

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K13316

研究課題名（和文）証明論と図形論理の手法に基づく自然言語推論の統合的分析

研究課題名（英文）A unified analysis of natural language inference based on the methods of proof theory and diagrammatic logic

研究代表者

峯島 宏次 (Mineshima, Koji)

慶應義塾大学・文学部（三田）・准教授

研究者番号：80725739

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、現代論理学における証明論及び図形推論の手法を用いて、より自然言語の構造に即した形で自然言語の推論を解析するための論理的枠組みを確立することを目的として進められた。型理論的な統語論（範疇文法）のもとで、自然言語の合成的意味論と証明系の整備を進め、またこれを様々な言語現象に適用することを試みた。さらにこの枠組みを計算言語学における含意関係認識（自然言語推論）の問題へと応用する研究を進展させ、その成果を公開した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人は自然言語を使っていともたやすく情報を伝達したり収集したりすることができる。しかし、その仕組みを理論的に解明することは決して容易なことではない。特に自然言語による推論は、言語の構造と意味、常識や世界知識、言葉が使用される文脈などさまざまな要因が関与した複雑な現象である。本研究ではこの研究に主に現代論理学の証明論の手法を用いて取り組んだ。特に文脈を考慮してさまざまな文の意味を合成的に導出し、自動推論を行う理論的な枠組み、またそれを計算言語学の含意関係認識の問題に応用する方法を進展させ、その成果を公開した。

研究成果の概要（英文）：The aim of this research was to build a logical framework for analyzing natural language inferences in a way that is more in line with the structure of natural language, using the methods of proof theory in modern logic and diagrammatic logic. On the basis of a type-theoretic syntax (categorical grammar), I developed a compositional semantics and proof system for inferences with various linguistic phenomena in natural language. I also developed a method to apply this framework to the task of recognizing textual entailment in computational linguistics.

研究分野：言語哲学・形式意味論

キーワード：形式意味論 論理学 証明論 自然言語推論 図形推論

1. 研究開始当初の背景

形式意味論は、哲学・論理学・言語学の統合的発展のもとに1970年代に形成された自然言語研究の一分野であり、現代論理学の形式的手法により自然言語の意味的側面を解明することを目指している。これまでこの分野では、言語表現の意味を世界との関係のもとに捉えるモデル論的意味論(真理条件意味論)の考えが支配的であった。しかし、自然言語の理解においては、照応・前提から含意関係の判定まで、発話の文脈に即してなされる様々な推論が重要な役割を果たしており、モデル論的観点では、言語理解において推論が果たす役割を捉えるのが難しいという問題がある。一方、現代論理学の分野では、モデル論的観点とならんで、証明論の観点に基づいて推論の妥当性が分析される。証明論では、特に文相互の帰結関係を実効的な仕方にて判定する推論体系の研究が発展している。このため、証明論的手法は、自然言語の意味理解を計算論的な観点から扱う計算言語学・自然言語処理の分野とも親和性が高いと期待される。しかし、現代論理学がもたらした数学の基礎という文脈で研究されてきたという経緯から、こうした証明論的手法を自然言語の推論の分析に適用するという試みはこれまで十分に検討されてこなかった。

自然言語推論の新たな論理的分析を模索する上で大きな手がかりとなるのは、研究代表者がこれまで行ってきた自然論理の研究、及び、図形推論の論理学的研究である。自然論理は述語論理の代替として、自然言語の構造に即して推論を分析する枠組みであり、主に量化表現の研究を中心に発展してきた。実際、自然言語の実テキストに現れる文は、否定・含意・量化表現などの入れ子構造に制約があり、その大部分は、述語論理よりも弱い体系のもとでの分析が可能であると考えられる。しかし、この自然言語の構造に即した論理体系の研究はまだ十分に進展していないというのが現状である。一方、論理図形表現の研究は、1990年代以降、論理学・哲学・認知科学を横断する学際的研究により急速に発展し、特に論理学分野では図形論理の研究が大きく進展しつつある。申請者は、自然言語推論と図形推論がどちらも人間の認知に制約された構造をもつという点に着目して、自然言語推論の研究において現代でも中心的な位置を占める三段論法的な量化推論とその拡張体系の証明論的研究を進めてきた。今後さらにその表現力を拡張し、文脈的推論とも組み合わせさせた体系化が望まれている。

2. 研究の目的

以上の背景のもと、本研究は、現代論理学における証明論と図形論理の手法を用いて、より自然言語の構造に即した形で自然言語推論を分析するための論理的枠組みを構築することを目指す。証明論・型理論に基づいて自然言語の合成的意味論と証明系の整備を進め、またこれを様々な言語現象に適用することを試みる。研究代表者のこれまでの研究で、基本的な量化推論に対する研究成果が得られたが、これを基盤として自然言語に特徴的な文脈依存的推論を扱うメカニズムを加えることで、計算言語学における含意関係認識の研究にも寄与する証明体系を構築することを目指す。

3. 研究の方法

本研究では研究代表者のこれまでの量化推論に関する研究を基盤として、より多様な言語現象を扱えるような自然言語推論の証明体系の研究を行う。また、図形論理への適用可能性を考慮することで、人間が実際に行う推論に近い形での推論分析が可能になると期待される。具体的には、(1)証明論・型理論に基づく文脈依存的推論の形式化と(2)自然言語の含意関係認識への応用という2点に重点を置いて研究を進める。

まず、(1)については、自然言語推論の形式化には、発話の文脈依存性をなんらかの形で取り込んだ形での推論の分析が不可欠である。本研究では、研究代表者のこれまでの研究をふまえて、証明論と型理論に基づく枠組みのもとで前提と照応の分析を与え、基本的な量化推論の体系に文脈依存的推論を扱うメカニズムを取り込むことを試みる。

(2)に関して、含意関係認識は自然言語のテキスト間の含意関係を判定する課題であり、計算言語学の分野で研究が進んでいる。本研究の分析の有効性は、含意関係認識の研究に適用することで十分な検証を行うことが可能となる。そこで、本研究の推論体系を自然言語の含意関係認識へと適用することを試みる。

4. 研究成果

2017年度は、証明論的な範疇文法と型理論の枠組みのもとで、前提・照応を中心とする自然言語の文脈依存的な推論を扱う基盤となる合成的意味論と推論体系の整備を進めた。当初目標としていた、基本的な量化推論の体系と前提・照応を中心とする文脈依存的な推論体系との接合という課題については、叙実述語の前提を中心に照応・前提を扱う型理論(依存型理論)に基づく自然言語意味論とそれに基づく推論体系を構築し、一定の成果を得た。この成果をまとめた論

文は、この分野の国際ジャーナル(Journal of Language Modelling)に受理・掲載された。また、計算言語学における含意関係認識への応用については、特に論理推論と語彙知識に基づく推論を統合した推論システムの構築に進展があり、その成果は、この分野の主要な国際カンファレンス(EACL2017, EMNLP2017)にて発表された。

2018年度は、前年度までに構築した合成的意味論と推論体系の整備をさらに進め、またこれを様々な言語現象に適用することを試みた。具体的には、(1) いわゆる paycheck anaphora と呼ばれる複雑な照応現象、ならびに、(2) coercion と呼ばれる典型的には述語とその項のミスマッチにより生じる文脈依存的推論を扱うことを試み、それぞれ一定の成果を得た。(1)の研究は国際学会(NLCS2018)において発表した。(2)の研究をまとめた論文は、国際雑誌(Oslo Studies in Language)に投稿し掲載された。また以上と並行して、複雑な量化表現、及び、比較表現・疑問表現を含む内包的表現を伴う推論現象にこのアプローチを拡張する研究を進めた。さらに理論構築と並行して、前年度に引き続き、含意関係認識への応用を進めた。特に、組み合わせ範疇文法(CCG)に基づく構文解析器を用いることで、日本語・英語の自然言語文を高階論理の論理式へと変換する合成的意味論、及び、Coq など依存型理論に基づく証明支援系を定理証明に応用することで、型理論の枠組みのもとで論理推論を行う推論システムの整備をそれぞれ進めた。この型理論・高階論理の意味論と推論体系を含意関係認識へと応用する研究の成果は、計算言語学・人工知能の分野の主要な国際カンファレンス(NAACL2018, AAAI2019)にて発表された。

2019年度と2020年度は、前年度までに構築した型理論的枠組みを自動定理証明の手法と組み合わせることで、計算言語学における含意関係認識への展開を中心に研究を進めた。特に、形容詞などの比較表現の合成的意味論と自動推論システムの構築を進め、成果を国際学会において発表し、論文として公開した。同時に、型理論的な意味論の枠組みとして、依存型に基づく枠組みとモデル論的な枠組み(特に談話表示理論)を詳細に比較した上で、自然言語推論を扱う枠組みとして前者の利点を明らかにした。依存型理論と談話表示理論を比較した論文は、国際雑誌(Journal of Logic, Language and Information)に投稿・掲載された。このほか、本研究が依拠する自然言語推論に対する論理的アプローチと、近年人工知能・自然言語処理の文脈で盛んに研究されているニューラルネット(深層学習)に基づくアプローチを比較する研究にも進展があった。言語哲学や形式意味論の文脈で研究されてきた複雑な言語現象や言語の合成性・体系性の観点から二つのアプローチの特徴を整理し、独自の含意関係認識データセットを構築することでニューラルネットの新しい評価方法の提案を行った。その成果は、計算言語学の分野の主要な国際カンファレンスにて発表された。以上と並行して図形推論の研究を進めた。特に、論理と認知科学の観点から1990年代以降の図形的推論システムを整理し、否定や選言といった論理的表現が図的にどのように実現されているのかを網羅的に比較する展望論文を執筆した。また、図や画像のような非言語的表現が論理的な否定を表現することが可能か否かについて予備的な考察を与え、成果を国際学会において発表した。

この一連の研究を通して、当初目標としていた証明論に基づいて自然言語推論を形式化する枠組みの構築、及び、自然言語の含意関係認識への応用という2点において一定の成果を得ることができたと言える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 23件）

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Yukiko Yana, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 28 |
| 2. 論文標題 Variable Handling and Compositionality: Comparing DRT and DTS | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Logic, Language and Information | 6. 最初と最後の頁 261 ~ 285 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10849-019-09294-3 | 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 Kazuki Watanabe, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 2019 |
| 2. 論文標題 Questions in Dependent Type Semantics | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the Sixth Workshop on Natural Language and Computer Science | 6. 最初と最後の頁 23 ~ 33 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18653/v1/W19-1103 | 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 Yusuke Kubota, Koji Mineshima, Robert Levine, Daisuke Bekki | 4. 巻 2019 |
| 2. 論文標題 Underspecification and interpretive parallelism in Dependent Type Semantics | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the IWCS 2019 Workshop on Computing Semantics with Types, Frames and Related Structures | 6. 最初と最後の頁 1 ~ 9 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18653/v1/W19-1001 | 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 該当する |
| 1. 著者名 Hitomi Yanaka, Koji Mineshima, Daisuke Bekki, Kentaro Inui, Satoshi Sekine, Lasha Abzianidze, Johan Bos | 4. 巻 2019 |
| 2. 論文標題 HELP: A Dataset for Identifying Shortcomings of Neural Models in Monotonicity Reasoning | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the Eighth Joint Conference on Lexical and Computational Semantics (*SEM 2019) | 6. 最初と最後の頁 250 ~ 255 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18653/v1/S19-1027 | 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 該当する |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Hitomi Yanaka, Koji Mineshima, Daisuke Bekki, Kentaro Inui, Satoshi Sekine, Lasha Abzianidze, Johan Bos | 4. 巻 2019 |
| 2. 論文標題 Can Neural Networks Understand Monotonicity Reasoning? | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 ACL Workshop BlackboxNLP: Analyzing and Interpreting Neural Networks for NLP | 6. 最初と最後の頁 31 ~ 40 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18653/v1/W19-4804 | 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 該当する |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Riko Suzuki, Hitomi Yanaka, Masashi Yoshikawa, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 2019 |
| 2. 論文標題 Multimodal Logical Inference System for Visual-Textual Entailment | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Student Research Workshop | 6. 最初と最後の頁 386 ~ 392 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18653/v1/P19-2054 | 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 Masashi Yoshikawa, Hiroshi Noji, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 2019 |
| 2. 論文標題 Automatic Generation of High Quality CCGbanks for Parser Domain Adaptation | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics | 6. 最初と最後の頁 129 ~ 139 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18653/v1/P19-1013 | 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 Izumi Haruta, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 2019 |
| 2. 論文標題 A CCG-based Compositional Semantics and Inference System for Comparatives | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 33rd Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation | 6. 最初と最後の頁 47 ~ 56 |
| 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 Eriko Kinoshita, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 10(2) |
| 2. 論文標題 Coercion as Proof Search in Dependent Type Semantics | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Oslo Studies in Language | 6. 最初と最後の頁 143 ~ 162 |
| 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 Kana Manome, Masashi Yoshikawa, Hitomi Yanaka, Pascual Martinez-Gomez, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 11 |
| 2. 論文標題 Neural sentence generation from formal semantics | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 11th International Conference on Natural Language Generation (INLG 2018) | 6. 最初と最後の頁 408 ~ 414 |
| 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 Hitomi Yanaka, Koji Mineshima, Pascual Martinez-Gomez, Daisuke Bekki | 4. 巻 16 |
| 2. 論文標題 Acquisition of phrase correspondences using natural deduction proofs | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 16th Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies (NAACL-HLT2018) | 6. 最初と最後の頁 756 ~ 766 |
| 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 Masashi Yoshikawa, Koji Mineshima, Hiroshi Noji, Daisuke Bekki | 4. 巻 16 |
| 2. 論文標題 Consistent CCG parsing over multiple sentences for improved logical reasoning | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 16th Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies (NAACL-HLT2018) | 6. 最初と最後の頁 407 ~ 412 |
| 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 Ribeka Tanaka, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 5 |
| 2. 論文標題 Paychecks, presupposition, and dependent types | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the Fifth Workshop on Natural Language and Computer Science (NLCS 2018) | 6. 最初と最後の頁 1~10 |
| 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 Ribeka Tanaka, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 5 |
| 2. 論文標題 Factivity and Presupposition in Dependent Type Semantics | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Language Modelling | 6. 最初と最後の頁 385~420 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15398/jlm.v5i2.153 | 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 Hitomi Yanaka, Koji Mineshima, Pascual Martinez-Gomez, Daisuke Bekki | 4. 巻 2017 |
| 2. 論文標題 Determining Semantic Textual Similarity using Natural Deduction Proofs | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 2017 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing | 6. 最初と最後の頁 681~691 |
| 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 Dan Han, Pascual Martinez-Gomez, Koji Mineshima | 4. 巻 2017 |
| 2. 論文標題 Visual Denotations for Recognizing Textual Entailment | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 2017 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing | 6. 最初と最後の頁 2843~2849 |
| 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 Yukiko Yana, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 2017 |
| 2. 論文標題 Variable Handling in DRT and DTS | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the Workshop on Logic and Algorithms in Computational Linguistics 2017 | 6. 最初と最後の頁 131 ~ 159 |
| 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 Martinez-Gomez, Koji Mineshima, Yusuke Miyao, Daisuke Bekki | 4. 巻 2017 |
| 2. 論文標題 On-demand Injection of Lexical Knowledge for Recognising Textual Entailment | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of European Chapter of the Association for Computational Linguistics | 6. 最初と最後の頁 710 ~ 720 |
| 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 Izumi Haruta, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 28 |
| 2. 論文標題 Combining Event Semantics and Degree Semantics for Natural Language Inference | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 28th International Conference on Computational Linguistics | 6. 最初と最後の頁 1758 ~ 1764 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18653/v1/2020.coling-main.156 | 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 Yuri Sato, Koji Mineshima | 4. 巻 12169 |
| 2. 論文標題 Depicting Negative Information in Photographs, Videos, and Comics: A Preliminary Analysis | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Diagrammatic Representation and Inference (Diagrams 2020), Lecture Notes in Computer Science | 6. 最初と最後の頁 485 ~ 489 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-54249-8_40 | 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 Izumi Haruta, Koji Mineshima, Daisuke Bekki | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 Logical Inferences with Comparatives and Generalized Quantifiers | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Student Research Workshop | 6. 最初と最後の頁 263 ~ 270 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18653/v1/2020.acl-srw.35 | 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 Hitomi Yanaka, Koji Mineshima, Daisuke Bekki, Kentaro Inui | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 Do Neural Models Learn Systematicity of Monotonicity Inference in Natural Language? | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics | 6. 最初と最後の頁 6105 ~ 6117 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18653/v1/2020.acl-main.543 | 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 佐藤 有理, 峯島 宏次 | 4. 巻 28 |
| 2. 論文標題 論理の図形表現 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 認知科学 | 6. 最初と最後の頁 139 ~ 152 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11225/cs.2020.020 | 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 - |

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 6件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 Koji Mineshima |
| 2. 発表標題 Computational Semantics in the Era of Bigdata |
| 3. 学会等名 TGSW2018 DASIC (Data Science in Collaboration on Language) (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--------------------------------|
| 1. 発表者名 窪田悠介・峯島宏次 |
| 2. 発表標題 前提投射の実例のツリーバンクによる検索 |
| 3. 学会等名 日本語学会第157回大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Masashi Yoshikawa, Koji Mineshima, Hiroshi Noji, and Daisuke Bekki |
| 2. 発表標題 Combining Axiom Injection and Knowledge Base Completion for Efficient Natural Language Inference |
| 3. 学会等名 The Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-19) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 峯島宏次 |
| 2. 発表標題 日本語の形式意味論 |
| 3. 学会等名 言語・論理・知識：飯田隆先生・丹治信春先生古希記念ワークショップ（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 峯島宏次 |
| 2. 発表標題 真理条件・表意・コミュニケーション |
| 3. 学会等名 「ことばの意味」をあらためて考える：真理条件的意味論を越えて, (招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Koji Mineshima |
| 2. 発表標題 Factivity and Presupposition in Dependent Type Semantics |
| 3. 学会等名 Forum for theoretical linguistics (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Eriko Kinoshita, Koji Mineshima and Daisuke Bekki |
| 2. 発表標題 Coercion as Proof Search in Dependent Type Semantics |
| 3. 学会等名 Workshop on Approaches to Coercion and Polysemy (CoPo 2017) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ran Tian, Koji Mineshima and Pascual Martinez-Gomez |
| 2. 発表標題 The Challenge of Composition in Distributional and Formal Semantics |
| 3. 学会等名 The 8th International Joint Conference on Natural Language Processing (IJCNLP 2017) Tutorial (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yuji Nishiyama and Koji Mineshima |
| 2. 発表標題 Explicature and the predication/specification distinction |
| 3. 学会等名 The 15th International Pragmatics Conference (IPrA2017) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yurina Ito, Koji Mineshima and Daisuke Bekki |
| 2. 発表標題 Indirect Answers to QUD |
| 3. 学会等名 Integrating Approaches to Social Meaning (IASM) workshop (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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 |
|---------|---------|
| | |