

問題解決における学習の転移

問題解決における学習プロセスとは、初期の探索的試行錯誤から、サブゴールを明確に設定した解決方略へと推移し、そして、サブゴール間の一連の操作を手続きとしてまとめなおし、より効率の良い方略へと方略を洗練させていくプロセスとなっている。問題解決の熟達化過程は、突発的に起きるのではなく、初めに利用した解決方略を洗練させていくような形で徐々に進むと考えられる。

しかしながら、問題の解決方略が学習されたとしても、似たような問題を解く場面でこの種の知識を用いることができるかどうかは分からない。むしろ、これまでの研究では、この知識転移について悲観的な実験結果が報告されることの方が多い。これは、どんなに抽象的で本質的な理解ができたとしても、課題のゴールや規則といった制約条件の文脈的な類似が、知識を転移させる場面では重要な役割を果たしているからである。このように、抽象的な構造の違いではなく、表層的な違いによって学習した知識がうまく機能したりしなかったりする現象は、知識の領域固有性 (domain specificity) と呼ばれている。

たとえば、数学や理科の一般的な教科書などでは、まずはじめに基礎的な例題を学習し、次に応用問題へと移るようにレイアウトされている。しかしながら、今回の実験で調査したように、単純に例題から応用問題へとという提示順序だけでは、問題が解けるようにならない可能性が高い。基礎的な概念の理解と同様に、学習した概念を当該の問題状況へと当てはめる方法や、読み方を理解させることも重要となる。すなわち、学習した概念を適応するためには、事例どうしの類似関係を見抜く力や、規則を適用するために問題状況を適切に分節化させる力をつけさせる必要があるといえるであろう。解決手順が機械的に理解されているということと、規則の適応条件や適応方法が理解されているということとは別の話であり、後者の理解まで射程に入れた理解を目指して指導して行くべきである。

ただし、ここで注意すべきことは、今回の実験で示したような同型課題が、果たして本当に元の課題に対して同型であるのかなどのチェックも行う必要があるということである。言い換えると、知識を提示する側が想定している同型性と、それを受け取る立場の人間が考えている同型性とが食い違っている可能性もあり、同型性の適切さについて考慮する必要があるといえるであろう。たとえば、今回行った実験では、課題が同型であることの定義として、問題空間の類似を採用した。この定義に基づけば、3枚版である中国のお茶会問題は4枚版に包含される基礎的な課題、5枚版のハノイの塔パズルは応用問題と見なすことができる。しかしながら、ハノイの塔パズルでは円盤を移動させること自体について特別な価値は与えられていないが、お茶会問題では儀式を楽しむことや客人のメンツを立てることも重要視されていた。そのため、ゲームの規則として記されてはいなかったが、お茶会で全員が踊りを舞うこと(村長が踊りを舞う)も必要であると感じ、最短で終わらせるだけでなくこのこともゲームの目標とした被験者もいた可能性もある。したがって、応用問題が解けないことを単純に問題視するだけではなく、そこで想定されている課題の同型性がどれだけ適切であるかも批判的に考察していく必要がある。

実験

仮説

知識の領域固有性が影響して、同型課題に対して学習の転移がうまく行く場合と行かない場合とがある。

被験者

宮城教育大学教育学部学校教育講座の学部学生___名。

手続き

被験者は、(A)ハノイの塔パズル(4枚版)の内容を説明した教示文を読み、休憩を挟まずにすぐに課題に取り組んだ。被験者は、コンピュータを用いて制御されたハノイの塔パズル(4枚版)を5回連続して解くよう求められ、問題を解くたびに、どのような方略に基づいて問題を解いたか、どのようなサブゴールを設定したかを記述した。また、被験者は問題を効率よく解くように教示され、問題を全て解き終えた後にパズルの解き方についての詳しい説明が与えられた。上記の手続きにしたがって問題解決方略を学習し、それから一週間を経たのち、被験者は2群に分けられ、ハノイの塔パズルの同型課題である(B)お茶会問題(3枚版に相当する)と(C)ハノイの塔パズル(5枚版)のどちらか一方を制限時間以内に解くよう求められた。このとき、課題(A)の第1試行目の「平均解答時間+1標準偏差」である6分が、課題(B)、課題(C)を解答する制限時間とされた。

実験課題

<http://www.miyakyo-u.ac.jp/LAB/school/taira/>の下に教示文などが保存されているので、そちらを参照すること。

結果の分析と考察

初回に配布した資料で指定した考察に加えて、課題(A)とその後の解説で学習した解決方略が、その同型課題を解くときにどのように用いられたかについて考察する。(χ²二乗検定)また、学習した内容が転移されるための条件などについて考察する。

卒論に向けての推薦図書

χ 二乗検定

t 検定や分散分析などは算術平均についての有意差検定であるため，データが間隔尺度ないしは比率尺度に基づくものでないと本来は問題がある．このような尺度以外のデータを分析対象とする場合には，ノンパラメトリック検定 (nonparametric test) が用いられる．χ 二乗検定 (chi-squared test) はこのノンパラメトリック検定の一手法である．以下のような手続きに基づいて計算される．

	正解者	不正解者	周辺度数
ハノイの塔パズル (5枚版)	n_{11}	n_{12}	$n_{1\cdot}$
中国のお茶会問題	n_{21}	n_{22}	$n_{2\cdot}$
周辺度数	$n_{\cdot 1}$	$n_{\cdot 2}$	N

まずはじめに，各セルの期待度数 $E_{ij} = \frac{n_{i\cdot} \cdot n_{\cdot j}}{N}$ を求める．この期待度数と各セルの実際の頻度との差の二乗和が χ 二乗の値

となる．χ 二乗に対する下位検定としては残差分析があるが，χ 二乗分析の結果が有意であれば見た目の解釈と残差分析の結果とが大きく食い違うことは少ないので，必ずしも残差分析を行う必要はないと思われる．χ 二乗の計算式は以下の通りである．自由度は (横のセルの数 - 1) × (縦のセルの数 - 1) で求める．

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

なお，この式の中では観測値を連続変量として扱っているが，実際の観測値は離散変量 (たとえば，0~10 といった限られた値しかとらない) である点で問題があり，連続型の分布へ近似させる修正を施すことが推奨されている．特に，極端に観測値の少ないセルが存在するときには χ 二乗分布への近似が悪くなることが指摘されており，イエーツの修正 (Yate's correction) を施す必要がある．自由度が 1 のときの修正式は以下の通りである．

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{(|n_{ij} - E_{ij}| - 0.5)^2}{E_{ij}}$$

しかしながら，このような修正を行うべきであるかどうかについては統計学者の間でも論争があり，心理学者としては期待度数が過度に小さくならないようにデータを増やす方向で努力した方が無難である．また，2 × 2 の分割表の場合には，イエーツの修正よりも，フィッシャーの直接法 (Fisher's exact test) を用いて計算した方がより効果的である．フィッシャーの直説法の計算式は以下の通りである．

	正解者	不正解者	周辺度数
ハノイの塔パズル (5枚版)	9	2	11
中国のお茶会問題	3	7	10
周辺度数	12	9	21

$$P = \frac{11C2 \times 10C7 + 11C1 \times 10C8 + 11C0 \times 10C9}{21C9} \times 2 \text{ となる}^1. \text{ 正解者と不正解者の比率 (12 : 9) が固定されていると}$$

¹ この式に基づくと両側検定となるが，仮説の立て方によっては片側検定 (2倍しない) を行っても構わない．今回の実験の場合，偏った分かれ方をする組合せが，「ハノイ正解・お茶会不正解」以外にも「ハノイ不正解・お茶会正解」という可能性もあったので，最初から一方の組合せに限定できない．そのために両側検定 (2倍する) を採用している点に注意されたい．

仮定し、その時に、観測頻度よりも偏った結果が出る組合せの総数を計算している。上記のような観測頻度の偏りが生じる確率が直接求められることから、直説法と名づけられている。

なお、組合せは次のように計算する。 ${}_{10}C_2 = \frac{10!}{2!(10-2)!} = \frac{10 \times 9 \times \cdots \times 1}{2 \times 1(8 \times \cdots \times 1)} = \frac{10 \times 9}{2 \times 1} = 45$, ${}_{11}C_0 = 1$.