

学位論文題名

The Writing of Arabic Numerals, Kanji, and Kana
in Brain-Damaged Patients.

(脳損傷者におけるアラビア数字、漢字、仮名の書字についての研究)

学位論文内容の要旨

世界の広い地域で使用されているアラビア数字 (以下数字) は、記号学において音の関与なく読み書き可能な表意文字に分類されている。しかしそれぞれの国語で数字は固有の音によって使用されており、記号学において数字の操作における音の関与の問題は未解決である。アルファベット使用国において、脳損傷者における数字とアルファベットの読み書きの二重乖離が報告されており、数字とアルファベットの神経機構の差異が指摘されている。漢字 (意味と音を持つ表語文字) と仮名 (音的要素を表す音節文字) という特殊な文字体系を持つわが国では、現在まで失語症、失読症、失書症などの脳損傷者における漢字・仮名の神経情報処理についてさまざまな研究がなされ、神経処理機構に関する知見が得られているが、脳損傷者における数字の障害については未検討である。しかし日本語においては、漢数字が存在し、数は仮名表記も可能であることから、数字、漢数字、仮名表記数字を比較することが可能である。本研究では、音韻操作に重篤な障害を持つウェルニッケ失語症者 5 例および計算障害をもつゲルストマン症候群を呈する脳損傷者 4 例を対象に、数字、漢数字、仮名表記数字の書字能力を検討した。

対象は、左頭頂葉病巣によりゲルストマン症候群と軽度の流暢性失語を呈する脳損傷者 4 例 (56~64 歳、平均年齢、60.5 歳)、(以下ゲルストマン群)、左側頭葉病巣によるウェルニッケ失語症者 5 例 (58~70 歳、平均年齢、69.8 歳) (以下ウェルニッケ失語群)、すべての対象者は、右利き、使用手は右手であり文字の模写は両群共に良好であった。それぞれのタイプ分類は、診断基準に適合することが神経内科医、言語聴覚士により確認されている。また脳外科手術歴、多発性病巣の被験者は除外した。被験者全員に実験の目的を説明し、インフォームドコンセントを得た。

実験課題は 1, 2 桁の異なる数 8 題ずつ計 16 題、呈示された硬貨 (10 円、1 円) に応じて数字、漢数字、仮名表記数字の書字を行う方法で、書字の際に数の音韻の介入を排除した。さらに数字の意味理解 (数概念) を検討するために、数字カードを呈示し、数字に応じた硬貨を取る課題を行った。書字、数概念共に、制限時間は設けず正答は 1 点、誤答、無反応は 0 点で採点を行った。

両群において分散分析を用いた統計処理の結果、ゲルストマン群では漢数字の書字が数字、仮名表記数字に比較して良好であった。ウェルニッケ失語群においては、数字が、漢数字、仮名表記数字よりも有意 ($p < 0.001$) に良好であった。誤反応分析においては、ゲルストマン群では、数字の置換 (他の数字への誤り) が漢数字に比較して有意 ($p < 0.05$) に多く、仮名表記数字では、正答 (25%) と音韻性錯書 (仮名文字の置換) (10.5%) と無反応

(64.5%)が見られた。ウェルニッケ失語群では、数字と漢数字の置換による誤りは同等であり、漢数字に形態想起困難による無反応が多数(70%)認められ、仮名はほとんど(98.8%)無反応であった。数概念課題の誤り率は、ゲルストマン群では、26.6%、ウェルニッケ失語群では11.2%であり、ゲルストマン群の数概念の障害が示唆された。誤反応はすべて他の数への置換であった。以上の結果をまとめると、ゲルストマン群では、漢数字に比較して数字、仮名表記数字の書字障害、数概念の障害が認められた。一方、ウェルニッケ失語群では、数字の書字が漢数字、仮名表記数字に比較して良好に保たれており、数概念も比較的良好であった。

以上の結果を岩田(1982)による漢字・仮名の書字モデルを援用して解釈したい。岩田の書字モデルは、仮名書字は意味表象から語の音韻表象を想起し、運動覚表象を想起するルートによって実現される。漢字書字には二つのルートが想定され、より頻度の高いルートは、意味表象から、語の音韻表象を想起し、文字の視覚表象を想起する音韻ルート、および稀に意味表象から、音韻表象の想起無しに、視覚表象のみの想起によって漢字書字を実現する視覚ルートがある。実験結果より、ゲルストマン群の仮名書字は、25%の正答が見られたことから、仮名書字を行う音韻ルートは残存しており、無反応(64.5%)および音韻性錯書(10.5%)が認められたことは、ゲルストマン症候群による仮名の失書症状と軽度の失語性失書の影響が考えられる。ウェルニッケ失語群では、音韻操作の重篤な障害により、音韻表象想起が困難であることから仮名書字は困難であったと考えられる。しかし、文字の模写は両群共に良好であることから、書字の際の運動覚表象の想起は障害されていないといえる。ゲルストマン群では、漢数字の書字において良好な書字が見られた理由として、仮名書字が多少可能であったことから、音韻表象の想起が若干可能であり、音韻ルートにおける音韻の支持が関与した可能性が推測でき、さらに漢数字における文字形態想起困難による無反応が、わずか(4.7%)であることから、漢数字の形態想起が可能であり、視覚ルートを介する書字も可能であったと考えられる。ゲルストマン群では、音韻、視覚ルートによる漢字書字が可能であったと推測できる。一方ウェルニッケ失語群においては、仮名書字の重篤な障害により音韻ルートは障害されており、漢字書字において多数の無反応(70%)が認められることから、視覚ルートを使用した書字も障害を受けていたと考えられる。ゲルストマン群では、数字の書字において、数字の置換による誤りが漢数字よりも有意に多く見られた。しかしゲルストマン群の数字書字の形態は保たれていることから、運動覚表象は保たれていると考えられる。ゲルストマン群においては、数概念の障害が認められていることが、置換による誤りの主な原因と考えられる。すなわちゲルストマン群においては、書くべき意味表象である数概念の選択の誤りが、書字における置換の誤りを引き起こしていると考えられる。一方、ウェルニッケ失語群においては、数字の書字は良好であり、すばやく、正確な数字書字反応が見られた。しかし書字を行いながら発声した数字は、別の数字に高頻度に置換していたことから、数字は、音韻表象の想起無しに書字可能であり、運動覚表象の想起により正しい形態が実現されると考えられる。以上より、数字の書字においては、正しい数概念選択が必要であり、意味表象(数概念)―運動覚表象の想起―数字書字という音韻、視覚表象の想起が不要な独自のルートによって数字の書字が行われる可能性が示唆された。

結論として、数字(表意文字)は、音韻操作の関与なく書字可能であり、数概念に密接に関連する運動覚表象の想起によって書字が遂行されることが確認され、数字の書字が独自の神経情報処理によって営まれている可能性が示唆された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 真 野 行 生
副 査 教 授 岩 崎 喜 信
副 査 教 授 田 代 邦 雄

学 位 論 文 題 名

The Writing of Arabic Numerals, Kanji, and Kana in Brain-Damaged Patients.

(脳損傷者におけるアラビア数字、漢字、仮名の書字についての研究)

世界の広い地域で使用されているアラビア数字（以下数字）は、記号学において音の関与なく読み書き可能な表意文字に分類されている。しかしそれぞれの国語で数字は固有の音によって使用されており、記号学において数字の操作における音の関与の問題は未解決である。漢字（意味と音を持つ表語文字）と仮名（音的要素を表す音節文字）という特殊な文字体系を持つわが国では、現在まで失語症、失読症、失書症などの脳損傷者における漢字・仮名の神経情報処理についてさまざまな研究がなされ、神経処理機構に関する知見が得られているが、脳損傷者における数字の障害については未検討である。しかし日本語においては、漢数字が存在し、数は仮名表記も可能であることから、数字、漢数字、仮名表記数字を比較することが可能である。本研究では、音韻操作に重篤な障害を持つウェルニッケ失語症者 5 例および計算障害をもつゲルストマン症候群を呈する脳損傷者 4 例を対象に、数字、漢数字、仮名表記数字の書字能力を検討した。

対象は、左頭頂葉病巣によりゲルストマン症候群と軽度の流暢性失語を呈する脳損傷者 4 例（56~64 歳、平均年齢、60.5 歳）、（以下ゲルストマン群）、左側頭葉病巣によるウェルニッケ失語症者 5 例（58~70 歳、平均年齢、69.8 歳）（以下ウェルニッケ失語群）、すべての対象者は、右利き、使用手は右手であり文字の模写は両群共に良好であった。被験者全員に実験の目的を説明し、インフォームドコンセントを得た。

実験課題は 1, 2 桁の異なる数 8 題ずつ計 16 題、呈示された硬貨（10 円、1 円）に応じて数字、漢数字、仮名表記数字の書字を行う方法で、書字の際に数の音韻の介入を排除した。さらに数字の意味理解（数概念）を検討するために、数字カードを呈示し、数字に応じた硬貨を取る課題を行った。書字、数概念共に、制限時間は設けず正答は 1 点、誤答、無反応は 0 点で採点を行った。

両群において分散分析を用いた統計処理の結果、ゲルストマン群では漢数字の書字が数字、仮名表記数字に比較して良好であった。ウェルニッケ失語群においては、数字が、漢数字、仮名表記数字よりも有意 ($p < 0.001$) に良好であった。誤反応分析においては、ゲルストマン群では、数字の置換（他の数字への誤り）が漢数字に比較して有意 ($p < 0.05$) に多く、仮名表記数字では、正答（25%）と音韻性錯書（仮名文字の置換）（10.5%）と無

反応(64.5%)が見られた。ウェルニッケ失語群では、数字と漢数字の置換による誤りは同等であり、漢数字に形態想起困難による無反応が多数(70%)認められ、仮名はほとんど(98.8%)無反応であった。数概念課題の誤り率は、ゲルストマン群では、26.6%、ウェルニッケ失語群では11.2%であり、ゲルストマン群の数概念の障害が示唆された。誤反応はすべて他の数への置換であった。以上の結果をまとめると、ゲルストマン群では、漢数字に比較して数字、仮名表記数字の書字障害、数概念の障害が認められた。一方、ウェルニッケ失語群では、数字の書字が漢数字、仮名表記数字に比較して良好に保たれており、数概念も比較的良好であった。

以上の結果より、アラビア数字の書字は、音韻表象、視覚表象の想起なく可能であり、数概念に密接に関連する運動覚表象の想起によってアラビア数字の書字が遂行されることが確認され、アラビア数字の書字が、漢字、仮名と異なる独自の神経情報処理によって営まれている可能性を示した。

公開発表に当たって、副査の岩崎教授より症例群の病巣部位についてのより詳しい所見について、また病巣と症状との関連についての質問があり、また副査の田代教授よりは課題の難易度と症例の重症度の関連について、また主査の真野教授より、聴覚的理解障害の重篤なウェルニッケ症例群における課題の理解、およびゲルストマン症候群における時間的症状の推移についての質問があった。

申請者はいずれの質問に対しても、学位論文の背景にある研究結果や文献を引用し、概ね適切に回答した。

この論文は、日本語独自の文字体系を援用し、アラビア数字の神経情報処理機構が、漢字(漢数字)、仮名(仮名表記数字)と異なることを明らかにし、アラビア数字の記号学的性質を検証した点で、文字をめぐる神経心理学において新たな知見を提示したといえる。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、申請者が博士(医学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判断した。