

# 言語の起源：自分自身との対話としての思考 ——人工生命の観点から——

外池 俊幸

## 概要

本稿では、言語の起源に関して、Kirby (2002) で示された人工生命の枠組みでの提案の基本的な仮定を踏襲しながらも、重要な点で異なる提案をする。具体的には、Kirby (2002) では、個々の人間 (agent) がやり取りすることで、相手の発話から学び、それに対する発話から、相手が学ぶという、相互のやり取りで、言語が形作られ、言語が発展していくと考えられている。agent 間の社会的コミュニケーションを重視している。それに対し、本稿では、個々の人間の間のやり取りではなく、一人の人間の中に、agent が二人いて、その二人の agent 間の対話が、言語を生み出したというモデルを提案する。私と私自身との対話を考えるのである。言語の重要な特性である構成性は、既に実現していたと仮定する。また、言語の獲得のモデルとしては、大きく三つ、跳躍説、漸進説、前適応説があるが、いくつかの離散的な機能があって、それらが揃って、比較的短期間の間に、結果として言語を獲得したという前適応説を仮定する。そして、言語の誕生は、回帰的な構造を作れるようになったことで実現したと考える。これらを自然な形で統合できるモデルを提案する。

キーワード：言語、起源、思考、人工生命、回帰性、反復相互学習

## 0. まえがき

人工生命 (Artificial Life) は、まだ比較的新しい研究の枠組みである。当初は、一般的な言い方をすれば、生物学的な現象をコンピュータを使ってシミュレートする研究が中心であった。生命の仕組みや、進化などの研究から始まり、しばらく前から、様々な状態が変化する現象を研究する分野として研究が広がりを見せている。新たな研究課題に取り組む研究も出てきており、そのなかには、言語の起源をシミュレートしようとする研究もある。本稿では、エディンバラ大学の Language Evolution and Computation Unit にいる Simon Kirby が、Kirby (2002) で提案した言語の起源に関する提案を基本的に踏襲する。しかし、同時に Kirby (2002) の主張とは、非常に重要な点で異なる提案をする。Kirby (2002) は、個々の人間の間の社会的な関係の中でのやり取り (コミュニ

ケーション)が言語の起源だと考え、iterated learning model という考え方を導入し、それを人工生命の枠組みで、実現するという提案をしている。個々の人間は、エイジェント(agent)と呼ばれ、エイジェント間のやり取りで、相手の出力に対して、それに応じた内容を出力する。その相互の影響の与え合いでの変化が言語を創出すると考えている。

それに対して、本稿では、Chomsky (2008), Hauser et al. (2008)などで主張されているように、言語は、思考を可能にしたことにその本質があると考え。コミュニケーションの道具として使われるようになったことが、言語の起源ではなく、あくまで派生的に実現したことだと考える。人のコミュニケーションを重視する Kirby (2002)と、本稿のように、チョムスキーの主張する、言語を思考を可能にしたものだと考える立場とは大きく異なる。

Chomskyは、共著の論文 Hauser et al. (2002)で、人間の言語にとって本質的なことは、回帰性を持つ構造をつくれることだと主張した。その後、回帰性に関する研究が非常に盛んになった。本稿でも、回帰性が言語の起源であり、回帰性が思考を可能にしたというチョムスキーの考え方を踏襲する。つまり、Kirby (2002)の考え方とは違って、エイジェント間のコミュニケーションを言語を捉える際の中核には据えず、言語は第一義的には思考する手段であったと考え、それをいかに自然に人工生命の考え方で表現するかを問題にし、そのモデルを提案する。

結論を先に言うと、本稿では、言語をエイジェント間のコミュニケーションではなく、一人の人間の脳の中での、私と私自身の間のコミュニケーションだと考えることを提案する。生成文法で考えられてきた、E(xternal) Language (外言語)とI(nternal) Language (内言語)の区別を援用して、人同士のエイジェント間のやり取りを、E(xternal) Communicationと呼ぶとすると、一人の人間の中でのコミュニケーションは、I(nternal) Communicationと呼べるだろう。

この二つのコミュニケーションの区別自体は、沖(2010)も指摘するが、言語学で盛んに研究されてきたとは言えないかもしれないが、重要な観点として、多くの研究者が想定しても不思議ではないものだという意味で、目新しいものではない。この二つの観点を区別を明示的に取り入れた人工生命の枠組みでの言語の研究は、筆者の知る限りない。後者の考え方を、言語の起源を考えるモデルに持ち込むことを提案する。

沖(2010:176-177)に以下のような既述がある：

外言とは、音声を伴って外に出されたことばのことで、何らかの意思を人に伝えるコミュニケーションのための社会的言語を指す。他方、内言とは、音声を伴わないことばとして用いられる(『国語教育研究大辞典』田近洵一執筆)。談話は、他者との相互行為が目されやすいが、言語が思考と密接な関係にあることを思うと、

自己自身との対話についても、今後、言語学は真剣に考察すべき研究課題として意識する必要があると思われる。

これはたまたま目についた記述だが、このような認識は多くの研究者によって共有される可能性が高い。しかし、それが実際の研究の対象としてどの程度研究されるようになるかははっきりしない。本稿での提案は、思考を実際の研究の対象にするためのもので、思考がどのようなものを思考を直接研究するのではなく、シミュレーションによって研究する枠組みを示すことにある。

## 1. 原言語 (protolanguage) の登場まで

5章でもう少し詳しく取り上げるが、原言語が現れるまでの変化について、現在考えられていることを、ここで整理する。問題の重要な点を考慮すると、一般的な考え方として、以下のように整理するのが自然であろう。

1. 人に近いと言われるチンパンジーと人の祖先は、同じ種類同士の間でコミュニケーションを行なっていただろう。しかし、チンパンジーのコミュニケーションは危険を知らせたり、求愛の行動の一部であったり、個体間の闘争の際に行われる威嚇の意味などを持ってはいたが、部分が集まってより大きな構成要素を作るということは無かった。言い換えると、構成的 (compositional) ではなかった。全体が一つで、部分に分割されないことを、非構成的 (non-compositional)、あるいは、英語では、holistic と言う。  
本稿では、言及するだけであるが、少なくとも何種類かの鳥の歌が、形式的には、人間の言語の持つ特質を持っていることが知られている。詳しくは岡ノ谷 (2003) などを参照。鳥の歌が、構成的であるということである。
2. 現在も、チンパンジーは、いくつかのシンボルを操作したり、コミュニケーションを行なっていると考えられるが、目の前の餌や他の個体との関係などについて、何かを行うだけで、目の前のことではないことについて、記憶をたよりに何かを語ったり、将来の計画について語ったりはしないという意味で、言語を持っているとは言えない。これを進化の観点から考えると、人が言語を獲得したのは、人の祖先がチンパンジーと分かれてからのことだと考えられる。この点も確認しておかなければならない重要な点である。
3. それに対して、人の祖先は、多分、どこかの段階で、最も単純な例で言えば、二つの構成要素を並べて、より大きな構造を作れる能力を獲得した。こ

れを原言語の誕生と考えるのが原言語のもっとも分かりやすい単純な定義だろう。要素の数が三つ以上になっても、要素が並列に並ぶだけで、部分が集まり、全体を構成しているという意味で、構成性が見られるが、内部構造を持たない。つまり、二つの要素が結びついて、一つの要素を構成し、それともう一つの要素が結びついて、さらに大きな要素を構成するということがない段階である。

4. 品詞の出現をどう考えるかという問題がある。多分、名詞、動詞などの要素が先に現れ、時制の獲得は遅れたと考えられるので、まず不定詞句のような表現を作れるようになった。
5. 品詞の出現の順番を問題にするのであれば、Heine & Kuteva (2007) の主張に従えば、名詞や動詞の後に、他の品詞が出現する。Heine & Kuteva (2007) の提案を、人工生命の枠組みでシミュレーションすることは、興味深い課題であるが、今後の課題としたい。
6. 本稿では、コミュニケーションを言語の本質だと考えない立場を取るが、個々の個体間のやり取りが、言語が広まる上で重要であったということに異論があるわけではない。個々の個体間のやり取り、コミュニケーションを保証する上で、同じ種のメンバーを識別する能力は、人にしてもチンパンジーにしても、重要で、顔によって個体を識別する能力が社会性の発展を支えたことは間違いないことだろう。この点に関しては、人も、チンパンジーも、顔によって個体を識別していることが実験で確かめられている。
7. Chmsky らの説 (Hauser et al. 2002) に従えば、回帰性を獲得したことで、言語を獲得したことになる。そしてそれは思考することを保証することで、まさに人が思考する存在になり、それがそれまでの人の祖先とは本質的な意味で異なり、それが人が誕生したことを意味すると考えられる。
8. 言語を、思考の道具だと考えるか。コミュニケーションの道具だと考えるかに関しては、既に論じたように、意見の違いがあるが、早い段階から、記号をコミュニケーションに利用し、社会生活を営んでいたと考えられるであろうし、言語を獲得したことで、まずは思考することが可能になったと考えられるにしろ、ほぼ、その最初の段階でも、まわりの構成員とコミュニケーションを行なっていたら、結果としては、どちらの考えを取ろうとも、大きな違いはないと考えることもできる。しかし、最初の段階で、どちらであったのかは、やはり重要で大きな問題であることにはかわりはない。

## 2. 言語獲得モデル

人間が言語を獲得したモデルとしては、大きく以下の三つがある。

- (1) ヒトの進化の過程で、ある時期に突然獲得した（跳躍説）
- (2) ヒトの進化の過程で、徐々に獲得した（漸進説）
- (3) いくつかの離散的な機能があって、それらが合わさって、結果として言語を獲得した（前適応説）

現在では、大きくは前適応説を取る研究者が多い。いくつかの機能とは、さらに、細かく分けなくてはいけないだろうし、相互の *interaction* も考えないといけないだろうが、簡単には、記号を並べる能力（統語論）、意味的な対象を処理できる（意味論）、音を処理できる能力、発音仕分ける能力、聴き分ける能力などがある。そして、ヒトは、これらの能力をかなりながい時間の間に、個々に獲得していった、それらが揃ってからは、比較的短期間の間に言語を獲得したと考えられるのである。

離散的な機能として、分かりやすいものを切り出して、例を挙げると、少なくとも以下のようなものを挙げることができる：

- (4) 何らかの媒体（音声・両手の身振り）を言語の媒体として用いる能力
- (5) 何らかの媒体と意味を組み合わせた単語を用いる能力
- (6) 単語を様々に組み合わせ、文などの大きい要素を作る能力

## 3. 回帰性 (recursiveness)

回帰性とは、(7) に示すように、**X** という性質を持った全体の中に、それと同じ性質を持ったより小さい部分を含むということが繰り返し (*recursively*) 成り立つという性質を指す。(7) では、括弧でくくられたどの部分も [\_\_\_\_が来た] の下線部に入れて、その主語とできるという共通の性質を持っている。

- (7) a. [x[x[x[x[x 直美]の友達]の友達]の友達]の友達] (が来た)
- b. [x[x[x[x[x 直美]と里美]と美幸]と美里]と直子] (が来た)

- (8) は、英語における文 (= S) という単位での回帰性を示している。

- (8) a. [s Mary loves big dogs.]  
b. [s I think [s Mary love big dogs.]]  
c. [s You know [s I think [s Mary loves big dogs.]]]

このように文を目的語として取る表現であれば、さらにこの左側に付け足して、原理的には無限の長さの文を作れる。回帰性に関しては、チョムスキーの提案、そして、Hornstein (2008) の提案にも注意する必要がある。しかし、細かな違いはあるが、本質的な点での違いはないと考えてよい。

#### 4. Kirby (2002) の提案の概要

言語の起源を、人工生命の枠組みでシミュレーションする方法に関して、具体的な提案をした。社会の構成員を agent と考えて、その agent 間での相互学習が、言語を生み出したと主張し、それをシミュレートした。

Iterated Learning Model (反復相互学習モデル) を使い、言語の compositionality (構成性) が保証されることを示した。回帰性が、どう獲得されるかについての具体的な提案はしていない。しかし、構成性が獲得されるということは、自然言語の重要な本質の一つであり、大きな貢献である。(cf. Brighton 2002, Cangeloci and Parisi (eds.) 2002, Kirby 1999, Kirby 2000, Smith 2002, Wray 1998)

#### 5. 本稿で提案すること

Kirby (2002) では、回帰性がどうして持ち込まれたのかに関しては、はっきりした説明をしていない。本稿では、一般的だと思われるが、突然変異で、回帰的な構造を作れる個体が現れ、思考できるということは、圧倒的に優位な属性を獲得したことになり、その形質を持つ個体が広まっていったと考えている。

しかし、同時に、進化の過程で、個体間のコミュニケーションが行われていたのは、ほぼ確実に、そのコミュニケーションが言語を獲得することで、それまでのコミュニケーションと、その質量も、くらべものにならないものになったと考えるのは自然なことであろう。その意味で、コミュニケーションと文化の進展の相互作用、それが言語を生み出したと考える Kirby (2002) の考え方自体は、自然なものである。しかし、既に述べたが、言語の起源が、思考の道具だったと考えるか、コミュニケーションの道具だったと考えるかという重要で本質的な考え方の違いはまちがいに存在する。

## 6. Iterated Learning model (反復相互学習モデル)

Iterated Learning Model は、Kirby (2002) が、言語の起源、特に構成性の発現を説明するために導入した学習モデルである。ここでは、日本語訳として、「反復学習モデル」ではなく、「反復相互学習モデル」という語を暫定的に使う。「学習モデル」というと、学習者が一人であることを含意してしまうと考えられるので、それを避けるために、「相互」を加える。

モデル自体は、比較的単純なもので、二人の agent が順番に発話し、相手の言ったことから学び、そして、学んだことの結果を出力する。それを受けて、相手も、また学び、その結果として新しい発話を行う。その相互のやり取りが続く中で、学習が進み、結果として、言語が生成されるというモデルである。コンピュータでのシミュレーションでは、こういう状態遷移は、昔からよく取り上げられてきた課題である。特に、人間の言語の起源のような、証拠らしい証拠が残っていない問題を考える際には、人工生命のようなシミュレーションを行う手法は有効であると考えられる。

人工生命の枠組みによる研究に限らず、言語の起源についての研究は、ここ 30 年くらいの間に、非常に盛んになり、論文を集めた本がたくさん出版された。しかし、このような傾向に関しては、以前から言語の起源に興味を持って、研究を続けてきた Bickerton (2008) が、警鐘を鳴らしている。言語学者だけでなく、様々な分野の研究者が、言語の起源についての論文を書き、発表するようになったが、過去の研究を踏まえない研究が多く、また、明らかに間違った主張をしているものもあるというのである。名指して、具体的に間違いを指摘されている論文もある。そして、当分は、髪と鉛筆での研究が続くだろうという趣旨の発言をしている。明らかでない間違っことを平然と論文で書く人が出てきているのは問題であろう。しかし、髪と鉛筆を使った研究が当分続くだろうというのは言い過ぎで、人工生命の枠組みでのシミュレーションを意識した研究は、有望な研究方法だと考えられる。(cf. Smith, Kirby and Brighton 2003)

Smith et al. (2003) は、“a framework for investigating the cultural evolution of linguistic structure.” (p. 371) という言い方をしている。生物学的な側面よりも、人間の社会的な側面に着目しているのが分かる。この点に関しては、本稿では、社会的な側面よりも、生物学的側面に焦点を当てている。その点で、伝統的な生成文法の考え方を踏襲していると言える。(cf. Chomsky 1965, 1980, 1995, 2008, 2010, Chomsky, Belletti and Rizzi 2000)

## 7. 言語の変化について

先に、確認しておかなければならないこととして、「進化」と「進展」、「変化」の区別

がある。「進化」は、広い意味で「生物学」で使われる概念で、進化が進むのには、時間が掛かる。例えば、人間は、約1万年前に農耕を始めたと言われる。それまでは、直感的な表現ではあるが、かなり原始的な生活をしていた。そして、その後の1万年の間に、高度文明社会を作り上げた。しかし、1万年は進化が進むには短か過ぎる時間だと言われる。それで、私たちは、高度文明化社会に生きていると思っているが、そして、それは間違いのないことであろうが、人という生き物は、1万年前とほとんど変わっていない。文化的には大きな進展があったが、進化が進んではいないと考えられるのである。私たちが考えられるのは、言語の進化ではなくて、言語の進展、変化であることを確認しておかなくてはならない。

言語の進展を、品詞の発現の順番で考えている Heine & Kuteva (2007) の提案に従って考えると、最初の段階では、layer の I で、名詞が、つまり、名詞だけを並べる。次に、layer の II で、動詞が現れる。そして、名詞と動詞が横に並べられるだけの構造を持つ。動詞はまだテンスを持たないので、原型のままである。すると、例えば、John walk. は、テンスを持たないので、(for) John (to) walk というような、並び方であり、不定詞句の表す意味を持つと考えられる。テンスがないので、現在なのか、過去なのかなどの区別はまだない。layer の V で、初めてテンスが現れて、時制の区別ができるようになる。言語の起源と品詞の発現の順番に関する研究は、状態の変化という意味で、人工生命の手法が活かせる対象であるが、品詞の発現の順序に関しては、回帰性の出現のような中核となる問題の設定とその変化に関する大きなモデルの設定が必要である。

時制の区別ができるようになると、単に横に要素を並べるだけだった頃に比べて、深い構造を持つことにはなるが、まだ、回帰性は獲得できていないので、同じ要素を埋め込むことはできない。ここまでが、回帰性が言語を初めて成立させたという考えを取るならば、言語になる前の最後の段階だということになる。単文を使えるようになった段階である。構成性と回帰性とは区別しなければならない概念であるということに注意しなくてはならない。

## 8. まとめ

本稿では、先行研究の提案をうまく取り込んで、言語の起源を、人工生命の枠組みでの研究で提案された agent 間のコミュニケーションから発現したという考え方の捉え方を変え、個人が思考することができるようになったことを、個人の中に二人の agent を仮定し、その間のコミュニケーションだと捉えられるのではないかということを提案した。

まず、言語が現れる前から、人間の意識のなかには、agent が少なくとも二人いて、情

報の確認など、コミュニケーションを行なった。そして、その agent 間でのやり取りで、回帰的な構造を作れるようになり、思考することが可能になり、言語が誕生した。そして、一人の人間の中の agent 間のやり取りが、他の個体とのコミュニケーションに派生的に拡張されて使われるようになった。

細かな点を見ていくとすると、一つ重要なのは、文が作れるようになって、文の表す命題に対して何か言える、コメントを言えるためには、補文化辞 (complementizer) の出現が必要である。補文化辞が現れて、初めて、文の下に文を埋め込む、回帰性が保証されることになり、完全な言語が誕生したと言えるようになる。

さらに、言語の進展に関して、Heine & Kuteva (2007) が行なった、主に五つ layer を仮定する提案を取り入れ、それを人工生命での、言語起源に関する研究を行う手法を取り込んだモデルでシミュレートすることは興味深い課題だということを指摘した。具体的な分析は今後の課題としたい。一つだけ、人工生命の枠組みで研究することの難しさの中核を成すと考えられるのは、言語の起源を考える場合には、まだ言語が誕生する前の状態を考えられるので、個々の個体を考慮したモデルを考えれば済むが、言語が誕生してしまっただけの状態の変化を考えるとすると、変化に関わる主体をどういう対象として、モデルを組み立てるかからして、難しいということがある。これが、人工生命での、品詞に関わる大きな変化を研究する際の、最初の関門になるだろう。

## 9. 今後の課題

回帰性を獲得することで、言語が始まり、思考が可能になったということと関連した問題として、補文化辞の誕生が重要である。名詞句の埋込みは、比較的単純で、[NP[NP [NP 太郎]の友達]の友達] というように、構造的には難しくない。しかし、文の埋込みは、文をそのまま埋め込めないことが多い。それを保証する補文化辞をどう位置付けるかを、その起源を含めて検討する必要がある。

本稿では突然変異により、回帰的な構造を作れる固体が出現したと考えた。言語が広がる過程を考慮すると、iterated learning model のようなものを考える必要があるかもしれない。また変化の過程の研究は人工生命の得意な領域であって、今後の重要な研究課題である。evolutionary dynamics で重要な業績を上げている Martin A. Nowak (2000, 2007) の研究の検討も今後の重要な課題である。

さらに言えることは、常にそうだが、どんなデータをどう分析しても、それが妥当な分析であるかどうかの検討が必要で、人工生命の枠組みでの分析も、本質的なところを的確に捉えているかどうか、そしてその分析が妥当でないことを示すことが保証されているかどうか重要である。

新しい研究手法が導入されると、その手法を使うと、ほぼ自動的に新しい研究、あるいは研究手法による研究が生み出されることが期待できそうに思える。人工生命の研究手法の問題を、一般的な観点から検討する必要があるが出てきている。この検討自体が興味深く、しかも重要な研究課題である。

\*何年か前までは、こういう内容の論文を書くとは思ってしなかった。しかし必要があって、進化に関する研究を最新ののものまで丁寧に追い掛けた。そして、研究が盛んになりつつあった言語の起源に関する文献も読み初始めて、興味が広がった。

ただ、この論文で、考えていることをまとめてみて、改めて思うことは、分析の妥当性をどう保証するかがはっきりしない点である。人工生命は、比較的新しい研究の枠組みであるが、どうしても研究できる面白さがあるが、研究手法の検討自体が研究課題である。

#### 参考文献

- Bickerton, Derek (2007) "Language Evolution: A Brief Guide for Linguists," *Lingua* vol. 117, pp. 510-526.
- Brighton, Henry (2002). "Compositional syntax from cultural transmission," *Artificial Life* vol. 8, pp. 25-54.
- Cangelosi, A. and Parisi, D. (eds.) (2002) *Simulating the Evolution of Language*. London: Springer.
- Chomsky, Noam (1965) *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Chomsky, Noam (1980) *Rules and Representaion*. London, Basil Blackwell.
- Chomsky, Noam (1995) *The Minimalist Program*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Chomsky, Noam (2008) "The biolinguistic program: Where does it stand today?," ms, MIT.
- Chomsky, Noam (2010) "Some simple evo-devo theses: how true might they be for language?" ms.
- Chomsky, Noam, A. Belletti and Rizzi, L. (2000) an interview on minimalism. University of Siena online publication, <http://www.ciena.unisi.it/publicazioni.php>.
- Hauser, Mark D., Noam Chomsky, and W. Tecumseh, Fitch (2002) "The faculty of language: what is it, who has it, and did it evolve?" *Science* 298, pp. 1569-1579.
- Heine, Bernd and Tania Kuteva (2007) *The Genesis of Grammar: A Reconstruction*, UK: Oxford University Press.
- Horstein, Norbert (2007) *A Theory of Syntax*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Kirby, Simon (1999) *Functional Selection and Innateness: The Emergence of Language Universals*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Kirby, Simon (2000) "Syntax without natural selection: how compositionality emerges from vocabulary in a population of learners," In C. Knight, M. Studdert-Kenedy and J. R. Hurford (eds.) *The Evolutionary Emergence of Language: Social Function and Origins of Linguistic Form*. pp. 303-323.

Cambridge, UK, Cambridge University Press.

- Kirby, Simmon (2002) "Natural language from Artificial Life," *Artificial Life* vol. 8, pp. 185-215.
- Nowak, Martin A. (2000) "Evolutionary biology of language," *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, pp. 1615-1622.
- Nowak, Martin A. (2007) "Quantifying the evolutionary dynamics of language," *Nature* vol. 449, pp. 713-716.
- Smith, Kenny (2002) *Compositionality from Culture: The Role of the Environment Structure and Language Bias*. (Technicak Report) Language Evolution and Computational Research Unit. University of Edinburgh.
- Smith, Kenney, Simon Kirby and Henry Brighton (2003) "Iterated learning: a framework for the emergence of language," *Artificial Life* vol.9, pp. 371-386.
- Wray, Alison (1998) "Protolanguage as a holistic system for social interaction," *Language and Communication* vol. 18, pp. 47-67.
- 岡ノ谷一夫 (2003) 『小鳥の歌からヒトの言葉へ』 岩波サイエンスラブラリー、東京：岩波書店。
- 沖 裕子 (2010) 「方言談話論の対象と方法」 小林 隆・篠崎晃一編 (2010) 『方言の発見』 pp. 161-182. 小林 隆・篠崎晃一編 (2010) 『方言の発見』 東京：ひつじ書房。

