

アダプティブテストにおける IRT 困難度の推定： 3年間の LCT の結果を用いた支援推定

廣瀬 英雄*

(平成30年9月15日受付)

Estimation of IRT Difficulties in Adaptive Testing: LCT Assisted Estimation Using Three Year Results

Hideo HIROSE

(Received Sep. 15, 2018)

Abstract

In the previous paper dealing with the same issue as this paper's issue, we propose to use the known ability values from other testing results if the examinees are the same. In the follow-up program (FP) systems, we have been using three kinds of testing, the LCT (learning check testing), the CWT (collaborative work testing), and the FPT (follow-up program testing), in which the LCT provides accurate estimates for ability values. We used the LCT's ability values in the CWT estimation. For stable estimation, we have used one-parameter estimation method (Rasch model) instead of two-parameter estimation method which is used in common. The estimation is performed well in the computation using one-year database. In this paper, we successively continue to estimate the item difficulties in a same manner but using three-year accumulated database of the LCT and the CWT access result.

Key Words: collaborative work testing, learning check testing, item response theory, Rasch model

1 はじめに

アダプティブテストでは、通常、何らかの方法で事前に得られた問題の困難度を用いて受験者の能力あるいは習熟度を推定している。CWT (collaborative work testing) もアダプティブテストであり、定期的にチューニングをしながら受験者の習熟度を問題の困難度を求めている。

データベースへのアクセス数が増えると自動的なパラメータの推定は可能になると思われるが、実際には、稼働からある程度の時間が経っても応答マトリクスが密にならないことがある。このとき、問題の困難度の初期設定値から自動推定による設定値に移行する間の暫定的な措置とし

て、アクセスのあった問題に対してだけ問題の困難度を推定してデータベースにセットしている。

2016年度には、CWTのアクセス履歴から、受験者と問題が集中した応答マトリクスの部分を両方ソーティングして、アクセス密度の高い部分マトリクスを抜き出し、問題の一部の困難度を部分的に求めている。

2017年度には、他のテスト結果 (LCT, learning check testing) からの受験者の習熟度を援用して問題の困難度の推定を試みた。その結果、1パラメータのラッシュモデルを使えばかなり安定的に比較的妥当な推定値が得られることが分かった。ただし、単年度でのデータベースを用いていた。

ここでは、過去3年間で蓄積されたLCTのability値と

* 広島工業大学データサイエンス研究センター & 環境学部建築デザイン学科

CWTのアクセス記録を用いて、CWTの困難度の推定値をより精度が高くなるように、またより多くの問題に適用されるように、推定値の更新の結果について述べる。

2 CWTの応答マトリクスの変化

図1に、2017年度前期（2017年4月から7月）にCWTにアクセスされた応答マトリクスを示す。縦方向は受験者id、横方向は問題idを表す。図では応答があった場合には黄色から赤色に色付けしているが、多くの要素への応答数は小さいので黄色部分だけがよく見える。

また、図2に、2016年度から2018年度前期までにCWTにアクセスされた応答マトリクスを示す。3年間の蓄積により、データベースへのアクセス頻度が増していることが分かる。

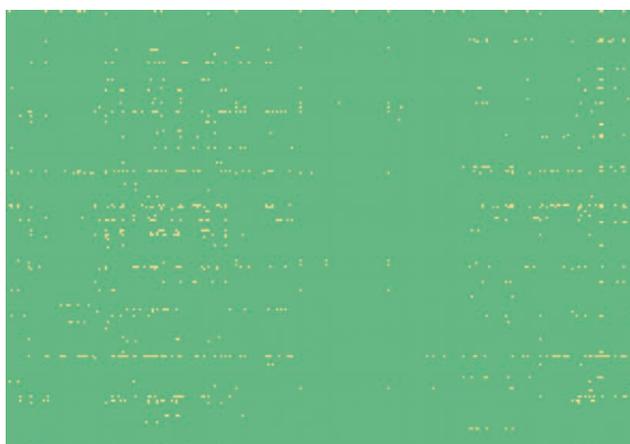


図1 2017年度前期のCWT応答マトリクス（ほぼ全体）
（縦方向は受験者id、横方向は問題idを表す）

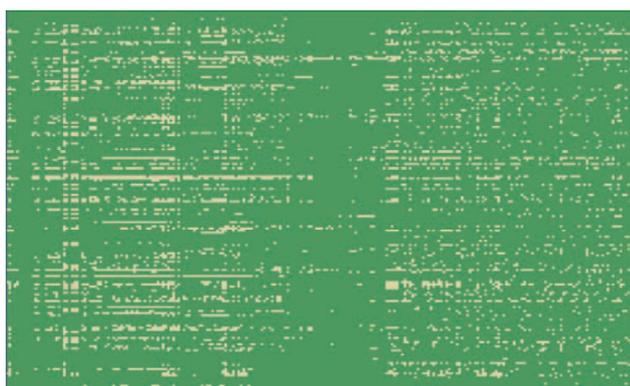


図2 2016年度から2018年度前期までにCWTにアクセスされた応答マトリクス

3 LCTの結果を利用した困難度の推定法

アダプティブテストングのデータベースが単独に存在しているのであれば2016年度に推定したようなEM-typeアルゴリズムによる方法を用いることになるが、幸いなこと

に、フォローアッププログラムのシステムでは、3つのオンラインテストングが同時に動いており、アクセスする学生は共通である。そこで、他のデータベースから求められた受験生の習熟度を既知のものとしてCWTの問題の困難度を推定する利用することを考える。推定法については、先に報告しているのでそちらを参照されたい。

図3に、LCT（解析基礎Aおよび線形代数Aからの両方）の結果を総合的に用いて求めた受験生の習熟度の箱ひげ図を示す。2016-2018年度間の変化は特に感じられない。

図4にはこれらのヒストグラムを示す。図3ではところどころ-2.5以下の値が固まって見えるが、LCTの受験に参加していない学生が主である。その内容は、授業欠席の場合と2015年度以前でフォローアップのメンバーになっていない学生である。そのようなLCTに参加していない学生の情報はCWTにも関係が薄いので大きな影響は与えない。

図5-6に、2016-2018年度でのCWTの各問題にアクセスしたときの、問題への正答数と誤答数を棒グラフにしてみたものを示す。前半の700問までは縦軸を1000-2500のスケールにしているが、後半の700問以降では縦軸のスケールを見やすさのため10に変更している。700問以降の問題は新規に登録された問題が多いのでアクセス数は少ない。

このようにCWTへのアクセスの結果に、LCTから得られた受験生の習熟度を援用して求めた問題の困難度（ b ）の値を図7に示す。横軸は問題のidを表す。

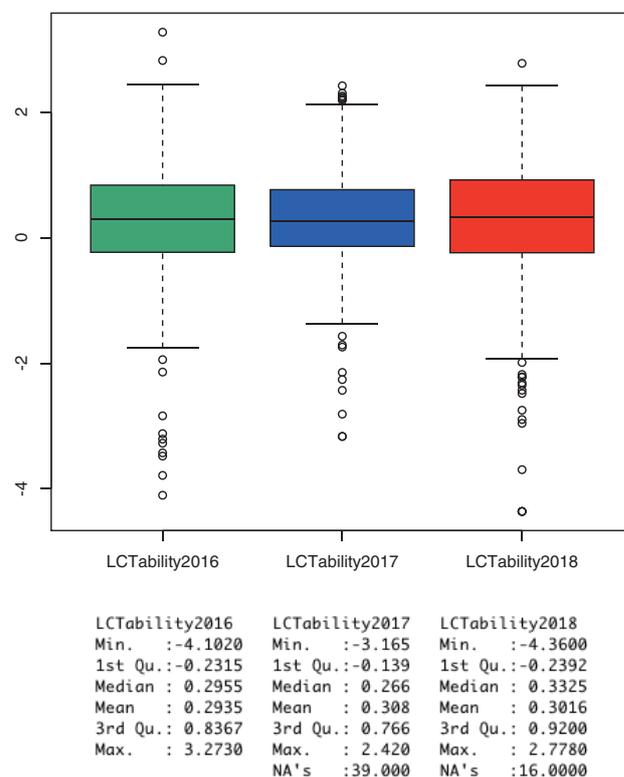


図3 LCTでの受験生のability値の箱ひげ図
（解析基礎Aおよび線形代数Aからの両方を利用）

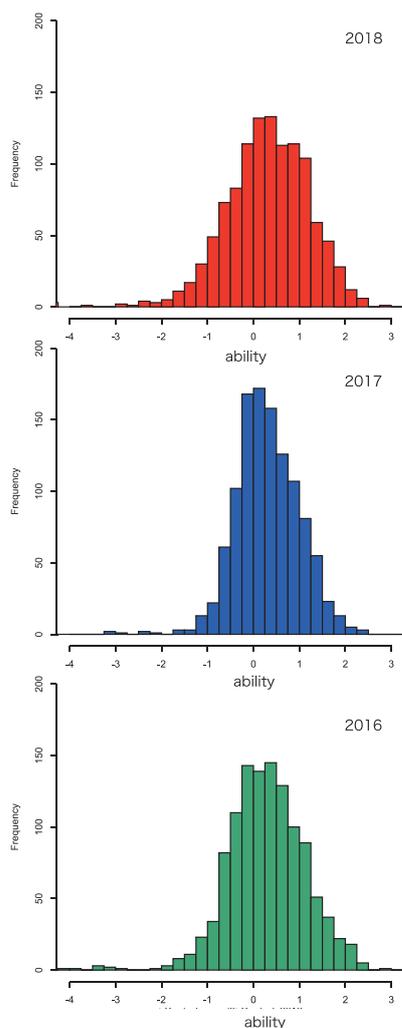


図4 LCTでの受験生の ability 値のヒストグラム (解析基礎 A および線形代数 A からの両方を利用)

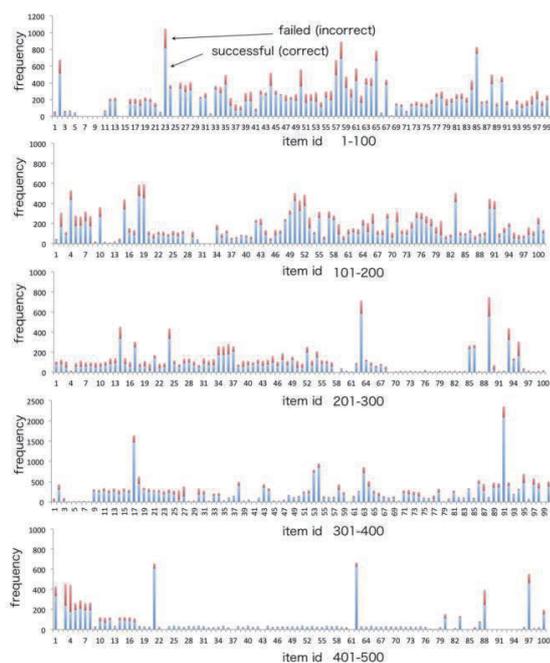


図5 CWTの各問題にアクセスしたときの、問題への正答数と誤答数 (その1)

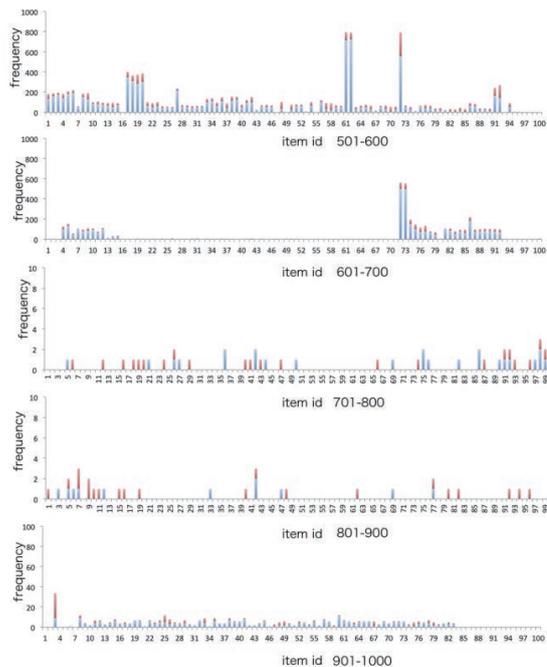


図6 CWTの各問題にアクセスしたときの、問題への正答数と誤答数 (その2)

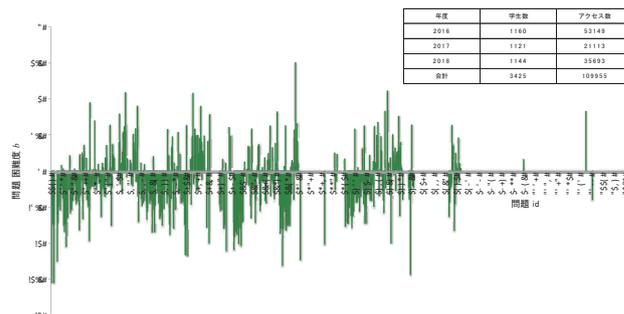


図7 CWT問題の困難度 (b) の値 (解析基礎 A および線形代数 A からの両方を利用)

4 まとめ

過去3年間で蓄積されたLCTのability値とCWTのアクセス記録を用いて、CWTの困難度の推定値をより精度が高くなるように、またより多くの問題に適用されるように、推定値の更新の結果について述べた。

文献

- 1) 廣瀬, 大規模オンラインテストから得られるラーニングアナリティクスの方向性, 日本システム経営学会イノベーション試行データ分析研究会招待講演, (2018.6.22).
- 2) 廣瀬, ラーニングアナリティクス: フォローアップ演習 (CWT) の場合, 広島工業大学紀要教育編, pp. 149-155, Vol. 51, 2017.
- 3) 廣瀬, 新入生全員を対象としたオンラインテストの実

- 際, 広島工業大学紀要教育編, pp. 27-35, Vol. 16, 2017.
- 4) 廣瀬, フォローアップクラスにおける授業設計について, 広島工業大学紀要教育編, pp. 37-41, Vol. 16, 2017.
 - 5) 廣瀬, LCT (習熟度確認テスト) と FPT (フォローアップテスト) の受験状況と期末試験の関係, 広島工業大学紀要研究編, pp. 93-101, Vol. 52, 2018.
 - 6) 廣瀬, 大規模授業支援テストシステムとそのラーニングアナリティクス, 統計数理, Vol. 66, No. 1, pp. 79-96, 2018.
 - 7) 廣瀬, 多様な学生集団から固有集団を早期に分類する方法について, 広島工業大学紀要教育編, pp. 131-135, Vol. 51, 2017.
 - 8) 廣瀬, ラーニングアナリティクス: 授業確認テスト (LCT) の場合, 広島工業大学紀要教育編, pp. 137-147, Vol. 51, 2017.
 - 9) 廣瀬, ラーニングアナリティクス: フォローアップ演習 (CWT) の場合, 広島工業大学紀要教育編, pp. 149-155, Vol. 51, 2017.
 - 10) 廣瀬, 新入生全員を対象としたオンラインテストの実際, 広島工業大学紀要教育編, pp. 27-35, Vol. 16, 2017.
 - 11) 廣瀬, フォローアップクラスにおける授業設計について, 広島工業大学紀要教育編, pp. 37-41, Vol. 16, 2017.
 - 12) 廣瀬, フォローアップクラス参加による学習効果の確認法について, 広島工業大学紀要教育編, pp. 43-47, Vol. 16, 2017.
 - 13) 廣瀬, フォローアッププログラムにおけるオンラインテストの学生の受け止め方, 広島工業大学紀要教育編, pp. 49-53, Vol. 16, 2017.
 - 14) 廣瀬, ラーニングアナリティクス: 授業確認テストとフォローアップ確認テストの受験トレンド, 広島工業大学紀要教育編, pp. 55-60, Vol. 16, 2017.
 - 15) 廣瀬, アダプティブテストングにおける IRT 困難度の推定: LCT の結果を用いた支援推定法, 広島工業大学紀要研究編, pp. 103-108, Vol. 52, 2018.
 - 16) 廣瀬, ラーニングアナリティクス: LCT と FPT の受験状況トレンド2017 vs 2016, 広島工業大学紀要教育編, pp. 65-70, Vol. 17, 2018.
 - 17) 廣瀬, テスト問題の配点と得点調整に関する一考察: 項目反応理論との比較, 広島工業大学紀要教育編, pp. 71-77, Vol. 17, 2018.
 - 18) 廣瀬, LCT (習熟度確認テスト) と FPT (フォローアップテスト) の受験状況と期末試験の関係, 広島工業大学紀要研究編, pp. 93-101, Vol. 52, 2018.
 - 19) 作村, 徳永, 廣瀬, EM タイプ IRT による不完全マトリクスの完全化とその応用, 情報処理学会論文誌, 数理モデル化と応用, Vol. 7, No. 2, pp. 17-26, 2014.
 - 20) Hideo Hirose, Meticulous Learning Follow-up Systems for Undergraduate Students Using the Online Item Response Theory, 5th International Conference on Learning Technologies and Learning Environments (LTLE2016), pp. 427-432, 2016.
 - 21) Hideo Hirose, Difference Between Successful and Failed Students Learned from Analytics of Weekly Learning Check Testing, Information Engineering Express, Vol 4, No 1, pp. 11-21, 2018.
 - 22) Hideo Hirose, Success/Failure Prediction for Final Examination using the Trend of Online Testing Result, 7th International Conference on Learning Technologies and Learning Environments (LTLE2018), 2018. to appear.