

令和元年6月26日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00207

研究課題名(和文) 感覚間一致への比較認知科学的アプローチ

研究課題名(英文) Comparative cognitive approach to crossmodal 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) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：言語ラベルの進化的・発達の基盤の一つとして注目されている「感覚間一致」の進化的起源をあきらかにするため、チンパンジーを対象に実験をおこなった。具体的には、音の高さと明るさ、音の高さと空間的位置情報の間の感覚間一致を分析した。ヒトの音の高さと明るさの感覚間一致には、高い音の後には明るい色、低い音の後には暗い色に目が向きやすくなる注意バイアスと、中間的な色の見えが音によって変化する知覚バイアス、の二つが存在することがわかっている。本研究の結果、チンパンジーもこの二つのバイアスをもつこと、さらに、高い音が空間の高い位置に、低い音は空間の低い位置に被験体の注意を誘導することがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、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うことで、言語進化の研究に新たな道筋をつけた最先端研究といえる。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で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)：To better understand evolutionary origin of crossmodal correspondences, we examined if chimpanzees have such correspondences. Specifically we focus on crossmodal correspondence between sound pitch and brightness and one between sound pitch and spatial position. Previous studies have shown that we human have types of biases supporting crossmodal correspondences between sound pitch and brightness. One is called attention bias which guide participants attention to corresponding brightness upon hearing a sound. The other is called perceptual bias, which shift subjective experience of brightness toward the corresponding brightness upon hearing a sound. Our research showed that chimpanzees have both biases similar to human and also have correspondences between sound pitch and spatial position.

研究分野：比較認知科学

キーワード：感覚間一致 言語進化 空間表象 比較認知科学

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

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。

さらに近年では、複数感覚情報を統合した概念を動物も形成することが、申請者の研究によりあきらかになった。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。本研究では、この感覚間一致に焦点を当て、チンパンジーを対象に比較研究を行うことで、ヒトの言語の進化的基盤を探求した。

2. 研究の目的

近年、言語ラベルの獲得や、概念メタファーの進化的・発達の基盤の一つ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(特に視聴覚間)に類似性・一致性を知覚する現象をさしている。他者と共有されることで、ことばは初めてコミュニケーションツールとして機能する。それでは、視覚情報の無限の組み合わせから、どのような言語ラベルや概念メタファーを算出すれば、他者と共有されやすいであろうか。ここに感覚間一致が果たす役割があると考えられる。すなわち、ある特定の情報間に結びつきやすさを感じる基盤が存在すれば、音声ラベル候補の幅が縮まると考えられる。また、その感覚に従った言語ラベルや概念メタファーは他者にとって共感しやすいものとなると考えられる。

それでは、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な変化に由来する可能性などが議論されてきたが、明確な答えは得られていない。進化的な基盤を探求するうえで、特にヒトと動物の共通点・相違点を探る比較認知的科学的アプローチをおこなうことが重要だ。ヒトの特徴は、他の動物種との比較の中でより鮮明となるからである。しかしながら、これまで感覚統合(視聴覚間のアモダルな関係(Amodal Relationship)や恣意的関係(Arbitrary Relationship)の理解)については、代表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。そこで、申請者はチンパンジーを対象に感覚間一致の比較研究を立ち上げ推進してきた。チンパンジーはヒトに最も近縁な現生動物種であり、視覚・聴覚それぞれの処理様式が、非常にヒトと似通っていることが報告されている。そのため、ヒトと同様の刺激をもちいることで直接的に比較することが可能である。感覚間一致が言語による相互作用を必要とするかを調べる最初の対象種として最適であるといえる。

これまでの代表者の研究の成果として、チンパンジーも、音の高さと明るさの間の感覚間一致や、空間と社会的順序の間の感覚間一致、空間と学習した系列情報の間の感覚間一致、をもつことがわかった。これらの研究は、世界に先駆けて言語をもたない動物にもラベルや概念メタファーの基盤となるような感覚間一致が存在することを示した点において非常に需要であった。これは、少なくとも、この音の高さと明るさの間の感覚間一致、および、空間と社会的順位および系列情報の間の感覚間一致は、脳の情報処理様式や発達のな変化に由来する、という可能性を支持するものである。

しかしながら、これは感覚間一致のほんの一例でしかない。ヒトの持つ多様な感覚間一致に関する知見との間の溝はまだ深く、これらの現象をより広く深く分析していくことが求められる。すなわち、チンパンジーを対象に異なる多様な感覚間一致の比較研究をおこなうとともに、チンパンジー以外の動物種にも比較研究を展開していくなかで、各感覚間一致が生じるメカニズム、そしてその進化的な基盤を解き明かす必要がある。

3. 研究の方法

本研究では、チンパンジーを対象に彼らの感覚感覚間一致について分析をおこなった。彼らがどのような感覚間一致をもつのか、を探索的に分析していくとともに、その感覚間一致を生

む出すメカニズムにもアプローチすることで、感覚間一致の進化的基盤の解明を目指した。手続きには、詳細な分析が可能となるコンピューター課題をもちいた。

先行研究の中で、動物を対象に聴覚刺激と視覚刺激の間の感覚間一致を分析する手法を確立している。たとえば、音の高さと明るさの間の感覚間一致を調べる課題としては、見本あわせ課題を用い、刺激には白色/黒色の四角形を用いた。つまり、訓練課題は純粋な視覚性の弁別課題である。テストでは、それらの視覚刺激に 200 ミリ秒先行し、高・低どちらかの聴覚刺激を呈示した。感覚間一致にそぐう試行、そぐわない試行が同頻度で生起するため、聴覚刺激は正答の手掛かりとはならず、特定の視聴覚間の連合は獲得されない。にもかかわらず、チンパンジーの不一致条件時の正答率は、一致条件時に比して有意に低かった。

本研究においては、この手続きに倣い、まず視覚刺激をもちいた弁別課題を訓練する。学習成立後、テスト試行をある割合で統制試行に混ぜ実施する。テスト試行では、聴覚刺激を視覚刺激に先行して提示し、その先行した聴覚刺激が視覚刺激を用いた弁別課題にどのような影響を与えるかを分析した。ヒトの持つ感覚間一致や、音象徴での組み合わせにそぐう聴覚刺激が呈示された試行（一致条件）における弁別成績と、そぐわない聴覚刺激が呈示された試行（不一致条件）における弁別成績を比較することで、彼らが当該の感覚間一致を持つかを分析した。

4 . 研究成果

本研究では、言語ラベルの進化的・発達の基盤の一つの要因として近年注目を浴びている「感覚間一致」に注目し、その進化的起源をあきらかにするため、比較認知科学的研究を実施した。これまでに、チンパンジーを主たる対象として、以下の感覚間一致を分析してきた。すなわち、1) 社会的順位と空間の感覚間一致、2) 系列情報と空間の感覚間一致、3) 音の高さと明るさの感覚間一致である。ヒトを対象とした先行研究からは、ヒトの音の高さと明るさの感覚間一致には、高い音の後には明るい色、低い音の後には暗い色に目が向きやすくなる注意バイアスと、中間的な色の見えが音によって変化する知覚バイアス、という二つのメカニズムが存在することが示されてきている。

本研究では、この二つのバイアスの研究を実施した。また、加えて、音の高さと空間の位置の間の感覚間一致に研究を展開した。それらの結果、では、実験をおこなったすべての個体が、中間色の明るさ判断をする際に、高音を聞いた際には明るい色と判断すること、低音を聞いた際には暗い色と判断することがしめされた。この結果はチンパンジーも音の高さと明るさの間の感覚間一致をもつこと、さらに、そのメカニズムとして知覚バイアスがチンパンジーにも存在していることが示唆するものである。については、選択肢を上下に配置した見本あわせ課題を実施し、音刺激が成績に与える影響を分析した。その結果、高い音が事前提示された場合には、上下に並ぶ選択肢の上側が正解であるときに、低い音が事前提示された場合には、下側の選択肢が正解である場合に、反応時間が短くなることが分かった。これは、高い音は空間の高い位置に被験体の注意を誘導、低い音は空間の低い位置に注意を誘導することを示唆する結果であり、チンパンジーもまた、音の高さと空間的位置の間に感覚間一致を知覚していることが分かった。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

足立幾磨 (2016) チンパンジーのこころの左右、心理学ワールド, 73 , pp.23-24

Mendonça RS, Dahl CD, Carvalho S, Matsuzawa T, Adachi A (2018) Touch-screen-guided task reveals a prosocial choice tendency by chimpanzees (Pan troglodytes). PeerJ, 6, e5315.

足立幾磨 (2018) ちびっこチンパンジーと仲間たち(第 195 回) 霊長類学者, 宇宙と出会う . 科学 88:234-235

〔学会発表〕(計 10 件)

招待講演

Adachi, I. Primate Origins of Conceptual Metaphor. Joint meeting of the International Primatological Society and the American Society of Primatologists 2016/08/22, Chicago, USA

Adachi, I. Comparative approaches on crossmodal correspondences. The 31st International Congress of Psychology, 2016/07/27, Yokohama, JAPA

Adachi, I. Spontaneous Spatial Mapping of order in nonhuman primates The 31st International Congress of Psychology, Yokohama, JAPAN

足立幾磨 社会的認知の起源、日本心理学会、シンポジウム「社会性の起源と支援：比較認知科学、社会認知神経科学、発達心理学に基づく学際的アプローチ」、2017/09/22、久留米シティプラザ

Adachi, I. Pitch-Luminance Correspondences in Chimpanzees, International Symposium

for “ Potentials and Perspectives of Communication among Humans and Agents Including Robots and Animals ” , 2018/05/23, Kitakyusyu, Japan

ポスター

Adachi, I., Diamond, R., Hampton RR. (2016) Order representations shared cognitive resources with spatial working memory in apes, 第 76 回日本動物心理学会, 北海道大学、2016 年 11 月 25 日

Kawase, M., Adachi, I., Tanaka, A (2017) Multisensory Perception of Emotion for Human and Chimpanzee Expressions by Humans, AVSP2017 The 14th International Conference on Auditory-Visual Speech Processing. 2017/08/25-26, Stockholm, Sweden

足立幾磨 (2017) チンパンジーにおける聴覚-視覚間の感覚間一致、行動 2017、東京大学、2017 年 8 月 30 日 - 9 月 1 日

川瀬茉莉奈・足立幾磨・田中章浩 (2017) ヒトにおけるチンパンジーの感情に対する多感覚認知、行動 2017、東京大学、2017 年 8 月 30 日 - 9 月 1 日

足立幾磨・中宮賢樹・平田聡・田口真奈・川上文人・友永雅己・土井隆雄・松沢哲郎(2018) 重力環境がヒトの時間認知に与える影響 パラボリックフライトをもちいた微小重力環境実験、2018 年度日本心理学会、仙台、2018 年 9 月 25 - 27 日

〔図書〕(計 1 件)

Adachi I, Tomonaga M., (2017) Face Perception and Processing in Non-human Primates, APA Handbook of Comparative Psychology, pp141-162, APA

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等：<http://www.cicasp.pri.kyoto-u.ac.jp/people/ikuma-adachi>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。