

資料

問題解決の初期プロセスにおける直観的判断と問題表現

小林 順子*

MENTAL REPRESENTATION ON A PROBLEM AND
INTUITIVE JUDGMENTS ON AN INITIAL PROCESS OF PROBLEM SOLVING

Junko KOBAYASHI

In problem solving, whether a mental representation on a problem be appropriate is a crucial point. An expert solver in a particular field is shown in making an adequate representation on a confronted problem based on first impression, sometimes with conviction of a solution. Then, in case of general solvers, the way they construct their mental representation is a remaining question. What kind of causes are left if they are judged inappropriate? In study 1, 13 adults were confronted with Duncker's mountain climbing problem. By an analysis of their initial process of problem solving, it was estimated that the subjects passed intuitive judgments on a proper problem and their judgments were related to their mental representation. So, inappropriate representations might be regarded as taking roots from incorrect intuitive judgments. In study 2, 67 other adults were examined to ascertain the existence of such a relation.

Key words: intuitive judgment, initial process of problem solving, general solvers, adults,

問題

ある問題をスムーズに解決できない時、そこには色々な原因が予想される。問題自体が整備されていない場合 (J.G. Greeno, 1985)、解決者が、解決に必要な知識や技能を持ち合わせていないか、不完全な場合 (安西, 1980)、さらに解決プロセスの中で一番難しい (安西, 1985) とされる問題表現 (問題空間の構成) が不適切な場合などが考えられよう。この最後の問題表現の詳細については、研究の蓄積が多いとはいえない。しかし、問題を適切に表現できるか否かが現実的に大きな意味を持つことは、いくつかの報告から窺える。たとえば、算数の文章題を苦手とする子供は、算数科固有の“読み”技能が弱く、求答事項を正しく把握しない、必要な情報が抽出できないという知見がある (石田, 1984)。つまり、算数の文章題においては、一般的な読解力とは別の (D.J. Paul, W.H.

Nibbelink & H.D. Hoover, 1986) 特有な読み方が要求されており、それに失敗すると誤った問題表現がなされて誤答に至るといえる。実験的に情報過剰の文章題を与えると、すべての情報を用いようとするのは、こういう子供たちである。算数・数学に高い能力を示す子供が、情報の過不足に敏感に反応し、必要十分な情報だけを即座に読み取る (V.A. Krutetskii 著, 駒林邦男訳, 1969) のとは対照的である。

では、適切な問題表現と不適切な問題表現の差の根源は何なのだろうか。今のところ、当該領域の (あるいは一般の) 能力の高さ、及び熟達の度合というものが提言されているように思われる。ただしこの2つの観点は独立ではなく、どちらの要素を強調するかの違いである。能力を強調するものとしては、先の石田 (1984) や Krutetskii (1969) の手法と類似した方法で、J.E. Davidson & R. J. Sternberg (1984) も興味深い実験をしている。彼等の (一般的な) 能力の高い被験児たちは、関連情報・無関連情報の混在した文章題 (算数他) に対面しても、何ら惑わされることなく、有用なものだけを取りだしてい

* お茶の水女子大学人間文化研究科 (The doctoral research course in human culture, Ochanomizu University)

た。一方、1970年代中頃から急速に高まってきた熟達に関する研究では、記憶や暗算の達人、チェス等のゲームに秀でた者から、科学の問題解決の熟達者へと対象を広げてきている。その1つの知見として、情報の重要性の弁別もさることながら、独特な情報の読み取り方が指摘された。つまり同じ問題を受け取っても、熟達者と初心者では、情報の見方、解釈の仕方が違うということであろう。この差が問題表現の内容を左右し、大沢(1982)が示すように、熟達者に適切な問題表現をもたらすことになると思われる。

では、能力の高い者あるいは熟達者はどのような手順で問題を表現しているのであろうか。詳細はまだわからないが、熟達者に関しては少なくとも“分析的思考よりも、直観的判断に基づいている(大沢, 1983)”らしい。ここでは特に直観的の説明はされていないが、分析的と対向して用いていることから、T. Bastick (1982) や T. Dreyfus & T. Eisenberg (1982) が示しているような、「自明のものとして現われてくること」「即時的であること」といった特徴を指すと考えられる。従って、彼等は問題に対面した時に、有用情報の弁別や組織化に関する特有かつ有効な判断を即座に行い、問題表現の中核としていくのであろう。では一般の解決者の場合は、どうであろうか。それがわからなければ、彼等を有能な解決者にする手だては考えられない。1つの手掛りとして、市橋(1971)の報告がある。彼は、“……このように色々な〔解決の〕方向に向かわせたものは……個々の生徒が課題に直面した時に、これでできそうだと直観した方向に、思考が発展したからだ”と述べている。幾何学の証明問題が取り上げられているのだが、課題図形の知覚そのものが、“方向づけられた注意(直観の始まり)”により変わってくるのではないかと指摘している。熟達していない者にも、直観的判断に頼る傾向があるのかもしれない。

本研究では、非熟達者においても、問題表現と関連する直観的判断が行われている、という仮説を提出する。2つの調査を行っているが、調査1はプロトコルを分析して、仮説に近い傾向が見い出せるかどうか調べることを目的とした。調査2では、数量的な指標を用いて仮説を検討している。課題は、K. Duncker (1952) が考えたものを用いた。これは文章で表現されたパズルのようなものである。これを選んだ理由は、一般の学生被験者があまり馴染んでいない、従って熟達していない領域だからである。しかも特別の知識を必要としないことから、解決を放棄する可能性も低いと思われる。

調査 1

目的

ある領域の問題に、熟達者でない者が直面した時、問題表現は何に基づいて作られるのか、それに関わるような直観的判断は存在するのだろうかを調べる。

方法

〔被験者〕成人13名(大学生6名, 大学院生4名, 社会人3名)のうち, 7名に対し質問紙形式で, 6名に対し対面調査を行う。

〔問題文〕「きのうの午前6時, 和男君は山のふもとを出発し, 午後3時に頂上に着きました。その夜はそこに泊り, 今日の朝8時に山を下り始め, 午前12時にふもとに帰り着きました。上りも下りも同じ道を通ったのですが, きょうと今日で, 同じ所を同じ時刻に通ることができるでしょうか。)*

〔手続〕直観的判断という用語の概念は幅広く, このまま用いると対象を見失う恐れがある。そこで第一印象という用語を用い, 問題文を読みながら, あるいは読んだ直後に思いついたこと, 考えたことをすべて書きとめる, あるいは口頭で述べるように設定した。また問題文を読んですぐに, 解決プロセスを進めてしまい, 初期の事柄を忘却・変形してしまう可能性がある。そこで問題文提示の前に, 問題文読了後, すぐに設問に進むように指示した。

読了後の設問としては, まず上記の第一印象を尋ね, 次に最初にとる方針を述べさせている。問題表現の内容を直接質問しなかったのは, それを単独で取り出すことは, 時期の点でも作問の上からも難かしいと思われたからである。そこで「とりあえずどんな方針でやってみるか」という形で問いかけ, その方針の中に現われるであろう問題表現の姿を, 間接的に推測するという手法をとった。方針と問題表現との結び付きの保証はないので, その方針をとる理由も付して記述させ, できる限り問題表現についての情報を集めるように心掛けた。さらに参考のため, 「方針に従って解いて下さい」「適当にメモして下さい」「結論は何でしょうか」が続く。対面調査の場合には, 適宜設問を加えたり説明を求めたりした。なお, 制限時間は設けず, 結論がでた時点で終了とした。

結果と考察

正答は, 「同じ時刻に同じ所を通れる」である。その理由は, 「上りも下りも同一の道を通っており, 上りと

* 「通ることがあるか」という設問のほうが自然であり, 後の調査から, この表現の違いが解決の側面に与える影響は少ないことがわかった。

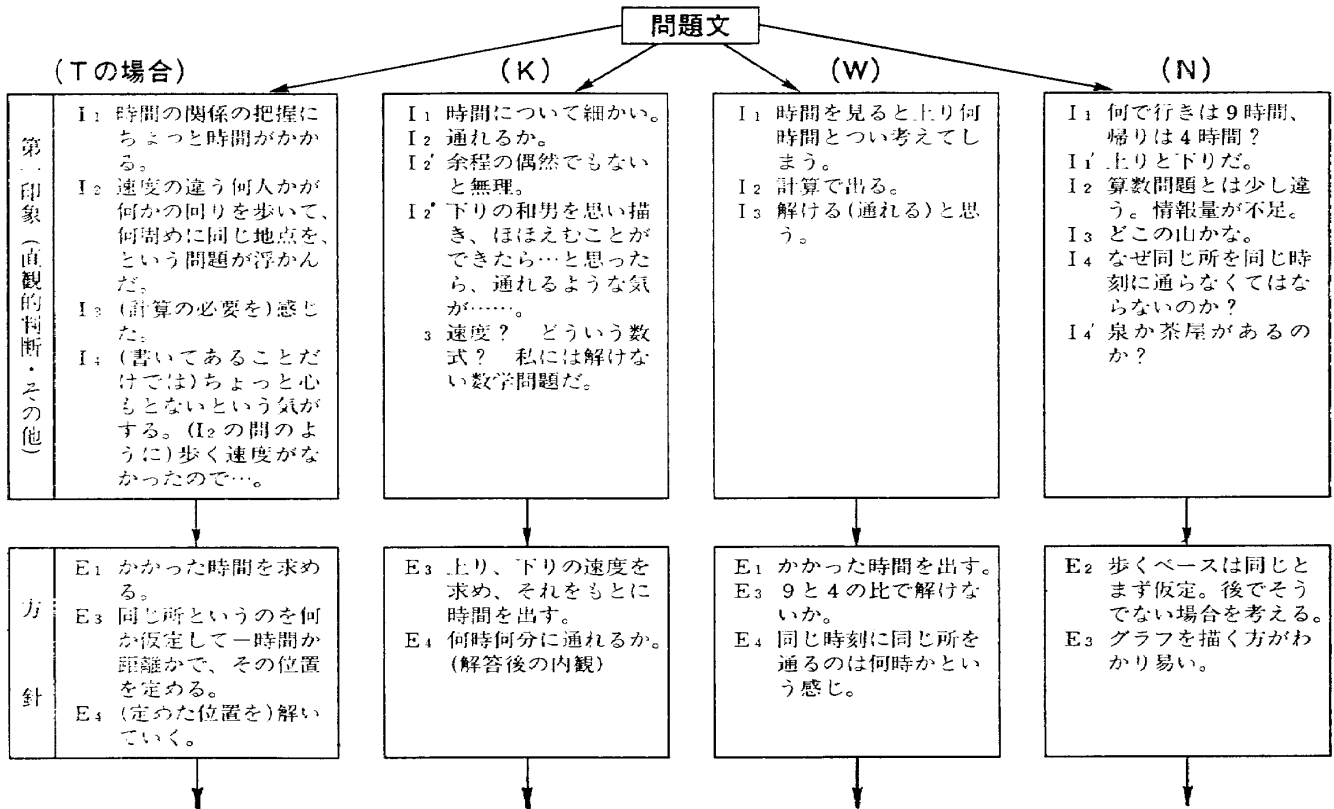


FIG. 1 解決初期のプロセスの例

(注) Iの添字は時間的順序。I_aとI_{a'}、I_{a''}は互に関連することを示す。Eの添字は本文(p.377)参照。

下りの時間帯の重なりもあることから、「最低一か所は同時刻に通っている」からであり、何ら数値的な証明は必要ない。当該の問題を知っている者が2名あったので、これを除く11名の分析を行った。

第一印象(直観的判断)と最初の方針について、4人の例をFIG.1に示した。これら4人のうち3人は、本調査での典型的な第一印象を持ち、しかもそれに付随すると思われる、いくつかの特徴を持ち合わせる人たちである。残りの1人は、数少ない第一印象を持つ者の代表として選んでいる。以下、これらの4例を中心に考察する。

1) 第一印象(直観的判断)の内容

中心となるものは、「算数の応用問題のようだ」及び「これは算数ではない」というような『算数・数学的か否かの印象』であった。たとえば『算数・数学的な印象(以下S印象)』は、FIG.1のTの場合が明確である。I₂(添字は時間的順序を示す)にあるように、類題の想起も伴っている。『算数・数学的でない印象(以下NS印象)』は、FIG.1のNのI₂に示されているようなものである(以上、評定者3人、一致率84%)。ところでこれらの印象は、問題の領域に関する1つの直観的判断と思われる。そして領域が定まれば、目標・初期条件の整え方や有用な操作を定める上で、1つの方向付けがされるであろう。つまり、S-NS印象は、問題表現に関わる直観的判断である可

能性がある。このことを示すと思われる特徴が、同じ第一印象の中に2つある。

まず、S印象を持ちながら問題文中に示される情報量に不足を感じている場合がある(一致率67%)という点を考えてみよう。この問題には、一般の算数・数学の問題には明記されているような条件、たとえば山頂までの距離や速度の変化が示されていない。そこで「数学的に扱い得るのかどうか」という疑問が生じている。S印象とその疑問との間で揺れている様子が、TのI₄によく表われている。ところで情報量の不足感というのは、見方を変えれば、予期しただけの情報がないという感じである。従って、S印象が必要な情報量についての何らかの予期を導いているといえよう。すなわち、S印象と初期条件の整え方との間には関連が予測される。

2つめは、S印象に「求答事項についての予想」を伴うものがみられた(一致率67%)ということがある。ここで「求答事項についての予想」とは、「通れる」「通れない」を決めてしまうということである(ここでは「通れる」だけであった)。すなわち、FIG.1のWの例が典型的である。一般の算数・数学問題の求答形態は、「できるかできないか」の形より「いつ、どのようなときにできるか」「できるのはどこか」の形のほうが多いと思われるらしい。そこで、算数・数学のようだと感じると同時に、

TABLE 1 第一印象(直観的判断)の因子分析の結果

番号	項 目	I	II	III	共通性
1	算数の問題というよりはなぞなぞみたいだ	.3207			.1156
2	算数の応用問題みたいだ	-.4388			.1957
3	図を書いて考えたい	-.4500			.2216
4	計算が面倒そうで嫌だ	-.4680			.2968
5	計算していけば答えがでるだろう	-.4903			.3247
6	どういう式を作ったらいいのだろう	-.5610			.3283
7	本当は解けない問題なのではないか		.3709		.1652
8	こんな問題初めて見た		.3177		.1743
9	ずい分やさしい問題だ		-.3043		.1410
10	式はいらないような気がする	.3842	-.4430		.3570
11	これと似たような問題を見たような気がする		-.5993		.3712
12	頭の中で考えられそうだ	.3228	-.6345		.5084
13	途中で走ったりお昼を食べたりしなかったのかな			.5343	.3042
14	上りは苦しくてずい分時間がかかったのだな			.4647	.2391
15	山で知らない人に会ったら挨拶した方がいいのかな			.4625	.2432
16	上りも下りも和男君は一人で寂しいだろう			.4134	.1721
17	よほどの偶然でもなければそんなこと無理だ			.3983	.1759
18	泉とか有名な茶店でもあって二度もそこに行きたいのかな			.3488	.1342
19	一度読んだだけでは問題の意味がよくわからない	.0554	.2324	-.1315	.0744
20	ずっと同じペースで歩いていたと考えるべきだ	-.2717	-.1883	-.0133	.1094
21	後でアッと言わせるような考え方がありそうだ	-.0257	-.1785	-.1039	.0433
22	山だと考えない方がわかるかもしれない	-.1199	-.0307	-.0995	.0252
	寄 与 率	7.9%	7.3%	7.4%	

「できることを前提として、その時点(地点)を求める」という求答形態が付随してくるものと思われる。その影響で、実際の求答は微妙に変形解釈されていくようだ。このことは、印象が目標の設定という問題表現の部分に、かなり直接的に関与していることを示している。

そこで実際に方針から問題表現を推測して、この関連をより詳しく調べてみよう。

2) S-NS印象と問題表現

まず方針として被験者が述べたものを、内容別に分類すると、大きく4種のものに分かれていた。それは、1) 使える(得られる)情報についての言明(E_1 とする)、2) 不足する(付加する)情報についての言明(E_2)、3) 具体的な解法(E_3)、4) 求答事項の解釈(E_4)、の4つである。これらは E_2 を除けば、まさに各人が作り上げた問題表現の内容に該当すると思われる。たとえば E_1 や E_2 は、初期条件に相当するか関連する事項であろう。また E_4 は、目標状態につながるものである。一人一人が E_1 から E_4 までのすべてを表現してはいないが、比較的 E_4 が多く表現されている(11名中5名、一致率80%)。この E_4 はある数値を導き出すという形のものに限られており、5名中3名はS印象を持っていた。すでに第一印象の中で、何名かの被験者はS印象と共に「通れる」という予想を

立てていたが、この方針の段階では、彼等はより明確に数値求答を打ち出しているし、前段階では何も述べなかった人が、ここではっきりと数値求答としての E_4 を述べている場合も少なくない。

さらにこの目標のおき方は、ある具体的な解法(E_3)をすぐに導くものである。つまり、未知数を用いた方程式立式という解法である。方程式と唯一解の求答は、普通セットになっていることを考えれば、これは自然なことなのかもしれない**。さて、方程式立式という解法の中には、 E_2 (付加情報)が含み込まれていると予測される。つまり、速度計算の式は等速の場合にしか有効でないので、その仮定が多くは暗黙のうちにとられていた。結局1)で予測した関連は、実際に存在していた。

一方NS印象の2名は、特別に求答事項についての解釈は述べていないし、解法もまちまちであった。初期情報についての言明もなかった。NS印象はある領域の否定に過ぎないので、残された領域は数多い。その中で有効な解決行動をとっていくことは、難しいことのようにだ。

1), 2)より、先に述べた仮説に近い傾向が、実際に見

** 方程式の解は必ずしも定まるわけではなく、また実数解であることも断定できない。しかし、この方針の段階でここまで述べる者はなかった。

い出された。特にこの課題の場合には、誤った解答につながる不適切な問題表現が指摘できよう。そこで調査2において、同じ課題を用いて、この仮説の検証を目指すことにする。

調査 2

目的

調査1でみたS印象の存在、及びそれと不適切な問題表現との関わりが、より多くの成人においてみられるかどうかを確認する。

方法

〔被験者〕 成人67名（大学生）に対し、質問紙調査を行う。

〔問題文〕 調査1と同じ

〔手続〕 調査1同様、問題文読了後の第一印象という形で直観的判断を尋ねる形式である。ただし、自由記述ではなく選択式とし、調査1の結果を参照して作った22の選択肢（TABLE1参照）から、あてはまるものをいくつかも選ばせた。なお選択肢の中には、『算数・数学的である』『一ない』という直接的な項目のほかに、「計算」「式」の用語を含む項目も加えた。これらは、調査1ではS印象を持つ者の具体的解法の中に出てくる用語であり、S印象と強く結び付くものであった。このことから、間接的なS—NS印象を示せるものと予測して、選択肢の中に加えたものである。

次に「最初の方針」を自由に記述させ、問題表現の様子を間接的に探る。さらに、参考として「解決メモ」と「結論とその理由」を記述させる。質問紙は持ち帰ってもらい記入の上、回収した。

結果と考察

1) 第一印象（直観的判断）の内容

第一印象としては選択肢以外にもいくつか報告されたが（概外にその旨を指示してあったため）、取りたてる程のものはないので、準備した22の項目のみについて分析した。TABLE1に因子分析（主因子法、Varimax回転）の結果を、TABLE2に基本統計量を示す。TABLE2に示される通り、項目の選択率は全般に低いものであった。しかし上に述べたように、これら以外の第一印象で、一般的になり得るものは報告されていない。このことから、この種の調査の難しさが前面に出されたといえる。すなわち、第一印象の多くは意識化されにくい、もしくは言語化されにくい性質のものである可能性がある。その限界を踏まえた上で分析してみると、主に3つの因子が考えられる。第I因子を『算数・数学的判断の因子』、第II因子を『問題としての評価の因子』、第III因子を『具

TABLE 2 第一印象の各項目の平均値と標準偏差

番号	平均	標準偏差
1	.384	.488
2	.355	.480
3	.399	.491
4	.297	.459
5	.181	.387
6	.283	.452
7	.420	.495
8	.377	.486
9	.029	.168
10	.254	.437
11	.174	.380
12	.159	.367
13	.275	.448
14	.391	.490
15	.094	.293
16	.072	.260
17	.225	.419
18	.036	.188
19	.543	.500
20	.152	.360
21	.203	.404
22	.080	.272

体的イメージの因子』と命名した。これら3因子による説明率は22%と低い。その大きな原因は、項目全体の選択率の低さにあると思われる。また4因子で考察すると、調査1で予測した領域判断が複数因子に分かれてしまい、解釈しにくくなるため、上の3因子を取り上げた。これらの因子はS—NS印象とどう関連するのだろうか。

〔1〕『算数・数学的判断の因子』には、直接的なS—NS印象（項目1, 2）が含まれるばかりでなく、間接的なS—NS印象と予測した項目も数多く包含された（項目4, 5, 6等）。これに

より、このS印象は計算や立式と密着したものであることが確認できよう。この因子について、得点 ≥ 0.5 の者を「NS群」、得点 ≤ -0.5 の者を「S群」、それ以外の者を「O群」とすると、7割の者は「NS群」か「S群」に分かれていた。調査1同様、成人は算数・数学の領域か否かの直観的判断を下しているといえよう。

ところでS印象と同符号を持つ項目の中に、「計算していけば答えが出るだろう」というものがある（項目5）。これは計算により数値が定まるはずという意味であり、調査1の「求答事項についての予想」とよく似ている。つまり解決の目標という、問題表現の側面に関わることが、すでにこの時点で示されている。「NS群」では24名中1人もこの項目を選択していないのに比べ、「S群」では24名中16名が選んでいた（ $\chi^2=41.676$, $df=2$, $p<0.001$ ）。調査1同様、S印象→唯一点算出という不適切なつながりの図式がやはり存在しているようだ。

〔2〕『問題としての評価の因子』とは、既知感情、難易判断等を含む。この既知感には、算数・数学的な感覚と、そうでないもの、たとえばパズルに類したものである。既知感が共に含まれているようだ。実際、未知か（項目8）既知か（項目11）の割合は、「NS群」「S群」「O群」の間で差がなかった。

〔3〕『具体的イメージの因子』にも、色々なものが

含み込まれている。項目17は「求答事項についての予想」であり、項目5と対になっているものである。調査1でNS印象を持った者は、特別に求答事項について予想していなかったが、ここでも「NS群」と項目17のつながりはみられなかった。また項目13は、情報量不足に通じるもので、調査1ではS印象と連合するものであった。しかし調査2では、第I因子との特別な関係はみられなかった。

以上より、第I因子はS-NS印象を特徴付けること、第II因子、第III因子は直接S印象に関与しないことが示された。そこで次に、方針の内容から窺える問題表現と第I因子との関連を調べることにする。

2) 第I因子と問題表現

方針は、調査1で導入した $E_1 \sim E_4$ をすべて含むものではなく、主に具体的な解法 (E_0) が記述されていた。しかし調査1でみたように、今注目している不適切な問題表現 (等速仮定 (E_0), 唯一点算出 (E_1)) は、方程式立式という解法と深く結び付いていると予想される。そこでかなり間接的な例証となるが、この解法と第I因子との関連を調べることにする。

具体的な方法は、以下のような5つに分類された。まず、正答 (p.375参照) に至りやすい考え方というものがある。それは上りと下りの様子を、同一日における2人の行動として重ね合わせるもので、最低1回は出会うことがよくわかる。しかし、この考え方(以下解法1とする)をとる者はあまりいない(67名中7名)。次にグラフを描いて交点を調べようとするものがある(解法2)。これは時間軸と距離軸による2次元的な考え方で、かなり問題文の真相を表現しやすく、従って正答に近付ける方法といえる。これも大変人数は少なかった。3番目としては、距離を表わす数直線を描くような方法があり、それは上りも下りも同じ距離を歩くことから導かれている(解法3)。この方法では、さらに方程式あるいは計算式を出すという内容を伴うものと、そうでないものとの2種類に分かれる。それを3-1及び3-2として表わす。ここでは、上りからの行動と下りからの行動の接点という観点はとりやすいものの、時間軸の導入の難しさが存在しており、その後の解決を困難なものにしていた。解法4は、その他及び無解答のものである。

TABLE 3に、第I因子の因子得点と解法との関係を示した(評定者4人、一致率92%)。ここでは解法2の人数が少ないこと、解法1と解法2は自然な交点を見出しやすいが、発想としては難しいことで共通していることを考慮して、合併して分析している。また「NS群」「O群」「S群」として比の検定をするには適さなかったため、

TABLE 3 第I因子の因子得点と具体的解法

因子得点 \ 解法	1+2	3-1	3-2	4
平均	0.005	-0.857	-0.083	0.315
人数	9	17	16	25

平均因子得点を分析対象とした。

Ryanの方法により対比較をしたところ、解法3-1と4の間に有意差 ($p < 0.05$) が、解法3-1と1+2の間に傾向 ($p < 0.1$) が見出された。つまり解法3-1をとる者は、解法4をとる者より、また解法1や2をとる者よりS印象が強いといえよう。この解法4の者は合計25名あったが、そのうち約三分の一の者は、「算数の問題としない」「計算では割り切れない気がする」「算数的に考える必要はない」等のNS印象にあたるものを、方針欄にコメントしていた。しかしそれでは別のどのような解法をとるかということ、具体的に表明する場合は少ない。先に述べたように、ある領域を否定しても、ただちに有効な別領域が指定される訳ではないことが窺える。解法1+2の平均はほぼ0に近い。「NS群」5人、「O群」2人、「S群」2人であるが、「S群」の2人は特にマイナスの絶対値が大きかった。(この2人を除くと解法1+2の平均は0.496となり解法4を上回る。)この2人の解法をよくみると、2人出会った所が同時刻、同じ場所という認識を持ちながら、「2人が出会う時間を求める」「速度一定とする」の付加コメントがあり、実際の解決メモには立式がされていた。内容としては解法3-1であるといえよう。2人の1日の行動というとらえ方をしている、S印象が強いとやはり3-1のような解法に傾くことが窺われる。

このように、方針の中の具体的な解法と第I因子との関係を見てみると、S印象の強い者は方程式立式・計算の解法をとりやすいことが窺われる。従って、その解法と結び付いた唯一点算出という目標や、等速条件付加といった初期条件の設定を行いやすく不適切な問題表現を行っていると考えられる。

教育の過程は、一種の熟達の過程であるといえる。その途上にある学習者たちの問題表現が、仮に不適切であり、それがある程度誤った直観的判断に起因するとなれば、教育的な配慮の1つの方向が示唆されよう。すなわち、直観的判断だけで解決を進めないよう導いたり、逆に判断を正確にさせるための指導に着目するという目標が定められる。後者の立場として、T. Dreyfus & T. Eisenberg (1982) は、教育実践においては正確な直観を養うことを目標にすべきだと主張して、その方法を考案している。またS.K. Reed (1984) は、問題の形式次第

で、直観的判断は正確にも不正確にも変わることを示している。

引用文献

- 安西祐一郎 1980 問題解決における理解について 心理学評論, 23, 7—36.
- 安西祐一郎 1985 問題解決の心理学 中公新書
- Bastick, T. 1982 Intuition: How we think and act. J.W.S.
- Davidson, J.E. & Sternberg R.S. 1984 The Role of Insight in Intellectual Giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 28, 58—64.
- Dreyfus, T. & Eisenberg, T. 1982 Intuitive functional concepts: A baseline Study on Intuition. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13, 360—380.
- Duncker, K. 1935 Zur Psychologie des Produktive Denkens. Berlin, Julius Springer. (小見山栄一訳 1952 問題解決の心理 金子書房)
- Greeno, J.G. 1978 A Study of Problem Solving. In Glaser, R.(Ed.) *Advances in Instructional Psychology Vol. 1.* (山口修平・東洋共訳 1985 問題解決の過程 サイエンス社)
- 市橋弘 1971 数学解決過程における直観 算数と数学 (6) 国土社, 62—64.
- 石田淳一 1984 算数科における「読み」の指導に関する研究—情報過剰問題を中心として(1) 愛知教育大学研究報告, 教育科学編, 33, 239—251.
- Krutetskii, V.A. (駒林邦男訳 1969 数学的能力の構造(上)(下) 明治図書)
- 大沢啓子 1982 熟達者—初心者との差異 波多野誼余夫 (編) 認知心理学講座 4 学習と発達 東京大学出版会, 135—153.
- Paul, D.J., Nibbelink, W.H. & Hoover, H.D. 1986 The Effects of Adjusting Readability on the Difficulty of Mathematics Story Problem. *Journal for Research in Mathematics Education*, 17, 163—171.
- Reed, S.K. 1984 Estimating Algebra Word Problems. *Journal for Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10, 778—790.

(1988年10月3日受稿)