

受験履歴に基づく出題機構の開発 —スキル診断テストシステムの実現に向けて—

秋山 實

合資会社 e ラーニングサービス

オンラインテストの機能は、web ベースの e ラーニングシステムの最も役に立つ機能である。この機能によって、学生が繰り返しテストを受ければ、その結果から教師も学生もどの学習項目が理解できているかを知ることができる。しかし、一般的な web ベースの e ラーニングシステムはテストを構成するテスト項目が固定されているので、同じテスト項目に何度も回答しなければならない。何回か正答しているテスト項目に何度も回答しなければならないのは効率的ではない。そこで、受験履歴に基づいた出題を行なう機構を開発した。これは、スキル診断テストシステムを実現するための最初の一步である。

The personalized test mechanism based on responses of a examinee

Minoru Akiyama

e-Learning Service LPC.

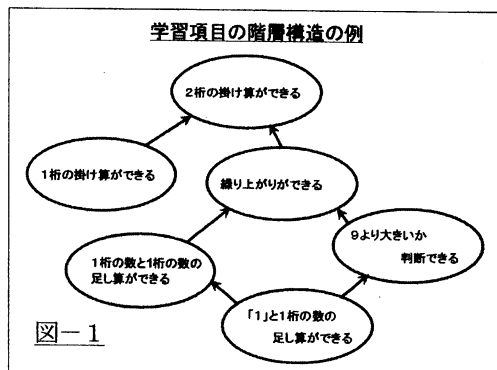
One of the most useful functions of web based e-learning systems is an online test. By this function, if students take tests repeatedly, teachers and students can know which item they've understood. However, students have to answer the same items many times, because the combination of test items is fixed in ordinary e-learning system. It's not efficient for students to answer the same items which they have answered correctly several times. I developed the mechanism deciding whether specific question should be included or not to a test for a certain student based on the test result of the student. This is the first step to develop the skill diagnostic test system.

1. スキル診断テストシステムの構想

言語学習や医学、法律等に限らず、どの分野においても基礎的な学習分野では、多くの知識やスキルの習得を必要としている。知識の暗記やスキルの習得は、学習者の努力に委ねられる部分も多いが、教授者も個々の学習者に対して適切なアドバイスを与える必要がある。学習者の習得状況を把握するためにテストを用いる場合が多いが、Web ベースの e ラーニングシステムによってテストを手間をかけずに行うことは可能になってきた。しかし、テストの結果から学習者の弱点を抽出するプロセスは自動化されずに残っている。このようなプロセスを自動化したいという要望が様々な分野で聞かれるようになってきている。これを実現するスキル診断テストシステムを以下のように構想しており、本稿の受験履歴に基づく出題機構は、その主要な構成要素のうちの一つである。

学習者の習得状況を把握するためには、1) 学習項目の構造を記述する、2) 学習項目の習得を判定するためのアイテムバンクを開発する、3) 1) および 2) を用いるテストの仕組みを開発する、ことが必要である。

1) の「学習項目の構造を記述する」ことに関しては、ガニエの学習階層モデルにあるように、学習項目の階層構造が存在すると考え、その構造をネットワーク構造として記述する。右の図は、学習項目の階層構造の具体的な例である。「2 桁の掛け算ができる」を習得するためには、「1 桁の掛け算ができる」と「繰り上



ることができる」の二つの下位の学習項目を習得していなければならないことを表している（ただし、2桁の掛け算の結果を全て覚えるという学習方略も存在し、下位の学習項目がない場合もあり得るが、一般的ではないので、ここでは扱わない）。さらに、「繰り返しることができる」は、下位の学習項目を持つ。下位の学習項目が上位の学習項目の基礎となっている。このような依存関係が存在するので、「2桁の掛け算ができる」を習得できていない原因としては、下位の学習項目のどれかが習得できていない場合が考えられる。したがって、習得できていない学習項目のうち「最も下位」の学習項目がどれなのかを診断することで、適切な学習上のアドバイスをを行なうことができるはずであり、漢字の読みのスキルに関する予備的な実験からも肯定的な結果が出ている。一つの教科に関する学習項目の規模は数百から千を超えるのオーダーになると考えられる。

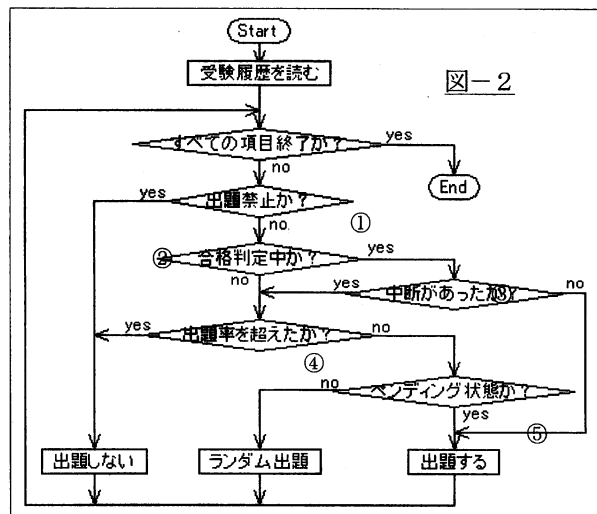
2) の「学習項目の習得を判定するためのアイテムバンクを開発する」に関しては、学習項目の階層構造のネットワークの個々の学習項目について、習得できているか否かを判定するテスト項目が必要であり、その膨大な学習項目に対応したテスト項目のデータベースであるアイテムバンクが必要になる。アイテムバンクは、a) 学習項目の習得の有無を過不足なく判定できること、b) テスト項目の特性値が統計的に推定され、適切な特性を持っていること、が重要である。

3) 「1) および2) を用いるテストの仕組みを開発する」ことに関しては、a) 学習項目の階層構造を意識して出題を制御すること、b) 過去の受験履歴に基づいて出題制御と習得判定を行なうこと、c) 膨大な学習項目の習得を診断するため何回かに分けて受験できるように考慮されていること、といった条件を満たすテストシステムを実現する。ある学習領域においては、図-1のようにいくつかの下位の学習項目を持つ上位学習項目が数百程度存在すると考えられ、個々の上位学習項目で習得判定が合格すれば、下位の学習項目について判定する必要はなくなる。学習項目の階層構造を意識した出題を行なうことで出題数を抑制でき、現実的なテストとして実施可能になる。また、習得判定という性格上、1回の正答で合格とすることができない場合、何回かの正答によって判定することになる。このような場合、過去の受験履歴に基づいて出題し、決められた条件を満たした段階で合格とするような習得判定が必要になってくる。さらに、上述の通り、アイテムバンクのテスト項目数は膨大であるので、1回のテストの出題数を現実的なレベルに抑える必要があり、何回かに分割して受験することを考慮した機構を採用する。以下、本稿では、この受験履歴に基づく出題機構について述べる。

2. 受験履歴に基づく出題機構

これは、繰り返し受験するテストのテスト項目を出題する際に、個々の受験者の過去の受験履歴を参照して、出題するか否かを決定する仕組みである。アイテムバンクから出題者が指定した比較的多数のテスト項目の中からランダムに選び出したテスト項目を実際に出題するか否かを決定する。そのアルゴリズムを図-2のフローチャートに示す。このフローチャートは、受験者一人についての処理を記述している。

まず、受験者履歴を読み込んで、出題者が指定したテスト項目群すべての処理を行なう。次に、各テスト項目について以下の処理を行なう。①出題禁止かどうかチェックし、出題禁止のテスト項目は出題しない。出題禁止とは、習得判定が完了しているか、合格判定または不合格判定後、「判定間隔」を経過していない状態である。習得判定とは、指定された「判定回数」だけ合格判定となった状態、合格判定とは、指定された「連続正答回数」の正答があった状態である。②合格判定中かどうかチェックし、③中断がなければ優先して出題する。



中断とは、「受験日」が「毎日」または「平日毎日」と指定されている場合に受験していない場合で、合格判定中の状態をキャンセルする。

④合格判定中でない場合および中断があった場合、「出題する」と「ランダム出題」の合計が、指定されたテスト項目数×「出題率」を超えていないかチェックし、超えていれば出題せず、⑤超えていなければ、そのテスト項目がペンディング状態かどうかチェックする。ペンディング状態とは、「受験日」が「平日毎日」と指定されている場合に、出題禁止状態が解除になった日が休日で平日まで解除がペンディングになっている状態をいう。ペンディング状態であれば優先して出題する。そうでなければ無作為に出題率に見合う項目数を抽出して出題する候補に入れる。⑥すべての項目の処理が終了したら、指定されたテスト項目から無作為に（出題率に見合う項目数－出題決定項目数）を抽出して出題する。

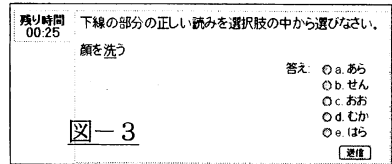


図-3

2-1. 出題機構の動作条件

出題機構には、テスト項目群がインプットとして与えられ、実際に出題されるテスト項目群がアウトプットになる。これらが1回分のテストとして受験者に提示され、テスト項目は図-3のように1問ずつ提示される。テストシステムが回答を受け取ることによって、その回答は当該受験者の受験履歴に追加される。図-4に試作したシステムの動作条件設定の画面を示す。

漢字マスター 図-4

153 » rp01 » REPEATテスト学習の動作条件設定

名称	動作パラメータ	制限時間	テスト項目名
REPEATテスト学習	出題率	2/3	1 30Sec 洗
	受験日	平日毎日	2 30Sec 染
	受験日数	5	3 30Sec 映
	連続正答回数	3	4 30Sec 忘1
	判定回数	2	5 30Sec 胸1
	判定間隔	1	6 30Sec 郷1
	タイム表示位置(縦)	上	7 30Sec 胸2
	タイム表示位置(横)	左	8 30Sec 胸3
	タイム表示幅	小	9 30Sec 郷2
			10 30Sec 郷3

保存 戻る

出題者によって与えられたテスト項目群は、画面右の「テスト項目名」の列にタイトルが表示され、それぞれのテスト項目の制限時間がその左に表示されている。🔍アイコンは、テスト項目のプレビュー画面を表示するリンクである。画面左の「名称」は、出題者によって与えられたテスト項目群に付けられた名称である。動作条件は、「動作パラメータ」の列に「出題率」、「受験日」、「受験日数」、「連続正答回数」、「判定回数」、「判定間隔」の6つの項目により設定する。「出題率」は、与えられたテスト項目群の中から1回の受験でどの程度の項目を出題するかを指定する。1、2/3、1/2、1/3、1/4、1/5、1/10、1/20、1/30、1/50の中から選択する。「受験日」は、受験者がいつ受験すべきなのかを指定し、後で述べる判定間隔を計算する際に休日をカウントするかどうかに関係する。「毎日」、「平日毎日」、「制限なし」の中から選択する。「受験日数」は合格判定に必要な受験日数であり、この日数以内に「連続正答回数」だけ正答していれば合格となる。「受験日」が「制限なし」の場合のみ有効となる。「連続正答回数」は、習得判定の基準であり、指定された「受験日」において受験し、連続して正答した場合に合格とする。「判定回数」は、習得判定を何回行うかを指定する。「判定間隔」において再度判定することによって記憶や習熟の定着を確認する必要がある場合に2回以上を設定する。指定

回数の合格判定をした場合、以後は、習得が完了したのものとして当該テスト項目は出題しない。「判定期間」は、一度判定を行なってから次に再度出題を開始するまでの間隔を指定する。これによって、合格判定から指定された暦日の日数の間は当該テスト項目は出題しない。

2-1. 出題機構の動作結果シミュレーション

図-5は本出題機構の動作をシミュレートした結果である。動作パラメータの設定は、図-4の通りである。図-5の表の「日付」の列方向にはテスト項目の番号が、行方向には日付が表示されている。与えられたテスト項目は、この場合、30項目であり、出題率が2/3であるので、20項目が出題される。表の各セルの値は、「+」は無作為に抽出した結果出題されなかった、「-」は出題禁止で出題されなかった、「1」は正答、「0」は誤答、「2」は正答して合格、「9」は正答し指定回数合格判定を受けて習得完了と判定された、「-1」は「連続正答回数」と同じ回数誤答し不合格判定を受けた、ということを表している。テスト項目23、27、29、33、37、41、46、47、51、52の場合は、ストレートに習得判定が完了しているケースであり、テスト項目25、31、32、43の場合は、一度は不合格判定を受けているケースである。テスト項目25、26、31、32、36、43は、この期間で習得判定が完了していない。

153 » rp01 » REPEATテスト学習の結果リスト		図-5																													
氏名:山城 幸太郎																															
日付	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
11/10	1	1	0	+	1	0	+	0	1	+	+	+	+	0	1	1	+	+	1	0	0	0	0	+	1	0	1	1	1	+	
11/11	1	0	+	0	1	+	1	+	0	0	+	0	+	+	1	0	0	0	1	+	+	1	+	1	1	+	0	0	1	1	
11/14	2	1	0	+	2	+	1	1	0	+	1	+	1	+	2	1	+	+	2	0	+	1	+	1	2	+	1	0	2	1	
11/15	-	1	+	+	-	1	2	0	-1	1	1	+	1	0	-	1	0	1	-	+	0	2	1	2	-	1	1	1	-	2	
11/16	-	2	0	0	-	1	-	1	-	0	2	0	2	0	-	2	0	1	-	1	0	-	1	-	-	1	2	1	-	-	
11/17	-	0	0	-	2	-	1	-	0	-	1	-	1	-	-	1	2	-	1	-1	-	2	-	-	0	-	0	-	-		
11/18	-	-	1	1	-	-	-	2	-	-1	-	1	-	1	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	0	-	0	-	-		
11/21	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	-	0	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	
11/22	1	-	-	2	1	-	1	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	1	1	1	1	1	-	1	1	1	
11/24	9	1	-	-	9	+	1	-	1	-	1	-	1	1	9	1	-	+	9	-	1	1	+	1	9	2	0	2	9	1	
11/25	1	1	-	-	1	9	1	2	0	1	-	1	2	1	-	1	1	0	9	1	9	1	9	1	1	1	-	1	9		
11/28	9	0	-	-	1	1	-	1	9	1	0	-	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	-		
11/29	0	0	9	0	-	1	1	1	-	0	9	9	0	9	9	0	9	9	0	9	9	0	9	9	9	-	9	-	-		
11/30	1	1	1	1	1	1	-	2	9	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12/01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12/02	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	

3. まとめ

スキル診断テストシステムの主要な構成要素の一つとして、受験履歴に基づく出題機構を moodle のモジュールとして試作した。この機構は単独でも教育のツールとして使用できるので、今後、下記のサイトで公開・配布する。本モジュールの改善に資するため、教育現場からのフィードバックを期待する。

URL: <http://www.e-learning-service.co.jp> (資) eラーニングサービス akiyama@e-learning-service.co.jp