

困難な経験の類推を活用した創造活動支援

Creative Thinking Using Analogy of Difficult Experiences

高木俊輔¹ 大澤幸生¹

Shunsuke Takagi¹, Yukio Ohsawa¹

¹ 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻

¹Dept. of Systems Innovation, Grad. School of Eng., the University of Tokyo

Abstract: The purpose of this research is to prove that analogizing difficult experiences is useful for solving quite another problem. Difficult experiences are defined a group of vivid constraints that is made by trial and error. This research analyzes the effect of analogizing difficult experiences, and proposes a creativity support system using the knowledge.

1. はじめに

ものづくりの成否を決める要因として、いかに機能や要素を組み合わせるかという問題が存在する。新旧に関わらず必要な技術を必要だけ用意し、それを市場のニーズを十二分に汲み取った企画、開発、製作者が、自身の内にあるロジックで高度に統合したときに、ものづくりは成功するのである。

本研究の目的は、洗練された統合を可能にする、創造活動を支援することにある。特に、自身が体験した困難な体験を類推のベースとして全く別の課題を解くことで、人は良質な創造活動を行えることを証明する。

数ある創造活動支援の研究のなかでの新規性は、創造活動において、困難な体験からの類推を取り上げたところにある。困難な体験には、人が問題解決をする中で、取り巻く環境因子、原因、結果などの制約条件が構造化されて記憶されていると考えられる。過去に経験した困難なエピソードを類推することは、創造活動に寄与するであろう。

本研究では、困難な経験の創造活動における重要性を示すとともに、類推で創造活動の行われる過程のモデル化し、そして創造活動に有益な困難の条件を分析する。困難の分析は、具体的には、創造活動に影響を与える良質な困難の抽出や困難の種類を分別する。特に困難の抽出は、困難を自伝的記憶のひとつとして捉え、感情によって記憶された知識を引き出すことに焦点を当てている。

また、困難の類推による創造活動支援システムの提案と評価を行う。開発したシステム: DiAna (Analogy with Difficulty)は、前半の実験で得られた知見を元に、良質な困難を抽出して、それを類推しやすい環境で創造活動を行うことを主眼においている。

2. 先行研究と本研究の位置付け

2.1 先行研究

本研究は、個人が経験した困難な体験を類推することで、創造活動に役立てるものである。関連する先行研究としては、大きく4つに分けることができる。

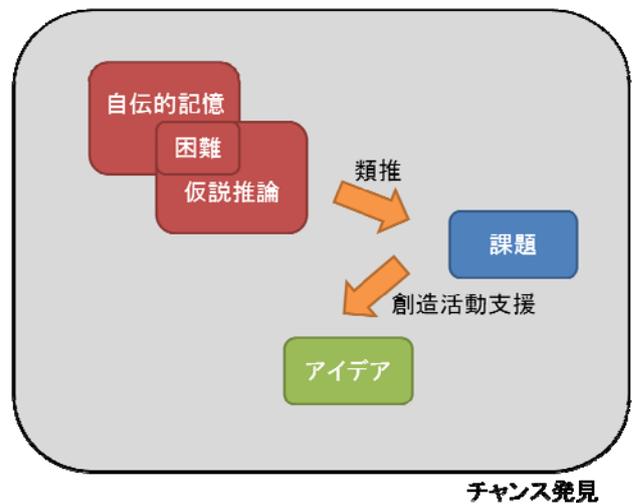


図1 本研究と先行研究の関係

そのうち2つは、困難の定義付けに寄与する。1つは個人の感情的な記憶である、自伝的記憶に関する研究であり、もうひとつは、困難な体験の構造を明確化する仮説推論の考え方である。総合すると、困難な経験とは、感情によって記憶された、高密度な制約の集合体と定義することができる。

この困難な体験を類推によって別の課題の解決に利用するのが本研究の目的であり、その際に、類推

のメカニズムを抑えておく必要がある。類推は3つ目の大きな先行研究であり、[Gentner 1983]による構造写像理論(Structure Mapping Theory)を採用する。困難の類推により、目的である、課題解決のためのアイデアが生成される。本研究は創造活動支援の研究であり、他の支援法との違いを比較する必要がある。これが4つ目の先行研究である。

また、本研究を位置づける上で欠かせないのが、チャンス発見(Chance Discovery)である。チャンス発見においてチャンスとは、「意思決定において重要な事象・状況」のことを指す。不確実な未来を可視化し、意思決定に作用する要素を抽出し、描かれうるシナリオを解釈することに努める。

これらの先行研究を困難な経験を軸にひとつにまとめたのが、本研究の新規性といえる。

2.2 困難の定義

当研究においては、困難を、**制約が高度に構造化された集合体**として定義する。

ある問題に対して解決策Aでは失敗したが、今回は諦めずに新たな解決策Bをもって再び困難に挑戦したとする。このとき、前回と何が変わるだろうか。

ひとつは、困難に対する理解である。ただ漠然と達成不能な困難として捉えるのではなく、背後に潜むなんらかの制約を見つけているはずである。制約とは、困難を引き起こしている原因や取り巻く環境、解決策を実行した場合の新たな制約などのことを指す。

また、解決策は、困難の制約を充足する方法を選び抜いているはずである。その様子を図2に示す。

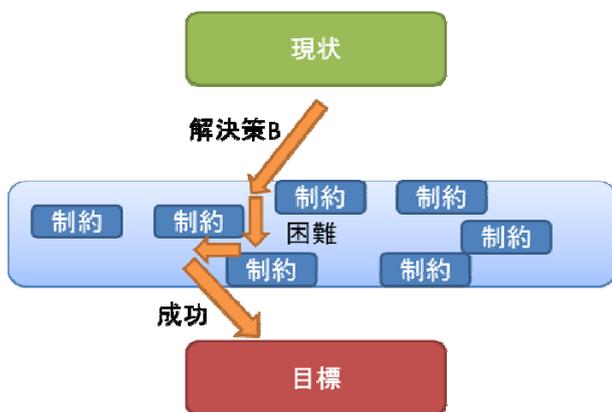


図2 困難

本研究の新規性は、困難な経験が制約の集合体であると捉えて、類推によって、全く別の問題解決に役立つと示すところにある。

3. 困難の類推による創造活動支援のモデル

第2章の先行研究を元に、困難を生かして課題解決の類推を行う創造活動支援法のモデルを提案する。モデルは、3つのパートから構成されている。「困難の選択」「困難の掘り起こし」「課題との類推」の3つである。

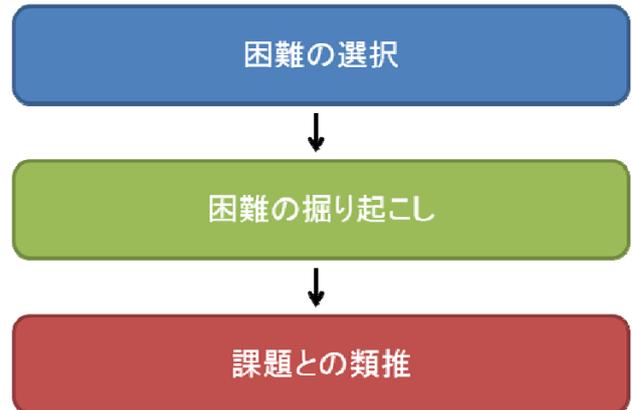


図3 提案手法のフローチャート

困難の選択では、使用する困難を設定する。ここで発想に使用する困難を1つに定めるのは、同時に複数の困難を扱うのが難しいからであり、また、次のプロセスで1つの困難に対して集中的に記憶を遡る時間を確保するためである。

困難の掘り起こしでは、類推する前に、埋もれた記憶をできるだけ具体的に思い出す。これは、課題を与えてから掘り起こし作業を行うと、課題に関連する内容の掘り起こしに終始してしまい、異なる概念の組み合わせが起きにくくなるのを防ぐ狙いがある。より詳細な困難の制約構造を呼び起こすことが重要になる。

最後に、課題との類推では、ここまでで得られた困難の構造を元に、全く別の課題解決に取り組み、アイデアを創出する。以上の手法により、創造活動の支援を行う。

4. 実験1: モデルの評価

4.1 実験の設定

実験の目的は、困難な経験の類推が創造活動に活用できるとする、本研究の柱となる仮説を証明することである。アイデアの質を数値評価するとともに、困難な体験からアイデアが創出されるまでの過程の

定性的な分析を行う。

提案する創造活動支援モデルに従って、以下の手順で実験した。被験者は、大学院生 30 名である。

1. 困っている (いた) ことについての質問

1. 困っている (いた) ことは何ですか
2. 解決を困難にしている (いた) 要因を、青のポストイットに書けるだけ書いて下さい
3. 解決のために行っている (いた) ことを、緑のポストイットに書けるだけ書いて下さい。問 2 との関係は意識しなくて結構です。
4. 解決した場合、最終的に、何によって解決しましたか

3. 課題の提示

課題と、課題に関する A41~3 枚程度の簡単な文章を提示する。被験者 30 名のうち、15 名は課題 A、残りの 15 名は課題 B に取り組んだ。また、それぞれのうち 5 名を比較対象群として、困難に関する質問は行わず、課題の提示から実験を始めた。

課題 A 格安のオンライン英会話の事業主が、事業を発展させるためのアイデア

課題 B 電機メーカーによる、新しいテレビのアイデア

4. 困難と課題の類推

ポストイットに記入した困難な体験をもとに、課題のアイデア発想を行う。困難の要因を示す青いポストイットと、困難の解決策を示す緑のポストイットを自由に動かし、組み合わせ、課題に有益なアイデアを模索する。

比較対象群には、困難のポストイットはない。時間は 15 分程度で、思いついたことは赤のポストイットに記入し、完成したアイデアは、大きな赤のポストイットにまとめる。その際、使用した困難やメモのポストイットは、アイデアのポストイットに貼っておく。実験中の作業風景は、図 4 に載せる。

5. アイデアの評価

実験後、アイデアの評価を行う。アイデアは 5 段階評価で、新規性、有用性、実現性の 3 項目に対して評価を行う。また愛着がある (人に薦めたいと思う) アイデアがあれば、印をつける。

新規性、有用性、実現性に関する評価は、実験後、他者からの客観的な評価も行う。評価の分散が比較的小さいことから、今回は 3 名による評価を平均したものを使用する。

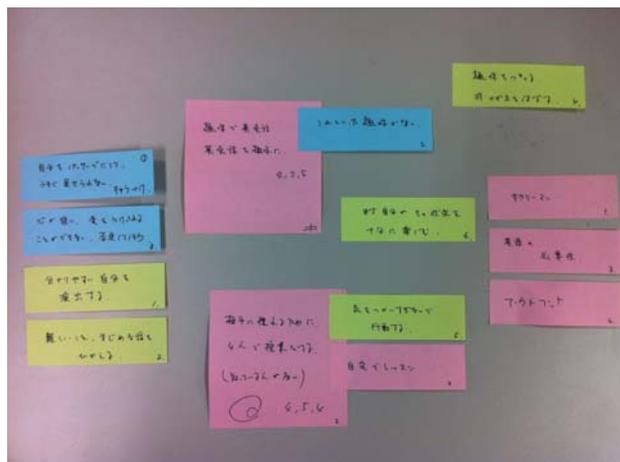


図 4 実験 1 での実験風景

4.2 アイデアの量

本実験では、30 人の被験者から計 111 のアイデアを得られた。本研究ではアイデアの質を高めることを目的とするが、アイデアの量に対しても成果が確認された ($t = 2.3, df = 28, p < .05$)。困難な経験を使用した場合は 1 人あたり 4.0 個、使用しなかった場合は 2.7 個となり、1.5 倍のアイデアが創出されたことになる。

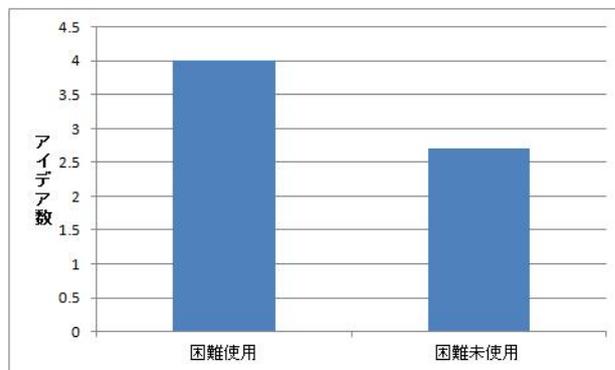


図 5 困難使用によるアイデア数

この差は、「新しいテレビ」を課題としたときに大きく開いた。テレビは、発明されて凄まじい改良を重ねられてから時間が経ち、製品の変化に落ち着きが見られる。アイデアが創出しにくいテーマといえる。実際「新しいテレビ」の実験中は、困難を使用しない被験者では、従来の既成概念に捕らわれて、新しい発想に移ることができない場面が多々見られた。

対して困難を使用する被験者では、全く別の要素を加えることで、既成概念に捕らわれない、全く新しいテレビを創出に成功した。例えば、「朝起きるの

が辛い」から「テレビの待機時間を活用する。テレビを見ていないときに、時刻や天気、WEBなどの情報を省電力で表示する」アイデアや、「語学で周りの話についていけない」から「受け手のレベルに合わせて字幕表示が切り替わるテレビ」などが創出された。

4.3 アイデアの質

アイデアの質は、新規性、有用性、実現性について、各5段階で評価し、3値の算術平均をアイデアの総合的な評価とする。5が「よい」、1が「悪い」の5段階である。評価者は発案者であり、以後断りが無い限り、発案者による評価を用いる。これは、本実験がアイデアの創造を対象に扱っており、発案者が評価するアイデアが高いものが、次のフェーズであるアイデアの補強及び実行に結びつきやすいと考えたためである。

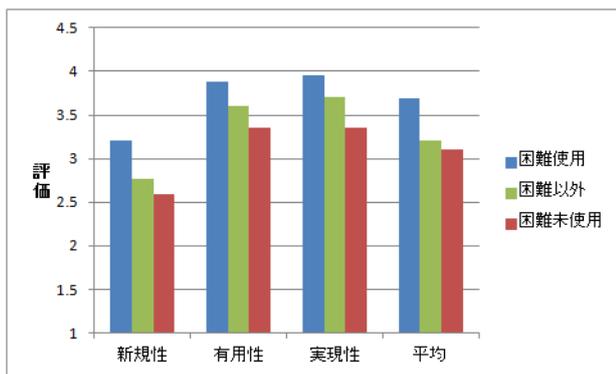


図6 困難使用によるアイデアの質

新規性 ($t = 2.3, df = 109, p < .05$)、有用性 ($t = 2.3, df = 109, p < .05$)、実現性 ($t = 2.3, df = 109, p < .05$)、平均 ($t = 2.3, df = 109, p < .05$) の全てで、困難の使用がアイデアの質の向上を裏付ける結果が得られた。3値が伸びた要因は、それぞれ下記の理由が考えられる。

新規性は、課題とは全く異なる困難な体験を類推することによって、新たな概念を取り込むことに成功していると思われる。有用性、実現性については、制約の集合体としての困難が、より具体的なアイデアの創出につながっていると考えられる。具体的なアイデア形成のプロセスへの考察は、後述する。

また、今回は困難から類推したものと困難以外から類推したものに分けて比較した。図の青と緑の棒が当たる。こちらの方に関しても、困難使用が上回る結果となった。

4.4 困難の類推の分類

最後に、4章で最も価値のある発見である、困難における類推を分類する。同時に得られたアイデアの定性的な評価も行う。

本研究が採用する類推のモデルである構造写像理論は、類推における類似性の解釈が2つ存在すると提唱した。

- 表層的類似性 (surface similarity)
ベースとターゲットに含まれる要素によって特徴づけられる類似性。対象の属性や1次の関係による類似性が見受けられる。
- 構造的類似性 (structural similarity)
ベースとターゲットに含まれる構造によって特徴づけられる類似性。1次の関係や高次の関係による類似性が見受けられる。

この区分は、本研究で得られたアイデアの分類に対しても有効で、ベースである困難の単語や要素をターゲットである課題に組み込む表層的な類似性によるアイデアと、困難の制約構造を課題に対して転写することで創出されたアイデアの2通りが見受けられた。加えて今回の実験結果では、表層的類似性の中に、さらに2つの型に区分できるように見受けられた。

2つの型はどちらも、表層的な単語や簡易構造による類推には違いない。ただし、ターゲットである課題に写像される位置付けが異なっている。ターゲットにある課題に新たな概念(単語であることが多い)加えるものと、ベースである困難で、困難たらしめていた原因のひとつをターゲットに写像するものがある。

それぞれ、組み合わせ型、課題解決型と命名する。さらに構造的類似性による発想を、構造転写型と呼ぶことにする。3つの型について違いを表にまとめる。

型	構造写像理論	類推されるもの
課題解決型	表層的類似性	困難の原因
組み合わせ型	表層的類似性	単語や概念
構造転写型	構造的類似性	困難の制約構造

表1 困難の類推における発想の型

それぞれの例も取り上げる。課題は、「オンライン英会話事業を拡大するアイデア」である。

- 課題解決型

ベース：目標が得られない

ターゲット：英会話ができることによって実現する未来を提示する

困難の原因を解決するアイデアが提示された。

・組み合わせ型

ベース：研究が進まない

ターゲット：生徒が理解できない論文・資料・映画・小説を翻訳してくれるサービス

研究から「論文」という単語が、オンライン英会話サービスに組み合わせさせた。

・構造転写型

ベース：食事に行こうとして外に出て、そこにカサをさした人がいるのを見た

ターゲット：人がオンラインスクールを使っているシーンをTVやGoogleのバナーに登場させ、自分にとってもそれが必要であることを気づかせる仕組みをつくる。

次に、これら3つの型の定義に従って、それぞれのアイデア数を比較する。図4.12に結果を示す。アンケート調査で得た「愛着」の評価項目を使用した。アイデアは愛着のあるものを赤、ないものを青で表示し、全体は赤と青の合計となっている。

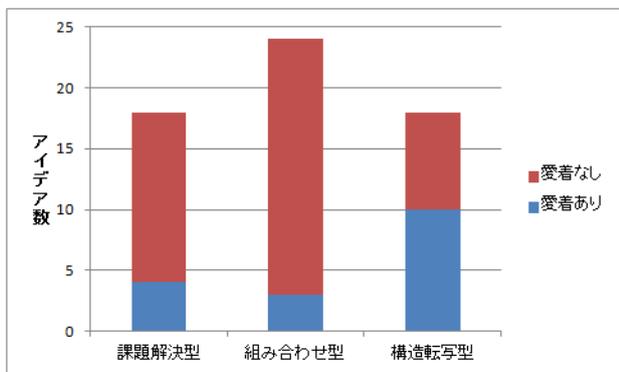


図7 発想の型とアイデア数

アイデア数は、課題解決型が18個、組み合わせ型が24個、構造転写型が18個で有意となる差は得られなかった。どの型が発想されやすいというのはないと考えられる。ただし困難と課題の概念距離の項で考察した通り、困難と課題で内容が似通っている場合は、課題解決型が多くなるなど、条件によってある程度の変動はある。困難を発想支援に生かすのが当研究のメインテーマであるが、その観点で言えば、条件設定が変わっても3つの型によって無難に発想できるのは大きな利点であるといえる。

構造写像理論によると、表層的な類推は発想の前半で行われ、構造的なものは後半に影響してくるといえる。今回は時間によるアイデアの分析は行わなかったが、多くは、課題解決型、組み合わせ型、構造転写型の順で発案がされたと推測される。先に説明した通り、困難と課題における概念距離が近い場合、最初の2つに捕らわれて、構造転写には進むことが難しい。

愛着の有無に関しては、明らかな差異を見つけることができる。構造転写型ではアイデアのほぼ半数に対して愛着が生まれており、他の2つの型を大きく引き離している。これは構造的類似性の性質に依るものであると考えられる。構造的類似性は、発案までに時間がかかり、それゆえに妥当性の高いアイデアが生まれるとされる。このことが、アイデアに対する納得感につながり、構造転写型における愛着の高さに結びついたのでと考えられる。

5. 困難の類推による創造活動支援

システム：DiAna

5.1 DiAna

DiAnaは、困難の類推 (Analogy with Difficulty) による創造活動を支援するシステムである。困難の類推から創造活動までの流れは、3章のモデルとほぼ同じである。機能を不用意に追加することを避けることで、これまで得られた知見からの考察を可能にしている。また細部では、実験1の結果を生かし、より質の高い困難を抽出する指示や、システムだからこそできる機能を追加している。



図8 DiAna

5.2 DiAna によるアイデアの質

DiAna の評価実験を大学院生 16 名を対象に行なった。アイデア発想の課題は、「新しい文房具」とした。アナログ手法の結果と比較することで DiAna の有効性について検証する。比較用のデータは実験 1 のものを用いる。

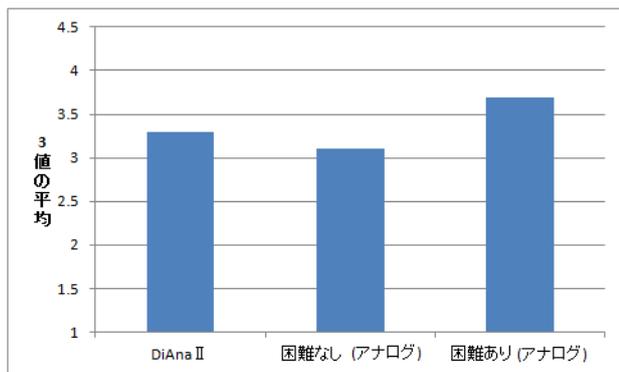


図 9 DiAna によるアイデアの質

3 値の平均は、本実験で使用する「新規性」「有用性」「実現性」の 3 つについて 5 段階評価したものを算術平均行ったものになる。図から分かる通り、DiAna II の困難なし (アナログ) への優位性 ($t = 1.60, df = 74, p < .05$) と、困難あり (アナログ) への劣性 ($t = 2.91, df = 117, p < .05$) が示された。DiAna が通常の思考を超えるパフォーマンスを発揮できることが分かるとともに、紙とペンによるアナログの実験に比べて困難を使った成果が落ちていることが言える。

アナログの場合に比べてアイデアの質が下がったその原因について考察したい。考えられるのは、困難を表現する上での情報が減少したことである。アナログでは、困難の要素を記入する際に、文字がもつ意味としての情報の他に、空間的配置や矢印による他の要素との関係、文字の綺麗さ、字の濃さなど、実に様々な情報が含まれていた。特に空間的配置と矢印は特に重要で、困難の構造的なつながりを見つけやすくなる 1 つの手がかりになったと考えられる。

6. まとめ

本研究では、困難な体験を全く別の課題に類推して活用することが、制約の観点から、創造活動に有効であることを証明した。また困難の類推過程を分析し、創造活動支援システム DiAna の提案を行った。得られた知見で特に有益なものをまとめる。

困難による創造活動の有意

- ・被験者の内にある困難な体験を引き出し、全く別の課題に対して類推を行うと、創造活動の量と質、愛着が向上する。

困難の質

- ・現在、抱えている困難であること
- ・困難が保持する制約は、詳しくなくてよいので多数掘り起こすとよい

類推過程の分析

- ・困難の類推には、課題解決型、組み合わせ型、構造転写型の 3 つが存在する

参考文献

- [1] D. Gentner, Structure-mapping: A theoretical framework for analogy, Cognitive Science, 1983
- [2] R. A. Finke, Creative Imagery: Discoveries and inventions in visualization, Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates, 1990
- [3] Chance Discovery” (書籍: 監修・編著) Springer Verlag (2003)
- [4] 榊美知子, 自伝的記憶の感情情報はどのように保持されているのか: 領域構造の観点から教育心理学研究, 2007