

京都大学	博士（ 文学 ）	氏名	岩崎 純衣
論文題目	認知的メタプロセスの比較認知科学的検討		
<p data-bbox="185 398 440 432">（論文内容の要旨）</p> <p data-bbox="164 439 1430 667">ヒトは外部から得られる情報のみならず、自身の内的な認知活動をも情報処理の対象とすることができる。例えば自身に欠けている知識や能力を認識し、それに基づいて必要な情報を収集したり、適切な訓練を自らに課したりする。この高次の認知活動はメタ認知と呼ばれ、知識の不足を適切にモニタリングすることによって、学習の効率性を向上させるなど、行動の適応度を飛躍的に高める能力として、ヒトでは幅広い分野において精力的に研究されてきた。</p> <p data-bbox="164 674 1430 902">メタ認知を自身の内的な表象への積極的なアクセスであると定義すると、単に自分自身の記憶や知識状態などをモニタリングする能力のみならず、自身の過去の体験を積極的に想起するエピソード記憶、将来生じるであろう出来事に向けた準備的行動、自身の行動傾向をシミュレーション的に利用した他者の行動予測といった幅広い能力も、広い意味でメタ認知の一種だと考えることができる。本論文ではこれらの認知過程を「認知的メタプロセス」と呼ぶ。</p> <p data-bbox="164 909 1430 1059">こうした高次の認知過程は、なぜ、いかにして発生したのだろうか。また成人が持つような複雑で洗練された認知的メタプロセスの能力は、どのような要因によって進化してきたのであろうか。本論文は、比較認知科学的アプローチによって認知的メタプロセスの適応的意義を検討することにより、これらの問いに答えようとした。</p> <p data-bbox="164 1066 1430 1294">今日までに、ヒト以外の霊長類や齧歯類、クジラ類などのいくつかの動物種が、メタ認知を持つことが示唆され始めている。しかしこれらの研究のほとんどは、当該の動物種がメタ認知を持つか否かという問題を扱った離散的な検討にとどまっており、いまだ認知的メタプロセスの適応的意義の解明には至っていない。本論文では、認知的メタプロセスの適応的意義を解明するために明らかにすべき大きな2つの問題を指摘し、検討を行った。</p> <p data-bbox="164 1301 1430 1451">1つ目の問題は、認知的メタプロセスの発生につながった選択圧の解明である。認知的メタプロセスの適応的意義を解明するためには、どのような選択圧がかかってきた結果、それが獲得されてきたのかを考察することが不可欠である。従来の研究では、この問いがほとんど問題にされてこなかった。</p> <p data-bbox="164 1458 1430 1877">この問いに答えるための手がかりとして、本論文では、外的な情報の処理に関しては高度な能力を発揮することが知られている鳥類が、内的情報の処理を行うためのメタ認知に関しては弱い証拠しか得られていないことに着眼した。もしこれら2つの能力の乖離が事実だとすれば、これらの能力は異なる選択圧を受けて進化したと考えられる。しかし、過去の研究を精査すると、別の原因として、作業記憶負荷の問題が浮上した。メタ認知を同定しようとする場面で用いられてきた基礎課題は、それ自体が複雑で作業記憶資源を大量に消費するものであることが多く、鳥類にとってメタ認知活動に割り振る資源が残されていなかったという可能性も考えられる。鳥類においてメタ認知の弱い証拠しか得られなかった理由を探ることは、メタ認知の選択圧の問題について議論するうえで重要である。よって第2章では、作業記憶負荷が比較的低いと考えられる長期記憶課題を用いて鳥類におけるメタ認知について検討した。</p> <p data-bbox="164 1883 1430 2069">実験1では、基礎課題として、長期記憶課題である系列反応学習を用いた。ハトに対してこの課題遂行中に、課題遂行のヒントを要求するかどうかを選択させた。ヒントを求めるには余計な反応が必要であり、課題を遂行できると判断できる場合にはそうした反応なしに課題を遂行することがハトにとっては有益である。つまりこれは、当該課題に対する自身の長期的知識の有無を認知することが求められるメタ認知的判</p>			

断である。するとハトは、見慣れた課題より新奇な課題を遂行している時に、より多くヒントを希求した。この結果は、ハトが自身の知識状態に応じた行動を行うことができる可能性を示すものである。

しかしこの実験では、課題の遂行中にメタ認知判断を行わせている関係上、メタ認知以外の手がかりを使用した可能性を棄却できない。例えば自身の反応の滑らかさやためらいなどの行動自体や提示された刺激そのものを手がかりにした可能性などの他、ためらう間に、それと競合関係にあるヒント希求用のキーをつつく反応が出現した可能性（反応競合）が残される。そこで実験2では、見慣れた課題が出現するか新奇な課題が出現するかを示す手がかりを先行して提示する手続きを用いて、課題遂行前にヒント付き課題とヒントなし課題を選択させた。その結果、ハトは実験1同様に、自身の知識状態に応じた情報希求行動を示した。

実験2において出現した行動は、課題遂行前にメタ認知判断をさせているため、自身の反応時間や環境手がかりなどメタ認知以外の手がかりによって生じた可能性は低く、また競合した反応が出現しただけだという可能性は理論的に存在し得ない。この一連の実験によって、従来の鳥類のメタ認知研究において弱い証拠しか得られていなかったのは、基礎課題の遂行に使用される作業記憶資源が多く、メタ認知を行う資源が残されていなかったためであることが示唆された。これらの結果は、内的情報の処理を行うためのメタ認知能力と外的情報を処理する認知能力が進化するためにかかった選択圧は、異なるものではないという仮説を支持するものである。

2つ目の問題は、認知的メタプロセスの個体発生過程の解明である。幼児や学童を用いた従来のメタ認知の発達研究は、学習を効率的に進めることを目指した応用的な研究が多数を占め、このプロセスがどのような道筋を辿って成人のそれへとつながっていくのが十分に明らかにされていない。この点を明らかにすることは、認知的メタプロセスとそれ以外の認知能力との関係性を解明することにつながり、進化的視点とあいまって、メタ認知の適応的意義を考察する重要な資料を提供するであろうと思われる。また現在の心的状態をモニタリングするという認知的メタプロセスの基本的能力は、ヒトにおいて3歳半までに出現することが明らかになっているが、成人は現在の心的状態に縛られず、将来の心的状態を予測してそれに応じた準備的行動も行うことができる。しかし後者の能力の発達過程は明らかになっていない。

そこで第3章では、こうした自身の将来の心的状態を見越した準備的行動の発達過程について検討した。実験1では、子どもに透明あるいは不透明のカップの下に隠されたシールを見つけるゲームをさせた。実験者がシールを隠している間に子どもがこっそりおこなう禁止された覗き見行動を分析した。その結果、5歳以上の子どもは、隠し場所がわからなくなる不透明カップ条件で、より多くの覗き見行動をすることが示された。4歳児ではこうした分化した行動は示されなかった。すなわち未来志向的な準備行動は5歳以降に出現することが明らかになった。

しかしこれはまだ、漠然とした不安等が原因となった行動に過ぎないかもしれない。そこで続く実験2において、透明カップにシールを隠している部屋と不透明カップに隠している部屋のいずれをよりモニターしようとするかを検討した。その結果、一部の5歳児で、方向性のある予見的な情報希求が示されたものの、多くの個体ではあいまいな行動が示された。すなわち実験1で見られた行動は、将来不足しそうな情報の内容までを認識した行動ではない可能性が示された。不足しそうな情報の内容を認識した顕在的な準備的情報希求は、5歳以降に発達する能力なのかもしれない。

また、自身の経験や知識に対して能動的なアクセスを行う認知的メタプロセスは、他者の行動を正確に予測する際に役立ち、社会的な場面においても適応的な機能を有すると考えられる。そこで第4章では、競合場面における経験や知識に能動的にアクセスし、それを他者の行動予測に利用する能力の発達過程について検討した。子どもがおもちゃを不透明のバケツに隠し、それを実験者が見つけ出すゲームをおこなっ

た。子どもがおもちゃを隠している間、実験者はカーテンで仕切られた隣室で待機した。まずこのゲームをおこない、実験者が常に隠し場所を当てることを経験させた後、カーテンには実は穴があり、そこから隠している場所が見えることを教えた。この経験の後、子どもがおもちゃを隠している間にどれほどカーテンの穴を気にするようになるかを分析した。他者の行動を予測した防衛戦術である。その結果、5歳児はカーテンから見える隠し場所の風景などの一般的知識を獲得するだけで他者の行動を推測することができ、カーテンの穴を気にするようになるが（実験1）、4歳児は、カーテンから他者がおもちゃ隠しをしているところを見た場合、すなわち自己が経験した行動が、同じ状況下で他者が行う可能性がある行動と一致している場合のみ、カーテンの穴を気にするようになった（実験2、3）。これは自身の経験を他者の行動予測に用いることのできる年齢が4歳以降であることを示唆している。この年齢はちょうど心の理論が成立し始めると言われている時期と一致する。しかし、4歳児の行動予測は具体的なものであり、環境条件から自身が経験しなかった行動が生起する可能性までを予測することはできないことも明らかになった。

第5章では、本研究の成果をとりまとめるとともに、認知的メタプロセスの系統発生過程と個体発生過程をこれまでの関連研究を考慮に入れながら論じた。系統発生の面では、今回の鳥類で得られた肯定的結果や他の分類群で近年示唆されつつある結果を考察すると、思いの外多様な分類群の動物に、ある程度のメタ認知的機能が存在する可能性が考えられ、環境情報の処理同様に、自身の内的情報をも処理する方向への選択圧が用意されてきたのではないかという可能性が示される。他方個体発生の面では、メタ認知を用いた他者の行動予測の開始が心の理論成立時期と符合していることから、メタ認知が社会的場面において適応的意義を持つものとして選択される可能性が示された。将来さらに多様な分類群で認知的メタプロセスの可能性を探り、その環境情報処理能力や社会性との関連を探ることと、個体発生過程において、他の認知的能力との関連性を同定していくことが今後の課題であることを論じた。そして、それは意識や内省の本質といった困難な問題へのアプローチともなることを論じた。

(論文審査の結果の要旨)

動物は常時外部環境と相互作用しながら生きているが、少なくとも我々ヒトは、自身の内部にしか存在しない環境も相互作用の対象としている。内部的情報であっても、内臓感覚や心拍などは身体内に存在する感受器により感知することができるが、中枢神経系内部で生じている出来事、例えば知覚、知識、信念、欲求、記憶などはそうはいかない。これらの認知的状態は同じ神経系の再帰的モニタリングにより初めて感知されるものであり、メタ認知と呼ばれている。

メタ認知、あるいはエピソード記憶や未来志向的行動などと合わせて認知的メタプロセスとも呼ばれるこの機能は、成人においてとりわけよく発達した高次認知過程であり、意識や内省などと呼ばれる定義困難な心的現象の具体的機能の1つである。我々はこれを利用して、視覚的障害物があれば除去し、欠落した知識を求めて書物をひもとく。他方こうした心的状態への能動的アクセスは他者にも向けられ、シミュレーションによる他者理解をも実現する。メタ認知は我々ヒトの行動の適応度を飛躍的に高める重要な機能の1つである。

メタ認知はどのように進化したのだろうか。ヒト以外の動物にもそれは存在するのだろうか。だとすれば、その適応的な機能はどこにあるのだろうか。それはどのように発達するのだろうか。これらの問いに答えることは、ヒトという存在を理解する上で、何よりも大切な作業の1つである。

しかしながら、言語を持たない動物や年端のいかない幼児でこれを実証的に検討することは容易ではない。本論文は、この困難な課題に、オリジナリティあふれる研究手法で取り組んだ意欲作である。

論文は5章から構成されている。第1章では、これまでの関連研究が簡潔にまとめられ、2つの問題が指摘される。1つは認知的メタプロセスの発生につながった選択圧の問題である。これまでに複数の動物種でメタ認知に関して肯定的な結果が得られてはいるものの、哺乳類同様に高度な知性を発揮する鳥類では否定的結果が多い。これが事実であるならば、外的環境の認知とメタ認知とは異なる選択圧を受けてきた可能性が示唆される。2つめの問題は、認知的メタプロセスの発達の變化の解明である。幼児や学童を用いた従来の研究は、学習効率を高める方策としての応用的研究が多く、この高次過程がどのような筋道をたどって成人のそれへと導かれていくのかは解明されていない。

第2章では上記の第1の問題を検討した。これまでメタ認知に関しては肯定的結果に乏しいハトを対象に選んだ。従来用いられてきた課題は作業記憶負荷が高く、メタ認知作業に割く資源が残されなかったのではないかと推測した。首肯できる指摘である。そこで基礎課題を、反応すべき刺激順序を長期的に記憶する課題とした。この課題実行中に正反応のためのヒントを要求するかどうかをハトに選択させたところ、熟知した刺激系列が提示された時よりもなじみの薄い刺激系列が提示された時の方が、より高頻度にヒントを希求することがわかった。同様のヒント希求は、刺激系列そのものを提示する前に熟知系列かなじみの薄い系列かに関する手がかりを提示した場合にも見られ、ハトが自身の長期的知識をメタ認知できることを見事に示した。この第2実験の手続きは論者独自のもので、長期記憶課題を用いてメタ認知がハトにも分有されていることを示したことは、本領域の研究を飛躍的に発展させるものである。同様の手法で、さらに多様な動物種の検討が可能になった点でも重要である。また同時に外的環境の認知とメタ認知とが異なる選択圧のもとで進化したという可能性を弱め、さらにはヒトの独自性をここに認めることはできないことを示した。これは比較認知科学における非常に大きな前進である。

第3章では2つめの問題に取り組んだ。4-5歳児を対象に透明カップあるいは

不透明カップに隠されたシールを見つけるゲームをおこなった。実験者がシールを隠している間、隣室で待機する幼児は、隠している様子をこっそり覗き見することができた。すると5歳児ではシールの場所がわからなくなる不透明カップ条件で覗き見が多くなった。すなわち5歳児は、将来自身に起きるであろう困難を予測し、予見的に対処することができた。しかし、不透明カップに隠している様子と透明カップに隠している様子のどちらをより見ようとするかを調べると、一部の子どもを除き、明瞭な選好は示されなかった。つまり5歳児は、ある程度将来の自身の心的状態を予見できるが、それはまだ漠然とした不安に近く、確実な方向性を持った予見的なメタ認知とは言えないことがわかった。この一連の実験結果は、論者独自の巧妙な課題で、メタ認知の存在不在だけではなく、幼児におけるその性質までを明らかにした極めて重要な研究成果である。

第4章では、4-5歳の幼児を対象に、自身の経験による知識を他者の行動予測に利用し、適応的な行動調整を予見的におこなう能力を検討した。カーテンの穴の存在から、自分のおもちゃ隠しが実験者に覗き見される可能性を推理し、穴を気にするなどの防衛的行動が生じるかどうかを調べた。穴の存在を知るだけで、5歳児ではこの行動が見られた。4歳児でもこの行動は生じたが、そのためには他者がおもちゃ隠しをしている場面を自身が穴から覗く経験が必要だった。つまり、具体的経験が必要ではあるが、自身の経験の投影的利用は4歳児から可能になることがわかった。これは心の理論の成立時期と符合する。この課題も論者のオリジナルのものであり、得られた結果はメタ認知と心の理論の関連性を示唆するものとして極めて重要である。またここで見られた4歳児と5歳児の予見的推理能力の差違も、極めて興味深い新知見であり、他者の行動のシミュレーション的予測に必要な経験の違いという質的な変化がこの年齢で生じることを示したものとして非常に意義深い。

第5章では実験の成果をとりまとめ、今後の展望が述べられている。メタ認知が従来考えられていた以上に多様な動物群に存在する可能性を示したことは、この高次認知機能が特別なものではなく、一般的な選択圧にさらされて発生したものであることを示している。これはヒトの独自性や動物界における位置づけを再考させる極めて重要な研究成果である。また個体発生の過程を同定し、メタ認知と他者理解の関連性を示す資料を得たことも、両者の関連性をめぐる議論に重要な一石を投げたものとして高く評価することができる。

全体を通して言えば、随所に論者のオリジナリティが輝く好論であったと言える。時間のかかる動物実験を粘り強く遂行し、世界に先駆けて鳥類の予見的なメタ認知能力を実証したことは極めて高く評価できるし、幼児の実験も、巧みに参加児の興味を惹きつけ、メタ認知の存在だけではなく、そのシミュレーション的利用の可能性や、それらの性質の分析までをおこなった点で、発達研究としても価値の高いものであった。強いて難点を上げれば、他の関連する認知的側面の調査を並行しておこなっていれば、より広い視点から幼児の心の発達を論じることができたかもしれないことであろう。また動物研究でも、ハト以外の動物種の研究があれば、さらに充実したものになったであろう。しかしこれらは小さな問題であり、論文の価値を損なう類のものではない。

以上、審査したところにより、本論文は博士（文学）の学位論文として価値あるものと認められる。なお、2014年2月19日、調査委員3名が論文内容とそれに関連した事柄について口頭試問を行った結果、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当分の間、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。