

Title	認知心理学はいかに発展したか：納得論とメンタルモデル
Sub Title	How cognitive psychology has developed : the fixation of belief and mental models
Author	佐伯, 胖(Sayeki, Yutaka)
Publisher	三田哲學會
Publication year	1988
Jtitle	哲學 No.87 (1988. 12) ,p.281- 304
Abstract	The present paper is a part of the rejoinder to Nakagaki's 1987 criticism against Sayeki's concept of feeling of "indeed" in deep understanding, Nakagaki (1987) argued that mental models proposed by Sayeki for understanding (1) the area of a parallelogram, (2) the direction of spool movement, and (3) pully movement were all not only full of contradictions but also were not supported by any experimental evidence and that a feeling of "indeed" would not guarantee true understanding. The present paper shows that the mental model by use of of a bundle of paper for understanding the area of parallelogram is quite consistent with the mathematical concept of area in terms of integral calculus, and also quite successful in teaching its formula. The rejoinder to the other points, i, e., (2) and (3), are not included in this paper (to be published in Studies in Cognitive Processes; 1988 Reports of Sayeki Seminar on Cognitive Process, Faculty of Education, University of Tokyo), This paper focuses upon the development of the concept of "mental models" in cognitive psychology, and its relation to the philosophical concept of the fixation of belief (practically equivalent to feeling of "indeed") in epistemology,
Notes	
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00150430-00000087-0281

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

認知心理学はいかに発展したか

——納得論とメンタルモデル——

佐 伯

胖*

How Cognitive Psychology Has Developed: The Fixation of Belief and Mental Models

Yutaka Sayeki

The present paper is a part of the rejoinder to Nakagaki's 1987 criticism against Sayeki's concept of feeling of "indeed" in deep understanding. Nakagaki (1987) argued that mental models proposed by Sayeki for understanding (1) the area of a parallelogram, (2) the direction of spool movement, and (3) pulley movement were all not only full of contradictions but also were not supported by any experimental evidence and that a feeling of "indeed" would not guarantee true understanding.

The present paper shows that the mental model by use of a bundle of paper for understanding the area of parallelogram is quite consistent with the mathematical concept of area in terms of integral calculus, and also quite successful in teaching its formula. The rejoinder to the other points, i. e., (2) and (3), are not included in this paper (to be published in *Studies in Cognitive Processes; 1988 Reports of Sayeki Seminar on Cognitive Process*, Faculty of Education, University of Tokyo). This paper focuses upon the development of the concept of "mental models" in cognitive psychology, and its relation to the philosophical concept of the fixation of belief (practically equivalent to feeling of "indeed") in epistemology,

* 東京大学教育学部学校教育学科助教授

はじめに

本論文は、中垣氏の書かれた二つの「佐伯批判」の論文（中垣，1987，1988）のうち，1978年の第一論文に対する佐伯からの応答（reply）の短縮版である．以下においてこの第一論文からの引用の場合は，[p. xx] というように，カギカッコでたんに頁数だけを記す．

短縮されていない原論文は，1988年度の大学院佐伯ゼミ報告集『認知過程研究』（No. 2）にゆずるので，ご希望の読者は東京大学教育学部の佐伯研究室まで必要部数を明記して葉書で申し込まれたい（無料）．本誌にあえて短縮版を投稿する理由は，投稿の意向を本誌論集部に伝えた時に，編集部から「本号ではすでに多くの論文掲載が予定されているので，原稿枚数を厳に 50 枚以内に抑えるか，もしくは次号送りにされたい」との意向を示されたので，それに従ったものである．原論文そのものを途中で切って次号にゆずるよりも，本号で論点の中心部分を明確に伝える短論文を投稿することにしたのは，とくに細部にこだわる意図のない一般の読者には，それで著者の意図は十分に伝わると考えたからである．もともと「実りのない」（と佐伯には思える）論争のために，いたずらに長い論文のやりとりで貴重な本誌の紙数を費やす必要はなかろう．

1. 序論に見られるレトリックと背後の前提

中垣氏と二つの論文の冒頭に次の一節（氏自身のことば）をかかげる．氏が2度までくりかえしてこれをかかげている以上，ここに氏の主張のエッセンスが凝縮されていると，氏自身が認めているものとみなしてよいだろう．

われわれと研究関心を共有する研究者がわれわれの立場から見てあまりにも馬鹿

馬鹿しい主張を唱えているとき、われわれはどういう態度をとるべきであろうか。おそらく、無視するのがいちばん適切な対処であろう。せいぜい面白おかしい茶飲み話として話題にする程度であろう。

それでは、その主義主張があたかも立派な研究であるかのように、学会や教育界に大手を振ってまかり通っているばかりでなく、一定の信者を集め、その研究者が信仰宗教の教祖のように立ち舞い始めるとき、われわれはどういう態度をとるべきであろうか。[p. 92]

この一節には、氏が本文で何度も使うレトリック構造のエッセンスが凝縮されている。それは、「～(である) とき、……であろうか」というパターンのたたみこみ構造である。最初の疑問形では、形式としては一般的仮想のもとでの単純な問いの形をとる。もちろん、ここでもすでに疑問形はレトリカルなもので、答は「当然かくかくしかじかにきまっている」ということを確認させることである。注意したいことは、この第一疑問形の「～(である) とき、」という部分がごく一般的な命題を前提とする文になっており、「もしも、任意のある人物が～であるとしよう」という形式をとる。つまり、第一の疑問形では、ごく一般的命題の真実性を確認する。ところがこのレトリックの裏には、一般的ではなく、特定人物についての氏の独自の主観的特徴づけを含んでいる（つまり「S氏は～である」という主観的判断を暗に含める）ばかりでなく、そのような話者の主観的判断そのものを焦点化した主張として提示するのではなく、その判断を「もはや疑問の余地のない真実」として前提にしてしまう。

次にたたみかける疑問形では、さきの疑問形とほとんど同じ内容の疑問形を、こんどは「裏」の部分をもっと強烈に印象づける。もはや「～(である) とき」というのが一般的で任意の人物のことではなく、まさしく特定の人物についての、もっとはげしい特徴づけの主観的判断を含めたものになり、それをやはり読者に対して「当然の前提」として受け入れさせようとする。ここでは特徴づけを過激にして読者を「煽る」ために、比喩が

多用される（「大手を振ってまかり通る」、「信者」、「信仰宗教」、「教祖」など）。

要するに、氏が「～(である)とき」という表現をレトリックとして使う場合のパターンは、次のようなものである。つまり、本来話者の「主張」（読者にとっての新しい情報）たるべき内容を、構文上は疑問形の「前提」として埋め込んで、「もしも、かくかくしかじかのことが真ならば、どうするだろうか（当然こうするでしょう）」という形にしたり、「（一般に、もしもそういうことがあったとしたら、）当然こうなるでしょう」という形にしておくのである。なぜこのようなレトリカルな表現が使われるのかというと、これは、第一には、一般に「主張」ならばそれを正当化する論拠がただちに要求されるところだが、「前提」にされた部分というのは（あえてそれを焦点化する発問をしないかぎり）論拠は要求されないという、日常会話の原則をたくみに利用することと、もうひとつは、文字通り「言葉を飾る」ことによって読者を感情的に「煽る」ことである。

以下にこのような論法が用いられている例を、同一頁 [p. 92] のなかからあげておく。

- 「しかしながら、一部の認知心理学者が、認識に関する過去の研究遺産をまったく無視して机上の空理空論を展開し、それがすぐれた認知心理学研究として通用する現状を何と解釈すさばよいのであろうか。」
- 「こうした裏づけのない主義主張が素人の常識や日常の実感に感情的に訴えるといろがあるというだけの理由で1種の信仰箇条のようにもてはやされ、その解説や応用があたかも認知心理学の最前線をいく研究であるかのように喧伝され始めるとき、それはまともな科学研究にとって有害な存在となる。」

こういうレトリカルな表現を、ごく普通の表現になおして読み返してみ

ると、pp. 92-94 までは次のように要約できる。

(1) 1980年代に入って、日本に認知心理学研究がさかんになってきた。単行本も数多く出版され、日本認知科学会も発足した。このことは、「われわれ」(発生的認識論の立場に立つ研究者)にとっても、人間の認識過程に関する研究が盛んになってきたこととして、大いに歓迎する。

(2) しかるに、一部の認知心理学者、すなわち、佐伯および彼の同調者達は、認識に関する過去の研究遺産を全く無視して、机上の空理空論を展開している。

(3) 彼らの研究は、理論的整合性や実験的検証による裏づけのない、素人の常識や日常の実感に情動的に訴えるというだけのものである。

(4) それはさらに一種の信仰箇条のようにもてはやされ、その解説や応用があたかも認知心理学の最前線を行く研究であるかのように喧伝ささはじめている。

(5) 彼らは研究者グループというよりも、一種の信仰集団であり、内部および外部の批判にいっさい耳を傾けなくなっている。

(6) 上記の(2)~(5)のような見解は、中垣氏たちの「発生的認識論の立場に立つ者」以外に、「良心的な認知心理学者」たちによっても密かにささやかれ、その主義主張を反証する実験さえ一部で行なわれている。しかし、それらは日本特有の学問風土のために、これまで一度も表立って議論の対象になることがなかった。

ここで描き出されている図式は、中垣氏らの「発生認識論者たち」と「良心的認知心理学者たち」というのが一方の陣営(かりにA陣営としておこう)、それに対するのが佐伯および彼の同調者たちという陣営(かりにB陣営としておこう)である。しかし氏の論文には、具体的に誰のどういう研究がそれぞれの陣営に属すというのかが、具体的にはほとんど示さ

れていない。例にあげられているのは佐伯の論文（当然，B陣営であろうが）と，その「対証」と中垣氏がいう安西氏らの一連の研究（中垣氏によればA陣営ということなのだろう）だけである。しかし，安西氏らの一連の研究（安西・甲，1984；Anzai & Yokoyama, 1984）は，その研究関心と検証しようとする目的が佐伯らの関心や目的と異なるだけで，別段佐伯らの研究の「反証」ではないし，むしろ，その実験データは，逆に，佐伯の主張を「支持」さえしているとみなせるものである（この点については，佐伯，1988 に詳しい）。また，中垣氏は自らを「発生的認識論に立つ」と主張するが，もしこれが通常解釈される通りにピアジェ心理学一般をさすものとみなすと，これもまた事実と反することになる。つまり，佐伯の「納得論」というのは，少なくとも何人かの代表的ピアジェ心理学者らの研究と，一部見解を異にする面はあるが，基本的にはそれほど矛盾したものではないばかりか，むしろその発展であると解釈できるものであり，また，（これは本文で示すことだが）中垣氏の「批判」の背後の思想は，ピアジェのいう「発生的認識論」とは無縁の，きわめて素朴な主知主義以外のなにものでもないからである。つまり，中垣氏が描いた対立する二つの陣営という図式は，実体のない架空のものにすぎない。

つぎに，佐伯と彼の同調者が「認識に関する過去の研究遺産を全く無視している」という指摘についても，佐伯が「全く無視している」という過去の研究遺産というのがどういうものかが，中垣氏の論文のどこにも示されていない。一方，佐伯の過去の論文でも本論でも，「納得」という概念が具体的にどのような過去の研究遺産の流れをひきつぎ，それらを発展させたものが明かにされているので，この点では，「これはまったく当たっていない」とだけ述べておく。もしも，佐伯が本来ひきつぐべき過去の研究遺産として，むしろこういうものがまだあるというのなら，是非ともご教示いただきたいものである。ただ，氏の論文を拝見するかぎりでは，氏の主張や議論が，過去の研究遺産をきちんとふまえたものとはとうてい

考えられない（むしろ、まったく示されていない）。

佐伯の研究に対するこれら以外の指摘，すなわち，「空理空論である」，「信仰箇条のようにもてはやされている」，「一種の信仰集団である」，などなどについては，すべて「論拠」が示されていない（というよりも示し得ない）たんなる主観的「印象」を述べた非難語であって，もともと学術論文にふさわしい表現ではないので，あえてとりあげない。ただ，「素人の常識や日常の実感に心情的に訴える」という表現が，中垣氏にとっては相手を非難するときのレッテルになっているようだが，最近の認知心理学では，「素人の常識」や「日常の実感」を大切にするということは，実はたいへん重要な，評価の高いものであり，「常識」の再発見，「日常の実感」の回復ということこそ，むしろ今日の認知心理学研究の中心的な路線を示すスローガンにすらなっているということを指摘しておこう（Lave, 1988; Neisser, 1987; Norman, 1988）。このことは，氏の思想が今日の認知心理学一般の思想とは基本的なところですでに食い違っていることを示している。

2. 平行四辺形の面積モデル

中垣氏は [pp. 94-101] において，佐伯が平行四辺形の面積の公式「底辺×高さ」の指導にあたって，従来よく用いられる「切り貼り法」（1端を底辺に垂直な直線でカットして反対側に移動させて長方形する方法）よりも，「ガバリエリの方法」（同型の長方形の紙を積み重ねた短冊を平行にずらしてその側面の変形を観察させる方法）の方が，「納得」しやすい，と指摘したことを批判している。

ちなみに，[p. 96] で，「佐伯氏は引用 1（……）にあるようなモデルを提唱している」とされているが，引用されている箇所にもはっきりことわり，さらに引用文献として古藤（1978）をあげている通り，この方法「ガ

バリエリの方法」として、数学教育では古くからある方法であって、別段佐伯が「提唱」したものではない。

批判の要点

さて中垣氏の要点は以下の通りである。

(1) 中垣氏は、「カードを横にずらしてできる側面の図形は平行四辺形ではない」という。つまり厳密に（顕微鏡的に）みれば、これは階段状になったものだというわけである。この階段状の折れ線を直線とみなすことは「決して許されることではない」という。

(2) 上記階段状を直線として認識するには、結局は（ミクロなレベルでの）「切り貼り法」を適用して、紙の切断面（長方形）を平行四辺形にするしかない。したがって、「切り貼り法」はだめだとする佐伯は、この事実を切り貼り部分が小さいことを理由に無視しているが、これはおかしい。また、「ユークリッド幾何学は図形の移動に関しては不変な性質を明かにする幾何学であるから、図形の切り貼りは、ユークリッド幾何学の本質を体現した操作であるにもかかわらず、佐伯氏によれば、その操作は“ペテン”とされるのである」(p. 112)。

(3) たしかに無限分割という高度な考え方をするなら上記の問題は生じない。しかし、「小学生にとって平面を無限に細かく分割するということは考えることさえ困難なことである。」そのために無限や極限の概念を導入するのは、子供の実感からますます遠ざけることになる。

(4) 「紙をずらす」というやり方には「ねじれ」を入れたり、ななめ後方（あるいは前方）にずらすこともできるが、その場合は面積は保存されない。モデルの制約条件の中には「真横にずらす」変形のみが許されることを示唆するものがないから、これは平行四辺形の面積モデルとして間違ったモデルである。

(5) 佐伯は、「図形の連続的生成」とか「制約条件の明確さ」が納得

性を生み出すというが、それなら、マッチ箱の断面を押したときに生ずる長方形から平行四辺形への変形は、制約条件はきちんとまもり、平行四辺形は連続的に生成されるが、面積は保存されない。

「心的モデル」論の意義

ところで佐伯がこの「ガバリエリの方法」について論じたのは、中垣氏が引用されている通り、波多野（1982）の『学習と発達』における「心的モデルによる理解と学習」という章においてである。この論文の執筆当時の認知心理学は、波多野氏が同書の「解説」で述べている通り、米国でも「知識表現ブーム」であった。つまり、人間の知識は頭の中でどのように「表現(表象)」されているか、それをコンピュータ内に組み込むとしたら、どういう形式にすべきか、という研究が主流であった。その際、知識表現の形式として提唱されていたものは、すべての知識を問題解決のヒューリスティックスの「手続き」であらわす考え方、あるいは、一種の「定型化した枠組み」（フレーム、スキーマ、スクリプトなどとよばれる）をあらかじめ設定し、入力情報をその枠組みに「あてはめる」という考え方しかなかった。もちろん、実際のコンピュータにおける知識表現というのは、安易に「たんなる解き方の丸暗記」とか「ステレオ・タイプ化した型通りの理解」などというようなレベルをはるかに越えた、「思考の柔軟性」も、またある種の「発見的創造性」もかなりのところまでは実現されており、一応「意味を理解するとはどういうことか」という問いに対して、当時の多くの認知心理学者は、「スキーマ」ないしは「手続き的知識表現」で、一応の答が出ている、あるいは、このラインの発展で答えられる、と考えていたといっていよう。

しかし私たちは違う考えを求めている。上記のラインでの認知心理学は、どのように発展したとしても、結局のところ「受験勉強的知識」の内的表象を明かにすること以上のものにはなり得ないのではないか。わが国

の学校教育の現状を考えたとき、「要するに正解が出せるようになる」だけの知識とはちがう知識がたしかにあること、それはどのようにすれば獲得できるかを明らかにすることが何としても必要である。ところが、「どれだけみごとに正しい反応が出せるようになったか」ということのみを従属変数にした実験・観察を重ね、それを説明することだけをめざして理論をつくっていたのでは、いつのまにか「受験勉強型」で獲得した知識の研究になっていく。これはなんとかしなくてはならないが、一体どこから切り込んでいけば、認知心理学研究として、非・受験勉強的知識の研究ができるのだろうかということを模索してきた。

そこで、まずはっきりしてきたことは、「答がだせるようになる」理解とはちがう、それとは明かに異質な、「本当にそうだ」と納得する理解というものがある、ということ、私たち研究者がはっきり意識し、「そこに重要な研究課題がある」ということを明確にすることが大切だということである。私たちはこのことを機会あるごとに欧米の認知心理学者たちに訴えつづけてきた。しかし、こう口でいっても、彼らにはなかなか通じない。いくら説明しても、「それは柔軟に転移ができる知識」ということではないか、とか、「命題として表現される知識から手続きを導出することか」とか、「ようするに“熟達”して、ばらばらな知識が効率よく合成されることではないのか」といわれる。そういうことなら、コンピュータでもできる、というわけで、さまざまな研究を紹介される。しばらくは「そうかな」というわけで彼らの研究を追跡するが、やはりどこがちがう。しかしどこがちがうのか、どういう人間の思考を示せば、「本当にそうだ」と納得する理解というものについて、たしかに従来の枠では説明できないということを示せるかがわからなかった。

そのように模索を重ねているときに、「これかな」と行き当たったのが、「心的モデル」であった。「頭のなかでモデルをつくりあげ、それを動かす」という思考過程の研究である。もちろんこういう思考の存在は、ゲシュタ

ルト心理学では以前から「よく知られていたこと」であり (Wertheimer, 1945), また現場の教育実践でも, きわめてよく利用されている「常識」である。しかし, その心理学的な意義, とくにその情報処理過程がたとえば「ハノイの塔」のパズルの解き方を発見する情報処理過程 (これは計算機によるシミュレーションが豊富になされている; 例えば, Anzai & Simon, 1979) とどこが本質的に異なるのか, といったような点については, まったく解明されず, たんに「直観的思考」というラベルがはらわれていただけである。しかしどうやらここにこそ, これからの認知心理学の方向を変えかねない, とてつもない「新しい問題」が潜んでいる, という実感があった。実際, 1981年ごろから, 米国の認知心理学者たちの間で「心的モデル」ということばが, 論文としてはどこにも出ていない段階で, 「これからの認知心理学の研究課題」として意識されはじめており, 学会やシンポジウムでのインフォーマルな場でのホットな話題になりはじめていた。それは「理解」研究の, 「従来とは質的にちがう」新しい動向の意識化であり, わたしたちは, 「もしかすると, 今度こそ, “納得” の研究が生まれてくるのではないか」という予感をもった。佐伯 (1982 a) はそのような時点で書かれたものである。

心的モデル研究はその後今日にいたるまで続々と成果が発表され, たしかに認知心理学の新しい流れをつくっている (Gentner & Stevens, 1983; Johnson-Laird, 1983; 三宅, 1984)。人工知能の分野では, 「頭のなかのモデル駆動による推論」は「定性的推論」という研究として発展している (Bobrow, 1985; de Kleer & Brown, 1981, 1983; 西田, 1987)。

反 論

さて, 上記の中垣氏の批判にお応えしよう。

まず (2) について, 「ガバリエリの方法」(以下では「短冊法」と呼ぶことにする) が, 結局は「切り貼り法」に還元されるというのは, 数学史に

対する無知と、「平行四辺形の面積指導は切り貼り法しかない」という信念の結果であろうか。銀林浩氏によると、錐体の体積の公式はユークリッド幾何学での図形の切断と移動の原理からは証明できないことをヒルベルトが予告し、それを後にガバリエリがまず「二つの立体で、高さが等しいところの底面に平行な断面の面積が等しいならば、体積は同じになる」というガバリエリの定理を証明し、それを用いて三角錐の体積の公式を導いたという（研究会に銀林氏を招いて、短冊法による平行四角形の面積指導の実践例を紹介したときの談）。短冊法による平行四辺形の面積の公式の導出では、ガバリエリの定理を2次元平面に投影された図形にあてはめたものである。そしてガバリエリの定理の「心的モデル」こそが、薄い紙を無数に積み重ねた「短冊」のずらしによる体積の不変であることは自明であろう。

さて、佐伯が「切り貼り法」を批判する根拠は、「ハサミで切って、移動させ、反対側にくっつけるとピッタリ長方形になる」というやり方は、いかなる意味においても証明ではないし、なぜそれが「長方形になる」のか、なぜそれが常に、いかなる平行四辺形でもそうなるのかという理由を問われても、「びたったり合いそうに見える」ということ以上の説明ができないという点である。つまりそこでの心的「モデル」はたんに「見かけ」をつくりだすだけで、「なぜそうなるのか」の理由の世界を開いてくれない。ところが私たちの短冊法による授業実践では、「どうしていつも底辺×高さになるの」と問われると、ほとんどの子どもが自発的に「だって、紙の横はばも、重ねる枚数も変えていないから」と答えている。

(1) と (3) について、佐伯はこのモデルを「心的モデル」として提案した。もちろん、具体的なモノ（紙の短冊）を使うことは大いに結構だが、「わかった」とするのは「頭のなかでモデルを操作するから」である。幾何学の証明で「鉛筆で描いた図」で考えるのと同じ意味で頭のなかでは自然にある種の「理想化」がなされる。

小学生が面積を積分概念として理解できないかどうかという問題について、中垣氏が（小学生にとっては）「考えることさえ困難なことである」ときめつけてしまうことこそ、実証的検証性のない勝手な想定でしかない。これこそまさしく、教育実践の場で試してみるべきことである。これまで長坂（1986）をはじめとして、このモデルでの「平行四辺形の面積」、さらに「三角形の面積」、「台形の面積」などの指導を体系的に実践する試みがなされてきたが、子供はきわめて自然に、積分概念を直観的に把握し、それをさまざまな場面で適用して理解を深めることができることが示されている。ここで、長坂氏の実践の概要を説明しておこう。

長坂氏は、少女マンガ雑誌を裁断機にかけて、縦と横がそれぞれ 6 cm と 5 cm、厚さが 4 cm の短冊をつくって、教室のすべての子ども達にもたせた（子ども達によって、「形子（けいこ）」と命名された）。かれらはそれらを自由に変形しながら、側面の形がさまざまに変わることをたしかめ、しかもそのいずれの場合も面積は変わらぬこと、さらにそれが、底辺（紙のヨコハバ）×高さ（紙の厚み）であることを実感し、納得することを指導したのである（図 1 参照）。

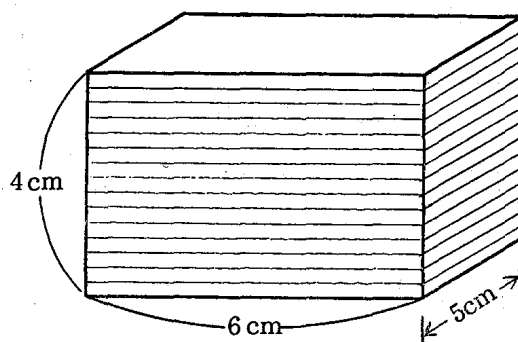


図 1 「形子」（マンガ雑誌を裁断したもの）

この実践研究の成果はめざましいものであり、クラス全員が、平行四辺形の性質をしっかりと理解した上、一年後に行った突然のテストでも、理解が完全に保持されていたことが実証されている。しかも、横浜市の学力

検査で下位 20% 以内の低学力の子どもに、かえって1年後での好成績が見られた——彼らにとっては、文字通り、「忘れられない」授業だったようである。

長坂氏はその後、形子の断面を対角線で区切って三角形の面積が底辺×高さ÷2 であること、さらに、形子の断面を今度は合同な二つの台形に区切って考えさせ、台形の面積が「(上底+下底)×高さ÷2」となることも、子ども達に納得させている。(図2参照)。

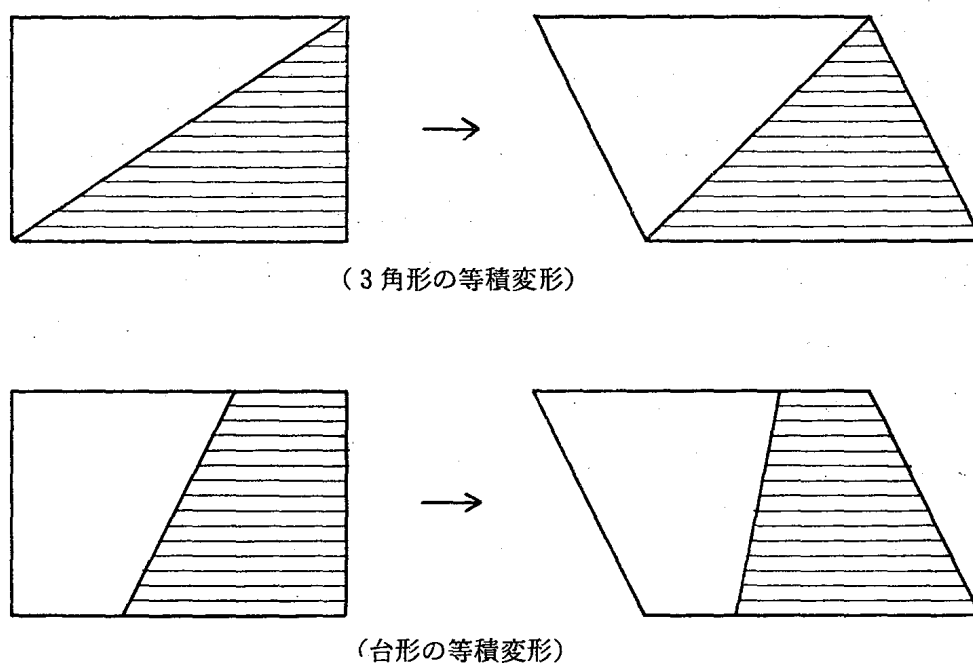


図2 形子をつかった三角形と台形の面積の指導

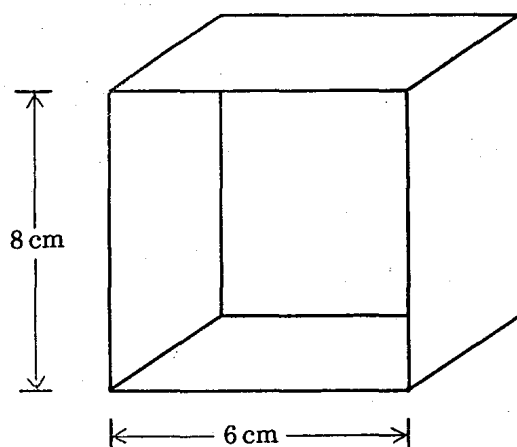
(4) について、短冊の変形にあたって、子どもが「ねじれ」や「斜め前方」などの変形をするなどということは普通の指導のなかでは起こらない。「面積を調べる」操作を授業の中で指導するとき、「短冊をテーブルに垂直に立ててそろえ、それを横にずらす」という指導をするからである。「モデルの変形」の制約にそのようなことが明言されていない、というが、思考というのは、「明言された命題を用いて、またそれだけを使って、推

論すること」ではない。私たちは多くの常識や領域知識、自分の経験、社会の慣習など、いちいち明言しないでよいことをたくみに使って、そのときでいちばん自然に考えられることに注目する。したがって、教材開発のもっとも重要な点は、いかに「考える必要のないこと」から意識をとおざけ、逆に「考えるべきこと」だけに自然に焦点化するようにしむけるようなモノと、その使用の場を考え出すことである。

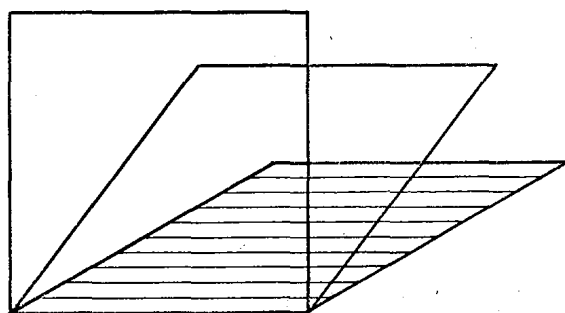
(5) について。中垣氏が連続的変形操作による納得の反例として「マッチ箱の変形」をあげられたことには、正直に言って意外であった。これは(現場の教師ならばよくご存じだろうが)従来の切り貼り法では指導できない、いちばん「ひっかかる」問題で、平行四辺形の面積の公式を学習した者でも通常は20% 台の正答率である(案外大人でもひっかかる)。長坂実践では、授業の事後テストにやはりマッチ箱問題を含めてある。つまり、マッチ箱の開口部が長方形になっているものと、それをわずかに押しつぶして平行四辺形になっているものの図を略図で示し、開口部の面積は、つぶす前とくらべて、「おなじ」、「より大きくなった」、「より小さくなった」のうちいずれかを選ばせた。結果は、切り貼り法で教えた統制群のクラスでは23% の正答率であったに対し、「形子」を利用した短冊法での実験群では60% であった。もちろん、両群とも授業内では一切「指導」はしていない。

私たちは正答率 60% に満足せず、これらをさらに短冊の連続的変形を納得するための教材としての「形子」以外に、あらたに $6\text{ cm} \times 8\text{ cm}$ の枠を与え、それを「形太郎」と名づけ(図3 a)、形子が形太郎の中にぴったりはまるまで連続的に変形させた(図3 b)(ちなみに、斜辺が底辺に対して30度のときに、形子はぴったり形太郎のなかに入る。)この指導の結果はあざやかで、以後の実践ではマッチ箱問題にはほぼ全員正答できるようになった。

さて、中垣氏はこういう。「皮肉なことに、平行四辺形の面積が底辺×



(a)「形太郎」(「形子」の2倍の高さの枠)



(b)「形太郎」を斜に倒すと「形子」がぴったり入る。

図3 「形太郎」による図形の変形の指導

高さであることを理解するのに、従来のモデルの方が、佐伯のモデルより、はるかに分りやすく、はるかに厳密でなのである。」[p. 101] しかし、中垣氏は次の事実をご存じだろうか。従来のモデルで平行四辺形の求積を教わったこどもたちに、折り紙を最も単純な平行四辺形に切りとったものを与え、「どこでもいいから、好きなところを三角定規などで測って、面積を出しなさい」といって手渡すと、30% 近い子ども(5年生)は「平行四辺形」の授業の直後でも、平然と斜辺を測って底辺にかけ算する。しかもこの誤答率は6年生でもほぼ変わらない。しかし、長坂実践での実験群では、直後は正答率は94% %であり、1年後に突然のテストを実施したと

きでも、88% の正答率（統制群では 78%）であった。さらにさきに述べた通り、ふだんの算数の成績がきわめて低く、横浜市の標準学力テストで下位 20% 程度の学力の子どもたちが、一年後でも全く成績はさがらなかった。

中垣氏が批判している「糸巻きの運動方向の納得モデル」[pp. 101-106] および「滑車の運動の納得モデル」[pp. 106-110] についての佐伯の反論は、紙数の都合で佐伯（1988）にゆずる。内容としては、中垣氏が批判としてとりあげている佐伯（1982 a, 1982 b, 1982 c, 1983）の引用箇所「誤読」と強引にねじまげた解釈の不当さを明らかにしたものである。氏が佐伯の提案するモデルや心的操作が「まちがっている」とか「科学的知識と矛盾する」とされるのは、ことごとく「当たっていない」のである。

3. 「納得」とは何か

中垣論文の第IV節「納得論の不毛性」における中垣氏の批判は、批判の論拠がまるで当たっていないので、それにもとづく議論の展開については反論のしようもない。しかし、中垣氏がここで示される「佐伯の納得論」の解釈を通して知ることのできる中垣氏自身の認識論に対して、今度は私の方から批判させていただく。

その前に、佐伯がなぜ「納得」ということばをあえて認知心理学研究（むしろ、認知科学研究）にもちこもうとしてきたかということについて、ごく簡単にここで説明しておこう。

佐伯（1982 a, b）ですでに述べていることだが、佐伯の納得論というのは、カルナップ（Carnap, 1947）、ライル（Ryle, 1949）にはじまり、シェフラー（Scheffler, 1965）によって特に教育的文脈のなかで展開されてき

た、「知るということ (Knowing)」の条件をめぐる認識論哲学の流れから汲み取ったものを、認識論哲学としてではなく、知識を広く実践的文脈のなかで研究する認知科学、また、認識を育てる教育方法の問題として位置づけ直したものである。

認識論哲学の伝統の中で一貫して主張されてきた、「知るということ (Knowing)」を成立させるための必要十分条件としてあげられてきたのは、(1) 真実性 (Truth), (2) 正当化可能性 (Justifiability), および (3) 信念 (Belief) の3条件である。このなかで、とりわけ陳述的知識 (“Knowing that~”) のために最も重要とされる第3の信念条件の成立、すなわち哲学用語でいえば「信念の固定 (Fixation of Belief)」のことを、私たちにとってなじみやすい「納得」という言葉でいいかえたものである。

もちろん、そもそも「知る」ということの条件として、これら3つが必要にして十分なのかについては、ゲティア (Gettier, 1963) の衝撃的な反証例があり、これは認識論哲学に「ゲティオロジー」なる新語を生み出すまでの影響を与えた。しかし、オースティン (Austin, 1962) の言語行為論以来、「知っている」ということと“知っている”と言明すること (こちらははっきり言語行為) とを区別するようになって、問題点がかなり明確になってきた。つまり、「知っている」ということを文脈や状況を離れて、いくつかの「条件」で定義すること自体が、根本的にまちがった企てであったということであり、人間の「知っている」ということは、本来他人や社会に開かれ、さまざまなインターアクションの中間段階での、特定の主体の言語行為とその内的意識化であると考えるのである。そのような観点からあらためてさきの3条件をながめてみると、今度はなんら矛盾することなくみごとにあてはまっている (菅野, 1979)。

このように、認識論哲学の発展のなかで、信念条件というのは、他者や外界との相互交渉過程での「知」の内面化とともに言語行為として他者への「はたらきかけ」の中心に位置づけられており、その重要性がますます

高まってきている。ところが認知心理学研究の初期のころは、「問題解決」の手続き的側面が強張られ、陳述的知識が課題として意識されたのはウィノグラード (Winograd, 1975) が知識表現の根本問題として「手続き的知識」と「宣言的知識」の区別をしてからであろう。佐伯は、認知心理学における情報处理的アプローチのわが国最初のテキストである安西・佐伯・難波 (1982) の第 1 章で、「信念の固定」(すなわち「納得」)の問題を認知心理学的に考察して行く手がかりとして、「内的対話」の研究と「意味発見」の方略(通常のヒューリスティックス方略は「解法発見」のためのものにすぎない)の研究が大切であると示唆してきた。後者の例として「滑車問題」をあげ、そこには単純に「正解をさがす」こととは異質の思考過程として、内的シミュレーションが介在していることを示した。これはその後の「心的モデル論」につながるものである。しかし、「納得」が従来の認知心理学のパラダイムではなかなか扱い難いことは確かであり、「心的モデル」、「定性的推論」、「非単調論理」、などという個別的問題によって、少しずつ根本問題に近づいてきている。

もっとも、フォーダー (Fodor, 1983) は『精神のモジュール形式』のなかで、「信念の固定」問題の研究は、「クワイン性」と「等方性」により、計算主義的認知科学では研究不可能であるという、「フォーダーの第一法則」をうちたてている。しかし、この問題を認識論哲学での諸問題をすべて満たす計算モデルの構築問題とするのではなく、オースチンが示唆した通りの談話や教育過程でのダイナミックなインターアクションの過程として考えるならば、たとえばシャンク (Schank, 1986) が「説明」の背後にさまざまな「内的発問の生成」を想定し、それによって「説明」の内的深化のモデルを構築しており、「信念固定のためのダイナミック・プロセス」のモデルとしているのは、さきに佐伯が「納得」過程の研究として「内的対話」をとりあげたことも一致しており、「信念の固定問題」というのは、計算主義の系譜のなかでも、着実な発展をしていると考えられる。

こういう次第であるから、本来の納得論は中垣氏が「佐伯の納得論」とされていることとは、あまりにもかけ離れている。まず、佐伯は「納得」だけですべての知識が獲得できるとはいっていない。第二に、科学による正当化（上記の第二条件）が不要だともいっていない。第三に、納得は感情だとも満足感であるともいっていない。納得は認識論上の「知る」ということのための不可欠条件の1つではあるが、それには独自の存在理由があり、他の条件、つまり真実性条件に解消できるものではない、ということ、したがって、納得の心的プロセスは科学による正当化とは異質なものであることを強調してきたにすぎない。

ところで、あえて中垣氏におたずねしたい。「科学的説明や数学的論証は、まさに、ものごとの原因や理由に遡ってその根拠、その必然性を納得しようとする営みである」[p. 115]とされ、「納得や実感に個人を越えた間主体的一致を求めようとすれば、いやおうなく、科学的認識とか客観的知識の問題に再び回帰してこざるを得ないのである」[p. 117]とされる氏は、そもそも「知る」とはどういうことだとお考えなのか。これらの言明から推察されるかぎり、氏の思想はあまりにも素朴な「主知主義」であり、かのライル (Ryle, 1949) によって痛烈に批判されているものそのものである。そこには科学や数学を主体的に「知っている」と明言するにいたるまでの、ひとりの個人のなかで知識の内面化のために試みるさまざまな心的操作、新しい知識の創造にあたっての科学者の私的な吟味過程、また、さまざまな活動経験を通して膨大なまでに蓄積されている暗黙知 (Polanyi, 1962) の役割、さらに文化や社会での相互交渉との密接なつながりなどに対する配慮がみじんも見られない。そのような「主知主義」の弊害は、教育場面では「わからない」という子どもに対してはたんに「知識が未熟だ」ときめつけたり、今日の航空工学でも未だにその力学原理が解明されていないブーメランを自由に駆使するオーストラリア原住民に対し、かんたんな「力学問題」を与えてその「知識」のなさを測定し、「科

学的知識が未発達」というレッテルをはりつけてしまうことになりかねない。

そうではないと主張されるならば、「信念の固定」(納得)問題をめぐって展開されてきた、認識論哲学の脈々とした思想の流れをふまえ、つまり氏が佐伯に向けて投げかけていたことばを返すと、「認識に関する過去の研究を無視」しないで、堂々と論じていただきたいものである。

以上で中垣氏の佐伯批判の第一論文に対する私の「応答」はおわりにしよう。読者もすでにおわかりだと思うが、中垣氏の「批判」の構造はすでに明かである。批判しようとする相手の論述を前後の文脈を無視して「切りとって」くる。それをあれこれつなぎあわせてみたり、可能なかぎりの曲解をでっちあげた上で、「それはおかしい」、「デタラメだ」、「初等的な知識が欠落している」などという非難を、たくみな「アジ演説風の」レトリックでたたみかけて攻めたてる、というものである。こういう「批判」と、たとえばチョムスキーのスキナー批判 (Chomsky, 1959) とをくらべていただきたい。批判というのは、自らがある思想や理論を、それこそ「過去の研究遺産をひきついで」、堂々と展開するとき、「ああいうものではなくて、本当はこうでなければならない」と論じるためのものであるはずである (チョムスキーの場合は生成変形文法理論の展開であった)。対象とする相手にしても、その「相手」の論述だけでなく、その「相手」の背後にあるものをきちんと歴史的にも思想的にもおさえた上で、そういう「大きな流れ」に敢然とたたかいをいどむものである (チョムスキーは広く言えば経験主義批判のためにスキナーを選んだ)。こういう本物の批判と、たんに「アイツをやっつけてやる」風の批判の違いは、もはや歴然としている。

こういう違いはどこからくるのだろうか。基本的には研究姿勢の違いではないだろうか。中垣氏自身の研究姿勢が、そもそも、さまざまな歴史や

思想の流れ、あるいは他の分野との関連などへの十分な心くばりをしたものではなく、「特定領域の文献」だけに的をしぼって、その一言一句をあれこれ解釈することにのみ向けられているのではないのだろうか。氏の研究が、「ギョエテとは、おれのことかとゲーテいい」風のものでないことを願うしだいである。

文 献

- 安西祐一郎・甲 洋介 1984 類推による問題解決における図の効果 日本認知科学学会第1会大会予稿集 pp. 52-53.
- Anzai, Y., & Simon, H. A. 1979 The theory of learning by doing. *Psychological Review*, 86, 124-140.
- Anzai, Y., & Yokoyama, I. 1984 Internal models in physics problem solving. *Cognition and Instruction*, 1, 397-450.
- Austin, J. L. 1962 *How to Do Things with Words*. Cambridge University Press. 坂本百大訳『言語と行為』大修館
- Bobrow, D. G. (Ed.) 1985 *Qualitative Reasoning about Physical Systems*. MIT Press.
- Carnap, R. 1947 *Meaning and Necessity*. The University of Chicago Press.
- de Kleer, J., & Brown, J. S. 1981 Mental models of physical mechanisms and their acquisition. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive Skills and Their Acquisition*. Lawrence Erlbaum Associates.
- de Kleer, J., & Brown, J. S. 1983 Assumptions and ambiguities in mechanistic mental models. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Fodor, J. A. 1983 *The Modularity of Mind*. MIT Press. 伊藤笏康・信原幸弘訳『精神のモジュール形式』産業図書
- Gentner, D., & Stevens, A. L. 1983 *Mental Models*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Gettier, E. L. 1963 Is justified true belief knowledge? *Analysis*, 23, 121.
- 波多野誼余夫(編) 1982 『学習と発達』(認知心理学講座4) 東京大学出版会.
- Johnson-Laird, P. N. 1983 *Mental Models*. Cambridge University Press.
- 古藤 怜 1978 重点内容の解説と指導の重点 伊藤一郎ほか(編) 『新・算数指

- 導講座, 第7巻 量と測定・図形 [高学年]』金子書房
- Lave, J. 1988 *Cognition in Practice: Mind, Mathematics, and Culture in Everyday Life*. Cambridge University Press.
- 三宅なほみ 1984 メンタルモデル 『児童心理学の進歩 1984年版』 pp. 25-50
- 長坂敏彦 1986 連続的変形による図形の面積の理解 横浜市小学校算数研究会発表資料 (昭和61年10月1日)
- 中垣 啓 1987 納得と理解『哲学』第84集 三田哲学会 pp. 91-118.
- 中垣 啓 1988 視点と理解『哲学』第86集 三田哲学会 pp. 107-150.
- Neisser, U. (Ed.) 1987 *Concepts and Conceptual Development: Ecological and Intellectual Factors in Categorization*. Cambridge University Press.
- 西田豊明 1987 定性的推論—常識的思考法のモデル—『人工知能学会誌』第2巻 pp. 30-43,
- Norman, D. A. 1988 *The Psychology of Everyday Things*. Basic Books.
- Polanyi, M. 1962 *Personal Knowledge*. Routledge & Kegan Paul. 長尾史郎訳『個人的知識』ハーベスト社
- Ryle, G. 1949 *The Concept of Mind*. Hutchinson House.
- 佐伯 胖 1982 a 心的モデルによる理解と学習 波多野誼余夫 (編) 『学習と発達』 (認知心理学講座4) 東京大学出版会
- 佐伯 胖 1982 b 『学力と思考』 第一法規
- 1982 c 「知ること」の技能と手続き 安西祐一郎・難波和明・佐伯 胖 『LISP で学ぶ認知心理学2』 東京大学出版会
- 佐伯 胖 1983 『「わかる」ということの意味』 岩波書店
- 佐伯 胖 1988 認知心理学はいかに発展したか——納得論とメンタルモデル『認知過程研究』 (大学院佐伯ゼミ報告集 No. 2)
- Schank, R. C. 1986 *Explanation Patterns: Understanding Mechanically and Creatively*. Laurence Erlbaum Associates.
- Scheffler, I. 1960 *The Language of Education*. Charles C. Thomas. 村井実 (監訳) 生田久美子・松丸修三訳 『教育のことば』 東洋館
- Scheffler, I. 1965 *Conditions of Knowledge*. The University of Chicago Press. 村井実監訳 生田久美子ほか訳 『知識の条件』 東洋館
- Wertheimer, M. 1961 *Productive Thinking*. London: Tavistock, 矢田部達郎訳 『生産的思考』 岩波書店
- Winograd, I. 1975 *Frame representation*. In D. G. Bobrow & A. Collins

認知心理学はいかに発展したか

(Eds.), *Representation and Understanding : Studies in Cognitive Science*,
Academic Press. 枠の表現と宣言型/手続型論争 淵一博 (監訳) 『人工知
能の基礎——知識の表現と理解』 近代科学社