

概念創造に着目した類推思考プロセスの可視化技法

The concept formation in analogical thinking, introducing an artificial environment

中村潤*¹
Jun Nakamura

大澤幸生*²
Yukio Ohsawa

*¹ 東京大学
The University of Tokyo

*² 東京大学
The University of Tokyo

This paper examined the thought process on concept formation. The concept formation itself is essential in the domain of technical/skill transfer as we consider that its aspect includes motion, perception and thought, which might be different between experts and novices. We developed a web-based creativity support system that is expected to make players enjoy categorization of words in an analogical reasoning, so as to make batch of words to produce new concepts. The motion capture implies the possibility to support technical/skill transfer by way of comparison between experts and novices, in replacing given words subject to concerned domains.

1. はじめに

技術・技能の伝承をとらえるときに、モノに着目するかヒトに着目するかによって研究のアプローチは変わってくる。例えば、少年野球でバットの振り方のコツを明らかにするのか、振り方のコツに気づく認知のメカニズムを解明するのか、によって大きく異なるであろう。

本論では、モノよりもヒトに着目し、認知プロセスを探索することを目的としている。例えば野球の現場等では日々の練習をこなしている活動を通じて無意識のうちに手足が先に動くことがあるが、この練習方法は日々創意工夫や試行錯誤の積み重ねによって知覚・思考が活性化しているという仮説にたつ。産業のドメインにおける技術・技能の伝承に目を転じて、同じことがいえるであろう。

このような問題意識にたち、本論では認知プロセスの可視化技法を考慮に入れながら思考と動作の一定の関係を示し、技術・技能の伝承に向けた応用の可能性を考察する。

2. 実験のルール

2.1 実験の手順

本実験において準備した環境は、ランダムに選ばれた一般名詞が書き込まれている単語カード 20 枚を PC のディスプレイ上に用意し、デスクトップにおけるドラッグ操作によって単語カードを移動させることができる簡単なシステムである。画面イメージを図 1 に示す。被験者は、以下の操作を行う。

- 20 枚のカードをドラッグしながら、5 つ以内のグループに分類する。
- 各単語カードには 5 種類の色から 1 色を選択して着色でき、同じグループであれば同じ色を着色する。このとき、PC には各単語カードのグループに相当する色がデータとして記録される。
- 被験者が考えた文脈に応じて単語カードの持つ意味を入

力すると、それもデータに記録される。

- 得られた各グループに、被験者は概念名(「その他」は 5 グループへの分類を拒否しているため禁止)を付けて記入する(この概念名がデータとして記録される)。
- 全ての単語がいずれかのグループに属し、どのグループにも概念名が付与されたら終了。

この実験を学生(一部社会人も含む)12 名に対して 1 人当たり 2 回ずつ実施し、1 回目は分類の条件にヒントを与えず、2 回目は特定の社会的テーマ(環境)を考慮するようヒントを与えた。



図 1 画面イメージ

2.2 実験のコンセプト

前節で「その他」あるいは無名のグループの生成をあえて禁じたのは、人に負荷をかけることでかえって思考が活性化されると想定しているからである。即ち、20 枚の単語を分類すると、どのグループにも当てはめにくい単語カードが何枚が残ってもおかしくはない。しかし、残ったカードを全ていずれかのグループの概念と結びつけようとする、グループの編成をやり直し、図 2 のように新たな概念が創造される、という思考モデルである。

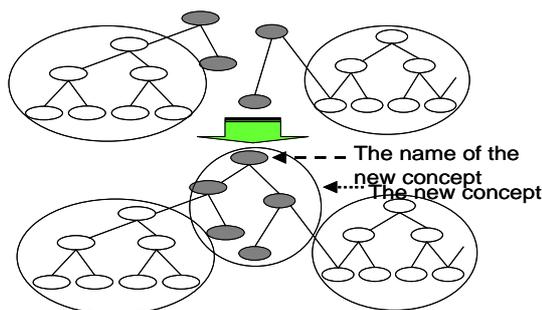


図 2 概念創造の思考モデル

*¹ 東京大学大学院 工学系研究科 技術経営戦略学専攻 博士課程 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1(ペリングポイント株式会社に勤務する), 電話 03-5841-2908, 電子メールアドレス tt077178@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

*² 東京大学大学院 工学系研究科 システム創生学専攻 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, 電話 03-5841-2908. 電子メールアドレス ohsawa@svs.t.u-tokyo.ac.jp

3. 概念の認識と単語の解釈

本実験における被験者の主な作業としては、単語カードを束ねたグループをコンピュータに認識させるために同じ仲間の単語カードを同色で塗る作業(概念の認識)、単語カードが例えば「リンカーン」であれば車なのか大統領なのかといった単語カードの意味入力(単語の解釈)、のいずれかである。図3にて概念の認識と単語の解釈に関して、横軸に正規化した時間を、被験者全員の動作回数の合計値を縦軸に示した。

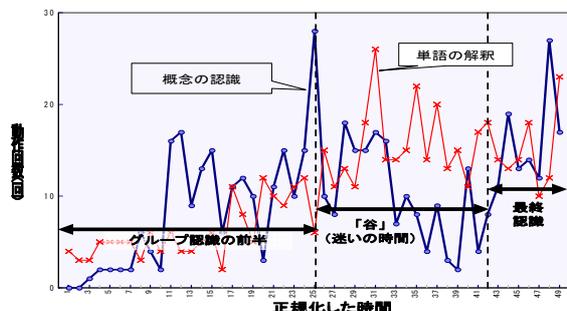


図3 グループの認識回数と単語の意味入力回数の時系列図

図3では、概念の認識は中間時点と最終時点でピークを迎え、後段では単語の解釈が集合の認識よりも上回る状態が続いているのがわかる。中間時点で集合の認識がピークを迎えているのは、全体の取り組みとしてある程度アイデアがまとまってきた段階と考えられる。単語の解釈は集合の認識にやや遅れをとりながら徐々に増加傾向をとり、特に中間時点を過ぎると単語の解釈が集合の認識を大きく上回る(図3の「谷」と表記した部分)。この後半部分を中心に次の4つのことが観察された。

1. 単語の解釈の生成(言葉の意味づけ)
2. 単語から概念への創造
3. 単語と概念の相互的な変化
4. シナリオの創生

第1に単語の解釈については、例えば「寿司」を食べ物、高級料理、和、まぐろ、美味しい寿司は高い、など被験者によってさまざまな意味を生成している。これは意味的な類似性を見出す思考[Holyoak 95]といえる。

第2に単語から概念への創造については、例えば中盤までもて余していた「野球」という単語から米国で活躍した野茂選手を類推し、同時に「寿司」という単語によって「海外進出か!」という発話の後、概念名「海外進出」を入力しているケースがあった。複数の単語から概念を創造するとき、このように類推思考が作用している可能性がある。

第3に、単語と概念の相互的な変化である。色を塗る回数(概念の認識)や意味を入力する回数(単語の解釈)データから、単語カード一枚あたりの入力作業回数をチェックした結果、概念の認識・単語の解釈ともに入力のし直し(試行錯誤)が見受けられ、その発生率は後半に多い。このことは中間時点で半分以上のグループを決定したが、残りは単語の意味を入力・変更させながら納得いくように思考を活性化させていることが伺える。

第4にシナリオの創生である。生成された概念同士をつなぐとシナリオが含意されている。例えば、被験者Aは環境をテーマにして「日常に影響有、日本人の意識改革、身近にできる事、未来への期待、日本人が環境対策を考えられない」という5つの概念を生成したが、これは『日本人の環境に対する対策が遅れているため、環境に対する意識改革が求められている。日常

に影響がでていることを考え、身近にできる事からはじめ、未来への期待をもとう』というシナリオと解釈できる。このような思考は類推を最も創造的に利用し、より高い次元の対応づけである高次の類似性[Holyoak 95]を具現化している可能性がある。類推思考のレベルは、上記にあげた4つの段階を経て複雑さが増してくるといえる。

本実験で得られた含意は、人工的に装備した実験環境の範囲に限定したとはいえ、職種や専門性に依存せず様々なタイプの人物を被験者として取り入れることが可能である点では一般性を有すると言える。

4. 技術・技能の伝承に向けての可用性

技術・技能の伝承に焦点を当てて本研究の応用範囲について考察する。

熟練工と未熟練工それぞれの思考パターンや思考プロセスを比較法[Glaser 67]によって差異を見だし、熟練工はどこタイミングでその意味に気づき、何故特定の単語にこだわるのか、いかなる理由で集合の概念をとらえたのか、が未熟練工にとって貴重な参考知識となる。

装置部品の製作においては、一般に機構と制御によって機械に多くの機能をもたせるためには創造性が必要とされているが、個々の部品の機能、サブシステムの機能、さらに全体の機能とのバランスを考慮する構造的な類似性を見出す必要もある。本実験では、思考プロセスの中でもとりわけ構造的な類似性を抽出する類推思考のトレーニング効果が期待できる。

本実験装置の機能性に関しては、単語カードを技術・技能の対象に応じた単語に代えることにより、カスタマイズが可能である。洋菓子製造の技能であれば、「小麦粉」「バター」「生クリーム」などの名詞に加え、「溶かす」「こねる」「冷やす」「焼く」などの動詞も加えて実験を行うことができる。また、特定の業界や範囲に限定した単語群の分類データが蓄積していけば、単語間の仮想的な距離が求まり、専門分野毎のユニークな検索エンジンとしての辞書機能の一部として応用が可能と考えている。

本実験装置の目指す機能としては、ダンベル型(使用により創造力を鍛える)、ランニングシューズ型(使用時に、より創造的になれる)、スキー型(使用によってのみ可能となる創造活動)の区別[中小路 07]では、短期的にはランニングシューズ型、中期的にはダンベル型の使用方法が期待できる。

5. おわりに

本稿では、概念を生成する思考プロセスに一定の特徴を提示した。類推思考を用いた豊かな表現力は、教育の現場において重要であり[Burstein 86]、技術・技能の伝承に役立つ思考鍛錬の仕組みの開発を更に進める所存である。

最後に、科学技術融合振興財団の本研究への助成に謝意を表す。

参考文献

- [Burstein 86] Burstein, M.: Concept formation by incremental analogical reasoning and debugging, *Machine learning: An artificial intelligence approach*, Vol.2, pp.351-369 (1986)
- [Glaser 67] Glaser, B.G. and Strauss, A.L.: *Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative research*, Aldine De Gruyter (1967)
- [Holyoak 95] Holyoak, J. and Thagard, P.: *Mental leaps, Analogy in Creative Thought*, MIT Press (1995)
- [中小路 07] 中小路久美代, 知的創造活動支援研究の動向, 人工知能学会誌, 22巻5号(2007)