

令和元年6月20日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16113

研究課題名(和文) コミュニケーションの文化進化における騙しの役割: 実証的・構成的アプローチ

研究課題名(英文) The Role of Deception in Cultural Evolution of Communication: An Empirical, Constructive Approach

研究代表者

森田 純哉 (Morita, Junya)

静岡大学・情報学部・准教授

研究者番号：40397443

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：独占と共有のジレンマが生じる状況において、二者間のメッセージがどのように変容するのか検討する実験課題を考案した。予備的な実験の結果、独占が支配的な戦略となる状況下において、コミュニケーションシステム(記号と意味の対応)の多義化が生じた。それに対して、独占に対して共有の利得が高い状況においては、他者を攪乱させるメッセージなどの送信によって、一時的な揺らぎが生じるものの、全体的なプロセスとしてはコミュニケーションシステムが維持されることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の背景は、言語の起源や言語進化に関わる構成論的研究である。言語あるいは人間のコミュニケーションシステム(記号と意味の対応関係)は、過去の人類の営みによって構成され、将来にわたって変化していくものである。特にインターネットを媒介とした近年のコミュニケーションにおいては、フェイクニュースなどを原因とした情報の信頼性の低下が危ぶまれている。本研究は、実験室内においてコミュニケーションシステムが生成・変化する状況を生じさせ、継続と崩壊に至る利得構造の条件を検討した。ここで得られた実験の結果は、急速に変化する現代社会のコミュニケーションの行く末を見据える重要な材料となると考えている。

研究成果の概要(英文)：We designed an experimental task to examine how the message between two players changes in situations where monopoly and shared dilemmas occur. As a result of preliminary experiments, under the situation where monopoly became the dominant strategy, the ambiguity of communication system (correspondence between symbols and meanings) occurred. On the other hand, in situations where the profit of sharing was higher than that of monopoly, the communication system became stable as a whole process, though temporal confusion was caused by messages disturbing the other player.

研究分野：認知科学

キーワード：コミュニケーション 文化進化 認知シミュレーション

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究の背景にある動機は、言語の起源と言語進化の謎を解明し、現代社会におけるコミュニケーションの変化を見と出すことである。この動機に基づき、研究代表者は、これまでにコミュニケーションシステム（記号と意味の体系的な対応関係）の発現に関わる研究に従事してきた (Morita, Konno, and Hashimoto, 2012, CogSci2012; Konno, Morita, and Hashimoto, 2013, Proc. ICCN2012)。

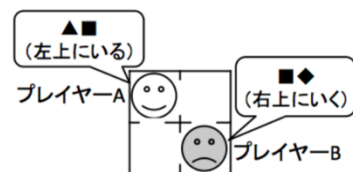


図1: 協調ゲームの環境。括弧内はメッセージの意図を表す。

図1は、研究代表者がこれまで用いてきた課題環境（協調ゲーム）を示している。課題は、複数ラウンドから構成され、各ラウンドにおいて、2人のプレイヤーは、それぞれ1回の移動で共通の場所で出会うことを目指す。プレイヤーの初期位置はランダムに割り当てられ、互いにパートナーの位置を見ることはできない。移動に先立ち、プレイヤーは、図形記号の組み合わせから構成されるメッセージを交換する。記号の意味は、ゲームの開始時に定められず、ラウンドの繰り返しを通して形成・共有されていく。記号の意味が形成・共有されることで、2人のプレイヤーは、自分の現在位置や移動先をパートナーに伝えることができるようになり、継続的に課題に成功できるようになる。

研究代表者は、この課題を用いた行動実験と計算機シミュレーションを行ってきた。行動実験では、実験に参加した2/3のペア（大学院生）が、30分程度の時間で課題の継続的な成功に至った。これら成功したペアのコミュニケーションシステムの形成過程を再現することを目指し、計算機モデルが構築された。構築された計算機モデルは、過去のラウンドの経験を事例的に蓄積し、事例ベースの推論を行うことで、パートナーの意図推定を行うものであった。モデルを用いたシミュレーションによって、継続的な課題の成功に至るまでのラウンド数、所要時間、構成されるメッセージの意味構造などの特徴が再現されることが確かめられた。

ただし、これまでの検討は、検討の対象となる状況が限定されていた。図1の状況は、2人のプレイヤーが、共通の目的を達成するために、コミュニケーションのシステムを形成していくものである。このような状況は、原始的なコミュニケーションシステム（たとえばミツバチのダンス）の発現を検討する課題としては妥当性をもつかもしいない。しかし、現代の人類が保持する複雑なコミュニケーションシステム（言語）の発現を説明する課題としては十分でない。実際、過去の研究代表者の研究では、人間の言語の特徴とされる再帰的な文法構造などは発現されていない。研究代表者は、先行研究の限界は、プレイヤー間の関係が、協調関係に限定されていることにあると考えている。現実の場面では、プレイヤーが異なる目的をもち、ときに裏切り合い、さらにはパートナーを欺き騙す状況が存在する。本研究では、コミュニケーションにおける騙し (deception) に注目し、上記課題を拡張する。

2. 研究の目的

本研究では、1に示した協調ゲームを発展させた課題を考案し、それを対象とした実験室実験、および計算機シミュレーションを実施する。その中で、以下の3点を明らかにすることを目指す。

- (1) 騙しが生起する状況: コミュニケーションの文化進化において騙しが発生する状況を特定する。ゲームにおける利得構造、環境やメッセージの曖昧性などを操作し、騙しを導くゲーム状況を特定する。
- (2) コミュニケーションシステムの文化進化における騙しの機能: 騙しの発生した状況と発生しなかった状況を比較し、騙しがコミュニケーションシステムの性質に及ぼす影響を検討する。
- (3) 騙しのマクロ社会への影響: 騙しの発生が、全体社会での利得の増大を導くのか、それとも長期的に破綻するものであるかを検討する。この検討においては、2人参加のゲームに加え、3人以上が参加するゲーム状況へ課題の設定を拡張することを目指す。

3. 研究の方法

下記のように実証的な手法と構成的な手法を組み合わせることで、研究目的の達成を目指す。

- (1) 実験室実験: 図1を拡張した課題を考案し、その課題の中で騙しが生起する状況を探索的に検討する。少人数の実験室実験を実施することで、事例的に検討する。
- (2) 認知モデルによるシミュレーション: 研究代表者が過去に実施したシミュレーション研究 (Morita, Konno, and Hashimoto, 2012, CogSci2012) を拡張し、騙しの環境への適用を検討する。
- (3) 集団実験: 複数名でのインタラクションが可能な実験状況を設定する。将来的なクラウドソーシング環境での実験を見据え、実験環境を大規模化する。

4. 研究成果

3年間の期間の中で、図1を拡張する実験課題の考案と実験室実験の実施を主な成果として得た。また、既存のモデルを拡張することによる認知シミュレーションの準備、集団実験のためのインフラ整備を進めた。以下では、実験課題の考案と実験室実験の成果を中心的に記述する。

(1) 独占と共有のジレンマ状況下におけるメッセージ変化を検討する課題

課題の設計: 研究方法(1)に述べたように、騙しの生起する課題を設計し実装した。先行研究 (Konno, Morita, and Hashimoto, 2013, Proc. ICCN2012) と同様、課題は複数ラウンドから構成され、各ラウンドには「部屋割り当て」、「メッセージ交換」、「移動」の3フェーズが含まれる(図2)。先行研究に対する差異は、環境を3×3に拡大し、メッセージとして使用できる図形の数を10種類に増やすことである。さらにジレンマ状況を構築するため、2名のプレイヤーに加え、「報酬」を新たにマップに配置する。

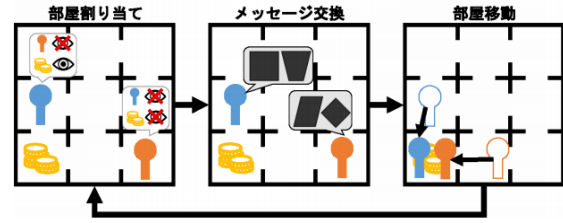


図2: ジレンマを含む課題

ゲーム中、各プレイヤーは隣の部屋に存在する他のプレイヤーと報酬を視認することが可能である。両プレイヤーのメッセージ交換・部屋移動が終わると次のラウンドに移行する。プレイヤーのいずれか、もしくは両方が報酬の部屋に移動した場合、各プレイヤーおよび報酬がマップ上のランダムな位置に再割り当てされる。両者ともに報酬を取得できなかった場合、プレイヤーと報酬の再割り当てがなされず、前ラウンドの状況が継続される。

このような状況の中で、報酬の独占(報酬を一人で取得する)と共有(報酬を二人が同時に取得する)にジレンマが生じる状況を検討した。具体的には、独占によって得られる得点を m (monopoly), 共有によって得られる得点を s (sharing) とし、 m が s の2倍であると教示した $m > s$ 条件と m と s が等しいと教示した $m = s$ 条件、 m が s の1/2であると教示した $m < s$ 条件を設定した。なお、いずれの条件においても報酬を取らなかったラウンドは失敗 f (failure) とし、0ポイントとした。

また、実験では、下地となるコミュニケーションシステムを構築させるため、いずれの条件においても、共有のみで得点が取得される協調ゲーム ($m=0$) を設けたあと、ジレンマ要素を含む環境に移行させた。

実験結果:各条件に2名1ペアを割り当てた少人数実験を実施した。図3は、各条件においてペアを組んだ二人のプレイヤー (p1, p2) が協調フェーズとジレンマフェーズで報酬を取得した累積回数の推移を示している。図より、 $m > s$ 条件のジレンマフェーズでは、プレイヤー間で報酬を取得した回数に大きな差が生じていることがわかる。これはこのペアにおけるプレイヤー間の関係性が、搾取をする側(報酬を独占する側)とされる側に分かれていたと解釈できる。それに対して、 $m = s$ 条件や $m < s$ 条件においては、局所的にはプレイヤー間での報酬取得の偏りが見られるものの、全体的には二者間でイーブンな報酬の取得となった。この結果より、本課題における報酬の配分によって、プレイヤー間の独占と共有の比率を操作可能であることが確認された。なお、 $m < s$ 条件において、最初の数ラウンドにおいて p2 が連続して報酬を独占していることが読み取れるが、この点についてこのプレイヤーは、実験後のアンケートにおいて、「協調フェーズで形成したコミュニケーションプロトコルを逆手にとって、でたらめなメッセージを送ることで攪乱しようとしていた」という騙しの生起を示唆する回答をしている。

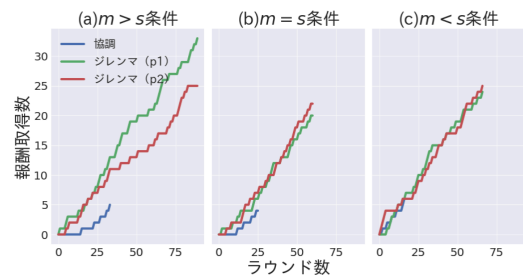


図3: 各条件における報酬取得数の推移

上記のような独占と共有のインタラクションを行う各ペアにおいて行われたコミュニケーション

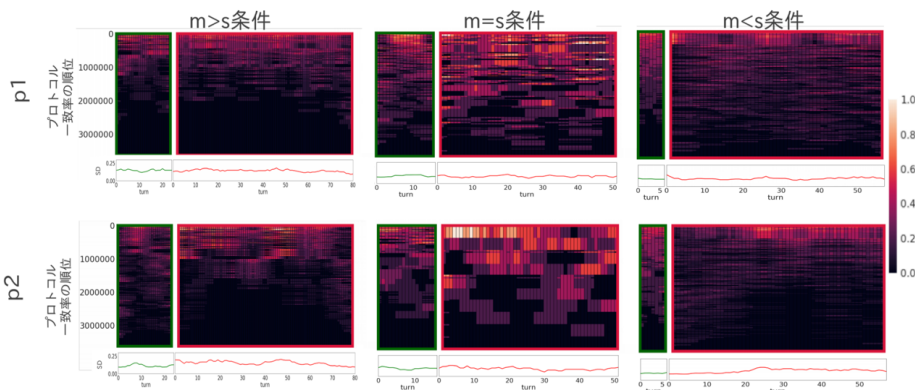


図4: 各プレイヤーにおける各コミュニケーションシステムと行動の一致率

ョンの分析を行った。本研究において生起しうるコミュニケーションシステムの組み合わせを、10種類の図形を9部屋への移動と1種類の未使用の図形に割り当てる順列(362880通り)と仮定した。各ラウンドにおいて、各プレイヤーによる実際の移動先と各コミュニケーションシステムを用いるモデル(あるコミュニケーションシステムを用いたときメッセージから想定される行き先)との一致率を、ウィンドウ幅10のスライディングウィンドウによって計算し、ヒートマップとして可視化した(図4)。緑枠で囲まれた部分が協調ゲーム、赤枠で囲まれた部分がジレンマゲームの結果を示している。この図において、x軸はラウンドを示し、y軸は、ゲーム全体での平均一致率によって上位から順に並べたコミュニケーションシステムのすべての組み合わせを示す。この図は凡例から分かる通り、一致率が1に近づくほど白く、0に近づくほど暗く着色されている。各ヒートマップ内で明るい行があればその行が一致率の高いコミュニケーションシステムを示し、明るい列があれば、そのラウンド近辺で送信されたメッセージが複数のコミュニケーションシステムに当てはまる曖昧なものであったことになる。

各ヒートマップの下部に配置される折れ線グラフは、各ラウンドでの一致率の標準偏差($n = 362880$)を示している。一致率の標準偏差は、特定のコミュニケーションシステムに一致率が偏ると上昇し、コミュニケーションシステム間で一致率が一樣な場合には下降すると仮定できる。この仮定から興味深いのは、 $m > s$ 条件においてはp1とp2ともにジレンマフェーズを通して下降していることである。すなわち、プレイヤー間で独占が支配的な戦略となった $m > s$ においては送信されるメッセージは、特定のコミュニケーションシステムへの偏りを示さず、コミュニケーションが崩壊したインタラクションが生じていたものと推測できる。それに対して、共有が継続した $m < s$ 条件においては、全体としては一致率の標準偏差が下がっておらず、継続したコミュニケーションがなされたと解釈できる。さらに、 $m < s$ 条件のp1においては、ジレンマフェーズの初期において、一致率の標準偏差が下降している。上記したように、このペアのp2は初期において攪乱を狙ったメッセージを送信したと述べており、そのことがこのペアのコミュニケーションシステムの構成に何らかの影響を及ぼした可能性がある。

(2) 複雑な課題にも適用可能な認知モデルの構築

本研究では上記の結果を再現する認知モデルの構築を目指し、先行研究のモデル(Morita, Konno, and Hashimoto, 2012, CogSci2012)をより複雑な状況に拡張するための修正を試行した。先行研究において構築されたモデルは、認知アーキテクチャであるACT-Rを利用したものである。ACT-R内での宣言的記憶にコミュニケーションの事例を蓄積することで、事例ベースの推論や、事例中の他者と自分を入れ替える模倣による推論を実現していた。先行研究のモデルは、図1に示される課題において、人間のデータをよく再現することに成功していた。その一方で、状態数の増加によるモデルの複雑化(ルール数の増加)が問題となっており、先行研究のモデルを図2に示す状況に適用することが困難な理由となっていた。本研究課題においては、先行研究のモデルが実現していた推論を、より抽象化されたルール表現によって実現することを試みた。結果として、本研究課題において検討した手法(数値的なパラメータによる意思決定戦略の変更)は、人間のデータとの直接的な対応という意味では成功しなかったものの、多様なモデルの振る舞いを発見する結果には繋がった。騙しの生じる複雑な環境でのコミュニケーションのモデルを構築するためには、引き続きモデルを記述するコードを簡略化する努力が必要である。

(3) 集団実験の実施に向けたインフラ整備

本研究課題において用いている実験課題において、一度に複数名がサーバ上の課題環境にアクセスし、ペアを自動でマッチングする仕組みを検討した。この仕組みは、まず先行研究の課題(図1)において導入され、述べ200名を超えるデータを取得することに成功した。さらに、本研究課題において初めて考案した図2の課題に対しても、複数名が同時にアクセスし、ペアを割り振る実験が行えるようになった。現在は予備的に20名程度の実験参加者に対してデータを取得した。本研究課題の終了後も引き続きデータを取得することで、騙しが生起する状況およびコミュニケーションの文化進化における騙しの役割に関する頑健な知見を取得していく予定である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計1件)

- ① 森田 純哉、金野 武司、奥田 次郎、鮫島 和行、李 冠宏、藤原 正幸、橋本 敬、協調的コミュニケーションを成立させる認知的要因、ヒューマンインタフェース学会論文誌、査読有り、Vol. 20、435-446
https://doi.org/10.11184/his.20.4_435

[学会発表] (計5件)

- ① 井上 直紀、森田 純哉、騙しの生起条件を探るメッセージ付きジレンマゲームの設計、電子情報通信学会 HCG シンポジウム 2018、2018
- ② 小嶋 暁、紅林 優友、森田 純哉、コミュニケーションシステムの成立と自閉症スペクトラム

指数の関連、2017

- ③ Masayuki Fujiwara, Takashi Hashimoto, Guanhong Li, Jiro Okuda, Junya Morita, Changes in Phase Synchronization of EEG during Development of Symbolic Communication Systems, International Conference on Cognitive Neurodynamics, 2017
- ④ Junya Morita, Takeshi Konno, Jiro Okuda, Kazuyuki Samejima, Guanhong Li, Takashi Hashimoto, Implicit Memory Processing in the Formation of a Shared Communication System, International Conference on Cognitive Modeling, 2017
- ⑤ 森田 純哉、金野 武司、奥田 次郎、鮫島 和行、李 冠宏、藤原 正幸、橋本 敬、コミュニケーションの成立を成り立たせる記憶特性のシミュレーション、日本人間行動進化学会 第9回 年次大会、2016

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ <http://acml-shizuppi.net/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者 該当なし

(2) 研究協力者 該当なし

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。