The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	幼児の言語理解と産出における文法カテゴリ獲得の計算論モデル
Author(s)	河合, 祐司
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61747
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　河合　祐司　）	
論文題名	幼児の言語理解と産出における文法カテゴリ獲得の計算論モデル

論文内容の要旨

幼児は名詞や動詞といった文法カテゴリを明に教わることなく，入力言語から母語に適した文法カテゴリとそれらの間の遷移規則を獲得していく．本論文では，その幼児の文法カテゴリ獲得の計算論モデルを提案し，このモデルが幼児の言語理解と産出における発達的変化を再現できることをシミュレーション実験により示す．そして，そのときのモデルの内部表現を解析することにより，再現した発達的変化に潜在する文法カテゴリ表現を明らかにする．提案モデルは，隠れマルコフモデル（hidden Markov model: HMM）を用いて文法カテゴリを獲得する．HMMは入力された語列に対し，隠れ状態として文法カテゴリを推定する．ここで，幼児の文法カテゴリ発達段階をこのHMMの隠れ状態の数でモデル化する．隠れ状態が少ないと，曖昧な文法カテゴリが獲得され，隠れ状態が十分に多いと，精緻な文法カテゴリが獲得される．このモデルが幼児の行動的実験結果を再現できるかどうか，言語理解と産出の二つの課題で検証する．

言語理解に関して，幼児は語意学習のために文法カテゴリを利用し，この語意学習には三歳から五歳にかけての発達的変化と言語間差異が存在することが報告されている．この現象の計算論的メカニズムを理解するために，HMMに基づく語意学習モデルを提案する．HMMの隠れ状態と観察した視覚特徴とを連合学習することで，モデルは新奇語の指す特徴を，その隠れ状態（文法カテゴリ）を介して推定できるようになる．従来の行動実験と同様に，英語，日本語，および，中国語の三つの言語環境で提案モデルをシミュレートした結果，各言語条件において，モデルと幼児の成績が類似する傾向にあることがわかった．HMMの隠れ状態が多くなるにつれて，精緻な文法カテゴリが獲得され，新奇語の指す特徴を推定可能になる．そして，次のような言語固有の文法カテゴリが獲得されることによって，語意推定に幼児と同様の言語間差異が現れることがわかった．日本語は主語や目的語の欠落が多いため，日本語を学習したHMMは形態的な手がかりを用いて文法カテゴリを形成していた．一方，英語と中国語の言語入力は比較的安定な語順を有しているため，それらを学習したHMMは統語的な手がかりを用いていた．

言語産出に関して，幼児の発話する多語文には，体系的な誤り（過剰生成）が含まれる．英語を母語とする幼児では不規則変化動詞に形態素「ed」を付けたり，日本語を母語とする幼児では形容詞の後ろに格助詞「の」を配置したりする過剰生成が報告されている．本研究では，文法カテゴリの不十分な増加がこのような過剰生成を引き起こし，それはさらに文法カテゴリが増加することによって解消されるという仮説に基づいて，その計算モデルを提案する．すなわち，規則変化動詞と不規則変化動詞，あるいは，名詞と形容詞が混在する文法カテゴリが獲得されることによって，それぞれ，「規則変化動詞 + ed」の規則が不規則変化動詞へも，あるいは，「名詞 + の」の規則が形容詞へも適用される．　言語理解モデルと同様のHMMに基づいたモデルのシミュレーションにより，上記の仮説を部分的に支持する結果が得られた．英語の場合，カテゴリの増加に従って，過剰生成が出現し，減少する傾向が観察された．しかし，多くのカテゴリを持つモデルであっても規則変化動詞と不規則変化動詞を分けられなかったため，過剰生成が完全に消失することはなかった．日本語の場合，名詞と形容詞の分化に従って，過剰生成の出現と消失がみられた．ただし，「の」の過剰生成は初期値依存性が大きく，過剰生成が生じないモデルには，すでに名詞と形容詞が分化している場合と，「の」を含む助詞が獲得されていない場合があることを明らかにした．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　河合　祐司　）		
論文審査担当者	（職）	氏　名
	主 査	教 授　浅田 稔
	副 査	教 授　石黒 浩
	副 査	教 授　細田 耕
	副 査	教 授　中谷 彰宏
	副 査	教 授　平田 勝弘
	副 査	教 授　南埜 宜俊

論文審査の結果の要旨

本博士学位論文は，名詞や動詞といった文法カテゴリの獲得の計算論モデルを提案している．そして，シミュレーション実験により，提案モデルが幼児の言語理解と産出に関する行動的実験結果を再現できることを示した．提案モデルは，文法カテゴリ獲得メカニズムとして機械学習手法である隠れマルコフモデルを用いている．語列を学習した隠れマルコフモデルの隠れ状態は文法カテゴリを表現し，これに基づいてモデルは未知語の語意を推定でき（言語理解），また，語列を産出できる（言語産出）．このモデルの隠れ状態（文法カテゴリ）数が小さい場合，曖昧な文法カテゴリとなり，言語理解と産出に誤りが生じる．隠れ状態数が十分に大きくなると学習言語に応じた精緻な文法カテゴリが獲得される．このような隠れ状態数の差異により，言語理解と産出における幼児の母語依存な発達的変化を現象論的に説明できた．

本論文の第一章では，研究背景として，従来の幼児の文法発達の理論を解説し，幼児の持つ文法カテゴリの詳細を計算論的に明らかにすることの意義を述べた．第二章では，従来のモデル研究を概説し，それらには幼児の認知モデルとしての妥当性検証の必要性があることを述べ，その検証を幼児の言語理解と産出について実施する本研究の新規性を強調した．

第三章では，言語理解の実験をまとめている．提案モデルは英語，日本語，あるいは，中国語を学習し，文法カテゴリを獲得する．そして，その文法カテゴリと，視覚上の意味カテゴリ（物体や動作など）とを対応付けする．その結果，未知語を含む文が与えられたときに，その未知語の文法カテゴリ，さらに，その文法カテゴリと対応する意味カテゴリを推定でき，未知語の指す語意を大まかに推定することができる．提案モデルのシミュレーション実験により，提案モデルによる語意推定がそれぞれの言語を母語とする三歳と五歳の幼児の語意推定と同じ傾向を示すことを示した．そして，そのときのモデルの隠れ状態表現を解析することによって，その語意推定の発達的変化と言語間差異をもたらした文法カテゴリ表現を明らかにした．

第四章での言語産出の実験では，第三章と同様の隠れマルコフモデルから文を出力させ，その産出文を解析した．中程度の隠れ状態を持つモデルが，幼児と同様の特徴的な誤り，すなわち，過剰生成の現象が現れることを英語と日本語の場合で確認した．そして，十分に大きな隠れ状態を持つモデルでは，その過剰生成頻度が減少した．したがって，提案モデルは幼児の過剰生成の発生と消失（減少）を，文法カテゴリの精緻化の過程として説明したといえる．

以上のように，本論文は隠れマルコフモデルという一つのモデルで言語理解と産出の言語間差異と年齢間差異を説明できており，初期の言語発達の複数の側面を再現できたことは特筆に値する．さらに，それらの現象の背後にある文法カテゴリ表現を詳らかにできたことは言語発達学へ大きく貢献できたといえる．よって本論文は博士論文として価値あるものと認める．