

学習プロセスそのものの学習：メタ認知研究から学習科学へ

中京大学
三宅なほみ

メタ認知という考え方

認知研究の世界で「メタ認知」研究が盛んになるのは1970年代半ばごろからである。Flavellが「メタ記憶」という構成概念を提案し、その後、Brown(1978)やWellman (Fravell & Wellman, 1977)らが良いreviewを残している。Brown(1978)がFlavell(1976)を引用した説明によれば、

「メタ認知」とは、その人自身の認知過程と所産、あるいは、それらに関連したことすべて(たとえば、学習に直接関係する情報やデータの属性)に関する知識を指している。たとえば、自分にはBの学習よりもAの学習の方が難しいことに気づく、Cを事実として受け入れる前に二度点検しておくべきであるという考えが念頭に浮かぶ、多肢選択型の課題事態で最善のものを選ぶ前に全部の選択肢をそれぞれ詳しく吟味した方がよいと考える、Dということのを忘れてしまうかもしれないのでそれを書きとめておいた方がよいと感じるといった場合に、私はメタ認知(メタ記憶、メタ学習、メタ注意、メタ言語、もしくはその他のあらゆるメタ)に携っているのである。とりわけ、メタ認知とは、認知過程がかかわっている認知の対象あるいはデータとの関連で、通常は何らかの具体的な目標や目的にしたがって認知過程を積極的にモニターし、その結果として認知過程を調整し、所期の効果を得られるように編成することを指している [湯浅・石田 訳 6-7]。

とあり、当初から、メタ認知は「認知過程の調整」を行う認知活動だと考えられていたことがわかる。

メタ認知を広く「人が自分自身の認知過程に関して持っている(あるいは持つことのできる)知識」と捉えると、認知科学が研究の手法としてよく使うthinking aloud法(実験の被験者に課題を解いている過程そのものを口頭で説明させる研究手法)もメタ認知に依存した方法である。そう考えれば、Newellが覆面算を解く手順を被験者から得て問題解決手法をシミュレートした初期の研究(Newell, 1977)などもメタ認知研究の一つとしてあげることができるだろう。

Thinking aloud法の難しさからも推察されるように、自分自身の認知過程に関

する知識を得ることはそう簡単なことではない。Nisbett & Wilson (1977)は、人が一般には自分の選好や判断などについて言語化することができないことを指摘した。Nisbett & Wilson の批判に対しては、認知的な判断が起きている時点でできるだけ近い時点で言語化を求めることができれば有効なデータを得ることができるとする主張 (Ericsson & Simon, 1980; 1984) や、十分熟練した低次の認知システムの機能についてはメタ認知が効きにくい、比較的複雑で目新しい高次の認知システムの機能については一般にコントロールが効きやすい、とする考え方 (Morris & Hampson, 1983)などが提案された。この流れは、人が自分の知っていることは他人も知っていると思いがちであるという Epistemic egocentrism についての数多くの研究ともつながっている。

メタ学習へ

メタ認知研究は 70 年代後半から、「メタ理解」や「メタ認知能力を人がいかに獲得できるか」といった研究に発展してゆく。1980 年代の問題解決研究や理解についての研究は、いま振り返ってみると、さまざまな形で現在の学習科学の芽を内包していたと言える。文や文章の記憶に対する意味や知識構造を問題にした Bransford が問題解決と記憶の「方略」について、一般の人が知っておくべき認知科学の成果を一冊の本にまとめたのが 1984 年 (Bransford & Stein, 1984)、メタ認知についての解説書をいち早く世に問うた Ann Brown がその本で扱っていた主には教育可能児 (知能に遅滞の認められる精神年齢 6 歳から 10 歳程度の児童) からより広く一般に教育困難校の生徒を相手に Fostering Community of Learners という実践教育研究プロジェクトを立ち上げるのが 1980 年ごろである。Brown は 1990 年初頭にはその成果をまとめ、学習研究が従来の実験室実験から実践の場をデザインして評価のサイクルを繰り返す方法によるべきだという提言をしている (Brown, 1992)。

この時代は、別の角度から見ると、Suchman(1987)らが認知過程の状況依存性を明確に提示した頃であり、Lave も 1970 年代かけてずっと携わってきた認知活動 (特に計算)に関する研究をまとめて本にし始めた時期である。特に Lave の 2 冊の本、『日常生活の認知行動』(Lave, 1988)と『状況に埋め込まれた学習』(Lave & Wenger, 1991) は、学習や教育という現場志向の強い認知活動について、広く再考をうながすトリガとなった。日本ではこの時期に稲垣・波多野による『人はいかに学ぶか』(稲垣・波多野 1989) が出版されており、時代の雰囲気を取り入れ、かつ先導した紹介になっていた(この本は今でも学習科学に関心のある研究者にとって必読本である)。

「メタ理解」、「メタ認知」という視点は、一方で「学習が学習内容と学習環境ならびにその場で起きる特定の学習活動に特化した形で状況依存的に起きる」という

見方に対して、学習転移はいかに可能か、という根源的な問いへの答えを探るための重要なキー概念だった。学習を生涯継続するものと捉えるとして、生涯ずっと「似たような対象を似たような場所で」継続するのであれば、状況に支えられた学習は考えられうるもっとも強力な学習メカニズムであろう。1980年代の熟達化過程研究(例えば Ericsson,1996 にまとめがある)は、そのことを良く示している。しかし、学習対象や学習状況が将来大幅に変わる場合には、学習したことの何が、どう転移可能なかを明らかにする必要がある。

この転移に関する研究課題と、知識表象にかかわる研究課題とがこの時期に有機的に結びついていけば、知識についての認知科学はもう一段発展していたかもしれない。実際には、上記のような学習科学的な研究に取り掛かり始めた認知科学者の多くが、学校現場で直接学習についての考え方を改めてゆくための実践研究に関わってゆくことになる(これらの集大成の一つが Bransford, Brown らを中心にまとめられている ; National Research Council, 1999)。Spreading activation 実験をはじめとして認知科学の多くの基本的な構成概念を提案し続けた Allan Collins, 問題解決過程を詳しく追ったモデル研究から教室での学習過程を追うようになった Jim Greeno, 記憶モデルから一気に学習科学センター構想へ飛んだ Roger Schank, その弟子で人工知能研究分野では case-based reasoning 研究者として世に出た Janet Kolodner, 発達や熟達化についての実験室を中心とした研究をベースに教育への提言を展開した Pittsburgh 学派 (Robert Glaser, Micky Chi, Lauren Resnick, Kurt VanLernら) などが上記の Brown や Bransford らに加わった。状況論的なものの見方を文化心理学へと発展させた Michael Cole も The 5th Dimension と呼ばれる実践研究の場を一つの大事な field として今日に至っている。

これらの実践的な研究の多くにとって、学習転移そのものが研究上の論点だったといえる。それらの場で具体的に研究テーマとなったのは

- ・ 学習スキルそのものの学習が可能か
- ・ 学習のために提示された事例についてのより一般的、抽象的な知識構成はどう支援可能か
- ・ 一般的、抽象的な知識が構成されたとしてその知識はどう活用できるか

など、極めて標準的に認知科学的な問いであった。学習科学の進展によって、これら古くからの認知科学的な問いに対して、学校をはじめとした知識構成現場から、新たなデータとその解析のための方法が提案されつつあるといえるだろう。

メタ学習の具体例

自らの学習の仕方や成果についての認知をメタ学習と捉えるなら、メタ学習研究の歴史は古い。問題解決研究や記憶研究の成果を集大成して「学習スキル」として普

及を図った試みは古くからある。水がめを組み合わせで一定量の水を汲む水がめ問題を使って人の問題解決方略に固着点があることを提示した Luchins(1942) は、論文の中で、「被験者に対して『盲目的にならないようにせよ(Don't be blind)』と教示することの効果調べている。Polya(1957) や Wickelgren(1974) もこのカテゴリに入れることができるかもしれない。こういった学習方略獲得のためのヒントは、PQ4R (Preview, Questions, Read, Reflect, Recite, & Review; Thomas & Robinson, 1972)、MURDER (Mood, Understanding, Recall, Detect, Elaborate, & Review; Weinstein, et al, 1988)、IDEAL (Identify problems and opportunities, Define goals, Explore possible strategies, Anticipate outcomes and Act, & look back and Learn; Bransford & Stein, 1984)、など、アクロニムの形で提唱されたものが多い。どれも認知研究に裏打ちされており、使えばとても強力であることが実験によって実証済みであったりするものだったが、これらが「使えない」場合にどう「使えるようにする」のかが明らかではなかった。

これに対して認知研究者が認知活動の状況依存性などの議論を経て到達した学習科学では、教室など学習が起きる現場で学習結果の質を上げるための具体的な方略が実践的に検証される。上述した National Research Council による報告書 (Bransford, et al, 1999) は基本的にこの分野でこれから推進すべき研究テーマの提案書でもあった。そこでは、学習の成果は当然転移の可能性の高いものでなければならぬし、また学習者自身が自分の学習過程を自分自身で制御することのできる能動的な学習が重視されなければならない、との主張が展開され、今後の学習研究が取るべき観点として次の 3 つを挙げている (訳は原則として森・秋田監訳による同書の訳本 森・秋田 2002 から引用している)。

- 1 . 生徒たちが教室にもち込んでくる既有知識を、学習を妨害するものとしてとらえるのではなく、学習を促進するものとして役立てる必要がある。
- 2 . 生徒たちが教科内容を深く理解できるような学習指導を行うべきである。そのためには、関連した例を数多く用いるなどして基礎となる事項や原理をきちんと理解させる必要がある。
- 3 . メタ認知能力の育成は、多様な教科の学習指導のカリキュラムの中に組み入れる形でなされるべきである。

この第 3 点目を取り上げられる理由として、同書は

(メタ認知能力を授業実践内でうまく促進すると生徒の学業成績は目覚しく向上することがわかっているが)メタ認知は自己内対話である

ため、生徒たちはメタ認知の重要性に気づかないことが多い。したがって、教師がメタ認知の重要性を強調する必要がある。また、教科によってモニタリングの方法が異なるので、メタ認知能力を育成するための指導は、教科ごとに行う必要がある。例えば、歴史の授業では、生徒たちに「誰がこの文書を書いたのだろうか？」「この文書は史実の解釈にどのような影響を及ぼすのだろうか？」などについて考えさせるのが有効である。これに対し、物理の授業では、物理学の原理を正しく理解できているかどうかを、生徒自身にモニタリングさせるのが効果的である。

と述べられており、さらに

教科学習の指導の中にメタ認知能力の育成を組み入れることは、生徒たちの学業成績を向上させるだけでなく、自主的な学習態度の育成につながる。したがって、メタ認知能力の育成は、教科ごと、学年ごとのカリキュラムに組み入れられるべきである。

との但し書きがついている。こさまざまな試みを通して、認知科学を基礎に学習実践研究に携る研究者の間では、いわゆる学習対象(コンテンツ、あるいは教科)の学習と、より一般的な学習方法の学習としてのメタ学習が切り離せないことが、経験的にもはっきりしていたと考えられる。

学習プロセスの学習チャンスとしての協調学習過程

このような目標を立てて行われたさまざまな実践研究では、学習者の学習形態として協調活動を取り入れている。その背景には、協調家庭についての理論的解明を目指した研究を含めて、協調過程についてのたくさんの認知科学研究がある。協調活動をどのように使って学習プロセスそのものの学習を狙うのか、いくつか具体例を紹介しよう。この分野では古典として良く知られた例の一つ「相互学習法」は、読解能力についてのメタ認知を他人の力を借りて身に付けさせようという試みである(Palinscar & Brown, 1984)。初めは先生が、「うまく読めるために大事な質問」(例えば、主人公はだれで、どんな問題にぶつかって、どうやってそれを解決しようとしているか、など)をする。生徒はそれに答えながら、先生がどんな質問をするかも覚えておくよう言われる。こうやって読んだ後、今度は生徒が質問して先生が答えるよう役割を交代する。これをしばらく経験すると、もともと学年平均から2年以上読みの能力が遅れた生徒でも、内容をしっかり把握した読み方ができるようになり、しかも訓練の効果が6ヶ月以上たっても変わらない、と報告されている。

これを子どもたち同士でできるようにする訓練方法も考案されている。

算数分野では、Schoenfeld (1985)の実践が良く引用される。Schoenfeld は、Polya のヒューリスティックスを利用して、学生相互のモデリングやコーチングを取り入れた学習活動を展開した。具体的には、まず、教員が問題を解いて見せ、学算数分野では、Schoenfeld (1985)の実践が良く引用される。Schoenfeld はれた学習活動を展開する。具体的には、まず、教員が問題を解いて見せ、学生はそれを参考にして別の解決方略を考え出すことを奨励される。いくつかの解決方略が出てきたところで、そのうちのどれが実行可能か、どのくらい時間がかかるか、などが検討され、さらに一人一人の学生が、そのやり方が自分にあっているか、その方法を使えるようになるには自分があと何を知らなければならないか、などを自己評価する。生徒は、このような活動を通して、しだいに学習にとって役に立つ質問ができるようになることが期待されている。Schoenfeld は、最終的には学生と教師の役割が逆転し、学生が率先して今みんながどんな解き方をしており、それぞれなぜその方法が良いと思われているのか、相互に分析して互いに主題を検討できるようになる、と報告している。

協調的な学習過程は、作文など高度に個人的だと考えられていた分野でも積極的に利用されている。人は、自分が分かっていると思っていることでも、はっきり表現しようとするときまだ分かっていない部分が残っていることに気づくことがある。はっきり書いてみるとどこまで分かっているのかが確認できて、その先の問題に気づくこともある。Scardamalia らの「手続き促進法」は、これらの協調的な場がもつ理解促進効果を作文指導に利用した (Scardamalia et al, 1984)。まず、書き始めの手がかりとして、良い作文が書かれるときに見られるメタ認知活動を生徒に与えられる。この手がかりを与えることによって、目標の設定、新たなアイデアの産出、既存のアイデアの発展、産出したアイデアの整理、文章の推敲などのメタ認知活動を促す。また、生徒同士で何をどうかきたいか、作文の構想を話し合ったり、推敲案を発表して互いに吟味する場を設けたりする。これによって作文は、単なる作文ではなく、ものと考えることつまり「思考」そのものとなる。このような理解深化をともなう協調作業の途中で思いつくことを作文して記録し、みんなで共有できるようにすれば、一人一人が自分の知識を作り上げていく過程を支援できるだろう。Scardamalia らは、電子掲示板を利用して、この支援環境を実現し、CSCL (Computer support for collaborative learning) と呼ばれる研究分野のさきがけとなる研究を行った。学習科学研究の実践研究は、協調的な学習活動のサポートに加えて学習記録の採集しやすさなどもあり、IT 技術が多く導入されている。

他にも学習プロセスそのものの学習をサポートする学習活動として広く活用されているものに、Brown たちが工夫した「ジグソー (Jigsaw) 法」がある。ジグソ

一法は、表面的には、一つの学習対象をn個に分割し、一人一人はn分の一つずつを担当し、後からn人で一緒に自分が学習した内容を他人に教えて一つの統合的なプロジェクトを完成させる活動を通して、学習対象を深く理解させようとする。もともとは社会心理学者が教室内での人種融合政策に合わせて工夫した方法（Aronson & Patnoe, 1996）だが、知的な統合作業の促進方法としてBrownが発展的に利用して科学教育に大きな成果を収めた。最初に与える教材の分割の仕方やjigsawの組み方（最初に細分化された部分を担当した学生生徒に後からどのような課題を与えてどう組み合わせるか）によっていくらかでも複雑にでき、かなり汎用の効く方法である。この方法は、対象理解だけでなく、調べ方、説明の仕方、相互の質疑応答の仕方、グループを組み替えるタイミングを利用した学習の進め方そのものの管理など、実行に伴って、さまざまな「学習プロセスそのものの学習」のチャンスを提供する。日本の大学での実践成果も少しずつ報告され始めている（Osada & Miyake, 2005; Miyake, 2005; Miyake & Shirouzu, 2005, Shirouzu & Miyake, 2005 他）。

このように見てくると、実践的な学習研究は、ほとんどの場合その中に「学習プロセスそのものについての学習」を含んでいる。学習科学の進展に伴って、メタ認知という古くからの研究テーマについても、これから新たにわかっていくことが増えてゆくことを期待したい。

文献

- Aronson & Patnoe (1996) *The jigsaw classroom: Building cooperation in the classroom*, Addison- Wesley Longman.
- Bransford, et al. (1999) *How people learn*, National Research Council.[森・秋田 監訳 2002 『授業を変える』北大路書房]
- Brown, A. L., (1992), "Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating interventions in classroom settings," *The Journal of Learning Sciences*, 2, 141-178.
- Brown (1978) *Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition*, In Glaser, (Ed.) *Advances in instructional psychology*, Vol.I. Erlbaum [湯浅・石田訳 (1984) 『メタ認知:認知についての知識』サイエンス社]
- Bransford & Stein (1984) *The IDEAL problem solver*, Freeman & Co.
- Ericsson & Simon (1980) Verbal reports as data, *Psychological Review*, 87, 215-251.
- Ericsson & Simon (1984) *Protocol analysis*, The MIT Press.
- Fravell(1976) Metacognitive aspects of problem solving, In Resnick(Ed.), *The*

- nature of intelligence*, Erlbaum.
- Fravell & Wellman (1977) Metamemory, In Keil & Hagen, *Perception on the development of memory and cognition*, Erlbaum.
- 稲垣・波多野 (1989) 『人はいかに学ぶか』中公新書
- Lave (1988) *Cognition and practice*, Cambridge UP.
- Lave & Wenger (1991) *Situated learning*, Cambridge UP.
- Luchins (1974) Mechanization of problem solving, *Psychological Monographs*, 54 Whole issue.
- "Miyake, et al. (2005). The dynamic jigsaw: repeated explanation support for collaborative learning of cognitive science. *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society*
- 三宅 (2005) 「協調的に説明を繰り返すことによる理解深化過程」『日本認知科学会第22回大会発表論文集』136-137
- Newell (1977) On the analysis of human problem solving protocols, In Johnson-Laird & Wason (Eds.) *Thinking: Readings in cognitive science*, Cambridge UP, 46-61.
- Nisbett & Wilson (1977) Telling more than we can know: Verbal reports of mental processes, *Psychological Review*, 84, 231-259.
- Osada, N., & Miyake, N. (2005). From CSCL Classroom to Real-World Settings through Project-Based Learning. Paper presented at the meeting of the Computer Supported Collaborative Learning, Taipei, Taiwan.
- Palinscar & Brown (1984) Reciprocal teaching of comprehension monitoring activities, *Cognition and Instruction*, 1, 117-175.
- Polya (1957) *How to solve it*, Doubleday & Co.
- Scardamalia et al, 1984 Teachability of reflective processes in written composition, *Cognitive Science*, 8, 173-190.
- Shirouzu, H., Miyake, N., & Miyake, Y. (2004). Learning through verbalization(2): Understanding the concept of "schema". *Proceedings of the 26th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, USA, 1604.
- Suchman, (1987) *Plans and situated cognitions*, Cambridge UP.
- Thomas & Robinson (1972) *Improving reading in every class*, Allyn & Bacon.
- Wickelgren (1974) *How to solve problems*, Freeman & Co.