

分数計算を指導する知的C A I

2C-4

分数の基礎概念と加減算の多重階層世界

渡辺健次 只木進一 近藤弘樹 竹内 章 大槻説乎
佐賀大学 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 教材知識 前提知識 基礎概念

1. はじめに

分数計算が困難になる大きな原因として、分数の基本的な概念を理解していないことがあげられる。概念が定着していないため、計算手続きを正しく使うことができず、誤りを犯してしまうのである。このような学習者に対して分数計算を指導するときには、計算手続きだけでなく、分数の基本的な概念も指導する必要がある。

現在我々は、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][4]。知的C A Iにおいて、問題提示や指導を系統的に行うためには、システムが対象とする教材世界の構造が整理されている必要がある。

これらの要求から、分数計算の世界を多重階層に整理して、分数の概念構造をシステムに導入した。

本稿では本システムの概要を簡単に紹介した後、分数計算の多重階層世界について、そしてそれを用いることの利点を紹介する。

2. システムの概要

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、学習者の解法を認識し、それを指導に生かすことである。これにより(1)入力を通して、分数式の正しい書き方を学ばせる、(2)解答途中で行き詰まった学習者に対して、学習者の意図に沿った指導を行う、(3)誤りを犯した学習者に、自分で誤りを発見させる、(4)誤っている部分を指摘して、指導を行う、(5)誤った解答と正答を比較させる事により、学習した知識の定着を図らせる、(6)冗長な解答の場合には、それをなくす指導を行う、(7)別解の指導を行う、などの特徴的な指導方略が実現できる。

ITS:recognizing context and guiding reduction processes for fraction calculation

- Fundamentals of fraction and the hierarchy of fraction calculation -

Kenzi WATANABE, Shin-ichi TADAKI and Hiroki KONDO, Saga Univ.

Akira TAKEUCHI and Setsuko OTSUKI, Kyushu I.T.

問題の形

↓

操作概念

↓

基礎概念

図1：分数加減算の多重階層世界
多重階層世界は問題の形、操作概念、基礎概念の3層からなる。操作概念はシステムに明示的に記述される知識であり、基礎概念は学習者によって既に獲得されているべき概念である。

学習者がシステムと直接対話を行うインターフェイスは、学習者の“ノート”と教師の“黒板”をイメージして作られており、軽快に操作でき、かつ分かりやすい表示によって指導を円滑に進めることができるようになっている[1][2]。

学習者モデルは、短期記憶と呼ぶ1つの問題についての、その問題固有の学習者モデルと、長期記憶と呼ぶ全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[3]。

指導モジュールは、学習者モデルと教材知識を参照して、抽象度を段階的に変化させた指導方略を作成し、指導を行う[4]。

3. 分数の加減算の多重階層世界

本システムの教材である分数の加減算の世界は、図1に示す多重階層世界としてとらえることができる。

問題の形とは、実際に出題する問題の種類の世界であり、(1)分数の形(真分数、仮分数、帯分数)、(2)分母の形(同分母、異分母)、および(3)結果の整理にかかわる操作(約分、帯分数化など)の組み合わせによって決定される。操作概念とは、分数の形に応じて必要となる通分や、仮分数の帯分数化などの数学的な操作(前提知識)を表し、基礎概念とは、分数の加減算の単元に入る以前に獲得されるべき単分数、整数などに関する概念である。

ここで知識とはシステムに明示的に記述されている、分数計算のHowを表す手続きである。基礎概念は、システム中ではヒントを与える指導方略として、また知識についてのWhyに答える説明として実現されている（例えば4(2)参照）。

問題の形と操作概念の継承関係を表1に、操作概念と基礎概念の継承関係を表2に示す。

4. 基礎概念の導入による利点

3で示した多重階層世界をシステムに導入することにより、以下のような利点がある。

- (1) 学習者が行き詰まったときや誤ったとき、分数の基礎概念に戻ったヒントや説明を出して指導する。例えば、通分をする場面で行き詰まっている学習者に対して、「分数の分子と分母に同じ数をかけても、分数の大きさは変わらないよ」というヒントにより、指導する。
- (2) 基礎概念を用いて、学習者の“なぜ”の質問に答える。例えば、約分を説明する指導を行った学習者が「なぜ？」と問返してきた場合、「分数の分母と分子を同じ数で割っても、分数の値は変わらないよ」と約分の基礎をなす概念を説明し、理解に導く指導を行う。
- (3) 問題を作成する時、問題の解法に含まれる基礎概念を制御し、その問題に対する学習者の成績により、学習者の基礎概念の理解の定着度を調べる。
- (4) 概念指導モジュールを組み込むことによって、分数のより基本的な概念に踏み込んだ指導を行う。

5. おわりに

現在我々が作成している、分数計算を指導する知的CAIシステムについて、教材世界の構造を多重階層化して整理、構成し、システムに導入することによって生まれる利点について紹介した。

分数の基礎概念を指導することにより、より多くの学習者を、より深く指導することができる。

本システムは現在パーソナルコンピュータ上に、構築中である。

本研究は文部省科学技術研究費（試験研究「知的CAI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。

問題の形	操作概念
同分母	
真分数のみ (真分数±真分数)	加法減法
仮分数を含む (仮分数±真分数等)	加法減法
帯分数を含む (帯分数±真分数等)	加法減法、借り繰上がり 帯分数の仮分数化
異分母	
真分数のみ (真分数±真分数)	加法減法、通分
仮分数を含む (仮分数±真分数等)	加法減法、通分
帯分数を含む (帯分数±真分数等)	加法減法、通分、借り繰上がり 帯分数の仮分数化
結果の整理	約分、仮分数の帯分数化

表1：問題の形と操作概念の継承関係
問題の形は3つの項目（分数の形、分母、結果の整理）の組合せによって分類され、それぞれに操作概念が対応している。

操作概念	基礎概念
加法減法	整数の加法減法
帯分数の仮分数化	分数の大きさ
通分	分数の大きさ、公倍数
約分	分数の大きさ、公約数
仮分数の帯分数化	分数の大きさ

表2：操作概念と基礎概念の継承関係
分数加減算の操作概念はそれぞれ単分数と整数の基礎概念によって説明される。基礎概念のうち、分数の大きさは1/2=2/4のような約分や通分の基礎となる事柄である。また公倍数、公約数の概念は更に整数の基礎概念（素数や整数の乗除など）を継承している。

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CAI」, 電子情報通信学会秋期全国大会(平成元年9月), SA-3-1, P.1-149.
- [2]渡辺, 近藤, 大槻, 竹内, 「分数計算の知的CAI」, 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CAI」, 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]渡辺, 近藤, 竹内, 大槻, 「分数計算を指導する知的CAI-指導方略とその展開について」, 情報処理学会春期全国大会(平成2年3月), 1-K6, P. 11.