

[論 文] 学習者のメタ認知能力を育てる手だてとしての
イメージマップ・テストに関する一考察

A Consideration of Image Mapping Tests as a Method of Developing Learner's Cognitive Ability

三宅 正太郎
Masataro Miyake

1. はじめに

今日、学習意欲を高め、学習のつまずきを克服し、さらに、自己教育力を養成する教育が望まれている。また、学習者の個人差に応じた教育や、指導と評価の一体化の必要性が叫ばれている。これらの流れの中における課題を解決するための共通項目の一つとして、学習者一人一人が捉えている意味構造を把握する必要がある、とくに、学習者自身が自分の学習状態や自分自身を客体化して捉えるメタ認知能力の育成が重要である。つまり、学習者と教師や学習者に関わりを持つ者との間で行われる「意味の共有」(扇谷1985, Novak 1984)が鍵になると考えられる。

このことを実践的な視点からみれば、授業者の立場からは、授業のフィードバック(評価)の観点に立ち、手軽で簡便にしかも的確に学習者の学習状況を把握する方法が、一方、学習者の立場からは、自分はどこがわかり、どこがわかっていないのかをわかるための、つまり自己評価の手だてが望まれている。

筆者は、授業者と学習者の双方に自己変革の契機を与える評価のシステム化を追求し、システムの構成要素の一つにイメージマップ・テスト(Image Mapping Test: IMT)を活用し、とくに、小・中学校の授業や教員研修など一連の実証的研究の中で評価用具相互の関係を検討してきた。こうした中で、学習者がどの程度知識を定着しているかということや、学習した内容をいかに行動化・生活化しているかということ、IMTで捉えたものとの関連があることがわかった(三宅ら、1984)。IMTはペーパーテストでは捉えきれない学習者の持つ知識を客体化することができることを明らかにしてきた。

本報告のねらいは、最近の認知科学の見解に学び、学習者が自らの知識獲得の状態や自己の概念を客体化して捉えるメタ認知的経験の一つの具体的方法として、IMTが機能するのではないかと考え、可能性と要件について検討することにある。

2. メタ認知能力

自分自身が無知の状態にあるのかそれともはっきりと理解した状態にあるのかを確かめるとするのは、メタ認知あるいはメタ理解の問題である。

(1) できる子とできない子

授業をしたり、観察していて気の付くことは、教師が「わからない子」「できない子」に対

して手だてを施そうとしたとき、「わからないことがあれば聞きなさい」とよく質問をする。しかし、質問をする子は、いわゆる「よくできる子」がほとんどであって、教師が質問してほしい「わからない子」は質問をしないのがほとんどである。また、ある課題を教師が子どもたちに与えたとき、一応説明をした後「わかりましたか」と尋ねると、子どもたちは「はい」と答える。しかし、ある子どもは、何からしてよいのかわからず、ある時はやみくもに作業を始め、またある子どもは何も手がつかないように天井を見つめている光景を目にする。教示内容がわかることはメッセージの理解の一例であり、一方、理解したかしていないかについてわかることは、メタ理解の一例であろう。学校で教えられる課題に対する子どもたちの戸惑いについてのホルトの記述には、メタ理解の失敗に関する多くの実例が含まれている。ホルトは彼の著書の中でこれらの子どもの内面を、次のように述べている (Holt, 1964)。

「この先生ったら、私に何かをさせたがっているみたい。それが何なのか、私には何もわからないし、一体全体、なぜ、私にさせたがるか見当もつかない。でも、私、“何か”をしなくちゃいけないんだ。してしまえば、たぶん、私をひとりにしてくれるから」(p. 28)

ここに挙がった子は「知らない」ということを自覚していなかったものと考えられる。ただ、その子がわかっていたことは、「何かをし始めるように命じられた」ということと、「何をすべきかわからない」ということだけであろう。その子は先生の言ったこと(教示)を分析し、どの部分が理解でき、どの部分が理解できていないのか、どこまでがわかっているどこからわからないのかを全く捉えることができなかったものと考えられる。

この事例でみたように、どのような時にどのようなことがわかっているのか、また、わかっていないのかを学習者自身が感知することは、学習を進めていく上で重要なキーとなるということが考えられる。非常に基本的な自己感知は、わかっていることとわかっていないことを見分けるということを自覚することである (Brown, 1978)、この無知の状態にあることに気付いているときの無知を越えた状態を自覚することが、理解を深めていく上で大切なことである。ホルトは、この事態を彼の鋭い観察に基づいて、同じ著者の中で、うまく例示している。

「自分の理解の度合に気付いていることが、『できる子』の一つの条件なんだ。できる子とは、『わからない、わからない』と、よくいう生徒かも知れない。そう言うのは、絶えず自分の理解をチェックしているからだよ。ところが、『できない子』は、いってみれば自分が分かるうとしている姿を見詰められない生徒なのだけれど、自分が理解しているかどうか、たいてい分かっていないんだ。したがって問題は生徒たちに何が分からないか言って聞かせることじゃない。そうではなくて、知っていることと知らないことの区別に気付かせることなんだ。」(p. 28-29)

学習を進め理解を深めていく上で欠くことのできない要素は、自分自身の心の状態と理解の程度を感知する学習であることをホルトは指摘している。「できる子」とは、自分が理解していないということをよく口にする傾向が強いと考えられる。それは、その子が自分の理解の程度を絶えず点検しているからであると考えられる。一方、「できない子」は、いってみれば、理解しようと努めている自分自身を見つめることがなく、ほとんどの場合、自分が理解しているのかいないのかわかっていないと考えられる。従って、問題は、わかっているところを質問させるようにすることよりも、「わかっていること」と「わかっていること」との違いに気づかせることが、教師として必要な手だての一つであることを示唆している。このことは、「できない子」や年少の学習者にとって、自分自身の内部状態に意識を焦点化することが難し

いこと、個々の事柄についての知識・概念を理解しているかどうかを学習者自身がモニターする、より高いところからの理解（メタ認知）の重要性と、学習者を援助する教師は何をなすべきかということとを表している。

（２）メタ認知とは

このメタ認知を初めて問題にしたフラヴェル（Flavell, 1976）は、「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」（P. 232）と定義している。そのメタ認知（メタ記憶、メタ学習、メタ言語、もしくはその他のメタ）の例として、たとえば、

- ① 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、
- ② 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、
- ③ 多肢選択型の課題自体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、
- ④ Dということのを忘れてしまうかも知れないのでそれを書き留めておいた方がよいと感じる、

ことなどをあげている。

とりわけ、メタ認知は、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働きがあることを指摘している。こうした活動と従来からの「学習技能（STUDY - SKILLS）」（Brown and Smiley, 1977）として考察されてきた活動とは類似しているように捉えられ、このメタ認知の研究分野というのは見かけほど新しいものではないのである。

クラール（Klahr, 1974）は、具体的な知識とメタ知識との間のこうした区別が意味のあることであるかどうか、疑問を投げかけている。むしろ、「Kについて、私が知っている事柄の一つは、たとえば掛け算の仕方といったように、そのこと自体に関するものである。私の知っているもう一つの事柄は、適切にその知識を適用する際に必要な一組の条件である。そして、どちらの知識が増えても、それはKについての私の理解が増していることになると思われる」（p. 295-296）と述べている。つまり、知識を分けるとするならば、(a) 事柄それ自体についての知識（knowing that）、(b) その適切な使用に関する知識（knowing how）というような二つの形式に分けて考えるべきではないかと批判している。彼の批判は、メタ知識とその内容領域の知識とが本来相互に依存していることを述べたものである。

このことに対して、アン・ブラウンは、

- ① 教育的にみて、「何が知っているか」ということと「いかに知っているか」ということを分けることは、教育実践にとって重要な意味をもっていること、
- ② メタ認知の技能として現在研究されている多くの技能は事態を超越した（trans-situational）もの（すなわち、多くの形式の問題解決活動に適用される技能）であること、
- ③ 問題解決の過程でその時々自分の知識の状態を自問することは、実験室、学校、あるいは日常生活など多様な事態に不可欠な技能であること、

の3点から、特に子どもの発達にかかわる教育において、メタ知識と内容領域の知識の区別することに意義があることを指摘している（Brown, 1978）。

(3) メタ認知の形成と知識の構造化

メタ認知は、人間が誕生時から備えてもっているものではなく、発達とともに次第に獲得されていくものであることは、すでにいくつかの研究によって報告されてきた。知識が構造化されていけばいるほど、既に自分が持っている知識と新しく入ってきた情報との間の矛盾や不整合に気づきやすいという (Markman, 1981)。言い換えれば、知識が構造化されているほどメタ認知的経験が生じやすいということになる。つまり、認知の発達とともにメタ認知的経験を体験しやすくなるということであり、メタ認知の形成は、認知的発達一般と関連しているといえよう。

メタ認知的経験をするための契機としては、自分が持っている知識がどの程度構造化されているのかを客観的に認知することが必要である。さらに、メタ認知的知識は、メタ認知的経験との相互作用を通して発達していく。ここでは物理的環境との相互交渉だけでなく、社会的環境との相互交渉が重要な役割を果たしている可能性が大きい (Brown, 1978)。特に、メタ認知の形成に親や教師などとのコミュニケーションによる社会的相互交渉のもつ役割が大きい。たとえば、学校や日常生活などのいろいろな場面で、文化的遺産を子どもに伝えていくため、直接・間接に多くの手続きの知識や技能を子どもに教えようとする、その際、子どもは大人 (教師や親など) の助けのもとに、そのような手続きの知識や技能を実行する。その過程で、背後にある概念的意味を発見し、自己制御がより完全に行えるようになる。時には、「ああ、わかった!」と叫んだり、「こんなことだったのか」とつぶやいたりしていることを見かける。

しかし、現実の場面では、概念的な意味の発見がないままに、見かけの上だけ、大人の指示による変容から自分の意志による変容へと変わったように見える場合も少なくない。子ども自身が納得した上で変わったのではなく、他人の思惑を考慮したものである場合が多い。このような見かけ上の変容について、稲垣 (1982) は、「“学び方学習”とか受験技術の心得集などで捉えられているメタ認知的方略の伝授には、まさにそうした色彩のものが多い。…そこでは、メタ認知的知識がメタ認知的経験と相互作用することなしに“注入”されてしまっているのである。…深い理解を求める動機づけを抑制するようなメタ認知の形成ともつながりかねない」(p. 130) と、意味の発見や自分の持っている意味構造の変革がなきれず、学習者自身が納得いかないうちに他者の権威によって表面上の変革を強いられることの危険性を指摘している。

一方、人間が獲得した知識は、「体制化された経験が、イメージ、言語、概念のような媒体を用いて記号化され、対象化される可能性を持ったもの」(安西、1983) と考えることができる。このことは、知識は客観性と構造化性を有する可能性を持ち、「行為と認識のサイクルの中から生まれる経験と切り放すことができない」(安西、1983) ものであるといえる。しかも、人間の知識獲得の過程は、行為や経験を言葉などで記号化し、対象化することにより知識を獲得し、その知識に基づいて物事を認識したり、行為を計画する「変化する知識を中心とした行為と認識の循環サイクル」(安西、1983) であると捉えることができる。さらに、経験や学習に基づくその人なりの知識構造があり、その知識構造との関連で、外からの情報の意味づけや行動・行為がなされることも示唆している。いうならば、さまざまな知識や経験、情報、感情などで形作られているものが個人的な知識として捉えることができる。

(2) 知識獲得状態を捉えるための IMT

継続的に学習者の結果を分析している中で学習者が抱いている観念や概念、イメージと言ったものが、中心の言葉に対して連想され、IMT の上に表現されたものとして捉えることができると考えた。そこで、一般の授業での学習者自身が捉えている知識の獲得状態を捉える方法として IMT を活用してみようと考えた。

しかし、IMT 上に表われた言葉の量的あるいは質的な広がりだけでは、学習者の知識獲得・概念形成の状態を捉えることは不十分である。なぜなら、IMT に表れる個々の言葉だけでは、同音異義語や、また、日常的な概念と科学的概念とを分けることが困難である。しかし、一つの言葉だけからでは、その意味は決められないが、二つ以上の言葉が関連してくるとそれらの言葉から表そうとしている意味を捉えることができってくる、そこで、第1円上の言葉と、それに関連付けられた第2円上の言葉とのつながりを分析することによって、学習者が捉えている概念や知識・意味の構造を捉えてみようを試みた。この言葉のつながりを捉える指標として、構造性と名付けた。この構造性について検討してみる。

(3) IMT にみられる構造性について

IMT 上に表された言葉（情報）のつながりをみた場合、ある出来事について時間的経過にしたがって書き表されたものと、ある種の関係でまとめられているものがある。これらは、タルビングがいうところのエピソード的記憶と意味記憶に対応するものと捉えることができる。よって、学習者の長期記憶の中にはこのような2つの仕方によって蓄えられているものと考えられる。しかし、エピソード的記憶でないものがすべて意味記憶的なものかと言うと、そうではない。これらの中には、次にあげるようないくつかのタイプがある。

0 殆ど連想・想起されず、表れても1つか2つ第1円上にしか表れないもの

I 階層化・組織化されて括らず、バラバラで、断片的なものが直接中心の言葉と結び付いているもの

II 部分的には階層化され、概念構成ができているが、関連する項目領域の全てには渡っておらず、不十分なもの

III 一般概念、中間的概的、具体的概念が相互に階層的に結合し、一つの有機的な知識体系を形成しているもの

これらのタイプは、ほとんどの学習者で、学習が進むに従って0のタイプから…のタイプへと移行していくことが見受けられる。よって、これらのタイプは、学習者の知識獲得のプロセスのある状態を表しているものと考えられる。

また、階層的に表してはいても、これらの関係をみた場合に、

A 形態上の特徴で捉えている

B 機能上の特徴で捉えている

の2つの場合がある、Aの外見的な形態上の共通点から捉えることは、比較的低学年の学習者でも行っているが、Bの機能という観点は、低学年では殆ど見あたらないし、また、高学年の学習者でも、学習が進み理解が深まらなければ表れてこない（三宅ら、1984、1986）。

(4) IMT の具体例

小学校3年の理科「じしゃく」の学習指導で、形成的評価として用いた IMT の具体例を見

に関する言葉がIMTに表れている。だが、これらの言葉の関連はタイプIの段階であり、断片的な情報の集まりでしかない。事後において、部分的に階層的なまとまりが出始めている(図5)。単元全体を通して部分的ではあるが、個々の学習内容相互の関連が捉えられるようになってきたと考えられる。

一方、例えば、事後に採った他の学習者のIMT(図1)では、階層的かつ樹系的にまとまっており、しかも、上位概念が第1円上に、より下位の概念や具体的事象などが第2円上に表されている。特別に書き方の指導は行わなかったが、学習者自らが、理解が深まってくると、このように階層的な書き方をするようになってきていた。これは、さまざまな知識や情報が体系づけられ、それぞれ自由連想により、引き出されてきたものであり、特に書き方についての訓練をしなくても、学習者が自ら自動的に階層的樹系図で書き表すようになってきたと考えられる。

また、IMTでは、学習者のつまずきを早く捉え、学習者に気付かせることができる。例えば、Koの第3次(図4)「SS一同じきょくどうしはくつつく」と表している。しかし、ペーパーテストでは、同極同士は反発することを回答している。このIMTの結果をみてすぐに、KoにこのIMTについて説明を求めた、そこでわかったことは、極の性質(吸引・反発)を確かめる実験を行う時に、磁力の違うフェライト磁石と鉄磁石の同極を付けたときに起こった現象であること、および、教師が黒板に実験結果をまとめたことを覚えてペーパーテストに書いたということとであった。生活経験に基づいた「SとSはくつつかない」ことを事前において表しているが、知識が体系化されていないために、実験手続きの不備からくる事象を観察した時に何ら矛盾を感じていないことが読み取れる。このような授業中に子どもが実際に経験・体験したことは、案外見過ごされがちであり、学習者にとっては学習のつまずきの原因となる危険性がある。IMTを使えば、学習者が実際に経験した事柄を捉えることができ、学習者に応じた指導のポイントを掴むことができると考えられる。

4. おわりに

日々の授業において、学習者の知識獲得状況の把握を手軽に実施でき、しかも、簡便な処理とできるだけ早いフィードバックが必要である。そのための一つの方法としてIMTを実施してきた。実践的に小学校や中学校の授業者に試みてもらった。彼らの意見では、実践的に活用できるということであった。特に、学習者がどのような先行経験や知識を持っているのかを捉えることができるという点と、授業者の期待したこととは独立に、実際に学習者たちが授業の中でどのような経験をしているのか、どのように意味づけをしているのかを捉えることができ、次の授業の修正に役立つ点、さらに、学習者に説明をさせることにより学習者自らが、自分自身が捉えている知識に対して意識を焦点化することができる点、などが報告されている。

IMTの理論的背景を、認知科学の知見を借りて検討を試みた。この結果、次のことが言えるのではないかと考えた。

学習者が獲得した知識は、イメージと深い関連を持っており、イメージを手がかりとして捉えることができる。

連想法によりイメージを投影したIMTでは、学習者が意識していない知識獲得状況を捉えることができる。

学習者が自分の持っている知識を表現する手軽で簡便な方法として、IMT を活用することができる。

IMT により、学習者の知識獲得状況を捉える手がかりとしては、流暢性よりも拡散性及び構造的性（階層構造をなしている力）どうか）の視点が大切である。

自分を意識的に内省することの得意でない年少の学習者に対しては、IMT に表されたものについて教師がプロンプターとなって、学習者に説明を引き出すことが有効である、

引用・参考文献

- 安西祐一郎 “学習における知識の役割 心理学的観点から”『数理科学』No.240 JUNE 1986 pp.20-32
- 西祐一郎 『知識と表象—人工知能と認知心理学への序説—』1986 産業図書
- Brown, A. L., Knowing When, Where, and How to Remember : A Problem of Metacognition, In R. Glaser (Ed.) Advances in Instructional Psychology 1978 Lawrence Erlbaum Associates, Inc., (湯川良三・石田裕久訳「メタ認知」、1984、サイエンス社)
- Brown, A. L. & Smiley, S. S., Rating the importance of structural units of prose passages, A problem of metacognitive development, Child Development, 1977, 48
- Flavell, J. H., Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.) The Nature of intelligence. 1976 Lawrence Erlbaum Associates.
- Holt, J., “How Children Fail”, 1964 Dell Publishing Co. (大沼安史訳「教室の戦略」一光社、1987)
- 稲垣佳代子 “認知への動機づけ” 東洋、大山正 監修 波多野諄余夫編 認知心理学講座 4『学習と発達』p.120 東京大学出版会 p. 95-132 1982
- 石桁正士、中瀬雄三 “物理教育の場における人間の内部状態の概念チャート図による表現”『日本物理教育学会誌』第20巻 第2号 1972
- Klahr, D. Understanding system. In L. W. Gregg (Ed.) Knowledge and cognition. 1974 Lawrence Erlbaum Association
- 小谷津孝明 “記憶へのアプローチ”『数理科学』No.193 JULY 1979 pp. 30-36
- 小谷津孝明、木村賢悟 “注意と記憶”『認知心理学講座2 記憶と知識』1985 東京大学出版会
- 扇谷尚 『カリキュラムの人間化』有斐閣叢書、1981 有斐閣
- 水越敏行、吉崎静夫、三宅正太郎 “映像視聴能力の形成と評価に関する実証的研究—みどりの地球の継続視聴から—” 放送教育研究第10号 1980.
- 三宅正太郎他 “教授・学習過程における評価システムの開発に関する研究” 大阪府科学教育センター 研究報告集録 第99号 1984.
- 三宅正太郎他 “教科指導における形成的評価に関する研究—小学校理科「じしゃくのきょく」の授業に 塘けるイメージマップ・テストの活用を中心に—” 大阪府科学教育センター 研究報告集録 第101号 1986.
- 三宅正太郎 “学習者の知識獲得状況を記述する一方法としてのイメージマップ・テスト (Image Mapping Test) について” 日本科学教育学会研究会研究報告、Vol.1 No.3 1987
- Markman, E. M., Comperhension monitoring. In W. P. Dickson (Ed.) Children's oral Communication Skills. 1981 Academic Press.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. “Learning how to learn” 1984, Cambridge University Press,
- 福岡敏行・弓野憲一監訳「子どもが学ぶ学習法—概念地図法によるメタ学習」 東洋館出版 1992年