

研究課題別事後評価結果

1．研究課題名：言語の脳機能に基づく言語獲得装置の解明

2．研究代表者：酒井 邦嘉（東京大学大学院総合文化研究科 助教授）

3．研究内容及び成果：

聴覚と視覚のモダリティーについて、文レベルの処理と語彙レベルの処理に伴う皮質活動について機能的磁気共鳴映像法（fMRI）を用いて直接比較し、文レベルの処理に選択的な活動を示す脳の領野の同定を試みた（Homae et al., 2002）。その結果、左下前頭回腹側部が、聴覚と視覚の両モダリティーに共通して文理解の処理に選択的に関わっていることが明らかになった。われわれは、さらに文法判断を意味判断および音韻判断と対比させることで、文法判断の機能局在を事象関連 fMRI により調べた（Suzuki & Sakai, 2003）。言語刺激はすべて聴覚的に提示し、すべての条件で同じ単語セットから刺激文を作成して語彙を統制した。その結果、文法判断条件において選択的な脳活動は、左下前頭回（ブローカ野の一部）にのみ見られた。文法的な正文と誤文の試行を分けて解析したところ、左下前頭回は正文と誤文のいずれにおいても選択的な活動を示した。この領域は、われわれのグループが以前に報告した英語の母語話者を対象とした文法エラーに選択的に反応する部位（Embick et al. 2000）と一致する。これらの結果は、左下前頭回が意味判断や音韻判断ではなく、文法判断に選択的に関わっていることを示唆する新しい証拠である。この成果により、2002年に2件のプレス発表を行った「文法中枢」の発見（Sakai et al., 2002）をさらに発展させる事ができた。

一方、自然言語処理の開発によって言語獲得モデルを構築するため、再帰型神経回路網を用いる他の言語学習研究とは異なった、多数のモジュールを用いる神経回路の構成と学習アルゴリズムの研究を進めた。その結果、学習過程ごとに、環境に適した強化学習エージェントが選択され、最終的には環境全体に適したエージェントが選択された。また、系全体の学習時間も大幅に低減されることがわかった。

本プロジェクトにおける、無侵襲的脳機能計測のための技術開発においても、特筆すべき成果が得られた。近赤外光分光法（NIRS）については、事象関連光トポグラフィの開発（Noguchi et al., 2002）、磁気刺激と光トポグラフィの同時計測（Noguchi et al., 2003）、短波長近赤外光による計測などが実現した。MRIによる神経線維束トラッキングの技術開発では、脳活動部位間における神経的な結合状態を明らかにすることで、脳機能の理解に貢献することを目指した。

4．事後評価結果：

4 - 1．外部発表、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果

文法的に誤った文と、意味的にまたアクセントなどで正常でない文との判断を司る脳の部位が、ブローカ野に局在することを種々の実験で確認し、文法中枢の存在を裏づけることができた。本研究は、以前の CREST での研究成果を引き継いで、これまでに投資した研究設備を活用して、さらなる発展を図る構想であった。研究は着実に進展し、一年少しという短い期間ではあるが、満足のいく成果が得られている。ただ、本質的に新しいものを発展させるには、この期間は短すぎるので、これからに期待するところが大きい。論文は一流の学術誌に発表されており、そのインパクトはきわめて高い。本研究は、基礎科学であって、知的所有権などに直接に結びつくものは少ない。

本研究は、脳機能測定と文法を担う部位の解明を中心とする酒井グループ、言語獲得の能力を理論的に解明する櫻井グループ、病態生理を担う渡辺グループ、脳測定装置の開発を進める牧グループの4グループからなる。研究の主力は酒井グループにあり、成果もそこからのものが中心ではあるが、将来に向けてこのような幅広い体制を持ったことは必要であり、また妥当であった。各サブグループはそれなりの成果を挙げ、研究に寄与した。ただ、言語獲得の機構を解明するにはまだ距離があるといわざるを得ない。しかし、現状ではこれはやむをえないところであり、それぞれは本研究に対してそれなりの補完的役割を果たした。研究費の使い方については、酒井グループに大きな比重がかけられたが、これは妥当である。

4 - 2 . 成果の戦略目標・科学技術への貢献

これまで、チョムスキーの仮説に直接に挑む脳研究はなかった。本研究はこれに正面から挑むものであり、世界をリードする水準にある。これまでのところ研究は順調に進み、世界に誇る成果を挙げた。fMRIなど、現代の測定技術だけでは、脳における文法処理の部位と情報の流れはわかっても、そのアルゴリズムや文法獲得のメカニズムに挑むことは難しい。これには、理論脳科学を始めとする学際的な協働とさらに新しい実験パラダイムが必要であるが、そのためにも本研究を行う必要があった。本研究は、ヒトに特有である言語を扱う脳の仕組みを研究するもので、チョムスキーに発する文法を司る普遍的な構造が脳に備わっているとの仮説を、現代のすぐれた測定手段と巧妙なパラダイムにより実証しようとするもので、きわめて野心的な課題である。研究は着実に進展し、言語科学および脳科学の最先端をリードするものであった。学界に与えたそのインパクトはきわめて大きい。研究成果のさらなる展開が期待できる。

4 - 3 . 総合的評価および特記事項

本研究の成果はジャーナリズムなどでもたびたび取り上げられ、科学の夢を与えたものである。専門家以外の知識人が成果の発展を楽しんだ。結果として、発展研究は次の展開のためのつなぎとなり、短期間で終了したが、重要な成果を挙げ、その意義は十分に果たしたものであると考える。