

令和 5 年 4 月 27 日現在

機関番号：32643

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11171

研究課題名（和文）非古典論理の基礎理論とそのコンピュータサイエンスへの応用

研究課題名（英文）Theory and applications of non-classical logics

研究代表者

上出 哲広（Kamide, Norihiro）

帝京大学・理工学部・准教授

研究者番号：60332053

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、非古典論理の基礎理論を構築し、そのコンピュータサイエンスへの応用を提案した。研究対象とした非古典論理は、矛盾許容論理、時間論理、無限論理、部分構造論理、量子論理など及びそれらを組み合わせた拡張であった。本研究では、研究代表者らがこれまで開発してきた「埋め込み定理を用いた証明手法」を基にして、上記非古典論理に対するカット除去定理、完全性定理、決定可能性定理などを統一的に扱うことができるような理論を構築した。本研究では、さらに、提案した基礎理論を用いて、対象とする非古典論理をベースにしたモデル検査技術や定理証明システムなどに対する応用を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で提案したような拡張非古典論理に対する基礎理論は、従来の応用分野を拡張する。そして「矛盾状態を考慮した実用的な推論」を適切に扱えるような、矛盾許容モデル検査技術、矛盾許容定理証明システム、矛盾許容論理プログラミング言語などに対する厳密な理論的正当化を与え、それら技術をコンピュータ上へ実装することの正当性を保証する。また、本研究で提案する埋め込み定理を基にした手法の開発は、論理学における重要課題の一つである「論理の組み合わせ問題」への解決策の一つになり得る。提案した拡張モデル検査技術を用いることによって、モデル検査技術を臨床推論検証へ応用することが可能になった。

研究成果の概要（英文）：In this study, we construct a basic theory of non-classical logics and develop some computer science applications of the proposed theory. The logics considered in this study include inconsistency-tolerant logics, temporal logics, infinitary logics, substructural logics, quantum logics, and their combined extensions. We propose a unified embedding-based method for proving the cut-elimination, completeness, decidability theorems for the logics under consideration. Furthermore, we develop some model checking and theorem proving technologies based on the proposed theory.

研究分野：論理学

キーワード：非古典論理 矛盾許容論理 時間論理 完全性定理 カット除去定理 モデル検査技術

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究では、非古典論理の構築とコンピュータサイエンスへの応用を同時に研究することを意図していた。これにより、理論研究と応用研究の融合を図り、それぞれの相乗効果を得ることを意図していた。

(2) 基礎理論の構築については、「埋め込み定理を基にした非古典論理の基本定理群に対する証明手法」を開発することを意図していた。これについては、これまでの研究では矛盾許容論理、時間論理、部分構造論理、量子論理などを同時に組み合わせた拡張論理に対するカット除去定理や完全性定理などについて有効な証明手法が確立されていなかったことが背景となっている。

(3) コンピュータサイエンスへの応用については、本研究で提案するような拡張非古典論理に対する基礎理論によって従来の応用分野を拡張することを意図していた。これについては、これまでの研究では「矛盾状態を考慮した実用的な推論」を適切に扱えるような、矛盾許容モデル検査技術、矛盾許容定理証明システム、矛盾許容論理プログラミング言語などに対する厳密な理論的正当化が与えられていなかったことが背景となっている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、非古典論理の基礎理論を構築することおよびそのコンピュータサイエンスへの応用を提案することであった。研究対象とする非古典論理は、矛盾許容論理、時間論理、無限論理、部分構造論理、量子論理などおよびそれらを組み合わせた拡張である。本研究では、研究代表者らが開発してきた「埋め込み定理を用いた証明手法」を基にして、これら論理に対するカット除去定理、完全性定理、決定可能性、補間定理などを統一的に扱うことができるような理論の構築を目指していた。

3. 研究の方法

(1) 研究方法の概要：まず、対象とする論理に対して埋め込み定理を証明する。次に、その埋め込み定理を用いて、カット除去定理、完全性定理、決定可能性、補間定理などを証明する。そして、それら基本的結果を用いて、対象とする論理を用いたモデル検査技術や定理証明システムなどに対する厳密な正当化を与える。証明された埋め込み定理を基にして、対象とする論理を用いたこれらコンピュータサイエンスへの新たな応用技術を、従来の標準的な論理を用いた応用技術に還元する方法を確立する。

(2) 非古典論理：非古典論理とは、通常の数学で用いられている古典論理以外の論理の総称である。本研究では非古典論理として、矛盾許容論理、時間論理、無限論理、部分構造論理、量子論理、確率論理、記述論理などおよびそれらを組み合わせた拡張を扱う。特に、矛盾許容論理と時間論理を組み合わせた拡張に焦点を当てる。矛盾許容論理は矛盾を許容するような否定結合子を持つ論理の総称であり、時間論理は時間推論を表現する論理の総称である。本研究では、まず、標準的な矛盾許容論理と時間論理を組み合わせた拡張である矛盾許容時間論理を、埋め込み定理を基にして分析する。そして、そのような論理にさらに量子論理も組み合わせた矛盾許容時間量子論理や構造規則を制限した矛盾許容時間部分構造論理を構築する。そしてそれら拡張論理を、無限論理や標準的な時間論理などに埋め込む方法を模索する。また、確率論理や記述論理を基盤にした上記矛盾許容時間論理の拡張・変種に対しても同様の方法を模索する。本研究では、埋め込み定理を使用することによる、これら対象となる拡張論理におけるカット除去定理、完全性定理、決定可能性、補間定理などを証明するための方法論を確立する。

(3) 埋め込み定理を用いた証明手法：埋め込み定理とは、様々な論理間の関係を厳密に表す定理である。例えば、直観主義論理と古典論理の関係を表す埋め込み定理や、直観主義論理と様相論理の関係を表す埋め込み定理などがよく知られている。埋め込み定理により、一方の論理の論理式を、対応する他方の論理の論理式へ変換することが可能になる。埋め込み定理を使用することにより、論理間の表現力の強さを特定することが可能になる。また、カット除去定理、完全性定理、決定可能性、補間定理などの証明を統一的かつシンプルに扱うことが可能になる場合がある。さらに、埋め込み定理を使用することにより、複数の論理を組み合わせた拡張論理に対して上記の重要定理を証明することが可能になる場合がある。研究代表者らは、近年そのような良い性質を導くことが可能な埋め込み定理およびそれらを用いた証明手法を開発してきた。本研究では、それらの結果を拡張し、さらに多くの拡張論理を統一的に扱えるような理論的枠組みを構築する。

(4) コンピュータサイエンスへの応用：本研究では、同時に、上記のようにして構築した基礎理論のコンピュータサイエンスへの応用を模索する。そのような応用として、埋め込み定理を基にしたトランスレーションアルゴリズムを用いることによる、矛盾許容時間論理に基づく矛盾許容モデル検査技術の確立を目指す。研究代表者らの研究を含むこれまでの研究によって、いくつかの矛盾許容時間論理が提案され、それらの矛盾許容モデル検査への応用が提案されてきた。例えば、矛盾許容モデル検査は、ソフトウェア工学における要求分析に使用されている。従来、矛盾許容論理と時間論理は独立に研究されていたものであり、それらの応用分野は多岐にわたっていた。例えば、矛盾許容論理は臨床診断システムの基盤として、時間論理はモデル検査の基盤としてそれぞれ使用されてきた。モデル検査は、ソフトウェアおよびハードウェアの検証技術であり、2007年度のチューリング賞の対象となった技術である。本研究では、矛盾許容モデル検査技術の基礎を確立することに加えて、上記矛盾許容時間論理などを使用することによる矛盾許容定理証明システムおよび矛盾許容論理プログラミング言語のための基礎理論を確立する。

4. 研究成果

(1) 研究成果の概要：本研究では、非古典論理の基礎理論を構築し、そのコンピュータサイエンスへの応用を提案した。研究対象とした非古典論理は、矛盾許容論理、時間論理、無限論理、部分構造論理、量子論理など及びそれらを組み合わせた拡張であった。本研究では、研究代表者がこれまで開発してきた「埋め込み定理を用いた証明手法」を基にして、上記非古典論理に対するカット除去定理、完全性定理、決定可能性定理などを統一的に扱うことができるような理論を構築した。本研究では、さらに、提案した基礎理論を用いて、対象とする非古典論理をベースにしたモデル検査技術や定理証明システムなどに対する応用を提案した。

(2) 非古典論理の基礎理論の構築：本研究では、研究代表者らがこれまで開発してきた「埋め込み定理を用いた証明手法」を基にして、上記非古典論理に対するカット除去定理、完全性定理、決定可能性、補間定理などを統一的に扱うことができるような理論を構築した。具体的には、まず、対象とする非古典論理に対して埋め込み定理を証明する手法を提案した。次に、それら埋め込み定理を用いて、カット除去定理、完全性定理、決定可能性および補間定理を証明する方法を確立した。提案した証明手法を用いることによって、今まで証明することができなかった多くの非古典論理に対する上記基本定理を証明できるようになった。

(3) コンピュータサイエンスへの応用の提案：本研究では、さらに、提案した基礎理論を用いて、対象とする非古典論理をベースにしたモデル検査技術や定理証明システムなどに対する応用を提案した。また、証明された埋め込み定理を基にして、対象とする非古典論理を用いたこれらコンピュータサイエンスへの新たな応用技術を、従来の標準的な論理を用いた応用技術に還元する方法を確立した。また、この還元手法を用いて、構築した拡張非古典論理を用いることによる拡張モデル検査技術の臨床推論検証への応用を提案した。これら応用の提案により、今まで非古典論理を用いて適切に扱うことができなかったような応用分野に対して、提案した拡張非古典論理を使用することの有用性を明らかにすることができた。

(4) 2018年度の主な研究成果：非古典論理の基礎理論の構築に関しては、埋め込み定理を基にした新たな矛盾許容論理をいくつか提案し、カット除去定理および完全性定理を証明した。特に、ideal paraconsistent logicとして知られる多値矛盾許容論理4CCの部分体系について埋め込み定理を証明し、これを使用してカット除去定理、完全性定理および決定可能性を証明した。コンピュータサイエンスへの応用としては、埋め込み定理を基にしたモデル検査技術への応用を提案した。

(5) 2019年度の主な研究成果：非古典論理の基礎理論の構築に関しては、多重束論理の部分構造論理を提案し、それに対して、シーケント体系と相意味論を与えた。そして、これら体系と意味論を用いて、同論理に対する完全性定理とカット除去定理を証明した。また、様相理想矛盾許容論理のクリプケ意味論に対する有限モデル性を証明した。コンピュータサイエンスへの応用に関しては、列情報を持つオントロジカルな矛盾許容推論を扱うための記述論理の拡張体系を提案し、それに対して埋め込み定理と決定可能性定理を証明した。

(6) 2020年度の主な研究成果：非古典論理の基礎理論の構築に関しては、いくつかの矛盾許容論理に対して、埋め込み定理を用いた完全性定理とカット除去定理の証明を与えた。コンピュータサイエンスへの応用に関しては、構築した拡張論理を用いることによる矛盾許容階層確率モデル検査技術への応用を提案した。さらに、同技術を用いて、臨床推論・知識を検証する方法を提案した。

(7) 2021年度の主な研究成果：非古典論理の基礎理論の構築に関しては、反証的意味論・反証的証明システムに関する結果と拡張矛盾許容論理に関する結果を得た。特に、反証的意味論・反証的証明システムを提案し、それらと従来の意味論・証明システムとの同等性を証明した。また、直観主義的矛盾許容論理に対して、カット除去定理、完全性定理及び補間定理を簡単に証明する方法を示した。コンピュータサイエンスへの応用に関しては、上記の枠組みをモデル検査技術に適用する方法を示した。

(8) 2022年度の主な研究成果：非古典論理の基礎理論の構築に関しては、paradefinite logicとconnexive logicを融合した論理を導入し、これに対して、埋め込み定理、完全性定理及びカット除去定理を証明した。また、2021年度に開発した反証的意味論・反証的証明システムに関する結果を標準的な様相論理に対しても適用できるように拡張した。コンピュータサイエンスへの応用に関しては、反証的意味論の考え方を基にした「反証的モデル検査技術」を提案した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計40件（うち査読付論文 39件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Kamide Norihiro	4. 巻 51
2. 論文標題 Embedding Friendly First-Order Parafinite and Connexive Logics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Philosophical Logic	6. 最初と最後の頁 1055 ~ 1102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10992-022-09659-3	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kamide Norihiro	4. 巻 51
2. 論文標題 Embedding Friendly First-Order Parafinite and Connexive Logics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Philosophical Logic	6. 最初と最後の頁 1055 ~ 1102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10992-022-09659-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 46
2. 論文標題 Herbrand and contraposition-elimination theorems for extended first-order Belnap-Dunn logic	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Tribute Series: Relevance Logics and other Tools for Reasoning - Essays in Honor of J. Michael Dunn (Katalin Bimbo editor)	6. 最初と最後の頁 237 ~ 260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kamide Norihiro	4. 巻 16
2. 論文標題 An Extended Parafinite Logic Combining Conflation, Paraconsistent Negation, Classical Negation, and Classical Implication: How to Construct Nice Gentzen-type Sequent Calculi	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Logica Universalis	6. 最初と最後の頁 389 ~ 417
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11787-022-00305-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kamide Norihiro	4. 巻 32
2. 論文標題 Falsification-Aware Semantics for Temporal Logics and Their Inconsistency-Tolerant Subsystems: Theoretical Foundations of Falsification-Aware Model Checking	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering	6. 最初と最後の頁 971 ~ 1017
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218194022500371	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kamide Norihiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Falsification-Aware Calculi and Semantics for Normal Modal Logics Including S4 and S5	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Logic, Language and Information	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10849-022-09386-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kamide Norihiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Falsification-aware Semantics for Description Logics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 52nd IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2022)	6. 最初と最後の頁 100 ~ 105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISMVL52857.2022.00022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kamide Norihiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Falsification-aware Twist Structures in Description Logic	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 52nd IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2022)	6. 最初と最後の頁 119 ~ 124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISMVL52857.2022.00025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 32 (1)
2. 論文標題 Inconsistency-tolerant hierarchical probabilistic CTL model checking: Logical foundations and illustrative examples	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering	6. 最初と最後の頁 131-162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218194022500085	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 51
2. 論文標題 Falsification-aware semantics and sequent calculi for classical logic	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Philosophical Logic	6. 最初と最後の頁 99-126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10992-021-09611-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 8 (5)
2. 論文標題 Cut-elimination, completeness, and Craig interpolation theorems for Gurevich's extended first-order intuitionistic logic with strong negation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Applied Logics: IfCoLog Journal of Logics and their Applications	6. 最初と最後の頁 1101-1122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro kamide	4. 巻 3
2. 論文標題 Reasoning with inconsistency-tolerant fuzzy description logics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 14th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2022)	6. 最初と最後の頁 63-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0010771200003116	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide and Seidai Kanbe	4. 巻 3
2. 論文標題 Falsification-aware semantics for CTL and its inconsistency-tolerant subsystem: Towards falsification-aware model checking	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 14th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2022)	6. 最初と最後の頁 242-252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0010803700003116	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 1
2. 論文標題 Notes on Avron's self-extensional four-valued parafinite logic	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 51st IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2021)	6. 最初と最後の頁 43-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISMVL51352.2021.00017	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 1
2. 論文標題 Symmetric paraconsistent quantum logic	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 51st IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2021)	6. 最初と最後の頁 26-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISMVL51352.2021.00014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 To appear
2. 論文標題 Modal and intuitionistic variants of extended Belnap--Dunn logic with classical negation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Logic, Language and Information	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 To appear
2. 論文標題 Alternative multilattice logics: An approach based on monosequent and indexed monosequent calcul	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Studia Logica	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 Online first
2. 論文標題 Lattice logic, bilattice logic and paraconsistent quantum logic: A unified framework based on monosequent systems	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Philosophical Logic	6. 最初と最後の頁 1-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10992-020-09585-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide, Yoni Zohar	4. 巻 171 (10), 102830
2. 論文標題 Modal extension of ideal paraconsistent four-valued logic and its subsystem	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Annals of Pure and Applied Logic	6. 最初と最後の頁 1-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apal.2020.102830	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 49 (6)
2. 論文標題 Kripke-completeness and cut-elimination theorems for intuitionistic parafinite logics with and without quasi-explosion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Philosophical Logic	6. 最初と最後の頁 1185-1212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10992-020-09553-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide, Yoni Zohar	4. 巻 108 (3)
2. 論文標題 Completeness and cut-elimination for first-order ideal paraconsistent four-valued logic	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Studia Logica	6. 最初と最後の頁 549-571
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11225-019-09863-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Norihiro Kamide, Noriko Yamamoto	4. 巻 2
2. 論文標題 Inconsistency-tolerant hierarchical probabilistic computation tree logic and its application to model checking	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 13th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2021)	6. 最初と最後の頁 490-499
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0010181604900499	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 -
2. 論文標題 Sequential fuzzy description logic: Reasoning for fuzzy knowledge bases with sequential information	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 50th IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2020)	6. 最初と最後の頁 218-223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISMVL49045.2020.000-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 -
2. 論文標題 Completeness of subtrilattice logic	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 50th IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2020)	6. 最初と最後の頁 279-284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISMVL49045.2020.00059	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 28 (3)
2. 論文標題 Bi-classical connexive logic and its modal extension: Cut-elimination, completeness and duality	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Logic and Logical Philosophy	6. 最初と最後の頁 481-511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12775/LLP.2018.015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide, Yoni Zohar	4. 巻 Online first
2. 論文標題 Completeness and cut-elimination for first-order ideal paraconsistent four-valued logic	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Studia Logica	6. 最初と最後の頁 1-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11225-019-09863-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 33 (3)
2. 論文標題 A substructural view of multilattice logic	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing	6. 最初と最後の頁 239-270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 7 (1)
2. 論文標題 Some properties of first-order Nelsonian paraconsistent quantum logic	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Logics - The IfCoLoG Journal of Logics and their Applications -	6. 最初と最後の頁 59-88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide and Yoni Zohar	4. 巻 1
2. 論文標題 Finite model property for modal ideal paraconsistent four-valued logic	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 49th IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2019)	6. 最初と最後の頁 120-125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISMVL.2019.00029	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 1
2. 論文標題 First-order Nelsonian paraconsistent quantum logic	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 49th IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2019)	6. 最初と最後の頁 176-181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISMVL.2019.00038	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 2
2. 論文標題 An extended description logic for inconsistency-tolerant ontological reasoning with sequential information	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 12th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2020)	6. 最初と最後の頁 313-321
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0008876403130321	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 52
2. 論文標題 Logical foundations of hierarchical model checking	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Data Technologies and Applications	6. 最初と最後の頁 539-563
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1108/DTA-01-2018-0002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 64
2. 論文標題 Extending paraconsistent quantum logic: A single-antecedent/succedent system approach	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mathematical Logic Quarterly	6. 最初と最後の頁 371-386
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/malq.201700012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide, Yoni Zohar	4. 巻 27
2. 論文標題 Yet another parafinite logic: The role of conflation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Logic Journal of the IGPL	6. 最初と最後の頁 93-117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jigpal/jzy023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 13
2. 論文標題 Gentzen-type sequent calculi for extended Belnap-Dunn logics with classical negation: A general framework	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Logica Universalis	6. 最初と最後の頁 37-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11787-018-0218-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 Online first
2. 論文標題 Bi-classical connexive logic and its modal extension: Cut-elimination, completeness and duality	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Logic and Logical Philosophy	6. 最初と最後の頁 1-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12775/LLP.2018.015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide, Kazuki Endo	4. 巻 11352
2. 論文標題 Foundations of inconsistency-tolerant model checking: Logics, translations, and examples	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 1-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-05453-3_15	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide	4. 巻 2
2. 論文標題 An extended paraconsistent Belnap-Dunn logic that is embeddable into classical logic and vice versa	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 377-387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0007251603770387	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide, Yuki Yano	4. 巻 2
2. 論文標題 Towards hierarchical probabilistic CTL model checking: Theoretical foundations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 762-769
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0007456507620769	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiro Kamide, Juan Pedro Altamirano Bernal	4. 巻 2
2. 論文標題 Towards locative inconsistency-tolerant hierarchical probabilistic CTL model checking: Survey and future work	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 869-878
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0007683808690878	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

[学会発表] 計25件(うち招待講演 5件/うち国際学会 21件)

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 Falsification-aware semantics for description logics
3. 学会等名 The 52nd IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 Falsification-aware twist structures in description logic
3. 学会等名 The 52nd IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 An extended parafinite logic combining conflation, paraconsistent negation, classical negation, and classical implication: How to construct nice Gentzen-type sequent calculi
3. 学会等名 Logica Universalis Webinar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 Reasoning with inconsistency-tolerant fuzzy description logics
3. 学会等名 The 14th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Norihiro Kamide and Seidai Kanbe
2. 発表標題 Falsification-aware semantics for CTL and its inconsistency-tolerant subsystem: Towards falsification-aware model checking
3. 学会等名 The 14th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 Notes on Avron's self-extensional four-valued parafinite logic
3. 学会等名 The 51st IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 Symmetric paraconsistent quantum logic
3. 学会等名 The 51st IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Norihiro Kamide, Seidai Kanbe, Hiroto Ishino, Yiwei Yang, and Khoo Nee Kwan
2. 発表標題 Inconsistency-tolerant hierarchical probabilistic computation tree logic model checking and its application to clinical reasoning verification
3. 学会等名 The 7th International Conference on Fuzzy Systems and Data Mining (FSDM 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神戸勢大, 石野寛人, 楊奕偉, Khoo Nee Kwan, 上出哲広
2. 発表標題 反証的CTLモデル検査の拡張とその応用
3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 Inconsistency-tolerant fuzzy description logics
3. 学会等名 The 6th International Conference on Fuzzy Systems and Data Mining (FSDM 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 Sequential fuzzy description logic: Reasoning for fuzzy knowledge bases with sequential information
3. 学会等名 The 50th IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 Completeness of subtrilattice logic
3. 学会等名 The 50th IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Norihiro Kamide, Noriko Yamamoto
2. 発表標題 Inconsistency-tolerant hierarchical probabilistic computation tree logic and its application to model checking
3. 学会等名 The 13th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本ノリコ, Khoo Nee Kwan, 楊奕偉, 石野寛人, 神戸勢大, 上出哲広
2. 発表標題 矛盾許容階層確率モデル検査技術を用いた臨床推論・知識検証技法の提案
3. 学会等名 情報処理学会数理モデル化と問題解決研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本ノリコ, Khoo Nee Kwan, 楊奕偉, 石野寛人, 神戸勢大, 上出哲広
2. 発表標題 矛盾許容階層確率CTLモデル検査に対する論理と具体例
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Norihiro Kamide, Yoni Zohar
2. 発表標題 Finite model property for modal ideal paraconsistent four-valued logic
3. 学会等名 The 49th IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 First-order Nelsonian paraconsistent quantum logic
3. 学会等名 The 49th IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 Logical foundation of locative inconsistency-tolerant hierarchical probabilistic model checking
3. 学会等名 The 5th International Conference on Fuzzy Systems and Data Mining (FSDM 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 Extending probabilistic model checking
3. 学会等名 The 3rd International Conference on Software and e-Business (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 An extended description logic for inconsistency-tolerant ontological reasoning with sequential information
3. 学会等名 The 12th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢野佑騎, 上出哲広
2. 発表標題 矛盾許容階層確率CTLモデル検査とその臨床推論検証への応用
3. 学会等名 日本ソフトウェア科学会第36回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 Foundations of hierarchical model checking: Logics, translations, and examples
3. 学会等名 The 4th International Conference on Fuzzy Systems and Data Mining (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Norihiro Kamide
2. 発表標題 An extended paraconsistent Belnap-Dunn logic that is embeddable into classical logic and vice versa
3. 学会等名 The 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norihiro Kamide, Yuki Yano
2. 発表標題 Towards hierarchical probabilistic CTL model checking: Theoretical foundations
3. 学会等名 The 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norihiro Kamide, Juan Pedro Altamirano Bernal
2. 発表標題 Towards locative inconsistency-tolerant hierarchical probabilistic CTL model checking
3. 学会等名 The 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

researchmap (上出哲広) https://researchmap.jp/read0195280/

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
米国	Stanford University		
メキシコ	Panamericana University		