

410 製図教育における空間図形認識力の調査

Survey of Understanding Ability on 3D Geometry in a Drawing Education

○正 天谷 賢児 正 船津 賢人

Kenji AMAGAI and Masato FUNATSU, Gunma University, Tenjin-cho 1-5-1, Kiryu, Gunma University

Key Words : Design, Drawing, Engineering Education, 3D Geometry

1. はじめに

科学技術創造立国を目指すわが国においては、今後もものづくり教育の重要性がますます高まってくるものと考えられる。著者の所属する学科においてもこれを重要視し、それに密接に関連する設計製図教育を極めて重要な科目と位置付けている。しかしながら、これらの設計製図教育によって学生にどのような能力を習得させるべきかといった議論は必ずしも十分ではなく、学生の設計製図能力を正確に評価することも難しい。これは設計製図能力の客観的評価手法が確立されていないことに起因していると考えられる。また、本学科が最近行った卒業生アンケートの結果では、CADを使いこなす能力よりも、図面が理解できる能力をまず養うべきという意見が多く寄せられた⁽¹⁾。このようなことを考えると、設計製図教育においてどのような能力をどのように養うべきかを再検討し、教育改善を常にはかる必要がある。特に、設計製図の担当教員が、学生が最終的に得る設計能力を客観的に求め、その分析を通して自らの教育手法の改善に役立てていくことが重要であると考えられる。そこで、本研究では設計製図教育で重要な目標の一つである空間図形の理解力を客観的に評価する方法を開発する。

2. 卒業生アンケート結果

表1は平成10年度日本工学教育協会の調査⁽²⁾をもとに機械工学における各科目の産業界での必要度と現状レベルを比較した結果である。必要度(B)から現状レベル(A)を引いた(A-B)の偏差として示されている。これより、(A-B)の偏差がもっとも悪いものとして設計製図が挙げられている。平均偏差が+17であることを考えると、設計製図の必要度に対する現状の教育レベルが極めて低いと認識されていることがわかる。また、設計製図とCAD/CAMを比較すると設計製図がCAD/CAMに比較して10ポイントも悪い結果となっている。この結果を素直に解釈すれば、CAD/CAM以前に設計製図教育の充実を図る必要があることが示唆される。

Table 1 Necessity and actual level of design education at the industrial point of view⁽²⁾

Curriculum	Necessity (B)	Actual level (A)	(A-B)
Design and drawing	76	44	-32
Computer	81	58	-23
CAD/CAM	63	42	-21
Mechanics of material	83	65	-18
...			
Applied mathematics	42	61	19
Automobile eng.	23	63	40
Average of (A-B)			17

また、図1は本学科が卒業生に対して行ったアンケート⁽¹⁾結果で、本学科がCAD教育の導入が遅れたことに対して「CADを十分に習わなかったことが、実社会で大きなハンディになったか」をたずねたところ、「いいえ」あるいは「どちらかといえばいいえ」が50%近い結果となり、「はい」を上回った。また、この設問に関連して寄せ

られた意見に「CADは後でも覚えられる。それよりも図面を理解できない方が問題であると思う」という意見もあった。以上のようなことから、手書きによる製図教育も依然として重要であると考えられる。

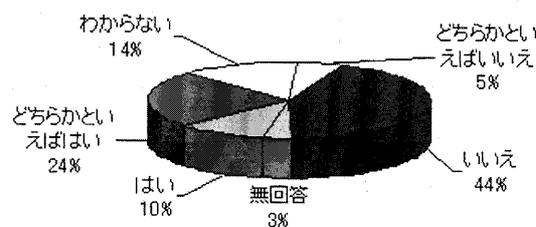


Fig.1 A questionnaire result for CAD curriculum

3. 本学科における製図教育

本学科では「設計製図 I」(2年前期)、「設計製図 II」(2年後期)、「設計製図 III」(3年前期)を設置している。このうち著者は「設計製図 III」を担当し、その中の前半部で単気筒ガソリンエンジンのピストンに関する強度計算ならびに製図を行っている⁽³⁾。各学生ごとに定格出力と回転数を与え、約7週でピストンの図面を完成させる。後半部は別の教員により連接棒やクランクシャフトなどの部品図と組立図を作成する。

著者担当部分での課題は、複雑な形状に対しても正確な図面を作成する能力をつけることである。しかしながら、一つのピストンの正面図と側面図の中で、不整合が生じてしまう例や、ピストンの内側と外側を見ている図面の違いが認識できないなどの例がかなりの割合で見られる。図2はその一例でピストンの異なる断面を描いているが、ピストンピンが入る部分の形状が全く異なってしまう。このようないわば空間図形の認識力や三次元物体を二次元の図面として表現する能力を養うことが多くの学生にとって大変苦手な現状がある。

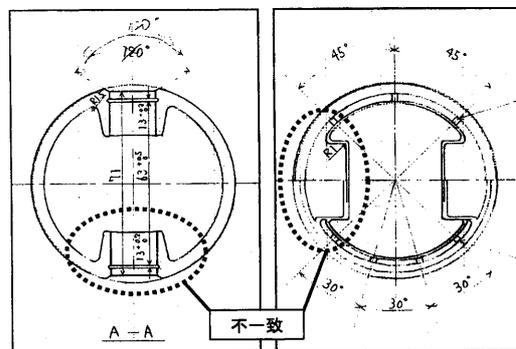


Fig.2 An example of mistake in drawing

4. 空間図形認識力の調査

今回の調査では、このピストンの製図を行う前に学生が有している空間図形の認識力を簡単な図学の問題で試験し、その後ピストン図面が完成した段階で、その認識力がどの程度向上したかを類似の問題を用いて再試験す

ることとした。それによって、空間図形の認識力の向上を客観的に評価することが可能であると考えた。

図3(a)は試験問題の例である。「直方体に正方形断面を持つ同じ寸法の穴が直交するように空いているとき、A面で切った断面を描け」といった単純な問題となっている(図中(b)は正解)。これと類似の問題を全部で12問準備し、表2のように二つのクラス(各41名)を対象に実施した(表中の番号は問題番号)。試験の際にはこの調査が成績に関係しないことを伝えている。1回目(製図開始前)および2回目(製図終了後)の試験で、2問は両クラスで同一問題(下線のある問題)とし、クラス間の差が確認できるようにした。また、各クラスで2回の試験問題が同じにならないように問題3,4,5,6と問題7,8,9,10を入れ替える配慮を行った。

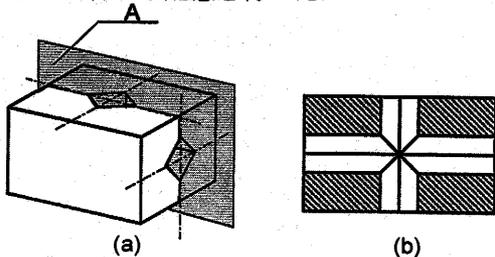


Fig.3 An example of test problem

Table 2 Evaluation test method

	M1 class	M2 class
1st test (Before drawing)	<u>1, 2</u> , 3, 4, 5, 6	<u>1, 2</u> , 7, 8, 9, 10
2nd test (After drawing)	7, 8, 9, 10, <u>11, 12</u>	3, 4, 5, 6, <u>11, 12</u>

図4は試験結果をまとめた結果である。図の(a)は製図開始前の試験結果を表しており、クラスごとの得点数分布を示している。全く正解の無かった学生が約1/4で全問正解者はいなかった。この図から両クラスでのレベルの差はほとんど無いことが確認できる。試験問題を入れ替えて行った第2回目の試験では、4問以上正解の学生が増えている。全く正解できない学生数は大幅に減少したが、依然として数名が0点であった。

この結果から、著者が行っている製図教育によってある程度の空間図形の認識力や図面の理解力が向上していることが確認できた。しかしながら、依然として理解が進まない学生がいることから、さらなる改善や工夫が必要であることが判った。

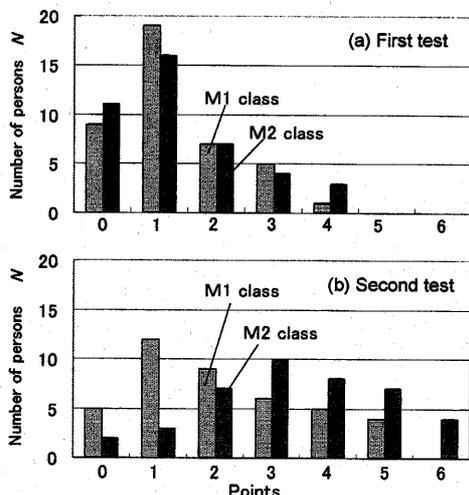


Fig.4 Results of evaluation test

2回目の試験時に「この授業を受ける前はまったく理解していなかったと思う場合を0、完全に理解していたと思う場合を10として、そのときの自分の理解度はどのくらいだったと思うか」というアンケートを取った。その結果と、1回目の試験結果との相関を図5に示す。これより、学生自身が持っている理解度意識と今回の試験方法による評価の間にある程度の相関が見られた。

また同時に、「この授業を受けた現在の状態で、現在でもまったく理解していないと思う場合を0、完全に理解できたと思う場合を10として自分の理解度はどのくらいになったと思うか」というアンケートも行い、2回目の試験と相関を求めた。その結果が図6である。試験結果が比較的良くない学生の中にも、理解度が向上したという意識を持つものが増えていることがわかる。

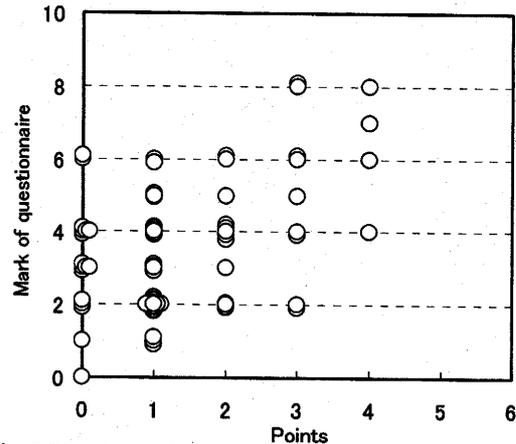


Fig.5 Correlation between rest result and questionnaire result at first test

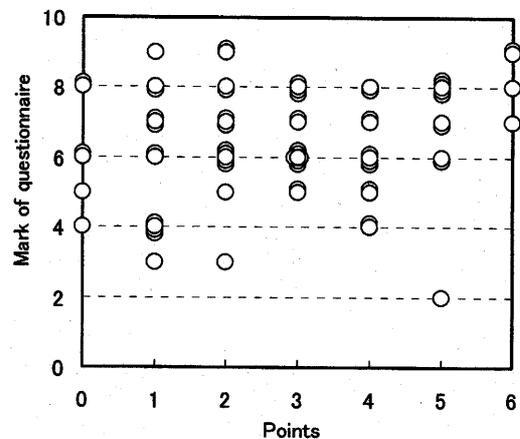


Fig.6 Correlation between rest result and questionnaire result at second test

5. まとめ

空間図形の認識力や図面の理解力の向上を客観的に評価できる方法を検討した。その結果、今回用いた試験がこれのある程度評価できることがわかった。また、これにより改善や工夫がさらに必要であることが確認できた。

参考文献

- (1) 授業改善のための卒業生アンケート, 群馬大学工学部工学教育特別委員会, 平成14年5月。
- (2) (社)日本工学教育協会, 大学の工学教育プログラムの改革に対する企業ニーズに関する調査研究報告書, 平成10年3月。
- (3) エンジンガソリン/ディーゼル, 齊藤, 若林, オーム社, 平成12年。