

データマイニングを活用した学習方略フィードバックシステムの開発[†]

松河秀哉^{*1}・北村智^{*2}・永盛祐介^{*3}・久松慎一^{*2}
山内祐平^{*2}・中野真依^{*4}・金森保智^{*4}・宮下直子^{*4}

大阪大学大学院教育実践センター^{*1}・東京大学大学院情報学環^{*2}
筑波大学大学院人間総合科学研究科^{*3}・株式会社ベネッセコーポレーション^{*4}

本研究では、高校生から得られたデータに基づいて、データマイニングを活用した学習方略フィードバックシステム「学習ナビ」を開発した。システムの試験運用をふまえ、(a)モデルの妥当性 (b)学習ナビで利用したメタファの有効性 (c)ユーザからの主観的評価の観点から評価を行い、以下の結果を得た。(a)モデルが仮定する学力差が評価モニタにもみられ、モデルの妥当性が示唆された。(b)学習方略の達成度を表す信号機メタファについて、解説画面の閲覧時間の差から有効性が確認された。学習方略の順序性を表す一本道メタファは、評価モニタの約半数の理解を得た。(c)一部のユーザからアニメーションの長さを指摘された以外は、システム全体として好意的な評価を得た。

キーワード：学習方略・Web 診断システム・データマイニング

1. はじめに

1.1. 背景と本研究の目的

学習方略 (Learning Strategy) は、「学習の効果を高めることをめざして意図的に行う心的操作あるいは活動」と定義される (辰野 1997)。効果的な学習の方法は、学力向上につながる重要な要因である。

だが、どのような学習方略が適切か、学習者が十分に把握しているとはいえない。「上手な勉強の仕方が

わからない」があてはまるかの間に「とてもそう」「まあそう」と答えた中学生は72.1%、高校生は75.7%であった (ベネッセ教育研究開発センター 2005)。

だが「上手な勉強の仕方がわからない」学習者が、「上手な勉強の仕方をういていない」とは限らない。どのような学習方略が適切かという情報がない状態では、「上手な勉強の仕方」で勉強している学習者でも、「上手な勉強の仕方がわからない」という可能性がある。

学習方略指導には2つの側面がある。第一に、適切な学習方略を獲得している学習者にはその方略が適切なことを伝達し、自分の学習の仕方に自信をもたせることである。第二に、適切な学習方略を獲得できていない学習者には、より適切な学習方略の情報を伝達し、効果的な学習方法を身につけさせることである。

学習方略の指導には、どのような方法が考えられるだろうか。一つには、認知カウンセリングのように、学習者と1対1で関わりながら学習指導を行うと共に、学習者の動機付け・理解・認知構造などを診断し、学習者自らが学習を改善するための方略を身につけることを促す方法がある (市川 1995)。

また、米国では WEINSTEIN, *et al.* (1988) の LASSI (Learning And Study Strategies Inventory) や、PINTRICH and DEGROOT (1990) の MSLQ (Motivated Strategies for Learning Questionnaire) など、学習者の学習方略を診断するための質問紙が開発されている。これらは、診

2007年1月30日受理

[†] Hideya MATSUKAWA^{*1}, Satoshi KITAMURA^{*2}, Yusuke NAGAMORI^{*3}, Shin-ichi HISAMATSU^{*2}, Yuhei YAMAUCHI^{*2}, Mai NAKANO^{*4}, Yasutomo KANAMORI^{*4} and Naoko MIYASHITA^{*1}: Developmet of a Feedback System of Learning Strategy to Students Utilizing Data Mining Technology

^{*1} Institute for Higher Education Research and Practice, Osaka University, 1-16, Machikaneyama, Toyonaka-shi, Osaka, 560-0043 Japan

^{*2} Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0033 Japan

^{*3} Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1, Tennodai, Tsukuba-shi, Ibaraki, 305-8577 Japan

^{*4} Benesse Corporation, Tokyo Head Office, 1-34, Ochiai, Tama-shi, Tokyo, 206-8686 Japan

断結果に基づいて教師が学習方略の指導を行うことを意図して作られており、診断に基づいた学習方略訓練プログラムを提供している大学もある。

この方法は教師が関わるため、高い指導効果を期待できるが、「上手な勉強の仕方がわからない」学習者が数多い現状では、情報システムの利用も有効であろう。だが、適切な学習方略を判定し、学習者に直接フィードバックするシステムは未だ開発されていない。

そこで本研究では、現在の学習方略の適切さを判定し、今後の方向性をフィードバックするシステムを開発することを目的とする。

なお、本システム単体で学力を向上させることは想定していない。学力向上は、学習方略に加え学習時間や学習環境など複合的な要因によって起きるものと考えられるからである。

1.2. 求められるシステム

本システムは「適切」な学習方略をフィードバックすることを目的としているが、学習方略の適切さは、どのように判断すればよいだろうか。

多くの学習方略研究では、学習者の学習方略をリッカート尺度で問い、因子分析で学習方略の構造を検討している。前述のMSLQもそうした研究手法の成果の一つである(DUNCAN and MCKEACHIE 2005)。

だが、因子分析は基準変数を持たない多変量解析の手法であるため、分析によって学習方略の構造は明らかになるが、学習方略の適切性はわからない。学習方略の適切性を判断するには、基準変数が必要になる。

学習方略は「学習の効果を高めることをめざして意図的に行う心的操作あるいは活動(辰野 1997)」である。本研究の対象である中等教育段階の学習者は入試などの学力試験で学習成果を評価されていることを考慮し、学習方略の適切性を判断するための基準変数として、学力試験の能力値得点を用いることにした。

また、因子分析等によって学習方略の構造化を行うと、学習方略は必然的に抽象化される。こうした研究の心理学的価値は大きいですが、学習者が理解しやすい具体的な学習方略を提供するための情報を得られない。

そこで本研究では、学習方略の構造化は行わず、学習方略に関する質問項目を独立変数として、学力との関係を分析する。これにより、学力と関連が高く、具体的でわかりやすい学習方略を学習者にフィードバックすることが可能になる。

フィードバックシステムには、データマイニングの一手法である回帰二進木分析を用いる。

回帰二進木分析は、目的となる変数をもつ集合を、いくつかの基準となる変数の特定の値で徐々に2分割していく手法で、分割後の集合の分散が分割前の分散に比べてできるだけ小さくなるように、基準となる変数とその値が決定される点に特徴がある。

分割後の集合に着目すれば、その集合がどのような条件を重ねて分割されてきたかを、If Then型のルールとして抽出することができる。つまり、回帰二進木分析を用いると、どういう順序でどういった変数のどのような値で分岐すれば、平均値の高いノードにたどり着けるかを、ルールとして記述することができる。

このことは学習方略のフィードバックを考える場合に重要な意味を持つ。まず、高学力の学習者が用いている学習方略とその程度を具体的に示すことが可能になる。また、どの学習方略から取り組めば成績が向上する可能性があるかという順序性を示すことができる。

回帰二進木分析と競合する分析手法に、重回帰分析がある。重回帰分析は学力と関連が高い学習方略の組み合わせをモデル化可能だが、そのモデルには学習方略の順序性は組み込まれていない。また、変数間の関係に線形関係を仮定する重回帰分析よりも、非線形モデルの一つである回帰二進木分析の方が柔軟なモデルを表現できる。分析に十分に大きなデータが利用可能ならば、学習方略以外の変数も組み込んだ、より精緻なモデルの生成も可能となる。

しかし、回帰二進木分析によって生成されたモデルを学習者に対してそのまま提示しても、学習者が理解することは困難である。そこで、回帰二進木分析によって生成されたモデルを学習者にフィードバックする際に、直感的な理解を促す表現を行う必要がある。

まず、学習者が重要な学習方略を達成できているかに関する情報が必要である。この情報は、回帰二進木分析の結果としてえられる決定木における各分岐の基準値を元にして作成される。

また、回帰二進木分析の結果としてえられる決定木は、根ノードから順に分岐していく(図1)。分岐が起きないノードのうち、もっとも学力成績のよいノードを最適ノードとして学習者をそのノードへ導こうとした場合、1つめの分岐に該当する学習方略から順に達成していく必要がある。回帰二進木においては図1に示されているように上から順に徐々に分岐していくため、仮に5つ提示された方略の2番目～4番目ができていても、1番目の方略ができていなければ、最適ノードにたどり着くことはできないからである。

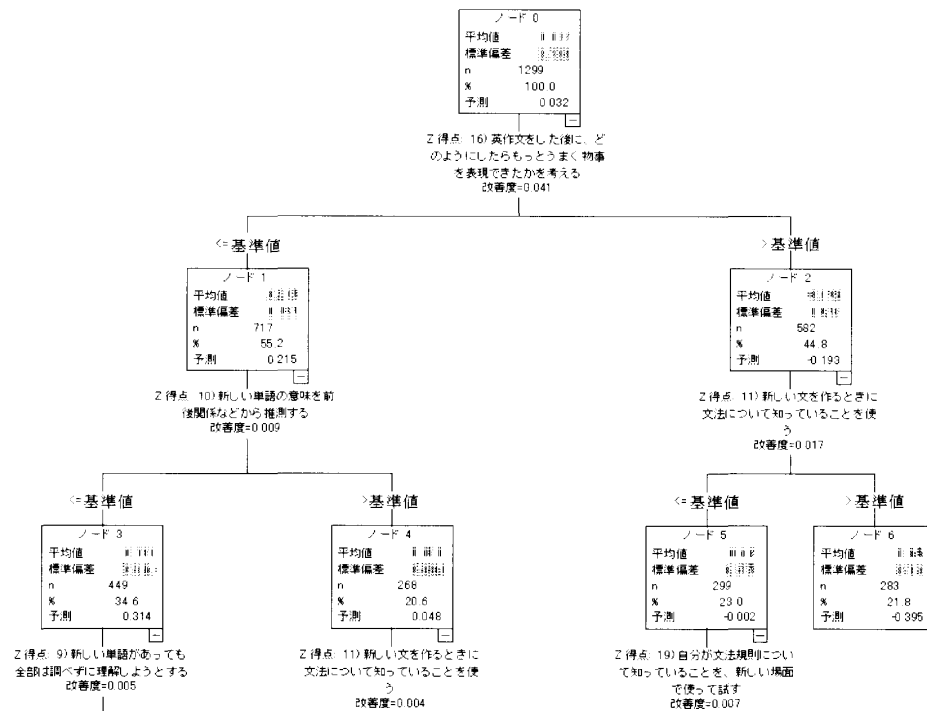


図1 回帰二進木の例

以上から、システムには下記の3点が要求される。

- 1) 学力を基準変数とした回帰二進木分析によってえられた決定木に基づいて、学習者の学習方略が適切であるかを判定する
- 2) 学習者の学習方略が適切であるか(適切な学習方略を達成できているか)をわかりやすく提示する
- 3) 学習者はどの学習方略から取り組むことが効率的であるかをわかりやすく提示する

この3点の設計要件にしたがって、ウェブフィードバックシステム「学習ナビ」を開発した。

2. システムの概要

学習ナビは、web上で入力された学習者の現在の学習方略をもとに、その方略が適切なものであるかを判定し、結果についてわかりやすいメタファを用いてフィードバックするwebベースのシステムである。

システムは、1)学習者にいくつかの学習方略を提示し、それらの方略をどの程度活用しているかを質問するwebページと、2)そこで得られた情報をもとにサーバ側で学習者の学習方略の適切さを判定する部分(以降、ストラテジーエンジン)、3)クライアント側でその判定結果をわかりやすく視覚的にフィードバックする部分(以降、ヴィジュアルライザー)、4)各エンジンからの情報を記録し、相互に提供するためのデータベース

より構成される。図2にシステム構成図を示した。

2.1. 質問項目

学習方略の適切さを確認する質問項目は、過去の学習方略研究等を参考に選定した。英語については久保(1999)、OXFORD(1990)などを、数学については市原・新井(2005)、国立教育政策研究所(2004)などを、国語については犬塚(2002)、市原・新井(2005)などを参考にした。ユーザの負担を考慮し、項目数は各教科とも20項目とした。これらの学習方略については、1「非常によくあてはまる」から7「全くあてはまらない」の7段階で回答を得るようになっている。

これらの質問は教科ごとに図3に示したようなwebページを用いて各学習者に提示される。

2.2. ストラテジーエンジン

ストラテジーエンジンは学習者の学習方略が適切かどうかを判定するシステムである。

ストラテジーエンジンを開発するにあたって、適切な学習方略とは、学力の高い学習者がとっている学習方略であると定義した。ここでいう学力とは、ある特定の学力テストに基づく得点を意味する。本研究ではベネッセコーポレーションが開発した各教科の学力診断テストの結果から、受験者集団内で項目反応理論に基づいて同時推定にて算出した受験者個人の能力値得点を採用している。

その上で、以下の手順に従って、判定アルゴリズムを作成した。

まず、学習者の学力と学習方略を測定する調査を行った。調査対象は2005年度にセンター試験の受験経験を持つ高校3年生約1300名、調査日時は2006年3月18日～21日であった。英語・国語・数学の学力テストと、2.1.において検討した学習方略、その他学習観等を含む約100項目に関する質問紙調査を調査内容とした。

次に、この調査の結果を元に、回帰二進木を生成するための代表的な手法である CART (Classification And Regression Tree) を用いて回帰二進木分析を行った。分析に際しては、2.1.節において検討した、各学習者の教科ごとの学習方略に対する7段階の評定値から、その方略に対する約1300名の全調査対象者の評定の平均値を引き、その標準偏差で割って標準化した値（以降、標準化方略評定値と呼ぶ）を説明変数、各学習者の各教科の学力テストの得点を目的変数として、教科ごとに4段～5段の深さの二進木を作成した。これらの二進木は、特定の学習方略に対する標準化方略評定値が基準値以上/以下であるかどうかでツリー状に2分岐していくものである。回帰二進木分析には SPSS Classification Trees を利用した。

さらに、教科ごとに作成された二進木の終端のノードから、目的変数の平均点が有意に高いノードを、分散分

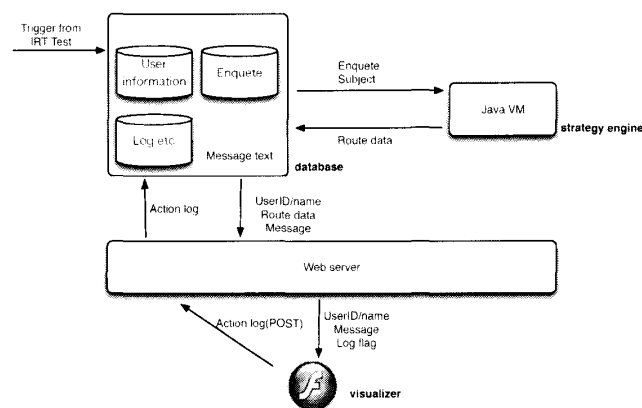


図2 システムの構成

析を用いて1～2ノード選定した。具体的には、Tukey法によるその後の検定（5%水準）で、最も平均値が高い等質サブグループに分類されたノードで、他の等質サブグループではないものを最適ノードとした。

最適ノードが複数ある場合は、以下の手順で学習者ごとに最適ノードを決定した。まず、学習方略を診断しようとする学習者が、図3に相当するweb画面で入力した各教科の各学習方略に対する7段階の評定値を、その方略に対する高校生3年生の全調査対象者約1300名の平均値と標準偏差を用いて標準化し、標準化方略評定値を算出した。次に、学習者ごとに、ルートノ

図3 学習方略を質問する web ページの例

ドから全ての最適ノードに至るまでの分岐点について、分岐の条件を満たしていない標準化方略評定値と、分岐点の値の差の絶対値の累積を算出し、累積値が少ないノード、即ちより少ない努力で到達できる可能性が高いノードを、その学習者の最適ノードとした。ここでいう分岐点の値とは、1.2.で述べた、回帰二進木分析の結果としてえられる決定木における各分岐の基準値を意味する。

こうして、決定木の根ノードから、上記の方法で得られた最適ノードに至るまでに通過する4～5個の方略と各ノードの分岐点の値の組み合わせが、学習者にフィードバックすべき最適方略セットになる。

ストラテジーエンジンは、各学習者による各教科の各学習方略に対する標準化方略評定値を、最適な方略セットの分岐点の値と比較し、どの方略を、どの程度とるように／とらないようにすれば、どの最適ノードに最も効果的に到達できるかを数値的に判定して、その情報をヴィジュアルライザーに渡す。

2.3. ヴィジュアルライザー

ヴィジュアルライザーは、ストラテジーエンジンから、各学習者の標準化方略評定値や最適な方略セットの分岐点の値との差といった情報を受け取り、その情報を学習者にわかりやすく視覚的に提示するためのシステムである。このシステムで、設計要件の2「学習者の学習方略が適切であるか否かをわかりやすく提示する」および3「学習者はどの学習方略から取り組むことが効率的であるかをわかりやすく提示する」を達成する。

2つの設計要件を達成するために、信号機と一本道のメタファを用いた。メタファを含む、「普遍的・国際的な視覚情報としての象形によるコミュニケーション」には、「文字などの伝達に比べて、普遍性、伝達の早さ、伝達の量において、コミュニケーションプロセスにおける認知段階（表象物を認め、そこに描かれている形象を把握するまで：第一次伝達系）では有効性を誇示できる。」（藤沢 1975）という利点がある。そこで本システムでは、学習方略の達成度と順序性という言語的に簡潔に伝達することが難しい情報を、わかりやすく伝えるためにメタファを利用した。信号機メタファは設計要件2に、一本道メタファは設計要件3に対応する。

具体的には、目的地へと向かう一本道の途中に、各学習方略の達成度合いを示す信号機を設置し、各信号器で立ち止まりながら、その方略の詳しい説明を受けるようにすることで、達成すべき学習方略の順序と達

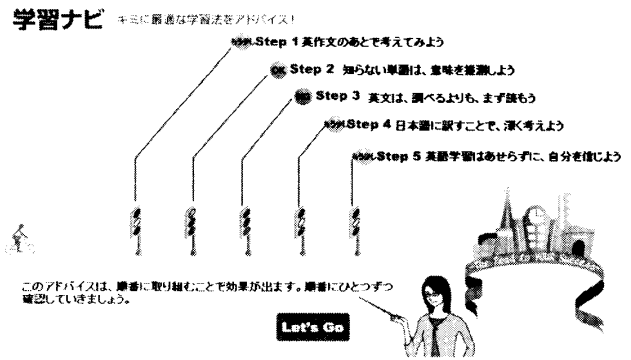


図4 学習方略全体とその順序性の確認

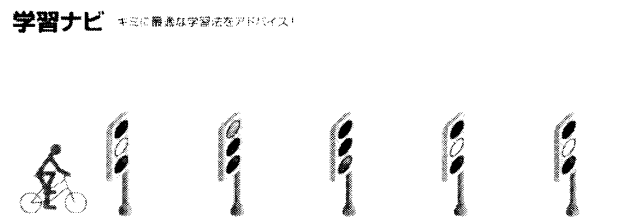


図5 学習方略の達成度の確認と移動

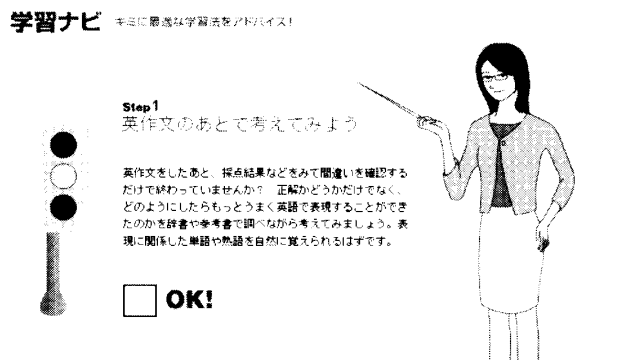


図6 学習方略の詳細説明

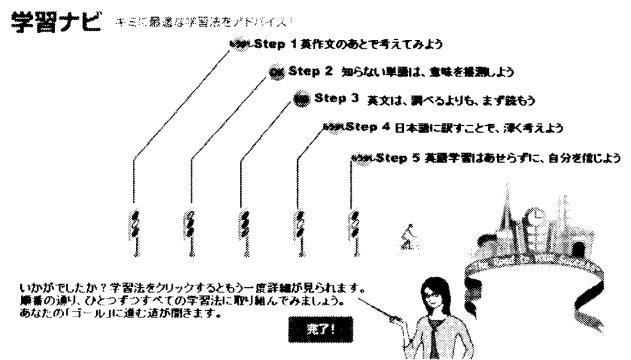


図7 学習方略全体の振り返り

成度を伝達することを目指した。

なお、ある学習方略に対する学習者の標準化方略評定値が、次の最適な方略への分岐の条件を満たしていれば信号は青色になり、標準化方略評定値と分岐点の値との差が1SD(標準偏差)以内であれば信号は黄色に、差が1SD 以上の場合には信号は赤色となる。

以下、実際に学習者が利用した場合のストラテジーエンジンの動作を時系列的に解説する。

図3で示したアンケートに回答し終わると、学習者には図4の画面が提示される。ここでは、これから取り組むべき学習方略が直線上に並んだ状態で示され、それらを一つずつ確認していくことの重要性が説明される。

「Let's go」ボタンをおすと、図5の画面に切り替わり、自転車に乗った学習者が信号まで移動する。

すると図6の画面が現れ、最初にとるべき学習方略の詳細な説明が現れる。この説明は信号の色に応じて変わるように設計されており、個々の学習者の達成度に対応した助言になるよう配慮されている。

説明を確認して「OK」ボタンを押すと、図5の画面に戻り、2番目の方略へと進んでいく。このプロセスを提示された学習方略の数だけ繰り返す。

全ての方略の説明を確認すると図7の画面が現れて、最後にもう一度全方略を確認し手順が終了する。

3. 「学習ナビ」の運用

開発したシステム「学習ナビ」は、2006年11月17日午前10時から同年12月26日午前0時の期間、株式会社ベネッセコーポレーションのWebサービスである「マナビジョン」内のWebサイトで試験運用された。

そのWebサイトにて、ユーザは学力テストを受験したあとに、「学習ナビ」を利用できた。学力テストは英語・数学・国語の三教科が準備されており、問題はPDFファイルで提供された。ユーザは問題をダウンロードしてテストに取り組み、解答をWeb上で入力する。解答提出後、その教科の「学習ナビ」が利用可能になる。

試験運用にあわせて、2006年8月から10月に「学力・学習力到達度診断テスト」を受験したベネッセコーポレーションの進研ゼミ高1講座会員から、評価モニタ300名を募集した。評価モニタには英語についての「学習ナビ」を利用した上での質問紙への回答を求めた。教科を英語としたのは、文系・理系によって教科への関与度に差異が生じないようにするためである。

評価モニタの学力テストの解答入力、事前に郵送した入力表に基づき評価モニタ自身が入力した。入力

表は評価モニタ自身の「学力・学習力到達度診断テスト」での解答から作成された。評価モニタは英語の「学習ナビ」を利用後、事前に郵送した自記式の質問紙に回答した。回答された質問紙は、評価モニタからの返送を受け、2006年12月29日まで受け付けた。質問項目の詳細は「4.『学習ナビ』の評価」において述べる。

質問紙を回収できた評価モニタは最終的に217名であった。サーバに残った「学習ナビ」の利用状況を示すログデータに欠損のあったIDは、分析対象から除いた。最終的に206名がログデータの分析対象となり、質問紙のデータにも欠損のない対象は197名であった。

また、「マナビジョン」の会員である高校1年生も一般ユーザとして利用対象となった。一般ユーザは英語・数学・国語の三教科について利用可能であった。

三教科すべての「学習ナビ」を利用した一般ユーザには、Web上でサイト評価に関する質問紙への回答協力が求められた。この質問紙には、「学習ナビ」の評価に関する項目が含まれていた。質問項目の詳細は「4.『学習ナビ』の評価」において述べる。

試験運用期間中に同Webサイトにアクセスした一般ユーザは約1000名であった。そのうち三教科利用は約600名、二教科利用は約50名、一教科利用は約160名であった。サイト評価に関するWeb質問紙に回答した一般ユーザは268名であり、全項目に欠損のない分析対象は235名となった。

4. 「学習ナビ」の評価

4.1. 評価の観点

評価モニタによる質問紙への回答データと「学習ナビ」の利用ログデータ、および一般ユーザによるWeb上での評価質問紙の回答データを分析に用いた。

「学習ナビ」は、ユーザに対して適切な学習方略に関する情報を伝達することを目的とする。1.2.節の設計要件に対応するよう、「学習ナビ」の評価の観点を(1)モデルの妥当性、(2)信号機メタファの有効性、(3)一本道メタファの有効性の3点に設定し、さらに総合的評価のために(4)ユーザからの主観的評価、を加えた。

(1)モデルの妥当性

設計要件1「学力を基準変数とした回帰二進木分析によってえられた決定木に基づいて、学習者の学習方略が適切であるかを判定する」を評価するために、回帰二進木分析で生成したモデルの妥当性を検討する。モデルが妥当ならば、モデルが仮定する学力の差異が「学習ナビ」のユーザでもみられる。

(2)信号機メタファの有効性

設計要件2「学習者の学習方略が適切であるかをわかりやすく提示する」を評価するために、信号機メタファをユーザが十分に理解したかを検討する。信号機メタファが有効ならば、青信号が表示されたユーザよりも、赤・黄信号が表示されたユーザのほうが学習方略の解説文を入念に読むだろう。

(3)一本道メタファの有効性

設計要件3「学習者はどの学習方略から取り組むことが効率的であるかをわかりやすく提示する」を評価するために、一本道メタファをユーザが十分に理解したかを検討する。一本道メタファが有効ならば、最初に青信号以外が表示されたSTEPの学習方略から取り組むべきと考えることが期待される。

(4)ユーザからの主観的評価

ユーザから「学習ナビ」が好意的に捉えられたかを質問紙のデータから検討する。

4.2. モデルの妥当性の検討

モデルの妥当性の検討は、評価モニタの学力テスト結果と学習方略に関するWeb質問紙への回答を用いた。

妥当性の検討の対象となった英語のモデルは図8である。このモデルで「2.2. ストラテジーエンジン」の方法で決定された最適ノードは図8の(1)と(2)である。

モデルの仮定では、決定木のルートノードからの第一分岐点で2つの最適ノードとは異なる側へ分岐をしたノード群(図8のノード1)がもっとも学力が低くなる。第二の分岐点で最適ノードとは異なる側へ分岐をしたノード群(図8のノード2)が次に学力が低くなる。

図8のノード3内でも学力に差異が生じることが仮定されるが、分析対象のサンプル数が206であるため、ノード3からさらに分割を行った場合、一群あたりのサンプル数が減少しすぎる(ノード3のサンプル数は45)。ここでは、図8におけるノード1、2、3の3つのノード間で学力に差異があるかを検討した。

3つのノード間での学力の差を検討するため、独立変数をノード1、2、3の3群、従属変数を学力値として、Kruskal-Wallis検定を行った。Kruskal-Wallis検定は全体の観測値を小さい順に並べた際の順位を用いて検定を行なうため、各群の順位の平均値(平均順位)に着目する。ノード1の平均順位は94.29、ノード2の平均順位は110.27、ノード3の平均順位は119.76であった。検定の結果、3つのノード間で学力の有意な差が認められた($\chi^2(2)=6.67, p<.05$)。

モデルの仮定では、ノード3の学力がもっとも高く、

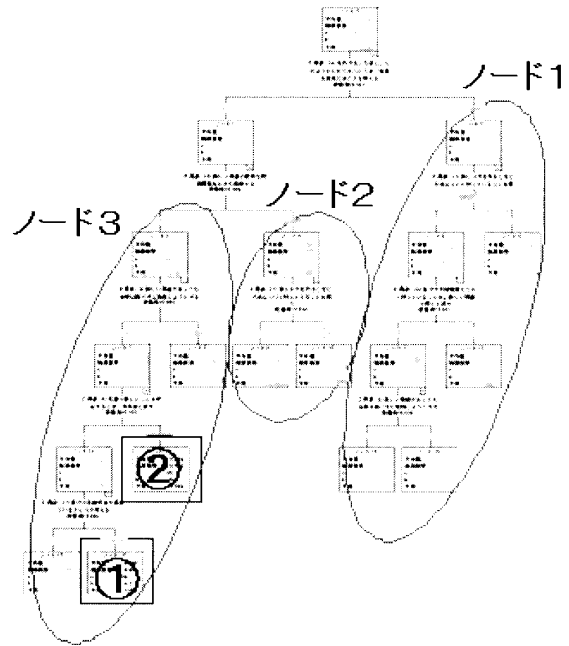


図8 モデルに順じたノードの分類

次いでノード2、そしてノード1の学力がもっとも低くなる。それぞれのノードの平均順位はこの仮定に合致しており、検定により5%水準での有意な差が認められた。評価モニタの少なさのため、十分な妥当性検証が行えたとはいえないが、この結果から、「学習ナビ」のモデルは一定程度、妥当という示唆をえた。

4.3. 信号機メタファの有効性の検討

信号機メタファの有効性の検討は、評価モニタの「学習ナビ」の利用ログデータを用いて行った。

ユーザが「学習ナビ」の提示する学習方略の解説文を入念に読んだ場合、その解説画面の閲覧時間が長くなると考えられる。閲覧時間には解説文自体の長さや内容の難易度の影響も考える。だが、各信号で文字量に大きな差はなく、例えば英語のSTEP1の解説文は青信号149文字、黄信号141文字、赤信号143文字である。また、学習方略の基本的な説明は信号の色によらずほぼ同一であるため、難易度に大きな差はない。よって、評価指標に解説文の閲覧時間を用いた。各学習方略の解説画面(STEP)の閲覧時間を、各STEPに移るボタンをユーザが押してから、次のSTEPまたは画面に移るボタンを押すまでの時間と定義した。利用ログデータから各STEPの閲覧時間を算出した。

各STEPでの信号の色による閲覧時間の差を検討するために、各STEPでの信号の色を独立変数、各STEPの閲覧時間を従属変数としてKruskal-Wallis検定を行った。各STEPでの各信号の人数、信号の色ごとの平

表 1 信号の色と各 STEP の閲覧時間

	STEP1			STEP2			STEP3		
	人数	平均値	平均順位	人数	平均値	平均順位	人数	平均値	平均順位
青信号	92	23.01	93.48	76	14.01	88.05	128	15.05	95.33
黄信号	107	31.93	110.69	105	16.52	112.07	78	17.83	116.91
赤信号	7	23.57	125.29	25	13.72	114.48	0	—	—
χ^2	5.10	p<.10		8.14	p<.05		6.37	p<.05	
d.f.	2			2			1		

	STEP4			STEP5		
	人数	平均値	平均順位	人数	平均値	平均順位
青信号	189	14.86	101.35	55	10.53	64.38
黄信号	11	14.55	124.41	116	19.68	101.57
赤信号	6	13.33	132.75	9	18.00	107.39
χ^2	3.05	n.s.		20.05	p<.001	
d.f.	2			2		

χ^2 値は Kruskal-Wallis 検定の結果

均値、平均順位、および検定の結果を表 1 に示す。

検定の結果、STEP5は0.1%水準で、STEP2、STEP3は5%水準で、STEP1は10%水準で、信号の色による閲覧時間の有意差が認められた。STEP4では、信号の色による閲覧時間の有意差は認められなかった。

閲覧時間の分布は正規分布からの逸脱が大きく、黄信号、青信号の利用者の中に著しく閲覧時間の長いものがみられたため、平均値では赤信号の閲覧時間が短い場合も生じた(表 1)。だが表 1 の平均順位に着目すると、どのSTEPでも青信号の平均順位がもっとも低く、黄信号、赤信号の順に高い。このことは、分布形状や外れ値の影響の小さい順位情報からみて、群の傾向として青信号のユーザの閲覧時間が短く、赤信号のユーザの閲覧時間が長かったことを意味する。黄信号・赤信号の人数が少なかったSTEP4を除いて、信号の色によって閲覧時間に統計的有意差が認められたことから、信号機メタファは有効に機能していたと考えられる。

4.4. 一本道メタファの有効性の検討

一本道メタファの有効性を検討するために、評価モニタに対して、「[学習ナビ]で示された勉強の方法のうち、まず初めにやってみなくてはいけない勉強方法はどれだと思いましたか」という項目で、自由記述回答を求めた。一本道メタファが有効ならば、ユーザは最初に黄信号・赤信号が出たSTEPの学習方略から取り組むことが効率的であると理解できると考えられる。

そこで、前述の自由記述回答と、最初に黄信号・赤信号が出たSTEPの提示内容が一致していたかを検討した。最初に黄信号・赤信号が出たSTEPの提示内容は利用ログデータから判別した。分析対象は利用ログデータにも質問紙のデータにも欠損値のない197名のうち、一度は黄信号・赤信号が提示された190名とした。

この提示内容と自由記述回答の内容の一致について、

第二著者と本研究に参加していない第三者が独立に判定した。二人の判定の一致率は93.7%であった。例えば、「英文は、調べる前にまず読もう」という見出しの学習方略に、「英文を読むときに英語を一回一回調べるのではなく一度全体を読んでみる」という回答だった場合などに提示内容と回答内容が一致したと判定した。

判定の結果から、49.5%のユーザにおいて、最初に黄信号・赤信号が示されたSTEPの提示内容と、前述の質問に対する自由記述回答の内容が一致していた。

ここから、有効性がなかったわけではないが、一本道メタファの理解はユーザの半数程度にとどまったといえる。この理解率には改善の余地があるといえる。

4.5. ユーザからの主観的評価

「学習ナビ」の主観的評価を把握するために、ユーザに「学習ナビ」利用後に質問紙調査への回答を求めた。評価モニタからは「英語」の「学習ナビ」を利用後の主観的評価データを得た。一般ユーザからは、三教科すべての「学習ナビ」を利用後の主観的評価データを得た。各項目に関し、評価モニタには「とてもよくあてはまる」を「5」、「まったくあてはまらない」を「1」とする5段階尺度で評定を、一般ユーザには各項目に関し、「とても当てはまる」を「1」、「全く当てはまらない」を「5」とする5段階尺度で評定を求めた。なお、実施の制約上、評価モニタと一般ユーザの質問項目数は一致していない(質問項目は表 2 に示す)。

評価モニタからの回答結果、一般ユーザからの回答結果に関して、平均値、標準偏差、中央値、および尺度の中央値にあたる「3」を比較基準値とした Wilcoxon の符号付順位検定の結果を表 2 に示す。なお、回答結果が「学習ナビ」に対して肯定的な場合に値が大きくなるよう(もっとも肯定的な場合が「5」、もっとも否定的な場合が「1」となる)、適宜反転を行った。

表2 ユーザからの主観的評価の結果

	評価モニタ (n=197)				一般ユーザ (n=235)					
	平均値	中央値	S.D.	z	平均値	中央値	S.D.	z		
[学習ナビ]の操作で迷うことがあった	3.49	4.00	1.35	-4.70	p<.01	3.99	4.00	1.20	-9.77	p<.01
[学習ナビ]のアニメーションは長いと思った	3.51	4.00	1.06	-5.95	p<.01	2.51	2.00	1.21	-5.57	p<.01
[学習ナビ]で示された勉強の方法は自分のために選ばれたものだったと思った	3.49	4.00	0.89	-6.67	p<.01	3.34	3.00	1.01	-4.76	p<.01
[学習ナビ]で示された勉強の方法は信じられるものだった	3.93	4.00	0.72	-10.82	p<.01	3.76	4.00	0.89	-9.60	p<.01
[学習ナビ]で示された勉強の方法は、どれも大切だと思った	4.07	4.00	0.80	-10.77	p<.01	3.91	4.00	0.88	-10.62	p<.01
自分はどのような勉強の方法をとれば良かったかわかった	3.77	4.00	0.92	-8.78	p<.01	3.68	4.00	0.99	-8.43	p<.01
どの勉強方法からやってみれば良かったかわかった	3.56	4.00	0.99	-6.84	p<.01	3.54	4.00	0.98	-7.18	p<.01
自分がよくできている勉強の方法がわかった	3.68	4.00	0.91	-8.27	p<.01	3.75	4.00	0.93	-9.36	p<.01
自分があまりできていない勉強の方法がわかった	3.90	4.00	0.90	-9.58	p<.01	3.89	4.00	0.91	-10.37	p<.01
[学習ナビ]で示された勉強の方法を実際にやってみようと思った	3.97	4.00	0.86	-10.06	p<.01	3.84	4.00	0.99	-9.58	p<.01
[学習ナビ]の利用は楽しかった	3.53	4.00	0.98	-6.62	p<.01	3.75	4.00	1.03	-8.76	p<.01
[学習ナビ]で示された勉強方法はいい勉強方法だと思った	3.92	4.00	0.80	-10.28	p<.01	3.86	4.00	0.93	-10.01	p<.01
数学についても[学習ナビ]を使ってみよう	4.07	4.00	0.95	-9.93	p<.01	—	—	—	—	—
国語についても[学習ナビ]を使ってみよう	3.97	4.00	0.97	-9.49	p<.01	—	—	—	—	—

z 値は「3」を比較基準値とした Wilcoxon の符号付順位検定の結果

表2から、評価モニタ、一般ユーザともほとんどの項目で、平均値は3より大きく、中央値は4であった。

「学習ナビ」は評価モニタからも、一般ユーザからも好意的に捉えられたと考えられる。

だが、一般ユーザでは「学習ナビのアニメーションは長いと思った」の項目に対し、平均値が2.51、中央値が2であった。アニメーションの長さには一般ユーザから否定的評価を受けたといえる。「学習ナビ」のアニメーションには2.3.節で説明したアニメーションに加えて、オープニングアニメーションが含まれる。一般ユーザには、三教科すべての利用後に評価を求めたため、アニメーションが過剰に感じられた可能性がある。

5. まとめと今後の課題

5.1. まとめ

本研究では、データマイニングを活用した学習方略フィードバックシステムを提案し、利用可能なデータに基づいて「学習ナビ」を開発し、試験運用と評価を行った。「学習ナビ」の評価は(1)モデルの妥当性、(2)信号機メタファの有効性、(3)一本道メタファの有効性、(4)ユーザからの主観的評価、の4つの観点から行った。

評価の結果、以下の結果がえられた。

システムに組み込んだモデルが仮定する学力の差異が、評価モニタにおいてもみられた。このことから、モデルが妥当であることが示唆された。

信号機の色によって、学習方略についての解説画面の閲覧時間が異なった。このことから、信号機メタファは有効に機能したと考えられる。

一本道メタファは評価モニタの49.5%に理解された。一本道メタファがまったく有効に機能しなかったわけではないが、改善の余地はある。

「学習ナビのアニメーションは長い」という評価を一般ユーザからえた以外は、ユーザからの主観的評価は全体的に好意的なものであった。

5.2. 今後の課題と展望

本研究では、データマイニングを活用した学習方略フィードバックシステムとして「学習ナビ」を開発した。だが、「学習ナビ」の開発にあたって利用可能であったデータには限りがあり、ストラテジーエンジンに組み込まれたモデルには精緻化の余地が残されている。モデルの精緻化を進めることは、本研究で提案したシステムを展開していく上で、不可避となる課題である。

試験運用は期限を設けて行ったが、今後「学習ナビ」は正式サービスとしての運用を行う予定である。これにより、学習者の学力と学習方略のデータがさらに蓄積される。このデータを活用し、ストラテジーエンジンのモデルのさらなる精緻化を進めていきたい。

また、学習方略に関するデータだけでなく、学習者特性に関するデータも同時に収集できれば、学習者の多様性への対処も可能となる。例えば、適正処遇交互作用(CRONBACH 1967)を導入すれば、個人により適応したフィードバックが可能になるだろう。

また、長期的な運用において、「学習ナビ」の利用が学習者の学習方略に与える影響を検討していく必要がある。本研究では学習者に適切な学習方略に関する情報を伝達するシステムの開発を目的とした。長期的に

は、本システムの利用を通じて、学習者の学習方略が適切なものへと改善され、学力向上につながっていくことが望ましい。学習者の長期にわたる追跡研究を行い、「学習ナビ」の利用効果を検討したい。

ユーザインタフェースの課題としては、本研究での「学習ナビ」の評価からメタファやアニメーションなどに改善すべき点が指摘された。これらの改善も今後の課題としたい。

今後の展望として、動的なストラテジーエンジンの開発を考えている。現時点では、2.2.に示したように、約1300人のデータから抽出された静的モデルからフィードバックに用いる学習方略を決定しているが、今後は、web 上で行った学習方略アンケートと学力調査のデータを即時的に分析し、最適な学習方略のモデルを動的に生成するシステムを構築していきたい。

※本研究は、東京大学大学院情報学環 ベネッセ先端教育技術学講座(BEAT)のプロジェクトとして企画され、東京大学とベネッセコーポレーションの共同研究として実施された。

参 考 文 献

- ベネッセ教育研究開発センター (2005) 第1回子ども生活実態基本調査報告書。ベネッセコーポレーション, 東京
- CRONBACH, L.J. (1967) How can instruction be adapted to individual differences? In R. M. GAGNÉ (Ed.) *Learning and Individual Differences*, Charles Merrill, Ohio, pp.23-39
- DUNCAN, T.G. and MCKEACHIE, W.J. (2005) The Making of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire. *Educational Psychologist*, **40** : 117-128
- 藤沢英昭 (1975) ビジュアルコミュニケーションとは何か。ビジュアルコミュニケーション, ダヴィッド社, pp.8-21
- 市原学, 新井邦二郎 (2005) 中学生用数学・国語の学習方略尺度の作成。筑波大学心理学研究, **29** : 99-107
- 市川伸一 (1995) 学習と教育の心理学。岩波書店, 東京
- 犬塚美輪 (2002) 説明文における読解方略の構造。教育心理学研究, **50** : 152-162
- 国立教育政策研究所 編 (2004) 生きるための知識と技能2 OECD 生徒の学習達成度調査(PISA)2003年度調査国際結果報告書。ぎょうせい, 東京
- 久保信子 (1999) 大学生の英語学習における動機づけ

モデルの検討—学習動機, 認知的評価, 学習行動およびパフォーマンスの関連—。教育心理学研究, **47** : 511-520

OXFORD, R.L. (1990) *Language learning strategies: What every teacher should know*. Newbury House/Harper & Row Publishers, NY

PINTRICH, R.R. and DEGROOT, E.V. (1990) Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, **82** : 33-40.

辰野千壽 (1997) 学習方略の心理学。図書文化社, 東京

WEINSTEIN, C.E., ZIMMERMAN, S.A. and PALMER, D.R. (1988) Assessing learning strategies: The design and development of the LASSI. In C. E. WEINSTEIN, E.T. GOETZ, and P.A. ALEXANDER (Eds.), *Learning and study strategies: Issues in assessment, instruction, and evaluation*. Academic Press, San Diego, pp.25-40

Summary

We developed a feedback system of leaning strategies based on models created by using data mining technology which is applied to the data obtained from high school students. After trial use of this system, we evaluated the system from the point of view as follows. a. Validity of the models. b. The effectiveness of metaphors built into the system. c. Subjective evaluation from users. The results were as indicated below. (a) Validity of the models was verified, because the difference of academic ability estimated from the models was observed in the data obtained from monitor test. (b) The signal metaphor which represents the achievement levels of learning strategies was turned out to be effective, because the length of the time spent to read the explanation of leaning strategies differed according to the color of signal, while the direct road metaphor which represents the order of learning strategies was understood by nearly half of the students. (c) Some users insisted the animations used in the system were too long, but the evaluation as a whole system was favorable.

KEY WORDS: LEARNING STRATEGY, WEB BASED DIAGNOSTIC SYSTEM, DATA MINING

(Received January 30, 2007)