

## 分数計算を指導する知的C A I

1 K-6

## 指導方略とその展開について

渡辺健次 近藤弘樹 大槻説平 竹内章  
佐賀大学 佐賀大学 九州工業大学 九州工業大学

キーワード：知的C A I 分数計算 文脈認識 解法戦略

## 1. はじめに

現在我々は、小学校の分数を習い終わった時点の学習者を対象とした、分数計算を指導する知的C A Iシステムを開発中である[1][2][3]。

本システムの特徴は、学習者に分数計算の過程を入力させ、それにより学習者の用いた解法の文脈を認識し、指導を行うことである。

この特徴を生かして、学習者の意図に沿った指導が可能になり、また細かな計算ステップを指導できるなど、高度個別教育が実現できる。

本稿では本システムの特徴、概要を簡単に紹介した後、文脈認識を生かした、本システムの特徴的な指導方略、そして指導の展開について報告する。

## 2. システムの概要

本システムの構成図を図1に示す。システムの構成は、通常の知的C A Iの例に沿っている。

本システムの教材知識は、解法戦略、解法戦術、個別技術の3階層に分かれて記述されている、という特徴を持つ。つまり、解法戦略は半順序を持つ解法戦術の並びとして、解法戦術は「整数式立式」および「整数式演算」の2つの個別技術より記述されている。これは、我々が実際に計算問題を解く時の思考体系に沿って、階層化されている。つまり、問題に対する全体的な見通し(解法戦略)、それを実現する数学的操作概念(解法戦術)、具体的な数学計算(個別技術)を階層化して教材知識を記述

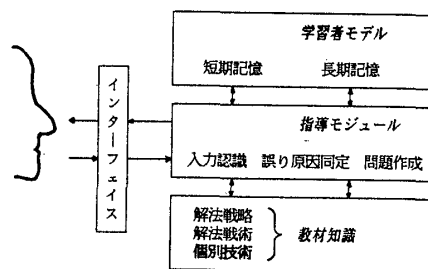


図1 システム構成

している。

本システムのインターフェイスは、操作を通して分数の学習が行えることを実現している。

インターフェイスに入力された学習者の計算式は、教材知識を用いて認識し、学習者モデルに記録される。学習者モデルは、短期記憶と呼ぶ1つの問題についての学習者モデルと、長期記憶と呼ぶすべての問題を通しての学習者モデルの2つにより、構成している。

指導モジュールは学習者モデルと、教材知識を参照して、学習者の状態、理解度、そして学習者の意図に沿った指導方略を計画し、実行する。

## 3. 指導方略

本システムに特徴的な指導方略を示す。

- (1) 計算式の入力を通して、正しい分数式の書き方を学ばせる。
- (2) 解答途中で行き詰まっている学習者に対して、学習者の入力した分数式の文脈を認識することによって、学習者の意図に沿った指導を行う。
- (3) 学習者が誤りを犯した場合、
  - (a) 誤りの存在のみを指摘し、学習者に入力式を見直させ、誤りを発見させ、訂正させる。
  - (b) 学習者の入力中で誤っている部分を直接指摘して、指導する。

(c) 誤りの訂正が終了した段階で、正解と学習者が入力した、誤った式を見比べさせることにより、学習した知識の定着を図る。

(4) 正答の場合でも学習者の解答に冗長な部分があるときは、理解度に応じてそれを指摘し、なくす指導を行う。

#### 4. 指導方略の展開

##### 4.1 指導方略の展開規則

知的C A Iで実現されている指導方略には、直接指導と間接指導がある。本システムでは、学習者自身に誤りを気づかせ、正しい解答に導き、理解させるように間接指導を中心として指導を進める。また、適応指導[4]の概念を取り入れ、図2に示すように指導方略の抽象度を教材知識の階層に応じて設定し(縦の抽象度)、各階層ごとに抽象度を变化させた(横の抽象度)指導方略を、学習者の状態や理解度に応じて柔軟に適用してゆく。

##### 4.2 指導方略の展開例

学習者が図3に示す解答を入力したとする。システムはこれを解析し、第3式に誤りがあることを認識する。学習者が誤りに気づかないとき、システムは「矢印の式は大丈夫かな」と誤りの存在を指摘するヒントを出す。学習者が反応をしないと、「通分の時、分子はそのままでもいいかな」と少し抽象度を下げたヒントを出す。なお学習者が行き詰まっているとき、「分子にも相手の分母をかけようね」と通分の手順を説明する。さらに学習者が誤りの訂正を行わないと、「通分はこのようにしておこなうのですよ。わかったら訂正してごらん」と通分を行ってみせ、学習者の入力を促す。

学習者の理解度に応じて、どの抽象度から指導を開始するかは異なる。

ちなみに、この例は途中で誤りがあるにもかかわらず、最終解答は正解である。式変形過程を入力させることにより、このような誤りに対しても指導を行うことができる。

#### 5. おわりに

現在我々が作成している、分数計算の知

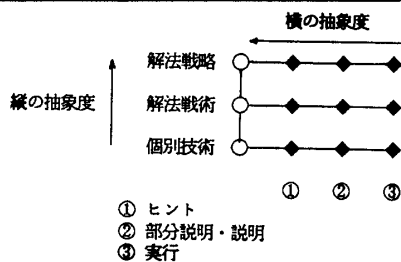


図2 指導方略の抽象度

$$\begin{aligned}
 & 3 \frac{2}{3} - 1 \frac{3}{4} && \text{整数部分引算} \\
 = & 2 \frac{2}{3} - \frac{3}{4} && \text{通分} \\
 = & 2 \frac{2}{12} - \frac{3}{12} && \text{借り} \\
 = & 1 \frac{14}{12} - \frac{3}{12} && \text{同分母分数引算} \\
 = & 1 \frac{11}{12}
 \end{aligned}$$

図3 誤り入力の場合

的C A Iシステムについて、特徴的な指導方略とその展開の例について報告した。

本システムは、現在パーソナルコンピュータをターゲットマシンとして、インプリメント中である。将来的には、分数の総合的な理解システムに発展させることを目標にしている。

本研究は文部省科学技術研究費(試験研究「知的C A Iの実用化に関する研究」課題番号63890012)より、一部援助を受けている。

#### 参考文献

[1] 近藤, 森, 大槻, 新々江, 竹内, 渡辺, 「式変形過程を指導する分数計算の知的C A I」, 電子情報通信学会秋期全国大会(1989年), SA-3-1, P.1-149.

[2] 渡辺, 近藤, 大槻, 竹内, 「分数計算の知的C A I」, 電気関係学会九州支部連合大会(平成元年10月), 736, P.448.

[3] 渡辺, 近藤, 竹内, 大槻, 「文脈認識により式変形を指導する分数計算の知的C A I」, 教育におけるコンピュータ利用の新しい方法シンポジウム, (平成元年12月)

[4] 大槻, 竹内, 「C A Iの新しいインターフェイスに関する研究」, Proc. of 2nd Symposium on Human Interface(1986年), p.455