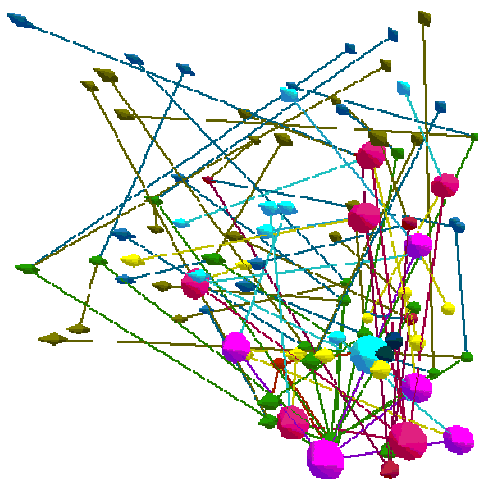
##### (1) セルオートマトン型人工脳モデル

人工脳モデルの研究展開として、コミュニケーション行動を創発させる仕組みを人工物が獲得する研究を進めた。PreBrain10と名づけた神経系にあたるコントローラは、これまで開発してきたマシンサイコダイナミクスの理論に基づき具体化したもので、ロボットに何も無い状態からユーザとのコミュニケーション能力を発達させることを可能とする。サイコダイナミクスの主要概念は緊張と喜びである。各々の緊張は専用のデバイスに蓄積され、ある特殊な信号パターンがそのデバイスに与えられたときに放出される。その放出が喜びの信号をもたらす。

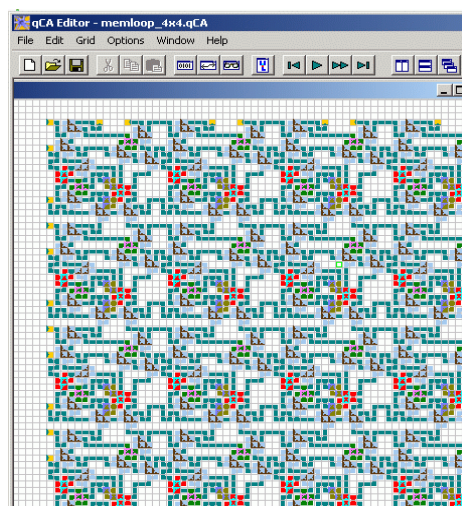
始動時のPreBrain-10は、生まれたての人間の赤ん坊の脳のようなものであり、利用可能なアクチュエータを意図的に使う方法を全く知らない。そのため増加する緊張に直面して、でたらめで意味のない音や動きを単に発生させるのみである。ロボットによって生成される連続音を聞きながら、ユーザはその時にその音やその動きに関連づけたいと思うアイテムを与える。もし偶然に与えられたアイテムが緊

張の放出を引き起こしたら、続いて生成された喜びの信号が新しい PreBrain の細胞の発生をひきおこす。それらの細胞は緊張とそのロボットの直近の音声表現とを関連づける。このようにして PreBrain-10 は徐々に成長し、音声表現を、異なる対象物に個別に特化した、判別可能な連続音に分化させるロボットの能力を増進させる。同時に、一連のインタラクションを通じてユーザは、連続音に基づいてロボットが必要とするものを適切に判断することを徐々に学ぶ。言い換えると、そのロボットとそのユーザのペアにとって相互に理解可能な原始言語を創発させる。

さらにパルス型の神経構造を進化・成長させる環境として機能する擬似セルラーオートマトン (qCA) 空間を提供するプロトタイプマシンを、FPGA を用いて構築した。qCA マシンは、コミュニケーション行動を創発させる人工脳構築のための高性能プラットフォームの主要部分である。これまで証明してきた一連の q-cell に関連した定理も含み、qCA の首尾一貫した理論を完成させた。この理論に基づいて、qCA マシンを用いて所望の回路を自動的に合成するための遺伝アルゴリズムを開発し、有用な経験則を明らかにした。二次オーダの qCA セルを使うことによって、人間の確率的な論理的思考を説明し、模倣するための認知モデルを開発した (その認知モデルをミームストームと呼ぶ)。ミームストームは、曖昧な前提の場合にはためらいを示す一方で、明白なデータを与えられたときは明白な結論を迅速に出す。ミームストームに基づくプロセスのモデル化と分析を容易にするために、DFL (動的ファジー論理) と名づけた新しい種類のロジックを開発した。



PreBrain の成長



qCA 構造の合成

## (2) 関係発達論的ロボティクス

本研究では、ヒトとロボットの社会的相互行為の場を構成するなかで、社会的相互行為の組織化の様相に着目して、会話分析やエスノメソドロジーなどの社会的な分析方法を援用して相互行為の微視的な調整過程を明らかにし、インタフェース設計の指針を得ることを目的としている。

インタラクティブなエージェントを相手とした相互行為では、相手が何に従ってどのような行為を次に行う存在であると推測されるかが、その組織化の頑健性に影響すると考えられる。本年度は、a) 積み木を介してコミュニケーションロボットとの相互行為を行うフィールドを設定し、b) そこで記録された相互行為の分析から、ヒトとロボットの相互行為における擬人化の様相を手がかりに、相互行為の進行において利用される相互行為の相手の社会性についての仮説を構築した。

現在の社会のなかでのヒトとロボットとの交流場面のひとつとしては、展示会場などでのイベント



ヒトとロボットとの積み木を介した相互行為場面

が想定される。そこで「こどものための博物館」キッズプラザ大阪での「おはなしロボット“ムーンシア (MuuSocia) とあそぼう」というイベントにおいて、コミュニケーションロボット MuuSocia との積み木遊びを介した相互行為場面を構築し、分析のためにビデオ収録を行った。収録された相互行為場面から、ロボットがいかなる社会的存在として見なされたかを抽出するための枠組みとして、ヒトのロボットに対する対人行動の「擬似性」に着目して、ロボットの成員性について分析を行った。その結果、疑似性は、ロボットに直面したヒトの応答様式における「繰り返しの様式」や「視線の逸脱」という現象として観察された。この知見は、社会的な相互行為におけるロボットの成員性を検討する上で新たな手がかりとなりうる。

### (3) 社会シミュレーションのための進化システムとマルチエージェントシステム

#### a) 突然変異戦略を組み込んだ遺伝的プログラミングによる創発的行動の進化

分子生物学や遺伝学における最近の発見により、自然界において突然変異は無作為には起こらないということが示されている。それに代わり、ある DNA の断片は、突然変異を退ける傾向にあるし、他の DNA 断片はそれをひきつけるように思われる。これらの発見に刺激され、学習された突然変異戦略 (LMS) を、模擬のヘビ型のシミュレーションロボットのようなロボット (Snakebot) の移動歩行の進化と適応に利用した、遺伝プログラミング (GP) に組み込むアプローチを提案した。

本アプローチにおいて LMS は学習した確率文脈依存文法 (LPCSG) により実装されている。LPCSG は、通常の標準的な GP における遺伝プログラムの構文を表現する、定義型の文脈自由文法に本来由来している。LMS を適用することは、突然変異の間に LPCSG において各々特定の生成ルールを適用する確率は文脈に依存するということを意味している。これらの確率は、最も進化した世代の Snakebots の解析構文から得られる、集成的な報酬値から学習される。

本年度は、(i) 種々の運動条件に対して最速化可能な移動歩行の進化、および、(ii) Snakebot の部分的故障など機械的能力の低下や挑戦的な環境に対する移動歩行の適応、の両方について LMS が計算量の改善に貢献していることを実験的に検証した。移動歩行の進化と適応に関して考慮されるべきあらゆる場合において、LMS 組み込み型の GP は、標準的な GP に比べ、高速であることを示した。

#### b) 社会シミュレーションにおけるエージェントのモデル化

エージェントに基づく社会シミュレーション (agent-based social simulation: ABSS) において、エージェントをどのようにモデル化するかは重要な課題である。なぜなら、シミュレーション結果はエージェントのモデル化に非常に敏感であり、特にエージェントが学習メカニズムを持つ場合、複雑なエージェント間の相互作用が創発的な現象を引き起こし、シミュレーション結果に大きな影響を与える可能性が高いからである。本研究ではエージェントに組み込む学習メカニズムに焦点をあて、それらの違いによるシミュレーションの結果を比較・調査することを目的とする。ここでは、Q 学習と Sarsa というほとんど違いのない強化学習を採用するが、厳密には、Q 学習エージェントは最適な行動を獲得できる反面、(大きな負の報酬を得るといふ) リスクを気にしない一方、Sarsa エージェントは最適な行動は獲得できないものの、リスクを避ける行動を獲得できる。この結論はシングルエージェント環境 (静的環境) において導かれたものであり、社会シミュレーションでは通常のマルチエージェント環境 (動的環境) において当てはまるかは不明なため、本研究では動的環境におけるシミュレーションを実施する。

具体的には、ゲーム理論の代表的な例題の 1 つであるバーゲニングゲームを用いてシミュレーションを行い、(1) 非常に小さな違いがシミュレーション結果に本質的な影響を与えること、(2) 静的環境と動的環境における比較はシミュレーション結果の違いを明確化させることが分かった。さらに動的環境においては Q 学習と Sarsa 共に 3 ステージ ((i) 競争ステージ、(ii) 協調ステージ、(iii) 学習不可能ステージ) が発見されたが、静的環境においてそのようなステージは見当たらなかった。このような違いから、通常の動的環境における社会シミュレーションでは、エージェントの学習可能な範囲 (適用領域) を明らかにするための感度分析が必須であることを得た。

#### c) 進化と学習に基づく適応エージェントの設計論

本研究では、生物の適応戦略である進化と学習の双方の概念を採り入れた適応エージェントの設計論構築を行ってきた。具体的には、ルールベースの適応手法である学習分類子システム (LCS: Learning

Classifier System)に着目し、その特徴である (A) 環境からの入力状態と出力行動とを対応させる条件-行動ルールを報酬に基づき学習する学習機構、および、(B) ルール集合に対して進化的手法を適用し新たなルールを発見するルール発見機構、双方に対して以下の分析・改良を行った。

これまで理論的基盤が脆弱であった LCS の学習過程に対して、強化学習の観点からの分析を行った。具体的には、ルールの評価値に強度値を用いる ZCS (Zeroth-level Classifier System)の学習機構に対して、状態の一般化手法である関数近似手法を適用した強化学習手法との比較を行った。結果として、ZCS の強度値の更新方式である (i) implicit-bucket-brigade および (ii) Q-bucket-brigade と、オンライン強化学習手法である (i) Sarsa、および (ii) Q 学習、それぞれに関して学習過程が等価であることが示された。これにより強化学習の数理的基盤を LCS の学習機構に適用することが可能となった。

LCS の学習機構に対して上記の知見に基づき、強化学習における学習の収束性の保証を導入した。具体的には、LCS のルール条件部の一般化能力と対応する近似関数のクラスに対する収束性の定理を LCS に適用し、(i)implicit-bucket-brigade に基づく ZCS の収束性の保証、および(ii)Q-bucket-brigade に基づく ZCS の学習過程が発散する可能性を示した。また後者に関しては、残差勾配法の適用により発散を回避できる代替手法を提案した。

以上の結果に基づき、(A)強化学習の知見に基づく学習機構の理論的基盤、および、(B) 正確なルール条件部の一般化を可能とするルール発見機構、の双方を併せもつ LCS を新たに提案した。

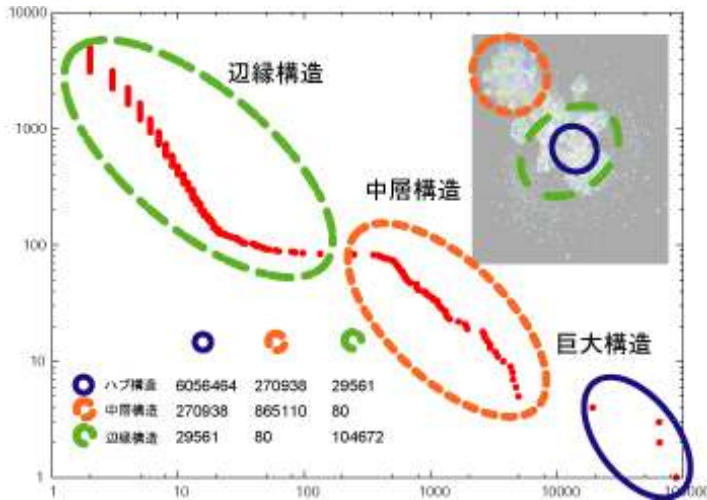
#### d) 進化型知的経済エージェントの意志決定メカニズム・集団的行動

本研究の目的は、「他者の存在」が人間の意思決定過程とそこから創出される感情にどのような影響を与えるのかを解明することである。特に、意思決定者が見落とした選択肢が他者の存在によって顕著な評価基準になる状況に焦点をあてる。多くの場合に意思決定過程に重大な影響を与えると思われるのは「後悔」である。後悔は、決断が実際導いた状況より価値の高い二者択一の状況と比較することによって生じる感情である。今回は、意思決定者が経験する感情の変化を実験的に検証するために、two-gamble choice game (TGC)を利用した。TGC では、被験者は確率と報酬が明示された二つのルーレットから一つを選び、ルーレットの結果が決定された後、自分が経験した感情の強度を数値スケールを利用し評価する。計測した感情は「後悔」、「嫉妬」、「羨望」と「満足度」である。被験者は固定の参加謝礼とボーナス(最終的に収めた報酬と比例した額)を支払われた。各実験セッションに、二人の顔見知りの被験者が参加した。他者が存在した条件では(Social Other Present: SOP)、被験者が選ばなかったルーレットはもう一人の被験者のものとなり、逆に、他者が存在しなかった条件では(Social Other Absent: SOA)その報酬は所有者なしと言う設定であった。自分が得た報酬を評価するときに「他者」が得た報酬は一つの基準となると考えられる。それによって、自分の報酬に対する満足度或は自分の決断に対する後悔の強度は他者と比較することによって変わると予想される。実験結果から次のことが明確となった：(1) 選択しなかったルーレットが、意思決定者が得た正の報酬より大きい報酬をもたらした場合の「後悔」の強度は、SOP 条件の方が大きい。(2) 選ばなかったルーレットの報酬が、意思決定者が得た正・負の報酬より大きい場合の「嫉妬」と「羨望」の強度は、SOP 条件の方が大きい。(3) 「満足度」の強度は SOP と SOA の有意差はなかった。

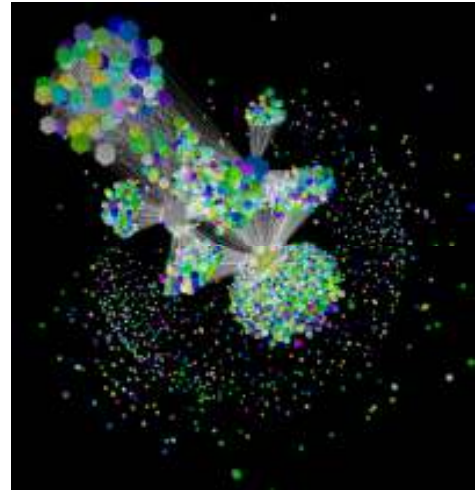
#### (4) 社会経済システムのネットワーク解析

##### a) ソーシャル・ネットワーキング・サービスの調査研究

全世界でソーシャル・ネットワーキング・サービス (Social Networking Services: SNS) というウェブ上でのサービスが急激な拡大を続けている。SNS では互いに友人として承認し合ったリンクにより人的ネットワークが成長している。通常では把握することが困難な、相互認証された友人関係の大規模ネットワークが顕在化しているという特徴を有している。本研究では日本最大規模の SNS である mixi (ミクシィ) に対して本邦初の調査分析を行った。mixi におけるネットワーク解析結果として、次数のゆるやかなスケールフリー性、高い凝集性、さらにクラスタ抽出を行うとサイズと順位に Zipf 則を見いだした。ネットワークサイズとして 36 万ノードの人的ネットワークの解析はネットワークサイズにおいて世界初である。クラスタ抽出により粗視化して 36 万ノードを一枚で描画する試みも行った。



mixi のネットワーク解析結果



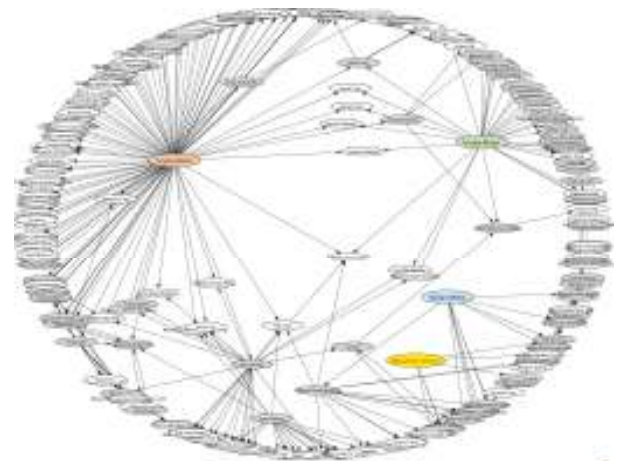
mixi のネットワークの可視化

b) 人的ネットワークにおけるつながりと地平線に関する研究

直接の知り合いを1リンク、知り合いの知り合いも2リンクとする人的ネットワークに関して、2リンクのもつ「地平線」と「パワー」は、人のつながりとその形成にとって極めて重要であると考えられる。多様な価値をもつ人と人とのつながりにおいて、これらの特徴は、人が集団の中で規定され、集団が人々の行動の集積により決まるという点で極めて重要な意味をもつ。自己中心的なつながりの構造と全体のネットワーク構造との間に密接な関係があることを、所内共同研究ネットワークおよび大規模社会ネットワークサービスの実際のデータで検証した。その結果、人と人との多元的なつながりにおいて、地平線のサイズがナイーブに考えるよりも巨大になりえることを、それらの実データを比較しながら解析し、多元・大規模な後者に関して数理的な解析と一致することや前者の組織内一元的なネットワークでは直径が巨大になっていることなどを浮き彫りにした。

c) 経済における複雑系ネットワーク

経済における複雑系ネットワークとして、1985年、1990年、1995年、2000年、2002年、2003年に存在していた株所有ネットワークの研究を行った。この研究では上場企業と店頭登録企業に対する株主リストを使った。株主リストの長さは企業によってまちまちなので、株主上位20位までのデータを用いた。株主から株式会社に向かって線を引くことによって、有向グラフとして株所有ネットワークを表現した。例えば、2003年の自動車産業に関連した株所有ネットワークは右図に示される。このネットワークは有向グラフなので、ノードに入ってくるエッジの数には制限があるが、出て行くエッジの数には制限がない。ネットワーク解析の結果、全ての年に渡って出次数の分布は裾野部分が指数分布にしたがう冪分布で良く説明されることを明らかにした。また冪指数は国や年に依存するが、次数分布の広い領域が冪分布にしたがうことが普遍的に成り立っていることも明らかにした。



自動車産業界の株所有ネットワーク

(5) 人工化学モデルと分子コンピューティングモデル

a) 人工化学反応系に基づくソフトウェア進化

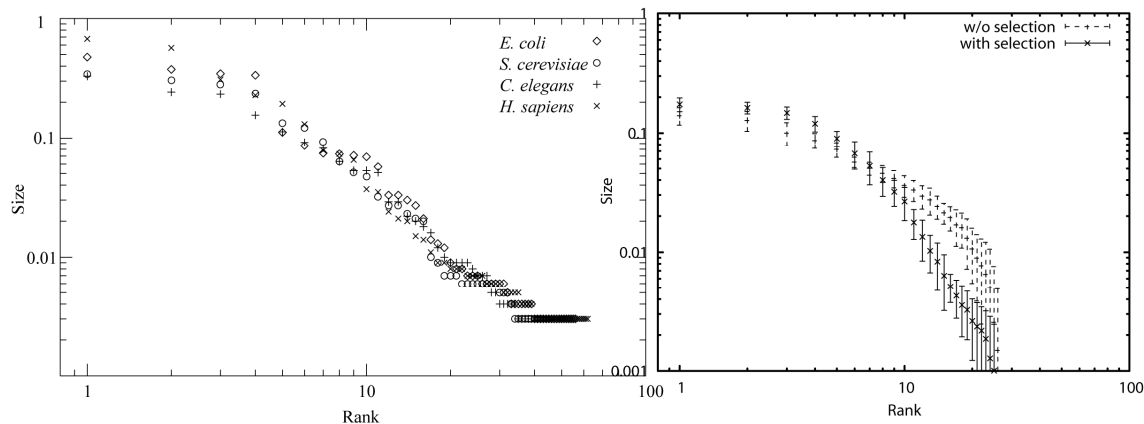
本研究は、細胞内代謝系に範をもとめた人工化学システムをデザインすることにより、細胞内部の複雑な機能や細胞間の様々な関係性を進化させ、これをもとに新しい進化的計算のパラダイムを提案することを目的とする。人工環境の5つの要素（空間、シンボル、移動ルール、反応ルール、高次マネージャー）の中でも空間と移動ルールに焦点を絞り、これを柔軟に表現する枠組みとしてネットワーク人工化学（Network Artificial Chemistry, NAC）を提案し、研究を行った。NACではシンボル間の空間的な位置関係を純粹にネットワークで表現する。NACで用いるネットワークはノードとエッジから成るグラフであり、ノードは分子や原子クラスタを、エッジはそれらの間の衝突/結合の関係をそれぞれ抽象的に表現する。またエッジは強さに応じて何種類かに区別される。

NACのグラフはあらかじめ用意された受動的ルールによるエッジの繋ぎ変えと、ノードやクラスタの持つ能動的働きにより変化していくが、これらについて本年度は次のような研究成果を得た。まず受動の繋ぎ変えルールの妥当性検証のため、D次元ラティス空間での剛体球の拡散運動（ランダムウォーク）のシミュレーションを行い、その特性を調べることで空間次元と衝突ノード間の距離の関係、排除体積比とノードの度数の関係等を明らかにした。また繋ぎ変え則の表現形式に化学反応速度論からの知見を取り入れ、エネルギーを裏付けに用いて繋ぎ変え規則を精密化することに成功した。さらにノードに親水性・疎水性の区別も導入し、グラフの分離の実験も行った。

#### b) 生物における複雑系ネットワーク

本年度の研究では、ロバストな反応サイクルの形成の仕組みを理解することを目標に、大腸菌を始めとするモデル生物の代謝系をネットワークとして構成し、その解析を行った。解析の手法として、Newmanらの提案したクラスタ分析の手法を応用し、単なるネットワーク全体の統計量だけではなく、局所的なトポロジーを反映した部分構造の抽出を試みた。その結果、さまざまな補酵素などを中心とした特徴的なコミュニティ構造の存在を明らかにした。さらにその解析を元に、人工化学反応系による代謝反応の進化モデルの構築を試み、ローカルに安定な構造を持ったネットワークを形成することに成功した。

これまでの研究では、人工化学反応系を用いた原始的な「細胞」構造のモデルを提案し、ランダムな初期条件からの原始細胞の獲得の過程などを実現してきた。原始細胞からより高度な細胞システムへと進化する過程を理解するためには、細胞内の遺伝分子の複製に合わせた分裂周期のコントロールや、周囲の環境/隣接する細胞との相互作用による代謝系の適応的な切り替えなど、機能的に統制された代謝反応ネットワークのモデルが必要となってくる。そこでまず実際の細胞内の代謝系の構造とそのダイナミクスに着目し、生物の細胞内の代謝ネットワークの構造分析を行った。代謝ネットワークの性質として、航空路線やwwwのネットワークとよく似たスケールフリー性が知られているが、よりネットワークの繋がりが方を重視した解析法として、Newmanらの提案したコミュニティ抽出のアルゴリズムを用いた。その結果、代謝ネットワークに共通な性質として特徴的なクラスタ構造を持つことが明らかになった（下左図）。この構造が代謝系の機能に果たしている役割を理解するため、人工化学反応系による代謝系の進化モデルを構築した。分子を文字列で表すことによる位相の導入、および代謝の効率を基準にした選択圧の導入により、既存のスケールフリーネットワークのモデルと比較して、より実際の代謝系に近い構造が得られた（下右図）。



#### c) キナーゼコンピューティング

先に提案した新しいアーキテクチャを通じて、GTP アーゼに基づくキナーゼコンピューティングを 3-SAT ベンチマーク問題に適用することによって、世界的にも最高の理論的成果のひとつである制御空間の対数オーダの複雑性を達成した。この結果は細胞における生化学反応経路（パスウェイ）による分子計算の現実的なデザインの枠組みを与えるものである。すなわち、キナーゼコンピューティングにおいて必要となる生体分子（例えば Rho 族 GTP アーゼのコントロール下にあるシグナル伝達酵素プロテインなど）のコントロールが可能となり、さらには設計・利用可能なパスウェイを用いて大規模な分子コンピューティングが実行可能になるからである。細胞ベースの分子コンピュータのためにパスウェイ制御器を設計することによって、並列計算のための最適なパスウェイアーキテクチャが得られる。さらに修正されたヒル係数の測定によって、GTP アーゼの相互作用ネットワークを明らかにするための、細胞の分子スイッチの定量的な性能分析が可能となる。キナーゼコンピューティングの設計・利用可能なパスウェイ機構に基づいて、細胞のナノバイオマシンの信号伝達機構に関してエラーを訂正することができる、新たな符号化アルゴリズムを提案した。この方法は、情報理論における記号に対して相補的な技術を提供し、ナノバイオテクノロジーの進展にも有益であると考えられる。

#### 4-4-3 遺伝子ネットワークシミュレーション技術

生物の細胞の中では 1 細胞あたり約  $10^{10}$  (100 億) 個の数の分子（生化学物質）が各分子平均毎秒 1 万回の化学反応を繰り返している。これが最も小さな観点での生物の営みである。これらの生化学物質群は例えば物質の種類で整理すると代謝系と呼ばれるノード数約 2 万個の巨大なネットワークを形成している。このネットワーク上の現象を見ることができれば、生物の成長や病気の様子を知ることができるものと期待されている。

人間を含む高等生物とのコミュニケーションを真に科学的に理解するためには、心理学等による上位概念レベルでの検討とともに、生化学物質の代謝まで下がった下位レベルでの分析も欠かすことができない。情動と免疫力の関係など、下位レベルでの検討なしでは理解不可能と思われる非常に興味深い現象も存在する。本研究は、現在までに得られた多種の生物のゲノムシーケンスなどの結果をもとに実際の生命現象を最も下位レベルから記述・解析し、上位の現象の本質的解明につなげることを目的とするものである。

前年度までの FPGA 版要素システムの開発を受けてそれらを統合する作業および次世代カスタム LSI 版システム用の要素技術の開発を進めた。FPGA 版システムではまず 2 ボードを組み合わせて動作させる試験を行い、複数ボードでも目標動作周波数が達成できる見通しを得た。次世代カスタム LSI 版システムでは試作版 0.18  $\mu\text{m}$  ルール LSI の試験を行い、さらに本命となる ISSP 版 LSI の設計を行い、製造を依頼した。ソフトウェアについては、ユーザインタフェースおよびハードウェア - OS 間インタフェースの両面で開発を進めた。ユーザインタフェースサブシステムでは直感的な操作性を実現するためにタッチパネルディスプレイを用いるとともに、ネットワークを 2 階層化して分かりやすく表現し、また各種の情報を表示できるシステムを開発した。ハードウェア - OS 間インタフェースではホストコンピュータ上の OS (Linux) からネットワークシミュレーションシステムを制御できるように、デバイスドライバサブシステムを構築した。

またミトコンドリア・ニューロン・赤血球の各モデルに関して FPGA 版シミュレータによりシミュレーションを実施し、実行速度に関する典型的なソフトウェアツールとの性能比較を行った。その結果、シミュレーションの時間精度が 0.1 秒および 0.01 秒のいずれの場合もネットワークシミュレータが 100 万倍の性能を有することを明らかにした。さらに実反応の精度 ( $10^{-4}$  秒) の場合、典型的なソフトウェアツールでは実行できないのに対して、本シミュレータは達成目標である実反応の 1000 倍の高速化が可能であることを明らかにした。

#### 4-4-4 まとめと今後の課題

本年度は、コミュニケーション（関係性）創発機構実現の基本的な方法論としての進化システム構成技術ならびに関係性創発機構の多様な研究展開に向けたモデル化研究を継続して進めた。進化システム

に基づく関係性創発機構が極めて多彩な研究展開に資することができることを、今後提案モデルの精緻化、有効性の検証を通じて示していく。

また、生体内の化学反応をタンパク質や酵素を要素とするネットワークの創発機構と捉える遺伝子ネットワークシミュレーション技術の研究では、ネットワークシミュレータの最終版プロトタイプ化に向けた設計・試作を完了した。ネットワークシミュレータは、再構築可能なハードウェアデバイスを利用して、多数の要素間の関係性や相互作用のネットワークをハードウェアとして直接的かつ動的に実装することにより、集団系のシミュレーションを高速に実行するものである。したがって、ネットワークシミュレータは関係性創発機構の他のモデル化研究においても強力なシミュレーションツールとして利用できる。2005年度のプロジェクト最終年度ではプロトタイプシステムの装置化を行い、生物実験系のデータを基にしたシミュレーションにより本シミュレータの応用可能性を明らかにする。

#### 4-5 総括

人間性豊かなコミュニケーションの実現に向け、人間のコミュニケーション機能を解明し、コミュニケーションの新たな可能性を拓く先端技術の創出を目指し、i)音声言語コミュニケーション機構、ii)視覚認知コミュニケーション機構、iii)コミュニケーション計算神経機構、iv)コミュニケーション創発機構の4つのサブテーマに関して委託業務（研究開発）を実施した。

音声言語コミュニケーション機構の研究では、MRIによる声道形状の計測、音響シミュレーション、声道模型による音響実験を通して、音声の個人性を生成する声道の要因を明らかにし、それらを表現できる声道音響モデルと音声から声道形状を推定する手法を確立した。また、MRI観測技術の高度化により発話器官に固有の生理的運動メカニズムを解明し、脳機能計測法における装置雑音の影響を軽減する手法を確立した。日本語母語話者による英語音声知覚において、意味処理の駆動が音韻の学習を阻害すること、日本語と英語の時間構造の違いによりそれぞれの学習に困難を及ぼしていることを明らかにした。また、語彙習得において音韻や韻律など音情報の混同が語彙処理や語彙学習を阻害していることを明らかにした。

視覚認知コミュニケーション機構の研究では、動的3次元環境下での運動物体予測に関する研究では、動的3次元環境への身体適応能力及び予測判断能力を訓練・シミュレーション可能なシステムを構築した。リアルタイムトーキングヘッドシステムの研究では、マーカーを装着することで顔の動きを計測し、PCAによる小数パラメータに符号化してLAN経由で伝送した後に任意の人物の顔の動きにマッピングするプロトタイプシステムを構築した。

コミュニケーション計算神経機構の研究では、相手の行動からその意図をメンタルシミュレーション推定する計算理論モデルを使って、従来の見まね学習だけでなく協調的な行動学習に適用できるよう拡張を行い倒立振り制御などの課題でその有効性を確認した。異なるスキルを同時に獲得するには、脳の前頭前野を使った意識的な切り替えが重要であることを明らかにした。人間のスキル学習では、視覚座標、身体座標など異なる座標を用いた運動スキルが相互依存的に学習されるという知見をもとに、発話時の調音動作に対応したキー配列を持つ片手キーボードを開発した。

コミュニケーション創発機構の研究では、人工脳モデルのプロトタイプ開発をはじめ、関係発達論的インタフェース、進化・創発エージェントおよびネットワークダイナミクス等、進化システム構成技術、関係性創発機構の多様な研究展開に向けたモデル化研究を進めた。特にネットワーク解析と可視化について大きな進捗を達成した。また遺伝子ネットワークシミュレーションのためのネットワークシミュレータの研究開発では最終版プロトタイプ化に向けたセミカスタムLSIの設計・試作を進め、最終年度の有用性検証に向けた装置化の準備を完了した。

以上のように、研究開発は極めて順調に進展しており、人間情報コミュニケーションに関わる基礎基盤的かつ世界に誇れるイノベティブな技術創出に向け、今後とも大きな研究進捗・研究展開が期待できる。本年度の研究業績は論文誌投稿106件（累積293件）（添付資料1.研究発表、講演、文献等一覧のリストでは非採択の論文は除いている）国際会議論文投稿125件（累積407件）、国内会議論文投稿154件（累積421件）、出版・雑誌等への投稿26件（累積62件）、講演その他67件（累積168件）、特許出願46件（累積103件）である。



5 参考資料・参考文献

5-1 研究発表・講演等一覧

年度	決裁番号	発表方法	タイトル	誌名大会名	発表者	発表(予定日)	状況
2004 人-発	001	国内研究会	Exploring Human Speech Production Mechanisms by MRI	WAVE Workshop (Wakayama workshop on Auditory and Vocal Research)	Kiyoshi HONDA, Hironori TAKEMOTO, Tatsuya KITAMURA, Satoru FUJITA, Sayoko TAKANO (JST/ATR-HIS)	2004.4.10～2004.4.11	査読なし
2004 人-発	002	国際大会	Observation of Cricothyroid Joint Motion Using 3D High-Resolution MRI	Abstracts of Int. Conf. on Voice Physiology and Biomechanics	Sayoko TAKANO, Kiyoshi HONDA, Keisuke KINOSHITA	2004.8.18～2004.8.20	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	003	講演	Physiological Factors Causing Tonal Characteristics of Speech : from Global to Local Prosody	International Speech Production Symposium , Speech Production and Speech Modelling	Kiyoshi HONDA	2004.5.1	査読なし
2004 人-発	004	講演	Exploring Human Speech Production Mechanisms by MRI	International Speech Production Symposium , Speech Production and Speech Modelling	Kiyoshi HONDA, Hironori TAKEMOTO, Tatsuya KITAMURA, Satoru FUJITA, Sayoko TAKANO (JST/ATR-HIS)	2004.5.1	査読なし
2004 人-発	005	国際大会	Resonance Characteristics of Hypopharyngeal Cavities	Abstracts of Int. Conf. on Voice Physiology and Biomechanics	Kiyoshi HONDA, Tatsuya KITAMURA, Hironori TAKEMOTO, Satoru FUJITA, Parham MOKHTARI	2004.8.18～2004.8.20	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	006	国内大会	Activation of the Left Anterior Insula in Speech	第 27 回日本神経科学大会 第 47 回日本神経化学会大会 合同大会(Neuro2004)	Yukiko NOTA, Kiyoshi HONDA	2004.9.21～2004.9.23	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	007	国内研究会	座位および仰臥位における声道形状の相違－開放型 MRI 装置を用いた観測－	電子情報通信学会技術研究報告	北村 達也, 竹本 浩典, 本多 清志, 島田 育廣, 藤本 一郎, 赤土 裕子, 正木 信夫 (ATR-BAIC), 黒田 輝 (先端医療振興財団)	2004.6.25～2004.6.26	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	009	国内研究会	母語話者と非母語話者による日本語特殊拍音素の知覚	電子情報通信学会技術研究報告	加藤 宏明, 田嶋 圭一(法政大学/ATR-HIS), Amanda ROTHWELL (the University of Western Ontario), 山田 玲子, Kevin MUNHALL (Queen's University)	2003.6.24～2003.6.25	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	010	国内研究会	第二言語の音韻知覚学習に及ぼす音響的および意味的文脈効果	電子情報通信学会技術研究報告	生馬 裕子(ATR-HIS/神戸大学), 山田 玲子	2003.6.24～2003.6.25	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	011	国内研究会	第二言語音の学習 –基礎研究から応用への挑戦–	電子情報通信学会技術研究報告	山田 玲子	2003.6.24～2003.6.25	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	012	国内研究会	第二言語の語彙学習:意味学習と音韻知覚の関係	電子情報通信学会技術研究報告	駒木 亮, 山田 玲子	2003.6.24～2003.6.25	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	013	国内研究会	日本語/aN/と中国語/an, ang/における調音結合の MRI 動画観測	電子情報通信学会技術研究報告 –音声の基礎と応用シンポジウム–	朱 春躍, 本多 清志, 高野 佐代子	2004.6.25～2004.6.26	査読なし 掲載・発表済

2004 人-発	014	国際大会	An Experimental Method for Measuring Transfer Functions of Acoustic Tubes	Interspeech 2004, Proc. 8th Int. Conf. on Spoken Language Processing (ICSLP2004)	Tatsuya KITAMURA, Satoru FUJITA, Kiyoshi HONDA, Hironori NISHIMOTO (JAIST)	2004.10.4~2004.10.8	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	015	本・雑誌	顔と知覚 -運動情報-	「顔」研究の最前線 北大路書房	蒲池 みゆき (ATR-HIS)		査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	016	講演	人間の音声情報処理機構と英語学習	早稲田大学総合講座「言語情報研究入門」	山田 玲子 (ATR-HIS/神戸大)	2004.7.6	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	017	国際大会	What Makes Faces Look Similar to Each Other?	European Conf. on Visual Perception (ECCV)	Takashi KATO (Kansai Univ.), Shigeru MUKAIDA, Norman D. COOK (Kansai Univ.)	2004.8.22~2004.8.26	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	018	国内大会	Remains of Infant Days: Cortical Magnetic Responses from First Generation American English Speakers.	Neuro 2004 第 27 回日本神経科学大会 第 47 回日本神経化学会大会合同大会	Sachiko KOYAMA (UCSF), Reiko AKAHANE-YAMADA, Timothy ROBERTS (UCSF), John HOUDE (UCSF), Michael MERZENICH (UCSF)	2004.9.21~2004.9.23	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	020	国際大会	Procedure "senza vibrato": A Key Component for Morphing Singing	Interspeech 2004, Proc. 8th Int. Conf. on Spoken Language Processing (ICSLP2004)	Hideki KAWAHARA (Wakayama Univ./ATR-HIS), Yumi HIRACHI (Wakayama Univ.), Masanori MORISE (Wakayama Univ.), Hideki BANNO (Wakayama Univ.)	2004.10.4~2004.10.8	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	021	国内大会	表情の瞬間情報処理 —認知と感情の側面から—	日本認知心理学会第 2 回大会発表論文集	織田 朝美 (関西大学), 加藤 隆 (関西大学), 向田 茂 (ATR-HIS)	2004.5.8~2004.5.9	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	022	国内大会	正面および横顔写真と三次元顔形状データベースを用いた三次元表情推定	Visual Computing グラフィックスと CAD 合同シンポジウム 2004 予稿集	倉立 尚明	2004.6.3~2004.6.4	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	023	国際大会	Estimating 3D Face Expression Postures for Animation from Photographs Using a 3D Face Database	Symposium on Computer Animation (SCA2004), ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium Poster Proceedings	Takaaki KURATATE, Eric VATIKIOTIS-BATESON (Univ. of British Columbia)	2004.8.27~2004.8.29	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	029	国際大会	Effect of Speaking Rate on the Acceptability of Change in Segment Duration	Interspeech 2004, Proc. 8th Int. Conf. on Spoken Language Processing (ICSLP2004)	Makiko MUTO (Waseda Univ.), Hiroaki KATO, Minoru TSUZAKI (Kyoto City Univ. Arts), Yoshinori SAGISAKA (Waseda Univ.)	2004.10.4~2004.10.8	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	031	本・雑誌	立体画像での2つの視覚疲労の要因	画像ラボ	矢野 澄男, 江本 正喜 (NHK), 三橋 哲雄 (尚美学園大学)		査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	032	講演	話しことばの学習: R と L を聞き分ける	日本独文学会講演会	山田 玲子	2004.6.5	査読なし 掲載・発表済

2004 人-発	033	学術論文	Effects of Facial Expression on Shared Attention Mechanisms	Physiology & Behavior	Etsuro HORI (Toyama Medical and Pharmaceutical Univ./CREST), Toru TAZUMI (Toyama Medical and Pharmaceutical Univ./CREST), Eiichi TABUCHI (Toyama Medical and Pharmaceutical Univ./CREST), Katsumi UMENO (Toyama Medical and Pharmaceutical Univ./CREST), Miyuki KAMACHI, Taketoshi ONO (Toyama Medical and Pharmaceutical Univ./CREST), Hisao NISHIJO (Toyama Medical and Pharmaceutical Univ./CREST)		査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	035	レター等	An Experimental Study of Acoustic Characteristics of Hypopharyngeal Cavities using Vocal Tract Solid Models	Acoustical Science and Technology	Satoru FUJITA, Kiyoshi HONDA		査読あり
2004 人-発	036	国内大会	ランダムな運動生成課題における自由度の制約と多様性	日本認知科学会第 21 回大会	小池 琢也 (東京大学), 宮本 英美	2004.7.30~ 2004.8.1	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	037	国内大会	操作運動に伴うマイクロスリップ生起に環境制約が与える影響の検証	日本認知科学会第 21 回大会発表論文集	宮本 英美, 小池 琢也 (東京大学)	2004.7.30~ 2004.8.1	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	038	国内大会	第二言語の熟達度と音声知覚の関係	第 30 回全国英語教育学会長野研究大会 長野研究大会発表要綱	生馬 裕子 (ATR-HIS/神戸大学), 山田 玲子 (ATR-HIS/神戸大学)	2004.8.7~ 2004.8.8	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	039	講演	話し言葉の学習 -RとLをききわける- 音声知覚入門	法政大学 認知科学入門	山田 玲子	2004.6.17	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	042	国際大会	Biologically Valid Jaw Movements for Talking Humanoid Robots	IEEE-RAS/RSJ International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2004)	Sabri GURBUZ, Keisuke KINOSHITA, Marcia RILEY, Sumio YANO	2004.11.10~ 2004.11.12	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	043	国内大会	Tagging-MRI による母音生成時の舌変形の観測	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会 講演論文集	高野 佐代子, 本多 清志	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	045	国内大会	音声生成と知覚の相互作用についての検討	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会 講演論文集	党 建武 (北陸先端大/ ATR-HIS), 赤木 正人 (北陸先端大), 本多 清志	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	046	国内大会	下咽頭腔の共鳴特性	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会 講演論文集	本多 清志, 北村 達也, 竹本 浩典, 藤田 覚, Parham MOKHTARI	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	047	国内大会	Physiological Mechanism of Lip Deformation in Vowel Production	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会 講演論文集	Emi MURANO, Kiyoshi HONDA	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	048	国内大会	Evaluation of an LP-based Method of Inversion Using MRI-based vocal-tract Area Functions	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会 講演論文集	Parham MOKHTAR, 北村 達也, 竹本 浩典, 本多 清志	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済

2004 人-発	049	国内大会	連続発話と遊離発話における日本語5母音の声道形状比較	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集	竹本 浩典, 本多 清志, 正木 信夫 (ATR-BAIC), 島田 育廣 (ATR-BAIC), 藤本 一郎 (ATR-BAIC)	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	050	国内大会	日本語母語話者による雑音下の米語音韻対立の知覚	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集	足立 隆弘, 山田 玲子, 上田 和夫 (九州大学)	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	051	国内大会	日本語特殊拍の知覚に対する発話速度の効果	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集	加藤 宏明, 田嶋 圭一 (ATR-HIS/法政大), 山田 玲子	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	052	国内大会	第二言語の音韻知覚能力の向上が語彙学習に及ぼす影響	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集	駒木 亮, 山田 玲子	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	053	国内大会	日本語話者の英語音韻知覚学習における年齢効果-中高齢者と若齢者の比較	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集	久保 理恵子, 山田 玲子	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	054	国内大会	日本語母語話者による英語音韻知覚学習と年齢の関係(一第二報一)	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集	山田 玲子, 久保 理恵子, 高田 智子	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	055	国内大会	聴覚情景分析から見た雑音下の音声知覚	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集	上田 和夫 (九州大学), 中島 祥好 (九州大学), 山田 玲子	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	056	国内大会	Perception of Syllables in Second-language Speech: A Comparison of Phonetic and Phonological Factors	日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集	Keiichi TAJIMA (Hosei University /ATR-HIS), Reiko AKAHANE-YAMADA	2004.9.28~ 2004.9.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	061	ATR-Journal/ATR-Up toDate	Observation of Speech Production Mechanisms with Biophysical Imaging	ATR Up to Date, Summer 2004	Kiyoshi HONDA		査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	063	本・雑誌	Using "laser scans" to Study Face Perception	Computer-Graphic Facial Reconstruction_	Harold HILL		査読なし
2004 人-発	064	本・雑誌	Estimation and Animation of Faces Using Facial Motion Mapping and a 3D Face Database	Computer Graphic Facial Reconstruction	Takaaki KURATATE, Eric Vatikiotis-BATESON (Univ. of British Columbia), Hani YEHIA (Federal Univ. of Minas Gerais)		査読なし
2004 人-発	067	講演	Recognition-by-Synthesis: Computational Issues and Neural Mechanisms	International Workshop on Object Recognition, Attention, and Action	Hiroshi ANDO	2004.8.4~ 2004.8.6	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	068	国内大会	人は一瞬の表情変化を覚えているか?	第9回日本顔学会大会, 日本顔学会誌顔学	織田 朝美 (関西大学), 向田 茂, 加藤 隆 (関西大学)	2004.9.25~ 2004.9.26	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	072	本・雑誌	顔認知の特殊性	新・心理学の基礎知識	蒲池 みゆき		査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	073	国際大会	Investigation and Modeling of Coarticulation in Speech Production	International Symposium of Chinese Spoken Language (ISCSLP'04)	Jianwu DANG [JAIST/ATR-HIS], Jianguo WEI [JAIST], Takeharu SUZUKI [JAIST], Kiyoshi HONDA, Pascal Perrier [ICP, France], Masaaki HONDA [Waseda University]	2004.12.15~ 2004.12.18	査読あり 査読中

2004 人-発	074	国内大会	The Emergence of Temporal and Related Expressions in Children's Japanese: Morphological and Semantic Characteristics	西日本言語学会第34回講演・研究発表会	Harry SOLVANG	2004.9.11	査読あり
2004 人-発	076	学術論文	Two-dimensional Model of Vocal Fold Vibration for Sound Synthesis of Voice and Soprano Singing	Journal of the Acoustical Society of America	Seiji ADACHI, Jason YU [ATR/Simon Fraser University]		査読あり
2004 人-発	077	国内大会	顔の知覚研究最前線	日本心理学会第68回大会, ワークショップ「顔研究最前線」	蒲池 みゆき	2004.9.12~ 2004.9.14	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	080	国内研究会	Potts モデルを用いた動画像分析	情報処理学会 第51回 MPS 研究会(数理モデル化と問題解決研究会), 社団法人情報処理学会研究報告	木下 敬介, Iris FERMIN (Aston Univ.)	2004.9.13	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	082	学術論文	表情の瞬間的変化の認知	日本認知心理学会「認知心理学会研究」	織田 朝美(関西大学), 向田 茂, 加藤 隆(関西大学)		査読あり 印刷中
2004 人-発	083	学術論文	Approaching the Acquisition of Japanese Conditional Markers from a Proposed Implicational Markedness Hierarchy	International Review of Applied Linguistics (IRAL)	Harry Solvang		査読あり
2004 人-発	084	学術論文	An Artificial Environment is Often a Noisy Environment: Auditory Scene Analysis and Speech Perception in Noise	Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science	Kazuo UEDA(Kyushu University), Yoshitaka NAKAJIMA(Kyushu University), Reiko AKAHANE-YAMADA		査読あり
2004 人-発	085	国際大会	An Artificial Environment is Often a Noisy Environment: Auditory Scene Analysis and Speech Perception in Noise	Abstracts of International Symposium on Design of Artificial Environments, Kyusyu University The 21st Century COE Program	Kazuo UEDA (Kyushu University), Yoshitaka NAKAJIMA (Kyushu University), Reiko AKAHANE-YAMADA	2004.12.2~ 2004.12.3	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	086	本・雑誌	Neural Processes Underlying Speech Production of Native and Non-Native Phonetic Contrasts	Harrington & Tabain (eds). Speech Production: Models, Phonetic Processes, and Techniques. Psychology Press	Daniel CALLAN		査読あり
2004 人-発	087	国際大会	調音の生理的特徴から見た日本語/N/と中国語/n,ng/の相違	2004「日本語文化教育と研究」国際シンポジウム 講演論文集	朱 春躍(ATR-HIS/神戸大学), 本多 清志, 高野 佐代子	2004.10.20~ 2004.10.24	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	088	国内研究会	ボクセルメッシュを用いた有限要素法による声道の音響解析	電子情報通信学会技術研究報告	北村 達也, 竹本 浩典, 本多 清志	2004.11.25~ 2004.11.26	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	092	学術論文	「と」「ば」「たら」「なら」再考	日本語教育	Harry SOLVANG, 前田 直子(学習院大学)		査読あり
2004 人-発	094	講演	人間の感性情報処理 -顔知覚の研究動向-	映像情報メディア学会 メディア工学研究会, 社団法人映像情報メディア学会技術報告	蒲池 みゆき	2004.10.21~ 2004.10.22	査読なし 掲載・発表済

2004 人-発	098	講演	視覚生成イメージに基づく3次元物体認識 -計算論と神経処理メカニズム-	日本認知科学会 P&P 研究分科会資料 -物体・テクスチャ・顔 -パターン認識と知覚研究の最前線-	安藤 広志	2004.10.9	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	099	国内研究会	三次元顔形状データベースを用いたリアルタイムトーキングヘッド	画像電子学会 Visual Computing ワークショップ 2004	倉立 尚明, 木下 敬介	2004.10.29~ 2004.10.30	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	100	本・雑誌	顔に自信あり - 顔研究最前線 - (仮題)	顔に自信あり - 顔研究最前線 - (仮題)	向田 茂		査読なし
2004 人-発	101	レビュー等	fMRI による発話中枢機構の観測	音声研究 特集「音声と脳科学」, J. Phonetic Society of Japan	Yukiko NOTA, Kiyoshi HONDA		査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	102	国内研究会	音声の個人性の生成要因と声道模型の実験	音声文法研究会	本多 清志	2004.11.6	査読なし
2004 人-発	103	国際大会	CFD Simulation of Deflection of a Jet Emerging from Organ Pipe Flue	J. Acoust. Soc. Am., 148th Meeting Acoust. Soc. Am.	Seiji Adachi	2004.11.15~ 2004.11.19	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	104	その他	3次元物体の学習とトップダウン処理に関わる脳部位の特定	認知心理学研究	西野 由利恵, 安藤 広志	2005.2.28	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	105	国内研究会	人間の視線方向の知覚特性 - 頭部方向および光源位置の影響 -	電子情報通信学会技術研究報告	吉田 千里, 蒲池 みゆき, Frans VERSTRATEN (Utrecht Univ.), Harold HILL	2004.11.18~ 2004.11.19	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	106	学術論文	Greater Depth Seen with Phantom Stereopsis is Coded at the Early Stages of Visual Processing	Vision	Hiroyuki MITSUDO (York Univ./JSPS/ATR), Sachio NAKAMIZO (Kyushu Univ.), Hiroshi ONO (York Univ.)		査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	107	国際大会	Japanese conditionals - a challenge to all learners?	EAJIS (European Association for Japanese Studies)	Harry SOLVANG	2005.8.31~ 2005.9.3	査読あり
2004 人-発	109	国内研究会	顔の潜在学習における部分処理と全体処理	電子情報通信学会技術研究報告	加藤 隆 (関西大学), 荻野 圭一朗 (関西大学), 向田 茂, Norman D. Cook (関西大学)	2004.11.18~ 2004.11.19	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	110	国際研究会	Real-time Human Nose Bridge Tracking in Presence of Geometry and Illumination Changes	Proc. the Second International Workshop on Man-Machine Symbiotic Systems	Sabri GURBUZ, Keisuke KINOSHITA, Shinjiro KAWATO	2004.11.23~ 2004.11.24	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	111	学術論文	視覚系と前庭系の相互作用による水平回転感覚の基礎特性	映像情報メディア学会誌「特集号:ヒューマンインタフェースとバーチャルリアリティ」	林 秀彦, 宇和 伸明, 安藤 広志		査読あり
2004 人-発	112	学術論文	Effect of Speaking Rate on the Acceptability of Change in Segment Duration	Speech Communication	Makiko MUTO (Waseda Univ.), Hiroaki KATO, Minoru TSUZAKI (Kyoto City Univ. Arts), Yoshinori SAGISAKA (Waseda Univ.)		査読あり

2004 人-発	113	国内研究会	Brain Regions for Phonetic Encoding and Motor Planning in Speech Production	Proc. of KIT International Symposium on Brain and Language 2004	Yukiko NOTA, Kiyoshi HONDA	2004.12.8～ 2004.12.9	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	114	国内研究会	「動き」が笑顔の印象に及ぼす影響	電子情報通信学会技術研究報告〔ヒューマン情報処理〕	伊師 華江(東北大学/日本学術振興会/ATR), 蒲池 みゆき, 行場 次郎(東北大学)	2004.12.16～ 2004.12.17	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	115	国内研究会	母音発話における舌運動のメカニズム-MRIによる筋長計測と内部変形計測-	音声文法研究会	高野 佐代子	2004.12.11	査読なし 発表済
2004 人-発	116	国内研究会	主成分分析によるリアルタイムトーキングヘッドシステム	電子情報通信学会技術研究報告〔ヒューマン情報処理〕	木下 敬介, 倉立 尚明	2004.12.16～ 2004.12.17	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	117	国内大会	動的視環境が3次元運動物体の位置予測に与える効果	Vision	松宮 一道, 安藤 広志	2005.1.26～ 2005.1.28	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	118	国内研究会	第二言語の音声学習:知覚と生成および処理階層間の相互作用	電子情報通信学会技術研究報告〔思考と言語〕	山田 玲子(ATR-HIS/神戸大学)	2004.12.11	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	122	国内大会	中高年齢層における外国語音韻知覚訓練効果の保持	日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集	久保 理恵子, 山田 玲子, 高田 智子	2005.3.15～ 2005.3.17	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	123	国内大会	音韻の類似による第二言語の語彙の混同—小中学生と大学生の比較—	日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集	高田 智子, 駒木 亮, 山田 玲子	2005.3.15～ 2005.3.17	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	124	国内大会	第二言語の語彙学習—音韻対立語対呈示の影響—	日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集	山田 玲子, 駒木 亮, 久保 理恵子, 高田 智子	2005.3.15～ 2005.3.17	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	125	国内大会	MRI装置内における骨導音による聴覚刺激提示法	日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集	能田 由紀子, 北村 達也, 平田 宏之, 本多 清志	2005.3.15～ 2005.3.17	査読あり 掲載・発表済
2004 人-発	126	国内大会	CFD による空気ジェット揺動の解析 — Coltman の計測との比較 —	日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集	足立 整治	2005.3.15～ 2005.3.17	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	127	国内大会	声道断面積関数の時間補間による音声合成	日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集	竹本 浩典, 本多 清志, 北村 達也, Parham Mokhtari, 平井 啓之(三洋電機)	2005.3.15～ 2005.3.17	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	128	国内大会	声道伝達特性における喉頭腔の影響	日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集	北村 達也, 竹本 浩典, 本多 清志	2005.3.15～ 2005.3.17	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	129	国内研究会	発話に関する脳領域について	日本音響学会関西支部第7回若手研究者交流研究発表会	能田 由紀子, 本多 清志	2004.12.16～ 2004.12.16	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	130	ATR-Journal/ATR-Up toDate	母音生成における口唇変形の筋静水圧メカニズム	日本音響学会関西支部第7回若手研究者交流研究発表会	村野 恵美, 本多 清志	2004.12.16	査読なし 掲載・発表済

2004 人-発	131	国内大会	発話運動における調音結合の分析について	日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集	鈴木 文晴 [JAIST], Jianguo Wei [JAIST], 党 建武 [ATR-HIS/JAIST]	2005.3.15~ 2005.3.17	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	132	ATR 主催	Acoustic Effects of Individual Variation in the Hypopharyngeal Cavities	ATR Symposium on the Cross-modal Processing of Faces and Voices	Tatsuya KITAMURA	2005.1.17~ 2005.1.19	査読なし
2004 人-発	133	学術論文	Measurement of Temporal Changes in Vocal Tract Area Function from 3D Cine-MRI Data	Journal of the Acoustical Society of America	竹本 浩典, 本多 清志, 正木 信夫 (ATR-BAIC), 島田 育廣 (ATR-BAIC), 藤本 一郎 (ATR-BAIC)		査読あり
2004 人-発	135	国内研究会	Mechanism of Lip Protrusion in Vowels Production	電子情報通信学会技術研究報告[音声]	Emi MURANO, Kiyoshi HONDA	2005.1.27~ 2005.1.28	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	136	ATR 主催	Visualization of Speech Production Mechanisms with Dynamic MRI	ATR Symposium on the Cross-modal Processing of Faces and Voices	Kiyoshi HONDA	2005.1.17~ 2005.1.19	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	137	ATR 主催	Real-time Talking Head System Controlled by a Small Set of Principal Components and Head Motion	ATR Symposium on the Cross-modal Processing of Faces and Voices	Takaaki KURATATE, Keisuke KINOSHITA	2005.1.17~ 2005.1.19	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	138	レビュー等	20 世紀の名著名論 「David Marr: Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information」	情報処理 2005 年 2 月号 通巻 480 号	安藤 広志		査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	139	その他	三次元顔形状データベースを用いたリアルタイムトーキングヘッド	画像電子学会論文誌 2005 年第4号	倉立 尚明, 木下 敬介		査読なし
2004 人-発	140	ATR 主催	Cross-modal Identity Matching Independent of Content	ATR Symposium on the Cross-modal Processing of Faces and Voices	Miyuki KAMACHI, Karen LANDER (Univ. of Manchester)	2005.1.17~ 2005.1.19	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	141	ATR 主催	Facial Feature Tracking for Cross-modal Processing of Faces and Voices in Real World Conditions	ATR Symposium on the Cross-modal Processing of Faces and Voices	Sabri GURBUZ	2005.1.17~ 2005.1.19	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	142	ATR 主催	Using Animations to Investigate the Perception of Facial Speech	ATR Symposium on the Cross-modal Processing of Faces and Voices	Harold HILL, Eric Vatikiotis-BATESON (Univ. of British Columbia )	2005.1.17~ 2005.1.19	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	143	学術論文	Depth and Motion in Textbook Descriptions of Motion Parallax	Teaching of Psychology	Hiroshi ONO (York Univ./ATR), Nicholas J. Wade (Univ. of Dundee)		査読なし
2004 人-発	145	講演	物体認知: 3次元物体の学習とイメージ生成におけるヒトの脳活動	中京大学心理学研究科完成記念特別事業 OB/OG・院生研究交流会	西野 由利恵	2005.1.23	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	146	ATR 主催	Brain Regions Differentially Involved with Multisensory Audio Visual and Visual Only Speech Gesture Information	ATR Symposium on the Cross-modal Processing of Faces and Voices_	Daniel CALLAN, Jeffery JONES (Wilfred Laurier University)	2005.1.17~ 2005.1.19	査読なし 掲載・発表済



2004 人-発	147	国内大会	Parietal and Frontal Involvement in Top-down Processing Based on the Visual Memory of 3D Object: An fMRI Study	6th Tsukuba International Conference on Memory Memory and Emotion	西野 由利恵, 安藤 広志	2005.3.13~ 2005.3.15	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	149	学術論文	The Lost Direction in Binocular Vision: The Neglected Signs Posted by Wells, Towne, and LeConte	Journal of the History of the Behavioural Sciences	Hiroshi ONO (York Univ./ATR), Nicholas J. Wade (Univ. of Dundee), Alistair P. Mapp (York Univ.)		査読あり
2004 人-発	150	学術論文	Communication between Speech Production and Perception within the Brain - Observation and Stimulation	Journal of Computer Science and Technology	Jianwu DANG [JAIST/ATR-HIS], Masato AKAGI [JAIST], Kiyoshi HONDA		査読あり
2004 人-発	151	国際大会	Perceptual Assimilation and Categorial Discrimination of American Vowels by Japanese Listeners.	149th Meeting of the Acoustical Society of America	Miwako HISAGI (The City University of New York), Winifred STRANGE (The City University of New York), Reiko AKAHANE-YAMADA, Rieko KUBO	2005.5.16~ 2005.5.20	査読なし
2004 人-発	152	学術論文	高分解能 MRI による輪状甲状関節の観測	音声言語医学	高野 佐代子, 本多 清志		査読あり
2004 人-発	155	国際大会	Perceptual Learning of Syllables in Second-language Speech	1st ASA Workshop on Second Language Speech Learning	Keiichi TAJIMA (ATR-HIS/Hosei University), Reiko AKAHANE-YAMADA, Tsuneo YAMADA (National Inst. of Multimedia Educatin)	2005.5.14~ 2005.5.15	査読なし
2004 人-発	157	国内研究会	エピポーラ幾何の進展	情報処理学会研究報告	佐藤 淳 (名古屋工業大学), 杉本 晃弘 (国立情報学研究所), 木下 敬介	2005.3.3	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	158	学術論文	三次元顔形状データベースを利用した写真を用いた顔形状生成および表情推定と顔アニメーション応用	画像電子学会論文誌 ビジュアルコンピューティング特集号	倉立 尚明		査読あり
2004 人-発	159	学術論文	主成分分析によるリアルタイムトーキングヘッドシステム	画像電子学会論文誌 ビジュアルコンピューティング特集号	倉立 尚明, 木下 敬介		査読あり
2004 人-発	162	学術論文	Talker Familiarity and Talker Normalization	Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance	James S. MAGNUSON (Univ. Connecticut / Haskins Laboratories), Howard C. NUSBAUM (Univ. Chicago), Reiko AKAHANE-YAMADA		査読あり
2004 人-発	163	講演	喉頭の MRI 観測と下咽頭腔の音響特性	第 17 回日本喉頭科学会総会・学術講演会 プログラム・予稿集	本多 清志	2005.3.18~ 2005.3.19	査読なし 掲載・発表済
2004 人-発	166	講演	The Old and New Visual Direction Data Continue to Hit You Right between the Eyes.	Scottish Vision Group 2005	Hiroshi ONO (York Univ./ATR)	2005.4.14~ 2005.4.16	査読なし
2004 人-発	167	学術論文	An MRI Analysis of the Extrinsic Tongue Muscles during Vowel Production	Speech Communication	高野 佐代子 (CREST/ATR-HIS), 本多 清志		査読あり

2004 人-発	168	国内大会	3次元物体認知のボトムアップ/トップダウン処理に関わる脳部位	日本認知心理学会第3回大会	西野 由利恵, 安藤 広志	2005.5.28~ 2005.5.29	査読あり
2004 人-発	170	学術論文	表情認知における顔のパーツの効果	日本顔学会誌	織田 朝美 (関西大学), 向田 茂, 加藤 隆 (関西大学)		査読あり
2004 人-発	171	国内研究会	顔画像からの年齢判断	日本認知心理学会第3回大会	伊師 華江 (ATR/JSPS/東北大学), 蒲池 みゆき, 瀧川 えりな (OMRON), 細井 聖 (OMRON)	2005.5.28~ 2005.5.29	査読なし
2004 人-発	172	国内大会	母語話者と非母語話者による日本語特殊拍の知覚: 発話速度の効果	日本認知心理学会第3回大会	田嶋 圭一 (法政大学/ATR-HIS), 加藤宏明, 山田 玲子, Amanda Rothwell, Kevin Munhall (Queen's Univ.)	2005.5.28~ 2005.5.29	査読なし
2004 人-発	173	国内研究会	喉頭腔の音響特性	電子情報通信学会/日本音響学会 音声研究会	竹本 浩典, 足立 整治, 北村 達也, 本多 清志, Parham Mokhtar	2005.5.26~ 2005.5.27	査読なし
2004 人-発	174	本・雑誌	ATR CALL 英語リスニング科学的上達法 for Kids 英語の第一歩	出版社 講談社 出版予定日 2005年5月	山田 玲子		査読なし
2004 人-発	175	国際大会	A Multi-measurement Approach to the Identification of the Audiovisual Facial Correlates of Contrastive Focus in French.	Auditory-Visual Speech Processing 2005	Marion DOHEN (Institut de la Communication Parle'e), Helene LOEVENBRUCK (Institut de la Communication Parle'e), Harold HILL	2005.7.24~ 2005.7.27	査読あり
2004 人-発	176	国際大会	Whispered Visual Speech and Visual Speech in Noisy Conditions.	Auditory-Visual Speech Processing 2005	Jeesun KIM (The Univ. of Melbourne), Chris DAVIS (The Univ. of Melbourne), Harold HILL, Guillaume VIGNALI	2005.7.24~ 2005.7.27	査読あり
2004 人-発	177	国際大会	Using Graphics to Study the Perception of Speech-in-noise, and Vice Versa.	Auditory-Visual Speech Processing 2005	Harold HILL, Eric Vaikiotis-BATESON (Univ. of British Columbia)	2005.7.24~ 2005.7.27	査読あり
2004 人-発	178	国際大会	Tricks of the Light	The European Conference on Visual Perception (ECP) Illusion competition	Harold HILL, Chisato YOSHIDA, Miyuki KAMACHI, Frans VERSTRATEN (Utrecht Univ.)	2005.8.22~ 2005.8.26	査読あり
2004 人-発	179	国際大会	Adaptation to Differences in 3D Face Shape Across Changes in Viewpoint and Texture.	European Conference on Visual Perception 2005	Harold HILL, Tamara WATSON (Univ. of Sydney), Guillaume VIGNALI	2005.8.22~ 2005.8.26	査読あり
2004 人-発	181	レター等	Difference in Vocal Tract Shape between Upright and Supine Postures. -- Observations by an Open-type MR Scanner --	Acoustical Science and Technology	Tatsuya KITAMURA, Hironori TAKEMOTO, Kiyoshi HONDA, Yasuhiro SHIMADA, Ichiro FUJIMOTO, Yuko SYAKUDO, Shinobu MASAKI, Kagayaki KURODA [The Institute of Biomedical Research and Innovation]		査読あり

2004 人-発	182	学術論文	Linguistic Description Versus the Intuition of Native Speakers: The Case of Japanese Conditionals	Journal of Japanese Linguistics	Harry SOLVANG, 前田 直子(学習院大学)		査読あり
2004 人-発	183	学術論文	Non-uniform Representations of Visual Space for Spatial Prediction of 3D Object Motion	Nature Neuroscience	Kazumichi MATSUMIYA, Hiroshi ANDO		査読あり
2004 人-発	185	学術論文	From Input Video Sequences to Real-time Mouth Movement Imitation	IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics -Part A: Systems and Humans	Sabri GURBUZ, Keisuke KINOSHITA, Marcia RILEY (Georgia Institute of Technology)		査読あり
2004 人-発	186	学術論文	Neural Correlates of Visual Learning and Top-down Processing of 3D Objects	Nature Neuroscience	Yurie NISHINO, Hiroshi ANDO		査読あり
2004 情-発	001	講演	脳科学からみた運動の学習～道具使用の学習と脳活動の変化～	日本赤ちゃん学会第4回学術集会 教育講演	今水 寛	2004.4.24～ 2004.4.25	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	003	学術論文	Mental state inference using visual control parameters	Cognitive Brain Research	Erhan OZTOP, Daniel WOLPERT (Univ. College London), Mitsuo KAWATO		査読あり 掲載・発表済み
2004 情-発	005	学術論文	Impedance control balances stability and metabolic cost	Journal of Neurophysiology	David W. FRANKLIN (ATR-CNS, DCN/Simon Fraser Univ.), Udell SO (ATR-HIS), Mitsuo KAWATO, Theodore E. MILNER (Simon Fraser Univ.)		査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	006	国内大会	Impedance control for task optimization	第 27 回日本神経科学大会 (Neuro2004) / 学会論文誌	Rieko OSU, Ken-ichi MORISHIGE (Kyushu Inst. Tech.), Naoki KAMIMURA (Nagaoka Univ. Tech.), Hiroshi IWASAKI (Nagaoka Univ. Tech.), Hiroyuki MIYAMOTO (Kyushu Inst. Tech.), Yasuhiro WADA (Nagaoka Univ. Tech.), Mitsuo KAWATO	2004.9.21～ 2004.9.23	査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	007	学術論文	Reinforcement learning with via-point representation	Neural Networks	Hiroyuki MIYAMOTO (Kyushu Inst. Tech.), Jun MORIMOTO (ATR-CNS, HRCN/JST-ICORP), Kenji DOYA, Mitsuo KAWATO		査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	009	国際大会	How are internal models of unstable tasks formed?	IEEE 26th Annual International Conference Engineering in Medicine and Biology	Etienne BURDET (National Univ. Singapore), David W. FRANKLIN, Rieko OSU, Keng Peng TEE (National Univ. Singapore), Mitsuo KAWATO, Theodore E. MILNER (Simon Fraser Univ.)	2004.9.1～ 2004.9.5	査読あり
2004 情-発	010	講演	ロボットの視覚の計算論	第 60 回日本弱視斜視学会 特別講演	川人 光男	2004.6.18～ 2004.6.19	査読なし 掲載・発表済

2004 情-発	011	学術論文	Infant grasp learning: A computational model	Experimental Brain Research	Erhan OZTOP (Univ. Southern California/ATR-CNS, DCN), Nina S. BRADLEY (Univ. Southern California), Michael A. ARBIB (Univ. Southern California)		査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	012	その他	計算論的神経科学から見た運動器のリハビリテーション(慶応義塾大学医学部 里宇明元教授編「運動器リハビリテーションの現状と課題」の一部)	「運動器の10年」世界運動 今後の運動器疾患研究のあり方に関する報告書	大須 理英子		査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	014	本・雑誌	計算理論・脳機能計測・実験心理学の融合	「認知科学への招待」大津・波多野(編) 研究社	今水 寛		査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	015	学術論文	2つの粘性力場への同時適応と切り替え	電子情報通信学会論文誌	平井 里実 (NAIST/ATR-CNS), 大須 理英子, 吉岡 利福, 川人 光男 (NAIST/ATR-CNS)		査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	017	国際大会	Learning and switching for two opposing viscous force fields	Society for Neuroscience 34th Annual meeting (Neuroscience 2004) / Proceeding	Rieko OSU, Satomi HIRAI (ATR-DCN/NAIST), Toshinori YOSHIOKA, Mitsuo KAWATO	2004.10.23~ 2004.10.27	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	018	国際大会	Feedback drives the learning of feedforward motor commands for subsequent movements	Society for Neuroscience 34th Annual meeting (Neuroscience 2004) / Proceeding	David W.FRANKLIN, Etienne BURDET (National Univ. Singapore), Keng Peng TEE (National Univ. Singapore), Rieko OSU, Mitsuo KAWATO, Theodore E. MILNER (Simon Fraser Univ.)	2004.10.23~ 2004.10.27	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	019	国内大会	強化学習の脳回路と物質メカニズム	第 81 回日本生理学会大会	銅谷 賢治	2004.6.2~ 2004.6.4	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	020	講演	Neural bases of imitation	Invited Conference at Kyoto University	Thierry CHAMINADE	2004.5.26~ 2004.5.26	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	021	国内大会	オープンフィールド検索時のラットにおける海馬 c-Fos 発現に対する上乳頭体核イボテン酸破壊の効果	第 81 回日本生理学会大会	伊藤 真 (群馬大学/JST-CREST), 銅谷 賢治 (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), 白尾 智明 (群馬大学/JST-CREST), 関野 祐子 (群馬大学/JST-CREST)	2004.6.2~ 2004.6.4	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	022	国内大会	How the basal ganglia realize reinforcement learning	Tamagawa-COE International Symposium on Attention and Decision	Kenji DOYA	2004.5.19~ 2004.5.21	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	023	国際大会	Broca's area during tool - use and linguistic processing	Society for Neuroscience 34th Annual meeting (Neuroscience 2004) / Proceeding	Satomi HIGUCHI(ATR-CNS, DCN/NAIST), Thierry CHAMINADE, Hiroshi IMAMIZU, Mitsuo KAWATO(ATR-CNS/NAIST)	2004.10.23~ 2004.10.27	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	025	国内研究会	多重な内部モデルを切り替えるメカニズム:fMRI 研究	ATR 脳情報研究所 / 脳活動イメージングセンター ジョイント・セミナー	今水 寛	2004.6.10~ 2004.6.11	査読なし 掲載・発表済

2004 情-発	026	講演	Interacting with the environment: The CNS selectively controls the impedance at the hand	Presentation at Simon Fraser University	David W.FRANKLIN	2004.6.3	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	027	国際研究会	Computational studies of temporal windows in cerebellar synaptic plasticity	OIST Initial Research Project Seminar	Mitsuo KAWATO	2004.6.18	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	028	国内研究会	計算モデルに基づくイメージング研究	京都大学 脳のセミナー	川人 光男	2004.6.29	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	029	国際大会	Reorganization of brain activity for multiple internal models	SICE Annual Conference 2004 / Proceedings	Akihiro TODA (Nagaoka Univ. Tech.), Hiroshi IMAMIZU, Satomi HIGUCHI (ATR-CNS, DCN/NAIST), Yasuhiro WADA (Nagaoka Univ. Tech.), Mitsuo KAWATO	2004.8.4～ 2004.8.6	査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	031	学術論文	Failure to consolidate the consolidation theory of learning for sensorimotor adaptation tasks	Journal of Neuroscience	Graham CAITHNESS (Queen's Univ.), Rieko OSU, Paul BAYS (Univ. College London), Henry CHASE (Univ. College London), Jessica KLASSEN (Queen's Univ.), Mitsuo KAWATO, Daniel WOLPERT (Univ. College London), Randall FLANAGAN (Queen's Univ.)		査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	032	国際大会	Relation among duration, position variance, and muscle activity in human arm movement control	SICE Annual Conference 2004 / Proceedings	Hiroshi IWASAKI (Nagaoka Univ. Tech.), Rieko OSU, Naoki KAMIMURA (Nagaoka Univ. Tech.), Eri NAKANO, Chris M HARRIS (Univ. Plymouth), Yasuhiro WADA (Nagaoka Univ. Tech.), Mitsuo KAWATO	2004.8.4～ 2004.8.6	査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	033	国内大会	コミュニケーションの脳科学とヒューマノイドロボット	第 55 回日本体育学会大会 シンポジウム / 日本体育学会 第 55 回大会号	川人 光男	2004.9.24～ 2004.9.26	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	037	国内大会	ヒューマノイドロボットと脳	富山県立大学 地域連携公開セミナー 特別講演	川人 光男 (ATR-CNS/JST-ICORP)	2004.7.9～ 2004.7.9	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	040	講演	From motor to social cognition: Shared motor representations in perception	Invited Conference at FIL of University College London	Thierry CHAMINADE	2004.7.15～ 2004.7.15	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	041	国際研究会	Metalearning and neuromodulation	Telluride Workshop on Neuromorphic Engineering 2004	Kenji DOYA (ATR-CNS, CNB/JST-CREST)	2004.7.5～ 2004.7.10	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	042	国際研究会	Prediction of rewards at different time scales in the basal ganglia	Computational and Neural Systems, California Institute of Technology	Kenji DOYA (JST-OIST/ATR-CNS, CNB)	2004.7.12	査読なし 掲載・発表済

2004 情-発	043	国際大会	Hierarchical variational bayesian method for MEG	14th International Conference on Biomagnetism (BIOMAG 2004)	Masa-aki SATO (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), Taku YOSHIOKA, Shigeki KAJIWARA (Shimadzu), Keisuke TOYAMA (Shimadzu), Naokazu GODA, Kenji DOYA (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), Mitsuo KAWATO	2004.8.8～ 2004.8.12	査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	044	国際研究会	Cyber rodents: Exploration of adaptive mechanisms for self-preservation and self-reproduction	Neurobotic models in Neuroscience and Neuroinformatics	Kenji DOYA	2004.7.17	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	045	国際研究会	Cyber rodent project	Symposium: Towards Artificial Rodents	Eiji UCHIBE (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), Genci CAPI (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), Stefan ELFWING (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), Anders ERIKSSON (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), Hirofumi SUZUYAMA (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), Kenji DOYA (ATR-CNS, CNB/JST-CREST)	2004.7.26	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	047	国際大会	An analysis of MEG data by hierarchical variational Bayesian method	14th International Conference on Biomagnetism (BIOMAG 2004)	Taku YOSHIOKA (ATR-CNS, CNB), Masa-aki SATO (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), Shigeki KAJIWARA (Shimadzu), Keisuke TOYAMA (Shimadzu), Naokazu GODA (ATR-CNS, DCN), Kenji DOYA (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), Mitsuo KAWATO (ATR-CNS)	2004.8.8～ 2004.8.12	査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	048	本・雑誌	ヒトの心に迫る脳のモデル	人工知能学会誌「研究者紹介」	川人 光男		査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	049	国際大会	Positional variance of via-point trajectories; Touchstone for two competing computational theories?	Satellite workshop of Neuroscience 2004 "Advances in Computational Motor Control "	Mitsuo KAWATO	2004.10.22～ 2004.10.27	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	050	国際研究会	Metalearning, neuromodulation and emotion	Laboratory Talk (Salk Institute)	Kenji DOYA (ATR-CNS, CNB/JST-CREST)	2004.7.22	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	051	国際研究会	Metalearning, neuromodulation and emotion	Laboratory Talk (Sony CSL Paris)	Kenji DOYA (ATR-CNS, CNB/JST-CREST)	2004.7.28	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	052	国際大会	Expressing and understanding desires in language games	9th International Conference on the Simulation and Synthesis of Living Systems (ALIFE9)	Michael KLEIN (ATR-CNS, CNB/Stuttgart Univ.), Hans KAMP (Stuttgart Univ.), Guenther PALM (Ulm Univ.), Kenji DOYA (ATR-CNS, CNB/JST-CREST)	2004.9.12～ 2004.9.15	査読なし
2004 情-発	053	国際大会	Learning to predict the effects of complex utterances	9th Neural Computation and Psychology Workshop, modelling language, cognition and action / Abstracts	Michael KLEIN (ATR-CNS, CNB/Stuttgart Univ.), Kenji DOYA (ATR-CNS, CNB/JST-CREST)	2004.9.8～ 2004.9.10	査読なし 掲載・発表済

2004 情-発	061	講演	ヒューマノイドロボットによる脳研究	本田技術研究所ワークショップ「計算脳の実現にむけて」	川人 光男	2004.9.6	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	062	国内大会	IP3 依存の Ca2+閾値ダイナミクスが小脳プルキンエ細胞においてシナプス可塑性に関わるスパイクタイミングを検出する	第 77 回日本生化学会大会 / 生化学臨時増刊号	土居 智和 (NAIST/ATR-CNS, CNB), 黒田 真也 (東京大学), 道川 貴章 (東京大学), 川人 光男 (NAIST/ATR-CNS)	2004.10.13~ 2004.10.16	査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	065	国内大会	変分ベイズ法によるMEG順モデル選択	日本神経回路学会 第 14 回全国大会 / 講演論文集	吉岡 琢, 佐藤 雅昭 (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), 梶原 茂樹 (島津製作所), 外山 敬介 (島津製作所)	2004.9.27~ 2004.9.29	査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	067	国内大会	脳の情報処理の不思議	日本神経科学会 市民公開講座「知られざる脳機能～その解明と応用～」	川人 光男	2004.9.20	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	068	国際研究会	Beyond computational-model correlation of brain activity; Exploration of causality with robots and BCI.	Creating the Brain International Workshop (RIKEN-BSI)	Mitsuo KAWATO	2004.9.28	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	077	国際研究会	Computational neuroscience and humanoid robotics	Carnegie Mellon Robotics Institute 25th Anniversary "Robots and Thought"	Mitsuo KAWATO	2004.10.11~ 2004.10.14	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	079	国内大会	Human robotics: Modeling of control in humans for collaborative robots and haptic interfaces	International Workshop on Robotic Imitation (Satellite Meeting IROS)	Theodore E. MILNER (ATR-CNS, DCN/Simon Fraser Univ.), Etienne BURDET (National Univ. Singapore)	2004.9.29	査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	081	国内大会	非侵襲脳活動計測 (fMRI と MEG) 情報の総合とその応用	第 19 回生体・生理工学シンポジウム BPES2004 / シンポジウム論文集	佐藤 雅昭 (ATR-CNS, CNB/JST-CREST)	2004.11.1~ 2004.11.3	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	083	報道発表	周期運動は脳に易しい-リズムカルな往復運動の生成と個々独立した到達運動の生成の違いを脳機能計測実験により解明-	配布資料添付	大須 理英子	2004.9.24	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	085	学術論文	Stability and motor adaptation in human arm movements	Biological Cybernetics	Etienne BURDET (National Univ. Singapore), Keng Peng TEE (National Univ. Singapore), I. MAREELS(Univ. Melbourne), Theodore E. MILNER (Simon Fraser Univ.), C. M. CHEW(National Univ. Singapore), , David W.FRANKLIN (Simon Fraser Univ., ATR-CNS, DCN), Rieko OSU, Mitsuo KAWATO		査読あり
2004 情-発	086	レビュー等	ロボットの視覚の計算論	眼科臨床医報会	川人 光男		査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	089	講演	ブキミの谷をめぐって 真贋のはざま	ルネッサンスジェネレーション'04「前頭葉：決断の一瞬」	川人 光男	2004.11.20	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	090	国内大会	報酬系のデザイン	日本神経回路学会 第 14 回全国大会 / 講演論文集	銅谷 賢治 (ATR-CNS, CNB/JST-OIST)	2004.9.27~ 2004.9.29	査読なし 掲載・発表済

2004 情-発	091	国際大会	Fos Imaging reveals that the supramammillary nucleus enhances hippocampal activity of rats placed in a novel open field	Society for Neuroscience 34th Annual meeting (Neuroscience 2004)	Makoto ITO (JST-OIST/Gunma Univ./JST-CREST), Kenji DOYA (JST-OIST/JST-CREST/ATR-CNS, CNB), Tomoaki SHIRAO (Gunma Univ./JST-CREST), Yuko SEKINO (Gunma Univ./JST-CREST)	2004.10.23~ 2004.10.27	査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	092	学術論文	Reorganization of brain activity for multiple internal models after short but intensive training	Cortex	Hiroshi IMAMIZU, Satomi HIGUCHI (NAIST/ATR-CNS, DCN), Akihiro TODA (Nagaoka Univ. Tech.), Mitsuo KAWATO		査読あり
2004 情-発	093	講演	脳科学からみた運動の学習～道具使用の学習と脳活動の変化～	情報通信技術研究交流会 11 月例会「脳研究の現状」	今水 寛	2004.11.19	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	094	学術論文	Anterior and superior lateral occipito-temporal cortex responsible for target motion prediction during overt and covert visual pursuit	Neuroscience Research	Dai KAWAWAKI (NAIST/JST-CREST), Tomohiro SHIBATA (ATR-CNS, CNB/NAIST/JST-CREST), Naokazu GODA (National Inst. for Physiological Sciences), Kenji DOYA (ATR-CNS, CNB/NAIST/JST-CREST), Mitsuo KAWATO (ATR-CNS/NAIST)		査読あり
2004 情-発	098	国内研究会	IP3-dependent Ca <sup>2+</sup> threshold dynamics detect spike-timing for synaptic plasticity in cerebellar purkinje cells	理研 BSI セミナー	Tomokazu DOI (NAIST/ATR-CNS, CNB), Shinya KURODA (Univ. of Tokyo), Takayuki MICHIKAWA (Univ. of Tokyo), Mitsuo KAWATO (NAIST/ATR-CNS)	2004.11.5	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	100	学術論文	Optimal control of redundant muscles in step-tracking wrist movements	Journal of Neurophysiology	Masahiko HARUNO (ATR-CNS, DCN/Univ. College London), Daniel WOLPERT (Univ. College London)		査読あり
2004 情-発	101	国際大会	Motor resonance : A neurophysiologically plausible framework combining execution and perception of action	Neural Information Processing System Workshop: The brain mechanisms of imitation learning / Proceedings	Thierry CHAMINADE	2004.12.17	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	104	国際大会	Motor resonance : A neurophysiologically plausible framework combining execution and perception of action	3rd International Symposium on Imitation in Animals and Artifacts	Thierry CHAMINADE	2005.4.12~ 2005.4.14	査読あり
2004 情-発	106	学術論文	A model of the coupling between grip aperture and hand transport during human prehension	Experimental Brain Research (Research Note)	Yaoping HU (London Health Science Center), Rieko OSU, Masato OKADA (RIKEN), Melvyn GOODALE(Univ. Western Ontario), Mitsuo KAWATO (ATR-CNS)		査読あり
2004 情-発	108	国内研究会	ブレインロボットインターフェイス	JST 異分野研究者交流領域探索研究会「制御生物学の可能性を探る」	川人 光男 (ATR-CNS)	2004.11.29	査読なし 掲載・発表済



2004 情-発	109	国内研究会	Decoding the perceptual and subjective contents of the human brain	生理学研究所研究会「神経科学の道具としての機能的 MRI 研究会」/Abstract	Yukiyasu KAMITANI	2004.11.25～ 2004.11.26	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	111	学術論文	Attentional shifts towards an expected visual target alter the level of alpha-band oscillatory activity in the human calcarine cortex.	Cognitive Brain Research	Noriko YAMAGISHI, Naokazu GODA, Daniel E. CALLAN (ATR-HIS), Stephen J. ANDERSON (Aston Univ.), Mitsuo KAWATO		査読あり
2004 情-発	112	国際大会	Visually-guided actions are dependent on luminance signals	9th AVA Xmas Meeting (Abstract will be published in the Journal Perception)	Hiroshi ASHIDA (Kyoto Univ.), Noriko YAMAGISHI, Stephan J. ANDERSON (Aston Univ.)	2004.12.16	査読あり
2004 情-発	113	本・雑誌	脳・ロボットと光	スタンレー電気技術展記念講演	川人 光男	2004.12.6	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	116	国内大会	統計的基準による MEG 順モデル選択	第 5 回 脳磁場ニューロイメージング大会 / 抄録集	吉岡 琢, 佐藤 雅昭 (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), 梶原 茂樹 (島津製作所), 外山 敬介 (島津製作所)	2004.12.13～ 2004.12.14	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	117	国内研究会	神経科学の立場から計算論的神経科学とリハビリテーション	第 13 回高度先進リハビリテーション医学研究会	大須 理英子	2005.2.26	査読なし
2004 情-発	118	本・雑誌	脳とロボットを計算論的神経科学で繋ぐ: プレイン・ロボット・インターフェース	学術月報	川人 光男		査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	121	国内大会	将来の報酬予測と他者の状態推定	第 7 回情報学シンポジウム/発表論文集	銅谷 賢治 (ATR-CNS, CNB/JST-OIST)	2004.12.2	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	125	国内研究会	Effects of awareness on sensory-motor learning	脳と心のメカニズム 第 5 回冬のワークショップ	Hiroshi IMAMIZU, Koichi SUGIYAMA (Nagaoka Univ. Tech.), Kiyoka TSUTSUI (Nagaoka Univ. Tech.), Rieko OSU, Mitsuo KAWATO	2005.1.11～ 2005.1.13	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	126	国内研究会	fMRI によるインタラクション学習時の行動パターンに応じた脳活動差	脳と心のメカニズム 第 5 回冬のワークショップ	春野 雅彦, 川人 光男	2005.1.11～ 2005.1.13	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	127	国内研究会	Evaluating frequency-wise directed connectivity of bold signals	脳と心のメカニズム 第 5 回冬のワークショップ	Okito YAMASHITA, Norihiro SADATO (National Institute for Physiological Sciences), Tohru OZAKI (Institute of Statistical Mathematics)	2005.1.11～ 2005.1.13	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	128	国際大会	Task specific disruption of perceptual learning	Vision Science Society 2005 Annual Meeting/Abstract	Noriko YAMAGISHI, Aaron SEITZ (Harvard Medical School), Birgit WERNER (Boston Univ.), Mitsuo KAWATO, Takeo WATANABE (Boston Univ.)	2005.5.6～ 2005.5.11	査読あり
2004 情-発	130	講演	報酬に基づく行動学習とコミュニケーションの脳内メカニズム	JST 異分野交流フォーラム「生物の学習と機械の学習から一般的知能の概念にせまる」/抄録集	春野 雅彦	2005.2.2～ 2005.2.5	査読なし 掲載・発表済

2004 情-発	131	学術論文	Evaluating frequency-wise directed connectivity of BOLD signals applying relative power contribution with the linear multivariate time series models	Neuroimage	Okito YAMASHITA (Inst. of Statistical Mathematics/ATR-CNS, CNB), Norihiro SADATO (National Inst. for Physiological Sciences), Tomohisa OKADA (Inst. of Biomedical Research and Innovation), Tohru OZAKI (Inst. of Statistical Mathematics)		査読あり 掲載・発表済
2004 情-発	132	本・雑誌	脳と人間型ロボットを創る事により脳を知る	「脳・身体性・ロボット・知性の創発」第4章 日経サイエンス社	川人 光男		査読あり
2004 情-発	133	学術論文	Decoding the visual and subjective contents of the human brain	Nature Neuroscience	Yasuyuki KAMITANI, Frank TONG (Vanderbilt Univ.)		査読あり
2004 情-発	134	学術論文	Central representation of object dynamics during performance of motor tasks	Journal of Neurophysiology	Theodore E. MILNER (ATR-CNS, DCN/Simon Fraser Univ.), David W. FRANKLIN, Hiroshi IMAMIZU, Mitsuo KAWATO		査読あり
2004 情-発	135	学術論文	Computational principles for a universal framework of motor learning	Nature	David W. FRANKLIN (ATR-CNS, DCN/Simon Fraser Univ.), Etienne BURDET (National Univ. Singapore), Keng Peng TEE (National Univ. Singapore), Rieko OSU, C. M. CHEW (National Univ. Singapore), Theodore E. MILNER (Simon Fraser Univ.), Mitsuo KAWATO		査読あり
2004 情-発	136	学術論文	到達運動において目標軌道は存在するか？	電子情報通信学会論文誌 D-II	森重 健一 (九州工業大学), 上村 直樹 (長岡技術科学大学), 岩崎 裕志 (長岡技術科学大学), 宮本 弘之 (九州工業大学), 和田 安弘 (長岡技術科学大学), 大須 理英子, 川人 光男		査読あり
2004 情-発	137	学術論文	Impedance control and internal model formation during the initial stage of adaptation to novel dynamics	Journal of Physiology	Theodore E. MILNER (ATR-CNS, DCN/Simon Fraser Univ.), David W. FRANKLIN (ATR-CNS, DCN/Simon Fraser Univ.)		査読あり
2004 情-発	138	学術論文	3次元ヒト腕運動における手先軌道・腕姿勢の予測規範の検討	計測自動制御学会論文集	和田 安弘 (長岡技術科学大学), 露木 公孝 (長岡技術科学大学), 曾我 洋輔 (長岡技術科学大学), 山中 和博 (長岡技術科学大学), 川人 光男		査読あり
2004 情-発	140	国内大会	Contribution of internal models to modular learning and coordination of movements: fMRI studies	第 82 回日本生理学会大会シンポジウム「運動制御・学習:機能イメージングによるアプローチ」	Hiroshi IMAMIZU	2005.5.18~ 2005.5.20	査読なし

2004 情-発	142	国内大会	Individual difference of fMRI activity during human learning of a communication game	第 28 回日本神経科学大会	Masahiko HARUNO, Mitsuo KAWATO	2005.7.26~ 2005.7.28	査読なし
2004 情-発	145	講演	ブレイン・ネットワーク・インターフェースと脳科学	NHK 技術研究所フロンティア研究講演会	川人 光男	2005.3.2	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	147	学術論文	Spatio-temporal integration of motion information along partly occluded contours	Journal of the Optical Society of America A	Shigeaki NISHINA, Masato OKADA (Univ. Tokyo), Mitsuo KAWATO		査読あり
2004 情-発	148	学術論文	A model of smooth pursuit in primates based on learning the target dynamics	Neural Networks	Tomohiro SHIBATA (JST-CREST, ATR-CNS, CNB/NAIST), Hiromitsu TABATA (Kyoto Univ.), Stefan SCHAAL (Univ. Southern California/ATR-CNS), Mitsuo KAWATO		査読あり
2004 情-発	149	国際大会	Decoding motion direction from activity in human visual cortex	Vision Sciences Society 5th Annual meeting	Yukiyasu KAMITANI, Frank TONG (Vanderbilt Univ, Psychology)	2005.5.6~ 2005.5.11	査読あり
2004 情-発	150	講演	Toward computational manipulation of brain: Brain network interface	International Symposium on the Art of Statistical Metawara	Mitsuo KAWATO	2005.3.14~ 2005.3.16	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	151	その他	沖縄計算神経科学コースに参加して	神経回路学会誌	神谷 之康		査読なし
2004 情-発	152	国内研究会	手指筋出力と運動野活動との関係~NIRS とfMRI による比較~	電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会/電子情報通信学会技術研究報告	南部 功夫 (NAIST/ATR-CNS, DCN), 大須理英子, 内藤 栄一 (京都大学/ATR-CNS, DCN), 川人 光男	2005.3.28~ 2005.3.30	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	153	国内研究会	眼球と大脳皮質の同時電流源推定による MEG 眼球アーチファクト除去	電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会/電子情報通信学会技術研究報告	藤原 祐介 (NAIST/ATR-CNS, CNB/JST-CREST), 佐藤 雅昭 (ATR-CNS, CNB/JST-CREST), 山下 宙人, 吉岡 琢, 川脇 大 (NAIST/ATR-CNS, CNB/JST-CREST), 柴田 智弘 (NAIST/ATR-CNS, CNB/JST-CREST), 銅谷 賢治 (NAIST/ATR-CNS, CNB/JST-CREST/JST-OIST), 外山 敬介 (島津製作所), 川人 光男 (NAIST/ATR-CNS)	2005.3.28~ 2005.3.30	査読なし 掲載・発表済
2004 情-発	154	国内大会	Interference between humans and humanoid robot effect of biological and artificial motion	International Conference on Development and Learning	Thierry CHAMINADE, David W.FRANKLIN, Erhan OZTOP (JST-ICORP/ATR-CNS, DCN), Gordon CHENG (JST-ICORP/ATR-CNS, HRCN)	2005.7.19~ 2005.7.25	査読あり
2004 情-発	156	学術論文	Inositol 1,4,5-trisphosphate-dependent Ca <sup>2+</sup> threshold dynamics detect spike timing in cerebellar Purkinje cells	Journal of Neuroscience	Tomokazu DOI (NAIST/ATR-CNS, CNB), Shinya KURODA (Univ. of Tokyo/JST), Takayuki MICHIKAWA (Univ. of Tokyo), Mitsuo KAWATO (NAIST/ATR-CNS)		査読あり 掲載・発表済

2004 情-発	157	国内大会	Encoding action-specific reward value in the striatum	第 28 回 日本神経科学大会	鮫島 和行 (ATR-CNS, CNB), 上田 康雅 (京都府立医科大学), 銅谷 賢治 (ATR-CNS, CNB/JST-OIST/JST-CREST), 木村 實 (京都府立医科大学)	2005.7.26~ 2005.7.28	査読なし
2004 情-発	158	学術論文	Task specific disruption of perceptual learning	Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA	Aaron SEITZ (ATR-CNS, DCN/Boston Univ./Harvard Medical School), Noriko YAMAGISHI, Birgit WERNER (ATR-CNS, DCN/Boston Univ.), Naokazu GODA, Mitsuo KAWATO, Takeo WATANABE (ATR-CNS, DCN/Boston Univ.)		査読あり
2004 ネ-発	001	その他	Analyzing Parameter Sensitivity and Classifier representation for Real-valued XCS	ATR Technical Report	Atsushi WADA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Keiki TAKADAMA (ATR-NIS/Tokyo Inst. Tech.), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.)		査読なし
2004 ネ-発	002	その他	Convergence and Generalization in Learning Classifier Systems: ZCS with Residual Gradient Algorithms	ATR Technical Report	Atsushi WADA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Keiki TAKADAMA (ATR-NIS/Tokyo Inst. Tech.), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.)		査読なし
2004 ネ-発	003	学術論文	Proposal of Dynamically Separating Learning Algorithm (DS-LA) : Optimization of Collective Performance in Networked Computers	J. Three Dimensional Images	Koichi NAKAYAMA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Hirokazu MATUI (Mie Univ.), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.)		査読あり 掲載・発表済
2004 ネ-発	005	国際大会	The Development of Virtual 3D Acoustic Environment for Training 'Perception of Crossability'	9th Int. Conf. Computers Helping People with Special Needs (ICHP2004)	Takayuki SHIOSE (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Kiyohide ITO (Future Univ. Hakodate), Kazuhiko MAMADA (Univ. Tsukuba Index)	2004.7.7~ 2004.7.9	査読あり 掲載・発表済
2004 ネ-発	007	レビュー等	Chemical Genetic Programming- Evolution of amino Acid Rewriting Rules Used for Genotype-Phenotype Translation	Proc. AFIS Symposium 2003	Wojciech PIASECZNY, Hideaki SUZUKI, Hidefumi SAWAI (CRL)	2004.4.15~ 2004.4.16	査読なし 掲載・発表済
2004 ネ-発	008	国内研究会	人工化学反応系モデルを用いた自己維持的計算システムの構築の研究	Proc. AFIS Symposium 2003	小野 直亮	2004.4.15~ 2004.4.16	査読なし 掲載・発表済
2004 ネ-発	009	学術論文	ヒトとロボットとの社会的相互行為の組織化 - 随伴性による発話連鎖 -	情報処理学会論文誌	藤井 洋之, 岡田 美智男		査読あり 掲載・発表済

2004 年-発	012	国内 研究会	キナーゼコンピューティングの理論からナノバイオ インフォマティクスへの展開 I: クロストーク・メカ ニズムの探索	情報処理学会研究報告「数理モデル化と 問題解決研究会」	Jian-Qin LIU, 下原 勝憲	2004.5.7~ 2004.5.7	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	013	国際 大会	Learning Mechanisms applied to Agents in Cross-Cultural Simulation : Analysis from the view-point of Small World Network	3rd Int. Workshop on Agent-based Approaches in Economic and Social Complex Systems (AESCS'04)	Yutaka L. SUEMATSU (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Keiki TAKADAMA (ATR-NIS/Tokyo Inst. Tech.), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.), Kiyoshi ARAI (Chiba Inst. Tech.)	2004.5.27~ 2004.5.29	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	015	国際 大会	Implications of Incorporating Learning Probabilistic Context-sensitive Grammar in Genetic Programming on Evolvability of Adaptive locomotion Gaits of Snakbot	Genetic and Evolutionary Computation Conf. (GECCO-2004) Workshop on Evolvability in Evolutionary Computation (EEC)	Ivan TANEV	2004.6.27~ 2004.6.30	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	017	国内 大会	マルチエージェントシステムにおける知識の均質 性と取得できる情報の関係	第3 回情報科学技術フォーラム (FIT2004) 一般講演論文集	井上 寛康 (ATR-NIS/京都大学), 高玉 圭 樹 (ATR-NIS/東京工業大学), 下原 勝憲 (ATR-NIS/京都大学), 片井 修 (京都大学)	2004.9.7~ 2004.9.9	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	018	国内 大会	Pho 族 GTP アーゼ・インタラクティブ・ネットワー クの再構築: 核受容体とのクロストークの調整メ カニズム	第3 回情報科学技術フォーラム (FIT2004) 一般講演論文集	Jian-Qin LIU, 下原 勝憲	2004.9.7~ 2004.9.9	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	019	国際 大会	A Novel Programmable Molecular Computing Method based on Signaling Pathways Regulated by Pho-GTPases in Living MDCK Epithelial Mammalian Cells	8th Int. Conf. on Parallel Problem Solving from Nature (PPSN VIII)	Jian-Qin LIU, Katsunori SHIMOHARA	2004.9.18~ 2004.9.22	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	020	本・雑誌	Analyzing BARNGA Gaming Simulation through Modeling and Agent-Based Model	Post-Proc. 34th Annual Conf. of Int. Simulation and Gaming Association (ISAGA)	Yutaka L. SUEMATSU (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Keiki TAKADAMA (ATR-NIS/Tokyo Inst. Tech.), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.), Kiyoshi ARAI (Chiba Inst. Tech.)		査読あり
2004 年-発	021	レター等	Bounded Rational Online Bin Packing Solution Using Garbage Can Model	The Society of Instrument and Control Engineers	Qiang WEI (Kyoto Univ.), Tetsuo SAWARAGI (Kyoto Univ.), Yajie TIAN		査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	023	国際 大会	Estimating Speaking Rate in Spontaneous Speech from Z-scores of Pattern Durations	Proc. Int. Conf. on Spoken Language Processing (ICSLP 2004)	Kazuyuki ASHIMURA (NAIST), Hideki KASHIOKA (ATR-SLT/NAIST), Nick CAMPBELL (ATR-NIS/NAIST)	2004.10.4~ 2004.10.8	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	024	学術論文	Evolution, Generality and Robustness of Emerged Social Behavior in Continuous Predators-prey pursuit Problem	J. Genetic Programming and Evolvable Machines	Ivan TANEV, Michael BRZOZOWSKI (ATR-NIS/Stanford Univ.), Katsunori SHIMOHARA		査読あり
2004 年-発	025	国際 大会	Extra-Semantic Protocols; Input Requirements for the Synthesis of Dialogue Speech	Tutorial and Research Workshop, Affective Dialogue Systems (ADS2004)	Nick CAMPBELL	2004.6.14~ 2004.6.16	査読あり 掲載・発表済

2004 年-発	026	国内大会	核受容体との相互作用したキナーゼ・インタラク ーム・ネットワークング	Chem-Bio Informatics Society 情報計 算化学生物学会 2004 年大会	Jian-Qin LIU, 下原 勝憲	2004.7.28～ 2004.7.30	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	027	国内研究会	進化システムとネットワークダイナミクス	国際高等研究所「ダイナミクスからみ た生命的システムの進化と意義—構造と 機能の固定化と変容に関する数理的観 点—」研究会	下原 勝憲	2004.5.18～ 2004.5.19	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	028	講演	Kinase Computing : Exploring computational Mechanism by Signaling Pathways in Cells	Kyoto Univ. Bio-Industrial Technology Forum	Jian-Qin LIU, Katsunori SHIMOHARA	2004.6.7～ 2004.6.7	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	029	国内研究会	Language and Speech-What's the Difference?	The Japan Association for Language Education and Technology (LET)	Nick CAMPBELL	2004.5.22～ 2004.5.22	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	031	講演	生き細胞を学ぶ計算論の新展開	奈良先端科学技術大学院大学情報科学 研究科 情報システム学専攻 言語設計 学講座, (Watanabe Lab. Informal talk )	Jian-Qin LIU, 下原 勝憲	2004.5.19～ 2004.5.19	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	032	国内大会	マルチエージェント設計論への接近: 多様性の 立場から	人工知能学会 第 5 回 AI 若手の集い発 表募集 MYCOM2004 オンラインプロシ ーディングス	井上 寛康 (ATR-NIS/京都大学), 田 雅杰, 高玉 圭樹 (ATR-NIS/東京工業大学), 下原 勝憲 (ATR-NIS/京都大学), 片井 修 (京都 大学)	2004.6.24～ 2004.6.25	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	033	国内大会	Heterogeneous Economic Networks	9th Workshop on Economics and Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA2004)	Wataru SOUMA, Yoshi FUJIWARA, Hideaki AOYAMA (Kyoto Univ.)	2004.5.27～ 2004.5.29	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	034	国内大会	Scaling Lows of Income and Firm-Size Under Economic Changes	9th Workshop on Economics and Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA2004)	Hideaki AOYAMA (Kyoto Univ.), Yoshi FUJIWARA, Wataru SOUMA	2004.5.27～ 2004.5.29	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	035	国内大会	Two Factor Model of Income Distribution Dynamics	9th Workshop on Economics and Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA2004)	Makoto NIREI (SFI), Wataru SOUMA	2004.5.27～ 2004.5.29	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	036	講演	社会的なロボット研究の目指すもの - ひとりでは 何もできないロボットの視点から探る -	発明協会総会記念講演	岡田 美智男	2004.6.4～ 2004.6.4	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	037	講演	人間と親和性を深めるロボットの身体	京都造形芸術大学内授業「人は自らの 身体をいかによう容体化してきたか」	岡田 美智男	2004.6.29～ 2004.6.29	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	038	講演	デザインからみたロボット研究	京都造形芸術大学内授業「共に暮らせ るロボットを考える」における特別講義	岡田 美智男	2004.7.5～ 2004.7.5	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	039	本・雑誌	生命との交流から学ぶ	こどもを知る 教育心理学 第 3 章 1 節	藤崎 亜由子		査読なし 掲載・発表済

2004 年-発	040	国際大会	Pareto and Gibrat Laws of Personal and Firms Incomes	9th Workshop on Economics and Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA2004)	Yoshi FUJIWARA	2004.5.27～ 2004.5.29	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	041	国際大会	Artificial Brain and Psychodynamic Mechanisms	Proc. 2004 Sino-Japan Symposium on KANSEI & Artificial Life	Andrzej BULLER	2004.7.1～ 2004.7.4	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	042	国際大会	Evolutionary Systems as Artificial Life-Oriented Technologies	Proc. 2004 Sino-Japan Symposium on KANSAI & Artificial Life	Katsunori SHIMOHARA	2004.7.1～ 2004.7.4	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	043	講演	On Scalable Bimolecular Computers Based on Crosstalked Phosphorylation and Dephosphorylation Pathways Regulated by Rho Family GTPases of Cells	Proc. 2004 Int. Conf. MEMS, NANO and Smart Systems (ICMENS 2004)	Jian-Qin LIU, Katsunori SHIMOHARA	2004.8.25～ 2004.8.27	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	044	国際大会	Evolutionary Algorithms for Intelligent Software Design	Proc. 2004 Sino-Japan Symposium on KANSEI & Artificial Life	Ivan TANEV	2004.7.1～ 2004.7.4	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	045	展示会	ヒトとロボット:コミュニケーションの成立基盤の解明	NICT 第 1 回研究発表会	岡田 美智男	2004.6.3～ 2004.6.4	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	046	講演	人間情報コミュニケーションの研究開発	NICT 第 1 回研究発表会予稿集 席上発表編	下原 勝憲	2004.6.3～ 2004.6.3	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	048	本・雑誌	コーバースペース音声合成技術の動向[V-Finish], - 大規模音声コーパスによる音声合成 -	電子情報通信学会誌	Nick CAMPBELL		査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	049	国内大会	2 成分確率過程としての個人所得モデル	日本物理学会 2004 年 秋季大会講演概要集	相馬 亘, 楡井 誠 (SFI)	2004.9.12～ 2004.9.15	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	050	国内大会	非平衡経済系としてのべき則・Gibrat 則・詳細釣り合いの破れ	日本物理学会 2004 年 秋季大会講演概要集	藤原 義久, 青山 秀明 (京都大学), 相馬 亘	2004.9.12～ 2004.9.15	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	052	国際大会	Is Gradient Descent Method Effective for XCS? Analysis of Reinforcement Process in XCSG	7th Int. Workshop on Learning Classifier Systems (IWLCS-2004) GECCO 2004	Atsushi WADA, Keiki TAKADAMA, Katsunori SHIMOHARA, Osamu KATAI (Kyoto Univ.)	2004.6.26～ 2004.6.26	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	053	国内大会	ロボットは相互作用を"発見"できるか、- センサ進化を用いた環境からの情報の獲得と利用 -	MYCOM 2004 オンラインプロシーディングス	杉浦 孔明 (ATR-NIS/京都大学), 塩瀬 隆之 (京都大学), 下原 勝憲, 片井 修 (京都大学)	2004.6.24～ 2004.6.25	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	054	国内大会	スモールワールド・ネットワークに基づく人工化学システムの提案	人工知能学会全国大会 (第 18 回) AI2004	鈴木 秀明	2004.5.31～ 2004.6.4	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	055	国内研究会	社会的行為の獲得におけるインタラクションの構造化	Meeting for Youth COMmunity 2004 (MYCOM 2004)	嶋本 正範 (ATR-NIS/京都大学), 塩瀬 隆之 (ATR-NIS/京都大学), 岡田 美智男 (ATR-NIS/京都大学), 下原 勝憲 (ATR-NIS/京都大学), 片井 修 (京都大学)	2004.6.24～ 2004.6.25	査読あり 掲載・発表済

2004 年-発	056	国内大会	ヒトとロボットの社会的相互行為 - ロボットの志向の組織化 -	ヒューマンインタフェースシンポジウム 2004 (HIS2004)	藤井 洋之, 岡田 美智男	2004.10.6~ 2004.10.8	査読あり 発表済
2004 年-発	058	国内大会	人工化学反応系による細胞集団構造形成のシミュレーション	日本数理生物学会 ニュースレター	小野 直亮	2004.9.22~ 2004.9.25	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	059	国内大会	意味の真空嫌悪に基づくヒトとロボットのミニマルなコミュニケーションモデル	ヒューマンインタフェースシンポジウム 2004 (HIS2004)	松本 信義, 藤井 洋之, 岡田 美智男	2004.10.6~ 2004.10.8	査読あり 発表済
2004 年-発	060	国際研究会	ZCS with Convergence and Generalization	Abstract. PPSN VIII Workshop, Workshop on Foundations of Learning Classifier Systems (FoLCS),	Atsushi WADA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Keiki TAKADAMA (ATR-NIS/Tokyo Inst. Tech.), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.)	2004.9.18~ 2004.9.22	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	061	講演	複雑系ネットワークと確率過程	「経営リスク評価の新しいフレームワーク探索」セミナー	相馬 亘	2004.6.23~ 2004.6.24	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	062	国内大会	エージェント指向分散コンピューティングの提案と DS-GA によるロードバランシングの最適化	情報処理学会「数理モデル化と問題解決シンポジウム」論文集,	中山 功一 (ATR-NIS/Kyoto Univ.), 松井 博和 (三重大学), 下原 勝憲, 片井 修 (京都大学)	2004.10.26~ 2004.10.27	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	063	講演	コンピュータ音声合成、自分でもできる!	第 72 回 Super Science Seminar (S-cube)	Nick CAMPBELL	2004.6.23~ 2004.6.23	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	064	学術論文	実数値学習分類子システムの分析: XCS における実数値分類子表現および表現に固有なパラメータの検証	人工知能学会論文誌	和田 充史 (ATR-NIS/京都大学), 高玉 圭樹 (ATR-NIS/東京工業大学), 片井 修 (京都大学)		査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	065	講演	企業の成長と破綻	日立中央研究所セミナー	藤原 義久	2004.6.23~ 2004.6.24	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	066	国内大会	人工化学反応系を用いた原始的な細胞群体のモデル	日本進化学会 第 6 回大会 講演要旨集	小野 直亮	2004.8.4~ 2004.8.7	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	068	国内大会	企業サイズの非対称スケールリング則について	日本物理学会 2004 年 秋季大会講演概要集	青山 秀明 (京都大学), 藤原 義久, 相馬 亘	2004.9.12~ 2004.9.15	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	069	国際大会	Modeling and Performance Evaluation of the Intergrated Ad Hoc and Cellular Network Systems	2004 Int. Symposium on Informaion Theory and its Applications (ISITA2004)	Sachiko YAMANAKA , Katsunori SHIMOHARA	2004.10.10~ 2004.10.13	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	071	国際大会	Shareholding Networks in Japan	Abstract Science of Complex Networks: from Biology to the Internet WWW (CNET2004)	Wataru SOUMA, Yoshi FUJIWARA, Hideaki AOYAMA (Kyoto Univ.)	2004.8.29~ 2004.9.2	査読なし 掲載・発表済



2004 年-発	073	講演	マルチエージェントの基礎と応用の最前線	計測自動制御学会 四国支部講演会	Yajie TIAN	2004.7.9～ 2004.7.9	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	075	国際 大会	Tensions and Conflicts: Toward a Pleasure-Seeking Artifact	5th IFAC/EURON Symposium on Intelligent Autonomous Vehicles 2004	Juan LIU, Andrzej BULLER	2004.7.5～ 2004.7.7	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	076	本・雑誌	経済における確率的モデルへの招待	臨時別冊 数理科学 SGC ライブラリ 34 サイエンス社	青山 秀明 (京都大学), 藤原 義久		査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	077	国内 大会	子どもとロボットのファーストコンタクト -公共施設 でのフィールド観察から-	ヒューマンインタフェースシンポジウム 2004 (HIS2004)	後安 美紀, 藤井 洋之, 岡田 美智男	2004.10.6～ 2004.10.8	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	078	国際 大会	Steering the Mutation Operations in Genetic Programming through Learning Probabilistic Context Sensitive Grammar	4th Joint Symposium between Chonnam National University and Doshisya University (Chonnam Inter-Seminar)	Ivan TANEV	2004.7.30～ 2004.7.30	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	079	国際 大会	Multi-Agent Oriented Distributed Computing Optimized by DS-GA	Joint 2nd Int. Conf. on Soft Computing and Intelligent Systems and 5th Int. Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS & ISIS 2004)	Koichi NAKAYAMA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Hirokazu MATSUI (Mie Univ.), Katsunori SHIMOHARA, Osamu KATAI (Kyoto Univ.)	2004.9.21～ 2004.9.24	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	080	学術論文	幼児は動物の「心」をどう理解するか:ウサギ・カ メ・キンギョの比較から	ヒトと動物の関係学会誌	藤崎 亜由子		査読あり
2004 年-発	081	国際 大会	DCS: LEARNING CLASSIFIER SYSTEM WITH CONVERGENCE AND ACCURACY	5th Int. Conf. on Simulated Evolution And Learning (SEAL'04)	Atsushi WADA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Keiki TAKADAMA (ATR-NIS/Tokyo Inst. Tech.), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.)	2004.10.26～ 2004.10.29	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	082	国際 大会	Effects of Heterogeneity in a Fish Model on Avoiding Obstacles	Joint 2nd Int. Conf. on Soft Computing and Intelligent Systems and 5th Int. Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS & ISIS 2004)	Hiroyasu INOUE (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Yajie TIAN, Keiki TAKADAMA (ATR-NIS/Tokyo Inst. Tech.), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.)	2004.9.21～ 2004.9.24	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	085	国内 大会	TZBM アプローチを用いた作業の平準化モデル	第3回情報科学技術フォーラム (FIT2004) 一般講演論文	田 雅杰, 劉 遠 (京都大学), 下原 勝憲, 榎 木 哲夫 (京都大学)	2004.9.7～ 2004.9.9	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	086	その他	Is Gradient Descent Method Effective for XCS? Analysis of Reinforcement Process in XCSG	ATR Technical Report	Atsushi WADA, Keiki TAKADAMA, Katsunori SHIMOHARA, Osamu KATAI (Kyoto Univ.)		査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	087	国際 研究会	Network Artificial Chemistry -- Molecular Interaction Represented by a Graph	Workshop and Tutorial Proc., 9th Int. Conf. on Simulation and Synthesis of Living Systems (AlifeIX)	Hideaki SUZUKI	2004.9.12～ 2004.9.15	査読あり 掲載・発表済

2004 年-発	088	本・雑誌	A Partitioned Random Network Agent Model for Organizational Sectionalism Studies.	JSAI2003/204 Post-Proceedings TO: Springer Lecture Note of Artificial Intelligence	Kikuo YUTA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Yoshi FUJIWARA, Wataru SOUMA, Keiki TAKADAMA, Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.)		査読あり
2004 年-発	090	国際大会	Pulsed Para-Neural Networks (PPNN) based on MEXOR Logic	Proc. 11th Int. Conf. on Neural Information Processing (ICONIP2004)	Andrzej BULLER, Ismail AHSON (Jamia Millia Univ.), Muzaffar AZIM (Jamia Millia Univ.)	2004.11.22～ 2004.11.25	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	096	国内大会	関係性をデザインする ～モノ・コト・情報の相互作用の理解に向けて～	同志社ハリスフォーラム 2004	下原 勝憲 (ATR-NIS/同志社大学)	2004.9.28～ 2004.9.28	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	100	学術論文	On Scalable Bimolecular Computers Based on Crosstalked Phosphorylation and Dephosphorylation Pathways Regulated by Rho Family GTPases of Cells	IEEE Transactions on Nanotechnology	Jian-Qin LIU, Katsunori SHIMOHARA		査読あり
2004 年-発	101	その他	ヒューマンインタフェース分野にとっての質的研究の意義 - その期待と疑問、そして展望 -	ヒューマンインタフェース学会論文誌 特集論文 「学習の場づくり」	塩瀬 隆之 (ATR-NIS/京都大学), 加藤 浩 (メディア教育開発センター), 片井 修 (京都大学)		査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	102	国内大会	動物のコミュニケーションに対する幼児の理解	日本心理学会 第 68 回大会発表論文集	藤崎 亜由子	2004.9.12～ 2004.9.14	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	103	国内大会	3次元格子人口化学反応系による原始細胞のモデル化	日本物理、日本生物物理学会 第 42 回年会講演予稿集	小野 直亮	2004.12.13～ 2004.12.15	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	104	国際大会	Proposal of Serially and Dynamically Separating Genetic Algorithm and its Application to Optimization of Robot Control Systems	Proc. Int. Symposium on Artificial Life and Robotics	Koichi NAKAYAMA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Hirokazu MATSUI (Mie Univ.), Katsunori SHIMOHARA, Osamu KATAI (Kyoto Univ.)	2005.2.4～ 2005.2.6	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	105	国内大会	動物への言葉かけにみる共感性の深化	日本教育心理学会 第 46 回総会発表論文集	藤崎 亜由子	2004.10.9～ 2004.10.11	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	107	講演	デザインから見たロボット研究	京都造形芸術大学内授業 キャリアデザイン III における特別講義	岡田 美智男	2004.9.27～ 2004.9.27	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	108	国際大会	Special Representation for Artificial Chemistry Based on Small-World Networks	Proc. 9th Int. Conf. on the Simulation and Synthesis of Living Systems (Alife 9)	Hideaki SUZUKI	2004.9.12～ 2004.9.15	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	111	ATR 主催	How Far can nonverbal Information Help Us Follow a Conversation? Preliminary Experiments with Speech-style and Gesture Tracking	ATR Symposium on the Cross-Modal Processing of Faces and Voices	Nick CAMPBELL	2005.1.17～ 2005.1.19	査読なし 発表済

2004 年-発	112	国際大会	Evolutionary Systems as Artificial Life-Oriented Technologies	Proc. 2004 Int. Workshop on Nature Inspired Computation and Applications (IWNICA '2004),	Katsunori SHIMOHARA	2004.10.25~ 2004.10.29	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	113	学術論文	Evolution of Sidewinding Locomotion of Simulated Limbless, Wheelless Robots	Int. J. Artificial Life and Robotics	Ivan TANEV (ATR-NIS/Doshisya Univ.), Thomas RAY (Univ. Oklahoma)		査読あり
2004 年-発	114	学術論文	Implications of the Ability to Learn Simple Actions on the Efficiency of Evolution of Social Behavior of Agents	Int. J. Artificial Life and Robotics	Ivan TANEV (ATR-NIS/Doshisya Univ.), Katsunori SHIMOHARA		査読あり
2004 年-発	115	学術論文	Bounded Optimization of Resource Allocation among Multiple Agents Using and Organizational Decision Model	J. Advanced Engineering Informatics	Qiang WEI (Kyoto Univ.), 榎木 哲夫 (京都大学), 田 雅杰		査読あり
2004 年-発	116	国内研究会	ユビキタス社会へ向けたモバイルシステムのモデル化	電子情報通信学会 第2回 QoS ワークショップ予稿集	山中 佐知子, 下原 勝憲	2004.12.6~ 2004.12.6	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	118	国内研究会	コミュニケーションロボットと療育—学びの場デザインへのアプローチ—	発達研究会	宮本 英美, 岡田 美智男	2004.10.22~ 2004.10.22	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	119	展示会	MuuSocia	Kyoto Robot Forum	岡田 美智男	2004.10.27~ 2004.10.27	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	120	学術論文	Two Factor Model of Income Distribution Dynamics	Review of Economics and Statistics	Makoto NIREI (Utah State Univ.), Wataru SOUMA		査読あり
2004 年-発	121	本・雑誌	Heterogeneous Economic Networks	Economics and Heterogeneous Interacting Agents	Wataru SOUMA, Yoshi FUJIWARA, Hideaki AOYAMA (Kyoto Univ.)		査読あり
2004 年-発	122	学術論文	Comparing Learning Classifier System and Reinforcement Learning with Function Approximation	Proc. Inst. Electrical Engineers of Japan C (Electrical・Information・System)	Atsushi WADA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Keiki TAKADAMA (ATR-NIS/Tokyo Inst. Tech.), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.)		査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	123	学術論文	Chemical Genetic Algorithms – A Coevolutionary Method to Optimize Code Translation in GAs	Int. J. Artificial Life and Robotics	Hideaki SUZUKI, Hidefumi SAWAI (CRL)		査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	125	学術論文	From q-cell to Artificial Brain	Int. J. Artificial Life and Robotics	Andrzej BULLER		査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	126	国際大会	On Scalable Bimolecular Computers Based on Crosstalked Phosphorylation and Dephosphorylation Pathways Regulated by Rho Family GTPases of Cells	Proc. 2004 Int. Conf. MEMS, NAN Smart Systems	Jian-Qin LIU, Katsunori SHIMOHARA	2004.8.25~ 2004.8.27	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	127	国内大会	コミュニケーションロボットによる自閉症児療育支援—社会的媒介者としての機能を探る—	日本発達心理学会 第16回大会	宮本 英美, 藤井 洋之, 岡田 美智男	2005.3.27~ 2005.3.29	査読なし 発表済

2004 年-発	129	国内大会	多様性に着目したマルチエージェントの移動におけるデッドロック回避:魚群シミュレータによる検証	合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2004 (JAWS 2004) 講演論文集	井上 寛康, 田 雅杰, 高玉 圭樹, 下原 勝憲, 片井 修 (京都大学)	2004.10.27~ 2004.10.29	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	130	学術論文	マルチエージェントシステムの均質性とエージェントの位置情報の関係	情報処理学会論文誌	井上 寛康 (京都大学/ATR-NIS), 高玉 圭樹 (東京工業大学/ATR-NIS), 下原 勝憲 (京都大学/ATR-NIS), 片井 修 (京都大学)		査読あり
2004 年-発	131	国際大会	Multi-agent Learning Mechanism Based on Diversity of Rules: from the View Point of LCS	Proc. 10th Int. Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB 10th, 2005)	Hiroyasu INOUE, Yutaka I. Leon SUEMATSU, Keiki TAKADAMA, Katsunori SHIMOHARA, Osamu KATAI (Kyoto Univ.)	2005.2.4~ 2005.2.6	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	132	国際研究会	Ownership Networks in Japan	Pre-Nikkei Workshop	Wataru SOUMA, Yoshi FUJIWARA, Hideaki AOYAMA (Kyoto Univ.)	2004.11.8~ 2004.11.8	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	133	国際大会	Growth and Default Process for Small-Business Firms	3rd Nikkei Econophysics Symposium, 第3回 日経エコノフィジックス研究会・シンポジウム	Yoshi FUJIWARA, Hideaki AOYAMA (Kyoto Univ.), Wataru SOUMA	2004.11.9~ 2004.11.11	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	134	国際大会	Application of PCA and Random Matrix Theory to Passive Fund Management	3rd Nikkei Econophysics Symposium, 第3回 日経エコノフィジックス研究会・シンポジウム	Yoshi FUJIWARA, Wataru SOUMA, Hideki MURASATO, Hiwon YOON (CMD Research)	2004.11.9~ 2004.11.11	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	135	国際大会	Change of Ownership Networks in Japan	3rd Nikkei Econophysics Symposium, 第3回 日経エコノフィジックス研究会・シンポジウム	Wataru SOUMA, Yoshi FUJIWARA, Hideaki AOYAMA (Kyoto Univ.)	2004.11.9~ 2004.11.11	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	136	学術論文	Hybrid Evolutionary Algorithm-based Real-world Flexible Job Scheduling Problem: Application Service Provider Approach	J. APPLIED SOFT COMPUTING	Ivan TANEV (ATR-NIS/Doshisya Univ.), Takashi UOZUMI (MIT/Muroran Inst. Tech.), Yoshiharu MOROTOME (SPI Co.Ltd.)		査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	137	講演	プレイグラウンドを科学する	ATR 研究発表会 2004	岡田 美智男	2004.11.4~ 2004.11.5	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	139	国際大会	Dynamic Fuzziness	National Workshop on Softcomputing, Machine Learning and Bioinformatics Applications	Andrzej BULLER	2004.11.17~ 2004.11.19	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	140	国際大会	Modeling Mental Processes	National Workshop on Softcomputing, Machine Learning and Bioinformatics Applications	Andrzej BULLER	2004.11.17~ 2004.11.19	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	141	国際大会	Artificial Agent and Artificial Brain	National Workshop on Softcomputing, Machine Learning and Bioinformatics	Andrzej BULLER	2004.11.17~ 2004.11.19	査読あり 掲載・発表済

2004 年-発	142	国内大会	自律型マルチエージェントシステムの一例: 魚群行動のメカニズム	Proc. 第 17 回計測自動制御学会	田 雅杰, 井上 寛康, 三宮 信夫 (岡山県立大学), 下原 勝憲	2005.1.27~ 2005.1.28	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	143	国際大会	Robot's Behavior Driven by Internal Tensions	Proc. The 10th Int. Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB 10th, 2005)	Junquan Li (USTB), Andrzej BULLER, Juan LIU	2005.2.4~ 2005.2.6	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	144	国際大会	Robotic-Control Blocks (RCB) for Research and Education	Proc. 10th Int. Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB 10th 2005)	Adam STEFANSKI , Andrzej BULLER	2005.2.4~ 2005.2.6	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	145	学術論文	Developments in Corpus-based Speech Synthesis: Approaching Natural Conversational Speech	IEICE TRANSACTIONS	Nick CAMPBELL		査読あり
2004 年-発	146	本・雑誌	Evolution, Robustness and Adaptation of Sidewinding Locomotion of Simulated Snake-like Robot	Evolvable Machines , Theory & Practice	Ivan TANEV (ATR-NIS/Doshisya Univ.), Thomas RAY (ATR-HIS/Univ. Oklahoma), Andrzej BULLER		査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	147	国際大会	Can Robots Get "Membership" Through Social Interaction?	Proc. Artificial Life and Robotics (AROB 10th, 2005)	Hiroyuki FUJII, Michio OKADA	2005.2.5~ 2005.2.6	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	148	国際大会	Minimal Design for Human-agent Communication	Proc. Artificial Life and Robotics (AROB 10th, 2005)	Nobuyoshi MATSUMOTO, Hiroyuki FUJII, Michio OKADA	2005.2.4~ 2005.2.6	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	149	国際大会	Do Complementarities Exist in Agent Interactions?.	Proc. Artificial Life and Robotics (AROB 10th, 2005)	Lee Meigi, Miki GOAN, Michio OKADA	2005.2.4~ 2005.2.6	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	150	国際大会	Child-robot Interaction Mediated by Building Blocks: From Field Observation in a Public Space	Proc. Artificial Life and Robotics (AROB 10th, 2005)	Miki GOAN, Hiroyuki FUJII, Michio OKADA	2005.2.4~ 2005.2.6	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	151	展示会	MuuSocial_	関西文化学術研究都市「都市びらき10周」記念事業_	岡田 美智男	2004.11.16~ 2004.11.18	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	152	国際大会	Incorporating Learning Probabilistic Context-sensitive Grammar in Genetic Programming for Efficient Evolution and Adaptation of Snakebot	EuroGP2005 8th European Conf. on Genetic Programming	Ivan TANEV (Doshisya Univ./ATR-NIS)	2005.3.30~ 2005.4.1	査読あり 発表済
2004 年-発	154	学術論文	マルチエージェントシステムの多様性による停滞回避_	電子情報通信学会 論文誌	井上 寛康 (ATR-NIS/京都大学), 田 雅杰, 高玉 圭樹 (ATR-NIS/東京工業大学), 下原 勝憲, 片井 修 (京都大学)		査読あり
2004 年-発	155	講演	関係をデザインする~人と社会をネットワークでひもとく~	プレ・コミュニケーションデザインフォーラム	下原 勝憲	2004.12.10~ 2004.12.10	査読なし 掲載・発表済

2004 年-発	156	本・雑誌	ZCS and XCS from Aspect of Reinforcement Learning with Function Approximation	Foundations on Learning Classifier Systems	Atsushi WADA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Keiki TAKADAMA (Tokyo Inst. Tech.), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.)		査読あり
2004 年-発	157	国内大会	How Does Social Comparison Affect the Perception of Emotions?	Int. Symposium "New Perspectives in Affective Science" abstract	Norberto Eiji NAWA, Katsunori SHIMOHARA	2005.1.28~ 2005.1.30	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	158	国内大会	酵素重複による代謝ネットワーク形成の数理モデル	日本物理学会 第 60 回年次大会	小野 直亮	2005.3.24~ 2005.3.27	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	159	講演	ロボットとの協調	追手門学院大学 経営特殊講義 19	岡田 美智男	2004.12.8~ 2004.12.8	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	166	講演	ロボットとの協調	追手門学院大学 経営特殊講義 19	岡田 美智男	2004.12.15~ 2004.12.15	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	167	学術論文	A New Algorithm of Bimolecular Computation Based on Rho Family GTPases with a Logarithmic Order of Complexity of GEFs/GAPs	IEEE Transactions on Nanobioscience (T-NB)	Jian-Qin LIU , Katsunori SHIMOHARA		査読あり
2004 年-発	168	学術論文	Modeling of a Hybrid Ad Hoc Cellular Network System	J. Information Science and Engineering (IIS)	Sachiko YAMANAKA, Katsunori SHIMOHARA		査読あり
2004 年-発	169	学術論文	Modeling and Performance Evaluation of the Integrated Systems Using Exponential and 2-Erlang Distributions	Computer Networks	Sachiko YAMANAKA, Katsunori SHIMOHARA		査読あり
2004 年-発	170	学術論文	Performance Evaluation in an Efficient Hybrid Ad Hoc Cellular Network System Being Suitable for Calls Character	Information Sciences	Sachiko YAMANAKA, Katsunori SHIMOHARA		
2004 年-発	171	国際大会	Emergent Intelligent Properties of Evolving and Adapting Snake-like Robot's Locomotion	4th IEEE Int. Workshop on Soft Computing as Transdisciplinary Science and Technology (WSTST'05)	Ivan TANEV (Doshisya Univ./ATR-NIS)	2005.5.25~ 2005.5.27	査読あり
2004 年-発	172	国内大会	アドホック・セルラーハイブリッド型システムにおける中継局エリアの波及効果	電子情報通信学会 2005 年総合大会 講演論文集	山中 佐知子, 下原 勝憲	2005.3.21~ 2005.3.24	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	173	国内大会	ロボットにおける感覚運動統合のためのセンサ形態の自律的獲得	Proc. 計測自動制御学会 システム・情報部門	杉浦 孔明 (ATR-NIS/京都大学), 松原 大輔 (ATR-NIS/京都大学), 塩瀬 隆之 (ATR-NIS/京都大学), 下原 勝憲 (ATR-NIS/京都大学), 片井 修 (京都大学)	2005.1.27~ 2005.1.28	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	174	学術論文	エージェント指向分散コンピューティング (MAO-Grid)の提案と DS-GA による適応	情報処理学会 論文誌	中山 功一 (ATR-NIS/京都大学), 松井 博和 (三重大学), 下原 勝憲 (ATR-NIS/京都大学), 片井 修 (京都大学)		査読あり

2004 年-発	175	学術論文	Computational Studies on the Conditions of the Emergence of Autopoietic Proto-Cell Structures	Biosystems	Naoaki ONO		査読あり
2004 年-発	177	国内大会	ソーシャルネットワーキングサービスのリンク特性とクラスター構造	第3回ネットワーク生態学シンポジウム 予稿集	湯田 聴夫, 小野 直亮, 藤原 義久	2005.3.1～ 2005.3.2	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	178	学術論文	有効性を考慮して知識共有するマルチエージェント学習のためのメカニズム-分類子学習システムからのアプローチ-	人工知能学会誌	井上 寛康 (ATR-NIS/京都大学), 高玉 圭樹 (ATR-NIS/東京工業大学), 下原 勝憲 (ATR-NIS/京都大学), 片井 修 (京都大学)		査読あり
2004 年-発	179	国内大会	行動に基づく情報獲得に向けた携帯と制御系の同時設計	計測自動制御学会 システム部門・情報部門資料	杉浦 孔明 (ATR-NIS/京都大学), 赤羽 真 (京都大学), 塩瀬 隆之 (ATR-NIS/京都大学), 下原 勝憲 (ATR-NIS/京都大学), 片井 修 (京都大学)	2005.3.17～ 2005.3.18	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	181	国際大会	Evolutionary Systems and Emergent Communications	HCI Int. 2005	Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS)	2005.7.22～ 2005.7.27	査読なし
2004 年-発	182	国際大会	On Designing Error-Correctable Codes by Bimolecular Computation	2005 IEEE Int. Symposium on Information Theory (ISIT 05)	Jian-Qin LIU, Katsunori SHIMOHARA	2005.9.4～ 2005.9.9	査読あり
2004 年-発	183	国内大会	セクショナリズムにおけるネットワーク効果のモデル研究	2005 年度 組織学会研究発表大会	湯田 聴夫 (ATR-NIS/京都大学)	2005.6.18～ 2005.6.19	査読あり
2004 年-発	184	本・雑誌	Evaluation Criteria for Learning Mechanism Applied to Agents in Cross-Cultural Simulation	AESCS '04 Postproceedings	Yutaka I. Leon SUEMATSU (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Keiki TAKADAMA (ATR-NIS/TITECH), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.), Kiyoshi ARAI (Chiba Inst. Tech.)		査読あり
2004 年-発	187	国際大会	Learning Mutation Strategies in Genetic Programming for Evolution and Adaptation of Simulated Snakebot	2005 Genetic and Evolutionary Computation Conf. (GECCO-2005)	Ivan TANEV (Doshisya Univ./ATR-NIS)	2005.6.25～ 2005.6.29	査読あり
2004 年-発	190	国内研究会	ネットワーク人工化学系における分子鎖の計算論的折りたたみ	計測自動制御学会 第32回知能システムシンポジウム資料	鈴木 秀明	2005.3.17～ 2005.3.18	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	191	学術論文	魚群行動モデルにおける多様性と停滞回避の関係	システム制御情報学会論文誌	井上 寛康 (ATR-NIS/京都大学), 田 雅杰, 高玉 圭樹 (ATR-NIS/東京工業大学), 下原 勝憲 (ATR-NIS/京都大学), 片井 修 (京都大学)		査読あり

2004 年-発	197	レター等	Gibrat and Pareto-Zipf Revisited with European Firms	Physica A	Yoshi FUJIWARA, Hideaki AOYAMA (Kyoto Univ.), Corrado Di GUILMI (Ancona Univ.), Wataru SOUMA, Mauro GALLEGATI (Ancona Univ.)		査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	198	国内研究会	On Possible Axiomatic Theory for Kinase Computing	数理解析研究所 研究集会「代数系・形式言語と計算論」	Jian-Qin LIU, Katsunori SHIMOHARA	2005.2.21～ 2005.2.23	査読なし 発表済
2004 年-発	199	国内研究会	A Conjecture of Reconstructing GTPase Pathway Networks	数理解析研究所 研究集会「代数系・形式言語と計算論」	Jian-Qin LIU, Katsunori SHIMOHARA	2005.2.21～ 2005.2.23	査読なし [ ] 発表済
2004 年-発	201	国際大会	Cooperation of Multi-agent System and Its Composition	16th IFAC WORLD CONGRESS	Yajie TIAN, Nobuo SANNOMIYA (Okayama Prefectural Univ.), Hiroyasu INOUE (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Katsunori SHIMOHARA	2005.7.4～ 2005.7.8	査読あり
2004 年-発	205	国際大会	How does the Presence of a Social Other Affect the Perception of Emotions? A Preliminary Report	XXVII Annual Meeting of the Cognitive Science Society (Cog Sci2005)	Norberto Eiji NAWA, Katsunori SHIMOHARA	2005.7.21～ 2005.7.23	査読あり
2004 年-発	206	学術論文	マルチエージェント強化学習のための局所的政策共有システム -分類子学習システムからのアプローチ-	システム制御情報学会 論文誌	井上 寛康 (ATR-NIS/京都大学), 下原 勝憲 (ATR-NIS/京都大学), 片井 修 (京都大学)		査読あり
2004 年-発	207	国内大会	他者の存在による意思決定者の感情変化 -後悔に関する一考察-	日本認知科学会第 22 回大会	Norberto Eiji NAWA, 下原 勝憲	2005.7.29～ 2005.7.31	査読あり
2004 年-発	209	国内大会	積載問題における人間・機械インタラクション	計測自動制御学会 第 32 回知能システムシンポジウム資料	田 雅杰, 劉 遠 (京都大学), 榎木 哲夫 (京都大学), 下原 勝憲	2005.3.17～ 2005.3.18	査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	210	国際大会	Modeling Sociable Artificial Creatures: Findings from the Muu Project	Int. Conf. on Perception and Action	Michio OKADA, Miki GOAN	2005.7.5～ 2005.7.10	査読あり
2004 年-発	211	国内大会	車椅子からの移動介助スキルに基づいた個室空間の生態心理学的デザインアプローチ	計測自動制御学会 第 32 回知能システムシンポジウム資料	塩瀬 隆之 (京都大学/ATR-NIS), 日下部 達哉 (京都大学), 宮本 英美, 川上 浩司 (京都大学), 片井 修 (京都大学)	2005.3.17～ 2005.3.18	査読なし
2004 年-発	214	国際大会	Minimal Communication Design of Emnodied Interface	2005 Int. Conf. on Active Media Technology	Nobuyoshi MATSUMOTO, Hiroyuki FUJII, Miki GOAN, Michio OKADA	2005.5.19～ 2005.5.21	査読あり
2004 年-発	215	国内大会	人とロボットの身体配置と姿勢調整による相互行為フレームの形成	日本認知科学会第 22 回大会	李 銘義, 宮本 英美, 岡田 美智男	2005.7.29～ 2005.7.31	査読あり
2004 年-発	216	国内大会	自閉症児のコミュニケーション学習支援: ロボットによる促進行為場デザインの提案	日本認知科学会第 22 回大会	宮本 英美, 李 銘義, 藤井 洋之, 岡田 美智男	2005.7.29～ 2005.7.31	査読あり



2004 年-発	217	本・雑誌	コミュニケーションロボット Muu との遭遇 - 甲良養護学校の子どもの事例 -	発達	宮本 英美, 岡田 美智男, 後藤 真吾 (甲良養護学校)		査読あり
2004 年-発	219	国際大会	Mathematical Folding of a Node Chain in Network Artificial Chemistry	The Sixth Int. Workshop on Information Processing in Cells and Tissues (IPCAT 2005)	Hideaki SUZUKI	2005.8.30~2005.9.1	査読あり
2004 年-発	220	国内大会	ミニマルなコミュニケーションのデザイン	日本認知科学会第 22 回大会	松本 信義, 藤井 洋之, 岡田 美智男	2005.7.29~2005.7.31	査読あり
2004 年-発	221	国内大会	発話時系列データからの時間スケールの推定	日本認知科学会第 22 回大会	後安 美紀, 辻田 勝吉 (京都大学)	2005.7.29~2005.7.31	査読あり
2004 年-発	223	学術論文	ロボットの内と外からみた「こころ」	ヒューマンインタフェース学会論文誌	藤崎 亜由子, 藤井 洋之, 岡田 美智男, 麻生 武 (奈良女子大学)		査読あり 掲載・発表済
2004 年-発	224	学術論文	XML-based Portable Self-Containing Representation of Strongly-typed Genetic Program (in Korean)	J. Korea Information Science Society	Seung-Ik LEE (Yonsei Univ.), Ivan TANEV (ATR-NIS/Doshisha Univ.), Katsunori SHIMOHARA		査読あり
2004 年-発	225	国際大会	Self-development of Motor Abilities Resulting From the Growth of a Neural Network Reinforced by Pleasure and Tensions	5th Int. Conf. on Development and Learning (ICDL-5) - From Interaction to Cognition-	Juan LIU, Andrzej BULLER	2005.7.19~2005.7.21	査読あり
2004 年-発	226	国内大会	再帰定量化分析を用いた発話行為の時間スケールの推定	日本心理学会第 69 回大会	後安 美紀, 辻田 勝吉 (京都大学)	2005.9.10~2005.9.12	査読なし
2004 年-発	228	学術論文	Exploring the Analogy in the Emergent Properties of Locomotion Gaits of Snakebot Adapted to Challenging Terrain and Partial Damage	Proc. the Inst. of Systems, Control and Information Engineers (ISCIE)	Ivan TANEV (Doshisha Univ./ATR-NIS), Thomas Ray (Oklahoma Univ.), Katsunori SHIMOHARA		査読あり
2004 年-発	229	学術論文	要素間相互作用にカオスを含む複雑システムの設計に向けた動的隔離を内包する設計法	システム制御情報学会論文誌	中山 功一, 下原 勝憲, 片井 修 (京都大学)		査読あり
2004 年-発	230	学術論文	Self-development of Motor Abilities Resulting from the Growth of a Neural Network Reinforced by Pleasure and Tensions	Proc. the Inst. of Systems, Control and Information Engineers (ISCIE)	Juan LIU, Andrzej BULLER, Michal JOACHIMCZAK		査読あり
2004 年-発	231	国内大会	Improving the Conflicts on Multiple Goals and Constraints Based TZBM	The Society of Instrument and Control Engineers 2005 (SICE)	Yajie TIAN, Tetsuo SAWARAGI (Kyoto Univ.), Katsunori SHIMOHARA, Ji DONG (TYBB)	2005.8.8~2005.8.10	査読あり

2004 年-発	234	学術論文	群ロボット間の距離と方向転換を要する障害物での停滞との関係	日本シミュレーション学会誌	井上 寛康 (ATR-NIS/京都大学), 下原 勝憲 (ATR-NIS/京都大学), 片井 修 (京都大学)		査読あり
2004 年-発	236	国内大会	高齢者とロボットとの積み木を介した相互行為の場の構成	日本認知科学会第 22 回大会	藤井 洋之, 後安 美紀, 岡田 美智男	2005.7.29~ 2005.7.31	査読あり
2004 年-発	237	国際大会	Emergence of Communication and Motor Behaviors Induced by Discharges of Internal Tensions	The 20th Int. Conf. on Artificial Interlligence (AAAI '05)	Juan LIU, Andrzej BULLER	2005.7.9~ 2005.7.13	査読あり
2004 年-発	238	国際大会	Exploiting Interaction between Sensory Morphology and Learning	IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybematics	Komei SUGIURA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Makoto AKAHANE (Kyoto Univ.), Takayuki SHIOSE (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Katsunori SHIMOHARA (ATR-NIS/Kyoto Univ.), Osamu KATAI (Kyoto Univ.)	2005.10.10~ 2005.10.12	査読あり
2004 年-発	239	学術論文	個体発生的適応と系統発生的適応に基づく相互作用の創発	システム制御情報学会論文誌	杉浦 孔明 (ATR-NIS/京都大学), 赤羽 真 (京都大学), 塩瀬 隆之 (ATR-NIS/京都大学), 下原 勝憲 (ATR-NIS/京都大学), 片井 修 (京都大学)		査読あり
2004 年-発	240	国際研究会	Pareto-Zipf, Gibrat's Laws, Detailed-balance and their Breakdown	ECONOPHYS-KOLKATA I, Abstract of Int. Workshop on Econophysics of Wealth Distributions	Yoshi FUJIWARA	2005.3.15~ 2005.3.19	査読なし 掲載・発表済
2004 年-発	241	国際大会	How Can Robots Facilitate Social Interaction of Children with Autism?: Possible Implications in Educational Environments	5th Int. Workshop on Epigenetic Robotics, Modeling Cognitive Development in Robotic Systems	宮本 英美, 李 銘義, 藤井 洋之, 岡田 美智男	2005.7.22~ 2005.7.24	査読あり
2004 年-発	242	学術論文	How Does the Presence of a Social Other Affect the Perception of Emotions? A Study on Regret Using Two-Gamble Choice Games	J. Personality and Social Psychology	Norberto Eiji NAWA, Katsunori SHIMOHARA		査読あり
2004 年-発	243	国際大会	An Effectiveness Sensitive Knowledge Sharing Mechanism for Multi-agent Systems: Approach from Learning Classifier Systems	The 2005 IEEE/WIC/ACM Int. Conf. on Intelligent Agent Tech. - IAT 2005	井上 寛康, 下原 勝憲	2005.9.19~ 2005.9.22	査読あり

