人間精神にとっての言語の重要性

外　池　俊　幸

概要

この論文を書こうと考えたきっかけは、チョムスキーの階層と呼ばれる、言語を形式的に考えた場合に、人間が話している言語をほぼ記述できることが知られているタイプ２と言われる文脈自由文法では記述出来ないような対象を考え、その対象がどういう性質を持っているかを考えたいと思ったことだった。しかし、先行研究や、最近の研究を追い掛けて行くうちに、その期待は裏切られた。人が言語を獲得したことは、あまりに大きな意味を持っていて、その言語の属性が、人が作り出すもの、人が扱うものを強く縛っていて、言語が人にとって本質的なものであることを再確認することになった。また、進化に関する研究が進み、脳の状態を調べる手法の開発も進み、人間の話す言語を話せるわけではないサルの一種の脳に、人間の持つ言語に関係する部分が存在することが知られるようになり、系統発生で考えると、言語はヒトに特有のものであることに変わりはないが、その言語を構成する要素が、ヒトの言語を獲得したわけではない生物に存在することが明らかになったということである。当初、考えたことを、再検討せざるを得なかった過程で問題となったことを検討し、重要だと考えられることをまとめることが本稿の目的である。

０．はじめに

この論文の目的は、普通の論文の目的とは違い、何かに関しての分析を示すことでも、何かを論じて、その結果を示すことでもない。この論文の目的は、言語に関しての研究を振り返り、その結果として、何が問題であるかをできるだけ明らかにすることである。

それは、筆者が過去 30 年くらいの間に考えてきたを振り返ることであり、問題となることを簡潔に示そうと考えている。それは、生成文法を一人で始めて、ほぼ一人で引っ張ってきたチョムスキーの貢献をたどることになる。チョムスキー７年説とか、枠組みを変えるので、変節したと悪口を言われたりしてきたが、振り返って見ると、それはヒトの特性の探求の歴史だった。

短い論文でもあるので、生成文法の歴史を丁寧に追い掛けるということはしない。基本的な文献として、Chomsky 1965, 1980, 1995 を挙げる。しかし、生成文法の歴史で

も、大きな転換点でもあったと今から振り返ると考えられる Hauser, Chomsky, and Fitch（2002）で提案された言語の起源に関しての一般的提案は、重要である。筆者は、ちょうどその時期に、言語学の入門書で、言語の起源に関しての章の執筆を担当することになり、もともとの専門ではない、進化の問題に関しての最近の研究成果を集中的に追い掛けることになった。

この論文の構成を示す。生成文法の考え方の、本稿で論じる事との関連で重要な点をまとめる。そして、チョムスキーが示した文法のタイプ分けチョムスキーの階層の概要を示す。言語の特性をまとめ、次に、言語以外に言語同様の構造を持っていることが示された、鳥の歌と、音楽についてその概要を論じ、最後にまとめでしめくくる。

１．言語の起源

言語の起源に関しては、相変わらず議論が続いている。Kirby（2002）が提案した、複数のエージェントを考えて、そのエージェント間のやり取りで、相互に学習が進み、言語が生み出されたという主張に対して、外池（2012）では、複数のエージェント間のコミュニケーションを中核に据えるのではなく、言語の起源は、あくまで思考を可能にしたことが重要で、それを実現したモデルとして、一人の人間の頭の中に二人のエージェントが存在し、そのエージェント間のやり取りが、思考を可能にし言語を生み出したという仮説を提案した。

筆者は、外池（2012）でも論じたように、言語は、コミュニケーションの道具として誕生したのではなく、第一義的には、ある構造を作る能力を獲得し、それが人間が、思考することを可能にしたのだと考えている。コミュニケーションは、派生的に実現したことだと考えている。言語を獲得することで、人は思考することができるようになって、それまでとは違う新しい生物、人間になったと考えられる。

２．言語の重要な属性

holistic か compositional か。

人間と人間以外の動物のコミュニケーションの重要な違いは、部分が集まって、新しい意味を持つ構造を作れるか、部分に分けることができなくて、あるまとまりでだけ使われるのかどうかである。ヒトの言語の特徴として、部品となる要素を例えば前後に並べて、新しい要素を作れるかどうかである。後者の属性を構成性と呼ぶ。

回帰性（recursiveness）については、Hauser et al.（2002）で、人間の言語に固有のものだと主張されて、回帰性についての研究が盛んになった。Hornstein 2007 参照。埋め込み構文を作れることが回帰性の例としてよく取り上げられる。藤田・岡ノ谷編（2012）の巻末の対談でも指摘されている（p. 264）が（例文は、対談で取り上げられているも

の)、I think that you kissed Mary. のような、that 節の埋め込みも、昔の英語にはなくて、I think that. You kissed Mary. が二つ並ぶ、パラタクシス（並列）だった。これを埋め込みと考えるかどうかも議論の余地がある。その変化をどう考えるかも問題になる。

３．言語を系統発生から考える

岡ノ谷（2012）は、鳥の歌を言語の構造という観点から研究をしている。鳥の歌が人間の言語と似た特徴を持っているとすれば、その特徴を人間が言語を獲得する前に、鳥が獲得した可能性を考えることになる。そして、系統発生の観点から考えて、人間に比較的近いマカクザルにも、言語に関係するというブローカ野とウェニッケ野に対応する部位が存在するという合意が研究者の間で形成されていると書いている。(p. 119)

さらに、Friedrich et al.（2006）では、実験を行い、数学的な再帰が含まれる文を受理するためには、脳地図の 44 野の活動が重要であることが示唆されたことに言及している。(p. 119）もしこの示唆が正しいとすれば、後で述べる音楽の構造にも言語と同様の構造が発見されるのであれば、そのような音楽刺激を与えられても、44 野の活動が重要であるのではないかということを予測することになる。

以上のことから示唆されることは、人間が言語を獲得する約５万年前よりもさらに前に、言語を構成するモジュールの一部を別な生物が獲得していた可能性があるということである。しかし、ヒトがチンパンジーと分かれてから後に言語を獲得したのではないかと考えるのが一般的である。ここで考えられることは、進化の観点から前適応説を取ると、ヒトよりも前に言語の一部を構成する要素を生物は獲得し、そのモジュールを人は引き継いだ。そして、時間がずれるが、言語を構成する他の重要なモジュールを順次獲得していき、それらが揃ってから、間もなく言語を獲得したということである。

まだ、現在でも次のように考える人もいるだろう。チンパンジーは、遺伝子の観点から考えても、ヒトに非常に近いし、記号の処理や、かなりのことができるが、言語を話せるようにはならない。だから、ヒトの言語の獲得は、ヒトがチンパンジーと分かれてから起こったことだ。しかし、すぐ上で検討したことから考えると、以下のように考える方が妥当だということになる。ヒトが言語を獲得するために必要だった能力の少なくとも一部を、ヒトがチンパンジーと分かれる前に、私たちを含めた生物が獲得していた可能性がある。しかし、ヒトがチンパンジーと分かれてから獲得した能力に、言語を獲得するために必要な能力が含まれており、それをチンパンジーは獲得しなかったので、ヒトが獲得することなった言語を獲得できないという結果になった。藤田・岡ノ谷編(2012)、入来編（2008)、池内（2010）も参照。

４．チョムスキー階層

言語を形式的に分類し、大きく四つに分けた。これもチョムスキーが始めて、コンピューター・サイエンスなど広い分野で、非常に重要な概念として広く使われるようになった（Chomsky 1957）。具体的には、以下の四つに分けられる。

階層	文法クラス	言語クラス	書き換え規則
タイプ０	任意の形式文法	帰納可算言語	$\alpha \rightarrow \beta$
タイプ１	文脈依存文法	文脈依存言語	$\alpha A \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta$
タイプ２	文脈自由文法	文脈自由言語	$A \rightarrow \alpha$
タイプ３	正規文法	正規言語	$A \rightarrow \alpha$　または $A \rightarrow \alpha B$

表１　チョムスキーの階層

そして、私たちが話している言語は、文脈自由文法におさまるのかどうかが議論になった。結局、1980 年代に、文脈自由を少しはみでる言語が見つかったが、ほとんどの場合文脈自由文法におさまると考えられるようになった。自然言語が文脈自由文法に収まるかどうかが議論になって、それに一応の決着がみられてから後は、言語学者はチョムスキー階層には、ほとんど注意を払わなくなった。その理由は、具体的な言語研究を行う場合に、文脈自由文法であるかどうかが問題にならなかったからだ。しかし、系統発生などの新しい観点から見た人間の言語の特質に対する強い関心と新しい研究が出てくることで、再び研究者の注目を集めている。

５．鳥の歌も言語だということ。

岡ノ谷の一連の研究（2003, 2008, 2010, 2012）の貢献が大きいのだが、鳥の歌が形式的には、言語と同じ構造を持っていることが示された。もう言語学者の間では常識のようになったが、最初に示された時の衝撃は大きかった。この論文でも、その衝撃的な結果の意味をさらに考えようとしている。

鳥の歌はチョムスキーの階層で言うと、正規文法で記述できる。有限状態オートマトンである。岡ノ谷は、さらに、人間の言語の起源は、鳥の歌の方に、先に始まっていたのだという主張をしようとしている。

繰り返しになるが、進化に関して、言語のように複雑な要素からなる属性に関しては、言語を構成する要素に関して、系統発生を考えると、何らかの要素を、言語を獲得するよりもかなり前に獲得していた可能性が出てくる。

6．音楽のなかで言語の属性をもっているもの

東条（2012）が、音楽の一部に言語の属性を持っているものがあることを指摘している。具体的に、分析の対象としているのは、例えば、モーツアルトの K. 550, K. 331 などである。 ここでの東条の指摘に対しては、大きく言って重要なことが、以下の三つありそうである。

言語の属性を共有しているような音楽を人が作曲するのは、どうしてか。

いつごろから、言語の属性を共有するような音楽をヒトが作曲するようになったのか。

ヒトが言語を獲得する前に、言語の持っている属性を共有している音楽を作曲するとは考えにくい。

すると、東条も指摘するように、比較的新しい音楽の歴史的展開の中で、言語の属性を持つような音楽が作曲されるようになったとすると、それは進化というよりは、文化の進展の歴史であると考えられる。しかし、音楽はずっと古くから存在したと考えられるが、それが、言語の構造と同様の構造を持つと考えられう形のものが出てくるまでに、どうしてかなりの年数がかかったのかは、今後、何らかの説明が必要であろう。興味深い問題である。東条 2007, 2008 も参照。

7．素性と値をつかった情報記述

言語情報を記述するために、素性とその値の束として表現する方法が使われる。

素性とその値を使った記述で、英語の疑問文を分析した精緻な研究として Ginsburg and Sag（2000）がある。Pollard and Sag 1994, Sag and Wasow 1999 も参照。筆者も、日本語の記述的文法の共同研究に加わり、単一化文法を使った記述を行った。文の分析では、二つの要素、主要部（主辞、head）と補部（complement）が結び付いて、一つの構成素をなす。主要な素性（主辞素性）の値が、主辞（Head）同士の間を継承されていく。例えば、動詞の下に具体的な動詞が来るが、素性としては、品詞（POS: Part of Speach）の値が V（erb）であるが、この値は、動詞の上の、動詞句にも引き継がれ、さらに、文も動詞の範疇を引き継ぐので、POS の値は、V になる。このような素性の値が、娘と母親の間で引き継がれることを、主辞素性原理（Head Feature Principle）と呼ぶ。この原理は、主辞駆動句構造文法（Head Driven Phrase Structure Grammar: HPSG）では、制約として機能する。Gunji and Hasida eds. 1998, 外池 1996, 2011 参照。ただ、単一化文法に関しては、直感的にも分かりやい記述法なので、盛んに使われた。

8．顧客情報と家系図

英語の言語学の教科書で、素性とその値を使って記述できるものとして、顧客情報を挙げていたものがあった。具体的な例を考えよう。特に意味はないが、年齢 50 歳の会

社員の日本人男性を考えよう。結婚していて、子供が二人いる。ご両親は、まだお元気で、同居はしていない。仮に付けた名前なので、その点は了解していただきたい。

名前　田中　健　　姓　田中　名　健　ふり仮名　姓　たなか　名　けん
性別　男　年齢　50
妻　恵　ふりがな　めぐみ
仕事先　港物産　部署　総務課
自宅住所　神奈川県横浜市・・・

のように記述できる。さらには、本人の趣味とか、それが重要な情報である店、あるいは会社では、その点についても項目（素性）を設けるだろう。そして、ここで重要なことは、一人の人間に関する情報と、その妻、子供、祖父、祖母との間の関係を家系をたどるようにたどることが出来るが、それをたどる場合に、家系全部をたどるのではなくて、一人の人から、その人の子ども、その子どもから、またその子どもというふうにたどっていくことは、言語の埋め込み構造と同じことが起こっているという意味で、回帰性を持っていると考えることができる。

顧客情報を管理できるソフトがあれば、そこでは、データベースの一つの項目である顧客から、親子関係をたどっていくことができて、その経路は、言語の埋め込み構造と同じ構造を持つという意味で、文脈自由文法で記述が可能だということになる。

イタリアの海岸に面した小さな村で、手のある指に特徴的な変異が見られる人達がいて、それが遺伝して、残されてきていることが分かり、大きな話題になったことがある。しかも、長い間、他の地域とは、越えることが難しい山があって、トンネルもなく、海に面しているのに、その地域に住む地域の人たちで、結婚するということが続いてきていて、さらに、その婚姻の記録が、教会に保存されていることが分かり、ポルタトーリと呼ばれることになった特徴を持った変異がいつ誰に起こったかまで特定できるということが言われ、世界中が驚いた。

第２次世界大戦の時に、ムッソリーニの命令で、トンネルが作られて、やっとイタリアの他の地域と交流が可能になったというのである。ポルタトーリと呼ばれることになった人たちの、残されている記録を、人から、子どもへと追い掛けてたどっていって出来る経路図は、人間の言語では、理論的に可能であるが、運用上の理由から、解釈が難しい、覚えておくことができないことと言われていることを、文書として記録している例になっていると考えられる。

まとめると、家系図も、経路をたどるという観点から考えると、文脈自由文法で記述することが可能である情報であることになる。そして、重要な情報が親子の間で継承さ

れる。その情報の継承は、素性のところで述べた主辞素性原理と同様の原則に従う。こう考えると、他にも、何らかの情報の伝達を行っていると考えられるものは、文脈自由文法で記述することができることになり、言語と共通する特性を持っていると言えることになる。当然すぐ思いつくのは、遺伝情報である。突然変異は、一般的には、問題となる可能性の中で全体が見える形で論じられることが多いが、個々の経路は文脈自由文法で記述が可能なのではないかと考えられる。

９．処理と制約

一時期の人工知能研究で重要だと考えられた区別は、手続き的な問題と宣言的な問題の区別であった。手続き的な問題とは、ある順番で解いていくしかない問題である。順番が決まっている問題である。こういう問題は、手続き的に解くしかないし、そうしなければそもそも解けないであろう。それに対して､宣言的な問題の扱いが問題になった。特に、制約という考え方が出てきて、人間の情報処理を考える場合に、多くの場合に、制約の解消の順番を特定することができないことが問題になった。そこで、ヒューリスティックスという考え方が出てきた。つまり、ヒューリスティックスというのは、いつも正しいとは限らないが、ヒューリスティックスを使うとうまくいくことがある知識のことである。

もう一つ問題になるのは、並列処理の問題だと考えられる。制約の解消に関しても、その順番を一意に決めることは普通できないので、何らかのヒューリスティックなどを使って、まずは解いてみるという方法である。そして、自然言語処理などで、一時期盛んに行われたのは、過去の履歴を持っておいて、そこから得られる統計的な情報を、よさそうな解を決めるのに使おうという方法である。

並列処理に関しては、コンピュータでは、もう日常的に使われている比較的安定した手法であると考えられる。それ以外は、どういうものか知りたくて、情報構造、入れ子構造などで検索してみたら、タンパク質の構造、データベースで実現されている入れ子構造などがみつかった。生成文法では、文法的な文だけを生成する文法を記述しようとした。そして、文法的ではないものが生成されるのは、言語能力ではなく、言語運用による結果であると考えられた。言語以外の情報の伝達に関して、言語の捉え方を援用して考えると、その情報の伝達を保証しているものが、情報の伝達を保証し、言語運用にあたるものが、情報の伝達を阻害すると考えられ、失敗するのは、運用の影響だと考えることができる。そして、もう一つ重要な要因として、ヒトも含め、私たちが考えているものが、生物に関係するので、進化について考える必要が出てくる。

１０．データベースでの内部構造を持つ個々のデータの記述方法。

分かりやすい例は、顧客情報だろう。顧客の情報管理の手法として、素性とその値の組を使うのが、直感的に分かりやすいし、実際的でもある。

入れ子構造、nested ということが重要になってくる。データベースに関する研究の長い歴史の中で、一つのデータ自身が内部構造を持つものも扱えるようにしようというのは、自然な拡張であり、検索などの手法に関しても研究の築積がある。特に、本稿で取り上げている素性を使って記述されるデータだけでなく、様々なタグ付けで情報量を増やされたデータの扱いが重要だと考えられる。

１１．ゲーム

ゲームの進行状況が、自然言語の特徴を持つように、ゲームを設計することが考えられる。ゲームを始める時に、何かカードを選ぶか、カードを指定される。次のポイントで、カードがあって、持っていたカードと、そこにあるカードが結び付いて、二つのカードの結び付きで、出来上がる要素の名前が文法で決まっている。文法にない、結び付けないカードであると、そこで失敗し、その結び付きは、非文法的であることになる。文法的な要素が出来上がったら、さらに進む。次のポイントで、結び付いて文法的になるカードがあると、文法的であることになり、文法から新しくできた結び付きのラベルの名前も与えられる。これを繰り返していって、非文法的な結び付きである場合には、そこでゲームは終わる。文法的であると認められて、文と認定されると、そこでゲームが終わる。しかし、回帰性を保証するために、そこでゲームを終えるか、さらに続けるかを選択することができる。続けることになると、文の埋め込みのフェーズに入ることになる。あまり言語の構造との対応関係を考えている人がいないかもしれないが、ステージを超えて先へ進んでいくゲームは、言語の回帰性で実現される構造と本質的には同じだと考えられる。人間が言語を獲得したのは、おおよそ５万年前だと考えると、それまでに様々な遊びやゲームが既に存在していたかもしれないが、言語の特徴を持っているゲームは、言語の獲得の後で始まったと考える方が自然だろう。

１２．まとめ

外池（2012）で既に論じたが、人以外の動物のコミュニケーションは、部分に分けられず、全体が一つで、一つの意味しか持たない。しかし、言語は、二つのものが前後に並び、一つだけではなかったまとまりを構成する。この構成性を持つということが人間の言語の重要な特徴である。そして、回帰性を獲得することで、言語が獲得された。

そして、言語の形式的な階層性であるチョムスキーの階層で、自然言語が文脈自由文法におさまることを考えた。記号列から作られる対象を一般的に言語と考えて、その言

語に大きく四つの階層があることが分かった。線的に並べられるものの中で、形式的には自然言語と同じ特徴を持っているものが、いくつも見つかってきた。まず、言語学者に注目されたのは、岡ノ谷が指摘した鳥の歌である。例えば、ジュウシマツは、人間が話しているように言語を話しているとは直感的には考えられないが、形式的な特徴を考えると、ジュウシマツの歌っている歌が、人間の言語の特徴を共有しているということが分かったわけである。

次に、音楽の中にも、言語の特徴を持っていると考えられるものがあることが、東条により指摘された。ここで注意しなくてはならないのは、時間軸上に並べて聞くことができる音楽すべてが、形式的に言語の重要な特性を持っているわけではない点である。音楽を構成する要素に分割し、その分割されたものが、どういう構造を持って並べられるかによって、自然言語の持つ構造的な特徴を持っているものとそうでないものに分けられるということである。

東条が取り上げなかった音楽が、自然言語と共通する特徴を持っているかどうかは今後の研究の課題であろう。言い換えると、言語に関わると考えられている脳の 44 野が、音楽の刺激を受けて反応することを確かめられるかどうかである。

つまり、音楽の構造の処理には、人間が獲得した重要な属性である言語の持つ特徴を抜きには考えられない側面がある。それを実験的に確かめられるかどうかということであり、少なくとも、言語の優位性を認めるとすると、その可能性は高い。さらに、音楽以外にも、人間の情報処理で、何らかの意味での記号の処理には、言語の処理が背後で働いている可能性が高いので、やはり同様の実験を行って、背後に言語の特性がはたらいているかどうかを確かめることが求められることになるであろう。

筆者が本稿で考えた言語との特性を共有しているのではないかという対象は、顧客名簿での家族関係と、家系図である。言語と同じような特徴を持っているものとして、他にどういうものがあるのかを考えるのは、興味深い課題である。今後、様々な研究が出てくる可能性がある。

本稿では、十分に論じることが出来なかったが、言語の階層性で言えば文脈自由文法では記述できない対象が存在する可能性があるが、それらの対象の特徴を、チョムスキーの階層とは別の、何らかの形式的な特徴として記述できるのかどうかは、非常に興味深い研究課題であると当初思えた。この可能性を示し、考えたいというのが、この論文を書こうと考えた当初の動機であった。しかし、ここまで考えてくると、人間にとって言語は、本質的で、非常に深く入り込んでいるので、そういうことは考えにくいのではないだろうか。もちろん、コンピュータを使って、人間には、できないことを実現することはできるだろう。しかし、少なくとも、その方向は、人間の属性を探究することではなく、別な課題を達成しようということになると考えられる。また、コミュニケーショ

ンに関して、言語によるものと、言語によらないものがあるが、言語によらないコミュニケーションも重要であることには、議論の余地は無いだろう。最後に、本稿で取り上げた観点で最も重要なものは、系統発生から考えることであり、その観点から人の特性を考えることが今後も重要な課題である。

参考文献

Brighton, Henry (2002). “Compositional syntax from cultural transmission,” *Artificial Life* vol. 8, pp. 25-54.

Brisco, E. (ed.) (2002) *Linguistic Evolution through Language Aquisition: Formal and Computational Model*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

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 biolinguitic program: Where does it stand today?,” ms, MIT.

Choimsky, 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.

Corbett, Greville G. (2012) Features. Cambridge. UK.

Friederici, Angela D., Jörg Bahlmann, Stefan Heim, Ricarda I. Schuboltz, and Alfred Anwander (2006) “The brain differentiates human and non-human grammars: functional localization and structural connectivity,” *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America* 103: pp. 2458-2463.

藤田耕司・岡ノ谷一夫編（2012）『進化言語学の構築　新しい人間科学を目指して』東京：ひつじ書房.

Gunji, Takao and Koiti Hasida (eds. 1998) *Topics in Constraint-Based Grammar of Japanese*. Dorarecht: Reidel Publishing.

Ginsburg, Jonathan and Ivan A. Sag (2000) *Interrogative Investigations: The Form. Meaning, and Use of English Interrogatives*. Stanford, CSLI Publication.

Hauser, Mark D., Noam Chomsky, and W. Tecumseh, Fitch (2002) “The fuculty of language: what is it, who has it, and did it evolve?” *Science* 298, pp. 1569-1579.

Horstein, Norbert (2007) *A Theory of Syntax*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

池内正幸（2010）『ひとのことばの起源と進化』東京：開拓社.

入来篤史編（2008）『言語と思考を生む脳』東京：東京大学出版会.

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 compositonality 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 Linguitic Form*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

Kirby, Simon (2002) "Natural language from Artificial Life," *Artificial Life* vol. 8, pp. 185-251.

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.

岡ノ谷一夫（2008）「動物の音声コミュニケーション」入来編（2008）pp. 72–112.

岡ノ谷一夫（2010）『さえずり言語起源論　新版：小鳥の歌から人の言葉へ』東京：岩波書店.

岡ノ谷一夫（2012）「進化言語学の生物学的構築」藤田・岡ノ谷編（2012）pp. 117–132.

Pollard, Carl and Ivan A. Sag (1994) *Head Driven Phrase Structure Grammar*. Chicago and Stanford: University of Chicago Press and CSLI Publications.

Sag, Ivan A. and Thomas Wasow (1999) *Syntactic Theory: Formal Introduction*. Stanford: CSLI Publications.

Smith, Kenny (2002) *Compositionality from Culture: The Role of the Environment Structure and Language Bias*. (Technical Report) Language Evolution and Computational Research Unit. University of Edinburgh.

東条　敏（2007）「素性から組み上げられる文の論理構造」『人工知能学会誌』22：pp. 605–612.

東条　敏（2008）「音楽と言語の構造認知」『情報処理学会誌』49：pp. 1099–1105.

東条　敏（2012）「われらの脳の言語認識システムが生み出す音楽」藤田・岡ノ谷編（2012）pp. 197–217.

外池俊幸（1996）「強要：不完全な文を解釈することを強要された場合に我々にできること」郡司隆男編『制約に基づく日本語の構造の研究』pp. 83–106. 京都：国際日本文化研究センター.

外池俊幸（2011）「回帰性と可能な文の数」『言語文化論集』第 33 巻、第 1 号、pp. 99–110. 名古屋大学国際言語文化研究科紀要、

外池俊幸（2012）「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―」『言語文化論集』第 34 巻、第 1 号、pp. 79–89. 名古屋大学国際言語文化研究科紀要、

Wray, A. (1998) "Protolanguage as a holistic system for social interaction," *Language and Communication* vol. 18, pp. 47-67.