

学習における自己観察の効果に関する研究
～自立的学習を支援するCAIシステムの提案～

伊藤毅志、古郡廷治
電気通信大学情報工学科

本稿では、自立的学習を支援する新しいCAIシステムのための基礎研究について説明する。このシステムは、間接指導と自己観察の二つの指導法を組み込んだシステムである。まず、間接指導と自己説明について説明し、実際の教育実践活動の結果をもとに、さらに考察していく。また、これまで提案してきた間接指導に基づいたCAIシステムについても説明し、自己観察をこのシステムに組み込んだ新しいシステムの全体像を紹介する。

An Effect of Self-Monitoring on Learning Process
- A CAI System for Independent Learning -

Takeshi ITO, Teiji FURUGORI
Department of Computer Science,
The University of Electro-Communications

In this article, we explain the basic research for a new CAI system that support independent learning. This system has two features. One is an indirect instruction, and another is a self-monitoring. We discuss the effect of self-monitoring on the basis of the results of educational activities. We explain the prototype of this system, which includes indirect instructions. In conclusion, we introduce the outline of the new system.

1. まえがき

学習者は、指導者（教師や教育支援システムなど）から与えられた問題だけをこなして、指導された通りに受動的に学習するのではなく、指導者から自立して自力で学習することができれば、それに越したことはない。実際の学習場面では、学習者は自力で解決し学習する能力を持っていないが、学校や塾や家庭教師などから「教えられ過ぎ」で、自力で解決したり学習したりする機会が奪われている場合がある。このような状態における学習者が抱えている問題は、大別すると以下の2つである。

- ①自力で解決したという実感が持てない。
- ②指導者がいないと学習できない。

前者は、学習者の自己効力感を阻害し、学習意欲の低下につながると考えられ、後者は、学習者の指導者への依存性を高め、自立的学習の妨げになっていると考えられる。

本研究では、上記の2つの問題を解決するために自立的学習を支援する方法として、①に対しては間接指導、②に対しては自己観察（自己説明）に注目して、それぞれに対して考察していく。

我々はこれまで、学習者の学習動機を向上させるための間接指導について研究してきた[1][2]。その中で間接指導自体の難しさ、間接指導の効果などを調べて、間接指導を実現するシステムCHACHA-1を試作した。しかし、学習者が根本的に自力で解けない問題に関しては、間接指導だけでは限界があり、結局直接指導に頼らざるを得なかった。したがって、学習者が自力で解けない問題に関しても、直接指導による受動的な

学習に終わらせることのないような指導方法について考察する必要があると考えた。

我々は、そのような指導を実現する方法として「自己観察」に注目した。「自己観察（自己説明、自己統制など）」とは、自分の行っていることや考えている内容を自分自身でモニターすることである。これは認知心理学の分野において注目されてきている概念で、メタ認知を促進して学習効果の向上が期待できることが報告されている[3][4][5]。

本報告では、まずこれまで行ってきた間接指導の研究を紹介する。そして、自己観察に関する教育実践活動の結果を報告して考察する。さらに、これらの知見に基づいたCAIシステムの骨子を紹介する。

2. 間接指導の調査

我々は認知カウンセリングという教育実践活動に参加して、実際の教育という場面での間接指導のデータを集めた。実験的な環境ではなく、実際の教育活動の中で間接指導を実践して調査報告した例はきわめて少なく、間接指導の性質に関して、幾つかの有益な結果を得た。

2.1 認知カウンセリングとは

認知カウンセリングは、市川が提唱する教育実践活動で、「教育心理学や認知科学の知見を教育の実践に生かし、さらに実践経験を通じて教育理論や認知理論研究へ役立てる」ことを目的としている[6]。

認知カウンセリングでは、毎年夏休みを利用して、「学習相談」という形式で、学習上で困難を感じている生徒（小学生～高

校生)を募集して相談に応じている。そして、カウンセラーがクライアント*1と一緒に、学習上の悩みを解決していくという教育実践活動を行っている。

2. 2 目的

間接指導が、実際の指導場面でどのような効果をもたらすのか、また、どのような問題を持っているのかを調査するために、認知カウンセリングという実践教育活動に2年に渡って参加して、間接指導を実践した。

2. 3 方法

2年に渡って、間接指導の実践を行った。

<初年度>

クライアントは、中学校3年生の女子で、幾何の証明問題が苦手な理由で学習相談に訪れていた。カウンセラーは、本学4年生で、間接指導を実践することによって、間接指導に対する考察を深めるという目的で認知カウンセリングに臨んだ。期間は、1994年夏休みの5日間×2時間、計10時間行った。クライアントとカウンセラーのやりとりは、テープレコーダーを用いて録音し、客観的な記録として分析できるようにした。

カウンセリングに先だって、カウンセラーはクライアントとの面接を行った。クライアントは、大学付属の私立中学の3年生

で、自分では、成績が悪く、学習意欲が持たず、高校への進学も危ういと考えているようであった。勉強は嫌いだが、やらねばならないという状況にあるようだった。「勉強はめんどくさい」というのが口癖になっていて、とにかく勉強への意欲が感じられなかった。しかし実際に、カウンセリングを進めてみると、基礎的な問題に関してはすらすらと解いた。成績も、最初の面接で言っていたほど深刻な状況ではなく、むしろ親が危機感を持っていて、勉強を無理にやらせようとしている状態であった。その結果、余計勉強が嫌いになり成績が伸び悩むという悪循環に陥っているようであった。

本人の希望通り、幾何の証明問題(特に円を用いたもの)を中心に学習相談に応じた。指導方針としては、できる限り直接的な指導は避け、本人に考えさせて気づかせる「間接指導」に徹するようにして、学習意欲への効果を見ることにした。どうしても自力解答が出来そうにない時に限って、「直接指導」へと切り替えた。

<2年目>

クライアントは、高校1年生の女子で、式の証明問題、特に不等式の証明問題の解決に困難を感じていた。カウンセラーは、初年度とは別の本学4年生で、間接指導の実践データを集める目的で認知カウンセリングに臨んだ。期間は、1995年夏休み

*1認知カウンセリングでは、「教師-学習者」という上下関係ではなく、「カウンセラー-クライアント」という対等な関係で学習相談に応じている。以下では、認知カウンセリングにおける学習者は「クライアント」と呼び、学習者一般を指すときには、「学習者」と呼んで区別することにする。

の8日間（初回面接を除く）×約1時間半、計約12時間行った。クライアントとカウンセラーのやりとりは、テープレコーダーを用いて録音し、客観的な記録として分析できるようにした。

カウンセリングに先だって、カウンセラーはクライアントとの初回面接を行った。クライアントは、運動部の活動で毎日汗を流す活発な女子高生で、比較的学習意欲はありながら、なかなか勉強に時間を使えないとのことだった。理解力もあり、成績も中の上程度であるが、独力での勉強が身についておらず、試験前のようなせっぱ詰まった時以外は殆ど勉強しないとのことだった。参考書も持ってなかったなので、即買って、その参考書に沿ってカウンセリングを行った。

本人の希望通り、数式の証明問題を中心に学習相談に応じた。指導方針は、初年度と同じで、できる限り「間接指導」に徹するようにした。

2.4 経過及び結果

2年とも、どのような指導を行ったのかを分類すると以下の4つ大別できた。表1は、その内訳を表にまとめたものである。（初年度－5日間全38問、2年目－8日間全53問）

指導方法	初年度	2年目
自力解答	17	21
間接指導	12	10
つまづき箇所指定	7	14
完全な直接指導	2	8

表1 指導方法に対する問題数の内訳

（1）自力解答

指導らしい指導をせずに、自力で解答までたどり着けたもの。

（2）間接指導

つまづいたが、そのつまづきの箇所は特定せずに、証明問題の基本的な考え方や一般的な方針を話すうちに、自分で解決法に気づいたもの。

（3）つまづき箇所指定

カウンセラーがつまづいている箇所だけを特定して、ヒントを教えることによって解決したもの。

（4）直接指導

クライアントが完全に解決を諦めてしまって、カウンセラーが解法を指導したもの。

二人の学力にも扱った問題にも差があるが、表1を見て分かるように、思った以上に「自力解答」と「間接指導」によって、問題解決が出来るということが分かった。

初年度と2年目のクライアントのカウンセリングを通しての行動変化は次の通りであった。

<初年度>

最初の2回ぐらいは、なかなか解答を教えてくれないカウンセラーに苛立ちを感じているようだった。カウンセラーは粘り強く「過程を考えることの重要性」を説明して間接指導を続けた結果、クライアントは徐々に粘り強く問題に取り組むようになった。

<2年目>

式の証明は、式の変形のテクニックを知らないと解けない問題が多く、間接指導に馴染みにくい問題であった。やむを得ず直接指導をした問題もあった。これに対する

カウンセラーの工夫として、まず例題に関して直接指導を十分に行って、学習者に解決のための十分な知識を与えておいてから、課題を与えて間接指導を行うという手法を取り入れた。このカウンセリングの学習者は元々学習意欲は感じられたが、間接指導を通して、さらに粘り強く問題に取り組む姿勢が見られるようになった。

2.5 考察

(教師依存的性質について)

与えた問題自体が易しかったこともあるが、自力解答が予想以上に多かった。これらの問題でも、「直接指導や直接的ヒントをクライアントに示しそうになるのをかなり我慢した」とのカウンセラーの感想があった。学習相談では、「教師-学習者」のような関係ではなかったが、学習者にとって、側にいるカウンセラーは、「解法や誤りを指摘してくれる人」という期待(教師依存傾向)を持ちがちであった。この期待を裏切って、間接指導を貫くことは、カウンセラーにとってかなりの忍耐が要求された。しかし、それでも間接指導を続けることで、クライアントはすぐにカウンセラーに答えや解き方を尋ねるようなことはなくなり、自力での解答を目指そうとした。

教師は、元々必要な時に必要な知識を先回りして学習者に教える能力を持っているが、それを多用すると学習者は教師に対する依存的性質を強めてしまう。このようなしどろは極力避け、間接指導に専念することによって、かなり教師依存的傾向を解消することができた。

(間接指導の難しさ)

間接指導は、学習者にとっては教師への

期待感に反する行為というだけでなく、学習者が十分な知識を有していない場合には、それだけでは解決に至ることのできない不十分な指導であると言える。

2年目の学習では、扱った分野が「式の証明」だったこともあり、カウンセラーの工夫によって、関連する問題(例題)を先に直接指導することによってこの問題の解決を試みたが、これでは、折角の教師依存性の解消とは相反する。必要な知識を自力で学習する方法を考える必要がある。

3. 自己観察の調査

間接指導だけでは不備であった自己学習を補うものとして、我々は自己観察に注目した。学習者が解けない問題に対して、模範解答を見せて、独力で理解する過程を体験させるために、学習者に自己観察を促した。学習者にどのような変化が現れるかを認知カウンセリングの結果を通して観察していく。

3.1 目的

実際の指導場面で、自己説明を促した場合、学習者の認知過程はどのように変化するか?を調べるために、認知カウンセリングの実践教育活動に参加した。

3.2 方法

クライアントは、間接指導の2年目で学習相談をした高校2年生の女子で、確率とベクトルの2つの分野に関する学習不安を抱いていた。カウンセラーは、著者である伊藤が行った。期間は、1996年夏休みの9日間×約2時間、合計約18時間行っ

た。クライアントとカウンセラーのやりとりは、テープレコーダーを用いて録音し、客観的な記録として分析できるようにした。

カウンセリングに先だて、カウンセラーはクライアントとの初回面接を行った。運動部の活動は相変わらずで、夏休みも練習に試合に忙しい様子だった。昨年の学習相談の影響からか参考書は用意していて、多少なりとも自己学習しようとする姿勢は見られたが、実際には殆ど参考書は手つかずの状態だった。

本人の希望通り、確率（場合の数）を中心に学習相談に応じた。指導方針は、自力解決できそうな問題に関しては間接指導を心がけるとともに、解決中、思考中に考えていることや困っていることを口に出させて、自分の状態を自己観察させるようにしむけることにした。自力解決できない問題に関しては、カウンセラーが解法を示すのではなく、参考書の模範解答を見せて、自力で理解するように努めさせた。さらに、問題終了後（解けても解けなくても）、自分の解答と模範解答を比較の上、説明させた。

3.3 結果及び考察

解けない問題を長時間考えさせることがないので、学習者は比較的スムーズに指導を受け入れた。ただ、自分の解答を説明したり、模範答案を説明するような経験が今までなかった様子で、最初はノートや参考書の棒読みする程度だった。カウンセラーが「ポイントは？」とか「何か分かったことは？」などと促してやることによって、徐々に自分の言葉で説明を試みようとしていた。

一般に上手く説明できる内容は、よく理解している内容である傾向があり、理解度と説明力の間には相関関係があることが認められた。逆に説明が上手くできない問題は、理解されていない問題の場合が多かった。説明をする前は「わかった！」と言っていたのに、説明を促すと説明できずに、理解していないことがクライアントに認識されることもあった。しかし、理解はしていても、説明技能がないために上手く説明できない場合もあった。クライアントは、説明すること自体に9日間の学習相談で徐々に慣れてきたが、十分な説明技能が身に付いたとは言えなかった。説明技能に関して特別な訓練を行う必要があるのかも知れない。

また、説明できない場合には、単に促すだけでは説明するようにはならなかった。クライアントは、説明するためには自分なりに解釈しなければならず、解釈のために沈黙の時間（約1分～数分）を必要とした。この間にクライアントは自分なりの解釈をして、それを言語化するというプロセスを踏んでいた。カウンセラーは、説明を促すよりも、クライアントの理解（解釈）を促すような指導が必要であろう。

4. 自立学習支援システム

本システムの目標は、学習者が自立的に学習できる環境を提供することである。本報告では、そのプロトタイプとして、間接指導を実現するシステムであるCHACHA-1というシステムを説明する。さらに、自力が学習する能力を身につけるための自己説明機能を付加したシステムSIL-1 (A System

that Support Learning) も説明する。

4.1 CHACHA-1の概要

CHACHA-1は、UNIXのX-window上に表示され、Prologベースで動作するシステムで、間接指導を「ちゃちゃ」というコメントを投げかけることによって実現している。

CHACHA-1は大きく分けて2つの機能をもっている。一つは、学習者の条件の入力を受けて、その入力の内容を判定して返事を返す機能（以下、「返答」と呼ぶ）であり、もう一つは、学習者の入力に滞った時、考える材料となるコメントを発する機能（以下、「ちゃちゃ」と呼ぶ）である。

CHACHA-1のおおまかな流れは図1のようになる。CHACHA-1を立ち上げると、問題文と問題図が現れ、学習者の入力待ちの状態になる。条件の入力を受けると、図上にその条件を表示するとともに、適切な「返答」を返すようになっていく。一方、タイマーが入力のない時間を計測していて、一定時間が経つと、学習者がつまづいていると判断し、「ちゃちゃ」を投げかけるようになっていく。

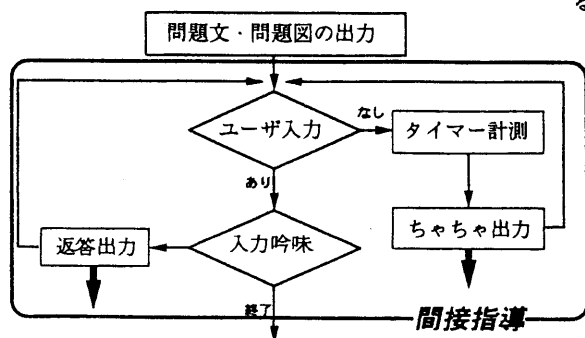


図1 CHACHA-1の処理の流れ

4.2 CHACHA-1の考察

CHACHA-1は、思考の滞った学習者に対して、問題解決に関する「考える材料」を「ちゃちゃ」というコメントを与えるという方法によって思考を活性化させる指導方法を実現している。入力に対して反応するのではなく、入力をしない状態に対してシステムの方から語りかけてくる間接指導法のコンセプトは従来になく、一つの新しい方向性を示していると言えよう。

しかし、学習者が自力では解決できないような場合には、結局のところ直接指導をせざるを得ない。単に直接指導するのではなく、学習者が自己統制下で学習している実感を持たせるようなシステムが必要となる。

4.3 SIL-1の概要

そこで、我々は自己説明機能を持たせた新しいシステムSIL-1を提案する。SIL-1は、従来のCHACHA-1の機能に加えて、①学習者が間接指導を受けながらも自力で解決した場合には、終了後に模範解答と自分の答案に関して自己説明をさせる機能と②自力ではどうしても解決できない問題に遭遇した場合には、模範解答を示して自己説明をさせる機能を付加している（図2参照）。

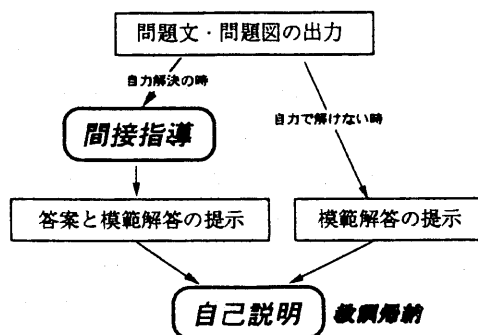


図2 SIL-1の処理の流れ

4.4 SIL-1の考察

この機能をつけ加えたことによって、与えられた解答による直接指導の受け身的な学習に終始せず、能動的な解釈を行うことになる。問題解決後に自分のやったことを反芻させることによって、教訓帰納の効果が期待できる[7]。

コンピュータシステムとしてのSIL-1は、現在Windows上で開発中であるが、学習者の行った自己説明をどう評価するかという点に関しては、現在考慮中である。

5. 今後の課題

認知カウンセリングによる調査では、説明能力の低さが原因で、自己説明による学習効果があまり見られなかった。現在、将棋を題材にした学習において、自己説明の研究を行っているので、そこで、より詳しい効果について考察していく。その結果をもとにして、構築中のシステムの指導アルゴリズムも検討する。

参考文献

[1] 伊藤毅志、古郡廷治：「自立的学習を支援する知的カウンセリングシステム」、日本認知科学会第12回全国大会論文集、pp.116-117、(1995)

[2] 伊藤毅志、古郡廷治：「ロジックパズルにおける学習過程の分類—学習における個人差はなぜ起こるのか?—」、日本認知科学会第13回大会論文集、pp.24-25、(1996)

[3] Schoenfeld, A. : "Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathe-

tics.", In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. Macmillan. (1992)

[4] Scardamalia, M. & Bereiter, C. : "Research on written composition.", In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching*, 3rd ed. Macmillan. (1986)

[5] Bielaczyc, K., Pirolli, P. L. & Brown, A. : "Training in self-explanation and self-regulation strategies: Investigating the effect of knowledge acquisition activities on problem solving", *Cognition and Instruction*, 13, pp.221-252, (1995)

[6] 市川伸一：「学習を支える認知カウンセリング」、ブレーン出版、(1993)

[7] 市川伸一：「実践的認知研究としての認知カウンセリング」、認知科学のフロンティア1、箱田裕司（編）、(1991)