

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「脳の機能発達と学習メカニズムの解明」

研究課題「高齢脳の学習能力と
可塑性のBMI法による解明」

研究終了報告書

研究期間 平成15年10月～平成21年3月

研究代表者：櫻井 芳雄
(京都大学 大学院文学研究科、教授)

§ 1 研究実施の概要

1. 研究の背景とねらい

脳の機能発達と学習に関する従来の研究は、主に幼若脳の可塑性を強調してきた。そして高齢脳については、学習能力が劣ることだけが報告されてきた。たしかに脳の一部を摘出した標本レベルでは、幼若脳が持つ高い可塑性は明らかであり、高齢脳が劣ることも間違いない。しかし、実際に脳全体で情報を処理し行動を制御している覚醒脳のレベルでは、高齢脳の学習能力と可塑性の実態は未だ不明である。なぜなら、覚醒脳による学習はその個体が示す行動で測定するしかないが、高齢となった個体は、まずその筋肉骨格系が衰えているため、たとえ脳自体が学習したとしても、その結果を適切な行動として十分現すことができない可能性がある。またそのことが、脳の学習と可塑的变化をさらに抑えている可能性も高い。事実、最近の臨床的な脳研究によると、筋肉骨格系の衰えが少ない高齢者は、非常に高い学習能力や、脳損傷からの驚異的な機能回復を示すことがあるという。

そこで本研究チームは、もし運動出力系の劣化という制約を取り除くことができれば、高齢脳が本来持つ学習能力と神経回路網の可塑性を的確にとらえることが出来ると考えた。そして、脳の神経活動で機械を直接操作するブレイン・マシン・インタフェース(Brain-Machine Interface, BMI)を構築し、高齢な動物の運動出力系を機械出力系に置き換えることで、高齢脳が本来備えている学習能力と可塑性を、神経活動の変化という機能面と、シナプスの変化という構造面から、詳細に明らかにすることを計画した。また、本計画の基礎には高精度の BMI が必要であることから、まだ国内では全く構築されていない高精度な BMI システムを、ラットとサルそれぞれについて開発し完成させることも目指した。

2. 成果概要

ほぼ当初の計画通りに進展し成果を出すことができた。まず、ラットとサルの BMI の基本システムを完成させた。次に、サルについては、より高精度な BMI システムを動作させ、ラットについては、高齢脳が持つ可塑性を検出した。最終的に、国内初のサルの BMI システムが完成し、また、BMI につながった高齢ラットの脳が機能的な可塑性を示すことがわかった。前者は海外の BMI と比較しても高精度なシステムであり、後者は海外でもまだ報告のない新しい知見である。これら成果の概要を、以下①～⑥に分けて示す。

① ラット用 BMI システムの開発(櫻井グループ)

ラットの BMI については、BMI 用の複数の行動課題を開発し、同時に、多数のマルチニューロン活動を長期間記録できる特殊電極とマイクロドライブを開発した。さらに、ICA(独立成分分析)によるマルチニューロン活動の分離解析法を開発し、そのシステムを組み込んだ独自の BMI システムを完成させた。そして、その BMI システムを用いて、ニューロン活動が行動を代行し報酬を得るニューラルオペラント課題をラットに行わせたところ、ニューロンの発火頻度と同期発火共に、報酬を得るために短期間で変化することがわかった。特に海馬において発火頻度の変化が大きく、同時に同期発火も新皮質より変化しやすいことが明らかになった。

② BMI による高齢ラットの神経可塑性(櫻井グループ)

完成したラット用 BMI システムを用い、2歳以上の高齢ラットにニューラルオペラント課題を行わせたところ、海馬のニューロン活動の発火頻度が、通常ラットとほぼ同じように変化した。同じ課題をニューロン活動でなく行動で行わせると、高齢ラットは通常ラットよりもはるかに少ない報酬しか得ることが出来なかったが、ニューラルオペラント課題では、通常ラットとほぼ同じ量の報酬を得ることが出来た。この結果は、高齢ラットは筋肉骨格系の衰えにより行動は衰えているものの、ニューロン活動の可塑性は、通常ラットと同じように備えている可能性を示唆している。

③ 神経情報としての同期発火の意義(櫻井グループ+青柳グループ)

BMI を高精度化するため、インタフェースに解読させる神経情報について実験と理論の両面から研究した(青柳グループとの共同研究)。まず①で開発した ICA による分離解析法を、かつて記録したサル前頭連合野のマルチニューロン活動の解析に応用したところ、ほとんどの近接ニューロン間に高精度の同期発火が見られた。また、それら同期発火が課題の違いで変化することもわかり、脳の情報表現における同期発火の機能的意義を確認できた。次に、情報表現の切り替えにおける同期発火の重要性を、ネットワークモデルによるシミュレーションで明らかにした。さらに、ニューロン活動のパターンを解読することでラットの弁別行動を予測する実験も進めた。そして、条件性弁別課題を遂行中のラットの海馬から記録したマルチニューロン活動を、各ニューロンの発火系列相互のタイミングに着目し、カーネル法で解析することにより、左右方向への弁別行動を高精度に予測できることがわかった。これらの結果は全て、ニューロン間の同期発火が意味ある神経情報となり得ることを示している。そこで、ラットの BMI 実験において、ニューロン間の同期発火を神経情報として活用することで BMI の動作性能が向上するかどうか、現在検討を進めている。

④ BMI によるシナプス構造の変化(櫻井グループ+金子グループ)

BMI によりニューロン活動が変化した脳で生じている構造的変化について、特にシナプスレベルの変化について、免疫組織化学的測定法により解析した(金子グループとの共同研究)。まず、興奮性神経終末の変化をとらえるため、小胞性グルタミン酸トランスポーター(Vesicular Glutamate

Transporter、VGluT)の検出感度を向上させた。次に、皮質由来のシナプスを測るVGluT1と視床由来のシナプスを測るVGluT2の共存を定量化する手法を開発し、その共存がシナプス可塑性と関連して生じることを示した。そして、櫻井グループが行ったBMI実験後のラットの脳を取り出し、電極周辺の神経回路網におけるVGluTの変化を解析した。その結果、電極周辺の一部にVGluT1陽性の細胞体が存在していることがわかった。それがBMIの学習に特異的であるか、あるいは侵襲に伴う変化であるかについては、まだ不明であるが、そのような変化が生じているニューロン上の部位についても、MAP2などいくつかの樹状突起マーカーを活用し、現在解析を進めている。

⑤ サル一次運動野のニューロン活動による上肢運動の予測(櫻井グループ+飯島グループ+小池グループ)

サルのBMIについては(飯島・小池両グループとの共同研究)、まず、視覚誘導性上肢到達課題を遂行しているサルの一次運動野のニューロン活動、腕の動きの軌道、及び腕の筋電信号を同時計測した。次に、ニューロン活動から筋電信号を線形回帰モデルにより再構築する過程と、筋電信号から腕の関節角度をニューラルネットワークモデルと比例微分コントローラにより再構築する過程の2段階に分けることで、サルの腕の動きを予測する独自の解析法を開発した。そして、少数のニューロン活動だけからサルの腕の動きを、運動の開始位置と力加減も含め高精度に予測することに成功した。

⑥ サル一次運動野のマルチニューロン活動でロボットアームをリアルタイムに操作するBMIシステムの開発(櫻井グループ+飯島グループ+小池グループ)

⑤の運動予測システムのうち、筋電信号から関節角度を推定するニューラルネットワークモデルに、姿勢制御中のみの筋肉-骨格の関係を学習させ、その後段に新たに比例微分コントローラを付け加えることで、課題遂行中の筋電信号から、運動時と静止姿勢時の両方の関節角度を推定することが出来た。さらに、サルが腕を上下左右の4方向に動かし、各位置で一定時間静止させる課題においても、運動の開始位置、静止時間、及び力加減を高精度に予測できることがわかった。そして、サル用特殊電極を開発し一次運動野に埋め込むことで、数十のマルチニューロン活動を同時記録し、4方向運動課題を行っているサルの上肢運動をリアルタイムで予測しロボットアームを動作させるBMIシステムを開発した。

§ 2 研究構想及び実施体制

(1) 研究構想

① 研究目標と計画

本研究課題の目標は、BMI を活用することで、高齢脳が備えているであろう学習能力と可塑性を、神経活動が示す機能的変化とシナプス形態が示す構造的変化の両面から、詳細に明らかにすることであった。またそのために、まず高精度な BMI システムをラットとサルそれぞれについて開発し完成させることも目指した。そのような BMI システムを構築するためには、動物に学習課題を訓練する方法、学習課題を行っている動物の脳から多数のマルチニューロン活動を長期間記録する方法、そこで記録された神経情報を解読するネットワークモデルを組み込んだインターフェイスを設計する方法、高速かつ柔軟に動作するロボットアームを作製する方法、BMI の学習に伴う神経回路網の可塑的变化を免疫組織化学法により検出する方法、等全てが必要である。そこで本研究チームは、各手法についてトップレベルの技術を持つ 5 つの研究グループより構成した。そして、各グループがそれぞれの技術をさらに向上させると同時に、それらを持ち寄り互いに協調させることで、高精度な BMI システムを開発すると共に、高齢脳の神経可塑性を示すことを目指した。

② 研究の進め方と展開

当初の全体計画書に記載した研究計画では、5 年間のうち前半の 2～3 年目までに各研究グループの技術を向上させ、同時に、ラットとサルの BMI の基本システムを開発することを目指した。そして後半では、サルについては、より高精度な BMI システムを完成させ、ラットについては、高齢脳が持つ可塑性を BMI システムを活用して示すことを目指した。そして実際の研究は、ほぼこれら当初の計画どおりに進んだ。最終的には国内初のサルの BMI システムが完成し、BMI につながった高齢ラットの脳が機能的な可塑性を示すこともわかった。

③ 新展開から生まれた目標

サルの BMI については、当初は BMI の基本システムを作製することをめざし、そのためのインタフェース用アルゴリズムとロボットアームの開発を計画した。しかし、予定より早く期間の前半でそれらが開発でき、論文も出版できた。また中間評価会において、多数ニューロンの同時記録によるリアルタイムの BMI をさらに目指すよう指摘があった。そこで、マルチニューロンの同時記録とロボットアームのリアルタイム制御という、当初の計画をさらに進展させたオンライン型 BMI を開発することを新たな目標とした。現在、完

全なオンライン型 BMI はまだ動作していないが、そのための基本システムは完成している。

④ 各グループの役割分担

・櫻井グループ（京都大学大学院文学研究科）

『ラットのマルチニューロン活動と神経回路網の機能的可塑性の解析』

BMI へ入力する神経情報を得るためにマルチニューロン活動を記録し、さらにそこで生じる神経回路網の可塑的变化を解析する。そのため、まずラット用の学習課題を考案し訓練する。そして課題遂行中のマルチニューロン活動を記録し、独立成分分析等を活用し解析することにより、インタフェースに必要な神経情報を検出する。また、BMI による学習中のニューロン活動や活動相関を調べ、神経回路網の機能的な可塑性を調べる。最終的には、これら全てを高齢動物と通常動物を対象に実行し比較する。

・青柳グループ（京都大学大学院情報学研究科）

『インタフェースの基礎となる脳の情報表現の解析』

BMI 用のインタフェースを設計し作製するための理論的研究を行った。そのため、ラットが課題を学習する際のマルチニューロン活動の変化を解析し、神経ネットワークの可塑的变化を取り込んだ数理モデルを開発する。特に、学習と可塑性において同期発火が果たす役割について理論的な可能性を検証する。また、マルチニューロン活動が示す神経情報の表現について解析し、試行ごとに異なる活動の意義について検証し、神経活動が表す情報から動物の行動を予測する手法を開発する。

・金子グループ（京都大学大学院医学研究科）

『ラットの BMI 学習に伴う神経回路網の構造的変化の解析』

BMI を操作し課題を学習したラットに生じる神経回路網の構造的変化を、免疫組織化学法による機能タンパク質の検出等により明らかにする。特に、VGluT と VGAT の2種類のマーカーを活用し、興奮性・抑制性を区別しながらシナプス入力側で生じる量的変化をとらえる。また VGluT2 と VGluT1 を使用することで、視床からのシナプス入力と大脳皮質内のシナプス入力の変化を区別して検出する。さらに、特定の GABA 作動性ニューロン群を蛍光蛋白質で標識した遺伝子変異ラットの作成を試み、大脳皮質内の GABA 作動性インターニューロンで生じる可塑的变化を選択的に可視化し検出することを目指す。

・飯島グループ（東北大学大学院生命科学研究科）

『サルの運動関連領野ニューロン活動と筋電位活動の記録』

最適で高精度な BMI を作製するため、運動の自由度が高いサルを用い、学習課題中のマルチニューロン活動を記録し、さらに運動を表現する筋電位活動も記録する。そのため、

運動は上肢の到達運動を用い、遅延付き条件性位置選択課題など、短期記憶という高次機能を付加した運動学習課題をサルに学習させ、大脳皮質の運動野からマルチニューロン活動を記録し、同時に腕の筋活動も複数部位から記録する。より多数で広範囲な神経活動と筋活動の情報を収集し、小池グループに提供することで、腕の動きを予測する BMI の精度を上げる。

・小池グループ（東京工業大学精密工学研究所）

『サル用インタフェースの設計と出力アームの作製』

飯島グループが記録したサル運動野のマルチニューロン活動と筋電位活動を解析し、上肢運動の自由度にも対応できる高精度な BMI を設計し作製する。そのため、マルチニューロン活動と筋電位活動の間の関連をモデル化し、ニューロン活動に現れる筋制御情報を検出する。そして、上肢の運動方向、静止位置、力加減なども再現できる高精度な BMI を作製する。また、その BMI システムで使用するため、迅速かつ正確に動作できるロボットアームも設計し作製する。

(2)実施体制

グループ名	研究代表者 又は 主たる共同研究者氏名	所属機関・部署・役職名	研究題目
櫻井グループ	櫻井芳雄	京都大学大学院 文学研究科・教授	ラットのマルチニューロン活動と神経回路網の機能的可塑性の解析
青柳グループ	青柳富誌生	京都大学大学院 情報学研究科・講師	インタフェースの基礎となる脳の情報表現の解析
金子グループ	金子武嗣	京都大学大学院 医学研究科・教授	ラットの BMI 学習に伴う神経回路網の構造的変化の解析
飯島グループ	飯島敏夫	東北大学大学院 生命科学研究科・教授	サルの運動関連領野ニューロン活動と筋電位活動の記録
小池グループ	小池康晴	東京工業大学 精密工学研究所・准教授	サル用インタフェースの設計と出力アームの作製

§ 3 研究実施内容及び成果

3. 1 ラットのマルチニューロン活動と神経回路網の機能的可塑性の解析

(京都大学 櫻井グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

① 京都大学文学研究科においては、ラット用 BMI システムの開発と神経可塑性の解析を進め、同時に、チーム内の全てのグループと共同研究を実施した。ラットの BMI については、BMI 用の複数の行動課題を開発し、同時に、特殊電極とマイクロドライブと共に、ICA によるマルチニューロン活動の分離解析法を開発し、その方法を組み込んだ BMI システムを完成させた。そして、その BMI システムを用いたニューラルオペラント課題をラットに行わせたところ、ニューロンの発火頻度と同期発火共に短時間で変化することがわかった。また、2歳以上の高齢ラットに BMI によるニューラルオペラント課題を行わせたところ、通常ラットとほぼ同様にニューロン活動が変化した。これは従来の老化研究にはない結果であり、高齢動物は筋肉骨格系の衰えにより行動が衰えているものの、ニューロン活動の可塑性は通常動物と同じように備えていることを初めて示した成果である。

② BMI に解読させる神経情報について実験と理論の両面から研究した(青柳グループとの共同研究)。まず ICA による分離解析法を、かつて記録したサル前頭連合野のマルチニューロン活動の解析に応用したところ、ほとんどの近接ニューロン間に高精度の同期発火が見られ、さらにそれらが課題の違いで変化することがわかり、脳の情報表現における同期発火の機能的意義を確認できた。さらに、情報表現の切り替えにおける同期発火の重要性を、ネットワークモデルによるシミュレーションで明らかにした。また、ニューロン活動のパターンを解読することでラットの弁別行動を予測する実験も進め、条件性弁別課題を遂行中のラットの海馬から記録したマルチニューロン活動を、各ニューロンの発火系列相互のタイミングに着目し解析することにより、左右方向への弁別行動を高精度に予測できることがわかった。これらの結果は全て、ニューロン間の同期発火が意味ある神経情報となり得ることを示しており、そのような同期発火を神経情報として活用すれば、これまでにない高精度な BMI を構築できる可能性を示唆している。

③ BMI によりニューロン活動が変化した脳で生じている構造的変化については、特にシナプスレベルに着目し、免疫組織化学的測定法により解析した(金子グループとの共同研究)。まず、興奮性神経終末の変化をとらえるため VGluT の検出感度を向上させ、さらに、皮質由来のシナプスを測る VGluT1 と、視床由来のシナプスを測る VGluT2 の共存を定量化する手法も開発し、その共存がシナプス可塑性と関連して生じ得ることを示した。そして BMI 実験後のラットの脳を取り出し、

電極周辺の神経回路網における VGluT の変化を解析したところ、電極周辺の一部に VGluT1 陽性の細胞体が存在していることがわかった。BMI で用いる侵襲型電極により生じる神経回路の変化をシナプスレベルで詳細に報告した例は、国内外ともまだなく、今回が初めてと言える。しかし、それが BMI の学習に特異的な変化であるか、あるいは侵襲に伴う傷害とその補償的な変化であるかについては、まだ不明である。現在、そのような変化が生じているニューロン上の部位についても、いくつかの樹状突起マーカーを活用し、さらに詳細に解析を進めている。

④ サルの BMI については(飯島・小池両グループとの共同研究)、まず視覚誘導性上肢到達課題を遂行しているサルの一次運動野のニューロン活動、腕の動きの軌道、及び腕の筋電信号を同時計測した。そして、ニューロン活動から筋電信号を線形回帰モデルにより再構築し、筋電信号から腕の関節角度をニューラルネットワークモデルと比例微分コントローラにより再構築することで、サルの腕の動きを予測する独自の解析法を開発した。最終的に、少数のニューロン活動だけからサルの腕の動きを、運動の開始位置と力加減も含め高精度に予測できることを明らかにした。

⑤ 筋電信号から関節角度を推定するニューラルネットワークモデルに、姿勢制御中のみの筋肉-骨格の関係を学習させ、その後段に新たに比例微分コントローラを付け加えることで、課題遂行中の筋電信号から運動時と静止姿勢時の両方の関節角度を推定することにも成功した。さらに、サルが腕を上下左右の4方向に動かし、各位置で一定時間ずつ静止させる課題においても、運動の開始位置、静止時間、及び力加減を高精度に予測できることを明らかにした。そして、サル用特殊電極を開発し一次運動野に埋め込むことで、数十のマルチニューロン活動を同時記録し、4方向運動課題を行っているサルの上肢運動をリアルタイムで予測しロボットアームを動作させる BMI システムを開発している。このようなサルの BMI は国内では初めてであり、その精度の高さは国際的にも画期的である。

(2) 研究成果の今後期待される効果

今回開発し完成させたラットとサルの BMI システムを今後さらに活用することで、身体という拘束条件から離れた脳が示す可塑性、すなわち脳自体が本来備えている可塑性について、機能と構造の両面から明らかにしていくことが可能となった。また今回、高齢動物も脳の機能的可塑性を備えていることが明らかになったことにより、老化に関する社会的通念も変化するかもしれない。同時に、身体と脳機能の関連性が明らかになったことから、高齢者にとっての運動とリハビリテーションの意義もより明確になったと思われる。さらに、今回国内で初めて完成したサルの BMI により、サルを用いた BMI 研究が国内でも加速されるであろうし、ヒトの BMI の実現もさらに具体化すると考えられる。

3. 2 インタフェースの基礎となる脳の情報表現の解析 (京都大学 青柳グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

BMIを利用した実験を行う際、神経活動による情報表現の解読は重要であり、そのためには神経活動のダイナミクスを解析する必要がある。特に、記憶や判断などの高次機能に関しては、関連する情報が神経活動にどのように表現されているのかに関し、平均発火率だけでなく発火の時空間的相関が重要であることが実験的にも示唆されている。さらに、神経活動による情報表現については、非線形性を考慮した解析も必要になる。以上の観点から、実験データに基づき理論的研究を行い、次のような成果を得た。

① 実験で得られたマルチニューロン活動を非線形性を考慮して解析した。まず、条件性弁別課題遂行中のラットの海馬から記録されたマルチニューロン活動から、ラットの弁別行動を予測することを目指した。その結果、多数ニューロンの発火系列相互のタイミングを考慮しなければ、予測が困難であることが判明した。そこで、マルチニューロン活動の発火パターンに対し、特別なカーネルを設計し解析に用いた。このカーネルはカオス時系列の有限位相差のスパイク相関も検出可能であることもわかり、神経活動全般の解析に有効であることもわかった。

② 局所回路の神経生理学的知見を考慮した数理モデルを構築することで、その動的な特性を探り、特に同期発火の生成メカニズムや、その機能的役割を検証した。特に大脳皮質に発見されたギャップ結合(gap junction)に関し、抑制性ニューロン間のみそれが存在する理由について、位相振動子解析の手法を用いて解析した。その結果、それが同期発火パターンの多様性を実現するために必要であることがわかった。この手法の特徴は、神経細胞の計測可能な動的特性(位相応答曲線)と密に関係していることにあり、国外の神経生理の実験研究者も実際に応用している手法である。

③ シミュレーション研究の結果、ニューロン間の同期発火は、行動の選択や切り替えに関連して、神経ネットワークの状態を経験に基づき次の状態へと切り替える役割がある事がわかった。具体的には、幾つかの発火パターンをスパイクタイミング依存的な可塑性(STDP)により学習した神経ネットワークは、一様な同期スパイク入力により、学習時の経験に応じて状態を切り替える事が判明した。力学系として神経ネットワークのダイナミクスをとらえると、経験に基づいた学習によりアトラクターが複数でき、その間の因果関係を示すパスが同期発火入力により活性化されると解釈できる。すなわち同期発火は、事象Aと事象Bの生起順序に因果関係がある場合、その因果関係を表現するパスを活性化して、アトラクター間の遷移を起こすことができることがわかった。

(2) 研究成果の今後期待される効果

実際に計測されたマルチニューロン活動を数理モデルにより検証した結果、平均発火率で見た発火パターンは行動の種類を、同期・非同期はその行動を起こすタイミングをコントロールする役割を果たし得る事がわかった。すなわち、実験データを解析する際、行動の種類やタイミングとの対応により、ニューロン活動のどの部分に着目して解読すればよいかについて、一定の解答を得た。今後はこの成果に基づき、神経情報を解読する統計理論を構築することで、より高精度な BMI の実現に寄与することが可能である。またこのメカニズムが、より一般的なネットワーク系や時空間パターンにおいても実現しているのか否かについて、さらに力学系の観点から研究することにより、神経活動の情報論的な解明が進展すると思われる。その結果、学習課題遂行中の神経活動の変化から、シナプス結合など回路構造の変化を理論的に予測することが可能となるかもしれない。

今回中心となった非線形性とは、複数のものが集まった時に足し合わせ以上の新しい振る舞いが出現する源であると言える。その意味で、高度な知性を発揮し得る脳を解明する上で、非線形性の切り口は避けて通れないと考えている。やみくもに統計モデルを非線形化しても複雑化するだけであり、実験データに基づく切り口で限定的に理論研究を進める必要があるが、本研究は、その方向の先駆となったと考えている。

3. 3 ラットのBMI学習に伴う神経回路網の構造的変化の解析（京都大学 金子グループ）

(1) 研究実施内容及び成果

本研究グループが当初に掲げた研究目標は次の通りである。まず BMI を操作し課題を学習したラットに生じる神経回路網の構造的変化を、遺伝子発現の検出、及び免疫組織化学法による機能タンパク質の検出により明らかにする。特に、VGluT と VGAT の2種類のマーカーを活用し、興奮性・抑制性を区別しながらシナプス入力側で生じる量的変化をとらえる。また VGluT2 と VGluT1 を使用することで、視床からのシナプス入力と大脳皮質内のシナプス入力の変化を区別して検出する。さらに、特定の GABA 作動性ニューロン群を蛍光蛋白質で標識した遺伝子変異ラットを作成し、大脳皮質内の GABA 作動性インターニューロンで生じる可塑的变化を選択的に可視化し検出する。これらの研究目標に対して、5年の研究期間で以下に説明するような成果を得た。

① BMI を学習し操作することで神経回路網に生じる構造的な変化について、VGluT の検出感度を上げることにより、可塑的变化を起こすシナプスが興奮性か抑制性か、またそれらが情報間連合を示唆する皮質内結合 (VGluT1) か、あるいは感覚入力系の変化を示唆する視床由来 (VGluT2) かについて、より詳細に検出できるようにした。さらに、シナプスの機能的差異を表現し

ている両 VGlut の共存の定量評価法も開発した。

② それらの方法に基づき、BMI 学習後のラットにおける興奮性神経終末の変化を解析した。BMI を用いた 2・3 ヶ月間の学習課題訓練を経たラットを灌流固定し、免疫組織化学法によって、海馬の記録部位周辺に生じた形態学的な変化を明らかにすることを試みた。ラットの脳には 2 本のドデカロード(それぞれが 12 本の記録電極の束)が埋め込まれている。両方の電極の刺入部位に共通して観察された形態学的な変化としては、電極の刺入侵襲によるグリオーシスの形成があり、その場所では、興奮性軸索終末のマーカーである VGlut1 や、抑制性軸索終末のマーカーである小胞性 GABA 輸送体 (VGAT) の免疫活性が著しく低下していた。すなわち電極刺入部位付近では、興奮性及び抑制性のシナプスの脱落を生じていた。また同じ場所では、樹状突起の微小管結合蛋白質である MAP2 の免疫活性も低下しており、後シナプス側の樹状突起も影響を受けていることが分かった。これらの結果から、侵襲性の BMI は脳組織に対する傷害が大きいため、少なくとも現時点では、あくまで基礎科学研究のために用いられるべきであり、ヒトへの臨床適用を急ぐべきではないことがわかった。

③ さらに海馬の電極刺入部位付近では、興味深いことに、少数の樹状突起に強い MAP2 免疫活性が残っており、それは通常の先端樹状突起の形態とは大きく異なって、数珠状の形態を示していた。共焦点レーザー顕微鏡観察によって、この数珠状の MAP2 陽性の構造は、しばしば強い VGlut1 免疫活性を示す高密度の軸索終末様構造に取り囲まれており、また VGAT 陽性の軸索終末様構造がそれらにしばしば近接していることが分かった。海馬で通常観察される VGlut1 免疫陽性の軸索終末像は、直径が 0.2・0.3 ミクロン程度と非常に小さいのが特徴であるが、数珠状の MAP2 陽性構造を取り囲む VGlut1 免疫陽性軸索終末様構造は、直径が 1 ミクロン程度とかなりサイズが大きかった。以上は、2・3 ヶ月間に渡る BMI を行った後なので、急性の傷害反応とは考えにくく、電極刺入部位近辺では少数の樹状突起が、通常と異なる形態を取りながら存続しており、その周りに興奮性および抑制性の軸索終末が密集しているということを示唆している。これらは、侵襲を受けた後で生き残ったニューロンが形成する回路を示す像であると解釈できる。そこに BMI の学習に特異的な変化が生じているか、あるいは侵襲に伴う変化のみであるかについては、まだ不明であり、現在詳細な解析を進めている。

④ BMI を学習したラットのシナプスで生じる構造的変化のうち、特に抑制性の GABA 作動性ニューロン群の樹上突起で起こる可塑的变化を可視化して検出できる遺伝子変異マウス・ラットの作成を進めた。まず、トランスジェニック動物のモデル系として、ニューロンに特異的に発現する Lentivirus 系を確立し、樹状突起膜移行性シグナルを付加した GFP (myrGFP-LDLRct) を発現する Lentivirus を用いて、ニューロンをゴルジ染色様に標識する技術を開発した。さらに、上記の myrGFP-LDLRct を発現するトランスジェニックマウスを作製し、遺伝子特異的に樹状突起を可視化できるマウスを作製した。また、皮質の GABA 作動性ニューロンの約半数を占めるサブタイ

プ (parvalbumin-producing GABAergic neurons) を特異的に標識した parvalbumin BAC promoter トランスジェニックマウスを作成し、現在その結果を投稿準備中である。これらの手法と成果に基づき、マウスでは実行が難しい BMI 実験に向けて、同じコンストラクトでトランスジェニックラットを作成中である。

(2) 研究成果の今後期待される効果

本研究の成果②と③は、侵襲性の慢性電気生理学的記録法が脳組織および局所の神経回路にどのような影響を及ぼすかを明らかにしており、今後より侵襲性の少ない慢性記録法の開発・改良を進めるための重要な指標を提供している。また慢性記録法による生理学データの解釈は、通常とは異なった状態の回路における記録であるかもしれず、慎重になされるべきであることを示している。

成果の④については、特定の GABA 作動性インターニューロンの細胞体・樹状突起を完全に標識出来るトランスジェニック動物の開発に5年かかってしまった。したがって、これらの動物を用いて BMI 実験を行ない、電極の局所でどのような形態変化が起きているのか調べる実験まではたどり着いていない。しかし、動物開発の目処がついた現在、当初目標としていた実験をする直前の状態にすることになる。また、GABA 作動性インターニューロンばかりでなく、皮質各層の錐体ニューロンの細胞体・樹状突起を完全に標識するトランスジェニック動物の開発も始めており、これらの動物を網羅的に用いれば、今後は BMI に伴って細胞体・樹状突起に生じる形態変化を、皮質の機能ニューロングループ特異的に検出することが出来るであろう。

BMI が注目されて数年以上経過したが、脳の局所でどのような変化が生じて BMI を可能にしているのかについて解析した研究は、国内外共にほとんどない。局所回路の変化を知らなければ、BMI で何が起きているのか真に理解することにはならないであろうし、応用時における安全性等の検討も出来ないことになろう。5年間で十分な解析が出来なかったとはいえ、今後進展するであろう BMI の応用への基礎を築くという意味で重要な研究であったと考えている。

3. 4 サルの運動関連領野ニューロン活動と筋電位活動の記録 (東北大学 飯島グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

これまでの国外の BMI 研究においては、専ら大脳神経活動から上肢運動を再現することに主眼が置かれてきた。しかしながら、日常生活の中では、状況に応じて運動と静止姿勢を適切に使い分けていかなければならない。そこで本研究では、大脳神経活動から上肢の到達運動と姿勢維持の両方を正確に再現できる高精度な BMI システムの開発を目指した。

① 本研究が提案する BMI システムは、大脳神経活動から筋電信号を介して関節角度を決定するように設計された。この設計は、大脳神経活動からまず上肢に関わる力の情報(筋張力、関節ト

ルク等)を推定し、続いて位置の情報(関節角度、関節角速度等)を推定する方法であった。大脳神経活動から筋電信号を推定するには線形回帰モデルを使い、推定筋電信号から関節角度を推定するには人工ニューラルネットワークモデルとサーボメカニズムを用いた。神経活動の情報源としてサルの一次運動野を選んだ。

② まず、そのような BMI システムの有効性を評価した。はじめに、左右への視覚誘導性上肢到達課題を遂行しているサルの一次運動野のニューロン活動、腕の動きの軌道、及び腕の筋電信号を同時計測した。次に、ニューロン活動から筋電信号を線形回帰モデルにより再構築する過程と、筋電信号から腕の関節角度をニューラルネットワークモデルと比例微分コントローラにより再構築する過程の2段階に分け、サルの腕の動きを予測する独自の解析法を開発した。そして、最小 18 個という少数のニューロン活動だけからサルの腕の動きを、運動の開始位置と力加減も含め高精度に予測できることを明らかにし、国内初の BMI に関する論文として発表した。

③ 次に、タッチモニタ上に連続して呈示される4つの標的に追従して上肢到達運動を行うようにニホンザルを訓練した。複数の異なる標的に対する4種の運動シーケンスを用意し、各試行で3種の異なる方向への到達運動を要求し、同時に、それら運動の前後に標的に対する1秒間の姿勢保持を要求した。動物が課題遂行中に、約 100 個の一次運動野ニューロンの活動、9 つの筋肉の筋電信号、及び肩・肘関節の関節角度を計測した。得られた生理データのうち数試行分のデータを教示信号として扱い、BMI システムの構築に用いた。

④ 数十個の一次運動野ニューロン群の活動に基づき本システムが推定した筋電信号と関節角度は、実計測データと非常に良く相関していた(相関係数 0.9)。従来の BMI 研究でよく使われてきたシステムの推定能力と比較した結果、本システムの方がより正確に運動および姿勢を予測できることがわかった。これら結果から、本 BMI システムが大脳神経活動から多様な上肢運動及び姿勢を推定する能力は、大変優れていると評価できた。

(2) 研究成果の今後期待される効果

これまでの研究成果は、あらかじめ集めたニューロン活動のデータを用いたオフライン解析に基づくものであった。そこで、本システムをオンラインで動作させる研究を進めている。すでに一次運動野から多数のマルチニューロン活動を記録するための多点電極システムを作製し、出力部として、柔軟性をもちながら迅速な動作が可能なロボットアームを作製した。現在、ニホンザルが運動課題遂行中における一次運動野のマルチニューロン活動に基づいて、上肢の運動と姿勢をリアルタイムに予測してロボットアームを制御する BMI システムを構築しているが、マルチニューロン活動の記録に成功しており、サルの上肢運動に合わせてロボットアームが動作することも確認している。

本研究で提案する BMI システムは、大脳神経活動から筋電信号を介して関節角度を推定するよう設計されており、大脳神経活動だけから上肢の運動と姿勢(上肢の力情報と位置情報)を、より高精度に推定することが可能となった。これは外国の先行研究に比べても優れた結果である。この手法は予め筋電信号の計測データが必要とされるが、健常者の脳活動と筋電信号に基づき、標準化された脳活動・筋電信号モデルを作成し活用することで、筋電信号が計測できない脊髄損傷等の運動障害を持つ患者に対しても、行動支援を行える可能性がある。また、このような標準化された脳活動・筋電信号モデルを作成できれば、脳損傷後のリハビリテーションにおいて、どの筋肉をどのように動かせば脳の機能回復が促進されるか等に関する訓練指標を提供できると考えられる。本研究のように、多自由度を持つ腕の運動および姿勢を予測できる BMI システムは他に類がなく、今後更に研究を進めることにより、“日常的な”支援を行える BMI システムに発展する可能性は十分あると考えている。

3.5 サル用インタフェースの設計と出力アームの作製 (東京工業大学 小池グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

① サルの BMI 設計のため、飯島グループが記録したサル運動野のニューロン活動のデータ、筋電位、運動軌道のデータを活用することで、ニューロン活動と筋電位の対応、および、筋電位と運動の関係を学習するアルゴリズムを確立した。そして、ニューロン活動だけから筋電位を推定し、上肢の動きを再現するシュミレーション・プログラムを完成させた。筋電位から運動を再現するアルゴリズムについては、人間においても実験が可能であるため、人間を対象に独自にデータを計測し、筋電信号からロボット装置を操作するためのアルゴリズムやシステムも構築した。

② サル運動野のニューロン活動と筋電位の対応を、さらに詳細に解析した。その結果、運動中と静止中のデータについて、線形回帰モデルを用いることにより、一次運動野のニューロン活動から筋電位を推定することが可能となった。さらに、推定した筋電位から腕の関節位置(静止中の姿勢)を、ニューラルネットワークモデルを用いて推定した。また、運動中は筋肉の特性が静止中と異なるため、推定された静止中の姿勢にサーボメカニズムを導入することで、運動中と静止中の差を補完した。さらに精度を上げるため、運動中は別のニューラルネットワークモデルを用い、二つのモデルを切り替えるためにはモジュラー学習を用いた。

③ 静止中と運動中のどちらでも、肩と肘の 4 自由度の関節の角度を精度よく推定するモデルを作成した。また、マルチニューロン活動として同時計測された多数の信号からリアルタイムで腕の動きを推定するために、1 回の試行で得られた多数のニューロン活動から筋電位と関節角度を推定した。その結果、多試行を重ねた平均発火頻度を用いたときよりも精度はやや悪くなるが、ニューロンの数がある程度あれば、運動が高精度に再現できることがわかった。特に、本研究で作成した BMI は、腕の筋骨格の特性を考慮しているため、運動中だけでなく静止中でも、安定して腕が同

じ場所にとどまることを示すことが出来た。これまで海外のグループで行われているリアルタイムの BMI は、神経活動から直接腕の運動を再現する方法であり、本研究の BMI のような精度は実現できていない。

④ サルの上肢の動きをリアルタイムで再現するために、サルの上肢と同じ大きさのロボットアームを作製した。従来のロボットアームは、動作の自由度が少なかったり、高出力のモータを使い大型になっていたが、本研究で作製したロボットアームは、肩 3 自由度、肘1自由度の冗長性のあるロボットで、関節の構成は実際の筋骨格の特性を反映させるように設計した。また、出来る限り軽量に作成することで、小さいモータでも高速に動くことが可能となった。すでに、サルの腕とほぼ同じ速度で動くことを確認している。

(2) 研究成果の今後期待される効果

現在、サルの運動野からマルチニューロン活動を記録し、すでに開発したアルゴリズムを用いてロボットアームを操作するオンラインの BMI を作製している。この BMI を活用することにより、脳科学の基礎研究として、脳の学習過程により筋肉の使われ方がどのように変化していくのか、詳細に解析することができる。一方、応用的な観点からは、本 BMI システムをさらに進展させることにより、脊髄損傷の患者や片麻痺の患者が、脳活動あるいは筋電信号から安定して身体を動かす事ができるようになるかもしれない。また、本研究が用いた筋電位情報の解析法は、電動義手やパワーアシストスーツの開発と進展にも応用可能である。

§ 4 研究参加者

① 櫻井グループ

	氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
○	櫻井 芳雄	京都大学大学院 文学研究科	教授	研究計画と実施の全て	H15.10～H21.03
*	高橋 晋	京都産業大学	助教	マルチニューロン活動の記録と解析	H15.10～H20.09
	植松 克	京都大学大学院 文学研究科	学部生	マルチニューロン活動の記録と解析	H15.10～H16.03
	佐々木 優	京都大学大学院 文学研究科	大学院生	マルチニューロン活動の記録と解析	H15.10～H17.03
*	高橋 美紀	京都大学大学院 文学研究科	研究補助員	マルチニューロン活動の記録と解析	H17.01～H20.03
*	原 康治郎	京都大学大学院 文学研究科	大学院生	マルチニューロン活動の記録と解析	H18.05～H21.03
	青木 俊太郎	京都大学大学院 文学研究科	学部生	マルチニューロン活動の記録と解析	H18.05～H19.03

	劉 波	京都大学大学院 文学研究科	大学院生	マルチニューロン活動の記録と解析	H19.06～H21.03
*	宮崎 真紀	京都大学大学院 文学研究科	チーム事務員	チーム全体の事務処理	H15.12～H18.03
*	横山 智美	京都大学大学院 文学研究科	チーム事務員	チーム全体の事務処理	H18.04～H21.03

②青柳グループ

	氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
○	青柳 富誌生	京都大学大学院 情報学研究科	講師	脳の理論モデルの解析	H15.10～H21.3
*	野村 真樹	京都大学大学院 情報学研究科	CREST 研究員	脳活動デコード用理論解析	H15.12～H21.3
*	青木 高明	京都大学大学院 情報学研究科	研究員	神経ネットワークのダイナミクス解析	H16.04～H21.3
	田中 琢真	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	細胞モデル構築のための実験と解析	H17.04～H21.3
	竹川 高志	京都大学大学院 情報学研究科	大学院生	インタフェース用モデルの数値実験	H15.10～H17.3
	吉田 英正	京都大学大学院 情報学研究科	大学院生	SOM モデルの開発	H15.10～H17.3
	戸田 賢	京都大学大学院 情報学研究科	大学院生	数理モデルの解析	H15.10～H17.3
	村木 和成	京都大学大学院 情報学研究科	大学院生	数理モデルの解析	H15.10～H17.3
	杉本 明洋	京都大学大学院 情報学研究科	大学院生	SOM の研究	H17.06～H18.3

③金子グループ

	氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
○	金子 武嗣	京都大学大学院 医学研究科	教授	神経回路の形態学的解析	H15.10～H21.3
	藤山 文乃	京都大学大学院 医学研究科	准教授	神経回路の形態学的解析	H15.10～H21.3
	古田 貴寛	京都大学大学院 医学研究科	助教	神経回路の形態学的解析	H15.10～H21.3
*	上杉 章	京都大学大学院 医学研究科	CREST 研 究補助員	神経回路の形態学的解析	H15.12～H16.3
*	中村 公一	京都大学大学院 医学研究科	CREST 研究員	神経回路の形態学的解析	H15.10～H21.3
	日置 寛之	京都大学大学院 医学研究科	助教	神経回路の形態学的解析	H16.04～H21.3
	松田 和郎	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H16.04～H18.6

*	趙 龍吳	京都大学大学院 医学研究科	研究生	神経回路の形態学的解析	H15.12～H17.3
	倉本 恵梨子	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H17.04～H21.3
	亀田 浩司	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H17.04～H21.3
	越水 義登	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H17.04～H21.3
	田中 康代	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H18.04～H21.3
	雲財 知	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H18.04～H21.3
	田中 康裕	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H18.04～H21.3
	Roberto Gavinio	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H18.04～H19.3
	中村 悠	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H19.04～H21.3
	馬 雲飛	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H19.04～H21.3
	高橋 泰尋	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H19.04～H21.3
	大平 耕司	京都大学大学院 医学研究科	特任助教	神経回路の形態学的解析	H19.02～H19.6
	今野 美知輝	京都大学大学院 医学研究科	大学院生	神経回路の形態学的解析	H19.02～H21.3

④飯島グループ

	氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
○	飯島 敏夫	東北大学大学院 生命科学研究科	教授	サルのニューロン活動と 光イメージング記録	H15.10～H21.3
*	広瀬 秀顕	東北大学大学院 生命科学研究科	CREST 技術員	サルのニューロン活動、 筋電位計測、光イメージング	H15.10～H20.12
	井上 謙一	東北大学大学院 生命科学研究科	技術補佐員	ウイルスベクターによる多重標識 を用いた神経回路の同定	H15.10～H18.3
	石川 享宏	東北大学大学院 生命科学研究科	技術補佐員	マルチ電極を用いた神経活動計測	H15.10～H19.7
	一條 宏	東北大学大学院 生命科学研究科	大学院生	ニューロン活動を記録した細胞の同定	H15.10～H16.3
	大場 健嗣	東北大学大学院 生命科学研究科	大学院生	ニューロン活動と筋電位活動の解析	H15.10～H17.3
*	小金澤 紀子	東北大学大学院 生命科学研究科	大学院生	ニューロン活動を記録した細胞の同定	H15.10～H20.3
	大原 慎也	東北大学大学院 生命科学研究科	大学院生	ウイルスベクターによる多重標識 を用いた神経回路の同定	H16.04～H21.3

	筒井 健一郎	東北大学大学院 生命科学研究科	准教授	サルニューロン活動と光イメージング	H17.04～H21.3
	佐藤 裕太	東北大学大学院 生命科学研究科	大学院生	サルニューロン活動と光イメージング	H17.04～H21.3
	鳴海 毅亮	東北大学大学院 生命科学研究科	大学院生	ニューロン活動を記録した細胞の同定	H17.04～H19.3
	清水 章	東北大学大学院 生命科学研究科	大学院生	ニューロン活動を記録した細胞の同定	H17.04～H21.3
	山田 真広	東北大学大学院 生命科学研究科	大学院生	ウイルスペクターによる多重標識 を用いた神経回路の同定	H17.04～H19.3

⑤小池グループ

	氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
○	小池 康晴	東京工業大学 精密工学研究所	准教授	サル用インタフェースの設計と出力 アームの作製	H15.10～H21.3
	金 載然	東京工業大学 精密工学研究所	非常勤講師	インタフェースの作製	H15.10～H19.3
*	辛 徳	東京工業大学 精密工学研究所	研究員	生体信号の処理	H16.01～H19.3
*	崔 圭完	理化学研究所	研究員	脳信号の処理	H16.05～H21.3
*	神原 裕行	東京工業大学 精密工学研究所	助教	出力アームの制御	H16.05～H21.3
*	金 桐玉	東京工業大学 精密工学研究所	研究員	生体信号の処理	H18.04～H18.8
*	金 敬植	東京工業大学 総合理工学研究科	大学院生	出力アームの制御	H18.04～H21.3
*	李 鍾昊	東京工業大学 総合理工学研究科	大学院生	脳信号の処理	H17.04～H17.6
*	洪 性寛	東京工業大学 総合理工学研究科	大学院生	インタフェースの作製	H16.01～H16.12
*	Charles Sayo DaSalla	東京工業大学 総合理工学研究科	大学院生	インタフェースの作製	H18.12～H21.3
*	UTAMA Nugraha Priya	東京工業大学 総合理工学研究科	大学院生	脳信号の処理	H19.04～H21.3
*	渡邊 将人	東京工業大学 総合理工学研究科	大学院生	インタフェースの作製	H19.04～H21.3
	山崎 弘嗣	東京工業大学 総合理工学研究科	大学院生	生体信号の処理	H20.04～H21.3
	Sercan Taha Ahi	東京工業大学 総合理工学研究科	大学院生	インタフェースの作製	H20.04～H21.3

§ 5 招聘した研究者等

氏 名(所属、役職)	招聘の目的	滞在先	滞在期間
John K. Chapin (SUNY Downstate School of Medicine)	講演	横浜市／京都市	H17.7.25～17.7.30
Miguel Nicolelis (Duke University)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.5.～18.11.10
Eilon Vaadia (The Hebrew University of Jerusalem)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.5.～18.11.10
Niels Birbaumer (University of Tübingen)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.5.～18.11.10
Eberhard E. Fetz (University of Washington)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.5.～18.11.10
Koichi Sameshima (University of Sao Paulo)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.5.～18.11.10
Joseph Rizzo (Harvard University)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.7.～18.11.12
川人 光男 (ATR 脳情報研究所)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.7～17.11.8
小池 康晴 (東京工業大学)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.5～17.11.8
神谷 之康 (ATR 脳情報研究所)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.7～17.11.8
八木 透 (東京工業大学)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.6～17.11.8
鈴木 隆文 (東京大学)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.6～17.11.8
佐藤 雅昭 (ATR 脳情報研究所)	CREST 国際シン ポジウムにて講演	京都市	H18.11.7～17.11.8
Lee E. Miller (Northwestern University)	講演	東京／京都市	H20.7.7～20.7.14

§ 6 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 5 件、国際(欧文)誌 78 件)

【櫻井グループ】

1. Sakurai, Y. & Takahashi, S.: Brain-machine interfaces can reveal real dynamics of cell assemblies in the working brain. *Neural Networks*, in press (2009).
2. Sakurai, Y. & Takahashi, S.: Dynamic synchrony of local cell assembly. *Reviews in the Neurosciences* 19, 425-440 (2008).
3. Hirokawa, J., Bosch, M., Sakata, S., Sakurai, Y. & Yamamori, T.: Functional role of the secondary visual cortex in multisensory facilitation in rats. *Neuroscience* 153, 1402-1417

(2008).

4. Takahashi, S. & Sakurai, Y.: Coding of spatial information by soma and dendrite of pyramidal cells in the hippocampal CA1 of behaving rats. *European Journal of Neuroscience* 26, 2033-2045 (2007).
5. Aoki, T. & Aoyagi, T.: Synchrony-induced switching behavior of spike-pattern attractors created by spike-timing dependent plasticity. *Neural Computation* 19, 2720-2738 (2007).
6. Aoki, T. & Aoyagi, T.: Synchrony-induced attractor transition in cortical neural networks organized by spike-timing dependent plasticity. *Journal of Robotics and Mechatronics* 19, 409-415 (2007).
7. Aoki, T. & Aoyagi, T.: Self-Organizing maps with Asymmetric Neighborhood function. *Neural Computation* 19, 2525-2535 (2007).
8. Sakurai, Y. & Takahashi, S.: Dynamic synchrony of firing in the monkey prefrontal cortex during working memory tasks. *Journal of Neuroscience* 26, 10141-10153 (2006).
9. Sakata, S., Yamamori, T. & Sakurai, Y.: 7-12 Hz cortical oscillations: Behavioral context and dynamics of prefrontal neuronal ensembles. *Neuroscience* 134, 1099-1111 (2005).
10. Takahashi, S. & Sakurai, Y.: Real-time and automatic sorting of multi-neuronal activity for sub-millisecond interactions in vivo. *Neuroscience* 134, 301-315 (2005).
11. Sakurai, Y., Takahashi, S. & Inoue, M.: Stimulus duration in working memory is represented by neuronal activity in the monkey prefrontal cortex. *European Journal of Neuroscience* 20, 1069-1080 (2004).
12. Sakata, S., Yamamori, T. & Sakurai, Y.: Behavioral studies of auditory-visual spatial recognition and integration in rats. *Experimental Brain Research* 159, 409-417 (2004).

【青柳グループ】

13. Tanaka, T. & Aoyagi, T.: Optimal weighted networks of phase oscillators for synchronization. *Physical Review E* 78, 046210 (2008).
14. Aoki, T., Ota, K., Kurata, K. & Aoyagi, T.: Ordering process of self-organizing maps improved by asymmetric neighborhood function. *Cognitive Neurodynamics* 3, 9-5 (2009).
15. Tanaka, T., Kaneko, T. & Aoyagi, T.: Recurrent infomax generates cell assemblies, neuronal avalanches, and simple cell-like selectivity. *Neural Computation*, in press (2008).
16. Tanaka, T. & Aoyagi, T.: Weighted scale-free networks with variable power-law exponents. *Physica D* 237, 898-907 (2008).
17. Nomura, M., Sakurai, Y. & Aoyagi, T.: Analysis of multineuron activity using the kernel method. *Journal of Robotics and Mechatronics* 19, 364-368 (2007).
18. Takekawa, T., Aoyagi, T. & Fukai, T.: Synchronous and asynchronous bursting states: role of intrinsic neural dynamics. *Journal of Computational Neuroscience* 23, 189-200 (2007).
19. Aoyagi, T.: A possible role of incoming spike synchrony in associative memory model with STDP learning rule. *International symposium on Oscillation, Progress of Theoretical Physics Supplement* 161, 152-155 (2006).

20. Nomura, M., Tanaka, T., Kaneko, T. & Aoyagi, T.: Phase analysis of inhibitory neurons involved in the thalamocortical loop. *Progress of Theoretical Physics Supplement* 161, 310-313 (2006).
21. Takekawa, T., Aoyagi, T. & Fukai, T.: Synchronization properties on slow oscillatory activity in a cortex network model. *Progress of Theoretical Physics Supplement* 161, 356-359 (2006).
22. Nomura, M. & Aoyagi, T.: Stability of synchronous solutions in weakly coupled neuron networks. *Progress of Theoretical Physics* 113, 911-925 (2005).
23. Aoyagi, T. & Aoki, T.: Possible role of synchronous input spike trains in controlling function of neural networks. *Neurocomputing* 58-60, 259-264 (2004).
24. Nomura, M., Fukai, T. & Aoyagi, T.: Gamma frequency synchronization in a local cortical network model. *Neurocomputing* 58-60, 173-178 (2004).
25. Takekawa, T., Aoyagi, T. & Fukai, T.: Influences of synaptic locations on the synchronization through rhythmic bursting. *Network: Computation in Neural Systems* 15, 1-12 (2004).
26. Nomura, M., Fukai, T. & Aoyagi, T.: Synchrony of fast-spiking interneurons interconnected by GABAergic and electrical synapses. *Neural Computation* 15, 2179-2198 (2003).
27. Aoyagi, T., Takekawa, T. & Fukai, T.: Gamma rhythmic bursts: coherence control in networks of cortical pyramidal neurons. *Neural Computation* 15, 1035-1061 (2003).
28. Nomura, M., Aoyagi, T. & Okada, M.: Two-level hierarchy with sparsely and temporally coded patterns. *Neural Networks* 16, 947-954 (2003).

【金子グループ】

29. Pang, Y-W., Ge, S-N., Nakamura, K.C., Li, J-L., Xiong, K-H., Kaneko, T. & Mizuno, N.: Axon terminals expressing vesicular glutamate transporter VGLUT1 or VGLUT2 within the trigeminal motor nucleus of the rat: origins and distribution patterns. *J. Comp Neurol* 512, 595-612 (2009).
30. Koshimizu, Y., Wu, S-X., Unzai, T., Hioki, H., Sonomura, T., Nakamura, K.C., Fujiyama, F. & Kaneko, T.: Paucity of enkephalin production in neostriatal striosomal neurons: analysis with preproenkephalin/green fluorescent protein transgenic mice. *Eur. J. Neurosci* 28, 2053-2064 (2008).
31. Nakamura, K. C., Kameda, H., Koshimizu, Y., Yanagawa, Y. & Kaneko, T.: Production and histological application of affinity-purified antibodies to heat-denatured green fluorescent protein. *J. Histochem Cytochem* 56, 647-657 (2008).
32. Tanaka, Yasuyo, Tanaka, Yasuhiro, Furuta, T., Yanagawa, Y. & Kaneko, T.: The effects of cutting solutions on the viability of GABAergic interneurons in cerebral cortical slices of adult mice. *Journal of Neuroscience Method* 171, 118-125 (2008).
33. Toyoda, H., Saito, M., Sato, H., Dempo, Y., Ohashi, A., Hirai, T., Maeda, Y., Kaneko, T. & Kang, Y.: cGMP activates a pH-sensitive leak K^+ current in the presumed cholinergic neuron of basal forebrain. *Journal of Neurophysiology* 99, 2126-2133 (2008).
34. Kameda, H., Furuta, T., Matsuda, W., Ohira, K., Nakamura, K., Hioki, H. & Kaneko, T.: Targeting green fluorescent protein to dendritic membrane in central neurons. *Neuroscience Research* 61, 79-91 (2008).
35. May, C.A., Nakamura, K., Fujiyama, F. & Yanagawa, Y.: Quantification and characterization of

GABA-ergic amacrine cells in the retina of GAD67-GFP knock-in mice. *Acta ophthalmologica Scandinavica* 86, 395-400 (2008).

36. Ito, T., Hioki, H., Nakamura, K., Kaneko, T., Iino, S. & Nojyo, Y.: Some gamma-motoneurons contain gamma-aminobutyric acid in the rat cervical spinal cord. *Brain Research* 1201, 78-87 (2008).
37. Furuta, T., Timofeeva, E., Nakamura, K., Okamoto, K., Kaneko, T. & Deschenes, M.: Inhibitory gating of vibrissal inputs in the brainstem. *Journal of Neuroscience* 28, 1789-1797 (2008).
38. Sonomura, T., Nakamura, K., Furuta, T., Hioki, H., Nishi, A., Yamanaka, A., Uemura, M. & Kaneko, T.: Expression of D1 but not D2 dopamine receptors in striatal neurons producing neurokinin B in rats. *European Journal of Neuroscience* 26, 3093-3103 (2007).
39. Nakamura, K., Watakabe, A., Hioki, H., Fujiyama, F., Tanaka, Y., Yamamori, T. & Kaneko, T.: Transiently increased colocalization of vesicular glutamate transporters 1 and 2 at single axon terminals during postnatal development of mouse neocortex: a quantitative analysis with correlation coefficient. *European Journal of Neuroscience* 26, 3054-3067 (2007).
40. Ferezou, I., Hill, E.L., Cauli, B., Gibelin, N., Kaneko, T., Rossier, J. & Lambolez, B.: Extensive overlap of mu-opioid and nicotinic sensitivity in cortical interneurons. *Cerebral Cortex* 17, 1948-1957 (2007).
41. Hioki, H., Kameda, H., Nakamura, H., Okunomiya, T., Ohira, K., Nakamura, K., Kuroda, M., Furuta, T. & Kaneko, T.: Efficient gene transduction of neurons by lentivirus with enhanced neuron-specific promoters. *Gene Therapy* 14, 872-882 (2007).
42. Ito, T., Hioki, H., Nakamura, K., Tanaka, Y., Nakade, H., Kaneko, T., Iino, S. & Nojyo, Y.: Gamma-aminobutyric acid-containing sympathetic preganglionic neurons in rat thoracic spinal cord send their axons to the superior cervical ganglion. *Journal of Comparative Neurology* 502, 113-125 (2007).
43. Ohira, K., Funatsu, N., Homma, K., Sahara, Y., Hayashi, M., Kaneko, T. & Nakamura, S.: Truncated TrkB-T1 regulates the morphology of neocortical layer I astrocytes in adult rat brain slices. *European Journal of Neuroscience* 25, 406-416 (2007).
44. Kuramoto, E., Fujiyama, F., Unzai, T., Nakamura, K., Hioki, H., Furuta, T., Shigemoto, R., Ferraguti, F. & Kaneko, T.: Metabotropic glutamate receptor 4-immunopositive terminals of medium-sized spiny neurons selectively form synapses with cholinergic interneurons in the rat neostriatum. *Journal of Comparative Neurology* 500, 908-922 (2007).
45. Fujiyama, F., Unzai, T., Nakamura, K., Nomura, S. & Kaneko, T.: Difference in organization of corticostriatal and thalamostriatal synapses between patch and matrix compartments of rat neostriatum. *European Journal of Neuroscience* 24, 2813-2824 (2006).
46. Li, J-L., Xiong, K., Pang, Y-W., Dong, Y., Kaneko, T. & Mizuno, N.: Medullary dorsal horn neurons providing axons both to the parabrachial nucleus and the thalamus. *Journal of Comparative Neurology* 498, 539-551 (2006).
47. Pang, Y-W., Li, J-L., Nakamura, K., Wu, S., Kaneko, T. & Mizuno, N.: Expression of vesicular glutamate transporter VGLUT1 immunoreactivity in peripheral and central endings of trigeminal mesencephalic nucleus neurons in the rat. *Journal of Comparative Neurology* 498, 129-141 (2006).

48. Yakovleva, T., Bazov, I., Cebers, G., Marinova, Z., Hara, Y., Ahmed, A., Vlaskovska, M., Johansson, B., Hochgeschwender, U., Singh, I. N., Bruce-Keller, A. J., Hurd, Y. L., Kaneko, T., Terenius, L., Ekstrom, T. J., Hauser, K. F., Pickel, V. M. & Bakalkin, G.: Prodynorphin storage and processing in axon terminals and dendrites. *FASEB Journal* 20, 2124-2126 (2006).
49. Kitahara, T., Kaneko, T., Horii, A., Fukushima, M., Kizawa-Okumura, K., Takeda, N. & Kubo, T.: Fos-enkephalin signaling in the medial vestibular nucleus facilitates vestibular compensation. *Journal of Neuroscience Research* 83, 1573-1583 (2006).
50. Nakamura, K., Yamashita, Y., Tamamaki, N., Katoh, H., Kaneko, T. & Negishi, M.: In vivo function of Rnd2 in the development of neocortical pyramidal neurons. *Neuroscience Research* 54, 149-153 (2006).
51. Furuta, T. & Kaneko, T.: Third pathway in the cortico-basal ganglia loop: neurokinin B-producing striatal neurons modulate cortical activity via striato-innominato-cortical projection. *Neuroscience Research* 54, 1-10 (2006).
52. Martin-Ibanez, R., Jenstad, M., Berghuis, P., Edwards, R. H., Hioki, H., Kaneko, T., Mulder, J., Canals, J. M., Ernfors, P., Chaudhry, F. A. & Harkany, T.: Vesicular glutamate transporter 3 (VGLUT3) identifies spatially segregated excitatory terminals in the rat substantia nigra. *European Journal of Neuroscience* 23, 1063-1070 (2006).
53. Polgar, E., Furuta, T., Kaneko, T. & Todd, A. J.: Characterization of neurons that express preprotachykinin B in the dorsal horn of the rat spinal cord. *Neuroscience* 139, 687-697 (2006).
54. Tomioka, R., Okamoto, K., Furuta, T., Fujiyama, F., Iwasato, T., Yanagawa, Y., Obata, K., Kaneko, T. & Tamamaki, N.: Demonstration of long-range GABAergic connections distributed throughout the mouse neocortex. *European Journal of Neuroscience* 21, 1587-1600 (2005).
55. Nakamura, K., Hioki, H., Fujiyama, F. & Kaneko, T.: Postnatal Changes of vesicular glutamate transporter 1 (VGLUT1) and VGLUT2 and their colocalization in the mouse forebrain. *Journal of Comparative Neurology*, 492, 263-288 (2005).
56. Klausberger, T., Marton, L. F., O'Neill, J., Huck, J. H. J., Dalezios, Y., Fuentealba, P., Suen, W.-Y., Papp, E., Kaneko, T., Watanabe, M., Csicsvari, J. & Somogyi, P.: Complementary roles of cholecystokinin and parvalbumin expressing GABAergic neurons in hippocampal network oscillations. *Journal of Neuroscience* 25, 9782-9793 (2005).
57. Nakamura, Y., Nakamura, K., Matsumura, K., Kobayashi, S., Kaneko, T. & Morrison, S. F.: Direct pyrogenic input from prostaglandin EP3 receptor-expressing preoptic neurons to the dorsomedial hypothalamus. *European Journal of Neuroscience* 22, 3137-3146 (2005).
58. Li J.-L., Tomioka, R., Okamoto, K., Nakamura, K., Wu S.-X., Kaneko, T. & Mizuno, N.: Efferent and afferent connections of GABAergic neurons in the supratrigeminal and the intertrigeminal regions. An immunohistochemical tract-tracing study in the GAD67-GFP knock-in mouse. *Neuroscience Research* 51, 81-91 (2005).
59. Nakamura, K., Matsumura, K., Kobayashi, S. & Kaneko, T.: Sympathetic premotor neurons mediating thermoregulatory functions. *Neuroscience Research* 51, 1-8 (2005).
60. Fujiyama, F., Kuramoto, E., Okamoto, K., Hioki, H., Furuta, T., Zhou, L., Nomura, S. & Kaneko, T.: Presynaptic localization of an AMPA-type glutamate receptor in corticostriatal and thalamostriatal axon terminals. *European Journal of Neuroscience* 20, 3322-3330 (2004).
61. Zhou, L., Furuta, T. & Kaneko, T.: Neurokinin B-producing projection neurons in the lateral

stripe of the striatum and cell clusters of the accumbens nucleus in the rat. *Journal of Comparative Neurology* 480, 143-161 (2004).

62. Cho, R.-H., Segawa, S., Okamoto, K., Mizuno, A. & Kaneko, T.: Intracellularly labeled pyramidal neurons in the cortical areas projecting to the spinal cord. II. Intra- and juxta-columnar projection of pyramidal neurons to corticospinal neurons. *Neuroscience Research* 40, 395-410 (2004).
63. Cho, R.-H., Segawa, S., Mizuno, A. & Kaneko, T.: Intracellularly labeled pyramidal neurons in the cortical areas projecting to the spinal cord. I. Electrophysiological properties of pyramidal neurons. *Neuroscience Research* 40, 381-394 (2004).
64. Hioki, H., Fujiyama, F., Nakamura, K., Wu, S.-X., Matsuda, W. & Kaneko, T.: Chemically specific circuit composed by vesicular glutamate transporter 3- and preprotachykinin B-producing interneurons in the rat neocortex. *Cerebral Cortex* 14, 1266-1275 (2004).
65. Nakamura, K., Matsushima, K., Hubschle, T., Nakamura, Y., Hioki, H., Fujiyama, F., Boldogkoi, Z., Konig, M., Thiel, H.-J., Gerstberger, R., Kobayashi, S. & Kaneko, T.: Identification of sympathetic premotor neurons in medullary raphe regions mediating fever and other thermoregulatory functions. *Journal of Neuroscience* 24, 5370-5380 (2004).
66. Furuta, T., Koyano, K., Tomioka, R., Yanagawa, Y. & Kaneko, T.: GABAergic basal forebrain neurons which express receptor for neurokinin B and send axons to the cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology* 473, 43-58 (2004).

【飯島グループ】

67. Narumi, T., Nakamura, S., Takashima, I., Kakei, S., Tsutsui, K. & Iijima, T.: Impairment of the discrimination of the direction of single-whisker stimulation induced by the lemniscal pathway lesion. *Neuroscience Research* 57, 579-586 (2007).
68. Ishikawa, T., Sato, T., Shimizu, A., Tsutsui, K., de Curtis, M. & Iijima, T.: Odor-driven activity in the olfactory cortex of an in vitro isolated Guinea pig whole brain with olfactory epithelium. *Journal of Neurophysiology* 97, 670-679 (2007).
69. Takayama-Ito, M., Inoue, K., Shoji, Y., Inoue, S., Iijima, T., Sakai, T., Kurane, I. & Morimoto, K.: A highly attenuated rabies virus HEP-Flury strain reverts to virulent by single amino acid substitution to arginine at position 333 in glycoprotein. *Virus Research* 119, 208-215 (2006).
70. Inase, M., Li, B.M., Takashima, I. & Iijima, T.: Cue familiarity is represented in monkey medial prefrontal cortex during visuomotor association learning. *Experimental Brain Research* 168, 281-286 (2006).
71. Kondo, Y., Suzuki, M., Mugikura, S., Abe, N., Takahashi, S., Iijima, T. & Fujii, T.: Changes in brain activation associated with use of a memory strategy: a functional MRI study. *NeuroImage* 24, 1154-1163 (2005).
72. Takashima, I., Kajiwar, R. & Iijima, T.: Voltage-sensitive dye imaging of intervibrissal fur-evoked activity in the rat somatosensory cortex. *Neuroscience Letters* 381, 258-263 (2005).
73. 広瀬秀顕, 井上謙一, 一条宏, 小金澤紀子, 大場健嗣, 大原慎也, 笥慎治, 飯島敏夫.: 光計測法による神経回路の機能的解剖. *電気情報通信学会論文誌* 87, 265-271 (2004).

【小池グループ】

74. Kambara, H., Kim, K., Shin, D., Sato, M. & Koike, Y.: Learning and generation of goal-directed arm reaching from scratch, *Neural Networks*, in press (2009).
75. Shin, D., Kim, J. & Koike, Y.: A myokinetic arm model for estimating joint torque & stiffness from EMG signals during maintained posture. *Journal of Neurophysiology* 101, 387-401(2009).
76. Koike, Y., Hirose, H., Sakurai, Y. & Iijima, T.: Prediction of arm trajectory from a small number of neuron activities in the primary motor cortex. *Neuroscience Research* 55, 146-153 (2006).
77. Choi, K., Sato, M. & Koike, Y.: Consideration of the embodiment of a new, human-centered interface. *THE IEICE Transactions on Information & Systems* E89-D, 1826-1833 (2006).
78. 神原裕行, 金載佺, 佐藤誠, 小池康晴.: 強化学習とフィードバック誤差を用いた腕の姿勢制御. *電子情報通信学会論文誌* J89, 1036-1048 (2006).
79. DaSalla, K., Kim, J. & Koike, Y.: Robot control electromyography(EMG) signals of the wrist. *Applied Bionics and Biomechanics* 12, 97-102 (2005).
80. Kambara, K., Okamoto, K., Nomura, S., Kaneko, T., Shigemoto, R., Azuma, H., Katsuoka, Y. & Watanabe, M.: Cellular localization of GABA and GABAB receptor subunit proteins during spermiogenesis in rat testis. *Journal of Andrology* 26, 485-493 (2005).
81. 李鍾昊, 市屋剛, 金載佺, 佐藤誠, 和田安弘, 小池康晴.: HMMを用いた筋電信号からの運動ブリミティブ抽出, *電子情報通信学会論文誌* J88, 188-199 (2005).
82. 洪性寛, 金載佺, 佐藤誠, 小池康晴.: キャッチング作業における人間の接触タイミング予測モデルに関する研究. *電子情報通信学会論文誌* J88, 1246-1256 (2005).
83. 辛徳, 嶋田修, 佐藤誠, 小池康晴.: 筋肉骨格系の数式モデルによる腕のスティフネスの推定. *電子情報通信学会論文誌* J87, 1860-1869 (2004).

(2)学会発表(国際学会発表及び主要な国内学会発表)

①招待講演 (国内会議 48 件、国際会議 10 件)

【櫻井グループ】

1. 櫻井芳雄: ブレイン-マシン・インタフェースの現状と課題. 松本仁介医学振興基金シンポジウム, 2008 年 12 月 20 日, 京都
2. 櫻井芳雄: 高齢脳が持つ本当の力~ブレイン-マシン・インタフェースで探る~. CREST「脳の機能発達と学習メカニズムの解明」第4回公開シンポジウム, 2008 年 11 月 29 日, 東京
3. 櫻井芳雄: ブレイン-マシン・インタフェースでわかる高齢脳の力. 第 16 回脳の世紀シンポジウム, 2008 年 9 月 4 日, 東京

4. 櫻井芳雄: ブレイン-マシン・インタフェースが示す脳の情報コーディング. BICT ワークショップ, 2008 年 5 月 13 日, 浜松
5. Takahashi, S.: A spike sorting technique for separating somatic and dendritic units. RIKEN-CARMEN joint workshop on developing web services for neurophysiological data. 2008 年 3 月 17 日, 和光
6. 櫻井芳雄: ブレイン-マシン・インタフェースからわかる脳のダイナミクス. 国際高等研究所「生物進化の持続性と転移」第 3 回研究会, 2008 年 2 月 19 日, 京都
7. 櫻井芳雄: 同期発火の検出からブレイン-マシン・インタフェースの研究へ. シンポジウム前頭連合野研究の発展と展望 東京大学 21 世紀 COE プログラム, 2007 年 12 月 21 日, 東京
8. 櫻井芳雄: 脳の情報表現を見る. 心理学研究室開設 80 周年記念特別講演会シリーズ Vol.4. (同志社大学), 2007 年 12 月 7 日, 京都
9. 櫻井芳雄: ブレイン-マシン・インタフェースからわかる脳の力. 脳神経情報科学の挑戦 産業総合研究所脳神経情報研究部門成果発表会, 2007 年 12 月 6 日, つくば
10. 櫻井芳雄: 脳の力を引き出す“第二の身体”～ブレイン-マシン・インタフェースの活用～. CREST「脳の機能発達と学習メカニズムの解明」第 3 回公開シンポジウム, 2007 年 11 月 10 日, 東京
11. 櫻井芳雄: 究極のオルガテクノ:ブレイン・マシン・インタフェース. ORGATECHNO 国際会議 2007, 2007 年 7 月 18 日, 東京
12. 櫻井芳雄: 脳は毎日変化する. フェリス女学院教養講演会, 2007 年 7 月 6 日, 横浜
13. 櫻井芳雄: 脳と機械をつなぐ～ブレイン-マシン・インタフェースの進展～. 「脳を育む」シリーズ講演会, 2007 年 3 月 24 日, 大阪
14. 櫻井芳雄: 脳の情報表現と可塑性をブレイン-マシン・インタフェースから見る. 第 4 回北海道大学脳科学教育センターシンポジウム「脳可塑性研究の最前線」, 2006 年 12 月 12 日, 札幌
15. 櫻井芳雄: ブレイン-マシン・インターフェイスの実現と可能性. 電子情報通信学会東京支部講演会, 2006 年 12 月 8 日, 東京
16. Sakurai, Y. & Takahashi, S.: Plasticity of firing and synchrony of hippocampal neurons in BMI. CREST 国際シンポジウム, 2006 年 11 月 8 日, 京都
17. Sakurai, Y.: Brain plasticity revealed with brain-machine interfaces. 1st International Conference on Advanced Medical Engineering and Informatics-Reconstruction and Restoration of Biological Function from Molecule to Body, 2006 年 6 月 4 日, 大阪
18. 櫻井芳雄: 脳の情報表現を Cell Assembly と Brain-machine Interface から観る. 生命科学研究科合同セミナー・サテライト講演会, 2006 年 3 月 22 日, 岡崎
19. 櫻井芳雄: 脳の情報表現とニューロン集団の活動. 東京大学機能生物学セミナー, 2006 年 2 月 20 日, 東京

20. 櫻井芳雄: BMI 法による脳の情報表現と可塑性の研究. 第3回 SICE 生物制御研究会, 2006 年 2 月 10 日, 京都
21. 高橋晋: 脳神経活動が機械を操作するーブレイン・マシン・インタフェースの開発. 慶應義塾大学先端科学シンポジウム「21 世紀脳科学のフロンティア」, 2006 年 2 月 1 日, 東京
22. 櫻井芳雄: 脳の柔軟な情報表現を Cell Assembly と Brain-machine Interface から探る. 数学者のための分子生物学入門「新しい数学を作ろう」, 2006 年 1 月 21 日, 京都
23. 櫻井芳雄: 脳で動かすもう一つの体ーブレイン・マシン・インタフェースの可能性ー. CREST 「脳の機能発達と学習メカニズムの解明」第1回公開シンポジウム, 2005 年 11 月 19 日, 東京
24. 櫻井芳雄: ブレイン-マシン・インタフェースの現状と可能性. 情報通信技術研究交流会講演会, 2005 年 11 月 9 日, 大阪
25. Sakurai, Y.: Brain-machine interface to detect dynamics of neuronal assemblies in the working brain. 1st International Conference on Complex Biomedical Engineering (CME2005), 2005 年 5 月 17 日, 高松
26. 櫻井芳雄: 脳の柔軟性を Cell Assembly と Brain-Machine Interface から解明する. 第 46 回 日本心身医学会総会, 2005 年 5 月 12 日, 奈良
27. 櫻井芳雄: 脳ー機械直接通信型インターフェイス(BMI)から脳を観る. 第 10 回創発システムシンポジウム, 2004 年 8 月 20 日, 富山
28. Sakurai, Y. : Hebb cell assembly: detection in behavioral neuroscience and brain-machine interface. 第 2 回京都大学・ミシガン大学合同シンポジウム, 2004 年 4 月 24 日, 京都

【青柳グループ】

29. 青柳富誌生: 動的素子のネットワークの数理. 第66回 形の科学シンポジウム, 2008 年 10 月 31 日, 京都
30. 青柳富誌生: 神経ネットワークと同期現象について. 神経科学セミナー, 2007 年 12 月 3 日, 京都
31. 青柳富誌生: 情報量最大化から見た神経ネットワークの回路構造と発火パターン. 生理学研究所 研究会「理論と実験の融合による神経回路機能の統合的理解」, 2007 年 11 月 29 日, 岡崎
32. 青柳富誌生: 神経ネットワーク情報表現解明の試み. 研究会第 2 回「非線形の次代」, 2007 年 3 月 4~5 日, 福井
33. 青柳富誌生: 非線形科学と統計科学の可能性. 非線形科学と統計科学の周辺ミニワークショップ, 2007 年 2 月 20 日, 京都
34. 青柳富誌生: 神経スパイク活動のネットワークにおけるダイナミクスとその機能的役割. 第 43 回生物物理学学会シンポジウム「神経回路の情報生物物理学」, 2005 年 11 月 23 日, 札幌

35. Aoyagi, T.: Synchrony-induced switching behavior realized with spike-timing dependent plasticity. Workshop : Complex Dynamics of Networks of Oscillators : From Basic Research to Novel Therapy, 2005 年 11 月 5 日, 札幌
36. 青柳富誌生: 神経ネットワークにおける同期の生成メカニズムと機能的役割. 計測自動制御学会第 34 回制御理論シンポジウム, 2005 年 11 月 1 日, 大阪
37. Nomura, M. & Aoyagi, T.: Stability Analysis of Synchronous and Asynchronous Behavior in Periodically Spiking Neurons. 1st International Conference on Complex Biomedical Engineering (CME2005), 2005 年 5 月 17 日, 高松
38. 青柳富誌生: 計算論的神経科学の現状. 京都算学会第一回研究会, 2005 年 5 月 13 日, 鳥羽
39. 青柳富誌生: 神経ネットワークにおけるダイナミクスとその機能的役割. 21 世紀 COE プログラム「動的機能機械システムの数理モデルと設計論」複雑系の科学による機械工学の新たな展開第 3 回シンポジウム, 2005 年 4 月 23 日, 京都
40. 青柳富誌生: 脳における情報表現—ダイナミクスの重要性—. 第 7 回情報学シンポジウム, 2004 年 12 月 2 日, 京都
41. 青柳富誌生: 同期発火をめぐる諸問題 —生成メカニズムから探る機能—. シンポジウム「神経系のダイナミクスと機能」, 日本物理学会第 59 回年次大会, 2004 年 3 月, 福岡
42. 野村真樹, 青柳富誌生, 深井朋樹: Gamma-band synchrony in a local cortical network model. 日本神経科学学会, 2003 年 7 月 27 日, 横浜
43. 青柳富誌生: 神経系の同期現象の理論的解析. 文部省核融合研究所情報生物物理学懇談会 2003 年研究会, 2003 年 1 月 24 日, 岐阜

【金子グループ】

44. 金子武嗣: New analyses of thalamocortical connections: Application of viral vector tracing and juxtacellular staining. 第 31 回日本神経科学大会サテライトシンポジウム, 2008 年 7 月 7 日, 和光
45. 金子武嗣: 遺伝子工学を用いた「ゴルジ染色」の試み. 第 113 回 日本解剖学会・全国学術集会, 2008 年 3 月 29 日, 大分
46. 藤山文乃: 線条体パッチ・マトリックスを巡るネットワークを再検討する. 第 113 回日本解剖学会・全国学術集会, 2008 年 3 月 29 日, 大分
47. 金子武嗣: The use of gene modulation techniques in neuroanatomy. 基生研研究会“遺伝子導入法の神経研究への応用”, 2008 年 2 月 8 日, 岡崎
48. 古田貴寛: 新規に発見された線条体投射ニューロン群の関わる構造と機能に関する研究. 第 112 回日本解剖学会, 2007 年 3 月 29 日, 大阪

【飯島グループ】

49. 飯島敏夫, 大原慎也: Dual Transsynaptic Tracing in the Rat Entorhinal-Hippocampal Circuit by Intracerebral Injection of Recombinant Rabies Virus Vectors. 基研研究会“遺伝子導入法の神経研究への応用”, 2008 年 2 月 8 日, 岡崎

【小池グループ】

50. 小池康晴, 廣瀬秀顕, 櫻井芳雄, 飯島敏夫: ブレイン・マシン・インタフェースと計算論. 日本神経回路学会第 18 回全国大会 12-13, 2008 年 9 月 24 日, 筑波
51. 小池康晴: 侵襲型 BMI. 多次元共同脳科学推進センターキックオフシンポジウム, 2008 年 4 月 16 日, 岡崎市
52. 小池康晴: 筋電信号を介したヒューマンインタフェース. 電子情報通信学会 信学技報 2007 年 12 月 6 日, 東京
53. 小池康晴: 生体信号処理とその応用. 電子情報通信学会 信学技報, 2007 年 5 月 21 日, 横浜
54. Koike, Y.: Estimation of Arm trajectory from neuron activities of M1. Proceedings of International Symposium on Neo-Robotics 2007, 37-40, 2007 年 2 月 13 日, 名古屋
55. 小池康晴: 筋電信号を用いたヒューマンインタフェース: マッスルトーク. 臨床神経生理学, 34[5], 291, 2006 年 11 月 29 日, 横浜
56. Koike, Y.: New Human Interface based on the Biological Signals. Japan-America FRONTIERS OF ENGINEERING Symposium 2006, 22, 2006 年 11 月 9 日, つくば
57. Koike, Y.: Estimation of 3D sequence movements using neuron activities in primary motor cortex. 「脳を繋ぐ」分科会研究会及びCREST 国際シンポジウム, 2006 年 11 月 7 日, 京都.
58. 小池康晴, 崔圭完: 筋電信号を介した Brain Machine Interface. 電子情報通信学会, 2005 年 10 月 20 日, 豊中

②口頭発表 (国内会議 92 件、国際会議 19 件)

【櫻井グループ】

1. 櫻井芳雄: ブレイン・マシン・インタフェースがしめす脳と機械の融合. 第2回移動知一般公開シンポジウム, 2008 年 10 月 21 日, 東京
2. 高橋晋, 櫻井芳雄: 意図した方向を解読し全方向移動車を操作する BMI の開発. 第 18 回日本神経回路学会全国大会, 2008 年 9 月 24 日, 茨城
3. 櫻井芳雄, 高橋晋: 侵襲的ブレイン・マシン・インタフェースからわかる神経回路網の可塑性. 第 31 回日本神経科学学会大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京
4. 高橋晋, 櫻井芳雄: 遅延非見本合わせ課題遂行中に海馬のニューロン集団はコンパレータ

として振舞う。第31回日本神経科学学会大会, 2008年7月10日, 東京

5. Sakurai, Y. & Takahashi, S.: A brain-machine interface to detect neuronal plasticity. Japan-Italy International Seminar 2007, 2007年11月16日, 京都
6. 高橋晋, 櫻井芳雄: 行動中のラット海馬における錐体細胞の細胞体と樹状突起での空間情報表現. 第30回日本神経科学学会大会, 2007年9月10日, 横浜
7. 櫻井芳雄, 高橋晋: 細胞集成体の実験的検証とブレイン-マシン・インタフェース. 第29回日本神経科学学会大会, 2006年7月21日, 京都
8. 高橋晋, 櫻井芳雄: 行動中のラット海馬CA1におけるサブミリ秒の情報コード. 第29回日本神経科学学会大会, 2006年7月21日, 京都
9. 櫻井芳雄: 脳-機械直接通信型インターフェイス・システムに関する研究開発. 第2回戦略的情報研究開発推進制度(SCOPE)成果発表会, 2006年6月19日, 東京
10. 高橋晋: 独立成分分析によるスパイクソーティング. マルチニューロン研究会 2006「統計学のフロンティアとしてのマルチニューロンデータ解析」, 2006年2月21日, 東京
11. 高橋晋: マルチニューロン記録実験の方法. マルチニューロン研究会 2006「統計学のフロンティアとしてのマルチニューロンデータ解析」, 2006年2月20日, 東京
12. 櫻井芳雄, 高橋晋: 海馬マルチニューロンによる BMI から情報表現と可塑性を見る. 第28回日本神経科学学会大会, 2005年7月28日, 横浜
13. 高橋晋, 櫻井芳雄: 行動中のラット海馬におけるサブミリ秒のニューロン間相互作用. 第28回日本神経科学学会大会, 2005年7月27日, 横浜
14. 櫻井芳雄, 高橋晋: 多様な長期記憶の形成を担う神経集団の動的活動. 第82回日本生理学会大会, 2005年5月19日, 仙台
15. 高橋晋, 櫻井芳雄: 詳細なニューロン間相互作用を検出するためのマルチニューロン活動記録システム. 第19回生体・生理工学シンポジウム, 2004年11月1日, 大阪
16. 高橋晋, 櫻井芳雄: サブミリ秒のニューロン間相互作用を検出するリアルタイム式スパイク・ソーティング. 第27回日本神経科学学会・第47回日本神経化学学会合同大会, 2004年9月23日, 大阪
17. 櫻井芳雄, 高橋晋: 刺激提示時間のワーキングメモリーにおけるサル前頭連合野ニューロンの相関活動. 第27回日本神経科学学会・第47回日本神経化学学会合同大会, 2004年9月23日, 大阪
18. 櫻井芳雄: Brain-machine interface のためのマルチニューロン活動の計測. 第43回日本エムイー学会大会, 2004年5月21日, 金沢

【青柳グループ】

19. 野村真樹, 伊藤大輔, 玉手宏樹, 郷原一壽, 青柳富誌生: バースト発火を起こす機能的結

合の推定. 第66回形の科学シンポジウム, 2008 年 10 月 31 日, 京都

20. 田中琢真, 金子武嗣, 青柳富誌生: リカレント情報量最大化原理は発火連鎖・神経雪崩・刺激選択性を説明する. 第18回日本神経回路学会, 2008 年 9 月 25 日, つくば
21. 青木高明, 青柳富誌生: 神経活動に依存して結合が動的変化する再帰型回路が示す定常状態の分類. 第18回日本神経回路学会, 2008 年 9 月 25 日, つくば
22. 太田絵一郎, 野村真樹, 青柳富誌生: 揺らぐ刺激を用いた新しい位相応答曲線の測定手法. 日本物理学会 2008 年秋季大会, 2008 年 9 月 22 日, 盛岡
23. 青木高明, 青柳富誌生: 結合変化を伴う位相振動子系におけるネットワーク構造の自発形成と解析. 日本物理学会 2008 年秋季大会, 2008 年 9 月 22 日, 盛岡
24. 伊賀志朗, 吉井義裕, 伊庭幸人, 青柳富誌生: 引き込みを最適化する位相振動子ネットワークの多様性—拡張アンサンブル法によるアプローチ. 日本物理学会 2008 年秋季大会, 2008 年 9 月 22 日, 盛岡
25. 田中琢真, 金子武嗣, 青柳富誌生: リカレント情報量最大化原理の生成する発火シーケンス、神経雪崩現象、刺激選択性. 日本物理学会 2008 年春季大会, 2008 年 3 月 25 日, 東大阪
26. 伊賀志朗, 吉井義裕, 伊庭幸人, 茶碗谷毅, 青柳富誌生: 相振動子の最適な結合係数分布とネットワーク構造. 日本物理学会 2008 年春季大会, 2008 年 3 月 24 日, 東大阪
27. 青柳富誌生: 振動子ネットワークの秩序形成に最適な構造の探索. 統計数理研究所研究会 非線形科学と統計科学の対話, 2007 年 11 月 26 日, 東京
28. 野村真樹, 櫻井芳雄, 青柳富誌生: 文字列カーネルを応用して多次元時系列データ解析. 第 10 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2007), 2007 年 11 月 5 日, 横浜
29. 田中琢真, 青柳富誌生: 結合振動子系の同期性を最大化する結合係数. 日本物理学会 第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 24 日, 札幌
30. 吉井義裕, 伊庭幸人, 青柳富誌生: 結合振動子系におけるモンテカルロ法によるネットワーク構造の探索. 日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 24 日, 札幌
31. 中江健, 伊庭幸人, 青柳富誌生: 位相応答曲線の様々なノイズ環境下における統計的推定. 日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 23 日, 札幌
32. 太田絵一郎, 青木高明, 倉田耕治, 青柳富誌生: 非対称近傍関数を用いた自己組織化マップの秩序形成過程の改善. 日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 23 日, 札幌
33. 野村真樹, 青柳富誌生: カーネル法—特徴空間に於ける秩序変数として—. 日本物理学会 2007 年春季大会, 2007 年 3 月 20 日, 鹿児島
34. 吉井義裕, 田中琢真, 青柳富誌生: 重み付きスケールフリーネットワーク上における結合振動子. 日本物理学会 2007 年春季大会, 2007 年 3 月 20 日, 鹿児島

35. 田中琢真, 青柳富誌生: 冪を自由に変えられる重み付きスケールフリーネットワーク. 日本物理学会 2007 春季大会, 2007 年 3 月 18 日, 鹿児島
36. 青木高明, 青柳富誌生: 位相パターンと結合が相互作用する振動子ネットワーク. 日本物理学会 2007 年春季大会, 2007 年 3 月 18 日, 鹿児島
37. 野村真樹: カーネル法を用いた時系列データの弁別, 非線形科学と統計科学の周辺. 非線形科学と統計科学の周辺ミニワークショップ, 2007 年 2 月 20 日, 京都
38. 田中琢真, 青柳富誌生: 枝の成長を伴う重み付きスケールフリーネットワーク. 日本物理学会 2006 秋季大会, 2006 年 9 月 24 日, 千葉
39. 原田恵介, 青木高明, 青柳富誌生: 素数周期のライフスタイルを持つセミの進化モデル. 日本物理学会 2006 秋季大会, 2006 年 9 月 24 日, 千葉
40. 青木高明, 青柳富誌生: 興奮・抑制神経ネットワークに対するスパイク同期の機能的役割. 日本物理学会第 61 回年次大会, 2006 年 3 月 29 日, 松山
41. 竹川高志, 深井朋樹, 野村真樹, 青柳富誌生: ニューロンの発火パターンの多様性について. 日本物理学会第61回年次大会, 2006 年 3 月 29 日, 松山
42. 青柳富誌生: 脳のスパイクタイミングと情報処理・素数周期ゼミの数理生態モデル. 数理生態モデル研究会第一回「非線形の次代」, 2006 年 3 月 16 日, 福井県
43. 野村真樹, 青柳富誌生: 視床皮質回路に存在する抑制性神経細胞の同期特性. 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7 月 27 日, 横浜
44. 青木高明, 青柳富誌生: STDP 学習による連想記憶モデルに対するスパイク同期の機能的役割. 日本神経回路学会第 14 回全国大会, 2004 年 9 月 28 日, 京都
45. 戸田賢, 青柳富誌生: 振動子モデルを使った嗅覚情報処理に関する解析. 日本物理学会第 59 回年次大会, 2004 年 3 月 28 日, 福岡
46. 村木和成, 青柳富誌生: 多体振動子系における位相応答曲線と同期特性との関連性の解明. 日本物理学会 第 59 回年次大会, 2004 年 3 月 28 日, 福岡
47. 青木高明, 青柳富誌生: スパイク同期現象の連想記憶モデルにおける機能的役割. 日本物理学会 第 59 回年次大会, 2004 年 3 月 28 日, 福岡
48. 吉田英正, 青柳富誌生, 倉田耕治: 多様な特徴抽出細胞の組合せによる分散表現の自己組織化. 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 2003 年 6 月 26 日, 沖縄
49. 青木高明, 青柳富誌生: スパイク同期現象による Winner-Take-All 競合の調節. 日本物理学会, 2003 年 3 月 28 日, 仙台

【金子グループ】

50. 井出陽子, 久恒辰博, 玉巻伸章, 藤山文乃, 古田敬子, 金子武嗣: 成体マウス海馬における新生ニューロンの軸索発達における形態学的解析. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7

月 9 日.

51. 雲財知, 藤山文乃, 倉本恵梨子, 金子武嗣: ラット線条体パッチ・マトリックス構造と視床線条体ニューロンの投射様式. 第82回日本解剖学会・近畿支部学術集会, 2007年11月17日, 園部
52. 中野隆, 藤山文乃, 雲財知, 野村巖, 金子武嗣: 単一ニューロントレースにより線条体パッチ・マトリックスからの投射経路を再検討する. 第6回コ・メディカル形態機能学会総会, 2007年9月16日, 愛媛
53. 亀田浩司, 日置寛之, 古田貴寛, 大平耕司, 松田和郎, 中村公一, 金子武嗣: レンチウイルスを用いた、樹状突起膜特異的標識法の開発. 第30回日本神経科学大会, 2007年9月11日, 横浜
54. 藤山文乃, 孫在隣, 雲財知, 金子武嗣: ラット線条体パッチ・マトリックスからの投射経路を再検討する. 第30回日本神経科学大会, 2007年9月11日, 横浜
55. 中村悠, 日置寛之, 中村公一, 古田貴寛, 金子武嗣: 大脳皮質視覚野における単一視床ニューロンの軸索分枝. 第30回日本神経科学大会, 2007年9月10日, 横浜
56. 倉本恵梨子, 古田貴寛, 中村公一, 日置寛之, 雲財知, 金子武嗣: ラット大脳皮質運動関連領野へ投射する単一視床ニューロン軸索分枝の形態学的解析. 第30回日本神経科学大会, 2007年9月10日, 横浜
57. 雲財知, 藤山文乃, 金子武嗣: ラット線条体パッチ・マトリックス構造と視床線条体ニューロンの投射様式. 第30回日本神経科学大会, 2007年9月10日, 横浜
58. 藤山文乃, 孫在隣, 雲財知, 金子武嗣: 単一ニューロントレースにより線条体パッチ・マトリックスからの投射経路を再検討する. 第112回日本解剖学会, 2007年3月29日, 大阪
59. 亀田浩司, 日置寛之, 古田貴寛, 大平耕司, 松田和郎, 中村公一, 金子武嗣: レンチウイルスを用いた樹状突起膜標識法の開発. 第112回日本解剖学会, 2007年3月29日, 大阪
60. 越水義登, 武勝昔, 雲財知, 藤山文乃, 金子武嗣: 淡蒼球外節に投射する線条体のエンケファリン産生ニューロンは主にマトリックス領域に分布する:トランスジェニックマウスを用いた解析. 第112回日本解剖学会, 2007年3月29日, 大阪
61. 雲財知, 藤山文乃, 金子武嗣: ラット線条体パッチ・マトリックス構造と視床線条体ニューロンの投射様式. 第112回日本解剖学会, 2007年3月29日, 大阪
62. 中村悠, 日置寛之, 中村公一, 古田貴寛, 金子武嗣: 大脳皮質視覚野における単一視床ニューロンの軸索分枝. 第112回日本解剖学会, 2007年3月29日, 大阪
63. 日置寛之, 古田貴弘, 金子武嗣: 神経解剖学におけるウイルスベクターの利用. 第112回日本解剖学会, 2007年3月27日, 大阪
64. 中村公一, 渡我部昭哉, 日置寛之, 藤山文乃, 田中康代, 山森哲雄, 金子武嗣: マウス大脳新皮質におけるVGluT1およびVGluT2免疫活性の軸索内共存の生後変化. 第111回日

本解剖学会, 2006年3月31日, 相模原

65. 金子武嗣, 趙龍昊: 大脳皮質運動野の局所回路. 第28回日本神経科学大会, 2005年7月27日, 横浜
66. 倉本恵梨子, 藤山文乃, 重本隆一, 古田貴寛, 中村公一, 金子武嗣: ラット線条体に存在する代謝型グルタミン酸受容体 4 陽性神経軸索終末の免疫組織化学的解. 第 110 回日本解剖学会総会, 全国学術集会, 2005 年 3 月 30 日, 富山
67. Nakamura, K., Matsumura, K., Hübschle, T., Wu, S., Gerstberger, R., Kobayashi, S. & Kaneko, T.: 延髄縫線核に存在する sympathetic premotor neuron: 発熱誘発や体温調節機能への関与. 第 27 回日本神経科学会・第 47 回日本神経化学会合同大会, 2004 年 9 月 22 日, 大阪
68. 日置寛之, 藤山文乃, 中村和弘, 松田和郎, 金子武嗣: VGLUT3/PPTB 産生皮質インターニューロンによる化学特異的神経回路. 第 27 回日本神経科学会・第 47 回日本神経化学会合同大会, 2004 年 9 月 21 日, 大阪
69. 趙龍昊, 金子武嗣: 大脳皮質皮質脊髄路ニューロンへの局所興奮性入力. 第 81 回日本生理学会大会, 2004 年 6 月 4 日, 札幌
70. 古田貴寛, 古谷野好, 富岡良平, 柳川右千夫, 金子武嗣: 大脳基底部から大脳皮質に投射し NK3 受容体を発現する GABA 作動性神経細胞についての研究. 第 81 回日本生理学会大会, 2004 年 6 月 3 日, 札幌
71. 中村和弘, 松村潔, Thomas Huebschle, 中村佳子, Wu, S., 岡本敬子, 藤山文乃, 日置寛之, Gerstberger, R., 小林茂夫, 金子武嗣: 吻側延髄腹内側部に存在する、発熱や体温調節機能を制御する sympathetic premotor neuron の同定. 第 81 回日本生理学会大会 2004 年 6 月 3 日, 札幌,

【飯島グループ】

72. 廣瀬秀顕, 崔圭完, 筒井健一郎, 小池康晴, 櫻井芳雄, 飯島敏夫: A brain-machine interface for predicting target-reaching movement and target-holding posture. 東北大学-復旦大学 Neuroscience workshop for young scientists, 2008 年 10 月 16 日, 上海
73. 飯島敏夫, 廣瀬秀顕, 崔圭完, 筒井健一郎, 櫻井芳雄, 小池康晴: 上肢の到達運動と姿勢制御を実現できるブレイン・マシンインターフェース. 第 31 回日本神経科学学会大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京
74. 廣瀬秀顕, 崔圭完, 櫻井芳雄, 小池康晴, 飯島敏夫: ユーザーにやさしいブレイン・マシンインタフェース. 第46回日本生体医工学学会大会, 2007 年 4 月 26 日, 仙台
75. 飯島敏夫, 小金澤紀子, 井上謙一, 大原慎也, 村岡真輔, 清水章, 山田真広: グリア細胞による海馬神経回路網活動調節. 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7 月 27 日, 横浜
76. 飯島敏夫: 脳の機能的構造を光・分子超高速イメージングでさぐる. 統合脳サテライトシンポジウム, 2005 年 8 月 19 日, 松代

【小池グループ】

77. 川瀬利弘, 倉茂和雄, 渡邊将人, 神原裕行, 小池康晴: 関節の平衡を考慮したパワーアシストシステムの提案と試作. 日本神経回路学会第18回全国大会, 2008年9月24日, 筑波
78. Kawase, T., Kurashige, K., Watanabe, M., Kambara, H. & Koike, Y.: CONTROLLER OF ULTRASONIC MOTOR FOR REHABILITATION ROBOT, ISEK2008, 2008年6月19日, カナダ
79. 神原裕行, 塚本雄大, 金敬植, 辛徳, 佐藤誠, 小池康晴: 試行錯誤な学習を可能とする腕の到達運動制御モデル. 計測自動制御学会, 2007年11月26日, 東京
80. Koike, Y.: Brain machine interface for reaching movement and posture control. JSPS 日伊合同セミナー, 2007年11月16日, 京都
81. Kambara, H., Tsukamoto, K., Kim, K., Shin, D., Sato, M. & Koike, Y.: Learning of arm reaching task in a trial-and-error manner. JSPS 日伊合同セミナー, 2007年11月15日, 京都
82. Choi, K., Hirose, H., Sakurai, Y., & Koike, Y.: Prediction of arm trajectory from the neural activities of the primary motor cortex using a modular artificial neural network model. 14th International Conference on Neural Information Processing, 2007年11月14日, 北九州市
83. 神原裕行, 小池康晴: 腕の運動学習・制御モデルの提案. 第1回 Motor Control 研究会, 2007年6月29日, 愛知
84. 小池康晴: 軌道計画を必要としない運動制御モデル. 第1回 Motor Control 研究会, 2007年6月28日, 愛知
85. DaSalla, C.S., Sato, M. & Koike, Y.: EMG Vowel Recognition using a Support Vector Machine. The 3rd International Symposium on Modeling of Human Functions, 2007年6月15日, ポルトガル
86. Kambara, H., Kim, K., Shin, D., Sato, M. & Koike, Y.: Motor control-learning model for arm's reaching movement without desired trajectory. The 3rd International Symposium on Modeling of Human Functions, 2007年6月15日, ポルトガル
87. Kawase, T., Shin, D. & Koike, Y.: Visuomanual coordination in ball catching task. The 3rd International Symposium on Modeling of Human Functions, 2007年6月14日, ポルトガル
88. Koike, Y.: Rehabilitation training using EMG interface. International Conference on Complex Medical Engineering, 2007年5月24日, 中国
89. 小池康晴: 視覚と触覚のミスマッチが及ぼす影響. 臨床神経生理学 34[5], 356, 2006年11月29日, 横浜
90. 小池康晴: 一次運動野の神経活動から腕の筋肉の活動と運動の推定. 日本神経科学会『脳を繋ぐ』分科会, 2006年11月6日, 京都
91. Choi, K., Sato, M. & Koike, Y.: A new human-centered wheelchair system controlled by the EMG signal, IEEE WCCI 2006, 9414-9421, 2006年7月21日, カナダ バンクーバー
92. Kambara, H., Kim, K., Shin, D., Sato, M. & Koike, Y.: Motor Control-Learning Model for

- Reaching Movements, IEEE WCCI 2006, 1282-1289, 2006 年 7 月 17 日, カナダ バンクーバー
93. Shin, D., Kim, K., Kim, D. & Koike, Y.: A study of motor control for load on task using electromyographic signals. ISEK2006, 2006 年 6 月 30 日, イタリア トリノ
 94. Kim, K. S., Kambara, H., Shin, D., Sato, M. & Koike, Y.: Learning and control model of arm posture. Intelligent Autonomous Systems 9, 2006 年 3 月 7 日, 千葉
 95. 市屋剛, 李鍾昊, 佐藤誠, 小池康晴: HMM を用いた表面筋電信号からの指動作認識に関する研究. 第 8 回日本電気生理運動学会大会, 2005 年 11 月 26 日, 岡山
 96. 小池康晴, 洪性寛, 佐藤誠: 複数の加速度環境でのボールキャッチングタスクにおけるタイミング予測. 電子情報通信学会, 2005 年 10 月 17 日, 豊中
 97. Choi, K., Hirose, H., Iijima, T. & Koike, Y.: Prediction of four degrees of freedom arm movement using EMG signal. 7th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC '05), 2005 年 9 月 3 日, 上海
 98. Lee, J., Sato, M., Wada, Y. & Koike, Y.: Extration of motor primitive in consideration of arm posture, movement direction and velocity using Hidden Markov Model. 27th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC '05), 2005 年 9 月 3 日, 上海
 99. 小池康晴, 廣瀬秀顕, 櫻井芳雄, 飯島敏夫: 一次運動野の神経活動からの運動軌道推定. 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7 月 28 日, 横浜
 100. 辛徳, 小池康晴: 表面筋電信号を用いた運動制御に関する研究. 第 5 回計測自動制御学会制御部門大会, 2005 年 5 月 26 日, 仙台
 101. 小池康晴: 筋電信号を用いて解析する腕の運動制御機構. 電子情報通信学会, 2005 年 3 月 28 日, 東京
 102. 辛徳, 立石ゆみ子, 金載然, 佐藤誠, 小池康晴: 物体の重さ比較時の知覚に関する研究. 電子情報通信学会, 2005 年 3 月 28 日, 東京
 103. 仲山加奈子, 金載然, 佐藤誠, 小池康晴: ヒューマンインタフェースのための NIRS の研究. 電子情報通信学会, 2005 年 3 月 28 日, 東京
 104. 立石ゆみ子, 辛徳, 金載然, 佐藤誠, 小池康晴: Load-Task における腕の運動制御に関する研究. 電子情報通信学会, 2005 年 1 月 25 日, 北海道
 105. Koike, Y., Kim, J. & Sato, M.: Biological human interface. The Fourth International Symposium on Human & Artificial Intelligence Systems: From Control to Autonomy, 2004 年 12 月 5 日, 福井
 106. 小池康晴, 仲山加奈子, 立石ゆみ子, 金載然, 佐藤誠: 筋肉インタフェース. 日本バーチャルリアリティ学会第 9 回大会, 2004 年 9 月 10 日, 京都
 107. Hong, S., Shin, D., Kim, J., Sato, M. & Koike, Y.: The Switching of time-to-contact estimation models. The 2nd International Symposium on Measurement, Analysis & Modeling of Human

Functions, 2004 年 6 月 15 日, イタリア

108. Shin, D., Hong, S., Kim, J., Sato, M. & Koike, Y.: Estimation of Time-varying Stiffness Ellipse from EMG signals using a Musculo-skeletal Model. The 2nd International Symposium on Measurement, Analysis & Modeling of Human Functions, 2004 年 6 月 15 日, イタリア
109. 小池康晴, 廣瀬秀顕, 櫻井芳雄, 飯島敏夫: 運動野の神経活動から腕の筋電信号と運動の予測. 第 43 回日本エムイー学会大会, 2004 年 5 月 21 日, 金沢
110. 辛徳, 金載休, 佐藤誠, 小池康晴: 筋肉骨格系の数式モデルによる腕のスティフネスの推定. 電子情報通信学会, 2004 年 3 月 19 日, 東京
111. 小池康晴, 廣瀬秀顕, 櫻井芳雄, 飯島敏夫: 運動野の神経活動からの腕の運動予測. ニューロコンピューティング研究会, 2004 年 1 月 27 日, 札幌

③ポスター発表 (国内会議 156 件、国際会議 51 件)

【櫻井グループ】

1. Takahashi, S. & Sakurai, Y.: Hippocampal neuronal ensembles act as comparator during delayed non-matching to sample performance in rats. Society for Neuroscience Annual Meeting, 2008 年 11 月 16 日, 米国
2. 高橋宗良, Johan, L., 櫻井芳雄, 塚田稔: 静止状態におけるラット海馬ニューロンのシーケンス依存的活動. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京
3. 高橋晋, 櫻井芳雄: 海馬ニューロン活動による全方向移動車の操作. CREST 第5回領域内研究報告会, 2008 年 3 月 5 日, 豊中
4. 青木高明, 青柳富誌生: 神経回路構造の STDP 関数形に対する依存性解析および同期的発火に応答する状態間遷移モデル. CREST 第5回領域内研究報告会, 2008 年 3 月 5 日, 豊中
5. Aoki, T., Ota, K., Kurata, K. & Aoyagi, T.: Ordering process of self-organizing maps improved by asymmetric neighborhood function. ICONIP2007, 2007 年 11 月 14 日, 北九州
6. Takahashi, M., Lauwereyns, J., Sakurai, Y. & Tsukada, M.: Hippocampal code for alternation sequence during fixation period. 7th International Neural Coding Workshop (Neural Coding 2007), 2007 年 11 月 11 日, ウルグアイ
7. Takahashi, S. & Sakurai, Y.: Spatial information coded by the soma and dendrite of pyramidal cells in the hippocampus of behaving rats. 37th Society for Neuroscience Annual Meeting, 2007 年 11 月 7 日, 米国
8. Hara, K., Takahashi, S. & Sakurai, Y.: Hippocampal and prefrontal multi-neuronal activities during acquisition, reversal and reacquisition of a conditional association task in rats. 37th Society for Neuroscience Annual Meeting, 2007 年 11 月 7 日, 米国
9. Takahashi, M., Lauwereyns, J., Sakurai, Y. & Tsukada, M.: Sequential coding of spatial response bias in rat hippocampal CA1 neurons. 37th Society for Neuroscience Annual

Meeting, 2007 年 11 月 3-7 日, 米国

10. 青木高明, 青柳富誌生: 素子のダイナミクスとネットワーク構造の協同的作用による動的構造形成. 日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 24 日, 札幌
11. 原康治郎, 高橋晋, 櫻井芳雄: 条件性連合学習におけるラットの海馬と新皮質ニューロン集団活動のアトラクタ変動性. 第 30 回日本神経科学学会大会, 2007 年 9 月 10 日, 横浜
12. 青木高明, 青柳富誌生: ニューロン活動とシナプス可塑性が協同的に作用する系における動的ネットワーク構造の形成. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 10 日, 横浜
13. Sakurai, Y. & Takahashi, S.: Brain-machine interface can detect dynamic neuronal activity and synchrony in the working brain. 2nd International Symposium on Mobiligence, 2007 年 7 月 20 日, 淡路
14. Aoki, T. & Aoyagi, T.: Synchrony-induced switching behavior of attractors in neural network organized by spike-timing dependent plasticity. 2nd International Symposium on Mobiligence, 2007 年 7 月 20 日, 淡路
15. Takahashi, S., D.A. Henze, Mizuseki, K., Sakurai, Y. & G. Buzsaki: Soma-dendritic back-propagations regulate the stability of hippocampal place codes. CREST 第 4 回領域内研究報告会, 2007 年 3 月 6 日, 大阪
16. Takahashi, S. & Sakurai, Y.: Sub-millisecond synchronization among pyramidal neurons in hippocampal CA1 of rats during delayed non-matching to sample task. 36th Society for Neuroscience Annual Meeting, 2006 年 10 月 17 日, 米国 アトランタ
17. Hirokawa, J., M. Bosch, Sakata, S., Sakurai, Y. & Yamamori, T.: A distinct area of rat visual cortex mediates behavioral enhancement by audiovisual integration. 36th Society for Neuroscience Annual Meeting, 2006 年 10 月 17 日, 米国 アトランタ
18. 廣川純也, Miquel Bosch, 坂田秀三, 櫻井芳雄, 山森哲雄: ラット二次視覚野 V2LM は視聴覚統合による反応速度促進を媒介する. 第 29 回日本神経科学学会大会, 2006 年 7 月 20 日, 京都
19. 高橋宗良, 大橋崇紀, 櫻井芳雄, 塚田稔: 想起情報と感覚入力の一貫性検出機構へのラット海馬CA1野の関与. 第29回日本神経科学学会大会, 2006 年 7 月 19 日, 京都
20. Sakata, S., Yamamori, T. & Sakurai, Y.: Brain-state-dependent synchronized oscillation in prefrontal cortex. 34th Society for Neuroscience Annual Meeting, 2004 年 10 月 26 日, 米国 サンディエゴ
21. Takahashi, S. & Sakurai, Y.: Real-time spike sorting system for sub-millisecond neuronal interactions in vivo. 34th Society for Neuroscience Annual Meeting, 2004 年 10 月 25 日, 米国 サンディエゴ
22. 坂田秀三, 山森哲雄, 櫻井芳雄: 前頭前野における脳の状態に依存した周期的同期的活動. 第 27 回日本神経科学学会・第 47 回日本神経化学学会合同大会, 2004 年 9 月 22 日, 大阪
23. Takahashi, S. & Sakurai, Y.: Real-time spike sorting using independent component analysis.

33rd Society for Neuroscience Annual Meeting, 2003 年 11 月 10 日, 米国

24. Sakata, S., Yamamori, T. & Sakurai, Y.: Behavioral studies of multisensory processing in the rat. 33rd Society for Neuroscience Annual Meeting, 2003 年 11 月 9 日, 米国

【青柳グループ】

25. 太田絵一郎, 野村真樹, 青柳富誌生: ゆらぎを持つ電流注入による神経細胞の位相応答曲線の測定. 日本神経回路学会, 2008 年 9 月 26 日, つくば
26. Nomura, M. & Aoyagi, T.: Analytic method for tune-varying multi-dimensional time-series data. Dynamics Days Asia Pacific 5(DDAP5), The 5th International Conference on Nonlinear Science, 2008 年 9 月 11 日, 奈良
27. Nomura, M., Ito, D., Tamate, H., Gohara, K. & Aoyagi, T.: Estimation of functional connectivity on cultured neuronal networks. Dynamics Days Asia Pacific 5(DDAP5), The 5th International Conference on Nonlinear Science, 2008 年 9 月 11 日, 奈良
28. Ota, K., Nomura, M. & Aoyagi, T.: A novel method of measurement for phase response curves with continuous noisy stimuli. Dynamics Days Asia Pacific 5(DDAP5), The 5th International Conference on Nonlinear Science, 2008 年 9 月 11 日, 奈良
29. 青柳富誌生, 櫻井芳雄, 野村真樹: 培養神経細胞回路網の多電極計測データを用いた機能的結合の推定. 第31回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京
30. 野村真樹, 原康治郎, 櫻井芳雄, 青柳富誌生: 記憶課題遂行中のラット海馬 CA1 神経細胞の機能的結合の推定. 第31回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京
31. 田中琢真, 金子武嗣, 青柳富誌生: リカレント情報量最大化原理によるセルアセンブリ、発火シークエンス、神経雪崩現象、単純型細胞的選択性の生成. 第31回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 10 日, 東京
32. 太田絵一郎, 野村真樹, 青柳富誌生: ノイズ電流下での神経細胞の位相応答曲線の測定. 第31回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 9 日, 東京
33. 野村真樹, 櫻井芳雄, 青柳富誌生: 記憶課題遂行時のスパイクデータに基づく機能ネットワークの推定. CREST 第5回領域内研究報告会, 2008 年 3 月 5 日, 豊中
34. 田中琢真, 金子武嗣, 青柳富誌生: リカレント情報量最大化原理に基づくセルアセンブリと発火連鎖の形成モデル. CREST 第5回領域内研究報告会, 2008 年 3 月 5 日, 豊中
35. 野村真樹, 櫻井芳雄, 青柳富誌生: 文字列カーネルを応用して多次元時系列データ解析. 第10回情報論的学習理論ワークショップ(IBIS2007), 2007 年 11 月 5 日, 横浜
36. Kubota, Y., Karube, F., Sekigawa, A., Nomura, M., Aoyagi, T., Mochizuki, A. & Kawaguchi, Y.: Dendritic dimensions of cortical nonpyramidal cells. SFN 37th annual meeting, 2007 年 11 月 5 日, サンディエゴ
37. 田中琢真, 藤山文乃, 野村真樹, 青柳富誌生, 金子武嗣: 皮質線条体終末シナプス前 AMPA 受容体による小胞放出確率の増強. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 12

日, 横浜

38. 中江健, 伊庭幸人, 青柳富誌生: 位相応答曲線の力学系的観点からのノイズ環境下での統計的推定. 第30回日本神経科学大会, 2007年9月11日, 横浜
39. 野村真樹, 櫻井芳雄, 青柳富誌生: ラット海馬のマルチニューロン活動を用いた行動推測. 第30回日本神経科学大会, 2007年9月11日, 横浜
40. 窪田芳之, 苅部冬紀, 野村真樹, 青柳富誌生, 望月敦史, 川口泰雄: 大脳皮質非錐体細胞の樹状突起特性の解析. 第30回日本神経科学大会, 2007年9月10日, 横浜
41. Aoyagi, T., Yoshii, Y., Iba, Y. & Chawanya, T.: Optimal weighted networks of phase oscillators maximizing frequency and phase orders. STATPHYS 23. The 23rd International Conference on Statistical Physics of the International Union for Pure and Applied Physics (IUPAP). 2007年7月10日, イタリア
42. Nomura, M., Sakurai, Y. & Aoyagi, T.: Kernel Analysis of Multi-neuronal Spike Trains. 2007 IEEE/ICME International Conference on Complex Medical Engineering-CME2007, 2007年5月24日, 北京
43. 中江健, 原田健自, 青柳富誌生: 有限サイズスケーリングの統計的手法: 振動子およびスピン系への応用. 日本物理学会 2007年春季大会, 2007年3月21日, 鹿児島
44. 野村真樹, 櫻井芳雄, 青柳富誌生: マルチニューロン活動に基づく行動推測. CREST 第4回領域内研究報告会, 2007年3月6日, 大阪
45. 青木高明, 青柳富誌生: 皮質ニューロンモデルにおける想起状態遷移シグナルとしての同期発火. CREST 第4回領域内研究報告会, 2007年3月6日, 大阪
46. 野村真樹, 青柳富誌生: 結合レスラー系を用いた連想記憶モデルのカーネル法による解析. 生命リズムと振動子ネットワーク, 2006年10月18日, 札幌
47. 青木高明, 青柳富誌生: 興奮・抑制神経ネットワークにおける同期的神経活動の機能的役割. 生命リズムと振動子ネットワーク, 2006年10月18日, 札幌
48. 野村真樹, 青柳富誌生: 結合カオス力学系のカーネル法による統計解析. 日本物理学会 2006年秋季大会, 2006年9月26日, 千葉
49. 田中琢真, 藤山文乃, 青柳富誌生, 金子武嗣: 線条体中型有棘細胞 up-state のシナプス前膜 AMPA 受容体による開始と維持. 平成 18 年度「統合脳」夏のワークショップ, 2006年8月24日, 札幌
50. 竹川高志, 野村真樹, 青柳富誌生, 深井朋樹: 多様な発火パターンを持つ reduced モデルの同期特性. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月20日, 京都
51. 田中琢真, 藤山文乃, 野村真樹, 金子武嗣, 青柳富誌生: 皮質線条体終末シナプス前 AMPA 受容体の中型有棘細胞 up-state における役割. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月19日, 京都
52. 青木高明, 青柳富誌生: STDP 学習則による興奮・抑制神経ネットワークに対するスパイク同

期の機能的役割. 第 29 回日本神経科学大会, 2006 年 7 月 19 日, 京都

53. Nomura, M., Sakurai, Y., Kitano, K. & Aoyagi, T.: Applying the kernel method to multi-neuronal spike trains. The First Symposium on Complex Medical Engineering, 2006 年 5 月 19 日, 京都
54. 野村真樹, 青柳富誌生, 櫻井芳雄: 神経活動データのカーネル法の適用. CREST 第3回領域内研究報告会, 2006 年 3 月 6 日, 豊中
55. 田中琢真, 藤山文乃, 金子武嗣, 青柳富誌生: 皮質線条体シナプス前 AMPA 受容体による medium-sized spiny neuron における up state の維持. CREST 第3回領域内研究報告会, 2006 年 3 月 6 日, 豊中
56. 青木高明, 青柳富誌生: STDP 学習による連想記憶モデルに対する同期的神経活動の機能的役割. CREST 第3回領域内研究報告会, 2006 年 3 月 6 日, 豊中
57. 田中琢真, 藤山文乃, 金子武嗣, 青柳富誌生: 皮質線条体シナプス前 AMPA 受容体による medium-sized spiny neuron における up state の維持. 脳と心のメカニズム第六回冬のワークショップ, 2006 年1月 10 日, 北海道
58. 青木高明, 青柳富誌生, 倉田耕治: 非対称近傍関数を用いた自己組織化マップ. 日本物理学会 2005 年度秋季大会, 2005 年 9 月 22 日, 京都
59. 城野崇, 青木高明, 青柳富誌生: 被食者-捕食者系の進化と素数周期. 日本物理学会 2005 年度秋季大会, 2005 年 9 月 22 日, 京都
60. 青木高明, 青柳富誌生: 同期的神経活動が時系列連想記憶モデルに与える効果(Effect of incoming spike synchronization on retrieving information from sequential associative memory) . 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7 月 28 日, 横浜
61. 野村真樹, 青柳富誌生: 視床皮質回路に存在する抑制性神経細胞の同期特性. 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7 月 27 日, 横浜
62. 竹川高志, 青柳富誌生, 深井朋樹: 除波睡眠中に見られる皮質ネットワークの同期的活動に関するモデルを用いた解析. 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7 月 26 日, 横浜
63. Nomura, M., Tanaka, T., Kaneko, T. & Aoyagi, T.: Phase analysis of inhibitory neurons involved in the thalamocortical loop. International Symposium on Oscillation, Chaos and Network Dynamics in Nonlinear Science, 2004 年 11 月 26 日, 京都
64. Takekawa, T., Aoyagi, T. & Fukai, T.: Synchronization properties on slow oscillatory activity in a cortex network model. International Symposium on Oscillation, Chaos and Network Dynamics in Nonlinear Science, 2004 年 11 月 26 日, 京都
65. Aoki, T. & Aoyagi, T.: A Possible Role of Incoming Spike Synchrony in Associative Memory Model with STDP Learning rule. International Symposium on Oscillation, Chaos and Network Dynamics in Nonlinear Science, 2004 年 11 月 25 日, 京都
66. 竹川高志, 青柳富誌生, 深井朋樹: UP/DOWN の 2 状態を持つネットワークの同期特性. 日本神経回路学会第 14 回全国大会, 2004 年 9 月 28 日, 京都
67. 戸田賢, 青木高明, 青柳富誌生: 嗅覚情報処理に関する振動子ニューラルネットワークモデ

ル. 日本神経回路学会第 14 回全国大会, 2004 年 9 月 28 日, 京都

68. 村木和成, 青柳富誌生: 多体振動子系の同期特性と位相応答関数との関連. 日本神経回路学会第 14 回全国大会, 2004 年 9 月 28 日, 京都
69. 野村真樹, 青柳富誌生: スパイク同期現象の安定化メカニズム - FS 細胞、LTS 細胞に関して -. 第 27 回日本神経科学学会・第 47 回日本神経化学会合同大会, 2004 年 9 月 22 日, 大阪
70. 竹川高志, 青柳富誌生, 深井朋樹: パースト発火型ニューロンのネットワークにおける同期的活動 --- シナプス部位と神経伝達物質の影響. 第 27 回日本神経科学学会・第 47 回日本神経化学会合同大会, 2004 年 9 月 22 日, 大阪
71. 吉田英正, 青柳富誌生, 倉田耕治: 複数勝者自己組織マップによる疑似直交情報の分離と領野形成. 脳と心のメカニズム第 4 回冬のワークショップ, 2004 年 1 月 7 日, 北海道
72. 青木高明: スパイク同期現象の神経回路網における機能的役割. 日本化学会第 13 回「非線形反応と協同現象」研究会, 2003 年 12 月 6 日, 京都
73. 竹川高志, 深井朋樹, 青柳富誌生: パースト発火型ニューロンの同期特性の変化について. 第 13 回「非線形反応と協同現象」研究会, 2003 年 12 月 6 日, 京都
74. 吉田英正, 青柳富誌生, 倉田耕治: 複数勝者自己組織マップによる直交情報の分離と領野形成. 日本神経回路学会第 13 回全国大会, 2003 年 9 月 9 日, 東京
75. 青木高明: 神経ネットワークの機能に対する同期スパイクの果たす役割. 日本神経回路学会 第 13 回全国大会, 2003 年 9 月 9 日, 東京
76. Aoyagi, T. & Aoki, T.: The Degree of Synchrony Among Input Spike Trains Controlling The Function of Neural Networks. Sixth Ibro world congress of neuroscience, 2003 年 7 月 14 日, プラハ
77. Nomura, M., Fukai, T. & Aoyagi, T.: Gamma-band synchrony in a local cortical network model. Sixth Ibro world congress of neuroscience, 2003 年 7 月 14 日, プラハ
78. 竹川高志, 青柳富誌生, 深井朋樹: 大脳皮質におけるガンマ周波数帯同期発火現象の解析. 日本物理学会第 58 回年次大会, 2003 年 3 月 28 日, 仙台
79. 竹川高志, 青柳富誌生, 深井朋樹: 大脳皮質における γ 周波数帯同期発火生成メカニズムの解析. 脳と心のメカニズム 第 3 回冬のワークショップ, 2003 年 1 月 9 日, 北海道

【金子グループ】

80. 田中康代, 田中康裕, 古田貴寛, 金子武嗣, 柳川右千夫, 川口泰雄: 大脳皮質における GABA 作動性介在ニューロンと皮質脊髄路ニューロングループの結合関係の解析. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京
81. 佐々木-濱田幸恵, 田中康裕, 田中康代, 古田貴寛, 金子武嗣: 体性感覚野 6 層錐体細胞における異なる投射先による電気生理学的特性. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京
82. 古田貴寛, 金子武嗣: ラットのヒゲ感覚系における視床-大脳皮質投射の Barrel 内構築. 第

31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京

83. 松田和郎, 新井良八, 中村公一, 古田貴寛, 日置寛之, 藤山文乃, 金子武嗣: 中脳辺縁系および中脳皮質系ドーパミン神経細胞の投射様式を解析する. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京
84. 今野美知輝, 古田貴寛, 日置寛之, 中村公一, 三橋賢大, 金子武嗣: 神経細胞に逆行性感染する Sindbis ウイルスの開発. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京
85. 田中康裕, 田中康代, 古田貴寛, 日置寛之, 亀田浩司, 金子武嗣: 高効率ゴルジ染色様標識による大脳皮質視床投射神経細胞の可視化: 樹状突起移行性 GFP を発現するアデノウイルスを用いた逆行性標識. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京
86. 倉本恵梨子, 古田貴寛, 中村公一, 日置寛之, 雲財知, 金子武嗣: ラット視床から大脳皮質・運動関連領野への投射様式を単一ニューロンレベルで解析する. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 10 日, 東京
87. 中村悠, 日置寛之, 中村公一, 古田貴寛, 金子武嗣: 大脳皮質視覚野における単一視床ニューロンの軸索分岐. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 10 日, 東京
88. 大平耕司, 古田貴寛, 日置寛之, 中村公一, 金子武嗣: Regulation of dendritic morphogenesis by truncated TrkB-T1. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 9 日, 東京
89. 中村公一, 藤山文乃, 古田貴寛, 倉本恵梨子, 金子武嗣: ラット線条体マトリックス領域の投射ニューロンの生後発達 - 単一軸索トレースによる解析. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 9 日, 東京
90. 雲財知, 藤山文乃, 倉本恵梨子, 金子武嗣: ラット線条体パッチ・マトリックス構造と視床線条体投射ニューロンの投射様式. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 9 日, 東京
91. 日置寛之, 倉本恵梨子, 今野美知輝, 亀田浩司, 金子武嗣: Tet-Off システムを介した、神経細胞特異的かつ高発現型レンチウイルスの開発. 第 31 回日本神経科学大会, 2008 年 7 月 9 日, 東京
92. 日置寛之, 中村悠, 馬雲飛, 中村公一, 今野美知輝, 早川隆, 金子武嗣: ラット中脳縫線核におけるグルタミン酸作動性ニューロンの解析. 第113回 日本解剖学会・全国学術集会, 2008 年 3 月 29 日, 大分
93. 古田貴寛, Timofeeva, E., 中村公一, 岡本-古田敬子, 十河正弥, 金子武嗣, Deschenes, M.: 三叉神経核群中間亜核から主感覚核への抑制性入力. 第113回 日本解剖学会・全国学術集会, 2008 年 3 月 29 日, 大分
94. 中村公一, 藤山文乃, 古田貴寛, 金子武嗣: ラット新生仔線条体のドーパミンアイランドに見られる二重構造. 第113回 日本解剖学会・全国学術集会, 2008 年 3 月 28 日, 大分
95. 藺村貴弘, 古田貴寛, 山中淳之, 岩井浩樹, 植村正憲, 金子武嗣: 透過電子顕微鏡画像と対応させたラット線条体投射ニューロンへの入力の定量的解析. 第113回 日本解剖学会・全国学術集会, 2008 年 3 月 28 日, 大分
96. 中村公一, 渡我部昭哉, 日置寛之, 藤山文乃, 田中康代, 山森哲雄, 金子武嗣: 発達期マ

ウス大脳新皮質における小胞性グルタミン酸輸送体1 (VGluT1)と VGluT2 免疫活性の共存の定量解析. CREST 第5回領域内研究報告会, 2008 年 3 月 5 日, 豊中

97. 亀田浩司, 古田貴寛, 松田和郎, 大平耕司, 中村公一, 日置寛之, 金子武嗣: レンチウイルスを用いた、樹状突起膜特異的移行シグナルの開発. CREST 第5回領域内研究報告会, 2008 年 3 月 5 日, 豊中
98. 中村公一, 藤山文乃, 古田貴寛, 金子武嗣: ラット新生仔脳における線条体出力ニューロンの軸索投射を解析する. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 12 日, 横浜
99. 伊藤哲史, 日置寛之, 中村公一, 金子武嗣, 野条良彰: GABA を含有する gamma-運動ニューロン. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 12 日, 横浜
100. 井出陽子, 藤山文乃, 古田敬子, 玉巻伸章, 金子武嗣, 久恒辰博: 成体マウス海馬における新生ニューロンの軸索の形態学的解析. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 12 日, 横浜
101. 松田和郎, 古田貴寛, 中村公一, 金子武嗣, 新井良八: 中脳黒質ドーパミンニューロンは線条体に広範囲かつ高密度な軸索終末を形成する. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 11 日, 横浜
102. 古田貴寛, Timofeeva E., 岡本-古田敬子, Deschenes, M., 中村公一, 金子武嗣: 三叉神経核群中間核から主感覚核への抑制性入力. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 11 日, 横浜
103. 越水義登, 武勝昔, 菌村貴弘, 雲材知, 藤山文乃, 金子武嗣: 新線条体パッチ領域におけるエンケファリン遺伝子の発現はマトリックス領域に比べて著しく弱い:トランスジェニックマウスを用いた解析. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 11 日, 横浜
104. 亀田浩司, 日置寛之, 古田貴寛, 大平耕司, 松田和郎, 中村公一, 金子武嗣: レンチウイルスを用いた、樹状突起膜特異的標識法の開発. 第 30 回日本神経科学学会大会, 2007 年 9 月 11 日, 横浜
105. 倉本恵梨子, 古田貴寛, 中村公一, 日置寛之, 雲財知, 金子武嗣: ラット大脳皮質運動関連領野へ投射する単一視床ニューロン軸索分岐の形態学的解析. 第 30 回日本神経科学学会大会, 2007 年 9 月 10 日, 横浜
106. 小山文隆, 宮崎晴子, 黒沢大, 玉岡晃, 金子武嗣, 貫名信行: ハンチントン病モデルマウスにおけるナトリウムチャンネル beta4 サブユニットの発現制御. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 10 日, 横浜
107. 吉田三穂, 佐藤武正, 中村公一, 金子武嗣, 畠義郎: 外側膝状体における代謝型グルタミン酸受容体の活動依存的調節の年齢依存性. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 10 日, 横浜
108. 菌村貴弘, 古田貴寛, 古田敬子, 雲財知, 岩井治樹, 植村正憲, 金子武嗣: 線条体投射ニューロンに対する大脳皮質および視床からの入力の定量的解析. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 10 日, 横浜
109. 孫在隣, 藤山文乃, 金子武嗣: シングルニューロントレースによる線条体投射系の解析. 第

30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 10 日, 横浜

110. 日置寛之, 中村悠, 馬雲飛, 中村公一, 早川隆, 金子武嗣: ラット中脳縫線核におけるグルタミン酸作動性ニューロンの解析. 第 30 回日本神経科学大会, 2007 年 9 月 10 日, 横浜
111. 中村悠, 日置寛之, 中村公一, 古田貴寛, 金子武嗣: 大脳皮質視覚野における単一視床ニューロンの軸索分枝. 第30回日本神経科学学会大会, 2007 年 9 月 10 日, 横浜
112. 菌村貴弘, 古田貴寛, 山中淳之, 岩井浩樹, 金子武嗣, 植村正憲: 共焦点レーザー顕微鏡三次元画像と透過電子顕微鏡画像を対応させた線条体投射ニューロンに対する入力の変量的解析. 第 49 回 歯科基礎医学会学術大会, 2007 年 8 月 30 日, 札幌
113. 中村公一, 亀田浩司, 越水義登, ガヴィニオ・ロベルト, 金子武嗣: *in situ* ハイブリダイゼーションとの二重染色に適した熱変性 GFP に特異的な抗体の作製. 第 112 回日本解剖学会, 2007 年 3 月 28 日, 大阪
114. 菌村貴弘, 中村公一, 日置寛之, 山中淳之, 植村正憲, 金子武嗣: ラット線条体出力ニューロンのドーパミン受容体の分布. 第 112 回日本解剖学会, 2007 年 3 月 28 日, 大阪
115. 倉本恵梨子, 古田貴寛, 中村公一, 日置寛之, 雲財知, 金子武嗣: ラット大脳皮質運動関連領野へ投射する単一視床ニューロン軸索分枝の形態学的解析. 第112回日本解剖学会, 2007年3月27日, 大阪
116. 松田和郎, 古田貴寛, 中村公一, 新井良八, 金子武嗣: 中脳黒質ドーパミンニューロンは線条体に広範囲かつ高密度な軸索終末を形成する. 第112回日本解剖学会, 2007年3月27日, 大阪
117. 中村公一, 渡我部昭哉, 日置寛之, 藤山文乃, 田中康代, 山森哲雄, 金子武嗣: 発達期マウス大脳新皮質における小胞性グルタミン酸輸送体1(VGluT1)とVGluT2免疫活性の共存の定量解析. CREST第4回領域内研究報告会, 2007年3月6日, 大阪
118. 日置寛之, 亀田浩司, 中村悠, 奥宮太郎, 大平耕司, 中村公一, 黒田麻紗子, 古田貴寛, 金子武嗣: レンチウイルスを用いた、神経細胞特異的プロモーターの開発. CREST第4回領域内研究報告会, 2007年3月6日, 大阪
119. 亀田浩司, 日置寛之, 古田貴寛, 大平耕治, 松田和郎, 中村公一, 金子武嗣: レンチウイルスを用いた、樹状突起膜特異的標識法の開発. CREST第4回領域内研究報告会, 2007年3月6日, 大阪
120. 田中康代, 田中康裕, 金子武嗣: 成熟マウス大脳皮質スライスにおけるGABA作動性ニューロンの生存率の解析. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月21日, 京都
121. 早川隆, 日置寛之, 中村公一, 中村悠, 金子武嗣: ラット中脳縫線核におけるグルタミン酸作動性ニューロンの解析. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月21日, 京都
122. 雲財知, 藤山文乃, 金子武嗣: ラット線条体パッチ・マトリックス構造と視床線条体ニューロンの投射様式. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月20日, 京都
123. 藤山文乃, 雲財知, 中村公一, 野村嶺, 金子武嗣: ラット線条体パッチ・マトリックス構造に対する大脳皮質および視床入力の違いを形態学的に解析する. 第29回日本神経科学大会,

2006年7月20日, 京都

124. 松田和郎, 古田貴寛, 中村公一, 金子武嗣: 中脳ドーパミン神経細胞の投射様式. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月20日, 京都
125. 古田貴寛, 中村公一, 金子武嗣, Martin Deschenes: 三叉神経核における神経細胞のヒゲ刺激に対する反応に関する研究. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月20日, 京都
126. 伊藤哲史, 日置寛之, 中村公一, 金子武嗣, 野条良彰: ラット上頸神経節に投射するGABA含有線維の由来と走行. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月19日, 京都
127. 田中琢真, 藤山文乃, 野村真樹, 青柳富誌生, 金子武嗣: 皮質線条体終末シナプス前AMPA受容体の中型有棘細胞up-stateにおける役割. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月19日, 京都
128. 亀田浩司, 日置寛之, 古田貴寛, 大平耕司, 松田和郎, 中村公一, 金子武嗣: レンチウィルスを用いた、樹状突起特異的標識法開発の試み. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月19日, 京都
129. 日置寛之, 亀田浩司, 中村悠, 奥宮太郎, 大平耕司, 中村公一, 古田貴寛, 金子武嗣: レンチウィルス:神経細胞特異的プロモーターの開発. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月19日, 京都
130. 藺村貴弘, 中村公一, 日置寛之, 植村正憲, 金子武嗣: ラット線条体投射ニューロンにおけるドーパミン受容体サブタイプの分布. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月19日, 京都
131. 中村公一, 渡我部昭哉, 日置寛之, 藤山文乃, 田中康代, 山森哲雄, 金子武嗣: マウス大脳新皮質生後発達におけるVGluT1 および VGluT2免疫活性の軸索内共存の変化. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月19日, 京都
132. 日置寛之, 亀田浩司, 大平耕司, 中村悠, 奥宮太郎, 中村公一, 黒田麻紗子, 古田貴寛, 金子武嗣: Lentivirus: Development of Neuron-Specific Promoters. 第111回日本解剖学会, 2006年3月31日, 相模原
133. 亀田浩司, 日置寛之, 古田貴寛, 大平耕司, 松田和郎, 中村公一, 金子武嗣: Lentivirus: Development of Dendrite-Targeting Signals. 第111回日本解剖学会, 2006年3月31日, 相模原
134. 藤山文乃, 雲財知, 中村公一, 野村嗟, 金子武嗣: Difference in organization of corticostriatal and thalamostriatal synapses between patch and matrix compartments of rat striatum. 第111回日本解剖学会, 2006年3月29日, 相模原
135. 松田和郎, 古田貴寛, 金子武嗣: Axonal arborization of midbrain dopaminergic neurons: single-cell study. 第111回日本解剖学会, 2006年3月29日, 相模原
136. Koshimizu, Y., Wu, S., Unzai, T. & Kaneko, T. : Visualization of reprotokephalin-expressing neurons in transgenic mouse by BAC modification. 第111回日本解剖学会, 2006年3月29日, 相模原
137. 中村公一, 日置寛之, 藤山文乃, 金子武嗣: マウス前脳生後発達における VGluT1 と VGluT2 免疫反応の分布および共存関係の変化. 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7

月 28 日, 横浜

138. 日置寛之, 黒田麻紗, 上田俊雄, 古田貴寛, 藤山文乃, 金子武嗣: 大脳皮質錐体細胞への視床からの入力 of 定量化. 第 28 回日本神経科学大会, 横浜, 2005 年 7 月 28 日, 横浜
139. 越水義登, 武勝昔, 雲財知, 金子武嗣: Visualization of neurons expressing preproenkephalin by bacterial artificial chromosome transgenesis. 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7 月 27 日, 横浜
140. 倉本恵梨子, 藤山文乃, 重本隆一, 古田貴寛, 日置寛之, 中村公一, 金子武嗣: ラット線条体における代謝型グルタミン酸受容体 4 陽性終末の由来と入力先. 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7 月 27 日, 横浜
141. 雲財知, 藤山文乃, 中村公一, 金子武嗣: 線条体 patch ニューロンへの視床および大脳皮質からの入力を形態学的に解析する. 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7 月 26 日, 横浜
142. 藺村貴弘, 古田貴寛, 山中淳之, 植村正憲, 金子武嗣: 線条体投射ニューロンに対する入力の定量分析. 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7 月 26 日, 横浜
143. 古田貴寛, 松田和郎, 金子武嗣: 大脳皮質-錐体路ニューロンの側枝分岐パターンを解析する. 第 110 回日本解剖学会総会, 2005 年 3 月 31 日, 富山
144. 中村公一, 日置寛之, 藤山文乃, 金子武嗣: 小胞性グルタミン酸輸送体 1 (VGluT1) および VGluT2 免疫反応とその共存関係のマウス前脳における生後変化. 第 110 回日本解剖学会総会, 2005 年 3 月 31 日, 富山
145. 藤山文乃, 雲財知, 中村公一, 岡本敬子, 野村嶺, 金子武嗣: 線条体 patch ニューロンへの視床および大脳皮質からの入力を形態学的に解析する. 第 110 回日本解剖学会総会, 2005 年 3 月 31 日, 富山
146. 日置寛之, 黒田麻紗子, 古田貴寛, 上田俊雄, 金子武嗣: 大脳皮質錐体細胞への視床からの入力の定量化. 第 110 回日本解剖学会総会, 2005 年 3 月 31 日, 富山
147. 松田和郎, 古田貴寛, 金子武嗣: 中脳におけるドーパミン神経細胞の投射様式. 第 110 回日本解剖学会総会, 2005 年 3 月 29 日, 富山
148. Hioki, H., Fujiyama, F., Nakamura, K., Matsuda, W., Kaneko, K.: Chemically Specific Circuit Composed of Vesicular Glutamate Transporter 3- and Preprotachykinin B-Producing Interneurons in the Rat Neocortex. 34th Society for Neuroscience Annual Meeting, 2004 年 10 月 24 日, 米国サンディエゴ
149. 中村公一, 日置寛之, 藤山文乃, 金子武嗣: マウス前脳における小胞性グルタミン酸輸送体 1 (VGLUT1) および VGLUT2 の生後発達. 第 27 回日本神経科学会・第 47 回日本神経化学会 合同大会, 2004 年 9 月 23 日, 大阪
150. 藤山文乃, 倉本恵理子, 岡本敬子, 日置寛之, 古田貴寛, 周里鋼, 野村嶺, 金子武嗣: 皮質線条体終末および視床線条体終末におけるシナプス前性 AMPA レセプター. 第 27 回日本神経科学会・第 47 回日本神経化学会 合同大会, 2004 年 9 月 21 日, 大阪
151. 倉本恵梨子, 藤山文乃, 重本隆一, 金子武嗣: ラット線条体における group 代謝型グルタミン酸受容体陽性の軸索終末とコリン作動性ニューロンの樹状突起との関係. 第 27 回日本

神経科学会・第 47 回日本神経化学会 合同大会, 2004 年 9 月 21 日, 大阪

152. 松田和郎, 古田貴寛, 金子武嗣: 腹側被蓋野におけるドーパミン神経細胞の投射経路. 第 27 回日本神経科学会・第 47 回日本神経化学会 合同大会, 2004 年 9 月 21 日, 大阪
153. 古田貴寛, 松田和郎, 金子武嗣: 大脳皮質脊髄投射ニューロンより発する線条体及び視床への軸索支配を解析する. 第 27 回日本神経科学会・第 47 回日本神経化学会 合同大会, 2004 年 9 月 21 日, 大阪
154. 古田貴寛, 古谷野好, 富岡良平, 柳川右千夫, 金子武嗣: GABAergic Basal Forebrain Neurons That Express Receptor for Neurokinin B and Send Axons to the Cerebral Cortex. 16th International Congress of the IFAA, 2004 年 8 月 26 日, 京都
155. Nakamura, K., Wu, S., Matsumura, K., Huebschle, T., Nakamura, Y., Fujiyama, F., Hioki, H., Gerstberger, R., Kobayashi, S. & Kaneko, T.: Two medullospinal sympathetic premotor pathways mediated by different vesicular glutamate transporters. 16th International Congress of the IFAA, 2004 年 8 月 24 日, 京都

【飯島グループ】

156. 廣瀬秀顕, 崔圭完, 筒井健一郎, 小池康晴, 櫻井芳雄, 飯島敏夫: A brain-machine interface for predicting target-reaching movement and target-holding posture. 東北大学-復旦大学 Neuroscience workshop for young scientists, 2008 年 10 月 16 日, 上海
157. 廣瀬秀顕, 崔圭完, 筒井健一郎, 小池康晴, 櫻井芳雄, 飯島敏夫: サル運動野の神経活動から上肢の到達運動および姿勢を推測する. 第 31 回日本神経科学学会大会, 2008 年 7 月 11 日, 東京
158. 廣瀬秀顕, 小池康晴, 筒井健一郎, 櫻井芳雄, 飯島敏夫: 上肢の到達運動および姿勢制御を実現できるブレイン・マシン・インタフェース. 第5回 CREST 領域研究報告会, 2008 年 3 月 5 日, 豊中
159. Hirose, H., Choi, K., Shiga, T., Tsutsui, K., Sakurai, Y., Koike, Y. & Iijima, T.: A brain-machine interface for predicting both arm-reaching movements and posture maintenances. Neuroscience2007, 2007 年 11 月 5 日, 米国
160. 廣瀬秀顕, 崔圭完, 筒井健一郎, 櫻井芳雄, 小池康晴, 飯島敏夫: 上肢の到達運動と姿勢を再現できるブレイン-マシンインタフェース. 第30回日本神経科学学会大会, 2007 年 9 月 11 日, 横浜
161. 廣瀬秀顕, 崔圭完, 櫻井芳雄, 小池康晴, 飯島敏夫: サル運動野神経活動から上肢の到達運動と姿勢を予測する. CREST第4回領域内研究報告会, 2007年3月6日, 大阪
162. 大原慎也, 井上謙一, 山田真広, 筒井健一郎, 飯島敏夫: 改変狂犬病ウイルスベクターを用いた神経回路の二重標識. CREST第4回領域内研究報告会, 2007年3月6日, 大阪
163. Suzuki, C., Mochizuki-Kawai, H., Shigemune, Y., Iijima, T. & Tsukiura, T.: Dissociable roles of the prefrontal and medial temporal lobe structures to experience-based reasoning: An fMRI study. 36th Annual Meeting of the Society for Neuroscience, 2006年10月17日, 米国 アトランタ

164. Nakamura, S., Narumi, T., Tsutsui, K. & Iijima, T.: A role of the lemniscal pathway in the single-whisker directional discrimination task in rats. 36th Annual Meeting of the Society for Neuroscience, 2006年10月15日, 米国 アトランタ
165. Hirose, H., Choi, K., Sakurai, Y., Koike, Y. & Iijima, T.: Prediction of arm-reaching movements and posture controls from neuronal ensembles of the motor area in macaque monkey. 36th Annual Meeting of the Society for Neuroscience, 2006年10月15日, 米国 アトランタ
166. 重宗弥生, 月浦崇, 望月寛子, 鈴木千里, 飯島敏夫: 潜在的な情動情報処理がエピソード記憶の記録に関連する賦活に与える影響: 事象関連fMRI法による研究. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月21日, 京都
167. 中村晋也, 鳴海毅亮, 筒井健一郎, 飯島敏夫: 一本ヒゲ刺激方向弁別における毛帯路系の役割. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月20日, 京都
168. 鈴木千里, 月浦崇, 望月寛子, 重宗弥生, 飯島敏夫: 経験を用いた推測過程に関与する神経活動. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月19日, 京都
169. 藤原寿理, 泰羅雅登, 飯島敏夫, 筒井健一郎: 行動の結果の絶対的および相対的評価に関係した脳活動. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月19日, 京都
170. 廣瀬秀顕, 崔圭完, 吉里信一郎, 櫻井芳雄, 小池康晴, 飯島敏夫: サル運動前野・一次運動野神経活動から上肢の連続的な到達運動および姿勢制御を再現する. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月19日, 京都
171. 大原慎也, 井上謙一, 山田真広, 筒井健一郎, 飯島敏夫: 改変狂犬病ウイルスベクターを用いた神経回路の二重標識. 第29回日本神経科学大会, 2006年7月19日, 京都
172. Koganezawa, N., Muraoka, S., Inoue, K., Ohara, S., Yamada, M., Shimizu, A. & Iijima, T.: Interaction of sensory input and emotional input in the rat hippocampus and the surrounding cortices. 35th Society for Neuroscience Meeting, 2005年11月15日, 米国
173. Hirose, H., Choi, K., Tanaka, Y., Yoshizato, S., Sakurai, Y., Koike, Y. & Iijima, T.: Prediction of arm - reaching movements from neuronal activities in the primary motor area of the macaque monkey. 35th Society for Neuroscience Meeting, 2005年11月14日, 米国
174. Ohara, S., Inoue, K., Yamada, M. & Iijima, T.: Double labeling of neurons by different marker protein expressed by recombinant rabies virus vectors. 35th Society for Neuroscience Meeting, 2005年11月14日, 米国
175. 佐藤孝明, 石川享宏, 高島一郎, 梶原利一, 飯島敏夫: 梨状皮質のニオイ応答の相関解析. 第28回日本神経科学大会, 2005年7月28日, 横浜
176. 中村晋也, 鳴海毅亮, 高島一郎, 飯島敏夫: ヒゲ刺激方向弁別課題における三叉神経核の役割. 第28回日本神経科学大会, 2005年7月28日, 横浜
177. 小金澤紀子, 村岡真輔, 清水章, 飯島敏夫: ラット海馬およびその周辺皮質における感覚情報と情動情報の相互作用. 第28回日本神経科学大会, 2005年7月28日, 横浜
178. 大原慎也, 井上謙一, 山田真広, 飯島敏夫: 異なるマーカー蛋白質を発現する改変狂犬病ウイルスベクターを用いた神経回路の2重標識. 第28回日本神経科学大会, 2005年7月

26 日, 横浜

179. 廣瀬秀顕, 崔圭完, 田中良秀, 櫻井芳雄, 小池康晴, 飯島敏夫: サル運動野の神経活動から複雑な上肢到達運動を再現する. 第 28 回日本神経科学大会, 2005 年 7 月 26 日, 横浜
180. Hirose, H., Oba, K., Kakei, S., Inase, M., Sakurai, Y. & Iijima, T.: Functional neuroanatomy between the premotor and primary motor areas of the macaque monkey using an optical recording method. 34th Society for Neuroscience Annual Meeting, 2004 年 10 月 27 日, 米国
181. Ishikawa, T., Sato, T., Kakei, S. & Iijima, T.: Electrophysiological bases of odor-induced neural responses in the anterior piriform cortex. 34th Society for Neuroscience Annual Meeting, 2004 年 10 月 27 日, 米国
182. Koganezawa, N., Muraoka, S., Sato, Y., Kajiura, R., Ichikawa, M. & Iijima, T.: The neural propagation from the amygdala to the hippocampus studied with an optical recording method. 34th Society for Neuroscience Annual Meeting, 2004 年 10 月 26 日, 米国
183. Inoue, K., Ohara, S., Ichijyo, H., Kakei, S. & Iijima, T.: Development of rabies virus vectors for neuron-specific and transsynaptic delivery of a foreign gene. 34th Society for Neuroscience Annual Meeting, 2004 年 10 月 23 日, 米国
184. 小金澤紀子, 大場健嗣, 梶原利一, 市川道教, 飯島敏夫: 扁桃体から海馬への神経投射ー光学的計測法を用いた研究ー, The neural propagation from the amygdala to the hippocampus studied with an optical recording method. 第 27 回日本神経科学会・第 47 回日本神経化学会合同大会, 2004 年 9 月 23 日, 大阪
185. 井上謙一, 一條宏, 大原慎也, 笥慎治, 市川道教, 飯島敏夫: タンパク質を構成要素とする膜電位感受性プローブと神経選択性ウイルスベクターを用いた神経細胞の光学的膜電位測定, Optical monitoring of membrane potential changes of neurons using protein-based voltage-sensitive probe and neuron specific vectors. 第 27 回日本神経科学会・第 47 回日本神経化学会合同大会, 2004 年 9 月 22 日, 大阪
186. 大原慎也, 井上謙一, 一條宏, 笥慎治, 飯島敏夫: 改変狂犬病ウイルスベクターの神経回路トレーサーとしての適用, Recombinant rabies virus vectors for neuroanatomical tracers. 第 27 回日本神経科学会・第 47 回日本神経化学会合同大会, 2004 年 9 月 22 日, 大阪
187. 広瀬秀顕, 小池康晴, 大場健嗣, 笥慎治, 飯島敏夫: サル一次運動野の神経活動から上肢運動を再現する, Direct estimation of arm movements from neuronal activities in the primary motor area of monkeys. 第 27 回日本神経科学会・第 47 回日本神経化学会 合同大会, 2004 年 9 月 21 日, 大阪
188. 石川享宏, 佐藤孝明, 笥慎治, 飯島敏夫: 梨状皮質におけるニオイ応答の電気生理学的メカニズム, Electrophysiological bases of odor-induced neural responses in the piriform cortex. 第 27 回日本神経科学会・第 47 回日本神経化学会 合同大会, 2004 年 9 月 21 日, 大阪

【小池グループ】

189. 神原裕行, 金敬植, 小池康晴: 経由点を含む二点間到達運動に関する運動制御モデルの提案. 日本神経回路学会第18回全国大会, 2008年9月24日, 筑波
190. 神原裕行, 崔圭完, 廣瀬秀顕, 櫻井芳雄, 飯島敏夫, 小池康晴: モジュラー学習を用いた1次運動野の神経活動からの腕の運動推定. 第5回 CREST 領域研究報告会, 2008年3月5日, 豊中
191. Kambara, H., Kim, K., Shin, D., Sato, M. & Koike, Y.: Arm reaching movements generated by the “final point control” with internal models. Neuroscience2007, 2007年11月4日, 米国
192. 神原裕行, 金敬植, 辛徳, 小池康晴: 軌道計画を必要としない到達運動制御モデル. 「脳と心のメカニズム」第8回夏のワークショップ, 2007年8月23日, 北海道
193. Kawase, T., Shin, D., & Koike, Y.: Unrealistic condition between visual and haptic stimuli in ball catching task. The 2nd International Symposium on Mobiligence, 2007年7月20日, 淡路島
194. 崔圭完, 廣瀬秀顕, 櫻井芳雄, 飯島敏夫, 小池康晴: モジュラー学習を用いた運動野の神経活動からの腕の運動軌道推定. CREST第4回領域内研究報告会, 2007年3月6日, 大阪
195. 神原裕行, 金敬植, 辛徳, 小池康晴: 腕の運動学習制御モデルの提案. CREST第4回領域内研究報告会, 2007年3月6日, 大阪
196. 金敬植, 神原裕行, 辛徳, 佐藤誠, 小池康晴: Self-Load-On-Task における腕の運動制御学習モデル. 第21回生体・生理工学シンポジウム(BPES2006), 377-380, 2006年11月18日, 鹿児島
197. Koike, Y., Kambara, H., Kim, K., Shin, D. & Sato, M.: Arm-reaching movement without planning desired trajectory, Neuroscience 2006, 2006年10月16日, 米国 アトランタ
198. Kim, K., Kambara, H., Kim, D., Shin, D. & Koike, Y.: Learning and control model of the arm maintaing positions with different weights on hand. ISEK2006, 2006年6月30日, イタリア トリノ
199. Kim, D., Watanabe, M., Kim, K., Shin, D. & Koike, Y.: Development of cooperative work driven by ultrasonic motor using electromyographic signals. ISEK2006, 2006年6月30日, イタリア トリノ
200. Yasukouchi, A., Tsukamoto, K., Shin, D., Sato, M. & Koike, Y.: A new device to measure the eletromyigraphic signals easily. ISEK2006, 2006年6月30日, イタリア トリノ
201. Lee, J., Sato, M., Wada, Y. & Koike, Y.: Extraction of motor primitive for arm-reaching movement with via-point using only EMG signals. 35th Society for Neuroscience Meeting, 2005年11月12日, 米国 ワシントン D.C.
202. Koike, Y., Hong, S., Shin, D., Sato, M.: Learning and switching between multiple nonzero – gravity environments for catching task. 35th Society for Neuroscience Meeting, 2005年11月12日, 米国 ワシントン D.C.
203. 神原裕行, 金敬植, 辛徳, 佐藤誠, 小池康晴: 軌道計画を行なわない運動学習・制御モデルの提案. 日本神経回路学会第15回全国大会, 2005年9月20日, 鹿児島

204. 崔圭完, 広瀬秀顕, 櫻井芳雄, 飯島敏夫, 小池康晴: 一次運動野の神経活動から 4 自由度腕運動の再現. 日本神経回路学会第 15 回全国大会, 2005 年 9 月 20 日, 鹿児島
205. 洪性寛, 金載然, 佐藤誠, 小池康晴: ボールキャッチングタスクにおける加速度の学習. 日本神経回路学会 第 14 回全国大会, 2004 年 9 月 29 日, 京都
206. Kambara, H., Kim, J., Sato, M., Koike, Y.: Learning arms posture control using reinforcement learning and feedback-error-learning. Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS, 2004 年 9 月 4 日, 米国サンフランシスコ
207. Koike, Y., Yagishita, K., Nakayama, K., Katayama, A., Kim, J. & Sato, M.: New Human Interface Using Surface EMG Signals. The 15th Congress of the International Society of Electrophysiology & Kinesiology, 2004 年 6 月 21 日, 米国ボストン

(3)特許出願

①国内出願 (7件)

1. 発明の名称: 筋骨格系モデル作成装置および該方法, 筋骨格系気候制御装置ならびに筋骨格系機構システム
発明者: 小池康晴, 川瀬利弘
出願人: 国立大学法人東京工業大学
出願日: 2008 年 9 月 5 日
出願番号: 特願 2008-229026
2. 発明の名称: 学習型制御装置および該方法
発明者: 小池康晴, 神原裕行, 金敬植, 塚本雄大
出願人: 独立行政法人 科学技術振興機構
出願日: 2007 年 6 月 6 日
出願番号: 特願 2007-150329
3. 発明の名称: 内因性オピオイドペプチド産生ニューロンの可視化に利用可能なトランスジェニック非ヒト動物およびその利用
発明者: 金子武嗣
出願人: 独立行政法人 科学技術振興機構
出願日: 2005 年 12 月 13 日
出願番号: 特願 2005-359392
4. 発明の名称: SOM ニューラルネット学習制御装置
発明者: 青柳富誌生, 青木高明
出願人: 国立大学法人京都大学
出願日: 2005 年 8 月 18 日
出願番号: 特願 2005-238031
5. 発明の名称: スパイクソーティング装置・スパイクソーティング方法・スパイクソーティングプログラムおよび記録媒体
発明者: 櫻井芳雄, 高橋晋
出願人: 国立大学法人京都大学

出願日：2005 年 4 月 15 日
出願番号：特願 2005-118969

6. 発明の名称：スパイクソーティング装置・スパイクソーティング方法・スパイクソーティングプログラムおよび記録媒体
発明者：櫻井芳雄, 高橋晋
出願人：国立大学法人京都大学
出願日：2005 年 3 月 30 日
出願番号：特願 2005-099496
7. 発明の名称：神経回路選択的な外来遺伝子導入ベクターの製造方法
発明者：井上謙一, 大原慎也, 森本金次郎, 倉根一郎, 寛慎治, 飯島敏夫
出願人：国立大学法人東北大学(代表者:総長 吉本高志)
出願日：2004 年 9 月 17 日
出願番号：特願 2004-272189

(4)受賞等

①受賞

古田貴寛：新規に発見された線条体投射ニューロン群の関わる構造と機能に関する研究
日本解剖学会 2006 年度奨励賞、2007 年 3 月 29 日。

②新聞報道

1. 京大大学院桜井研究室 心の解明へ脳分析 医学、情報学用い多角的に.
読売新聞 (2008 年 4 月 15 日)
2. 年は取ったが頭は負けん 「老いてなお」 京大、ネズミで実証.
朝日新聞 (関東版・夕刊) (2008 年 3 月 31 日)
3. 若者には負けない脳. 朝日新聞 (関西版・夕刊) (2008 年 3 月 12 日)
4. 鍛えれば若い者には負けない脳. 京大教授、ネズミで実証
asahi.com (朝日新聞ネットサイト) (2008 年 3 月 12 日)
5. 念ずれば通ず? 脳情報で機械制御 研究進む 「脳への影響は未知」.
朝日新聞 (2007 年 9 月 3 日)
6. 脳の謎一つ解明 安定した情報処理可能な訳 京大・JST の研究グループ証明 近接細胞が協調して活動. 科学新聞 (2006 年 10 月 13 日)
7. 脳の情報処理 隣接神経細胞が同調 JST-京大が確認 リハビリなど応用へ.
化学工業新聞 (2006 年 10 月 6 日)
8. 脳の安定した情報処理 近接細胞が瞬時に協力 京大・JST が実証.
日刊工業新聞 (2006 年 10 月 5 日)

9. 脳の安定処理 細胞が同時活動 京大など サルの実験で解明.
日経産業新聞 (2006 年 10 月 5 日)
10. 脳の神経細胞 チームで活動 京大など突き止める.
日本経済新聞 (夕刊) (2006 年 10 月 4 日)
11. 脳の安定した情報処理、周辺細胞が同調活動・・・京大分析.
YOMIURI ONLINE (読売新聞) (2006 年 10 月 4 日)
12. 脳の神経細胞、チームで活動・京大など突き止める. NIKKEI NET (2006 年 10 月 4 日)
13. 脳の電気信号で腕の動き予測 サルの細胞 18 個で正確に 思考だけでロボ操作 脊髄
損傷患者向けなど 福祉機器にも応用へ. 日刊工業新聞 (2006 年 5 月 25 日)
14. 脳細胞で腕の動き予測 科学技術振興機構など サルで実験成功.
日経産業新聞 (2006 年 3 月 27 日)
15. 脳で考え動かせるロボに道 サルの神経細胞で体の動き予測成功 科学技術振興機構.
日本経済新聞 (夕刊) (2006 年 3 月 25 日)

③その他

1. 機械につながる脳と身体ー医療テクノロジーの現場からー. ガリレオチャンネル(東京 MX テレビ) (2008 年 4 月 18 日・4 月 27 日)
2. 研究室探訪 脳を理解するブレイン・マシン・インタフェース 遠い先には脳と脳をつなぎ新たな
心の世界が生まれるかもしれない (京都大学 櫻井研究室). *Engineers' Colors 誌*(2008 年 3
月 25 日)
3. 研究室探訪 脳と機械をつなぐブレイン・マシン・インタフェース 筋電信号によって筋肉の動き、
腕の動きを予測 (東京工業大学 小池研究室). *Engineers' Colors 誌* (2008 年 2 月 25 日)
4. 5分でわかる最新キーワード解説「ブレイン・マシン・インタフェース」ってなんだ?! キーマ
ンズネット (2007 年 11 月 7 日) (株)リクルート・IT 情報サイト
5. リポート「脳科学研究の最前線と倫理」 バイオテクノロジー・ジャパン・ジャーナル 7月号
(2007 年 7 月) PDF マガジン

(5)その他

【櫻井グループ】

1. 櫻井芳雄: 脳と機械をむすぶーブレイン-マシン・インタフェースの目指すところ. 科学, 2009 (印刷中)
2. 櫻井芳雄: ブレイン-マシン・インタフェースでわかる高齢脳の力. 脳を知る・創る・守る・育む. クバプロ, 2009 (印刷中)
3. 櫻井芳雄: 侵襲式 BMI(ブレイン-マシン・インタフェース)の現状と課題. 日本機械学会誌, Vol. 111, 916-919 (2008).
4. 櫻井芳雄: 脳と心のお話ーここは脳全体にあるのか一部にあるのかー. *Brain & Mind Vol.8* (2008).
5. 櫻井芳雄: 心で機械を動かす? *R&D News Kansai* (2008).
6. 櫻井芳雄: 脳の情報表現を見る. 京都大学学術出版会(2008).
7. 櫻井芳雄, 八木透, 小池康晴, 鈴木隆文: ブレイン-マシン・インタフェース最前線. 工業調査会(2007).
8. 櫻井芳雄: ブレイン-マシン・インタフェースの現状と可能性. システム/制御/情報 51, 464-472 (2007).
9. Aoki, T., Ota, K., Kurata, K. & Aoyagi, T.: Ordering Process of Self-Organizing Maps Improved by Asymmetric Neighborhood Function. *Proceeding of ICONIP 2007* (2007).
10. 青木高明, 青柳富誌生: A cooperative dynamics of network of neural oscillators between the neuronal activity and the synaptic weight. *Neuroscience Research* 58, S112 (2007).
11. Sakurai, Y. & Funahashi, S.(Ed.): How can we detect ensemble coding by cell assembly. *Representation & Brain, Springer* (2007).
12. 櫻井芳雄: マルチニューロン活動とブレイン-マシン・インタフェース. 生体の科学 57, 292-297 (2006).
13. 櫻井芳雄: マルチニューロン活動ーセル・アセンブリ-ブレイン-マシン・インタフェース. 生理心理学と精神生理学, 24, 57-67 (2006).
14. Sakurai, Y., Wu, J.L., Ito, K., Tobimatsu, S., Nishida, T. & Fukuyama, H.(Eds.): Brain-machine interface to detect real dynamics of neuronal assemblies in the working brain. *Complex Medical Engineering, Springer*, 407-412 (2006).
15. 櫻井芳雄: 書評「脳は変化するーある銀行家の悲劇と脳科学の最前線」. 環境と健康19, 244 (2007).
16. 櫻井芳雄: 神経回路網による情報の表現. 哲学研究 578, 1-22 (2004).
17. 櫻井芳雄: マルチニューロン活動の記録ーなぜ・どのようにして. 電子情報通信学会誌 87, 279-284(2004).

18. 櫻井芳雄: セル・アセンブリによる神経情報の表現－実験的検証に向けて. *蛋白質・核酸・酵素* 49, 463-470 (2004).

【青柳グループ】

1. 青柳富誌生, 深井朋樹: 神経細胞の数理モデル. *数理科学辞典*(丸善). 5 章1節(出版予定).
2. 青柳富誌生, 深井朋樹: 細胞集団の同期. *数理科学辞典*(丸善). 5章2節(出版予定).
3. 青柳富誌生: リズム活動と位相応答. *神経ダイナミクスと情報表現*(東大出版). 4章(出版予定).
4. 野村真樹、伊東大輔、玉手宏基、郷原一壽、青柳富誌生: バースト発火を起こす機能的結合の推定. 第66回 形の科学シンポジウム「非平衡統計力学・非線形物理学と形の科学」予稿集, 形の科学会誌 23, 153-154 (2008).
5. Nomura, M., Sakurai, Y., & Aoyagi, T.: Estimation of neuronal functional connectivity of rats' hippocampus CA1 performing a conditional discrimination task. *Neuroscience Research* 61, 1, S251 (2008).
6. Nomura, M., Ito, D., Tamate, H., Gohara, K., & Aoyagi, T. : Estimation of neuronal functional connectivity of cultured neuronal networks. *Neuroscience Research* 61, 1, S236 (2008).
7. Ota, K., Nomura, M., & Aoyagi, T.: A novel method of measurement for phase response curves under noisy current injection. *Neuroscience Research* 61, 1, S73 (2008).
8. Ota, K., Nomura M. & Aoyagi ,T.: A novel method of measurement for phase response curves with continuous noisy stimuli. *Dynamics Days Asia Pacific 5 (DDAP5) The 5th international Conference on Nonlinear Science* 209 (2008).
9. Nomura, M. & Aoyagi, T.: Analytic method for time-varying multi-dimensional time-series data. *Dynamics Days Asia Pacific 5 (DDAP5) The 5th international Conference on Nonlinear Science*, 154 (2008).
10. Nomura, M., Ito, D., Tamate, H., Gohara, K. & Aoyagi, T. : Estimation of functional connectivity on cultured neuronal networks. *Dynamics Days Asia Pacific 5 (DDAP5) The 5th international Conference on Nonlinear Science* 205 (2008).
11. Ito, D., Tamate, H., Nomura, M., Aoyagi, T & Gohara, K. : Immunocytochemistry in low-density culture of neurons on multielectrode arrays is effective for identification of action-potential pathway. *Abstracts of Society for Neuroscience, Programme*, 797.16. (2008).
12. 野村真樹, 青柳富誌生: 結合レスラー系を用いた連想記憶モデルのカーネル法による解析. *物性研究* 87 (2007).
13. 野村真樹, 櫻井芳雄, 青柳富誌生: 文字列カーネルを応用した多次元時系列データ解析. 第10 情報論的学習理論ワークショップ(IBIS2007), 109-114 (2007).
14. Kubota, Y., Karube, F., Sekigawa, A., Nomura, M., Aoyagi, T., Mochizuki, A. & Kawaguchi, Y. : Dendritic dimensions of cortical nonpyramidal cells. *Abstracts of Society for Neuroscience*,

Programme, 470.20. (2007).

15. 田中琢真, 藤山文乃, 野村真樹, 青柳富誌生, 金子武嗣: Presynaptic AMPA receptors on the corticostriatal terminals enhance the release probability of the synaptic vesicles. *Neuroscience Research*, 58S, S211 (2007).
16. 野村真樹, 櫻井芳雄, 青柳富誌生: Behavioral inference based on hippocampal multi-neuronal activities of rats. *Neuroscience Research*, 58S, S160 (2007).
17. 窪田芳之, 荻部冬紀, 野村真樹, 青柳富誌生, 望月敦史, 川口泰雄: Dendritic dimensions of cortical nonpyramidal cells. *Neuroscience Research*, 58S, S73 (2007).
18. Nomura, M., Sakurai, Y. & Aoyagi, T.: Kernel Analysis of Multi-neuronal Spike Trains. *IEEE/ICME International Conference on Complex Medical Engineering, Programme* 10338 (2007).
19. Aoki, T. & Aoyagi, T.: A Possible Role of Incoming Spike Synchrony in Associative Memory Model with STDP Learning rule, International Symposium on Oscillation. *Progress of Theoretical Physics Supplement* 161, 152-155 (2006).
20. Nomura, M., Tanaka, T., Kaneko, T. & Aoyagi, T.: Phase analysis of inhibitory neurons involved in the thalamocortical loop. *Progress of Theoretical Physics Supplement* 161, 310-313 (2006).
21. Takekawa, T., Aoyagi, T. & Fukai, T.: Synchronization properties on slow oscillatory activity in a cortex network model. *Progress of Theoretical Physics Supplement* 161, 356-359 (2006).
22. 青柳富誌生: 神経ネットワークにおける情報表現と機能発現. システム/制御/情報, 49, 12, 482-487 (2005).
23. 青柳富誌生: 脳の数理モデルー生命が獲得した情報処理のしくみ. 数理工学のすすめ, 現代数学社, 81-85 (2004).
24. Takekawa, T., Aoyagi, T. & Tomoki, T.: The effects of the synaptic location on the synchronized activity in neural networks of fast rhythmic bursting neurons. *Neuroscience Research* 50 S117, (2004).
25. Nomura, M. & Aoyagi, T.: Stability of Synchronous Solutions in Weakly Coupled Neuron Networks. *Neuroscience Research* 50, S120 (2004).
26. Aoki, T. & Aoyagi, T.: A Possible Role of Incoming Spike Synchrony in Associative Memory Model with STDP Learning rule. *International Symposium on Oscillation, Chaos and Network Dynamics in Nonlinear Science* 21 (2004).
27. Nomura, M., Tanaka, T., Kaneko, T. & Aoyagi, T.: Phase analysis of inhibitory neurons involved in the thalamocortical loop. *International Symposium on Oscillation, Chaos and Network Dynamics in Nonlinear Science* 77 (2004).
28. Takekawa, T., Aoyagi, T. & Fukai, T.: Synchronization properties on slow oscillatory activity in a cortex network model. *International Symposium on Oscillation, Chaos and Network Dynamics in Nonlinear Science* 97 (2004).

29. 青柳富誌生: 興奮性および抑制性神経回路における同期現象. *日本神経回路学会誌* 6, 99-105 (2003).

【金子グループ】

1. Wu, S-X., Goebbels, S., Nakamura, K., Kometani, K., Minato, N., Kaneko, T., Nave, K-A. & Tamamaki, N.: Pyramidal neurons of upper cortical layers generated by NEX-positive progenitor cells in the subventricular zone. *Proceedings of National Academy of Sciences USA* 102, 17172-17177 (2005).
2. 藤山文乃, 日置寛之, 金子武嗣: 中枢神経系ネットワークにおけるシナプス小胞性グルタミン酸トランスポーター. *脳* 21, 8, 405-410 (2005).

【小池グループ】

1. Choi, K., Hirose, H., Iijima, T. & Koike, Y.: Prediction of four degrees of freedom arm movement using EMG signal. *Conference proceeding IEEE engineering in medicine & biology society*, 2005(6), 5820-5823 (2007).
2. 小池康晴: 脳からの信号ロボットを制御する. *Brain Medical* 17, 311-316 (2006).
3. 小池康晴: 運動と認知. *学術月報* 57, 776-779 (2004).

§ 7 研究期間中の主な活動

ワークショップ・シンポジウム等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
H20.9.9	チーム研究会	東北大学大学院生命科学研究所	10	サル BMI を中心にこれまでの成果報告と今後の研究について検討した。
H20.7.14	招聘講演	京都大学工学部総合校舎	20	ブレイン・マシン・インタフェースの海外の研究者に、最近の実験結果と、今後の可能性について講演して頂いた
H20.7.11	第 31 回日本神経科学大会 シンポジウム『侵襲式ブレイン・マシン・インタフェースはどのように基礎的・臨床的神経科学に寄与し得るか』	東京国際フォーラム	200	ブレイン・マシン・インタフェースを研究する海外1名、国内 4 名の講演者を集め、シンポジウムを開催した。
H18.11.7～ 18.11.8	CREST 国際シンポジウム 『脳と機械をつなぐ ブレイン・マシン・インタフェースの可能性』	芝蘭会館 (京都)	200	ブレイン・マシン・インタフェースを研究する海外6名、国内6名の講演者を集め、シンポジウムを開催した。
H18.6.25	チーム研究会	東北大学大学院生命科学研究所	10	サル BMI を中心にこれまでの成果と今後の計画について検討した。

H17.7.28	第 28 回日本神経科学大会 シンポジウム『ブレイン・マシ ン・インタフェースから脳の情 報処理を見る』	パシフィコ 横浜	200	ブレイン・マシン・インタフェ ースを研究する海外1名、国 内 3 名の講演者を集め、シ ンポジウムを開催した。
H17.3.2	チーム研究会	東北大学大 学院生命科 学研究科	20	サルの BMI を中心にこれま での成果と今後の計画につ いて検討した。
H16.3.12	チーム研究会	京都大学大 学院文学研 究科	30	チームの全メンバーが集ま り、これまでの成果と今後の 研究計画について検討し た。

§ 8 結び

(1) 研究の達成度と今後の展開について

1ページ目の「成果概要」にも記載したとおり、研究は計画通りに進み、当初掲げた目標をほぼ達成できたと考えている。それらの成果は、まだ論文の出版にまでは至っていないが、数年以内に出版できる見通しである。5年間にわたる本研究課題により、ラットとサルの BMI システムが完成し、本格研究が走り出した意義は大変大きい。それらのシステムは、海外の類似研究と比較しても優れているため、いわば今後の BMI 研究のプラットフォームとなり、介護医療機器の開発という応用面のみならず、可塑性の解明を目指す神経科学の基礎研究にとっても、さまざまに活用できると考えている。事実、今回走り出した本 BMI 研究は、他のいくつかの研究グラントへ引き継がれ、同じ研究チームとメンバーでさらに継続している。より長期的な展望に立ち、一層の進展を目指している。

(2) 直面した大きな問題について

ほぼ計画通りに進んだ中で、唯一予想外に直面した大きな問題は、高齢ラットの飼育である。納入業者が扱える最高齢は 20 ヶ月齢であり、それを約1年半前から予約して購入したが、納入するたびにその約2/3が1～2ヶ月以内に死亡した。詳細な原因は不明であるが、納入業者によると、高齢ラットにとって飼育環境の変化は負担が大きいそうで、特に SPF 用の飼育環境(高齢ラットは SPF しかない)から実験室内の飼育室への移動は、飼育室内を十分清潔に保っていても、感染症などを多発させるらしい。そこで3年目からは、まず通常の若いラットを購入し、実験室内の飼育室で高齢化するまで飼育することにしたところ、途中の死亡率はかなり減らすことができた。それらラットの高齢化の時点で CREST の研究期間も終了となってしまったが、現在も引き続きデータを集めている。今回、高齢動物の飼育上の難しさを痛感した。今後高齢脳をさらに研究するために、専用の設備を用意するつもりである。

(3) 研究チームについて

応募時には京都大学内の3グループ(櫻井、金子先生、青柳先生)だけでチームを構成し、ラットを用いた研究のみを計画していたが、採択後、BMI の開発にはサルの研究グループも是非必要と考え、飯島先生と小池先生の2グループに加わっていただいた。その結果、研究目的の区分けがうまく進み、ラットによる研究では、BMI による神経回路網の可塑的变化と、高齢脳の可塑性に重点を置くことができ、サルによる研究では、ヒトの運動も視野に入れたより高精度の BMI の開発を進めることができた。計画性やリーダーシップに乏しい私(櫻井)を助けながら、真摯に共同研究を進めてくださった金子先生、青柳先生、飯島先生、小池先生には、心から感謝している。特に飯島先生は、研究科長と副学長という複数の要職にあったにも関わらず、常に研究現場で自ら実験を進めてくださり、感謝の言葉もない。同じ先生方と今後も BMI 研究を共に進めることができることは、大変幸せである。

(4) BMI 研究を取り巻く状況について

本研究課題をスタートした5年前は、ブレイン・マシン・インタフェース(BMI)という用語は、まだ研究者の間でもほとんど知られていなかった。また、BMI という用語を知っている少数の研究者でさえ、本来の神経科学とは無関係の怪しげな研究と誤解する人も多かった。現在そのような状況は大きく変化しており、BMI という用語は社会に広く浸透し、研究者の間でも、神経科学や情報工学を包含した複合的な研究テーマとして認知されているように思える。そのような変化に本研究課題がどれだけ貢献したかとなると、はなはだ心もとない気もするが、この5年間で積極的に行った広報活動が少しでも寄与し得たとすれば、大変幸いである。より高性能の BMI を作るためには脳をより知る必要があり、また脳をより知るために BMI はきわめて有用なシステムである。BMI 研究は広大で深く、私達はまだ小さな一步を踏み出したに過ぎない。些末な成果を争う目先の競争にとらわれず、今後も長く地道に実験を進めたいと考えている。