

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24年 5月 23日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21613006

研究課題名（和文） 乳児の音声言語知覚に関する脳機能イメージング研究

研究課題名（英文） Functional neuroimaging of speech perception in the infant brain

研究代表者

保前 文高（HOMAE FUMITAKA）

首都大学東京・人文科学研究科・准教授

研究者番号：20533417

研究成果の概要（和文）：乳幼児が言語を獲得するのは、言語の生物学的な基盤として脳が発達していくことに起源があると考えられる。本研究課題では、乳児の脳がどのようにして音声言語情報をとらえているのかを明らかにすることを目的として、脳機能イメージングを行った。音声に選択的な活動を示す脳の領域が3ヵ月児で見つかり、また、音声情報を受容することで脳の領域間の関係性が変化することを可視化した。脳の構造と機能が相互に影響しながら発達していく様子を解明することが、言語、さらには人間性の理解を深めるために重要になる。

研究成果の概要（英文）：We postulated that the development of the brain, which is the biological foundation of language, facilitates language acquisition during infancy. In this project, we used functional neuroimaging to examine how infants perceive information in spoken language. We found that, in 3-month-old infants, the presentation of speech sounds resulted in selective activation in localized brain regions and modulation of the functional relationship between multiple cortical regions. Our findings indicated the importance of determining the interaction between the structural and functional development of the brain to elucidate the nature of language and, further, of human beings.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：時限

科研費の分科・細目：非侵襲的神経イメージング

キーワード：認知神経科学・発達脳科学・言語獲得・音声知覚・脳機能計測

1. 研究開始当初の背景

音声情報には母音・子音などの音韻情報、抑揚・強さなどの韻律情報、話し手が誰であるのかのような話者情報が含まれる。このような音声の情報が乳幼児に伝わることで、言語の獲得につながっていくと考えられる。言語の獲得過程は、行動研究によって数多くのことが報告されてきた。言語獲得はどのようにして進むのかについて、理論的な枠組みも多岐にわたって提唱されてきているが、そのう

ちの1つが音韻・韻律的ブートストラッピングモデルである（Gleitman and Wanner 1982, Morgan and Demuth 1996）。このモデルでは、発話された文の統語構造がどのようになっているのかを知る手がかりを音声信号が与えるとしており、音声の知覚が言語獲得に与える影響を大きく評価している（Jusczyk 1997）。音声情報が言語獲得を促進していく要因の一つであることを前提とすると、入力された音声情報の知覚がどのように発達の

に変化していくのかを解明することが次の段階となる。言語獲得の初期の状態から獲得していく途中の過程においては、音声知覚の発達に母国語に含まれる情報に対する促進と含まれない情報に対する抑制の2つの方向に同時に進められていると考えられる（保前、多賀、2009）。

行動研究で報告されてきている発達には、生物学的な基盤があると考えて、その基盤を解明することが本研究の目的である。これまでは脳波を用いた研究に依存するところが大きく、大脳皮質の領域やネットワークという観点からはほとんど明らかにされていなかった。脳機能イメージングの手法としては、機能的磁気共鳴画像法（fMRI）が主流をなしているが、医療目的でなく複数の乳児に適用する機会はきわめて限られている。また、音声知覚を主題とする研究においては、fMRI計測に伴う音の影響を完全に排除できるとは限らない。このような理由から、非侵襲的で、研究協力者の拘束が少なく、また、防音室内で計測ができる近赤外分光法が乳児を対象とする研究においては実現可能な手法である。これまでに多チャンネルの計測からマップを作る近赤外光トポグラフィーを用いて、音声の抑揚情報の処理に関わる乳児の大脳皮質領域の同定と、その活動の発達のな変化を報告している（Homae et al., 2006, 2007）。これらの研究では3ヶ月齢から10ヶ月齢への発達を示しているが、いずれの乳児群においても右半球側頭頭頂領域が抑揚情報の処理に関わることを見だしており、左右半球間の違いだけでなく、聴覚関連領域に乳児期初期から機能分化があることを報告している。これらの結果は、本研究の技術的な背景ともなるものである。

乳児の音声知覚を扱う際には、「音声を音声として知覚しているのかどうか」という問題を取り上げる必要があると考える。乳児期から音声をそれと近似した合成音と弁別することができることが報告されており（Vouloumanos and Werker, 2007）、音声を音声としての特異性をもって知覚している可能性がある。気道を通して発せられた音を声や咳ばらい、泣き声を含めてvoiceとして定義し、成人ではヒトのvoiceが提示されたときにより強い活動を示す皮質領域として右半球の上側頭溝の一部が報告されており（Belin et al., 2000）、voiceの処理に関わる皮質領域を側頭葉の聴覚野周辺に同定できる可能性を示唆している。本研究の目的の1つは乳児においてこのような領域を同定して、音声の特異性を見出すことである。

音声に含まれる音韻情報について、成人では母音と子音を処理する神経基盤に二重乖離がみられるという報告（Caramazza et al., 2000）がなされるなど、母音・子音がどのよ

うなメカニズムで処理されているのかが注目を集めてきている。異なる子音の弁別は脳波を用いた研究で多数報告されているなかで、乳児においてはどのような神経メカニズムによって子音が受容/知覚されているのかは明らかにされていない。母音と子音は言語の処理や獲得に異なった役割を果たしているのではないかと提案もなされており、それぞれ統語と心的辞書との関連が示唆されている（Nespor et al., 2003）。乳児の大脳皮質において異なる処理体系を持ち得るのであれば、役割の違いを明確にして、さらに言語獲得への関係づけをしていかれるのではないかと期待される。成人を対象としたfMRIを用いた研究では、複数の閉鎖音を刺激として子音の変化をつけた場合に左半球側頭葉における活動がみられることが報告されており（Obleser et al., 2007）、乳児においてはどのような活動パターンが見られるのかに注目した。

2. 研究の目的

乳児の言語獲得を実現する神経メカニズムの解明を目標とし、本研究ではその基礎となる「乳児の音声言語知覚を司る大脳皮質領域の同定」を行う。第一に、乳児において「声の受容/知覚」に選択的に関わる皮質領域を明らかにする。第二に、音声に含まれる子音の処理に関わる領域を明らかにする。これまでに近赤外光トポグラフィーを用いて行っている乳児の抑揚情報処理に関する脳機能イメージングの結果をふまえて、音声に内在する言語情報を乳児期においてどのように抽出していくのかを検討する。研究結果を通して、音声知覚から言語獲得への道筋について神経メカニズムを基にした枠組みを構築する。

3. 研究の方法

乳児は、ボランティアでご協力いただく研究協力者を募集する。乳児の保護者に研究の趣旨を説明した上で、同意書に記入いただいた場合に計測を行う。計測には近赤外光トポグラフィーを用いる。乳児の頭皮上につける計測用インターフェース（プローブ）は柔らかいゲルでできており、乳児計測に適したものとなっている。このプローブを頭周を巻くように配置し、最大で94チャンネルの同時計測を行う（サンプリング周波数10 Hz）。今回用いるプローブ配置における空間解像度は約1.5 cmであり、聴覚関連領域での機能分化を調べることができる解像度である。脳波計測の国際10-20法に基づいて頭皮上の計測位置から脳部位の推定を行う。

音声または音刺激は、あらかじめ録音しておき、スピーカーを通じて提示する。乳児の場合には昼の静睡眠時においても音声刺激

に対する皮質活動が計測できることをこれまで報告しており (Homae et al., 2006, 2007; Taga et al., 2007)、本研究においても静睡眠時における計測と覚醒時の計測を行う。安定した傾向を見出すために、少なくとも20〜30名分の解析可能なデータを得る。

4. 研究成果

本研究課題では、5項目について研究を実施・発表した。以下にそれぞれの項目についての成果を示して、最後に研究課題を通じて得られた仮説を提案する。

(1) 音声と非音声に対する皮質活動の検討：成人では、音声に選択的な活動を示す皮質領域として、左半球の上側頭溝後方部や右半球の上側頭溝前方部が報告されてきた。音声と非音声の比較をする場合には、音声としての特徴のある程度持ちつつ、音声に聞こえない音を「非音声」として用いることが重要になる。そのような非音声として脳機能イメージング研究でも用いられるようになってきているのがsine wave speech (SWS)である。本研究で用いたSWSは、元となる音声の第一、第二、第三フォルマントを抽出し、正弦波の重ね合わせとして合成した。同様の手続きで作成したSWSは、最初に聞いた時には音声として知覚されないが元となる音声を聞いた後には「音声」として知覚することができることと、知覚の変化とともに左半球上側頭溝後方部の皮質活動に変化が起きることが成人を対象とした研究で報告されている (Möttönen et al., 2006)。左半球上側頭溝後方部は、古典的な言語野の1つであるウェルニッケ野の一部に含まれると考えられる。本研究では覚醒時の3ヶ月児に、①音声、②SWS、③3種類の正弦波を合成したビーブ音を提示して皮質活動を計測した。近赤外光トポグラフィ装置を2台用いて、左右各半球において24チャンネルずつの計測を行った。23名の乳児のデータを解析したところ、左右両半球の聴覚野周辺では3条件全てで酸素化ヘモグロビン信号の有意な上昇が見られた。さらに、聴覚野の後方にあたる左半球の側頭葉後方部と右半球の側頭頭頂領域では、SWSやビーブ音に対してよりも音声に対してのほうが強い活動を示すことが明らかになった。活動の差を示した右半球の側頭頭頂領域は、これまでに音声の抑揚情報に対する活動を示す領域として報告した部位 (Homae et al., 2006) に近く、音声に含まれる基本周波数の変動の処理に関わっている可能性がある。一方で、左半球側頭葉後方部の部位は、成人を対象とした研究で報告されてきた領域に一致し、音声に特別な情報を処理している領域として同定する結果とな

った。聴覚関連領域における機能分化が3ヶ月齢で見られることは、抑揚情報に対する皮質活動を検討した結果から明らかになっていたが、左半球の一次聴覚野に近い領域においても分化が見られることになる。音声に対する選択的な活動が成人において言語処理に関わる領域に見られたという結果は、音声情報と言語情報が3ヶ月児の脳においても密接に関係していることを示唆している。この結果は、論文として投稿をする準備中である。

(2) 子音の知覚に関する皮質活動の検討：成人に見られる言語処理の左半球優位性は、時間スケールの短い音韻情報の処理により現れる可能性があるが、乳児における音韻処理のメカニズムは明らかではなかった。本研究では、音韻情報の処理に関わる皮質領域を明らかにすることを目的として、3ヶ月児の脳機能計測を行った。人工音声を用いて刺激を作成して、3条件を用意した。① repetition : /ban/ - /ban/ - /ban/ - /ban/ のように同じ音節を繰り返して提示する。② consonant change : /ban/ - /pan/ - /ban/ - /pan/ のように先頭の子音を変えて提示する。③ pitch change : 成人女性の声をもとにして作った音声から平均基本周波数をあげた音声 (/ban/_{high}) を作成して、/ban/ - /ban/_{high} - /ban/ - /ban/_{high} のように交互に提示した。静睡眠時に計測をして、3ヶ月児25名分のデータを解析対象とした。酸素化ヘモグロビン信号と脱酸素化ヘモグロビン信号の変化が左右両半球で認められて、側頭領域は特に大きな変化を示した。条件間の分散分析を行ったところ、聴覚野周辺と前頭葉後部 (運動前野皮質周辺領域) で主効果が見られ、consonant change条件において強い活動を示していることが認められた。この結果は、3ヶ月児において、側頭葉だけでなく運動前野皮質周辺領域が子音情報の処理に関わっていることを示している。運動前野が音声知覚にどのように関係しているのかについては、成人のデータをもとにmotor theoryやmirror neuronとの関連性を含めて議論が盛んになされている。本実験の結果は、乳児のデータを初めて示したものであり、議論の枠組みを発達初期に広げる必要を提案することになる。運動前野の活動が音声知覚に必要な条件となるのか否かは明らかではなく、どのような場合に活動が引き起こされるのかについては、言語獲得における役割とともに今後の研究課題である。本研究の結果の一部を、第34回日本神経科学大会と国際ワークショップで発表した。

(3) 乳児期初期における脳の機能的ネットワークの発達：人間の脳はどのように発達して、構造と機能が作られていくのであろうか。

構造については、脳のさまざまな領域が少しずつできあがっていき、領域間の関係が強まっていくという見方がある。一方で、生まれた時点では領域間の連絡が過剰に作られていて、徐々に減少するという見方もある。いずれにしても、乳児の脳は単に大人の脳が小さくまとまっているだけのものではなく、絶えず自身で作りに上げていくシステムであると考えられる。これまでに行った機能局在を示す研究結果を踏まえて、脳の領域間で相互に情報のやり取りをする「ネットワーク」をどのように形成していくのかを明らかにすることが、重要な課題となってきた。本研究では自発的な活動を乳児の脳の複数の領域で同時に捉えることで、領域間の関係性を検討した。自発活動が同期する領域の間では、同期しない領域の間よりも関係性が高いことを前提とする。

新生児・3ヵ月児・6ヵ月児（合計52名）の自然睡眠時における脳の自発的な活動を、近赤外光トポグラフィーで計測した。乳児1人につき3分間のデータを取得して、相関解析をすることで、領域間の関連性を分析した。脳の領域ごとの特徴を捉えるために、前頭葉・側頭葉・頭頂葉・後頭葉から代表的な計測チャンネルを選び、その場所と他のチャンネルすべてとの相関係数を調べて、高い相関を示した組み合わせを線で示したところ、新生児では前頭葉で多くの線が引かれるものの、側頭葉・頭頂葉・後頭葉では近くの領域にのみ関係があることが分かった。これに対して3ヵ月児では、側頭葉・頭頂葉・後頭葉で左右反対側の相同部位へ線が引かれた。6ヵ月児ではこの傾向が強まるとともに、同側の間での線も増加した。このように月齢とともに、領域間の関係性が変化していくことが明らかになった。

次に、相関係数を指標として、脳の領域をグループに分けるクラスター解析を行った。各月齢の脳の領域を6つのクラスターに分けた結果を見ると、新生児では近接する場所がまとまってグループを作っていた。3ヵ月児では、左右両半球の相同部位にまたがってグループが形成されているところが現れてきた。左右両半球の間に関係性が高い様子は6ヵ月児でも見られ、3ヵ月児と6ヵ月児では、似たようなクラスターが見いだされた。これらのことは、左右両側をつなぐ構造化が生後3ヵ月の間に進んでいることを示唆している。

月齢によって相関係数に違いを示すチャンネルの組み合わせを検討したところ、変化の仕方には3つのパターンがあることが明らかになった。①月齢とともに関係性が高くなる増加パターン、②月齢とともに関係性が低くなる減少パターン、③一度減少してから増加する「U字型」のパターン、である。3

つのパターンはどこでも見られるわけではなく、局在していた。左右半球の間でも違いがあり、側頭と頭頂領域の間に関係性が有意に高まるのは左半球のみであった。成人においても左半球のこの領域間で関係性が高いことが報告されており、言語に関わるネットワークであると考えられている。乳児で見られた側頭と頭頂領域の関係性の発達的な変化は、言語獲得の過程と関係する可能性がある。このように、乳児期の脳は同じ半球の中でも、また、左右半球にまたがっても大域的な関係性を作り出して、ネットワークを構成することが見いだされた。この結果は、「The Journal of Neuroscience」誌に報告した。

（4）乳児期における言語獲得の基盤となる脳のネットワーク：成人では、安静時の脳活動を計測する直前に経験したことや課題によって、特定のネットワークの関係性が高まることが報告されている（Albert et al., 2009）。本研究では、静睡眠時の3ヵ月児に20秒に一度の割合で3分間にわたって音声提示し、音声提示前と提示中、提示後の脳活動の同期性を調べた。

脳機能計測は、94チャンネルの近赤外光トポグラフィーを用いて行った。21名分のデータを解析したところ、音声提示中と提示後には、前頭領域と側頭領域で時間相関が高まり、その傾向は左半球で顕著であった。静睡眠時の乳幼児においてもネットワークの変化がとらえられることを示した結果である。左半球の前後方向の関係性は、提示中よりも提示後により高くなる組み合わせがあった。特に左半球の前頭領域と側頭領域の間の同期性は、活動のゆらぎの周波数帯域として0.009 Hz~0.04 Hzと低く、時間的に長いスケールの変動で高くなることも見出された。低い周波数帯域で音声提示前と提示後に違いが見られたのは左半球に顕著であった。音声を提示していたのは20秒に一度（0.05 Hz）であったため、活動のパターンが刺激提示のタイミングを反映しているとは考えにくい。単に音声提示の余波が残っているだけではなく、音声提示後に新たな処理が領域間でおきていることを示唆する結果となった。

クラスター解析では、左右で対称なまとまりをしていることが示された。音声提示後の総ヘモグロビン信号では、左半球の前頭葉から側頭葉にまとまるクラスターが形成されていた。この結果は、音声提示前と提示後を比較した前述の結果と一致した傾向であり、音声提示後に左半球の前頭葉と側頭葉が同期した信号変化を示していることを表している。前頭葉と側頭葉の一部の領域の間で関係性が高まる傾向にあるため、3ヵ月児においても左半球のネットワークが形成され

てきていて、音声の提示によってネットワークが顕在化することを示唆している。

本研究では、音声の提示によって3か月児の脳が大域的に活動をする、しかも左右半球で非対称なネットワークの形成がされつつあることを明らかにした。このようなネットワークが、言語の獲得に重要な役割を果たしている可能性がある。音声の特徴をとらえて活動を示す脳の領域を個別に明らかにしていく方法とネットワークを明らかにする方法を組み合わせ、検討を進めていく必要がある。この結果は、「Frontiers in Psychology」誌に発表した。

(5) 楽器音の高さの処理に関わる皮質活動と発達的变化の検討：音声の抑揚情報の処理に関わる皮質領域として、右半球の側頭頭頂領域を報告していたが、本研究では、楽器音の系列の中で音の高さ（ピッチ）の情報を乳児の脳がどのように受けとめているのかを調べることを目的とした。静睡眠時の3ヶ月児、6ヶ月児を対象として、皮質活動を計測した。提示する音系列として、①連続した12音ずつが1オクターブの半音階をなす音の連なり、②連続した4音ずつが半音階をなす音の連なり、③音階をなさないばらばらな音の連なり、の3通りの「曲」を用いた。1つの音の長さは50 msであり、2番目の曲では4音たどると急に大きな音程のギャップがでてきて、音系列の区切りができるという構造になっている。音系列は、デジタル音源のピアノの音から作成した。音の長さ、大きさや使っている音の数はどの曲でも同じにしてあり、音の並びだけを変えた。

3ヶ月齢群（22名）では、左右両半球の聴覚野領域を含む側頭葉を中心とした広い領域で3条件全てに有意な活動を示した。条件を要因とした分散分析を行った結果、右半球の側頭頭頂領域は条件間で活動に差を示すことを見出した。事後検定により、音の飛びがばらついている3番目の曲で、他の2条件よりも有意に活動が大きいことが明らかになった。この活動を示す計測チャンネルは、抑揚のある音声を聞いた時により大きな活動を示す計測チャンネル（Homae et al., 2006）と隣り合っており、解剖学的には側頭頭頂領域に近い領域である。条件間で差があるという結果から、生後3ヶ月の時点で音の並びが情報として受容されることが明らかになり、また、隣り合った音という時間的に短い範囲での情報が重要となる可能性を示唆している。

6ヶ月齢群（24名）では、左右両半球の聴覚野領域を含む側頭葉に限局した領域で3条件全てに有意な活動を示した。この活動領域の広がりかたの違いは月齢群間で顕著な傾向であった。分散分析を行った結果、右

半球の側頭頭頂領域と前頭葉前部にそのような活動を示すチャンネルが見つかった。事後検定により、4音ずつ半音階をなす2番目の曲で、他の2条件よりも有意に活動が大きいことが明らかになった。この結果は、6ヶ月齢では隣り合った音の音程の変化をもとに、より時間的に長い範囲での変動を情報として受容・知覚することができ、音系列のまとまりを聞き取っている可能性を示唆している。条件間で差を示した領域のうち、右半球の側頭頭頂領域は3ヶ月齢では1番目の隣り合った音の飛びがばらついている曲に対して大きな活動を示す場所とほぼ一致しており、音程の変化をとらえる時間幅に発達的な変化がみられる結果となった。また、6ヶ月齢では右半球の前頭葉前部にも同じような活動パターンを見ることができることから、右半球の側頭頭頂領域と前頭葉前部の2つの領域の間に機能的な関係性があることが予想される。

以上の結果から、乳児期初期の脳機能の発達は収束と拡大の両方向性を持っていると考えられる。すなわち、音刺激に対する応答の局在化と音系列の情報処理に関わる領域の分散である。音系列のピッチ情報に関しては、前後方向で発達に伴う変化が右半球のみ見られた。刺激の特徴に対する応答性を指標に左右半球の相違を検討することに加えて、機能的なネットワークの構築において左右差を検討することが有効になる。この結果は、「Human Brain Mapping」誌に報告した。

(6) まとめ：本研究課題を通じて得られた成果は、以下の3点にまとめられる。①乳児期において音声情報に選択的な活動を示す皮質領域が存在すること、②複数の機能的なネットワークが初期発達とともに構築されてきており、特に音声情報の処理に関わるネットワークが機能してきていること、③乳児期初期の脳機能の発達は領域としての収束と拡大の両方向性を持っていること、である。Friederici と Alter (2004) は「The dynamic dual pathway model」を提唱し、音韻情報が韻律情報を媒介して語彙情報や統語情報と関係づけられるとしている。音韻、語彙、統語情報は左半球で、抑揚や節の間などの文の韻律情報は右半球で処理され、音声言語理解時には左右半球が動的に作用しあっていると想定した。乳児では、文の韻律情報が右半球で処理されることを報告しており（Homae et al., 2006; 2007）、発達期においてもこのモデルの一部が成り立つと考えられる。問題となるのは、乳幼児が語彙、統語情報を処理するようになってくるときに左半球優位性が見られるのかどうかということと、左右半球が作用しあうダイナミクスである。文の抑揚情報をとらえるためには、数百 ms の枠

を超える長さで処理をすることが必要となる。また、そのような韻律情報が音韻情報と融合されて、文の構築に反映されるのであれば、秒の単位でのタイムスケールになる。数十msの短いタイムスケールの処理を左半球、もしくは左右両半球で行っているとして、その情報を数百msのスケールの右半球の処理で統合し、さらに、長いタイムスケールの処理を再び左半球が行うような時間の多重性と左右半球の機能分化があると考え。研究(4)で示した結果は、時間的に長く空間的に遠いネットワークが存在することを支持している。脳領域間の構造的な発達と言語機能の発達を促し、言語機能の発達がさらに脳の構造的な発達を進める「ブートストラップ的な発達 (multi-scale bootstrapping development)」が起きているとの仮説を提案する。構造と機能が時間的にも空間的にも複数のスケールで組織化が進む、多重スケールのブートストラップが乳幼児期の言語獲得を推進する力になると考える。この仮説を検証することが、今後の課題となる。近赤外光トポグラフィーから得られる空間的な情報と、脳波計測によって得られる時間情報を組み合わせて検討することが重要になる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

Homae, F., Watanabe, H., Nakano T., Taga, G., Functional Development in the Infant Brain for Auditory Pitch Processing, 査読有、33 巻、2012、pp. 596-608、DOI: 10.1002/hbm.21236

Homae, F., Watanabe, H., Nakano T., Taga, G., Large-Scale Brain Networks Underlying Language Acquisition in Early Infancy, 査読有、2 巻、2011、pp. 1-14、DOI: 10.3389/fpsyg.2011.00093

Homae, F., Watanabe, H., Otobe, T., Nakano T., Go, T., Konishi, Y., Taga, G., Development of Global Cortical Networks in Early Infancy, Journal of Neuroscience, 査読有、30 巻、2010、pp. 4877-4882、DOI: 10.1523/JNEUROSCI.5618-09.2010

保前文高, 言語発達脳科学の基盤構築と展開, 心理学評論, 査読有、52 巻、2009、pp. 75-87

[学会発表] (計7件)

Homae, F., Neural Foundations of Language Acquisition during Infancy: A Hypothesis for Bootstrapping Development

of Multi-Scale Brain Networks and Infant Language, The Neuroscience of Language Development: Structure and Function, 2011年11月25日、Max Planck Institute, Leipzig, Germany

保前文高, 渡辺はま, 多賀巖太郎, 音韻処理に関わる乳児の神経ネットワーク, 第34回日本神経科学大会、2011年9月16日、横浜

Homae, F., Watanabe, H., Otobe, T., Nakano T., Go, T., Konishi, Y., Taga, G., Prosodic Network in the Neonatal Brain, Organization for Human Brain Mapping, 17th Annual Meeting, 2011年6月28日、Quebec City, Canada

Homae, F., Watanabe, H., Nakano T., Taga, G., Hysteresis in Functional Networks of the Infant Brain, Functional Near Infrared Spectroscopy, 2010年10月15日~17日、Harvard University, Boston, USA

Homae, F., Watanabe, H., Nakano T., Taga, G., Functional Networks in the Infant Brain Activated by Presentation of Spoken Sentences, Organization for Human Brain Mapping, 15th Annual Meeting, 2009年6月18日~23日、San Francisco, USA

[図書] (計2件)

保前文高, 中山書店, 「前頭葉機能の発達」(専門科医のための精神科臨床リュミエール 21 前頭葉でわかる精神疾患の臨床、IV-4)、2010、pp. 233 - 240

6. 研究組織

(1) 研究代表者

保前 文高 (HOMAE FUMITAKA)
首都大学東京・人文科学研究科・准教授
研究者番号：20533417

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

多賀 巖太郎 (TAGA GENTARO)
東京大学・教育学研究科・教授
研究者番号：00272477