

領域略称名：伝達創成機構
領域番号：4103

平成23年度科学研究費補助金「新学術領域研究
(研究領域提案型)」に係る研究経過等の報告書

「ヘテロ複雑システムによるコミュニケーション
理解のための神経機構の解明」

(領域設定期間)
平成21年度～平成25年度

平成23年6月

領域代表者 北海道大学・電子科学研究所・教授・津田一郎

目 次

| | | |
|----|--------------------------------------|-----|
| 1. | 研究領域の目的及び概要 | 1 |
| 2. | 研究の進展状況 | 2 |
| 3. | 研究を推進する上での問題点と今後の対応策 | 3 |
| 4. | 主な研究成果（発明及び特許を含む） | 4 |
| 5. | 研究成果の公表の状況 （主な論文等一覧、ホームページ、公開発表等） | 1 3 |
| 6. | 研究組織と各研究項目の連携状況 | 2 4 |
| 7. | 研究費の使用状況 （設備の有効活用、研究費の効果的使用を含む） | 2 8 |
| 8. | 今後の研究領域の推進方策 | 2 9 |
| 9. | 総括班評価者による評価の状況 | 3 0 |

1. 研究領域の目的及び概要

| | | |
|-------------------|------------------------------------|---------|
| 研究領域名 | ヘテロ複雑システムによるコミュニケーション理解のための神経機構の解明 | |
| 研究期間 | 平成21年度～25年度 | |
| 領域代表者所属・職・氏名 | 北海道大学電子科学研究所・教授・津田一郎 | |
| 補助金交付額 (単位：千円) | 平成21年度 | 101,100 |
| | 平成22年度 | 225,300 |
| | 平成23年度 | 219,200 |
| | 平成24年度 | 216,800 |
| | 平成25年度 | 211,500 |
| | 領域全体 | 973,900 |

1. 本領域の目的

本領域の目的は、数理理論と実験の協働による「コミュニケーション神経情報学」の確立である。コミュニケーションにおいては、複数の個体が相互作用することで意味が生成され、また役割分担が発生するといった日常的な創造活動が見られる。本領域ではコミュニケーションを成立させている脳内神経機構を複雑系数理科学と実験神経科学の協働によって解明し、コミュニケーション神経情報学という新領域を開拓することを目的とする。

2. 本領域の研究概要

上記の目的を達成するために、A01「数理システム論」、B01「ヘテロ脳内システム間相互作用」、C01「個体間相互作用」の3研究項目を立て、それらの間の共同研究を通して研究を推進する。研究項目A01では、引き込みやカオスの遍歴を軸に拡張された力学系、非線形（偏）微分方程式の分岐理論、離散と連続の変数を同時に扱うハイブリッド系、ランダムな力学系、進化系などの研究を通じて、コミュニケーションの脳内ダイナミクスを記述する理論を構築する。研究項目B01では、人などの主体がコミュニケーションを行うときの脳内の活動状態をトップダウン情報システム、ダイナミックな記憶システム、ミラーニューロンシステムなどに着目し、様々な計測技術を駆使して測定し、引き込み協調や脱引き込み、ダイナミックな記憶過程の役割を研究する。研究項目C01では、人と人、人と動物、人とロボット、人と物体が相互作用するさまを行動学的に観察し脳計測を行うことで関連する脳神経ダイナミクスを抽出し、モデル化する。これにより、コミュニケーションを支える脳活動の論理を研究する。本領域の研究により、コミュニケーションの本質的理解が得られることによる次のような波及効果が期待される。1. コミュニケーション障害の理解と介入へのバックグラウンドが与えられる。2. 教育現象の本質的理解へと迫ることが可能になる。3. コミュニケーションロボットの開発が促進される。4. 社会におけるイノベーション、すなわち組織的知識創造に関する理論の出発点が得られる。

2. 研究の進展状況

研究項目 A01：数理システム論

研究項目 A01 では神経活動のダイナミクスからいかにしてコミュニケーションが可能になるのかという問題を設定し、これを解決するために力学系理論、分岐理論、確率論など既存の数学理論を発展させるとともに新しい数理理論の枠組みを構築している。（1）神経力学系の入力による分岐を学習と結び付けるという学習の新概念を提案した。（2）そこで得られた内部状態のカオス的遍歴が情報保持と学習（可塑性）を両立させるという理論を提唱し、大脳新皮質注意回路系とも連合するモデルを作った。（3）こうした系の相互作用系としてコミュニケーションを可能にするダイナミクスの数理モデルの構築を目指し、理論の大枠を作った。（4）これらを神経系の実験解析と結び付けて、実験への指針を作り、結果の解釈の基礎をつくることを進め、実験グループと多くの共同研究を開始した。

研究項目 B01：ヘテロ脳内システム間相互作用

研究項目 B01 ではコミュニケーションにおける社会／環境との関係生成で必須となる多種類の知覚、記憶、行動系などのヘテロなシステムの相互作用による機能的な関係生成を次の三つの方法論により明らかにしようとする。（1）未来記憶の生成、二者相互動作での間の創造、相手の意図推定に関して、大域的回路の動特性を解析するための計測と解析手法を提案した。大域的回路として中央実行系、記憶系など脳の各部位の動的結合によって、状況に応じたダイナミクスが脳内に発生することを確認した。（2）トップダウン情報とボトムアップ情報で条件付けを行うことで、知覚刺激がない場合でも、トップダウン情報のみで感覚野応答が現れ、神経回路の構造変化が示唆された。（3）鳥類の脳などで新たな行動実験系を開発し、研究項目 A01 で提案されているカオス的構造が行動中の脳に内在するかどうかを実証する実験系を構築するなど、A01 の数学理論と C01 の個体間相互作用の知見とをつなぐ実験系としての確立が順調に進んだ。

研究項目 C01：個体間相互作用

研究項目 C01 では個体間のコミュニケーション行動のシステムの描像と、それを支える脳ダイナミクスの現象的理解をすすめている。（1）ヒトの協調行動を可能とする意図推定にもとづく行動決定の計算モデル、ヒト同士の相互作用場面でのシンボル生成とそれへの意味付与過程のモデル構築、対他者場面での注意配分の切替え等のメタ戦略行動のモデル化など、コミュニケーションに必要な脳の要素機能についての計算モデルを構築し、実験を行った。（2）サル同士での競合ゲーム場面での前頭葉の神経活動、サル同士の非協調タスク場面での無意識の行動同期現象など、サル脳の社会的場面でのダイナミクスについての知見が得られてきた。さらに社会的行動は多くの動物種でも見られるため、対象をマウスの社会的記憶・鳥の歌・ヒヨコの他者理解などに広げてモデルの適用範囲の確認を進めている。

3. 研究を推進する上での問題点と今後の対応策

今まで研究に重大な支障をきたすような問題は発生していない。ただし、次の二点に留意する必要があると考えている。

（1）内部評価でも指摘があったように公募班の中には若干ではあるが本領域の目標に対する意識が低いと思われるものがある。これに対して、領域代表の津田が公募班を含めた全班員に対して、本領域の目標、意義、公募班の役割についてレターメッセージを送った。また、全体会議でもこの点を度々強調している。今後改善が見られない場合は総括班がサイトビジットすることも考えている。

（2）異分野交流の難しさはいまさら言うまでもないが、コミュニケーション神経情報学の確立には異分野の革新的な融合が不可欠である。いままで、チュートリアルや全体会議、総括班会議でこの点を強調し、新概念の創出による問題解決を図ってきた。その結果、各研究項目間、また計画班と公募班の間の共同研究が生まれ、進行中である。しかしながら、目標達成にはいまだ十分とは言い難い。たとえば、サイバネティクスがさまざまな分野に影響を与え真に学際的な領域の開拓をなし得たのは、核になる理論の創出と共有できるコンセプトの提案にあったと考えられる。核になる理論とは確率微分方程式による時系列解析であり、共有できるコンセプトとはエネルギーと情報であった。本プロジェクトがサイバネティクスのように革新的な異分野融合による新領域を開拓していくためには、今後、さらなる努力が必要となる。目標を達成するためには、さまざまな分野の勉強会を積極的に行っていくこと、新たにチュートリアルを工夫すること、全体会議を工夫することなどが考えられる。全体会議では今まで研究発表に重心を置いてきたが、今後はディスカッションの時間を多くとり、合わせてブレインストーミング的な議論の時間も設けるようにするなど目標達成に向けて努力を重ねたい。

4. 主な研究成果

研究項目 A01：数理システム論

（1）可塑性をもたらすダイナミクス

(i)記憶の引き出しは、神経活動の力学系が入力によって適切な出力を示すアトラクターへと分岐することで起こり、そのような力学系が形成されることが学習過程であるという描像を提案した。さらに、これを実現する神経ネットワークモデルを構築した。特に、入力がない時に、記憶に対応した出力を経巡る自発的神経活動が生成されることを見出した。

脳活動に関する近年の発見で重要なものの一つに **on-going activity** あるいは自発活動と呼ばれるものがある。従来、自発脳活動は単にランダムでそれ自体機能的な意味はないと考えられてきたが、近年の発見は自発活動が組織化されたカオス的な活動でありさまざまな高次機能と関係して普通に脳内に現れているというものである。たとえば、視覚野においては方位選択性細胞が入力がない状態でも自発活動をしており、異なる選択性細胞の活動は遍歴的に遷移していることが報告されている。我々の研究結果は近年のこれら実験結果とも対応する成果である。この分岐構造としての記憶は静的な多谷構造と異なる描像を与え、よりダイナミックなランドスケープの存在を示唆している。

(ii)コミュニケーションを可能にするためにシステムは可塑性と安定性を両立させなければならない。多くの環境条件に適応できるように力学系を進化させることにより、システムへのノイズが適度な大きさを持つと、揺らぎによって外界への適応性と進化的な安定性が両立させられることを示した。

（2）二つのシステム間相互作用下で情報を保持しながら学習(可塑性)するアルゴリズムの開発：カオスの遍歴の意義

(i)それぞれに異なった記憶を複数学習した二つのシステム（ヘテロシステム）を相互作用させ、ヘブ学習を導入する。この時、新規パターン駆動型学習（**Novelty-Induced Learning**）を行うことで、両システムとも自分の記憶を失わないで他のシステムの記憶を学習できることが分かった。ここで、新規パターン駆動型学習とは、各システムが自分にとって初めてのパターンが入力された時のみに学習を行うというものである。これはヒトが日常的に行っている学習方法と合致している。この条件をくずすと、自分の持っている情報を壊してしまうか、もしくは相手の情報を学習できないという状態が出現する。

(ii)上記のモデルは数学的な取扱いが比較的簡単で理論的な見通しがよいが、生物学的に諸条件を詰めるには、対応するパラメーターの同定が難しい。そこで、生理学的に認められている **Pinsky-Rinzel** 型のコンパートメントモデルのネットワークを構築し、生理学的条件のもとで(i)のカオスの遍歴の役割を確認した。

さらに、このモデルを大脳新皮質 6 層構造のモデルとして拡張し、トップダウン注意系としてアセチルコリンの効果、海馬記憶系からの θ リズムと外部入力としての γ リズムの異

なる時間スケールを持つ多入力信号の効果を調べ、実験との整合性がとれるモデルとして整備している。

（3）二つのシステムのヘテロ結合による情報の受け渡しの可能性

大脳新皮質の局所領域間および大域領域間の結合はその6層構造を反映し、上位領域から下位領域への結合とその逆の結合とは異なっておりヘテロ結合になっている。すなわち、上位領域の3層から下位領域の1層と5, 6層へ結合があり、下位領域の3層からは上位領域の4層へ結合がある。このようなヘテロ結合がどのように、またどんな情報を受け渡しするかという研究は行われておらず、本領域で初めて行うものである。ヘテロ結合の情報創成能力を解明するためにまず数理的な雛型モデルを構築する。3変数からなる2つの力学系を例えば、力学系Aのx変数を力学系Bのx変数に結合させ、Bのz変数をAのx変数に結合させる。このようなヘテロ相互作用をする2つの力学系を調べ、両システムの位相差に情報の流れに関する意味情報が反映されることを見出した。

（4）ミラーシステムの数理モデル

他者理解に必要不可欠なヒトの脳内システムとしてミラーシステムが知られている。ミラーシステムはニューロンではなくニューロンの集合体でありそれ自体がシステムである。このシステムを数理モデルによって構築し、他者理解にとって何が必要かを数理的に研究している。他者理解を自己の記憶システムや思考過程、行動を参照しながら他者の行動の意味を推定するプロセスと考え（研究項目 C01G2）、このミラーシステムを特徴づける一つの構造を数理的に研究した。

ここでは、ミラーシステムをコピーと自己同定の二つのプロセスの合成として構築し、力学系モデルとして表現した。他者の状態を自己の状態をコピーしようとした結果であるとして、それを相互作用を通して自己の状態にフィードバックするモデルであり、状態の時間発展がホップ分岐、周期倍分岐、サドル・ノード分岐などを経て、動く不動点状態（他者の状態）から絶対不動点（他者と自己の一致した状態）に至る過程がシミュレートされた。この結果は研究項目 B01G4 との共同実験の解析の道具の一つとして利用可能である。

（5）数理的基盤

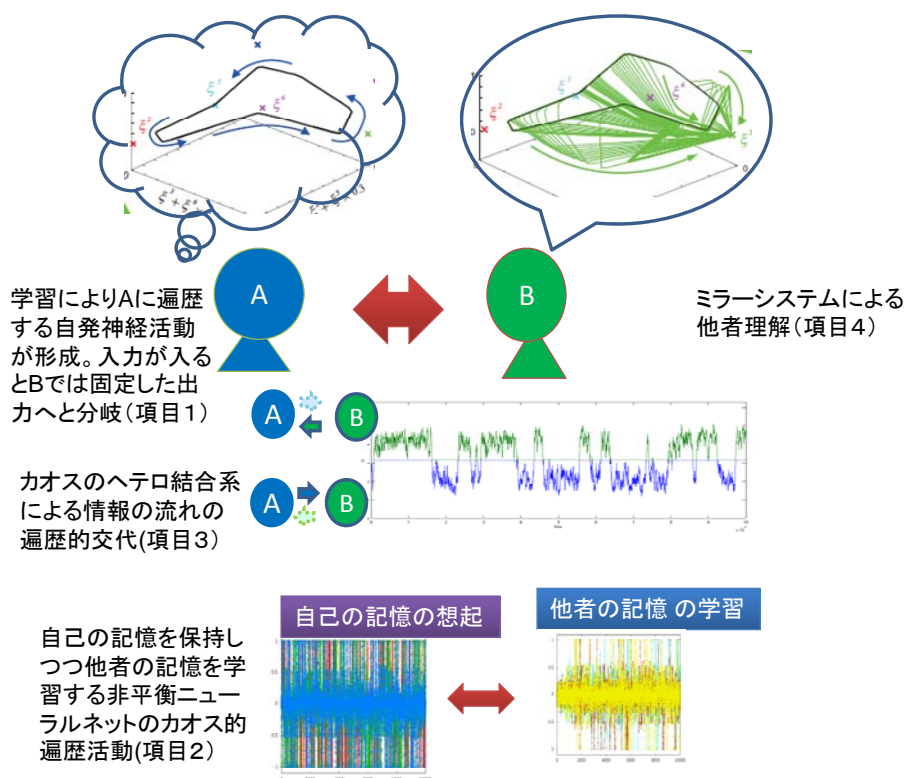
- (i) 高次元の分岐理論の数学的整備を進めるとともに、データから分岐構造を抽出する手法を開発した。
- (ii) 分岐理論を時空間での発展を持つ系に適用し、パルス（粒子解）の相互作用の力学系解析を進めた。この粒子解は空間的に局在することで「個」として認識され、自走し、衝突することで多様なコミュニケーションを行っているともみなすことができる。

（6）力学系概念による神経系の解析

大脳皮質および海馬の神経生理学的モデルを2 - コンパートメントモデルによる結合微分

方程式の形で構築した。これはコミュニケーションの時に見られる脳波成分である θ 波、 γ 波、 α 波、 β 波の神経活動に当たる影響を調べ、各周波数の振動状態の相互作用によって如何に情報の保持と変容がなされるかを調べるための数理基盤の研究である。 θ 波と γ 波に関しては入力タイミングのずれによってそれぞれに搬送された情報が互いに干渉することなく、情報伝搬がなされることが分かった。また、外部環境を触覚で感じて運動する神経力学系を遺伝的アルゴリズムによりデザインし、脳波自体のモデル化を進めている。研究項目 B01G1、B01G4 と協力して進めている。

ヘテロ相互作用力学系における学習と記憶の階層の生成



研究項目 B01: ヘテロ脳内システム間相互作用

(1) 小鳥の歌制御系の神経活動におけるコントロールコーディングの検証

ジュウシマツのさえずりの生成学習認知に関与する神経核HVCで神経回路としての情報表現を可視化し神経メカニズムを解明することを目的として麻酔下で3 2チャンネルの同時記録を行った。ニューロンペアの相互相関解析により機能的なネットワークを抽出したところ、意味のある刺激（自分の歌刺激）かどうかでリンク数が増えることがわかった。

成果をあらわす図

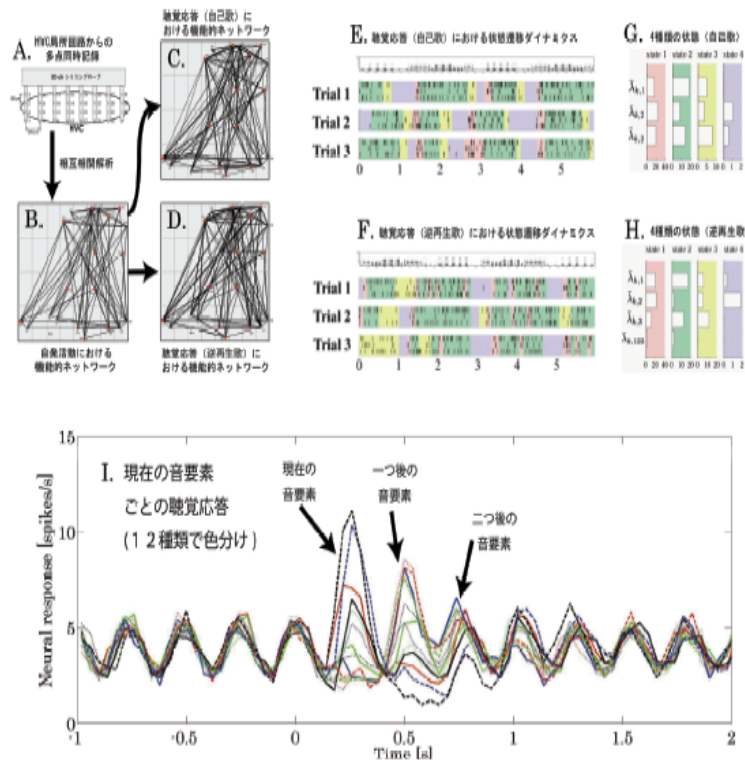


図 B1 ポアソンスパイクモデルによる状態遷移ダイナミクスの同定結果

ポアソンスパイクモデルを用いてパラメータがマルコフ的に状態変化することを仮定して状態遷移ダイナミクスを取り出すことに成功した (図 B1)。さらに音要素のランダム切替刺激を呈示して各神経の平均発火率の時間特性を調べたところ、各神経は少なくとも3つ前までの状態依存性を持つことがわかった。これは津田らにより提唱されている時系列情報のコントロールコーディングの必要条件が満たされていることを示し、カオスによる動的コーディングの *in vivo* での検証の可能性を示している。本研究は研究項目 A01G1 の津田の協力による。

(2) 情動情報と感覚情報の相互作用による脳内情報表現の自己組織化

変化を続ける社会や環境の状況を理解し、推定し、行動決定をする神経原理を解明するためには、脳の大域的回路の動的な特性をトップダウンとボトムアップという2種類の情報の流れに着目して、解析する必要がある。モルモット条件付け学習を用いて、トップダウンとして電気刺激による罰（情動情報）、ボトムアップとして音刺激を用いてこれら2種の情報の相互作用が聴覚野においてどのような活動をもたらすかを解析した。純音と電気刺激の連合学習の後、音刺激がなくても電気刺激だけで音刺激を受けたかのような聴覚野の

応答を観測することができた。この結果は電気刺激が扁桃体、前脳基部を含む情動回路を通してトップダウン的な作用で聴覚野に音応答をもたらした結果だと考えられる。今後、伝達物質としてアセチルコリンと GABA を候補として細胞レベル、シナプスレベルでの解析を行う予定であり、細胞レベルでの神経機構解析が可能になる。

（3）一時的な記憶の生成と保持を司る脳部位間の動的リンク

行動に関するプランニングは未来の記憶として生成、保持、想起過程が時々刻々適切に制御される必要がある。これまで B01G3 班の奥田らは未来の記憶が過去の記憶と共通して前頭葉内側から後頭葉内側に至る離れた複数の領野で表現されていることを報告している。本研究では、未来の記憶に関わる部位の結合がどのように変化するかを fMRI シグナルより解析した。その結果、前頭葉の中央実行系に関わる部位と海馬などの結合が動的に変化していることがわかった。

また B01G1 班の山口らは、こうした内部表現に関わる記憶の保持を作業記憶の実験パラダイムを用いて脳波解析したところ、アルファ波が感覚領野での記憶保持に関与し、記憶操作における中央実行系と感覚領野との間のリンクにはシータ波の遠達の同期と領野内シータとアルファの2倍の周波数での同期が関与していることを示した。すなわち、異なる周波数間の位相同期が、脳の異なるレベルの情報の統合に重要な役割を持つ可能性を理論モデルで示した。今後は、このような動的な結合がトップダウン・ボトプアップ回路の中での情報の自己組織にどのように関与するかを実験と理論の協力により進めていく。理論モデルについては A01G2 班の西浦が協力している。

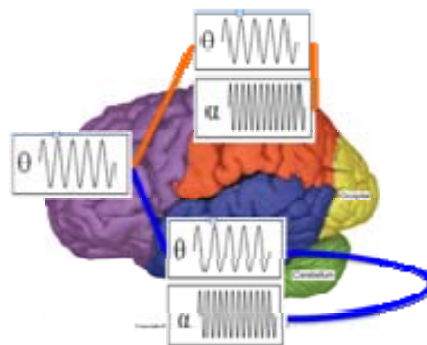


図 B2 作業記憶における関連部位のシータ・アルファによる同期の模式図

（4）自己と他者の関係生成の神経ダイナミクス

他者の意図推定に関わると考えられるミラーニューロンシステムの働きを考慮して、自身の運動系が他者理解のためにどのようなダイナミクスでどのような回路を形成するのに注目して実験系を組んでいる。運動野の働きを特徴づけるミュー波（10ヘルツ程度）の脳波が重要な指標となる。現在までに複数の行動実験を設計して、測定と解析を進めている。一つは二人の共同作業としての交互のボタン押し課題で、二人が共通のボタン押しリ

リズムを獲得した状態での脳波解析である（図 B3）。既に実験を開始しており、これまでの結果では二人が同じリズムを獲得することは必ずしも簡単ではなく、二人のリズムが揃う時に、10ヘルツ付近の脳波の同期脱同期が検出されている。

第二の課題は言語理解に関わる回路形成原理の解明に関するものである。ミラーニューロンシステムを含めて図 B4 のような作業仮説をたてた。脳波測定による神経ダイナミクスと高い空間分解能を有する fMRI を同時計測し、これらの統合解析手法を独自に開発しており、脳深部脳部位を含めて大域的な脳波リズム活動による言語理解の回路形成を取り出すことが可能になる。本研究は B01G4 班の水原らと A01G1 班の津田の協力による。

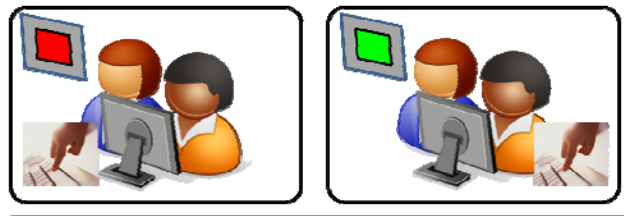


図 B3 二人の交互ボタン押し課題



図 B4 自身の運動系を利用した言語理解の動的回路の作業仮説

研究項目 C：個体間相互作用

自明と思われるほど普段何気なく行われているコミュニケーションに隠れている情報処理の仕組みの解明とモデル化を行っている。

(1) 他者の状態や意図に合わせた行動決定の脳過程の描像

社会的場面とは、他者というそれ自身がものを考えて行動決定する行動主体との相互作用が必要とされる場面のことである。これまでの研究では、そのような場面での行動決定には万能な戦略はなく、協調的・競合的にかかわらず他者の戦略に合わせて自身の行動決定の戦略そのものを動的に変更していくメタ戦略が必要であることが示唆されてきた。

このメタ戦略およびその対象としての意図推定と行動決定の過程を計算論的に明らかにするため、本研究ではロボットと子供(6歳児)の遊び実験を実施した。カードゲームや対話の機能を組み込んだロボットを用い、飽きやすい子供の興味状態を行動から推定しつつ、褒める・喜ぶ・迷うなどの多様な行動を確率的知識に従って選択する計算モデルの評価を行った。その結果、他者に対する一定の心的状態維持の効果はみられた。今後、継続的な分析を実施する計画である。

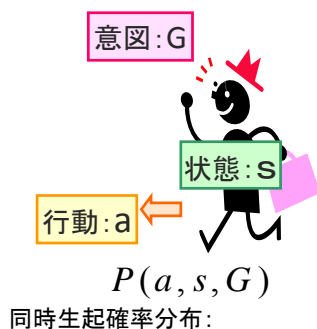


図 C1 人間の行動決定を、状態・行動・意図の3変数で説明するモデルによる意図推定的方式



図 C2 ロボットと子供のカードゲームの試行

(2) コミュニケーションにおけるシンボル生成と意味付与

言語の基本特性は、個々のシンボルに対して送り手と受け手が同一の意味を共有していることである。それには、言語獲得の過程で送り手と受け手が共通の意味をシンボルの運用過程から推理・発見していく意味の生成プロセスが不可欠である。しかし現在、その数理的解析を可能とするモデルはない。そこで本研究は、記号コミュニケーションゲームを題材に、二人の被験者の間で記号に共通の意味が発生する過程を観察し、その過程で発生する(a)特徴的な人間行動の抽出、(b)その行動に対応する推論過程のモデル化と(c)言語モデルに基づく解析を行っている。これにより、被験者の脳で発生したと考えられる情報処理過程のダイナミクスが明らかになると考えている。

この実験では、被験者は自身の目の前にある課題画面をもとに別室にいる相手に制限された記号のみを用いて情報を知らせ、共同して課題解決にあたる。課題に関してどういう意味をどの記号に付するかは被験者の自由であり、事前の打合せもないため、被験者は課題画面の様子から相手を送ってきた記号の意味を推定する。この記号と意味の対応が双方

の被験者で一致した時、課題は効果的に解決されるようになる。

実験の結果、被験者同士の記号のやりとりには規則性の埋め込みや行動の偏りなど人のコミュニケーションの暗黙のルールが次第に生まれてくる過程が明らかになった。さらに、この数理的解析が進展することで、ヒトのシンボル過程の発現を可能とする暗黙のルールの脳の数理モデルについての新しい議論が可能となることが期待される。

(3) 他者状態に合わせた動的な注意切替過程のモデル化

我々は、個人としての勝手な振る舞いと他者との協調的な振る舞いを使い分ける。本研究では、その使い分けの鍵は他者に対する注意の制御であると考えます。非協調的な相手には自然に注意が低くなり、協調的な行為を始めようとしたときには注意のレベルが上がる。本モデルでは、注意のレベル、すなわち相手の協調の度合いは相手の行動の予測精度に依存すると考えます。協調的な状態では相手の振る舞いが予測できるので注目し、逆の場合は無視するという、メタレベルでの自分と相手の関係のモニタリングを想定する。

再帰型神経回路モデル(RNN：図 C3)に、自身の運動出力および他者行動のセンサ入力を学習させ、センサ入力の予測とその誤差分散をも学習させる。他者との関係が協調および非協調のモードで学習した場合、協調モードでは予測誤差が小さくより強い学習が行われ、非協調モードでは逆になる。これを、二台のロボットが物体操作をする課題で実施したところ(図 C4)、ロボットは相手の協調性に応じて注意を自発的に切り替えて協調行動を生成できることが確認された。このモデルは同時に、他者モデルとして確率モデルまたは力学系モデルのどちらか、あるいはその間を取ることも可能という事実を示唆した。

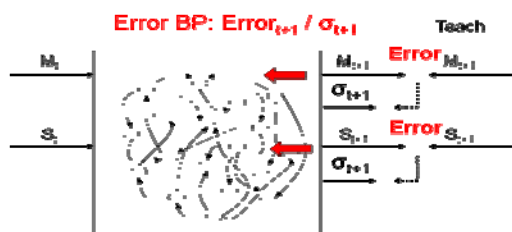


図 C3 他者の協調性に応じて注意配分を学習する再帰型神経回路モデル

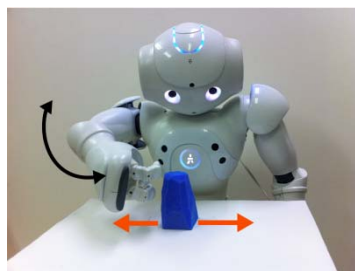


図 C4 他者の協調性に応じて行動を切り替えるロボット実験

(4) サル同士の競合ゲーム、無意識的協調での脳神経活動のダイナミクス

「競争」と「協調」はコミュニケーションの基本要素である。「競争」には勝ち負けだけでなく、「勝ってうれしい、負けてくやしい」という感情が付随する。ヒトでは fMRI による研究があるが処理内容は不明であり、競合感情の情報処理を知るにはサル同士の脳過程の生理学的研究が必要となる。そこで本研究では、2頭のサルが対戦型シューティングゲームを行なう状況で、勝った／負けたという場面で競争相手の存在や行動が他の一頭の行動

やニューロン活動に与える影響を調べた。具体的には、相手がサル・ヒト・コンピューター、さらにサルが傍で見ている等の場合での、勝率や反応時間などの行動特徴と、前頭連合野を中心に神経活動の違いを見た。

その結果、サル対サルの対戦条件では、シューティングの準備反応がその他の相手と比較して有意に早く、サルが対戦相手を区別して競争に対する「モチベーション」が高まっていた可能性を示唆した。一方で前帯状皮質には、相手がどのサルか、あるいはヒトかコンピューターかによって異なる活動を示すニューロンが見出された（図 C5）。また、「競争に参加しないサルがそばにいるだけ」条件と「実際に対戦相手がいる」条件では多くのニューロンが異なる活動を示した。この結果は、前帯状皮質は「競争」において、社会的情報と勝ち・負け関連の情報の統合に重要な役割を果たしている可能性を示している。

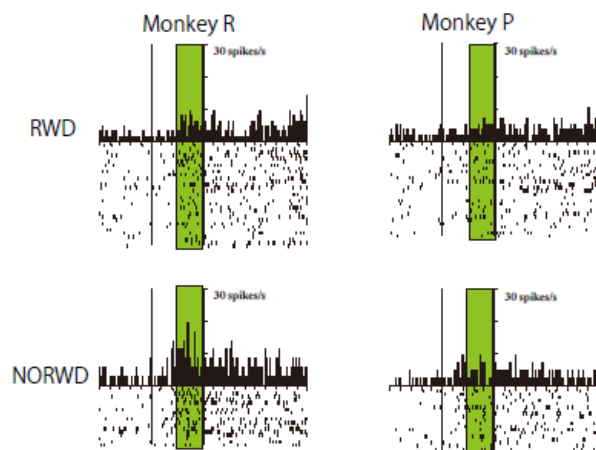


図 C5 特定の相手(サル R)に負けたときに活動するニューロンの例

5. 研究成果の公表の状況（主な論文等一覧、ホームページ、公開發表等）

(1) 主な論文等一覧について

発表論文数：171

主な論文等（発表論文多数につき選定）：

総括班（総数 8）

- [1] *西浦廉政、社会が抱える諸問題に対する数学・数理モデルの応用事例の調査報告、*RCIM Letters*, **Vol.3, No.2** (2011)
- [2] *津田一郎、朝日新聞特別紙面 GLOBE ウェブ版 (2010. 2.10) 「脳に潜む、数学的な構造。カオス理論で、メカニズムを説き明かしたい」
http://globe.asahi.com/feature/100201/side/01_03.html
- [3] *津田一郎・中村桂子対談、「カオスで探る生きものらしさ」、生命誌ジャーナル、65号、2010年。生命誌ジャーナル 65号 WEB版 http://www.brh.co.jp/seimeishi/journal/65/talk_index.html
- [4] *大森隆司、ヒトの心のプロセスの計算論的理解に向けて、*信学技報*, **vol.109, No.461**, NC2009-141, pp.315-320,2010

A01G1（総数 8）

- [1] *Satoru Tadokoro, Yutaka Yamaguti, Hiroshi Fujii, Ichiro Tsuda, Transitory behaviors in diffusively coupled nonlinear oscillators, *Cognitive Neurodynamics* (2011).
- [2] *Y. Yamaguti, S. Kuroda, Y. Fukushima, M. Tsukada, and I. Tsuda, A mathematical model for Cantor coding in the hippocampus, *Neural Networks* **24** (2011)43-53.

A01G2（総数 7）

- [1] P. V. Heijster, A. Doelman, T. J. Kaper, *Y. Nishiura and K. Ueda : “Pinned fronts in heterogeneous media of jump type”, *Nonlinearity*, **24(1)** : 127-157 (2010)
- [2] Kei-Ichi Ueda, Seiji Takagi, *Yasumasa Nishiura, and Toshiyuki Nakagaki, “Mathematical model for contemplative amoeboid locomotion”, *PHYSICAL REVIEW E* **00**, 001900 (2011)

A01G3（総数 7）

- [1] *D. Shimaoka , K. Kaneko, Dynamical systems modeling of continuous flash suppression, *Vision Research* (in press).
- [2] *T. Kurikawa, K. Kaneko, Learning Shapes Bifurcations of Neural Dynamics upon External Stimuli, *Lecture Notes in Computer Science* **6443**, page 153-160, 2010 (the best student paper award)

A01K1（総数 1）

- [1] *柳田達雄, 「モンテカルロ法による機能力学系の設計--アクティブ・タッチ・センサー設計のこころみ」 *電子情報通信学会技術研究報告* **110(388)**, 31-35,(2011)

A01K2（総数 6）※2010年度のみ

- [1] *T. Tateno, A small-conductance Ca^{2+} -dependent K^{+} current regulates dopamine neuron activity: a combined approach of dynamic current clamping and intracellular imaging of calcium signals, *NeuroReport* **21 (10)**: 667-674 (2010).

A01K3（総数 4）

- [1]*Tetsuya Minatohara, Tetsuo Furukawa, “The self-organizing adaptive controller”, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control* , **Vol.7, No.4**, (in press)

B01G1（総数 4）

- [1] *Masahiro Kawasaki, Keiichi Kitajo, Yoko Yamaguchi, "Dynamic links between theta executive functions and alpha storage buffers in auditory and visual working memory", *European Journal of Neuroscience*, **Vol. 31**, pp. 1683-1689 2010.

B01G2（総数 9）

- [1] *Fujii S., Yamazaki Y., Kuroda Y., Mikoshiba K. Involvement of inositol-1,4,5-trisphosphate receptors in the bidirectional synaptic plasticity induced in hippocampal CA1 neurons by 1–10 Hz low-frequency stimulation. *Neurosci.* **168**, PP346-358. (2010)
- [2] Yoneyama M, Fukushima Y. Tsukada M. *Aihara T Spatiotemporal characteristics of synaptic EPSP summation on the dendritic trees of hippocampal CA1 pyramidal neurons as revealed by laser uncaging stimulation. *Cognitive Neurodynamics* (in print)

B01G3（総数 1 8）

- [1] *Okuda J., Gilbert SJ, Frith CD, Burgess PW, Simons JS. (2011) Looking to the future: Automatic regulation of attention between current performance and future plans. *Neuropsychologia* doi:10.1016/j.neuropsychologia.2011.02.005
- [2] *Hashimoto R, Abe N, Ueno A, Fujii T, Takahashi S, Mori E. (2011) Changing the criteria for old/new recognition judgments can modulate activity in the anterior hippocampus. *Hippocampus* doi: 10.1002/hipo.20878

B01G4（総数 5）

- [1] *Mizuhara H., Yamaguchi Y (2011), Neuronal ensemble for visual working memory via interplay of slow and fast oscillations. *European Journal of Neuroscience*, **33**, 1925–1934.
- [2] *水原啓暁 (2011) グローバルな神経協調による情報統合と機能障害. *神経心理学*, **27**,印刷中.

B01K1（総数 1）

- [1] Sawamura,H., Shima, K, and *Tanji, J., (2010) Deficits in Action Selection Based on Numerical Information after Inactivation of the Posterior Parietal Cortex in Monkeys. *J.Neurophysiol.* **104**:902-910,

B01K2（総数 5）

- [1] *Sakamoto K., Kumada T, Yano M. A computational model that enables global amodal completion based on V4 neurons. *ICONIP 2010, Part I, Lecture Notes in Computer Science* 6443 9-16 (2010)

B01K3（総数 4）

- [1] Itou Y; Nochi R; Kuribayashi H; Saito Y; *Hisatsune T “Cholinergic activation of hippocampal neural stem cells in aged dentate gyrus” *Hippocampus*, **21**, 446-459 (2011)

B01K4（総数 3）

- [1] T. Tsunoda, T. Omori, H. Miyakawa, M. Okada and *T. Aonishi, “Estimation of Intracellular Calcium Ion Concentration by Nonlinear State Space Modeling and EM Algorithm for Parameter Estimation”, *Journal of the Physical Society of Japan*, **Vol. 79, No. 12**, pp. 124801-1—124801-8 (2010).

B01K5（総数 2）

- [1] Hiroyuki Yoshida, Shuhei Kurata, *Yongtao Li, Shigetoshi Nara, Chaotic Neural Network Applied to Two-Dimensional Motion Control, *Cognitive Neurodynamics* **4**, pp. 69-80 (2010)

B01K7（総数 1）

- [1] *Izuma K, Matsumoto M, Murayama K, Samejima K, Sadato N, Matsumoto K., Neural correlates of cognitive dissonance and choice-induced preference change, *Proc Natl Acad Sci/U S A.* **107(51)**, 22014-22019,2010

B01K8（総数 3）

- [1] Mieko Morishima, Kenji Morita, Yoshiyuki Kubota, and *Yasuo Kawaguchi (2011) Highly differentiated projection-specific cortical subnetworks *Journal of Neuroscience*, in press

B01K9（総数 3）

- [1] F.-Tsukamoto Y, *Isomura Y., Imanishi M, Ninomiya T, Tsukada M, Yanagawa Y, Fukai T, Takada M (2010) Prototypic seizure activity driven by mature hippocampal fast-spiking interneurons. *J Neurosci*

30(41): 13679-13689,.

B01K10（総数 1）

- [1] Kentaro Katahira, Jun Nishikawa, Kazuo Okanoya, and *Masato Okada, "Extracting state transition dynamics from multiple spike trains using hidden Markov models with correlated Poisson distribution," *Neural Computation*, **Vol. 22, No. 9**, pp. 2369-2389, (2010).

C01G1（総数 1 5）

- [1] *Fukuoka T, Sumida K, Yamada T, Higuchi C, Nakagaki K, Nakamura K, Kohsaka S, Oeda K. Gene expression profiles in the common marmoset brain determined using a newly developed common marmoset-specific DNA microarray. *Neuroscience Research*, **66**: 62-85, 2010.
- [2] Yamaguchi C, *Izumi A, Nakamura K. Time course of vocal modulation during isolation in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *American Journal of Primatology*, **72**: 681-688, 2010.

C01G2（総数 1 3）

- [1] *YUKI Inoue, Masumi Inagaki, Atsuko Gunji, Wakana Furushima, Hiroyuki Okada, Hiroshi Sasaki, Takashi Omori, Hiroshige Takeichi, Makiko Kaga : Altered effect of preceding response execution on inhibitory processing in children with AD/HD: an ERP study, *International Journal of Psychophysiology*, **Vol.77**, pp.118-125, 2010
- [2] *高橋英之, 大森隆司, 社会認知における「社会的思い込み効果」の役割とその脳内メカニズム, *認知科学*, **18(1)**, pp.138-157, 2011

C01G3（総数 5）

- [1] *Takuma Torii and Takashi Hashimoto (2011, in press), Modelling generation and sharing of novel expressions and meanings in symbolic communication, *International Journal Bio-Inspired Computation*, **Vol. 3, No. 2/3**.
- [2] *金野武司, 森田純哉, 橋本敬, (2010) 調整課題における記号コミュニケーションシステムの形成実験, *電子情報通信学会技術研究報告 言語理解とコミュニケーション研究会 (NLC2010-39)*, **Vol.110, No.400**, pp.49-54.

C01G4（総数 9）

- [1] *Naruse Y, Takiyama K, Okada M, and Murata T. Inference in alpha rhythm phase and amplitude modeled on Markov random field using belief propagation from electroencephalograms, *Physical Review E*, **82**: 011912, 2010.
- [2] *Sakaguchi Y, Ishida F, Shimizu T and Murata A. Time Course of Information Representation of Macaque AIP Neurons in Hand Manipulation Task Revealed by Information Analysis, *J Neurophysiol.* **104**:3625-3643, 2010.

C01K1（総数 7）

- [1] Yamaguchi, S., Katagiri, S., Aoki, N., Iikubo E., Kitajima, T., Matsushima, T., *Homma, K.-J. Molecular function of microtubule-associated protein 2 for filial imprinting in domestic chicks (*Gallus gallus domesticus*). *Neuroscience Research* **69**: 32-40 (doi:10.1016/j.neures.2010.09.002)

C01K2（総数 3）

- [1] *Ogawa T, Komatsu H, Differential temporal storage capacity in the baseline activity of neurons in macaque frontal eye field and area V4. *Journal of Neurophysiology*, **103**: 2433-2445, (2010)

C01K3（総数 3）

- [1] Kaewwongse M, Takayanagi Y, *Onaka T. Effects of RFRP-1 and RFRP-3 on oxytocin release and anxiety-related behaviour in rats. *J Neuroendocrinol*, **23**: 20-27, 2011.

C01K4（総数 4）

- [1] *Murayama, K, Matsumoto, M., Izuma, K. & *Matsumoto, K. (2010) From the Cover: Neural basis of the undermining effect of monetary reward on intrinsic motivation. *PNAS* **107**: 20911-20916.

C01K5（総数 1）

[1]*Yamashita, Y, Okumura T, Okanoya K and Tani J. Cooperation of deterministic dynamics and random noise in production of complex syntactical avian song sequences: a neural network model *Frontiers Computational Neurosci.* 2011 , **5 (18)** doi: 10.3389/fncom.2011.00018

C01K6（総数 1）

[1] *稲邑 哲也, 柴田智広: "動作パターンとシンボルを相互変換する原始シンボル空間における動作パターンの内挿・外挿," *日本ロボット学会誌*, **Vol.28, No.4**, pp.512--521, 2010.

C01K7（総数 5）

[1] Takaura, T., Yoshida, M., *Isa, T. (2011) Neural substrate of spatial memory in the superior colliculus after damage to the primary visual cortex. *The Journal of Neuroscience* **31(11)**:4233-41.

C01K9（総数 3）

[1]*Y. Yamashita, Okumura T., Okanoya K. and Tani J.: "Cooperation of deterministic dynamics and random noise in production of complex syntactical avian song sequences: a neural network model", *Frontiers in Computational Neuroscience*, **Vol.5**, Article 18, 2011.

C01K10（総数 2）

[1] *Watanabe, M. (2011) Cognitive and Motivational Control of Behavior and the Primate Prefrontal Cortex. In Stuss DT & Knight RT (eds.) Principles of Frontal Lobe Function, 2nd Edition, *Oxford University Press* (in press).

(2)ホームページについて

領域で得られた成果を広く国民に周知することを目的として、領域採択直後よりホームページを開設している(<http://dynamic-brain.jp>)。

このホームページでは、研究概要や研究組織に関する周知を行うとともに、領域課題として得られた研究業績について、「原著論文」「学会発表」「著書」「新聞報道」「受賞」の項目について最新情報を掲示している。また、当領域が主催・共催する研究会について、当ホームページを通じて広く周知するとともに、ニュースレターをダウンロード・閲覧可能にすることで、領域の取り組みについてのアウトリーチ活動を行っている。さらに、一般向けに開催したサイエンスカフェ(2010年7月24日実施)の開催報告を掲載するとともに、参加者からの質問への一問一答形式での津田領域代表による回答についても掲載することで、研究者コミュニティ以外の一般向けの情報発信についても積極的に取り組んでいる。

これらのコンテンツを含む当領域のホームページは高評を得ておりホームページ開設(2009年12月)以来、5万5千件超のページ閲覧実績を有している。

(3)公開発表について

招待講演数：70件

| | | | | | |
|-----------|------|--|--|-------|------|
| A01 G1 | 津田一郎 | コミュニケーションする脳？－そのヘテロ複雑システム的理解－ | 非線形科学コロキウム | 早稲田大学 | 2011 |
| | 津田一郎 | Complex memory: a theory for the archicortex | Dynamics of Complex Systems 2011－時間発展の非可逆性と予測可能性の限界に関する諸分野からの提言－ | 北海道大学 | 2011 |
| | 津田一郎 | コミュニケーション脳理解に対す | 応用数学連携フォーラム第 | 仙台 | 2010 |

| | | | | | |
|-------------------|--|--|--|---------------------------------|------|
| | る数学的試み | 13回ワークショップ | | | |
| 津田一郎 | コミュニケーションする脳！？ - 脳をカオスで語る- | 第52回サイエンスカフェ札幌 | Sapporo55ビル1階インナーガーデン | 2010 | |
| I. Tsuda | A short-term information representation of episodic time series in the hippocampus | | Honda-Europe, Offenbach, Germany | 2009 | |
| I. Tsuda | Chaotic dynamics, episodic memory, and the dynamic model for the hippocampus | 12th JAPAN - SLOVENIA SEMINAR ON NONLINEAR SCIENCE | University of Maribor | 2009 | |
| I. Tsuda | Transitory dynamics and its possible roles in the perception and dynamic memory in the brain | Department of Mathematics, Zhejiang University, Special Seminar | China | 2009 | |
| I. Tsuda | Chaotic Dynamics, Episodic Memory, and Self-identity | The 2nd International Conference on Cognitive Neurodynamics(ICCN'09) | Hangzhou, China | 2009 | |
| I. Tsuda | Evolution through maps | What is Biological Evolution? | Coop-in-Kyoto Japan | 2009 | |
| I. Tsuda | Chaotic dynamics, episodic memory, and the dynamic model for the hippocampus | 12th JAPAN - SLOVENIA SEMINAR ON NONLINEAR SCIENCE | Slovenia | 2009 | |
| I. Tsuda | Chaotic dynamics and episodic memory in the brain | Budapest University of Technology and Economics, Special Seminar | Hungary | 2009 | |
| I. Tsuda | Cantor coding: Theory and experimental verification | Section of Biophysics, Institute for Atomic and Nuclear Physics, Hungarian Academy of Science, Special Lecture | Hungary | 2009 | |
| I. Tsuda | Chaotic brain dynamics in the skew product transformations | Section of Biophysics, Institute for Atomic and Nuclear Physics, Hungarian Academy of Science, Special Lecture | Hungary | 2009 | |
| 津田一郎 | 海馬におけるカオスとフラクタルのデュアルな関係—エピソード記憶の神経機構に関する数理モデル: 予言と実証 | Dynamics of complex systems 2009 --- 複雑系解析における未解決問題への新しい挑戦 --- | 北海道大学理学部5号館 | 2009 | |
| 津田一郎 | エピソード記憶と推論からみた脳の数理:カオスの遍歴の役割 | 生物物理夏の学校 | 支笏湖ユースホテル | 2009 | |
| A01 G2 | Yasumasa Nishiura, Takashi Teramoto, Masaaki Yadome | Heterogeneity-induced pulse generators. | ICCN2011(The 3rd International Conference on Cognitive Neurodynamics) | Hilton Niseko Village, Hokkaido | 2011 |
| 西浦廉政 | 合体・消滅・分裂の数理 | 第9回 HSSワークショップ | 北海道大学創成科学研究棟 (札幌) | 2011 | |
| Yasumasa Nishiura | Dynamics of spatially localized patterns | Far-From-Equilibrium-Dynamics | 京都大学数理解析研究所 | 2011 | |

| | | | | | |
|--------|-------------------------------------|--|---|-------------------------------|------|
| | 西浦 廉政 | ヘテロ媒質が生み出す自発的リズムと空間構造 | RIMS研究集会 第7回 生物数学の理論とその応用 | 京都大学数理解析研究所 | 2010 |
| | Yasumasa Nishiura | Spot dynamics in heterogeneous media and its application to adaptive behaviors of the <i>Physarum plasmodium</i> | Mini-Workshop on Modeling, Simulations and Analysis of Biological Pattern Formation | Heanel Sendai, Sendai, Miyagi | 2010 |
| | 西浦 康政 | 遷移ダイナミクスにおける不安定性の思想 | 2010 日本数学会 秋季総合分科会 | 名古屋大学 | 2010 |
| | Yasumasa Nishiura | Transient dynamics revisited | Long-term workshop: Mathematical Sciences and Their Applications | Kamisuwa, Nagano | 2010 |
| | Yasumasa Nishiura | Transient dynamics revisited | International Workshop "Emerging Topics in Nonlinear Science" | Schloss Goldrain, Italy | 2010 |
| | 西浦 廉政 | 散逸系における衝突の世界 | 第59回理論応用力学講演会 | 日本学術会議 (東京都港区) | 2010 |
| | Yasumasa Nishiura, Takashi Teramoto | Rotational Motion of Traveling Spots in Dissipative Systems | SIAM DSPDEs'10 Emerging Topics in Dynamical Systems and Partial Differential Equations | Barcelona, Spain | 2010 |
| | Yasumasa Nishiura | Collision dynamics and rotational motion of dissipative particles | Japanese French Meeting ReaDiLab 2010, Spatio-Temporal Patterns from Mathematics to Biomedical Applications | Archamps, France | 2010 |
| | 西浦 廉政 | 非線形散逸系ダイナミクスの最近の話題 | 京都大学物理学第一教室 談話会 | 京都大学物理学教室第一教室 | 2009 |
| A01 G3 | Kunihiko Kaneko | Itinerant Dynamics in Gene Expression Implies Pluripotency | Biological networks - Principles and Dynamics | 北京 | 2010 |
| A01 K4 | 佐藤 直行 | 海馬神経回路モデルを用いた記憶想起の予測 | 第1回ユーロ・リハ・ロボ研究会 (WSNRR) | 仙台 | 2010 |
| B01 G1 | 北城 圭一 | ヒトの神経活動の振動同期と知覚の因果関係の操作的解明 | 埼玉大学第22回脳科学セミナー | さいたま市 | 2010 |
| | Keiichi Kitajo | Manipulative approaches to neural synchrony and perception in humans. | Neuro2010 | 神戸 | 2010 |
| | 山口 陽子 | 脳のリズムから知性の原理は捉えられるか? | 玉川大学若手&神経科学セミナー | 玉川大学、東京 | 2010 |
| | Yoko Yamaguchi | Oscillation, Memory, Attention | RIKEN BSI Tutorial Series 2009 | RIKEN, Wako | 2010 |
| | Yoko Yamaguchi | Computational study of memory formation through dynamical interplays in the cortico-hippocampal system | 32nd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (Neuroscience 2009) | Nagoya | 2009 |
| | Yoko Yamaguchi | Path Integration and cognitive map formation in cortico-hippocampal theta networks | RIKEN BSI Symposium on Hippocampus | RIKEN, Wako | 2009 |
| | 山口 陽子 | 自己組織システムとしての脳のデザイン | 第16回科学技術交流フォーラム | 東京大学 東京 | 2009 |

| | | | | | |
|-----------|---------------------------|---|---|--------------------------|------|
| B01 G3 | Toshikatsu Fujii | An fMRI study on dissociative amnesia | Neurotalk 2010 | Singapore | 2010 |
| | 藤井俊勝 | ヒトの記憶の脳内基盤 | 第21回東北神経心理懇話会特別講演 | 仙台 | 2010 |
| | 藤井俊勝 | 記憶障害のみかた | 第14回日本神経精神医学会教育講演 | 仙台 | 2009 |
| | 奥田次郎 | 脳科学からみた人間の記憶＝予見システムと行動決定 | 筑波大学大学院システム情報工学研究科 経済学・ゲーム理論セミナー | つくば | 2009 |
| | 藤井俊勝 | 嘘とだましの神経メカニズム | 日本学術会議神経関係3分科会合同市民公開シンポジウム「社会性の脳科学」 | 東京 | 2009 |
| | 藤井俊勝 | 記憶とその障害 | 第33回日本高次脳機能障害学会教育セミナー | 札幌 | 2009 |
| | Jiro Okuda | Memory and prospection of the brain: What can cognitive brain science suggest to inductive game theory and decision-making? | Logic, Game Theory, and Social Choice 6 | Tsukuba | 2009 |
| B01 G4 | 水原啓暁 | グローバルな神経協調による情報統合と機能障害 | 日本神経心理学会第34回総会・学術集会特別講演 | 京都大学、京都市 | 2010 |
| B01 K3 | 久恒辰博 | Aging and anti-aging of brain function: A Role of Adult Neurogenesis | in Asian Aging Core for Longevity Research and Education 2010 | Jeju, Republic of Korea | 2010 |
| | 久恒辰博 | Activity Dependent Modulation of Adult Hippocampal Neurogenesis | BIT's 1st Annual Neuro Talk | Singapore | 2010 |
| | 久恒辰博 | Regulations and functions of adult neurogenesis | 43rd Annual Meeting for the Japanese Society of Developmental Biologist | 京都市 | 2010 |
| | 久恒辰博 | Hippocampal circuitry regulates adult neurogenesis | Adult neurogenesis: structure and function | Frauenchie msee, Germany | 2010 |
| B01 K4 | Toshiaki Omori | Opening Remarks: Dynamic Clamp: Bridging between Theory and Experiment | Joint Conference of the 33rd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, the 53rd Annual Meeting of the Japanese Society for Neurochemistry, and the 20th Annual Meeting of Japanese Neural Network Society (Neuro2010) | Kobe Convention Center | 2010 |
| | 大森敏明 | イメージングデータからの神経樹状突起ダイナミクス抽出 | 第3回学融合ビジュアルイゼーションシンポジウム | 東京大学武田ホール | 2010 |
| B01 K8 | Yoshiyuki Kubota 他5名 | 大脳皮質非錐体細胞の樹状突起の形態と機能特性 | 日本神経科学大会 | 神戸 | 2010 |
| | Yoshiyuki Kubota Y 他5名 | Dendritic dimensions and signal conduction properties of cortical nonpyramidal cells | The Fifth International Neural Microcircuitry Conference "Microcircuitry of Cortex" | 東京 | 2010 |
| | Yoshiyuki Kubota Y | Dendritic dimensions and signal conduction properties of cortical | The Forth International Neural Microcircuitry | 沖縄県名護市 | 2010 |

| | | | | | |
|------------|---|--|--|---|------|
| | 他5名 | nonpyramidal cells | Conference “Signal Processing Mechanisms of Cortical Neurons” | | |
| B01 K9 | Yoshikazu Isomura | Microcircuitry mechanism underlying self-initiation of voluntary movements | The 5th Neural Microcircuitry Conference | Tokyo | 2010 |
| C01 G3 | Takashi Hashimoto | Evolution of symbolic communication and language: Constructive and experimental approaches | Global COE International Symposium “Future Trends in the Biology of Language” | 東京 | 2011 |
| | 橋本 敬 | 言語と記号コミュニケーションの進化: 構成論と実験によるアプローチ | VCASI (Virtual Center for Advanced Studies in Institution) 公開研究会「言語の起源と進化について」 | 東京 | 2010 |
| C01 G4 | 村田 哲 | 体性感覚情報処理に関する神経基盤 | 第45回理学療法学会大会 | 岐阜 | 2010 |
| C01 K1 | 松島俊也 | 神経行動学入門 | 日本動物行動学会第29回大会 | 那覇、沖縄 | 2010 |
| | Matsushima Toshiya | Chick economics: some good reasons to be impulsive. | Rovereto Workshop on Cognition and Evolution | Rovereto, Italy | 2010 |
| | Matsushima Toshiya | Ecology meets neuroscience: neural mechanisms of profitability-based choices in the domestic chicks | International symposium on “Evolutionary studies in behavioral neuroscience | Hayama, Japan | 2008 |
| C01 K2 | Ogawa T | neuronal activity in the prefrontal cortex during the course of updating knowledge for problem solving | Tohoku International Symposium on Multidisciplinary Neuroscience. | 東北大、仙台 | 2011 |
| C01 K6 | 稲邑哲也, 奥野敬丞 | 感覚運動情報のシンボル化と強調動作提示法に基づくコーチングロボット | 信学技報(電子情報通信学会 ヒューマン情報処理研究会) | 沖縄国際大学 | 2011 |
| C01 K9 | J. Tani | Generation of Cognitive Behavior through Top-Down & Bottom-up Interactions | The 5th workshop on Anticipatory Behavior in Adaptive Learning Systems | Bielefeld, Germany | 2011 |
| | J. Tani | Emergence of functional hierarchy in multiple timescale neuronal network model | Santa Barbara workshop organized by Michael Gazzaniga, Santa Barbara | USA | 2010 |
| | J. Tani | An account for mirror neuron systems by generative models with functional hierarchy | Workshop “Mirror Code For Social Interactions” | Capri, Italy | 2010 |
| | J. Tani | Phenomenology, Function, and Computation of Consciousness | The 2nd International Symposium on Computational Neuroscience | Seoul, Korea | 2010 |
| | J. Tani | Mirror Neurons: from Action to Empathy | International Interdisciplinary Conference | Torun, Poland | 2010 |
| C01 K10 | 渡邊正孝 | 認知神経科学領域における社会脳ー動物の社会行動と脳内報酬系 | 日本心理学会第74回大会 | 大阪大学豊中キャンパス | 2010 |
| | 渡邊正孝 | 脳活動から見える動物のこころ | 第70回日本動物心理学会大会 | 帝京大学、東京 | 2010 |
| | Masataka Watanabe, Takayuki Hosokawa | Prefrontal neuronal activity in the monkey during competitive and noncompetitive video shooting games | 15th Biennial Scientific Meeting of the International Society for Comparative Psychology | Awaji-Yumebuta International Conference Center, Hyogo | 2010 |

シンポジウム・セミナー等開催状況

2011 年度第 1 回全体会議

日程：2011 年 8 月 25 日(木)～26 日(金)

会場：会場：神戸市産業振興センター

《関連研究会》包括脳夏のワークショップ

日程：2011 年 8 月 21 日(日)～24 日(水)

会場：神戸国際会議場

高校生理科教室「コミュニケーションする脳!？」

*平成 23 年 3 月 29 日開催予定だったが、東日本大震災発生の為、延期になった。

日程：2011 年 8 月 19 日（金）13:30-17:00

会場：理化学研究所 脳科学総合研究センター中央研究棟（埼玉県和光市広沢 2-1）

《関連研究会》玉川大学脳科学トレーニングコース 2011—心をくすぐる技の共演—

日程：2011 年 6 月 23 日（木）～25 日（土）

会場：玉川大学 脳科学研究所

ICCN2011

日程：2011 年 6 月 9 日（木）～13 日（日）

会場：ヒルトンニセコビレッジ

《関連研究会》第 2 回神経ダイナミクス研究会シンポジウム

日程：2011 年 1 月 29 日(土) 14:00～18:00

会場：アクロス福岡

《関連研究会》脳と心のメカニズム 第 11 回冬のワークショップ「人の知性の起源と進化」

日程：2011 年 1 月 11 日（火）～1 月 13 日（木）

会場：ルスツリゾート（北海道蛇田郡留寿都村字泉川 13）

2010 年度第 2 回全体会議

日程：2010 年 12 月 15 日（水）～17 日（金）

会場：札幌 ガトーキングダム

《関連研究会》複雑系数理とその応用に関するシンポジウム

日程：2010 年 11 月 9 日（火）

会場：北海道大学 電子科学研究所 1 階会議室(北 20 西 10)

《関連研究会》平成 22 年度第 2 回身体性情報学研究会

日程：2010 年 11 月 4 日（木）14:30～5 日（金）10:30

会場：OIST シーサイドハウス

《関連研究会》オータムスクール「脳科学への数理的アプローチ」ASCONE2010

日程：2010 年 10 月 30 日（土）～11 月 2 日（火）

会場：東北大学片平キャンパス

《関連研究会》生理研研究会 認知神経科学の先端「身体性の脳内メカニズム」

日程：2010 年 10 月 22 日（金）～10 月 23 日（土）

会場：岡崎コンファレンスセンター

《関連研究会》2010年日本神経回路学会時限研究会「神経科学・リハビリテーション・ロボット工学のシナジー効果に関する研究会」

日程：2010年8月3日（火）

会場：東北大学電気通信研究所

《関連研究会》脳と心のメカニズム第11回夏のワークショップ「知覚と運動」

日程：2010年7月29日（木）10:10-15:40 シンポジウム 16:00-18:00 ポスター

会場：さっぽろ芸術文化の館（旧北海道厚生年金会館）

《関連研究会》包括脳夏のワークショップ

日程：2010年7月27日（火）～30日（金）

会場：ホテルさっぽろ芸文館（旧北海道厚生年金会館）

《関連研究会》第52回サイエンス・カフェ札幌

日程：2010年7月24日（土）16:30～18:00（開場 16:00）

会場：sapporo55 ビル1階インナーガーデン（紀伊國屋書店札幌本店 正面入口前）

札幌市中央区北5条西5丁目

《関連研究会》身体性情報学研究会

日程：2010年7月6日（火）10:30～16:30

会場：国際電気通信基礎技術研究所(ATR) 大会議室

2010年度第1回全体会議

日程：2010年5月12日(水)9:15～18:30

会場：東京大学大学院数理科学研究科 大講義室

《関連研究会》大阪大学グローバルCOEプログラム「認知脳理解に基づく未来工学創成」第2回シンポジウム

日程：2010年3月26日（金）9:00-17:00

会場：大阪大学中之島センター10階 佐治敬三メモリアルホール

2009年度第2回全体会議

日程：2010年2月23日(火)10時～24日(水)16時

会場：TKP 大手町カンファレンスセンター EAST カンファレンス2

《関連研究会》言語の起源と進化の国際セミナー JAIST-EELC2010

日程：2010年3月10日(水)～12日(金)

会場：キャンパスプラザ京都

《関連研究会》「脳と心のメカニズム」第10回冬のワークショップ

日程：2010年1月12日(火)～1月14日(木)

会場：ルスツリゾート

2009年度第1回全体会議

日程：2009年9月5日(土)～6日(日)

会場：ホテルクレスト札幌 会議室エルム

(4) 「国民との科学・技術対話」について

当初計画では、平成 22 年度内に二つの研究活動の社会還元を行う予定であった。ひとつはすでに実施した。他の一つは平成 23 年 3 月 29 日に理研にて開催予定であったが、東日本大震災のため平成 23 年 8 月 19 日に変更して実施予定である。

1. サイエンスカフェ：平成 22 年 7 月 24 日、領域代表者の津田一郎が札幌市紀伊國屋書店にて「コミュニケーションする脳!?—脳をカオスで語る」と題してサイエンスカフェを行った。本企画は、北海道大学科学技術コミュニケーター養成プログラム CoSTEP の協力を得て行われた。コミュニケーション時における脳内活動に非線形振動やカオスの振動が見出されている事実とそれらの振動状態の機能的な意味について 100 名を超える一般市民参加者を対象に講演し、その後、質問、討論、参加者同士での討論とその結果を受けての質疑応答を行い、新学術領域の研究テーマに関して市民との相互理解を推進した。また、参加者からのさらなる 50 以上の質問に対して、「一問一答」と題して回答し、カフェ後にインターネット上で公開した(http://www.dynamic-brain.jp/doc/newsletter/science_cafe.pdf)。この事業は文科省からのアンケート実施要請通知の前に実施したため、アンケートは実施していないが、参加者からの質問カードを通して、参加者の満足度が大変高かったことが分かった。また「非常に分かりやすい説明」と好評だった。参加者層は知りえた限りで、心理療法士、放射線医療技師、営業マン、マスコミ関係会社社長、会社員、スポーツ指導者、主婦、大学生、大学院生（脳科学、生物学、数理科学）と多岐にわたった。年齢層は 20 歳前は若干名で、20 歳代から 70 歳代までと幅が広く、男女比は 3 : 1 くらいであった。

2. 春休み高校生理科教室：平成 23 年 8 月 19 日に B 班班長の山口陽子を責任者として理化学研究所脳科学総合研究センターにて「コミュニケーションする脳!?—脳をリズムから探る」と題して実施予定である。近隣の高校生を対象に、簡単なコミュニケーションに関連する実験に参加してもらい、脳波測定の実際、脳波データ、結合振動子の振る舞いとコミュニケーションとの関係について理解を深めてもらうことが目的である。参加者名簿は確定した。参加人数 47 名：高校 1 年生 15 名、2 年生 12 名、3 年生 13 名、教諭 6 名、一般人 1 名。東京、埼玉の高校からの参加がほとんどだが、そのほかに長野県千曲市から高校 1 年生 1 名、付き添いの先生 1 名の参加が予定されている。

なお、平成 23 年 2 月 22 日、理化学研究所への高校生訪問の機会に、当初予定の高校生理科教室の予行演習を行った。予定していた実験のうちペットボトルを使ったリズム同期の実験を行い、山口が脳でリズム同期が類似の機構によっておこることを説明ののち、高校生の理解度をアンケートによって調査した。理科系への進学が多い佐賀県の高校の 2 年生 15 名（男子 8 名、女子 7 名）と引率教諭 1 名が対象であった。アンケートによると、リズム同期と脳の働きの関係が初めはわからなかったが、説明を受けるうちにその類似性に非常に興味をもったということだった。

6. 研究組織と各研究項目の連携状況

(1) 各研究項目内での共通認識

研究項目 A01 では、力学系およびその発展拡張系を用いることで、脳の認知過程、コミュニケーション過程の神経機構を解明しようとする共通認識がある。特に、カオスの遍歴、高次元の分岐理論、異なる時間スケールを持つ大自由度力学系の解析という共通課題があり、密な交流を持ちながら進めている。また、研究項目 B01 では、コミュニケーションの時に見られる脳内ヘテロシステム間相互作用を EEG、fMRI、TMS、電気生理の手法を駆使して、ミクロとマクロをつなぐメゾスコピックレベルの神経活動を計測し、このレベルでの情報創成を見ることがコミュニケーションの神経理解につながるという共通認識がある。研究項目 C01 では、実際のコミュニケーション場面を具体的に設定し、新しいコミュニケーションタスクを工夫することで役割分担、意味の創成が可能であるという共通認識がある。このような認識のもとで、研究項目内での共同研究も進行中である。たとえば、B01G2 相原班と B01K9 磯村班では 32ch 信号処理装置およびデータ処理システムを導入して海馬でのトップダウン情報とボトムアップ情報の相互作用による記憶形成、意味情報の創出に関する共同実験が進行中である。

(2) 各研究項目間での連携

数理的な考えを脳の実験と結びつけて研究するために、理論・数理研究者と実験研究者が「言語」を共有する必要がある。そこで、総括班会議、幹事会を頻度高く行い、総括班と内部評価者に外部有識者を加えて、理論と実験の共同研究に関する計画を細かく議論し、練り直してきた。さらに、そこで得られた各研究項目間の共通認識を公募班に浸透させるために、Tutorial 講義を全体会議で設けたり、研究室の相互訪問を推進するなどして、実験—理論での理解の共有を繰り返し進めている。また、領域として大きな研究イベントを主催したり、共催したりすることで各研究項目間の共通認識は深まり、プロジェクトとしての一体感が出ると考え、ICCN2011(International Conference on Cognitive Neurodynamics)の共催と班員全員の参加発表を促した。また、毎年開催してきた DBF(Dynamic Brain Forum)を本年も総括班主催で開催し、DBF において計画班の発表を行った。さらに、昨年度から始まった包括脳（包括型脳科学研究推進支援ネットワーク）会議に新学術領域として参加し、その中で公開で班会議を行ったり、ポスター発表を行うなどしてきた。ICCN, DBF, 包括脳での活動は本領域外の人とのコミュニケーションを促進し、それによって本領域としての研究の一体感が生まれ、研究項目間の連携を促進することに貢献した。研究項目間の個別の連携としては以下のものが進行中または計画中である。

- B01G1 山口班と A01G2 西浦班の合同セミナー・共同研究打ち合わせを 3 回実施した。これにより脳波の特性を異なる周波数の結合振動子系でとらえる試みが始まっている。また、このテーマは A01G1 津田班でも行っており、津田班と山口班、B01G3 奥田班との連携も研究室訪問を通じて議論し始めている。
- B01G4 水原班での他者の行動の模倣に関する EEG と fMRI での同時計測実験に関しては、A01G1 津田班との間で密な連携を持って研究を行っている。連携は理論研究者がまず実際の実験現場の様子を見学するところから始めた。これは理論研究者にとって非常に教育的で、想像していた脳活動とは全く違う脳活動を見ることができ、新しい脳観を構築

するのに役立った。

- B01G1 山口班と A01G3 金子班の間では大自由度力学系をふまえて実験を進めており、既に脳波の同期クラスター化や同期と見えの関係についての結果を公表している。
- B01G3 奥田班と C01G3 橋本班では TMS および TMS 対応の脳波計測システムを導入することで、橋本班で考案した意味と役割分担生成に関するタスクを実行中の脳活動の共同研究が進行中である。
- C01G3 橋本班と A01G3 金子班、および A01G1 津田班とは行動実験の理論解析において連携することが計画されている。また、橋本班の行動実験の結果が確定した段階で B01G1 山口班あるいは B01G4 水原班と連携してシンボルから意味が生成する過程の脳波測定を行うことが計画されている。

（3）計画研究と公募研究の調和

公募研究は計画研究を補完する研究として位置付けているが、それは両者が異なるベクトルの方向を向いているという意味ではなく、コミュニケーション神経情報学という新分野を創出するという目標に向かってベクトルの方向は一致していなければならない。このために、いくつかの方策を考え実行した。まず、平成22年度は包括脳会議において計画班の口頭発表を全員参加のもとで行い、続いて計画班、公募班すべてがポスター発表をした。このポスター発表には他の新学術領域、脳プロ、脳と心のシンポジウムの参加者などが集まっており、これらの人たちを介して我々の領域研究者の間に自然と相互作用が生まれるようになった。これは計画班、公募班という区別はなく、本新学術領域として一体感が生まれた。また、他のプロジェクトの研究者からの評価も計画班、公募班が一体となった本領域全体としてのものであり、極めて高い評価をいただいた。この時点で領域全体としての意識がほとんどの班員の中に芽生えたと思われる。平成22年度の全体会議では、計画班、公募班の区別なく全ての班員が口頭発表を行い、活発な議論になった。チュートリアルがきっかけになり、公募班研究者から理論と実験の共同研究の難しさと必要性についての活発な議論が行われたことは計画班、公募班の調和のためには大変良かったと思う。さらに、平成23年度の ICCN2011, DBF への参加発表は国際的な場での本領域プロジェクトの重要性を諸外国の研究者に知ってもらうきっかけになり、班員の中に一体感が生まれたのではないかと考えている。さらに、平成23年度の包括脳においては、本領域だけの班会議を予定しているが、そこでは公募班が口頭発表を行い、主に計画班員による質疑応答を行う。このことにより、両者の相互作用が促進されると考えている。計画班と公募班の間の共同研究の例として、B01G2 相原班と B01K9 磯村班による海馬でのトップダウン情報とボトムアップ情報の相互作用による記憶形成ならびに意味情報の創出に関する共同実験、また B01G1 山口班と B01K1 嶋班によるサルの上肢運動制御に関する LFP のリズム成分の解析による α 波、 β 波、 γ 波の3つのリズムのヒトと同様の階層性の存在の発見などが挙げられる。

研究組織表

| 班 | 課題名 | 代表者 | 研究分担者 |
|-----------------------------------|--|----------------------|---|
| 総括班 | ヘテロ複雑システムによるコミュニケーション理解のための神経機構の解明 | 津田一郎 (北海道大学) | 西浦廉政(北海道大学)、 大森隆司(玉川大学)、 水原啓暁(京都大学) |
| A01 数理システム論（数理システム班） | | | |
| G1 | 動的脳の情報創成とカオスの遍歴の役割 | 津田一郎 (北海道大学) | 藤井宏(京都産業大学)、 高橋陽一郎(東京大学) |
| G2 | ヘテロな動的パターンの相互作用の数理的解明とその生命科学への展開 | 西浦廉政 (北海道大学) | 國府寛司(京都大学) |
| G3 | 多時間スケールダイナミクスによるメタルール生成とそれに基づく学習、進化の理論 | 金子邦彦 (東京大学) | |
| K1 | 能動的触覚の数理モデルの設計と神経活動□触運動間コミュニケーションの解明 | 柳田達雄 (北海道大学) | |
| K2 | 発現遺伝子と細胞動態の相関情報から探る細胞集団の同期的活動生起と崩壊の統合的理解 | 舘野 高 (大阪大学) | *平成 22 年度のみ参画 |
| K3 | 多様なダイナミクスを学び、理解し、生み出すための学習理論 | 古川徹生 (九州工業大学) | |
| K4 | フリッカ誘導脳波の解析による記憶の脳同期回路メカニズムの解明 | 佐藤直行 (公立はこだて未来大学) | |
| B01 ヘテロ脳内システム間相互作用（脳システム班） | | | |
| G1 | 脳神経回路の同期の生成崩壊に基づく認知情報生成機構の解明 | 山口陽子 (理化学研究所) | 北城圭一(理化学研究所)、川崎真弘(理研BSI-TOYOTA 連携センター) |
| G2 | 異なる入力情報の相互作用による自己組織化メカニズムの解明 | 相原 威 (玉川大学) | 酒井 裕(玉川大学)、 藤井 聡(山形大学) |
| G3 | 過去の経験と現在の状況から展望的記憶を動的に形成する記憶メカニズムの解明 | 奥田次郎 (京都産業大学) | 藤井俊勝(東北大学) |
| G4 | 脳内回路の引き込み協調による言語・非言語コミュニケーションの創発原理の解明 | 水原啓暁 (京都大学) | 乾 敏郎(京都大学)、 笹岡貴史(京都大学) |
| K1 | 霊長類前頭前野におけるマルチシステムとしての情報処理機構 | 嶋 啓節 (東北大学) | |
| K2 | 行動指令の動的生成機構としての前頭葉興奮性・抑制性神経細胞の機能分化と相互作用 | 坂本一寛 (東北大学) | |
| K3 | アダルトニューロジェネシスによるヘテロ脳回路の動的アセンブル | 久恒辰博 (東京大学) | |
| K4 | 樹状突起における脳内ヘテロ情報の統合メカニズムの解明 | 大森敏明 (東京大学) | |
| K5 | 神経回路網におけるカオスに基いた脳内通信の原型モデル | 奈良重俊 (岡山大学) | |
| K6 | 蛍光イメージング法による鳥海馬神経回路解析 | 岡 浩太郎 (慶應義塾大学) | |
| K7 | 情報探索と利用の神経機構 | 鮫島和行 (玉川大学) | |
| K8 | 大脳皮質局所神経回路の抑制性シナプスの機能的解析 | 窪田芳之 (生理学研究所) | |
| K9 | 行動開始に伴う海馬と大脳皮質のマルチニューロン活動遷移 | 磯村宜和 (玉川大学) | |

| | | | |
|-----------------------------|--|--------------------------|--|
| K10 | 時系列信号によるコミュニケーションを司る神経情報表現の解明 | 西川 淳 (理化学研究所) | |
| C01 個体間相互作用（個体システム班） | | | |
| G1 | 他者との相互作用を介した情報獲得メカニズムの解明 | 中村克樹 (京都大学) | 中村徳子(昭和女子大学) |
| G2 | 社会場面での人の役割分担の自律的発生メカニズムの解明 | 大森隆司 (玉川大学) | 岡田浩之(玉川大学)、 有田隆也(名古屋大学)、 長井隆行(電気通信大学) |
| G3 | 言語的推論と連続ダイナミクスの相互作用による意味創造メカニズムの解明 | 橋本 敬 (北陸先端科学技術大学院大学) | 森田純哉(北陸先端科学技術大学院大学) |
| G4 | 環境と神経モジュールの相互作用による実時間運動指令創成のメカニズム | 阪口 豊 (電気通信大学) | 宮下英三(東京工業大学)、 石田文彦(電気通信大学)、 成瀬康(報通信研究機構) |
| K1 | バイオリジカルモーションの幾何学と脳内鑄型：刻印づけ手順による研究 | 松島俊也 (北海道大学) | |
| K2 | 未知環境とのコミュニケーションによる意義情報の抽出と新たな知識の生成過程 | 小川 正 (京都大学) | |
| K3 | 下垂体後葉ホルモンによるコミュニケーション促進機構 | 尾仲達史 (自治医科大学) | |
| K4 | 社会的欲求の生成と変容の脳内機構 | 松元健二 (玉川大学) | |
| K5 | 教師である父や配偶個体を前にした小鳥の歌学習行動の変容と脳内ドーパミン濃度の変化 | 奥村 哲 (静岡理工科大学) | |
| K6 | 他者の身体的内部状態推定に基づくシンボルと感覚運動情報の融合コミュニケーション | 稲邑哲也 (国立情報学研究所) | |
| K7 | マカクザル半側空間無視モデルを用いた空間および身体の認知機構の解明 | 吉田正俊 (生理学研究所) | |
| K8 | 無意識的同調行動における脳内統合過程の解明 | 長坂泰勇 (理化学研究所) | |
| K9 | 高次認知過程を伴う協調行為の生成に関するその動的メカニズムの構成論的理解 | 谷 淳 (理化学研究所) | |
| K10 | 個体間コミュニケーションとしてのサルの競争行動とそれを支える脳活動 | 渡辺正孝 (財団法人東京都医学総合研究所) | |

7. 研究費の使用状況(設備の有効活用、研究費の効果的使用を含む)

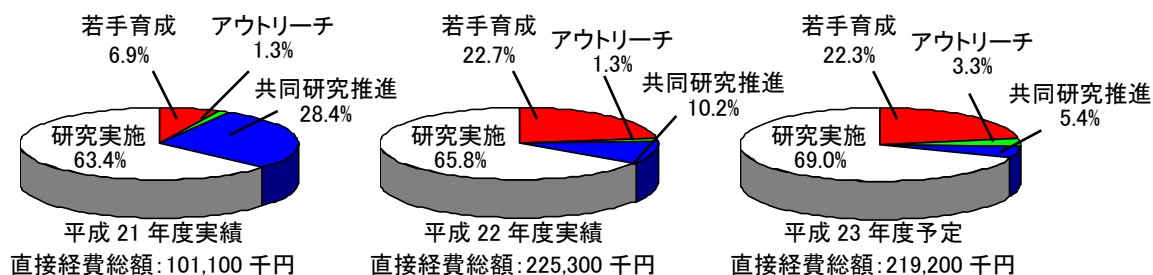
新たな学術領域としての今後の持続的な発展性を考えた場合、通常の研究活動に加えて若手研究者の育成および当該分野の魅力を広く周知する努力は必要不可欠となる。また本領域では、単に独立した複数の研究課題の寄せ集めとした領域ではなく、計画班・公募班の実質的な連携を重視している。このような観点から、本領域では総括班・計画班・公募班を含めて以下の項目に対して積極的に取り組んでいる。

- (a) 若手研究者育成
- (b) アウトリーチ活動
- (c) 共同研究推進

若手研究者育成への取り組みとして、本領域では特に「研究員雇用(任期付助教含む)」および「大学院生の会議出席費用の補助」に重点を置いて実施している。またアウトリーチ活動としては、ニュースレター等の印刷物による取り組みとともに、学会やシンポジウム等の主催・共催によるアウトリーチ活動を推進している。特に平成23年度においては当領域に密接に関係する国際会議(ICCN2011)を共催するとともに全班員の参加を促すことで、世界に向けた情報発信を積極的に行っている。これらの若手研究者育成およびアウトリーチのために執行した費用は、総予算の内、平成21年度:7.3%(8,290千円)、平成22年度24.0%(54,072千円)、平成23年度25.6%(56,115千円)となる。これらの項目への重点配分は年度を追って増加する傾向にあり、領域の発展に向けた戦略的な使用を実現できているものといえる。

また、領域内の計画班・公募班間の共同研究を推進するために、共同研究提案に主眼を置いて総括班会議および全体会議を開催するとともに、各計画班・公募班において、共同研究を目的として設備備品の購入を行ってきている。その一例として、B01G3班とC01G3班との共同研究のためのTMSおよびTMS対応の脳波計測システムの導入(H21-H23 合計:17,115千円)が行われている。さらに、この取り組みは計画班同士のみにとどまらず、例えば公募班B01K9班と計画班B01G2班との共同研究のために、32ch信号処理装置およびデータ処理システムの導入(H22-H23 合計:2,705千円)が行われるなど、計画・公募班の別に関わらず全体を通じた取り組みである。この共同研究を推進するための支出は、平成21年度:28.4%(28,712千円)、平成22年度10.2%(22,981千円)、平成23年度5.4%(11,837千円)であり、特に領域発足当初に重点配分することで共同研究の実現に向けた効果的な研究費の使用が実現できているといえる。

以上のように、総括班会議・全体会議を通じた班員間の意志統一の結果として、領域の発展のための「若手育成」および「アウトリーチ活動」、さらには計画班・公募班の枠を超えた共同研究のための体制構築に対して戦略的な研究費使用を実現することができている。



8. 今後の研究領域の推進方策

(1) 研究の方向性

ヘテロな記憶間の相互作用の問題、及びヘテロ相互作用による意味生成の問題はコミュニケーションの神経機構を解明するための必須の難問であるが、この難問を解決するための数理的基盤が整ってきたので、A班全体で協力して理論の展開を図る。異なる時間スケールを持ったカオスの遍歴によって可塑性と情報の保持の両立が可能になる描像を確立する。このような可塑性を持った自発脳活動状態が相互作用により変化してコミュニケーションを行い、意味を生成させる数学的機構を明らかにする。さらにこのような数理的概念を、より詳細な神経力学系の中に具現化させ、実験での検証の道筋をつけていく。この詳細な神経力学系の理論的および実験的研究は公募班に期待するところ大である。さらに、B班の脳活動実験とC班の行動実験をA班で開発した数理手法および動的脳観に沿って合体させ、行動時の脳計測を実行し、コミュニケーションにおける意味生成や役割分担の発生の脳内機構を解明する。

(2) 研究推進のための総括班活動

研究の進展を具体的にチェックし、個々の研究計画を統一的な考えのもとで統合して行くために、総括班会議、幹事会において計画班の研究代表者、内部評価者、外部有識者が領域の全体像の中で個々の研究を位置づける議論を行う。さらに、その結果を全体会議を通して個々の研究にフィードバックをかけて行く。研究のレベルを国際レベルで高い位置に保つためには、国際的に評価の高い研究者との交流が重要である。DBF(Dynamic Brain Forum)やICCN2013(International Conference on Cognitive Neurodynamics2013)などを主催または共催し、班員の研究発表の国際的な場を提供する。また、米国やヨーロッパ、日本のNeuroscience Meetingでの発表も積極的に行っていく。また、国内においては包括脳との連携を強め、我が国の脳研究者との交流を積極的に行い、新しい領域の創造に参加する。これにより、日常的な創造性であるコミュニケーションの脳内機構を数理的に解明し、コミュニケーション神経情報学という後世に残すべき研究分野を創出する。その成果をサイエンスカフェ、高校生講習会、社会人向け講演会・討論会などで国民との対話を行い、また成果を一般国民向けの書籍として出版することで社会還元する。

9. 総括班評価者による評価結果

| 評価者(所属・氏名) | (a) | (b) | (c) | (d) | (e) | 総合 |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 金沢工業大学・特任教授 鈴木良次 | A+ | A+ | A | A+ | A | A+ |
| 玉川大学・教授 木村實 | A | B | A | A | A | A |
| 東北工業大学・学長 沢田康次 | A | A | A | A+ | A | A |
| 理化学研究所・特別顧問 甘利俊一 | A | A | A+ | A | A+ | A+ |

評価項目：(a) 研究の進展状況, (b) これまでの研究成果, (c) 研究組織, (d) 研究費の使用, (e) 今後の研究領域の推進方策. **評価基準：**A+: 研究領域の設定目的に照らして、期待以上の進展が認められる, A: 研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの進展が認められる, B: 研究領域の設定目的に照らして研究が遅れており、今後一層の努力が必要である, C: 研究領域の設定目的に照らして、研究成果が見込まれないため、研究費の減額又は助成の停止が適当である.

総括班評価者には総括班会議、全体班会議を通じて常に領域全体の活動状況を把握していただき、評価を領域活動にフィードバックするよう努めてきた。以下に、今までの活動全般に対して評価いただいた評価所見要旨を掲載する。なお、評価者からの所見の原本については、中間評価ヒアリング時に参考資料として配布予定である。

[総括班評価者 評価所見要旨]

金沢工業大学・特任教授 鈴木良次

コミュニケーション神経情報学という新学術領域を開拓するという本プロジェクトは、研究代表者である津田一郎教授の優れたリーダーシップと計画班員らの意欲的な協力によって、着実に進展している。これらの理論的研究によって提示された枠組みでの研究が、脳内システムを扱うグループ及び個体間相互作用を対象とするグループとの連携によって進捗することが十分期待できる。

玉川大学・教授 木村實

津田領域代表を中心とする幹事会、総括班メンバーは、コミュニケーションの脳内神経機構を理論と実験の協働によって解明し、コミュニケーション神経情報学という新領域を開拓することを目的として領域の運営を行っている。人と人、人とサル、人とロボット、人と物体が相互作用するときの各個体の脳内で起こる神経ダイナミクスを様々な脳計測技術によって測定し、ダイナミックな神経活動状態の変化を詳細に調べ、理論構築を行うという方針は優れており、実現すればこの分野の研究に大きなインパクトを与えると期待される。領域の運営努力を考慮すると、発展に向けた潜在能力の高さを十分に持ち合わせていると判断できる。

東北工業大学・学長 沢田康次

「ヘテロ複雑システム」、「コミュニケーション」、「神経機構」の3つのキーワードがそれぞれ独立に深い問題が内在し、その班の研究者はそれぞれの分野で高い研究能力を持つエキスパートであり、これまでの研究業績は高く評価できる。膨大な研究分野を統合して新領域の目指すために、若手研究者育成・アウトリーチ活動・共同研究推進に全体予算の約四分の一を使用していることは高く評価できる。

理化学研究所・特別顧問 甘利俊一

本研究の目標は極めて高いと言える。本領域はこのために三つの研究班を組織し、計画研究と公募研究を組み合わせた緊密な関係を築くことに成功している。これまでのところの運営および活動を評価するに、新しい学術領域の創成を目指して、班員間の打ち合わせ、理念の徹底、そして研究内容の相互理解、共同研究の提案などは、たいへんうまく行われている。