

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 3 月 31 日現在

機関番号：17104
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2011～2012
課題番号：23650543
研究課題名（和文） ストレス・ストレングスモデルによる新能力評価法と その e-ラーニング化
研究課題名（英文） A new Ability Evaluation Method using the Stress-strength Model and its Implementation to e-learning Systems
研究代表者 廣瀬 英雄（HIROSE HIDEO） 九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授 研究者番号：60275401

研究成果の概要（和文）：

テストの結果により受験者の能力と問題の難易度を同時に求めるには項目反応理論が有用であるが、受験者の能力に適合した問題を逐次与えるアダプティブテストの分析には工夫が要る。一方、ストレス・ストレングスモデルでは問題と能力の両方を確率変数として表現しているのだから能力のばらつきも求めることができ、アダプティブテスト分析も可能である。本研究ではストレス・ストレングスモデルおよび項目反応理論によるオンラインアダプティブテストについての実践的研究を行って実用的なシステムを作り上げた。

研究成果の概要（英文）：

To obtain the abilities of students and problem difficulties together using a test result, the item response theory is useful. However, there are some difficulties to analyze the adaptive test that provides the most appropriate problem sequentially. On the contrary, the stress-strength model provides the variance for the ability, and is able to analyze the adaptive test result. Practical adaptive systems using the item response theory and the stress-strength model are investigated and accomplished.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	1,100,000	330,000	1,430,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：教育工学、SSモデル、学習支援システム

1. 研究開始当初の背景

Moodle などの学習支援システムは教材の提供や課題提出にこれまで大いに利用されているが、項目反応理論などの新しいテスト理論を用いた評価法はまだその中に取り入れられはなかった。また、ストレス・ストレングスモデルを用いた学生の能力評価法も使われていなかった。そこで、項目反応理論とともに、ストレス・ストレングスモデルによる公平で公正な学生の能力評価法を開拓し、Moodle などの学習支援システムの

中に組み込みオンライン評価法を確立することを考えた。

従来の項目反応理論では学生の能力を問題のレベルに応じた確率分布関数の中で確率変数として扱いつつ複雑なパラメータ推定を行なっているのが大変理解しにくい。しかし、問題のレベルと学生の能力とのどちらか優位に立ったかというモデルで考えると分かりやすい。項目反応理論による能力推定値は解けた問題レベルにあまり影響を受けていないが、ストレス・ストレングスモデ

ルではその影響を受けた情報が付加される新しい評価理論であるため、提案モデルは一般に受け入れられやすいと考えた。

2. 研究の目的

(1) 項目反応理論、およびストレス・ストレンクスモデルによる、公平で公正な学生の能力評価法を開拓する。

(2) 能力評価法を学習支援システムと並列に位置づけ、特にオンライン評価システムを確立する。

(3) 提案システムを、大学・高校で利用できる公平で公正な能力評価システム法として開発し、流布させる。

3. 研究の方法

(1) 項目反応理論およびストレス・ストレンクスモデルを用いた能力評価法について、理論的側面および実際の側面からの基礎的な研究を行なう。このため、学生の能力を推定する方法および推定誤差を最小にする試験方法について、項目反応理論およびストレス・ストレンクスモデルにおいて問題と能力とを仮定しながらシミュレーションを行い理論的な側面を強化する。

(2) 効率的で精度の高いアダプティブテスト法を実現させるため、実際にアダプティブなシステムを試作し運用することでシステムの動作を確認し問題点を洗い出しながらシステムの改善をはかっていく。

(3) 試作した公平で公正な能力評価システムを、大学・高校で利用できるように、Web上にこのシステムを搭載して公表する。

4. 研究成果

(1) 項目反応理論は図1に示すような問題の正解・不正解のマトリクスから受験生の能力と問題の難易度を推定する。推定精度を上げるには受験生のレベルに適合した問題を与えるアダプティブシステムが有用である。

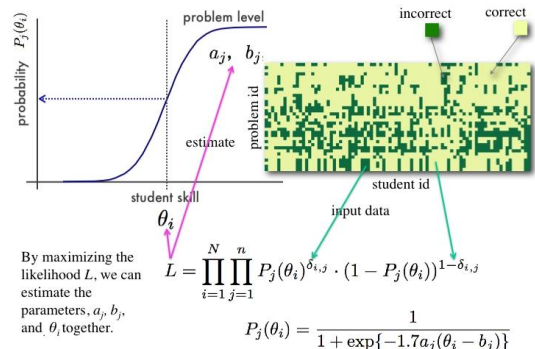


図1 項目反応理論

そこで、図2、3に示すように高校生向けの数学問題を対象として実際にアダプティブシステムを動かし能力測定を行なった。図4には、解いた問題から解いていない問題に

正解する確率を予測し、学生の正確な能力測定を行っている様子を示す。

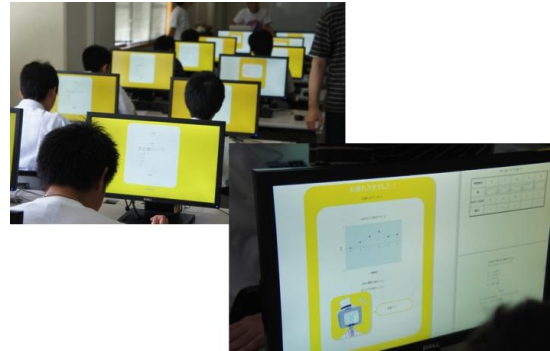


図2 アダプティブテストの様子

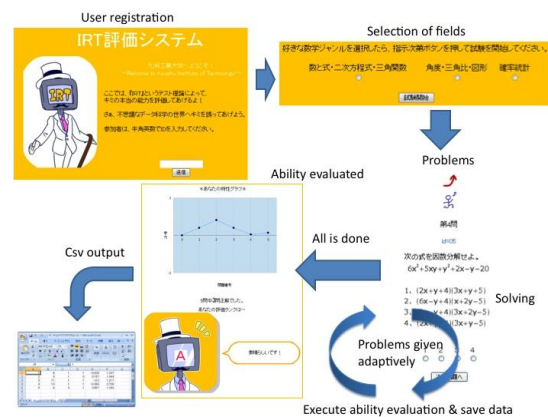


図3 アダプティブシステムの概略

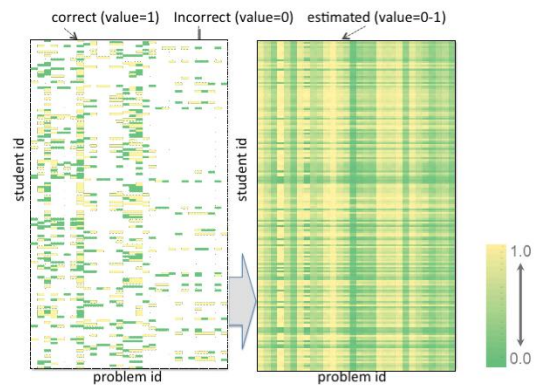


図4 解いた問題から解いていない問題に正解する確率を予測するLIRT

(2) マトリクスを受験生の解答結果と解釈すると受験生の能力評価を行なうことができるが、これを不完全マトリクスから完全マトリクスを予測する問題と広い解釈をすることで、この問題はさまざまな応用ができる。

a) マーケティング：航空会社の人気度ランキング問題。一つの路線には一つの航空会社しか乗れないため乗客とアンケート項目から作られるマトリクスは不完全になる。

b) 医療分野：インフルエンザなど季節性感

染病の流行予測。年度と週の過去の感染者数と将来の感染者数から作られるマトリクスは不完全になる (図5)。

c) 気象分野：降雨予測。年度と週の過去の降水量と将来の降水量から作られるマトリクスは不完全になる。

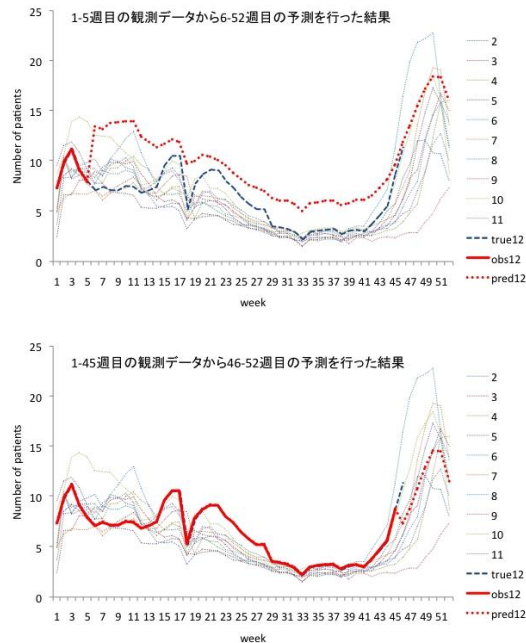


図5 LIRTを用いたノロウイルス感染症拡大予測への応用

(3) 大学・高校で利用できる公平で公正な能力評価システムを Web 上で誰でも使えるようにした (図6)。

<http://ume98.ces.kyutech.ac.jp/score-service/>

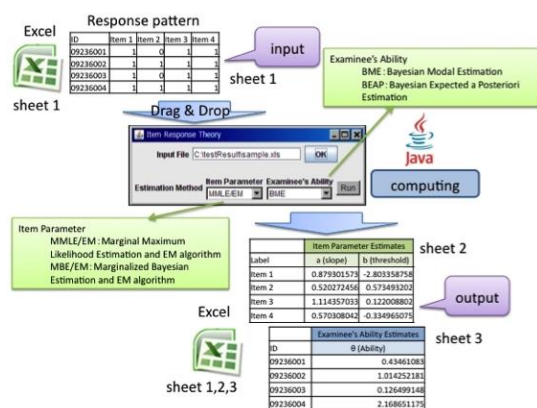


図6 Web上で使える能力評価システム
5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計11件)

- ① 廣瀬：2011年統計検定2級・3級試験結果の分析—項目反応理論による解析—, pp. 59-75, 統計教育の質保証と検定問題の分析 (研究叢書), 統計教育大学間連携ネットワーク, 査読無し, 2013.4
- ② H. Hirose, Validities of the Signed and Unsigned Lecture Questionnaires Using the Item Response Theory, US-China Education Review, 査読有, Vol.1, 627-635 (2011)

他9件 (内9件査読有)

〔学会発表〕 (計69件)

- ① H. Hirose, T. Nakazono, M. Tokunaga, T. Sakumura, S.M. Sumi, J. Sulaiman, "Seasonal Infectious Disease Spread Prediction Using Matrix Decomposition Method," the 4th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation (ISMS 2013), pp.121-126, January 29-31, 2013, Bangkok, Thailand.
- ② Hideo Hirose, Liangliang Wang, "Prediction of Infectious Disease Spread using Twitter: A Case of Influenza," the 5th International Symposium on Parallel Architectures, Algorithms and Programming (PAAP' 12), pp.100-105, December 17-20, 2012, Taipei, Taiwan.
- ③ Sulaiman Junaida, Hideo Hirose, "A Method to Predict Heavy Precipitation using the Artificial Neural Networks with an Application," 7th International Conference on Computing and Convergence Technology (ICCIT2012), pp.687-691, December 3-5, 2012, Seoul, Republic of Korea.
- ④ H. Hirose, T. Sakumura, Item Response Prediction for Incomplete Response Matrix Using the EM-type Item Response Theory with Application to Adaptive Online Ability Evaluation System, IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering 2012 (TALE 2012), pp. 8-12, August 20-23, 2012, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.
- ⑤ T. Sakumura, T. Kuwahata and H. Hirose, An Adaptive Online Ability Evaluation System Using the Item Response Theory, Education & e-Learning (EeL2011), pp. 51-54, November 7-8, 2011, Singapore.

他、国際会議 14 件、国内会議 50 件

[図書] (計 2 件)

- ① 廣瀬, 他、東京図書、統計検定 1 級テキスト「統計学」、2013、312

他 1 件

[その他]

ホームページ等

<http://hirose.ces.kyutech.ac.jp/>

HirosePublications.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

廣瀬 英雄 (HIROSE HIDEO)

九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授

研究者番号：60275401