OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	類推による問題解決と目標 : プラグマティックなアプローチの必要性
Author(s)	山崎, 晃男
Citation	大阪大学人間科学部紀要. 1995, 21, p. 223-243
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/10169
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

類推による問題解決と目標

—プラグマティックなアプローチの必要性—

山崎　晃男

目　次

1　はじめに
2　比喩と類推
3　類推による問題解決
4　類推による問題解決における目標の役割（1）
5　類推による問題解決における目標の役割（2）
6　まとめ

類推による問題解決と目標

-プラグマティックなアプローチの必要性-

山崎　晃男

1．はじめに

「朝には4本足、昼には2本足、そして夕べには3本足のものは何か。」有名なスフィンクスの謎である。ご承知のように、答は「人間」。まだ一人で立つことができない赤ん坊の時期には4本足で這い回り、それ以降2本足で歩くが、老いた後には杖を必要とする、というのがその理由である。この答と理由には、大方の人が一応は納得するであろう（もちろん、「杖などをついていない老人も数多くいるではないか」といった類の文句はいくらでもつけられるけれども）。それでは、このような答を見つける過程、またこの答を提示されてそれに納得する過程においては、どのような推論がなされているのであろうか。

この謎に答えるためには、言葉を本来の字義から離れて解釈するという推論をおこなう必要がある。その1つは、「足」。「足」というのは、辞書的に言えば「動物の胴体に付いていて体を支えたり歩行したりするのに用いる部分」である。人間は通常2足歩行をする動物であるが、手は他の動物では前足に相当する部分でもあり、四つん這いでしか歩けぬ赤ん坊を4本足と記述するのはそれほど基本的な字義から離れるわけではない。それに対し、本来の足と杖とを足して老人を3本足と記述するのは、若干基本的な字義から逸脱していると言えるだろう。但し、「足」には「物の下の方にあって、その物を支えている部分」といった意味もあるので、上の逸脱はそれほど大きなものではない。スフィンクスの謎に答えるために必要なもう1つの推論は、「朝、昼、夕べ」に関するものである。これらの言葉は、普通一日のうちのある時間帯を指すものとして用いられるが、ここでは人の一生のうちの「幼年期、青・壮年期、老年期」といった時期を指すものとして解釈されなければならない。こうした推論が成り立つためには、2つの言葉または言葉群の間に何らかの類似性が見いだされなければならない。「足」から「杖」へという推論では、上記のような機能上の類似性だけではなく、その形態においても類似性が高い（この形態上の類似は、機能の類似に基づくものではあるが）。それに対し、「朝、昼、夕べ」と「幼年期、青・壮年期、老年期」とでは、各々の中での時間の順序関係における類似性

が推論の基本となるだろう。

2．比喩と類推

ある領域の対象に出会った際、それに対する知識が不足しているため充分な理解が得られないとき、それとは異なるが何らかの意味で類似している既知の領域の対象についての知識に基づいて、当面する未知の対象を理解しようとしてなす推論。これを類推と呼ぶ。例えば、重い原子核と軽い電子からなる原子の構造を考える際に、重い太陽の周囲を軽い惑星が回っているという太陽系の既知の構造を基に、原子核の周囲を電子が回っているのではないかと推論する。こうした推論が、典型的な類推である。

それに対して、前節の例は謎々の一種であるが、これは一般的には比喩理解の変形として捉えられる。「３本目の足」は「杖」の比喩であり、「朝、昼、夕べ」は「幼年期、青・壮年期、老年期」の比喩というわけである。Aを表すのにBを用いるという比喩は、単にAの代用としてBを用いるというのではなく、AをBとしてみることであり、Aに対するそれまでの見方を再構造化することである（cf. Lakoff & Johnson, 1980；尼ヶ崎, 1988)。その意味では、優れた比喩、卓抜な比喩とは、比喩されるものに対して、新奇でありながら誰もが納得する妥当な見方を与えるものであり、更にその見方がそのものに対する理解を豊かにするもの、と言うことができる。スフィンクスの謎を比喩と考えるなら、「幼年期、青・壮年期、老年期」を「朝、昼、夕べ」で喩えることは相互の時間関係の類似に基づく単なる言い替えではなく、そうすることによって、朝もやが立ちこめものの形が判然としない早朝の頼りなさとこれからの１日に対する期待感、太陽が輝き全てのものが活気と自信に満ちた昼の躍動感、次第次第に闇が世界を覆い全ての活動が休止へと向かう黄昏の寂寥感、といった様々なニュアンスを「幼年期、青・壮年期、老年期」の各々に新たに与えることである。比喩をこのように単なる修辞としてではなく、人が世界を認識する方法の一つとして捉えるなら、先に述べた類推と比喩とはきわめて近い関係にあると言えるのではないだろうか。両者ともに、ある対象の認識を再構造化するために、それと類似した別の対象についての知識を用いておこなう推論である。そこでは利用される対象の選択、２つの対象間の類似性の認知、対象間での知識の移動、といった共通の認知過程が生じている。

本稿では、類推に関する心理学的考察を主としておこなっていくのであるが、上で述べたようにそれは類推という領域を越えて、人間の認知に広く関わるものである。

3．類推による問題解決

類推を、心理学における先行諸研究で用いられてきた用語によって今一度記述すると次のようになる。不充分な表象しか有していない対象（これをターゲット領域と呼ぶ）に対して、それと類似した既知の対象（ベース領域と呼ぶ）を対応づけ利用することによって、ターゲット

領域の表象を当面の事態に対して適当なものに変える推論、それが類推である。このような推論が科学的発見の場で重要な役割を果たしてきたことは、「アルキメデスの法則の発見」や「ニュートンのリンゴ」などといった逸話的な形で繰り返し述べられている(cf. Dreistadt, 1968)。しかし、類推はそうした特殊な場合にのみ生じるものではなく、我々の日常生活において普通に生じているものである。鈴木・村山（1991）も指摘しているように、我々は日常生活において未知のもの（ターゲット領域）に出会いそれについて学習していく際、その未知のものが属する領域に対する充分な知識をあらかじめ有していないのが普通である。その場合、未知のものに対する学習は、既存の別の領域（ベース領域）の知識を援用しておこなう他ない。つまり、ベース領域の知識をターゲット領域に対応づけ移してくることによって、ターゲット領域の適切な表象を形成するのである。このような心的過程は、類推に他ならない。その意味で、我々が新しいものを学習してゆくという不断の営みをおこなっていく上で、類推は基本的な役割を果たしているのである。

類推によってターゲット領域の適切な表象を形成していく過程、すなわち類推による問題解決の過程は4つの下位過程に分けられる(Holyoak, 1985; Holland et al., 1986)。(1)ベース領域とターゲット領域の表象形成。各領域の表象形成は、通常全く別々の時期に独立しておこなわれる。(2) ターゲット領域の類似物としてのベース領域の検索。類推のための適切なベース領域として、ある知識領域が検索される。(3) ベース領域とターゲット領域間での写像。各領域に含まれる類似した要素同士を対応づける。(4) ターゲット領域における写像の適用。ターゲット領域の適切な表象を形成するために、ベース領域とターゲット領域間の写像が適用される。実際にはこれら4つの下位過程は、この順序に厳密に従って生じなければならないというものではない。むしろ、前後の過程を何度もいききしながら漸進的に最終の表象形成に向かって進んでいく、というのが一般的な形であろう。ただ、これらの下位過程に分割することは、類推による問題解決過程を概念的に理解するために有益であると思われる。

さて、上の4つの下位過程のうち、最初の表象形成過程は、特に類推による問題解決に限らず、知識表象の形成という一般的な問題である。これに関しては、類推研究の分野では、Novick(1988) が、熟達者と初心者を用いた研究をおこなっている。その他に、Gick & Holyoak(1983) や Spencer & Weisberg(1986)、Reed(1989)、Catrambone & Holyoak(1989) などが複数のベース領域からつくられるスキーマを扱った研究をおこなっている。また検索の問題に関しては、Perfetto et al. (1983) やKeane(1985, 1987)、Gick(1985)、Holyoak & Koh(1987) など、写像に関しては、Gentner(1982, 1983) や Reed(1987), Holyoak & Thagard(1989) など、ベース領域とターゲット領域間の写像を利用しての問題解決全般に関しては、Gick & Holyoak(1980, 1983)、Gentner & Gentner(1983)、Reed et al. (1985)、Novick & Holyoak(1991) など、これまでに数多くの研究がおこなわれている。

ところで、幾つかの例外を除いて、これらの研究においてとられている知識表象観には、ある共通点があるように思われる。例えば、Gentner(1983) の構造写像理論においてもっとも

典型的なのであるが、そこではベース領域やターゲット領域での知識は命題的な階層構造として表象され、有効な類推はそうした階層構造の形式的同一性によって保証されるとされる。Gentner ほど極端な統語論的な立場を明言していない研究でも、ベース領域やターゲット領域についての知識表象は、視点や目標といった類推者に関わる要因とは無関係に決定される中立的なものとして扱われる傾向が強い。それに対して、Holyoak(1985) は、類推による問題解決において目標が決定的な役割を果たすというプラグマティックなアプローチを提唱している。それによると、ベース領域の検索において、目標関連的な特徴が目標と関わりのない特徴よりも重視されると考える。また、ベース領域とターゲット領域間でどの命題が写像されるかについても、目標を考慮することなしには決定されないとする。確かに、類推による問題解決の出発点となる、知識領域における命題構造の決定そのものが、形式的なアプローチによって一義的になされるのではなく何らかの意味的処理を必要とすると考えられている（Johnson-Laird, 1989)。このことは、ベース領域とターゲット領域の類似関係も形式的アプローチによっては決定され得ないということを意味する。それゆえ、類推において目標という要因を重視する Holyoak の主張はもっともなものであろう。しかしながら、Holyoak の研究も含めて、目標が類推において果たしている役割についての、実験データに基づく実証的研究はまだほとんどない。本稿の後半では、類推による問題解決において目標が果たす役割について探るため、筆者らがおこなった実証的研究を紹介するが、その前に、そうした実証的研究をおこなう上で留意すべき点について若干考えておきたい。

これまで何度も述べてきたように、プラグマティックなアプローチでは問題解決者の目標を重視するのであるが、現実的な問題解決状況を考えたとき、問題解決者が独立したたった一つの目標の下でのみ活動をおこなうというのはむしろ稀である。例えば、物語形式で問題が提示されるという多くの先行研究で採用されている実験場面において、問題解決者の目標は物語中で主人公が直面しているのと同じ問題を解決することであるが、それと同時にそうすることによって被験者としての責務を果たすことも目標であるだろうし、場合によってはその実験に参加することによって心理学の単位を得ることが最大の目標であることもあるだろう。論議を与えられた問題そのものに限ったとしても、その問題が幾つかの下位問題に分割されるような場合には、目標－下位目標－下位下位目標・・・といった複数の目標からなる階層的な構造が生じることになる。また、その問題において解答とされているのは、属性や関係の生成として捉えるのが適切なものなのか、操作子の系列として捉える方が適切なものなのか、といった個々の問題ごとの要因もある。このように、目標と一口で言っても、そこには様々なレベル、種類の違いがある。それゆえ、実際に実験をおこなうときには、その実験において扱われている目標が具体的には何なのかを明確にしておく必要がある。

また、先に述べたように、類推による問題解決の過程は、ベース領域・ターゲット領域の表象形成過程、ベース領域の検索過程、両領域間の写像過程、ターゲット領域での写像の適用過程、という４つの下位過程からなっている。類推における目標の役割を調べる際に、可能であ

るなら目標がこれら下位過程の各々に対してどのような役割を果たしているかが明らかにされるような方法が望ましいであろう。

4．類推による問題解決における目標の役割（1）

類推による問題解決の研究でしばしば用いられる課題に、Duncker(1945) の「放射線問題」がある。TABLE 1に示したのがその問題である（但し、細かい記述は筆者により変えられている)。

TABLE 1「放射線問題」

〔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、投薬によって治すこともできません。ある種の放射線を充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おこなえばよいのか分らず、途方に暮れてしまいました。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。思いつく答えを、できるだけ具体的に書いて下さい。(複数解答可)
〔解答例〕
放射線を幾つかの弱い放射線に分割し、それらを腫瘍の周囲の多方向から中央の腫瘍で集中するように照射する。

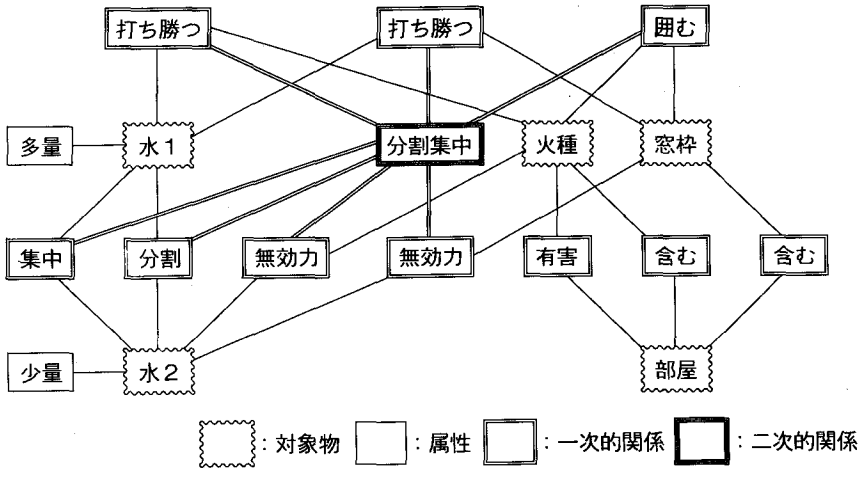
山崎（1992）でも、この課題がターゲット領域として用いられ、類推による問題解決における目標の役割が検討された。また、そのベース領域となる類似物としては、安西（1985）の「火事の物語」が用いられた。それは TABLE 2に示されている（但し、これも筆者により細かい記述は変えられている)。

TABLE 2「火事の物語」

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、消防自動車が何台も出動しました。この火事を一気に消し止めるためには、火元の部屋の中央にある火種に充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と、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が、やがて、数台の消防自動車をその建物の周囲に配置させました。そして、各々の消防自動車から、窓枠を壊さない程度の量で、四方の窓を通して一斉に放水させました。こうして、消防隊長は、窓枠を壊すことなく、中央の火種に充分な量の水をかけることができ、火事を一気に消し止めることができました。

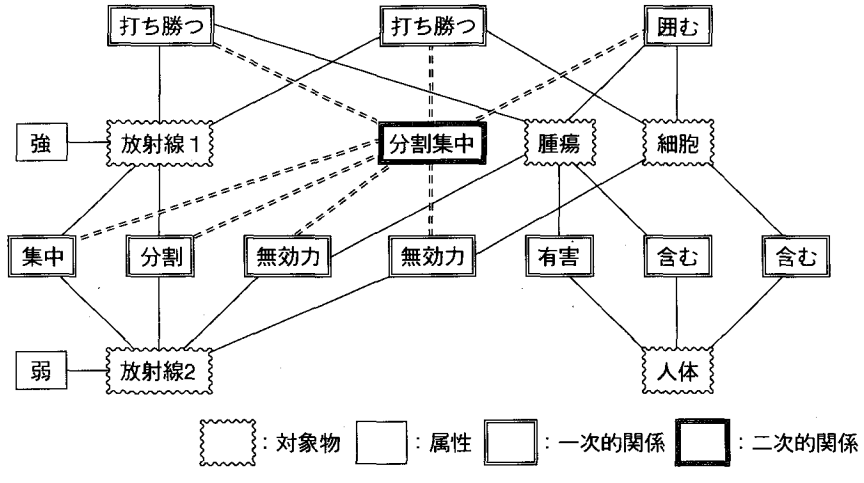
この「火事の物語」を、物語の主人公が目標として生成すべき「分割集中」という関係を中心

に命題ネットワークによって表現したのがFIG.1である。



ＦＩＧ.１　「火事の物語」の命題ネットワーク表現

命題ネットワーク表現を用いると、知識はこのように対象物、対象物の属性、複数の対象物間の一次的関係、複数の一次的関係間の二次的関係、更に高次の関係、などからなるネットワークとして表現される。ところで、「火事の物語」中には、このネットワークに表されたもの以外にも多くの対象物や属性、関係が含まれているが、それら全てを一つの命題ネットワークの中で表現するのは実際的とは言えない。この物語を問題解決の物語として捉えるならば、目標となる「分割集中」という関係を中心としてそれに関わる対象物、属性、関係に絞ったFIG.1のような表現をするべきであろう。一方、「放射線問題」を同様に命題ネットワークとして表現したのがFIG.2である。



ＦＩＧ.２　「放射線問題」の命題ネットワーク表現

この二つの命題ネットワーク表現を比較してみると、両者は対象物やその属性では大きく異なっているが、対象物間の関係の点では非常に似通っていることが分かる。この類似性が、「火事の物語」を「放射線問題」の有効なベース領域としているのである。さて、この研究で取り上げられた目標とは、問題解決のため生成されなければならない関係そのものである。すなわち、これまでに説明してきた「火事の物語」及び「放射線問題」においては、FIG. 1、FIG. 2に示した命題ネットワーク表現を構成するために中心的な役割を果たしている「分割集中」という関係が、それにあたる。山崎（1992）では、こうした意味での目標と類推との関係を探るため、「火事の物語」「放射線問題」それぞれについて目標を操作した別バージョンをつくった。TABLE 3、TABLE 4に示したのがそれである。

TABLE 3「火事の物語」別バージョン

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、消防自動車が何台も出動しました。この火事を一気に消し止めるためには、火元の部屋の中央にある火種に充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最大強度で放水しようとすると、その建物の持ち主から、「やめて欲しい。」とのクレームがつけられました。しかし、その理由について尋ねると、口ごもってしまいはっきりしたことを言いません。消防隊長は、何故その建物の持ち主がクレームをつけるのかが分かりませんでしたが、その理由が分からなければ消火活動に支障が生じるので、しばらく考え込んでいました。そして遂に、その理由に気がつきました。すなわち、その持ち主は、火を一気に消してしまう程の勢いで放水することによって、火種の手前にある窓枠までが破壊されてしまうことを心配していたのです。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ないので、消防隊長は、数台の消防自動車をその建物の周囲に配置させ、各々の消防自動車から、窓枠を壊さない程度の量で、四方の窓を通して一斉に放水させました。こうして、消防隊長は、窓枠を壊すことなく、中央の火種に充分な量の水をかけることができ、火事を一気に消し止めることができました。

TABLE 4「放射線問題」別バージョン

〔問題〕
胃に悪性の腫瘍ができた患者がいます。その腫瘍は、正常の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、手術によって取り除くことができません。また、投薬によって治すこともできません。ある種の放射線を充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、この患者の主治医は、ある理由により、放射線を利用したこの方法をとることができずに、途方に暮れてしまいました。さて、放射線による治療を妨げる、ある理由とは、一体どのようなことなのでしょうか。但し、その理由とは、患者の思想、信条、宗教、貧困などといった個人的なものでも、医者や病院などに関する治療者側のものでも、放射線治療装置の故障などといったものでもありません。思いつく答えを、できるだけ具体的に書いて下さい。（複数解答可）
〔解答例〕
腫瘍を破壊できる強度の放射線を用いると、放射線が通過する正常な細胞までが破壊されてしまうから。

TABLE 4に示した「放射線問題」別バージョンを、目標となる関係を中心にした命題ネットワークとして表したのがFIG. 3である。

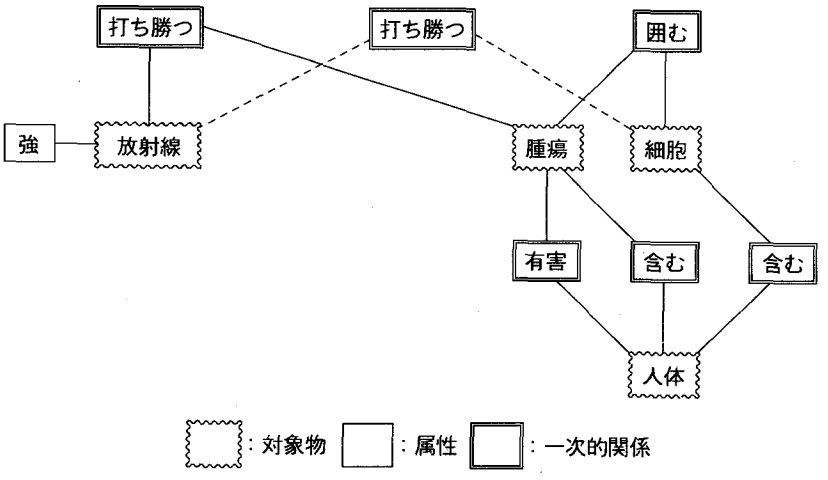


FIG.3　「放射線問題」別バージョンの
命題ネットワーク表現

この問題では、オリジナルな「放射線問題」における制約条件である（放射線が正常な細胞に）「打ち勝つ」という関係の生成が目標となっている。一方、「火事の物語」別バージョンの方では、主人公の第一の目標は（水が窓枠に）「打ち勝つ」という関係の生成であるが、その後付加的な目標の達成として「分割集中」という関係の生成についても物語中で述べられている。従ってその命題ネットワークは、第一の目標である「打ち勝つ」という関係のみに絞って表せば FIG.3に類似したものとなり、「分割集中」という関係にも留意して表せば、FIG.1とほぼ同じものとなる。結局、「火事の物語」と「放射線問題」のオリジナル同士と別バージョン同士は、第一に生成すべき関係が同じである「目標一致」の関係にあるのに対し、オリジナルと別バージョンという組み合わせは、「目標不一致」の関係にある。

実験は、次のような手順でおこなわれた。まず被験者には、「火事の物語」のオリジナル（以後、FO物語と呼ぶ）または別バージョン（同様に、FV物語と呼ぶ）に加え二つの無関係な物語が記載された小冊子を渡し、各物語について「もっともらしさ」を評定するという課題を与えた。これは、ベース領域の表象形成過程にあたる。付け加えられた二つの無関係な物語や「もっともらしさ」の評定という課題は、後でベース領域を検索するときの妨害要因であった。次に、「放射線問題」のオリジナル（RO問題と呼ぶ）または別バージョン（RV問題と呼ぶ）と二つの無関係な問題が記載された小冊子を被験者に渡し、各問題を解決するように求めた。この二つの無関係な問題も、ベース領域検索に対する妨害要因であった。その後、各被験者に「放射線問題を解く上で、先に読んだ物語を参考にしたか」「参考にしたとすれば、どの物語をどのように参考にしたか」「先の物語の内の一つを参考にしてもう一度この問題を解くとすれば、どの物語を参考にしてどのように解くか」「今までに見たことのある物語や問題があったか」

などを尋ねて実験は終了した。

男女大学生341名が、ベース領域としてFO物語を提示されるかFV物語を提示されるか、ターゲット領域としてRO問題を与えられるかRV問題を与えられるか、という2×2の4条件に割り振られ、これらの物語または問題を以前に見たことがあると答えた18名の被験者を除いて分析がおこなわれた。条件名は、用いた物語名及び問題名に基づいて、「FORO条件」のように名づけられた。

さて、先の物語を全く参考にしなかったにも関わらず問題に正答した「非類推正答」率、自発的に「火事の物語」を参考にして問題に正答した「自発的類推正答」率、物語を参考にしてもう一度問題を解くように促された後に「火事の物語」を利用して問題に正答した「強制的類推正答」率の各々が、TABLE 5に示されている。

TABLE 5 「放射線問題」の正答率

条件	ヒント前の正答率		ヒント後の正答率
	非類推 %(正答者/母数)	自発的類推 %(正答者/母数)	強制的類推 %(正答者/母数)
FORO	2.4 (2/83)	13.6 (11/81)	75 (51/68)
FVRV	17.3 (14/81)	5.8 (4/67)	18.5 (10/54)
FVRO	3.9 (3/77)	9.5 (7/74)	71.2 (47/66)
FORV	18.3 (15/82)	1.5 (1/67)	18.8 (12/64)

この実験は、類推に果たす目標の役割を調べる他に別の目的も有していたのであるが、本稿では目標の役割についてのみ検討することにする。何度も言うように、ここで取り上げている目標とは、被験者自身または物語中の主人公が問題解決のために生成すべき一つの関係である。この意味で、ベース領域である物語とターゲット領域である問題との間で目標が一致しているのは、FORO条件とFVRV条件であり、FVRO条件とFORV条件では目標が一致していない。TABLE 5の数値を基にχ^2検定をおこなった結果、自発的類推での正答率、強制的類推での正答率ともに目標の有意な効果は得られなかった。そこで、自発的類推と強制的類推のそれぞれで、参考にした物語として「火事の物語」を選択した被験者の率と、その被験者中で「放射線問題」に正答した者の率を調べてみた。その結果をTABLE 6とTABLE 7に示す。

TABLE 6 自発的類推での「火事の物語」選択率と
「火事の物語」選択者中の正答率

条 件	自発的類推での「火事の物語」選択率 %(該当者/母数)	「火事の物語」の選択者中の正答率 %(該当者/母数)
FORO	13.6 (11/81)	100 (11/11)
FVRV	19.4 (13/67)	30.8 (4/13)
FVRO	9.5 (7/74)	100 (7/7)
FORV	3 (2/67)	50 (1/2)

TABLE 7 強制的類推での「火事の物語」選択率と
「火事の物語」選択者中の正答率

条 件	強制的類推での「火事の物語」選択率 %(該当者/母数)	「火事の物語」の選択者中の正答率 %(該当者/母数)
FORO	95.6 (65/68)	78.5 (51/65)
FVRV	51.9 (28/54)	35.7 (10/28)
FVRO	83.3 (55/66)	85.5 (47/55)
FORV	51.6 (33/64)	36.4 (12/33)

これらの数値に対しχ^2検定をおこなったところ、自発的類推での「火事の物語」選択率において目標の効果が有意であった。結果は、自発的な類推におけるベース領域の検索過程に目標が効果を及ぼしていることを示している。すなわち、この実験においては、ベース領域とターゲット領域間で目標が一致していないことはそのベース領域の自発的な検索を抑制する効果を有していた。このことは、類推による問題解決過程において目標が果たしている役割の一端を示すものであろう。

5．類推による問題解決における目標の役割（2）

太田・山崎（印刷中）で扱った目標は、前節で紹介した実験とはまた異なったものだった。この研究では、二つの実験がおこなわれたが、本稿では類推と目標の関係をよりシンプルな形で扱った実験1のみを取り上げる（ちなみに、実験2では複数のベース領域が提示されたときのスキーマ形成と目標の関係が検討されている）。

この実験においても、「放射線問題」の変種が課題として用いられた。ここで用いられたのは、ベース領域として「トンネル物語」（TABLE 8、9）、ターゲット領域として「浮き橋問題」（TABLE 10）で、これらは「放射線問題」を軍事的なシチュエーションに置き換えたものであった。

TABLE 8「トンネル物語」分散集中版

ある国の軍隊の一部隊が、現政権に不満を抱き反乱を企てていた。反乱軍の指揮官は、密かに建設した地下基地を根城にし、攻撃の機会を窺っていた。この部隊は歩兵部隊だったので、まともに戦闘を仕掛けても勝算のないことは明白であった。そこで、指揮官はまず軍事工場を占拠することを計画した。この軍事工場には政権軍の指令官がおり、彼を人質にすれば戦いが有利に進められると考えたのである。この反乱部隊の軍事力は強大なものではなかったが、工場を防衛している軍隊よりは強力だったので、当初この計画はうまくいくように思われた。しかし、この計画を遂行するには大きな問題があることがわかった。その目標の軍事工場は、周囲を山々に囲まれた場所にあり、そこに行くには、トンネルを通っていくしか方法はなかったのである。工場へ通じるトンネルはいくつかあったが、どれも非常に狭く、少数の歩兵しか通ることができないというものだったのである。もしトンネルを通過できる程度の少数部隊で攻め込めば、工場の周辺に配備された政権軍の陸上部隊に撃退されてしまうのは目に見えていた。歩兵が山を越えることは不可能であった。また、ミサイルや戦闘機など、空から攻撃するための武器を手にいれることもできなかった。彼らは軍事工場の陸上部隊を打ち倒すことは不可能ではないかと考えた。

しかし、反乱軍は作戦を練り直し工場への攻撃を行った。彼らは工場へ通じている各々のトンネルの入口に少数の歩兵部隊を配備し、同時に、工場に向かって攻撃を開始したのである。工場の周辺で戦力を集結した部隊は、敵の陸上部隊を打ち負かすことに成功したのであった。

TABLE 9「トンネル物語」集中阻止版

ある国の軍隊の指揮官が現政権に不満を抱き、仲間の部隊と共に反乱を起こした。反乱軍は軍の中枢である地下基地を破壊をしようとして失敗した後、軍事工場を占拠し、そこを拠点に抵抗を続けていた。この反乱部隊の軍事力は強大なものではなかったが、この工場は敵の攻撃に備えて、周囲を山々に囲まれた場所に建てられており、すぐに攻略される心配はなかった。工場へ通じるトンネルはいくつかあったが、どれも非常に狭く、少数の歩兵しか通ることができないというものだった。もしトンネルを通過できる程度の少数部隊で敵が攻めて来れば、反乱軍の陸上部隊がそれらを撃退することは容易であった。また、この軍事工場は敵にとっても重要な存在だったので、工場の破壊につながるミサイルや戦闘機で攻撃される心配もなかった。ところが、反乱軍の指揮官は政権軍の指令官が計画している戦略に関する情報を密かに入手し、それに対する防衛手段に頭を悩ませた。その戦略とは、工場へ通じている各々のトンネルの入口に少数の歩兵部隊を配備し、同時に、工場に向かって攻撃を開始し、工場の周辺で戦力を集結させるというものであった。その集結した部隊に対抗できるほどの陸上部隊を反乱軍はもっていなかったのである。彼らは歩兵部隊を打ち負かすことはもはや不可能ではないかと考えた。

しかし、指揮官は作戦を練り、歩兵部隊を撃退することに成功した。彼らは歩兵部隊がトンネルを通過している最中に、一本のトンネルのみを残し、他のものをすべて爆破したのである。大部分の歩兵は生き

埋めとなり、残ったトンネルから工場へ攻めてきた少数の歩兵を、陸上部隊は打ち負かしたのであった。

TABLE10「浮き橋問題」

ある国の民主的政府がクーデターによって倒されて、軍事政府が誕生した。その軍の将軍は戒厳令を発令し、市民のあらゆる自由を奪った。しかし、ある部隊の指揮官と彼の部下たちは、打ち倒された民主的政府の味方であった。彼らは森のなかに秘密基地を作り、反撃を開始する機会を窺っていた。指揮官は軍の司令部を攻略することができれば、軍事政権打倒に成功するであろうと考えた。その基地は、湖の真ん中にある島の上にあり、その島には強力な防衛部隊がいた。その島に行くには、島とその周囲の陸地を結んでいるいくつかの浮き橋（水上に“いかだ”、または多くの舟を浮かべて、その上に板を渡した橋）を渡っていかなければならない。しかし、各々の橋は非常に不安定なので、一度にわずかの戦車しか通ることしかできなかった。そのような少数軍では、もし攻撃を行っても、敵の防衛部隊に簡単に撃退されてしまうのは明らかであった。また彼らは、戦艦、戦闘機、ミサイルなど、湖、空から攻撃するための武器はいっさい所有していなかった。

いったいどのような方法で攻撃すれば、敵の防衛部隊を打ち倒すことができるであろうか？あなたが思いつく方法をあげて下さい。（答は複数でもよい）

ここで取り上げられた目標は、表象を形成する際に働くプラグマティックな枠組みを主導するものとしての目標であった。すなわち、ここでの課題のような軍事的なシチュエーションに即して言えば、問題解決者が物語や問題の表象を形成するとき、「AがBを攻撃する」あるいは「AがBの攻撃に対して防衛する」といったプラグマティックな枠組みが通常用いられる。その際に主導的な役割を果たすのが「攻撃」「防衛」といった目標なのである。山崎（1992）で取り上げられたような生成されるべき関係そのものではなく、むしろそれが物語や問題の表象全体の中でどのような位置を占めるのかを決定するものとしての目標、と言ってもよいであろう。そうした目標を操作するために、ベース領域としてTABLE 8、TABLE 9に示した2種類の「トンネル物語」を用意した。この二つの物語は、主人公の目標が「攻撃」であるか「防衛」であるかという点で異なっており、それによって「分散集中解」（前節で紹介した実験では「分割集中」と呼んでいた関係を生成すること）の位置づけが異なっている。TABLE 8の「分散集中版」は「攻撃」を目標とする主人公が「分散集中解」を用いてその目標を達成するという物語であるのに対し、TABLE 9の「集中阻止版」は「防衛」を目標とする主人公が敵の「分散集中解」を用いた攻撃を阻止するという物語である。両方とも、「分散集中解」という情報を含んでいるが、目標からみたその位置づけが全く異なっている。ターゲット領域である「浮き橋問題」では「攻撃」が目標となっているので、「トンネル物語」の「分散集中版」とは目標が一致、「集中阻止」版とは目標が不一致ということになる。

実験は、次のような手順でおこなわれた。まず被験者には、「分散集中版」「集中阻止版」いずれかの「トンネル物語」を渡し、その「もっともらしさ」の評定と評定の理由づけをするよう求めた。これは、ベース領域の表象形成過程にあたり、評定や理由づけという課題は、後のベース領域検索を妨害する要因であった。次に、ターゲット領域として「浮き橋問題」の解決

を求めた。その後、被験者がベース領域の物語とターゲット領域の問題間でどのような類似性認知をおこなっているかを調べるための課題をおこなった。それは、これらの物語と問題の各々に含まれる4つの主要な要素、すなわち「目標の遂行者（物語の主人公）」とその「敵対者」という2つの行為者要素、及び「分散集中される力」と「力が向けられる対象」という2つの解法要素、を取り上げターゲット領域とベース領域間で類似していると思う要素同士の対応づけを求めるという課題であった。このような要素の対応づけを求めたのは、被験者が目標に主導されて表象を形成している場合と「分散集中解」という解法を中心に表象を形成している場合とで、被験者のおこなう対応づけが異なると考えられるからである。すなわち、被験者の対応づけをみることで、本当に目標に主導されて類似性の認知をおこなっていたかどうかを明らかにする、というのがこの課題の目的である。具体的にどのような要素を取り上げたのか、また両領域間でのどのような対応づけが考えられるのかについては、FIG. 4に示した。

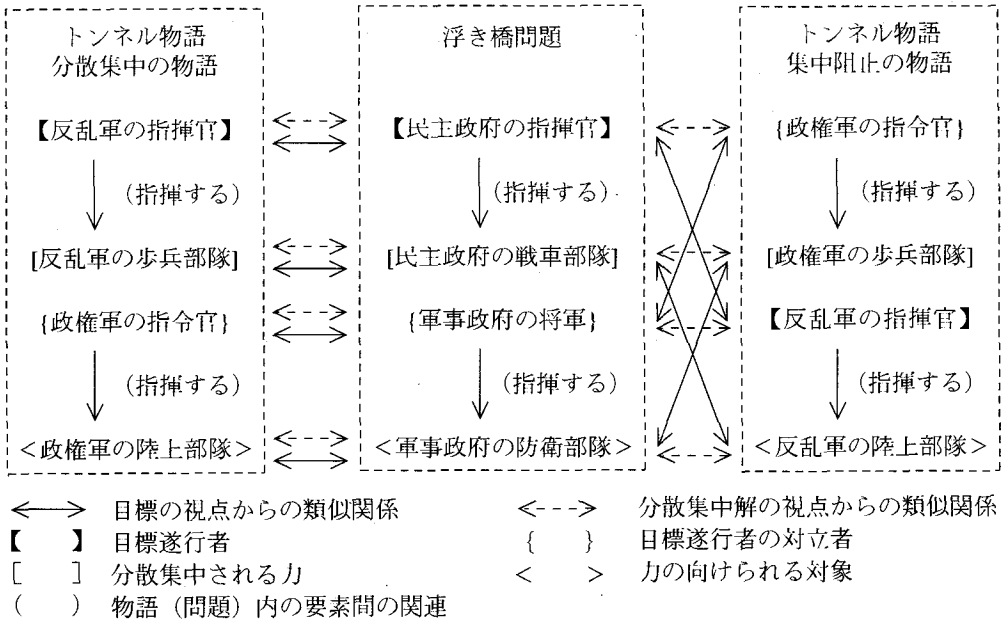


FIG.4　「トンネル物語」と「浮き橋物語」の要素間の対応関係

この類似性判断課題の後、問題解決に際してのベース領域の利用の有無を問い、ベース領域を利用していなかった被験者にはそれを利用して再度問題解決をおこなうよう求めた。更に、もう一度同じ類似性判断課題をおこない、最後に見たことのある物語または問題があったかどうかを問うて実験は終了した。

男女大学生48名が目標一致、不一致の2条件に振り分けられ実験をおこない、類推を用いずに正答した者（1名）とこれらの物語または問題を見たことのある者（3名）は分析から除か

れた。

正答率は、TABLE 11の通りであった。

TABLE 11 「浮き橋問題」の正答率

条 件	自発的類推	自発的＋強制的類推
目標一致	28.6 (6/21)	57.1 (12/21)
目標不一致	8.7 (2/23)	26.1 (6/23)

＊（ ）内：（正答者数/解答者数）

目標が一致している条件と一致していない条件間での正答率の差は、自発的類推と強制的類推を合わせた正答率では有意であり、自発的類推ではその傾向がみられた。自発的な類推での正答率は、ベース領域の自発的検索、写像、適用過程の全てを正しくおこなった者の率を表す。また、自発的類推と強制的類推を合わせた正答率は、ベース領域の検索過程以降の写像、適用過程を正しくおこなった者の率を表す。得られた実験結果から、目標が異なっていることが、ベース領域からターゲット領域への写像過程及びターゲット領域でのその適用過程において抑制的な効果を及ぼし、またベース領域の自発的な検索過程においても同様の効果を及ぼしている可能性が示唆された。

類似性判断課題については、被験者の解答を行為者要素と解法要素に分けて分析し、分散集中解に従って要素の対応づけをおこなった被験者の率をTABLE 12に示した。

TABLE 12 要素の類似性判断：分散集中解に従って要素を対応づけた被験者の率

条 件	行為者要素		解法要素	
	自発的類推後	強制的類推後	自発的類推後	強制的類推後
目標一致	94.4 (17/18)	88.9 (16/18)	94.7 (18/19)	89.5 (17/19)
目標不一致	47.8 (11/23)	56.5 (13/23)	65.2 (15/23)	65.2 (15/23)

＊（ ）内：（該当者数/母数）

行為者要素については、自発的類推後、強制的類推後のいずれにおいても条件間で有意な差がみられた。また、解法要素については、自発的類推後において有意差が得られ、強制的類推後ではその傾向がみられた。目標一致条件では、目標主導型の対応づけと分散集中解に従った対応づけが同じものとなるのに対し、目標不一致条件では両者は異なったものとなる、従って、目標不一致条件で分散集中解に従った対応づけをおこなった者が少なかったことは、ベース領域とターゲット領域との類似性を認知する際にも、目標が効果を及ぼしていたことを示している。

この実験で取り上げたような目標、すなわちプラグマティックな枠組みの中で表象形成を主導するような目標に関しても、類推による問題解決においてそれが大きな役割を果たしていることが示されたと言えるだろう。

6．まとめ

類似した既知の対象を利用することによって未知の対象を理解しようとする類推は、科学における創造的発見をもたらすものとして、新奇なものを学習していくという我々の不断の営みの基礎として、事物に対する新しい認識をもたらす比喩表現に関わる認知過程と共通した過程を有するものとして、非常に重要な認知過程の一つである。心理学における類推研究は、問題解決に関する研究の一領域としておこなわれてきた。こうした類推による問題解決の研究はこれまでに数多くおこなわれ、様々な成果をあげてきている。

それらの研究の多くは、ベース領域やターゲット領域の知識を、類推者の視点や目標というプラグマティックな要因とは無関係の中立的なものとして扱う傾向が強かった。しかしながら、ベース領域とターゲット領域間の類似関係は、類推者のもつ視点や目標といった要因によって様々に変化し得る。それゆえ、実際におこなわれている類推について研究をおこなっていくためには、プラグマティックなアプローチが不可欠である。本稿では、筆者らによっておこなわれた実験を二つ取り上げ、目標という要因が類推による問題解決に果たす役割を検討した。

ところで、目標という用語は非常に広い範囲で用いられる。問題を解決するために求められている操作そのものも目標であるし、問題解決を容易にするためにおこなわれる問題分割の結果生じる「目標－下位目標－・・・」といった階層構造の各要素を目標という場合もある。また問題解決者を取りまくより大きな状況や文脈に関わる目標もある。実際に実証的研究をおこなう際には、そこで取り上げられている目標がどのようなものであるかを明確にしておく必要がある。

本稿で紹介した二つの実験で取り上げられた目標は、以下のようなものであった。まず、山崎（1992）では、物語や問題で生成されるべき関係、すなわちいわば解そのものが目標として操作された。実験の結果、ターゲット領域との類推をおこなうために充分な情報がベース領域に含まれていても、上述の意味での目標が両領域間で異なっていれば、ベース領域の自発的な

検索が妨げられることが示唆された。

太田・山崎（印刷中）では、ベース領域やターゲット領域の表象形成の際に働くプラグマティックな枠組みにおける目標が扱われた。実験の結果、こうした目標がベース領域とターゲット領域間で異なっていると、両領域間の写像過程及びターゲット領域でのその適用過程において抑制的な効果が生じること、ベース領域の自発的な検索過程においても同様の抑制効果が生じる可能性があること、また両領域間の類似性認知においても目標が影響していること、が示された。

本稿で紹介した実験は、類推による問題解決において目標が大きな役割を果たしていることを示している。しかし、ここで取り上げたのは、様々な意味で用いられる目標のごく一部でしかない。今後、様々な意味での目標を取り上げ、更なる研究をおこなっていかなければならない。また、その役割の解明を直接の目的とはしないような研究においても、こうしたプラグマティックな要因に充分留意しておく必要があるだろう。

引用文献

尼ヶ崎 彬 1988 日本のレトリック 筑摩書房

安西祐一郎 1985 類推による問題解決における情報構造の効果 日本心理学会第49回大会発表論文集, 1, 183.

Catrambone, R. & Holyoak, K. J. 1989 Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 15, 6, 1147-1156.

Dreistadt, R. 1968 An analysis of the use of analogies and metaphors in science. The Journal of Psychology, 68, 97-116.

Duncker, K. 1945 On problem solving. Psychological Monographs, 58 (Whole No. 270).

Gentner, D. 1982 Are scientific analogies metaphors ? In D. S. Miall (Ed.), Metaphor: Problems and perspectives, 106-132. Sussex: The Harvest Press.

Gentner, D. 1983 Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. Cognitive Science, 7, 155-170.

Gentner, D. & Gentner, D. R. 1983 Flowing waters or teemimg crowds: Mental models of electricity. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), Mental models, Chapter 6. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Gick, M. L. 1985 The effect of a diagram retrieval cue on spontaneous analogical transfer. Canadian Journal of Psychology, 39, 460-466.

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.

Holland, J. H., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E., & Thagard, P. R. 1986 Induction. Cambridge, MA: The MIT Press. (市川伸一ほか訳 インダクション 新曜社)

Holyoak, H. J. 1985 The pragmatics of analogical transfer. In G. H. Bower (Ed.) The psychology of learning and motivation Vol. 19, 59-87. NewYork: Academic Press.

Holyoak, K. J. & Koh, K. 1987 Surface and structural similarity in analogical transfer. Memory & Cognition, 15, 332-340.

Holyoak, K. J. & Thagard, P. 1989 Analogical mapping by constraint satisfaction. Cognitive Science, 13, 268-355.

Johnson-Laird, P. N. 1989 Analogy and the exercise of creativity. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), Similarity and analogical reasoning, 313-331. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Keane, M. 1985 On drawing analogies when solving problems: A theory and test of solution generation in an anlogical problem-solving task. British Journal of Psychology, 76, 449-458.

Keane, M. 1987 On retrieving analogues when solving problems. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 39A, 29-41.

Lakoff, G. & Johnson, M. 1980 Metaphors we live by. The University of Chicago Press.

（渡辺昇一・楠瀬淳三・下谷和幸訳　レトリックと人生　大修館書店）

Novick, L. R. 1988 Analogical transfer, provlem solving, and experitise. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 14, 3, 510–520.

Novick, L. R. & Holyoak, K. J. 1991 Mathematical problem solving by analogy. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 17, 398–415.

太田耕平・山崎晃男　類推的問題解決における目標の役割　教育心理学研究　印刷中

Perfetto, G. A., Bransford, J. D., & Franks, J. J. 1983 Constraints on access in a problem solving context. Memory & Cognition, 11, 24–31.

Reed, S. K. 1987 A structure–mapping model for word problems. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 13, 1, 124–139.

Reed, S. K. 1989 Constraints on the abstraction of solutions. Journal of Educational Psychology, 81, 532–540.

Reed, S. K., Dempster, A., & Ettinger, M. 1985 Usefulness of analogous solutions for solving algebra word problems. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 11, 1, 106–125.

Spencer, R. M. & Weisberg, R. W. 1986 Context–dependent effects on analogical transfer. Memory & Cognition, 14, 442–449.

鈴木宏昭・村山功　1991　人間の学習におけるプラグマティックな表現の役割　認知科学会編　認知科学の発展 Vol. 4, 79–103.　講談社

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, 237–246.

Analogical problem solving and goals
– The necessity of pragmatic approach –

Teruo YAMASAKI

Analogy is one of the most important cognitive processes. It is the base of creative activities in science and of learning novel things in our daily life.

Therefore many researches about analogical problem solvings were conducted. Many of those researches tended to consider that knowledge in the base and target domain was not related to pragmatic factors of analogical problem solvings. However, goals of analogical problem solvers make various similarities between the base and target domain. Therfore pragmatic approach are necessary to researches about analogical problem solvings.

In this article two experiments investigated the role of goals in analogical problem solvings. In first experiment, which was from Yamasaki(1992), goals were relations which must be generated in the problems by problem solvers. In other words, such goals were the very solutions in the problems. This experiment suggested that even if the base domain included informations enough for analogy, different goals between the base and target domain restrained spontaneous access to the base domain.

Second expeiment, which was from Ohta and Yamasaki(in press), investigated goals of pragmatic frameworks which leaded the representation formation in the base and target domain. Results were that different goals between the base and target domain (1) restrained the mapping and application process and (2) may retstrain spontaneous access process, and (3) those goals influenced similarity cognition between the base and target domain.

As these experiments demonstrated, various goals play important roles in analogical problem solvings.