



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                     |                                                                                                                           |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title               | 情報化社会における「集合知」発生メカニズムの社会生態学的検討 [論文内容及び審査の要旨]                                                                              |
| Author(s)           | 豊川, 航                                                                                                                     |
| Degree Grantor      | 北海道大学                                                                                                                     |
| Degree Name         | 博士(文学)                                                                                                                    |
| Dissertation Number | 甲第11635号                                                                                                                  |
| Issue Date          | 2015-03-25                                                                                                                |
| Doc URL             | <a href="https://hdl.handle.net/2115/58771">https://hdl.handle.net/2115/58771</a>                                         |
| Rights(URL)         | <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/</a> |
| Type                | doctoral thesis                                                                                                           |
| File Information    | Wataru_Toyokawa_abstract.pdf, 論文内容の要旨                                                                                     |



# 学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（文学）

氏名： 豊川 航

## 学位論文題名

情報化社会における「集合知」発生メカニズムの社会生態学的検討

単独で意思決定を行う場合よりも集団意思決定を採用する場合の方が、不確実性下の意思決定における成績が上昇する現象を「集合知」(collective intelligence)と呼ぶ。近年、こうした集合知現象は、人間の集団のみならず、ハチ・アリなどの社会性昆虫に代表される群居性の動物種の多くに共通して認められることが明らかにされつつある。生物学では系統的に離れた複数の生物種において類似の行動が観察されるとき、その行動の背後には、共通する何らかの適応的意義があると考えられる。本論文では、こうした観点から、ヒト集団における集合知を生み出す認知・行動アルゴリズムを、ほかの動物種の認知・行動アルゴリズムと比較しつつ、その共通性と独自性について一連の行動実験により丹念に検討している。同時に、インターネット上の多くの口コミサイトや推薦システムに代表される情報発信形態の多様化が、ヒトの集団意思決定のダイナミクス、特にその集合知効果にどのような影響を及ぼすのかについて考察している。

### <論文の構成>

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| はじめに                        | p. 2   |
| 第1章 集団意思決定と集合知              | p. 7   |
| 第2章 多腕バンディットにおける情報共有と集合知効果  | p. 22  |
| 第3章 口コミの共有は社会的学習の集合知効果を高めるか | p. 48  |
| 第4章 まとめと展望                  | p. 73  |
| 謝辞                          | p. 83  |
| 引用文献                        | p. 84  |
| 付録                          | p. 102 |

(本文 114 頁：400 字詰原稿用紙換算約 250 枚)

### <本論文の内容>

本論文は以下のように展開されている。

まず第一章では、集団意思決定と集合知の関係を、人間を含むさまざまな動物のシステムを例に採りながら概観し、その普遍性を探っている。ここでは、まず、個体同士が相互作用を通じて集団での合意を明示的に作り出す「合意型意思決定」と、個体レベルの個々の意思決定が互いに影響を及ぼし合いながら、集団レベルでの行動に収束が自然に生まれる「集約型意思決定」の2つについて概念的区別を行う。その上で、本論文が注目する「集約型意思決定」について、アリやミツバチなどの社会性昆虫の示す行動パターンを、数理モデルを使って整理する。その上で、ヒトの集約型意思決定がこれらの動物種とアルゴリズムの点でどのように共通し、どのように異なるのかについて、概念的整理が行われる。そして、非血縁個体から構成されるヒト集団において集合知が成立するためには、2つの問題（フリーライダー問題と、情報交換においてメンバーの独立性と相互依存性をどのように担保するかという問題）が解かれねばならないことを論じる。このように、第一章では、続く二つの章における行動実験に向けての理論的整備が行われる。

第二章、第三章では、情報工学分野で「多腕バンディット問題」と呼ばれる、不確実性のもとでの最適化問題を用いた実験的検討が行われる。多腕バンディット問題とは、比喩的には、ラスベガスで数十台のスロットマシンを前に、有限の資金をどのように使うかを決めねばならないような状況を指す。このとき、意思決定者は、各マシンがどのくらいの確率でどのような結果を出すかについて、まったく未知の状況にいる。こうした場面での意思決定者にとっての合理的行動は、資金の一部を用いてどのマシンがどのくらいの利益を生むのかについてまず情報探索を行い、その上で利益率の最も高いと判断されるマシンに資金を集中的に投下する（収穫を目指す）ことである。しかし、そのためには、探索と収穫という2つの相互背反（トレードオフ）の関係にある行為の間で、限られた資金やエネルギーを最適の形で配分しなければならない。さらに、ヒト集団において複数のメンバーがこの問題を同時に解くとき、こうしたトレードオフ関係は単に個体内の最適化問題としてだけではなく、個体間でのジレンマとしても立ち現れる。すなわち、血縁社会を作るハチ、アリなどの真社会性昆虫とは異なり、非血縁社会を作るヒト集団においては、他個体に探索行動を任せておいて、探索結果のみを搾取的に利用し自分は収穫に徹するフリーライダーが生じ得る。この問題は、「生産者-寄生者のジレンマ」（producer-scrourer dilemma）として知られており、ヒト社会における集合知の問題を考える上で、ヒトが解かねばならないユニークな問題である。

第二章で報告される実験では、30個の選択肢を用いた多腕バンディット課題について、単独の被験者で行う個人条件と、5人の被験者が他者の行動選択を参照しながら同時に行う集団条件との間で、行動成績を比較した。数理モデルを用いた行動解析の結果、先に述べた「生産者-寄生者のジレンマ」は集団条件において確かに存在し、他人の探索行動に寄生して自らは収穫に徹するフリーライダーが現れた。しかし、そうしたフリーライダーの出現にもかかわらず、全体の行動成績は、個人条件よりも集団条件で優れており、多腕バンディット状況でも「集合知効果」が生まれることを実験的に確認できた。

第三章では、第二章の実験パラダイムを拡張し、互いの行動選択に関する情報の共有に加えて、選択肢に関する各人の主観的評価（ロコミ）の共有が集合知効果にどのように影響するかが検討された。アマゾンや食べログなどのインターネットサイトでは、どの商品がどれだけ売れたかという行動選択情報に加えて、商品に関する評価が例えば5段階評価のような形で示される。こうした評価情報の共有は、集合知を生み出す上でプラスに働くのだろうか。こうした問題意識から、第三章の実験では、先の2条件に加えて、被験者が選択肢に対して与えた主観的評価を互いに知ることのできる新たな条件を設定し、実験的検討が行われた。解析の結果、極めて意外なことに、ロコミの存在は、むしろ集合知の発生を阻害することが示された。こうしたロコミの阻害効果は、先の「生産者-寄生者のジレンマ」のもとでいわゆるガセネタを流すという戦略的行動（他人に新規選択肢に関する情報探索をさせようとする行動）、および、被験者間での評価スケールの違い（評価尺度の使い方に個人的な癖がある）という2点に起因することが、さらなる解析から示された。

第四章では、こうした経験的な知見を、集合知と集団意思決定をめぐる理論的モデルと照応させることで、ヒト集団における集合知成立の条件について詳細な考察を加えている。