

# 類推的転移に及ぼす基底類推問題の構造の表象

## —転移の時点と表象の種類からの検討—

田 邊 敏 明

Effects of representations of source analogy problem's constructions on analogical transfer:  
Examining from occurrence time in analogical transfer and kinds of representations.

TANABE, Toshiaki

(Received September 29, 2006)

The relation between the keywords and verbs in analogy problems were examined in two ways, that is, character in experiment 1 and figures in experiment 2. Its transfers were examined at the two points, immediately after (IA) when the source analogy problem (SAP) was provided with conversion solution and hint, and delayed after (DA) SAP with no its solution and hint. In the results on character, the regression analyses revealed that representation of ray - converge was the significant higher positive explanatory variable in IA. In DA, success of fortress problem and person - converge were significant higher positive ones, however ray - converge was negative one in DA. In the results on figure, water - proceed was significant higher negative variable in IA, water - converge was significant higher positive one and water - turn was negative one in DA. These results suggested that the representations of essential structures of problems, especially representing "water" as converge image which were seemed to be difficult to abstract and not representing the inappropriate structure of analogical problems, facilitated the transfer.

Keywords: representation, problem's construction, analogical transfer, success-failure, previous problem.

### 問題と目的

類推的転移とは、学習者が目標問題に似た類推問題を記憶構造からさがし出し、目標問題に適用することである。この転移は、学校教育に限らず、日常でもあらゆるところで見られる問題解決である。この類推的転移は、(1) 基底と目標の心的表象を構成する、(2) 基底が潜在的に目標と同じ構造をもつとして選択される、(3) 基底と目標の要素を重ね合わせる、(4) 重ね合わせて目標の解を得る、という4つの過程からなると考えられる。

類推的転移の研究の代表者である Gick & Holyoak(1980)では、放射線問題を目標問題とし、その類推問題として火事問題(消防車問題とほぼ同じ)と要塞問題(将軍問題とほぼ同じ)を用いた。放射線問題とは、“胃にある悪性腫瘍を周囲の健康な細胞を侵さないように破壊す

る”という問題に対して、周囲から少量の放射線を患部に一気に浴びせるという解法をもつ問題である。火事問題と要塞問題も、放射線問題と同型の問題である。火事問題であれば、四方に開いた窓の一つから一気に放水すると火事を消し止められるが、窓枠を壊してしまい、家主の意向に反する。要塞問題であれば、要塞から放射状に伸びた小道の一つから総攻撃をかけると道ばたに埋まっている地雷が爆発して村が破壊されてしまう、という制約条件をうまく解決しなければならない。これらの問題に共通する解法は、収束解法と呼ばれるもので、周囲から小さい力を目標物に結集させるというものである。

Gick & Holyoak(1980)の実験では、実験者自身が選択した類推問題とその解法を与え、目標問題を解決する、つまり過程の中の(3)から(4)にいたるためには、“この問題は、前の解法を参考にすれば解ける”というヒントが必要であるとした。安西(1985)も同様なことを提唱し、結局ヒントが与えられないと転移も起こりにくいと結論づけている。

このGick & Holyoak(1980)の手続きでは、学習者は記憶構造に基底類推をもっているかどうかに関わらず、その類推が与えられ、それを目標へ適用するように指示されて問題を解くしくみになっている。

一方、Phye(1990)は、類推的転移に必要なのは、記憶構造から基底類推を引き出すことであるとした。そして、直後の目標問題と遅延された目標問題を設定し、特に遅延された場合にこの表象が必要となるとした。このPhye(1990)の研究が示唆するのは、直後の目標問題では解法もヒントも与えられているので、すべての学習者が転移を達成してもおかしくないことである。つまり記憶に残っている要素を対応させるだけで済むわけである。

しかし、実際には失敗する学習者もいるということは、あらかじめ表象の違いが学習者側に存在することを示している。さらに、遅延された目標問題では、ヒントの効果も低下し、対応づけも容易でなくなると考えられるので、重要な類推構造を学習者が表象できているかどうか転移に影響しているのではないかと思われる。

寺尾・楠見(1998)は、類似問題の転移には、要素を対応させるだけの例題アプローチと、抽象的な知識を例題から獲得し利用するという抽象化アプローチに分かれるとしているが、この分類に従うならばGick & Holyoak(1980, 1983)の手続きは前者の例題アプローチに対応するものと考えられる。つまりヒントを与えるのは、前の類推問題の構造が後の問題に適用されるように活性化をうながすためである。しかし、日常の問題は、問題の要素を対応させれば解けるようなものではない。それゆえに日常場面では転移が起こりにくくなる。

日常場面では類推的転移が起こりにくいことからすると、転移はヒントを与えられるような状況から起こるより、むしろ自発的に起こると考えられる。Gick & Holyoak(1980)の研究でも、ヒントを与えられなくても解けた学習者も若干名ながらいる。つまりそれらの学習者は、問題の重要な構造をあらかじめ基底類推としてもっており、それが表象されやすいゆえに自発的に重ね合わせる対応が生まれたと推測される。日常の類推では直前に行った問題をすぐ後に適用できるようには設定されていない。しかも日常的な転移というのは、例題アプローチのような要素を単に対応させるだけでは解決しない。ゆえに自発的な類推が起こるためには、表象を起こしやすいような抽象化された基底類推をあらかじめもっていることが必要である。

類推というのは、そもそも前の問題の解法を基に後の問題を解決していくことであるが、特に日常場面において類推的転移が達成されるかどうかは、その類推問題が解けたかどうかという問題に対しての固有な経験ではなく、同型問題間に共通の構造を表象できるかどうかにかかっていると思われる。つまり類推の過程の(1)や(2)が大きく影響すると思われ、(1)が

あつてはじめて(2)が可能になると考えられる。ところがGick & Holyoak(1980, 1983)では、記憶に類似した構造があることが必要であると仮定しているにもかかわらず、またHolyoak & Koh(1987)でも、離れた領域間の類推においては基底類推を選択することが難しいと仮定しているにもかかわらず、その表象自体を探っていない。つまり(1)と(2)の過程を扱っていない。ではなぜGick & Holyoak(1980, 1983)は表象をとらえなかったのだろうか。その理由として、表象の測定では部分しかとらえられず、問題構造全体を一度にとらえることは困難であることが考えられる。しかし部分とはいえ、表象を測定し、それが類推的転移に及ぼす効果を明らかにすることには意義がある。

そこで本研究では、転移を起こすのに必要なのは、基底類推問題についての重要な構造を記憶上で表象することであることを、前の問題の類推問題の成功・失敗(以下略して成・失)と比較しながら明らかにしたい。特に日常の類推転移のようなヒントもない状況での転移に似せて探ることが必要と考え、Phye(1990)に倣い、直後目標問題と遅延目標問題という転移が起きる時期も検討課題に入れることにする。

最近の類推研究の動向としては、湯沢(1988)のように実用論的スキーマを応用した研究や仮屋園(1994)のような解の生成活動に焦点を当てた研究、さらには山崎(1992)のような目標構造の同一性を扱った研究が見られる。しかしここで類推研究の原点に戻り、学習者自身が記憶上に表象する問題構造を明らかにすることが必要ではないかと考える。特に日常の類推的転移では、学習者が記憶上で類推問題や目標問題についての重要な構造を表象できるかどうか鍵になるのではないかと。

従って、以下の4つの観点から問題構造の表象の重要性を探っていきたい。まず、寺尾・楠見(1998)による例題的アプローチと抽象化アプローチの比較から、後者において構造の表象が大切になると考えた。つまり、前の対応関係を後の問題に単に適用する例題的アプローチは前の問題の成・失が該当するとし、一方で既存の知識に依存する抽象的アプローチとしては問題構造の表象が該当するとした。

第二に問題構造の表象では、目標問題のキーワードに対して重要な構造を示す動詞(以下重要構造動詞)の表象と重要でない構造を示す動詞の表象、さらには妨害する動詞の表象も含めて比較したい。

さらに第三に、実験での類推的転移の状況と日常の類推的転移に似せた状況を比較するため、Phye(1990)に倣い、直後と遅延を採用し、ヒントを与える場合の直後目標問題と、何も指示を与えられない遅延目標問題をという転移の時期を考慮し、特に後者の遅延目標問題には重要な構造の表象による効果が表れやすいと予想した。

なお本研究では、問題構造の表象を測定する方法として、問題のキーワードと問題内容に含まれる動詞が関連するかどうかの反応でもって操作的に定義することにしたい。

そのさいに本研究では、表象については、Pavio(1971)による二重コードモデルから言葉とイメージと2種類のものがあることを考慮する。そこで第四の観点として文字と図という2つの表象指標を用いて探ることにする。文字の場合は、それを表象するにいたるまでは意図的に操作しなければならない。さらに言葉の意味だけで関連を判断することも考えられる。一方で、図の方は表象そのものに近いと考えられ、図の方に表象はそのまま現れやすいと考えられる。そこで以上の点を考慮しながら、文字と図という二つの種類の表象を比較検討しつつ研究を進める。

以上から考えられる仮説は以下の通りである。

- 仮説1. 前問題の成・失より、動詞の表象の方が類推的転移に関わっている。  
 仮説2. 重要でない構造動詞より、重要な構造動詞の方が類推的転移に関わっている。  
 仮説3. 類推問題のキーワードに対する重要構造動詞という組み合わせが目標問題の転移に関わっている。  
 仮説4. 直後目標問題（直後ヒント有り）より遅延目標問題（遅延ヒント無し）で仮説1, 2, 3は顕著に見られる。  
 仮説5. 文字より図の方で仮説1, 2, 3, 4は顕著に見られる。

## 実験1

実験1では、動詞を文字で与えた場合の、表象が類推的転移に及ぼす効果を調べる。文字で与えた場合はそれを意図的に操作しながらイメージ表象する必要がある。

なお本研究で用いる火事問題、要塞問題と放射線問題のどれを基底類推あるいは目標問題とするかをあらかじめ調査してから実験に入ることにする。

### 方法

**被験者** 大学生55名（男子23名、女子34名）

**材料** 一連の基底類推問題、目標問題としてよく用いられる、火事問題、要塞問題、放射線問題。なお与える順序については大学生37名を対象に問題解決の易しさに関する調査を行い、その結果火事問題(4.514)は要塞問題(3.595)より有意に易しく( $t=4.245$ ,  $df=1$ ,  $p<.01$ )、また要塞問題は放射線問題(2.892)より有意に易しかった( $t=2.188$ ,  $df=1$ ,  $p<.05$ )。つまり、易しいものからあげると、火事、要塞、放射線となり、易しい問題の解法から難しい問題を解くという類推の原理に基づき、火事問題を類推問題、要塞問題を直後目標問題、放射線問題を遅延目標問題として採用することにした。

用いた火事、要塞、放射線問題は Table 1 に示した。

各問題の動作主のキーワードは、“水”，“人”，“光”とした。そして、各キーワードが共通にもち、各問題の構造を示す動詞のなかで、山崎(1992)を参考に、“分かれる”，“囲む”，“集まる”を収束解法に直接関係する「重要構造動詞」とした。また各キーワードの働きを表す動詞として、“放つ”，“進む”，“射る”を、さらに各キーワードの目的を表す動詞として、“消す”，“攻める”，“当たる”を採用した。これらの動詞は収束解法とは直接関係しないので「重要でない構造動詞」として扱うことにする。さらに事前に大学生100名を対象にし、国語辞典からランダムにピックアップした16個の動詞の中から重要構造動詞との関連度を評定させる調査を行い、その結果、重要構造動詞と関係のない（どちらでもないの4.000あたりより下）とされた“もつれる”（4.200），“とがる”（3.857），“高まる”（3.770），“しなる”（3.207），“止む”（3.200），“干す”（3.177），“破れる”（2.973），“置く”（2.973），“めくる”（2.800）の9つを「妨害動詞」として採用した。

### 手続き

1. **事前調査** キーワード3つ“水”，“人”，“光”×(構造動詞9つ、つまり“分かれる”，“囲む”，“集まる”(以上重要3つ)，“放つ”，“進む”，“射る”，“消す”，“攻める”，“当たる”(以上重要でない6つ)+上記の妨害動詞9つ)の組み合わせ(54通り)を桐木(1993)の方法によって、コンピュータ画面にランダムに表示し、関連有り(1)無し(0)の反応を取った。

Table 1 類推実験で用いた家事・要塞・放射線問題

火事問題

ある建物で火事が発生しました。その建物は、ある個人の所有物でしたが古く貴重な文化財でもあったので消防自動車は何台も出動しました。この火事を一気に消し止めるには火元の部屋の中央にある火種に十分な量の水をかけてやる必要があります。また、その部屋の四方には開け放たれたたくさんの窓があることが、煙り越しに確認されています。そこで、消防隊長がある一つの窓から一気に放水しようとする、その建物の持ち主から、「そんな勢いで放水すると窓枠が壊れてしまう。なんとか窓枠を壊さずに火を消して欲しい。」とのクレームがつけられました。しかし、窓枠が壊れないような量の放水ではなかなか火を消し止めることができません。消防隊長はどうやって消火しようかとしばらく考え込んでいました。

さて、どのような方法をとれば窓枠を壊さずに火を消すことができるでしょうか。思い付く答えをできるだけ具体的に書いて下さい。(5分間)

要塞問題

ある独裁者が国の中央に巨大な要塞を治めていました。その要塞を破壊したいと考えている将軍が国の周辺の村にいます。その要塞を一気に破壊するには一度に総攻撃を加えなければなりません。要塞からは車輪のように放射線状に道が伸びていますが、各道には地雷が埋められています。その将軍は全歩兵を一本の道に集結させ、攻撃しようと考えました。しかし、大軍が一本の道を通ると地雷が爆発してしまい、道路は破壊され通行不可能になります。また、道路が破壊されると独裁者は報復に多くの村々を破壊するでしょう。しかし、小数の歩兵では要塞を破壊することはできません。

どうやってその巨大な要塞を破壊しようかと将軍は考えました。

さてどのような方法をとれば道路を破壊することなくこの要塞を破壊することができるでしょうか。思い付く答えをできるだけ具体的に書いて下さい。(5分間)

放射線問題

胃に悪性の腫瘍ができた患者がいます。その腫瘍は、正常な細胞に取り囲まれた体の奥深くにある上、患者の体が衰弱しているために手術によって取り除くことができません。また、投薬によっても治すこともできません。ある種の放射線を十分な強度でその腫瘍に照射することにより、腫瘍を破壊することができます。

しかし、不幸なことにその強度では放射線が腫瘍に到達するまでに通過する正常な細胞までが破壊されてしまいます。といって正常な細胞を破壊しないような弱い放射線では腫瘍を破壊することができません。こうした理由のため、この患者の主治医はどのような治療を行えばよいかわからず、途方に迷ってしまいました。

さて、どのような方法をとれば、正常な細胞を破壊することなく腫瘍のみを破壊することができるでしょうか。思い付く答えをできるだけ具体的に書いて下さい。(5分間)

具体的には Figure 1 のような時間間隔であり、NEC 製の PC9800FA の画面上の中央に、まず注視点が1000ms 提示され、続いて12points×12points で、キーワードが200ms 提示され、200ms のインターバルを置いた後、同位置に動詞が200ms 提示された。

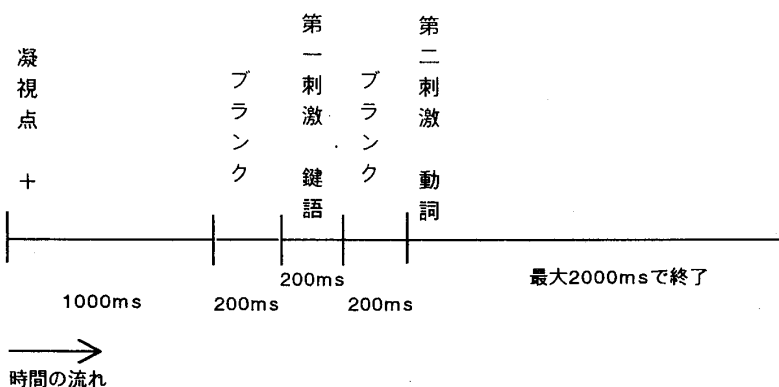


Figure 1 実験1における刺激提示の時間間隔

被験者は、関連があるかないかによってマウスの左と右を押すように事前に指示された。そして、反応と反応時間は、テキストファイルとして保存できるようにした。なお、本試行に入

る前に、“山”，“川”，“海”，と“揺れる”，“移る”，“傾く”，“広がる”，“沈む”の組み合わせの15練習試行を行った。この後、この事前調査の影響が本実験に影響を与えないことを配慮して、本実験は一週間後に行うことにした。

**2. 本実験** 事前調査の一週間後、同じ被験者に火事問題前・後、要塞問題、放射線問題の順になった問題冊子を与え、Phye(1990)に倣って以下のような順で実験を行った。まず火事を解かせ（5分間で終了）、収束解法へのヒント（小さい力が集まって大きな力となる）を与えた後、もう一度解かせた（5分間で終了）。ヒントを与えたのは、安西(1985)に倣い類推的転移を活性化させるためである。これから得られた結果が、火事問題の成・失である。終了後、“周囲から小さい力を目標物に結集させる”収束解法を与えた。これは次の要塞問題への転移をもたらす解法を与えるためである。続いて要塞問題を与え、その30秒後、“この問題は前の解法を参考にすれば解ける”とヒントを与え解かせた（5分間で終了）。これは安西が用いた方法に準じたもので、Phye(1990)における直後類推である。これから得られた結果が要塞問題の成・失である。

引き続き前と同じコンピュータ画面に向かわせ、事前調査と同じ刺激対に反応させた（後調査）。最後に、ヒントを与えず放射線問題を解かせた（5分間）。これが遅延類推であり、これから得られた結果が、放射線問題の成・失である。これらの一連の実験の流れを Figure 2 に示した。

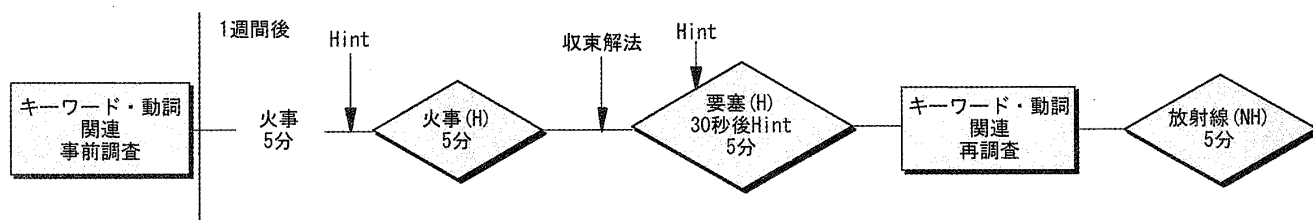


Figure 2 実験1における流れ

なお、遅延目標問題である放射線問題に入る前に、コンピュータで再度反応を取った理由は、類推的転移を重ねることによってどのように表象が変化したかを確認するためであった。

**結果と考察**

問題の成・失別における被験者の内訳は、Table 2の通りである。

Table 2 実験1における火事、要塞、放射線問題の成功・失敗者の人数内訳

問題	成功				失敗			
	成功	失敗	成功	失敗	成功	失敗	成功	失敗
火事問題	39				16			
要塞問題	27		12		14		2	
放射線問題	19	8	3	9	12	2	2	0

さらにキーワードと主な動詞の組み合わせによる関連有り無し反応の事前調査と後調査での結果（全員が有りとする1）を Table 3に示した。

**Table 3 実験1におけるキーワードと動詞の関係有り無し反応の事前調査と後調査での結果**

	水-分	水-囲	水-集	水-進	人-分	人-囲	人-集	人-進	光-分	光-囲	光-集	光-進
事前調査	0.673	0.291	0.618	0.564	0.836	0.800	0.909	0.764	0.727	0.436	0.855	0.673
後調査	0.746	0.588	0.800	0.636	0.782	0.836	0.872	0.873	0.818	0.485	0.865	0.764
t値	0.942	3.418**	2.324*	0.893	-0.830	0.574	-0.629	1.945	1.218	0.622	0.331	1.150

p<.05\*    p<.01\*\*

コンピュータでは事前調査・後調査ともに反応を2回取るようにプログラムされていたが、1、2回に平均差が無なかったため1回目だけを採用した。その結果、事前調査より後調査で有り反応が有意に増加したのは、“水-囲む”と“水-集まる”であった。なお後調査での平均得点は、重要構造動詞においては、大半の組み合わせにおいて関連有りに近い反応（0.800以上）があった。従って、この一週間後の後調査の結果は、以下の重回帰分析の独立変数には加えず、事前調査の結果のみを独立変数のデータとして採用することにした。反応は関連あり1点、なし0点、各問題が解けた時には1点、解けない時には0点を与え得点化した。

そこで分析では、3つの重回帰分析を行った。これは問題を解く前のキーワードに対する重要構造動詞および重要でない構造動詞、そして前の問題である類推問題の成・失を独立変数とし、目標問題の成・失を従属変数とするものである。行った分析は以下の3つである。

①妨害動詞を除いたすべての組み合わせ（3×9 27通り 以下同じ）についての反応を独立変数、火事問題の成・失を従属変数にしたステップワイズ法の重回帰分析

②妨害動詞を除いたすべての組み合わせについての反応と、火事問題の成・失を独立変数とし、要塞問題の成・失を従属変数としたステップワイズ法の重回帰分析（直後ヒント有り類推的転移）

③妨害動詞を除いたすべての組み合わせについての反応と、火事問題および要塞問題の成・失を独立変数とし、放射線問題の成・失を従属変数としたステップワイズ法の重回帰分析（遅延ヒント無し類推的転移）

そして、投入された変数の有意な標準偏回帰係数を Table 4に表示した。

**Table 4 実験1における目標問題の成功・失敗を従属変数とした重回帰分析(ステップワイズ法)による有意な偏回帰係数**

目標問題	火事問題			要塞問題(直後ヒント有り)			放射線問題(遅延ヒント無し)		
	有意な変数	標準回帰係数	t値	有意な変数	標準回帰係数	t値	有意な変数	標準回帰係数	t値
投入された順序	水-進む	-0.382	-3.142**	光-集まる	0.295	2.204*	要塞成功・失敗	0.482	3.804**
	光-当たる	0.355	2.913**				人-集まる	0.357	2.840**
	人-分かれる	-0.374	-3.049**				光-集まる	-0.287	-2.184*
	人-進む	0.250	2.176*						
	水-攻める	0.258	2.102*						
R	0.627			0.295			0.541		

note Rは重相関係数 \*P<.05 \*\*P<.01

### ① 火事問題の成・失を従属変数とした場合の結果と考察

“水—進む” (-0.382), “光—当たる” (0.355), “人—分かれる” (-0.374), “人—進む” (0.250), “水—攻める” (0.258) が有意な独立変数であり、重相関係数は、0.627であった。この結果から、重要でない動詞である“水—進む”という表象をしないほど火事問題が解けていた。他の有意な変数のうち、重要構造動詞との組み合わせは、“人—分かれる”のみであった。それも負の偏回帰係数であった。つまり、最初の火事問題については、重要構造動詞を表象するほど解をうながさないことになり、解に関係する表象について適切な解釈ができなかった。

### ② 要塞問題の成・失を従属変数とした場合（直後類推的転移）の結果と考察

“光—集まる” (0.295)のみが有意な独立変数であり、重相関係数は、0.295であった。つまり、要塞問題が解けるかどうかは前の問題の火事問題が解けることでなく、あらかじめ“光—集まる”という構造を表象できるかどうかによっていた。“集まる”は重要構造動詞であるものの要塞のキーワードである人との組み合わせでなく、後の放射線問題の“光”との組み合わせであった。この結果から、直後の目標問題転移をうながすのは、キーワードというよりむしろ共通した構造である“集まる”であることが示唆された。

### ③ 放射線問題の成・失を従属変数とした場合（遅延類推的転移）の結果と考察

“要塞の成・失” (0.482), “人—集まる” (0.357), “光—集まる” (-0.287) が有意な独立変数であり、重相関係数は0.541であることがわかった。この結果から、直前の要塞問題が解ければ、次の放射線問題にも転移するといえるが、加えて“人”が“集まる”構造を表象することも転移を促進する要因であることがわかった。ただし、“光—集まる”の負の偏回帰係数の結果については、“人—集まる”との相関が高いことから、表象をもたないほど放射線問題に転移するというわけではなく、“人—集まる”の抑制変数として働いていたものと推測される。そして、当該の問題に関係した“光—集まる”表象ではなく、前の問題つまり類推問題における“人—集まる”表象が転移に関わっていることが示された。つまり、遅延になるほど、前の問題が解けることに加えて、前の問題のキーワードに対する重要な動詞の表象が転移をうながしていることが示された。これは、要塞の成・失効果を補う形で働いたものと思われる。この文字を用いた実験1の結果からは、解法もヒントも与えない日常の類推的転移では、前に解いてきた問題の構造を表象することが大切であることがわかった。しかも“集まる”という特定の構造からの影響を受けているのが特徴的であった。

## 実験2

実験2では、動詞を図で与えた場合の、表象が類推的転移に及ぼす効果を調べた。図の場合は、表象そのものを表し、文字の場合のように意図的に操作する必要はないと考えられる。

### 方法

**被験者** 大学生56名（男性18名，女性38名）

**材料** 用いた問題も実験1と同じ火事問題、要塞問題、放射線問題である。構造を示す動詞としては、Figure 3に示したような、図示可能な4つであり、実験1と同じ“分かれる”，“集まる”，“進む”に“曲がる”を加えた。前二つは、実験1においても重要な構造を示す図であり、進むは重要とはいえない図であり、また曲がるは妨害する図である。



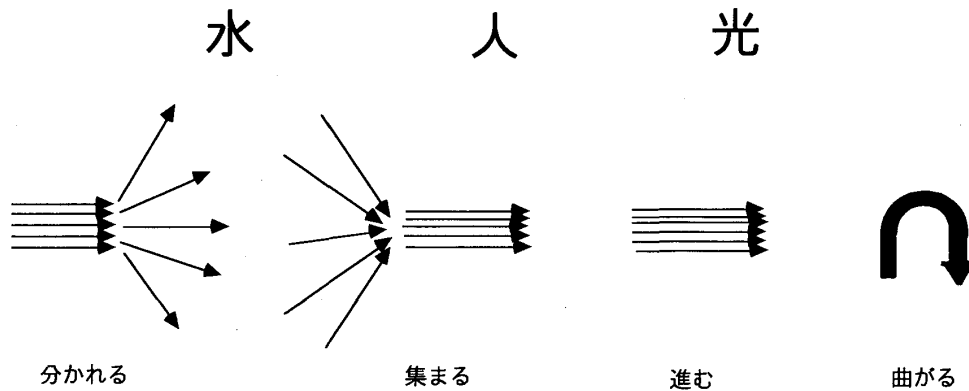


Figure 3 実験2で使用した3つのキーワードと4つの動詞のイメージ図

手続き 手続きも実験1と同じである。そして、以下のような組み合わせによるコンピュータ画面上で行なわれる事前調査と、一週間後の問題への回答、そして事前調査と同じコンピュータ上の後調査を取った。コンピュータ画面上の調査では、キーワード（水，人，光）×動詞（分かれる，集まる（以上2つは重要構造），進む（重要でない構造），曲がる（妨害））の12通りを Macintosh コンピュータ上で作動する刺激提示ソフト MindLab によってコンピュータ画面上にアランダムに提示した。そしてあらかじめ指示されたキー（関連有りは m、無しは c を）押すことによって、関連あり（1）無し（0）の反応を取った。

結果と考察

問題の成・失別における被験者の内訳は、Table 5の通りである。

Table 5 実験2における火事、要塞、放射線問題の成功・失敗者の人数内訳

問題	成功				失敗			
	成功	失敗	成功	失敗	成功	失敗	成功	失敗
火事問題	43				13			
要塞問題	36	7	10	3	8	2	3	0
放射線問題	26	10	4	3	8	2	3	0

なおキーワードと重要構造動詞の関連有り無し反応の結果を事前調査と後調査別に Table 6に示した。

Table 6 実験2におけるキーワードと動詞の関係有り無し反応の事前調査と後調査での結果

	水-分	水-集	水-進	水-曲	人-分	人-集	人-進	人-曲	光-分	光-集	光-進	光-曲
事前調査	0.518	0.589	0.250	0.679	0.500	0.518	0.554	0.696	0.804	0.804	0.232	0.839
後調査	0.786	0.768	0.143	0.446	0.625	0.607	0.464	0.643	0.786	0.821	0.143	0.911
t 値	3.607**	2.204*	-1.517	-3.223**	1.846	1.694	-1.399	-0.903	0.275	0.240	-1.399	1.158

p<.05\* p<.01\*\*

その結果、事前調査から後調査において有意に増加したのが“水一分かれる”と“水集まる”であり、有意に減少したのが“水一曲がる”であった。図の実験2が文字の実験1と異なるのは、構造動詞の内容が異なるものの、文字の後調査の場合は0.800を越える有り反応が12組み合わせ中8あったのに、図の場合はわずか2であったことである。

実験1と同様に分析するため、事前調査の結果のみを採用することにし、関連有り1点、なし0点、各問題が解けた時(成)には1点、解けない時(失)には0点を与え得点化した。

分析としては、以下のような実験1と同じ3つの重回帰分析を実施した。

- ①事前調査のすべての組み合わせ(3キーワード×4図の12通り)への反応を独立変数、火事問題の成・失を従属変数にしたステップワイズ法の重回帰分析
- ②事前調査のすべての組み合わせへの反応と、火事問題の成・失を独立変数とし、要塞問題の成・失を従属変数としたステップワイズ法の重回帰分析(直後ヒント有り類推的転移)
- ③事前調査のすべての組み合わせの反応と、火事問題および要塞問題の成・失を独立変数とし、放射線問題の成・失を従属変数としたステップワイズ法の重回帰分析(遅延ヒント無し類推的転移)

そして、投入された変数の有意な標準偏回帰係数をTable 7に表示した。重相関係数が実験1の結果よりも低いのは、投入変数が少ないことも影響していると思われる。

**Table 7 実験2における目標問題を従属変数とした重回帰分析(ステップワイズ法)による有意な偏回帰係数**

目標問題	火事問題			要塞問題(直後ヒント有り)			放射線問題(遅延ヒント無し)		
	有意な変数	標準回帰係数	t値	有意な変数	標準回帰係数	t値	有意な変数	標準回帰係数	t値
投入された順序	水-進む	0.324	2.600*	水-進む	-0.269	-2.054*	水-集まる	0.395	3.171**
	水-集まる	-0.253	-2.032*				水-一曲がる	-0.355	-2.844**
R	0.423			0.269			0.467		

note Rは重相関係数 \*P<.05 \*\*P<.01

**①火事問題の成・失を従属変数にした場合の結果と考察**

“水-進む”(0.324)と“水-集まる”(-0.253)が有意な独立変数であり、重相関係数は0.423であった。つまり、実験1と同じく“水-進む”が最も説明力の高い変数であったが、逆に正の係数であった。しかも、火事問題に直接関係した水についての表象がともに解決に影響していたのが特徴的であった。ただ“水-進む”と“水-集まる”の両者は、相関も高く、“水-集まる”は“水-進む”の妨害変数として働いたと思われる。

**②要塞問題の成・失を従属変数とした場合(直後類推的転移)の結果と考察**

“水-進む”(-0.269)が有意な負の独立変数であり、重相関係数は0.269であった。つまり、“水-進む”という、どちらかといえば問題解決にとって重要でない表象をもたないほど要塞問題が解けていた。つまり、火事問題の解決は“水-進む”の表象をもつほどどうながされるが、逆に要塞問題への転移は、その表象をもたないほどどうながされた。つまり、単にその問題を解く場合と比べ、転移へと進むにつれて効いてくる表象が逆転してくるという興味深い結果となっ

た。つまり実験2では、実験1が適切な表象をもつことが転移をうながしていたのに比べ、不適切な表象をもたないことが転移をうながしていた。

### ③放射線問題の成・失を従属変数とした場合（遅延類推的転移）の結果と考察

“水—集まる” (0.395) が有意な独立変数であり、“光—曲がる” (-0.355) が有意な負の独立変数であり、重相関係数は0.467であった。まず、最初の類推問題である火事問題におけるキーワード“水”と“集まる”重要構造動詞を表象することが、遅延類推的転移をうながすことがわかった。ここでも、重要構造動詞の“集まる”が効いていたが、実験1の“人—集まる”ではなく、最初の火事問題の“水—集まる”であった。これは、文字の場合は、“水—集まる”と“人—集まる”の間に差はないが、図の場合、“人—集まる”より抽象化しにくいと思われた“水—集まる”方において、その表象しにくいものを表象できる能力が転移能力と関連しているものと解釈される。さらに、収束解法には妨害ともいえる“光—曲がる”の表象をもたないほど、転移がうながされることがわかった。この結果を含めると、重要な構造についての適切な表象をあらかじめもち、不適切な表象をもたないほど、後の類推的転移をうながすことがわかった。②の直後の結果では、不適切を排除することだけが影響していたが、遅延では適切と不適切なものを見分ける能力が転移に効いているといえよう。

## 総合考察

実験1と2の結果と考察を併せ、仮説を検証してみることにする。

### ①仮説1「前の問題の成・失より動詞の表象の方が類推的転移に関わっている。」について

文字を用いた実験1では、遅延目標問題でも前の要塞の成・失の標準偏回帰係数をもっとも高く、それを補助する形で次に“人—集まる”が高かった。しかし、図を用いた実験2では、前の問題の成・失は関係がなく、重要構造動詞が転移に関わっていた。実験2の図が作業記憶上の表象そのものを表すと考えると、転移が前の問題の成・失という対応関係だけでうながされる可能性よりも、動詞の表象によってうながされることを示唆している。しかも、“水—集まる”では、転移を測る前の火事問題の解答では負の係数であるのに、遅延目標問題では正の係数であり、逆転していた。つまり、図の表象ができていた方が、つまり“水について集まる”表象をもっていた方が、遅延目標課題において転移を起こしたわけである。また、文字の場合には結果が得られず、図の方に結果が得られたことは、文字の場合には構造を表象できなくとも、語の連想だけでも関連を認められる可能性もあるので、図の上で水が収束するという抽象的な表象を認めることができるほど遅延の転移をうながすと考えて良いだろう。

### ②仮説2「重要でない構造動詞よりも重要な構造動詞の方が類推的転移に関わっている。」について

実験1の文字では、転移前の火事問題では重要構造動詞の影響が見られ、一方で直後の要塞問題や遅延の放射線問題では、キーワードは異なるが“集まる”という重要構造動詞が関わっていた。しかし、遅延問題である放射線問題では“人—集まる”では係数は正であるが、肝心の“光—集まる”では、それが低いほど転移がうながされるという結果となった。しかし、これは“人—集まる”と“光—集まる”の相関が高いことから“光—集まる”が抑制変数として働いたものと解釈できる。

一方で、図を使った実験2では、まず転移前の火事問題では、“水—集まる”が低いほど解

けているが、逆に遅延目標問題の放射線では“水—集まる”が正の係数で“光—曲がる”という妨害動詞の係数が低いほど転移がうながされるという結果になっている。これは、図で構造を精緻に把握しているほど転移が進むというの結果を示しているし、しかも重要構造動詞が関わるだけでなく、重要でない動詞の表象を抑えることが転移に関わっていることがわかった。Schooler, Fallshore & Fiore(1995)は、重要でない手がかりを重要な手がかりから区別することが洞察には欠かせないと述べているが、それと同じことが証明されたわけである。

### ③仮説3「類推問題のキーワードに対する重要構造動詞という組み合わせが目標問題の転移に関わっている。」について

この仮説については、実験1と2の双方で支持されなかった。逆に文字を使った実験1の遅延目標問題では、その目標問題の重要な構造動詞である“光—集まる”は抑制変数であり、転移を起こさないように働いていた。

しかし、一方で“水—集まる”が常に正の係数を示していたことを含めると、目標問題に関係なく、転移に一貫してうながす重要な構造動詞があることが示唆された。つまり本研究では、二つの実験結果を総合して、“水”というキーワードに対して“集まる”という表象されることが転移をうながしていると考えられる。つまり、水、人、光の中で抽象上でしか収束を認めにくいであろう“水”に対して収束の可能性を表象することが遅延の転移をうながすと思われる。

### ④仮説4「直後目標問題よりも遅延目標問題において仮説1, 2, 3は顕著に見られる。」について

直後の目標問題の要塞問題と遅延の目標問題である放射線問題を比較すると、文字の方で支持されたのは仮説2の重要構造動詞であった。仮説1は遅延目標問題においてもいまだ問題の成・失が効いており逆の結果が出た。一方で、図の方で支持されたのは仮説2であり、仮説3もその類推や目標問題のキーワードに対してではないが、“水”に対して“集まる”という重要構造動詞を表象すること、さらに重要でない動詞を表象しないことが転移をうながすことから支持されたといえよう。つまり遅延転移という日常転移に近い場合は、“水”という特定のしかも抽象化しにくい対象に対して表象できることが転移をうながし、しかも不必要な対象に対しては表象しないことが大切と思われる。

### ⑤仮説5「文字より図の方で仮説1, 2, 3, 4は顕著に見られる。」について

これも、仮説1, 2, 3, 4で見てきたように、図の方で遅延目標問題になるほど重要構造動詞の関わりが顕著に見られた。最初は負の係数でも、ヒントの効果が薄れる遅延の放射線問題で特に転移をうながしていた。しかも、その問題あるいはその類推問題のキーワードに対して重要でない動詞を表象しないことも転移をうながしていた。

まとめてみると、キーワードにかかわらず、“集まる”表象をもっていることが転移をうながすことがわかった。それもキーワードと重要構造動詞の関連を図で表す場合に顕著に示された。そして、図でいえばキーワードを重要構造動詞と関係づけて表象し、逆に重要でない構造動詞とは関連を表象しないという峻別が転移につながっている。つまり、表象上でキーとなる“水”と収束する重要構造動詞（集まる）と妨害動詞（進む、曲がる）を峻別することが転移に関連すると考えられる。

図の場合に重要でない動詞と関係がないとされるほど転移がうながされる理由は、図では転移に必要な表象と必要でない表象が明確に区分できるからであろう。しかも、それは遅延で特に顕著であり、日常における類推的転移の可能性を示唆するものである。一方で、文字の場合は図の場合ほど顕著な結果は得られなかった。文字の場合は、直後の要塞問題でも重要構造動詞が転移をうながしており、遅延の放射線問題でも前問題の成・失をサポートする形で“集まる”表象がうながしている。

ここで文字における結果を解釈してみると、文字で表された動詞ををまずイメージすること、つまり図的表象にすることが求められる。そして次にその表象された図イメージと重要な構造との関連を認めるという2段階が転移をうながすと解釈される。しかしその場合、単に意味上のつながりで関連有りと判断される場合もありうる。それは事前調査と後調査の比較において、Table 3の文字の結果では動詞の種類に関わらず後調査で高い関連有り反応が見られるのに対し、Table 6の図の結果では重要構造動詞では増加しているものの、重要でない構造動詞では逆に減少していることにも現れている。この結果からしても文字による表象は図の表象に比べて転移に決定的には関わっていないことがうかがえる。

### まとめ

まとめていえば、抽象化しにくい水に対して集まる図的表象を描くことが必要であることが明らかとなった。しかも、難しい問題になるほど、水のような流体を抽象化して収束結集して大きな力となるという確信が必要となるのであろう。Beveridge & Parkins (1987) はフィルターのような収束を確信させる材料を用いる効果を唱えたが、本研究の結果からはむしろ収束を表象しにくい材料にこそ収束を表象することの大切さがうかがえる。特に、日常に近い遅延類推において“水—集まる”の表象が転移をうながしていることがわかった。Gentner (1988) の唱えるように、文脈的状况がないときにでも比喩的表現が正しく理解できる能力が重要である。

最後に問題点として、まず文字と図の動詞の数については、文字に比べて図の場合は数が限られており両者は一致しなかった。さらに鈴木(1996)のいうような文脈の違いによる表象の違いを探ることができなかった。これらは今後の検討課題であろう。

### 〈引用文献〉

- 安西祐一郎 1985 問題解決の心理学—人間の時代への発想— 中公新書  
 Beveridge, M. & Parkins, E. 1987 Visual representation in analogical problem solving. *Memory & Cognition*, 15, 3, 230-237.  
 Gentner, D 1988 *Analogical inference and analogical access*. Analogica, Morgan Kaufmann.  
 Gick, M.L., & Holyoak, K.J. 1980 Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.  
 Gick, M.L., & Holyoak, K.J. 1983 Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.  
 Holyoak, K. 1985 The pragmatics of analogical transfer. In G.H.Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*, Vol. 19, Academic Press.  
 Holyoak, K.J., & Koh, K. 1987 Surface and structural similarity in analogical

- transfer. *Memory and Cognition*, 15, 332-340.
- Holyoak, K.J., & Thagard, P. 1995 *Mental leaps: Analogy in creative thought*. The MIT press.
- 仮屋園昭彦 1994 問題解決過程における解の生成活動の効果 教育心理学研究, 42, 145-155.
- 桐木健始 1993 実験制御プログラム 試作版
- Pavio, A. 1978 *Imagery and verbal processes*. Holt, Reinhart and Winston.
- Phye, G.D. 1990 Inductive problem solving: Schema inducement and memory-based transfer. *Journal of Educational Psychology*, 15, 4, 826-831.
- Schooler, J.W., Fallshore, M., & Fiore, S.M. 1995 Epilogue: Putting insight into perspective. In R.J. Sternberg & J.E. Davidson (Eds.), *The Nature of Insight*. Cambridge Massachusetts: The MIT press.
- 鈴木宏昭 1996 類似と思考 日本認知科学会(編) 認知科学モノグラフ1 共立出版
- 寺尾 敦・楠見 孝 1998 数学的問題解決における転移を促進する知識の獲得について 教育心理学研究, 46, 4, 461-472.
- 山崎晃男 1992 類推による問題解決に及ぼす目標構造の同一性と写像類似性の効果 教育心理学研究, 40, 3, 237-246.
- 湯沢正道 1988 問題状況の意味の理解と推論スキーマ 教育心理学研究, 36, 4, 297-306