

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 1 日現在

機関番号：82646

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501083

研究課題名(和文) 心的切断テストによる大学入学時の学生の空間認識力に関する研究

研究課題名(英文) Spatial ability of students entering universities - Evaluation by the use of MCT
(Mental Cutting Test)

研究代表者

鈴木 賢次郎 (Suzuki, Kenjiro)

独立行政法人大学評価・学位授与機構・研究開発部・教授

研究者番号：60012506

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：大学初年次生を対象にMCT(切断面実形視テスト)調査を経年的に実施し、高校までの“ゆとり教育”が空間認識力の育成に及ぼした影響について分析した。また、小・高校生を対象にMCT調査を実施し、高校までの図的表現法/空間幾何学教育が空間認識力の育成に及ぼす効果について分析した。さらに、これらの調査・分析結果を踏まえ、大学における今日の図学教育の在り方に関して考察を行った。

研究成果の概要(英文)： Spatial abilities of students entering universities have been analyzed by using the MCT (Mental Cutting Test) in order to analyze the effects of “relaxed education” up to high schools. In addition, MCT has been also conducted on elementary-, junior-high and high school students in order to make it clear the effects of graphical presentation / space geometry education at these schools. Based on the results of these researches, discussions are made on how should be descriptive geometry education at universities in the CG/CAD era.

研究分野：図学

キーワード：図学教育 空間幾何学教育 空間認識力 MCT

1. 研究開始当初の背景

(1) 空間的課題、あるいは、視覚的課題を解く能力 - 空間認識力 (Spatial Ability) - は、人の有する最も基本的、かつ、重要な能力であり、特に、空間形状を扱う設計関連技術者には必須な能力である。大学の理工系諸学部、技術系高等専門学校で実施されている図学・設計製図教育の重要な教育目標の一つは、学生の空間認識力を育成することにある。近年のコンピュータ・グラフィックスとその設計製図過程への応用である CAD の実社会での普及に伴い、これらに対応すべく図学・設計製図カリキュラム改革が行われているが、改革を巡る議論を通して、当該教育による空間認識力育成の重要性が再認識されるに至った。

(2) 空間認識力の育成について議論するには、まず、空間認識力の客観的評価法を確立する必要がある。本研究代表者は、空間認識力の評価法として心的切断テスト(または、切断面実形視テスト、Mental Cutting Test、以下、MCT と略す)を提案した。MCT が空間認識力の如何なる側面を反映しているかについての研究は、本研究代表者のグループを中心に進められてきており、MCT が、主として図(2次元)から立体の3次元イメージを生成する能力を反映していることが示されている。また、この能力には推論能力が密接に関連しており、その推論過程には、() 2次元の図からの奥行き情報の推論、() 見えない部分の推論、および、() (問題には示されていない) 切り口形状の推論(創成)があることが示されている。

(3) 本研究代表者が提案して以来、MCT を用いた空間認識力の調査は、国内外の多数の大学において実施され、MCT で評価される空間認識力には、

男女差が存在する(男性 > 女性)

大学入学時において測定された空間認識力は、大学間に大きな差があり、いわゆる大学入試偏差値と高い正の相関を示す、

図学関連教育によって育成され、その育成効果は、

図学(手描き) > 設計製図(〃) > 設計製図(3D-CAD)

であること等、数々の興味深い結果が得られている。

(4) 上記の は、空間認識力においては、高校までの発達・育成過程が重要であることを示している。

また、図学は、立体形状の図的表現法、及び、図による立体形状の解析、すなわち、空間幾何学を扱うものであり、上記の は、高校までの図的表現法、空間幾何学の教育が学生の空間認識力の育成に影響していることを示唆している。

しかし、小～高校までの図的表現法、空間幾何学の教育が学生の空間認識力の育成に及ぼす効果についての実証的研究は、本研究代表者のグループ以外に行われておらず、その効果は必ずしも明らかになっていない。

2. 研究の目的

(1) 大学入学時における学生の空間認識力について、MCT を用いて評価し、その結果を、1988年度より蓄積してきたデータ(参考文献(1, 2)、以下、先行研究と言う)と比較・分析することにより、ゆとり教育の徹底を目指して1998/1999年度に実施された学習指導要領改訂による高校までの空間幾何学関連教育の変化が大学入学生の空間認識力に及ぼす影響を分析する。

(2) また、小～高校においてMCTを実施し、大学入学以前の空間認識力の発達・育成過程について分析する。

(3) さらに、これらの研究成果を踏まえ、3D-CAD/CG が普及した今日における手描き図学教育の在り方に関して考察を行う。

以下、第3、4章においては、先行研究の方法、成果と併せて報告する。

3. 研究の方法

(1) 東京大学、及び、日本大学において、初年次生について MCT を実施した。MCT の問題例を図1に示す。この図に示すように、MCT は見取り図(透視図)で立体と平面を与え、その平面で立体を切断したときの切り口の実形を5ケの選択肢から選ばせるテストで、全部で25題の問題から成っている。1題正答1点、誤答0点として採点し、満点は25点である。回答時間は20分である。

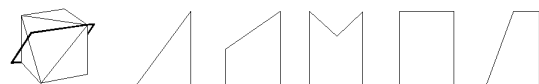


図1 MCTの問題例

東京大学においては、科目「図形科学」(1年生冬学期開講)のガイダンス時(10月初旬)に、理科 類(主として、理・工学部に進学)2クラス/年(120人/クラス)において実施した。MCT 得点には男女差があることが知られており、被験者が統計的検定に耐えうる数だけ得られる男子学生のみを分析の対象とした。また、本研究では日本における高校までの教育の影響を調べるため、留学生は分析対象から除外した。

この調査から得られた MCT 平均得点を、先行研究(1988～2008年度)で得られた各年度の平均得点、及び、準備研究として、2009～2011年度に、既の実施済(1～3クラス/年度、未分析)の各年度の MCT 平均得点と

比較・分析した。特に、ゆとり教育を受けた学生が入学してくる 2006、2009 年度前後における得点変化に着目して分析し、ゆとり教育の実施が大学生の入学時における空間認識力に及ぼした影響について分析した。

日本大学においては、生産工学部において、2004～2006 年度に第 1 年次生を対象に MCT を実施した。実施時期は 10 月初旬で、コンピュータ計算基礎演習、並びに、コンピュータ・プレゼンテーション演習の授業の際に調査を行った。対象となる学生は建築工学科、数理情報工学科が大半を占めていた。分析には男子学生のデータのみを用いた。

(2) また、日本、及び、中国において、小～高校生を対象に MCT を実施した。日本においては、東京都世田谷区立給田小学校、及び、東京大学教育学部附属中・高等学校において、1992 年 10～12 月に、また、中国においては、安徽省馬鞍山市師範付属小学校、及び、紅星中学校において、1992 年 6 月に調査を行った。調査に参加した児童・生徒は、日本、中国において、それぞれ、約 1200 人、約 1000 人であった。日本のみならず、中国においても調査を行ったのは、両国における小～高校における空間図形に関する教育内容・実施時期が異なっていることから、両国の学年次変化を比較、分析することにより、空間図形に関する教育が空間認識力の育成に及ぼす効果を明らかにすることができると考えたからである。

なお、MCT においては、問題を解かせる前に、例題図を用いて題意を説明するが、小学校低学年においては、例題そのものの図が理解できない可能性が考えられることから、立体模型を用いて題意の説明を行った。

(3) さらに、上述の研究成果を踏まえ、今日の大学における図学教育の在り方について考察を行った。

4. 研究成果

(1) 2003～2014 年度における東京大学、及び、日本大学における調査結果を図 2 に示す。

東京大学において、小～高校でゆとり教育以前の教育を受けた学生(2003～2005 年度入学)、中・高校でゆとり教育を受けた学生(2006～2008 年度入学)、小～高校でゆとり教育を受けた学生(2009～2014 年度入学)の MCT 平均得点(標準偏差、被験者数)は、それぞれ、21.06 点(3.24 点、392 人) 21.18 点(3.23 点、347 人) 21.08 点(3.29 点、1405 人)で、3 者間に有意差は見られず、ゆとり教育の実施による空間認識力の変化は認められなかった。

一方、日本大学においては、小～高校でゆとり教育以前の教育を受けた学生(2004 年度、2005 年度入学)、中・高校でゆとり教育を受けた学生(2006 年度入学)の MCT 平均得点(標準偏差、被験者数)は、それぞれ、15.02 点(4.48 点、100 人) 14.72 点(4.51 点、106 人) 13.81 点(4.84 点、82 人)であった。2006 年度入学生の MCT 得点は、2004 年度入学生に比べると 1.2 点程度下落しており、有意差がある($P < 0.05$)。また、2005 年度入学生との比較でも、約 1 点程度の有意差が見られる(両側検定では $P < 0.05$)。このように日本大学における調査では、東京大学での傾向とは異なり、2004 年度から 2006 年度にかけて、空間認識力の低下傾向が認められた。

2006 年度入学以降の学生は「ゆとり教育」を受けている。ゆとり教育においては、小学校において、かつては 4 年生から教えられていた空間図形教育が 6 年生に先送りされ、また、中学校では「切断・投影」が削除され、さらに、高校における数学 B、C などで、「生徒の実態や単位数に応じて内容を適宜選択させる」としており、教育内容が削減された。また、2003 年度の指導要領の追加改訂により、指導要領の位置づけが「最低基準」へと変更され、余裕のある場合には、範囲を超えた内容を教えられるようになった。その結果、高校までの学校間における学力格差が助長され、中程度の学力を有する日本大学の学生(大学入試偏差値：～44)においては、高学力の東京大学の学生(大学入試偏差値：～68)に比

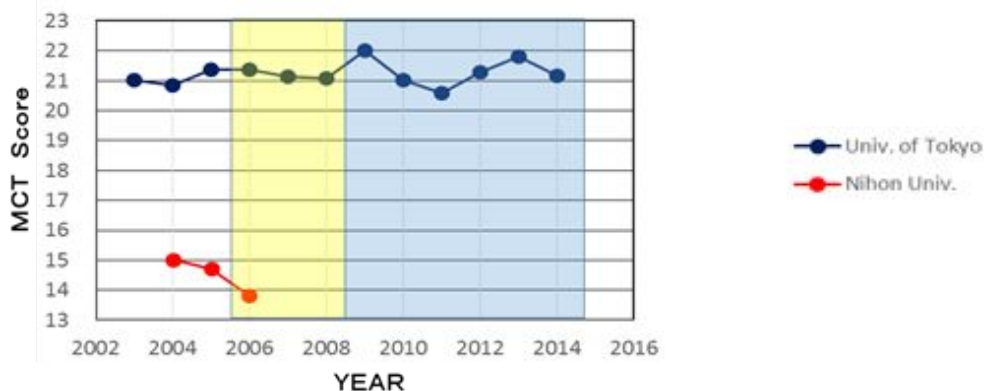


図 2 大学 1 年次生の MCT 平均得点

(黄色マーク部：中・高校でゆとり教育、 青色マーク部：小・中・高校でゆとり教育)

して、図学関連項目を含めた数学教育全般の学力が低下し、空間認識力が低下した可能性があることを示した(〔参考文献〕(1)、〔学会発表〕(4))。

(2) 小～高校までの MCT 得点の学年令変化を図3に示す。この図に示すように、日本・中国ともに、小学校低学年においては MCT 得点の増加はほとんど見られず、小学校高学年から徐々に得点は増加する。比較的

大きな得点増加がみられるのは、日本においては中学校1年生(図3:青マーク)であり、一方、中国では中学3年生(図3:赤マーク)である。これは、それぞれの国で空間図形教育が重点的に実施される時期に一致する。このことは、小～高校における空間幾何学教育が空間認識力の育成に効果があることを示しているものと考えられる(〔学会発表〕(1)(4))。

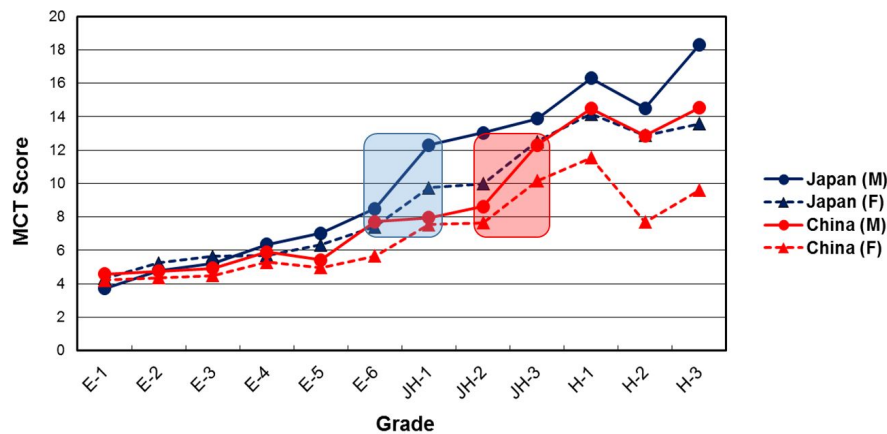


図3 MCT 得点の学年令変化

(3) 上述の研究成果を踏まえ、大学における今日の図学教育の在り方に関する考察を行った(〔雑誌論文〕(1)、(2)、〔学会発表〕(2)、(3)、(5)、〔図書〕(1))。

本報告書をまとめるにあたり、ともに研究を遂行した菅井祐之氏、呉宏森氏、及び、MCT データ収集・整理にご協力いただいた堤江美子氏、椎名久美子氏、三谷純氏、奈尾信英氏に感謝の意を表す。

〔参考文献〕

- 菅井祐之, 鈴木賢次郎 (2009) 「大学入学時における学生の空間認識力の経年変化 - 学習指導要領改定による影響」, 図学研究, 第43巻, 第2号, pp.19-26 .
- Sugai, Yuji and Suzuki, Kenjiro (2011) "Change over Time in Spatial Ability of Students Entering University - Impact of Revision of the National Curriculum Guidelines up to High Schools - ", Journal for Geometry and Graphics, Vol . 15, No.1, pp.101-112.

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2件)

- Suzuki, Kenjiro (2013) "Significance of

Traditional Descriptive Geometry in Teaching and Learning Graphic Science ", CADDM, Vol.23, No.3, pp.49-55.

- Suzuki, Kenjiro (2014) "Traditional Descriptive Education in 3D-CAD/CG Era ", Journal for Geometry and Graphics, Vol.18, No.2, pp.251-264.

〔学会発表〕(計5件)

- Wu, Hongsen and Suzuki, Kenjiro (2012) "Development of Spatial Ability during Elementary-, Junior High-, and Senior High Schools ", Proc. 15h Int. Conf. Geometry and Graphics (Montreal), # 34, pp. 1-9.
- Suzuki, Kenjiro (2013) "Graphics Literacy Education at The University of Tokyo (Invited Lecture)", Politecnico di Milano 150 ° Seminar on "The Visual Language of Technique between Science and Art - Heritage and Expectation in Research and Teaching", 2013年7月8日, ミラノ工科大学 .
- Suzuki, Kenjiro (2013) "Significance of Traditional Descriptive Geometry in Teaching and Learning Graphic Science ", Proc. AFGS2013 (Dalian), pp.108-116.
- 鈴木賢次郎, 堤江美子, 椎名久美子 (2014) 「図学関連教育と空間認識力 - 切

断面実形視テストを中心に - 」, 第 51 回
図学教育研究会, 2014 年 5 月 11 日, 九
州大学 [図学研究第 48 卷 2・3 号,
pp.54-63] .

- 5) Suzuki, Kenjiro (2014) " Traditional
Descriptive Education in 3D-CAD/CG
Era " , Proc. 16h Int. Conf. Geometry
and Graphics (Innsbruck), # 172,
pp.1-8.

〔図書〕(計 1 件)

- 1) Suzuki, Kenjiro (2015) "Graphic
Literacy Education at The University
of Tokyo" in "The Visual Language of
Technique: Vol.3 - Heritage and
Expectations in Education" edited by
Luigi Cocchiarella, Springer, ISBN:
978-3-319-05325-7

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

鈴木賢次郎 (大学評価・学位授与機構)

研究者番号 : 60012506