

RN-001

学習者特性適応型 e ラーニングシステムの構築・実験
Development and Experimentation of an Adaptive e-Learning System

稲葉竹俊†
Taketoshi Inaba

松永信介†
Shinsuke Matsunaga

中村峻†
Shun Nakamura

1. はじめに

1.1 研究背景

従来の e ラーニングシステムでは個々の学習者のニーズの差異を無視し、全ての学習者に対して一様にデザイン・設計された学習教材を一様に配信する設計方針が中心となっており、学習者の目的や能力と学習教材の間にギャップが生じやすくなっている。ここ十数年、この学習者と学習教材の間に生じうるギャップを解消するため、学習者の「学習目標」、「学習方法(学習スタイル)」、「知識レベル(能力・習得度)」、「学習速度」などによって定まる「学習者特性」に基づき、個々の学習者にとって最適な学習順序や学習内容を提供する Adaptive Hypermedia System(AHS)の教育利用に関する研究が盛んに行われている。

1.2 AHS 概略

本研究では、AHS の構築方法に基づいて学習者特性対応型 e ラーニングシステムを構築した。特に Brusilovsky ら(1996)が行った AHS に関する研究は多くの示唆に富んでおり、この手法に注目して研究を行った¹⁾。以下に AHS の概略を示す。

AHS における学習者特性への対応手法には大きく分けて 2 種類のものがある。

1 つは学習者特性に応じて各教材の内容を動的に変化させる Adaptive Presentation と呼ばれる手法である。学習者の知識レベルや学習スタイルなどによって、個々の学習者に適切な内容の教材を配信することが出来る(図 1)。

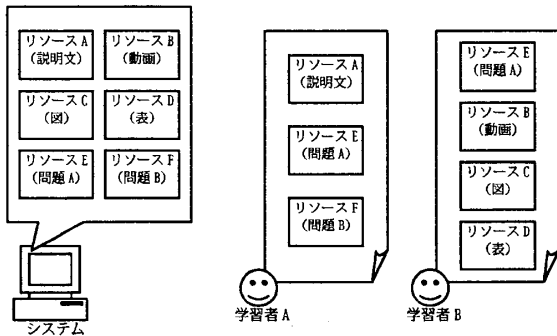


図 1 Adaptive Presentation

もう 1 つが、学習者特性に応じて各教材間のリンクを動的に変化させる Adaptive Navigation と呼ばれる手法である。こちらは、学習者の知識レベルや教材内のテストの結果、学習速度などによって、配信を開始する、その後配信する教材の順序を変更する、配信そのものを行わないなどの制御を掛け、ある程度システム側の学習者の

学習行動をコントロールし、最適な学習順序を提供することを目的としている(図 2-1, 2-2)。

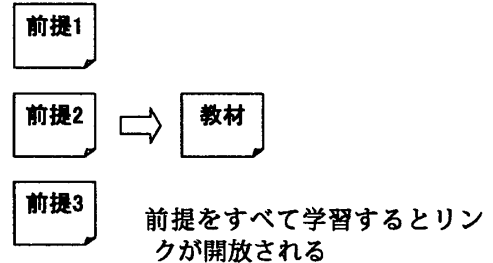


図 2-1 最も基本的な Adaptive Navigation

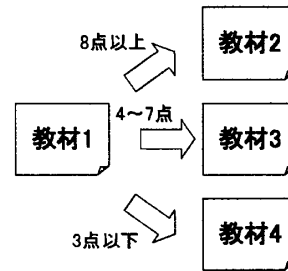


図 2-2 学習成績に応じた Adaptive Navigation

2. 研究概要

2.1 認知スタイル

AHS が学習者全員に同じ内容の教材を同じタイミングで配信する従来の画一的な e ラーニングシステム(非対応型システム)に比べ、学習効果や学習効率などの面で優れていることは、既存の研究や実証実験から明らかにされている²⁾。

しかし、既存の研究では十分に明らかになっていない点の一つとして、学習者特性をモデル化する上で、学習者の知識レベル以外に、どのような因子を用いるべきかについては、明確なガイドラインが存在しない点である。

そこで、本研究では、主となる学習者特性の因子に学習者の「認知スタイル」を設定した AHS を構築・運用し、その学習効果を教育工学的な視点から検証することで、AHS 設計・構築のためのガイドラインを得ることを目的とする。

イギリスの認知心理学研究者 Richard Riding は、認知スタイルとは「個々人が得た新しい情報を整理・表現する際の先天的なアプローチ方法」であり「思考過程や学習効果に強い影響を与える生涯普遍のスタイル」であるとしている。なお、本研究では、認知スタイルの識別においては、Riding の提唱する認知スタイルの中の「全体型-分析型」と呼ばれる分類モデルを用いて、学習者を 2 つのタイプに分類した³⁾。2 つのタイプの学習者群にはそれぞれ以下のような特徴がある。

†東京工科大学メディア学部

全体型：与えられた情報について、まず全体を捉える傾向にあり、情報の全体像を把握することに優れている。反面、細かな要素を捉えるのが不得意である。また、強調学習を好み、“周りがやるから自分もやる”などの外因的要素によって学習の動機付けを行う。

分析型：与えられた情報を、細かな要素ごとに把握することに優れている。反面、全体的な大枠を捉えるのが不得意である。また、学習への動機付けを自ら行い、個人学習を好む。

なお、Riding の分類モデルでは、「言語型-視覚型」のモデルも提唱されているが、これについては、すでに我々の別の研究で、教材デザインと学習効果に確かな相関性が確認できなかったため、今回は採用しなかった⁴。

2.2 研究方法

上に述べた特徴に基づき、全体型・分析型のそれぞれのタイプの特徴に適合した AHS の教材デザインを先行研究を参照にして、以下のように設定した(表1)⁵。

表1 本研究の教材デザイン

	全体型	分析型
粒度	粗い	細かい
教材の提示方法	演繹	帰納
解説量	詳細	必要最低限
フィードバック	有り	正誤判定のみ
ナビゲーション	コースマップ	インデックス

・粒度：各単元で取り扱う範囲の広さ。全体型は関連の深い学習内容についてある程度纏めて一度に提示するのに対して、分析型では学習内容を出来るだけ細かく分割し、1つの単元で扱う範囲を狭くして提示する。

・教材の提示方法
全体型 AHS は、各単元の要点を学習してから、例題で固有事例について学ぶ演繹的な教材提示方法になっているのに対して、分析型 AHS はまず自分で例題について解法を考えてから最後に要点を確認する帰納的な教材提示方法になっている(図3)。

・解説量・フィードバック
全体型 AHS では全体型の学習者が e ラーニングに比較的適さないとされるため、取り扱う例題やそれに対する解説の量を多くし詳細な解説をするのに対し、分析型 AHS では学習内容を理解するのに必要最低限の解説量にする。また、問題の解答に対する正誤判定や問題の解説などのフィードバックは、全体型 AHS は間違えた場合のヒントなどのフォローも含めたフィードバックを行うのに対し、分析型 AHS では正誤判定のみの最低限のフィードバックとする(図3)。

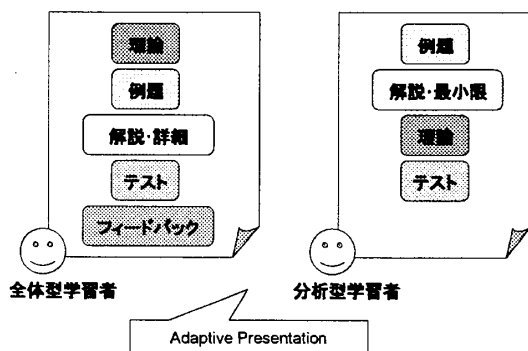


図3 教材の提示方法

・ナビゲーション：学習コースの提示方法。全体型のコースマップ方式は学習コースを構成する単元1つ1つが相互にどういった関連性を持っているかを図示しており、学習者の知識レベル・習得度が上昇するに従って学習できる単元が徐々に増えていく。この部分に前述の Adaptive Navigation が使用されている。

それに対して分析型のインデックス方式は目次のように単元を羅列したもので、学習者はどの単元からでも自由に学習することが出来る。

これらの教材デザインを基に構築した AHS を用いて2つの比較実験を行い、次の2点についてデータの統計的解析から検証する。

検証1：全体型・分析型のそれぞれの学習者を、自分の認知スタイルに適合した教材デザインの AHS を配信する実験群と、認知スタイルに適合しない教材デザインの AHS を配信する対照群の2つに分け、学習を行う。学習終了後のテストから認知スタイルの適合・不適合がどの程度学習効果に影響を与えるのかを検証する。

検証2：全体型・分析型とは別にもう1つの学習者群を用意し、これをユーザセレクト型(US)とする。ユーザセレクト型の学習者群には、前述の全体型・分析型の教材デザインから項目毎に学習者自身が自分に適合していると感じる方を選択させる。こちらも学習終了後のテストから認知スタイルに適合した AHS で学習した学習者群を実験群、ユーザセレクト群を対照群として比較し、先天的な認知スタイルのみ、または後天的な要因も含んだユーザの選択のどちらが最終的な学習効果に影響を与えるのかを明らかにし、認知スタイルによるモデル化の妥当性を検証する。

3. 実験概要

3.1 教材概要

本研究で使用する教材は、東京工科大学メディア学部1年次開講科目「論理の基礎」を題材として作成する。

教材は1単元につき、「理論」、「例題」、「解説」、「テスト」、「テストの回答に対するフィードバック」の5つの項目で構成される。これら5つの項目は個々の学習者に設定された認知スタイルによって提示される順番や提示の有無が変化する。この部分に前述の Adaptive Presentation が使用されている。

3.2 実験概要

本研究の実施実験は東京工科大学メディア学部1年次開講科目「論理の基礎」受講者を被験者として行う。

実験は以下の流れで行う。

(1)被験者を認知スタイル判別テスト Cognitive Style Analysis Test(CSA)を用いて全体型・分析型の2グループのどちらに属するかを判別する。(2)各グループをそれぞれ、個々人の認知スタイルに適合した AHS を利用して学習するグループ、認知スタイルに適合しない AHS を学習するグループ、各自で教材デザインを選択して学習するユーザセレクトグループの3グループに分割、被験者全体を計6グループに分割する。(3)被験者の最初期の知識レベルを計るプレテストを実施する。(4)プレテスト終了後、2週間教材配信の期間を設け、被験者はその間、自由に教材を利用することが出来る。(5)教材配信期間終了後、ポストテストを実施し、ポストテストの結果から各グループを比較し、検証を行う。

3.3 第1回ポストテスト結果

3.2 の手順に従い実験を行った結果、実際に教材を利用した 399 名から有効なデータを得た。教材の利用は任意で各自の利用状況にばらつきが生じたため、それぞれの学習の進行度 (=教材配信期間中に終了した単元数) に応じて表2のように、四分位にグループ分けを行った。

表2 被験者の分布

	学習単元数	全-全	全-分	全-US	分-全	分-分	分-US
第1群	1~5	9	17	15	10	15	16
第2群	6~11	4	13	5	4	6	9
第3群	12~17	27	28	18	24	27	29
第4群	18~23	32	17	31	25	8	10

(例) 全-全 全体型認知スタイル-全体型教材

取得したデータを次の3つの観点から検証した。

- ・ プレテストから第1回ポストテストへの得点上昇率から教材利用直後の短期的な学習効果
- ・ 第1回ポストテストから第2回ポストテストへの得点増減率から教材利用を中断した後の長期的な学習保持の効果
- ・ 各グループにおける第1群~第4群が占める割合から学習者の学習継続意欲への効果

これらについて前述の検証方法に従い検証していく。
検証1: 認知スタイルの適合・不適合による学習効果の差異について

全体型・分析型の学習者について、それぞれ自身の認知スタイルに適合した AHS を利用する学習者群と適合しない学習者群のプレテストから第1回ポストテストへの平均得点上昇率と、第1回ポストテストから第2回ポストテストへの平均得点増減率の結果に t 検定による比較を行ったところ得点上昇率・得点増減率共に第1群、第2群について 5%水準で有意な差が見られる箇所があったものの、これらの学習者群は教材の利用頻度が少ないグループであり、教材と学習効果との関連性が見られるとは言えないだろう。対して、教材を多く利用した第3群、第4群については有意な差は見られず、認知スタイルの適合・不適合が短期的な学習効果・長期的な学習効果のそれぞれに影響を与えることは確認されなかった。

また、全体型・分析型のそれぞれの学習者群における第1群~第4群までの各群が占める割合を図3に示す。全体型の学習者群では、教材を多く利用した第3群、第4群の学習者の割合が、認知スタイルに適合している全体型 AHS 利用者群では全体の 80%以上を占めたのに対して、認知スタイルに適合していない分析型 AHS 利用者群では全体の 60%に留まった。この結果に χ^2 検定による比較を行ったところ、1%水準の有意差が見られ、学習継続意欲への効果が確認された。

しかし、分析型の学習者群では、第3群、第4群の学習者の割合が、認知スタイルに適合している分析型 AHS の利用者群で全体の 60%に留まったのに対し、認知スタイルの適合していない全体型 AHS の利用者群で全体の 80%を超

えた。この結果に同様に χ^2 検定による比較を行ったところ、3%水準で有意差が見られ、全体型の学習者群と全く逆の結果が確認された(図4)。

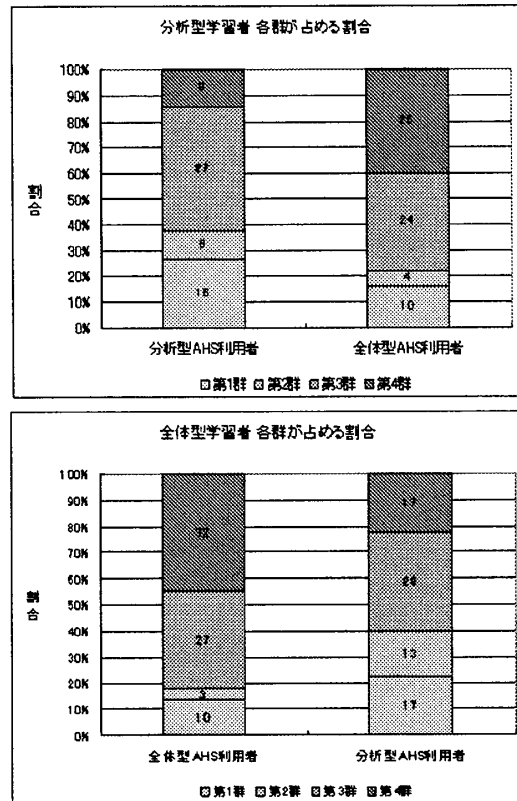


図4 全体型・分析型のそれぞれの学習者群における第1群~第4群までの各群が占める割合

検証2: 教材デザインの強制・選択性が学習効果に与える影響について

検証1で認知スタイルの適合・不適合による学習効果に有意な差が見られなかったため、検証2では「全体型・分析型 AHS を利用する教材デザインを固定された学習者群」と「本来全体型に属しているユーザセレクト型利用者」、「本来分析型に属しているユーザセレクト型利用者」の3つのグループで比較・検証を行う。

それぞれのグループのプレテストから第1回ポストテストへの平均得点上昇率、第1回ポストテストから第2回ポストテストへの平均得点増減率を比較検証した。得点増減率についてはどの学習者群も顕著な差は見られず、押し並べて学習効果を保っており、長期的な学習効果の保持効果に差は見られなかった。しかし得点上昇率については教材を多く利用した第3群、第4群では教材デザインを固定された学習者群に対して、教材デザインを個々人の好みに合わせて選択できるユーザセレクト型の学習者群の成績が高くなる傾向が見られた。また、これらの結果に t 検定による比較を行ったところ、第3群で 5%水準の有意差、第4群でも有意傾向が見られた(図5)。

次にそれぞれのグループにおける各群が占める割合を図6に示す。

各グループとも、第3群、第4群の学習者群が半数以上を占めているが、特に全体型-ユーザセレクト型 AHS の学習者群で半数近くを、教材を最も利用した第4群が占

めており、 χ 二乗検定による1%水準の有意差が確認された。

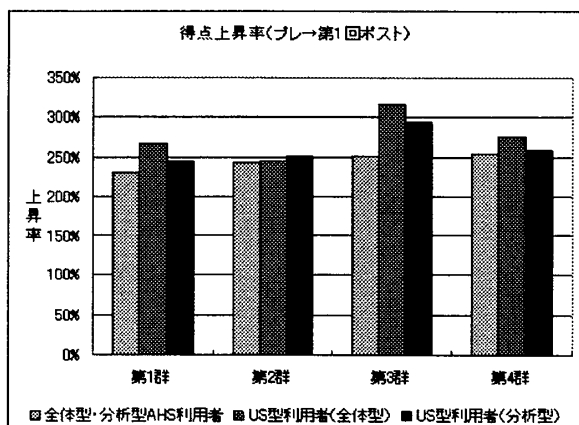


図5 ユーザセレクト型のテスト結果比較

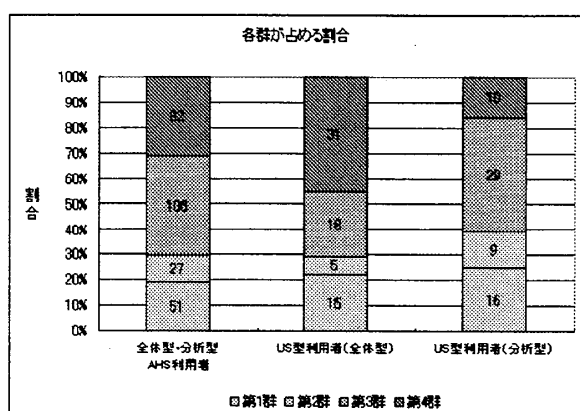


図6 ユーザセレクト型学習者数の比較

以上の2つの検証結果より、検証1では認知スタイルの適合・不適合よりも全体型 AHS・分析型 AHS のどちらを利用したかが学習効果に影響を与えている傾向が示された。また、検証2では全体型-ユーザセレクト型 AHS、分析型-ユーザセレクト型 AHS の両グループに学習効果に有効な結果が確認された。

しかし、全体型-ユーザセレクト型 AHS では殆どの学習者が全体型の教材デザインを選択していたのに加え、分析型-ユーザセレクト型 AHS の学習者群でも、学習効果に有効な結果が見られた第3群、第4群では半数が全体型の教材デザインを選択していたことが確認された。この結果より、全体型 AHS 利用者と分析型 AHS 利用者で比較を行う必要性が生じた。

補足検証：全体型 AHS 利用者、分析型 AHS 利用者における学習効果の差異

補足検証は、全体型、分析型の AHS を学習した 377 名を対象に行った。平均得点増減率にはどの群でも特に大きな差は見受けられず、長期的な学習保持の効果に差は確認されなかった。しかし、平均得点上昇率には第3群、第4群でそれぞれ t 検定による 5%水準の有意差が確認された(図7)。

また、各群が全体に占める割合でも教材を多く利用した第3群、第4群の割合が全体型 AHS の利用者群では 70%強だったのに対し、分析型 AHS の利用者群では第3群、第4群の割合が 60%だったのに加え、教材を殆ど利用していない第1群の割合が全体の 25%を占め、これらの結果に

も χ 二乗検定による1%水準の有意差が確認された。

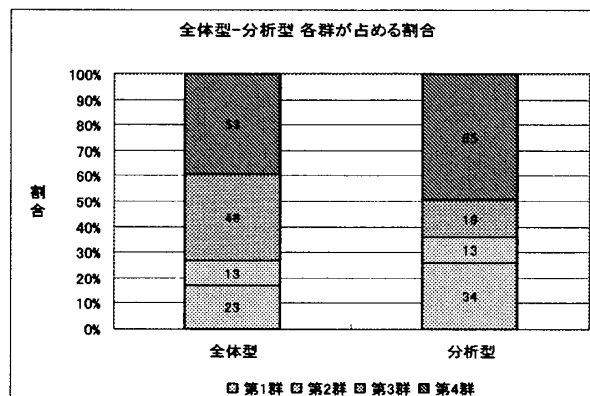


図7 全体型・分析型利用者数の比較

4. まとめ

本研究では、今後の AHS の開発における学習者特性の設定について1つのガイドラインを得ることを目的として認知スタイルを学習者特性に設定した AHS を構築し、実験を行った。2つの検証実験及び補足検証を含めた結果から、今回の実験で「認知スタイルに適合した教材デザインを用いた AHS」を利用することでの学習効果への影響は確認・実証出来ず、AHS 構築における学習者特性の設定に関する示唆を得るまでには至らなかった。また、補足検証の結果より、全体型の教材デザインに一定の学習効果があることが確認された。分析型は学習内容にある程度習熟した学習者には有効だが、今回のような初習者の場合は全体型の方が効果的であったと想定される。

一方、学習者にデザインの選択を許容する機能を持った教材には一定の有効性が確認でき、今後の研究に貴重な示唆を与える結果となった。システムからの学習方法や学習パスの一方的な制御だけではなく、学習者が制御の有無や方法を選択することを可能とするシステムの構築をする場合、どの程度の自由度を学習者に許容するのか、また、学習者全員に一律に許容するのか、学習者の知識レベル等に応じて、許容度に段階を設定すべきかなどの点を新に検証する必要がある、今後の課題となった。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金「学習者特性適応型 e ラーニングシステムの構築に関する研究」(基盤研究(C):課題番号 17500654)により行われた。

参考文献

1. Brusilovsky, P.(1996), Method and techniques of adaptive hypermedia, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 6 (2-3), pp. 87-129
2. 中村峻・深井博・稲葉竹俊(2006), 学習者特性対応型 e ラーニングシステムによる知識保持能力の検証, PC Conference 論文集
3. Riding, R. and Rayner, S. (1998), *Cognitive Styles and Learning Strategies: Understanding Style Differences in Learning and Behaviour*, David Fulton Publishers
4. 多喜賢一郎・稲葉竹俊(2005), 認知スタイル理論に基づいた e ラーニング教材のデザインと効果, *Computer & Education* Vol.18 (2005) pp. 106-111
5. Triantafyllou, E., Pomportsis, A., Demetriadis, S. and Georgiadou, E.(2004) The value of adaptivity based on cognitive style: an empirical study, *British Journal of Educational Technology* Vol.35 No.1, 95-10