HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	新規漢字単語の学習による脳活動の変化 [全文の要約]
Author(s)	下條, 暁司
Citation	北海道大学. 博士(医学) 甲第15479号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/90041
Type	theses (doctoral - abstract of entire text)
Note	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。; 配架番号：2745
Note(URL)	https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
File Information	SHIMOJO_Atsushi_summary.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文（要約）

新規漢字単語の学習による脳活動の変化

（Changes in brain activity by learning new kanji words）

2023 年 3 月

北　海　道　大　学

下　條　暁　司

学位論文（要約）

新規漢字単語の学習による脳活動の変化

（Changes in brain activity by learning new kanji words）

2023 年 3 月

北　海　道　大　学

下　條　暁　司

【緒言】
私たちは幼児期に多くの音声言語を学習することから言葉を学び始める。その後、学童期を通して文字を学習することで、自ら本や教科書を読めるようになる。学童期以降、新しい言葉の多くは書籍やインターネットなど視覚的に呈示される文字を通じて出会うため、文字を読めることは新しい知識を効率よく獲得するために大変重要なスキルである。書記言語が脳でどのように処理され認知されるかについて、様々な手法の脳機能計測法による研究が行われ、多くの知見が集まってきている。しかし、文字を学習し、単語を読めるようになるという書記単語の学習がどのような脳機能によって達成されるのかは未解明の部分が多い。これまで絵画名称による単語学習や第 2 言語の文字学習といった方法により、単語や書記言語の学習には左頭頂葉下部、左側頭葉後下部、前頭、後頭など多くの領域の活動が変化することが明らかにされてきた。しかしながら、絵画名称の単語学習では文字学習による脳活動の変化を捉えることが出来ず、第 2 言語文字の学習では、ほとんどなじみのない記号列を学習することになるため、文字そのものの学習というよりは図形の学習となっている可能性がある。また、学習方法によって学習による脳活動の変化が変わりうる可能性があるため、普段の学習に近い方法で学習することが望ましい。日本語には表音文字である“かな”と表語文字である漢字がある。日常的に使われる漢字は約 2000 字であるが、これ以外に膨大な数があり、成人してからも新しい漢字の学習が求められる。未学習の漢字を含む単語の学習は、書記言語の文字（字形）・読み・意味、すべての要素を含む学習であり、書記単語学習の脳機能を解明するのに適している。本研究の目的は母語の新規文字単語学習に関わる脳の領域を明らかにし、書記言語学習に必要な認知機能を明らかすることである。そのために、日本語を母語とする参加者がフラッシュカードを用いて未学習の文字を含む漢字単語の読み・意味を学習する前後に脳磁図（magnetoencephalography, MEG）を計測し、新規漢字単語学習による脳活動の変化を検討した。

【対象と方法】
15 人の日本語を母語とする右利きの健常成人（男性 7 人、女性 8 人、 年齢 21-25、[平均±標準偏差: 22.5±1.3] 歳）が実験に参加した。全員、裸眼もしくは矯正により MEG 計測時の視覚提示された文字刺激を読めること、神経疾患の既往歴がないことを確認した。

計測装置は北海道大学病院に設置されている 306 ch whole-head MEG system (VectorView, Elekta AB, Stockholm, Sweden)を用いた。MEG は高い時間分解能と空間分解能を有するため単語の認知や学習のダイナミックな脳活動を捉えるた

めに適した脳機能計測法である。

本研究は(1) 漢字単語学習前 MEG 計測 (Pre session)、 (2) 新規漢字単語の自己学習（学習期間）、(3) 漢字単語学習後 MEG 計測 (Post session)という流れで行った。

計測に用いた刺激は漢字 2 字からなる日本語の漢字単語である。下記 4 条件×40 単語 ＝160 種類を MEG 計測中の刺激、および学習に用いた。このうち 40 単語は中学校卒業までに既学習の漢字のみで構成される多くの人が読めるもの(Fam)、残りの 120 語は日常生活では使用されることが極めて少ない漢字である。これらの 120 単語を 40 単語ずつ、次の 3 条件に割り当てた (1) PhonSem: 漢字の読みと意味を学習する単語、(2) Phon: 読みを学習する単語、(3) None: 読みも意味も学習しない単語。参加者は訓練期間にこれら 120 単語すべてをフラッシュカードによって自己学習した。 学習時には PhonSem 条件と Phon 条件を学習する際に None 条件の単語も見ることで刺激の新奇性を統制した。各参加者が PhonSem と Phon 条件の単語を 90%以上再生できたことを確認し、これをもって学習が完了したと判断した。

MEG 計測は漢字単語学習前（Pre session）と学習後（Post session）の計 2 回行った。参加者はプロジェクタから投影された漢字単語を読むことが出来る場合は声に出して読み、読めない場合は /kanji/ と発声するよう求めた。読めない場合に一律に同じ発話を求めたのは、読める漢字と読めない漢字で発話による脳活動を統制するためである。計測データはノイズ除去の後、条件別に加算平均を行った。次に漢字単語学習の効果を検討するため、学習語である PhonSem 条件、Phon 条件と、学習しない語である None 条件を比較し、条件間に差があるセンサーペアの数を領域別に集計した。領域別にウィルコクソン符号付順位検定を行い、条件間の差を認めたセンサー数が Pre session よりも Post session で有意に増加した場合に学習効果があるとした。

【結果】

MEG で計測した皮質活動の時空間的な遷移は 100 ms 付近の後頭の活動から始まり、200 ms 過ぎに両側頭頂領域のセンサーでピークとなり、400 ms 前後から側頭、前頭の持続する活動へとつづいた。Pre session よりも Post session で None と学習語の差があるセンサーペアが増加し学習効果が認められたのは、PhonSem 条件：左前頭（$p = 0.016$）、右前頭（$p = 0.016$）、左側頭（$p = 0.008$）、右側頭（$p = 0.008$）、左後頭（$p = 0.031$）、Phon 条件 : 左前頭（$p = 0.016$）、右前頭（$p = 0.016$）

左側頭（$p = 0.008$）、右側頭（$p = 0.0016$）であった。PhonSem 条件では左後頭も学習効果が確認されたが、Phon 条件では認められなかった。学習語と未学習語の差の見られるセンサー数は 400 ms 以降に両側の前頭領域と側頭領域で増加し始め、600 ms 前後でピークを示した。

【考察】

PhonSem, Phon 条件で学習効果が見られた左側頭領域は語彙の貯蔵庫として報告されている領域であるため、漢字単語の読み学習によって音韻情報を引き出す処理の負荷がかかり活動が増加したものと考えられる。また、左前頭も読み学習による学習効果が見られ、新規学習語の音韻アクセスや調音コードの負荷が高かったことが推察される。さらに通常、読みとの関連性は低いと考えられる右前頭、右側頭にも読みの学習効果が見られた。先行研究から、この右半球の 2 つの領域は言語非特異的な処理を行っていると考えられ、右前頭は言語に関する先行研究では注意やワーキングメモリが必要な場合に、右側頭は複雑な刺激や課題、さらに新しく覚えた語彙音声のアクセスやエンコードに関わっていると考えられている。したがって、これらの領域に学習効果が見られたのは、漢字が直接音韻を表す文字ではないことから、新しく覚えた音声情報を検索するのが既学習の漢字単語と比べて困難であることによる活動である可能性がある。さらに、漢字単語の読み・意味学習により左後頭領域の持続的な活動の学習効果が確認された。同領域はこれまで文字の形態処理に関わっていることが数多く報告されてきているが、さらに近年、文字と音韻とのリンク形成に関わっていることや新しく覚えた単語を読むときに 400 ms 以降に活動することが報告されており、本研究の結果も新しく覚えた漢字の音韻を引き出すという課題に伴う活動であると考えられた。

【結論】

本研究によって次のことが分かった。新規に学習した漢字単語による脳活動は既知の漢字単語による脳活動と領域・潜時ともによく似ており、既存の読字回路の活動変化により学習された単語が処理されていると考えられる。新規に読み方を学習した漢字単語と未学習の漢字単語との脳活動の違い、つまり学習効果は両側の前頭、両側の側頭、左前頭・左側頭領域に現れた。これは、漢字が母語の文字でありながら形態要素の複雑さなどから高負荷な学習であるため、通常の音読に用いられる書記言語処理領域のみならず、注意やワーキングメモリといった高次認知処理に関わる脳領域、さらに視覚の初期処理を行う領域までを含む全脳的な処理により達成されることを示唆している。