

適応型 e ラーニングに必要な診断的テスト機構

西 輝之[†] 延原 哲也^{††} 劉 渤江^{†††} 国島 丈生[†] 横田 一正[†]

[†] 岡山県立大学 大学院 〒 719-1117 岡山県総社市窪木 111

^{†††} 岡山理科大学 〒 700-0005 岡山市理大町 1-1

^{††} (株) ベネッセコーポレーション 〒 700-8686 岡山市南方 3-7-17

E-mail: [†]{t-nishi,kunishi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp, ^{††}tetsuya_nobuhara@mail.benesse.co.jp,
^{†††}liu@mis.ous.ac.jp

あらまし 学習者の状態により提示する教材を変化させる適応型 e ラーニングにおいて、教材の提示順序を含むシーケンシングを適切に行うには学習者の理解度を把握する事が重要である。本稿では、そのためのテスト機構を提案する。この機構を有効に働かせるための教材の記述と、その中でのテスト機構の機能と記述について述べる。

キーワード e ラーニング, 診断的テスト

Diagnostic Testing Mechanism for Adaptive e-Learning Systems

Teruyuki NISHI[†], Tetsuya NOBUHARA^{††}, Bojiang LIU^{†††}, Takeo KUNISHIMA[†], and Kazumasa YOKOTA[†]

[†] Okayama Prefectural University 111 Kuboki, Soja, Okayama, 719-1117 Japan

^{†††} Okayama University of Science 1-1 Ridai-cho, Okayama, 700-0005 Japan

^{††} Benesse Corporation 3-7-17 Minamigata, Okayama 700-8686 Japan

E-mail: [†]{t-nishi,kunishi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp, ^{††}tetsuya_nobuhara@mail.benesse.co.jp,
^{†††}liu@mis.ous.ac.jp

Abstract In an adaptive e-learning system, teaching materials are presented to learners according to their understanding levels or test results. For such objectives, it is important to trace learners' learning processes and grasp their understanding levels appropriately. In this paper, we propose a new testing mechanism: how to describe tests, how to give them to learners, and how to evaluate their results.

Key words e-Learning, Diagnostic Testing

1. はじめに

情報通信技術の発展に伴い、大学の講義や企業内教育、通信教育などで e ラーニングが用いられるようになってきている。e ラーニングの一形態として Web サーバ上に置かれた教材コンテンツを利用して自主学習を行う形式の WBT(Web Based Training) がある。WBT の標準的な規格である SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 規格 [1] では学習順序の制御 (シーケンシング) を行う事ができ、学習者に合わせた教材の提示が出来る。しかし、単純化された成績での最低限の制御であり学習者の状態に十分に対応出来ているとは言いがたい。また、SCORM の教材は再利用単位の粒度を柔軟に扱えないという問題点を持つ。

そこで我々はこれまで再利用性の改善として教材流通のためのアーキテクチャ及び、教材記述言語 X-TDL(XHTML based

Teaching-material Description Language) [2] の提案を行ない、また、シーケンシングの改善として解答の正誤パターンと ECA ルールを利用した形成的評価のためのシーケンシングの研究を行ってきた [3]。そして現在、先行研究の内容に加えて教材の提示順序を含むシーケンシング全体を ECA ルールにより制御することで、学習者の状態に合わせて学習する内容を変化させる適応型 e ラーニングシステムのモデルを提案している [4]。

学習者の状態により提示する教材を変化させる適応型 e ラーニングにおいて、教材を変化させる際の条件の一つに学習者の理解度がある。適応型 e ラーニングシステムはこの学習者の理解度から学習者に合った教材を判断し提示する。この事から、シーケンシングを適切に行うには学習者の理解度を把握する事が重要であり、そのためには診断的なテストが必要であると言える。テストの標準規格として IMS QTI [5] があるが、シーケンシング制御との連携が考慮されていないため利用が難しい。

また、多肢選択式問題において学習者の解答の確信度を用い学力診断を行う研究もある [6]。しかし、全体的な理解度の把握が可能だが学習者のつまづき箇所の把握までは至らず適応型 e ラーニングへの応用が困難である。

そこで本論文では、学習者の理解度を把握するための診断的テスト機構を提案する。まず出題する問題を意味的なまとまりでグループ化し、グループ単位で出題や評価を行う。これにより学習者のつまづき箇所を把握する。このグループ化とグループ単位での出題と評価の手法とその記述について述べる。また、提案したテスト機構を有効に働かせるための教材の記述について述べる。

2. 使用する教材

適応型 e ラーニングに使用する教材として、教材記述言語 X-TDL, 教材モジュール, ECA ルールによるシーケンシングを利用する。それぞれについての概要を述べる。

2.1 教材記述言語 X-TDL

1. 章で標準規格 SCORM についての問題点を述べた。そこで先行研究では教材流通アーキテクチャで流通させるための言語として教材記述言語 X-TDL を提案した。文書記述の汎用性と自由な拡張性から XHTML2.0 [7] をベースに設計されている。

構造

X-TDL 文書は、章や節などの教材の階層構造が構造記述要素 (section 要素) で表現される。X-TDL 文書の構造を図 1 に示す。

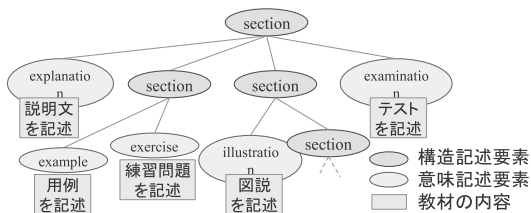


図 1 X-TDL 文書の構造

構造記述要素は子要素として例 (example 要素) や説明文 (explanation 要素) といった学習上意味のあるまとまりを持つ意味記述要素とテスト記述要素を持つ。テストの問題や呼び出しに関する記述はこのテスト記述要素の中に記述される。さらに意味記述要素も階層構造を持つ事ができ、子要素として意味記述要素と XHTML の要素を持つ。XHTML の要素の内容が実際に提示される教材の内容となる。

また、構造記述要素と意味記述要素を合わせて教材ノードと呼ぶ。教材ノードは id 属性を持ち一意な値が入る。id 属性値は 2.2 節で述べる教材モジュールでの提示順の指定に用いる。X-TDL の記述例を図 2 に示す。

2.2 教材モジュール

教材を作成する上で教材の部品を再利用しひとつの教材を作りたい場合が考えられる。また教科書の章や節や段落といった説明のまとまりが、必ずしも学習者に一度に提示したい単位と一致しているとは限らない。そこで複数の X-TDL 文書の教材ノードや部分木を参照してひとつにまとめ、提示単位とする事を先行研究に加え新たに定義する。この提示単位を教材モ

```
<xtdl>
  <section title="計算機と 2 進数" id="s1">
    <explanation id="e1">
      <p>計算機では命令やデータはすべて 0 と 1 (電気が流れるか流れないか) の組合せで表現されます。…</p>
    </explanation>
  </section>
  <section title="2 進数と 10 進数の関係" id="s2">
    <explanation id="e1">
      <p>10 進整数から 2 進整数への変換は、数学的には、2 進数の下 (左) から n 桁目が…</p>
    </explanation>
    <example title="変換の例" id="ex1">
      <p>2 進数から 10 進数への変換の例を示します。…</p>
    </example>
  </section>
  <examination>
    <selection_ordering>
      <!-- 問題の呼出し -->
    </selection_ordering>
  </examination>
</xtdl>
```

図 2 X-TDL の記述例

ジュールと呼ぶ。教材モジュールは識別子を持ち学習順序の制御に用いることができる。教材モジュールの概念図を図 3 に示す。

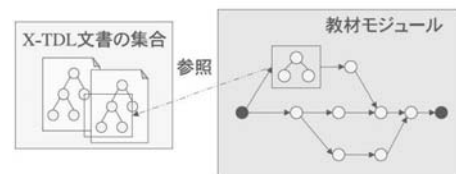


図 3 教材モジュールの概念図

X-TDL 文書に対する参照は、X-TDL 木構造中の葉ノードと中間ノードの両方に対して行う事が出来る。参照は教材ノードの識別子を指定することで行う。葉ノードの識別子を指定した場合はそのノードの内容全て、中間ノードが指定された場合はそのノードを根とする部分木の参照を意味する。テスト記述要素も教材ノードとして参照することが可能である。

参照された教材ノード間には提示の数の順番が定義される。これを教材シーケンシングと呼ぶ。教材シーケンシングには学習者レベルによる分岐を持たせることができ、提示時には学習者のレベルに対応した部分が提示される。教材シーケンシングは図 4 に示した有向グラフで表される。この例では、学習者のレベルが L ならば点線で囲まれているノードが A,B3,C,D2 の順に提示される。このレベルに対応した提示内容と、提示中の学習者のレベルの切り替えを利用することで提示内容の変更を行う事が出来る。

教材モジュールの記述例を図 5 に示す。module 要素が 1 つの教材モジュールを表し、子要素として block 要素を持つ。block

要素は学習者のレベルにより分岐する部分と共通する部分ごとに記述される。記述例では H,M,L の3段階のレベルで分岐する部分と、レベルを問わず共通する部分を示している。また、block 要素は子要素として node 要素を持ち、この要素で教材ノードを参照している。

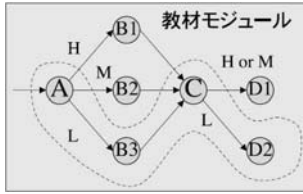


図4 教材シーケンシングの構造

```
<module id="mod1">
  <block>
    <node level="*" refs="A" />
  </block>
  <block>
    <node level="H" refs="B1" />
    <node level="M" refs="B2" />
    <node level="L" refs="B3" />
  </block>
  <block>
    <node level="*" refs="C D E" />
  </block>
</module>
```

図5 教材モジュールの記述例

2.3 ECAルールによるシーケンシング

教材の提示順序やメッセージ送信などの学習の流れを制御するシーケンシング情報はECAルールで記述する。以下、ECAルールによるシーケンシングを学習シーケンシングと呼ぶ。ECAルールとはアクティブデータベースの分野で用いられているルールの記述方式で、Event,Condition,Actionを3つ1組にして記述する。このECAルールによるシーケンシングの制御ではルール間に矛盾が発生する可能性がある。そこで学習シーケンシングに関する妥当性の検証について別途研究を行っている[8]。

テスト機構で把握した学習者の理解度は、この学習シーケンシング内でCondition(条件)の内の一つとして用いられる。

シーケンシングのモデル

学習シーケンシングのうち教材の提示順序は条件付の有向グラフとして表される。グラフの各頂点のラベルは教材モジュールの識別子を表しており、その識別子の教材モジュールの内容が提示される。また各辺はEventによるActionを表している。1つの頂点から複数の辺がある場合、辺についている条件に適合する遷移が選ばれる。図6にシーケンシングのモデルを示す。

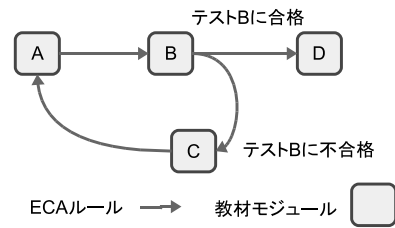


図6 シーケンシングのモデル

3. テスト機構の機能

本章では、適応型eラーニングを行う上で必要となるテスト機構のもつ機能について述べる。

3.1 要件

学習者の理解状態を把握するため、テスト機構は以下の要件を満たす必要がある。

要件1 先行研究にて正誤パタンとECAルールを用いた形成的評価のためのシーケンシングの研究を行ってきた。しかし正誤パタンは正か誤かの情報しか含まないために、点数などによる柔軟なシーケンシングを行う事が出来なかった。そこで、正誤パタンに代わる評価結果を生成する必要がある

要件2 テストの度に同じ問題が出題されると学習者が答えを暗記し、正しい理解状態を把握する事が難しくなる。よって、テストの度に異なる問題を出題するように動的な出題を行う必要がある

要件3 学習シーケンシングの際に問題単位の評価結果を用いると、問題の内容や問題数が変化した場合に評価結果の形が変化し統一性が無くなる。これにより学習シーケンシングで条件としての利用が困難になる。そこで、評価結果の形は問題の内容や問題数が変化しても固定されている必要がある

3.2 問題のグループ化

前述した要件3に対するアプローチとして問題を意味的なまとまりとしてグループ化する事を提案する。問題の出題と解答の評価はこのグループ単位で行う。

始めに問題単位で解答を評価し評価結果を得る。さらに、この評価結果をグループ単位で正規化する事で生成された点数はグループの数で固定される。これによりテストに出題した問題が変化しても評価結果は同じ形に保たれる。このグループ単位の点数から学習者が特定のグループに関して理解不足と判断することが出来る。グループ単位の点数への正規化の例を図7に示す。図7の例では8つの問題が3つのグループから出題されている。この評価方法により問題単位の点数がグループ単位の点数に正規化される。

3.3 問題の出題

要件2へのアプローチとして以下のような出題手法を提案する。これらの出題は全てグループ単位で行われる。

- 問題のグループとその中の問題を直接指定して出題する
- 問題のグループと形式、問題数を指定して出題する
- 問題のグループと問題数を指定してランダムで出題する
- 問題のグループと難易度を指定して出題する

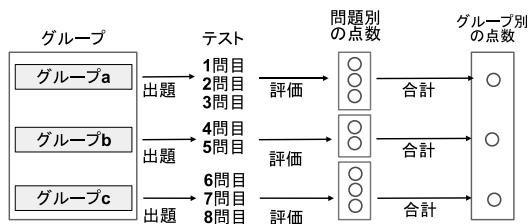


図 7 評価の正規化

また、扱う問題の形式は様々なものが考えられる。例として、正答が単一あるいは複数の選択式や穴埋めなどの記述式問題、並べ替え問題やポイントの接続と言った問題の形式が考えられる。今回は簡単のため以下の問題形式に限定する。

選択式 解答の候補が複数用意され、その中から正解を選ぶ方式。正答が単一の場合と複数の場合で、単数選択式と複数選択式がある。選択肢は文字以外に静止画などが考えられる。

記述式 解答を文章で記述する方式。

3.4 解答の評価

要件 1 へのアプローチとして点数による評価方法を用いる。まず、問題単位で評価し点数を付与する。この付与された点数を元にグループ単位の点数を求める。これらは組み込み式で与えられ、具体的な評価方法を以下で述べる。

重みを用いた評価

重みを用いた評価は問題単位の評価に用いる。始めに複数選択式問題の評価について述べる。学習者の解答と正答を比較し、それぞれの選択肢の正否に応じて重みを付与する。それらの重みを合計し、閾値に達しているかでその問題の正否を判断する。正解と判断された場合には問題に設定された点数が付与される。最終的な評価結果はこの点数となる。重みや閾値、点数は作成者が条件として自由に設定出来る。

複数選択式の問題での重みを用いた評価の例を図 8 に示す。この例では正解の解答の重みを+1、不正解の解答の重みを-1、閾値を 2 と設定している。学習者の解答と正答を比較した結果、正解数 3、不正解数 1 からそれぞれの重みの合計は 3 と-1 になり、その合計値は 2 となる。よってこの問題については正解と判断され設定された点数が付与される。

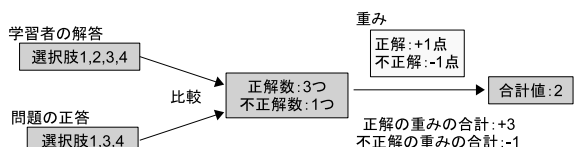


図 8 問題の評価方法

この方法は複数選択式の問題以外でも用いることができる。単数選択の場合は解答が正解数 1 か不正解数 1 のどちらかになり、合計値は正解の重みか不正解の重みの 2 値になる。記述式の問題の評価の場合は記述式問題用の評価関数を付与する。この評価関数により解答が評価され、評価された結果を重みとして得る。

このようにして各問題それぞれに対して評価し問題単位の点

数を生成した後に、問題単位の点数からグループ別の点数を生成する。グループ別の点数の生成については次で述べる。

評価結果の合計による評価

問題単位の点数をグループ単位の点数に正規化する。グループ単位の点数を生成する方法は 3.2 節で述べた問題単位の点数を正規化しグループ単位での点数にする方法を用いる。

問題単位の点数からグループ別の点数への正規は問題に付与した点数を用いて行われる。まず、重みを用いた評価で得られたそれぞれの問題の点数をグループごとに加算する。この加算した点数を点数の合計の最大値で割り値域を 0 から 1 の間に調整する。これによって得られた数値はグループの得点率となる。また、問題の呼出し時にグループに対して配点を設定し、それに得点率を乗ずる。これにより得られた結果をグループの点数とする。グループの評価結果はこの得点率と点数によって与えられる。

テスト全体の評価結果は、さらにグループごとの評価結果を合計しグループの数で除算する事で得ることが出来る。

4. テストに関する記述

前章で述べたテスト機構の機能を実現するための記述について述べる。テストに関する記述として問題とグループに関する記述と問題の問合せに関する記述がある。

4.1 問題の記述

出題される問題を意味的にまとめたグループの集合として問題データベースを定義する。問題 DB の構造を図 9 に示す。問題 DB は、教材中のテスト記述要素内に記述するか、もしくは教材と独立して設置する事が出来る。

問題 DB から出題を行うにはグループや問題を直接指定する場合は考えられる。そこでグループとグループに含まれる問題をそれぞれ一意に指定できるような形で問題を記述する必要がある。そこで、出題される問題を問題候補、問題候補をグループ化した物を問題群と呼び、それぞれ一意の識別子を持つように記述する。問題候補と問題群の構造について以下で述べる。

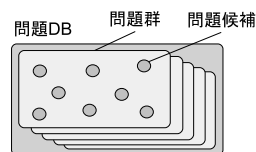


図 9 問題 DB の構造

問題候補

問題候補とは実際に出題される問題で、それ単体で一つの問題となる。問題候補は表 1 にあるような要素から構成される。

各問題候補はそれぞれ一意な識別子を持ち出題の際にその識別子を指定して出題されるほか、出題履歴にこの識別子を保存する。図 10 に問題候補の構造を示す。

次に問題候補の記述例を図 11 に示す。

item 要素 問題候補のルート要素であり、固有の識別子である id 属性と問題の形式を表す type 属性を持つ。子要素には、問題文が記述された question 要素、解答に関する情報が記述

された response 要素, ヒントが記述された hints 要素, 模範解答や解説が記述された explanation 要素, 評価に関する情報が記述された evaluate 要素がある。

response 要素 提示の際に解答の候補として提示され, それぞれ固有の識別子である id 属性を持つ。item 要素の type 属性により, response 要素の提示の形式は文字や画像の選択肢であったり記述式の記述欄となる。

hints 要素 問題に対するヒントが記述されている。ヒントは, 問題と共に表示・非表示を切り替え可能にして提示する。

explanation 要素 学習者の解答後に提示される模範解答や解説が記述される。これらは学習者の解答を評価し終えた後に評価結果と共に提示される。

evaluate 要素 評価に用いられる情報が記述されている。子要素として, 正答が記述された correct 要素とその問題候補が正解とみなされる条件である閾値が記述された score 要素, 正解の解答と不正解の解答の重みを表す weight 要素を持つ。correct 要素は選択式の問題の場合は正解の選択肢の識別子を id 属性に持つ。記述式の問題の場合は id 属性には解答欄の識別子を持ち, さらに正答を要素の値として持つ。score 要素には, その問題が正解とみなされる重みの閾値が記述されている。weight 要素には correct 属性と incorrect 属性があり, それぞれ正解と不正解の重みが記述される。記述式の評価には function 要素に書かれた URI を参照し評価用関数を呼び出す。

point 要素 問題単位で評価が行われ正解と見なされた際に付与される点数を持つ。

表 1 問題候補を構成する要素

問題文	問題の内容を表す
解答候補	問題文に対する解答。解答には記述式や選択式が挙げられる
ヒント	問題を解答するのに必要となる関連情報
模範解答	評価後に示される解答例
評価基準	評価に用いる正答と問題の正誤判定を行う際の重みと条件

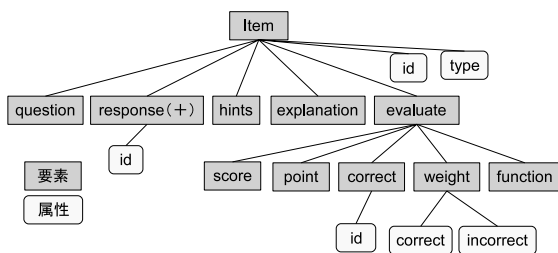


図 10 問題候補の構造

問題群

問題群とは意味的なまとまりでグループ化された複数の問題候補の集合である。観点別のグループ化により, 3.4 節で述べた通り解答の評価結果の観点での正規化が容易となる。この問題群は問題 DB として教材の外部に置かれる他に, 教材のテスト記述要素内部に記述することも可能である。

図 12 に問題群の構造を示す。問題群のルート要素は item_set

```
<item id="q1-1" type="single_select">
  <question>問題文</question>
  <response id="0">選択肢 1</response>
  <response id="1">選択肢 2</response>
  <hints>ヒント</hints>
  <evaluate>
    <function>URI</function>
    <correct id="0" />
    <score>1</score>
    <weight correct="+1" incorrect="-1" />
    <point>6</point>
  </evaluate>
  <explanation>模範解答, 解説</explanation>
</item>
```

図 11 問題候補の記述例

要素である。item_set 要素は, 固有の識別子を id 属性に持つ。出題の際, この id 属性の値をグループの指定に用いる。item_set 要素は, 子要素に item 要素を 1 つ以上持つ。item 要素は, 前節で述べた問題候補のルート要素である。

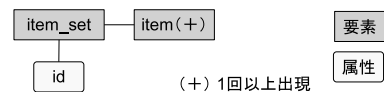


図 12 問題群の構造

次に問題群の記述例を図 13 に示す。

```
<item_set id="g01">
  <item id="q1-1" type="single_select">
    <!-- 問題候補の内容 -->
  </item>
  <item id="q1-2" type="multi_select">
    <!-- 問題候補の内容 -->
  </item>
  <item id="q1-3" type="img_single_select">
    <!-- 問題候補の内容 -->
  </item>
</item_set>
```

図 13 問題群の記述例

4.2 問題呼出しの記述

図 14 に問題呼出しの構造を示す。問合せ記述のルート要素は selection_ordering 要素である。この要素は問題群の識別子を id 属性, グループへの配点を mark 属性値として持つ。出題の際にこの id 属性値を参照し問題群を特定する。また, 評価の際に mark 属性値と得点率を用いてグループの点数を求める。

問題の選択に使われる要素は, selection_id 要素, selection_type 要素, selection_number 要素, selection_point 要素がある。以下にそれぞれの役割を示す。

selection_id 要素 問題候補を識別子で指定する。指定には、直接識別子を指定する方法とランダムで指定する方法がある。ランダムで指定する場合は「random」と指定し、必ず問題数を指定する。

selection_type 要素 問題候補を問題形式で指定する。問題形式で出題する場合は問題数を指定する必要がある。

selection_number 要素 出題する問題数を指定する。

selection_point 要素 問題候補の持つ点数を指定する。指定した点数以上 (over), 以下 (under) の指定を行う。

また、出題の順序の指定に使われる要素に ordering 要素があり、type 属性を持つ。type 属性には、出題する順番をランダムに出すか記述順に出すかを指定する値が入る。ランダムに出題する場合は「random」、グループ内の記述順に出題する場合は「sequential」を指定する。

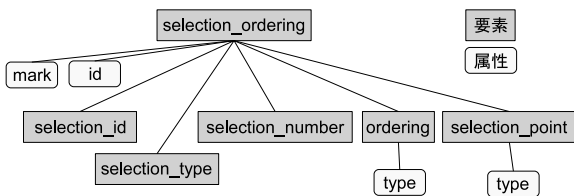


図 14 問題問合せの構造

問題問合せの記述例を図 15 に示す。この例では selection_ordering 要素の id 属性値により、問題群 “g01” に対して問題の呼び出しを行う。またグループへの配点は、selection_ordering 要素の mark 属性値により 10 点に設定している。この場合の問題呼出しは、selection_id 要素により問題候補 “1”, “2”, “4” を直接指定して出題する。

```
<examination>
  <selection_ordering id="g01" mark="10">
    <selection_id>1,2,4</selection_id>
    <selection_type />
    <selection_number>3</selection_number>
    <selection_point type="under">
  </selection_point>
    <ordering type="random" />
  </selection_ordering>
</examination>
```

図 15 問題呼び出しの記述例

5. テスト機構の動作

以上で述べた機能や記述から、テスト機構がどのように動作し適応型 e ラーニングを行うかを示す。教材シーケンシングにより提示される教材ノードがテスト記述要素となった時、テストに出題する問題の問合せが問題 DB に向けて行われる。問合せを受けた問題 DB は要求に合った問題を出題する。これらの出題は問題候補毎に行われる。出題された問題は学習者に提示され、学習者はそれらの問題に解答する。学習者の解答は評価機

能によって評価され、評価結果が学習者情報の一部として格納される。この学習者情報は ECA により監視されている。この学習者情報の更新があった時 (Event), 学習者情報によって (Condition) 対応する処理 (Action) が実行される。

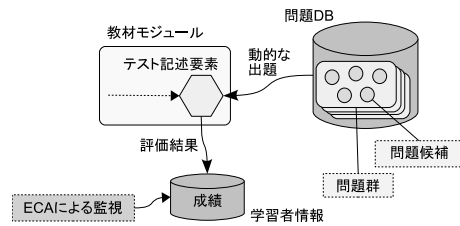


図 16 全体図

6. 結論と今後の課題

本論分では、適応型 e ラーニングに必要な診断的テスト機構の機能と記述について提案した。これにより学習者に合った教材の提示のために学習者の理解状況をグループ単位で把握し、つまづき箇所を把握する事が可能となった。また今後の課題として以下のものが挙げられる。

提案したテスト機構の実装 今回は時間の都合上行うことの出来なかったテスト機構の実装を行うことにより、その有効性を示す必要がある。

多様な問題の形式への対応 今回提案したテスト機構では扱える問題の形式として、選択式と記述式のみを取り上げたが、さらに多様な問題の形式に対応する必要がある。

複数のグループに属する問題の出題 本研究では問題が単数のグループに所属する場合のみを検討したが、今後は複数のグループに属する問題の出題と評価について対応する必要がある。

無作為な解答への対応 今回提案した評価方法では、特に選択式問題において学習者が無作為に解答して正解する場合を考慮していないので、これを考慮して評価を行う必要がある。

文 献

- [1] SCORM2004, <http://www.adlnet.org/scorm/>
- [2] 庄司 成臣, 小山 嘉紀, 延原 哲也, 劉 渤江, 国島 丈生, 横田 一正, “e ラーニングのための教材流通アーキテクチャの提案,” DEWS2005 2B-o3, 2005.
- [3] 延原 哲也, 庄司 成臣, 劉 渤江, 横田 一正, “ECA ルールを活用した e ラーニングシステムにおけるシーケンシング制御の改善,” DBSJ Letters, vol.4(no.2):pp81-84, 2005.
- [4] 延原 哲也, 劉 渤江, 国島 丈生, 横田 一正, “ECA ルールによる適応型 e ラーニング・シーケンシング制御モデル,” DBWS2006.
- [5] IMS QTI, “IMS Question and Test Interoperability Integration Guide, ” Version 2.1 Public Draft Specification, Revision, 9 January 2006 ., <http://www.imsglobal.org/question/>
- [6] 津森 伸一, 伊藤 敏, 磯本 征雄, “情報処理技術者試験対策学力評価システムの Moodle による構築,” 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.105 No.581
- [7] XHTML 2.0 W3C Working Draft, <http://www.w3.org/TR/xhtml2/>
- [8] 小西 裕, 延原 哲也, 劉 渤江, 国島 丈生, 横田 一正, “e ラーニングにおける学習シーケンシングの妥当性検証,” DBWS2006.