

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 20 日現在

機関番号：12501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25540051

研究課題名(和文) 学習・文化・進化における認知適応の一般理論の構築

研究課題名(英文) Constructing a general theory of cognitive adaptation in learning, culture, and evolution

研究代表者

傳 康晴 (Den, Yasuharu)

千葉大学・文学部・教授

研究者番号：70291458

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、生物の認知適応過程について、(1)学習・文化・進化という3つのレベルに共通する基本原理を明らかにし、(2)その基本原理に基づく計算モデルを構築することであった。
(1)ヒトの学習やコミュニケーション、ヒト社会の回復力、ヒトと進化的に異なる種の認知方略における情報の冗長性や多様性の役割を検討し、認知適応過程における重要性を示した。
(2)フィールドにおける実データを題材に、不安定な環境に強い、多様性を持つ方略が無作為な意思決定から創発することを計算モデルによって示し、認知適応の一般理論への足がかりとした。

研究成果の概要(英文)：This research investigated adaptive processes in human and animal cognition, aiming at i) elucidating general principles common to cognitive processes at various levels such as learning, culture, and evolution, and ii) building a computational model based on these principles.
i) Redundancy and diversity of information have been found to play important roles in adaptive processes concerning human learning and communication, the resilience of human societies, and cognitive strategies adopted by non-human species.
ii) A computational model using empirical data from a real field has shown that a strategy with large tolerance to unstable environment and great diversity can emerge from random decision-making, gaining ground for a general theory of cognitive adaptation.

研究分野：認知科学

キーワード：認知適応 認知モデル 学習 文化 進化

1. 研究開始当初の背景

- (1) 認知は、外界の環境やその変化に対して柔軟に適應できるが、その具体的なプロセスやそれを支配する原理についてはほとんどわかっていない。
- (2) 学習心理学や比較認知科学・進化心理学などの先行研究は、個体内の学習や進化的適應など特定のスケールにとどまり、様々なスケールの適應過程を統一的に理解しようという試みは皆無であった。

2. 研究の目的

- (1) 生物の認知適應過程について、学習・文化・進化という、時間スケールや主体の異なる 3 つのレベルに共通する基本原理を明らかにする。
- (2) 上記の基本原則に基づく計算モデルを構築する。

3. 研究の方法

- (1) 認知適應の基本原則として情報の冗長性や多様性に注目する。
- (2) 学習・文化・進化の各レベルにおいて、情報の冗長性や多様性に関する行動実験・行動データ分析を通じて、これらすべてのレベルに通じる基本原理を明確にする。
- (3) 上記で得られたデータをもとに、適応的な情報処理過程を計算モデルに実装し、具体的なデータを題材としてその妥当性を検証する。

4. 研究成果

- (1) ヒトの学習における冗長性や多様性の役割
社会で学習・形成される知識の性質をマルチエージェント・シミュレーションを用いて検証し、価値観に多様性がある場合に、社会全体がパレート最適な知識群を形成することを示した。計算機シミュレーションを用いて情報の不完全性が学習にどのような影響を与えるか検討し、不完全な情報が過学習を防ぐ効果を持つことを示した。
- (2) ヒトのコミュニケーションにおける冗長性の役割
他者の発話に回答する位置で、省略可能な主題句が冗長に繰り返される現象を分析し、応答発話がより複雑なほどこの明示化現象が生じやすいことを明らかにした。
自然談話において発話冒頭要素・主題の「は」・節末助詞を冗長に引き延ばす現象を分析し、音韻論的・統語的な要因に加え、認知的な要因がしばしば関与していることを明らかにした。
- (3) ヒト社会の回復力における多様性の役割
パプアニューギニアにおけるブタ飼養の実践を調査し、集約的に単一生産物

に依存する戦略より、粗放的だが多様な生産物に依存する戦略のほうがリスクに対して頑健であることを示した。パプアニューギニアにおけるバナナ栽培に関する実践を分析し、フィールド調査データから文化的回復力と多様性の関係を明らかにした。

- (4) ヒトと進化的に異なる種の空間探索における冗長性の役割
ハトとミツバチにおける冗長情報の学習について実験的に検討し、ハトでは冗長な学習の効果は見られず、ミツバチでは冗長な学習後、非明示的な情報から探索できることを明らかにした。ヒトとハトの種間比較研究を行い、正答位置を直接的に示す情報に加え、画面全体の方向を冗長に示すグラデーション情報を利用するというハトの柔軟な方略の一部を明らかにした。
- (5) 以上の知見を踏まえ、パプアニューギニアのバナナ栽培データを題材とし、気温や降雨量の変化などのリスクに強い栽培方略を計算モデルによって検討した。その結果、収穫量を最大化するモデルよりも無作為行動に基づくモデルのほうが多様で、不安定な環境への耐性が強く、実際のフィールドに見られる無作為的な意思決定が栽培の安定化を可能にしていることを裏付けた。
- (6) 以上の研究成果は、学習・文化・進化のすべてのレベルで冗長性や多様性が重要な役割を果たしていること、そのような特徴が無作為行動から生じる可能性を示唆するものであり、認知適應の一般理論への足がかりとして重要である。

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 7件)

1. S. Odani, Resilience and indigenous knowledge in the Asia-Pacific region, *Proc. 6th Indonesia-Japan Joint Scientific Symposium*, 査読有, Vol. 6, 2014, pp. 437-443
2. T. Matsuka and H. Honda, On the relationships between social structures and acquired knowledge in societies, *Proc. IJCNN 2014*, 査読有, 2014, pp. 2758-2763
3. H. Honda and T. Matsuka, On the role of rarity information in speaker's choice of frame, *Memory and Cognition*, 査読有, Vol. 42, 2014, pp. 768-779
4. H. Koiso, Y. Den, K. Nishikawa, and K. Maekawa, Design and development of an RDB version of the Corpus of Spontaneous Japanese,

- Proc. LREC 2014, 査読有, 2014, pp. 1471-1476
5. 小谷真吾, 在来知と文化的回復力の関連についての予備的考察, 千葉大学人文社会科学部プロジェクト報告書, 査読無, 227 巻, 2014, pp. 1-8
 6. H. Koiso and Y. Den, Acoustic and linguistic features related to speech planning appearing at weak clause boundaries in Japanese monologs, Proc. Disfluency in Spontaneous Speech 2013, 査読有, 2013, pp. 37-40
 7. Y. Den and N. Nakagawa, Anti-zero-pronominalization: When Japanese speakers overtly express omissible topic phrases, Proc. Disfluency in Spontaneous Speech 2013, 査読有, 2013, pp. 25-28

〔学会発表〕(計 4 件)

1. 本田秀仁・和嶋雄一郎・松香敏彦・植田一博, 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~2014 年 12 月 19 日, 海峡メッセ下関(山口県下関市)
2. 遠藤一樹・K. Xu・松香敏彦・清河幸子, 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 09 月 18 日~2014 年 09 月 20 日, 名古屋大学(名古屋市千種区)
3. Y. Den, Some cognitive factors behind vowel lengthening in spontaneous Japanese: A corpus-based study, The 14th Conference on Laboratory Phonology (招待講演), 2014 年 07 月 25 日~2014 年 07 月 27 日, 国立国語研究所(東京都立川市)
4. S. Odani, Sedentarization and population growth of Orang Asli in Peninsular Malaysia, IUAES Inter-Congress 2014, 2014 年 05 月 15 日~2014 年 05 月 17 日, 幕張メッセ(千葉県美浜区)
5. T. Matsuka and H. Honda, On the relationships between social structures and acquired knowledge in societies, 54th annual meeting of the Psychonomics Society, 2013 年 11 月 14 日~2013 年 11 月 17 日, Toronto, Canada
6. H. Adachi, S. Kiyokawa, and T. Matsuka, The relationship between explicit and implicit processes in insight problem solving, 54th annual meeting of the Psychonomics Society, 2013 年 11 月 14 日~2013 年 11 月 17 日, Toronto, Canada
7. T. Matsuka, Using multiobjective optimization techniques to effectively explore statistical models, 43rd annual meeting of the Society for Computers in Psychology, 2013 年 11 月 14 日~2013 年 11 月 14 日, Toronto, Canada
8. T. Ushitani, C. Perry, A. Barron, and K. Cheng, Spatial learning differences between normal and precocious honeybee foragers (*Apis Mellifera*), Fall Meeting of the Comparative Cognition Society 2013, 2013 年 11 月 14 日~2013 年 11 月 14 日, Toronto, Canada
9. 牛谷智一・C. Perry・A. Barron・K. Cheng, 発達履歴の違いによって異なるセイヨウミツバチ(*Apis mellifera*)の空間方略, 日本動物心理学会第 73 回大会, 2013 年 09 月 14 日~2013 年 09 月 16 日, 筑波大学(茨城県つくば市)
10. 小磯花絵・伝康晴, 弱境界における発話計画に関わる音声的・言語的特徴の分析, 第 4 回コーパス日本語学ワークショップ, 2013 年 09 月 04 日~2013 年 09 月 05 日, 国立国語研究所(東京都立川市)
11. 松香敏彦, 基本カテゴリー発生のリブリーケータダイナミクスに関する萌芽研究, 第 56 回数理社会学会大会, 2013 年 08 月 27 日~2013 年 08 月 28 日, 関西学院大学(兵庫県西宮市)
12. S. Odani, Pig husbandry of the Bosavi in Highlands fringe of Papua New Guinea, 17th World Congress of the International Union of Anthropological and Ethnological Sciences, 2013 年 08 月 05 日~2013 年 08 月 10 日, University of Manchester (Manchester, UK)
13. 松香敏彦・本田秀仁・鷲田祐一・植田一博, 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 年度人工知能学会全国大会(第 27 回), 2013 年 06 月 04 日~2013 年 06 月 07 日, 富山国際会議場(富山県富山市)
14. 清河幸子・加藤由梨子・小松孝徳・松香敏彦・植田一博, オノマトペによる動きの表現, 2013 年度人工知能学会全国大会(第 27 回), 2013 年 06 月 04 日~2013 年 06 月 07 日, 富山国際会議場(富山県富山市)

〔図書〕(計 1 件)

1. 池口明子・佐藤廉也・小谷真吾ほか, 海青社, 身体と生存の文化生態, 2014, 372 頁 (pp. 311-338)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

傳 康晴 (DEN, Yasuharu)
千葉大学・文学部・教授
研究者番号：70291458

(2) 研究分担者

小谷 真吾 (ODANI, Shingo)
千葉大学・文学部・准教授
研究者番号：90375600

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

牛谷 智一 (USHITANI, Tomokazu)
千葉大学・文学部・准教授
研究者番号：20400806