OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ヒト幼児、ワタボウシタマリン、併合 : 言語獲得と再帰性
Author(s)	野村, 泰幸
Citation	大阪大学世界言語研究センター論集. 2009, 1, p. 89-102
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/7369
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

ヒト幼児，ワタボウシタマリン，併合
―言語獲得と再帰性―

野 村 泰 幸
NOMURA Yasuyuki

Abstract

Human Infants, Cotton-top Tamarins, and Merge : Language Acquisition and Recursion

A syntactic operation called 'Merge' within the Minimalist framework is an indispensable ingredient in the Faculty of Language in the Chomskyan sense. As discussed in Nomura 2006, this operation explains the incremental development at the stage of 2 or 3 word-utterances in child's German. Marcus, G. F. et al., 1999 show in their experiments that 7-month-old infants are able to extract abstract algebraic rules, by which they can discriminate the differences between artificial languages with 3-syllable CV structure. The same design of the artificial language task was employed in the experiments by Hauser, M. D. et al., 2002, which ensured that cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) have an ability to extract abstract algebraic rules as well as human infants could. Meanwhile, tamarins could not differentiate between two types of grammar, i.e., $(AB)^n$ (finite state grammar) and $A^n B^n$ (phrase structure grammar). In this paper, I discuss the possibility that young infants would be endowed with the innate disposition for parsing the 3-syllable strings such as ABB, etc. in terms of Internal Merge, whereas tamarins parse the strings one-dimensionally, not recursively. This hypothesis is underpinned with the innate basis of the natural number concepts. This explains the reason why the latter could not acquire human- like language in the course of biological evolution.

Keywords：Computation, Innateness, Language acquisition, Merge, Recursion
キーワード：言語演算，言語獲得，併合，再帰性，生得性

＊ 匿名査読者から頂いた貴重なコメントにお礼申し上げたい。指摘された内容は該当すると思われた箇所で言及するよう努めた。指摘が充分活かされなかったとすれば，それはすべて筆者の責任である。

1．問題設定

言語獲得では，とくに2語ないし3語発話期においてミニマリズムの基本概念である「併合（Merge）」と素性照合が重要な役割を果たす。この問題は幼児のドイツ語獲得を例に，野村，2006a で具体的に論じた。統語的要素をボトムアップで組み合わせることによって，獲得が漸進的に進行する，というのがその趣旨であった。本稿では，以下に述べる最近の研究動向を背景に，ヒトと非ヒト種の記号処理の違いを手がかりにしつつ，言語演算の核ともいうべき併合が言語構造の再帰性に対してどのような意義を有するか，という問題を考察する。

生物進化から見て，ヒトとヒト以外の動物を区別するもっとも顕著な違いはそのコミュニケーション・コードにある。動物のコミュニケーション・コードでは記号が状況全体に対応しているのに対して，ヒト言語では離散的記号の組み合わせが状況全体に対応している。つまり，ヒト言語はそれ自体の意味をもつ非連続的な構成要素から成り立ち，それら要素の組み合わせによって有限の手段を無限に利用することができる。その意味で，非統語的操作から統語的演算へと移行したことが，ヒト言語の進化における本質的なステップをなすと言えよう。[1] その鍵をなすのが，ヒト言語に特有と考えられている「再帰性（recursion）」という性質である。このテーマは，とりわけ Hauser, M. D. et al., 2002 以降（進化言語学を含む）生物言語学や比較認知行動学，進化人類学などの領域で盛んに議論されるに至っている。[2]

言語の再帰性はとりわけ文の階層構造というかたちで現れる。Hauser, M. D. et al., 2002 によると，それは記号処理の繰り返しを司る「狭義の言語機能」（Faculty of Language in a narrow sense）によって生み出されるものであり，この FLN こそはヒトという生物種にのみ備わった生得的な能力であるという。[3] Chomsky, N., 2007 によると，この階層構造を生み出すための演算操作が併合であり，それは「言語機能」を構成する原始的操作の一種である。また，言語機能は一種の言語獲得装置であり，その初期状態に関する理論が「普遍文法 UG」である。[4] したがって，併合を可能にする生物学的基盤を問うことは言語機能の実体を問うことにもなり，ひいては UG の解明に繋がることにもなる。同時に，UG は言語進化を解き明かす鍵でもある。[5] その意味で，併合のリソースを明らかにすることは，一方で個体発生としての言語獲得を問い，他方で系統発生としての言語進化を問うことにもなるだろう。併合という概念は，その両者のいわば結節点をなすものとも言える。

1　Nowak, M., Plotkin, J. B., and Jansen, V., 2000，Calvin, W. H. and Bickerton, D., 2000 参照。

2　このテーマはとくに言語の起源や進化との関連で論じられることが多い。たとえば Pinker, S. and Jackendoff, R., 2005。野村（編・訳・解説），2006b 参照。

3　これに対して広義の言語機能 FLB（Faculty of Language in a broad sense）はヒト以外の動物にもみられるもので，たとえば概念化や意図，発声や聴覚受容などの感覚運動がそれに当たる。FLN と FLB を区別する基準に対する批判としては，Pinker, S. and Jackendoff, R., 2005 を参照。

4　たとえば Chomsky, N., 1986。普遍文法をめぐる視点の変化については野村，2008b を参照。

5　野村泰幸，2005b，野村泰幸（編・訳・解説），2006b を参照。

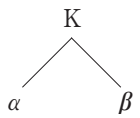
以下，２．ではミニマリズムにおける併合の定義を示し，３．では Marcus, G. F. et al., 1999 による人工言語を用いた実験から，前言語的な段階にある幼児の文法学習を紹介する。４．ではその実験をワタボウシタマリン（新世界ザルの一種）に適用した Hauser, M. D. et al., 2002 の研究を取り上げ，５．ではタマリンのパタン学習に言及する。この問題を踏まえて，６．では Marcus, G. F. et al., 1999 の実験結果を併合の観点から捉え直し，７．ではその根拠を支える論拠として，自然数の概念獲得を取り上げる。以上の考察から，併合が生得的な言語演算である可能性を論じる。

2. 併合の定義

ヒト言語の演算はすでに存在している統語対象をある特定の操作によって結合することである。たとえば単語を結合し，句や文というより大きな単位が作り出される。そのための演算操作が併合であり，これは次のように定義される。[6]

> １組の統語対象（α，β）をとり，それを新しい統語対象 K で置き換えるとする。構造 K が得られたとき，K は α と β をメンバーとする集合であり，α と β の順序は任意である。K の範疇を γ とすると，K は $\{\gamma, \{\alpha, \beta\}\}$ の形式の集合となる。

(1)　α　β　→　Merge（α，β）



ここで結合される統語対象の数は最大２つであり，適用対象は基本的な語彙項目と，併合によって形成された表現である。

母語の獲得において併合がどのように適用されるか，その一例をドイツ語獲得で示そう。獲得の初期段階，とくに２語ないし３語発話期では文の末尾に動詞の不定形が現れることが多い。[7] 次の例(2)は Caroline データベースの発話例で，括弧内の数字は（生後年；月．日）を表す。V は述語動詞，X は目的語，副詞などを示している。

(2)　XV 語順　　V：[-finite]，人称変化語尾：-n

a. dis da anschauen　(1;11.16)
　this here look-at-INF（ここコレ，みる）

b. auch heile machen　(1;11.19)
　too sound make-INF（＝［これも］なおす）

6　Chomsky, N., 1995, p. 226。ただし，本稿では簡便のため表記法を変更した。

7　その後，動詞が定形をとると，それに連動するように定形動詞は文の第２位置に現れる。Clahsen, H., 1988 参照。Caroline データベースは W. Klein の作成による。MacWhinney, B., 2000 参照。

例(2a)は不定形が文の末尾におかれたケースである。dis は指示代名詞 das の異形態で，これと副詞 da が併合し，目的語 dis da（ここコレ）として動詞 anschauen（じっと見る）と併合している。この段階では，主語はまだ現われていない。

(3) a. ［DP dis da］
b. ［VP［DP dis da］anschauen］

すでに述べたように，ヒト言語では有限の離散的要素を無限に組み合わせることが可能である。上記のような断片的な２語ないし３語発話をこえて，より複雑な構造をもつ発話に至るには，再帰性を可能とし，階層構造を生み出すことのできる操作，すなわち併合を繰り返して適用することが必要である。[8] では，併合は文法の個体発生のどの時点，あるいはどの段階で出現すると考えられるだろうか。次節では，その手がかりを Marcus, G. F. et al., 1999 による実験に探ってみる。

３．人工文法の学習と代数学的規則

Marcus, G. F., 2005 は言語知識について次のように述べている。[9]

> 演算のもっとも基本的な要素のうち，少なくとも一つはヒトとマシンで共有されている。それは抽象的で代数学に似たコードを用いて情報を表示する能力だ。コンピュータでは，ソフトウェアは‘IF X IS GREATER THAN Y, DO Z.’か，または‘CALCULATE THE VALUE OF Q BY ADDING A, B AND C.’のように表示される。これと同様な抽象的で代数学的な規則が言語知識の基礎にある。たとえばS→NP VP という置き換え規則は無数の名詞や動詞について成り立つ。これは，いわば心的代数学（mental algebra）である。

この主張の基になっているのは，Marcus, G. F. et al., 1999 による次の実験である。彼は生後７か月の幼児たち 16 人を被験者として，彼らが人工言語から抽象的な擬似言語規則を学習できるかどうか，馴化／脱馴化法にもとづく３つの実験を行った。最初の実験では，まず彼らに２分間，音声刺激を与えて馴れさせた。これは３つの CV（子音・母音）音節からなる計 16 の人工的な訓練文（例：ga ti ga や li na li）で，ABA というパタンを示している。これを一種の文法とみなす。もう一方の幼児たちには，ga ti ti や li na na という訓練文を与えた。こちらは ABB パタンを示す文法である。[10] この馴化段階の後で，

8 構造が２値的な枝分かれをなしていることには，単に記述上の要請からばかりではなく，言語外的な要因にまで関与するさらに深い理由が存在しているのではないかと推定される。これは Chomsky, N., 2005 で取り上げられた第３要因とも関連してくるテーマである。この点については野村，2007 で考察した。

9 Marcus, G. F., 2005. http://www.edge.org/q2005/q05_7.html#marcus. Edge ; The World Question Center.

10 ちなみに，Marcus, G. F., 2000 は，（その当時は印刷中であった）Berent, I. et al., 2001 に言及し，こうした文法が自然言語にみられないわけではない，と述べている。なお，査読者から「CV の

これら2つの被験者群に wo fe fe（ABB パタン）あるいは wo fe wo（ABA パタン）という，音韻のレベルで影響を与えない完全に新しい語からなるテスト文を提示した。ABA パタンで馴化したグループでは，wo fe wo という文は（彼らがすでに知っている）文法に一致するが，wo fe fe という文は一致しない。

実験に先立つ予測だが，幼児たちが訓練文として提示された音節列から，その規則性，つまり文法を抽出することができたとする（馴化）。その場合，テスト文でその文法と一致しない音節列が提示されたとき，その音節列のほうにより長く注意を払うはずである（脱馴化）。その時間は，音声刺激と連動させた光の点滅を見つめる時間で測定した。実験の結果，幼児たちは一致しない音節列のほうにより長く注意を向けた。つまり，実験は予測が正しかったことを示した。

さらに，有声子音/w/と無声子音/f/の識別で音韻的要因が作用しないよう慎重にコントロールされた第2の実験でも，訓練文とは異なるテスト文に連動させた光の点滅のほうを幼児たちはより長く注視した。[11] また，第3の実験では，幼児たちは AAB 文法（la la ti）と ABB 文法（la ti ti）も識別できた。これらの実験で，生後7か月という，およそなめらかにことばを操ることからはほど遠い年齢段階でも，幼児たちは2分間というごく短い時間でことばの規則性を引き出す能力を備えていることが推定された。[12]

以上の結果から以下のことが推測される。まず，幼児はごく短い音節列から次にくる要素を予測することができる。wo fe __では，wo が続けば訓練文のパタン（ABA）と同じで関心をもたないが，それとは異なる fe が続けば別のパタン（ABB）となり，その違いに幼児は注意を向ける。ここで，下線部は変項に相当し，その操作としては，第1番目の語を自動的に第3番目の項の位置にコピーすることである。すなわち，幼児たちは代数学的な変項と，変項に関する演算操作からなる規則を抽出することができた。

こうした実験に基づき，Marcus, G. F. et al., 1999 は，言語獲得の基本的タスクは抽象

弁別においては，全体ではなく，例えば単に母音の微妙な音質の違いをキューにしている可能性も否定できないのではないか」というコメントを受けた。Marcus, G. F. et al., 1999 の実験では，馴化段階における ABA パタンおよび ABB パタンの音節列はそれぞれ計 16 であった。使用された母音は［a］（低舌母音）と［i］（非円唇前舌母音）であり，そのコントラストから判断する限りでは，CV 音節の弁別において母音の微妙な音質の違いが関与するとは考えがたい。テスト段階での音節列は計 12 であり，母音は［o］（円唇奥舌母音），［e］（非円唇前舌母音）である。さらに，wo fe wo（ABA パタン）と wo fe fe（ABB パタン）のように，子音についても［±有声］で弁別されることから，「微妙な音質の違い」が関与する可能性は低いと思われる。ちなみに，Kuhl, P. K., 1994 の研究結果から推測するに，生後7か月時点は母語の音韻組織に収斂する以前の段階と考えられ，幼児にとって音声の物理的特性は充分に識別可能と推定される。なお，CV 音節とそれに続く CV 音節との間には 250 ミリ秒の休止が設定されている。

11 ［有声子音－無声子音－有声子音］からなる訓練文では，テスト文が［有声子音－無声子音－無声子音］のとき，3番目の語が有声と無声ですでに違いが生じる。この場合は，はたしてパタンに即した抽象的規則を抽出したかが判断できない。 そのため，馴化段階では子音はすべて有声とし，有声子音と無声子音との対立については直接の情報を与えないようにした。なお，査読者から「馴染みのない構造に対して，より時間をかけて反応すると判断しているが，心理学的な根拠が存在するのか」というコメントを受けた。「選好聴取法」では，幼児がある対象をより長く聴取することで，それが幼児にとって新奇な対象であることが推測される，とのみ述べておきたい。

12 これは生後 12 か月の幼児にも当てはまる。Gomez, R. L. and Gerken, L. - A., 1999 参照。

的な代数学的規則を抽出することだという仮説を実証しようとした。[13] この仮説の背景には次の主張がある。つまり，幼児がすでに知っている規則性をもつ文と，新たな規則性を示す文を識別するには，遷移確率のみに依拠したモデル（たとえば，Saffran, J. et al., 1996）や単純なニューラル・ネットワーク（たとえば Elman, J. L., 1990）では不可能であり，統計的情報と代数学的規則という少なくとも２つの学習機構が必要だという主張である。[14] ただ，Marcus, G. F. et al., 1999 は，幼児たちが３音節からなる人工言語を真に言語学的な特性のものとみなしているだろうか，という問いには判断を保留し，したがって，代数学的規則を獲得する機構が言語学習に特有なのか，あるいは汎用的な性質のものかどうか，という問いはオープンなままにしておく，と述べている。[15] 言語学的には，じつはこの問題こそが核心をなすはずである。そこで，この問題に関連してくるテーマとして動物行動学者 Hauser たちによる次の実験を取り上げてみよう。

４．非ヒト種のパタン学習

Marcus, G. F. et al., 1999 の実験の趣旨は，幼児の言語獲得においては抽象的な代数学的規則を学習できることが不可欠であることを証明する点にあった。彼らの実験デザインを，Hauser, M. D. et al., 2002 はワタボウシタマリン（新世界ザルの一種）に適用した。その目的は，代数学的規則を学習する能力がとくに言語と結びついた演算問題を解くために進化したのか，それとも他の動物種と共有されるものなのかを明らかにすることだった。かりに後者であれば，代数学的規則の学習は言語以外の問題に対処しようとして進化してきたことになるだろう。

実験では，Marcus, G. F. et al., 1999 で使用されたものと同じ資料と方法を用いた。つまり，CV 音節が連続した音声刺激（AAB または ABB）をスピーチシンセサイザ（ベル研究所）を用いて作り出し，その一方を聞かせて訓練した（馴化）。その後，音響的に新たな２つのテスト文を聞かせた（最大で 40 試行）。一方は訓練文と同一パタンで，他方はそれと異なるパタンである。その結果，タマリンは異なったパタンのテスト文のほうをより長く聴取した（脱馴化）。つまり，幼児と同様，ワタボウシタマリンも音節のパタンが

13　ただ，これは幼児の脳内に「代数学」の回路が存在していることを証明しようとするものではない。それを最終的に証明するためには，現在の脳機能イメージングよりもはるかに洗練された神経科学的手法，たとえば個々のニューロン間の相互作用のレベルで脳をイメージするような技法が必要だという。Marcus, G. F., 2005 参照。

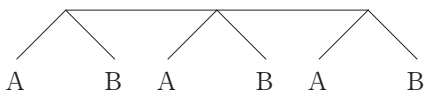
14　これに対しては Seidenberg, M. S. and Elman, J. L., 1999 や Shastri, L., 1999 による反論があるが，本論ではこの点には立ち入らない。

15　Marcus, G. F. et al., 1999, note 7 参照。この点に関連してと推測されるが，査読者から「乳幼児（中略）が，６つの連続した分節音を，本当に２音節の「語」として認識しているのか。」というコメントを受けた。この趣旨は，生後７か月の乳幼児が，６つの連続した分節音（たとえば ga ti ga）のうち，たとえば ga という音節を「語」として認識しているという根拠はあるのか，ということと推定される。note 7 から判断される限りでは，CV 音節を言語学的な意味での「語」として認識しているかどうかについては断定しがたい，というべきであろう。しかし，このことによって，Marcus, G. F. et al., 1999 の実験が意義を失うものとも思われない。実験の趣旨は，CV 音節の列を互いに識別する能力が存在すること，しかも，その識別能力が抽象的な代数学的規則によることを示そうとした点にある。その意味では，この音節をなんらかの意味内容を伴なう「語」として認識する必要は必ずしも存在しないのではないだろうか。

訓練文と一致しないテスト文に反応したわけである。しかし，幼児と同じように，規則性のあるパタンを引き出すことに成功し，代数学的規則を学習したと思われるのに，タマリンはヒトと同じようには言語が習得できなかった。この事実は，その後 Fitch, W. T. and Hauser, M. D., 2004 の実験で明らかになった。[16]

まず，２種類の音節 A，B からなる文法を考える。その際，A，B はそれぞれ女性，男性の音声であり，それぞれが異なる８つの CV 音節で表される。チョムスキー言語階層で取り上げられる言語タイプのうち，有限状態文法（AB)^n では，任意の A 音節に続いてつねに任意の B 音節が１つ続く。そして，このペアが n 回繰り返される。すなわち，n＝1，2，3，… のとき，$(AB)^1$＝AB，$(AB)^2$＝ABAB，$(AB)^3$＝ABABAB, …となる。

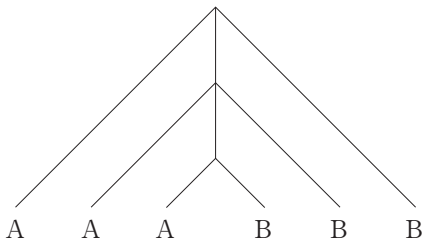
(4)



例：　AB AB　　**no** li **ba** pa[17]
　　AB AB AB　**la** pa **wu** mo **no** li

これに対して，句構造文法 A^{n}B^n では，A 音節と B 音節の数が一致した音節列であり，n 個の A 音節の後に，同数の B 音節が続く。すると，n＝1，2，3，… のとき，A^1B^1＝AB，A^2B^2＝AABB，A^3B^3＝AAABBB, …という具合になる。これは，次のような形式の中央埋め込み型の構造で，文字列の中央に AB を順次埋め込んだ形式である。 これは句構造文法 PSG ともいわれる。

(5)



例：　AA BB　　**yo la** pa do
　　AAA BBB　**ba la tu** li pa ka[18]

16　Fitch, W. T. and Hauser, M. D., 2004 参照。

17　ボールド体は女性の音声，ノーマル体は男性の音声を表している。ここで，音節が no（A), li（B）で，それに続く音節が ba（≠no），pa（≠li）であるのは，タマリンは繰り返しを同じ音節で処理できないことによる。

18　タマリンが音列を３音節の長さまですみやかに想起し，正確に弁別することはすでに知られていた。したがって，この実験では，２つの文法で n を２ないし３とし，各文法で訓練文は 60 の音

実験の結果，タマリンは有限状態文法は自発的にマスターできたが，句構造文法レベルの文法はマスターできないことが明らかとなった。この２つの言語タイプを区別するのは埋め込みの有無である。言うまでもなく，ヒト言語では埋め込みは文の階層構造として現れる。つまり，タマリンは階層構造をもつ文法は獲得できないことになる。[19] 一方，ヒトについては，アメリカの大学学部生たちを被験者にした実験で，句構造文法を学習することができ，しかも入力としては句構造文法を好むようにみえるという。ヒト言語の特性が句構造文法レベルで示されることは，すでに Chomsky, N., 1957 によって明らかである。[20] したがって，生物進化の結果から見れば，タマリンが規則性を示すパタンを一般化できたとしても，その能力は言語獲得のために進化したわけではなかったのだろうと推測される。では，Marcus, G. F. et al., 1999 や Hauser, M. D. et al., 2002，Fitch, W. T. and Hauser, M. D., 2004 たちの実験から明らかとなったヒト幼児とワタボウシタマリンの間にみられるこのような学習上の非対称性はどのようにして説明できるのだろうか。

５．ワタボウシタマリンはどういう規則を学習したのか

Hauser, M. D. et al., 2002 と Fitch, W. T. and Hauser, M. D., 2004 の実験結果からは，次のことが指摘できる。タマリンは３音節からなる音声刺激を記憶し，想起することができた。しかも，その後に提示された音節列と比較することもできた。しかし，音節列の中に現れるパタンが識別できるにもかかわらず，タマリンは単純な中央埋め込み構造を処理することはできなかった。このことはタマリンが継起的な音節列の中に潜む階層性が識別できず，その意味で限定された（演算）能力しかもっていないことを推測させる。

	ヒト幼児（生後７か月）	ワタボウシタマリン
３音節のパタン識別	可　能	可　能
$(AB)^n$ 言語の識別	可　能	可　能
$A^n B^n$ 言語の識別	可　能	不可能

では，ワタボウシタマリンが３音節のパタン識別および $(AB)^n$ 言語の識別と，A^nB^n 言語の識別の間で示したギャップはどこから生じたのだろうか。この問いを解く鍵は，３音節のパタン識別実験で使用した音声刺激から抽き出した規則，つまり学習したと考えられる規則の解釈の仕方にあると考えられる。すなわち，ワタボウシタマリンは音声刺激を１

節列，テスト文は４つの異なった音節列を用いている。Fitch, W. T. and Hauser, M. D., 2004 参照。

19　ちなみに，ホシムクドリでは再帰性の弁別が可能だったという研究報告がある。Gentner, T. Q. et al., 2006。

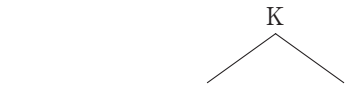
20　Hauser, M. D. et al., 2002 によると，言語が使用できるためには，規則性を表示し，抽出し，一般化する能力だけでは充分ではない。レキシコンを有し，意味表示を形成し，それらを統語形式と結びつける能力，とりわけ句構造を表示する能力が必要である。句構造では，「ある記号列の一部分における成分が，少し離れた他の成分に関係づけられる。」（p. B20）また，規則を学習する能力は神経回路のある特殊な（いまだ未発見の）タイプの神経回路に依存しているのではないかと推測し，同時にメモリの重要性を指摘している点は注目すべきであろう。

次元的な記号の継起的連続として認知することしかできなかった。記憶容量はせいぜい３つの音節で，３番目の音節の異同が識別できる程度の能力は持っていた。だから，その範囲内でこの実験をクリアしたに過ぎない。ところが，生後７か月の幼児たちは，すでにこの時点において，３音節からなる訓練文を音節の継起的連続と認知するだけでなく，そこに階層構造を見い出していたと思われる。この推測が成り立つのであれば，タマリンが示したギャップは（少なくとも論理的には）説明できるはずである。では，幼児たちは３つの音節列からどのようにして「階層性」を読み込んだと考えてよいのだろうか。この問題に答える前に，すでに述べた併合について再度取り上げる必要がある。

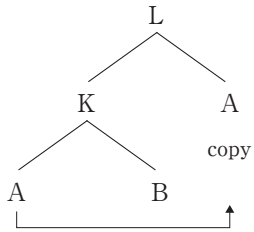
６．３音節の処理と併合

2. で述べたように，句構造はバイナリな枝分かれ構造で表され，併合では（多くとも）２つの統語対象が結合される。この操作を繰り返し適用することによって再帰構造が得られる。この併合であるが，それには外的併合と内的併合の２種類がある。２つの統語対象を結合し，新たな統語対象を形成するとき，それが外的併合となる。他方，併合によって得られた集合（統語対象）からそのメンバーを取り出し，この集合に結合すれば，それは内的併合となる。これが移動（転移）であり，それは統語対象のコピーと削除によって構成される。

(6)　外的併合



(7)　内的併合



いま，併合の観点から Marcus G. F. et al., 1999 の実験結果を捉え直してみると，そこには音節の継起的配列とは異なる構造が見いだされることに気づく。まず，彼らの人工文法が３つの要素の組み合わせからなり，各要素がそれぞれ A，B の２値をとると考える。このとき，可能な文法は次の８とおりである。要素が *n* 個であれば，２の *n* 乗とおりの文法が可能となる。

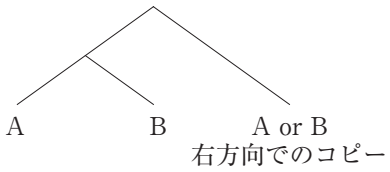
(8)　AAA　AAB　ABA　ABB
　　BBB　BBA　BAB　BAA

幼児に求められるタスクは，馴化段階で学習した文法をもとに，テスト文の最初の２音節（例：ga ti）を聞き，次にどのような音節がくるか，それ（例：ga）を予測することである。このタスクでは，上の８とおりの文法は次の４つのクラスに分類される。

(9) i) AAA　BBB　・・・　同一音節の繰り返し
ii) AAB　BBA　・・・　最初の２つの音節が同一，３番目に異なる音節
iii) ABA　BAB　・・・　最初の２つの音節が異なり，３番目に１番目と同じ音節
iv) ABB　BAA　・・・　最初の２つの音節が異なり，３番目に２番目と同じ音節

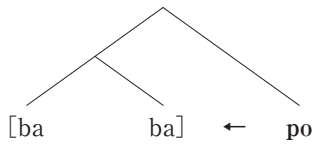
この分類から，以下の点が指摘できる。まず，同一音節の繰り返し，つまり単純な反復はヒト言語の構造的特性を反映しているとは言いがたい。そのため，ケース i)はヒト言語の可能な文法集合からは除外される。また，ケース ii)は，受容した２つの音節にそれとは異なる音節を結合する操作である。ここで注意すべきケースは iii)と iv)である。これは次の操作を意味している。まず２つの音節を順序づけて配列し，それに，そのうちの１つと同じ音節をコピーする。これが右方向でのコピーであるのは，時系列に沿った処理であるからにすぎない。これは内的併合に等しい操作と言えよう。

(10)



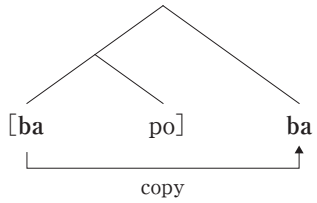
ここで，２つの音節 A，B が等しいとき，内的併合を適用すれば，AAA または BBB の文法になり，上記 i)のケースに該当する。 次に，A が B に等しいとき，要素 K（＝A または B）に，それとは異なる要素を結合すれば，これがケース ii)となる。これが外的併合にあたる。

(11)　AAB(BBA)

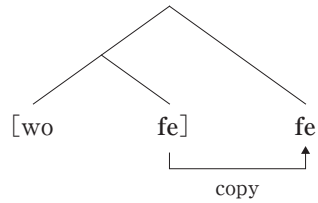


iii)，iv)のケースを次の図で示してみよう。

(12)　ABA(BAB)



(13)　ABB(BAA)



このように，Marcus, G. F. et al., 1999 で用いられた訓練文を３音節の１次元的な線形配列と捉えるのではなく，内的併合の一種とみなすなら，上記の８とおりの文法はすべて併合で記述される。生後７か月の幼児の言語機能に「併合」という演算が生得的所与として与えられていれば，前言語段階であれ，異なる文法の識別が可能となるだろう。そのためのワークロードは，i)結合する２つの音節が同一か否かを判断することと，ii)そのうちの１つを選択して，時間的前後関係にもとづいて，その音節をコピーすることである。線形学習のように，３つ目のプレースホルダを予測し，その上でそこに音節をはめ込み，さらに全体を照合するといった相対的に過重な計算は必要ない。以上の操作は右方向でのコピーであるが，音声情報は時間軸に沿って情報処理されることを考えると，この操作には心理学的な意味での妥当性が認められよう。このような理解が正しいのであれば，Marcus, G. F. et al., 1999 は，内的併合と等価な操作が生後７か月の幼児にも可能でありうることを示したものとして解釈できる。[21]

７．自然数概念の生得的基盤

併合について語ることは，ヒトに特有と推定される認知能力を統語論の用語で説明することでもある。数と併合の関連について，Chomsky は次のように語っている。[22]

> 数の体系を併合から引き出すには多くの方法があり，一例として唯一のメンバーからなるレキシコンを考えてみよう。そのメンバーを１とし，{X} = X という規約を認めるとする。すると，{1} = 1 となる。内的併合によって {1, {1}} が得られ，それを２とする…などだ。

21　ドイツ語の V2 制約のように，文法現象にはその多くで左方向への移動が関与している。したがって，幼児の生後７か月段階における右方向へのコピー操作を認めるとしても，内的併合にもとづく左方向への転移はどのように説明できるか，という問題点が残る。ここで取り上げた右方向へのコピーはオンライン，つまり時間の流れに沿った言語処理という条件のもとでの操作である。これに対して，左方向での併合はオフライン，つまり時間的経過という要因を含まない条件下でのいわば「文法知識」としての併合と考えることもできないわけではない。とすれば，表象レベルの原理や規則はさらに後の発達段階で獲得されるのかも知れない。ともあれ，併合の左右の方向性について２つをどう関係づけるかという問題は，現在のところは未解決と言わざるをえない。
　この個所に関連してと推測されるが，査読者から「ワタボウシタマリンとヒトの質的な言語能力差を，２項対立的なものとみなしているが，これらの中間的な存在はありえないのか。」とのコメントを受けた。「言語能力」の定義の仕方にも関わるだろうが，記憶や感覚受容などにもとづく広義のコミュニケーション能力まで含めれば，単純な２項対立的な捉え方は困難であろう。しかし，併合操作に関する限りでは，ワタボウシタマリンにそれを利用する能力があるとする証拠は，筆者が知る限りではまだ提出されていない。その限りでは，中間的な存在を想定することは困難なように思われる。

22　Bolender, J. et al, 2008, p. 137 参照。

加法やそのほかの演算はかなり簡単に得られる。

では，Chomsky のこの示唆を心理学的に根拠づけることができるだろうか。換言すれば，内的併合になんらかの心理的実在性を認めることができるだろうか。この問いには，Leslie, A. M. et al., 2008 が肯定的な示唆を与えてくれる。

彼らは認知心理学の立場から，代数学的推論という前言語的システムにおいてはなにが欠くべからざる面か，という問題を取り上げ，自然数の概念が生得的基盤をもつことを論じている。それによると，自然数の概念にはシンプルな生得的基盤があり，これが代数学的原理というかたちで現れてくる。彼らのモデルでは，数を学習し表示するモデルとしてアナログ量を表示することに加えて，継起関数 S（successor function）によって生成される整数値を離散的に表示する方法を組み込んでいる。[23] この関数は生得的なものとみなされ，$S(x) = x + \mathrm{ONE}$ で表される再帰的規則である。また，少なくとも 1 という概念と，1 を示す記号は生得的に与えられていなければならない。これが最小の学習メカニズムの一部をなしており，「前言語的な記号を用いて代数学的に推論するという生得的システムが存在する。」と論じている。[24]

ここで，上述の Chomsky の示唆と，この継起関数 S の形式が意味するところを考え併せてみると，そこには一種の共通性を見いだすことができるだろう。つまり，併合という操作は基本的な代数学的規則の形式で表すことも可能ということである。それが生得的性質のものであれば，生後 7 か月の幼児が示した音節列への反応も，単なる記号列の線形認知に留まるものではなく，再帰的構造を生みだす併合操作を観取した結果ではないかと推測される。

8．結論－残された課題

以上の考察より，以下のことが指摘できよう。―Marcus, G. F. et al., 1999 の実験から，生後 7 か月の幼児には 3 つの音節列からある種の抽象的な代数学的規則を抽出する能力が備わっており，その規則が言語獲得の基礎をなしていると推定される。しかし，その能力には，音節列の線形パタンを単に識別するだけではなく，併合という演算を施している可能性を見てとることができる。併合はヒト言語にもっとも特徴的な性質である再帰性，言い換えれば文の階層構造を可能とする演算であり，自然数の概念獲得と同じように生得的基盤をもつものと考えられる。[25]

23　このモデルでは，第一に関数 S の計算によって整数値を再帰的に表示し，第二に連続量を（メモリに蓄えられ）表示された整数値で目盛化する。第三に，表示された整数値をコンパクトな観念に写像する。この観念は算用語をもつ自然言語によって学習される。細部については，Leslie, A. M. et al., 2008 を参照。

24　Leslie, A. M. et al., 2008, p. 213.

25　考察の対象および構成全体に関して，査読者より「3 語に限定したシンタクスを考察・議論するだけでは不十分ではないか。」，「Maturation に関して，もう少し言葉を費やして論じても良かったのではないか。」というコメントを受けた。「maturation」を「幼児の文法からおとなの文法に向けての成熟」と理解するならば，子どもの言語獲得一般を背景にすえた論述が本論に期待され

ただ，彼らの実験結果を本論のような観点から捉え直そうとすれば，併合に関わる生得的能力の存在を実証するような心理学実験が必要とされる。本論ではその段階にまでは至っておらず，その意味で，そのための試論として位置づけたい。

文　献

Berent, I., Everett, D. L., and Shimron, J., 2001. Do phonological representations specify variables ? Evidence from the obligatory contour principle. *Cognitive Psychology*, 42(1), 1－60.

Bolender, J., Erdeniz, B., and Kerimoglu, C., 2008. Human uniqueness, cognition by description, and procedural memory. *Biolinguistics*, 2(2－3), 129－151.

Calvin, W. H. and Bickerton, D., 2000. *Lingua Ex Machina : Reconciling Darwin and Chomsky With the Human Braim*. Cambridge : MA, MIT Press.

Chomsky, N., 1957. *Syntactic Structures*. The Hague: Mouton.［勇　康雄（訳）『文法の構造』研究社出版］

Chomsky, N., 1986. *Knowledge of Language : Its Nature, Origin, and Use*. New York : Praeger.

Chomsky, N., 1995. *The Minimalist Program*. Cambridge : MA, MIT Press.

Chomsky, N., 2005. Three factors in language design. *Linguistic Inquiry*, 36(1), 1－22.

Chomsky, N., 2006. Approaching UG from below. Unpublished manuscript.

Chomsky, N., 2007. Of minds and language. *Biolinguistics*, 1, 9－27.

Clahsen, H., 1988. *Normale und Gestörte Kindersprache. Linguistische Untersuchungen zum Erwerb von Syntax und Morphologie*. Amsterdam : J. Benjamins.

Elman, J. L., 1990. Finding structure in time. *Cognitive Science*, 14, 179－211.

Elman, J. L., Bates, E. A., Johnson, M. H., Karmiloff-Smith, A., Parisi, D., and Plunkett, K., 1996. *Rethinking Innateness. A connectionist perspective on development*. Cambridge : MA, MIT Press.［乾　敏郎・今井むつみ・山下博志（訳）『認知発達と生得性―心はどこから来るのか―』共立出版］

Fitch, W. T. and Hauser, M. D., 2004. Computational constraints on syntactic processing in a nonhuman primates. *Science*, 303, 377－380.

Gentner, T. Q., Fenn, K. M., Margoliash, D., and Nusbaum, H. C., 2006. Recursive syntactic pattern learning by songbirds. *Nature*, 440(7088), 1204－1207.

Gomez, R. L. and Gerken. L.-A., 1999. Artificial grammar learning by 1 year-olds leads to specific and abstract knowledge. *Cognition*, 70(1), 109－135.

Hauser, M. D., Chomsky, N., and Fitch, W. T., 2002. The faculty of language : What is it, who has it,

---

たものであったかと推測される。拙論に論述の不足があったものと思われ，ここで補筆しておきたい。

本論の前提として，Marcus, G. F. et al., 1999 の＜幼児は抽象的な代数学的規則によって文法を学習する＞という主張を挙げた。この背景には，Saffran, J. et al., 1996 の遷移確率にもとづく学習や，Elman, J. L. et al., 1996 のコネクショニスト・モデルによる学習に対して，シンボル操作による学習モデルの優位を主張する Marcus, G et al., 1999 の立場がある。ちなみに，これら認知科学的テーマに関連する議論は Marcus, G. F., 2001 などに詳しい。こうした複数の仮説に対して，本論では Minimalism にもとづく「併合」という演算操作が作用している可能性を示唆しようと努めた。なお，この演算操作は，現時点においてはシンボル操作に還元されるものと理解している。したがって，ga などの「音節」を「語」に，ga ti ga などの「音節列」を「シンタクス」に置き換えたとしても，Saffran, J. et al., 1996 らによる問題提起の出発点に立ち戻り，まずは３語に限定したシンタクスを考察・議論することが求められる。多語のシンタクス，つまり多音節の連続を取り上げ，分析することは，Saffran, J. et al., 1996 や Elman, J. L. et al., 1996 において論述された問題とは異なるかたちの問題を設定し，考察を新たにする必要があろう。さらに，これはワタボウシタマリンの脳内のメモリ容量に言及するテーマにもなろう。これらはいずれ機会を得て，別途論じたい。

and how did it evolve ? *Science*, 298, 1569－1579.
Hauser, M. D., Weiss, D., and Marcus, G., 2002. Rule learning by cotton-top tamarins. *Cognition*, 86, B15－B22.
Kuhl, P. K., 1994. Learning and representation in speech and language. *Current Opinion in Neurobiology*, 4, 812－822.
Leslie, A. M., Gelman, R., and Gallistel, C. R., 2008. The generative basis of natural number concepts. *Trends in Cognitive Sciences*. 12(6), 213－218
MacWhinney, B., 2000. *The CHILDES Project*. Vol. 1 & 2. Erlbaum.
Marcus, G. F., 2000. *Pabiku and Ga Ti Ga* : Two mechanisms infants use to learn about the world. *Current Directions in Psychological Science*, 9, 145－147.
Marcus, G. F., 2001. *The Algebraic Mind : Integrating Connectionism and Cognitive Science*. Cambridge, MA : MIT Press.
Marcus, G. F., 2005. http://www.edge.org/q2005/q05_7.html#marcus. Edge ; The World Question Center.
Marcus, G. F., Vijayan, S., Bandi Rao, S., and Vishton, P. M., 1999. Rule learning by seven-month-old infants. *Science*, 283, 77－80.
野村泰幸，2004.『プラトンと考える ことばの獲得　成長する文法・計算する言語器官』くろしお出版.
野村泰幸，2005a.「言語獲得と言語進化の交わるところ」,『科学』（岩波書店），75(3)，285－286.
野村泰幸，2005b.「言語獲得から言語変化へ―普遍文法をめぐる新たな展開」,『月刊 言語』（大修館書店），34(12)，72－76.
野村泰幸，2006a.「トリガーとしての動詞接尾辞―言語獲得のための制約―」,『大阪外国語大学論集』32，61－87.
野村泰幸（編・訳・解説），2006b.『言語進化とはなにか　ことばが生物学と出会うとき』大学教育出版.
野村泰幸，2007.「併合（Merge）とフィボナッチ数列―ヒト言語における自己埋め込み構造―」，*Sprache und Kultur*，40，1－14. 大阪外国語大学ドイツ語研究室.
野村泰幸，2008a. Human language in the biological setting, *Report of the International Colloquium (2006)*, 68－72. 総合研究大学院大学葉山高等研究センター.
野村泰幸，2008b.「普遍文法の本質とは何か―言語獲得からみた生成文法」,『月刊 言語』（大修館書店），37(11)，21－27.
Nowak, M., Plotkin, J. B., and Jansen, V., 2000. The evolution of syntactic communication. *Nature*, 404, 495－498.
Pinker, S. and Jackendoff, R., 2005. The faculty of language : What's special about it ? *Cognition*, 95, 201－236.
Saffran, J., Aslin, R., and Newport, M., 1996. Statistical learning by 8-month old infants. *Science*, 274, 1926－1928.
Seidenberg, M. S. and Elman, J. L., 1999. Do infants learn grammar with algebra or statistics ? *Science*, 284, 434－435.
Shastri, L., 1999. Infants learning algebraic rules. *Science*, 285, 1673－1674.

（2008. 12. 22 受理）