

幼児の論理的思考の発達

——幼児はどのように条件推論を行っているか——

大宮明子*

The Development of Conditional Reasoning in Young Children :

How They Make Conditional Reasoning ?

OMIYA Akiko

abstract

Conditional (if-then) reasoning is one of the key components of logical reasoning. There are many studies explaining the way that adults make conditional reasoning, but they have not shown an explicit developmental process. Markovits (1993) and Markovits & Barrouillet (2002) proposed a variant of mental models theory (Johnson-Laird, 1983) that can explain much of the empirical data of kindergarteners to adults. This model explained the development of conditional reasoning by such factors as the capacity of working memory, the range of knowledge available to a reasoner, a reasoner's ability to access this knowledge on-line. This article reviewed the conditional reasoning processes of 3- to 5 years old children explaining based on Markovits & Barrouillet's model account. It was suggested that (1) young children could make conditional reasoning (affirmation of consequent and denial of the antecedent) with familiar premises with the same processes as their model account, (2) the processes of modus ponens and modus tollens on categorical conditionals with familiar premises and the process of affirmation of consequent on deontic conditionals are different from their model, and (3) young children make conditional reasoning with the different ways on three conditionals.

Keyword : conditional reasoning, mental models, young children, processes of reasoning, development

1. 問題

複雑で変化の早い高度情報化社会の中で生きていくためには、入力情報の適切性・妥当性、それに基づいた推論過程及び代替結論や反証可能性の存在を、分析的に論理的に考える力が不可欠である。そこで本稿は、論理的思考、特に代替結論や反証可能性の存在の検討を必要とする、条件推論の発達について考察する。

条件推論とは if p then q という大前提¹ (以下条件文とする) と、p (肯定式) /not-q (否定式) /q (後件肯定) /not-p (前件否定) という、4つのいずれかの小前提 (論理式) から結論を導く推論である。肯定式と否定式の結論はそれぞれ “q である”, “p でない” であり、後件肯定と前件否定の結論は “不定 (解は1つとは限らない)” である。

従来、大人がどのように条件推論を行っているのかを説明する理論がいくつか提起されてきた (Braine, Reiser,

キーワード：条件推論、メンタルモデル、幼児、推論過程、発達

*平成11年度生 人間発達科学専攻

Rumain, 1984; Johnson-Laird, 1983; Cheng & Holyoak, 1985; Cosmides & Tooby, 1992; Manktelow & Over, 1991)。しかしこれらにはいずれも発達の視点が欠けており、子どもから大人までどのように条件推論が発達するのかを説明する理論ではなかった。そこで Markovits (1993) や Markovits & Barrouillet (2002) は、条件文についての心的表象であるメンタルモデルを使って推論するというメンタルモデル理論 (Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991) を発達の視点から再構成し、5歳児から大人までどのように条件推論が発達するのかを説明した。その後 Markovits & Barrouillet (2004) は、“誕生から大人までに”条件推論がどのように発達するかを説明できる1つの理論が必要であると指摘した。しかし“誕生から大人まで”とするならば、5歳以前においてもどのように条件推論が発達するのかを検討する必要がある。

幼児は、日常生活の中で種々の条件文を聞くうちに条件文の意味を理解し、自ら条件文を使い (Scholnick & Wing, 1992)、また条件文について推論するようになることが示されている (Scholnick & Wing, 1995)。また5歳以前の幼児でも、内容になじみのある条件文の肯定式や否定式 (時には後件肯定や前件否定) に対して、正しく推論できる場合があることが見出されている (Dias & Harris, 1988; Choa & Cheng, 2000; 大宮・内田, 2002; 内田・大宮, 2002)。子どもの日常生活における言語発達の中で、“形式論理に直接当てはめた結果としてではなく、日常言語の中の条件文の多様性の獲得として”どのように条件文についての推論ができるようになるのかということの研究することは意義がある (佐伯, 1985 p.8)。しかしこれまでの研究においては、幼児がどのように条件推論ができるようになるのかについては明確に述べられてこなかった。

そこで本稿では、まず Markovits (1993) 及び Markovits & Barrouillet (2002) の理論を概観する。次に、幼児の条件推論の知見を基に、幼児の条件推論がこれらの理論によって説明可能かを検討する。最後に、幼児の論理的思考研究における今後の課題を述べる。

2. 条件推論におけるメンタルモデル理論 (Markovits, 1993; Markovits & Barrouillet, 2002)

2.1 条件推論におけるメンタルモデル理論 (Markovits, 1993)

Markovits (1993) は、条件文についての心的表象であるメンタルモデルを使って説明するメンタルモデル理論 (Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991) に発達の視点を取り入れ、児童期からの条件推論の発達をモデル化した。この理論には、2つの大きな特徴がある。第一に、メンタルモデルの表象と操作は作動記憶容量に依存する。第二に、作られるメンタルモデルの抽象化の程度により、条件推論の発達は4つの段階に分けられる。すなわち、7歳以前の、前提条件の情報に関する関係のみを表象する段階から、12歳以降の、前提の関係性及び長期記憶内の情報に関係ない抽象的な関係性を表象する段階、までの4段階である。この理論は、推論の発達を非可逆的で後戻りしないものではなく、そのときの状況によって大人も下位段階の推論することがあるという可逆的なものとして捉えたことによって、なぜ大人も間違えることがあるのかを説明可能なものとしている。

2.2 条件推論におけるメンタルモデル理論 (Markovits & Barrouillet, 2002)

Markovits & Barrouillet (2002) は、Markovits (1993) を発展させ、“if p then q” (e.g., 雨が降れば、道はぬれる) における p と q との関係性を、補集合 (not-p と not-q; “雨が降らない” と “道がぬれない”), 代替集合² (a と q; “水をまく” と “道がぬれる”), 不可能化集合³ (p と not-q; “雨が降る” と “道がぬれない”) の3つから捉え、以下の4つの想定に基づいてモデル理論を提唱した。第一に、与えられた命題情報によって、長期記憶の中で補集合・代替集合・不可能化集合の3つの集合が自動的に活性化され、メンタルモデルが作られる。この活性化の程度は、利用可能な知識の範囲、想起過程の効率性等によって決まる。第二に、作られたモデルは特定の要素だけでなく要素間の関係性をも表象する。第三に、推論に限界があるのは、作られたモデルの数が多くなり、推論中の記憶へのアクセスが不能なためである。第四に、条件推論過程は発達に関係なく類似しているが、表象できるモデルの数や作動記憶容量、さらには記憶の中で活性化された不適切な情報を抑制する能力の違いのため、推論成績に年齢差が生じる。

本稿では幼児の条件推論を検討するため、以下では Markovits & Barrouillet (2002) における5歳から7歳の推論の説明に焦点をあてる。そして推論成績の違いを生む原因とする、代替集合の活性化の容易さ、条件文の種類、

操作するモデルの数, についての説明を概観する。

2.2.1 代替集合が容易に活性化される場合の条件推論

代替集合が容易に活性化される場合, 5歳から7歳の幼児はどのように推論するだろうか (Table 1 上段)。肯定式 (p) では, 前提から作られた1個のモデル (p q) を使うだけなので “p である” という正しい推論ができる。この年齢の幼児は, 不可能化集合に関する知識が児童に比べて乏しいので, 肯定式において不可能化集合が活性化されることはなく, 正しい肯定式の推論が可能である。後件肯定 (q) では, 小前提 q が代替集合 (a と q) を活性化させる可能性が高いので, (a q) をモデルに組み込むことができれば, “不定” という正しい推論ができる。しかし, 代替集合が活性化されなければ, “p である” という誤った推論となる。否定式 (not-q) では, 小前提 not-q が補集合 (not-p と not-q) を活性化させる可能性が高いので, “p でない” という正しい推論ができる。前件否定 (not-p) では, 小前提 not-p が補集合 (not-p と not-q) と代替集合 (not-p と q) の両方を活性化させる。代替集合の方がより強く活性化されれば “q である”, 補集合の方がより強く活性化されれば “q でない” という誤った推論となる。どちらも同じくらい強く活性化されれば, “不定” という正しい推論ができる。

2.2.2 代替集合が容易に活性化されない場合の条件推論

代替集合が容易に活性化されない場合, 5歳から7歳はどのように推論するだろうか (Table 1 下段)。肯定式 (p) では前提から作られた1個のモデル (p q) を使うだけなので, “q である” と正しい推論ができる。後件肯定 (q) では, 利用可能な代替集合がほとんどないので, 前提から作られた1個のモデルだけ使うことになり, “p である” という誤った推論となる。前提に not が含まれる否定式 (not-q) と前件否定 (not-p) では, 補集合を活性化して (not-p not-q) というモデルを加えるので, 否定式では “p でない” という正しい推論ができるが, 前件否定では “q でない” という誤った推論をしてしまう。

2.2.3 条件文の種類による推論の違い

カテゴリー条件文は条件文の p と q が, あるカテゴリーとそのカテゴリーの属性を述べており, p は q のカテゴリーメンバーであるという関係を表している (Markovits & Barrouillet, 2002) (e.g., ある生き物が金魚ならば, それは水の中に住んでいる)。カテゴリー条件文に対しては, 代替集合 (a と q) に関する情報へのアクセスが相対的に直接的で, 不可能化集合 (p と not-q) が少ない (e.g., 金魚だが水に住んでいない生き物はほとんどない)。カテゴリーに基づいた帰納推論は4歳で可能であることが示されている (Gelman & Markman, 1986)。このため, Markovits, Venet, Janveau-Brennan, Malfait, Pion, & Vadeboncoeur (1996) では, 最年少被験者である7歳児は代替集合に関する情報へ容易にアクセスでき, カテゴリー条件文での不定反応 (“p とは限らない”, “q とは限らない”) が可能だった。

因果条件文は, 条件文の p と q がある事象の原因と結果を述べており, p と q は因果関係で結ばれている (e.g., 雨が降れば, 道がぬれる)。この因果条件文ではカテゴリー条件文より複雑な処理を必要とする (Cummins, 1995; Cummins, Lubart, Alksnis, & Rist, 1991)。因果条件文では代替集合や不可能化集合が活性化されやすい場合とそうでない場合とがある。これらが活性化されやすい場合 (e.g., ブレーキを踏めば, 車は遅くなる; Cummins, 1995) には, 不可能化集合の情報 (e.g., ブレーキを踏んでも, 車は遅くならない) へのアクセスを抑えなければならない。さらに因果条件文の代替集合に関する情報の生成にはいくつかのステップを必要とする (Cummins, 1995)。このため, 8歳児では難しいことが示されている (Janveau-Brennan & Markovits, 1999; Lecas & Barrouillet, 1999)。

2.2.4 操作するモデルの数

条件文で操作するモデルの数によって (Table 1 参照), 推論成績が異なる。前件否定 (not-p) では, (p q) (not-p q) (not-p b)⁴ の3つのモデルが作られれば, “不定 (q とは限らない)” と正しく反応できる。しかし7歳までの子どもは, 処理容量の限界から2つのモデルまでしか作れない (Andrews & Halford, 1998; Halford, Wilson, & Phillips, 1998; Markovits, 2000) ので, 前件否定が4つの式の中でもっとも難しい (Markovits et al., 1996, 研究1)。就学前児よりも処理容量の大きい児童においては, 後件肯定や前件否定の推論前に, 何個代替事例を産出できるかとい

うことと、それらへの不定推論反応との間に相関があることが見出されている (Janveau-Brennan & Markovits, 1999)。

以上 Markovits (1993) や Markovits & Barrouillet (2002) の理論を概観してきたが、次にこれらの理論によって幼児の条件推論を説明することが可能かを検討する。

3. メンタルモデルによる幼児の条件推論の説明

Wellman (2002) は心的な表象を操作する能力が3歳から5歳の間に洗練されてくると述べている。そこで、実験データを基にして、幼児の条件推論を、Markovits (1993) や Markovits & Barrouillet (2002) の理論によって説明することが可能かを検討する。

3.1 幼児のカテゴリー条件文に対する推論

幼児はカテゴリー条件文に対して、どのように推論しているのだろうか。内田・大宮 (2002, 実験1) は、“金魚はお水の中に住んでいる” というような3歳・4歳・5歳の幼児でもなじみのあるカテゴリー条件文に対する条件推論を行わせ、その理由を尋ねた。その結果、肯定式や否定式では成績に年齢差がなかったが、後件肯定と前件否定では加齢によって成績が上昇した。論理式別に見ると、前件否定が最も難しく、前件否定<後件肯定<否定式<肯定式の順に成績がよかった。また、大宮・内田 (2002) も3歳から5歳の幼児に後件肯定と前件否定に対して同様の推論を行わせているが、二つの式共に4歳と5歳の間で年齢差が見られ、前件否定の方が難しいことが示された。では幼児は各論理式に対してどのように推論しているのだろうか。

3.1.2 肯定式推論

肯定式 (p) に対して、内田・大宮 (2002, 実験1) の3歳から5歳児は、“金魚はお水が好きだから”、“金魚は水の中じゃないと息が止まっちゃうから”と推論の理由を述べている。これらの理由づけから、幼児の推論過程は、Markovits & Barrouillet (2002) がモデル化した過程とは異なっている可能性が示唆される。すなわち p と q の条件関係から作られた前提のモデル ($p \rightarrow q$) と小前提 p から、自動的に q という結論を導いているのではなく、 p と q の条件関係を使わずに p という小前提だけを手がかりにして、 p の属性から q を導き、結果として“ q である”という正しい結論に到達している可能性がある。具体的に言えば、“ある生き物が金魚ならば、それは水の中に住んでいる”という条件文と“ある生き物は金魚である”という小前提から、自動的に“それは水の中に住んでいる”という結論を導いたのではなく、“ある生き物は金魚である”という小前提だけを手がかりにして、“金魚”の属性から“水の中に住む”という結論を導いている可能性がある。内田・大宮 (2002, 実験2) の“ある物がニューロムならば、水の中で燃える”という条件文における肯定式質問“ある物はニューロムです。それは水の中で燃えますか?”に対する理由付けと比較すると、その可能性は高まる。“ニューロム”や“水の中で燃える”といった幼児にとって既有知識の少ない前提に対しては、“先生 (実験者) が言ったから”と推論の理由を述べた。この理由づけから、幼児が“ニューロム”の属性から結論を導いたのではなく、 p と q の条件関係から作られた前提のモデル ($p \rightarrow q$) と小前提 p から、自動的に q という結論を導いていることが示唆される。しかしなじみのある前提に対して、 p と q の条件関係と小前提を使わずに、 p の属性から q を導くことは、カテゴリーに基づく属性推論を行うこととなり、 p と q の条件関係から作られた前提のモデルから自動的に結論を引き出すよりも認知的負荷が大きいはずである。そうであれば、なじみのある前提に対する理由づけは、推論後に述べさせたことにより、既有知識を使って詳しく説明しようとした結果であると考えられる。なじみのある前提に対する推論過程はなじみのない前提と同様に、 p と q の条件関係から作られた前提のモデル ($p \rightarrow q$) と小前提 p から自動的に q という結論を導いていると推測される。

3.1.2 否定式推論

否定式 ($\text{not-}q$) に対して、内田・大宮 (2002, 実験1) の3歳から5歳児は、“魚は水の外に出ると死んじゃうから”と推論の理由を述べている。この理由付けから、Markovits & Barrouillet (2002) が述べているように、否定式

(not-q) では小前提 not-q が補集合 (not-p と not-q) を活性化させる可能性が高く、p と q の条件関係から作られたモデル (p q) と補集合 (not-p not-q) の二つのモデルから、“p でない” という正しい推論をしていると推測される。つまり幼児は Markovits & Barrouillet (2002) と同様の推論過程をたどっていることが示唆される。

3.1.3 後件肯定推論

後件肯定に対して、大宮・内田 (2002) の3歳から5歳児は、“イカとかタコとか、住んでるよ” と代替事例を列挙して推論を理由づけている。この理由付けから、Markovits & Barrouillet (2002) が述べているように、容易に代替集合を活性化することができれば、幼児は (p q) と (a q) という2つのモデルを表象・操作して正しい推論が可能であり、Markovits & Barrouillet (2002) と同様の推論過程をたどっていることが示唆される。また大宮・内田 (2002) の3歳から5歳児は、誤答の場合に“金魚はお水の中に住んでるから” と条件関係を繰り返して理由付けを行っていた。この理由付けから、代替集合を活性化できない場合は、p と q の条件関係から作られたモデル (p q) のみで推論し、誤ってしまうことが示唆される。つまり幼児は、なじみのある前提に対しては、“水に住む生き物” という代替集合の構成員についての既有知識が多いが、推論時にそれを利用できない場合は間違えてしまうことが示唆される。

3.1.4 前件否定推論

前件否定に対して、大宮・内田 (2002) の3歳から5歳児は、誤答の場合に、“イカとかタコとか、住んでるよ” というように正事例 (p) のみ、あるいは“ライオンとかゾウとか住んでないよ” というように負事例 (not-p) のみを列挙して、推論の理由を述べている。これらの理由付けから、幼児は (p q) と代替集合 (a q) か、(p q) と補集合 (not-p not-q) の、どちらか一方のモデルを表象・操作して誤った結論を導いている、ということが推測される。Markovits & Barrouillet (2002) が述べているように、前件否定において正しい推論を行うために表象・操作しなければならないモデルの数は3つであり、これが幼児の認知容量にとって大きな負荷となっていることが、幼児の前件否定推論の理由付けから示唆される。この負荷が高いことは、内田・大宮 (2002, 実験1) で示されたように、前件否定が4つの論理式の中で最も成績が低いという結果を導いていると思われる。

3.2 幼児の因果条件文に対する推論

幼児は因果条件文に対してどのように推論しているのだろうか。大宮 (印刷中) は、4歳後半から6歳前半の幼児に対して、“お水を撒いたら、地面がぬれる” といった因果条件文にして後件肯定推論 (“地面がぬれている。お水をまいたのかな? ”) を行わせた。その結果、4歳後半から5歳後半までは、“だってホースでバツてお水撒くと、道がびしょびしょになるよ” と理由を述べた。この理由付けから、彼らは、(雨が降る 道がぬれる) というような代替集合 (a q) を活性化することなく、p と q の条件関係から作られた (水をまく 地面がぬれる) というモデルだけで推論していることが示唆された。しかし6歳前半は、“雨が降ったら、道がびしょびしょになるよ” と理由を述べていることから、p と q の条件関係から作られた (p q) というモデルの他に、代替集合 (a q) というモデルを使って、正しく推論できるようになることが示唆される。しかし、カテゴリー条件文と比較すると、6歳前半においても因果条件文のほうが難しかった。

このような結果となった理由は以下のように考えられる。すなわち、因果条件文では出来事についての因果関係が原因・結果という順向関係で提示されている。この条件文の後件肯定推論で正しい結論を導くためには、結果から原因を推測するという、因果関係の逆向推論 (可逆的操作) を必要とする。因果関係の逆向推論では、原因と結果のどちらが時間的に先後かという時間的先行関係に注意を払わなければならないという認知的負荷が加わる。この負荷のために、情報処理容量が増加するとされる (Case, 1997)、5歳後半以降でなければ因果関係の逆向推論 (可逆的操作) ができない (内田, 1985)。このことから、因果条件文に対する推論の方がカテゴリー条件文の推論よりも難しかったと思われる。またこの結果から、カテゴリー条件文推論で使われる、“水に住む生き物” といった物カテゴリーよりも、因果条件文推論で使われる、“道がぬれる原因” といった“原因カテゴリー” の形成の方が、発達の遅れるということが推測される。11歳では2つの条件文間で推論成績に差がないことが示されている (Janveau-Brennan & Markovits, 1999; Lecas & Barrouillet, 1999) が、そうであれば、6歳前半以

降どのように因果条件文の後件肯定推論が発達するのかを、より詳細に検討する必要がある。また、因果条件文の肯定式・否定式・前件否定を幼児がどのように推論するのかについての知見はなく、これらの推論過程も検討する必要があるだろう。

3.3 幼児の義務条件文に対する推論

Markovits & Barrouillet (2002) は、義務条件文に対する推論については説明していないが、幼児は義務条件文に対してどのように推論しているのだろうか。大宮（印刷中）は、4歳後半から6歳前半の幼児に対して、“トイレに行ったら手を洗わなければいけない”というような義務条件文に対する後件肯定推論を行わせた。その結果、4歳後半から6歳前半までどの年齢群でも、“だって、手にばい菌がついてるから”という理由を述べて、“トイレに行った”という誤った推論を導いた。この推論では、“pならばq, qならばp”というように、条件文を双条件解釈しているわけではない。この理由付けから、pとqの条件関係から作られた(p q)という前提モデルと同時に、qという小前提から“トイレにはばい菌がたくさんいる”という関連知識が活性化されたことが示唆される。そのため結果として使われたモデルは、Table 1下段の“ニューロム”後件肯定と同様に、(p q)のモデルだけで結論を導いていることが推測される。正しく推論するためには、この知識ではなく“手を洗わなければいけない”義務カテゴリーについての知識を関連性があると判断し、これを推論に使う必要があった。長期記憶から関連情報を想起する際に、どの知識のチャンク (Anderson, 1993) を活性化するかは注意の焦点がどこに向くかによる (Anderson, 1993; Cowan, 2001; Logan, 1988)。幼児にとっては“手を洗わなければいけない”義務カテゴリーよりも、なぜ“手を洗わなければいけないのか”という理由のほうが現実的・実用的であり、そのため幼児は少ない処理容量の中で、なぜ“手を洗わなければいけないのか”に注意を向け、それが強く活性化されたために、誤った推論となったと思われる。義務条件文では、幼児は前提で提示された内容について、直接推論に使う知識以外の前提に関連する知識を活性化させるため、前提から作られた初期モデル(p q)だけを使い、その結果推論を誤る傾向が高いことが示唆された。カテゴリー条件文と比較すると、6歳前半では義務条件文のほうが難しいが、因果条件文との間には成績の差がなかった。この結果から、条件文の種類によって、推論に使う代替カテゴリーの形成及びそのカテゴリーの活性化の容易さに発達差があることが示唆される。

義務条件文の肯定式・否定式・前件否定を幼児がどのように推論するのかについての知見がなく、これらの推論過程を検討する必要があるだろう。

以上のように、実験データを基にして、Markovits (1993) や Markovits & Barrouillet (2002) の理論によって、幼児の条件推論が説明可能か検討した。その結果、Markovits & Barrouillet (2002) が想定している推論を幼児も同様に行っている場合があることが推測された。また Markovits & Barrouillet (2002) では2つの条件文の推論成績の違いしか取り上げられていなかったが、幼児は3つの条件文に対して同じやり方で推論しているのではないということが示唆された。

4. 今後の課題

本稿では、幼児の条件推論を説明するものとして、Johnson-Laird らのメンタルモデル理論 (Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991) に発達の視点を取り入れた、Markovits (1993)・Markovits & Barrouillet (2002) の理論を概観し、幼児の条件推論をどのように説明できるのかを、実験データを基に検討した。

条件推論の発達の到達点は、前提内容が反事実的であっても抽象的であっても、与えられた前提から論理的に正しく推論できることである。この到達点に向かうまでに、まず幼児がどのように推論しているのかを明らかにすることが必要である。その知見を踏まえて、幼児の日常生活においても、また就学後においても、条件推論を含む論理的思考をどのように高めていくことが可能かを詳細に検討していく必要がある。

そこで幼児の論理的思考の研究における今後の課題を3点述べる。

(1) 幼児の反事実的前提への推論：本稿は幼児の日常生活の中での条件推論の発達に焦点を当てたため、なじみのある事実的経験文に対する推論のみを扱った。しかし条件推論の到達点にどのように向かうのかという道筋を明らかにするためには、前提が反事実的な内容の場合に幼児がどのように推論するのかを検討する必要がある。

この点について Nakamichi (2004) や中道 (2006) が調べているが、絵カード選択による義務条件文に限られているため、前提が反事実的な内容の場合に幼児がどのように推論するのかについては、未だ明らかではない。そこで他の条件文に対してどのように推論するのかについて理由付けを含め、より詳細に検討する必要がある。

(2) 代替カテゴリー形成度の各論理式推論への影響: 条件文の種類によって、推論時に使われる代替カテゴリーが異なり、そのカテゴリー形成に発達差があることが示唆された。そこで代替カテゴリーの形成度の違いによる、各論理式に対する推論の異同を明らかにする必要がある。それによって、幼児の推論において、代替カテゴリーが異なることが、どの論理式への推論に影響を与えるのかが明らかになる。

(3) 不定推論を可能にする要因: 幼児は、不定という結論を導く後件肯定や前件否定において、肯定式や否定式よりも正しく推論できない。前件否定において正しく推論するために必要なモデルの数は、幼児の処理容量を超えている。このため幼児には難しい。しかし後件肯定において必要なモデルは2つであり、幼児の処理容量の中でも本来はモデルを操作できる。では、どうすれば幼児は後件肯定において“不定”という推論が可能になるのか、を明らかにする必要がある。不定推論は、代替結論や反証可能性の存在の検討を必要とする論理的思考における重要な要素である。このため、不定推論がどうすれば可能になるのかを明らかにすることは、論理的思考力向上のための教育的働きかけに大きな示唆を与えるものと思われる。

註

- 1 p 節を前件, q 節を後件と呼ぶ。
- 2 p とは違う事物 / 事象 a が q に関係付けられる集合
- 3 前提で示された p と q の関係を壊してしまう集合
- 4 not-p が q とは異なる物 / 事象 b に関係付けられる場合

引用文献

- Anderson, J.R. (1993). *Rules of the mind*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Andrews, G., & Halford, G.S. (1998). Children's ability to make transitive inference: The importance of premise integration and structural complexity. *Cognitive Development*, 13, 479-513.
- Bjorklund, D.F., & Harnishfeger, K.K. (1990). The resources construct in cognitive development: Diverse sources of evidence and a theory of inefficient inhibition. *Developmental Review*, 10, 48-71.
- Braine, M.D.S., Reiser, B.J., & Romain, B. (1984). Some empirical justification for a theory of natural propositional logic. In G.H. Bower. (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. Vol 18. New York: Academic Press.
- Chao, S., & Cheng, P.W. (2000). The emergence of inferential rules: The use of pragmatic reasoning schemas by preschoolers. *Cognitive Development*, 15, 39-62.
- Case, R. (1997). The development of conceptual structures. In W. Damon., D. Kuhn., & R. Siegler. (Eds.), *Handbook of Child Psychology*. Vol. 2. New York: John Wiley & Sons, Inc. pp. 745-800.
- Cheng, P.W., & Holyoak, K.J. (1985). Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology*, 17, 391-416.
- Cosmides, L., & Tooby, J. (1992). Cognitive adaptations for social exchange. In J. Barkow, L. Cosmides, & J. Tooby (Eds.), *The adapted mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Cummins, D.D. (1995). Naive theories and causal deduction. *Memory and Cognition*, 23, 646-658.
- Cummins, D.D., Lubart, T., Alksnis, O., & Rist, R. (1991). Conditional reasoning and causation. *Memory & Cognition*, 19, 274-282.
- Dias, M.G., & Harris, P.L. (1988). The effect of make-believe play on deductive reasoning. *British Journal of Developmental Psychology*, 6, 207-221.
- Halford, G.S., Wilson, W.H., & Phillips, S. (1998). Processing capacity defined by relational complexity: Implications for comparative, developmental, and cognitive psychology. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 803-864.
- Janveau-Brennan, G., & Markovits, H. (1999). The development of reasoning with causal conditionals. *Developmental Psychology*, 35, 904-911.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press.

- Johnson-Laird,P.N., & Byrne,R.M.J. (1991). *Deduction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gelman, S.A. & Markman, E.M. (1986). Categories and induction in young children. *Cognition*, 23, 183-209.
- Lecas,J.F., & Barrouillet,P. (1999). Understanding of conditional rules in childhood and adolescence: A mental models approach. *Current Psychology of Cognition*, 18, 363-396.
- Logan,G.D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, 95, 492-527.
- Manktelow,K.I., & Over,D. (1991). Social roles and utilities in reasoning with deontic conditionals. *Cognition*, 39,85-105.
- Markovits,H. (1993). The development of conditional reasoning: A Piagetian reformulation of the theory of mental models. *Merrill-Palmer Quarterly: Individual issue on the Development of Rationality and Critical Thinking*, 39,133-160.
- Markovits,H. (2000). A mental model analysis of young children's conditional reasoning with meaningful premises. *Thinking & Reasoning*, 6,335-348.
- Markovits,H., & Barrouillet,P. (2002). The development of conditional reasoning: A mental model account. *Developmental Review*, 22, 5-36.
- Markovits,H., & Barrouillet,P. (2004). Introduction: Why is understanding the development of reasoning important ? *Thinking and Reasoning*,10,113-121.
- Markovits,H., Venet,M., Janveau-Brennan,G., Malfait,N., Pion,N., & Vadeboncoeur,I. (1996). Reasoning in young children: Fantasy and information retrieval. *Child Development*, 67,2857-2872.
- Nakamichi,K. (2004). Young children's conditional reasoning on the four-cards selection task: The influence of context and experience. *Psychologia*, 47, 238-249.
- 中道圭人 (2006). 幼児の条件推論に及ぼすふりの設定の影響. 発達心理学研究, 17, 103-114.
- 大宮明子・内田伸子 (2002). 子どもの思考方略の発達—条件推論におけるカテゴリー化に基づく代替例の検索—. 心理学研究, 73,10-17.
- 大宮明子 (印刷中). 幼児期における不定推論の発達. 心理学研究.
- 佐伯胖 (1985). プロローグ - 認知科学研究者への案内. 坂原茂. 日常言語の推論. 認知科学選書. 東京: 東京大学出版会. pp.8.
- Schlönick,E.K., & Wing,C.S. (1992). Speaking deductively:Using conversation to trace origins of conditional thought in children. *Merrill-Palmer Quarterly*, 38, 1-20.
- Schlönick,E.K., & Wing,C.S. (1995). Logic in conversation: Comparative studies of deduction in children and adults. *Cognitive Development*, 10,319-345.
- 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.
- 内田伸子・大宮明子 (2002). 幼児の説明の発達: 理由付けシステムにおける領域知識と推論形式の関係. 発達心理学研究, 13,232-243.
- Wellman,H.M. (2002). Understanding the psychological world: Developing a theory of mind. In U.Goswami. (Ed.) , *Blackwell Handbook of Child Cognitive Development*. Malden: Blackwell Publishing. pp.167-187.

(2008年1月11日受理)

Table 1 推論時のメンタルモデル・推論結果・推論の正誤

		小前提 (論理式)							
		肯定式		後件肯定		否定式		前件否定	
○	モデル	金魚	水の中に住む	金魚	水の中に住む	金魚	水の中に住む	金魚	水の中に住む
		金魚	水の中に住む	金魚	水の中に住む*1 水の中に住む*2	金魚でない	水の中に住まない	金魚でない	水の中に住まない*3 金魚でない (イカ) 水の中に住む*4
	推論結果		水の中に住む	金魚である (*1) / 金魚とは 限らない<不定> (*2)		金魚でない		水の中に住まない (*3 だけ) / 水の中に 住む (*4 だけ) / 水の中に住むのものも 住まないものもいる<不定> (*3 と *4 両方)	
	推論の正誤	○	○	× (*1の場合) / ○ (*2の場合)	○	○	○	× (*3か*4) / ○ (*3と*4両方)	
×	モデル	ニューロム	水の中で燃える	ニューロム	水の中で燃える	ニューロム	水の中で燃える	ニューロム	水の中で燃える
		ニューロム	水の中で燃える	ニューロム	水の中で燃える	ニューロムでない	水の中で燃えない	ニューロムでない	水の中で燃えない
	推論結果		水の中で燃える	ニューロム	水の中で燃える	ニューロムでない		水の中で燃えない	
	推論の正誤	○	○	×	○	○	×	×	

“ある生き物が金魚ならば、それは水の中に住んでいる”

“ある物がニューロムならば、それは水の中で燃える”

既有知識の使いやすさ

*モデルの中で_____の部分は、与えられた小前提を表す