

令和 4 年 5 月 26 日現在

機関番号：32670

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03506

研究課題名(和文) 複雑な世界における概要認知のメカニズム：発達と進化的基盤

研究課題名(英文) Mechanisms of ensemble perception in a complex world: developmental and evolutionary foundations.

研究代表者

伊村 知子 (IMURA, Tomoko)

日本女子大学・人間社会学部・准教授

研究者番号：00552423

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：複数の人の表情から全体の雰囲気把握するなど、複数の対象から「概要」を瞬時に知覚する仕組みをアンサンブル知覚と呼ぶ。アンサンブル知覚の基盤となるメカニズムについて幼児やチンパンジーを対象に検討し、発達や進化の視点から議論した。

表情のアンサンブル知覚については、幼児では4,5歳頃から発達し始めるものの、成人に比べ全体を平均することが難しいことを示した。色のアンサンブル知覚については、幼児では、表情のアンサンブル知覚と同様、6歳から12歳にかけて発達の的に変化すること、チンパンジーとヒトで共通のメカニズムが存在する可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

私たちは、群衆の表情から全体の雰囲気を読み取ることができる。このように複数の物体の特徴の概要を瞬時に把握する仕組みをアンサンブル知覚という。本研究では、幼児やヒト以外の動物のアンサンブル知覚を調べることにより、この仕組みが発達や進化の過程でどのように生じたのかについて検討した。幼児では表情や色のアンサンブル知覚の証拠は得られたものの、成人に比べると正確でないこと、チンパンジーも大きさや色のような単純な特徴の概要を知覚することが示された。

研究成果の概要(英文)：The mechanism for perceiving the "summary" of multiple objects, such as grasping the overall atmosphere from the facial expressions of multiple people, is called ensemble perception. In this study, we examined the mechanism underlying ensemble perception in children and chimpanzees, and discussed from a developmental and evolutionary perspective. We found that the ensemble perception of facial expression began to develop in young children around the age of four or five, but it was more difficult for children to average overall than for adults. We have also shown that color ensemble perception changes developmentally in children from 6 to 12 years, similar to the ensemble perception of facial expression, and that there may be a common mechanism between chimpanzees and humans.

研究分野：実験心理学

キーワード：アンサンブル知覚 統計情報 発達 進化

1. 研究開始当初の背景

ヒトは、集団の人々の表情や視線から全体の「雰囲気」を把握することができる。表情や視線だけでなく、複数の対象の大きさや色、運動、位置などの全体的な特徴についても瞬時に把握することができる。このように情報の概要を知覚する仕組みは、時々刻々と変化する環境で起こるイベントを予測し、適切に行動する上で、重要だと考えられる。このように、複数の対象から統計情報(平均や分散など)を瞬時に抽出することを、アンサンプル知覚(ensemble perception)という。

ヒトを対象とした視覚認知研究から、物体の大きさや色のような比較的単純な特徴や、顔の表情のような比較的複雑な特徴において、アンサンプル知覚が生じることが示されている。しかしながら、これらのアンサンプル知覚が共通のメカニズムによるものかどうかについては、議論が分かれており(e.g., Haberman, Brady, & Alvarez, 2015)メカニズムの詳細については十分に解明されていない。

これまで、我々は、アンサンプル知覚のような統計情報を利用した高速な情報処理のメカニズムが、どのように生じたのかという問いに答えるため、ヒトとそれ以外の動物を比較する比較認知科学の視点から、アンサンプル知覚について検討してきた(Imura, et al., 2017)。その結果、ヒトに最も近縁な種であるチンパンジーも、複数の円の大きさの「平均」を知覚できることが示された。このことから、大きさのような比較的単純な特徴のアンサンプル知覚については、少なくともチンパンジーとヒトにおいて共通のメカニズムが存在することが示唆される。しかし、ヒト以外の動物が、大きさ以外の特徴の平均やその他の統計情報を利用できるかどうかについては明らかでない。また、アンサンプル知覚のメカニズムの発生過程から基盤となるメカニズムを検討するためには、系統発生だけでなく個体発生、すなわち、アンサンプル知覚の発達過程についても検討する必要がある。

2. 研究の目的

アンサンプル知覚のメカニズムについて、発達および進化の視点から明らかにすることを目的とする。そのため、成人と乳幼児、チンパンジーを対象に、単純な特徴から複雑な特徴までを含むアンサンプル知覚の能力について検討する。

3. 研究の方法

(1)表情のアンサンプル知覚

幼児における表情のアンサンプル知覚について、4,5歳児16名と大学生6名を対象に検討した。参加者はコンピュータ画面上の左右に、1枚ずつ(単独条件)あるいは4枚ずつ(アンサンプル条件、図1)表情画像が1秒間提示されるのを観察し、「どちらの方がより楽しそうか」について、画面に触れて答えた。単独条件、アンサンプル条件のそれぞれにおいて、表情画像が正立で提示される条件と、倒立で提示される条件の合計4条件を設けた。表情画像には、成人男性6名、成人女性6名の中性表情と喜び表情を0%から100%までの20%ごとの割合で合成したモーフィング画像を使用した(Ueda, et al., 2020)。アンサンプル条件では、喜びの表情の強度が異なる4枚の「平均」の表情を知覚した上で、より楽しそうな方を選択することが求められた。

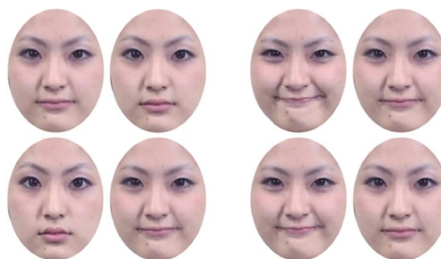


図1. アンサンプル条件の刺激配置例。

(2)色のアンサンプル知覚

幼児における色のアンサンプル知覚

6~9歳児41名と9~12歳児32名を対象とした。参加児は、タブレットの画面上に提示される4枚の画像の中から好きな配色のものを1つだけ選択した。画像は、WikiArt.orgより収集した、抽象画、人物画、静物画の3つのカテゴリにつき8枚ずつからなる24枚の絵画を用いた。画像の色相のみを0度(オリジナル画像)から90度、180度、270度回転させたものを作成した(Nasciment, et al., 2017; Nakauchi, et al., 2022)。

チンパンジーにおける色のアンサンプル知覚

京都大学のチンパンジー6個体を対象に調べた。参加個体は、コンピュータ画面上に提示される6枚の画像の中から、1つだけ「配色」の異なるものを探す視覚探索課題をおこなった(図2)。画像は、幼児の研究と同様、抽象画、人物画、静物画の3つのカテゴリにつき8枚ずつからなる24枚の絵画を用いた。画像の色相のみを0度(オリジナル画像)から90度、180度、270度回転させたものを作成した。視覚探索課題では、180度回転画像から0度(オリジナル)画像を探索する条件と、270度回転画像から90度回転画像を探索する条件を設けた。

4. 研究成果

(1) 表情のアンスンブル知覚

成人や幼児が表情のアンスンブルが知覚できるならば、表情が正立で提示される条件では、アンスンブル条件でも単独条件と同じくらいすばやく正確により楽しそうな方を選択できると予測した (Sweeny, et al., 2015)。また、表情が倒立で提示される条件では、正立提示よりも正答率が低下し反応時間が増加する (倒立効果) と予測した。

成人では、すべての条件間で差がなく、平均正答率がいずれも 90%以上であった。4,5 歳児では、成人と同様、正立の単独条件とアンスンブル条件、倒立の単独条件とアンスンブル条件の間に、正答率と反応時間の両指標で差が認められなかった。一方、正立-単独条件と正立-アンスンブル条件の正答率のみがチャンスレベルよりも高く、倒立効果が生じた。

以上の結果から、成人では天井効果によりアンスンブル知覚の証拠を得ることが困難であったものの、4,5 歳児では、正立の単独条件とアンスンブル条件の正答率や反応時間に差がなかったことは、表情のアンスンブルを知覚できた可能性を示すものである。4,5 歳児の正答率は成人と比べて全体的に低いことから、アンスンブルを知覚は発達とともに精緻化すると考えられる。本研究の結果とこれまでの知見から、4,5 歳頃から大きさや表情のアンスンブル知覚が出現することが示唆されたが (Sweeny, et al., 2015)、両者が共通のメカニズムに基づくものか否かについてはさらなる検討が必要である。

(2) 色のアンスンブル知覚

幼児における色のアンスンブル知覚

これまでのところ成人では、初見の絵画でも、オリジナルに近い配色が最も好まれ、絵画のカテゴリや文化によらず原画配色に対する選好が生じることが示されてきた。一方、本研究の結果、6~9 歳では原画配色への選好はまだ見られず、9~12 歳になると人物画や静物画でのみ原画配色への選好が生じることが示された。これらの結果は、色のアンスンブル知覚が、6 歳から 12 歳にかけて発達する可能性と、色のアンスンブルへの選好や選択バイアスが 6 歳から 12 歳にかけて発達の的に変化する可能性を示唆するものである。

チンパンジーにおける色のアンスンブル知覚

チンパンジーでは、原画に近い配色 (0 度) を探す条件と原画とは異なる配色 (90 度) を探す条件で、いずれがターゲットをすばやく正確に検出できるかを比較した。チンパンジーにも、成人のような原画配色に対する選好が見られるのであれば、他の配色に比べてより流暢に処理されると予測した。その結果、予測どおり、抽象画、人物画、静物画のすべてのカテゴリにおいて、原画に近い配色を探す条件の方が原画と異なる配色を探す条件に比べ、より正確に検出できることが示された。以上の結果は、チンパンジーが色のアンスンブルを知覚する可能性を示唆している。

以上の結果は、大きさや色のアンスンブルについては、ヒトとチンパンジーにおいて共通のメカニズムが存在する可能性を示唆するものである。



図 2. チンパンジーによる絵画配色の視覚探索課題。

< 引用文献 >

- Haberman, J., Brady, T. F., & Alvarez, G. A. (2015). Individual differences in ensemble perception reveal multiple, independent levels of ensemble representation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(2), 432.
- 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(1861), 20170564.
- Nascimento, S. M., Linhares, J. M., Montagner, C., João, C. A., Amano, K., Alfaro, C., & Bailão, A. (2017). The colors of paintings and viewers' preferences. *Vision research*, 130, 76-84.
- Nakauchi, S., Kondo, T., Kinzuka, Y., Taniyama, Y., Tamura, H., Higashi, H., Hine, K., Minami, T., Linhares, J., & Nascimento, S. (2022). Universality and superiority in preference for chromatic composition of art paintings. *Scientific reports*, 12(1), 1-12.
- Sweeny, T. D., Wurnitsch, N., Gopnik, A., & Whitney, D. (2015). Ensemble perception of size in 4-5 year old children. *Developmental science*, 18(4), 556-568.
- Ueda, Y., Nunoi, M., & Yoshikawa, S. (2020). Development and validation of the Kokoro Research Center (KRC) facial expression database. *Psychologia*, 61(4), 221-240. <https://doi.org/10.2117/psysoc.2019-A009>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計23件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 鈴木千春・白井述・佐々木恭志郎・山田祐樹・伊村知子
2. 発表標題 子どもにもトライフォビアは生起するのか？ 4～9歳児と成人を対象に
3. 学会等名 日本視覚学会2020年冬季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueda, Y., Huang, T.-R., Saito, S., & Yeh, S.-L.
2. 発表標題 Statistical learning, memory, and cognition: An approach from the Hebb repetition paradigm
3. 学会等名 The 5th NTU-Kyoto University International Symposium of Human Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上田祥行
2. 発表標題 逆相関法を用いた統計要約量の知覚機序解明の試み
3. 学会等名 日本基礎心理学会第38回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂田千文・上田祥行・森口佑介
2. 発表標題 共同行為と並行行為が学習に与える影響とその個人差
3. 学会等名 日本発達神経科学会第8回学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueda, Y., Huang, T.-R., Shen, Z., Yeh, S.-L., & Saito, S.
2. 発表標題 Sequential encoding in long-term memory improves visual short-term memory.
3. 学会等名 Psychonomic Society 's 60th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueda, Y., Huang, T.-R., Shen, Z., Sakata, C., Yeh, S.-L., & Saito, S.
2. 発表標題 Hebb repetition effect in visual memory
3. 学会等名 21st Conference of the European Society for Cognitive Psychology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂田千文・上田祥行・森口佑介
2. 発表標題 並行行為をする他者の注意が統計学習に与える影響
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊村知子
2. 発表標題 チンパンジーとヒトは世界をどう見るか
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Imura, T., Nakauchi, S., Shirai, N., & Tomonaga, M.
2. 発表標題 Visual Search for Chromatic Composition of Art Paintings by Chimpanzee.
3. 学会等名 42nd European Conference on Visual Perception (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sakata, C., Ueda, Y., & Moriguchi, Y.
2. 発表標題 Does attention spill over onto the co-actor's attentional objects during joint contextual cueing task?
3. 学会等名 The 8th bi-annual Joint Action Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueda, Y., & Saito, S.
2. 発表標題 The Hebb repetition effect in reproduction of rhythms
3. 学会等名 Working Memory Discussion Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上田祥行・黄從仁・申子欣・坂田千文・葉素玲・齊藤智
2. 発表標題 規則性の学習メカニズムにおける領域一般性の検討
3. 学会等名 日本認知心理学会第17回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Minemoto, K., Ueda Y., & Yoshikawa, S.
2. 発表標題 The Effect of the Ensemble Average of Facial Expressions on Subsequent Facial Expression Recognition
3. 学会等名 Vision Sciences Society 19th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Saito, S., Ueda, Y., Huang, T.-R., & Yeh, S.-L.
2. 発表標題 Statistical Learning for Working Memory Functioning
3. 学会等名 The 4th NTU-Kyoto University International Symposium of Cognitive Neuroscience: Understanding Self and Its Interaction with Social and Physical Environments
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊村知子・上田祥行・友永雅己・白井述
2. 発表標題 4,5歳児における表情のアンサンブル知覚
3. 学会等名 日本基礎心理学会第37回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 嶺本和沙・上田祥行・吉川左紀子
2. 発表標題 表情のアンサンブルの平均が後続の表情認知に与える影響 単独表情との比較
3. 学会等名 日本基礎心理学会第37回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ueda, Y
2. 発表標題 Distributed attention improves perception of facial expression ensembles
3. 学会等名 Psychonomic Society 's 59th Annual Meeting
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊村知子
2. 発表標題 絵画に対する色彩選好：比較認知発達からのアプローチ
3. 学会等名 第2回犬山鯨類鰭脚類行動研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 嶺本和沙・上田祥行・吉川左紀子
2. 発表標題 表情のアンサンブルが後続の表情認知に与える影響
3. 学会等名 日本心理学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上田祥行
2. 発表標題 注意の範囲が表情のアンサンブル知覚の精度に及ぼす影響
3. 学会等名 日本認知心理学会第16回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊村知子
2. 発表標題 チンパンジーにおける「平均」の知覚
3. 学会等名 玉川大学 脳科学研究所 社会神経科学共同研究拠点研究会「世界や社会と相互作用して生きるヒトや動物の視覚 - 生理学、心理物理学、計算論」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ueda, Y., Huang, T.-R., Yeh, S.-L., & Saito, S.
2. 発表標題 Sequential dependence of Hebb repetition learning in visual short-term memory.
3. 学会等名 The 9th European Working Memory Symposium
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Imura, T., Kondo, T., Shirai, N., & Nakauchi, S.
2. 発表標題 Chromatic preference of art paintings by 6-12-year-old children.
3. 学会等名 41st European Conference on Visual Perception
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔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
研究分担者	白井 述 (SHIRAI Nobu) (50554367)	新潟大学・人文社会科学系・研究教授 (13101)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	上田 祥行 (UEDA Yoshiyuki) (80582494)	京都大学・こころの未来研究センター・特定講師 (14301)	
研究分担者	友永 雅己 (TOMONAGA Masaki) (70237139)	京都大学・霊長類研究所・教授 (14301)	

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