

発散的思考の柔軟性評価のための 代替用途テストで提示する題目の検討

深田 龍之介^{*1} 上田 樹美^{*1} 石井 裕剛^{*1}
下田 宏^{*1} 大林 史明^{*1}

Consideration of the Objects to be Presented in the Alternative Uses Test for the Evaluation of Flexibility of Divergent Thinking

Ryunosuke Fukada^{*1}, Kimi Ueda^{*1}, Hirotake Ishii^{*1},
Hiroshi Shimoda^{*1} and Fumiaki Obayashi^{*1}

Abstract – In recent years, creative thinking has been attracting attention. Although alternative use tests are often used as a method to evaluate divergent thinking which is one of creative thinking, their performance is greatly influenced by the experience and knowledge of the presented objects, and may not be suitable for intra-participant comparison. In this study, we investigated a method to evaluate fluency and flexibility based on responses to an alternative use test, and then conducted an experiment to determine the optimal combination of four objects for an intra-participant comparison of flexibility among eight preselected objects. Based on the results of the experiment, the combination with the lowest variance of the mean of flexibility and the least number of overlapping idea groups was selected as the best four objects for intra-participant comparison of flexibility.

Keywords : intellectual productivity, creativity, divergent thinking

1. はじめに

我が国は目指すべき未来社会の姿として Society 5.0 を掲げており、サイバー空間 (仮想空間) とフィジカル空間 (現実空間) を高度に融合させたシステムによって、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会の実現を目指している [1]。このような社会を目指していく過程で、ロボットの自動制御や人工知能など様々な技術によって暮らしがますます豊かになっていくことが期待される。一方で、多くの人々の仕事はこれらの技術の発展によって代替されてしまうという懸念もある。株式会社野村総合研究所の試算によると、10年後から20年後に日本の労働人口の49%が従事する職業がロボットや人工知能により代替可能であるとの推計結果が得られている [2]。このような理由から、昨今ではロボットや人工知能によって代替することが難しい作業の1つである創造的思考が重要視されてきている。

Guilford は創造的思考を、ひとつの概念や考えから多種多様なアイデアを生み出す発散的思考と、多種多様なアイデアからひとつのアイデアに収束させていく収束的思考に大別した [3], [4]。創造的思考を進めるためには、この発散的思考と収束的思考を明確に区分して行うことが重要であり [5], Guilford はアイデアを生み

出す過程である発散的思考をより重要視している [3]。

発散的思考のパフォーマンスを向上させる手法に関する研究がこれまで多く実施されてきた。飲酒者の発想を生かす手法 [6]、思考者の盲点を見つける手法 [7]、ブレインストーミング法 [5] や NM 法 [8] などの発想法に関する研究など、その提案手法は多岐にわたる。発散的思考のパフォーマンスの向上に関する研究では、発散的思考のパフォーマンスをどのように評価するかが重要であり、Torrance が考案した質問・推量テスト、製品改良テスト [9] や、Barron が考案した不完全図形テスト [10] など様々な発散的思考の評価課題が検討されてきた。中でも代表的な発散的思考の評価課題は Guilford が考案した代替用途テスト (Alternative Uses Test, 以下 AUT) [11] である。AUT は提示された身近なモノの本来とは異なる使い方のアイデアをできるだけ多く回答する課題である。本研究ではこの AUT に着目し、以降、提示されるモノを「題目」と表記する。例えば、題目として「スポンジ」が提示された場合、本来の使い方は「洗浄などの用途に用いる」などであるが、本来とは異なる使い方としては「生け花の土台とする」、「家具で床が傷つくのを防ぐための緩衝材とする」などがある。回答については次の3つの指標で評価する [12] [11]。

流暢性 (fluency) : 重複がないアイデアの個数。

柔軟性 (flexibility) : 重複がないアイデアの種類数。

*1: 京都大学大学院 エネルギー科学研究科

*1: Graduate School of Energy Science, Kyoto University

独創性 (originality) : アイデアの希少度合い。

課題への回答に要する時間が短く、評価が比較的容易であるという理由から、AUTは多くの研究で用いられてきた。しかしAUTは提示する題目に関する個人の経験によってパフォーマンスが大きく異なる可能性があり、比較実験など複数の条件下でAUTを実施する場合、条件間の違いよりも、題目の違いが回答に与える影響が大きくなってしまふ可能性がある。これらの理由から適切な題目を選ばなければAUTは参加者内比較に適さない。すでにGuilfordによっていくつか提示する題目の例が提示されている^[1]が、文化や時代が異なれば、題目に対する身近さや経験は大きく異なる可能性があり、このことについて現代の日本において検討した研究はない。そこで本研究では、各評価指標や提示する題目に関して検討を行った後で、大学生、大学院生を対象にAUTを行い、柔軟性に着目して題目を選定する。本実験はAUTに関する実験をもとに、柔軟性の参加者内比較に適した題目を選定することを目的とする。

2. 各指標の評価方法および題目に関する検討

2.1 流暢性および柔軟性の評価方法

本研究では独創性については除外し、AUTの回答数、流暢性、柔軟性の3つの指標を評価し比較した。以下では、回答数、流暢性、柔軟性の評価の手順について述べる。まず各アイデアがAUTの回答として適切かどうかを判断する。適切なアイデアとする基準を表1に示す。この表1の3つの基準を全て満たしたアイデアのみを適切なアイデアと判断する。次に適切と判断されたアイデアについて、表2に示す3つの観点から分類する。この3つの観点からの分類が全て同じアイデアを同じ種類のアイデアとみなす。また本研究では、同じ種類のアイデアとされたアイデアの集合を「アイデアグループ」と表記する。各アイデアに関する最終的な評価から、AUTの各題目のアイデアの個数を回答数、適切であると判断されたアイデアの個数を流暢性、アイデアグループの数を柔軟性の評価とした。

2.2 提示する題目の検討

実験で選定する題目の数は4つを想定した。これを考慮してあらかじめ以下の3つの項目を基準に、8つの題目を選定した。

- 多くの人が名前を聞いただけで形状を想像できるもの。
- 日常的に頻繁に使う、あるいは使ったことがあるもの。
- それぞれの形状や素材が似ていないもの。

表1 適切なアイデアとなる基準
Table 1 The Criteria for an Appropriate Ideas.

1:	本来の使い方ではないアイデアであり、その題目の特徴を生かしていること。
2:	同じ題目に対して、その参加者が回答した他のアイデアと内容が重複していないこと。(重複している場合は、内容がより具体的である方を有効なアイデアとする。)
3:	評価者から見て、記入されている内容が想像できる程度に具体的であり、意味不明ではないアイデアであること。

表2 アイデアを分類する観点
Table 2 Perspectives for Classifying Ideas.

1:	そのアイデアは題目を「そのまま」使っているか、または「材料」として使っているか。
2:	そのアイデアはどのようなモノの代替、または模倣として使っているか。
3:	そのアイデアは提示された題目をどのように使っているか。

選定の結果、8つの題目は割り箸、紙コップ、レジ袋、ペットボトル、段ボール、縄跳び、下敷き、新聞紙とした。また選定の途中で候補に挙げられた、フォーク、スポンジの2つをAUTの例題で提示する題目とした。

3. 題目選定のための実験

3.1 目的

発散的思考の柔軟性の参加者内比較に適した題目を選定することを目的に実験を行った。この実験では2.2節で用意した8つの題目に関してAUTを実施し、回答数、流暢性、柔軟性の3つの指標で評価した上で、柔軟性のばらつきが最も小さくなる題目を4つ選定する。

3.2 概要

本実験では実験参加者が評価課題としてAUTを行った。AUTは例題と本題を行った。例題では2つの題目を、評価対象となる本題では8つの題目を提示した。AUT終了後、提示した題目の難易度に関するアンケートを実施した。実験終了後、3名の評価者でAUTで得られたアイデアについて回答数、流暢性、柔軟性およびアンケート結果を評価した。なお、本実験は京都大学大学院エネルギー科学研究科の人を対象とする研究倫理委員会の承認を得て実施した

3.3 実験手順

実験は2021年12月9日から2021年12月13日の期間で実施した。実験は1人ずつ行った。実験のプロトコルを表3に示す。参加者は実験に関する説明を受けたのち、例題として2つの題目でAUTを行い、さらに本題として8つの題目でAUTを行った。題目は2.2節で定めたものを提示した。制限時間は例題、本題どちらも1つの題目あたり4分間とし、各題目間に

表 3 題目選定実験のプロトコル
Table 3 Protocol of the Experiment.

開始時間 (分)	所要時間 (分)	内容
0	10	実験の説明
10	10	例題 (2 問)
20	40	本題 (8 問)
60	10	アンケート

は 45 秒の休憩時間を設けた。また先に提示された題目が後から提示された題目のヒントとなることが予想された。そこで本題では題目の提示順による影響を排除するため、ラテン方格を参考に題目の提示順に関してカウンターバランスをとった。なお例題では参加者全員に対してフォーク、スポンジの順で題目を提示した。課題終了後、AUT の各題目についての難易度とその理由を問うアンケートを実施した。

3.4 評価

実験で計測する項目と、どのように評価を行ったかについて述べる。本実験では AUT の回答数、流暢性、柔軟性の 3 つの指標を 2.1 節の方法に従い評価した。評価は筆者と、筆者と同じ研究室に所属する修士課程の学生 2 名の計 3 名で行った。評価者の 3 名は各アイデアに関して表 4 に示す形式の表を作成し、あらかじめ独立に各アイデアについて評価した。その後、3 人の評価が異なったアイデアに関して議論を行った上で、最終的な評価を決定した。各アイデアに関する最終的な評価から、AUT の各題目のアイデアの個数を回答数、適切であると判断されたアイデアの個数を流暢性、アイデアグループの数を柔軟性とした。

また、主観評価として、本題で提示した各題目に対する AUT の難易度についてのアンケートを実施した。

3.5 実験環境

実験は京都大学吉田キャンパス総合研究 10 号館 233 号室にて実施した。実験風景を図 1 に示す。図 2 に実

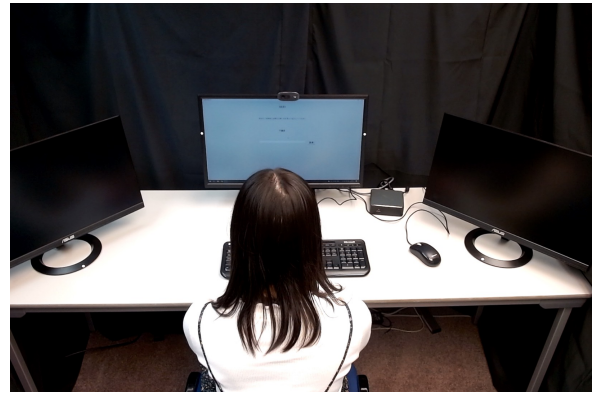


図 1 実験中の実験参加者の様子
Fig. 1 Scene during the Experiment.

単位 m

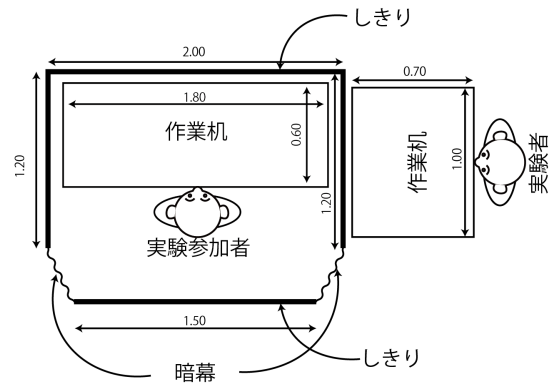


図 2 実験ブースのレイアウト
Fig. 2 Layout of the Experimental Booth.

験ブースのレイアウトを示す。実験参加者の周囲の物体が実験参加者の視界に入ってしまうと AUT のヒントとなり、実験結果に影響を与える可能性がある。そのため実験参加者の作業機の周囲に高さ 1.5m の仕切りを設置し、さらにその仕切りを黒い暗幕で覆った。なお実験者は実験参加者から見えない位置にある作

表 4 アイデア評価の例
Table 4 Examples of Idea Evaluation.

「割り箸」に関するアイデア					
実験参加者	アイデア	適切か	観点 1 [†]	観点 2	観点 3
参加者 (ア)	つかえ棒	○	そのまま	棒・くし	支える
参加者 (ア)	折る強さで力比べする	×			
参加者 (ア)	葉に刺してすりつぶす	○	そのまま	棒・くし	すりつぶす
参加者 (イ)	マジック道具	○	そのまま	小道具	遊ぶ
参加者 (イ)	輪ゴム銃	○	材料	銃	飛ばす
参加者 (イ)	骨格	○	材料	模型・人形	組み立てる
参加者 (イ)	植物を安定させる棒	○	そのまま	支柱	支える
参加者 (イ)	運試し道具	○	そのまま	棒・くし	くじ
参加者 (イ)	工作道具	×			
参加者 (イ)	人をたたく棒	○	そのまま	棒・くし	叩く
参加者 (ウ)	鉄砲づくり	○	材料	銃	飛ばす
参加者 (ウ)	マドラー	○	そのまま	棒・くし	混ぜる

[†] 表 2 のアイデアを分類する観点。

表7 各題目間の重複したアイデアグループの数
Table 7 Number of Overlapping Idea Groups between each Object.

	割り箸	紙コップ	レジ袋	ペットボトル	段ボール	縄跳び	下敷き	新聞紙
割り箸	-							
紙コップ	4	-						
レジ袋	0	7	-					
ペットボトル	3	10	3	-				
段ボール	4	7	6	8	-			
縄跳び	1	1	3	2	1	-		
下敷き	0	1	2	2	6	1	-	
新聞紙	2	3	4	4	8	1	4	-

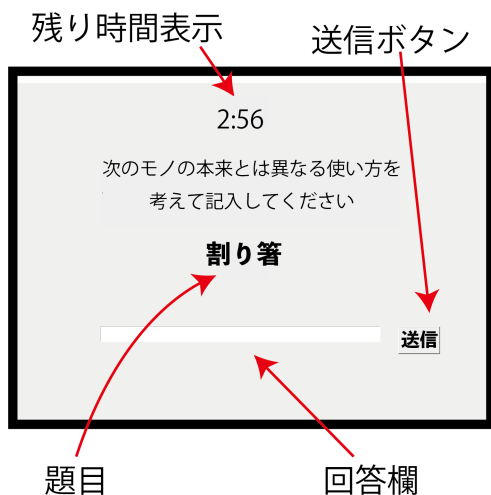


図3 タスクを行うアプリケーションの画面
Fig.3 Application Screen for the Task.

業机に着席し、実験参加者の様子を実験参加者の後部に設置したカメラを用いて観察した。実験参加者の作業机上のディスプレイについてはIOデータの23.8型ワイド液晶ディスプレイ(LCD-MF244EDSB)を用いた。ディスプレイの輝度は最大に設定した。実験環境の照明について、実験参加者の作業機の机上面照度が $1,720 \pm 10 \text{lx}$ 、色温度が $3,600 \pm 10 \text{K}$ となるように設定した。実験参加者は正面のディスプレイに表示された図3のような画面でAUTを実施した。画面には題目が提示され、実験参加者は画面中央の欄にアイデアをキーボードで記入し、送信ボタンでアイデアを1つずつ送信した。

3.6 実験参加者

実験参加者は、京都大学に在籍する20歳から24歳の大学生・大学院生の8名であった。全ての参加者は母語が日本語であり、キーボードを使って文字を入力することができた。以下では実験参加者8名をそれぞれ実験実施順に参加者1、参加者2などと呼ぶ。

4. 結果・考察

実験参加者8名全員の結果を解析対象とした。題目ごとの回答数、流暢性、柔軟性の平均値と標準偏差を表5に示す。またアンケートの回答を表6に示す。段

表5 実験の各題目の評価指標の平均と標準偏差
Table 5 Mean and Standard Deviation of the Scores for each Object of the Experiment.

題目	回答数		流暢性		柔軟性	
	M.	S.D.	M.	S.D.	M.	S.D.
割り箸	5.13	1.88	4.25	1.88	4.00	1.60
紙コップ	5.63	1.41	5.25	1.41	4.88	1.13
レジ袋	4.50	1.41	3.88	1.41	3.13	1.25
ペットボトル	5.75	2.05	4.88	2.05	4.63	1.06
段ボール	6.38	1.99	5.50	1.99	5.50	1.93
縄跳び	5.00	2.00	5.00	2.00	4.75	1.90
下敷き	5.25	1.75	5.00	1.75	4.63	1.51
新聞紙	7.00	2.45	6.50	2.45	6.38	2.07

表6 題目ごとの難易度に関するアンケート結果
Table 6 Results of Questionnaire on Experiment.

題目	比較的簡単だと感じた参加者数	比較的難しいと感じた参加者数
割り箸	0	1
紙コップ	0	2
レジ袋	2	3
ペットボトル	2	2
段ボール	2	1
縄跳び	2	4
下敷き	3	3
新聞紙	5	0

ボールはアンケートでは簡単と回答した参加者が最も多く、回答数、流暢性、柔軟性の平均値も最大となった。縄跳びはアンケートでは難しいと回答した参加者が最も多かったが、回答数、流暢性、柔軟性の平均値は最小ではなかった。アイデアを評価している際に、ペットボトルと紙コップで似たアイデアが散見されたため、題目間で重複したアイデアグループの数を調べた。その結果を表7に示す。表7より「ペットボトル、紙コップ」、「ペットボトル、段ボール」、「段ボール、新聞紙」はアイデアグループの重複が特に多いことがわかった。

以上の結果をもとに柔軟性の参加者内比較に適した題目を4つ選定した。題目は柔軟性の平均値の分散が小さくなるように選定することにした。また題目間で重複したアイデアグループが多いと、先に提示された題目が後から提示される題目の柔軟性に影響する可能

表 8 柔軟性の平均値の標本分散が最小となる題目の組み合わせ
 Table 8 Combination of Objects with the Smallest Sample Variance of the Mean of Flexibility.

題目の組み合わせ	アイデアグループの重複が多い組み合わせ	柔軟性の平均値の分散
紙コップ, ペットボトル, 縄跳び, 下敷き	含む	1.07×10^{-2}
割り箸, ペットボトル, 縄跳び, 下敷き	含まない	8.59×10^{-2}
割り箸, 紙コップ, ペットボトル, 下敷き	含む	7.32×10^{-2}
割り箸, 紙コップ, ペットボトル, 縄跳び	含む	1.13×10^{-1}
割り箸, 紙コップ, 縄跳び, 下敷き	含まない	1.13×10^{-1}
紙コップ, ペットボトル, 段ボール, 縄跳び	含む	1.13×10^{-1}

性がある。そのため重複したアイデアグループの数が多し、「ペットボトル, 紙コップ」, 「ペットボトル, 段ボール」, 「段ボール, 新聞紙」の3つの組み合わせを含まない4つの題目を選ぶことにした。柔軟性の平均値の分散が小さくなる組み合わせを表8に示す。柔軟性の平均値の分散が最小となる題目の組み合わせは「紙コップ, ペットボトル, 縄跳び, 下敷き」であった。しかしこの組み合わせはアイデアグループの重複が多い「紙コップ, ペットボトル」の組を含むため採用しなかった。次に柔軟性の平均値の分散が小さくなる「割り箸, ペットボトル, 縄跳び, 下敷き」の組み合わせに注目すると、この組み合わせはアイデアグループの重複の多い題目の組を含まず平均値の分散も比較的小さい。ゆえに「割り箸, ペットボトル, 縄跳び, 下敷き」をAUTで提示する題目として選定した。

5. 今後の予定

今後、参加者を30名程度まで増やして同様の実験を行い、題目の選定を再度行う予定である。また今回の実験ではAUTの回答を人が事前に定めた基準に従って分類したが、8名の参加者の回答の評価でも約半日かかる。今後、参加者数を増やして実験を行った場合、評価に時間がかかりすぎると、評価が公平なものでなくなる可能性が高まるため、自然言語処理の技術を用いた柔軟性の自動評価についても検討中である。

また本研究では評価していない独創性についても、発散的思考を評価する上では重要な指標であり、独創性に着目した題目の選定も検討する必要がある。

参考文献

[1] 内閣府ホーム・内閣府の政策・科学技術政策・Society5.0 (2022年6月21日現在)
https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/

[2] 株式会社野村総合研究所・日本の労働人口の49%が人工知能やロボット等で代替可能に (2022年6月21日現在)
https://www.nri.com/-/media/Corporate/jp/Files/PDF/news/newsrelease/cc/2015/151202_1.pdf

[3] Guilford J.P. : The nature of human intelligence. New York, McGraw-Hill(1967).

[4] 日本創造学会・創造性関連ワード集・発散的思考 (divergent thinking) (2022年6月21日現在)
<https://keyword.japancreativity.jp/applied/divergent-thinking-2/>

[5] 高橋：新編 創造力事典, 日科技連出版社 (2002).

[6] 下村, 高島, 西本：飲酒社の発想を活用する発散的思考技法の提案, 情報処理学会インタラクション論文集, **Vol.2p-73**, pp.741-745(2020).

[7] 長谷部, 西本：思考者の盲点を発見し活用する発散的思考技法, 情報処理学会研究報告, **Vol.2015-GN-94**, No.8, pp.1-7(2015).

[8] 日本創造学会・主要な創造技法 (2022年6月21日現在)
<http://www.japancreativity.jp/category/nm.html>

[9] Torrance, E. P. : Guiding creative talent. Prentice-Hall, Inc(1962).

[10] Barron F. X. : The Psychology of Imagination, Scientific American, **Vol.199**, pp.151-168(1958).

[11] Guilford, J. P., et al : Alternate uses. Form A. Berverly Hills, CA: Sheridan Supply, (1960).

[12] Torrance E.P. : The nature of creativity as manifest in its testing, The Nature of Creativity(1988).