

子どもの類推能力の発達

—— 想起と対応づけ ——

細 野 美 幸*

本研究は、子どもは関係類似性を手がかりに類推のベースを想起するか否か、関係類似性を手がかりに類推のベースを想起する場合いつ頃から可能か、について検討した。子どもにとって新しい概念(ターゲット)となじみのある概念(ベース)からなるアナロジーを用意し、5歳前半から7歳後半の子ども184名に対して提示した。その際、ターゲットのみ提示するベース非明示条件と、ベースを提示してからターゲットを提示するベース明示条件を設けた。両条件ともに4つ組みのカード選択課題を行い、カード選択にあたっての理由づけを求めた。課題成績および理由づけ分析の結果から、ベースを明示されていれば6歳前半から関係類似性を手がかりに類推できるようになるが、ベースを明示されていないと幼児にとっては難しく、7歳前半頃から関係類似性を手がかりに類推のベースを思い出して類推できるようになることが示された。このような発達的变化は、抽象化された関係知識の獲得と関連するものと考えられる。

キーワード：類推，発達，ベース例の想起，対応づけ，抽象化された関係知識

問 題

私たちは日常的に類推を行っている。類推とは、過去に経験した事柄を、現在直面している事柄・問題に対応づけ、推論・学習することである(Holyoak & Thagard, 1997; 鈴木, 1996)。類推は、日常的な経験との類似性を手がかりに、新奇な現象についての推測を可能にし、領域を超えた知識の転用や拡張を可能にする(Holyoak, Junn, & Billman, 1984; Richland, Morrison, & Holyoak, 2006)。例えば、電流について学ぶ際、水の流れにたとえた類推を用いると理解が促されることが多い。電流は目に見えず、また、それについての経験も殆ど持たないため、未知の概念になる。一方、私たちは、水の流れについては豊富な日常的な経験を持っている。この水流システムをベースにして類推することで、電気回路の仕組みを理解することができる。例えば、「ニクロム線が太くなったら電流の量は増えるか?」という質問がされた場合、水流をベース例として思い出すことができれば、「パイプが太くなれば水の流れも多くなるから、ニクロム線が太くなれば電流も多く流れる」と考えることができる(鈴木, 1996)。

類推を行って知識を獲得していくためには、どのような点に着目する必要があるだろうか。電気回路は水流と「液状」という知覚的な特徴を共有することはな

い(Clement, Mawby, & Giles, 1994)。「通り道が大きくなったら量が増える」という関係において同じなのである。電気回路と水流が関係において類似することに気づくことで、水流に関する豊富な知識を電気回路の仕組みの理解に役立てることができる。正しく推論し知識を獲得していくためには、色や形状といった知覚的な特徴に着目するのではなく、深層の関係類似性¹に着目し適切なベース例を用いて類推する必要がある(Gentner & Markman, 1997; Holyoak & Thagard, 1995 鈴木他監訳 1998)。

それでは、関係類似性に着目して類推を行うためには、どのような認知活動が必要になるだろうか。先行研究から少なくとも以下の認知活動が想定されている(Holyoak & Thagard, 1997)。まず、直面している問題や状況(ターゲット)と関係において類似する知識(ベース)が想起され、続いて、ベースとターゲットの対応が発見される。この際、いったんベースとターゲットの関係を対応づけるという判断がされると、同じ関係役割を持つ要素が対応づけられる(Gentner & Markman, 1997;

¹ 類似性には、主に4種類ある(Holyoak & Thagard, 1995 鈴木他監訳 1998; Kotovsky & Gentner, 1996); 全体類似性・属性類似性・関係類似性・構造類似性である。関係は、対象を結びつける役割を果たす。構造は、その関係を結びつける役割を果たす。関係と構造の大きな違いは、関係は対象を命題表象の項とするのに対し、構造は関係を項としてとる点である。

本研究においては、関係類似性および構造類似性のことを総括して「関係類似性」と呼ぶ。

* お茶の水女子大学人間文化研究科
m.hosono@nifty.com

Holyoak & Thagard, 1997)。そして、この対応を手がかりにしてターゲットについての推論が行われる (Holyoak & Thagard, 1997)。冒頭の例を用いて説明すると、「ニクロム線が太くなったら電流の量は増えるか？」という質問によって「パイプが太くなれば水の流れも多くなる」という水流システムの知識が想起される。水流システムと電気回路の場合と量の関係に対応づけるという判断がされると、電流と水の流れ、また、ニクロム線とパイプが対応づけられる。そして、この対応を手がかりにして「電流も多く流れるだろう」と推論されることになる。

先行研究から、幼児でもベースとターゲットの表面的な特徴が類似している場合には関係類似性に着目して類推を行うことが示されてきた (e.g., Daehler & Chen, 1993; Gentner & Toupin, 1986)。例えば Daehler & Chen (1993) は、5 歳児と 7 歳児を対象に例題をいくつか先行提示し、それが後続の転移問題の解決に利用されるか否かを見たが、例題と問題の主人公や道具といった表面的な特徴が類似している場合、5 歳でも自発的に例題を想起して問題の解決に利用した。

表面的な特徴が類似していない場合は、就学後の子どもでも必ずしも関係類似性に着目して類推を行うとは言えない (e.g., Chen, Yanowitz, & Daehler, 1995; Daehler & Chen, 1993; Holyoak et al., 1984)。Holyoak et al. (1984) では、5 歳前後の幼児と 11 歳児に対して物語をいくつか先行提示し、後続の転移問題の解決に利用されるかを見た。その結果、表面的な特徴が類似性しない物語は、どちらの年齢でも想起されることはなかった。そこで「物語で助けになったのは何だったかな」「(物語と)似たようなことはできないかな」という教示を与えたところ、幼児は表面的な特徴が類似性しない物語を想起しないままだったが、11 歳児なら想起して問題の解決に利用するようになった。この結果に対し Holyoak et al. (1984) は、11 歳児にとっては、先行提示された物語が問題と関係において類似することに気づくのが難しいが、幼児にとっては、それだけでなく、関係類似性を手がかりに物語と問題に対応づけることも難しいのだと考察している。

しかし、最近の研究から、表面的な類似性がなくても、ベースが明示されていれば幼児でも関係類似性を手がかりに 2 つの状況に対応づけることが示されている (e.g., Richland et al., 2006; 細野, 2006)。例えば Richland et al. (2006) は、3-4 歳・6-8 歳・9-11 歳・13-14 歳の子どもを対象に、3 匹の動物が追いかけっこをしている場面 (ベース) と 3 人の人物が追いかけっこをしてい

る場面 (ターゲット) を同時に提示した。その結果、6-8 歳以上の子どもなら、「追いかける側」と「追いかける側」という関係類似性を手がかりに対応づけを行うことが示された。従って、表面的類似性がない場合、幼児が関係類似性を手がかりにした対応づけに失敗するわけではない。

それでは、なぜ Holyoak et al. (1984) では、物語の利用を促す教示の効果に年齢差が生じたのか。

類推に影響を与えるものとして、何を達成するために類推しようとするかという目標をあげることができる (Holyoak & Thagard, 1997; Gentner, 1989)。類推の認知過程において、類推を行う者の目標は、どのようなベース知識を長期記憶から想起するかに影響を与える (Gentner, 1989)。問題に取り組むときには、その問題を解決するために類推しようとするだろう。従って、その問題と関係において類似し、かつ、問題の解決の達成に有効である知識を想起しようすることになる。このことを考慮すると、先行研究の課題では、転移問題と関係において類似する様々な知識の中から、問題の解決の達成につながるものとして特に物語に焦点を当てて想起する必要があったと考えられる。

ターゲットと関係において類似する知識を想起するためには、抽象化された関係知識を持つことが重要である (Clement et al., 1994; 鈴木, 1996)。子どもにおいては、なじみのある場面であれば、6 歳頃から自発的に 2 つの状況に共通の表現を使って明確に関係類似性を説明することができるようになる (細野, 2006)。例えば、「太ったプーさんが椅子へ座りました。椅子がガタガタになりました」と「小さいまあ君が粘土を押しました。粘土はペタンコになりました」という文を提示された場合、どちらも「体重をかけている」点で同じだと回答できた。従って、6 歳以降の子どもなら、別個の関係を共通表現へまとめることが可能な抽象化された関係知識を持ち始める可能性がある。Daehler & Chen (1993) の研究では、転移問題と表面的な特徴が類似しない例題を提示した場合、転移問題の成績は 7 歳児と 5 歳児で差がなかった。しかし、転移問題において試みる解決方法のバリエーションは幼児より高年齢児の方が多く (Holyoak et al., 1984)、7 歳児は物語ではなく自分にとってなじみのある知識を関係類似性を手がかりに想起し類推することで、転移問題を解決しようとした可能性がある。

これらのことを考慮すると、幼児期にはターゲットと関係において類似する知識を想起するのが困難だが、児童期には、なじみのある知識であればターゲットと

関係において類似する知識を想起するようになる可能性がある。Holyoak et al. (1984) において 11 歳で教示の効果があつたのは、関係において類似する知識の中でも問題の解決の達成につながるものとして物語に焦点を当てたためかもしれない。しかし、先行研究の課題では、この点を区別することはできない。また、子どもがどのような点に着目して問題を解決したかを見ていないため、なじみのある知識なら関係類似性を手がかりに想起するか否か不明である。関係において類似する知識の想起の発達的変化を明らかにするためには、転移による問題解決を求めず、関係において類似した知識を類推のベースとして想起するか否かに焦点を当て検討する必要があると考えられる。

関係類似性を手がかりに類推のベースを想起する能力を持つということは、様々な分野をこえて自発的に知識を獲得し拡張していくことが日常的に可能であることを意味している。大人は日常的に関係類似性に着目したベース想起を行っており (Dunbar, 2001 ; Markman, Taylor, & Gentner, 2007), 抽象化された関係知識が想起において果たす役割についても示されている (Clement et al., 1994)。この能力がいつ頃から発達し始めるのかを検討し、抽象化された関係知識の獲得が想定される時期との関連を明らかにすることは、類推発達研究において重要だと考えられる。

本研究の課題と材料について述べる。課題には転移による問題解決を必要としないカード選択課題を用いた。関係類似性に着目するようになる時期は領域や課題によって変化しやすく、特に領域知識の有無は子どもの類推に影響を与える要因のひとつであることから (Brown, 1989 ; Goswami, 2001), 対象にしたどの年齢の子どもにとってもなじみがあると思われる領域をベースとして設定し、ベースの知識の有無によって子どもの成績に差が生じないようにした。従って、仮説は、知識が豊富な領域において、転移による問題解決を必要としないカード選択課題を用いた場合に考えられるものである。なお、本研究において「ターゲット」とは子どもにとって未知の概念のこと、また「ベース」とはターゲットと関係において類似するなじみある知識のことをさす (鈴木, 1996) こととする。

本研究の検討点と仮説は以下の 2 点である。

第 1 に、子どもはいつ頃から関係類似性を手がかりに類推のベースを想起するようになるのかを明らかにする。Daehler & Chen (1993) の研究において、7 歳児は関係類似性を手がかりに自分にとってなじみのある知識を想起し類推していた可能性がある。従って、

少なくとも 7 歳前半頃の子どもなら、表面的類似性がなくても関係類似性を手がかりに類推のベースを想起するだろう (仮説 1)。

第 2 に、ベース想起の発達に先だって、2 つの状況の関係を対応づける能力が発達することを明らかにする。表面的類似性がない場合に 2 つの状況の関係を対応づけるには、複数の関係の操作 (Halford & Andrews, 2006) および因果関係の操作 (Gentner & Toupin, 1986) が必要になる。先行研究から、5 歳以上になると複数の関係を処理できるようになり (Halford & Andrews, 2006 ; Richland et al., 2006), また、情報処理容量の増大により (Case, 1997) 5 歳後半頃に可逆的操作が可能になり、因果関係を認識できるようになることが示されている (内田, 1985)。また、6 歳なら表面的類似性がなくても 2 つの状況の関係を対応づけることが可能であることから (細野, 2006), 複数の関係の処理や可逆的操作の発達に伴って関係類似性を手がかりにした対応づけができるようになる可能性が考えられる。従って、5 歳後半の子どもなら、表面的類似性がなくても、関係類似性を手がかりにベースとターゲットを対応づけることが可能だろう (仮説 2)。

仮説²をふまえ、本研究では、5 歳前半から 7 歳後半の子どもに対して実験を行った。子どもがベースを想起して類推するか否かを見る、ということは、課題においてベース想起も対応づけも求めていることになる。従って、課題成績が上昇した場合、ベースを想起できるようになったからなのか、それとも、初めからベースは想起できており、対応づけをできるようになったからなのか、区別できない。そこで、本実験では、ターゲット提示前にベースを想起させておく条件も設け (ベース明示条件)、ベースを想起するか否か見る条件 (ベース非明示条件) のパフォーマンスと比較した。仮説 2 で述べたとおり、対応づけの能力の方がベース想起より先に発達すると考えられることから、ベース明示条件で対応づけが可能な年齢において、ベース非明示条件では対応づけまで到達しない場合、それはベース想起に失敗したためだと推測できる。ベース非明示条件においてベースは想起できても対応づけに失敗する

² 近年、乳児が関係類似性への感受性を持つことが示されているが (Chen, Sanchez, & Campbell, 1997 ; Goswami, 2001), 乳児期に示されるタイプの類推は知覚的なものであり、一方、幼児が行うタイプの類推は概念知識を用いたものであることから、乳児期の類推は幼児の類推のタイプとは全く異なる可能性があることが指摘されている (Strauss, 1998)。また、大人が行う類推は概念知識を用いるものである (Strauss, 1998) ことから、本研究では幼児期以降の類推に焦点を当てた。

可能性については、理由づけ内容の分析を行い、誤答の原因を調べることで検討した。

実 験

方法

1. 目的 以下の2点の仮説を検討することを目的とする。第1に、7歳前半頃の子どもなら、表面的類似性がなくても関係類似性を手がかりに類推のベースを想起するだろう(仮説1)。第2に、ベース想起の発達に先だって関係類似性を手がかりにした対応づけの能力が発達し、5歳後半頃の子どもなら、表面的類似性がなくても、関係類似性を手がかりにベースとターゲットを対応づけることが可能だろう(仮説2)。

2. 実験計画 年齢6(5歳前/後・6歳前/後・7歳前/後)×条件2(ベース非明示・ベース明示)の被験者間2要因計画。

3. 実験参加者 横浜市の私立保育園に通う年中・年長クラスの園児(5歳前半・6歳後半)および学童クラブに通う小学2年生(7歳前半・後半)合計184名。5歳前半34名(ベース非明示条件17名…平均年齢(m); 5:2, 範囲(r); 4:11-5:5 / ベース明示条件17名… m ; 5:1, r ; 4:10-5:5), 5歳後半34名(非明示14名… m ; 5:9, r ; 5:7-5:11, 明示20名… m ; 5:9, r ; 5:6-5:11) 6歳前半30名(非明示15名… m ; 6:3, r ; 6:0-6:5, 明示15名… m ; 6:1, r ; 6:0-6:3), 6歳後半31名(非明示12名… m ; 6:8, r ; 6:6-6:11, 明示19名… m ; 6:7, r ; 6:4-6:11), 7歳前半25名(非明示13名… m ; 7:5, r ; 7:1-7:8, 明示12名… m ; 7:7, r ; 7:4-7:10), 7歳後半30名(非明示15名… m ; 7:10, r ; 7:9-8:0, 明示15名… m ; 8:1, r ; 7:11-8:2)。各年齢および各条件において男女比はほぼ等しくなるようにした。なお、WPPSIの下位検査「文章」によって、条件による認知能力には偏りがなかったことを確認した。

4. 材料³ 子どもにとって新しい概念を説明したものをターゲットとして、また、十分ななじみがあると考えられる概念を説明したものをベースとして用いて、アナロジーを作成した。Vosniadou & Schommer

(1988)で用いられたもの2つを改訂し、新たに4つを加え、「まゆげの役割」「トンボの効果」「病気の治りかた」「ホッキョクギツネの身の守り方」「汗の働き」「アリの巣の仕組み」について合計6組のアナロジーを用意した。アナロジーに用いた材料文の例はTable 1に示してある。ベース非明示条件に対してはターゲットのみ提示し、ベース明示条件に対してはベースを提示してからターゲットを提示した。ベースおよびターゲットはそれぞれイラストカード1枚からなり(Figure 1), そのイラストを説明するために、実験者が材料文を読み聞かせた。いずれのアナロジーでも、ベースとターゲットは表面的な特徴を共有しないよう作成した。

5. 課題⁴ 練習用カードセットを1問、課題用カードセットを合計12問用意した。ターゲットの要素がベース例のどの要素に対応するのか判断するよう求める、4つ組みのイラストカード選択課題を用いた(例をFigure 2に示した)。

ターゲットに登場する要素を標準刺激とし、ベース例に登場する要素3つを選択肢とした。選択肢は、標準刺激と関係が類似した「類似関係選択肢」、類似関係選択肢に関連するが標準刺激とは関係が類似しない「非類似関係選択肢」、および、標準刺激と無関連な「無関連選択肢」からなっていた。標準刺激が関係の動作主である場合、類似関係選択肢は類似の関係の動作主、非類似関係選択肢は類似の関係の目標、無関連選択肢は類似の関係に関連しないものとした。1アナロジーにつき2問を作成し、提示順は実験参加者間でカウンターバランスをとった。2問の内訳は、関係の動作主(e.g., まゆげ)を標準刺激にした問題1問、および、関

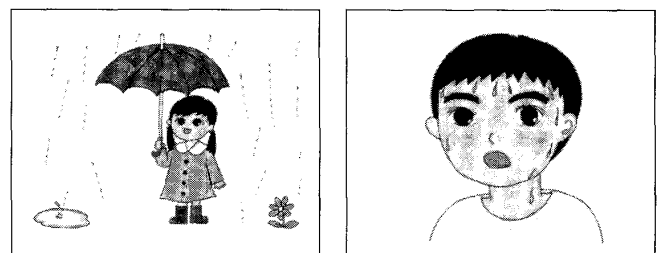


Figure 1 材料のイラストカード (「まゆげの役割」)

³ ベース明示条件で用いたベース例が妥当なものであることを確認するために、成人5名に対してアナロジーの適切性および理解度について5段階評定するよう求めた。具体的には、材料のアナロジーペアのイラストを提示し材料文を読み聞かせた後、「～の例(e.g., 『傘』の例)は、幼稚園児に…(e.g., 『まゆ毛の役割』)を説明するのに適した例だと思いますか?」(適切性), また, 「あなたにとって, ～の例を参考に…を理解するのは簡単でしたか?」(理解度)と質問した。その結果, 適切性平均値が4.6, 理解度平均値が4.5となり, いずれのベース例も, 子どもにとって適切であり, 大人にとっても分かりやすい, と判断された。

⁴ 課題得点の基準値を測るために, 大学生90名(男性28名・女性62名, m ; 20, r ; 19-25)に対して同じ課題を冊子形式で提示した。平均課題得点はベース非明示条件が7.9(2.0)点, ベース明示条件が9.7(0.7)点だった(満点10点。カッコ内は標準偏差)。一元配置の分散分析を行った結果, 条件の効果が有意であり, ベース明示条件の方がベース非明示条件より成績が高かった($F(1, 88)=33.2, p<.001$)。両条件ともに高成績だが, 大人にとっても関係類似性を手がかりにベース想起するのは対応づけのみに比べると難しいことが示された。

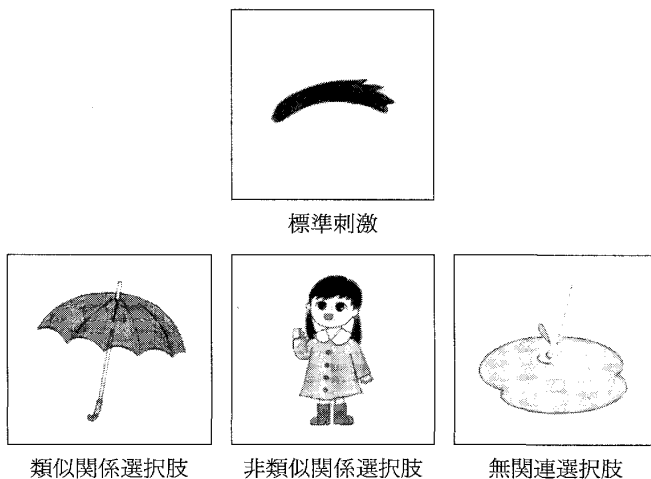


Figure 2 課題で用いた選択カードセット

(類似関係選択肢: 「傘」, 非類似関係選択肢: 「人」,
無関連選択肢: 「水たまり」)

係の目標 (e.g., 目) を標準刺激にした問題 1 問だった。例えば, 傘のアナロジー (Table 1) の場合, ベースとターゲットはどちらも「水から身を守る」という点で類似している。関係が類似すると判断されると, 同一の関係役割を持つものが対応づけられる (Holyoak & Thagard, 1997)。従って, 「まゆげ」が標準刺激である場合, どちらも「守る」役割を持つことから「傘」と対応づけられ, 「目」が標準刺激である場合, どちらも「守ってもらう」役割を持つことから「人」と対応づけられることになる。

ベース非明示条件では, 実験参加者は, まゆげの役割を手がかりに傘の関係知識を想起して, その知識とまゆげの役割を対応づける必要があった。ベース明示条件では材料提示の手続きにおいて傘の関係知識は既に明示されているので, 実験参加者はその知識をまゆげの役割を対応づける必要があった。

6. 手続き 個別対面にて実験を行い, 最初に WPPSI の下位検査「文章」を行った。その後, まず練

習 1 問を提示した。次に, ターゲット概念に関する既有知識の有無を確認する質問を行い, 材料文を読み聞かせた。ベース非明示条件ではターゲットの材料文のみを読み聞かせた。ベース明示条件では, ベースの材料文を読み聞かせ, 「それと同じで」と言って, ターゲットの材料文を読み聞かせた。その後, 両条件とも, カード選択課題を実施した。関係類似性を手がかりにするよう促す指示は一切しなかった。カード選択後, なぜそのカードを選択したのかについて理由づけを求めた。材料文の提示順はランダムにした。

カード選択課題の提示の仕方 カード選択を求めるにあたり, 「ぬいぐるみの『プーさん』は答が分からないから教えてあげよう」というゲーム状況を作った。練習を除いた全試行において, 実験参加者の選択に対してフィードバックは一切与えなかった。また, 選択肢の提示順序はランダムにした。

教示例 (絵カード『まゆげ』を出して) 「これ今でできたね。これと同じ仲間がこの絵のなかにいるよ。これかな? これかな? これかな? (絵カード『傘』『人』『水たまり』提示)」「プーさんに聞いてみようか」(パペットに向かって) 「プーさん, これと同じ仲間はどれかな? (パペットを動かし声色を使って) 『うーん, うーん…』。プーさんは分からないみたい。○○くん/ちゃん, これと同じ仲間はどれか, プーさんに教えてあげてくれるかな。」(() 内については教示していない。)

7. 得点化 1 問につき, 類似関係選択肢 (正答) を選んだ場合 1 点を与え, その他の選択肢を選んだ場合には 0 点とした。「病気の治りかた」については多くの実験参加者が既に知っていたため, 分析から除外した (満点は 10 点)。

8. 事前分析 課題設定上, 1 問目の「関係類似選択肢」「非類似関係選択肢」は 2 問目の「非類似関係選択肢」「関係類似選択肢」に相当し, 1 アナロジーにつき作成した 2 問で提示する選択肢が重複していた。そ

Table 1 実験で用いた材料文の例

	ベース文	ターゲット文
まゆげの役割	空から雨が降ってきます。 傘があるからビショビショにならなくて済みます。	おでこから汗が流れてきます。 まゆげがあると汗が目に入らないようによけてくれます。
トンボの効果	部屋に汚いゴミが落ちています。 掃除機はこのゴミを吸ってなくしてくれます。	夏になると, かゆい蚊が飛び回ります。 トンボは蚊を全部食べてくれます。
病気の治りかた(*)	悪者が来るとメチャクチャになってしまいます。 正義の味方が悪者をやっつけてくれると, 平和になります。	バイキンが体に入るとお腹がいたくなります。 体の中の白血球っていうのがバイキンを壊してくれ るとお腹が治ります。

* Vosniadou & Schommer (1988) の材料を改定して使用

のため、子どもが1問目で正解を選んだ場合、その選択肢を2問目では選ばないようにした可能性があり、2問目において選択の幅が狭まり課題難度が低下した可能性があった。そこで、1問目と2問目を分けて合計得点を算出し、対応のある t 検定を行ったところ、2問目の方が1問目よりも有意に得点が低いことが示された（平均得点：1問目が2.7点（1.4）、2問目が2.4点（1.5）。満点5点、カッコ内は標準偏差） $t(279)=4.1$, $p<.001$ ）。問題の提示順はカウンターバランスをとったことから、標準刺激のタイプによって得点差が生じたとは考えにくく、2問目の得点が低下した原因として、標準刺激が動作主の場合と目標の場合の切り替えが困難だった可能性が考えられる。しかし、得点差がわずかであることを考慮し、本研究では問題を分けた分析は行わなかった。

結果と考察

課題成績：関係類似性を手がかりにベース想起するか

Table 2 は各年齢における各条件の得点の平均値を示したものである。年齢(6)×条件(2)の分散分析を行った結果、年齢の主効果 ($F(5, 172)=18.74$, $p<.001$)、条件の主効果 ($F(1, 172)=24.79$, $p<.001$)、年齢×条件の交互作用 ($F(5, 172)=2.32$, $p<.05$) が有意だった。年齢の単純主効果を検定したところ、ベース非明示条件において有意で、7歳前半以降の方が6歳前半以前より成績が高く、6歳後半はいずれの年齢群とも差がなかった

Table 2 各年齢における各条件の平均得点

	非明示	明示
5歳前半	4.12(1.17)	3.71(1.49)
5歳後半	3.64(1.86)	4.55(2.11)
6歳前半	4.00(2.07)	6.53(2.56)
6歳後半	4.67(1.92)	6.58(2.55)
7歳前半	6.31(1.44)	8.33(2.02)
7歳後半	6.67(2.44)	8.53(1.36)

注：() 内は標準偏差。満点10点。

(5歳前半～6歳前半<7歳前半・7歳後半) ($F(5, 80)=6.84$, $p<.001$)。ベース明示条件においても有意であり、6歳前半以降の方が5歳前半より成績が高いが、5歳後半と6歳前半に差はなく、6歳後半以降になると5歳後半よりも成績が高くなった(5歳前半<6歳前半～7歳後半, 5歳後半≒6歳前半, 5歳後半<6歳後半～7歳後半) ($F(5, 92)=13.86$, $p<.001$)。また、条件の単純主効果は6歳前半～7歳後半の年齢群において有意だった(ベース非明示<ベース明示) ($F(1, 28)=8.89$, $p<.01$; $F(1, 29)=4.96$, $p<.05$; $F(1, 23)=8.48$, $p<.01$; $F(1, 28)=6.71$, $p<.05$)。

以上の結果から、関係類似性を手がかりにベースを想起し対応づけを行うのは幼児にとって難しく、可能になるのは7歳前半頃からということが示された。また、ベースを明示されている場合、6歳前半から関係類似性を手がかりに対応づけをするようになることが示された。

Table 3 理由づけ内容の分類基準

分類	内容	例
関係	ターゲットとの関係類似性に言及	まゆげは、これ、汗から目を守ったりするけど、これも、この女の子がこの傘をさすと体が濡れない(7歳後半・非明示)／汗を目に入らないようにすると、雨がかわらないようにするのは同じだから(7歳前半・非明示)／ぬれないから(6歳後半・非明示)／雨が降ると…汗が雨だとすると、まゆげが傘だとすると、これになる(6歳後半・非明示)／いらぬやつを吸ってくれるのと食べてくれるの、同じだから(6歳後半・非明示)／汗はこれを守るけど、雨はこれを守るから(5歳後半・明示)／悪いものをやっつけてくれるから(6歳前半・明示)／だって、蚊をやっつけてくれるから。これだってゴミをやっつけてくれるから(5歳後半・明示)／だって、こっちは食べられてる方で、こっちは吸い込まれてる方だから(5歳後半・明示)
知覚的特徴	形状・色といった知覚的な特徴に言及	だって、これ、どっちも長い(5歳前半・明示)／ここに緑が同じだから、葉っぱとか(5歳前半・明示)／だってさー、ここギザギザってチョンチョンって、角(5歳後半・非明示)／髪の毛黒いから(6歳前半・非明示)／髪の毛の形が同じ(5歳前半・明示)／ここ、とんがってるから(5歳前半・明示)／きれいだから(5歳後半・非明示)
その他	連想やカテゴリーといった点に言及	トンボはお花にとまるときあるから(5歳後半・非明示)／だってさー男とかも花が好きじゃん(5歳後半・非明示)／トンボさんてさー、フワフワしたところが大好き(5歳後半・非明示)／人間は…虫じゃないから(6歳後半・非明示)
不明		わからない(5歳前半・明示)／…(6歳前半・非明示)／わかった(5歳後半・非明示)

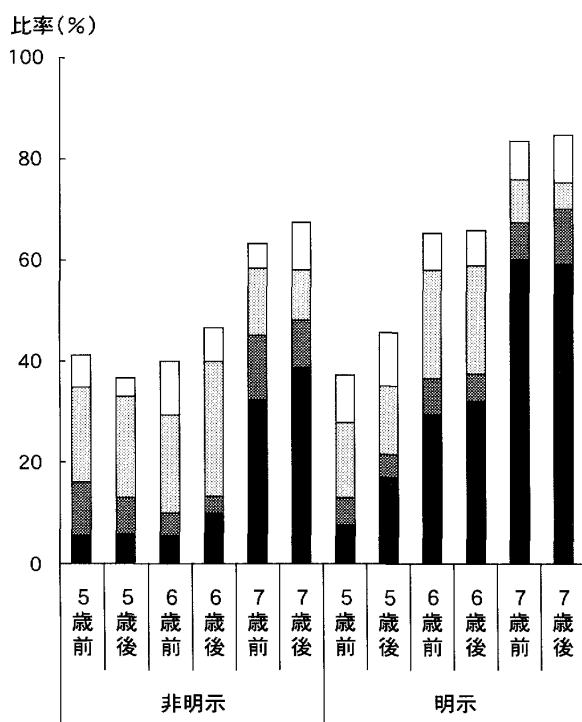


Figure 3a 正答に対する理由づけ分類結果

理由づけの分析：関係類似性に着目したか

Table 3 に示した分類基準に従って、課題カード選択に対する理由づけを4つに分類した。「関係」に言及していれば、適切な理由づけとして扱った。複数のカテゴリに言及した理由づけがあった場合、高い水準のカテゴリへ振り分けた。分類にあたって、著者と発達心理学専攻の大学院生の2人が独立して判定したところ、一致率は91.7% (Cohenの κ 係数は0.88)だった。不一致だった回答については協議の上決定した。

さらに、上記のように分類した理由づけを、正解した問題に対するものか、あるいは、不正解の問題に対するものかによって分けた (Figure 3a・3b)。理由づけが、正解に対するもので、かつ、「関係」に着目している場合に1点を与えて得点化した (満点10点)。得点の平均値と標準偏差は Table 4 に示してある。条件(2)×年

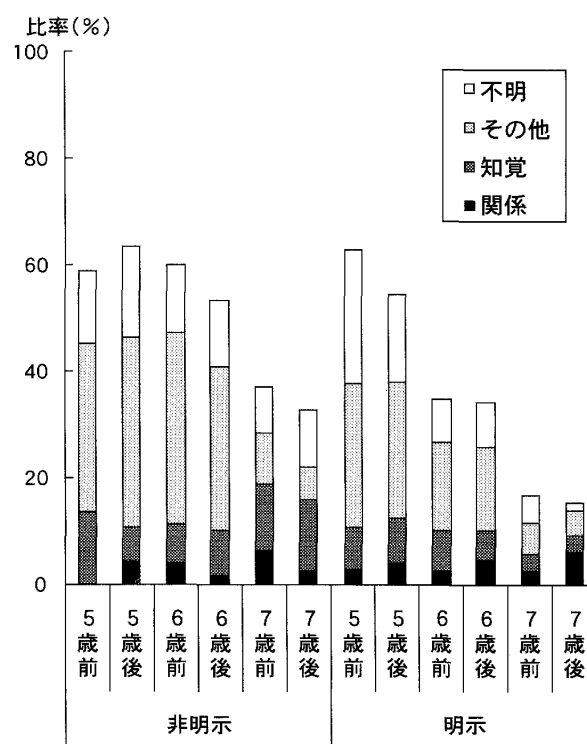


Figure 3b 誤答に対する理由づけ分類結果

齢(6)の分散分析を行った結果、条件の主効果 ($F(1, 171)=32.27, p<.001$) および年齢の主効果 ($F(5, 171)=21.78, p<.001$) が有意だった。条件と年齢の交互作用は有意ではなかった。Tukey法による多重比較の結果、5歳前半と6歳後半以降、および、5歳後半・6歳後半と7歳前半・後半の間に有意な差があった (5歳前半<6歳後半・7歳後半, 5歳後半・6歳後半<7歳前半・後半) ($p<.05$)。不正解に対する理由づけに関しても同様の得点化を行った (Table 4)。条件(2)×年齢(6)の分散分析を行ったが、主効果・交互作用ともに有意ではなかった。

以上の結果から、ベースを明示されていない場合には、明示されている場合に比べ、「関係」に着目した適切な理由づけは減るが、どちらの場合でも、5歳前半から、5歳後半・6歳後半、そして7歳前半・後半にかけて、そのような理由づけが増えていくことが示された。

課題成績および理由づけ分析のまとめ

以上の結果から、ベースを明示されていない場合、関係類似性を手がかりにベースを想起し対応づけを行うのは難しいが、加齢に伴い関係類似性に着目できるようになり、7歳前半頃から可能になることが示された。対応づけの能力の方がベース想起より先に発達すると考えられることから、ベース明示条件で対応づけが可能な年齢において、ベース非明示条件では対応づ

Table 4 理由づけ得点の平均値

	正解		不正解	
	非明示	明示	非明示	明示
5歳前半	0.53(0.87)	0.63(0.80)	0.00(0.00)	0.31(0.60)
5歳後半	0.57(0.65)	1.70(1.69)	0.43(0.94)	0.40(0.60)
6歳前半	0.53(0.74)	2.93(3.08)	0.40(0.63)	0.27(0.59)
6歳後半	1.00(1.71)	3.21(2.46)	0.17(0.39)	0.47(0.70)
7歳前半	3.15(2.73)	6.00(2.83)	0.62(0.77)	0.25(0.62)
7歳後半	3.87(2.95)	5.93(2.63)	0.27(0.46)	0.60(0.74)

注：() 内は標準偏差 満点10点

けまで到達しない場合、それはベース想起に失敗したためだと推測できた。不正解に対する理由づけの分析を行った結果、関係類似性に着目できたにもかかわらず不正解のカードを選択してしまうことは少なく、また、加齢に伴う変化もみられなかった。このことから、やはり、関係類似性を手がかりにベースを想起できた子どもが、それをターゲットへ対応づける段階で失敗するということは稀であると考えられる。以上のことから、仮説1は支持された。

ベースを明示されている場合は、やはり加齢に伴い関係類似性に着目できるようになり、6歳前半から関係類似性を手がかりに対応づけをするようになることが示され、ベース想起の発達に先だって関係類似性を手がかりにした対応づけの能力が発達することが確認された。また、ベースを明示された場合、6歳前半で関係に着目した適切な回答が増え、さらに7歳前半でそのような回答が大幅に増加することから、関係類似性を手がかりにした対応づけは6歳前半から可能になりはじめ、その能力はその後発達し続けると言うことができる。一方、不正解に対する理由づけを分類した結果 (Figure 3b) から、5歳前半・後半において、知覚次元や連想次元の制約を受けることで、関係類似性への着目が妨げられることが明らかになった。先行研究 (e.g., 内田, 1985) と合わせて考えると、5歳後半は課題の難度によって関係類似性への着目と知覚的あるいは連想的な次元への着目が競合する時期だと推測される。本研究で用いた課題は、関係類似性への着目だけでなく、それに伴う要素の正確な対応づけも必要であり、5歳児にとっては難度が高いものだったのかもしれない。そのため、課題成績において5歳後半ではなく6歳前半から有意に得点が高くなったのだろう。よって、仮説2は支持されなかった。

総括的討論

本研究では、関係類似性を手がかりにした類推のベース想起の発達について検討した。実験の結果から、ベースを明示されていない場合、関係類似性を手がかりにベースを想起し対応づけを行うのは難しいが、加齢に伴い関係類似性に着目できるようになり、7歳前半頃から可能になることが示された。よって、仮説1は支持された。ベースを明示されている場合は、やはり加齢に伴い関係類似性に着目できるようになり、ベース想起の発達に先だって、6歳前半から関係類似性を手がかりに対応づけをするようになることが示された。5歳後半の子どもにとって、本研究の課題は難

度が高かったのかもしれない。よって、仮説2は支持されなかった。

本研究の第1の検討点である、子どもはいつ頃から関係類似性を手がかりに類推のベースを想起するようになるか、について述べる。先行研究 (e.g., Chen et al., 1995; Daehler & Chen, 1993; Holyoak et al., 1984) では、関係において類似する様々な知識の中から、問題の解決の達成につながるものとして特に物語に焦点を当てて想起する必要がある課題を用いていたため、子どもにとって関係類似性を手がかりにした想起が困難だったのか、あるいは、先行提示された物語に焦点を当てる点が困難だったのか、区別できなかった。本研究で転移による問題解決を必要としない課題を用いて検討した結果、7歳前半頃から関係類似性を手がかりに類推のベースを想起し対応づけを行うことが可能になることが明らかになった。これらの結果から、先行研究 (e.g., Daehler & Chen, 1993) において7歳以上の年齢の子どもが例題を転移問題解決に利用するのに失敗したのは、関係類似性を手がかりに類推のベースを想起する能力がなかったためではないと言える。7歳以上の子どもは、先行提示された物語ではなく、十分経験している知識を関係類似性を手がかりに想起し、転移問題を解決しようとしていたのだろう。子どもにとっては、転移問題の解決に有効な類推ベースとして物語に焦点を当てるのが難しいのかもしれない。しかし、この点については、先行研究と直接比較な課題を用いて詳しく検討する必要がある。

次に、本研究の第2の検討点である、ベース想起の発達に先だって、関係類似性を手がかりにした対応づけの能力が発達するか、について述べる。先行研究から、幼児でも、表面的類似性の有無にかかわらず2つの状況の関係構造を対応づけることが可能なことが明らかになっている (細野, 2006; Richland et al., 2006)。また、5歳後半頃になると、情報処理容量の増大により (Case, 1997)、可逆的操作が可能になり、因果関係を認識できるようになることが示されている (内田, 1985)。この可逆的操作の発達に伴って、5歳後半頃に、表面的な類似性がない場合にも、関係類似性を手がかりに対応づけできるようになると考えられた。本研究で、ターゲット提示前にベースを想起させておく条件も設け (ベース明示条件)、ベースを想起するか否か見る条件 (ベース非明示条件) のパフォーマンスと比較したこと、まず関係類似性を手がかりにした対応づけが可能になりはじめ (6歳前半～)、次に、関係類似性を手がかりにしたベース想起が可能になりはじめる (7歳前半～)

という発達順序が明らかになった。

この結果から、以下のような発達過程を想定できる。表面的な類似性がない場合、まず、6歳前半になると関係類似性を手がかりにした対応づけが可能になる。また、2つの状況の関係類似性を共通の表現で言及できるようになり(e.g.,「太ったプーさんが椅子に座って椅子がガタガタになりました」と「小さいまあ君が粘土を押しました。粘土はペタンコになりました」は「体重をかけている」点で同じであると言える)(細野, 2006), 関係類似性の点でまとまりをもつ抽象化された知識を持ち始めると考えられる。このような知識を持つことで、次に、7歳前半頃から、ターゲットとの関係類似性を手がかりにして類推のベースを想起するようになっていくのだろう。このような発達の関連性については本研究では明らかになっていないため、さらに検討していく必要がある。

幼児期から児童期初期における、類推のベース想起の発達過程について考察する。幼児期初期は、子どもは表面的な特徴が類似したベースを想起して類推しているのだろう。この段階では、表面的類似性はベース想起の手がかりとして働き、また、関係類似性を手がかりにした対応づけを促進する役割も持つだろうと考えられる(Gentner, 2002; Gentner & Markman, 1997; 細野, 2006)。表面的な類似性がない場合に、関係類似性を手がかりに類推のベースを想起するのは、子どもにとって困難である。しかし、関係類似性を手がかりにした対応づけの能力が発達するに従い、児童期初期から、ターゲットとの関係類似性を手がかりにして類推のベースを想起できるようになるのだと考えられる。

類推におけるベースの想起と対応づけの発達過程について、知覚的な特徴への着目や連想による知識の活性化をおさえる抑制能力の発達(Diamond, Kirkham, & Amso, 2002; Gerstadt, Hong, & Diamond, 1994; Richland et al., 2006)といった関連要因も含め、検討していくことが今後の課題である。

引用文献

- Brown, A. L. (1989). Analogical learning and transfer : What develops ? In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 369-412). New York : Cambridge University Press.
- Case, R. (1997). The development of conceptual structures. In W. Damon (Editor-in-Chief) & D. Kuhn & R. S. Siegler (Vol. Eds.), *Handbook of child psychology*. Vol. 2 (5th ed.). *Cognition, perception, and language* (pp. 745-800). New York : John Wiley.
- Chen, Z., Sanchez, R. P., & Campbell, T. (1997). From beyond to within their grasp : Analogical problem solving in 10- and 13-month-olds. *Developmental Psychology*, **33**, 790-801.
- Chen, Z., Yanowitz, K. L., & Daehler, M. W. (1995). Constraints on accessing abstract source information : Instantiation of principles facilitates children's analogical transfer. *Journal of Educational Psychology*, **87**, 445-454.
- Clement, C. A., Mawby, R., & Giles, D. E. (1994). The effects of manifest relational similarity on analog retrieval. *Journal of Memory and Language*, **33**, 396-420.
- Daehler, M. W., & Chen, Z. (1993). Protagonist, theme, and goal object : Effects of surface features on analogical transfer. *Cognitive Development*, **8**, 211-229.
- Diamond, A., Kirkham, N., & Amso, D. (2002). Condition under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology*, **38**, 352-362.
- Dunbar, K. (2001). The analogical paradox : Why analogy is so easy in naturalistic settings, yet so difficult in the psychological laboratory. In D. Gentner, K. J. Holyoak, & B. N. Kokinov (Eds.), *The analogical mind : Perspective from cognitive science* (pp. 313-335). Cambridge, MA : MIT Press.
- Gentner, D. (1989). The mechanisms of analogical learning. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 199-241). New York : Cambridge University Press.
- Gentner, D. (2002). Why we're so smart. In D. Gentner & S. Golden-Meadow (Eds.), *Language in mind : Advances in the study of language and thought* (pp. 195-235). Cambridge, MA : MIT Press.
- Gentner, D., & Markman, A. B. (1997). Structure mapping in analogy and similarity. *American Psychologist*, **52**, 45-56.
- Gentner, D., & Toupin, C. (1986). Systematicity

- and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, **10**, 277-300.
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: Performance of children 3 1/2-7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition*, **53**, 129-153.
- Goswami, U. (2001). Analogical reasoning in children. In D. Gentner, K. J. Holyoak, & B. N. Kokinov (Eds.), *The analogical mind: Perspective from cognitive science* (pp. 437-470). Cambridge, MA: MIT Press.
- Halford, G. S., & Andrews, G. (2006). Reasoning and problem solving. In W. Damon & R. M. Lerner (Editors-in-Chief) & D. Kuhn & R. S. Siegler (Vol. Eds.), *Handbook of child psychology*. Vol. 2 (6th ed.). *Cognition, perception, and language* (pp. 557-608). New York: Wiley.
- Holyoak, K. J., Junn, E. N., & Billman, D. O. (1984). Development of analogical problem-solving skill. *Child Development*, **55**, 2042-2055.
- Holyoak, K. J., & Thagard P. (1995). *Mental leaps: Analogy in creative thought*. Cambridge, MA: MIT Press. (ホリオーク, K. J.・サガード, P. 鈴木宏昭・河原哲雄 (監訳) (1998). アナロジーの力ー認知科学の新しい探求ー 新曜社)
- Holyoak, K. J., & Thagard, P. (1997). The analogical mind. *American Psychologist*, **52**, 35-44.
- 細野美幸 (2006). 子どもの類推の発達ー関係類似性に基づく推論ー 教育心理学研究, **54**, 300-311. (Hosono, M. (2006). Development of analogical reasoning in young children: Reasoning using relational similarity. *Japanese Journal of Educational Psychology*, **54**, 300-311.)
- Kotovskiy, L., & Gentner, D. (1996). Comparison and categorization in the development of relational similarity. *Child Development*, **67**, 2797-2822.
- Markman, A. B., Taylor, E., & Gentner, D. (2007). Auditory presentation leads to better analogical retrieval than written presentation. *Psychonomic Bulletin & Review*, **14**, 1101-1106.
- Richland, L. E., Morrison, R. G., & Holyoak, K. J. (2006). Children's development of analogical reasoning: Insights from scene analogy problems. *Journal of Experimental Psychology*. **94**, 249-273.
- Strauss, S. (1998). Review of Goswami, U., analogical reasoning in children. *Journal of Pragmatics*, **29**, 639-646.
- 鈴木宏昭 (1996). 説明と類推による学習 波多野 誼余夫 (編) 認知心理学 5 学習と発達 (pp. 149-179) 東京大学出版会
- 内田伸子 (1985). 幼児における事象の因果的統合と産出 教育心理学研究, **33**, 124-134.
- Vosniadou, S., & Schommer, M. (1988). Explanatory analogies can help children acquire information from expository text. *Journal of Educational Psychology*, **80**, 524-536.

謝 辞

本論文の作成に当たり、懇切丁寧なご指導をくださったお茶の水女子大学人間文化研究科内田伸子教授に心よりお礼申し上げます。また、実験にご協力くださった、横浜市の私立保育園園児の皆様ならびに先生方、学童クラブの児童の皆様ならびに指導員の先生方、東京学芸大学・お茶の水女子大学の学生の皆様に感謝申し上げます。

なお、本研究はお茶の水女子大学の 21 世紀 COE プログラム平成 18 年度公募研究およびグローバル COE プログラム平成 19 年度公募研究の助成を受けて行われました。

(2008.1.18 受稿, 9.11 受理)

Development of Analogical Reasoning in Children : Retrieval and Mapping

MIYUKI HOSONO (FACULTY OF HUMAN CULTURE, OCHANOMIZU UNIVERSITY)

JAPANESE JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, 2009, 57, 62–72

To explore whether children are able to retrieve relational similar base domains, the present study tested how the explicitness of base domains affects children's analogical reasoning performance. Children ($N = 184$; 5 to 7 1/2 years of age) were randomly assigned to one of the following 2 conditions: (a) an explicit condition, in which analogies were presented that consisted of familiar bases and new targets, and (b) a non-explicit condition, in which only the new targets were presented. All participants were then presented with choice tasks that required recognizing the relational structural similarity between the base and the target. In the explicit conditions, the 6- to 7 1/2-year-old children could recognize the relational structural similarities. In the non-explicit condition, the kindergarteners had great difficulty, whereas the 7- to 7 1/2-year-olds could recognize the relational structural similarities. The findings were discussed in relation to the acquisition of re-representational relational knowledge.

Key Words : development of analogical reasoning, analogical retrieval, mapping, re-representational relational knowledge