

ネットワーク環境を利用した問題 解決過程データの収集とその分析

研究開発部進学適性研究部門 椎 名 久美子

1. はじめに

1999年3月末から2000年1月末まで、平成10年度文部省長期在外研究員として、アメリカ合衆国の Educational Testing Service (ニュージャージー州) と Purdue 大学 (インディアナ州) に5ヶ月ずつ滞在する機会を得た。この2つの州は気候、人口密度や人種構成がかなり異なっており、同じ国を異なる角度から見る事が出来たのは面白い経験だった。ニュージャージー州ではアジア系やアラブ系の住民を見かけることも多かったが、インディアナ州では白人の比率が非常に高く、自分が黄色いガイジンであることを実感した5ヶ月となった。

本稿では、計算機を利用した受験者の能力測定に関する調査研究の成果の一部として、ネットワーク環境を利用した問題解決過程データの収集、及び、解決過程の個人差の分析結果について報告する。

2. 空間テストの問題解決過程の分析手法

テストの得点にどのような能力が反映されているかを調べるために、実際に受験者が問題を解く過程を分析することで、解決方略について考察するアプローチがある。近年、空間テストについて、テストを構成する図形の特徴が誤答傾向にどのように現れているかを考察したり (椎名他, 1997), 被験者にアイカメラを装着して問題を解かせて、高・低得点者の注視点の動きを比較したりする (Just et al., 1976; Snow, 1980; Shiina et al., 1994; Shiina et al., 1997) 手法による研究が行われてきている。

Shiina et al. (1994) は、空間テストのひとつである Mental Rotations Test (Vandenberg et al., 1978; 以降 MRT と省略) について、被験者の注視点データを基に、どのような順番でどの図形を注視したかをダイアグラム化して、高得点者と低得点者の解決過程の特徴を比較し、解決方略の違いを

考察した。

アイカメラを用いた手法では、各個人の各問題の解決過程について、詳細なデータをとることが可能だが、一度に多人数のデータを取ることは、器材や時間の制約もあり、事実上不可能である。また、高得点者と低得点者を特定しておくために、事前に紙筆版のテストを実施しなければならない。紙筆版は、実施が容易なので多人数の解答データをとることが出来るが、解決過程のデータを直接得ることは出来ない。

多人数の解答時間データを収集するために、ネットワークで結ばれた各パソコン端末上で空間テストを実施する試みがなされてきており（青木他，1993；Sugai et al., 1994），パソコン上での個別実施という特性を生かしたアプローチが可能になっている。

本研究では、注視点分析などから得られた解決過程についての考察をもとに、多肢選択式の空間テストである MRT において、マウスで選んだ選択肢 1 つだけが提示されるようなソフトウェア版の MRT を開発し、ネットワーク環境下で実施することで、各被験者の各問題ごとに、どの選択肢をどのような順番でどれくらい長く見続けたかの情報を収集・分析した。

3. ソフトウェア版 MRT の開発

ソフトウェア版 MRT は、教示部分

と問題提示部分から構成される。教示部分では、課題についての説明や、マウスを用いた解答のしかたの練習、及び、例題の実施を行い、被験者が練習を繰り返したり、前の説明画面に戻ったり出来るように設計した。いったん問題提示部分に入ったら、前の問題に戻ることは出来ない。

図 1 に、ソフトウェア版 MRT の問題提示画面の例を示す。MRT の課題は、左端の基準図形と同一の図形を、4 つの選択肢から 2 つ選ぶものである。ソフトウェア版 MRT では、選択肢図形は通常、四角（1～4）の下に遮蔽されており、四角の範囲内にマウスのポインタがある場合のみ現れるように変更した。被験者はマウスを用いて、好きな順に各四角の下に描かれた選択肢図形を見て正誤を判断し、小さな四角をマウスでクリックして解答する。各問題が提示されてから、次の問題に進むまでの動作（マウスの移動場所やクリックなど）はその時刻と共にファイルに記録される。

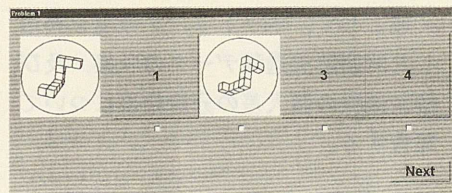


図 1：問題提示画面の例

4. ネットワーク環境下での問題解決過程データ収集実験

ソフトウェア版 MRT を用いて、Purdue 大学の PC ラボ室のネットワーク環境下でデータ収集実験を行った。被験者は各端末で MRT を受け、すべての被験者の解決過程データが 1 台のパソコン内に蓄積されるようにした。

Purdue 大学では、人間を被験者とする調査・実験はすべて、Committee on the use of human research subjects に申請をして許可を受ける必要があった。被験者は Purdue 大学の 1, 2 年生を中心に募集したのだが、日本の学生に比べるとかなり早く引き受けてくれる割には、実際に実験に参加してくれる率が低い傾向があった。最初は、自分の英語が通じていないせいかなと思ったが、現地の教授の話では、アメリカ人の国民性とのことで、思わ

ぬところで文化の違いを目の当たりにすることになった。その後、日本に帰る直前まで被験者を追加募集し続けて、なんとか 35 人分の解決過程データを収集することが出来た。

5. 解決過程データの解析および考察

各被験者の各問題の解決過程をダイアグラム形式で可視化して提示するソフトウェアを作成した。図 2 に、このソフトウェアによって作成された問題解決過程ダイアグラムの例を示す。被験者が見た選択肢の時間変化が太線で示されている。（ ）で囲まれた選択肢が正解、●はその選択肢を正解として選んだ時刻を示す。

さらに、各被験者の解決過程データから、心的回転にかかわるパラメタを算出し、解決過程の特徴を定量的に解析した。その結果、アイカメラによる

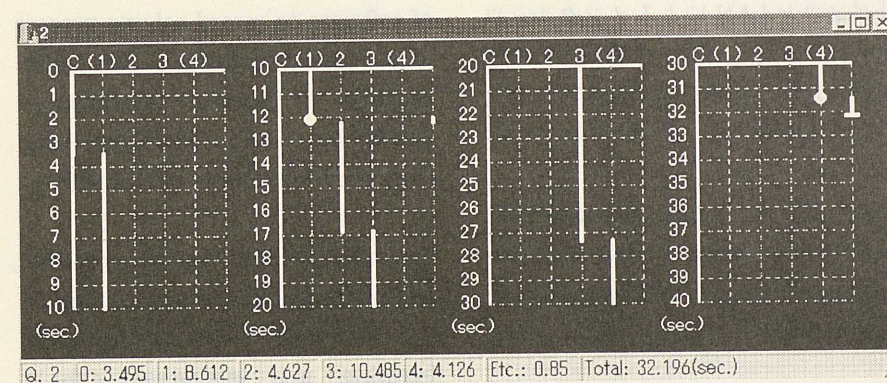


図 2：問題解決過程ダイアグラムの例

注視点分析やプロトコル解析の際に見られた解決過程の個人差が、ネットワークで収集したデータにも現れていることが示された (Shiina et al., 2000)。

6. おわりに

低得点者が多様な解決方略を用いる傾向は、従来の注視点分析からも示唆されてきたが、特定の個人の解決方略を見るには、手間と時間がかかる手法であった。本実験では、選択肢の提示をマウスで制御するように変更を加え、ネットワーク環境を用いて、多人数の解決過程データの収集・分析を試みた。将来的には、解決過程データを分析して各被験者の誤答原因を推定することで、各自に応じたアドバイスを与えることも可能と考えられる。

参考文献

青木伸恭・椎名久美子・鈴木賢次郎, 「パソコン LAN によるメンタル・ローテーション・テスト解決方略の個人差の分析」, 1993年度日本図学会大会学術講演論文集, 83-88.

Just, M. A., and Carpenter, P. A., 1976, "Eye fixations and cognitive processes", *Cognitive Psychology*, 8, 441-480.

Shiina, K., Saito, T. and Suzuki,

K., 1994, "Analysis of problem solving process of a Mental Rotations Test", *Proceedings of the 6th International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry*, Tokyo, 810-814.

椎名久美子・鈴木賢次郎, 「メンタル・ローテーション・テストの問題解決過程に関する考察—ペーパーテストの誤答分析を通して—」, 1997, 図学研究 78, 3-10.

Shiina, K., Saito, T. and Suzuki, K., 1997, "Analysis of problem solving process of a Mental Rotations Test", *Journal for Geometry and Graphics*, 1, 185-193.

Shiina, K., Short, D. R., Miller, C. L. and Suzuki, K., 2000, "Development of software to record solving process of a Mental Rotations Test", *Proceedings of the 9th International Conference on Geometry and Graphics*, Johannesburg, 195-199.

Snow, R. E., 1980, "Aptitude process", In R. E. Snow, P. A. Federico, and W. E. Montague (Eds.), *Aptitude, learning, and instruction* (Vol.1), Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Sugai, Y. et al., 1994, "A Mental Cutting Test using a micro computer network", *Proceedings of the 6th International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry*, Tokyo, 776-780.

Vandenberg, S. G. and Kuse, A. R., 1978, "Mental rotations, a group test of three - dimensional spatial visualization", *Perceptual and Motor Skills*, 47, 599-604.