

## 外国語習得の脳科学的効用 ～多言語の方が二言語より脳活動が活発～

### 1. 発表者：

酒井 邦嘉<sup>くによし</sup>（東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻 教授）

梅島 奎立<sup>けいた</sup>（東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻 博士課程 2年）

鈴木 堅史<sup>けんし</sup>（一般財団法人 言語交流研究所 代表理事）

### 2. 発表のポイント

- ◆英語とスペイン語を習得した日本語母語話者（多言語群）は、英語を習得した日本人（二言語群）と比較して、新たな言語の習得時の脳活動が活発になることを発見しました。
- ◆三言語以上の習得経験を持つ多言語群の方が、二言語群より新たな言語の獲得に有利であることが、脳活動から初めて実証されました。
- ◆日本の英語教育で特にリスニングに苦手意識を持つ人が多い中、多言語の音声に触れながら自然に習得することの重要性が明らかとなりました。

### 3. 発表概要：

東京大学大学院総合文化研究科教授の酒井 邦嘉と同大学院生の梅島 奎立は、一般財団法人 言語交流研究所（本部：東京都渋谷区、代表理事：鈴木 堅史）との共同研究において、多言語話者の方が言語野はもちろん、大脳基底核・視床や視覚野までも有効に活用できているということを初めて明らかにしました。

本研究グループは、日本語を母語とする参加者に対してカザフ語を新たに習得させ、MRI装置（注1）と文法課題を用いて言語習得のプロセスを調べました。その結果、左脳の言語領野の活動が、多言語群で二言語群よりも定量的に高くなりました。これらの結果は、複数の言語の習得効果が累積することで、より深い獲得を可能にするという仮説「言語獲得の累積増進モデル」を支持します。この仮説は、共著者の一人であるスザンヌ・フリン（米国マサチューセッツ工科大学 教授）がこれまで提唱してきたものです。日本の外国語教育で英語ばかりが取り上げられがちなか中、多言語の音声に触れながら自然に習得することの重要性が科学的に明らかとなりました。この自然習得法は、今年で40周年を迎える言語交流研究所・ヒッポファミリークラブが多言語活動を通して実践してきたものであり、今回初めて脳科学による裏付けが得られたこととなります。

### 4. 発表内容：

#### ①研究の背景・先行研究における問題点

日本人の多くは学校において英語を学び、英会話だけでも相当な苦勞をした体験から、多言語を話す能力を特殊な能力だと思いがちです。ところがヨーロッパ諸国やアフリカの多民族国家などでは、多言語の環境が日常的であり、新たな言語を習得するのにそれほど大きな努力は必要ないように見えます。そのように多言語に適用できる言語習得のメカニズムは、これまで脳科学的に解明されていません。従来の研究では、第2言語習得や第3

言語習得が行動実験で調べられていましたが、上記の「言語獲得の累積増進モデル」と対立する見解があり、いずれの説を支持する神経基盤も明らかにされていませんでした。

## ②研究内容

実験では、14～27歳の参加者49人（東京大学学生・上智大学学生・ヒッポファミリークラブのメンバーなど）に対し、リスニングのスコア（各言語版のAvantテストによる）を用いて、多言語群（28人、うち18人が女性）と二言語群（21人、うち10人が女性）という2群に分けて、カザフ語（カザフスタンを中心に用いられ、テュルク諸語に属します）の音声刺激を用いた文法習得課題（図1）を行いました。カザフ語の文法規則は一切教えずに、文法性と主語・動詞の対応について正誤をデモ試行で繰り返し提示しながら、テスト試行で正しく判断できるようになるかを調べました。実験にあたって、東京大学の倫理委員会で承認の上、全参加者から書面でインフォームド・コンセントを得ています。

その結果、多言語群では第2言語の方が第3言語より習得期間が長いにもかかわらず、両者のリスニングのスコアに相関が見られ（図2a）、さらに両者のスコアが高いほど、カザフ語の単語の聞き取り（単語条件）が速く習得できることが分かりました（図2b）。これらの結果は、多言語間に共通したリスニング能力を示すものです。また、ブロック（8試行で1ブロック）あたりの応答時間が最初と最後でどの程度減少したかを調べたところ、習得初期の単語条件と文法1（第1段階）条件で、多言語群の方が顕著な順応効果を示しました（図2c）。

この文法課題を行っているときの脳活動をfMRI（機能的磁気共鳴画像法）（注2）で測定したところ、言語野である左運動前野外側部と中／下前頭回（注3）の活動が両群で観察され（図3a）、多言語群では文法1条件で活動が左脳に限定的で、母語と同様のパターンを示しました。さらに両群の直接比較では、多言語群において左下前頭回の活動が増加しました（図3b）。また、行動の適応制御に関係する大脳基底核・視床（注4）に加えて、視覚を司る領域でも活動上昇が多言語群の方が二言語群よりも活発でした（図4）。

さらに興味深いことに、二言語群では大脳基底核・視床の活動が文法2・文法3条件の最初でリセットされたのに対し（図5aの破線データ）、多言語群ではその活動が維持されました（図5aの実線データ）。また言語野では、多言語群の方が文法2の最初から文法3の最初まで活発な活動を維持されています（図5b）。多言語群に選択的な活動は、音声刺激のみの提示時にもかかわらず視覚野（鳥距溝・舌状回）でも活発で（図5c）、多言語群は視覚的イメージを活用できることを示唆します。

## ③社会的意義・今後の予定

日本の義務教育では英語が必修科目となっていますが、自然な音声に触れるよりも、単語の記憶や文法の学習に頼る傾向が顕著です。さらに「国語と英語」という二項対立のため、外国語全般に対する苦手意識が助長されやすくなっています。しかし、二言語話者より三言語話者の方が新たな言語を柔軟に習得しやすい、という本研究の成果は、英語とそれ以外の言語を同時に習得することの相乗効果を明確に示しています。その可能性は言語の「自然習得」という考え方と合致しており、現在の語学教育に一石を投じるものです。

そもそも語学教育では、「言語を教える」という発想自体に根本的な問題があります。ベルリン・フンボルト大学の創設者であり、言語学者でもあったヴィルヘルム・フォン・フンボルトは、「言語を本当の意味で教えるということは出来ないことであり、出来ることは、言語がそれ独自の方法で心の中で自発的に発展できるような条件を与えることだけである。（中略）各個人にとって学習

とは大部分が再生・再創造の問題、つまり心の内にある生得的なものを引き出すという問題である」と1836年に述べています。これはアメリカの言語学者ノーム・チョムスキーが提唱する「言語生得説」の基礎となる考え方であり、あらゆる自然言語の普遍性を裏付けるものです。この仮説の脳科学的根拠については、酒井による近著『チョムスキーと言語脳科学』（インターナショナル新書）を参照して下さい。

これからも、東京大学の酒井研究室では人間の脳における言語や創造性のメカニズムの解明を追究し、言語交流研究所は「ことばと人間」についての実践的な活動を通して、世界の人たちとの豊かな交流の実現に貢献していきます。

## 5. 発表雑誌：

雑誌名：*Scientific Reports* (Nature Portfolio Journal)

論文タイトル：“Enhanced activations in syntax-related regions for multilinguals while acquiring a new language”（新たな言語の習得における多言語話者の文法関連領域での活発な活動）

著者：Keita Umejima, Suzanne Flynn, Kuniyoshi L. Sakai\*

DOI 番号：10.1038/s41598-021-86710-4

出版後の論文 URL：[www.nature.com/articles/s41598-021-86710-4](http://www.nature.com/articles/s41598-021-86710-4)

## 6. 問い合わせ先：

<研究に関すること>

東京大学 大学院総合文化研究科

教授 酒井 邦嘉（サカイ クニヨシ）

〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1

<報道に関すること>

一般財団法人 言語交流研究所

常務理事 平岡 一武（ヒラオカ カズタケ）

〒150-0002 東京都渋谷区渋谷 2-2-10 青山H&Aビル 3F

Tel：03-5467-7041（代）

E-mail：[kz-hiraoka@lexhippo.gr.jp](mailto:kz-hiraoka@lexhippo.gr.jp)

## 7. 用語解説：

（注1）MRI 装置

MRI（磁気共鳴映像法）は、脳の組織構造を、水素原子の局所磁場に対する応答性から測定し画像化する手法で、全く傷をつけずに外部から脳組織を観察する方法として広く使用されています。そのために使用する医療機器が、超伝導磁石によって高磁場（3テスラ程度）を発生させるMRI装置です。注2で述べる「fMRI」でも、このMRI装置を使用します。

（注2）fMRI（機能的磁気共鳴画像法）

脳内の神経活動に伴う血流変化を、局所磁場の变化から測定し画像化する手法で、全く傷をつけずに外部から精度良く脳活動を観察する方法として、1990年代から広く使用されています。

(注3) 運動前野外側部と中／下前頭回

運動前野外側部・中前頭回（ブロードマンの6／8／9野）と下前頭回（44／45／47野）は、ともに、脳の前頭葉に左右それぞれある領域です。左脳のこれらの領域は、人間の言語処理にかかわる「言語野」の一部であり、特に文法処理を司る「文法中枢」の機能があります。右脳の方は文法中枢を補助する働きがあります。

(注4) 大脳基底核・視床

脳の深部に左右それぞれある領域で、本実験では特に尾状核と視床の活動が顕著でした。近年の脳研究では、二言語に熟練した通訳者が単語の意味判断で異なる言語をスイッチする際にも、この領域が働くことが報告されています。

## 8. 添付資料

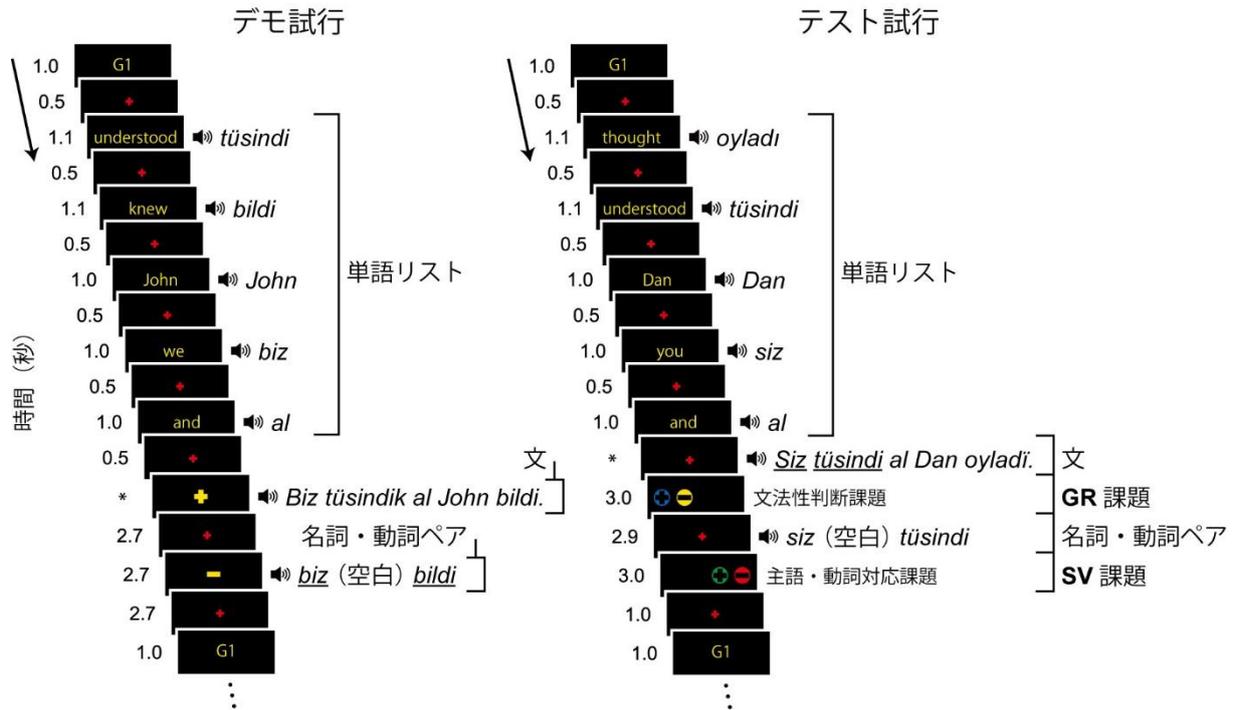


図1 カザフ語の文法習得課題

参加者は全員、今回の実験で初めてカザフ語を習得しました。文法条件を3段階（文法1・文法2・文法3）に分けて、後の条件ほど複雑な文構造をテストしました。図は画面提示の時系列です。各試行では、最初にカザフ語の5つの単語（単語リスト）を音声で提示しました（単語の意味を英語で表示）。この単語リストを用いた文（下線は文法の誤り）と、名詞・動詞ペア（下線は対応の誤り）が続けて提示されます。

デモ試行（左図）では、1つ目の符号（+か-）が文法性の正誤を、2つ目の符号が主語・動詞の対応の正誤を示します。テスト試行（右図）では、これらの正誤を判断するGR課題とSV課題を行い、該当するボタン（+か-）で回答させました。

デモ試行のブロック（4試行で1ブロック）とテスト試行のブロック（8試行で1ブロック）を交互に行い、2ブロックで8試行中6回以上の正解が得られたときに、文法条件の1段階を習得したと評価しました。

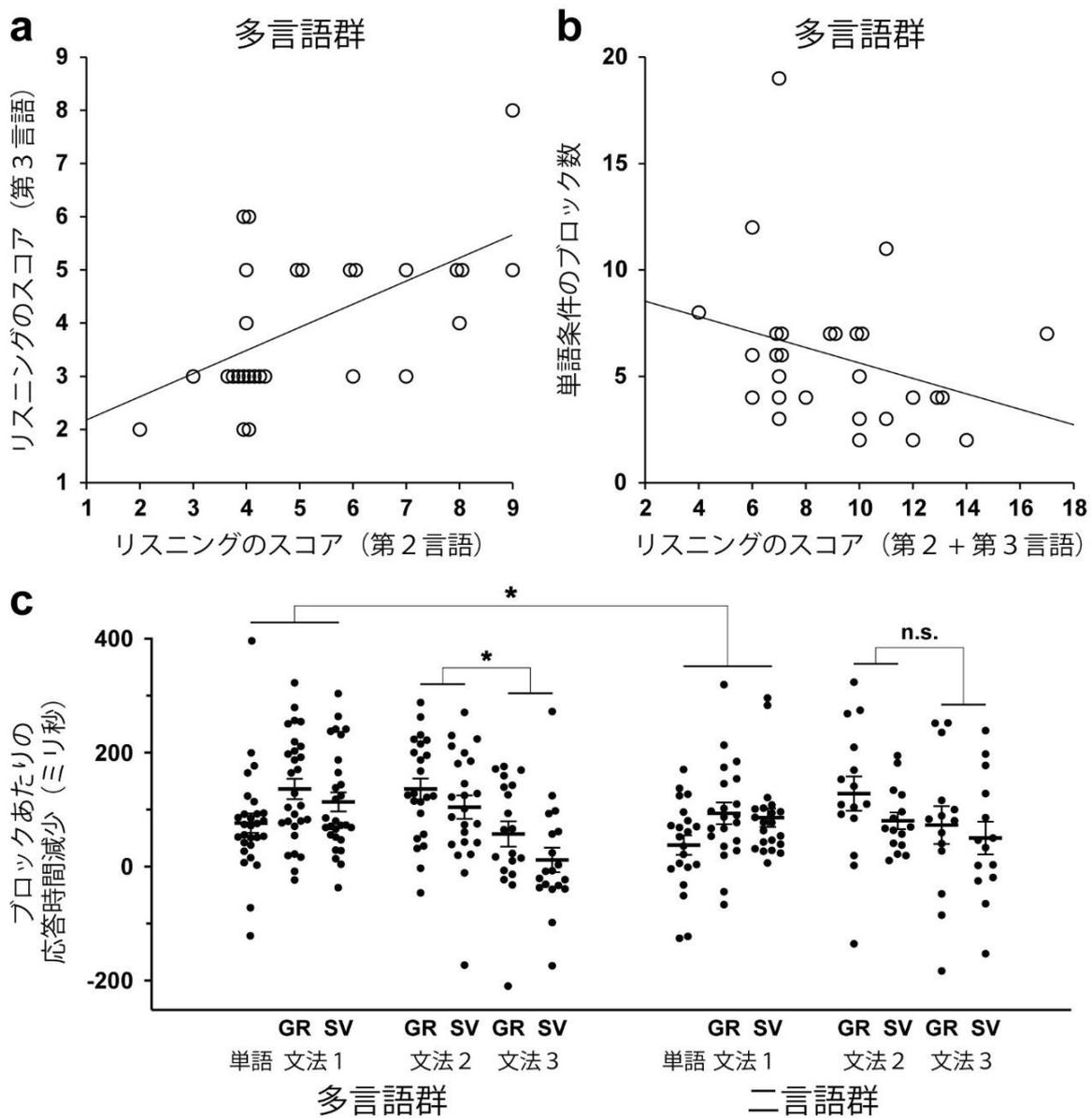


図2 行動データが示す多言語群の特徴

(a) 多言語群でリスニングのスコアが示した第2言語と第3言語の相関。同じ位置に2点以上ある場合は、水平方向に広げて表示しています。

(b) これら二言語で合算したリスニングのスコアに対して、単語条件のブロック数が示した負の相関。この単語条件はカザフ語の単語の聞き取りをテストするもので、図1で説明した文法習得課題の前に行いました。

(c) 各条件について、ブロックあたりの応答時間を最初と最後で比較した結果。この値が大きいほど、順応が速いことを示します。\*は統計的な有意性  $p < 0.05$  を表します。

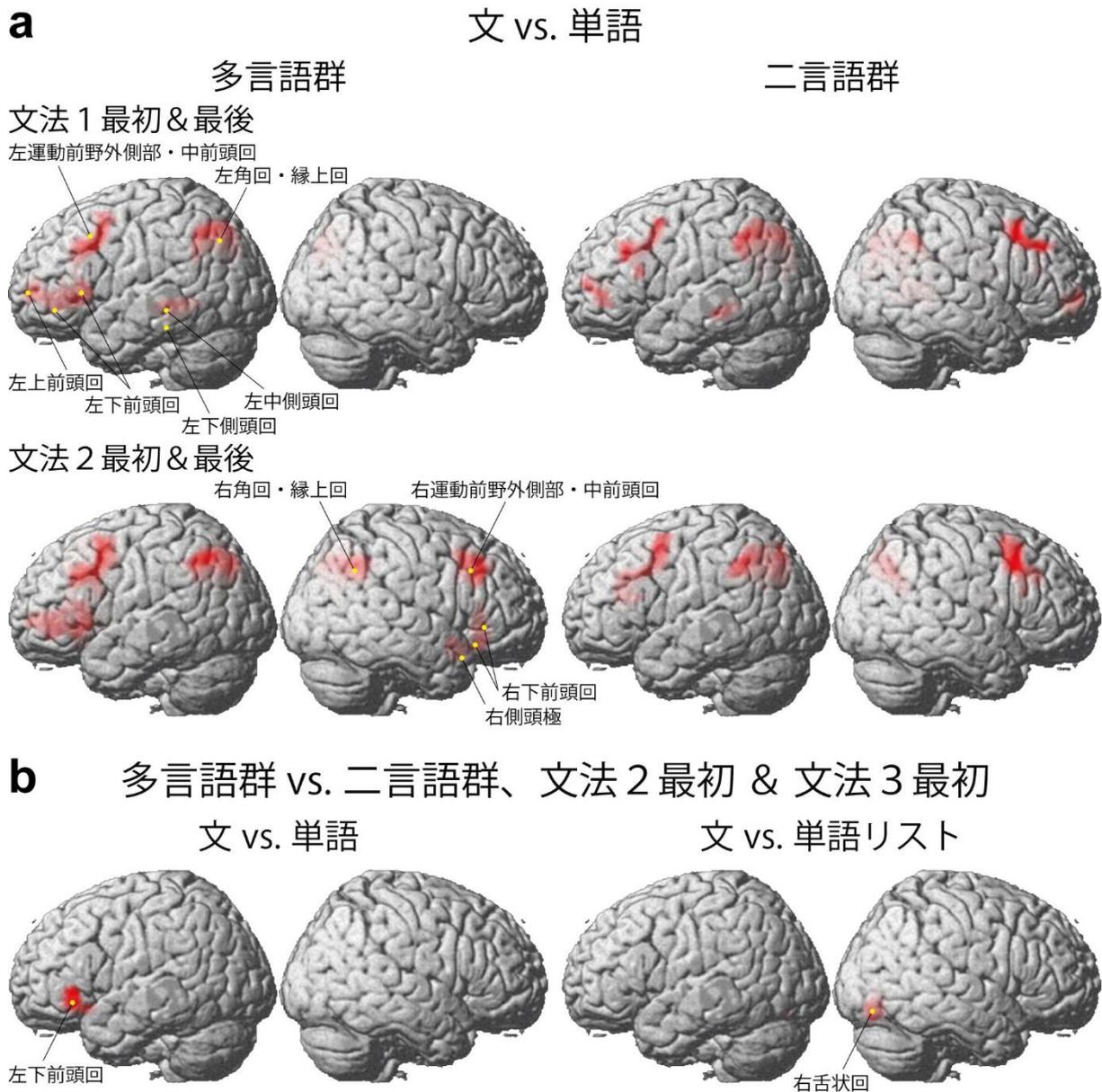


図 3 脳活動が示す多言語群と二言語群の違い

(a) 単語条件での単語提示と比べて、文法条件での文提示で高い活動が見られた脳領域（赤）。図は左右の脳の外側面を示します。右の運動前野外側部と中／下前頭回の活動は、文法処理を補助する働きがありますが、多言語群ではその活動が文法 1 条件で必要なかったことが分かります。

(b) 文法 2・文法 3 条件で最初のブロックにおける両群の直接比較。文と単語の比較では左下前頭回に、文と単語リストの比較では右舌状回に、多言語群でより活発な活動が見られました。この活動は、より深い文処理を反映するものです。

# 文 vs. 単語リスト

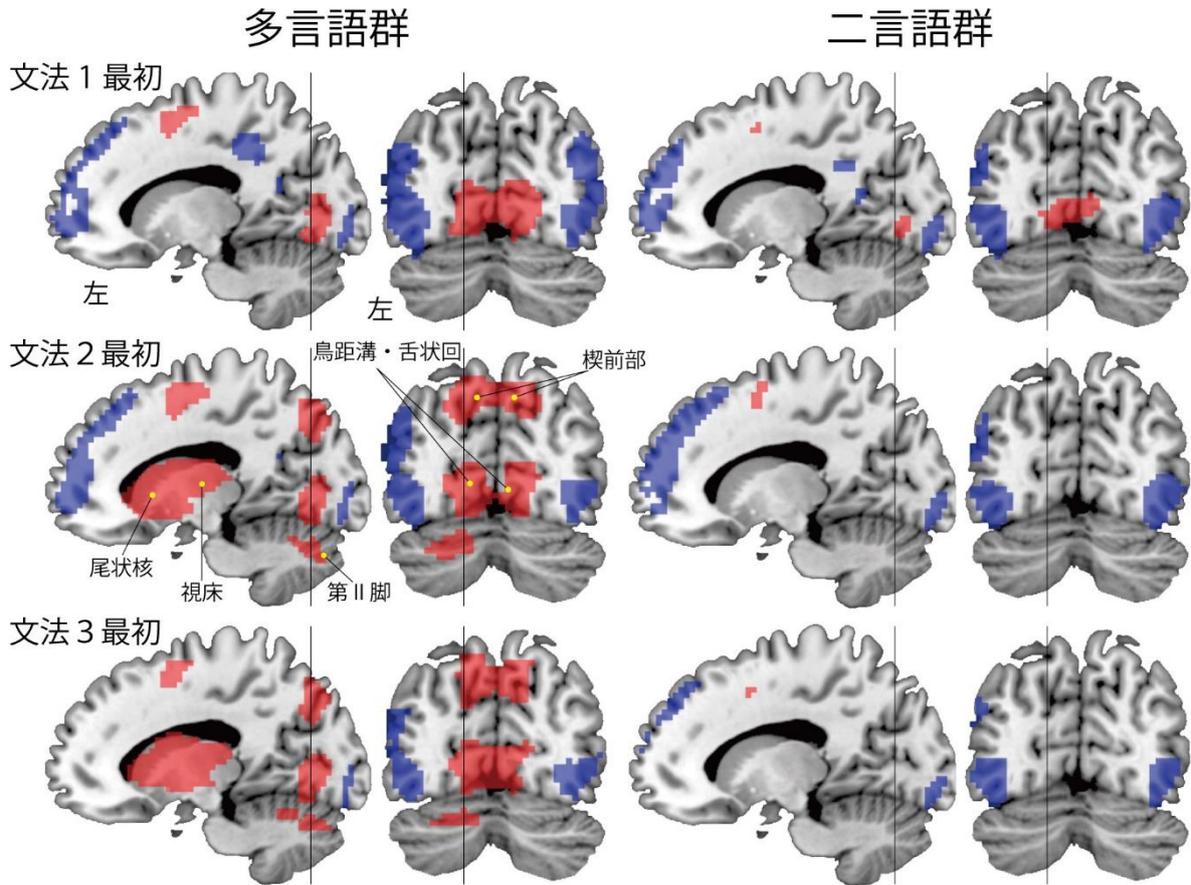


図4 多言語群で選択的に増加した脳活動

各文法条件の最初のブロック中に対して、文と単語リストの比較結果（赤：文>単語リスト、青：単語リスト>文）を示しました。各群で、矢状断面を左に、前額断面を右に示します（垂直線は互いに他方の断面位置）。矢状断面で見ると、視覚野（鳥距溝・舌状回）の活動領域は、赤の方が青より前に位置しており、より周辺の視野に対応することが分かります。

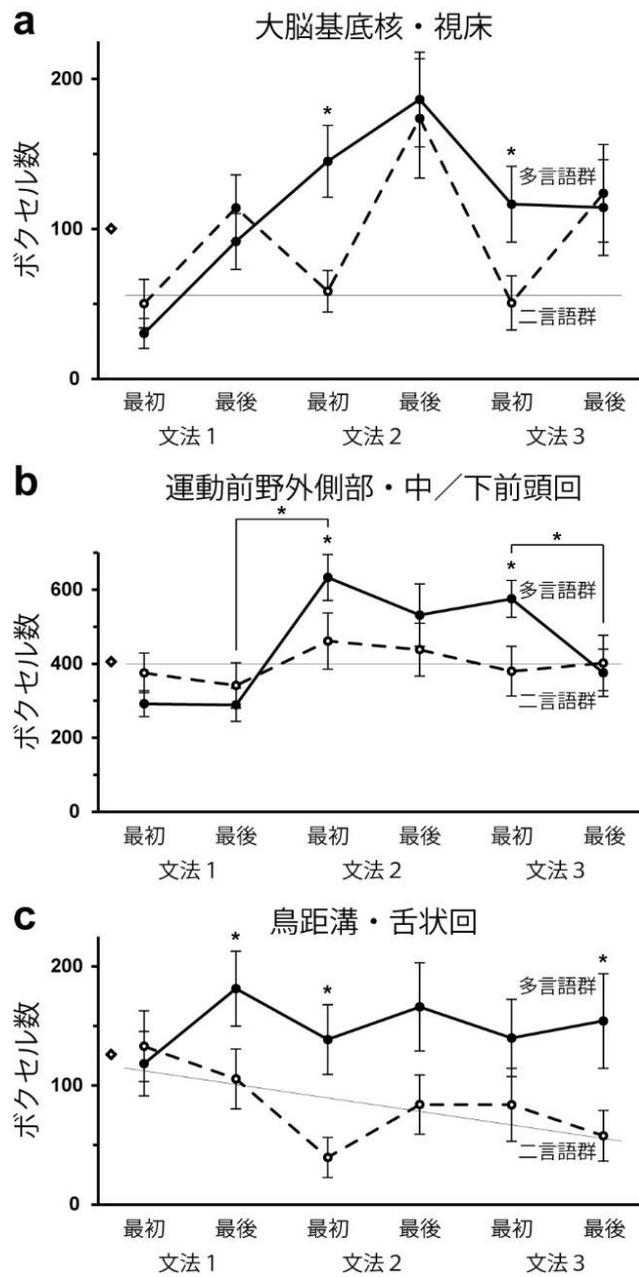


図5 時間的な活動パターンが示す群間差

図3と図4に示した脳領域において、単語リストよりも文に選択的な活動を示すボクセル数（画像上の体積）を示しました。多言語群のデータを実線で、二元語群のデータを破線で結んであります。図中の細い直線は、二言語群のデータの一部（○）に当てはめたものです。縦軸上の印（◇）は各領域の10%に相当するボクセル数で、各図の縮尺の基準です。

(a) 大脳基底核・視床の活動パターン。\*は各ブロックにおける有意な群間差を表します。

(b) 文法関連領域である前頭葉の活動パターン。多言語群において、隣り合うデータの有意差も合わせて示しました。

(c) 視覚野の活動パターン。二言語群では脳活動の減少傾向が見られます。

