

(別紙 2)

論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名 吉仲 亮

本学位申請論文は、抽象的範疇文法 (Abstract Categorical Grammar) と呼ばれる文法形式に対して、いくつかの自然な拡張と制限を導入した場合を中心に、その数理的性質を考察している。特に、抽象的範疇文法は、弱文脈依存文法と総称される多様な文法形式の一部を直接的な方法で模倣できるため、これらの文法形式の一般化と考えることができるかとされているが、いかなる意味で一般化と見倣せるのか、追究している。第一章で序論、第二章で研究の背景を与えている。

第三章では、引数消去規則を持つように拡張した抽象的範疇文法から、引数消去規則を持たない等価な抽象的範疇文法への変換方法を提示している。本論文で提示されている引数消去規則の除去手続は、抽象的範疇文法による弱文脈依存文法における証明を一般化する形で行うことで、個別の文法形式における引数消去規則の除去手続を系として導くことができることを示している。実際、個別の文法形式の中には引数消去規則の除去が可能であることが知られているものもあったが、本論文により、それぞれの手続が一般化され、統一的な記述を与えられた点は意義深い。さらに、これまで引数消去規則の除去手続が与えられていなかった文法形式についても、新規に引数消去規則の除去手続を与えたことになる。

第四章では、語彙化抽象的範疇文法について考察している。語彙化抽象的範疇文法は木接合文法 (Tree Adjoining Grammar) の類比により導入された特殊な抽象的範疇文法であり、この制限は言語学的にも計算論的観点からも望ましい制約である。この章では、上述の弱文脈依存文法を模倣するためには充分広いといえる抽象的範疇文法の部分クラスについて、語彙化の手法を提案している。特に、文脈自由文法を模倣する抽象的範疇文法にこの手法を適用すると、木接合文法の文字列言語を生成する抽象的範疇文法の形状に変換される。このことは、有限に曖昧な文脈自由文法を木接合文法として語彙化した先行研究の結果に対応する。すなわち、個々別々の文法を模倣できるのみならず、文法間の変換過程も模倣するという抽象的範疇文法の表現能力を明らかにしているという意義がある。抽象的範疇文法の表現能力について、このような新しい観点からの評価を導入している点が、この論文の新規性となっている。

第五章では、2次元抽象的範疇文法の生成能力について議論している。2次元

抽象的範疇文法は、2つの通常の抽象的範疇文法の生成する言語の対の間の関係を定義する。2次元的拡張は、抽象的範疇文法の重要な応用であり、その生成能力を評価するため、言語間の関係を定義するいくつかの既存の木変換フォーマリズムを2次元抽象的範疇文法で模倣する方法を提示している。2次元抽象的範疇文法の複雑さに関する各階層の生成能力についてまとめた分析を与えた研究は過去になく、新しい。この結果は、通常の抽象的範疇文法が諸々の弱文脈依存文法を一般化したように、2次元抽象的範疇文法もまた、従来によく知られたフォーマリズムに統一的な記述を与える一般的な枠組みとして機能しうることが示された点において意義がある。

第六章では、抽象的範疇文法における構文解析と関係の深い、線形ラムダ計算における高階単一化問題の特殊な場合である **Interpolation** について議論している。線形ラムダ計算における高階単一化問題が NP に属することは知られていたが、線形ラムダ項は変数の複数回出現を許さない一方、定数項の複数回出現を許している。この章では、定数項を排除してもなお、線形ラムダ計算における **Interpolation** が NP 困難であることを証明している。この結果の意義は、線形ラムダ計算における高階単一化の NP 困難性に、原子項の複数回出現が本質的な役割を担ってはいないことを明らかにした点にある。また、この証明において、定数項の異同を型の異同に置き換えるという新規的な証明手法を用いており、博士申請者の独創となっている。

以上のように、本論文は、抽象的範疇文法という近年急速に研究が進んでいる記述枠組みについて新たな性質を証明したこと、また、文法変換からこの記述枠組みの能力を論じるという新たな視点を提案したこと、この記述枠組みの中での複雑さの階層を限定したことなど、独創性の高い論文となっており、本審査委員会は、本論文が博士（学際情報学）の学位に相当するものと判断する。