

平成 30 年 5 月 11 日現在

機関番号：33107

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16012

研究課題名(和文) 大域的な視覚情報処理の進化と発達：比較認知発達科学からのアプローチ

研究課題名(英文) Evolution and development of global visual processing: a comparative and developmental approach.

研究代表者

伊村 知子 (Imura, Tomoko)

新潟国際情報大学・情報文化学部・准教授

研究者番号：00552423

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：大域的な視覚情報処理の能力が、どのようにしてヒトで特に進化してきたのかについて、比較認知科学の視点から検討した。近年、ヒトでは、複数の対象の色や大きさ、表情などの「平均」を瞬時に抽出するしくみが報告されてきた。しかしながら、ヒト以外の霊長類や鳥類では、大域的な処理よりも局所的な処理を優先する傾向が見られてきた。一方、本研究は、ヒトに最も近縁な動物であるチンパンジーも、複数の円の大きさの「平均」を知覚することを示した。ヒト以外の動物で初めて、視覚情報の統計的な性質を利用した大域的な視覚情報処理が存在することが明らかにされた。

研究成果の概要(英文)：We examined how the ability of global visual information processing has evolved, from the viewpoint of comparative cognitive science. Recent studies have reported that humans can extract "average" features such as color, size and expression from a group of objects and people. Nonhuman primates and birds tend to use local rather than global information processing. However, this study showed that chimpanzees, the closest species to humans, perceived the "average" size of multiple circles. This is the first time that nonhuman animals have been shown to use statistical properties of visual information in global visual processing.

研究分野：比較認知科学

キーワード：アンサンブル知覚 チンパンジー 比較認知科学

1. 研究開始当初の背景

ヒトやその他の動物の視覚認知システムは、複雑な自然環境に存在する様々な情報を探索し、その情報に基づき適切な行動をとるように進化してきた。その中でも、ヒトの脳は、膨大な視覚情報をコンパクトな視覚表象へと瞬時に統合することで、その目標を達成してきたといえる。

近年の研究から、ヒトでは、環境内の複数の対象の色や形、大きさ、群衆の表情などの特徴を対象ごとに一つずつ逐次的に解析するのではなく、画像の統計的な規則性を利用することにより、場面全体の特徴の「平均」を瞬時に抽出することが報告されてきた(アンサンブル知覚)。たとえば、スーパーマーケットに並んだリンゴのだいたいの大きさや、群衆の全体の雰囲気や、すばやく察することができることも、アンサンブル知覚の一例といえる。こうした知見は、視覚情報処理の過程において大域的な情報を圧縮するメカニズムが存在することを示唆している。

一方で、これまで、ヒト以外の霊長類や鳥類を対象とした視覚認知研究から、一部の大域的な視覚情報はヒトで特に発達していることが報告されてきた。たとえば、小さな部分の集まりから、全体の形態を知覚するといった場面で、ヒト以外の霊長類や鳥類では、全体の形態よりも小さな部分の形の方へと注意を向ける傾向があることが複数の研究確かめられている。しかしながら、大域的な視覚情報処理の中でも、アンサンブル知覚のような視覚情報の統計的な性質を利用した情報処理については、ヒト以外の動物では全く検討されていない。そこで、本研究では、アンサンブル知覚の進化的な起源を探るため、ヒトに最も近縁なチンパンジーを対象に複数の対象の大きさの「平均」の知覚について検討した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ヒトとチンパンジーの成体を対象に、複数の対象の大きさの「平均」に関する大域的情報処理の能力について検討することであった。大きさの「平均」を選択した理由として、他の属性に比べても最も検討が進んでいることが挙げられる。ヒトでは、4.5歳頃からすでに大きさの平均が知覚できるとの報告もある。4.5歳児では、全体の形態より部分の形への注意を向けがちな報告もあることから、これまでの大域的な情報処理とは異なるメカニズムである可能性も示唆される。このことから、チンパンジーも大きさの「平均」を知覚する可能性が考えられる。

3. 研究の方法

京都大学霊長類研究所のチンパンジー5個体と、成人18名を対象とした。

実験1では、モニタ画面上に1個の円(Single条件)、12個の等しい大きさの円

(a)



(b)

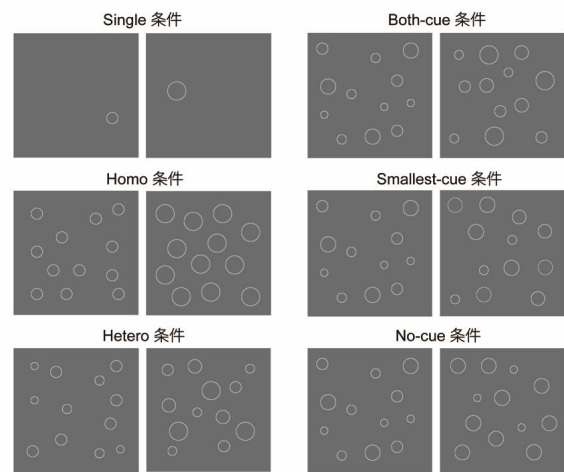


図1. (a) 異なる大きさの円が含まれた12個のセットのうち(Hetero条件)より大きい方を選択するチンパンジー。(b) Single条件(上)と、Homo条件(中)、Hetero条件(下)のサイズ差20%の刺激セットの例。(c) Both-cue条件(上)と、Smallest-cue条件(中)、No-cue条件(下)の20%差の刺激セットの例。

(Homo条件)4種類の異なる大きさの円を3個ずつ含む12個の円(Hetero条件)を左右に1秒間(ヒトでは0.5秒間)呈示し(図1a)、2つのセットのうち円の大きい方に触れると正解とした(図1b)。

2つのセットの円の直径の差は、チンパンジーでは20%,30%,40%,50%の4種類、ヒトでは5%,10%,15%,20%の4種類とした(チンパンジーでは1個の円を比較する条件に置ける正答率がヒトよりも低いため、円の直径の差をヒトよりも大きく設定した)。それぞれの条件、直径の差において、正答率を分析した。

なお、チンパンジーではテストに先立ち、Single条件でより大きい方の円を選択する訓練をおこなった後、Homo条件、Hetero条件で6個の円のセットを用いて、平均のより大きい方を選択することを訓練した。

もし、チンパンジーやヒトが複数の円の大きさの「平均」を手がかりに選択することが

できるならば、1個の円を比較する条件（Single条件）と12個の円を比較する条件（Homo条件とHetero条件）で正答率にほとんど差がないか、低くなることはないかと予想した。反対に、複数の円の大きさの「平均」を知覚することができなければ、Single条件よりもHomo条件、Hetero条件の順で、正答率が低くなると予想した。

その結果、ヒトもチンパンジーも、Single条件よりもHomo条件、Hetero条件で統計的に有意に高い正答率を示した（ヒト：Single条件：82%、Homo条件：85%、Hetero条件：86%；チンパンジー：Single条件：81%、Homo条件：89%、Hetero条件：93%）。

1個の円を比較する条件に比べ、12個の円を比較する条件の方が高い正答率を示したことから、ヒトもチンパンジーも複数の円の大きさの「平均」を知覚している可能性が示唆された。しかしながら、チンパンジーが「平均」以外の手がかりを用いて課題を遂行した可能性についても検討する必要がある。

実験2では、チンパンジーが「平均」ではなく、セットに含まれる一番大きな円（または一番小さな円）を手がかりに選択した可能性について検証するため、一番大きな円と一番小さな円の両方が手がかりとなるBoth-cue条件、一番小さな円のみが手がかりとなるSmallest-cue条件、そうした手がかりの利用できないNo-cue条件の3条件を設けた（図1c）。実験1と同様、京都大学霊長類研究所の5個体のチンパンジーを対象とした。

もし、チンパンジーがセットに含まれる最大の円または最小の円を手がかりにして判断しているのならば、No-cue条件では他の2つの条件に比べ正答率が低下することが予想された。その結果、チンパンジーの3条件の正答率に統計的に有意な差は認められなかった（Both-cue条件：75%、Smallest条件：70%、No-cue条件：64%）。この結果から、チンパンジーが個別の円の大きさを手がかりにして円の大きい方を選択していたわけではないことが示された。

4. 研究成果

これまで、ヒトとチンパンジーの大域的な情報処理の能力には相違点が報告されてきたが、以上の結果から、複数の対象から特徴の「平均」を抽出する能力については、チンパンジーにおいても共有されている可能性が示唆された。また、ヒト以外の動物において初めて、統計情報を利用した大域的な視覚情報の証拠が示された。

しかしながら、チンパンジーが大きさ以外の属性で平均を知覚できるかについては不明である。今後、大きさ以外の属性についても検討することにより、アンサンブル知覚に関わるメカニズムについても明らかにする必要がある。また、ヒトの幼児では、平均を抽出できる対象の数が成人に比べ少ない可

能性も示唆されているが、チンパンジーとヒトにおいても量的な差異がないかどうかについて、今後さらなる検討を進める必要がある。

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 2 件)

[1] Imura, T., Kawakami, F., Shirai, N., & Tomonaga, M. (2017). Perception of the average size of multiple objects in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284: 2017564, 1-7. Doi: 10.1098/rspb.2017.0564

[2] 伊村知子・友永雅己 (2017). チンパンジーは平均の大きさがわかるか? 科学, 87, 11, 1002-1003, 岩波書店.

〔学会発表〕(計 6 件)

[1] Imura, T., Kawakami, R., Shirai, N., & Tomonaga, M. (2015). Visual processing of average size by chimpanzees. 38th European Conference on Visual Perception, Liverpool, UK, Aug. 26, 2015.

[2] 伊村知子・川上文人・白井述・友永雅己 (2015) チンパンジーにおける大きさの平均の知覚, 日本基礎心理学会第 34 回大会 サテライトオーラルセッション, 大阪樟蔭女子大学, 2015 年 11 月 27 日.

[3] 伊村知子・川上文人・白井述・友永雅己 (2015) チンパンジーとヒトにおける平均サイズの知覚, 日本基礎心理学会第 34 回大会, 大阪樟蔭女子大学, 2015 年 11 月 28 日.

[4] Imura, T., Kawakami, F., Shirai, N., & Tomonaga, M. (2016). Ensemble perception of size in chimpanzees and humans. Vision Sciences Society 2016 Annual Meeting, St. Pete Beach, USA, May 14, 2016.

[5] 伊村知子. チンパンジーにおけるアンサンブル知覚. 比較認知科学の視点から. 日本心理学会第 81 回大会. 福岡県久留米市, 2017 年 9 月 20 日-22 日.

[6] 伊村知子. チンパンジーは全体の「平均」を知覚するのか? 第 1 回犬山鯨類鱗脚類行動シンポジウム (Inuyama CetaPin 1), 京都大学霊長類研究所, 2017 年 10 月 14 日.

〔その他〕

ホームページ等

http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2017/170823_1.html

京大と新潟国際情報大など、チンパンジーも複数の物体の大きさの「平均」を知覚することを発見

https://r.nikkei.com/article/DGXLRSP454927_U7A820C1000000/

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊村 知子 (IMURA, Tomoko)

新潟国際情報大学・情報文化学部・准教授

研究者番号：00552423

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

友永 雅己 (TOMONAGA, Masaki)

京都大学・霊長類研究所・教授

研究者番号：70237139

白井 述 (SHIRAI, Nobu)

新潟大学・人文学部・准教授

研究者番号：50554367