

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25240020

研究課題名(和文) 認知的メタプロセスの進化と発達

研究課題名(英文) Evolution and development of cognitive meta-processes

研究代表者

藤田 和生 (Fujita, Kazuo)

京都大学・文学研究科・教授

研究者番号：80183101

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,600,000円

研究成果の概要(和文)：本課題は、意識や内省と呼ばれる、私的な心的情報にアクセスする心の機能(認知的メタプロセス)の進化と発達を、多様な動物や乳幼児を対象に分析するとともに、それが他者理解機能にもたらす意義を明らかにすることであった。主な成果として、イヌやネコはじめ多様な動物が、偶発的に憶えた記憶内容を後刻取り出して適応的に利用できるらしいこと、5-6歳児は、将来の自身の知識状態を推理して、必要な情報を事前に準備できること、ハトにもその能力は一部備わっていること、イヌは他者間のやり取りから第三者を評価すること、イヌは自身の行動経験を、他者の行動の意味や物体の性質の理解などに利用できることなどを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this project was to analyze evolution and development of cognitive metaprocesses -- active access to internal private mental events -- in various animals and human children, and to elucidate how this process helps understanding of others. Some of the major findings include: a) many nonhuman animals including dogs, cats, etc. are able to retrieve and adaptively use incidentally-encoded memory trace of a single previous episode. b) 5-6 year olds are able to prepare necessary information in predicting their own knowledge states in the future, and this ability is partly shared with pigeons. c) dogs evaluate people by observing their interactions from a third-party viewpoint. d) dogs are able to use their previous experience to understand meaning of others' behavior and function of objects.

研究分野：比較認知科学

キーワード：比較認知心理学 メタ認知 エピソード記憶 他者理解 進化 発達

1. 研究開始当初の背景

意識や内省と呼ばれる心の内部に対する再帰的で能動的なアクセス - 認知的メタプロセス - は、成人において最高度に発達した高次認知能力である。その進化と発達を明らかにすることは、ヒトという存在を理解する上で、極めて重要な作業である。

これまでに、霊長類を始めとする多様な分類群の動物が、記憶や自信や知識などに対するメタ認知をもつ可能性が示されている。鳥類では、エピソード記憶的な複合記憶の例証はあるものの、メタ認知については肯定的結果がなかったが、我々は前課題(基盤(S)20220004)において、ハトなどの鳥類からメタ認知の肯定的結果を複数得た。思いのほか多様な系統の動物種に、このプロセスが共有されている可能性がある。

これは認知的メタプロセスの高い適応的意義を示唆している。例えば以下の4点が考えられよう。a) 自己理解の拡張的投影により実現可能な他者理解への転用、b) 自身の知識の不備を補うなどの自身の認知的適応の高度化、c) 外界から離断された認知的世界の構築による思考の柔軟性の向上、d) 言語につながる複雑な入れ子の思考を可能にする再帰性の処理の実現。a) ~ d)の可能性を実証的に検討することは、ヒトの理解に極めて重要な意義を持つと思われる。

認知的メタプロセスの比較研究は、米国と欧州で活性化しているが、動物ではその存在の例証が重視され、上述の問題意識は希薄である。ヒトと動物を峻別する文化的背景も寄与しているだろう。その意味で、これはわが国においてこそおこなわれるべき課題である。ところが国内では、これに関する研究は、ほとんどおこなわれていない。

2. 研究の目的

本研究課題は、前課題を発展させ、(1)どのような認知的メタプロセスがどのような動物やどのような年齢の乳幼児に分有されているかの拡張的分析と、(2)上記 a) ~ d)の実証的検討による認知的メタプロセスの適応的意義の種比較・発達比較的分析、ならびに(3)それらの総合的考察、特に(1)と(2)の関連性の解析による認知的メタプロセスの発生過程の解明、を目的とした。

3. 研究の方法

認知的メタプロセスの多様な側面と、その利用と考えられる自己理解、自己適応の向上、他者理解に関する包括的検討を、広範な系統の動物と乳幼児を対象におこなった。具体的な実験に関しては、成果を見つつ、柔軟に調整をおこないながら実施した。

4. 研究成果

以下に主な研究成果を述べる

1) フサオマキザルのメタ記憶

フサオマキザルを対象に、記憶痕跡の強度

だけでなく、その内容の詳細をメタ認知できるかどうかを調べた。形と提示位置の複合刺激を用いた遅延見本合わせ中に、形あるいは位置の記憶に干渉する妨害刺激を挿入した。その後の形課題あるいは位置課題の選択とその正答率への効果を調べた。妨害された課題を回避する傾向は一部みられたが、選択した方の課題の正答率が、それを強制した場合よりも高くなることは見られなかった。フサオマキザルは記憶痕跡の詳細に関するメタ認知は持たないのかもしれない。さらなる検討が必要である(Takagi & Fujita, in prep).

2) ハトのメタ認知的情報希求

ハトに系列学習を訓練した。学習課題が常に同じ刺激である定常系列と、毎セッション変化する変動系列があった。これらの課題のいずれが走るかを、ハトはスタートキーの色から知ることができた。スタートキーをつついた直後にハトは、正解が教えられるヒント付き課題と、ヒントなし課題を選択することができた。するとハトは、変動系列の時によりヒント付き課題を選択することが多くなることがわかった。これは将来の認知的状態に対するメタ認知がハトにも可能であることを示唆する事実である(Iwasaki & Fujita, submitted).

3) 幼児のメタ認知的情報希求

5 - 6歳児に、シール探しゲームをさせた。一方の部屋ではシールが不透明なカップのうちの1つに隠された。他方の部屋では透明カップの1つに隠された。実験者がシールを隠している時の部屋の様子をモニターで見ることができるとを教えると、6歳児では不透明カップのある部屋をよく覗く行動が初期から見られた。6歳児は、将来自身が見舞われるであろう困難を予想して、あらかじめ準備的な情報希求をおこなえることがわかった(Iwasaki & Fujita, in prep).

4) 偶発的記憶の想起に関する比較研究

一度だけ訪れた食餌行動を後刻思い出して利用する能力を種比較した。4つの採餌場所の2箇所に食物を入れ、すべての場所を訪れさせて、2つの食物のうちで1箇所からのみ食べさせた。数分から30分までの遅延時間後、食物を全部取り去って、自由に探索させた。イヌでは餌を採らなかった場所を優先的に訪れることがわかっている。同様の傾向がネコ、ウマ、シリアンハムスターにも見られた。多くの動物にこうした偶発的記憶をエピソード的に思い出さず能力は備わっていることが示唆される(Betsuyaku, Tsuzuki, Takimoto, Takagi, & Fujita, in prep).

5) イヌにおける他者の信頼性の認識

イヌはヒトの指さしを読み取って、その先にある隠された餌を見つけることが得意である。この課題ができること確認した後、2試行だけ、イヌに餌のありかを明かした後に実験者があえてカラの方を指さすと、その後、その実験者の指さしには従わなくなることがわかった。実験者が変わると、イヌの行動

はもとどおりになった。つまりイヌはわずか2回の欺きの指さしから当該人物の信頼性を評価し、適切に行動を変えることがわかった (Takaoka, et al., 2015)。

6) イヌにおける第三者的人物評価

ヒトは自身の利害に直結しない第三者間のやり取りから人物を評価する。同様のことはイヌにもあるのだろうか。イヌに飼い主と演技者とのやり取りを観察させた。飼い主が隣に座る演技者に、容器のふた開けの援助を依頼した。演技者は容器を両手で支えて援助する場合と、そっぽを向いて拒否する場合があった。このやり取りの後、演技者と、反対側に座っていた中立の人物の2人が同時にイヌに餌を差し出した。するとイヌは演技者が援助を拒否したときには、その人物を避けて、中立の人物から餌を取ることが多かった。イヌも自身の利害に関係しない場面で、人物を感情的に評価することがわかった (Chijiwa, et al., 2015)

7) リスザルにおける第三者的人物評価

類似した第三者評価をリスザルで検討した。2人の人物が意味のない物体のやり取りをした。一方の人物Aは他方Bのリクエストに応じて手持ちの物体をすべて手渡した。次いでAはBに物体を要求した。Bは別にある自分の手持ちの物体をAにすべて手渡す場合と、手渡さない場合があった。その後この2人の人物が餌をサルに差し出したところ、お返しをしない人物を避け、お返しをする人物を好むことがわかった。善行をする人物が高評価を受けることが動物で初めて示されたが、これはその試行だけの短期的効果であると考えられ、人物評価とまでは言えないかもしれない (Anderson, et al., in press)

8) イヌにおける自己経験を利用した推論

見かけは同じだが重さの異なる2つのドアを用意し、その背後に餌を置いて演技者がドアを開けて見せた後に、イヌにドアを選択させた。この場面ではイヌの選択はでたらめであったが、あらかじめイヌに自分でドアを開ける経験をさせて、ドアには重いものと軽いものがあることを教えておくと、イヌは演技者の演技からいずれのドアが軽いかを推理して、そちらを選択することがわかった。自身の経験が投影的な他者理解を促進させたと見ることができるが、演技者の行動ではなく、ドアの動きそのものの理解を促進させたと見ることできる (Kuroshima, Nabeoka, & Fujita, in prep.)

以上のように、多くの動物がある程度内省的な心的機能を持ち、メタ認知やエピソード記憶を利用することができるとともに、実際にそれらを用いて情報を希求し、将来の適応を増進することが明らかになった。また多くの動物は優れた他者理解機能を持ち、それらは自身の利害に関連しない場面でも発揮される。さらに自己の経験を利用して、他者の行動あるいは環境に関する推論を促進させることもわかった。全体として、認知的メタ

プロセスの適応的機能が数多く例証されたということができ、プロジェクトのねらいは達成された。

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38件)

Hori, Y., Ozaki, T., Yamada, Y., Tozaki, T., Kim, H-S., Takimoto, A., Endo, M., Manabe, N., Inoue-Murayama, M., & Fujita, K. (2013). Breed differences in dopamine receptor D4 gene (DRD4) in horses. *Journal of Equine Science*, 24(3), 31-36. 査読あり

高岡祥子・森崎礼子・藤田和生 (2013). イヌ (*Canis familiaris*) におけるヒトの性別の感覚統合的概念. *動物心理学研究*, 63(2), 123-130. (doi: 10.2502/janip.63.2.2) 査読あり

Nakamura, N., Watanabe, S., & Fujita, K. (2014). A reversed Ebbinghaus-Titchener illusion in bantams (*Gallus gallus domesticus*). *Animal Cognition*, 17, 471-481. (DOI: 10.1007/s10071-013-0679-y) 査読あり

MacLean, E. L., Fujita, K., et al. (2014). The evolution of self-control. *Proceedings from the National Academy of Sciences, U.S.A.*, 111(20), E2140-E2148. (DOI: 10.1073/pnas.1323533111) 査読あり

堀裕亮・瀧本彩加・坪山佳織・杵掛展之・井上 村山美穂・藤田和生 (2014). 御崎馬におけるドーパミン受容体 D4 遺伝子の多型解析. *DNA 多型*, 22, 42-44. 査読あり

Otaki, S., Watanabe, S., & Fujita, K. (2014). Differential motion processing between species facing Ternus-Pikler display: non-retinotopic humans versus retinotopic pigeons. *Vision Research*, 103, 32-40. (doi: 10.1016/j.visres.2014.08.007) 査読あり

Cacchione, T., Indino, M., Fujita, K., Itakura, S., Matsuno, T., Shuwab, S., & Amici, F. (2014). Universal ontogeny: attentive tracking of objects and substances across languages and over development. *International Journal of Behavioral Development*, 38(6), 481-486. (DOI: 10.1177/0165025414544233) 査読あり

Takaoka, A., Maeda, T., Hori, Y., & Fujita, K. (2015). Do dogs follow behavioral cues from an unreliable human? *Animal Cognition*, 18, 475-483. (DOI: 10.1007/s10071-014-0816-2) 査読あり

あり
Chijiwa, H., Kuroshima, H., Hori, Y., Anderson, J. R., & Fujita, K. (2015). Dogs avoid people who behave negatively to their owner: third-party affective evaluation. *Animal Behaviour*, 106, 123-127. (DOI: 10.1016/j.anbehav.2015.05.018) 査読あり
Hiramatsu, C., & Fujita, K. (2015). Visual categorization of surface qualities of materials by capuchin monkeys and humans. *Vision Research*, 115, 71-82. (DOI: 10.1016/j.visres.2015.07.006) 査読あり
Takagi, S., Chijiwa, H., Arahori, M., Tsuzuki, M., Hyuga, A., & Fujita, K. (2015). Do cats (*Felis catus*) predict the presence of an invisible object from sound? *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 10, 407-412. (DOI: 10.1016/j.jveb.2015.06.002) 査読あり
Tonoike, A., Hori, Y., Inoue-Murayama, M., Konno, A., Fujita, K., Miyado, M., Fukami, M., Nagasawa, M., Mogi, K., & Kikusui, T. (2015). Copy number variations in the amylase gene (AMY2B) in Japanese native dog breeds. *Animal Genetics*, 46, 580-583. (doi: 10.1111/age.12344) 査読あり
Takahashi, M., Ueno, Y., & Fujita, K. (2015). Inference in a social context: A comparative study of capuchin monkeys (*Cebus apella*), tree shrews (*Tupaia belangeri*), hamsters (*Mesocricetus auratus*), and rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Comparative Psychology*, 129(4), 402-411. (doi: 10.1037/a0039732) 査読あり
永澤美保・外池亜紀子・菊水健史・藤田和生 (2015). ヒトに対するイヌの共感性 [Dogs' empathetic ability toward humans]. *心理学評論*, 58(3), 324-339.
Hori, Y., Tozaki, T., Nambo, Y., Sato, F., Ishimaru, M., Inoue-Murayama, M., & Fujita, K. (2016). Evidence for the effect of serotonin receptor 1A gene (HTR1A) polymorphism on tractability in Thoroughbred horses. *Animal Genetics*, 47, 62-67. (DOI: 10.1111/age.12384) 査読あり
Arahori, M., Hori, Y., Saito, A., Chijiwa, H., Takagi, S., Ito, Y., Watanabe, A., Inoue-Murayama, M., & Fujita, K. (2016). The oxytocin receptor gene (OXTR) polymorphism in cats (*Felis catus*) is associated with "Roughness" assessed by owners. *Journal*

of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research, 11, 109-112. (DOI: 10.1016/j.jveb.2015.07.039) 査読あり

Anderson, J. R., Bucher, B., Kuroshima, H., & Fujita, K. (2016). Evaluation of third-party reciprocity by squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*) and the question of mechanisms. *Animal Cognition*, in press. 査読あり

藤田和生 (2016). イヌはヒトの行動に何を見ているのか? *動物心理学研究*, 印刷中 (doi: 10.2502/janip.66.1.5) 査読あり

Anderson, J. R., Kuroshima, H., & Fujita, K. (2016). Observational learning in capuchin monkeys: a video deficit effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, in press. 査読あり

Takagi, S., Arahori, M., Chijiwa, H., Tsuzuki, M., Hataji, Y., & Fujita, K. (2016). There's no ball without noise: cats' prediction of an object from noise. *Animal Cognition*, in press. 査読あり

他

〔学会発表〕(計26件)

主発表分のみ記載する

藤田和生 フサオマキザルのメタ記憶 - 形と位置の複合見本合わせ課題による検討 - .日本動物心理学会第73回大会、2013年9月16日 筑波大学(口頭発表)

Nabeoka, Y., Kuroshima, H., & Fujita, K. Can dogs infer physical properties of the apparatus by socially-given clues? Oral Paper Presented The 4th Canine Science Forum. July 16, 2014. University of Lincoln, U.K.

Fujita, K., Nabeoka, Y., & Kuroshima, H. Inference in dogs of physical properties of the apparatus from socially-given clues. Oral Paper Presented at the 74th Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology. July 20, 2014, Inuyama International Sightseeing Center (Freude)

Fujita, K., Chijiwa, H., Kuroshima, H., Hori, Y., & Anderson, J. R.

Third-party affective evaluation of humans by house dogs. Oral Paper Presented at the Concurrent Session: "New directions in testing Animal Theory of Mind (Symposium)," The 11th International Ethological Conference 2015. August 13, 2015, Cairns Convention Center, Australia

藤田和生 他者に対するフサオマキザルの感受性 .シンポジウム「心の先端研究の

地平」話題提供、2013年7月6日(京都大学霊長類研究所)

Fujita, K. Dog cognition: a report from Kyoto. E-training Canine Ethology and Behavior Lecture Series. September 4th, 2013, 8:00-9:30pm US EST, September 5th, 2013, 9:00-10:30am JST (Internet Lecture)

藤田和生 感情の進化 - 新世界ザルの感情機能 . 第3回日本情動学会シンポジウム: 「感情を探る」話題提供、2013年12月7日(京都大学稲盛財団記念館3階大会議室)

藤田和生 動物たちの感情機能 . 兵庫教育大学教育実践学フォーラム2013「対人関係の科学 学校現場への示唆を求めて」2014年3月9日 大阪大学中之島センター

藤田和生 動物たちの感情を探る . 駿台予備校 京都大学教授 特別講演会 .2014年8月22日 . 駿台予備校 (東京)

Fujita, K. Empathy-related behaviors in monkeys and dogs. Neuroscience 2014 (The 37th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society) Symposium S3-B-3. September 13, 2014 Pacifico Yokohama

藤田和生 感情の進化 - サルとイヌに見られる感情機能 - 第7回全脳アーキテクチャ勉強会「感情」～我々の行動を支配する価値の理解にむけて～、2014年9月22日(月) グラントウキョウサウスタワー

藤田和生 幼児とハトのメタ認知的情報希求 . 認知発達理論分科会第45回例会、2014年12月6日(土) 愛知県立大学サテライトキャンパス(愛知県産業労働センター「ウインクあいち」15階)

Fujita, K. Understanding of human-derived information by dogs. Talk presented at the Symposium

“Comparative Cognition of Mammals.” The 75th Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology. September 10, 2015, Nihon Women's University.

藤田和生 比較メタ認知研究 - フサオマキザルとハトのメタ記憶 - .自然科学研究機構生理学研究所研究会「認知神経科学の先端 宣言的記憶の脳内メカニズム」講演 . 2015年11月14日@岡崎コンファレンスセンター

Fujita, K. Talk on cats and dogs: Comparative cognition in two of our best friends. Talk presented at The 5th International Symposium on Primatology and Wildlife Sciences, Special Session “New Horizon for Comparative Cognitive Science: From Single-Cellled Organisms to Humans.” March 6, 2016@Freude, Inuyama

〔図書〕(計 3件)

藤田和生 (編著) 日本動物心理学会(監修)(2015). 動物たちは何を考えている? - 動物心理学の挑戦 - . 技術評論社 知りたいサイエンスシリーズ, 303pp.

藤田和生 (2015). 誤解だらけの“イヌの気持ち” 財界展望新社, 187pp.

板倉昭二 (編著) (2014). 発達科学の最前線. ミネルヴァ書房, 228pp.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.psy.bun.kyoto-u.ac.jp/fujita/>

DVD教材

藤田和生 (指導)(2015)「動物の認知 - 適応の手段としての認知 -」(DVD教材) in 高野陽太郎監修(2015)「認知心理学」現代心理学シリーズ 第10巻 . サン・エデュケーションナル .

研究プレス紹介

20150221 BBC-Earthにて研究紹介
Takaoka, A., Maeda, T., Hori, Y., & Fujita, K. (2015). Do dogs follow behavioral cues from an unreliable human? Animal Cognition, 18, 475-483. (DOI: 10.1007/s10071-014-0816-2)

<http://www.bbc.com/earth/story/20150220-dogs-know-if-youre-untrustworthy>
20150611~0612 NHK ニュース、毎日テレビ、関西テレビにて「犬は飼い主に不親切な人が嫌い」等の題目で研究紹介、その他、朝日新聞6月12日 34面、京都新聞6月12日 24面、産経新聞6月12日 2面、日本経済新聞6月12日 38面、読売新聞6

月 12 日 36 面等で紹介

20150703 BBC-Earth にて研究紹介

Chijiwa, H., Kuroshima, H., Hori, Y.,
Anderson, J. R., & Fujita, K. (2015).

Dogs avoid people who behave negatively
to their owner: third-party affective
evaluation. *Animal Behaviour*, 106,
123-127. (DOI:

10.1016/j.anbehav.2015.05.018)

<http://www.bbc.com/earth/story/201507>

02-dogs-avoid-unhelpful-people

ほか

6 . 研究組織

(1)研究代表者

藤田 和生 (FUJITA, Kazuo)

京都大学・大学院文学研究科・教授

研究者番号： 8 0 1 8 3 1 0 1

(2)研究分担者

板倉 昭二 (ITAKURA, Shoji)

京都大学・大学院文学研究科・教授

研究者番号： 5 0 2 1 1 7 3 5

(3)連携研究者