

アイデア創出の促進および阻害要因の解消

Promotion of Idea Generation and Elimination of its Obstacles

中原 和 洋

要 約 創造性研究において、アイデアを創出するプロセスを制御するものとして、類推などの斬新な着想を促進する創造的思考法や、固着などの阻害する要因が知られるが、これらの制御は、属人的なスキルや創造技法に依存している。本稿では、アイデアの創出を促進し、阻害要因を解消し、創造的な成果を生み出せる環境を提供することを目的とした創造活動支援システムの研究構想を提案し、そのプロトタイプを示す。また構想の研究事例として、個人の拡散的思考中の既出アイデアへの視線停留時間の長さが着想の柔軟性を低下させる要因となるかどうかの仮説検証研究を報告する。実験の結果、アイデアへの停留時間の長さとの柔軟性の間に有意な関連は確認できなかったが、瞬目率と柔軟性との間には、先行研究と類似する結果が得られた。

Abstract In the research of creativity, some factors to control the process of generating ideas, creative thinking such as analogy that promote idea generation and fixation that negatively affects idea generation are known, but control of these factors depends on highly dependent human skills and techniques. In this paper, we propose a research concept of a creativity support system aimed at promoting idea generation, resolving negative effects, and providing an environment in which user can create creative outcomes, and show its prototype. As a study case of the concept, we report a hypothesis verification study on whether or not the duration of gaze fixation to the previously presented idea becomes the factor of decreasing the flexibility of the ideas during individual divergent thinking task. Experimental results showed that there was no significant association between flexibility and duration of gaze fixation to the presented idea, but results similar to previous studies were obtained between blink rate and flexibility.

1. はじめに

そもそも創造性という言葉に広く合意された定義は存在しない。本稿では、アイデアの創出過程に注目し、斬新かつ適切な成果を生み出す能力と定義する。特にビジネスにおいては、斬新さだけでは不十分であり、その成果が特定の社会やコミュニティにとって適切であることが強く要求される。筆者の研究の大目標は、誰もがビジネスで創造性を発揮できるよう、情報システムでの支援を実現することである。

人の創造性に関する理論は、認知心理学や社会心理学を中心に研究されてきた。アイデアの創出を促進する思考法である類推（アナロジー）や、逆に創出を阻害する認知的、社会的要因が知られる。例えば、事前にアイデアの事例を示されると、その後の着想が事例の特徴に引きずられてしまう固着や、ブレインストーミングにおいて他人の評価を恐れて独創的な着想が阻害されるといった社会性に基づく阻害要因等が確認されている。これらの創出を促進したり阻害要因を制御したりする方法は、現状では、属人的なファシリテーションや創造技法に強く依存している。属人性依存からの脱却には客観的データや情報技術をベースとした支援システム

が期待される。

2000年代に入り、センシング技術や機械学習をベースとしたデータ収集や認識技術の急速な発展により、視線、しぐさ、発話、ジェスチャーといった人の活動情報の収集、分析、認識が可能となってきた。これらの技術の研究および応用により、創造プロセスの定量化や阻害要因の検知などが期待できる。また、ConceptNet^{[1][2]}やAnalogySpace^[3]など人の持つ知識とそれに基づく類推や連想といった創造的思考を実現する人工知能研究も進展してきた。これらの研究および応用により、思考の偏りや抜け漏れの発見、新しい発見を促進する刺激の生成・提示等による人の創造プロセスの支援が期待できる。

本稿では、これらの研究技術領域を中心とし、アイデア創出を促進し、阻害要因を解消することで、創造的な成果を生み出す環境を提供することを目的とした創造活動支援システムの研究（以降、本研究）の構想を提案する。そして構想のプロトタイプおよび具体的な研究事例を報告する。

本稿の構成は以下のとおりである。まず2章で本研究に関わる基本概念や関連研究について述べ、3章で創造活動支援システム構想の概要およびそのプロトタイプを紹介する。4～6章では具体的な研究事例として、個人の拡散的思考タスクにおいて、着想の柔軟性を阻害する要因として自身が出したアイデアへの固着が考えられることから、自身が出した着想に対する視線の停留時間の長さが着想の柔軟性に影響するのではないかという仮説についての検証結果を報告する。

2. 本研究の基本概念および関連研究

本章では、本研究に関連する基本概念や関連研究について記述する。

2.1 創造性

本節では、これまで認知心理学、社会心理学を中心に研究されてきた創造性研究を参照し、本研究の説明に必要な基本概念について説明する。

2.1.1 本研究における創造性の定義

創造性 (creativity) に関してはこれまでに様々な定義が提案されているが、その多くに共通する要素として斬新さ (novelty) と適切さ (appropriateness) がある。例えば Sternberg らは、“創造性は斬新 (すなわち、独創的、予期できない) かつ適切 (すなわち、有用、タスク制約に適応した) な成果を生成する能力” (Creativity is the ability to produce work that is both novel (i.e., original, unexpected) and appropriate (i.e., useful, adaptive concerning task constraints))^[4]と定義している。本研究ではこの定義を採用する。加えて、成果に斬新かつ適切なアイデアが含まれる度合いを「成果の創造性」、成果の創造性を目指した個人の活動を「創造活動」と呼ぶ。

Boden は、社会全体の中で創造的と評価される創造性を歴史的創造性 (H-Creativity)、個人の中で創造的と評価される創造性を心理的創造性 (P-Creativity) と分類した^[5]。ビジネスの現場で日常的に要求される創造性は P-Creativity が大半であることから、本研究では心理的創造性に限定する。

また創造活動を制御するのが創造プロセスであり、個人によるものと集団・グループによる

ものに分かれる。ビジネスの現場においては両者共に重要であるが、本研究では個人のものに限定する。

2.1.2 創造プロセスの阻害要因

これまでの研究で、個人および集団の創造プロセスの成果を阻害する要因が知られている。代表的なものとして、固着およびプロダクティビティ・ロスを説明する。

1) 固着

アイデア創出者（以降：創出者）が予期せずに（無意識に）アイデアの特徴が偏る、狭められる現象をいう。その代表として、例示等の事前刺激によりその後のアイデアの特徴が例示に含まれる特徴に引きずられる固着がある。Smith らの実験^[6]は、架空の生物デザインのスケッチを被験者に実施させたもので、例を示したグループの 37% が例と同様の尾を持つデザインを生成したが、例を示さなかったグループでは 15% であった。このような固着は、こぼれにくいコップなどの工学的デザイン課題の実験、非単語創造課題など、スケッチ以外の様々な課題に対しても確認されている。この固着現象は、休憩などの時間を置いたり別のタスクを実施したりすることで解消されることが確認されている。

2) プロダクティビティ・ロス

集団による創造プロセスは本稿の対象外だが、参考までに紹介する。集団での創造活動手法で広く知られるのは Osborn のブレインストーミング^[7]である。ブレインストーミングでは、各個人による個別のアイデア出しを統合した場合よりも成果が低下することが知られている。集団の成果が個人の成果よりも低下することをプロダクティビティ・ロスと呼び、ブレインストーミングにおいては評価懸念、ただ乗り、ブロッキングなどの要因が挙げられている^[8]。評価懸念とは、他人からの評価を恐れ独創的、自由な発想、発言が妨げられることである。ただ乗りとは、誰かがアイデアを出してくれるのを待つという社会的手抜きである。ブロッキングとは、同時に複数人がアイデアを表明できないことである。また、ブレインストーミング中に他人が出したアイデアの特徴に引きずられてしまう固着も報告されている^[9]。

2.1.3 創造プロセスと知識の認知モデル

Finke らのジェネプロア・モデル^[6]に代表されるように、創造プロセスの認知モデルにおいて、既存知識（記憶）の探索や連合は、重要な要素の一つとして考えられている。知識の記憶構造と探索の処理過程の認知モデルとして代表的なものが、意味ネットワークと活性化拡散である。

1) 意味ネットワーク

意味ネットワーク^[10]は宣言的知識の記憶構造の代表的なモデルである。例を図 1 に示す。例えば「ケーキはデザート的一种である」という宣言的知識を、「ケーキ」および「デザート」という概念を示すノードと、「is-a」という概念の間の関係を示すリンクからなるネットワーク構造で表現する。

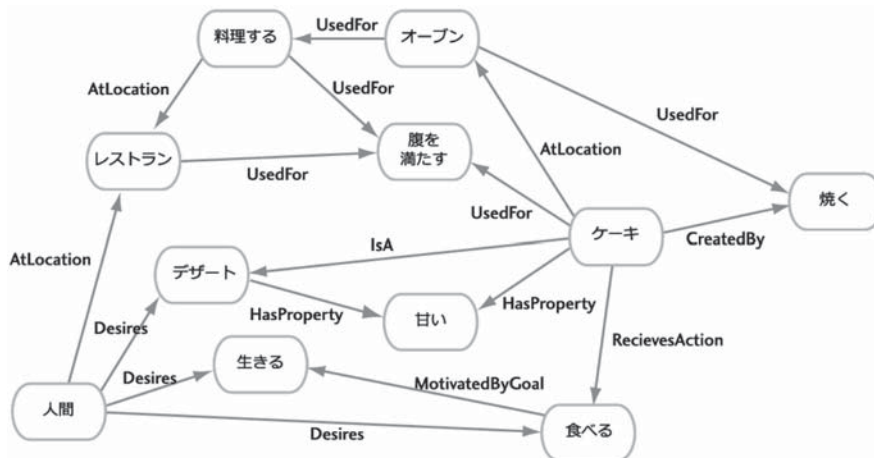


図1 意味ネットワーク

2) 活性化拡散

活性化拡散^[11]は、連想などの知識記憶からの想起（検索）プロセスを説明する代表的なモデルである。ある概念（意味ネットワーク上のあるノード）を想起（活性化）すると、意味ネットワーク（意味の関連度をリンク強度として加味したネットワーク）のリンクを通して、周辺概念（ノード）に活性が拡散していく。活性の度合いは、想起した概念（ノード）からリンク距離が近い概念（ノード）ほど高く、距離が遠い概念（ノード）ほど低くなる。

2.1.4 創造的思考法

創造的思考法の代表は類推（アナロジー）である。類推は、既知の概念間の関係性を、別の類似概念に適用することで、新しい概念の関係性を見出す思考法である。新しいコップの創造を例に類推を説明する。「コップ」は「水」を「溜めることができる」。「水」を「溜めることができる」という点で類似した概念として「プール」を想起する。「プール」について既知の別の関係性の一つ「中で泳ぐことができる」をコップに適用してみると、「中で泳ぐことができる」コップという概念が得られる。この概念が有用かどうかの解釈を加える。例えば、飲み物をコップにそそぐと、そそいだ水の力で人の部品が動きだしてクロールするデザインのコップなどである。このように類推は、現在検討している主題概念に対して何らかの類似性を持つ別の概念を想起することがきっかけとなる。

2.2 創造性と知識の計算機モデル

人の持つ知識（コモンセンス知識）の意味ネットワークや、それに基づく連想や類推を計算機上で実現する人工知能研究について述べる。

2.2.1 人の持つ知識の意味ネットワーク（コモンセンス知識ベース）

人の持つ知識の意味ネットワーク（コモンセンス知識ベース）の計算機モデルとして代表的なものに ConceptNet^{[1][2]}がある。ConceptNet は、図1に示したように「ケーキ」といった日常概念と他の概念との関係性が登録された意味ネットワーク構造のデータベースである。筆者は、クラウドソーシングを利用して日本のコモンセンス知識の ConceptNet 構築を 2009 年から

進めており、これまでに約27万件の日本のコモンセンス知識のConceptNetを構築した^{[12][13][14]}。

2.2.2 コモンセンス知識ベースに基づく連想（活性化拡散）

Spectral Association^[15]は、ConceptNetの意味ネットワークに対して活性化拡散モデルに基づいて概念ペアの意味的関連性（連想強度）を計算する手法である。概念ペアの関連性の算出を次元圧縮により効率的に近似計算するところに特徴がある。Spectral Associationによる「コップ」の連想概念の出力例を表1（左）に示す。

表1 コモンセンス知識ベースに基づくコップ概念の連想（左）および類似（右）の例

連想概念	連想強度	類似概念	類似度
コップ	0.36	コップ	1.00
ペットボトル	0.33	高価 グラス	0.81
容器	0.28	カップ	0.76
プラスチック	0.28	クレジットカード	0.69
ふた	0.26	ワイングラス	0.68
缶	0.26	カクテルグラス	0.64
入物	0.25	ポリバケツ	0.63
ラベル	0.23	王冠	0.63
グラス	0.22	食器	0.63
石鹸	0.22	箸置き	0.63

2.2.3 コモンセンス知識ベースに基づく類推

「犬」と「猫」はどの程度似ているのか、「コップ」と似ている概念は何か？など、ConceptNetの知識に基づいて概念間の類似度を計算する手法としてAnalogySpace^[3]がある。AnalogySpaceは、ConceptNetの意味ネットワークに対して主成分分析、次元圧縮を適用した手法である。AnalogySpaceによる「コップ」の類似概念の出力例を表1（右）に示す。

3. 創造活動支援システム研究構想

本章では、創造活動支援システム研究構想が目指すシステム要件とプロトタイプシステムを紹介する。

3.1 創造活動支援システムの要件

本研究構想は、アイデア創出を促進し阻害要因を解消して創造活動を系統的に支援するために、以下の三つの要件を満たす創造活動支援システムの実現を目指す。

- (1) システムは、創出者およびアイデアの情報をリアルタイムで収集し、創造活動の状況や、アイデアの特徴などを分析・可視化・定量化することで、創出者が客観的に創造性の状況を把握し、創出の偏りや阻害要因への気づきを得ることができる。
- (2) システムは、知識・連想・類推の計算機モデルを活用し、より多様で独創的な創出に至るような創造的思考を促進する刺激を、創出者へ提示することができる。
- (3) システムは、創出者の創造的活動や思考をできるだけ阻害しない自然なインターフェー

スで上記(1)および(2)を実現することができる。

3.2 研究構想のプロトタイプシステム

本研究構想の具体的な実現イメージであるプロトタイプシステムを紹介する。本プロトタイプは、株式会社イトーキとの共同研究「近未来オフィス U&I 空間プロジェクト」^{*)1}において開発したものである。実際のプロトタイプを図2と図3に示す。本プロトタイプは、ブレインストーミング中のユーザーの会話を音声認識しテキスト分析を通してアイデアの特徴（キー



図2 創造活動支援システムのプロトタイプ



図3 キーワード（図左側のコミュニケーション）に対する
コモンセンス知識ベースに基づく連想・類推結果の提示（図右側）

ワード等)をテーブルや壁面へ表示し、またコモンセンス知識ベースに基づく連想や類推の刺激を壁面へ提示する。

本プロトタイプのインタフェースは、個人インタフェース、テーブルインタフェース、壁面インタフェースから成り、人の創造プロセスの主要な場である会議空間と融合した形態で構成される。テキスト分析や知識ベースによる処理は、クラウド上のサーバに置かれ、インタフェースを通じてデータをやり取りする。個人インタフェースはスマートフォンとマイクで構成され、会話内容を音声認識する。サーバが会話内容のテキストを分析し、会話内容の特徴キーワードをテーブルインタフェースに提示する。このインタフェースには、会話に出現したキーワードが出現回数と重要度に応じた大きさで表示されている。表示サイズが大きいほど、主テーマとしてよく話されていると同時に、固着した特徴の可能性のあるキーワードでもあり、利用者に固着への気づきや発想の転換を促すことができる。テーブルインタフェースはタッチパネルを有し、キーワードを手でタップすると、図3に示すように壁面インタフェースにキーワードに対する計算機モデルに基づく連想や類推の結果が表示される。他にもキーワードに関連するニュース記事やSNS上の発言などの情報が壁面インタフェースに表示され、様々な観点での発想や気づきを支援する。

4. 研究事例

本章では、研究構想の具体的な研究事例を報告する。研究構想で重要な課題の一つは、創出者の活動状況やアイデアの特徴などの客観的なデータを用いて、創造性の阻害要因やパフォーマンスを推定できるようにすることである。本章ではこの課題に取り組んだ研究を報告する。

4.1 研究目的

本研究では、創出者の活動状況の客観的なデータとして視線情報を用いることで、創造プロセスにおける阻害要因の検知や創造活動のパフォーマンス推定が可能か、視線情報と創造性との間の関係性の仮説検証を目的として、視線情報とアイデア創出に関するデータ収集実験と分析を実施した。具体的には、Guilfordが提案した拡散的思考のパフォーマンスを測定する拡散的思考タスク (Alternative Uses Task, 以降 AUT)^[16]と合わせて視線情報のデータを同時に収集する実験を行い、拡散的思考パフォーマンスと視線情報の間の関係性の分析、仮説検証を実施した。

4.2 関連研究

本節では、まず拡散的思考のパフォーマンス測定手法の一つである AUT について説明し、次に視線情報と創造性の関係についての先行研究について述べる

4.2.1 創造性の指標および測定法

創造性の指標や測定法は創造性研究の重要なテーマの一つである。Guilford は創造性を特徴づける思考の一つが拡散的思考 (divergent thinking) であるとし、この思考の測定方法として AUT を提案した^[16]。AUT は、被験者に日用品 (レンガ、はさみ等) が一つ題材として提示され、その斬新な代替用途のアイデアをできるだけ多く回答するタスクである。例えばレンガの通常用途は「積み上げて壁をつくる」等であるが、独創的な代替用途は「鉄アレイの代わ

りにする」「ドアストッパーにする」などである。回答アイデア群について、次の四つの指標で評価する。

- 1) 流暢性 (fluency) : 重複の無いアイデア総数
- 2) 柔軟性 (flexibility) : 重複の無いアイデアの種類数
- 3) 独創性 (originality) : アイデアの希少度合い。例えば、全被験者の全回答アイデア群において、5%以下の出現率のアイデアは1点、1%以下の出現率のアイデアは2点などと重み付けする方法や、人手による5段階評価の割当などの方法がある。
- 4) 綿密性 (elaboration) : アイデアの表現の綿密度合い。例えば、「ストッパー」、「ドアストッパー」、「強い風が吹いても閉まらないようにするドアストッパー」の順で綿密度は高くなる。

アイデアの特徴が偏る現象が固着であることから、固着の影響を直接的に示す指標は柔軟性である。

4.2.2 創造性と視線情報の関係

本節では、創造性と視線情報の関係についての先行研究について述べる。Akbariらは、AUTにおける柔軟性と瞬目率（1分当たりの瞬きの回数）との間に、逆U字型の関係（中程度の瞬目率が最も高い柔軟性、低いおよび高い瞬目率が低い柔軟性）を示した^[17]。またUedaらは、AUTの流暢性と瞬目率の間に正の相関（線形回帰）を報告している^[18]。

Bilalićらはチェスのエキスパートへの実験において、被験者が最善手を探していたと報告したのにも関わらず、実際には次善手に関するマスへ視線が集中していたことを示した^[19]。これらの先行研究から、創出者の瞬きやどこを見ているかの視線情報は、アイデア創出過程における固着やパフォーマンス推定のための重要なサインの一つであることが示唆される。

4.3 本研究仮説

2.1.2項で説明した例の提示により固着が発生すること、4.2.2項のBilalićらの研究において特定領域への視線停留が他の手の可能性の検討を阻害していたことから、本研究では次の仮説を立てた。AUT実施中において、自身の既出アイデアへの視線停留時間が長い被験者は、既出のものとは異なる種類のアイデアの検討を阻害する固着が生じ、結果として柔軟性の指標が低下するのではないか、という仮説である。この仮説検証を目的の一つとして次節で示すデータ収集実験を実施した。

4.4 方法

実施したデータ収集実験の概要は次の通りある。PC（ディスプレイとキーボード入力）を用いた個人ブレインストーミングを想定したAUTを実施した。被験者がAUT中に入力した着想はリアルタイムにディスプレイ上のアイデア表示部に一覧表示され、非接触型アイトラッカーにより、被験者のアイデア表示部への視線停留時間（以降：アイデア視線停留時間）を計測した。AUT終了後、入力された着想群の柔軟性（アイデアのカテゴリ数）などの成果の創造性指標を算出し、アイデア視線停留時間と創造性指標の間の関連を調査した。

データ収集実験の詳細を記述する。被験者は日本ユニシス株式会社の研究開発および企画部門の社員24名（男性21名、女性3名、年齢27～59歳（平均 $M = 45.68$ 、標準偏差 $SD = 9.25$ ））

であった。AUTで提示した刺激は、例題が1刺激「レンガ」、本題が2刺激「靴下」「鉛筆」であり、この順で実施した。例題は1分、本題は1刺激につき3分で実施した。本題の「靴下」と「鉛筆」の実施の間には待機画面を挟み、被験者のタイミングで次の問題の開始ボタン押下により開始するよう指示した。実験環境は図4の通りである。AUT実施画面は図5の通りである。画面は、問題表示部、アイデア入力部、アイデア表示部で構成される。着想をキーボード入力しエンターキーで確定すると、その着想がアイデア表示部に四角い枠（付箋イメージ）と合わせて表示される。アイデアの枠の総数は縦5×横6の30個であり、入力アイデアは縦の上詰め、横の左詰めの順序で表示される。出題毎に実際に入力された着想およびそのタイムスタンプをデータ（以降：AUTデータ）として収集した。AUT実施中の経過時間や残り時間は表示せず、3分経過後自動的に終了画面に切り替わるようにした。

被験者の選定にあたっては、ブラインドタッチが可能もしくは一部文字のみキーボードを見るレベルの人を対象とした。視線に関しては、実験中は頭をあまり動かさないよう指示し、それ以外の視線に関する指示（例えばアイデアを見るように等）は、一切しなかった。

アイトラッカーはGazepoint社のGP3 HD Eye Tracker（以降GP3 HD）を用い、図4のように設置した。GP3 HDのサンプリングレートは150Hzに設定した。各被験者の実験開始前に、Gazepoint Control（v4.3.0）を用いて9点キャリブレーションを実施した。キャリブレーションの結果、視線座標の誤差が大きく、実際に見ているアイデアの隣接アイデアへの誤検知の可能性があると筆者が判断した被験者は実験およびデータ収集を実施せずに除外した。Gazepoint Analysis（v4.3.0）を利用し視線情報を収集・記録し、Export機能を用いてcsv形式のデータ（以降：視線情報データ）を作成し、分析に利用した。視線情報データと先述のAUTデータの突き合わせを行い、AUT実施中のアイデア視線停留時間、1分当たりの瞬き回数（瞬目率）を集計した。アイデア視線停留時間は、画面のアイデア表示部に実際に表示されているアイデア（その時間までに入力済みアイデアが表示されている画面領域）上への視線停留時間の総和である。瞬目率は、3分間のAUT実施中の瞬目回数の総和を3で割った1分当たりの回数である。

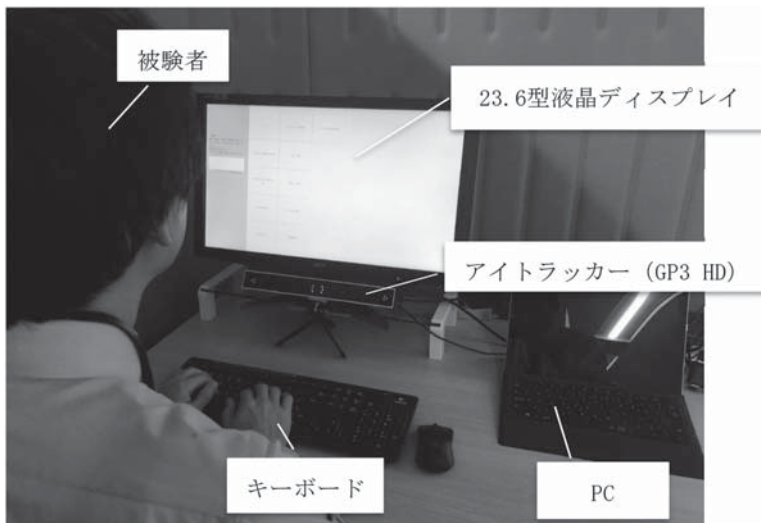


図4 実験環境構成

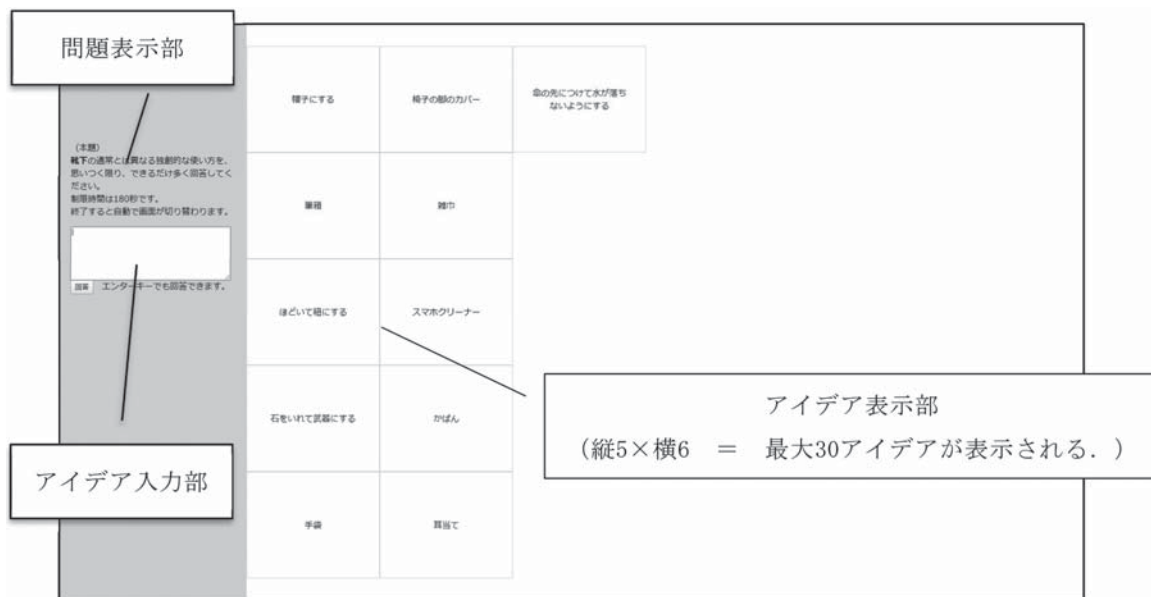


図5 実験画面構成

AUT 実施後、入力された AUT データから各被験者による成果の創造性指標（流暢性、柔軟性、独創性）を算出した。AUT データは筆者が確認し、それぞれのアイデアについて、出題の回答として明らかに意味をなさないものを無効回答として除外した。次に、筆者の手作業によって表現の異なる同義表現の正規化を行った。流暢性は無効回答および重複を除いた正規化済みの数とした。正規化済みのアイデアを、筆者が手作業で“身に付ける物”、“入れ物”などの 25 個のカテゴリに分類し、重複しないカテゴリの総数を柔軟性スコアとした。独創性は、正規化済みアイデアについて、出現率が全体アイデアの 5% 以下のものには 1 点、1% 以下のものには 2 点を与え、点数の総和を独創性スコアとした。独創性スコアは、アイデアの数（流暢性）と強い関係があることから、その関係をキャンセルしたスコアとして、独創性を流暢性で割ったスコア（以降：独創性/流暢性）を算出し、指標に加えた。

各種統計値の算出は Python (3.7.0) のライブラリ Pandas (0.23.4), SciPy (1.1.0), StatsModels (0.9.0) を用いた。

5. 結果

本章では、前章で述べた実験の結果および視線情報と成果の創造性指標の関連についての分析結果を述べる。

5.1 基礎結果

靴下、鉛筆それぞれの課題について、各種創造性指標とアイトラッカーで収集した視線情報の統計情報は表 2 の通りであった。また、靴下と鉛筆の平均値（もしくは中央値）の差について、対応のある t 検定もしくは Wilcoxon 符号付き順位検定（有意水準 $\alpha = .05$, 両側検定）を行った結果、創造性指標の独創性と独創性/流暢性について有意となり、視線情報についてはアイデア視線停留時間と瞬目率ともに、有意ではなかった。

表2 AUT 課題における創造性指標と視線情報の結果

	靴下 (N = 24)			鉛筆 (N = 24)			t	T
	M	Mdn	SD	M	Mdn	SD		
創造性指標								
流暢性	8.08	8.00	2.28	6.79	7.00	2.11	—	64.5*
柔軟性	5.54	5.00	1.47	5.08	5.00	1.82	1.27	—
独創性	10.58	10.00	3.72	7.96	7.00	3.29	—	31.5*
独創性/流暢性	1.30	1.33	0.20	1.16	1.17	0.27	2.71*	—
視線情報								
アイデア視線停留時間(秒)	16.30	11.38	11.92	12.97	10.82	10.51	—	88.0
瞬目率(回/分)	26.92	27.33	9.57	26.18	26.33	9.28	0.90	—

表2の注釈：Mは平均，Mdnは中央値，SDは標準偏差。tは対応のあるt検定における検定統計量t，TはWilcoxon符号付き順位検定における検定統計量T。流暢性，独創性およびアイデア視線停留時間は，シャピロ-ウィルク検定により有意水準 $\alpha = .05$ で正規性が棄却されたためWilcoxon符号付き順位検定とした。

* $p < .05$

5.2 視線情報と成果の創造性指標の相関関係

靴下と鉛筆の2課題においてそれぞれ創造性指標のz値を算出し，2刺激のz値の平均を総合創造性指標とした。また視線情報については2課題の平均を総合視線情報とした。総合創造性指標と総合視線情報の間の相関係数を表3に示す。総合創造性指標内において，流暢性と柔軟性，流暢性と独創性，柔軟性と独創性，独創性と独創性/流暢性の間に， $\alpha = .01$ で有意な正の相関が見られた。視線情報（アイデア視線停留時間および瞬目率）内においては，二つの指標間に， $\alpha = .05$ で有意な正の相関が見られた。創造性指標と視線情報の間では，いずれの組み合わせにおいても有意な相関は見られなかった。

表3 創造性指標（2刺激のz値平均）と視線情報（2刺激平均）の相関係数

	1	2	3	4	5
1. 流暢性	—				
2. 柔軟性	.81**	—			
3. 独創性	.75**	.52**	—		
4. 独創性/流暢性	.09	-.05	.64**	—	
5. アイデア視線停留時間	-.05	-.17	.07	-.04	—
6. 瞬目率	-.01	-.21	.02	.02	.41*

表3の注釈：流暢性，独創性，アイデア視線停留時間は，シャピロ-ウィルク検定により有意水準 $\alpha = .05$ で正規性が棄却されたため，これらの変数を含む組み合わせはスピアマンの順位相関係数，これらの変数を含まない組み合わせはピアソンの積率相関係数を算出。

* $p < .05$ ** $p < .01$.

5.3 視線情報と成果の創造性指標の関係

総合視線情報と総合創造性指標（柔軟性）の間の2次以上の関連について，多項式回帰分析を行った。まず，アイデア視線停留時間と柔軟性の間には，有意水準 $\alpha = .05$ で有意となる1～4次多項式回帰は存在しなかった。アイデア視線停留時間と柔軟性の散布図を図6に示す。

次に瞬目率と柔軟性の間の多項式回帰分析の結果, 3次多項式回帰において1次, 2次, 4次多項式に比べ p 値, AIC, BICのいずれも最小値を取り, $\alpha = .05$ で有意であった(決定係数 $R^2 = 0.34$, 自由度調整済み決定係数 $R^2 = 0.24$, $F(3, 20) = 3.45$, $p = 0.036$, AIC = 58.18, BIC = 62.89). 瞬目率と柔軟性の散布図および3次回帰曲線を図7に示す.

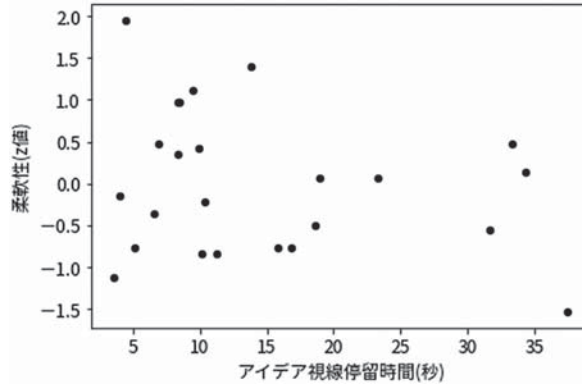


図6 アイデア視線停留時間と柔軟性の散布図

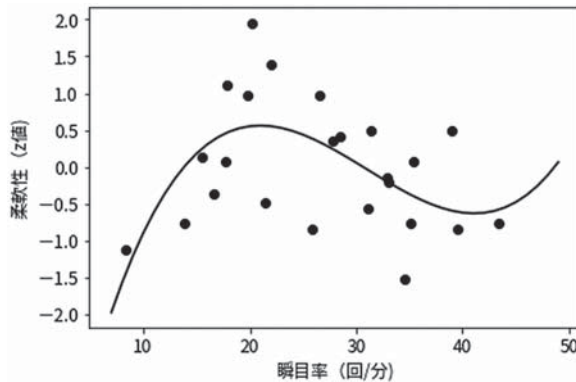


図7 瞬目率と柔軟性の散布図と3次回帰曲線

6. 考察

本章では, 前章の結果に基づく考察および今後の研究課題について述べる.

6.1 基礎結果について

表2において, 靴下と鉛筆課題の間の各種創造性指標の平均(もしくは中央値)の差は, 柔軟性を除く流暢性, 独創性, 独創性/流暢性で有意となった. この結果から, 鉛筆の方が靴下よりも課題の難易度が高かったことが推察される. 次に, 靴下と鉛筆課題の間で瞬目率の平均の差に有意性は見られなかった. 瞬目率は, ストレス, 心的負荷, 課題の難易度などの影響を受けるとされる^[20]. 今回の実験では, 全被験者で靴下, 鉛筆の順で実施し, 順序効果を考慮しなかったため, 順序効果によるストレスや心的負荷の軽減の影響と, 課題の難易度の影響が重なり合い, 瞬目率の平均に差が出ていない可能性もある. 被験者毎に刺激をランダムに提示するなど順序効果を統制し, 課題の難易度と瞬目率の関係を検証する必要がある.

6.2 視線情報と成果の創造性指標の関係

本研究仮説では、アイデア表示部への停留時間が長い（自身が出したアイデアへの視線停留時間が長い）場合、固着が生じ柔軟性の創造性指標が低下すると予測したが、アイデア表示部への視線停留時間と成果の創造性指標（流暢性、柔軟性、独創性）の間に有意な関係は見られなかった。今回、1刺激当たり180秒のテスト時間の中で、中央値で約11～12秒しかアイデア表示部を見ておらず、また被験者へのヒアリングから、アイデア表示部を参考に見ようとは思わなかったという意見が多かったことから、アイデア表示部を見たことによる創造性への影響が十分に計測できなかった可能性がある。影響を計測するために、テスト時間を180秒よりも長くし、アイデア表示部を見る時間を増やす必要があると考える。テスト時間を長くした場合の問題として、流暢性の高い被験者が非常に多くの着想を出す可能性があり、画面上でのアイデアの視認性の悪化や認知負荷増大の影響等が考えられるため、アイデアをどのように表示すべきか検討が必要である。

瞬目率と柔軟性の間には、5.3節および図7に示すように、逆U字型の後に増加傾向を示す3次曲線が見られた。この結果は、Akbariら^[17]の逆U字型およびUedaら^[18]の正の相関の両方の傾向を示しており、先行研究の結果の強化および本実験結果の妥当性を示していると考えられる。先行研究および本研究で共通する結果としては、瞬目率が非常に低い場合は、柔軟性も低い結果を示したことから、非常に低い瞬目率を、着想の固着（柔軟性低下）検知の重要なサインの一つとして利用できることが示唆される。

6.3 今後の研究

本稿では、第一段階の分析として、アイデア表示部への視線停留時間という単純な視線情報を用いた。本実験およびデータ収集手法により、実際に見たアイデアに含まれるテキスト情報（概念）を考慮した分析ができる。第二段階の分析として、そのアイデアに含まれる概念レベルでの影響の分析を実施予定である。具体的には、見たアイデア概念とその後に創出されるアイデアとの関連、創造性指標との関連、知識、連想、類推の計算機モデルとの関連などである。また、今回の実験で得たデータを用いて、計算機モデルによる創造性指標を向上させる刺激提示手法の仮説発見と検証を進める予定である。

7. おわりに

本稿では、アイデア創出の促進と阻害要因の解消を目的とした創造活動支援システムの研究構想を提案し、そのプロトタイプを紹介した。また、創出者の視線情報と創造性指標の関連についての仮説検証研究を報告した。構想プロトタイプについては、展示会等で体験をして頂いた多くの方から早く実用化して欲しいというご意見を頂いている。期待に応えられるよう研究に精進し、研究構想をいち早く実用化し、誰もが伸び伸びと創造性を発揮でき、人とAIが共存し活躍する社会を目指したい。最後に、共同研究プロジェクトメンバー、研究、本執筆に当たりアドバイス、ご指導を頂いた方々に感謝する。

* 1 「近未来オフィス U&I 空間プロジェクト」のニュースリリース URL :
https://www.unisys.co.jp/news/nr_151109_common_sense.html (2019年2月13日確認)

- 参考文献**
- [1] Havasi, C., Speer, R., Alonso, J., “ConceptNet 3: a flexible, multilingual semantic network for common sense knowledge”, In Recent Advances in Natural Language Processing, 2007
 - [2] Speer, R. and Havasi, C., “Representing General Relational Knowledge in ConceptNet 5”, LREC-2012, ELRA, 2012
 - [3] Speer, R., Havasi, C., Lieberman, H., “AnalogySpace: Reducing the dimensionality of common sense knowledge”, AAAI, AAAI Press, 2008
 - [4] Sternberg, R. J. and Lubart, T. I. . The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), editor, Handbook of Creativity, Cambridge University Press, 1999
 - [5] Boden, M. A., “The creative mind: Myths and mechanisms.”, George Weidenfield and Nicholson Ltd., 1990
 - [6] Finke, R. A., Ward, T. B., and Smith, S. M., “Creative Cognition: Theory, Research, and Applications”, The MIT Press, Cambridge, MA, 1992, (小橋 康章訳, 創造的認知, 森北出版, 1999)
 - [7] Osborn, A., Applied imagination., Charles Scribner’s Sons, 1953
 - [8] Diehl, M., Stroebe, W., “Productivity loss in brainstorming groups: Toward the solution of a riddle”, Journal of Personality and Social Psychology, Vol53, No.3, pp.497-509
 - [9] Nicholas W. Kohn, Steven M. Smith, “Collaborative fixation: Effects of other’s ideas on brainstorming”, Applied Cognitive Psychology, 2010
 - [10] Allan M. Collins, M. R. Quillian, “Retrieval time from semantic memory”. Journal of verbal learning and verbal behavior 8 (2), 240-247, 1969
 - [11] Allan M. Collins, Elizabeth F. Loftus, “A spreading-activation theory of semantic processing”, Psychological Review 82: 407-428, 1975
 - [12] 中原和洋, 山田茂雄, 「日本でのコモンセンス知識獲得を目的とした Web ゲームの開発と評価」, ユニシス技報, 日本ユニシス, Vol.30 No.4 通巻 107 号, 2011 年
 - [13] 中原和洋, 「コモンセンス知識獲得を目的としたソーシャルゲーム “日本人検定”」, ユニシス技報, 日本ユニシス, Vol.32 No.4 通巻 115 号, 2013 年 3 月
 - [14] 中原和洋, 「コモンセンス知識ベースを用いた推論の性能評価」, ユニシス技報, 日本ユニシス, Vol.35 No.2 通巻 125 号, 2015 年
 - [15] Havasi, C., Speer, R., Holmgren, J., “Automated Color Selection Using Semantic Knowledge”, AAAI Fall Symposium: Commonsense Knowledge, AAAI, 2010
 - [16] Guilford, J. P., “The nature of human intelligence”, New York, NY: McGraw-Hill, 1967
 - [17] Akbari Chermahini S., Hommel B., “The (b)link between creativity and dopamine: spontaneous eye blink rates predict and dissociate divergent and convergent thinking.”, Cognition 115, 2010
 - [18] Ueda Y., Tominaga A., Kajimura S., Nomura M., “Spontaneous eye blinks during creative task correlate with divergent processing.”, Psychol Res., 2015
 - [19] Bilalić M., McLeod P., Gobet F., “Why good thoughts block better ones: the mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect.”, Cognition, 2008
 - [20] 田多英興, 山田富美雄, 福田恭介, 「まばたきの心理学」, 北大路書房, 1991 年 1 月

執筆者紹介 中原和洋 (Kazuhiro Nakahara)

2004 年日本ユニシス(株)入社. システム連携技術の主管部門にて各種システム開発プロジェクトに従事. 2008 年より R&D 部門にて, 主に知識処理, 創造活動支援の研究開発に従事.

