

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2011～2014

課題番号：23320085

研究課題名(和文) 時空間・論理領域の間の類比マッピングの形式モデル化とその検証

研究課題名(英文) Modeling of analogical mapping among space, time and inference and their verification

研究代表者

田窪 行則 (Takubo, Yukinori)

京都大学・文学研究科・教授

研究者番号：10154957

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではメンタルスペースの類比マッピングの概念を使い、空間と時間、これらと推論関係との写像関係を位相幾何学、論理意味論により明らかにした。まず空間・時間用法の前置詞がもつ特性が、位相空間の概念で解明できることを示した。日本語とロマンス諸語における移動動詞に基づく時間表現を分析し、その基底にある空間移動を時間の推移や事件の生起に写像するメタファー・マッピングのメカニズムを明らかにした。図的表現を用いた推論を題材に推論における実世界の空間的制約の影響について分析し、図の意味論的観点から、推論に対する空間的制約の干渉の形式を予測し、心理実験により二つの干渉の形式について強い証拠を得た。

研究成果の概要(英文)：In this project the nature of mapping among spatial, temporal and inferential domains has been studied. Topology and logical semantics have been employed to represent mappings that exist among those domains. We have shown that the characteristics of spatial and temporal uses of prepositions (and postpositions) can be captured by the concepts of topological spaces. We have also examined the temporal expressions in Japanese and Romance languages and have explained the mechanisms of metaphorical mapping from spatial movement to temporal transition or to occurrences of events. We have analyzed how real world spatial constraints influence inference by examining inference conducted with the help of diagrammatic expressions. A semantic analysis of diagrammatic representations lets us predict the forms of interference that spatial constraints impose on inference. The predictions were strongly supported by psychological experiments, where two specific forms of interference were identified.

研究分野：言語学

キーワード：メンタルスペース 空間 時間 論理意味論 推論 図的表現 メタファー 類比マッピング

## 1. 研究開始当初の背景

自然言語の空間を表す表現は多くの場合時間を表す場合にも使われる。これは空間領域から時間領域への比喩的な写像の問題としてとらえることができ、この観点から多くの研究がなされている。すなわち2次元、3次元の性質をもつ物理空間で定義される関係を時間のような1次元で定義される関係にいかにか写像するかという問題である。しかし、これまでこの写像関係の記述はインフォーマルで、断片的なものしかなく、どのような写像が可能であるのかが原理的にはとらえられていない。たとえば、日本語では空間方位の表現のなかで、時間にも使えるものは「前」「後」「中(外)」であり、「東西南北」「右左」は使えない。「東西南北」は絶対方位であり、定義上交差する軸が必要なため、また「右左」は相対方位であり、基準となるものからの方向が反対のベクトルを持つため、一方向のベクトルとして考えられる時間直線に写像できないためであると考えられる。これらの表現が時間に転用されるためには非常に特殊で複雑な比喩的写像関係を構成しなければならないため、簡単には時間表現に転用はできないと考えられるが、このような指摘をした研究はほとんどない。「前・後」関係もすべてが時間に使われるわけではない。「まえ・うしろ」という空間関係の対のうち、時間関係に使われるのは「まえ」だけで、「うしろ」は使われない。「まえ」の対は、「あと・さき」の「あと」である。空間での対のメンバーとは異なり、「うしろ」は空間にしか使われない。これらについても体系的な記述はない。

また、「まえ」は、普通「過去」に写像され、「あと」は「未来」に写像される。英語の before, after などと同じである。これは、イベントの始点を空間移動における前面に写像し、それより前に問題となる参照時点を配置する写像関係により記述できる。この場合、時間を未来から EGO に向かうものと見る必要がある。たとえば「クリスマスが近づいてきた。」などの比喩的な表現の背景にある時間のとらえ方である。渡辺(1995)はその先駆的な研究によりこのような見方が、多くの事実を説明できることを示している。同様の見方はメンタルスペース理論を用い、類比マッピングによって Moore (2000)、Núñez et al. (2006)が記述している。Takubo (成果) は Stefan Kaufmann との共同研究で、日本語テンス・アスペクトを表す形態素ルを「前」とほぼ同じ意味を表し、タを「後」とほぼ同じ意味を表すことで、テンス・アスペクトに関する関係を過不足なく表せることを示した。日本語ではタは「後(あと)」とのみ、ルは「前(まえ)」とのみ結びつく。「～たあと」「～るまえ」は可能だが、「～たまえ」「～るあと」は不可能である。これはルとタの語彙的特徴づけに関する仮定により説明できる。タ、ルが、それがとるイベントの表

すインターバルが参照時と接触してもよい前後関係を表すのに対し、前(まえ)後(あと)が表すインターバルと参照時は接触できないとする。この仮定を設けることにより両者が表すインターバルが共通のメンバーを持たないということが導出できる。

時空間の写像は論理関係にまで拡張され、その場合も写像関係が複雑である。たとえば英語の still は時間表現では「まだ変化していないこと」を表すため、変化が設定されない dead では普通使えない(He is still alive vs. He is still dead)。しかし、Michaelis (1996) は still が条件文の帰結で使われた場合、dead と共起できる例を示し (If he took this pill, he would still be dead)、still が論理領域では帰結の不変化を表すと分析し、その意味論を与えている。日本語のトコロという語は時空間における位置だけでなく、条件文の後件に使われて反事実条件を表し、条件文の前件に使われて譲歩を表す。田窪はこのメカニズムが時空間の写像とほぼ同じ関係を設定することで記述できることを示した(田窪(2008)、成果 ほか)が、時空間から論理領域への写像はまだ体系的な記述や理論はほとんどなかったといえる。

このように時空間、論理領域の類比的マッピングは現象としては指摘され、断片的な記述はなされているが、そこに働く原理やその認知的な基盤に関する実験的検証はまだほとんどない。本研究は論理学、認知科学、認知言語学の知見を用い、位相幾何学的を利用して、時空間、論理関係の間の類比的マッピングの原理を形式モデル化し、実験により検証することを目標とした。

## 2. 研究の目的

自然言語では空間を表す表現は時間を表せ、時・空間を表す表現は論理関係を表すことができる。このような現象はこれまで時空間・論理関係の類比マッピング(analogical mapping: 比喩的類比関係の構造的な写像)として分析されてきたが、この写像関係がどのような原理に基づいているかに関しては断片的な記述しかない。本研究はメンタルスペース理論による類比マッピングの概念を位相幾何学により補強することで、自然言語における時間・空間・論理の領域間における写像関係の原理を明示的なモデルとして提出し、それが認知的な心的操作としてどのような形で存在するかを実験的に検証することがその目的である。

## 引用文献

渡辺実(1995)「所と時の指定に関わる語の幾つか—意味論的に—」 国語学 181号」18 - 29.

Michaelis, Laura.A. 1996. Cross-world

- continuity and the polysemy of adverbial still. *Spaces, worlds, and grammar*, ed. by G. Fauconnier and E. Sweetser. Chicago: University of Chicago Press. 179-226
- Moore, K. E. 2000. Spatial experience and temporal metaphors in Wolof: Point of view, conceptual mapping, and linguistic practice. Unpublished doctoral dissertation, University of California, Berkeley.
- Núñez, R., Motz, B., & U. Teuscher, U. 2006. Time after time: The psychological reality of the Ego- and Time-Reference-Point distinction in metaphorical construals of time. *Metaphor and Symbol*, 21, 133-146.
- Cooperrider, K. & Núñez, R. 2009. Across Time, Across the Body: Transversal Temporal Gestures. *Gesture*, 9(2), 181-206.
- Cooperrider, K. & Núñez, R. 2007. Doing Time: Speech, Gesture, and the Conceptualization of Time. *CRL Technical Reports*, 19(3), 3-19.
- Núñez, R., & Sweetser, E. 2006. With the Future Behind Them: Convergent Evidence From Aymara Language and Gesture in the Crosslinguistic Comparison of Spatial Construals of Time. *Cognitive Science*, 30(3), 401-450.
- 田窪行則 (2008)「言語と思考：ことばがあらわすもの」 紀平英作 (編)『グローバル化時代の人文学対話と寛容の知を求めて (下) 京都大学文学部創立百周年記念論集 共生への問い』岩波書店. 66-92.

### 3 . 研究の方法

本研究では、(1)時間領域・空間領域、論理領域の間における類比マッピングのメンタルスペースによる記述をおこない、(2)(1)に基づいて、その明示的で形式的なモデルを提出する。(3)(2)のモデルの検証をするため、指示詞、方位名詞、移動動詞、ジェスチャーなどにおける空間における認知操作が類比マッピングにより写像された時間、論理領域でも行われているのかをプライミング効果、アイトラッキングなどを用いた心理実験により確かめる。さらに、映像をもちいて、時間、論理領域の話をしている際に、空間におけるジェ

スチャーがもちいられているか否かにより、類比マッピング操作の存在を検証する。

### 4 . 研究成果

本研究ではメンタルスペースの類比マッピングの概念を使い、空間と時間、これらと推論関係との写像関係を位相幾何学、論理意味論により明らかにした。まず空間・時間用法の前置詞がもつ特性が、位相空間の概念で解明できることを示した。日本語とロマンス諸語における移動動詞に基づく時間表現を分析し、その基底にある空間移動を時間の推移や事件の生起に写像するメタファ・マッピングのメカニズムを明らかにした。図的表現を用いた推論を題材に推論における実世界の空間的制約の影響について分析し、図の意味論的観点から、推論に対する空間的制約の干渉の形式を予測し、心理実験により二つの干渉の形式について強い証拠を得た。

### 5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 14 件)

宝島格・今仁生美. 発話理解における事態の構造化について. 『名古屋学院大学論集 言語・文化篇』第 27 巻 第 2 号、査読無、2016、19-48.

宝島格・今仁生美. 「まで」の使用における話者の想定. 『名古屋学院大学論集 言語・文化篇』第 26 巻 第 2 号、査読無、2015、87-96.

IMANI, Ikumi and Itaru Takarajima. Topological Approaches to Locative Prepositions. *The proceedings of the 2014 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence*, 査読有, 2014, 72-77.

IMANI, Ikumi and Itaru Takarajima. A topological approach to natural languages: Metaphorical mappings between space and time. *The proceedings of the 2013 International Joint Conference on Awareness Science and Technology and Ubi-Media Computing (iCAST-UMEDIA)*, 査読有, 2013, 359 – 365.

今仁生美. 日本語における否定と焦点.  
『名古屋学院大学論集 言語・文化篇』 第  
24 卷 第 2 号、査読無、2013、243-259.

宝島格・今仁生美. 計算機による「中」  
の扱い. 『名古屋学院大学論集 言語・文化  
篇』 第 24 卷 第 2 号、査読無、2013、  
139-160.

宝島格・今仁生美. 連続性に関する話者  
の想定と「通る」「渡る」「越える」の空間  
的・時間的用法. 『名古屋学院大学論集 言  
語・文化篇』 第 25 卷 第 1 号、査読無、  
2013、59-73.

SHIMOJIMA, Atsushi and Yasuhiro  
Katagiri. An Eye-Tracking Study of  
Exploitations of Spatial Constraints in  
Diagrammatic Reasoning, *Cognitive  
Science*. 37 卷, 査読有, 2013, 211-254.

DOI: 10.1111/cogs.12026

坂原茂. アスペクト表示の複合動詞「V て  
来る」と空間時間メタファ. 『國語と國文  
學』 第 89 卷第 11 号 (通巻 1068 号)、東  
京大学国語国文学会、査読無、2012、53-62

坂原茂. フランス語コピュラ文の解釈と  
属詞の冠詞の有無. 坂原茂(編) 『フランス  
語学の最前線 1』ひつじ書房、査読有、  
2012、1-52.

田窪行則. 日本語の時間の前後関係とし  
ての日本語テンス・アスペクト. 『日本語  
文法』第 12、巻 2 号、日本語文法学会、査  
読有、2012、65-77.

田窪行則. 危機言語ドキュメンテーショ  
ンの方法としての電子博物館作成の試み  
- 宮古島西原地区を中心として -、 『日  
本語の研究』第 7 卷 4 号、日本語学会、査  
読有、2011、119-134.

TAKUBO, Yukinori. Japanese expression  
of temporal identity: temporal and  
counterfactual interpretation of  
tokoro-da. den Dikken, M. and B.  
McClure (eds.), *Japanese/Korean*

*Linguistics* 18, Center for the Study of  
Language and Information, Stanford, 査  
読有, 2011, 392-409.

今仁生美. 形式意味論の最前線. 『日本  
語学』vol 30-14、 明治書院、査読無、  
2011、86-94.

[学会発表](計 25 件)

下嶋篤、The Barwise-Seligman Model of  
Representation Systems: A Philosophical  
Explication, 2015 年度科学基礎論学会秋  
の研究例会, 2015 年 11 月 7 日, 東京大学.

TAKUBO, Yukinori. On the nature of  
mapping among space, time and  
conditional domains. The keynote lecture  
at the theme session: Interaction among  
spatial, temporal and inferential  
domains, 45th Poznan Linguistic  
meeting, 2015 年 9 月 17 日, Adam  
Mickiewicz University, Poznan, Poland.

IMANI Ikumi and Itaru Takarajima,  
Topological Approaches to Locative  
Prepositions. The 2014 IEEE  
Symposium Series on Computational  
Intelligence, 2014 年 12 月 11 日, Orland,  
USA.

今仁生美・宝島格 「場所の前置詞 in, on,  
at, from/to の位相的分析」意味と理解研究  
会、2014 年 11 月 21 日、神奈川県足柄上  
郡山北町 蒼の山荘.

下嶋篤. 「一変数表示系」概念に基づく、図  
表現の一般的統語・意味分析方法. 日本認  
科学会第 31 回大会、2014 年 9 月 19 日、  
名古屋大学、名古屋市.

SHIMOJIMA, Atsushi and Dave  
Barker-Plummer, The Barwise-Seligman  
Model of Representation Systems: A  
Philosophical Explication. Eighth  
International Conference on the Theory  
and Application of Diagrams, 2014 年 7 月  
30 日, Melbourne, Australia.

坂原茂. トートロジの語用論とトートロジの分類. 文法学会、2014年7月12日. 東京大学、東京.

TAKUBO, Yukinori. Demonstratives in Japanese, Seminar at City University of Hong Kong, 2014年3月10日, City University of Hong Kong, Hong Kong.

IMANI Ikumi and Itaru Takarajima. Metaphorical mappings between space and time—beyond semantics. Workshop in Semantics Interfaces--How information about syntax, pragmatics and discourse is (or is not) represented in semantics, 2014年2月20日, 京都大学、京都市.

IMANI Ikumi and Itaru Takarajima. A topological approach to natural languages: Metaphorical mappings between space and time. The 2014 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, 2013年11月3日, 会津大学、会津若松市.

SHIMOJIMA, Atsushi. Semantic Uplifting in Graphical Notations: Examples and Cognitive Potentials, Ninth International Conference on Cognitive Science, 2013年8月28日, Kuching, Malaysia.

TAKUBO, Yukinori. Imagoro as a counterpart identifier of the utterance time. Plenary Lecture, the 14th International Conference on the Processing of East Asian Languages, 2012年10月26日, 名古屋大学、名古屋市.

坂原茂. トートロジの語用論とトートロジの分類. トートロジ・ワークショップ、2012年9月23日、東京大学、東京.

SHIMOJIMA, Atsushi. Many Faces of Diagrams: From General Properties to Practical Advantages and Disadvantages.

Thirty-Fourth Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 2012年8月1日~4日、札幌コンベンションセンター、札幌市.

TAKUBO, Yukinori. Concessive 'tokoro.' Relating Particles to Evidence and Inference. 2012年7月13日, The Lichtenberg-Kolleg Göttingen, Göttingen, Germany.

TAKEMURA, Ryo, Atsushi Shimojima, and Yasuhiro Katagiri. A Logical Investigation on Global Reading of Diagrams. Seventh International Conference on the Theory and Application of Diagrams, 2012年7月4日, Canterbury, UK.

SUGIO, Taheshi, Atsushi Shimojima, and Yasuhiro Katagiri. Psychological Evidence of Mental Segmentation in Table Reading. Seventh International Conference on the Theory and Application of Diagrams, 2012年7月3日, Canterbury, UK.

TAKUBO, Yukinori. Tense and aspect in Korean and Japanese: General overview. Workshop on Tense and Aspect in Korean and Japanese, 2012年6月7日~8日, Seoul National University, Seoul, Korea.

TAKUBO, Yukinori. Counterfactuality and Japanese aspect. Workshop on Tense and Aspect in Korean and Japanese. 2012年6月7日~8日, Seoul National University, Seoul, Korea.

TAKUBO, Yukinori. How to derive concessive meaning- the case of 'tokorode' in Japanese. 12th Korea-Japan Workshop on Linguistics and Language Processing, 2012年3月12日, Kyunghee University, Seoul, Korea.

- ⑳ 田窪行則. 「時間の前後関係としての日本語テンス・アスペクト: 「V たまえ」「V るあと」がなぜ言えないのか」、シンポジウム「複文研究の一視点 時間と様相の相互作用」日本語文法学会第 12 回大会、2011 年 11 月 3 日、東京外国語大学、東京.
- ㉑ TAKUBO, Yukinori. Modal Questions in Korean and Japanese. The Center for Formal Epistemology, 2011 年 9 月 29 日, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA.
- ㉒ TAKUBO, Yukinori. The counterpart of the utterance time. Séminaire de Recherche en Linguistique, 2011 年 9 月 14 日, Université de Genève, Genève, Switzerland.
- ㉓ 坂原茂. Dynamism of Category Reorganization in Tautology. Séminaire de Recherche en Linguistique, 2011 年 9 月 14 日, Université de Genève, Genève, Switzerland.
- ㉔ TAKUBO, Yukinori. Counterparts of the utterance time. Speaking of Possibility and Time 2, 2011 年 6 月 3 日, The Lichtenberg-Kolleg Göttingen, Göttingen, Germany.

〔図書〕(計 3 件)

田窪行則、ジョン・ホイットマン、平子達也(共編)『琉球諸語と古代日本語』2016 年、くろしお出版、312.

SHIMOJIMA, Atsushi, Semantic Properties of Diagrams and Their Cognitive Potentials, CSLI Publications, 2015 年, 186.

田窪行則(編)『琉球列島の言語と文化 - その記録と保存』(編著)2013 年、くろしお出版、376.

6. 研究組織

- (1) 研究代表者 田窪行則(TAKUBO,

Yukinori)

京都大学文学研究科教授

研究者番号 10154957

(2) 研究分担者

今仁生美 (IMANI, Ikumi)

名古屋学院大学外国語学部教授

研究者番号 20213233

坂原茂 (SAKAHARA, Shigeru)

東京大学教授総合文化研究科教授

研究者番号 40153902

下嶋篤 (SHIMOJIMA, Atsushi)

同志社大学文化情報学部教授

研究者番号 40403341

(3) 連携研究者

宝島格 (TAKARAJIMA, Itaru)

名古屋学院大学商学部教授

研究者番号 50288445