

Title	直観主義論理のいくつかの部分論理に対するゲンツェン流Sequent計算
Author(s)	菊池, 健太郎
Citation	
Issue Date	2002-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/917
Rights	
Description	Supervisor:石原 哉, 情報科学研究科, 博士

Gentzen Style Sequent Calculi for Some Subsystems of Intuitionistic Logic (直観主義論理のいくつかの部分論理に対する ゲンツェン流 Sequent 計算)

菊池 健太郎

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科

2002 年 1 月 11 日

論文の内容の要旨

本論文では、情報科学における論理として中心的な役割を果たしている直観主義論理とその周辺の論理を対象とする。直観主義論理は、通常の数学における推論を形式化した古典論理とは異なり、論理式の構造的、アルゴリズム的な解釈が可能であることから、情報科学において早くから注目されていた。特に、直観主義論理に対する形式体系のうちの一つである自然演繹の体系は、型付きラムダ計算との間にカリー・ハワードの対応と呼ばれる密接な関係があることが知られている。近年、このカリー・ハワードの対応をゲンツェン流の sequent 計算の体系に適用する動きが強まっており、理論情報科学における一つの中心的な話題となっている。

直観主義論理に対するゲンツェンの sequent 計算の体系は、論理結合子に関する規則と構造に関する規則から成るが、そのうちの構造に関する規則をいくつか取り除くことによって得られる論理を部分構造論理という。部分構造論理のうち、contraction 規則と weakening 規則を取り除くことによって得られる直観主義線形論理は、資源の消費の概念を表わすことができ、情報科学において重要性を増している。一方、直観主義論理に対するクリプキ意味論を変更することによって得られる部分直観主義論理では、contraction 規則と exchange 規則に対応する論理式が正しくならないため、何らかの資源の消費関係を表わすことができると考えられる。

本論文ではまず、部分直観主義論理に対するゲンツェン流の sequent 計算の体系を提案する。その際、直観主義線形論理を形式化する際にしばしば利用されている、左辺を二種類に分割した sequent を用いる。この sequent に対するクリプキ意味論上の解釈を与えた後、完全性定理を証明し、提案された体系が部分直観主義論理に対する体系であることを示す。一般にゲンツェン流の sequent 計算の体系は、そこでの証明の検索と正規化に関する技法が様々な場面で応用されるが、そのために最も重要な定理が cut 除去定理である。提案された体系に対する cut 除去定理は、通常の体系に対する cut 除去定理の証明よりも大域的な証明図の変形を行なうことによって示される。

次に、部分直観主義論理と部分構造論理に対するヒルベルト流の体系を用いて、そこで成り立つ論理式の集合の間の包含関係を明確にする。この洞察により、非可換部分構造論理のいくつかが部分直観主義論理の部分論理となっていることがわかる。そこで、部分直観主義論理に対して提案したゲンツェン流の sequent 計算の体系から構造に関する規則を取り除くことを考える。このようにして得られる非可換部分構造論理の体系に対する cut 除去定理も、通常より大域的な証明図の変形を行なうことによって示すことができる。

キーワード: 部分直観主義論理, 部分構造論理, sequent 計算, 完全性定理, cut 除去定理