

Title	循環系学習での自己説明と図示の効果
Sub Title	The effects of interaction between self-explanations and illustrations in circulatory system learning
Author	伊藤, 貴昭(Ito, Takaaki)
Publisher	三田哲學會
Publication year	2006
Jtitle	哲學 No.115 (2006. 2) ,p.181- 199
JaLC DOI	
Abstract	Recent studies have shown that self-explanation is an effective strategy and shown that generating explanations to oneself fosters students to monitor and revise their mental models. However, students cannot monitor their mental model so easily. This study investigated whether self-explanation can be useful in a classroom environment combining illustrations that makes clearly for students to monitor their mental model. Forty-two eighth-grade students divided following three conditions, (a) self-explanation and illustration (13 students), (b) self-explanation only (16 students), and (c) a blank filling test only (13 students). All of the students received six biology lectures on human circulatory system. After receiving a lecture, students who assigned self-explanation conditions were asked to write down self-explanation on the sheet. Furthermore, self-explanation and illustration condition were also asked to draw the flow of the blood on the diagram. All of the students were tested before and after lectures. The results showed that the students who assigned self-explanation and illustration condition were greater gain than other conditions both vocabulary test and comprehension test. The analysis of student's explanations suggests that the illustration prevents students from copying lectures, and sup-ports their understanding.
Notes	特集教育研究の現在-教育の統合的理解を目指して- 教育心理学 投稿論文
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00150430-00000115-0183

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.

投稿論文

循環系学習での自己説明と 図示の効果

伊 藤 貴 昭*

The Effects of Interaction between Self-explanations and Illustrations in Circulatory System Learning

Takaaki ITO

Recent studies have shown that self-explanation is an effective strategy and shown that generating explanations to oneself fosters students to monitor and revise their mental models. However, students cannot monitor their mental model so easily. This study investigated whether self-explanation can be useful in a classroom environment combining illustrations that makes clearly for students to monitor their mental model. Forty-two eighth-grade students divided following three conditions, (a) self-explanation and illustration (13 students), (b) self-explanation only (16 students), and (c) a blank filling test only (13 students). All of the students received six biology lectures on human circulatory system. After receiving a lecture, students who assigned self-explanation conditions were asked to write down self-explanation on the sheet. Furthermore, self-explanation and illustration condition were also asked to draw the flow of the blood on the diagram. All of the students were tested before and after lectures. The results showed that the students who assigned self-explanation and illustration condition were greater gain than other conditions both vocabulary test and comprehension test. The analysis of student's explanations suggests that the illustration prevents students from copying lectures, and supports their understanding.

* 慶應義塾大学大学院社会学研究科博士課程（教育心理学）

I. はじめに

理科学習を促進するためには、用語の記憶を促すよりも、その背後にある概念の理解が重要な役割を果たす。しかし、多くの生徒にとってはその概念の理解が困難であることが指摘され (Graesser, León, & Otero, 2002), 学習に関する心理学では理解を促進するための研究が行われてきた。

学習場面において理解を深めるために、生徒達はさまざまな方略を使用する。例えば、暗記をするとき紙に何回も書いたり、重要な箇所に下線を引いたりすることは一般的な方略の例として挙げられる。しかし、その方略が内容の理解に結びついているとはいえないのが現状である。特に、理科のように表面的な知識を覚えるだけでは理解に結びつかないような分野の場合、全体像を捉えながらいかに新しい知識を既有知識と結び付けていくかが重要である。ところが実際に、生徒が試験勉強のため、ノートに内容をまとめている姿を見ると、ただノートを写し直していることが多く、効果的な方略の使用を行っているとはいえないのである。では、なぜ効果的な方略を使用できないのだろうか。効果的な方略の使用を促すにはどのような援助や働きかけが必要なのか。そのような疑問に答えるため、今回は近年様々な領域でその効果が確かめられている「自己説明」を取り上げ、その活用法を提案することを目的とする。

自己説明とは、新しい情報を理解するために自分自身に説明を行うという行為を指し、自己説明を行うことによって、新しい情報ともともと持っていた知識との再構成を行うものである (Chi, 2000)。

Chiらは、人体の循環系についての文章を中学2年生に読ませ、自己説明の効果进行分析した。その結果、自己説明を行った群では事後テストの結果に統制群との有意な差が見られた。さらに、自己説明を行った群の中でも、より多くの説明を行った生徒の正答率が高くなることを示している

(Chi, deLeeuw, & La Vancher, 1994). このように、自分自身に対して頭の中の考えを説明することで学習内容に対する理解が深まるのである。また、生物に限らず、数学 (Neuman & Schwarz, 2000, Renkl, Stark, Gruber, & Mandl, 1998), 物理 (Chi, Bassok, Lewis, Reimann, & Glaser, 1989) などでも自己説明効果が示されている。

なぜ自己説明によって理解が深まるかという議論に対して、Chi はメンタルモデル修正論 (Mental Model Repair Theory: Chi, 2000) を主張している。この理論では、生徒の持つメンタルモデルが重要な役割を果たす。生徒は新しいテキストを読んだとき、自分の持つメンタルモデルと照らし合わせながら情報を構成していくのである。自己説明によってメンタルモデルとテキストの情報とのずれに気づき、ずれを埋めるように推論することで自分の持つメンタルモデルを修正していくのである。

Chi (2000) は、人体の循環系に対して生徒が持つメンタルモデルには図1の6種類が考えられ、学習の初期段階では一重回路 (Single-Loop) モデルを持っている生徒が圧倒的に多いことを示している。一重回路モデルを持っている生徒は、血液の流れが心臓から体中に向かい、また心臓に戻ってくるものだと考えるのである。この一重回路モデルを持っている生徒が、「心臓から肺に血液が流れる」という文章を読んだとする。そもそも自分の持っている循環のモデルがどうなっているかを生徒自身が知っているわけではない。自己説明をすると、自分のメンタルモデルを客観視することができ、そのずれに気づくのである。そして、ずれを埋めるように説明することで、正しいモデル (この場合は二重回路モデル: Double-Loop) に近づいていくのである。自己説明をさせない場合は、新しい情報が自分のメンタルモデルに組み込めないため理解が難しいと考えられている (Chi, 2000)。つまり、ずれに気づくためには、自己説明によって自分の持っているモデルを客観視するという、この客観視する点が重要である。しかし、考えたことを発話させるだけで、自分の持つメンタルモデル

循環系学習での自己説明と図示の効果

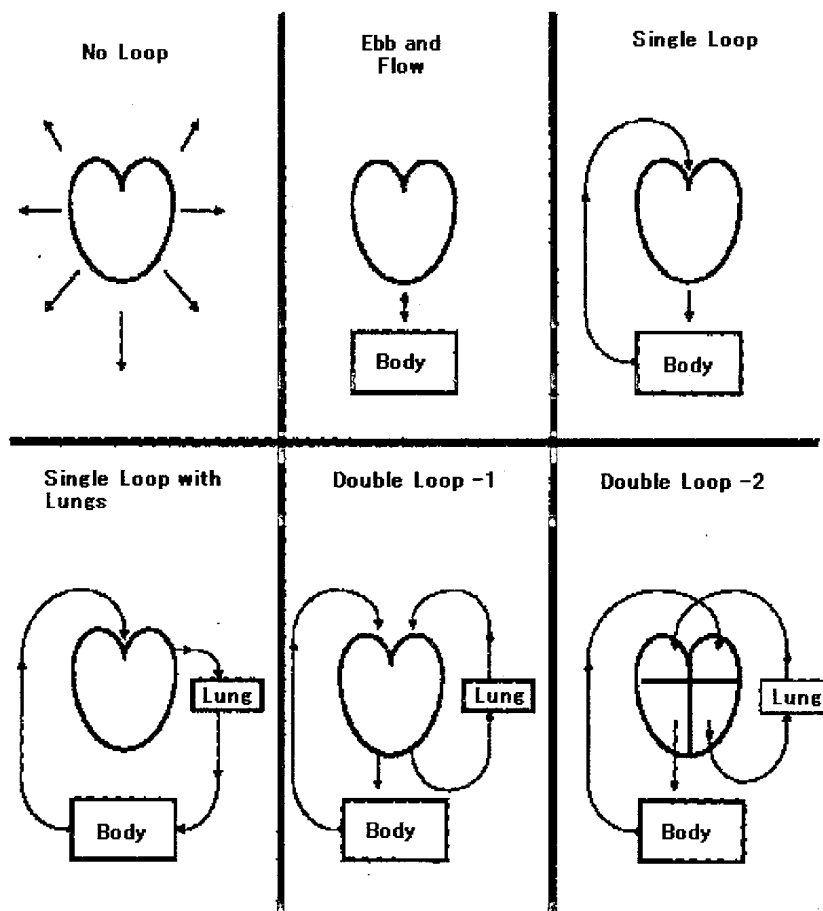


図1 メンタルモデルの例 (Chi, 2000)

を認識し、かつ修正することができるのであろうか。Renklは自己説明させたとしても、効果的でない人は説明することに対して消極的だと述べている (Renkl, 1999)。つまり自己説明を促しても効果的でないときもあるのである。自己説明が効果的な学習方略とはいえ、いかに発話させるかが重要であることがわかる。そこで、本研究では自己説明の定義を以下のように拡張する。自己説明とは自分自身に向かって説明するという行為を指すが、自分自身に向かって説明するという行為は普段なかなか行わない行為であるため、学習者にとって不自然である。そこで本研究では、自己説明を「学習者自身による説明」と広く定義し、被説明者が自己であれ他者であれ、すべて自己説明とする。なぜなら、このように概念を拡張することで、より現実の教育場面に適用しやすくなるとともに、学習者にとっ

てより自然な状態の説明行為が実現できると考えられるからである。自己と他者とで説明者の認知過程が異なるという議論 (Chi, 2000) もあるが、説明させることでメンタルモデルの客観視が重要であることを考えると、自分の知識状態を基に説明する行為をすべて自己説明とみなしても特に問題は無いと思われる。

では、自己説明が効果的な学習方略となるために、どのような働きかけが重要であるのだろうか。自分の持つメンタルモデルを客観視することが必要であるならば、生徒自身に図を描かせることでより直接的にメンタルモデルを意識させればよいと考えられる。Mayerらは、メンタルモデルには学習内容の各要素に対する知識と、それぞれの要素がどのような因果関係で結ばれているかに対する知識の2種類があり、正しくメンタルモデルを構成するためには、その2種類を同時に理解しなければならないと述べ、図を利用することがこの2種類の知識の学習を効率的に進めるために重要であることを示している (Mayer, Mathias, & Wetzell, 2002)。このことから、図を直接図示させることで循環系における各器官の役割や、循環の因果関係を捉えやすくなり、自己説明効果が向上するのではないと思われる。これまでにも自己説明に限らず、図を利用することが学習を促進することは示されているが (Mayer, 2001, Mayer & Moreno, 2002)、本研究では特にメンタルモデルの認知に重点を置くため、図1に挙げた6種類を識別するための図を使用する。

また、これまでの理科教育研究では、学習内容として科学的説明文の読解 (Chi et al., 1994) や、事例学習 (Chi et al., 1989, Neuman et al., 2000, Renkl et al., 1998) などを用いていることが多い。つまり、学習者が個人で学習する場面を扱っているのである。しかし、現実的に生徒が新しく学習する場面を考えると、教室で教師からの説明を受けることの方が一般的だと思われる。教室内での自己説明効果についての研究も行われているが (Alevan & Koedinger, 2002)、講義を聞くという形での自己説明

効果は検証されていない。講義を聞くという形式で自己説明を行う場合、過去の研究と大きく異なるのが講義を聞いてから説明をするまでの時間である。つまり、個別学習場面での自己説明研究は、問題を解きながら、あるいは説明文を読みながら自由に発話ができるのだが、一斉授業で行う場合は、ある程度まとまった内容を教師から聞き、その後でまとめて自己説明するという形になるのである。そのような講義場面での自己説明効果が示せれば、自己説明を教室で活用するための一つの指針となるはずである。

そこで、本研究では循環系の仕組みを学習内容とし、自己説明に図示を組み込みその効果を検証することを目的とする。また、一斉授業の形態に合わせるため、循環系の仕組みについての授業を講師が行い、その後で自己説明するという形式で行った。講義に必要な図は講師が黒板に描くため、過去に行われているような図を見ることのみで純粋な効果はすべての群で等しいと考えられる。

また、過去の自己説明研究は、口頭による自己説明を促してきた (Chi et al., 1994, Chi et al., 1989, Neuman et al., 2000, Renkl et al., 1998)。しかし、口頭で説明を求めるのは、多数の生徒がいる一斉授業場面に適した方法とはいえない。一斉に自己説明を行うためには、筆記による自己説明の効果を検証する必要がある。そのため、本研究の自己説明は筆記によるものとし、その効果を検証することも目的とした。

II. 実験方法

1. 被験者と材料

神奈川県内公立中学校に通う中学2年生42名(男子16名、女子26名)。被験者を3つの群に分け、それぞれ説明+図群・説明群・統制群とした。それぞれ説明+図群13名(男6名、女7名)、説明群16名(男5名、女11名)、統制群13名(男6名、女7名)であった。各群の人数に

ばらつきがあるのは、全セッションのうち、一度でも欠席したものは除いているからである。実験と同時期に行われた学力診断テスト（英・数・国）の結果で3群間の学力を比較したが、有意差は認められなかった ($F(2, 39) = .118, p > .05$)。材料には、Chiら(1994)と同様に人体の循環系を扱った。実験の始まる段階で、すべての生徒が人体の分野を未学習であった。

2. 手続き

実験は、事前テスト、授業、事後テストの3つのセッションで行った。

まず事前テストとして、被験者全員に人体に関する言葉について知っていることを答えさせる問題（語彙問題）のみを行った。

事前テストをした2日後に授業を開始した。計3回の授業を一日置きに行い、それぞれの授業時間は50分であった。授業は、15分間人体についての内容を講義し、その後10分間生徒に作業させるというものを2回繰り返した。つまり3回の授業で6回の講義と6回の作業を行った。

3群の受ける授業内容は①細胞の呼吸、②心臓のつくり、③血管のはたらき、④循環のしくみ、⑤血液の種類、⑥からだ全体の循環のしくみ、の全6回である。各群で授業内容は同じであるが、作業内容が次のように異なっている。

『説明+図群』

用意された紙に図を記入し、その後質問に答える形で自己説明をさせた。図は、真っ白な紙に図を描くよりも、適切なサポートのある方が効果的であることから (Meter, 2001)、自由に図示させるのではなく、あらかじめ用意したからだの図に、血液がどのように流れるかを矢印で記入させるものとした。先述した図のみの効果が出ないようにするため、毎回同じ図に矢印のみを記入させた。矢印のみを記入することで、図1に示したメンタルモデルを識別できるからである。

自己説明は紙に説明を記入させる方法で行ったが、より自然な説明ができるように、生徒には小学生に教えるつもりで記入しなさいと教示した。質問は、直前の講義の中心となる概念を問うものとした。例えば、③血管のはたらきの授業直後には「動脈と静脈の違いを説明しなさい」というものである。なお、説明の際黒板内容をノートに写したものを参考にしてもよいと教示した。

『説明群』

説明+図群で用いたものから図を記入するという作業のみを省いた。

『統制群』

作業時間をそろえるため、板書内容と同様の内容について穴埋め式の小テストを用意し、それに答えさせた。正解不正解のフィードバックは与えなかった。

授業終了後2日後に事後テストを行った。事後テストでは、事前テストで用いた語彙問題と、理解度を測るための理解度問題を50分で行った。

3. テスト

語彙問題、理解度問題ともに、Chiら(1994)のテストを基に筆者が編集したものを使用した。

語彙問題は、循環系の機能を理解するために必要だと思われる言葉についての知識を問う問題である。Chiら(1994)で使用した語彙問題(21題)から、今回の授業内容では答えられないと判断したものは削除し、不足していると思われるものを加えた計15題の記述式テストである。記述式であるため、ある程度理解を伴う問題であるとも考えられる。しかし、単語を提示しその役割を答えさせる問題であり、それぞれの問題は何をしているかを授業で触れているため、すべて語彙問題とした。

Chiら(1994)は、理解度を測定するために計64題の記述式テストを実

施している。しかし 64 題解答することは、問題を解く被験者に大きな負荷と時間をかけることになる。そこで、今回の授業内容で答えられる問題を 17 題に絞り込み、さらに筆者が 3 題付け加えた計 20 題の理解度問題を作成した。理解度問題とは、授業内で答えとなるものを直接的に講義していないため、内容を理解できないと答えることができない問題である。

採点は筆者と学習塾で理科の講師をしているものの 2 名で行った。語彙問題は各 2 点とした。しかし記述式であるため、より具体的に言葉を付け加えたもの (8 題) に対して 1 点加点した。例えば、血液のはたらきを答えなさいという問題に対して、答え方は様々考えられる。中学 2 年生で学習する内容から考えると、酸素、二酸化炭素、養分、不要物の 4 つを運ぶという解答が最も良い。そのため、4 つのうち 1 つのみ答えた場合は 1 点、2 つ答えた場合は 2 点、それ以上であれば 3 点とした。全 15 題で計 38 点満点である。理解度問題も語彙問題と同様に、解答が複数考えられるため各 2 点で採点し、全 20 題で 40 点満点である。例えば、肺静脈 (実際には肺から心臓に戻る血管) には弁がないがそれはなぜかという問題に対して、逆流しないからは 1 点、肺から心臓は近いので逆流の心配がないであれば 2 点とした。語彙問題、理解度問題ともに 2 名の一致率はそれぞれ 94.7%, 93.3%, 94.3% であった。

III. 結果と考察

事前テスト、事後テストで行った語彙問題 (満点 38 点)、理解度問題 (満点 40 点) の成績を表 1 に示す。

各群間の平均を一元配置の分散分析により比較した。事前テストでは 3 群間に有意な差は見られなかった ($F(2, 39) = 1.40, p > .05$)。しかし、事後テストでは語彙問題、理解度問題ともに有意な差が見られた (語彙: $F(2, 39) = 4.46, p < .05$, 理解: $F(2, 39) = 7.42, p < .05$)。Tukey の多重比較を行ったところ、語彙問題では説明+図群と説明群との間に有意な差が見ら

循環系学習での自己説明と図示の効果

表1 事前テスト, 事後テストの平均と標準偏差

群	人数	語彙 (事前)	語彙 (事後)	理解度問題
		平均 (SD)	平均 (SD)	平均 (SD)
説明+図	13	5.38 (3.37)	21.8 (6.15) ^{a*}	24.5 (5.90) ^{b*}
説明	16	3.50 (2.50)	14.4 (4.83) ^a	17.5 (4.07) ^b
統制	13	4.85 (3.18)	17.2 (8.62)	18.2 (5.71) ^b

* $p < .05$, a, b は各問題で有意差のあった群

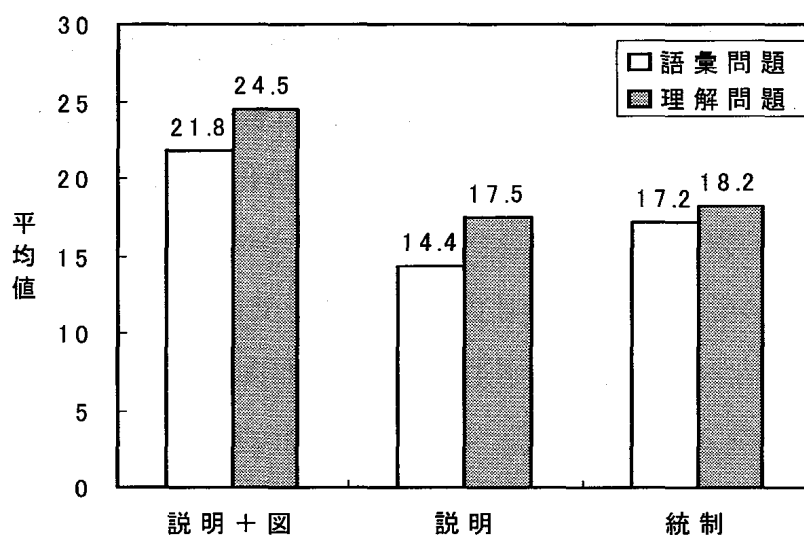


図2 事後テストでの成績

れ, 統制群との間に差は見られなかった. 理解度問題では説明+図群とその他2群との間に有意な差が見られた. 説明群と統制群との間には有意な差は見られなかった. その結果を図2に示す.

事前テストの語彙問題の成績では, 3群間に有意な差がなかったことから, どの群の生徒も実験を行う前の段階では人体の循環系の仕組みについての知識には差がなかったといえる. さらに平均点が38点満点で3点台から5点台とかなり低いため, 事前の知識はほとんどなかったと考えられる.

事後テストの結果, 語彙問題・理解度問題ともに有意差が出た. 表1, 図2を見ても分かるように, 説明+図群のみ成績がよくなる傾向がある

ことがわかる。説明+図群と説明群の間で成績に差が出てしまったのは、図示したことの効果であると考えられる。図示は血液の流れを記入するのみであるが、語彙問題の結果にも影響を与えてしまったことがわかる。語彙問題は記述式であるため、用語を記憶しているだけでは答えることができない。それぞれの器官の役割を覚えなければならない。説明+図群は血液の流れを記入することで、各器官の役割を常に考えることができたために記憶成績が向上したのではないかと考えられる。つまり、血管だけを習っているときにも図示するときには常に心臓など他の器官を考慮に入れなければならないことが影響したと考えられる。

また、説明群と統制群の成績を比較すると、有意差こそ出なかったが統制群のほうがよくなっている。このことは、過去に示されているような自己説明の効果が出ないことを示している。効果が出ないことの原因は、説明群の生徒が黒板に書かれたものをそのまま書いてしまっていることだと思われる。授業前には、「誰かに教えるつもりで説明しなさい」と教示しているが、実際には講義の要点をまとめるような形で書き写してしまうのである。邑本は文章を要約させると、大学生であっても文章をそのまま書き写してしまうことを示しているが（邑本，1992），今回は中学生に対して紙に説明を書かせるという方法で行ったため、説明することが難しかったといえる。例えば、図3は説明群の自己説明文である。この生徒は心臓についての自己説明を行っているが、ここで書かれている内容は、黒板に先生が説明した内容とほとんど同じである。ノートを参考にしても良いと教示しているため、自分の頭の中で何も考えなくても書けるのである。図3の説明のうち黒板に書いてなかった内容は、「左右は自分から見た位置」と「回路」という部分だけである。

一方、小テストを行った群は同じ心臓についての内容であれば、「心臓の上の部屋を〔ア〕という」「〔ア〕の部屋は血液が〔イ〕する部屋である」のような穴埋め問題を答えなければならないため、その用

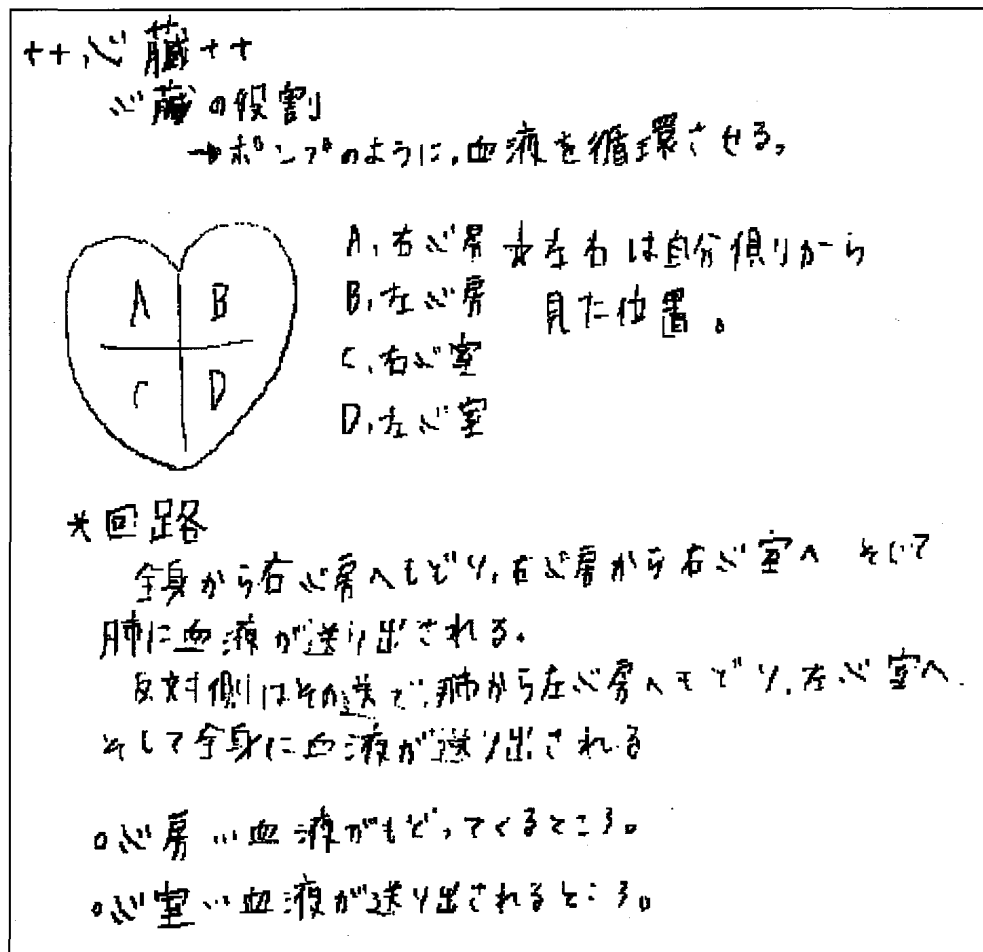
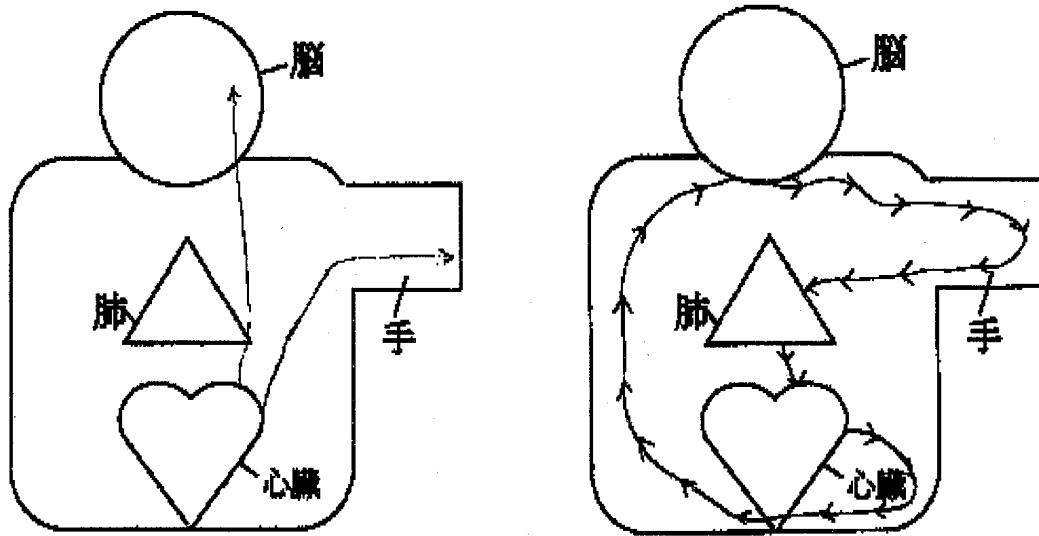


図3 生徒の行った自己説明の例

語を覚えないと答えられない形になっている。この違いが特に語彙問題での成績の差になったことが考えられる。

語彙問題は自由記述問題だったため、単純な課題というわけではなかったといえる。1つの言葉についてわかることを自由に表現するには、多くの知識や技能を必要とするものである。今回の語彙問題が言葉の意味を提示し、それが何の説明をしているのかを単語で答えさせる、あるいは選択させるというような課題であれば結果がどうなったかはわからないが、それは今回の実験では明らかにできなかったといえる。

理解度問題では、説明+図群の生徒のみ成績が高いという結果が得られた。実際に自己説明に図示を加えることが、事後テストの成績に表れたと



循環無しモデル (2)

一重回路モデル (9)

図4 1回目に描いた図 (括弧は人数: 13人中)

いえる。では、図示することが自己説明を効果的なものとしたのであろうか。説明群と統制群では差が出ていないことから、説明+図群の成績が良かったのは図示したことのみが関係しているとも考えられる。他の2群にほとんど差が出ていないことから、図示のみの効果を実験すべきであった。しかし、説明+図群の生徒が記入した図を見ると、2回目の授業ですでに正しい二重回路モデルを描いているのである。例えば、図4は説明+図群の生徒が、1回目の授業後に描いた図である。1回目の内容は、「細胞の呼吸」であり、特に血液の循環については習っていない。つまり、1回目に描いた図がもともと生徒の持っているメンタルモデルであると考えられる。Chi (2000) の述べるように、13人中11人もの生徒が誤ったモデルである一重回路モデルか、循環無し (No Loop) モデルを持っていることがわかる。しかし、2回目の授業で「心臓のつくり」を習ってから描いた図が図5である。2回目が終わったところで、ほとんどの生徒 (10人/13人中) が正しい二重回路モデルとなり、その生徒は残りの4回すべて同じ図を描き続けるという結果となった。つまり生徒は

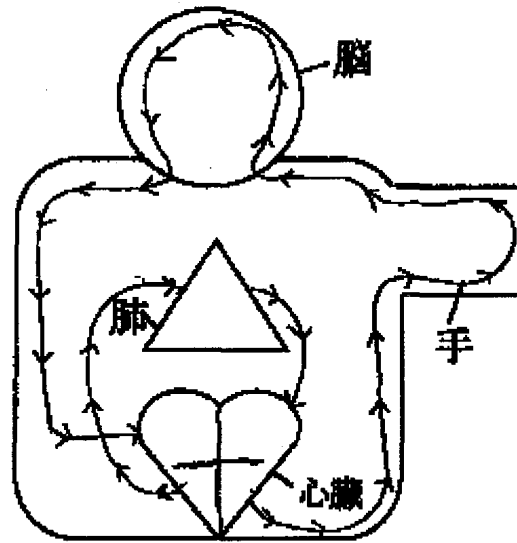
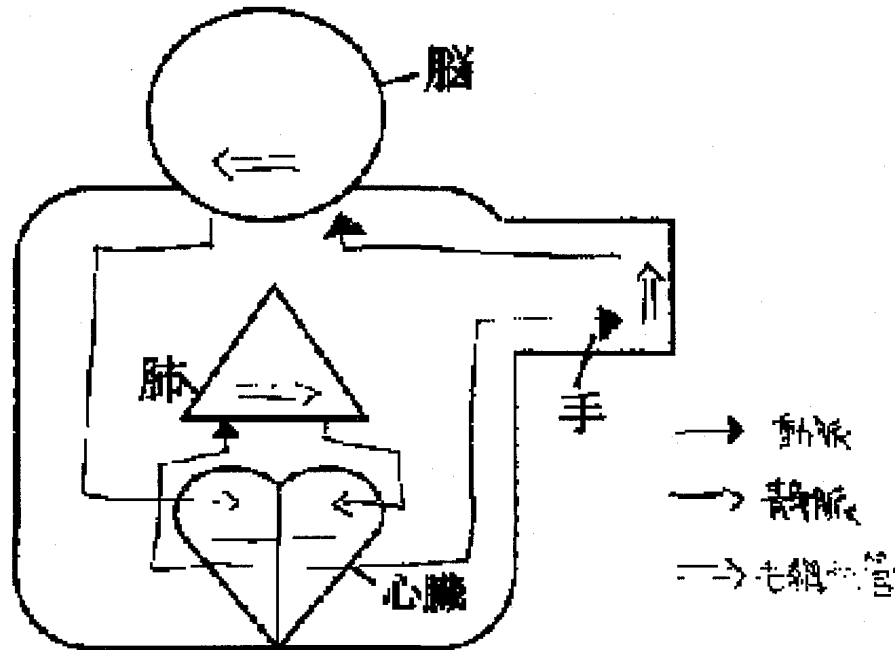


図5 2回目に描いた図(10人)

初回以外すべて同じ図を見ながら自己説明をするわけである。毎回、異なる図を提示されているのであれば、図示のみ効果が影響することも考えられるが、同じ図に記入することが結果に大きく影響しているとはいえない。むしろ、本研究の目的でもあるメンタルモデルの客観視が常に実現できた結果だと考えられる。

授業の内容は毎回異なっているため、人体の循環系を体系的に理解するには、それぞれの授業のつながりを理解する必要がある。説明+図群の生徒は、直前の講義内容を説明する際、自分の記入した全体図を毎回見ることによって、そのつながりを意識することができたのではないかと。先述のMayerら(2002)に従えば、毎回の授業は各要素の知識に対応し、図示しながら説明することで要素間のつながりを学習できたと考えられる。

また、説明+図群の生徒は説明を記入する部分の上に全体の図を見ることができると、説明内容の中に黒板どおりの図を写すことが少なかった。全6回のうち、3回は黒板に図を描いて講義を行っているが、説明群の生徒は、平均して2.5回は同じ図を用いて説明を行っている。一方、説明+図群の生徒で、黒板と同じ図を描いて説明をしているものは一人もいなかった。つまり、毎回同じ血液の流れを記入しているが、その図を利用



動脈は心室につながっていて脈はくがある。
 静脈は心房につながっていて弁がある。
 動脈のうち肺から出るのは肺動脈(右心室)全身から出るのは
 大動脈(左心室)という。
 静脈のうち肺から出るのは肺静脈(左心房)全身から出るのは
 大静脈(右心房)という。
 血液は動脈→毛細血管→静脈に流れる

図 6 説明+図群の生徒が行った自己説明

して説明することだけを考えればよかったのである。また、その3回以外にも自分の記入した矢印の中にさらに説明を加えるというやり方(図6参照)をする生徒も存在し、常に全体を捉えた学習ができたことが示唆される。Chiら(1994)は、説明が多いほど理解が深まること示しているが、説明+図群の生徒は、黒板に描かれた図を書き写すのではなく、全体の図を利用して自分で説明の推論をしているといえる。このことが成績を向上させたと考えられる。さらに、このことは伊東(2004)の述べる外部記憶

装置として図がはたらいた結果だといえる。本研究では、図を直接記入させることで、生徒自身の持っているメンタルモデルを直接的に客観視させることが目的であった。しかし、それと同時に図を記入することが作業記憶の負荷軽減に役立ったともいえるのである。つまり、従来の自己説明研究では、発話することでメンタルモデルの客観視を行い、同時進行でその修正を行うわけであるが、それはすべて頭の中で行わなければならない。例えば循環系の学習を行う場合であれば、常に全体像を頭にイメージしながら新しい情報をその中に取り込んでいくという作業が必要である。図示群は、全体像をイメージするという作業が図示することで必要とならないため、各要素の学習と要素間の因果関係を捉えやすくなったと考えられる。

ところで、今回は過去の研究とは異なり、自己説明を紙に記入させるという方法で行った。多数の生徒が同時に自己説明を活用することを狙ったわけだが、紙に説明を書くという行為には、口頭での説明と認知的に異なる面がある。先に述べた外部記憶装置としての筆記の役割は大きな利点の一つとして挙げられる。しかし、逆に短所も挙げられる。Hayesらは、書くときの認知モデルを検討し、何かを書くには「計画」「翻訳」「推敲」の3段階が存在すると述べている(Hayes & Flower, 1980)。紙に書くときには、書いたものがそのまま残ってしまうため、特に「翻訳」の段階が重要になる。口頭での説明と異なり、何でも思いついた順に記入することができないのである。口頭での説明と比較して、筆記での説明は書くという作業自体に必要以上に負荷がかかってしまうのである。このことが、筆記による説明に制限をかけてしまった可能性は否定できない。

実際に紙に記入するとなると、ノートをまとめかのように要点をまとめてしまう生徒は多数発生した。「誰かに説明するように」という教示をしていたとはいえ、説明を文章で書くという行為が生徒にとって大きな負荷となってしまったといえる。このことが、説明群で効果が出なかった原因

だと考えられる。理解したことを自由に出力してみることで、より深い理解へとつながるのが自己説明の中心的考え方であるが、紙に記入することが自由に出力することに制限を与えてしまったといえる。説明のみに集中させるためにも、今回のように血液の流れを図示させるという方法が活用できると思われる。

IV. 結 論

本研究では、特に一斉授業での学習場面で自己説明を活用するための方法を提案することを目的とした。Chi (2000) の主張するメンタルモデル修正論に着目し、生徒の持つメンタルモデルを生徒自身が容易に客観視できるように、血液の流れを記入させる方法を用いた。結果として、図示させる群のみの成績が向上した。図示させたことで、黒板をそのまま写す行為が減少し、説明することに意識を集中させることができたといえる。また、常に全体イメージを捉えることで、循環系の仕組みに関連する器官のつながりをつかむ手助けになったと思われる。

説明のみの群では自己説明効果は出なかった。このことはとにかく自己説明をさせれば効果的であるわけではないことを示している。自己説明の効果調べた過去の研究は数多くあるが、論文発表されているものは自己説明を行うことで成績が向上するというものばかりであり、実際には結果が出ないものも数多くあるはずである。自己説明を強制しても説明を多く行わない生徒も存在し (Chi, 1994, Renkl, 1999), 説明を行ったとしても、今回のように黒板をそのまま写すだけで終わってしまうのである。自己説明の効果を発揮するためにも、生徒が自分自身で説明に集中できる環境作りが必要である。例えば、本研究のように循環系の仕組みを学ぶ際に、全体像を常に視覚化させる方法は1つの例になるであろう。

今回は、人体の循環系を学習内容としたが、この他にも同様の結果が得られる分野もあるはずである。毎回の授業は細切れになってしまうため、

全体のイメージを捉えづらいという分野に、今回の方法が活用できると考えられる。

また、小テストを行っても自己説明だけをさせても、そして自己説明に図を加えても、すべて同じ授業時間で行ったことは重要なことである。同じ時間内で説明+図群の成績が有意に高かったという今回の結果は、授業時間が減少している学校教育場面において示唆を与える結果になったはずである。もちろん、学校教育で行うカリキュラム全てに今回の方法が適用できるわけではない。図示させる方法も、テーマが人体の循環系だからこそできた方法であったかもしれない。しかし、教育する側が方法を練ることで理解度に影響を与えることは間違いのない事実であり、それを模索していくことが重要である。

引用文献

- Aleven, V. A. W. M. M., & Koedinger, K. R.: An effective metacognitive strategy: learning by doing and explaining with a computer-based Cognitive Tutor, *Cognitive Science*, **26**, 147-179 (2002)
- Chi, M. T. H.: Self-explaining expository texts: the dual processes of generating inferences and repairing mental models. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology* (pp. 161-238). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc (2000)
- Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R.: Self-explanations: how students and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, **13**, 145-182 (1989)
- Chi, M. T. H., de Leeuw, N., Chiu, M. H., & LaVancher, C.: Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, **18**, 439-477 (1994)
- Graesser, A. C., Leon, J. A., & Otero, J.: Introduction to the psychology of science text comprehension. In J. Otero, J. A. León, & A. C. Graesser (Eds.), *The Psychology of Science Text Comprehension*, 1-15 (2002)
- Hayes, J. R., & Flower, L.: Identifying the organization of writing processes. In L. W. Gregg and E. R. Steinberg (Eds.), *Cognitive Processes in Writing*

- ing, Erlbaum. (1980)
- 伊東昌子: 筆記説明が構成的学習に与える影響 風間書房 (2004)
- Mayer, R. E.: Multimedia learning. Cambridge University Press. (2001)
- Mayer, R. E., Mathias, A., & Wetzell, K. Fostering: Understanding of multimedia messages through pre-training: evidence for a two-stage theory of mental model construction. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, Vol. 8, No. 3, 147-154 (2002)
- Mayer, R. E., & Moreno, R.: Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, **12**, 107-119 (2002)
- Meter, P. V.: Drawing construction as a strategy for learning from text. *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 93, No. 1, 129-140 (2001)
- 邑本俊亮: 要約文章の多様性 教育心理学研究, **40**, 213-223 (1992)
- Neuman, Y., & Schwarz, B.: Substituting one mystery for another: the role of self-explanations in solving algebra word problems. *Learning and Instruction*, **10**, 203-220 (2000)
- Renkl, A.: Learning mathematics from worked-out examples: analyzing and fostering self-explanations. *European Journal of Psychology of Education*, Vol. 14, No. 4, 477-488 (1999)
- Renkl, A., Stark, R., Gruber, H., & Mandl, H.: Learning from worked-out examples: the effects of example variability and elicited self-explanations. *Contemporary Educational Psychology*, **23**, 90-108 (1998)