

# 単純化方略を用いた行き詰まりの自己克服支援システムのための モニタリングツールの設計・開発と実践的利用

## Monitoring Tools for Self-overcoming of Impasse in Problem Solving by Using a Problem Simplification Strategy

津守 庸平<sup>\*1</sup>, 林 直也<sup>\*2</sup>, 篠原 智哉<sup>\*2</sup>, 山元 翔<sup>\*3</sup>, 堀口 知也<sup>\*4</sup>, 林 雄介<sup>\*2</sup>, 平嶋 宗<sup>\*2</sup>

Youhei Tsumori<sup>\*1</sup>, Naoya Hayashi<sup>\*2</sup>, Tomoya Shinohara, Syo Yamamoto,

Tomoya Horiguchi, Yusuke Hayashi, Tsukasa Hirashima

<sup>\*1</sup> 広島大学工学部

<sup>\*1</sup>Hiroshima University, Engineering

<sup>\*2</sup> 広島大学院工学研究科

<sup>\*2</sup>Graduate School of Engineering, Hiroshima University

<sup>\*3</sup> 近畿大学工学部

<sup>\*3</sup> Kinki University, Engineering

<sup>\*4</sup> 神戸大学大学院海事科学研究科

<sup>\*4</sup> Faculty of Maritime Sciences, Kobe University

Email: tsumori@lel.hiroshima-u.ac.jp

**あらまし**：単純化方略という行き詰まりの自己克服のための有力な方法が存在している。現在、この単純化方略を用いた演習システムが開発され、実験的利用が行われている。この実験的利用において、自己克服できた学習者が確認されたが、同時にシステムの支援によっても自己克服できなかった学習者も確認された。そこで、本研究ではそういった学習者を支援するために、演習システムで得られる学習プロセスデータを分析するアナライザーを設計・開発し、実践的利用を行ったので報告する。

**キーワード**：単純化方略、アナライザー、自己克服、学習プロセスデータ

### 1. はじめに

問題演習において、問題を解くために必要な知識を持っている学習者が問題解決に失敗してしまうことがしばしば発生する。この時、学習者に対して教授者が問題の解き方を教えるのが一般的であるが、この方法では学習者が問題解決の行き詰まりの原因が分からないまま、受動的に解き方を受け入れてしまい、効果的な学習にならない可能性がある。そこで、学習者自身が行き詰まりの原因を発見し、もう一度問題に挑戦し、克服するという自己克服を行うことで効果的な学習が行えるとされており、これは優れた学習者が行う自己調整活動の一つであると言われている。先行研究ではこの自己克服を実現する手法として、単純化方略というものが提案されている。この方略では、問題解決に失敗した際に、その問題を一段階単純化した問題に挑戦する。これを繰り返して解決可能な問題を発見し、その直前の問題との差分から行き詰まりの原因を発見し、再び解決できなかった問題に挑戦し、自己克服を試みる。この方略を実装した学習支援システム「ICP」も先行研究で設計、開発され、実際の教育現場で実験的に運用されている。また、ICPには、学習者に自身が行った自己克服を理解させることを目的に、行った自己克服に対する自己説明を支援する機能も実装されている。この実験的利用では、学習者による自己克服も観測されているが、システムの支援によっても自己克服できなかった学習者が存在したことも確

認された。

そのような学習者を支援するには、ICP 単体で支援できないため、教師の指導が必要であるが、教師が演習中に学習者の演習状況を確認することは難しい。従って、学習者の学習プロセスデータをリアルタイムで把握する仕組みが必要となる。多くの研究において、学習者の学習活動を記録した、学習プロセスデータの分析を行うことで学習者の学習状況を把握する試みが行われており、単純化方略においては学習者の学習経路や行き詰まり具合を把握することが出来る。その分析結果を用いれば、システムの支援によっても自己克服できなかった学習者を支援できるのではないかと考えている。そこで本研究では、ICP のログデータをリアルタイムで分析し、学習者の演習状況を把握するためのアナライザーを設計・開発し、実践的利用を行ったので報告する。

### 2. 単純化方略を用いた自己克服支援システム ICP

本システムでは、4つの初期問題を提示し、学習者に取り組んでもらう。そして問題解決に失敗した際、その問題を段階的に単純化し、解ける問題を見させる。解けた問題とその直前に挑戦した問題の差分が学習者の行き詰まり原因だと言え、これを学習者自身が認識することで、自己克服につながると仮定している。また、学習者に自身が行った自己克服を理解させることを目的とした、行った自己克服

について自己説明させる機能も実装されている。

先行研究<sup>(1)</sup>において、物理力学の問題は「状況」と「解法」で定義している。問題は状況によって定義され、解法は問題中の情報を状況で定義されている関係によって繋ぎ合わせることで定義されるとしている。これを解法構造と呼ぶ。この状況や解法の要素を削除・付与することで単純・複雑関係が定義できる。単純化方略はこのような仕組みを利用している。ある問題の単純化問題は元の問題に包含されているため、元の問題が解決できれば、より単純な問題も解決可能である。

### 3. 教師用アナライザー：ICP Analyzer

#### 3.1 アナライザーの概要

ICP を用いても自己克服に至らない学習者や、解ける問題が発見できない学習者が存在する。これは、問題解決に必要な知識が不足していることなどが原因と考えられる。このような学習者に対しては、教師が学習者の演習状況を把握し、指導する必要がある。よって本研究では、学習者の学習プロセスデータから演習状況を把握するためのツール「ICP Analyzer」(図1)の設計・開発を行った。

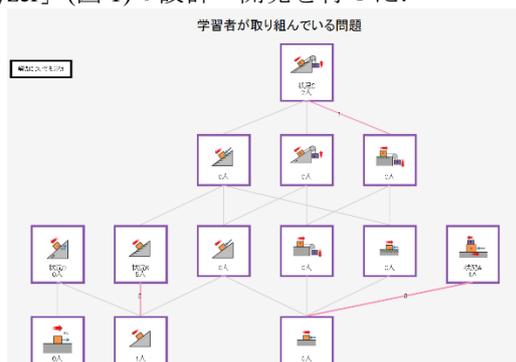


図1 ICP Analyzer のインターフェース

#### 3.2 アナライザーの機能

ICP Analyzer には4つの機能を実装した。(a)教師の設定した問題に正解した学習者の人数を提示機能、(b)設定した問題を解けるようになるために指導する必要がある学習者の割合と学生番号の提示機能、(c)単純化、複雑化により通った問題経路を学習者ごとに提示する機能、(d)クラス全体で、学習者が解いている問題とその人数を表示する機能、(e)各学習者の現在の大きな演習状況やクラス全体の問題の出題数、正解数、不正解数、取組中問題数を提示する機能の5つである。

(a)では、十分に授業内容を理解できている学習者が確認できる。(b)では、各初期問題や全体において、指導が必要な生徒の割合が確認できる。(c)では、各学習者の学習経路を把握でき、各学習者の行き詰まりの原因が把握できる。(d)では、クラス全体で、どこでどれだけの人数が行き詰っているのが提示され、クラス全体の行き詰まりの傾向が把握できる。(e)では学習者がどの初期問題に取り組んでいて、現

在どのような状況にあるのか、出題数や正解数から、演習が活発に行われているかが把握できる。

#### 3.3 関連研究

ICP Analyzer は学習者の学習プロセスデータを用いて、演習状況の分析を行っているが、この分析の際に、ドメインに依存した問題間の関係構造を利用しているのが大きな特徴である。学習プロセスデータを用いて、学習者の演習状況を把握しようという研究<sup>(2)(3)</sup>が多く行われているが、ドメインの構造を前提としていないアプローチをとっているものがほとんどである。ドメインに依存しないため一般性があるといえるが、本研究で行えているような、問題間の関係や行き詰まりの原因といったことを分析することは難しいといえる。本研究のアプローチは、適用対象範囲という意味では一般性の欠けるものの、力学のような普遍性のある領域であり、かつ、十分な理解が求められる課題を対象とした場合は、妥当なアプローチであると判断している。

### 4. アナライザーの実験的利用

#### 4.1 運用方法

高等専門学校生徒30名を対象として、自己克服支援システムICPの実験的利用を行ない、その演習状況をICP Analyzerを用いて分析を行った。そして、ICP Analyzerで提示される情報がこちらの意図したものになっているのかの確認を行った。

#### 4.2 結果・考察

学習者の演習状況をICP Analyzerを用いて分析を行ったところ、自己克服できた生徒や、各学習の行き詰まりの原因、クラス全体の行き詰まりのなど、こちらの意図したクラス全体の学習状況を把握することが出来た。

### 5. まとめと今後の課題

本研究では、ICPを用いた演習状況をリアルタイムで把握するためのツールとしてICP Analyzerを設計・開発し、実践的利用を行なった。今後の課題として、実際の授業で用いる際にスムーズに扱えるような機能配置や、より見やすい情報の提示法など、ユーザビリティの向上が挙げられる。

#### 参考文献

- (1) 武智俊平, 林直也, 篠原智哉, 山元翔, 林雄介, 平嶋宗: 単純化方略を用いた問題解決失敗の自己克服支援システムとその実践的評価—初等力学を対象として—, 電子情報通信学会論文誌 D, J98-D No.1, pp.130-141(2015.1)
- (2) 田村恭久: ”タブレットPC上の電子教科書における Learning Analytics 向けデータ項目”, 研究報告教育学習支援情報システム (CLE) 2014-CLE-13, 1-6, (2014)
- (3) 萩野哲男, 藤岡健史: ”教育用プログラム実行環境「ますめ」における活動記録を活用したフィードバック機能の設計”, 研究報告コンピュータと教育 (CE) 2014-CE-124, 7, 1-8, (2014)