愛知教育大学研究報告，44（教育科学編），pp. 157～167, February, 1995

算数問題解決過程の分析

多　鹿　秀　継
Hidetsugu TAJIKA
（心理学教室）

1．本研究の目的

本研究の目的は，算数文章題の解決過程を分析することにより，算数問題解決過程を明確にすることにある。一般に，算数科の問題解決における問題とは，文章題を意味することが多いようである（算数科教育学研究会，1993）。即ち，文章題とは，算数教材の4つの内容領域である数と計算，量と測定，図形，及び数量関係の各々において，文章で書き表された算数問題，及び古くから「鶴亀算」や「植木算」のような名称で親しまれてきた算数問題を意味する。それ故，本研究では，算数問題解決過程とは算数文章題の解決過程と捉えるものである。

勿論，問題解決の定義からすれば，算数問題解決は算数文章題解決に制限されることはない。問題とは，初期状態があり，何らかの目標状態への変化を必要とするが，障害がある状態を意味する。問題のこの定義から判断すれば，算数問題は例えば数と計算の四則計算であってもよいし，図形の問題であってもよい。しかしながら，問題解決から理解される算数科の内容は，通常文章題解決であることが一般的である。それ故，本研究でも算数教育の一般的理解に倣って，算数文章題の解決を算数問題解決と捉え，算数文章題解決過程を丁寧に分析しよう。結句，算数文章題解決過程を分析することにより，算数問題解決過程が明確にされるであろう。

さて，それでは子どもは算数文章題をどのようにして正しく解くであろうか。本研究では，まず初めに算数文章題の解決過程の分析には2つの接近法があることを示す。1つは行動論的アプローチであり，他は認知的アプローチである。本研究が採用する算数文章題解決の分析は認知的アプローチによるものである。次に，算数文章題の解決過程を分析する場合の分析の視点を明確にする。本研究では，分析の視点を問題解決で使用する知識に当てた。本論文では，紙幅の制約により上記の内容までを記述するものである。続報では，算数文章題を文章題の理解過程と解決過程に区分して算数文章題の各々の過程の具体的な研究例を紹介し，算数文章題の解決過程を明確にする予定である。

2．算数文章題の解決過程への2つのアプローチ

算数文章題の解決過程を説明する2つのアプローチがある。1つは行動論的アプローチであり，他は認知的アプローチである。これら2種類のアプローチが算数文章題の解決過程をどのように説明するかを，以下の2つの問題例を取り上げることにより吟味しよう。例に取り上げた2種類の問題文は，一般に割合の文章題と呼ばれているものである。

（問題１）	まさお君の組全体の人数は，30人です。 まさお君の組の男の子の人数は，組全体の0.6倍です。 まさお君の組の男の子の人数は何人ですか。
（問題２）	まさお君の組全体の人数は，30人です。 まさお君の組の男の子の人数は，組全体の0.6倍です。 まさお君の組の女の子の人数は何人でしょう。

２－１　行動論的アプローチ

行動論的アプローチとは，刺激と反応との結びつきを分析の基礎におくアプローチである。さまざまな刺激（問題のタイプ）を操作することにより，それらの刺激に結びついた反応がどのように変化するのかを厳密に分析するのである。

問題のタイプは厳密に区分される。上記の割合の問題であれば，割合の３用法を明確に定義し，何を求めるのかを明確にする。割合の３用法とは，第１用法，第２用法，及び第３用法からなり，何を求めるのかによって３種類に区分される演算である。第１用法では割合が求められる。即ち，割合＝比較量÷基準量である。第２用法は比較量を求めるものであり，比較量＝基準量×割合で求められる。また，第３用法は基準量を求めるものであり，基準量＝比較量÷割合で求められる。上記の問題例では，基準量である組全体の人数は30人であり，その中で男の子の占める割合が0.6である。その結果，比較量としての男の子の人数は，30×0.6で求めることができる。このことが理解できると，上記の問題は30×0.6の計算パターンをしっかりと記銘することにより解決が可能となる。男の子の人数が組全体の0.7倍であれば，基準量×0.7によって正解を得ることができるのである。この場合の刺激とは組全体の人数に男の子の割合を掛けることであり，反応は解答である。問題２の女の子の人数を求める場合であれば，（１－0.6）の作業を実施することによって，基準量×（１－0.6）によって正解を得ることができる。この解決方法もパターン化できるのである。刺激と反応の組合せは，たとえ単純な割合の文章題であっても，かなりの数になるであろう。そのため，子どもにとって解決のパターンを記銘するには，多大の記憶負荷を要するであろう。問題解決のパターンを確実に記銘できないとき，子どもは当該の問題を解くことができなくなるである。難しい問題ほど，解決のパターンは複雑になり記銘しにくくなる。

２－２　認知的アプローチ

認知的アプローチでは，子どもがある文章題を解くために必要とする知識を分析したり，問題文を理解する過程や問題文の理解後にどのような方略を用いて問題を解くのかに関する解決方略を分析したりする。行動論的アプローチに比べて，認知的アプローチは問題解決の過程の分析に焦点を当てたアプローチであるといえる。本研究もこの認知的アプローチを採用するものである。

認知的アプローチによる算数文章題の解決過程への接近法の一例として，ここでは，解決過程において使用される知識の種類に基づく接近法を紹介しよう。

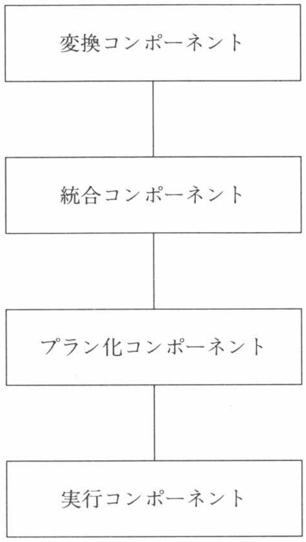

図１　算数文章題解決過程の認知コンポーネント

通常，算数文章題の解決過程は，算数文章題を理解する過程と解く過程に区分される（Hinsley, Hayes, & Simon, 1977; Mayer, 1982; Paige & Simon, 1966; 多鹿・石田, 1989）。更に，算数文章題を理解する過程は変換過程と統合過程に区分される。また，解く過程はプラン化過程と実行過程に区分される。図１には，算数文章題の解決過程の４つの下位過程が示されている。図１ではコンポーネントという用語を使用しているが，過程と同じ意味で使用している。

算数文章題を理解する過程とは，子どもが与えられた文章題を読んで問題文の内容に適したスキーマを構成することである。ここで述べるスキーマとは，子どもが文章題を読んで一文毎の意味を理解し（変換過程），自分のもっている世界に関する知識を使って文間の関係をまとめ上げた（統合過程）知識構造である。変換過程とは，与えられた問題文から文単位に個々のスキーマを構成する過程である。変換過程では，一文毎に表現されている内容を理解するために，算数の事実に関する知識（例えば，１リットルが10デシリットルであることや，１m^2が100cm^2であること）や言語知識を必要とする。算数世界の基本的事実に関する事実的知識や文章の構文規則に関する言語的知識は，記述されている文章の読解に直接的に関係する。これらの知識は，所与の文章題を構成している文毎に，文内容を変えずに他の文や数式に表現を変えたり，問題文が表現している求答事項を理解するときに必要とされる。

また，統合過程とは，変換過程において構成された文単位のスキーマと学習者の既有のスキーマとを統合して，問題状況について意味のあるスキーマを構成する過程である。統合過程では問題解決者のスキーマに依存した知識を必要とし，一般に問題スキーマと呼ばれているスキーマが統合に重要な役割を果たす（Riley, Greeno, & Heller, 1983: Mayer, 1987）。個々の情報を統合する場合，問題スキーマに従ってどの情報を選択しどの情報を捨

象するかが決定される(van Dijk & Kintsch, 1983)。通常は変換過程においても問題スキーマは使用される。しかしながら，変換過程において使用される問題スキーマは，表現されている文間の関係を解読することに力点を置くものである。

算数文章題を解く過程とは，理解過程で構成したスキーマに基づいて，正解を得るための方略を選択し（プラン化過程），演算を適用する過程（実行過程）である。プラン化過程とは，正解を得るための数式を作る過程である。算数文章題の理解過程で構成された問題スキーマに基づいて，適切な方略を選択して立式するのである。プラン化過程においては，演算を適用するための方略的知識を必要とする。その結果，構成した問題スキーマに適切に対応した数式が表現される。

また，実行過程とは，プラン化過程において構成された数式に計算を適用する過程である。ここでは，四則計算の実行に直接関係する演算実行の手続き的知識を必要とする。

さて，上記のように算数文章題解決過程の4つの下位過程を区分したとき，問題1の解決過程は4つの下位過程にどのように適用されるのであろうか。

まず，子どもは与えられた文章題の問題1を読むだろう。個々の文を理解し，所与の条件は何であり，求めるものは何であるかを明確にするであろう。この段階が変換過程であり統合過程である。先行経験として，子どもがこの種の割合の文章題を解いたことがあるとき，この子どもの割合に関する問題スキーマを活性化させることは容易である。こうして，活性化されたスキーマを使って問題文を理解したとき，子どもはこの問題が割合の問題であり比較量を求めるものであることと判断するであろう。こうして，比較量を求めるために，基準量と割合を掛ける方略を見出し，演算を実行するであろう。

ところで，子どもが算数文章題を苦手としている最大の理由は，この問題文の理解過程で問題文を適切に理解できないことにある（石田・多鹿，1993）。石田・多鹿（1993）は，割合の文章題ではないが，算数文章題解決過程の4つの下位過程に対応した問題文を構成して子どもに解かせた。その結果，子どもは，算数文章題の解決過程における統合過程に対応した問題を解くのが最も困難であることが明確にされた。石田・多鹿（1993）によって得られた結果は，たとえ割合の文章題を使用した場合でも，統合過程の成績が高い場合に高い正解を得ることを示した結果（多鹿・石田・岡本，1994）によって追認されている。

石田・多鹿（1993）では，算数文章題の解決過程を上述した4つの下位過程に区分し，各々の下位過程を評価する様々な文章題を選択して使用した。被験児は小学5年生であり，被験児に4つの下位過程に評価する以下のような問題を多数与えた。実行過程を評価する問題は四則計算問題であるので，文章題は変換，統合，及びプラン化の各過程を評価する問題である。

実行過程を評価する四則計算の得点の高低に基づいて，被験児を上位群と下位群に2分した。まず，計算得点の上位群の被験児を変換，統合，及びプラン化過程を評価する問題の得点結果に基づいて高得点群と低得点群に分けたとき，被験児と条件の交互作用が有意であった。即ち，高得点群と低得点群の差異は統合過程を評価する問題において最も大きく，変換過程とプラン化過程を評価する問題においては両群の差異は小さかった。同様に，計算得点の下位群の被験児を文章題の得点によって高得点群と低得点群に2分したとき，被験児と条件の交互作用が有意であった。即ち，計算得点の上位群の被験児の場合と同様に，統合過程を評価する問題において被験児間の差異が最も大きかった。このことは，文

章題を解く場合，算数文章題解決過程の下位過程である統合過程の理解が重要であることを示唆するものである。

勿論，認知的アプローチといえども，提示される算数文章題の構造を無視することは不可能である。問題文の構造や数学的意味を明確にすることによって，子どもの文章題解決過程の下位過程である統合過程におけるスキーマの役割をより明確にすることができる。例えば，上述の問題１を理解するには，問題文が割合の３用法の１つである第２用法を求める問題であることを明記することも必要である。子どもが問題スキーマをもっていないとき，各文から問題文を統合することは容易ではない。

(変換過程を評価する問題例)

「つぎの文を式にあらわすと，どの式が正しいでしょうか」

はるお君の犬の体重はたかし君の犬よりも６kg重い。

a　はるお君の犬の体重＝６＋たかし君の犬の体重

b　はるお君の犬の体重＋６＝たかし君の犬の体重

c　はるお君の犬の体重＋たかし君の犬の体重＝６

d　はるお君の犬の体重＝６

(統合過程を評価する問題例)

「どのような数字を使えば，つぎの問題がとけるでしょうか」

５本１組の鉛筆のねだんは59円です。たろう君は３組買って200円はらいました。たろう君は何本鉛筆を買いましたか。

a　５，59，３，200

b　59，３，200

c　５，59，３

d　５，３

(プラン化過程を評価する問題例)

「どのような計算をすれば，つぎの問題がとけるでしょうか」

200人の子どもが学校からバスで遠足に行きます。１台のバスに50人乗ることができます。バスは何台必要ですか。

a　わりざんをしてからたしざんをする

b　ひきざんだけでよい

c　かけざんだけでよい

d　わりざんだけでよい

(実行過程を評価する問題例)

「下の計算をすると，どの答えが正しいでしょうか」

62.3−37.8＝

a　24.5

b　25

c　25.5

d　その他

問題文の構造は未知数の位置に基づく割合の３用法から構成される構造だけではない。算数・数学教育で記述される数学的構造と呼ばれる構造も存在する。数学的構造の観点からすれば，上述の問題１と問題２を比較するとき，演算の回数や基準値と全体の関連から解決の難易に差異を生じる。即ち，演算の回数では，問題１は１回の演算で済む問題であるのに対し，問題２は（１－0.6）という１段階余分な演算回数を取らなければ解答を得ることができない。

また，問題文の意味的構造を考慮することも必要である。問題文の意味的構造とは，文章内で表現されている数量間の意味的関係からみた構造であり，通常は数量の部分－全体関係と比較関係がよく知られている。部分－全体関係は，上記の問題例から見るとき，まさお君の組全体の人数が全体であり，男の子の人数が部分である。また，比較関係の意味構造とは，例えば，

（問題３）	まさお君の組の男の子の人数は20人です。 女の子の人数はまさお君の組の男の子の人数の0.8倍です。 女の子の人数は何人でしょう。

といった問題タイプであり，男の子と女の子の人数の比較関係に従って求められる問題タイプである。

問題文のこのような数学的意味構造を理解することにより，認知的アプローチは算数文章題解決を分析するための強力なアプローチとなる。

３．本研究の問題設定

本研究は，算数文章題の解決過程を明らかにすることを目的とする。算数文章題の解決過程を明確にするためには，第１に，算数文章題の理解過程と解決過程の各々の過程において，どのような知識を必要とするのかを明確にしなければならない。算数文章題の理解過程と解決過程において，様々な知識が利用される。特に，理解過程においては概念的知識が利用されることは上述の通りである。一般に，概念的知識は言語的知識とスキーマ的知識に区分できる。言語的知識は，問題文に表現されている言語情報を解読する知識である。他方，スキーマ的知識は算数・数学に関わる知識であり，部分－全体や比較関係を理解することや算数文章題の問題タイプの理解，あるいは状況的・文脈的情報の理解に関わる知識である。

算数文章題を解く場合に必要とする知識が分かったとして，第２にそのような知識を獲得するにはどのようにすればよいのかを明確にする必要がある。子どもがある種の知識を使って算数文章題を解くことが分かったとき，算数文章題の教授－学習を理解する場合に必要なことはそのような知識の獲得方法である。どのような教授のもとでどのような知識が獲得されるかを明確にしなければならない。

後述するように，算数文章題の解決において必要とされる知識の獲得に関して，２つの説明概念を見ることができる。１つはそのような知識が論理・数学的知識の発達によって獲得されるとするものである。また，他は算数文章題の解決に必要とされる知識が言語的知識の発達に伴って獲得されるとするものである。

第３は算数文章題の解決過程の教授方法に関するものであり，上記の知識獲得を促進するにはどのようにすればよいのかを明確にすることである。算数文章題の解決に関わる知識を獲得する方法を促進するには，教授法の開発を必要とする。加えて，各学習者の算数文章題の解決に関わる特性を明確にしなければならない。このことは，なかなか容易なことではない。しかしながら，問題の設定としては必要不可欠のものである。

このような３つの問題設定のもとで，本研究は第１の「知識」及び第２の「知識獲得」に焦点を当てたものである。算数文章題を解決する場合に必要とする知識を明確にし，かつ知識獲得の過程を吟味することにより，算数文章題の解ける子どもと解けない子どもの知識に関する違いが明確にされるであろう。

４．算数文章題の解決過程を説明する２つの理論的枠組み

４－１　論理・数学的知識の発達

論理・数学的知識の発達とは，Inhelder & Piaget（1964）によれば，算数・数学における数の理解のための知識の発達である。数概念の発達は，論理そのものの発達と密接に関係し，クラスの包摂化や系列化のような関係概念の知識が徐々に形成されていく過程と捉えることができる。例えば，５本の白いバラと８本の赤いバラがあるとしよう。部分－全体関係に関する知識が適切に使えれば，「白いバラとバラ全体ではどちらが多いか」とたずれられた子どもは，「バラ全体」と正しく答えることができる。しかしながら，部分－全体関係に関する知識を獲得していない場合，子どもはその質問に正しく答えることができない。また，子どもは数理解に関するピアジェタイプの実験（例えば，数の保存実験）に成功したり失敗したりする。一般に，部分－全体関係に関する知識を獲得し課題に正しく答えられる子どもは，部分－全体関係の知識を獲得しておらず課題に正しく答えられない子どもに比べて年長である。そこから，算数文章題を正しく解決できるには，その子どものもっている論理・数学に関する知識，例えば部分－全体関係の理解であるとか，一対一の対応が可能であるとか，といった知識の獲得を必要とするのである。

Riley ら（1983）は子どもの算数文章題解決に影響を与える要因として，問題の算数･数学的構造や子どもの読み能力といった一般的な要因だけでなく，問題タイプの意味構造と未知数の位置を挙げている。問題タイプの意味構造とは，上述した問題スキーマと考えてよい。問題スキーマは，一般に量，対象，及び特定事象などの項目からなる意味ネットワークで構成されている。

Riley ら（1983）は加減の文章題の問題スキーマを３つのタイプに分類した。それらは，変化，結合，及び比較である（実際には，等価を含めて４タイプであるが，一般的には３タイプが知られているので，ここでもそれに見倣う）。表１には，Riley ら（1983）が分類した３タイプの問題が示されている。表から理解できるように，変化は量の増加や減少に結びつく加法や減法を記述したものである。結合は全体の量は変化しない２つの量間の関係を記述したものであり，比較は変化しないが差を明確にしなければならない２つの量の関係を記述したものである。勿論，表中の人名は日本人名に替えている。表２は，表１の個々の問題を幼稚園児から小学３年生までに提示して，正しく答えられた人数の割合を示したものである。この場合，問題の提示に加えて，数字を示すブロックを用意して得られた結果である。ブロックを用いなくとも，得られる結果のパターンは基本的には表２と変

表1　加減の文章題の問題タイプ　　(Rileyら，1983；吉田，1991を参照)

【変化】

○結果量が未知の問題

1．良子は，みかんを3こもっています。邦子が良子にみかんを5こあげました。良子は，いま何このみかんをもっていますか。

2．良子は，みかんを8こもっています。良子は邦子にみかんを5つあげました。良子は，いま何このみかんをもっていますか。

○変化量が未知の問題

3．良子は，みかんを3こもっています。邦子が良子にみかんを何こかあげたので，良子は，今8こになりました。邦子は良子に何こあげましたか。

4．良子は，みかんを8こもっています。良子が邦子にみかんを何こかあげたので，良子は，今3こになりました。良子は邦子に何こあげましたか。

○開始量が未知の問題

5．良子は，みかんを何こかもっています。邦子が良子にみかんを5こあげたので，良子は，今8こになりました。初めに良子は何こもっていましたか。

6．良子は，みかんを何こかもっています。良子は邦子にみかんを5こあげたので，良子は，今3こになりました。初めに良子は何こもっていましたか。

【結合】

○合計が未知の問題

1．良子は，みかんを3こもっています。邦子は5こもっています。2人で合わせると何こになりますか。

○部分が未知の問題

2．良子と邦子は2人でみかんを8こもっています。良子はみかんを3こもっています。邦子は何こもっていますか。

【比較】

○差が未知の問題

1．良子はみかんを8こもっています。邦子は5こもっています。良子は邦子より何こよけいもっていますか。

2．良子はみかんを8こもっています。邦子は5こもっています。邦子は良子より何こ少ないですか。

○比較量が未知の問題

3．良子はみかんを3こもっています。邦子は，良子よりみかんを5こよけいにもっています。邦子は何このみかんをもっていますか。

4．良子はみかんを8こもっています。邦子は，良子よりみかんを5こ少なくもっています。邦子は何このみかんをもっていますか。

○比較する基準量が未知の問題

5．良子はみかんを8こもっています。良子は，邦子よりみかんを5こよけいにもっています。邦子は何このみかんをもっていますか。

6．良子はみかんを3こもっています。良子は，邦子よりみかんを5こ少なくもっています。邦子は何このみかんをもっていますか。

わらないことが確かめられている。表2からも理解できるように，学年が進むにつれて各問題タイプの正答者の割合が増加している。

このような結果に基づいて，Riley ら (1983) は年齢の違いによって獲得している問題スキーマが異なることをモデルの水準の違いで示した。加法と減法の文章題において，年少児の問題スキーマは部分－全体関係を理解していない浅い水準のスキーマであり，年長児

表2　表1の問題の正答児の割合　(Rileyら，1983)

	学年			
問題タイプ	幼稚園	1	2	3
変化(1)	.87	1.00	1.00	1.00
変化(2)	1.00	1.00	1.00	1.00
変化(3)	.61	.56	1.00	1.00
変化(4)	.91	.78	1.00	1.00
変化(5)	.09	.28	.80	.95
変化(6)	.22	.39	.70	.80
結合(1)	1.00	1.00	1.00	1.00
結合(2)	.22	.39	.70	1.00
比較(1)	.17	.28	.85	1.00
比較(2)	.04	.22	.75	1.00
比較(3)	.13	.17	.80	1.00
比較(4)	.17	.28	.90	.95
比較(5)	.17	.11	.65	.75
比較(6)	.00	.06	.35	.75

のスキーマは部分－全体関係を的確に理解できる高次のスキーマを考慮した。こうして，Riley ら (1983) は問題の難易は問題の意味構造に依存しているとし，問題が解決できるためには，部分－全体関係や数の集合に関する知識の獲得が重要であることを示唆した。同様に，Briars & Larkin (1984)，Okamoto (1992)，及び Riley & Greeno (1988) も類似した観点から子どもの算数問題解決過程を考察している。

4－2　言語的知識の発達

言語的知識の発達の観点から算数文章題の解決過程を見るとき，いくつかの算数文章題が解けないのは，子どもの自身のもっている問題スキーマにすぐに取り込むことができないような文章表現の問題を解くことによるからであるとする。この立場では，論理・数学的知識の発達を算数文章題解決にとって重要であるとする立場とは異なり，年少児でも例えば上述の加減法の文章題の解決において部分－全体関係に関する知識を獲得していると捉えるのである (Cummins, 1991; Cummins, Kintsch, Reusser, & Weimer, 1988; Nathan, Kintsch, & Young, 1992)。それ故，子どもが算数文章題を解けないのは，子どもが文章題を読んで適切にその意味表象を構成することができず，結果としてその子どものもつ問題スキーマに与えられた文章題を統合できないことによるのである。

Hudson (1983) は，下記の問題3に見られるような比較の問題を幼稚園児と小学1年生に提示した。また，別の子どもには問題3を問題4のように表現を変えて与えた。その結果，問題3を与えられた幼稚園児はわずか25%しか正解していなかったのに対して，問題4を与えられた幼稚園児は96%が正解に達したのであった。また，小学1年生の比較では問題3の64%に対して問題4では100%が正解した。但し，どちらの条件の子どもにも，問題を解くときには鳥と虫の書かれた絵を与えている。

（問題３）	とりが５わいます。 むしが４ひきいます。 とりはむしよりどのくらいたくさんいますか。
（問題４）	とりが５わいます むしが４ひきいます。 とりがきょうそうしてむしをつかまえようとしました。 なんばのとりがむしをつかまえることができませんか。

この問題３は比較１の問題であり，幼稚園児や小学１年生にとっては難しい問題である。上述の Riley ら（1983）の結果でも，小学１年生は28％しか解けていない（実験時期等で，正解の割合が異なっている）。そのような問題でも，問題構造は変えずに表現を変えたとき，幼稚園児でもだれもが解けるようになるのである。問題文の表現を変えることにより高い正答率を得た類似の結果は，De Corte, Verschaffel, & De Win（1985）においても認められる。

また，Cummins ら（1988）は，２つの実験を実施することにより，問題文を解く前と後に，その問題文を再生させたり，不完全な問題文の質問文を生成させることにより問題文を作らせたり，コンピュータ・シミュレーションさせたりすることにより，抽象的で曖昧な文を理解することが困難なために問題文が解けないことを明らかにした。実験１では，小学１年生に Riley ら（1983）の問題文の一部を与え，それらの問題を解く前か後にその問題を再生するように教示した。彼女らの予想は，解決遂行は再生結果によってシステマティックに変わるであろうということであった。即ち，子どもは難しい言語表現をした文章題に直面したとき，自分たちにとって熟知したより易しい表現に変換してその文章題を記憶するであろう。結果的に，誤って理解したより単純な文章表現をもつ文章題を誤った形式で正しく解くが，これは所与の問題文の解決結果とは異なったものであり，エラーとして処理される。実験の結果，Riley ら（1983）が分類した問題文と対応して再生の成績も問題文が難しくなるにつれて再生成績が悪くなることを示した。また，誤って理解した文章題を被験児の再生プロトコルから６つに問題タイプに分類したところ，単語の表現は変わるが問題文の構造は変わらない再生と構造そのものが変わる再生が最も多かった。問題構造自体が変わるとは，例えば表１の比較５の減法の問題が比較３の加法の問題に変わるように，適切に変化したものであった。

実験２では，実験１で操作された再生の順序（文章題解決の前か後）に加えて，文章題の質問部分を子ども自身で構成するか質問部分も予め与えるかを操作した。被験児は小学２年生と３年生で，変化問題と比較問題を与えた。その結果，小学３年生の方が２年生よりも正解が多く，問題を解くのが再生よりも先に実施される方が正しく解いていた。また，質問を自ら生成して解いても既成の問題を解いても，正解の程度に差がなかった。

このように，問題文を適切に表象することにより，既有の問題スキーマに組み込むことができるとき，難しいとされる問題も解決が可能となる。類似の結果は，Cummins（1991）においても得られている。

5．付　　　記

本研究は，平成5，6年度文部省科学研究費補助金一般研究（C）（代表者：多鹿秀継，課題番号：05680174）の補助を受けた。

（平成6年8月23日受理）

6．引　用　文　献

Briars, D. J., & Larkin, J. H. 1984 An integrated model of skill in solving elementary word problems. *Cognition and Instruction*, **1**, 245-296.

Cummins, D. D. 1991 Children's interpretations of arithmetic word problems. *Cognition and Instruction,* **8**, 261-289.

Cummins, D. D., Kintsch, W., Reusser, K., & Weimer, R. 1988 The role of understanding in solving word problems. *Cognitive Psychology*, **20**, 405-438.

De Corte, E., Verschaffel, L., & De Win, L. 1985 Influences of rewording verbal problems on children's problem representations and solutions. *Journal of Educational Psychology,* **77**, 460-470.

Hinsley, D. A., Hayes, J. R., & Simon, H. A. 1977 From words to equations: Meaning and representation in algebra word problems. In M. A. Just & P. A. Carpenter (Eds.), *Cognitive processes in comprehension*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 89-106.

Hudson, T. 1983 Correspondences and numerical differences between disjoint sets. *Child Development*, **54**, 84-90.

Inhelder, B., & Piaget, J. 1964 *The early growth of the child*. New York: Harper & Row.

石田淳一・多鹿秀継　1993　算数文章題解決における下位過程の分析　科学教育研究，**17**，18-25.

Mayer, R. E. 1982 Memory for algebra story problems. *Journal of Educational Psychology,* **74**, 199-216.

Mayer, R. E. 1987 *Educational psychology: A cognitive approach*. Boston: Little, Brown and Company.

Nathan, M. J., Kintsch, W., & Young, E. 1992 A theory of algebra-word-problem comprehension and its implications for the design of learning environments. *Cognition and Instruction*, **9**, 329-389.

Okamoto, Y. 1992 *A developmental analysis of children's knowledge and processes for solving arithmetic word problems*. Unpublished doctoral dissertation, Stanford University.

Paige, J. M., & Simon, H. A. 1966 Cognitive processes in solving algebra word problems. In B. Kleinmuntz (Ed.), *Problem solving: Research, method, and theory.* New York: John Wiley & Sons. pp. 51-119.

Riley, M. S., & Greeno, J. G. 1988 Developmental analysis of understanding language about quantities and of solving problems. *Cognition and Instruction*, **5**, 49-101.

Riley, M. S., Greeno, J. G., & Heller, J. I. 1983 Development of children's problem-solving ability in arithmetic. In H. P. Ginsburg (Ed.), *The development of mathematical thinking.* New York: Academin Press. pp. 153-196.

算数科教育学研究会（編）1993　改訂算数教育研究　学芸図書

多鹿秀継・石田淳一　1989　子どもにおける算数文章題の理解・記憶　教育心理学研究，**37**，126-134.

多鹿秀継・石田淳一・岡本ゆかり　1994　子どもの算数文章題解決における文章理解の研究　日本教科教育学会誌，**17**，125-130.

van Dijk, T. A., & Kintsch, W. 1983 *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.

吉田甫　1991　子どもは数をどのように理解しているのか　新曜社