

Title	高階項書換え系の停止性に関する研究
Author(s)	岩見, 宗弘
Citation	
Issue Date	1999-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/871">http://hdl.handle.net/10119/871</a>
Rights	
Description	Supervisor:Yoshihito Toyama, 情報科学研究科, 博士

# Termination of Higher-Order Rewrite Systems (高階項書換え系の停止性に関する研究)

岩見 宗弘  
北陸先端科学技術大学院大学  
情報科学研究科

1999 年 3 月

## 論文の内容の要旨

高階項書換え系は、広く研究されている一階の項書換え系に高階関数を表現する機能を付け加えた体系である。このような体系は、高階項とそれに対する変換を自然な形で表現することが可能であり、関数型・論理型言語の計算モデルや定理自動証明の基礎理論として、今後、一層重要になると考えられる。

項書換え系の停止性を構文的に解析するために中心的な役割を果たしているのは、単純化順序という概念である。単純化順序の具体的なものとしては、再帰分解順序、再帰経路順序などが知られており、再帰分解順序は、単純化順序の中で最も強い順序の一つである。

高階項書換え系の停止性に関する構文論的な研究として、近年に Jouannaud と Rubio が、型に関する順序を導入して、高階再帰経路順序を定義し、その正当性を証明した。

本論文では、高階項書換え系の停止性を構文的に保証する方法を提案する。このような方法は、高階定理証明系への応用や、高階関数を含む関数型・論理型言語のプログラムの解析に有用であると考えられる。

はじめに、再帰分解順序を、型に関する順序を用いる Jouannaud らの方法に基づき、高階項書換え系の枠組に拡張した高階再帰分解順序を定義し、その正当性を証明する。このとき、高階変数への代入の適用に対して、順序の安定性を得るために、擬終端等の新しい概念を導入することや、再帰分解順序の特有な性質を考慮することが必要である。さらに、従来の高階再帰経路順序より、この順序が真に強い順序であることを示す。

次に、高階項書換え系における単純化順序の概念を導入する。このアプローチでは、高階項書換え系の停止性を抽象的なレベルで議論することが可能となり、高階項書換え系の停止性を見通し良く解析できる。さらに、高階項書換え系の型情報の解析により、書換え規則に出現する高階変数に代入される項が限定されることから、新たに高階再帰経路順序を定義し、その正当性を証明する。この順序は、Jouannaud らの順序に必要な型に対する制限が不要であり、より精密な議論が可能であることを例を用いて示す。

高階項書換え系から高階関数と束縛変数を除いたものは、多ソート付き項書換え系であると考えられる。すなわち、多ソート付き項書換え系は、高階項書換え系の特別な形である。本研究では最後に、多ソート付き項書換え系の停止性を検討することにより、高階項書換え系の解析の基

礎を与える。特に永続性の概念は、多ソート付き項書換え系における書換えの振舞を解析するために有用である。Zantema は、永続性の概念を提案し、非消滅的、非多重的かつ停止性は永続的であることを証明した。ここでは、停止性に関する永続性の結果を、より一般的な順序ソートの場合へ拡張する。

キーワード： 高階項書換え系, 項書換え系, 停止性, 単純化順序, 再帰分解順序, 再帰経路順序, 永続性