

平成 21年 5月 29日現在

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2007～2008

課題番号：19683007

研究課題名(和文) ジュウシマツによる系列反応の構造化

研究課題名(英文) Organization of the sequential responses produced by Bengalese finches

研究代表者 山崎 由美子(YAMAZAKI YUMIKO)

独立行政法人理化学研究所・象徴概念発達研究チーム・客員研究員

研究者番号：20399447

研究成果の概要：構造化した歌を学習し産出することのできるジュウシマツに、3項目からなる系列反応を訓練し、その産出が、産出前に系列産出パターンを計画しておく“プランニング”、産出中の各反応を手がかりとした“連鎖化”のいずれにより制御されているか、3種類のテストにより評価した。その結果、雌雄とも、テスト時に与えられる手がかりに依存して、プランニング・連鎖化双方の傾向が得られたが、プランニングの傾向はオスにより強いことが示された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	5,100,000	1,530,000	6,630,000
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	6,600,000	1,980,000	8,580,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：実験系心理学，認知科学，系列反応，プランニング

1. 研究開始当初の背景

言語の重要な構成要素である単語や文は、要素を特定のルールで連ねたり並べ替えたりする能力を要する系列学習の産物として捉えることができる。このようにすると、ヒト以外の動物や、完全な言語能力を有さない乳幼児において、単語や文の獲得へと導いたである

う、言語の前適応能力を比較することが可能になる。任意の要素を特定の順序で並べた系列の学習に関しては、申請者が平成17-18年度に受けた科学研究費若手研究(B)「鳥類における系列反応の抽象構造解析と遂行時神経活動の測定」により、ジュウシマツが特定のルールを持った系列を学習可能であることが、

歌以外の行動指標を持って示された。そして、この系列学習は単なる丸覚えだけではなく、系列内の要素の深部構造の学習をも含むことが示唆された。この結果は、サルとワタボウシタマリンを用いた先行研究における、系列内の抽象的な構造を理解しなかったという報告 (Procyk et al. 2000; Fitch & Hauser 2004) と対照的である。また、学習された系列がどのように構造化されているかについてチンパンジーを用いて検討した実験では (Beran et al. 2004), チンパンジーは系列産出時に、全体の項目順序構造に基づいてではなく、隣り合う項目間の連鎖的条件づけ過程によって獲得されたと考えられる手がかりに基づいて反応していたことが示された。系列は項目間の連鎖条件づけにより獲得される過程を経るのはヒトもヒト以外の動物も同様であると考えられるが、ヒトはそれに加えて、系列の全体的構造という、上位の手がかりが獲得され、これに基づいて反応できると考えられている。チンパンジーの結果はヒトに比較可能なものではなかった。このことは、系列学習の実験的検証のための被験体として、チンパンジーや霊長類を用いるだけでは、把握しきれない部分や限界がありうることを示唆している。

ある特定の認知能力、とりわけ言語のようなヒトとヒト意外とを峻別するような能力を比較したい場合に必要となるのは、遺伝的近縁というよりも、生態学的近縁に基づいて被験体を選択することである (図1参照)。遺伝的近縁は生態学的近縁を必ずしも保証しない。そこで、ヒトと同じく、様々な項目からなる系列を産出する生態学的必要に迫られている種であるジュウシマツを用いるという論理が妥当性を持つ。

2. 研究の目的

言語の重要な構成要素である単語や文は、要素を特定のルールで連ねたり並べ替えたりする能力を要する系列学習の産物として捉えることができる。このようにすると、ヒト以外の動物や、完全な言語能力を有さない乳幼児において、単語や文の獲得へと導いたであろう、言語の前適応能力を比較することが可能になる。本研究では、ヒトと同じく、様々な項目からなる系列を産出する生態学的必要に

迫られている種であるジュウシマツを用い、系列産出時の系列構造化能力について検証することを目的とする。3項目からなる系列を獲得させ、その学習された系列が、隣り合う項目間の連鎖的条件づけ過程によって獲得、維持されているのか、あるいは、系列全体の順序構造に基づいているのかについて、Beran et al. (2004) がチンパンジーにおいて検討した手続きを用いて検証する。ジュウシマツは歌をうたうとき、プランニングによって系列反応としての歌を産出していると解釈できる結果がある。すなわち、ジュウシマツが歌を歌っているとき、妨害刺激を提示すると、妨害刺激を提示したその時点ではなく、項目の遷移確率の高いところで歌をうたうことをやめる傾向があるというデータがある。同じよ

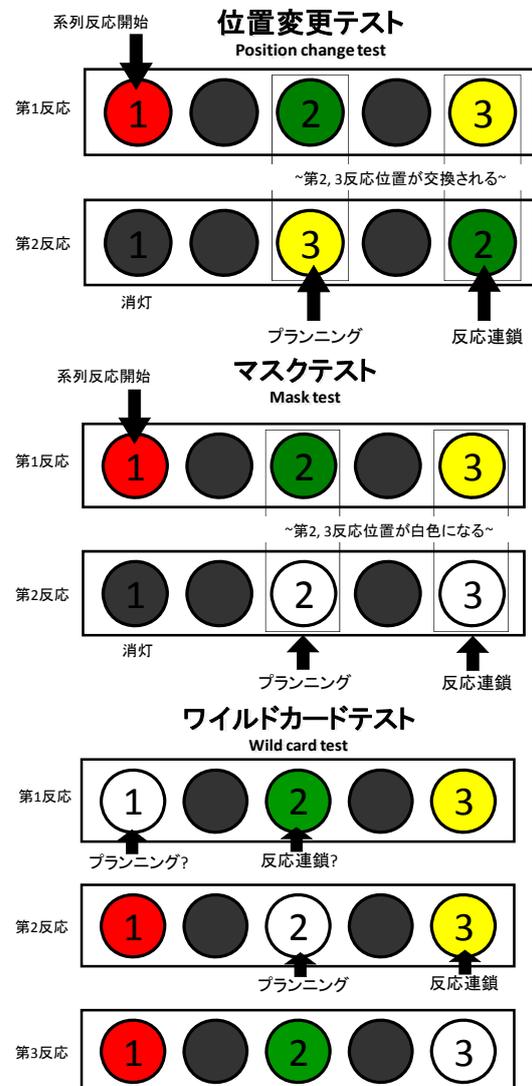


図1 位置変更テスト、マスクテスト、ワイルドカードテスト試行時の刺激提示と反応の関係。

うなことが歌以外の系列反応に対しても生じるとすれば、プランニングによる反応が示される可能性がある。

3. 研究の方法

学習した系列が、全体の系列構造を事前にプランニングして産出されるのか、あるいは、個々の項目間の連鎖化のつみかさねとして、継時的に産出されるのかを検討した。Beran et al. (2004)がチンパンジーに対して用いた手続きに準じ、ジュウシマツ用にアレンジした装置、刺激を用いた。系列反応はTerrace et al. (1986)などで用いられている同時連鎖パラダイムにより形成した。すなわち、同時に2つ、最終的には5つの刺激を提示し、正しい反応系列を順次形成した。5つの刺激に対する特定の順序の反応が獲得された後、「位置変更テスト」「マスクテスト」をそれぞれ行った(図1参照)。位置移動テストでは、第1反応自発後、第2、第3反応をすべき刺激の位置を交換し、第2反応がどちらの刺激に対してなされるかを評価した。もしも、被験体が系列産出前に全体の系列反応を「プランニング」したならば、刺激位置が変わったときに、はじめ提示されていた刺激の場所に対して反応する誤反応が増加すると考えられた。一方、各刺激に対する反応は次の反応に対してのみ制御力を持ちうる場合、すなわち、連鎖化により全体の系列が産出されていた場合、刺激位置の変化は影響を及ぼさず、正答率は変わらないと考えられた。マスクテストでは、試行のはじめに5つすべての刺激が提示され、第1反応がなされた後、他のすべての刺激が不透明な四角でマスクされ、見えなくされた。もしも、プランニングに基づく系列反応を産出しようとしていたならば、第1反応前に系列内各項目の刺激位置と順序とを合わせるができるため、マスキングは正答率にそれほど影響を与えないが、連鎖化による反応であった場合、次に反応すべき刺激が見えないために、マスキングはチャンスレベルまで正答率を下げると考えられる。Beran et al. (2004)のチンパンジー、アカゲザルを用いた実験では、両種とも、両テストにおいて、プランニングではなく、連鎖化による反応が示された。この実験を行うことにより、系列反

応がどのような反応ルールで産出されているのかを明確に分けることができる。

4. 研究成果

全ての個体で3項目系列が獲得され、獲得までに要したセッション数には、雌雄差は見られなかった。この後、獲得された系列が、個々の項目間の連鎖化のつみかさねとして獲得され、継時的に産出されるのか、あるいは、学習した系列の全体の構造を事前にプランニングして産出されるのかについて、3種のテスト、位置変更テスト、マスクテスト、ワイルドカードテスト、によって検討した。位置変更テストでは、第1反応完了後、第2、第3反応の刺激提示位置が交換され、マスクテストでは、第1反応完了後、第2、第3反応の刺激が消され、ワイルドカードテストでは、3つの刺激のうち、いずれか一つが未定義の色に変わって提示された。プランニングするならば、各種のテストで一貫して元の刺激提示位置に従った反応が示されるはずで、連鎖化ならば、各テストの結果は、変更された刺激に従うか、ランダムになるはずである。テストの結果は、位置変更テストでは雌雄とも移動後の場所に従った反応、マスクテストではプランニングによる反応が示唆された。ワイルドカードテストでは、オスはプランニング、メスはランダムな反応が示された(図2)。以上の結果から、条件によってはジュウシマツがヒトと同様に、前もって全体の系列反応場所をプランニングする傾向があることと、オスではその傾向がより強い可能性が示されたといえる。この結果は、ジュウシマツの歌に見られるように、この種が、歌以外の任意の系列反応についても、いくつかの要素を、チャンクのような機能的まとまりとして利用することができること、さらに、その能力には雌雄差があることを示唆している。このような能力が、オスの歌学習に用いられている神経ネットワークにより支えられているかどうか明らかにすることが、今後の課題である。

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)

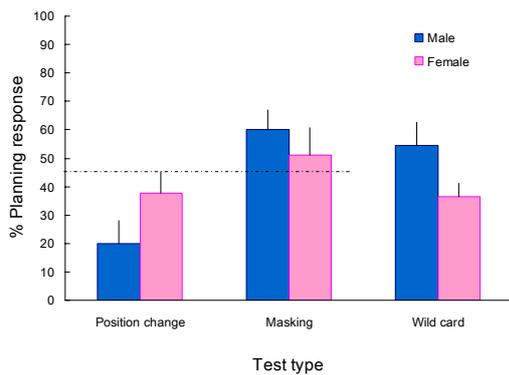


図 2. 位置変更テスト(position change),マスクテスト(masking),ワイルドカードテスト(wild card)における雌雄別のプランニング反応率。プランニング反応率とは,示された反応が,試行開始時に提示されていた刺激に従った反応であることを意味する。

[雑誌論文] (計 2 件)

- ①山崎由美子・小川昭利・入來篤史 (2008). 対称性に関わる生物学的要因の解明に向けて. 認知科学, 15, 366-377. 査読あり
- ②服部雅史・山崎由美子 (2008). 対称性と双方向性の認知科学: 特集「対称性」の編集にあたって. 認知科学, 15, 315-321. 査読なし

[学会発表] (計 5 件)

- ①山崎由美子・鈴木研太・稲田正幸・入來篤史・岡ノ谷一夫 (2007). 系列反応時間を指標としたジュウシマツの系列行動とその構造の分析. 第 67 回日本動物心理学会年次大会 (早稲田大学, 10 月).
- ②山崎由美子・鈴木研太・稲田正幸・入來篤史・岡ノ谷一夫 (2007). 系列反応時間を指標としたジュウシマツの系列行動の分析. 第 26 回日本動物行動学会年次大会 (京都大学, 10 月).
- ③山崎由美子・鈴木研太・稲田正幸・入來篤史・岡ノ谷一夫 (2008). ジュウシマツによる系列学習とルールの抽象. 第 31 回日本神経科学学会大会 (東京, 7 月).
- ④山崎由美子・鈴木研太・稲田正幸・入來篤史・岡ノ谷一夫 (2008). ジュウシマツによる 3 項目系列産出時の反応方略. 第 68 回日本動物心理学会年次大会 (常磐大学, 9 月).
- ⑤山崎由美子・鈴木研太・稲田正幸・入來篤史・岡ノ谷一夫 (2008). ジュウシマツによる系列反応産出時の方略. 第 27 回日本動物行

動学会大会 (金沢大学, 9 月).

[図書] (計 3 件)

- ①山崎由美子・入來篤史 (2008). 第 6 章 概念形成と思考. シリーズ脳科学 第 3 巻 言語と思考を生む脳 (pp. 135-161). 東京大学出版会.
- ②山崎由美子・入來篤史 (2008). 言語を生み出す生物学的基盤. 言語シリーズ第 4 巻 言語と生物学. 朝倉書店 (印刷中).
- ③Yamazaki, Y., Ogawa, A., & Iriki, A. (2009). A neural mechanism subserving irrational inference in humans and its possible precursor in Japanese monkeys. Watanabe, S., Blaisdell, A., Huber, L., & Young, A. (Eds.), Rational animals, irrational humans (Pp. 269-284). Keio University Press.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山崎 由美子 (YAMAZAKI YUMIKO)
 独立行政法人理化学研究所象徴概念発達
 研究チーム・客員研究員

研究者番号: 20399447