

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19700644  
 研究課題名 (和文) インストラクショナルデザインの自動化を指向した教材シェルの開発

研究課題名 (英文) Development of Instructional Material Shells  
 for Automating Instructional Design

## 研究代表者

市川 尚 (ICHIKAWA HISASHI)  
 岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・助手  
 研究者番号：40305313

研究成果の概要：インストラクショナルデザイン (ID) の自動化を指向した教材シェルとは、あらかじめ ID 理論に従った方略をアルゴリズムとして組み込んでおき、知識をデータとして登録することで、効果的な学習および効率的な開発を目指すシステムである。本研究の成果は、日本にほとんど紹介されてこなかったインストラクショナルデザインの自動化 (AID) に関する研究のレビューを行い、さらに AID ツール (教材シェル) を2種類開発したことにあつた。1つは、既存のドリル制御構造 (ID 理論) を適用したドリルを簡単に開発できるようにしたドリルシェルであり、もう1つは教授トランザクション理論に基づく教材シェルである。成果の詳細は、2本の学術論文と数件の学会発表にまとめているので、そちらを参照してほしい。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,400,000	0	1,400,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,500,000	330,000	2,830,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学&gt;教育工学

キーワード：インストラクショナルデザイン, AID, 教材シェル, ドリル, 教授トランザクション理論

## 1. 研究開始当初の背景

近年、eラーニングの発展に伴い、日本においてもインストラクショナルデザイン (ID) が徐々に普及し始めている。例えば、熊本大学大学院社会文化科学研究科には平成18年度より教授システム学専攻が設置され、日本初の ID の素養を持つ eラーニング専門家の養成課程として注目を集めている。一方で、米国においては、ID は、すでに数十

年以上も研究が進められている歴史ある分野であり、古くから専門家の養成も行われている。この分野に関して、日本は大幅に遅れているのが現状である。ID の素養のあるインストラクショナルデザイナー (IDer) が少なく、eラーニングの開発現場では内容の専門家 (SME ; Subject Matter Expert) がコンテンツの設計・開発を行っていることが多い。eラーニングにおいては、主体的な学習が中

心となるために、質の高いコンテンツが必要となるが、それには IDer による支援が不可欠である。また、e ラーニングコンテンツの開発においては、既存のツールやプラットフォームを利用するケースが多いが、ツール自体の学習支援機能が弱く、効果的な教材を作成することは、開発者のスキル次第となってしまう。

一方で、ID をツール化することで、IDer が支援できない状況においても、ある程度品質の高い教育を提供できるようにしようという研究が、欧米において 1990 年代を中心に ID の自動化 (AID ; Automating / Automated Instructional Design) という名称で進められてきた。

AID 研究は、ID を自動化することで、SME でも ID の知見を生かした教材を作成できたり、IDer の作業を効率化することを目的としている。AID ツールは、ID プロセスの一部または全体を支援するコンピュータ上のツール (ソフトウェア) のことである。AID 研究の知見は日本ではほとんど紹介されてこなかったが、e ラーニングの質を高めるための手段として、今後重要になってくると思われる。また、このような AID ツールを既存のコンテンツ管理を行うプラットフォームに組み込むことで、より効果的な教材生成を行うことが期待される。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、日本に紹介されてこなかった AID 研究を整理して紹介すること、および AID ツールを実際に開発して提供することにある。特に AID ツールの中でも、自動化の程度の高い (すなわち ID の知識を必要としない、SME 用の)、教材シェルに焦点をあてる。また、それらを通して、ID 理論を AID 化する際の条件整理、AID ツール構築ガイドラインの構築、学習を支援する視点での学習オブジェクトのあり方の検討を行うことを目指す。AID を志向した教材シェル (以降、AID 教材シェル) は、あらかじめ ID 理論に従った方略をアルゴリズムとして組み込んでおき、知識をデータとして登録することで、効果的な学習および効率的な開発を目指すシステムである。データを入れ替えることで、同じ方略を適用した異なる教材が作成できる。一般に学習環境とオーサリング環境から構成される。

## 3. 研究の方法

本研究は 2 年間であるため、上記の目的を達成するための基礎的 (部分的) な研究として、次の 3 点を研究目標として設定した。

- (1) AID ツール研究のレビュー
- (2) ドリル型教材シェルの開発と提供
- (3) ITT 教材シェルの試作

目標設定においては、既存の利用可能なツールが少ないことを鑑み、ツールの開発を中心的な課題とした。開発対象の選定においては、ガニエの学習成果の 5 分類を参考にし、言語情報の課題で e ラーニングにも頻繁に利用されているドリル、知的技能を対象とした AID を指向した ID 理論であるインストラクショナルトランザクション理論 (Instructional Transaction Theory; ITT) をとりあげた。なお、ここでは 3 つの目標をまとめて述べたが、実際の研究手順としては、まず AID 研究のレビューを行いながら、開発対象とする AID 研究ツールの 2 種類を選定し、開発を行っていった。

## 4. 研究成果

本研究の成果として、以下の 3 点が挙げられる。なお、最初の 2 点については、論文として発表しているため、研究の詳細はそちらを参照してほしい (雑誌論文①②)。

### (1) AID ツール研究のレビュー

本研究では、これまでに行われてきた AID ツールのレビュー研究に着目し、どのような分類で AID ツールが整理されているかを示すことで、AID ツールの全体像を明らかにした。具体的には、van Merriënboer & Martens (2002) と Nieveen & Gustafson (1999) などの先行研究を参考に AID ツールを整理していくための、計 12 項目から成る独自の枠組みを作成した (表 1、項目のうち「文献」「その他」は割愛している)。特に AID ツールは、設計レベルの ID 理論に基づいていることが必須であるとの視点に立ち、枠組みには ID 理論という項目を設けた。また、著名な ID 理論に基づく異なる種類の AID ツールの 5 事例をこの枠組みにあてはめ (表 1)、多様な AID ツールの特徴を明らかにした。

ID 理論の適用を支援する AID ツールは、成果物が ID 理論の描く青写真の通りになることが目標となり、それをうまく支援することがツールで最も配慮すべき事項となる。例えば、GAIDA は 9 教授事象をただ解説するだけでなく、事例をリンクすることで、理論の適用を促進している。IDLE-Tool は、教材をテンプレート化し、それを編集していくことで、GBS に基づいた教材を開発でき (テンプレートを実現するために GBS の扱う課題を限定している)、テンプレート自体が事例にもなっている。ITT は知識やリソースを登録することで、教材が自動的に生成される。

Spector & Ohrazda (2004) は、AID ツールのようなシステムにおいて、意識決定や問題解決の背後にある原理やプロセスを隠すような形態をブラックボックス、その逆をガラスボックス (透明なシステム) と呼んでいる。ユーザが専門性の獲得を望まないものであれ

表1 AID ツールを整理する枠組みと事例

名称	GAIDA	ARCS 改善方略ガイド	ADAPT-IT	IDLE-Tool	ID Expert
文献	Spector & Song (1995)	Suzuki et. al. (2004)	de Croock et. al. (2002)	Bell (1998)	Merrill(1998)
ID プロセス	設計	評価, 設計	分析, 設計, 評価	設計, 開発	設計, 開発
ID 理論	9 教授事象	ARCS	4C/ID	GBS	ITT
目的	理論の把握と教材の効果向上	教材の魅力改善	効果的なトレーニングの設計と改善	GBS (IDLE) 教材の開発	学習効果と効率を向上した教材の開発
入力	作成する教材に近い事例の選択, 説明の欲しい事象の選択	Web 上のアンケート(項目固定)から収集される評価データ	訓練の対象となる複雑な認知スキルの内容	作成する教材のコンテンツ	知識(ナレッジオブジェクト, リソース)とトランザクション設定
出力	教材作成のためのガイド(理論の説明と事例)	アンケート集計データと, おすすめの方略リスト	訓練の青写真(Core), 青写真の改善提案(Eval)	ストーリー型教材	オープンエンドな学習環境
タスク支援	事例ベースのガイド(Guided Approach), 教材への適用はユーザ	アンケートは自動集計, 集計データ等の見方は説明有り, 方略の適用はユーザ次第	テンプレート, GUI の課題分析, 理論の適合性確認(Core), アンケート生成と集計等(Eval)	サンプル(テンプレート)を徐々に編集していくデザイン方略(Guided Case Adaption)	自動的な教材生成. 知識登録は GUI 上で行う
自動化	小	中	中	中	高
制限	提供される事例の種類によって適用範囲が制限	登録している方略によって適用範囲が制限	開発部分はサポートしていない	GBS のうち IDLE (意思決定のための情報収集の活動)のみ対応	同定のトランザクションのみ対応
対象ユーザ	初心者, SME	初心者, SME	IDer, 初心者, SME	初心者, SME	IDer, 初心者, SME

ば, システムはブラックボックスであるほうが望ましく効果的であり, ユーザが専門性の獲得やより高次の能力の獲得を期待している場合は, グラスボックスが好ましいとする。本事例では, GAIDA のようなシステムは ID 理論(この場合 9 教授事象)を理解して適用してもらうことが目的であるためにシステムの透明性は高いが, 特に ID-Expert のような自動化の程度が高いシステム(教材シェル)は透明性が低いということになる。

ID があまり普及していない日本の現状を想定すると, ユーザの専門的知識を必要としないブラックボックス的なツール(すなわち自動化の程度の高い)である教材シェルの形態が有効であると考えられる。また, 幅広いユーザニーズに対応するために, 教材シェルでありながらもグラスボックスの要素も組

み込むことが必要となると考えられる。

本研究においては, 学習課題の分類から言語情報のドリル型教材シェル(ドリルシェル), 知的技能の ITT 教材シェルを対象とするが, 特にドリルシェルにおいて, グラスボックス(ID理論の学習)の要素も組み込むこととした。

#### (2) 統合型ドリルシェルの開発

言語情報に対応した AID ツールとして, ドリル型教材の作成支援を目的に, 統合型ドリルシェル「ドリル工房」の開発を行った。これまでに ID の分野では複数のドリル制御構造が提案されてきたが(Salisbury 1988, Alessi & Trollip 2001), 既存のツールにはドリル制御構造が組み込まれておらず, 効果的な練習を支援しているとは言い難い状況

であった。そこで、ドリル制御構造をシステム上に統合し、簡単に効果的なドリルを開発できるようにした。ドリル制御構造とは、アイテムの選択および除去のメカニズムである。主にフローチャートで表され、ドリルアルゴリズムと言い換えることもできる。

開発したシステムはドリルシェルとして、ドリルや ID についてよく知らない作成者であっても、アイテムを登録しさえすれば、ID に基づく効果的なドリルを作成できる。また、本システムはドリルを簡単に作成・提供できるだけでなく、ドリル制御構造自体を学ぶこともできる。本システムを概念を図 1 に示す。

本システムは Web 上から利用できる。提供している機能は、編集、実行、ダウンロード、学習の 4 種類である。作成者が本システムで作成したドリルを実際の学習に利用するためには、自分のローカル環境にダウンロードして設置する必要がある。よって、本システムの対象ユーザは、ドリルの作成者（ドリル制御構造の学習も含む）と、作成者がダウンロード後に設置したドリルを利用する学習者が想定される。なお、ダウンロード後のドリルは SCORM にも対応するようにした。

本研究では、ドリル制御構造（ID 理論）を組み込む際に、ドリル制御構造を制御要素の組み合わせとして整理した（表 2）。それにより、各ドリル制御構造の違いを明確にしてわかりやすくするだけでなく、制御構造自体のカスタマイズも可能にした（図 2）。制御要素とは、ドリル制御構造の構成要素として、学習を効果的にするための工夫（練習を支援するための制御）を、細かく分けたものである。この制御要素をスイッチに見立て、さらにパラメータを加えて、そのオンとオフで既存のドリル制御構造を表現した。なお、表 2⑥のリハーサルとは心理学で用いられる反復の意味ではなく、問題文と正答を同時に提示することである。

また、ドリル制御構造を作成者が学習できるようにするために、ドリルの基礎を学ぶ教材と、ドリル実行中にアイテムの状態遷移がわかる可視化モードを用意した（図 3）。可視化モードの場合、画面左上がドリル学習画面、右上がパラメータ設定、左下が各アイテムの状態、右下が履歴制御となっている。

評価の結果、ドリルは簡単に作成できたこと、ドリル制御構造を学習できたことは確認された。この開発を通して、AID 教材シェルが、SME でも効果的な教材を生成できること、逆に ID 理論を知りたい人には効果的な学習環境となる（学習者自身が開発する場合は認知的方略の学習を促進することにもつながる）ことも示すことができた。開発後に、本システムは Web 上で公開している（URL は本報告書の最後の方に記載している）。

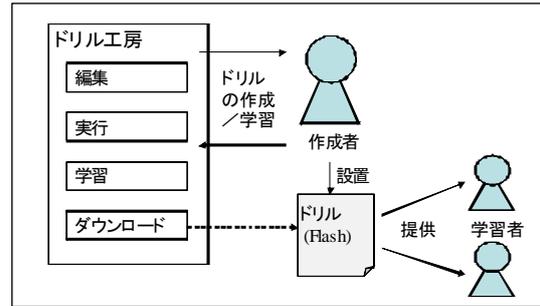


図 1 ドリル工房のシステム概念図

表 2 ドリル制御構造の制御要素

①アイテムを小さなまとまりに分けて出題する
②出題順をシャッフルする
③不正解したアイテムを集中的に出題する
④合格したアイテムを一定期間後に復習として出題する
⑤事前テストを行う
⑥リハーサルを行う



図 2 ドリル制御構造のカスタマイズ画面



図 3 ドリル工房の可視化モード

### (3) ITT に基づく教材シェルの開発

Merrill (1999) の教授トランザクション理論に基づいた教材シェルの開発を行った。ITT は AID を指向した教材シェル構築のための ID 理論として、AID 研究には欠かすことができないが、既存の利用可能な ITT に基づくシステムは存在していない。ITT では、アルゴリズム (方略) が教授トランザクション、データ (知識) がナレッジオブジェクトに相当する。ナレッジオブジェクトは学習を促進することを意図した学習オブジェクトであり、エンティティ、アクティビティ、プロセス、プロパティの 4 種類がある。このナレッジオブジェクトで教授内容を表現する。教授トランザクションは、学習者が特定の知識やスキル (学習目標) を獲得するために必要な学習の相互作用のすべてのことであると定義され、その相互作用の種類として、構成要素、抽象、連合という 3 つの大分類のなかに計 13 種類が特定されている。しかしながら、その実装は、構成要素のトランザクションを中心に、一部しか行われてこなかった。

本研究では、構成要素のトランザクションのである IDENTIFY (部品の名前や位置を同定できる)、EXECUTE (手続きを実行できる)、INTERPRET (なぜそうなるのかを説明できる) のすべてを学習環境に実装することにした。特にこれまで検討段階に留まっていた INTERPRET の練習については、Merrill (1999) の提案を踏まえて、予測とトラブルシュートの設計と実装を行った。また、提案されているすべての方略を実装することは、メニュー項目が増えて学習者が混乱するとの判断から、トランザクションの種類 (学習目標) に応じて提供する方略を厳選するように工夫した。トラブルシュートの画面を図 4 に示す。また、Merrill の先行研究を参考に運河の閘門の教材を試験的に作成したが (図 4)、回転寿司の洗い物に関する教材を作成した例を図 5 に示す。このように同じ枠組みで、ナレッジオブジェクトが異なれば、異なる教材 (学習環境) が生成される。

オーサリング環境については、ナレッジオブジェクトのスロット (各項目) をそのまま登録できるようにした。これは、SME に利用してもらうことは難しいが、ITT を知っていることを前提とした上級者用のインターフェースである (図 6)。本学習環境の試験的な教材を複数作成するために開発した。

さらに抽象のトランザクションの JUDGE (順位付けができる) と CLASSIFY (分類できる) について、ナレッジオブジェクト kind の設計および方略の設計と、簡単なプロトタイプの開発を行った。その結果として、JUDGE と CLASSIFY は実装が可能であることの見通しを立てることができた。



図 4 トラブルシュートの画面



図 5 異なる教材を適用した例

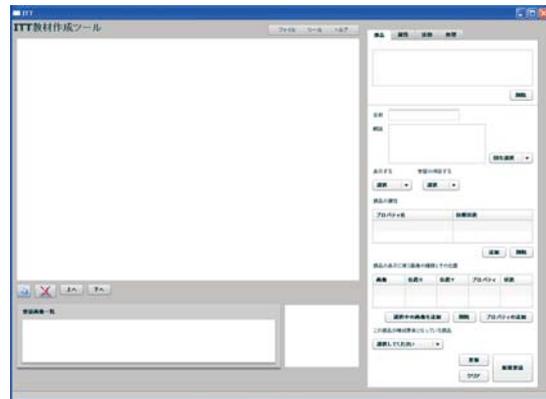


図 6 ITT 教材シェルのオーサリング環境

#### 参考文献 :

- Alessi, S.M. and Trollip, S.R. (2001) Multimedia for learning, Allyn and Bacon, Massachusetts
- Bell, B. (1998) Investigate and decide learning environments: Specializing task models for authoring tools design. Journal of the Learning Sciences, 7(1): 65-105
- de Croock, M.B.M., Paas, F.G.W.C., Schlanbusch, H., & van Merriënboer, J.J.G. (2002) ADAPT-IT: Instructional Design (ID) tools for training design and evaluation. Educational. Technology, Research and Development, 50(4), 47-58.

- van Merriënboer, J. J. G., & Martens, R. (2002). Computer-based tools for instructional design: An introduction to special issue. *Educational Technology, Research and Development*, 50(4): 5-9
- Merrill, D. (1999) Instructional Transaction Theory (ITT): Instructional Design based on Knowledge Objects. In C.M.Reigeluth (Ed.), *Instructional Design Theory and Models Vol. II: A New Paradigm of Instructional Theory*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates
- Merrill, D. (1998) ID Expert: A Second Generation Instructional Development System, *Instructional Science*, 26(3-4), 243-262
- Nieveen, N., & Gustafson, K. (1999) Characteristics of computer-based tools for education and training development: An introduction. In J. van den Akker, R. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds.), *Design approaches and tools in education and training*. Kluwer Academic Publishers.
- Salisbury, D.F. (1988) Effective drill and practice strategies. In D.H. Jonassen (Ed.), *Instructional designs for micro-computer courseware*. LEA
- Spector, M. & Ohrazda, C. (2004) Automating Instructional Design: Approaches and Limitations. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates
- Spector, M. & Song, D. (1995) Automated instructional design advising. In Tennyson, R. & Ann, B (Ed.), *Automating instructional design: Computer-based development and delivery tools*. Springer-Verlag, New York
- Suzuki, K., Nishibuchi, A., Yamamoto, M., & Keller, J.M. (2004). Development and evaluation of Website to check instructional design based on the ARCS Motivation Model. *Information and Systems in Education*, 2 (1): 63-69.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- ① 市川尚・高橋暁子・鈴木克明、複数の制御構造の適用と学習のための統合型ドリルシエル「ドリル工房」の開発、*日本教育工学会論文誌*、32(2)、157-168、2008、査読有
  - ② 市川尚・鈴木克明、インストラクショナルデザイン自動化ツールの研究動向、*教育メディア研究*、14(2)、33-44、2008、査読有
- 〔学会発表〕(計8件)
- ① 市川尚・鈴木克明、教授トランザクションに基づく教材シエル：抽象トランザク

ションの検討～判断と分類を中心に～、*教育システム情報学会第32回全国大会*、2008年9月、熊本

- ② 市川尚・高橋暁子・鈴木克明、統合型ドリルシエル「ドリル工房」の知的技能への対応、*日本教育工学会研究会*、2008年12月、熊本
- ③ 市川尚・鈴木克明、AIDツール関連研究のレビュー(2)。日本教育メディア学会研究会、2007年12月、岩手
- ④ 市川尚・鈴木克明、教授トランザクションに基づく教材シエルのオーサリング環境の開発、*教育システム情報学会第32回全国大会*、2007年9月、長野
- ⑤ 市川尚・鈴木克明、AIDツールに関する研究のレビュー(1)。日本教育工学会第23回全国大会、2007年9月、埼玉
- ⑥ Ichikawa, H., Kikuchi, R., & Suzuki, K., Development of an instructional material and deliver system based on Instructional Transaction Theory. A paper presented at the Korea-Japan Joint International Conference (5th): Learning media and technology for future education and training, September 6-8, 2007, Pusang, Korea
- ⑦ Ichikawa, H., Takahashi, A., Sato, S., Kamata, T., & Suzuki, K., Development of an Integrated Drill Shell "Drill-Factory". A paper presented at 8th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, July10-13, 2007, Kumamoto, JAPAN
- ⑧ 市川尚, 鈴木克明, 教授トランザクション理論に基づく教材シエルの実行環境の開発. *教育システム情報学会研究会*, 2007年5月, 東京

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://ichi.et.soft.iwate-pu.ac.jp/>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

市川 尚 (ICHIKAWA HISASHI)

岩手県立大学ソフトウェア情報学部・助手  
研究者番号：40305313

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし