

# 文法化を起こす認知能力・バイアスの検討 —構成的手法によるモデル化—

Cognitive ability and bias for grammaticalization: Modelling with constructive approach

橋本敬

北陸先端科学技術大学院大学・知識科学研究科

hash@jaist.ac.jp, <http://www.jaist.ac.jp/~hash/>

**概要** 言語変化の一種に内容語が文法的機能を帯びるように意味変化する文法化という現象がある。その特徴は変化の一方向性、および、変化の型の普遍性であり、それは、人間の認知構造の反映と解釈可能である。われわれは、言語学習過程に着目した抽象的認知モデルの構築とシミュレーションによる解析を通じて、文法化、とくに一方向的意味変化が生じるメカニズムを検討した。その結果、意味変化が起きるためには、獲得した言語的ルールをほかの言語知識に拡大適用できる「言語的類推能力」が重要であることが示唆された。さらに、一方向性を持った変化を実現するには、ある形式に関連する別の意味を表すことに流用する「語用論的拡張」、および、特定の意味の随伴性・関連性を認識しやすい「共起」という認知バイアスが有効であることを示す。

## 1. 文法化

言語には、名詞、動詞、形容詞など、単語がなんらかの内容を表し特定の文脈で使われる語彙項目と、前置詞、助詞、助動詞など、文法的な役割・機能をないう文法項目がある。文法化(grammaticalization)は、語彙項目が機能的性質を帯びようになる、あるいは、機能的な語がさらに機能的に変化していく言語変化現象である(Heine, 2005)。このようなタイプの言語変化は世界中の言語でよく観察される。ほとんどの文法的項目は語彙項目から文法化してできたのではないかと、という強い考えもある。さらに、異なる言語において変化元および変化先それぞれの意味ドメインが共通している文法化が観察される(Heine and Kuteva, 2002)。また、語彙化などの逆方向の変化もなくはないが、その例は少なく、語彙項目から文法項目の方向へ変化する一方向性(unidirectionality)を示す傾向が強い。一方向性は、他の言語変化と異なって文法化を特徴づけるものと考えられる(Hopper and Traugott, 2003)。

言語はなぜいかにして普遍的な一方向性を示す変化をするのだろうか。Hopper and Traugott (2003)は、どのようにして変化が起こるかということと変化の方向性について強い制約があるということ(観察事実)は分かっているが、一方向性を動機付ける要因がすべて完全にわかっているわけではないとしている。言語接触が起きていないと考えられる世界中の言語で、文法化という一方向性を持った同じタイプの変化が観察されるという普遍性が示唆することは、人間の認知構造にある普遍性がこの変化をもたらしている可能性である。もちろん、人間という言語を用いる主体側の普遍性ではなく、主体が生きている環境の普遍性に原因を求めることも可能である。しかし、言語主体が生きている環境とは、地球上でヒト(生物としての人間)が生存している物理的環境だけではなく、主体の活動によって作り出される社会的・言語的・文化的環境もある。社会におけるコミュニケーションを通じて変化していく言語には、後者が大きく影響していると考えられる。本稿では、言語主体の認知モデルを作成し、一方向性を持った変化という文法化の特徴を示す認知モデルの条件を探るといふ、構成的アプローチ(Hashimoto et al., 2008)による研究を行う。そして、どのようなメカ

ニズムの要因が一方方向性に寄与するのかを議論する。

## 2. 文法化の認知モデル<sup>1</sup>

本稿で構築するモデルは, Kirby(2002)による合成性(compositionality)<sup>2</sup>の進化に関するエージェントモデルの拡張である。このモデルには, 言語知識を持つエージェント(大人=発話者)と持たないエージェント(子ども=聴取者)の二人がいる。両者がともにある状況に直面しており, 大人はその状況を自らの言語知識を用いて記述し, 発話する。子どもはその状況(意味)と大人の発話(形式)を結びつけて記憶する。これを様々な状況で繰り返すのであるが, 子どもは新たな発話を受け取るたびに, 自分の言語知識を汎化するよう学習を行う。ある程度の発話を受け取った後, 子どもは新たな発話者となり, 言語知識を持たない新しいエージェントが参入するとともに, 元の発話者エージェントはいなくなる。すなわち, 世代交代が行われたことに対応する。これを繰り返していくプロセスは繰り返し学習モデル(Iterated Learning Model)と言われる(Kirby and Hurford, 2002)。

言語知識は, 意味(状況)と形式(発話)を対応させる文法規則としてモデル化する。具体的には,  
カテゴリ/意味→形式

のかたちをした一種の文脈自由文法の書き換えルールの集合である。状況全体の意味は, <[時制]動詞(主体, 対象)>というかたちで表示する。たとえば,

(1) N/john→ ot

というルールは, 「カテゴリN に属する<john> という意味は「ot」という形式で表される」という言語知識を表す<sup>3</sup>。また,

(2) S/[past]read(x, book) →sw N/x epa

のように, ルール中に変数xを含む場合もある。この例では, カテゴリNに含まれる意味をxに代入することができる。したがって, 上記の(1)(2)のルールにより<[past]read(john, book)> という意味(状況)に対し, 「swotepa」という文を発話することになる。

汎化学習には, chunk, merge, replaceという3つの文法推論の記号操作を行う。

**chunk** ある2つのルールにおいて, 意味と形式のそれぞれの異なる部分が一部分だけであるなら, これら2つを変数を含んだ階層的なルールセットに統合する。

**merge** 左辺の非終端記号だけが異なる2つのルールがあった場合, これらと同じ非終端記号を持つすべてのルールを, どちらかの非終端記号に統合する。

**replace** あるルールの意味と形式の両方が別のルールに含まれているならば, 後者を変数を含み前者を代入することができる新しいルールに置き換える。

ここまではKirby(2002)のモデルとほとんど同じである<sup>4</sup>。この段階でのモデルでは, 意味変化は生じるが

<sup>1</sup> モデルの詳細については(中塚, 2006; 橋本・中塚, 2007)を参照してほしい。

<sup>2</sup> 合成性とは, 文の意味が文を構成する単語の意味とその並び方の関数になっている(両者にあるシステムティックな対応がある)性質である。

<sup>3</sup> 本稿では, 意味を<・>で, 形式を「・」で表すことにする。

<sup>4</sup> replace は(Kirby, 2002)の付録にだけ記述された操作であり名前は与えられていない。また, (Kirby, 2002)では時制の意味は扱われていない。ここでは, 文法化を目的としたモデルなので, 語彙項目が文法項目へ変化するプロセスを実現するため, 機能的意味を導入する必要がある。ここでは, 英語の典型的な文法化事例であるbe going toが未来時制を表すようになる(goから未来時制への意味変化)に範を取り, 機能的意味として時制を採用した。

一方向的な変化にはならず, あらゆる意味からあらゆる意味へ等確率で変化することが予備的調査で判明した(中塚, 2006). そこで, 一方向性を示すようにするために, 認知主体の意味理解のバイアスを反映させる意味空間の設計を導入する. ここではつぎの2つの設計を行った.

**共起** 意味Mは意味M'とともに現れやすい

**語用論的拡張** 意味M1を表すために, 別の意味M2, M3に対応する形式F2, F3を用いることができる

### 3. シミュレーション結果

初期状態として, 大人も子どもと同様にまったく言語知識を持たない状態からシミュレーションをはじめ, 状況に対して自分の言語知識を用いて発話を生成できない場合は, ランダムに形式を作り発話を行う. ここでは, 名詞の意味が5つ, 動詞の意味が5つ, 時制が3つあるという設定にする. したがって, <[時制]動詞(主体, 対象)>で表現される可能な意味は,  $3 \times 5 \times 5 \times 4 = 300$  種類あることになる. この300の中からランダムに選んだ状況が, 記述対象の状況としてエージェントに提示される. 共起の M, M'として, それぞれ<行く>, <未来>を, また, 語用論的拡張の M1として<行く>を, M2, M3として<歩く>と<走る>を設定した.

まず, 言語知識が世代をへてどのように成長していくかを見る. とくに, **chunk**, **merge**, **replace** の3つの学習操作の設定に対する表現度の変化に着目する. 世代ごとの表現度の推移を図1に示す. 表現度とは, 可能な意味の中のどの程度の割合をある言語知識(文法)から生成できるか, という指標である<sup>5</sup>. 図1の破線は三つの操作がすべて揃っている場合であり, この場合は表現度が100%に達している. 他の線は, 三つの操作すべて無し(発話された意味と形式の対応を記憶するのみ), **chunk**のみ, **merge**のみ, **replace**のみ, **chunk+merge**の5つのパターンを描いているが, どのパターンでも表現度は20~30%程度から上昇することはない<sup>6</sup>. すなわち, 表現度が成長し言語知識の汎化が起きるのは, 上記の三つの学習操作がすべて揃っている場合のみであり, その中でも **replace** は非常に重要な役割を持っていることがわかる.

この **replace** 操作がある場合とない場合とで意味変化の頻度を観察したものが図2である. ここで意味変化とは, ある世代である意味に対する形式であったものが, 後の世代で別の意味に対応する形式, あるいは, その一部になっている場合とする. この図か

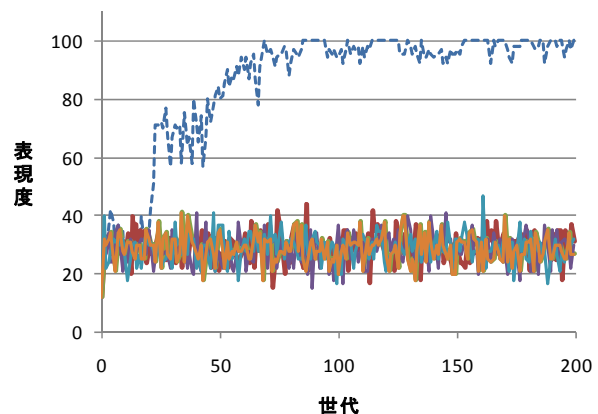


図1: 表現度の推移

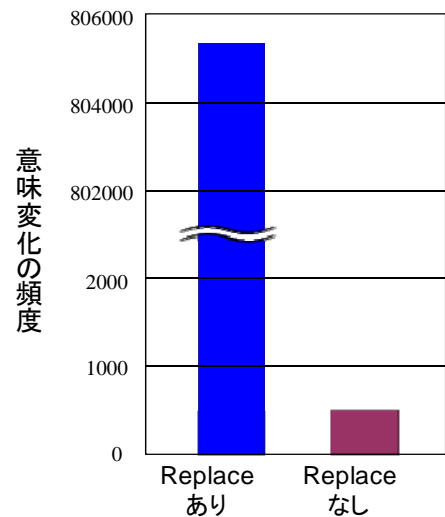


図2: replaceあり・なしによる意味変化頻度の違い

<sup>5</sup> ここでは多義語を許して測っている. すなわち, <x>, <y>の二つの意味に対して, 同じ「a」という形式が生成された場合でも, 二つの意味が表現できたとする.

<sup>6</sup> 図1に示したシミュレーションでは, 子どもは各世代70回の発話を聞いている. すなわち, 最大で可能な意味全体の23.3%に直面する.

ら明らかのように, *replace* がないと意味変化はほとんど起きない. また, *replace* 操作がないと, 他の二つの操作が使われる頻度も減少してしまうことも分かっている(中塚, 2006; 橋本, 2007).

Kirby (2003) のモデルに新たに導入した2つの意味理解のバイアス「共起」と「語用論的拡張」を, それぞれ設定する・しないという4パターンに対し, 意味変化の頻度を観測した(図3). グラフの下に示した○×が, それぞれそのバイアスを設定する・しない場合である. 棒グラフの上に検定結果を示している. 実線は有意差があり, 点線は有意差がなかったことを表している. 共起バイアスのみを設定した場合, なにもバイアスがない場合よりも意味変化の頻度は増えるが, その増加は有意ではない. 一方, 拡張バイアスのみ, および, 両方のバイアスを設定した場合は, どちらも設定しない場合に比べて有意に意味変化が増えている.

次に, 同じ4パターンにおいて, <行く>から3つの時制を表す意味への変化頻度を測ったものが図4である. グラフの上部にはこの3種の頻度間の有意差検定の結果を表示した. 前述の通り, バイアスの設定がない場合はどの意味変化も等確率で起きるため, 3つのグラフはほぼ同じ値を示す. 共起バイアスを設定した場合には, 共起関係を持たせた<行く>から<未来>への変化が, 共起関係を持たない他の二つの時制に比べて倍程度の頻度が増える. この意味変化は, 共起・拡張の両方を設定した場合により増加する傾向にある. 一方, 拡張バイアスだけでは3つの頻度の差は有意ではなかった.

以上の結果から, 拡張は意味変化全体を増大させ, 共起は一方向性をもたらすという効果があることがわかった.

#### 4. 議論

Hopper and Traugott (2003) は, 文法化には再分析(reanalysis)と類推(analogy)という過程が必須であると主張する. 再分析とは, 形式の表面上には表れない文の構造的な変化であり, 類推とは, 文法的ルールをそのルールが適用されていなかった形式に拡大適用することである. 我々は, どのような認知能力が言語を変化させ文法化を生じさせるのか, という観点から考えているので, 再分析と類推を言語主体の認知能力と捉え, 次のように再解釈した.

**再分析能力** 文の区切りを文脈や既存知識に基づいて推論する能力

**言語的類推能力** 言語ルールを自分の知識内で拡大適用する能力

類推を言語的類推と言い換えているが, これは, 状況や発話にある類似性を認識する能力(認知的類推能力)と差別化するためである. これらの能力が, 2章で述べた言語知識を汎化するための3つの学習操作とどのような関係にあるかを分析し, 再分析能力は主に*chunk* により, 言語的類推能力は主に*replace* によ

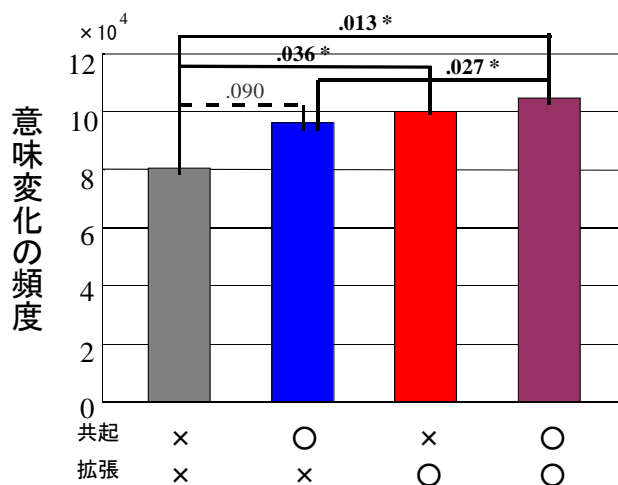


図3 : 共起・拡張による意味変化の頻度の違い

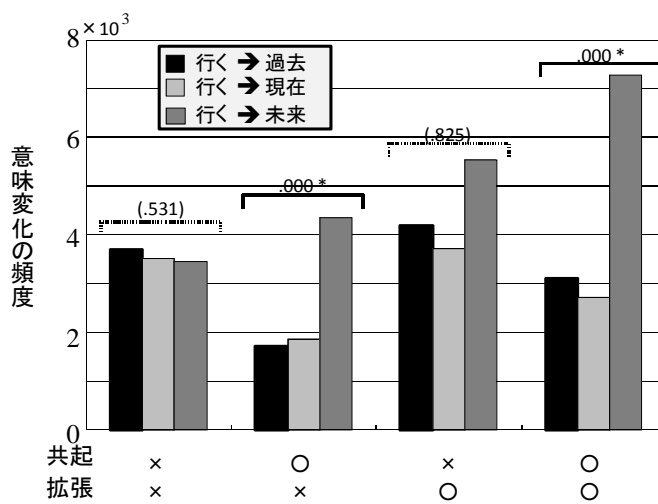


図4 : 共起・拡張によるgoからpastへの意味変化の頻度の違い

り担われることがわかった(中塚, 2006; Hashimoto and Nakatsuka, 2006).

4章のシミュレーション結果が示すように, replace操作は言語知識を汎化して表現力を高めることと意味変化が起きることに対し非常に重要である. replace操作は, たとえば,

(3) N/john → ot

(4) S/[past]read(john, book) → swotepa

という2つのルールが言語知識に含まれる時に可能になる. なぜなら, 両ルールの左辺(意味)に<john>が, 右辺(形式)に「ot」が含まれているからである(2章のreplaceの定義を参照). replaceを行うと, ルール(4)が

(5) S/[past]read(x, book) → sw N/x epa

という変数xを持つルールに置き換えられる.

この主体が持つ言語知識中に, カテゴリNの他のルールがある場合, あるいは, そのようなルールを得た場合, replaceによって得たルール(5)を拡大適用することが可能である(すなわち, 言語的類推能力を発揮できる). たとえば“N/elephant → ir” というルールがある場合, replace 操作後の言語知識を用いて <[past]read(elephant, book)> に対応する「swirepa」という発話を生成できる. この発話は, そういう状況(象が本を読んでいた)を体験して得た知識ではなく, 別々の経験とreplace操作により得た言語知識に, 言語的類推能力を発揮して「創造した」文である. この, 直接経験を越えた文を生成できるというのは言語の「超越性」, すなわち, 「いま, ここ, わたし」を離れたことを言うことができるという非常に重要な性質である. 言語知識の汎化, 言語変化をもたらす言語的類推能力は, 人間言語の大きな特徴である超越性をもたらす.

しかし, この言語的類推能力だけでは意味変化は起きてもその一方向性は生じない. ここで用いた認知モデルでは, ある言語ルールを言語知識に対して拡大適用できる場合, ルールとして可能な対象に無差別に適用できる. そのためどのような意味変化も等確率で起きるのかも知れない. 一方, 人間は文法的に可能だからといって何でも言うわけではない. 言語的類推を発揮する対象になんらかの制約があるのかもしれない. 本稿で述べたシミュレーションでは, 共起と語用論的拡張という意味空間のデザインを行い, 語用論的拡張は意味変化をおきやすくし, 共起が一方向的意味変化の傾向をもたらすことがわかった.

語用論的拡張は, M1 を表す形式がなくても, 別の意味 M2, M3 をそれぞれ表す形式 F2, F3 により M1 を表すことができるというものである(2章の語用論的拡張の定義参照). これは, 言語主体にとっては, M2 と M1, M3 と M1 は意味的な関連があり, M1 は両者の意味の中心領域を表すことになる. 語用論的拡張というデザインは, 言語主体がこのような意味の関連性を認識するメタファー的推論の基礎的な認知バイアスを与えることに相当する. 一方, 共起はある意味と別の特定の意味が同時に出現しやすいという随伴的状況を設定している(2章の共起の定義参照). 言語主体は, このような特定の意味(状況)の随伴性を認識するというバイアスであり, メトニミー的推論の基礎となる. すなわち, 一方向的变化は, 語用論的拡張がもたらすメタファー的推論と共起がもたらすメトニミー的推論の組み合わせによって生じることを示唆する(橋本, 2007).

## 5. おわりに

一方向性を持った意味変化という文法化に見られる特徴がどのような認知能力・バイアスで生じるか, という問いに対し, 認知モデルを作りシミュレーションで解析することで答えることを試みた. その結果, 一方向性の実現には, ある意味(状況)が別の特定の意味(状況)とともに生じやすいという随伴性を認識する認知バイアス(共起という設定)が寄与することを論じた. そのバイアスの前に, 言語変化には言語ルールを

拡大適用する言語的類推という能力が必要である。また、意味を表す形式を別の意味に用いる語用論的拡張も意味変化の頻度を高めるということを示した。そして、これらの認知能力・バイアスの意味を考察し、言語的類推能力が言語の超越性を実現するひとつのメカニズムであること、範列的關係の認識とルール of 拡大適用というメタファー的推論能力によって記号關係の拡張を起し、連辭的關係の認識というメトニミ的推論能力により拡張した關係をある特定の意味に収束させることで一方向性が起きるのではないか、ということを示唆した。

ここで用いたアプローチでは、はじめから複雑な言語知識をモデル化して文法化のような言語変化を実現しようとするわけではない。単純であるが対象としている現象の本質と考えられる特徴を有した言語主体のモデルをつくり、言語知識がまったくない簡単な状態からはじめて、汎化のための文法操作という変化のアルゴリズムにより、表現力が高くなるプロセス、言語が変化するプロセスを観察・分析する。さらに、バイアスに対応する制約、意味空間の設計を導入し、どのようなデザインにより得たい状態が実現するかを分析した。これは、進化的構成的アプローチと呼ばれる(Hashimoto et al., 2008)。このアプローチにより、言語が変化し構造化するプロセス、それをもたらすメカニズムの特徴を研究することができる。しかし、ここでモデル化されているものは、非常に抽象化された言語のひとつの特徴であり、これが言語のモデルであるということ自体、研究者の立場によっては認められない可能性もある。実際、文法項目が持つ機能性や主体による意味理解の多様性はきちんとモデルに入っておらず、文法化の一方向的意味変化が持っている具体から抽象という方向性などは、直接取り扱っているわけではないため、文法化のモデルができたとは言えない。より現実的で精緻な言語および言語変化の性質を実現するようモデルを精緻化する必要がある。

## 謝辞

本研究は北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科博士前期課程に所属していた中塚雅也氏との共同研究である。本研究に対する文部科学省科学研究費補助金(No.17680021, No.20300082)の補助に感謝する。

## 参考文献

- Kirby, S. (2002) Learning bottlenecks and the evolution of recursive syntax. T. Briscoe (ed.) *Linguistic evolution through language acquisition*. Cambridge University Press, pp.173-203.
- Kirby, S. & Hurford, J. R. (2002) The emergence of linguistic structure: An overview of the iterated learning model, A. Cangelosi & D. Parisi (eds.), *Simulating the Evolution of Language*. Springer, pp.121-148.
- Heine, B. (2005) Grammaticalization. P. Strazny (ed.) *Encyclopedia of Linguistics*. volume 1, Taylor & Francis Books, pp. 402-404.
- Heine, B. & Kuteva, T. (2002) *World Lexicon of Grammaticalization*. Cambridge University Press.
- 橋本敬 (2007) 記号の超越性はいかにして可能となるか ~文法化の構成的モデル化による検討~, 計測自動制御学会 システム・情報部門学術講演会 2007, 205-210.
- Hashimoto, T. & Nakatsuka, M. (2006) Reconsidering Kirby's compositionality model - Towards modelling grammaticalization. A. Cangelosi, A. Smith & K. Smith (eds.), *The evolution of language*. World Scientific, pp.415-416.
- 橋本敬, 中塚雅也 (2007) 文法化の構成的モデル化- 進化言語学からの考察, 日本認知言語学会論文集第7巻, 33-43.
- Hashimoto T., Sato T., Nakatsuka, M. & Fujimoto M. (2008) Evolutionary constructive approach for dynamic systems. G. Petrone & G. Cammarata (eds.), *Recent Advances in Modelling and Simulation*. I-Tech Books, pp.111-136.
- Hopper, P. J. & Traugott, E. C. (2003) *Grammaticalization*. 2<sup>nd</sup> ed., Cambridge University Press.
- 中塚雅也 (2006) 再分析と類推に着目した文法化のモデル構築, 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科 平成17年度修士論文.