



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A Proof-Theoretic Study of Term-Sequence-Dyadic Deontic Logic and Common Sense Modal Predicate Logic [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	澤崎, 高広
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(文学)
Dissertation Number	甲第14720号
Issue Date	2021-09-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/82996
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Takahiro_Sawasaki_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（文学）

氏名： 澤 崎 高 広

審査委員	主査	准教授	佐 野 勝 彦
	副査	教 授	藏 田 伸 雄
	副査	教 授	佐 藤 知 己
	副査	名誉教授	山 田 友 幸 （北海道大学）

学位論文題名

A Proof-Theoretic Study of Term-Sequence-Dyadic Deontic Logic and

Common Sense Modal Predicate Logic

（項列二項義務論理と常識的様相述語論理の証明論的研究）

・当該研究領域における本論文の研究成果

本論文の第一の成果は、必然性、義務などの様相概念を個体を表す項に相対化した Thalmann や Fitting らによる項様相論理を、項列に相対化する項列様相論理へと一般化したことである。このことにより、例えば、ある行為者がもつ義務だけではなく、ある行為者が別の行為者に対してもつ義務をも記述することができ、さらには、全称量化記号を使うことですべての行為者に当てはまる義務の記述が可能になるという項様相論理の長所を拡張し、すべての行為者が他の行為者に対してもつ義務のようなより複雑な概念の記述も可能になる。本論文第三章では、項列様相をもつ論理式がいつ真になるかを定める意味論と、公理と推論規則に基づいて定理概念を定めるヒルベルト式体系による証明論が与えられ、意味論における妥当性概念と証明論における定理概念が一致する、という完全性定理が証明されている。この結果は、先行研究の項様相論理で証明されていなかった S5 とよばれる論理体系の完全性定理を含んでいる点で学術的価値の高いものである。さらには、本論文第四章では、項列の発想を Stalnaker や Lewis らによる条件法論理の発想と組み合わせ、「ある背景条件下での、ある行為者が別の行為者に対してもつ義務」を形式化する項列二項義務論理が規範の衝突の定式化のために提案される。規範の衝突は、行為者を指標とする、指標付き義務様相をもつ命題論理（山田による）においても形式化できる。しかし、項列二項義務論理では規範の衝突がその背景条件まで含めより緻密な形で定式化される。

第二の成果は、Seligman が提案した常識的様相述語論理に対する論理的貢献である。特に、常識的様相述語論理において様相記号の解釈を到達可能性関係を組み込むことで一般化した場合に、本論文は、(1)到達可能性関係と論理式の間にはどのような対応関係が成立するのか、(2)意味論とヒルベルト式体系との間に完全性定理が成立するか、という二つの問いに部分的解答を与えている。とりわけ (2)については、完全性定理が成立する場合を明らかにするだけでなく、完全性定理の証明において、カノニカルモデルを利用する標準的手法がうまく働かない場合をも明らかにしている点で、学術的価値が大きいものである。

第三の成果は、上述の第一と第二の成果で述べられている論理のほとんどに対して、帰結関係「前提のすべてが成立すれば結論のどれかが成立する」を計算単位とする推件計算を与えている点である。論理学者ゲンツェンに由来する証明体系である推件計算では、帰結関係レベルでの三

段論法（カット規則とよばれる）を無しで済ますことができるという「カット除去定理」を証明することにより、証明体系から矛盾が帰結しないことが意味論に訴えずに証明できる。本論文では、主要な論理に対してこのカット除去定理が証明され、その系として論理体系にとって完全性定理と並んで重要なクレイグ補間定理が導かれている。さらには、項列二項義務論理において特定の形式の規範の衝突から矛盾が導かれないことが、カット除去定理を用いることで意味論に訴えずに示されている。

なお、本論文第三章の一部と第四章の内容はそれぞれ別の査読付き国際会議論文として出版されている。また、第五章の内容の一部は、論理学と計算に関わる主要な査読付き国際学術雑誌である、Journal of Logic and Computation に掲載されている。こういった事実から、学位申請者の研究が関連国際学会において一定の評価を得ていることが示されている。

審査委員会では、項列二項義務論理が「規範は真でも偽でもない」という主張と両立する仕方
で規範の衝突を扱えるかについての本論文の記述が部分的に、哲学的に異論の余地のある論点を含んでいる点が指摘された。この点については学位申請者も十分理解しており、今後、規範と規範の存在に関する言明の区別を明確にした上でより慎重に論じることによって改善が十分可能である、という見通しが示された。また、重要な定義や記号についての索引をつけることで可読性を高める努力はなされてはいるが、それでも記号や前提知識の説明が簡略に過ぎて博士論文が想定する読者が極めて限定されてしまう可能性も指摘された。しかしながら、これらはいずれも内容そのものというよりは、論述の様式、論文の形式に関するものであり、本論文の学術論文としての価値を本質的に損なうものではない、と本委員会では判断した。

・学位授与に関する委員会の所見

以上の審査の結果、審査委員会は全員一致して、学位申請者に博士（文学）の学位を授与することが妥当であるとの結論に達した。