

氏名	はやし 林 創
学位(専攻分野)	博士(教育学)
学位記番号	教博第32号
学位授与の日付	平成15年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	教育学研究科教育科学専攻
学位論文題目	再帰的事象の認識とその発達に関する心理学研究

論文調査委員 (主査) 教授 子安増生 教授 吉川左紀子 助教授 楠見 孝

### 論文内容の要旨

本論文は、「あるものが部分的にそれ自身で構成されるもの」と定義される再帰的 (recursive) 事象に注目し、それが人間らしい高度で豊かな知性の基盤となっていることを、発達的な視点もまじえて解明しようとしたもので、5章で構成されている。

第1章では再帰的事象の定義と適用範囲が示された。すなわち、

①あるものが何らかの意味で自分自身に帰ってくる構造をもつこと、

②あるものがそれ自身で構成されていて自己埋め込み構造をなしていること、

③その処理をアルゴリズムによって明確に表現しうること、

の3つの基準を用意し、①のみが満たされている場合をレベル1、①と②が満たされている場合をレベル2、①～③のすべてが満たされている場合をレベル3と規定し、レベル2とレベル3を本論文での再帰的事象の研究対象に設定した。

第2章では、もっとも厳密なレベル3に焦点を絞り、このレベルに相当する論理—数学的知能に関する再帰的事象の認識を3つの実験から検討した。

研究1の実験1では、再帰呼び出しを末尾再帰と埋め込み再帰に分け、さらに3つの学習条件(読解、読解&図、読解&図解&操作)からなる群を構成して調べた。その結果、学習条件の違いは見られなかったが、末尾再帰の方が埋め込み再帰よりも成績が良かった。前者の理由として、人間の思考過程が「元の手続きに戻る」という埋め込み構造の処理と一致しないからと解釈された。

研究1の実験2では、手続きAの中で手続きBを呼び出す「単なる埋め込み構造」と手続きAの中で手続きA自身を呼び出す「自己埋め込み構造」の2種類の課題を用意した。その結果、自己埋め込み構造の方が単なる埋め込み構造よりも成績が悪かった。そこで、再帰処理が難しい原因は「処理構造の把握の困難性」にあることが示された。

研究2(実験3)では、再帰的に考えることにより、サイズが大きく複雑な問題に対して効率よく解決する能力を多くの人間が有しているかどうかを、末尾再帰の構造をもつ「帽子問題」で調べた。その結果、問題サイズが増加しても、3分の2の被験者が再帰的考え方によって効率的に解決することが示された。

第3章では、レベル2にまで研究の対象を広げ、社会的知能に関する再帰的事象の認識を「心の理論」研究の二次的信念課題を用いて検討した。従来の研究では、二次的信念課題に通過する時期は6～9歳頃と報告されてきたが、研究3では根本的に構造を単純化した新たな二次的信念課題(「移動課題」)を用意し、7歳で再帰的な心的状態が理解できることを示した。

研究4では4～6歳の幼児に研究3の課題を実施し、幼児期には再帰的な心的状態を理解するのがまだかなり困難であることを示した。

第4章の研究5では、「うそと冗談の区別」を取り上げ、7～12歳の児童に実施した結果、区別質問と二次的意図質問の

正答率がチャンスレベルを有意に上回るのとはともに9歳からであることがわかった。

研究6では、他者の行為の道徳的判断に際しての作為と不作為の理解を取り上げた。7歳、9歳、11歳の児童を対象に、心的状態の理解2（一次、二次）×言動2（あり、なし）の条件で、「主人公が何かをする（言動あり）」または「何もしない（言動なし）」ことによって良くない結果が生ずる場合、主人公の心的状態を理解できた時には、どちらの主人公が結果の予見が可能であったかを区別でき、より良くないのはどちらかを判断できた。このことは、7歳では難しく、8～9歳頃にこうした判断ができることが示された。また、言動の有無で成績に差はなかったため、作為と不作為は同等に認識できることがわかった。

第5章では、全体的な考察と今後の展望が示された。特に、論理—数学的知能に関する再帰的事象の認識を調べた第2章の研究領域と、レベル2まで対象を広げて社会的知能に関する再帰的事象の認識を調べた第3章および第4章の研究領域を比較し、その関連性について考察が行われた。その結果、以下の3段階からなる認識の深化のモデルを提示した。

第1段階は、自己埋め込み構造をもつ状態を理解できない段階である。

第2段階では、自己埋め込み構造を理解し、レベル2の再帰的事象が扱えるようになる段階であり、二次以上の再帰的な心的状態が理解できる段階である。

第3段階では、抽象化された自己埋め込み構造の理解ができるようになり、レベル3の再帰的事象が扱えるようになる段階である。

以上のように、本論文により、再帰的事象を認識できることが人間らしい知性を構成するうえで重要な鍵のひとつである可能性が示唆された。

## 論文審査の結果の要旨

再帰（recursion）は、英語の「再帰代名詞」などの用法がある一方、コンピュータ言語の構造化プログラミングの手法としても用いられる大変幅広い概念である。論者は、本論文において、この再帰的思考が人間らしい高度で豊かな知性の基盤となっていると考え、再帰的事象の認識とその発達について、多くの実験を行って解明することを試みた。

本論文の第1章において、論者はまず再帰の意味を、

- ①あるものが何らかの意味で自分自身に帰ってくる構造をもつこと、
- ②あるものがそれ自身で構成されていて自己埋め込み構造をなしていること、
- ③その処理をアルゴリズムによって明確に表現しうること、

の3つに分け、レベル1（①のみが満たされている場合）、レベル2（①と②が満たされている場合）、レベル3（①～③のすべてが満たされている場合）という3水準を規定し、レベル2とレベル3を本論文での研究対象と規定した。

この整理は、例えばホフスタッターの名著『ゲーデル、エッシャー、バッハ』ですら混乱が見られた再帰概念の明確化という点で、大変重要な貢献である。

第2章では、最も厳密なレベル3に相当する、構造化プログラミングの手法としての再帰プログラムのトレース（実行結果の逐次的再現）を求める論理—数学的知能に関わる3つの実験が行われた。その結果、次のことが明らかにされた。

(1)再帰手続きが埋め込まれる位置に関して、末尾再帰の方が埋め込み再帰よりも成績が良いこと（研究1の実験1）。

(2)手続きAの中で手続きA自身を呼び出す「自己埋め込み構造」は、手続きAの中で手続きBを呼び出す「単なる埋め込み構造」よりも理解が困難であること（研究1の実験2）。

(3)末尾再帰の構造をもつ「帽子問題」において、問題に含まれる要素のサイズが増加しても、再帰的に考えることにより、3分の2の被験者が効率的に解決したこと（研究2の実験3）。

これらの研究を通じて、再帰的思考の困難さの根拠と有用性の両側面を明らかにすることに成功しており、再帰の心理学的検討の意義を示せたと言えよう。

続く第3章と第4章では、レベル2にまで再帰研究の対象を広げ、特に社会的知能に関する再帰的事象の認識を「心の理論」研究の幾つかの課題を用いて検討した。その結果、次のような重要な点が明らかにされた。

(1)従来の研究では、二次的信念課題に通過する時期は6～9歳頃と報告されてきたが、根本的に課題の構造を単純化した

「移動課題」を用い、7歳で再帰的な心的状態が理解できることを示した(研究3)。

(2)この「移動課題」を4～6歳の幼児に実施し、幼児期には再帰的な心的状態を理解するのがまだかなり困難であることを示した(研究4)。

(3)7～12歳の児童に実施した「うそと冗談の区別」課題の結果、正答率がチャンスレベルを有意に上回るのは9歳からであることを示した(研究5)。

(4)7歳、9歳、11歳の児童を対象に、他者の行為の道徳的判断に際しての作為と不作為の理解の問題を取り上げ、7歳では難しく、8～9歳頃にこうした判断ができることが示された(研究6)。

このうち、移動課題と作為—不作為を調べる課題は、いずれも論者が考案したオリジナルな課題である。研究目的に照らして有効な課題を設定し、それに基づくデータを丹念に分析する論者の力量は高く評価できよう。

第5章では、第2章の論理—数学的知能に関わる実験と、第3～4章の社会的知能に関わる実験の間の関連づけを行い、再帰の心理学的意義を明らかにした。

他方、本研究に対して、次のような問題点を指摘することができる。

- 論理—数学的知能と社会的知能の両方を同一被験者に実施して、両者の関連性を検討したデータがないこと。
- 総合考察において、序論での議論との対応関係、認知科学全体の中での本研究の位置づけ、の2点で不十分さが感じられること。
- 再帰的思考の発達メカニズムに関する理論的な説明力が弱いこと。

このように今後の課題を幾つか残すものの、オリジナルな視点と課題設定の上に立って、再帰的思考の心理学的意味について実証的に解明したことは、教育認知心理学研究の発展にとって重要な成果であり、本論文の貢献は大きい。

よって、本論文は博士(教育学)の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成15年2月19日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。