MCT の結果に及ぼす年齢の効果

佐久田博司 Hiroshi SAKUTA
大吉大輔 Daisuke OHYOSHI
河原宏俊 Hirotoshi KAWAHARA
矢吹太郎 Taro YABUKI

概要：中高年齢の図形認知能力に関する調査は、被験者の職業や環境による個体差が大きく、統計的な考察のためには、同一クラスに属する大学生などの群よりも多くの被験者が必要で、個別の条件吟味が必要になると思われる。本研究は、特に理工系の職業で同一部門に勤務している男女のエンジニアを対象に、MCT を実施し、年齢別の考察を行った。勤務先などで実施するに当たっては、通常の紙筆の試験が難しいため、モニタ上で行う試験を改良し、データベースを利用するなどによって、試験環境の制約を極力除くこととした。また、従来の紙筆による MCT 試験結果と比較するために、大学生の男女による図学学習の前後の得点比較を行い、本実験システムによる結果の妥当性を検証した。

キーワード：空間認識／切断面実形視テスト／年齢変化

1. はじめに

大学における図学の半期の演習講義が、MCT の得点を向上させることや、短期的な動的教材による学習が同じ傾向の効果を被験者に及ぼすことから[1][2]、学習後の長期間の被験者の追跡調査によって図形に関する能力の変化が把握できる可能性が考えられる。動物実験では空間認識力の年齢に変化が計測された例があるが[4]、人間については例が少ないようである。それは、被験者の図学学習の直後から、中高年までを継続的に追跡することや、さらに統計的に意味のある個体数として確保することは難しいためであると考えられる。そこで、ある時点で、経歴や職場環境の似た、年齢層別の群によって、個人の、加齢による空間認識力の変化の履歴を推定考察することとした。実験実施に当たっては、被験者の職場環境を利用して同一条件で実験を行うために、既に開発した PC モニタ上で実施する動的教材による MCT システムを利用する[5]-[8][10]。試験環境は、紙筆の試験とは異なるため、システムの健全性および結果の妥当性の確認試験も行うものとする。

2. システム構成

試験は、全てネットワークを通して行われる。被験者はそれぞれ試験開始から終了までのセッションで、選択肢、回答時間を計測され、結果はデータベースに記録保存される。従来のシステム[6]に比べ、多数被験者の同時実験の制限がないため、一般の社会環境での受験に適している。設問は、例題 3 問、本試験 25 問は紙筆 MCT と同様である。

図 1 実験システムインターフェース

3. システム検証試験

実験群として、青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科 2 年生 (A 群)、同 1 年生 (B 群) を対象に、2 回の MCT を実施した。まず、両群について本システムによって 1 回目の実験を行った。前者は CAD を使った授業や図形科学の授業を受講する直前であり、その後、受講課程の終了直後に 2 回目の実験を行う。また後者の群は図形に関連する授業を受講する予定のない集団であり、1 回目から 3 ヶ月後の A 群と同じ時期に 2 回目の実験を行った。

表 1 図学学習前後の MCT 得点変化

	A 群		B 群	
	1 回目	2 回目	1 回目	2 回目
平均	15.47	16.41	15.67	16.00
分散	17.64	13.38	8.67	2.80
観測数	17	17	6	6
t 境界値片側	2.88		0.59	
判定	5%有意		有意差なし

図2 A群, B群の得点変化

本研究における実験群A群, 統制群B群によるMCTの実験結果を表1および表2に示す。

表2 図学学習前後のA群のMCT得点変化

	全体	男性	女性
被験者数	17	11	6
一回目	15.47	15.84	14.25
二回目	16.41	16.69	15.5
前後差	0.94	0.84	1.25

A群の一回目と二回目との平均得点の差は0.94点であった。この平均得点差は統計分析上、差のあるものとわかった。一方B群の平均得点の差は0.33点であった。この差は統計分析上、差のないものと判定された。

図2に、全被験者の1回目と2回目のMCTの比較を示す。全般にA群における2回目の得点の改善がわかる。

図学学習前後の得点変化についての、男女別の結果を表2に示す。これによれば、従来の紙筆MCTと本システムは、ほぼ同等の結果を示していると判断できる。

以上の結果から、本システムの妥当性に関する検討結果として、図学学習のMCT得点向上への効果を再確認した。PCモニタ上の試験は、紙筆試験と比べると、被験者の実験条件の中で、実験中の視線や、画像の解像度、解答入力の手操作、解答結果の見直し可能性などの相違点がある。以上の実験結果は、これらを考慮した上で、以下の年齢別試験へ本システムを導入する上での適用性を確認できたと判断した。

4. 年齢別試験

実験群として、青山学院大学理工学部学生20代、理工学部出身社会人(年齢: 30代, 40代, 50代)を対象として、本システムによるMCTを実施した。青山学院大学理工学部20代をC群とし、理工学部出身の社会人の30代をD群, 40代をE群, 50代をF群とした。

表2に年齢群別の平均得点と分散を示す。平均得点は、30台以降は低下していくのでこれを考察する。

表3 年齢別平均得点と分散

	C群	D群	E群	F群
被験者数	21	15	14	14
平均	16.38	17.67	16.71	16.36
分散	15.15	8.95	6.22	11.32

図3に、問題別の正解率変化を示す。特に年齢と問題のタイプ別正解率との相関は認められない。

図3 年齢別, 問題別正解率

図4 年齢群別平均得点と分散

表 4 年齢別群間変動 (C,D,E,F 群間)

変動要因	平方和	自由度	分散	F 値
群間	17.64	3	5.88	4.69
群内	656.36	60	10.94	
合計	674	63		

4 群の分散分析結果を表 4 に示す。その結果、自由度=60, F 値=3.29 で「群間の平均得点に差が無い」とする帰無仮説は棄却され、この実験群間に差が生じていることが認められた。

分散分析により、各群の平均得点差があることが確認できたため、多重検定によってどの群間に差が生じているのかを分析した。多重検定の結果、差が生じた組み合わせは、実験群 C と D、実験群 D と E、実験群 D と F の比較のみで、実験群 C と E、実験群 C と F、実験群 E と F の比較については有意差が見られなかった。この結果が生じた理由として、実験群 D だけ平均点が他の実験群と比べて大きく違っていたことが考えられる。

図 5 年齢別合計回答時間と分散

加齢による変動要因が平均得点以外にもあるのではないかと考え、解答時間の分析を行った⁹⁾。その結果を図 5 に示す。平均解答時間は、20 歳代が一番早く、続いて 30 歳代、40 歳代、50 歳代と年齢の若い順になっていることがわかる。

分散分析により、各群の平均解答時間に差があることが確認できたため、多重検定によってどの群間に差が生じているのかを分析した。

その結果、実験群 C と E、実験群 C と F の平均解答時間に有意差が生じた。20 歳代に(C 群)に対して、40 歳代(E 群)、50 歳代(F 群)のほうが解答時間が長いということは、年齢があがると解答時間も長くなるということが言える。

5. 結論

1.定期的に図学学習を受けている A 群と、受けていない B 群における MCT 得点の向上率に差が見られた。このことから図学学習を受けることによって空間認識能力が高まることが通常の MCT と同様に確認できた。また、男女別に向上率を分析した所、男女の区別なく図学学習によって空間認識能力の向上も認められた。

2.男女別 MCT 得点の分析を行ったところ、女性より男性の MCT 平均得点のほうが高く、本実験の範囲では、男性が女性より空間認識能力において優れている可能性が示された。

3.年齢別に行った MCT では、空間認識能力には年齢に応じて差が生じるということが示された。しかし、本実験では過去のデータがないため、十分信頼できる精度のデータは取れなかったので確実に年齢によって空間認識能力に差が生じると定量的に議論することはできなかった。

4.年齢による MCT の平均解答時間に有意に差が認められた。年をとるにつれて一問にかかる考察時間が長くなる傾向があると言える。

6. 今後の展望

本実験において、空間認識能力は年齢差、性差によって違いが生じるということが示されたがデータ数が少ないため、今後、女性のデータ、30・50 代のデータを中心として集め分析する必要がある。それにより更なる空間認識能力解明につながると考えられる。

また、本システムは、このデータ収集に十分有効であることもわかった。

本研究は、青山学院大学情報科学研究センター研究プロジェクト「i3Campus システムの構築と応用：2005 年度」の支援を受けて実施された

参考文献

- [1] 斉藤孝明, 学生アンケートに見る図学
授業難度と空間認識力の関係, 日本図学会
本部例会発表, (1997).
- [2] 鈴木賢次郎, 認知図学事始め 切断面実
形視テストによって評価される空間認
識能力, 図学研究 32 巻 2 号, pp.17-25,
(1998).
- [3] 堤江美子, 大谷桐子, 仮想切断面実形視
テスト(MCT)で用いる立体の心理的類似
度の解析, 日本図学会本部例会, (1999).
- [4] Effects of age and gender but not
prenatal cocaine on random ratio and
delayed spatial alternation responding
in rats, ARKOWSKI V P, COX C, WEISS
B, PRESTON R, Vol.22, No.3(2000), pp.
421-428
- [5] 佐久田博司, 蒔野雄介, 武士俣貞助, 動的コ
ンテンツの MCT 試験結果に及ぼす効果の層別
評価, 日本図学会 2003 年度 (関東) 学術講演
論文集, pp.111-114(2003)
- [6] 佐久田博司, 蒔野雄介, 武士俣貞助, 動的コ
ンテンツの MCT 試験結果へ及ぼす効果のグル
ープ別評価, 図学研究, 37, 102, pp.3-8(2003)
- [7] Sakuta, H., Sakoda T., Ogura Y., and
Bushimata, T., "Model Based Learning in
Mechanical Engineering", JCGE
(Japan-China Joint Conference on Graphics
Education), pp.132-136(2001)
- [8] Sakuta, H., Bushimata, T., and Ninomija, S.,
"Effect of Dynamic 3D Object to Descriptive
Geometry Graphics, the 6th World
Multiconference on Systemics", Cybernetics
and Informatics (SCI 2002), 6, XX
(Volume 20), on CD-ROM (2002)
- [9] 佐久田博司, 広実崇, 武士俣貞助, 動的
コンテンツの MCT 回答時間に及ぼす効果,
日本図学会 2003 年度 本部例
会, pp.43-46(2003)
- [10] 堤江美子・石川 若奈, 佐久田 博司,
鈴木 賢次郎, 切断面実形視テストにおけ
る解答過程の分析・問題立体に対する視
線変更による効果 -, 日本図学会 2005 年
度 (関東) 学術講演論文集, pp.35-40(2005)

著者紹介

佐久田博司 : 青山学院大学理工学部情報テ
クノロジー学科,
229-8551 神奈川県 相模原市淵野辺 5-10-1, O
棟 525
矢吹太郎 : 同 O 棟 526
大吉大輔 : 同上
河原宏俊 : 同上