

新規なコミュニケーションシステムの形成に及ぼす自閉傾向の影響

The effect of autistic tendency on the formation of a new communication system

小嶋 暁[†], 紅林 優友[†], 森田 純哉[†]
Akira Kojima, Masatomo Kurebayashi, Junya Morita

[†]静岡大学
Shizuoka University
kojima.akira.14@shizuoka.ac.jp

Abstract

In this research, we focus on the Autism Spectrum Quotient (AQ) as individual characteristics affecting the formation of a communication system. Although autistic spectrum is often regarded as an obstacle to smooth social life, some researchers have suggested that this characteristic has been involved in important innovation leading to our modern society. Following such discussions, this study examined the relation between the AQ score and behaviors in a communication game that generates a simple artificial language. As described above, in this research, autistic spectrum worked effectively in communication games. We considered that patterned thinking is deeply involved in how to advance communication games of people with autism spectrum tendency.

Keywords — Autism Spectrum, Communication

1. はじめに

1.1 背景

現代社会において、人々のコミュニケーションの様式（プロトコル）は急速な変化を続けている。情報社会の今後の変化を予測し、適切に介入するためには、コミュニケーションに関与する認知プロセスに関する基礎的な研究が必要である。本研究では、コミュニケーションプロトコルが個人間のインタラクションによってどのように形成されるのか、また、どのような個人の特性がプロトコルの形成や変化に影響するのかなどを検討する。

コミュニケーションに影響する個人特性として、本研究は自閉症スペクトラム傾向に焦点をあてる。この特性はコミュニケーションの困難さと関連づけられることが多い。一方で、この傾向は遺伝的な形質とみなされることがあり、なんらかの進化的な適応価をもつ可能性もある。さらに、現代社会に繋がる過去のイノベーションの多くにおいて、この特性をもつ個人が関与してきたことも示唆されている [1]。

また、近年では自閉症スペクトラムと診断を受ける人が増加していることがわかっている。この増加の背景の一つとして、自閉症の神経基盤に関わる研究が進展することで、従来は見逃されていた疾患が顕在化し

たことが考えられる。その一方で、遺伝的な要因による実際の人口の増加の可能性も指摘されている。後者の可能性と関連し、カリフォルニアのシリコンバレーなど、自閉症スペクトラム的な特徴が有効に機能する産業が集積する地域において、より多くの診断がなされていることなどが指摘されている [2]。

いずれの原因であるにせよ、自閉症スペクトラムが近年に注目されていることは確かであり、教育現場や就労の場面での支援が必要とされている [3]。よって、この個人特性とコミュニケーションプロトコルの形成に関わる行動データの関係性を分析することで、現実場面における自己、対話相手の自閉症スペクトラム傾向に応じたコミュニケーションの支援に有用な知見が得られることが期待される。

1.2 目的

本研究では、自閉症スペクトラム傾向が新規な記号コミュニケーションにおいてどのような役割を果たすのかを検討していく。その上で、自閉症スペクトラム傾向が新規な記号コミュニケーションの成立を促進ないし、抑制するか、さらに、コミュニケーションの形成に及ぼすメカニズムを検討する。

2. 関連研究

2.1 コミュニケーションに関する実験

コミュニケーションに関わる研究は言語学や心理学、情報学など多岐にわたる分野において行われている。その中で、通常の言語的なコミュニケーションが制限された状況において、コミュニケーションシステム（プロトコル）がどのように成立するのかという問いに対する研究が複数のアプローチにより行われてきた。この流れによる新規なコミュニケーションシステムの形成に関わる検討は、言語の起源、あるいは言語進化に関わる問題 [4]とも繋がっている。

こういった研究の流れの中で、Galantucci は、コミ

コミュニケーションシステムの創発を実験室内で観察・操作可能な実験課題を考案した [5]。この課題では、実験参加者に相対での会話をさせず、あらかじめ意味も運用方法も決まっていないコミュニケーションメディアを別途用意し、それをを用いてある種の協調ゲーム（協力によって各プレイヤーの利得を増加させるゲームの類型）を解くことを求める。これによって、測定の難しいコミュニケーションメディア（表情や視線、あるいは姿勢や相槌の打ち方など）の利用を制限した。また、セマンティクスやシンタクスの形成・共有過程を観察することで、コミュニケーションシステムが形成される過程を観察し、そこで働く認知メカニズムを考察した。この実験枠組みの優れた点は、あらかじめ意味の決まっていないメディアにおいて、共通の課題を達成するためのコミュニケーションシステムが二者間で創発する過程を観察できることにある。Galantucci は、この研究枠組みを実験記号論と呼んだ [6]。先行研究では、その創発過程において観察される、記号に明示的に表われないような暗黙的な共通基盤の存在とその重要性が指摘されてきた。

Galantucci らの研究を受け、金野らは、コミュニケーション方法をより明確に解析しやすくし、また、記号以外のコミュニケーションメディアの使用をさらに制限した。これにより、コミュニケーションを成立させる記号の使い方の形成・共有の過程、および、制限していても現れる可能性がある記号以外のコミュニケーション手段を分析する実験を構築した [7] [8]。この実験では、記号のルールに何の取り決めもない状態から、結果的にコミュニケーションシステムが形成され、2 者間での協調ゲームが解決されるようになることが観察された。この形成過程を分析した結果、コミュニケーションシステムは記号のルールには表れないプラグマティクスと記号のルールとの相互循環的なプロセスを経て形成されていることが示唆された。さらに、金野らは、ことばによるコミュニケーションがどのようなシステムによって成り立っているのかを探求する手法として、実験記号論に基づく実験室実験の手法を紹介し、その有効性を検討している [9]。その上で、この手法が言語教育に果たす役割についての可能性を述べている。

実験記号論の枠組みに即した実験研究は、エージェントの認知機能を操作するシミュレーション研究とも相性がよい。Morita らは、コミュニケーションシステムの成立に寄与すると考えられる認知機能を操作した

認知モデルを認知アーキテクチャのうえに構築し、金野ら [7]の実験結果を再現するシミュレーションを実施した [10]。シミュレーションの結果、コミュニケーションシステムの成立に、2 者間での相互の模倣過程が重要であることが示された。この結果を発展させ、Morita らの最近の研究では、模倣の成功に関与すると仮定される認知機能を操作するモデルを構築し、コミュニケーションシステムの形成過程に関わる検討を行った [11]。その結果、暗黙的な記憶のエラーによって模倣を失敗する状況を構築できること、そのモデルによるコミュニケーションシステムの成立仮定が、自閉症児の言語発達の過程と類似することを指摘した。

上記一連の検討により、通常の記号以外のコミュニケーションを排除し、どのようなコミュニケーションシステムが形成されるか分析されてきた。しかし、コミュニケーションシステムの形成における個人特性の検討は極めて限定的である。自閉症に関わるモデルを構築した Morita の検討においても、シミュレーションの結果のみが示され、実験との対応が取られていない。よって、本研究では個人特性として自閉症スペクトラムに焦点を当て、その特性がどのような役割を果たすのか分析し、増加する自閉症スペクトラム傾向への支援にどのような手法が有効かを検討する。

2.2 自閉症スペクトラム

自閉症スペクトラム (Autism Spectrum Disorder) とは、古典的な自閉症とアスペルガー症候群と呼ばれていた疾患を統合した診断名である。旧来の診断において、自閉症と、アスペルガー症候群は次のような相違点があるとされていた。まず、自閉症においては知能指数 (IQ) がどの段階にも位置し得るが、言葉の遅れがあること。それに対して、アスペルガー症候群においては、IQ は少なくとも平均以上であり、言葉の遅れはないとされてきた。自閉症スペクトラムの診断は、旧来の 2 つの疾患の相違を捨象し、両者に共通した“著しい社会性の障害”、“コミュニケーション障害”、“限局された、異常な、強い興味・関心や反復行動”を基準とするものである [12]。

自閉症的特性に関わる自己診断やスクリーニングの方法として、自閉症スペクトラム指数 (AQ : Autism Spectrum Quotient) がある [2]。AQ は 4 歳から成人までを対象にしたスクリーニング尺度であり、50 の質問項目からなる。Baron-Cohen ら、若林らから AQ 尺度上の自閉症傾向の目安は 32 ないし 33 点以上とされ

ている。AQ は社会的スキル、注意の切り替え、細部への関心、コミュニケーション、想像力を下位尺度とする 50 項目からなる質問紙であり、個人の自閉症傾向を測定する目的で、研究と臨床の場面において幅広く用いられている。日本語化は若林らにより行われ、大規模な調査を通じた信頼性の検討がなされている [13]。

AQ スコアに関して、低い (0-10 点) 平均 (11-22 点)、平均以上 (23-31 点)、とても高い (32-50 点) などの解釈の水準が設けられている。また、このスコアにおける性差も指摘されており、女性の平均は 15 点前後、男性の平均は 17 点前後などの分布が報告されている。さらに、アスペルガー症候群、あるいは高機能自閉症として診断を受けた人の多くが 35 点前後に分布するとも言われている。ただし、留意しなければならない点として、AQ 得点が高いからといって、それだけで診断を下すための根拠とはならない。診断には、その個人がいくつかの面で「社会生活における困難が生じている」という事実が必要になる。

自閉症スペクトラム、あるいは自閉症傾向の人に生じる上記のような社会性の困難さの一因は、「心の理論」の欠如にあると言われている [14]。心の理論とは、他者の心を類推し、理解する能力のことである。心の理論が欠如していることで、自閉症スペクトラムを持つ人は、他者と視線を共有すること（共同注視）に困難を抱き、また他者と自分の役割を入れ替える模倣を不得手とすることになる。

一方で、一部の人には、ある分野での才能を生じさせることもある。自閉症の当事者研究で知られる Grandin は、自閉症スペクトラムの人の脳機能の特性を、視覚型、パターン型、言語型の 3 種の思考型に分類した [1]。例えば、「パターン化」とは、あらゆる物事（プログラミングや数字など）に対し、パターンを見つけることで物事を遂行する。『ぼくには数字が風景に見える』の著者であるダニエル・タメットは数字一つひとつに独自の個性を持つ、独特のものと考えているという [15]。数字を、形や色、質感、動きとして見る。大きな数字の掛け算に対して、計算するのではなく、二つの数字の形が融合して新しい形になるのが見えてパターン化される。

ここまでの関連研究を参考にすれば、AQ の高い個人は模倣を不得手とし、先行研究のシミュレーションによって示されたようなコミュニケーションシステムの成立を困難とするという仮説を立てることができる。

その一方で、AQ の高い個人はパターン化に優れるため、新規なコミュニケーションシステムの形成に寄与するという仮説を立てることもできる。これら 2 つの仮説のいずれが成り立つのかを検討するため、本研究では、コミュニケーションプロトコルの形成過程と個人の AQ を対応づける実験を実施した。

3. 方法

以下に示す実験の方法は静岡大学「ヒトを対象とする研究倫理委員会」にて承認されたものである。

3.1 実験参加者

本研究の実験では、コミュニケーションプロトコルの生成に関わる個人特性を検討するために、AQ とゲーム課題を連結するデータセットを構築した。特に本研究では 127 名（女性 14 名）が履修する授業内で集団実験を実施した。本授業は静岡大学浜松キャンパスにおける教養科目「心理学」であり、工学部と情報学部の学生が参加した。本研究の参加者は当該授業に出席し、実験の実施における回に参加した者である。88 名が実験を実施した授業内に実施した出席確認アンケートに回答した。

3.2 材料

3.2.1 AQ の測定

AQ を測定する質問紙を、PHP と SQLite を利用した Web アプリケーションとして実装し、サーバ上に対象者から得られた回答を記録した。このアプリケーションにおいて、回答後、対象者は得点の計算と分布上の位置がフィードバックされる。

3.2.2 メッセージ付き協調ゲーム

2.1 節で述べた金野ら [9]と同様の実験課題を用いた。この実験課題（以降、「ゲーム課題」と表記）は、Web を介したメッセージ付き協調ゲームである。サーバサイドの開発には PHP を利用し、ゲームにおけるペア内の情報の共有はサーバ内のデータベース (MySQL) を介して行われる。また、クライアントサイドの画面設計には、JavaScript (Ajax) を活用し、非同期でのサーバクライアント通信を実現している。授業内で多人数が参加する実験を実現するため、実験参加者の自動でのペアリングの機能も備えている。

図 3 はゲーム課題の状況を示している。当初は意味の定まっていない記号をパートナーとやり取りしつつ、共通のゴールに向けたインタラクションを繰り返す。

それにより、短時間での人工言語の創造を実験的に生起させる。このときの行動データ（サーバログ）を分析することで、メッセージにのせられた情報量の時系列変化やコミュニケーションの生起と関連する様々な認知プロセスを検討できる [10].

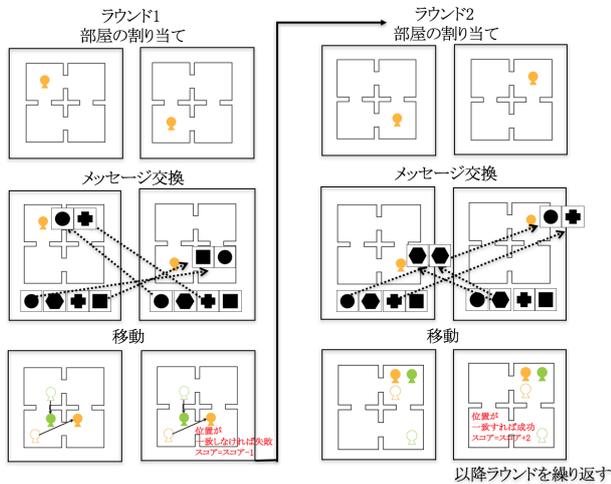


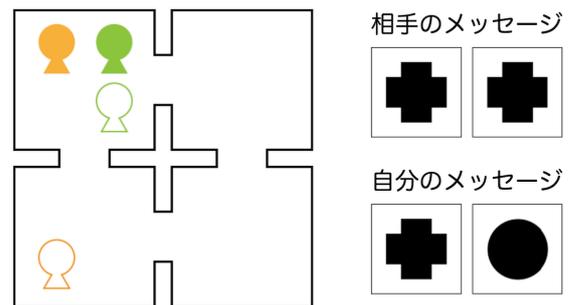
図3 ゲームフローのイメージ図

ゲームのシステムとして、“部屋の割り当て”、“メッセージ交換”、“移動”の3フェーズ設け、この3フェーズを1つのラウンドとしている。2名の参加者が扱うエージェントは2x2の部屋に割り当てられる。お互いにパートナーの位置を直接見ることはできない。この状況で、両者が同時に移動し、同じ部屋で落ち合うことを求められる。実験参加者は、自身のPC画面に“部屋の割り当て”フェーズが表示される。その後、“メッセージ交換”フェーズに移行し、実験参加者はメッセージ交換をする。メッセージは「自分のメッセージ」下の枠をクリックすることで図形の選択、「メッセージを送信」ボタンで決定することができる。図形は左右に2つ組み合わせたメッセージを送信でき、図形は●や■などの4つの図形が用意されている。また、メッセージの送信には時間差を設けることができた。すなわち、ペアのうちの一方はパートナーからのメッセージを受け取ったのちに、自分のメッセージを決定することができた。次に“移動”フェーズに入り、自分の移動先を決める。移動先は部屋をクリックすることで選択、「移動場所を送信」ボタンで決定する。なお、部屋の対角には移動することができない。移動後、両者がどの部屋からどの部屋に移動したかが表示され、得点が決まる。ゲームにおいて、参加者は上記のラウンドを決められた時間内で繰り返し、できるだけ高い得点を得ることを求められた。得点は両者の位置が

一致した場合に2点が増えられ、不一致であった場合に1点が減らされた(0点より減ることはない)。

このゲーム課題における重要な要素としては以下が挙げられる。まず、部屋の選択肢が3つであるため、両者の移動先が偶然一致するというケースも存在するが、両者の移動先が偶然一致するケースだけではスコアを伸ばすことはできない。そのため、4つの図形を左右に2つ組み合わせた16パターンへの意味付けを行うことで、移動先に対する合意を形成する必要がある(16パターン全てに意味付けが必要というわけではない)。特に、両者が対角に配置された場合はゲームに参加する2名が必ず移動しなければ、得点を得られない。その場合は、“メッセージ交換”フェーズにおける送信順序(先手・後手)を利用することで、自身の現在位置を送信する参加者と、その行き先を踏まえた行き先を送信する参加者の役割分担を形成する必要がある。

ラウンド数 = 2 得点 = 2



>二人の移動先が決まりました。成功です。2点加算しました。

図4 記号の意味付け

3.3 手続き

本研究の実験において収集するAQは秘匿性の高い個人情報である。よって、本研究における実験手続きでは、個人情報の流出のリスクを避けるため、データ収集の時点で実験参加者が匿名化された。

実験の準備として、まず4台の無線LANアクセスポイント、それと同数のサーバが教室に運搬され、授業時間内で限定したローカルネットが構築された。実験参加者には、自身のPCを持ち込むよう事前に伝えられた。

ゲーム課題、および実験の流れについて教示ののち、教室において各自がアクセスするSSIDを知らされた。一つのSSIDに30名程度の参加者が割り当てられた。

アクセスポイントを介してサーバにアクセスすると、参加者は、自分自身が任意に設定した仮名 ID をフォームに入力することを求められた。その後、サーバ内で他の対象者とのペアリングが自動でなされた。参加者は誰とペアになったか知らされないままゲームを行った。本実験において、パートナーのペアリングは、20分程度の間隔で3回行われた。ペアリングのタイミングは、実験者の時計をもとに、実験参加者に伝えられた。以降、3回のペアリングにおいてなされたゲームを時間順にゲーム1、ゲーム2、ゲーム3と呼ぶことにする。

各ゲームにおいて送信されたラウンド、左右の図形、初期位置、移動先、メッセージ送信時間、移動時間、スコアの情報がタイムスタンプとともにログとしてサーバに記録された。実験後、Webフォームにアクセスし、ゲームで利用した仮名 ID を入力させ、アンケートに回答させた。

なお、ゲーム課題におけるバイアスとなることを避けること、また AQ は個人特性であり、時間や文脈に大きく影響されないと判断し、AQ の測定はゲーム課題の翌週に実施した。ゲームデータと連結するため、AQ 測定の Web フォームに、ゲームで利用したものと同一仮名 ID を入力させた。また、AQ やゲーム課題の説明変数として有効と考えられる個人の属性データ（学科や性別）についても入力を求めた。ただし、連結によって個人が識別される可能性のあるデータは取得しなかった。たとえば具体的な年齢などの情報は、連結によって特定の対象者に結びつく可能性があるため記入を求めなかった。

4. 結果

4.1 対象データとデータクレンジング

サーバに記録されたゲームのログをもとに、課題中のコミュニケーションの分析を行う。サーバ上のデータベースには、各ラウンドにおける各参加者の、「仮名 ID、ラウンド番号、送信図形、初期位置、移動先、スコア、図形送信時間、移動時間」の情報が記録される。これらの情報に基づき、システムの不具合、および通信エラーによって生じたデータを削除した。具体的には同じ仮名 ID が同一のゲーム内で複数のパートナーとペアを形成したデータ（ゲーム1：6件、ゲーム2：2件、ゲーム3：4件）、ゲームの途中でラウンドが停止したデータ（ゲーム1：14件、ゲーム2：4件、ゲーム3：4件）、ゲーム終了時にスコアが途中で0点に

リセットされたデータである（ゲーム1：7件、ゲーム2：6件、ゲーム3：8件）。

また、対象者には、ゲーム課題及び、AQ 測定を行うにあたり、自身で用意した仮名 ID を使用させた。この時、ゲーム課題及び、AQ 測定を別日に行なったため、仮名 ID を忘れるなどして、ゲーム課題と AQ のデータを結びつけることができない事態が生じた。その結果、ゲーム課題と AQ に関する分析において、上記のデータ（14件）は除外して分析を行なった。

4.2 AQ 測定結果

図5は対象者に実施した AQ の測定結果である。横軸に AQ (点)、縦軸に割合 (%) が示される。青線が自閉症ないし、アスペルガー症候群と診断を受けた AS/HFA 群の得点分布、2種の点線はそれぞれ一般男性、一般女性の得点分布、赤線が本実験の対象者の得点分布である。また、それぞれの AQ 平均得点は AS/HFA 群が 37.9 点、一般男性が 21.5 点、一般女性が 19.9 点、対象者が 22.7 点となっている。対象者の平均得点は、一般男性・女性よりも少し高い、得点分布においても一般男性・女性の得点分布には見られない 10 点から 15 点の間の割合増加が対象者には見られる。また、対象者には 35 点から 45 点の間で少し起伏が見られる。

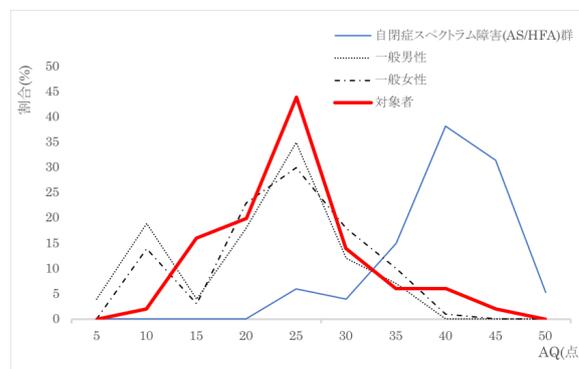


図5 教室内の得点分布

4.3 ゲーム課題結果

図6は3回のゲームにおけるスコアの推移を示している。各図は横軸にラウンド、縦軸に各ラウンドにおけるスコアが示される。赤線は AQ32 以上のスコアを持つ個人が参加したペアである。以降、これらのペアを AQ 高ペアと呼ぶ。若林らによる AQ スコアの解釈において、32-50 点はとても高いと表記されているため、本実験において AQ 32 以上を高 AQ の基準としている。

図6の3つのグラフを比較することで、AQに関わらずゲームの繰り返しによって、獲得されたスコアと遂行されたラウンドが増加したことがわかる。AQ 高ペアに注目すれば、高いスコアで最終ラウンドを迎えたペアも存在すれば、スコアが低いままであったペアも存在した。注目すべきは、ゲーム2とゲーム3において、最高得点をとったペアがともに高AQだったことである。

また表1は、各ゲームにおけるスコアの平均、標準偏差である。各ゲームにおいてAQ32以上を持つ個人が参加したペアの平均は、それ以外のペアを上回った。AQ32未満のペアはゲームを行う毎にスコアを伸ばしているが、AQ 32以上に比べ、低い値にとどまっている。

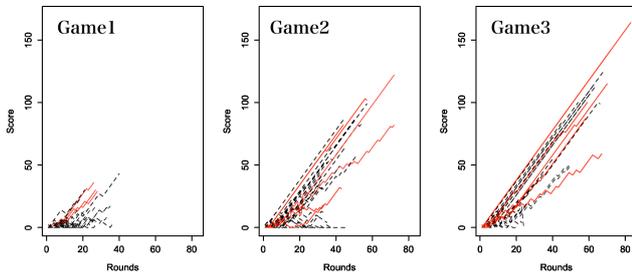


図6 スコアの推移

表1 各ゲームにおけるスコア

		N(pairs)	Mean	SD
Game1	Total	26	11.21	1.10
	AQ>=32	3	32	3
	AQ<32	23	8.72	10.82
Game2	Total	32	45.26	34.94
	AQ>=32	7	62.85	32.37
	AQ<32	25	40.34	34.04
Game3	Total	30	72.96	44.66
	AQ>=32	7	109.57	32.37
	AQ<32	23	61.82	41.87

表2は各ゲームのスコアとAQ、およびラウンドとAQの相関分析の結果である。ゲーム1ではスコア、ラウンド共に有意な相関は見られなかった。一方で、ゲーム2、ゲーム3ではスコア、ラウンドともに低い相関が見られた。ゲームを繰り返すことにより、ゲームとAQの間に何らかの関連が生じたと推測される。

表1 各ゲームのスコア、ラウンドとAQの相関

Game1	スコア	$r(44) = 0.10,$ $p < .10$
	ラウンド	$r(44) = -0.03, n.s$
Game2	スコア	$r(53) = 0.26,$ $p < .10$
	ラウンド	$r(53) = 0.29,$ $p < .05$
Game3	スコア	$r(65) = 0.22,$ $p < .05$
	ラウンド	$r(65) = 0.33,$ $p < .05$

4.4 ゲーム課題とAQ下位尺度との相関分析

表3は各ゲームのスコアとAQ下位尺度との相関分析の結果である。ゲーム1のスコアでは注意の切り替えに低い相関が見られた。ゲーム2のスコアではコミュニケーション、想像力に低い相関が見られた。ゲーム3では注意の切り替えに低い相関が見られた。ゲーム2において注意の切り替えは有意な相関ではない。

表3 各ゲームのスコアとAQ下位尺度との相関

	Game1	Game2	Game3
社会的スキル	$r(44) = 0.02$ $n.s$	$r(53) = 0.19$ $n.s$	$r(51) = 0.03$ $n.s$
注意の切り替え	$r(44) = 0.32$ $p < .05$	$r(53) = 0.21$ $n.s$	$r(51) = 0.25$ $p < .10$
細部への注意	$r(44) = -0.06$ $n.s$	$r(53) = -0.15$ $n.s$	$r(51) = 0.11$ $n.s$
コミュニケーション	$r(44) = 0.05$ $n.s$	$r(53) = 0.28$ $p < .05$	$r(51) = 0.21$ $n.s$
想像力	$r(44) = 0.002$ $n.s$	$r(53) = 0.27$ $p < .05$	$r(51) = 0.07$ $n.s$

4.5 ゲーム課題のプロセス

前節までの結果は、AQの高さは新規なコミュニケーションの成立を阻害するというよりも、促進する方向に働くことを示している。この結果の背後にあるメカニズムを検討するために、本節では、AQ高ペアにおけるコミュニケーションシステム形成過程を検討するケーススタディを行う。その後、ケーススタディで見出された特徴を指標化し、AQやゲーム課題との関連を

検討する。

4.5.1 ケーススタディ

ゲーム3において最も高得点を獲得したAQ高ペアに注目し、どのようなプロセスでコミュニケーションが行われたのかを分析した。このペアのAQは一方が39、他方が20であった。それぞれの参加者をAQ39、AQ20と表記していく。図7はペアに参加した個人間のメッセージの送信時間差、および位置移動の時間差(AQ39 - AQ20)を示している。2ラウンド以降は、青線が全て正の値となっていることから、AQ39が一貫して後手でメッセージを送っていることがわかる。一方、黄線に注目すれば、全てではないものの多くの場合で負の値を示しており、AQ39はパートナーよりも早く移動先の位置を決定したことがわかる。

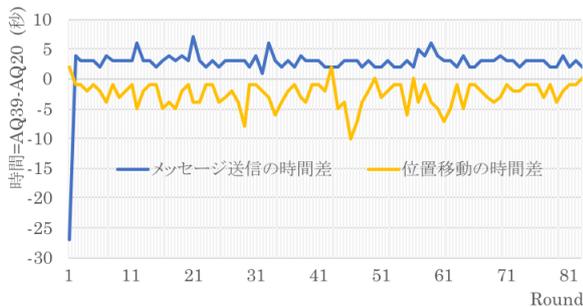


図7 ペア内での送信時間/位置移動の時間差

表4から表7は各参加者の送信した左右の図形を初期位置と行き先別にカウントしたものである。全ての表において、表側に位置(左上, 右上, 左下, 右下), 表頭に図形(四角, 十字, 六角形, 丸)が並ぶ。しかし、表によってそれらの意味は異なっている。表4と表6では表側が初期位置, 表頭が左側の図形を示している。それに対して, 表5と表7は, 表側が移動先, 表頭が右側の図形を示している。つまり, これらの表は, 初期位置と左側の図形, 移動先と右側の図形の対応関係を仮定するものになっている。

表中の数値から, AQ39は一貫して左側の図形を初期位置, 右側の図形を行き先に割り当てたことがわかる(表4と表5において, 四角と左上, 十字と右上, 六角形と左下, 丸と右下が対応づけられる)。それに対して, AQ20は左図形と初期位置の対応関係を確認できるものの, 右図形と行き先の対応を確認できない(表4, 表5と同様の対応関係が表6において観察され, 表7では対応が観察されない)。この図形と位置の対応関

係のペア内での差異は, 図7におけるメッセージ送信の時間差と整合的である。すなわちメッセージ送信が先手であったAQ20が左図形によって初期位置を送信し, それを受けたAQ39が右図形によって行き先を送信する形でコミュニケーションが成立していたと解釈できる。

上記の解釈は, ゲーム課題後に行ったアンケートによっても裏付けられる。アンケートでは, 「パートナーが作成するメッセージの理解度」, 「あなたが作成するメッセージのパートナーの理解度」, 「最終的な協調の程度」を尋ねたが, これらに対して, このペアの参加者は最高点である5を回答した。さらに, 「それぞれの図形にどのような意味を持たせて使用していたか教えてください。」という質問に対し, AQ39は,

「左上を四角, 右上を十字, 左下を丸, 右下を六角と相手に刷り込ませ, 相手の位置を同じ記号2つで答えさせ, こちらは自分の位置, 移動位置をその後に送信。同じ位置か隣り合わせなら自分が迎えに行き, 対角の位置にいた場合はこちらの指定地点へ相手にも動いてもらう, という方針で進めた」

と回答した。これは, 表4から表7と整合する。そして, 「リーダーシップをとれていた/とれていなかった原因は何があると考えられますか。」という質問に対しては,

「こちらが合わせに行ったため, 相手はこちらより単純な作業であり, 協調性に乱れがなく, こちらの思い通りに進められたから」

と回答している。上記の回答から, AQ39は自身が他者に合わせにいったことがゲーム課題を成功させた要因となっていたと考えていることがわかる。また, 「単純な作業」という単語からは, ゲーム課題をパターン化することを志向したことが示唆されており, そのパターン化により相手の思考量が減らされたことがコミュニケーション成立の要因となったと考えていることが示唆される。

一方で, AQ20は「リーダーシップをとれていた/とれていなかった原因は何があると考えられますか。」という質問に対し,

「あの制約の中ではリーダーシップとも言えないと思うが, 必ず最初に自分の位置を伝えたので, そういう意味ではリーダーシップなのかもしれない」

と回答している。AQ39への同質問に対する回答と

AQ20 との間で自身がリーダーシップを取ってゲームを進めたという認識のズレが生じている。

表 2 左側の送信図形と初期位置の対応 (AQ39)

	四角	十字	六角形	丸	計
左上	21	0	0	0	21
右上	0	21	0	0	21
左下	0	0	0	20	20
右下	0	0	21	0	21
計	21	21	21	20	83

表 5 右側の送信図形と移動先の対応 (AQ39)

	四角	十字	六角形	丸	計
左上	27	0	0	0	27
右上	0	29	0	0	29
左下	0	0	0	13	13
右下	0	0	14	0	14
計	27	29	14	13	83

表 6 左側の送信図形と初期位置の対応 (AQ20)

	四角	十字	六角形	丸	計
左上	20	0	0	0	20
右上	0	21	0	0	21
左下	0	0	0	21	21
右下	0	0	21	0	21
計	20	21	21	21	83

表 7 右側の送信図形と移動先の対応 (AQ20)

	四角	十字	六角形	丸	計
左上	14	7	0	7	28
右上	7	14	7	0	28
左下	0	0	0	13	13
右下	0	0	14	0	14
計	21	21	21	20	83

4.5.2 役割のパターン化の指標

上で示したケーススタディより、本研究におけるコミュニケーションシステムの成立は、ペア内でメッセージの送信順序を固定化したことが要因となっていたことが推察される。この固定化の傾向を指標化するために、各ゲーム内におけるペア間のメッセージ送信時間差の分散を計算した。この分散は図7における青線の上下方向の振れの大きさを示している。よって、送信時間差の分散が小さければ（振れが小さければ）、メッセージの送受信のパターンが固定化されたことが意味される。

表8は各ゲームにおけるペア間のメッセージ送信時間差の分散とAQ、ラウンド、スコアの相関分析の結果である。ゲームの成績に関わる指標であるラウンドと

スコアについては、ゲーム2におけるラウンドを除いて、負の相関が観察される。すなわち、多くのゲームにおいて、送信時間差の分散が小さくなることが、ゲームの成功と関連していたことが示される。この指標とAQとの相関については、ゲーム1とゲーム2では観察されず、ゲーム3においてのみ弱い相関が観察された。この結果より、AQの高いペアはゲームの進展に従って、パターン化を形成していき、そのことがゲームの成功と結びついたことが推察される。

表 4-3 ペア間のメッセージ送信時間差の分散と

AQ, ラウンド, スコアとの相関			
	AQ	ラウンド	スコア
Game1	$r(44) = -0.20$ <i>n.s.</i>	$r(54) = -0.58$ $p < .01$	$r(54) = -0.27$ $p < .05$
Game2	$r(52) = -0.13$ <i>n.s.</i>	$r(61) = -0.09$ <i>n.s.</i>	$r(61) = -0.22$ $p < .10$
Game3	$r(51) = -0.25$ $p < .10$	$r(58) = -0.58$ $p < .01$	$r(58) = -0.46$ $p < .01$

5. 考察

ここまでの結果をまとめ、自閉症スペクトラム傾向が新規な記号コミュニケーションにおいてどのような役割を果たすのか、またこの個人特性がコミュニケーションの形成に及ぼすメカニズムを考察する。

まず、図7および表1より、記号以外のコミュニケーションの手段を制限したメッセージ付き協調ゲームは、繰り返す毎にゲームパフォーマンスが向上したことがわかった。ゲームを繰り返すたびにパートナーは変わり、ゲーム終了後、もう一度記号に意味付けをする必要がある中でスコアはゲームを行うのちに大きく伸びた。このことから、本研究の実験においては、本来意味を持たない記号に、意味付けがなされ、集団の中でコミュニケーションシステムが共有されていったと解釈できる。

こういった全体の流れの中で、AQ32以上を持つ個人が参加したペアのスコアが全体およびAQ32未満のペアの平均よりも高く、各ゲームにおける全体のスコア平均を底上げした。つまり、1.2節に記載した「自閉症スペクトラム傾向が新規な記号コミュニケーションの成立を促進ないし、抑制するか」という問いに対し、本研究の結果は、前者の答えを示唆する。

この原因を検討するために、AQの下位尺度である

社会的スキル、注意の切り替え、細部への注意、コミュニケーション、想像力 [2] と各ゲームのスコアとの相関分析を行った。得られた相関係数のなかで、注意の切り替えが複数のゲーム課題の成績と相関し、コミュニケーションシステムの成立において、何らかの影響を果たした可能性がある。注意の切り替えは自閉症スペクトラムの中核症状である反復性と関わる項目であり、「同じやり方を何度もくりかえし用いることが好きだ」などの質問を含んでいる。これらから、自閉症スペクトラム傾向のある人は、ゲームをパターン化することで、パートナーとのコミュニケーションを成立させていたと考察する。

AQ 高ペアに対するケーススタディから示されたパターン化の一つの効用が、役割固定化である。ケーススタディにおいて示したように、AQ20 がメッセージを先手で送り、左図形で初期位置を伝え、それを受けた AQ39 が右図形によって移動先を後手で送るといった形で役割を明確にする。記号と部屋を対応させたパターン化、メッセージ送信における先手・後手の役割固定化がこのゲーム課題で高いスコアを獲得するためには有効であり、自閉症的なパターン化の傾向が固定化に有効に寄与した可能性がある。

6. 結論

6.1 本研究のまとめ

本研究は、コミュニケーションプロトコルの形成における個人特性として、自閉症スペクトラム傾向を示す AQ に注目し、人工言語の構築が要求されるゲームの成績との関連を検討した。結果、ゲームを繰り返すごとに、ゲームパフォーマンスは向上した。また、AQ 32 以上を持つ個人が参加したペアが全てのゲームにおいて、AQ32 未満を持つ個人を大きく上回った。その中で、ゲーム 3 においてもっとも高スコアを獲得したペアに、高い AQ をもつ参加者 (AQ39) が含まれたことが示された。このペアのゲーム課題のプロセスを分析したところ、AQ39 が図形と部屋を割り当てることで、ゲームをパターン化させ、ゲームスコアを伸ばすことにつなげた。これらから、自閉症スペクトラム傾向は、コミュニケーションシステムの成立を促進する。また、自閉症スペクトラムの思考型の一つであるパターン型思考がコミュニケーションシステムの形成に大きく影響するメカニズムとなっていることが示唆された。

6.2 今後の課題

本研究において、個人特性として AQ を取り上げた。留意しなければならない点として、AQ 得点が高いからといって、自閉症スペクトラムと診断が確定するわけではない。本研究の結果を、医療的な場面に応用するのであれば、自閉症スペクトラムと診断を受けた人がコミュニケーションシステムをどのようにして成立させるかを検討する必要がある。

さらに、本研究における実験は、対話などのコミュニケーションとは異なり、テキスト的な記号を介したコミュニケーションを扱った。そのことが、自閉症スペクトラム傾向の特徴の一つであるコミュニケーション障害とは矛盾する結果を導いた可能性がある。上記を踏まえた上で、本研究で得られた知見を現実場面で活用するための検討、および自閉症スペクトラムの特性を活かす環境をデザインすることが必要なのではないかと考える。

また、本研究の実験において対象データを抽出する際にデータクレンジングを行なった。その原因には、システムのエラー、通信の不具合が挙げられる。今後の研究において、それらを無くすことで、自閉症スペクトラム傾向がコミュニケーションシステムの形成に及ぼすメカニズムをさらに解き明かすことができるだろう。それに加え、ゲーム課題と AQ のデータの連結を確実にすることで、データ数が増え、より信頼のできる結果が得られると考える。最後に、本研究の実験は集団実験で行っており、データの信頼性という点で疑問が残る。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 26240037, 16K16113 の助成を受けた。また、本研究において用いた実験装置は金沢工業大学の金野武司氏より提供を受けた。ここに記し感謝の意を表す。

参考文献

- [1] T. Grandin , R. Panek, The Autistic Brain-Thinking across the spectrum, Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2013.
- [2] S. Baron-Cohen, W. Sally, S. Richard, M. Joanne , C. Emma, “The Autism-Spectrum

- Quotient (AQ) :Evidence from asperger syndrome/High-Functioning Autism,Males and Females, Scientists and Mathematicians,” *Journal of Autism and Developmental Disorders*, vol.31, no.1, pp. 5-17, February 2001.
- [3] 高橋一誠, 大木美加, ブローバティスト, 鈴木健嗣, “特別支援学校における児童の清掃支援に向けた共感デザイン,” *電気情報通信学会*, 2017.
- [4] 橋本敬, “言語とコミュニケーションの創発に対する複雑系アプローチとはなにか,” *計測と制御*, vol.53, no.9, pp. 789-793, 2014.
- [5] B. Galntucci, “An experimental study of the emergence of human communication systems,” *Cognitive Science*, pp. 737-767, 2005.
- [6] B. Galantucci, “Experimentas semiotics: A new approach for studying communication as a from of joint action,” *Topics in Cognitive Science*, vol.1, pp. 393-410, 2009.
- [7] 金野武司, 森田純哉, 橋本敬, “調整課題における記号コミュニケーションシステムの形成実験,” *電子情報通信学会技術研究報告 : 信学技報*, vol.110, no.400, pp. 49-54, 1 2011.
- [8] 金野武司, 橋本敬, “人工言語の共創課題を用いたことばへの気づきの誘発に関する試み,” *知識共創*, vol.6, 2016.
- [9] 森. 金野武司, “言語的コミュニケーションシステムの創発に関する実験的アプローチ,” *計測と制御*, vol.53, no.9, 9 2014.
- [10] J. Morita, T. Konno, T. Hashimoto, “The Role of Imitation in Generating a Shared Communication System,” *Proceeding of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, vo.34, pp. 779-784, 2012.
- [11] J. Morita, T. Konno, K. Samejima, G. Li, F. , T. Hashimoto, “Implicit Memory Processing in the Formation of a Shared Communication System,” *Proceedings of 15th International Conference on Cognitive Modeling*, 2017.
- [12] 宮川充司, “アメリカ精神医学会の改訂診断基準 DSM—5: 神経発達障害と知的障害, 自閉症スペクトラム障害,” *椋山女学園大学教育学部紀要*, vol.7, pp. 65-78.
- [13] 若林明雄, 東條吉邦, “自閉症スペクトラム指数 (AQ) 日本語版の標準化-高機能臨床群と健常成人による検討,” *心理学研究*, vol.75, no.1, pp. 78-84, 2004.
- [14] S. Baron-Cohen, A. M.Leslie, U. Frith, “Does the autistic child have a “theory of mind” ?,” *Cognition*, vol.21, pp. 37-46, 1985.
- [15] D. Tammet, *Born on a Blue Day:Inside the Extraordinary Mind of an Autistic Savant*, New York: Free Press, 2007.