

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：32622

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24720190

研究課題名(和文) 文法機能・意味役割・格助詞の脳内情報処理を基盤とした基本語順の認識機構の解明

研究課題名(英文) Recognition mechanisms for basic word order based on the neural processing of grammatical function, thematic role, and case particle

研究代表者

金野 竜太 (Kinno, Ryuta)

昭和大学・医学部・講師

研究者番号：70439397

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,200,000円、(間接経費) 360,000円

研究成果の概要(和文)：心理言語学において、文法機能が基本語順の決定に最も重要な情報であることが知られている。文法機能に基づき文構造を解析する処理を統語処理と呼ぶ。本研究では基本語順の認識機構の解明に迫るため、統語処理に關与する脳内ネットワークの同定を目標とした。健常者と左前頭葉の神経膠腫患者を対象にしたfMRI研究により、統語処理には両側大脳半球は小脳を含む3つの脳内ネットワークが關与していることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：It is well known that grammatical function is most important information for the determination of the basic word order. Syntactic processing is the analysis of the sentence structure based on the grammatical function. The purpose of the present study was to clarify the recognition mechanisms for basic word order. For this purpose, we aimed to identify the syntax-related networks. Using functional MRI for healthy participants and patients with a left frontal glioma, we identified three syntax-related networks including bilateral hemisphere and cerebellum.

研究分野：言語学

科研費の分科・細目：言語の生物学的基盤

キーワード：統語処理 脳内ネットワーク かき混ぜ文 基本語順

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 文は単語の配列によって構成される。単語の配列には基本となる構造があり、それを基本語順と呼ぶ。文処理において、「人間は文を処理するとき、基本語順に準拠する」と考えられている。

太郎が次郎を押す  
次郎を太郎が押す

は主語・目的語・動詞 (SOV) 文、は OSV 文である。日本語では、を基本語順文、をかき混ぜ文と呼ぶ。心理言語学の研究では、「よりの方が処理時間が長い」というスクランブル効果が観察された。この知見は、「語順が自由な日本語においても基本語順に準拠して文処理を行う」ことを示す。したがって、文処理過程において、人間の脳が基本語順をどのように認識しているのか、その認識機構を解明することは、神経言語学において重要な課題である。

(2) 語順に関する情報のうち、基本語順を決める可能性のある情報は3つある。

1. 「主語が先行する」(文法機能)
2. 「動作主が先行する」(意味役割)
3. 「主格が先行する」(格助詞)

心理言語学の研究では、文法機能が基本語順の決定に最も重要な情報であることが示された。すなわち、人間の脳は文法機能に基づき、基本語順を認識している可能性が示唆される。文法機能に基づき文構造を解析する処理を統語処理と呼ぶ。したがって、統語処理の脳内メカニズムを明らかにすることにより、基本語順の認識機構が明らかとなる可能性が推定される。先行研究により、統語処理に左前頭葉が関与することが報告されている。しかし、統語処理の脳内メカニズムの全容は解明されていない。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、人間の脳が文法機能に基づき、基本語順をどのように認識しているのか、その認識機構を解明することである。そのため、神経膠腫を対象とした機能的磁気共鳴映像法 (functional MRI: fMRI) などの神経画像技術を使用して、統語処理に関与する脳内ネットワークの全容を可視化することを目指した。

### 3. 研究の方法

(1) 左前頭葉の脳腫瘍患者21名と健常者のべ49名に日本語の文法能力をテストした。これまでの研究で、統語処理に関与すると考えられている、左運動前野側部と左下前頭回弁蓋部/三角部のいずれかに腫瘍があるかどうかでグループ分けした。

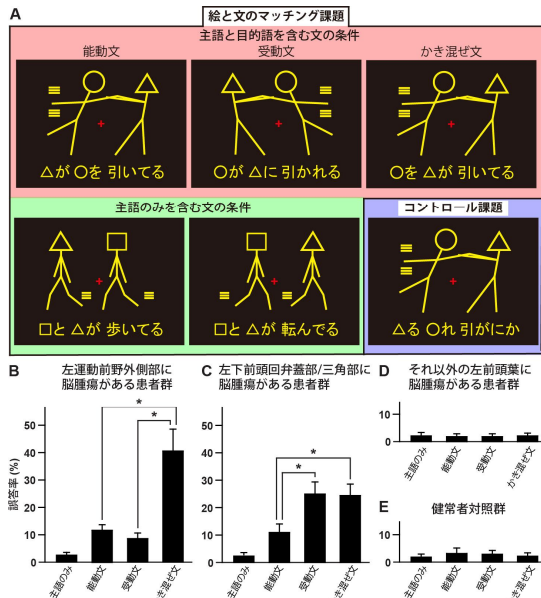
左運動前野側部に脳腫瘍がある患者群：7名

左下前頭回弁蓋部/三角部に脳腫瘍がある患者群：7名

左運動前野側部と左下前頭回弁蓋部/三角部以外の左前頭葉に脳腫瘍がある患者群：7名

健常者対照群：行動実験28名、fMRI実験21名

文法能力テストは、絵と日本語の文を同時に見ながら内容が合っているか否かを答える「絵と文のマッチング課題」を用いた。



課題では、「主語と目的語を含む文」と「主語のみを含む文」の2条件をテストした。主語と目的語を含む文の条件では、能動文・受動文・かき混ぜ文をランダムに提示した。これらの文が分かるためには、主語と目的語の関係(どちらが動作を行い、どちらが動作を受けるのか)を理解する文法能力が必要である。一方、主語のみを含む文では、2つの名詞の間関係を理解する文法能力が必要でないため、両条件にかかわる脳活動の比較によって、統語処理に関連する領域が同定できると予想した。

(2) 様々な脳損傷例を対象に文法課題を施行した。各情報の scrambling を含む文に対して、理解障害を有するかどうかを評価した。他の神経学的所見とともに、症例報告をした。

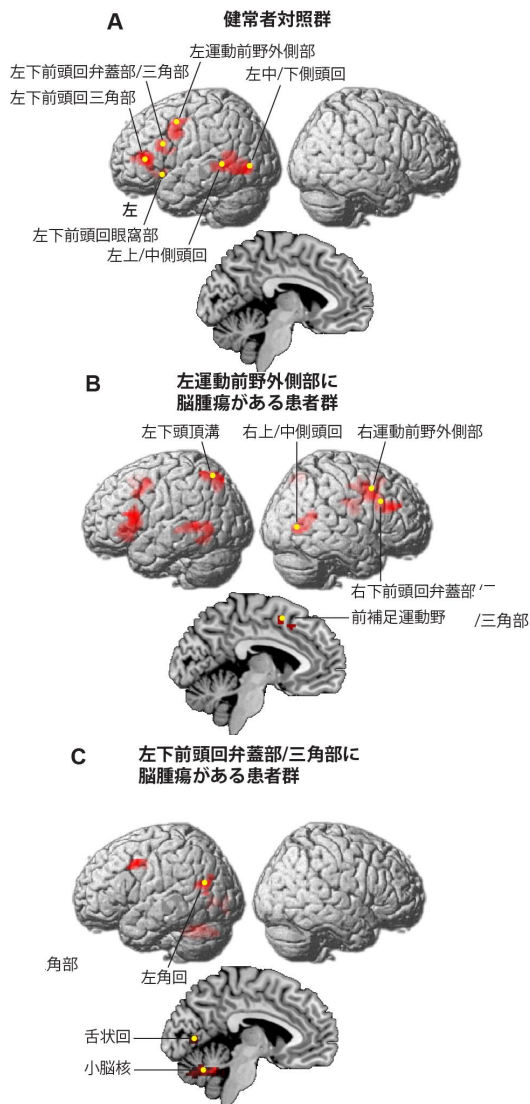
### 4. 研究成果

(1) 課題に対する「誤答率」を調べたところ、上記の患者群とでは、主語と目的語を含む文の3条件全てにおいて、健常者対照群よりも課題の誤りが顕著であった。さらに患者群は、かき混ぜ文で特に高い誤答率を示した。そして、患者群は、受動文とかき混ぜ文で特に高い誤答率を示した。なお、患者群は、健常者と同等であった。以上より、

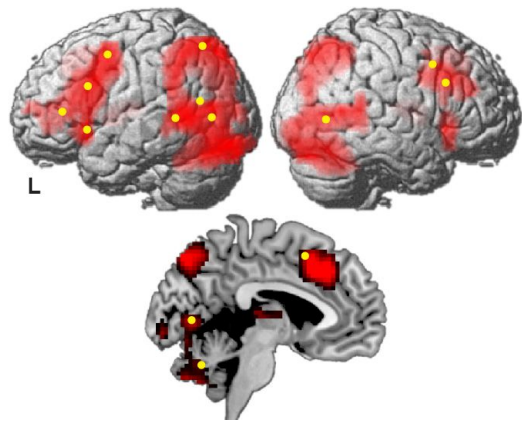
左運動前野外側部と左下前頭回弁蓋部/三角部のどちらに脳腫瘍があるかで、異なるタイプの文法障害が生ずることが分かった。

(2) これらの課題を行っている時の脳活動を fMRI で計測した。「主語と目的語を含む文」に対し「主語のみを含む文」の脳活動を比較し、これ比較により、統語処理時に脳活動が上昇する脳領域を同定した。

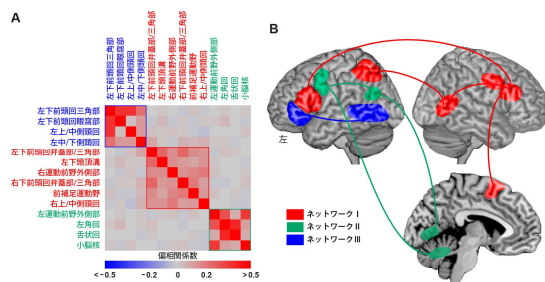
健常者対照群では、課題が正解だった時のみ、左前頭葉と左側頭葉に脳活動の上昇が見られた。一方、患者群では、課題が正解だった時のみ、左脳と右脳の広い領域で脳活動が上昇した。患者群では、課題が正解だった時と不正解だった時の両方で、左運動前野外側部、左角回、舌状回、小脳核に脳活動の上昇が観察された一方、左下前頭回の腹側部と左側頭葉の活動は抑えられた。なお、患者群の脳活動は健常者対照群と同様であった。



(3) 図に示したこれら14の脳領域は、文法能力テストの課題条件および患者群によって活動が変化したことから、全て文法処理に関連すると考えられる。そこで、「主語と目的語を含む文」と「主語のみを含む文」の2条件を合わせた「絵と文のマッチング課題」に対し、同一の絵と文字を用いてはいますが日本語として意味をなさない文字列を提示した「コントロール課題」を対比させて比較条件を緩めたところ、健常者対照群でも14の領域全てで活動が上昇した。以上の文法能力テストと機能的MRI計測の結果より、明確な文法障害と対応して、脳腫瘍の場所によって全く異なる脳活動が生じることが明らかになりました。また、従来の研究だけでは機能が特定できなかった領域が、健常者と患者群の脳活動をさまざまな条件で比較することにより多数見いだされた。

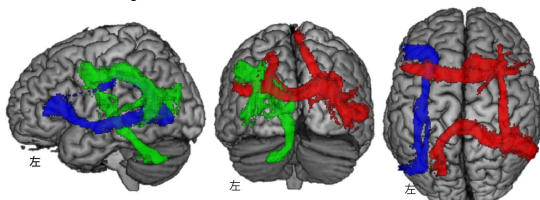


(4) これら14の領域が脳においてどのようなネットワークを形成しているかを解明するため、2領域ごとにペアを作って、コントロール課題遂行時も含めた脳活動の相関を健常者について調べた。その結果、14の領域が明確に3つのグループに分けられることが明らかとなった。



ネットワークは、「主語と目的語を含む文」条件のみに対し「コントロール課題」を比較した時(「主語と目的語を含む文」と「主語のみを含む文」の対比よりも緩いが、「絵と文のマッチング課題」と「コントロール課題」の対比よりも厳しい比較)に健常者で活動が上昇する領域にすべて含まれることから、文法とそれを支える機能を持つと考えられる。またネットワークは、視覚入力を

中継する舌状回や、単語中枢である左角回に加えて、運動出力に関する小脳核を含むことから、文法処理に対する入出力として機能すると考えられる。ネットワークは、読解中枢である左下前頭回眼窩部に加えて、音韻や意味処理に関わる左上/中側頭回を含むことから、文法と意味処理に関する整理できた。



(5) 上述の神経回路について、各ネットワーク内の神経線維による解剖学的結合を調べた。健常者でMRIによる拡散テンソル画像法を用いた解析の結果、各ネットワークの脳領域間は確かに神経線維の束で結合し合っていることが明らかとなった。

以上の結果をまとめると、基本語順の認識機構として3つの脳内ネットワークが関与しており、このネットワークを基礎として、文法機能処理、入力系、文法機能と意味処理をつなぐ三つの機能の相互作用により文法処理を行っていることが明らかとなった。

(6) 脳梁病変例、認知症例、白質の微小出血例において様々な機能評価を行った。見当識障害や注意障害などの高次脳機能障害を認めたものの、明らかな文法機能処理を呈する症例は見いだせなかった。

#### 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10件)

Ryuta Kinno, Shinri Ohta, Yoshihiro Muragaki, Takashi Maruyama, Kuniyoshi L. Sakai, Differential reorganization of three syntax-related networks induced by a left frontal glioma, *Brain*, 査読有, 137, 2014, 1193-1212, DOI:10.1093/brain/awu013

Ryuta Kinno, Yoshitaka Kii, Masanobu Uchiyama, Yoshiyuki Owan, Takahiro Yamazaki, Toshiya Fukui, 5-Fluorouracil Induced leukoencephalopathy with Acute Stroke-Like Presentation Fulfilling Criteria for rt-PA Therapy, *Journal of Stroke and Cerebrovascular Disease*, 査読有, 23, 2014, 387-389, DOI:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2013.01.014

金野 竜太, 酒井 邦嘉, 言語のモジュール仮説, 総合リハビリテーション, 査読無, 42, 2014, 27-33

金野 竜太, 統語処理の障害-文法中枢. 高次脳機能障害学会, 査読無, 33, 2013, 205-211

Ryuta Kinno, Takahiro Yamazaki, Yoshiyuki Owan, Masanobu Uchiyama, Yoshitaka Kii, Toshiya Fukui, Freezing of gait caused by infarction in the unilateral genu of the corpus callosum, *Neurology and Clinical Neuroscience*, 査読有, 1, 2013, 116-118, DOI:10.1111/j.2049-4173.2013.00028.x

Toshiya Fukui, Yoshiyuki Owan, Takahiro Yamazaki, Ryuta Kinno, Prevalence and Clinical Implication of Microbleeds in Dementia with Lewy Bodies in Comparison with Microbleeds in Alzheimer's Disease, *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders EXTRA*, 査読有, 3, 2013, 148-160, DOI:10.1159/000351423

Ryuta Kinno, Masahiro Yamamoto, Takahiro Yamazaki, Yoshiyuki Ohwan, Toshiya Fukui, Eriko Kinugasa, Cerebral microhemorrhage in Marchiafava-Bignami disease detected by susceptibility-weighted imaging, *Neurological Sciences*, 査読有, 34, 2013, 545-548, DOI:10.1007/s10072-012-1147-1

Ryuta Kinno, Takahiro Yamazaki, Masahiro Yamamoto, Yukitoshi Takahashi, Toshiya Fukui, Eriko Kinugasa, Cerebellar symptoms in a case of acute limbic encephalitis associated with autoantibodies to glutamate receptor 2 and 2, *Clinical neurology and neurosurgery*, 査読有, 115, 2013, 481-483, DOI:10.1016/j.clineuro.2012.06.011

山崎貴博, 金野 竜太, 大湾 喜行, 山本真寛, 伊藤 英利, 福井 俊哉, 衣笠 えり子, 抗 NMDA 受容体脳炎に対し血漿交換療法が有効であった1例, *日本アフェレス学会雑誌*, 査読無, 31, 2012, 247-250

Hiroo Ichikawa, Ayako Kuriki, Ryuta Kinno, Hirotaka Katoh, Masanori Mukai,

Mitsuru Kawamura , Occurrence and clinicotopographical correlates of brainstem infarction in patients with diabetes mellitus , Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases , 査読有 , 21 , 2012 , 890-897 , DOI:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2011.05.017

[学会発表](計 13 件)

福井 俊哉, 沖田 久美子, 内山 正信, 笠井 英世, 金野 竜太, 谷口 美也子, 浦上 克哉, 進行性失語の原因疾患と治療の可能性: 脳脊髄液バイオマーカーの観点から, 第 32 回日本認知症学会学術集会, 2013.11.8, 長野

金野 竜太, Marchiafava-Bignami 病における認知障害と脳内微小出血の関連. 平成 25 年度アルコール・薬物依存関連学会合同学術総会・シンポジウム 1「アルコール関連脳神経障害と認知障害をめぐって」, 2013.10.3-4, 岡山

Toshiya Fukui , Kumiko Okita , Ryuta Kinno , Aphasic syndrome in dementia with Lewy bodies (DLB): is language impairment one of the features of DLB? XXIth World Congress of Neurology , 2013.9.21 , Vienna , Austria

福井 俊哉, 沖田 久美子, 内山 正信, 笠井 英世, 金野 竜太, 進行性失語に対するアルツハイマー病病理の関与: 脳脊髄液バイオマーカーからの考察, 第 37 回日本神経心理学学会総会, 2013.9.12, 北海道

金野 竜太, 山本 真寛, 笠井 英世, 内山 正信, 福井 俊哉, Marchiafava-Bignami 病における脳内微小出血と認知機能障害に関する検討. 第 18 回認知神経科学学会学術集会, 2013.7.27-28, 東京

Toshiya Fukui , Kumiko Okita , Ryuta Kinno , Takahiro Yamazaki , Yoshiyuki Owan , Language and speech impairment in clinically-diagnosed dementia with Lewy bodies (DLB): clinical features and possible pathophysiology , The Alzheimer ' s Association International Conference 2013 , 2013.7.17 , Boston , USA

金野 竜太, 言語の脳内ネットワークに関して, 第 41 回昭和大学神経研究会, 2013.7.5, 東京

Toshiya Fukui , Yoshiyuki Owan , Takahiro Yamazaki , Ryuta Kinno , Microbleeds in dementia with Lewy Bodies (DLB) And Alzheimer ' s disease (AD): Prevalence and Clinical Implications , The 6th International Society of Vascular, Cognitive and Behavioural Disorders Congress , 2013.6.25 , Toronto , Canada

Ryuta Kinno , Yoshihiro Muragaki , Takashi Maruyama , Shinri Ohta , Kuniyoshi L. Sakai , Differential agrammatic comprehension due to white matter damage in the dorsal and ventral pathways , The 36th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society , 2013.6.20 , Kyoto , Japan

金野 竜太, 村垣 善浩, 丸山 隆志, 太田 真理, 酒井 邦嘉, 統語処理障害の神経機構の解明: 脳機能イメージングによる言語ネットワークの可視化, 第 54 回日本神経学会学術大会, 2013.5.31, 東京

金野 竜太, 文法中枢, 第 36 回日本高次脳機能障害学会学術総会, 2012.11.22-23, 栃木

Ryuta Kinno , Yoshihiro Muragaki , Takashi Maruyama , Shinri Ohta , Kuniyoshi L. Sakai , Visualization of language-related networks by activations in patients with left frontal gliomas and by the diffusion-tensor imaging for normal controls , The 35th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society , 2012.9.18-21 , Nagoya , Japan

Toshiya Fukui , Takahiro Yamazaki , Ryuta Kinno , Unexpected side effects of memantine newly introduced to Japanese patients with Alzheimer's disease: Complying with renal function cutoffs may be the key to safer use , Alzheimer's Association International Conference 2012 , 2012.7.14-19 , Vancouver , Canada

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

金野 竜太 (KINNO, Ryuta)

昭和大学・医学部・講師

研究者番号: 70439397