

# ON/OFF 信号を用いた協調型ゲームにおける 意思伝達プロトコルの確立過程

野澤 皓右<sup>†</sup> 坂本 龍哉<sup>†</sup> 伊藤 昭<sup>†</sup> 寺田 和憲<sup>†</sup>  
岐阜大学大学院工学研究科<sup>†</sup>

## 1 はじめに

人同士のコミュニケーションにおいて、言語は重要な役割を担っている。では、言語が生まれる前には、人はどのように共通認識を生成し、言葉によるより高度なコミュニケーションへと発展させていったのだろうか。

事前に意味の付与されていない1ビットのON/OFF信号のみを用いて、人はどのようにしてコミュニケーションを確立するのだろうか。このような問題意識の下、相互の情報交換が必要な協調型ゲーム「三角迷路」を作成し、人の意図伝達行動を観察、意思伝達手段の確立過程を分析した。被験者には、事前に通信方法を共有していない状況で、送信信号の意味付けをどう行えば良いのか、相手側からの信号をどう解釈すれば良いのか、意図伝達の失敗が明らかになったときどうそれを回復するのかなど、高度の判断が必要となる。以下では被験者にこのようなタスクを課すことで、コミュニケーションプロトコルの確立、共通認識の達成過程を分析する。

## 2 ゲームの概要

このゲームは正20面体からなる「三角形の部屋の迷路」で、二人のプレイヤーが指定された条件で出会うことを目的とするものである。部屋にはそれぞれ異なる色が割り振られており、スタート時はすべての部屋が黒色になっているが、プレイヤーが部屋に入ることによってランプが点灯し色が表示される。プレイヤーは部屋の灯りを消すことができるが（入室によるのを除いて）消灯したものを点灯することはできない。部屋には3つの扉があり、（正20面体上の）隣接する部屋につながっている。隣接する部屋の色は扉の向こうに見える色の半円として表示される。プレイヤーの見るゲーム画面を図1に示す。

プレイヤーはお互いにON/OFFのみが可能な単音の音信号を出すことができる。相手の音の音量は相手との距離で3段階に変化する。これが、離れた所にいるもう一人のプレイヤーとの唯一の通信手段となる。

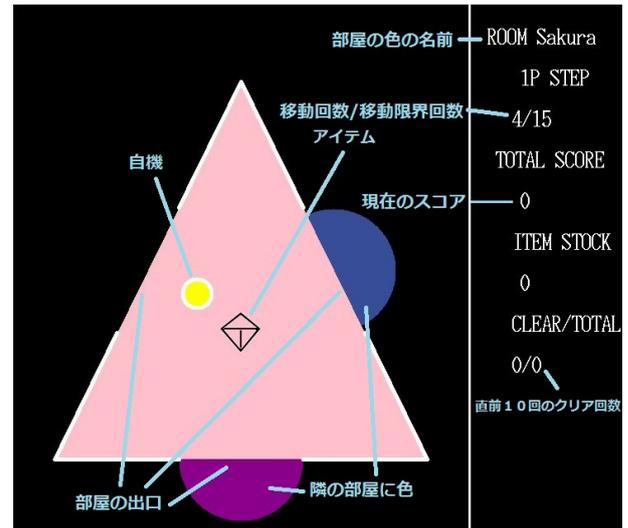


図1: ゲーム画面

実験では順次難易度が増加する3つのステージに分かれており、プレイヤーはステージ毎に決められた部屋移動回数を越えないようにして課せられた課題を達成する必要がある。ステージ2, 3では、どこかの部屋に自分の・相手のアイテムが落ちており、自分のアイテムのみ「取る」ことができる。またステージ3ではどこかに「ゴール」が存在する。各ステージの課題を以下に示す。

- ステージ1: 相手と任意の部屋で出会う
- ステージ2: 互いに自分のアイテムを取り、任意の部屋で相手と出会う
- ステージ3: 互いに自分のアイテムを取り、ゴールで相手と出会う

いずれかのプレイヤーが上限を越えて移動するとゲームオーバーとなる。また、ステージ2, 3において、アイテムを取らずに相手と出会うとゲームオーバーとなる。

ステージ1, 2は、練習ステージとして直近10ゲーム中8回クリアで終了する。ステージ3は評価ステージとし、10ゲームで終了とする。

## 3 実験手順

被験者を別々の部屋に案内し、詳しいゲームのルールや操作方法等をあらかじめ文章化したものを読ませた後、実験を開始する。実験は、ステージ1, 2, 3の順に行い、各ステージが終わる毎、アンケートを記入させる。全

Establishment process of communication protocol in cooperation type game using ON/OFF signal.

<sup>†</sup>Kosuke Nozawa, Tatsuya Sakamoto, Akira Ito, Kazunori Terada

<sup>†</sup>Faculty of Engineering, Gifu university

	戦略群 : コミュニケーション : 行動	A 組	B 組	C 組	D 組	E 組
ステージ 1	相手から音がきたら音を返す 相手と隣り合ったとき灯りを消す 歩数限界に達したらで音を出し停止する 一方が相手を探索し, もう一方が待機					
ステージ 2	相手のアイテムを見つけたら灯りを消す 相手のアイテムを見つけたら音を出す 自分のアイテムを取ったことを知らせる 相手と隣り合ったとき灯りを消す アイテム取得まで無点灯の部屋優先の探索 アイテム取得後相手のアイテム取得まで部屋で待機 アイテム取得後相手のアイテムの側で待機		×		×	×
ステージ 3	アイテム有りてゴールにいることを知らせる アイテム有りてゴールに向かう アイテム取得後相手と合流してゴールを探す					
	ステージ 3 のクリア回数	6	3	3	4	7

表 1: 実験結果の要約

ステージ終了後, ステージ 3 での得点に応じて報酬を支払う. 実験は, 岐阜大学の学生 5 組で行った. そのうち, 知り合い同士が 4 組, 残りの 1 組は知り合い同士でない.

#### 4 実験結果

実験結果を表 1 に示す. 表は, このゲームを解くために考えられる戦略に対して, 実際に被験者がその行動をとれたかを示す. また, 表中 が最終的に成立した戦略, が一方のプレイヤーのみ行った戦略, ×が途中で消えた戦略, その他が全く行わなかった戦略として表記した.

以前のステージで得た戦略は, その後のステージで省かれているが, 「隣り合った部屋でライトを消す」は, ステージ 1 で成立せず, ステージ 2 で成立した組があるので, 書き加えてある.

コミュニケーション戦略は信号の送受信に関する戦略を示している. この戦略でどの組にも共通していることは, ステージ 1 では互いの音信号が距離を確認するためだけに使用されていたのが, ステージ 2 では新たに「アイテムを取得した」といった意味の音信号が生成され, さらにステージ 3 では「アイテムを取得し, ゴールにいる」という複雑な音信号も確立していることである.

一方, 「相手のアイテムを見つけ, 音をだす」という信号は, すべての組が試みたが, 相手に伝わらず消滅する組もあれば, 伝わっていないが出しつづける組もあり, 音で知らせるのでは無く相手のアイテムのある部屋の灯りを消すという戦略に変化した組もあった.

行動戦略では, 「一方が相手を探索しもう一方が待機」, 「アイテム取得まで無点灯な部屋優先の探索」, 「相手のアイテム取得まで部屋で待機」などの戦略が多くの・全ての組で共有されている. 一方, 合理的に見える「相手と合流してゴールを探す」という行動を取る組はなかった.

#### 5 考察

今回の実験では, 予め意味を持たない信号である音信号を用いて, 協調課題を解く中で, プレイヤー間で信号の意味や行動戦略を共有する過程を観察した. これは, 他者の行動を自分の行動と照らし合わせ推測することにより, 成功したものと考えられる. 例えば, 「自分が暗い部屋の優先して探索しているから, 相手も同じだろう」と考え, 「なら, 相手のアイテムのある部屋を暗くしておけば, 見つけてくれるだろう」といった推論である. 一方, 自分で考えても相手の理解を期待できないもの, 例えば「相手のアイテムを見つけたとき連絡する」行動は, いずれの組も成功することはなかった.

まず互いが問題解決のために行動することにより行動戦略が生まれる. 次に, 相手も同じ行動を取っていると推測し, 相手に必要な信号を送る. 信号の受信側は送信側を信頼し, 相手からの信号が現在の状況で意味のある情報であると仮定することで, 信号の意味を確定する.

一旦信号の意味が確定すると, 新たな行動戦略が可能となる. またステージの進展による課題の複雑化に対応する行動戦略も必要となる. 行動戦略が共有されていることが確認・推測できれば, そこで必要となる信号が明らかとなり, 新たな信号の生成・共有の可能性が生じる. このように, 行動戦略とコミュニケーション戦略とは並行して進化していくものである.

#### 6 まとめ

本研究では, コミュニケーションが必要な協調型ゲーム「三角迷路」を題材に, 予め意味を持たない 1 ビットの ON/OFF 信号を用いた意図伝達プロトコルの確立過程を分析した.