

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330167

研究課題名(和文) 社会における知識形成の一般理論の構築

研究課題名(英文) Examining how individuals and a society as a whole acquire knowledge

研究代表者

松香 敏彦 (Matsuka, Toshihiko)

千葉大学・文学部・教授

研究者番号：30466693

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：これまでの学習および知識形成に関する認知科学・心理学の研究は多くの場合、個人内でかつ短期間で完了するものが研究の対象とされていた。しかし、本研究では実際には学習や知識形成は個人内で完了するものではなく、他者とインタラクティブを介し、他者の知識の影響を受けながら発展してゆくと考え、行動実験と計算機シミュレーションを用いて検証した。その結果、一見無駄だと思われる情報、冗長な情報、社会的・経済的規範から異なる情報・価値を保持することによって汎化能力の高い知識の獲得することが示された。

研究成果の概要(英文)：Many existing studies on human learning pay almost exclusive attention to how individuals learn. However, there is no doubt that we learn and acquire knowledge by interacting with others. The present research examined the influences of social structures on knowledge acquired by societies using computer simulations and behavioral studies. The results indicated that possessing knowledge or information that seemed redundant, arbitrary, and or socially/economically non-normative can build robust societies as by retaining diversities.

研究分野：認知科学

キーワード：概念形成 認知モデル 集合知

1. 研究開始当初の背景

認知科学および心理学において、人間の学習や知識形成・獲得は主要な研究テーマである。これまでの学習および知識形成の研究は多くの場合、個人内でかつ短期間で完了するものが研究の対象とされていた。しかし、実際には学習や知識形成は個人内で完了するものではなく、他者とインタラクションを介し、他者の知識の影響を受けながら発展してゆく。つまり、人間の学習や知識形成過程では、個人的な要素だけでなく、社会的な要素も重要な役割をはたしていると考えられる。しかし、知識形成に関わる社会的要素およびその役割についてはほとんどわかっていない。

我々の知識の基礎には「概念」という単位があるとされている。多くの概念は階層的な構造をもつとされ、その中には「基本カテゴリー」とよばれる、最も一般的に共有・使用されている階層があるとされている。たとえば、「犬」という概念は基本カテゴリーだと言われている。基本カテゴリーは上位カテゴリーにくらべ「説明力」があり、かつ、下位カテゴリーに比べ「弁別能力」がある。また、基本カテゴリーは、自由命名課題において他のレベルのカテゴリーより高い頻度で想起され、文章においてもより多く用いられていることが解っている。

実社会において基本カテゴリーは、ごく自然に共有・利用され非常にロバストな事象であり、その性質に関して様々な研究がなされてきた。しかし、どのようなメカニズムで特定の階層が基本カテゴリーとして形成・共有されるかはわかっていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、人間の知識形成について、個人的な要因だけでなく、社会的な要因も含んだ総括的な説明を目指す。特に社会において、一般的に共有・使用されている概念である「基本カテゴリー」の生成メカニズムを数理・計算モデルで説明し、実証データを用いてモデルの妥当性を検証する。本研究は、これまで個人内の短期間の知識の変化としてしかとらえられてこなかった知識形成を、社会構造によって説明する枠組みを提供するものであり、社会的生物である人間の認知過程を特徴づける基礎理論として重要な意義を持つと考えられる。

4.3. 研究の方法

本研究では、基本カテゴリーは自然発生もしくは自己組織化されるものと仮定してマルチエージェントモデルを構築し、基本カテゴリー生成メカニズムの解明を試みる。まず初めに、探索的モデリングを用いて、さまざまな社会や個人の特徴を操作することにより、それらの特徴と社会全体で最も共有されるカテゴリー階層の説明力(カテゴリーレベルを基に推論できる性質の質・量の高さ)

と弁別力(同一のレベルにある他のカテゴリーとの類似度の低さ)の関連性を検証した。たとえば、個人の認知行動の目的関数の特徴、社会構造や社会内の知能・知識の分布や多様性が、選好されるカテゴリー階層の生成にどのような影響を及ぼすかを検証した。

個人間のコミュニケーションのモデルとして進化計算法のフレームワークを応用した。遺伝的アルゴリズムでの「結合」が他者とのインタラクションとなり、「突然変異」が個人による知識の修正となり、「選択」は個人間で共有される価値によって遂行される。社会構造は Small-World や Scale-Free Network など複数の実社会を反映しているとされるモデルを用いた。

マルチエージェントモデルに加え、力学系モデルによる基本カテゴリー生成メカニズムの探索的研究もおこなった。基本カテゴリーは社会一般に共有されているため、アトラクター・安定点ととらえることが可能である。まず最初は、直接的に基本カテゴリーへの収束メカニズムを再現するのではなく、説明力、弁別力、伝達に必要な情報量などに注目し、2つの階層間(2次元)の競争・選好性を検証した。特に、何処に境界や鞍点があるのか、周期的傾向があるのか、分岐点の性質などに着目し、各変数と収束地点・収束パターンとの関係を明らかにする。

行動実験では、明らかな解が存在しない場面で主体の知識と他者の知識の状態によって、他者の知識がどのように利用されるか、特に影響が短期間で反映される課題を用いて検証した。実験参加者が保持する情報が十分な場合と不十分な場合に、他者の知識が参加者の意思決定にどう影響を与えるか実験をおこなった。

4. 研究成果

計算機シミュレーションを用いて、社会における知識の形成メカニズムを検証した結果、多くの情報を保持し処理することが可能な個人は他者とのインタラクションを介して、与えられた事例・事象において有益な知識を獲得するが、その知識の汎化能力は低い(事象の本質を理解していない)傾向が示された。一方で、多くの情報を処理することが出来ない個人は、多くの情報を保持し処理することが可能な個人の知識を活用し、汎化能力の高い知識を獲得することがあり得ることが示された。また、社会において、知識に対する価値観に多様性がある場合は、社会全体として最適な知識群を獲得することが示された。

進化ゲームの手法を用いて、基本カテゴリーと呼ばれる現象が発生するリプリケータダイナミクスを検証した結果、他者とのコミュニケーションにおいて、階層的な構造をもつカテゴリー間に伝達する情報量とカテゴリーの弁別性に競合が起こる場合、中間階層にあるカテゴリーがもっとも利用されや

すいといった結果が示された。

人間のコミュニケーションにおいて、状態や結果を伝達する場合に、どのようなフレームが優先的に使用されるか行動実験を用いて検証した。その結果、人間は希少な状態・結果に対応するフレームを選択する傾向が示された。希少な状態は情報理論的に情報量が多いため、人間はコミュニケーションにおいて(主観的に)より多くの情報を伝達しようとしているのではと考察した。

社会にある知識がどのように推移していくのか計算機シミュレーションを用いて検討した。具体的には、文化人類学の先行研究から、パプアニューギニアで原始的な生活を営む集落では、バナナの作付けの際、どの種類のバナナを作付けするかはおおよそ無作為に行われていることが示されている。本研究では、無作為に選択するモデル、集落内での知識をもとに生産量を最大化するモデル、集落間で知識を共有して生産量を最大化するモデルを比較した。その結果、生産性を高めるといった最適化を行う場合に比べ無作為に作付け種を決定する方が、バナナの種の多様性の維持に適切であり、多様性の維持によって集落全体の存続が導かれることが示された。

知識の適用・応用に関して、意思決定課題を用いた行動実験及び計算機シミュレーションで検討した。意思決定を行う場合、知識にないことや系統立てて間違っ認識していることは、実はヒューリスティック方法で意思決定を行う場合は妥当な推論を導くことを示した。

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5件)

Hidehito Honda, Toshihiko Matsuka, & Kazuhiro Ueda (in press). Memory-based simple heuristics as attribute substitution: Competitive tests of binary choice inference models. *Cognitive Science*. 査読あり。

Hidehito Honda, Toshihiko Matsuka, & Kazuhiro Ueda (2016). On the adaptive nature of memory-based false belief. Proceedings of the 38th Annual Conference of the Cognitive Science Society. Austin, TX: Cognitive Science Society. 査読あり。

松香敏彦・川端良子(2016). 概念の流動性について。人工知能学会。査読なし。31巻 67-73。

Toshihiko Matsuka & Hidehito Honda (2014). On the relationship between social structure and acquired knowledge in

societies. In the Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, 査読あり。2758-2763。

Hidehito Honda & Toshihiko Matsuka (2014). On the role of rarity information in speakers' choice of frame, *Memory & Cognition*, 査読あり。42,768-779。

〔学会発表〕(計12件)

松香敏彦・小谷真吾・伝康晴・牛谷智一(2015)。無作為行為による文化回復力の増加の可能性について。日本認知科学会第32回大会。2015年9月20日。千葉大学。

白砂大・松香敏彦 (2015)。課題の具体化が確率判断に及ぼす影響。日本認知科学会第32回大会。2015年9月18日。千葉大学。

Xu Kuangzhe・松香敏彦 (2015)。視線追跡を用いた顔への注意と対人印象の関係の検討。日本認知科学会第32回大会。2015年9月19日。千葉大学。

松香敏彦 (2015)。認知科学から見た概念の表象と構造。2015年・人工知能学会。2015年6月2日。はこだて未来大学。

本田秀仁・和嶋雄一郎・松香敏彦・植田一博。(2014)。馬名の文字数は馬券購入行動に影響を与える：名前の情報量に基づく分析。HCGシンポジウム2014。2014年12月17日。海峡メッセ下関。

遠藤一樹・Xu Kuangzhe・松香敏彦・清河幸子(2014)。問題解決における外的資源の利用効果についての検討。日本認知科学会第31回大会。2014年9月19日。名古屋大学。

松香敏彦 (2014)。多目的最適化法による適切なモデル群の探索。2014年・人工知能学会。5月12日。ひめぎんホール。

Matsuka Toshihiko & Honda Hidehito (2013). On the relationships between social structure and acquired knowledge in societies. The 54th annual meeting of the Psychonomics Society. November 16, 2013, Tronto, Canada.

Adachi Hiroaki, Kiyokawa Sachiko & Matsuka Toshihiko (2013). The relationship between explicit and implicit processes in insight problem solving. The 54th annual meeting of the Psychonomics Society. November 15, 2013, Tronto, Canada.

Matsuka Toshihiko (2013). Using multiobjective optimization techniques to effectively explore statistical models. The 43rd annual meeting of the Society for Computer in Psychology. November 13, 2013, Toronto, Canada.

研究者番号：

11松香敏彦(2013)基本カテゴリー発生のリプケータダイナミクスに関する萌芽研究 第56回数理社会学会。2013年8月27日。関西学院大学。

12松香敏彦・本田秀仁・鷲田祐一・植田一博。(2013). 社会構造とイノベーションの創発に関する探索的マルチエージェントモデリング 2013年人工知能学会。2013年6月7日。富山国際会議場。

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松香 敏彦 (MATSUKA, Toshihiko)
千葉大学・文学部・教授
研究者番号：30466693

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()