

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12730

研究課題名(和文) 感覚間一致をとしてみた言語の進化的起源

研究課題名(英文) Evolutional origins of language explored through cross-modal correspondences

研究代表者

足立 幾磨 (Adachi, Ikuma)

京都大学・霊長類研究所・准教授

研究者番号：80543214

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：チンパンジーを主たる被験体にもちい、かれらがどのような感覚間一致をもつかを探索的に分析した。具体的には、明度と音の高低、色と時間、順序と空間、年齢と空間、時間と空間の間の感覚間一致の研究を推進してきた。これまでのところ、明度と音の高さ、順序と空間の間にはヒト同様の感覚間一致が生じている一方で、年齢と空間、色と時間の感覚間一致については感覚間一致が認められなかった。つまり、時間軸を伴う感覚間一致は、チンパンジーには共有されていない可能性が示唆される。時間軸の知覚およびそれに付随する感覚間一致は、ヒトが言語を獲得することにより時間概念を拡張・表象する中で、生まれてきた可能性が示唆される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1930年代以来、類人猿の言語訓練を皮切りに、数多くの実験が動物の言語に関連する能力を調べてきた。本研究では、新たにラベル生成・理解、概念メタファーの進化的基盤として感覚間一致に着目し、比較認知科学的なアプローチをおこなった。こうした、新たなアプローチを施すことにより、感覚間一致に関して、ヒトとチンパンジーをはじめとするその他の種の間の相違点をあきらかにすることで、ヒトの言語の進化的基盤に対し、新たな知見を提供でき、認知科学、進化心理学、比較認知科学の研究分野に大きなインパクトを与えると期待される。

研究成果の概要(英文)：I have explored cross-modal correspondences in chimpanzees. Specifically, in this project, I have explored crossmodal correspondences between "luminance and sound pitch", "color and time", "order and space", "age and space", and "time and space". So far, we have found that chimpanzees also experience correspondences between "luminance and sound pitch" and "order and space", we did not find any evidence that chimpanzees experience the others. This means, correspondences which include time component may not be perceived in chimpanzees and thus uniquely in human. We human may develop such correspondences after we acquire language, which allow us to mentally represent "time" more efficiently.

研究分野：比較認知科学

キーワード：感覚間一致 感覚統合 言語進化 比較認知科学

### 1. 研究開始当初の背景

言語の進化的基盤を探る試み：ヒトは複雑な社会の中で生活している。社会生活をスムーズに送るうえで、他者とコミュニケーションを取り、他者の状態に応じた行動の調整をおこなうことは不可欠である。こうしたヒトのコミュニケーションにおいて、言語は、社会的認知とともに重要な役割を果たしており、ヒトにとって最も重要な能力の一つといえる。それでは、いつ、どのように、ヒトは言語を獲得したのであろうか。ヒトの言語の進化的な起源を探る試みは、類人猿の言語訓練に始まり長い歴史をもつ。言語を下支えする認知基盤のうち、特に情報を体系的に分類する「概念形成能力」については多くの比較認知科学研究がおこなわれており、ヒト以外の動物(以下、動物)もまた高い概念形成能力を持つことが報告されてきた。言語にみられるヒトの特異性：一方、動物にとっては、「象徴性」や「代置性」をもつラベルの生成や理解が非常に難しいことが数多く報告されている。これは、眼前にあるものを「象徴」化し、時空間を超えて自由に持ち運ぶ(「代置性」)ことが動物には難しいことを意味している。メンタルタイムトラベルが動物では非常に限定的であることとも一致する。このようなラベルの獲得がヒトの表象操作の幅を広げ、言語獲得を加速させたと考えられている。また、もう一つのヒトの言語の特異性として考えられているのが、概念メタファーの存在である。これは、ある概念領域を別の概念領域を用いて理解する事を指し、例えば、物の価値や社会的な地位といった概念を、空間的な概念(高い・低い)を用いて表現することなどが含まれる。このようにある概念領域を別の概念領域になぞらえて理解、表現することでより処理効率の良い言語体系を構築していると考えられている。近年、こうしたラベル獲得や概念メタファーの進化的・発達の基盤のひとつの要因として注目を浴びているのが、感覚間一致(Crossmodal Correspondence)である。これは、異なる処理ドメインを持つ情報間(特に視聴覚感覚間)に類似性・一致性を知覚することをさしている。コミュニケーションのツールとして「ことば」が機能するためには、他者と共有される必要がある。音と視覚刺激の無限の組み合わせの中から、他者と共有されやすいラベルや概念メタファーを生み出すことは困難である。しかし、感覚間一致によって、ある情報間に結びつきやすさがあるとすればどうであろうか。組み合わせの幅が狭まることになり、それに基づき生成されたラベルや概念メタファーは、他者にとっても受け入れやすいものとなるであろう。感覚間一致の進化的基盤：ヒトはなぜ感覚間一致を獲得したのであろうか。これは、言語の進化的基盤を考えるうえで重要な問いである。これまでに、言語との共進化、文化との相互作用、脳の情報処理様式や発達の進化的な変化に由来する可能性、などが議論されているが、明確な答えは得られていない。進化的な基盤を探るうえで、特にヒトと動物の共通点・相違点を探る比較認知科学的なアプローチをおこなうことが重要である。ヒトの特徴は、他の動物種と比較することでより浮き彫りとなるからである。しかしながら、これまで感覚統合(視聴覚間のアモーダルな関係(Amodal Relationship)や恣意的関係(Arbitrary Relationship)の理解)については、申請者がおこなってきた研究をはじめとし動物を対象としたものも少なからずあるが、感覚間一致に関しては動物を対象にした研究は皆無であった。

### 2. 研究の目的

1930年代以来、類人猿の言語訓練を皮切りに、多くの研究が動物の言語に関連する能力を調べてきた。中でも概念形成にかかわる研究はひととき多くの研究がなされてきた。近年では、複の感相に属する情報を統合した感統合的概念の研究も進められている。本研究では、こうした流れと並行して、新たにラベル生成理解、概念メタファーの進化的基盤として感間一致に着目し、比較認知科学的なアプローチをおこなう。本研究の目的は特に下記の2点に集約される。まず、多な感間一致の比較研究をおこない、各感間一致が生じるメカニズム、その進化的な基盤を解き明かすこと、つづいて、複個体場面を設定し、感間一致の共有を促すことで、個体レベルの感間一致が強化調節されるのかを分析し、「共創的表象」の創発プロセスをあきらかにすること、である。

### 3. 研究の方法

本研究の目的は下記の2点に集約される。まず、多様な感覚間一致の比較研究をおこない、各感覚間一致が生じるメカニズム、その進化的な基盤を解き明かすこと、つづいて、複数個体場面を設定し、感覚間一致の共有を促すことで、個体レベルの感覚間一致が強化・調節されるのかを分析し、「共創的表象」の創発プロセスをあきらかにすること、である。具体的には本研究では、以下の二つの軸で研究をおこなう。1. 感覚間一致の進化的機序を探る比較認知科学：チンパンジーを主たる被験体にもちい、かれらがどのような感覚間一致をもつかを探索的に分析する。具体的には、空間や色と時間知覚の間の感覚間一致、音の高さと空間位置、音の大きさと視覚刺激の大きさ、ホワイトノイズとランダムドットステレオグラム、「プーバ」「キキ」といった音と視覚刺激の視覚刺激の形などを分析の対象とする。さらに、これらの研究をチンパンジー

以外の種にも随時展開をしていき、種比較の中でその進化的起源を探るとともに、各感覚間一致の生じるメカニズムの解明をめざす。こうした探索的な研究を通して、ヒトとチンパンジーおよびその他の種の感覚間一致について相違点を浮き彫りにし、言語進化の霊長類的基盤となった可能性のある感覚間一致と、ヒトが言語を獲得してから言語との相互作用の中で生まれてきた感覚間一致とを切り分ける。2. 「共創的表象」創発プロセスの探求：チンパンジーを対象種とし、個体レベルの感覚間一致の分析のみにとどまらず、複数個体が感覚間一致を共有する場面を設定することで、個体レベルの感覚間一致が強化・調節されるのかを分析する。具体的には、複数個体を同一実験室につれていき、感覚間一致の共有を促す場面を実験的に設定する。その後、改めて個体ごとに感覚間一致を分析し、共有場面設定前と比較することで、感覚間一致に基づく個体内反応バイアスが、強化・調節されたかを分析する。これにより、これまでヒト以外の動物で示されてきた感覚間一致と、ヒトの言語進化のシナリオをつなぐ研究を実施する。

#### 4. 研究成果

本研究では、ラベル生成・理解、概念メタファーの進化的基盤として感覚間一致に着目し、比較認知科学的なアプローチをおこなっている。目的は特に下記の2点に集約される。まず、多様な感覚間一致の比較研究をおこない、各感覚間一致が生じるメカニズム、その進化的な基盤を解き明かすこと、つづいて、複数個体場面を設定し、感覚間一致の共有を促すことで、個体レベルの感覚間一致が強化調節されるのかを分析し、「共創的表象」の創発プロセスをあきらかにすること、である。具体的には本研究では、以下の二つの軸で研究をおこなった。1. 感覚間一致の進化的機序を探る比較認知科学：チンパンジーを主たる被験体にもちい、かれらがどのような感覚間一致をもつかを探索的に分析する。具体的には、明度と音の高低、色と時間、順序と空間、年齢と空間、時間と空間の間の感覚間一致の研究を推進してきた。これまでのところ、明度と音の高さの間には人と同様の感覚間一致が生じている一方で、年齢と空間、色と時間、色と空間の感覚間一致については感覚間一致が認められなかった。このことから、時間軸を伴う感覚間一致は、チンパンジーには共有されていない可能性が示唆される結果を得た。つまり、時間軸の知覚およびそれに付随する感覚間一致は、ヒトが言語を獲得することにより時間概念を拡張・表象する中で、生まれてきた可能性が示唆される。このうち、年齢と空間情報の結果については、国際誌「Animal Cognition」に掲載された。

2. 「共創的表象」創発プロセスの探求：チンパンジーを対象種とし、個体レベルの感覚間一致の分析に加え、複数個体が感覚間一致を共有する場面を設定することで、個体レベルの感覚間一致が強化・調節されるのかを分析する。現在複数個体場面を実験的に設定する馴致をおこなっており、期間内には終了に至らなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Kawaguchi Yuri, Tomonaga Masaki, Adachi Ikuma	4. 巻 25
2. 論文標題 No evidence of spatial representation of age, but “own-age bias” like face processing found in chimpanzees	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Animal Cognition	6. 最初と最後の頁 415 ~ 424
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10071-021-01564-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Morita Takashi, Toyoda Aru, Aisu Seitaro, Kaneko Akihisa, Suda Hashimoto Naoko, Adachi Ikuma, Matsuda Ikki, Koda Hiroki	4. 巻 0
2. 論文標題 Nonparametric analysis of inter individual relations using an attention based neural network	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Methods in Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/2041-210X.13613	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Thibaud Gruber, Aurelien Frick, Satoshi Hirata, Ikuma Adachi & Dora Biro	4. 巻 9
2. 論文標題 Spontaneous categorization of tools based on observation in children and chimpanzees	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-019-54345-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Ikuma Adachi
2. 発表標題 “High” vs “Low Status”, “Top of the Heap”, “Bottom of the Barrel”
3. 学会等名 A symposium of CogSci 2021, the annual conference of the Cognitive Science Society, on Comparative Cognition; Animal Minds (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 CF Martin, I Adachi	4. 発行年 2020年
2. 出版社 University of Chicago Press	5. 総ページ数 688
3. 書名 Chapter 8 Automated Methods and the Technological Context of Chimpanzee Research in "Chimpanzees in Context (Edited by: Lydia M. Hopper and Stephen R. Ross)"	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------