

# 協力におけるパーソナリティと認知と行動： 個人内および個人間分析

## Personality, Cognition, and Behavior in Cooperation: An Intra- and Inter-Personal Analysis

岩橋 直人<sup>†</sup>, 笹倉 晴景, 古家 祐介, 樫本 幸八, 趙 敏廷, 樟本 千里, 澤田 陽一, 坂野 純子  
Naoto Iwahashi<sup>†</sup>, Harukage Sasakura, Yusuke Furuya, Koya Kashimoto, Mynjeong Cho,  
Chisato Kusumoto, Yoichi Sawada, Junko Sakano

岡山県立大学

Okayama Prefectural University

<sup>†</sup>iwahashi@c.oka-pu.ac.jp

### 概要

他者との協力は人間の最も重要な特徴のひとつである。協力参加者のパーソナリティは自身の行動と認知に影響を与え、認知と行動は互いに影響し合い、行動はインタラクションを通して協力相手の行動と認知にも影響を与える。本研究は、著者らが開発した協力の数理モデルとマルチエージェント行動シミュレータ RoCoCo を使用することにより、協力行為におけるパーソナリティと認知と行動の個人内および個人間での顕著な作用関係を明らかにした。

**キーワード：**協力、パーソナリティ、認知、行動、RoCoCo

### 1. はじめに

他者との協力は人間の最も重要な特徴のひとつである。近年、協力の研究において、Sense of Joint-Agency[1, 2, 3], We-mode[4], 機械学習 [5, 6, 7], 社会心理学 [8], ヒューマンマシンインタラクション [9] などの研究領域で新たな潮流が生まれている。

協力行為におけるパーソナリティと認知、そして行動は図 1 に示す作用構造を持っている。各協力者のパーソナリティは自身の行動と認知に影響を与える。そして、各協力者の認知と行動は互いに影響し合い、行動はインタラクションを通して協力相手の行動と認知にも影響を与える。社会認知研究では、パーソナリティと認知と行動の関係を探求しているが、分析を難しくする問題が多いため、研究フレームワークは十分に確立されているとは言えない [10]。

一方、協力行為の数理表現として、著者らにより方策と運動のダイナミカルモデルの結合に基づく階層均衡モデルが提案され、人工知能システムの開発において有効性が示されている [11]。このモデルを用いることで、協力行為の分析に有効な数理特徴量を抽出する

ことが可能になった。

さらに、著者らによって開発されたマルチエージェント行動シミュレータ RoCoCo[12] は、方策と運動の両レベルにおいて連続空間と連続時間でエージェント間で効用の調整が必要な状況をシミュレーションすることが可能である。このような状況は協力行為として一般的であるが、従来研究ではまだ取り扱われていない。

本研究は、階層均衡モデルと RoCoCo を使用することにより、協力行為におけるパーソナリティと認知、そして行動の個人内および個人間での顕著な作用関係を明らかにした。

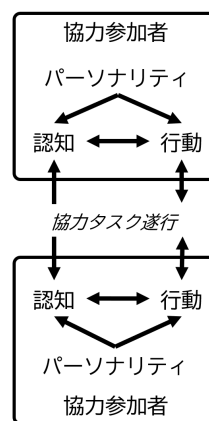


図 1 協力におけるパーソナリティと認知と行動の個人内および個人間の作用構造

### 2. 方法

#### 2.1 参加者

18 歳から 23 歳 (平均 20.1, SD 1.24) の女性 46 名と男性 2 名が実験に参加した。参加者は全員岡山県立大学の学生であり、4 名ずつのグループに分かれて実験に参加した。

## 2.2 協力課題

著者らが開発したマルチエージェント行動シミュレータ RoCoCo[12] を使用して、仮想二次元空間で 2 エージェントが協力して机の運搬を行う課題を設定した。運搬に関しては、目的地以外の条件や制約、報酬等は設定しなかった。図 2 に、操作の様子と課題遂行時の画面の一例を示す。

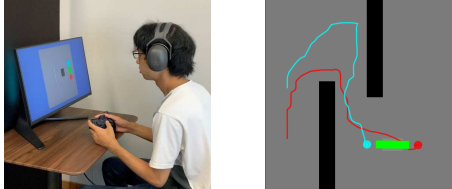


図 2 左：RoCoCo のゲームコントローラによる操作の様子。右：課題遂行時の画面の一例。赤と青の円形はエージェント、緑い長方形は机、黒い長方形は障害物である。なお、図中で示されている行動軌跡は実際の課題遂行時には表示されない。

## 2.3 実験手順

最初に、参加者はパーソナリティ調査のための質問票に回答した。その後、参加者は障害物配置が異なる協力課題を 12 回実行し、各課題終了後に認知評価のための質問票に回答した。課題遂行時、4 名グループの各参加者はパネルで仕切られたブースの中に入り、協力課題の相手が分からない状態となった。参加者はこの状態で、相手はグループ内またはグループ外の参加者であると伝えられ、実際にはグループ内の他の 3 名と 3 回ずつ、人工知能と 3 回、課題を実行した。

## 2.4 特徴量

参加者のパーソナリティ、参加者の各課題遂行に対する認知、および各課題遂行時の行動を表す特徴量を以下に示す。

### 2.4.1 パーソナリティ

パーソナリティは、Sense of Coherence (SOC) 尺度 (29 項目) [13] に対する質問票への回答によって評価される主観的特徴量で表す。SOC 尺度は、ストレス対処力や健康生成力と深く関連する、環境と主体との相互作用に関する概念に基づくものであり、生活世界への指向性を評価する。SOC 尺度は、他者と主体の相互作用である協力の分析に適したパーソナリティ特徴であると考えられる。

### 2.4.2 課題遂行に対する認知

各課題遂行に対する認知は、表 1 に示す認知評価項目 Q1~Q6 からなる質問票への回答によって評価される主観的特徴量で表す。ここで、Q1 は、相手を AI-人間の対照で評価する。Q2 と Q3 と Q4 は、それぞれ相手、自分、および両者が協力的であったか評価する。Q5 と Q6 は、プロトタイプ内容モデル [10] に基づき、それぞれ相手の人柄と能力を評価する。

表 1 協利行為に対する認知評価項目 (5 段階評価)

Q1	プレイした相手エージェントが、人間であると思うか人工知能であると思うか
Q2	プレイした相手エージェントの行動がどのくらい協力的であったと感じたか
Q3	ご自身の行動がどのくらい協力的であったと感じたか
Q4	ご自身と相手エージェントによって実行された行動がどのくらい協力的であったと感じたか
Q5	プレイした相手エージェントに対して感じた人柄について、「冷たい」から「温かい」まで...
Q6	プレイした相手エージェントに対して感じた能力の高さについて、「低い」から「高い」まで...

### 2.4.3 行動

各課題遂行時の行動は、方策レベルと運動レベルの数理特徴量で表す。

方策レベルについては、選択された軌道の最適性を評価する。課題遂行時の移動軌道が、階層均衡モデルから計算される複数の予測軌道 (複数方策に対応) (図 3) のうちの最適予測軌道に対応するかどうかを表す 2 離散値で表す。

運動レベルについては、Sense of Agency 分析で用いられるコンパレータモデル [14] を考慮して、次式で表す制御誤差  $CE(\tau)$  ( $\tau$  は遅延時間) により評価する。

$$CE(\tau) = \frac{1}{N} \sum_t \|v^i(t) - v^a_{(t+\tau)}\|^2$$

ここで、 $v^i(t)$  は時刻  $t$  においてエージェントを制御するために与えられた速度入力、 $v^a(t)$  は時刻  $t$  における実際の速度である。これらの速度は 2 エージェントの垂直・水平方向のコンポーネントからなる 4 次元ベクトルで表される。

## 3. 結果

### 3.1 パーソナリティ

参加者全員の SOC 尺度の分布を図 4 に示す。1998 年度に実施された 20 歳から 69 歳未満の男女 200 名を対象とした調査結果、平均 13.1, SD 23.9 [15] と比較するとやや低い値となった。以下の分析では、参加者のパーソナリティを SOC 尺度の値による SOC-High と SOC-Low の 2 値で表した。

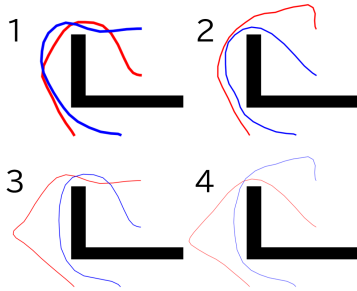


図3 複数予測軌道(複数方策)の例. 1が最適.

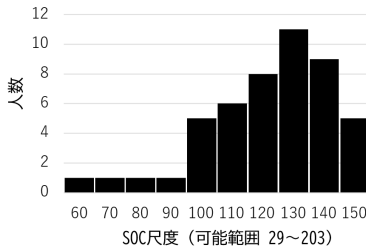


図4 SOC尺度の分布, 平均 122, SD 20.6

### 3.2 パーソナリティと認知の関係

自分と相手のSOCが認知評価Q1~Q6へ与える影響の分析結果を表2に示す.

自分のSOCについては, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6に統計的に有意な主効果が認められ, SOC-LowよりSOC-Highの方が有意に平均値が高いことが判明した. 一方で, 相手のSOCについては, 統計的に有意な主効果は認められなかった. また, 自分SOCと相手SOCには, Q1, Q3, Q4, Q5, Q6に統計的に有意な交互作用が認められた. この交互作用に関してさらに分析した結果, 認知評価の分布が, 自分と相手とともにSOC-Highである場合に, その他のすべての場合と比べて, 分散分析および $\chi^2$ 乗検定により有意に異なることが判明した(図5).

表2 SOCの認知評価への影響(分散分析,  $*p < .05$ )

	自分 SOC	相手 SOC	交互作用
Q1	.870	.051	.006 *
Q2	.001 *	.059	.263
Q3	<.001 *	.780	<.001 *
Q4	.016 *	.183	<.001 *
Q5	<.001 *	.059	.037 *
Q6	.036 *	.175	.004 *

### 3.3 パーソナリティと行動の関係

SOC特徴が行動における方策と制御誤差に与える影響についての分析結果を示す.

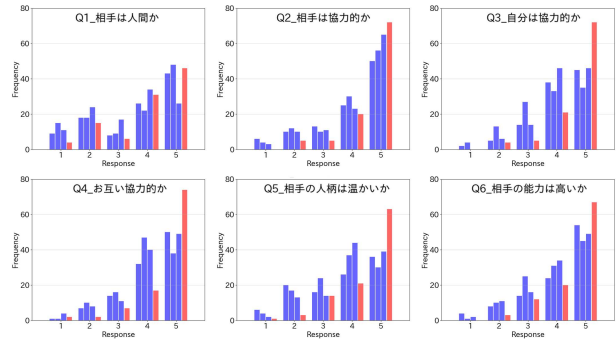


図5 自分と相手のSOC(Low/High)の各組み合わせの認知に関する質問票の回答値の分布の比較. 左からLow-Low, Low-High, High-Low, High-High.

方策に対しては, SOC-Lowの参加者同士の場合のみ, 非最適方策が選択される割合が他の場合よりも統計的に有意に高かった(表3).

また, 制御誤差に対して, 自分SOCと相手SOCは, それぞれに統計的に有意な主効果は認められなかったが, 遅延時間1.0秒の場合に統計的に有意な交互作用が認められた(表4). 制御誤差(遅延時間1.0秒)の平均は, SOC-Lowの参加者同士による行動では $2.3 \times 10^{-3}$ , SOC-Lowの参加者とSOC-Highの参加者による行動では $2.4 \times 10^{-3}$ , SOC-Highの参加者同士による行動では $1.9 \times 10^{-3}$ であった.

表3 SOCの方策への影響(非最適方策の割合 [%])

自分 SOC	相手 SOC	
	Low	High
Low	30.8	17.9
High	17.9	17.6

表4 SOCの制御誤差への影響(分散分析,  $*p < .05$ )

遅延時間 $\tau$	自分または相手のSOC	自分と相手のSOCの交互作用
0.0	.913	.421
1.0	.410	<.001 *

### 3.4 行動と認知の関係

方策と制御誤差が, 認知評価Q1~Q6に与える影響の分析結果を表5に示す. 方策を独立変数とすると, Q2のみ統計的に有意な主効果が認められ, 最適方策がとられた時に平均値が有意に高くなることが明らかになった. 一方, 制御誤差を独立変数とした場合, 遅延時間0.0秒と1.0秒とも, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6に統計的に有意な主効果が見られ, 制御誤差が小さい場合の方が平均値が有意に高くなることが明らかになった.

表5 行動の認知評価への影響（分散分析, \* $p < .05$ ）

	方策	制御誤差	
		$\tau = 0.0$	$\tau = 1.0$
Q1	.444	.189	.981
Q2	.024 *	<.001 *	<.001 *
Q3	.516	<.001 *	<.001 *
Q4	.352	<.001 *	.001 *
Q5	.192	.003 *	.026 *
Q6	.413	<.001 *	.008 *

### 3.5 行動における方策と制御誤差の関係

方策が最適と非最適の場合で、制御誤差の平均値の差は遅延時間 0.0 秒の時には有意性が認められなかった ( $p = .613$ )。しかし、1.0 秒の時には有意性が認められた ( $p = .019$ )。

## 4. 考察

実験結果から多くの知見が得られたが、ここでは主なものを整理する。

- 3.2 節では、参加者のパーソナリティの関係性が、参加者の協力課題の遂行に対する認知に影響を与えることを明らかにした。また、3.3 節では行動に与える数理的な影響を解明した。相手のパーソナリティについての情報は、課題遂行時のモニター上のエージェントの動きからしか得られないにもかかわらずこのような結果が得られたことは興味深い。これらの知見は、参加者のパーソナリティの関係性が各参加者の認知と運動を変化させるプロセスを解明する糸口になると期待できる。
- 3.4 節では、課題遂行に対する認知に対して、行動の方策よりも制御誤差の方がより大きな影響を与えることが明らかになった。この結果は、課題遂行における報酬の設定条件などの影響を受けやすいと理解できるものの、日常的な生活感覚と合致しているように感じられる。結果の一般性に関して、より詳細な検討が必要であると言える。
- 3.4 節で、遅延時間が 0.0 秒と 1.0 秒の制御誤差のどちらも課題遂行への認知評価に対して有意な影響があることが認められたが、3.3 節で、参加者のパーソナリティからの影響については 1.0 秒の制御誤差のみ交互作用が認められた。これらの時間特性は Sense of Joint-Agency の観点から興味深いため、さらなる分析を進める予定である。より詳細な検証が必要ではあるが、このように多くの知見を得ることができたことから、階層均衡モデル

とマルチエージェント行動シミュレータ RoCoCo を用いた本研究フレームワークには、幅広い社会認知分析に貢献できるポテンシャルがあると考えている。

## 文献

- [1] Elisabeth Pacherie. The phenomenology of joint action: Self-agency versus joint agency. *Joint attention: New developments in psychology, philosophy of mind, and social neuroscience*, p. 343, 2011.
- [2] Robrecht PRD van der Wel. Me and we: Metacognition and performance evaluation of joint actions. *Cognition*, Vol. 140, pp. 49–59, 2015.
- [3] Janeen D Loehr. The sense of agency in joint action: An integrative review. *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol. 29, No. 4, pp. 1089–1117, 2022.
- [4] Mattia Gallotti and Chris D Frith. Social cognition in the we-mode. *Trends in cognitive sciences*, Vol. 17, No. 4, pp. 160–165, 2013.
- [5] Micah Carroll, Rohin Shah, Mark K Ho, Tom Griffiths, Sanjit Seshia, Pieter Abbeel, and Anca Dragan. On the utility of learning about humans for human-ai coordination. *Advances in neural information processing systems*, Vol. 32, , 2019.
- [6] Gabriele Cimolino and TC Nicholas Graham. Two heads are better than one: A dimension space for unifying human and artificial intelligence in shared control. In *Proceedings of CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–21, 2022.
- [7] Cassidy Laidlaw and Anca Dragan. The boltzmann policy distribution: Accounting for systematic suboptimality in human models. In *Proceedings of International Conference on Learning Representation*, 2022.
- [8] Solène Le Bars, Sacha Bourgeois-Gironde, Valentin Wyart, Izel Sari, Elisabeth Pacherie, and Valérian Chambon. Motor coordination and strategic cooperation in joint action. *Psychological Science*, Vol. 33, No. 5, pp. 736–751, 2022.
- [9] 植田一博, 大本義正, 竹内勇剛. コグニティブインタラクシオン: 次世代 AI に向けた方法論とデザイン. オーム社, 2022.
- [10] Susan Fiske and Shelley Taylor. *Social Cognition From Brains to Culture, Fourth edition*. SAGE Publications Ltd, 2020.
- [11] 岩橋直人. 協力する知能をつくる—運転から言語獲得までを統べる協力の数理, 第 8-3 章, pp. 413–426. 技術情報協会, 2021.
- [12] Naoto Iwahashi and Kotaro Funakoshi. Cooperative behavior interactive simulator RoCoCo for dialoge research. 95 回言語・音声理解と対話処理研究会予稿, pp. 44–46, 2022.
- [13] 山崎喜比古, 戸ヶ里泰典, 坂野純子. ストレス対処力 SOC—健康を生成し健康に生きる力とその応用. 有信堂高文社, 2019.
- [14] James W Moore and Sukhvinder S Obhi. Intentional binding and the sense of agency: a review. *Consciousness and cognition*, Vol. 21, No. 1, pp. 546–561, 2012.
- [15] 高山智子, 浅野祐子, 山崎喜比古. ストレスフルな生活出来事が首尾一貫感覚 (sense of coherence: Soc) と精神保健に及ぼす影響. 日本公衆衛生雑誌, Vol. 46, No. 11, pp. 965–976, 1999.