

氏 名	ふな びき やす こ 船 曳 康 子
学位の種類	博 士 (医 学)
学位記番号	医 博 第 2657 号
学位授与の日付	平 成 16 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	医 学 研 究 科 内 科 系 専 攻
学位論文題目	Long Memory in Song Learning by Zebra Finches (小鳥の歌学習において長期に保存される音声記憶) 船曳康子, 小西正一
論文調査委員	(主 査) 教 授 河 野 憲 二 教 授 大 森 治 紀 教 授 北 徹

論 文 内 容 の 要 旨

言語は高次脳機能の中枢をなし、その記憶学習機構の解明は重要であるにもかかわらず、いまだ未解明の部分が多い。ヒトの言語学習は、外界から聞いた言葉を記憶し、自声を聞いてその記憶と繰り返し参照することにより行われる。この学習は、乳児期に始まっているが、成人してからは外国語学習が困難となるように、学習できる限られた期間（臨界期）が存在する。言語のような後天学習した複雑な音声シグナルで意思伝達を行う生物はヒトの他に小鳥、鯨しか知られておらず、小鳥の歌学習は、臨界期の存在、記憶参照学習が必要という点で、ヒトの言語学習と類似しており、そのモデルとして研究されている。更に、鳥が記憶学習機構の研究に適している点として、ヒトの脳は複雑で解析が困難な層構造であるが、鳥の脳は神経の集合体の核構造で、各核の働きやつながりを解析しやすく、多くの知見が集積しつつある。

Songbirdであるキンカチョウは、歌声を発することのできない生後35日以内に親から聞いた歌記憶を後天的に形成し、40日頃から記憶参照学習を始め、成鳥する90日までに親と似た固有の歌を歌うようになる。その90日までが学習の臨界期とされてきた。そこで、この記憶参照学習が始まる前に聞いた記憶は、一度も使われることがないまま臨界期を過ぎた場合消えてしまうのか、臨界期後は学習は成立しないのか、キンカチョウを用いて解析した。

方法として、キンカチョウを卵の段階から、後天学習の証明のために全く違う特色の歌をもつジュウシマツに生後35日まで育てた後、一羽ずつ隔離し、臨界期が十分すぎるまで（102日～200日）自声を騒音でマスキングすることでその参照学習を阻害した。その後マスキングを除去し鳥の発する音声を経時的に記録し、その変化をコンピューターで音響解析した。対照群は、35日まで同様に育て隔離のみしたがマスキングなしで普通に参照学習させた。更に、マスキング期間を短縮した群も設けた。

結果は、マスキングを除いた直後は、耳の聞こえない鳥が歌う deaf song を歌っていたが（ジュウシマツの歌の要素はなし）、1 - 2ヶ月かけて記憶参照学習し、幼鳥時に聞いたジュウシマツの歌の要素を再現した。興味深いことに、歌の発音（phonology）は再現したが、配列（syntax）再現しなかった。たとえば「さくらさくら」を「くさらくさ」というように配列のみ変わっていた。普通に参照学習できた対照群は配列も再現しており、35日までに配列の記憶もできていたといえる。また、マスキング期間を短縮された群では、80日までに参照学習できた鳥のみ配列を再現することができた。

結論として以下の3点のことが示された。

1. 幼鳥時の記憶（特に発音）は、一度も参照学習がきなくても成鳥後長期間保持されている。
2. 従来いわれていた臨界期をはるかにすぎても記憶参照学習は可能であり、参照学習における神経の可塑性は従来考えられていたより長く保たれている。
3. 発音と配列の記憶学習処理は異なった神経機構で行われている可能性がある。

行動レベルで行った本研究は、言語学習モデルである小鳥の歌学習において、上記の結論を初めて明確に示した。この新知見は今後電気生理、分子生物学手法等を用いて記憶学習機構を更に解明する基礎となる。

論文審査の結果の要旨

言語は高次脳機能の中枢をなし、その記憶学習機構の解明は重要だが、未解明の部分が多い。ヒトの言語は後天学習された音声記号であり、その学習には臨界期（学習できる限られた期間）が存在し、記憶参照学習（以前に聞いた言葉の記憶と自声を繰り返し参照する）が必要だが、小鳥の歌はこれらの特徴を備え、ヒトの言語モデルとされる。また、小鳥の脳は神経の集合体の単純な核構造のため解析に適する。そこで、記憶参照学習の対象となる記憶は使われなかった場合どうなるのか、臨界期後の学習は全く不可能か、キンカチョウを用いて解析した。

卵の段階から歌声を出せない35日まで、後天学習の証明のため全く異なる歌を歌うジュウシマツに育てさせた後（この期間に歌を記憶する）、臨界期が十分すぎるまで自声を騒音でマスクし、参照学習を完全に妨げた。その後マスク音を除き、鳥の音を経時的に記録し音響解析した。マスク音を除いた直後は無秩序な発生であったが、1-2ヶ月かけて記憶参照学習し、幼鳥時に聞いた歌の要素を再現した。幼鳥時の記憶は臨界期に一度も参照学習しなくても成鳥後長期間保たれ、臨界期後も参照学習は可能であることを初めて証明した。さらに、発音は再現したが配列は再現せず、これらの記憶学習機構は異なる可能性を示した。

以上の研究は聴覚言語の記憶学習機構の解明に貢献し、今後この機構をさらに詳細に解析する基盤として寄与するところが多い。

したがって、本論文は博士（医学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、本学位授与申請者は、平成15年12月1日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。