

多方向観察画像システムを用いた 立体想像力を育成する製図教育の試行

白川 英観^{*1}

Trial of Drafting Education that Promotes Solid Imagination by Using Multi-way Observation Image System.

Hidemi SHIRAKAWA^{*1}

^{*1} Department of Mechanical Engineering, Toyama National College of Technology,
Hongo 13, Toyama, 939-8630, Japan

In order to promote the solid imagination, the multi-way observation image system was made and was used in teaching the drafting education. As a result, the correct answer rate of the problem concerning solid projection rose to 1.2 times that of the student who did not use the multi-way observation image system. It is clarified that the effect on solid imagination of the multi-way observation image system is large.

Key Words : Multi-way Observation Image System, Drafting Education, Solid Imagination.

1. 緒 言

近年、子供はコンピュータゲームなどのような擬似空間で遊び、プラモデルや木工工作などの実際に自分の手でものを作って遊ぶことが少なくなっている。このため、工作道具を適切に扱えない子供が多いばかりでなく、ものを頭の中で組み立てる力が養われていない。このような環境で育った学生にもものづくりを教えるためには、立体を想像する力は不可欠であり、養う必要がある。

図学は、空間にある立体の想像力を養い、製図の基礎である立体の位置や形状を紙などの平面上に正確に描き表すのに役立つ¹⁾。立体を想像する力が乏しい学生にとって、この立体を平面に描き写す方法である投影法や投影物の回転などは、理解しがたい。

製図や数学などの立体を想像する力の育成には、実物の部品や模型などを用いてきた。これは、自分の手で部品や模型を動かして観察することにより、頭の中に立体のイメージが構築できるからである。しかし、この方法では、観察できるのは1方向(1面)である。部品の設計書となる製図で主に用いられる第三角法などは多方向からの投影面で形状を表示する方法であり、模型のみでの第三角法を修得することは困難である。

部品などの立体を多方向から観察する方法には、鏡を使った方法もあるが、観察者の位置や立体の配置のずれ

により形状が歪んだり、見えない部分があったりするなど欠点も多い。

一方、コンピュータの発達により、3次元CAD²⁾を身近に利用できる環境になってきた。3次元CADを用いることにより、立体の形状や動きを理解しやすい。また、その複雑な部品の立体を工作機械であるマシニングセンターなどで加工することもできる。しかし、製作が容易な部品の場合、マシニングセンターなどの高度な工作機械を用いず、旋盤やフライスなどの加工機械を用いて製作する。この時、部品は第三角法による図面で表されており、加工作業において図面より立体を想像する力は不可欠である。また、3次元CADなどを用いてコンピュータ内に描かれた立体にはスケールや重さなどの感覚がなく、ものづくりに必要な実物に近い立体イメージを得るのは難しい。特に、ものづくりを初めて行う学生の立体想像力向上を目的とした教材としては不向きである。

そこで、本教育研究は、立体の形状測定に用いられるステレオ法³⁾のように立体を多方向より同時に観察できる画像システムを構築し、製図(図学)などの授業や演習で活用することにより、投影法を理解させ、空間における立体の想像力を養うことを目的とする。

本論文では、製作した多方向観察画像システムを紹介し、本画像システムを授業で活用することにより立体の想像力を向上させることができたかを調べた結果を報告する。

^{*1} 機械工学科

E-mail: shira@toyama-nct.ac.jp

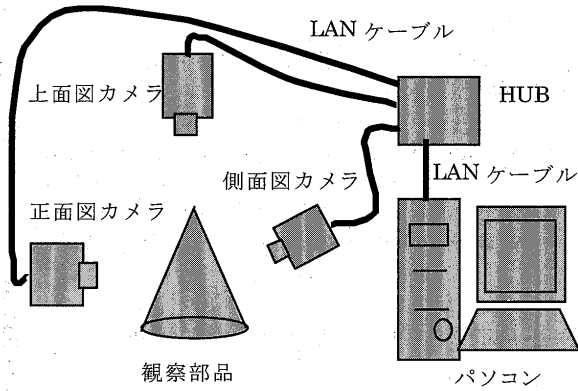
2. 多方向観察画像システムの製作

本画像システムは、第三角法や等角投影法などの投影法および投影図内での立体の回転を理解させ、立体の想像力を養うためのシステムである。システムの概略図を図1(a)に示す。ステージ上に設置された実物の立体を、3つのネットワークカメラで同時撮影し、パソコンのディスプレイに3つの動画像を同時に表示する。製作した画像システムを図1(b)～

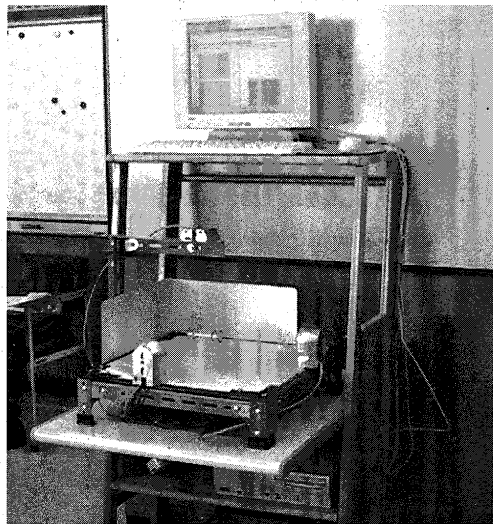
(c)に示す。授業などで用いるときは、プロジェクターでスクリーンに投影できる。そのため、各教室へ移動できるように、キャスター付きのパソコンデスク上に設置した。

図2は、本画像システムで撮影した部品（スパナ）の表示画像である。左上の部分には、部品を上から観察した画像を、左下の部分には、正面から観察した画像を、右下の部分には右側面から観察した画像を表示している。

図3は、本システムを利用して、立体イメージが



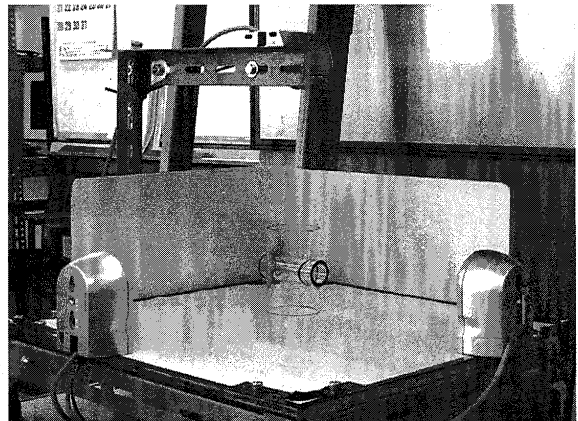
(a) システムの概略図



(b) システム全体図



(c) ディスプレイ表示



(d) 観察ステージ

図1 多方向観察画像システム

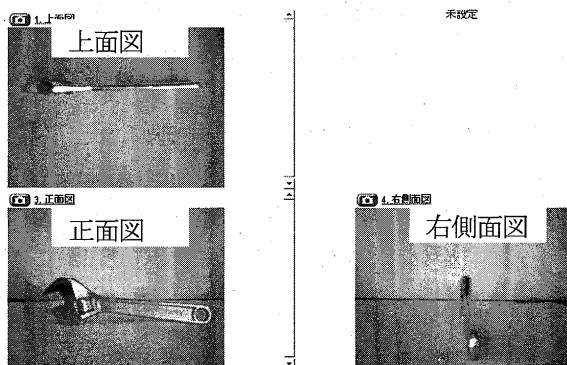


図2 スパナの撮影画像

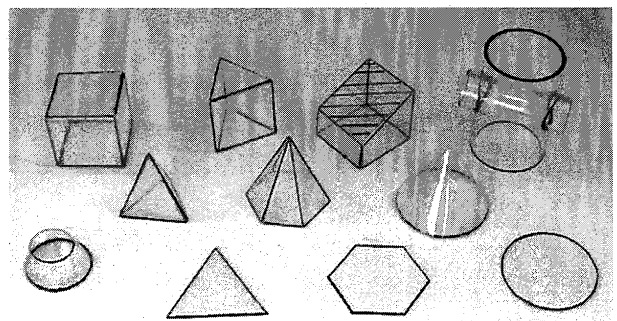


図3 観察用部品

想像しやすいように、簡単な立体を作製したものである。製図で用いられる「かくれ線」なども観察できるように、透明なプラスチックの板を素材として製作し、立体の辺や頂点には黒色を施し、明瞭に観察できるようにしてある。さらに、部品にプラスチック糸を取り付け、糸を操ることで自由に回転できるように工夫した。

図4に、立方体を撮影した画像を示す。第三角法の表示と同じように正面図の上に上面図、右に右側面図を配置した構図になっている。図5に立方体を第三角法で表した図面を示す。製図とほぼ同じように観察できているのが分かる。しかし、採用したネットワークカメラのレンズ性能のため、奥行き方向に伸びる辺が重なっていない。これは、カメラは点投影であるのに対して、第三角法は平行投影であるためである。しかし、第三角法を理解するには本画像システムの性能でも十分であることが分かった。

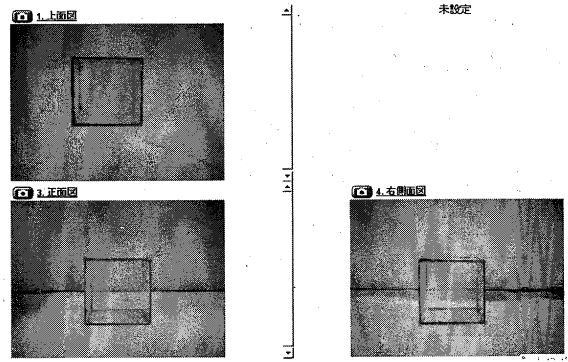


図4 立方体の観察画像

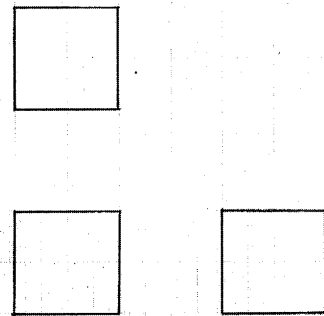
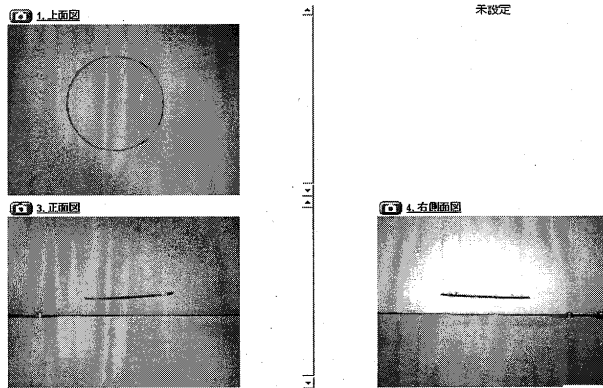


図5 立方体の第三角法による図面

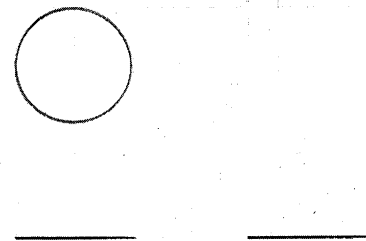
3. 多方向観察画像システムの活用

3.1 平面の投影図

図6, 7のように、円や正六角形などの平面図形は、上面図に平行に置くと、正面図および側面図では直線で表示される。この時、上面図で観察される図形は、実際の

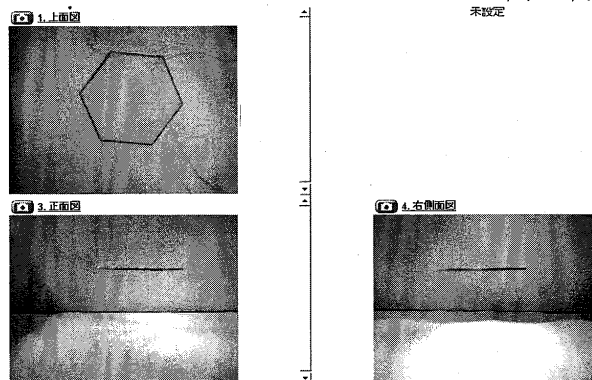


(a) 撮影画像

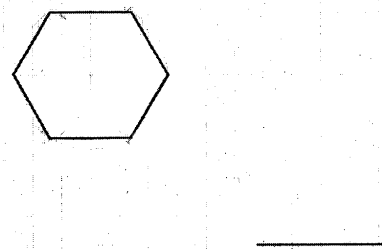


(b) 第三角法による図面

図6 円の投影



(a) 撮影画像



(b) 第三角法による図面

図7 正六角形の投影

長さで観察されることを理解できると、立体空間での平面図形を想像できるようになる。

3.2 立体の投影図

図8のように、円錐などの立体の底面を上面図に平行に置くと、正面図および側面図では二等辺三角形で観察される。様々な立体を観察することにより、第三角法で表される立体の形状を想像できるようになる。

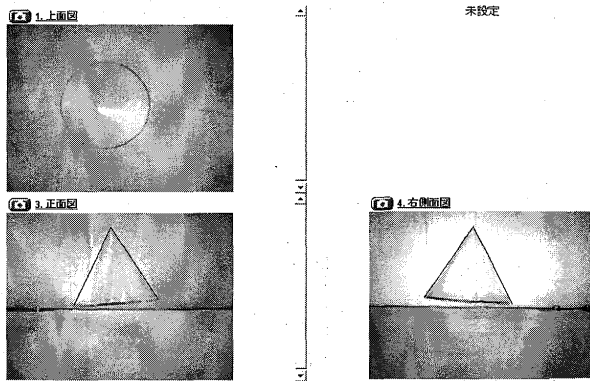
3.3 立体の切断面

図9に直方体を斜めに切断したときの立体を示す。切断面は、おもに正面図に垂直な平面で切断するため、正

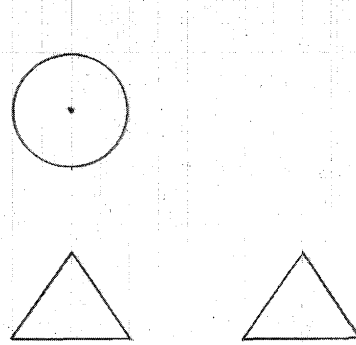
面図では直線で表される。その切断する面と交差する辺の位置を求めることにより切断面形状を求めることができる。さらに、上面図で観察される切断面が実際の大きさの形状でないことも理解できる。

3.4 相貫体

図10に、円管同士の相貫体を示す。相貫体で円管が交差する部分の形状は、上面図および側面図において、2つの円柱の表面である円上の部分であることが分かる。この関係を理解すると、相貫体によってできる交差線は想像できるようになる。

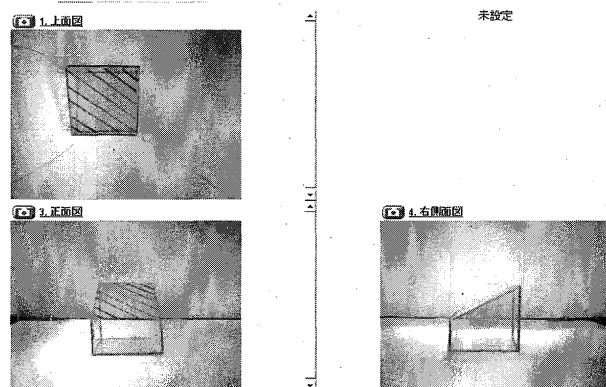


(a) 撮影画像

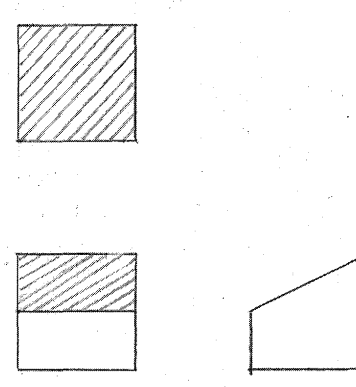


(b) 第三角法による図面

図8 円錐の投影

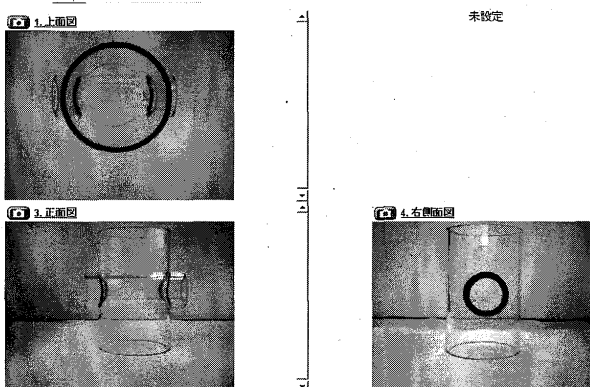


(a) 撮影画像

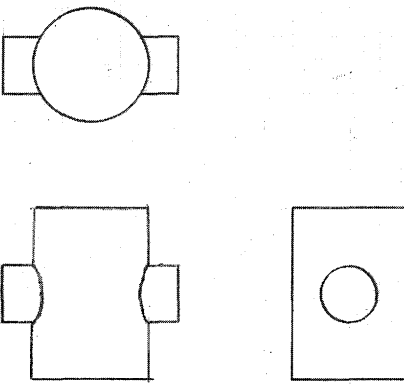


(b) 第三角法による図面

図9 切断された長方体の投影



(a) 撮影画像



(b) 第三角法による図面

図10 2つの円管による相貫体の投影

3.5 投影図の回転

図 11 に正六角錐を上面図に対して 45 度、正面図に対して 45 度、回転したときの投影を示す。上面図に対して回転するとき、正面図で見える形状は変わらない。また、

正面図に対して回転するときも、上面図で見える形状は変わらないのが分かる。以上のことを理解すると、立体を頭の中で想像して回転できるようになる。

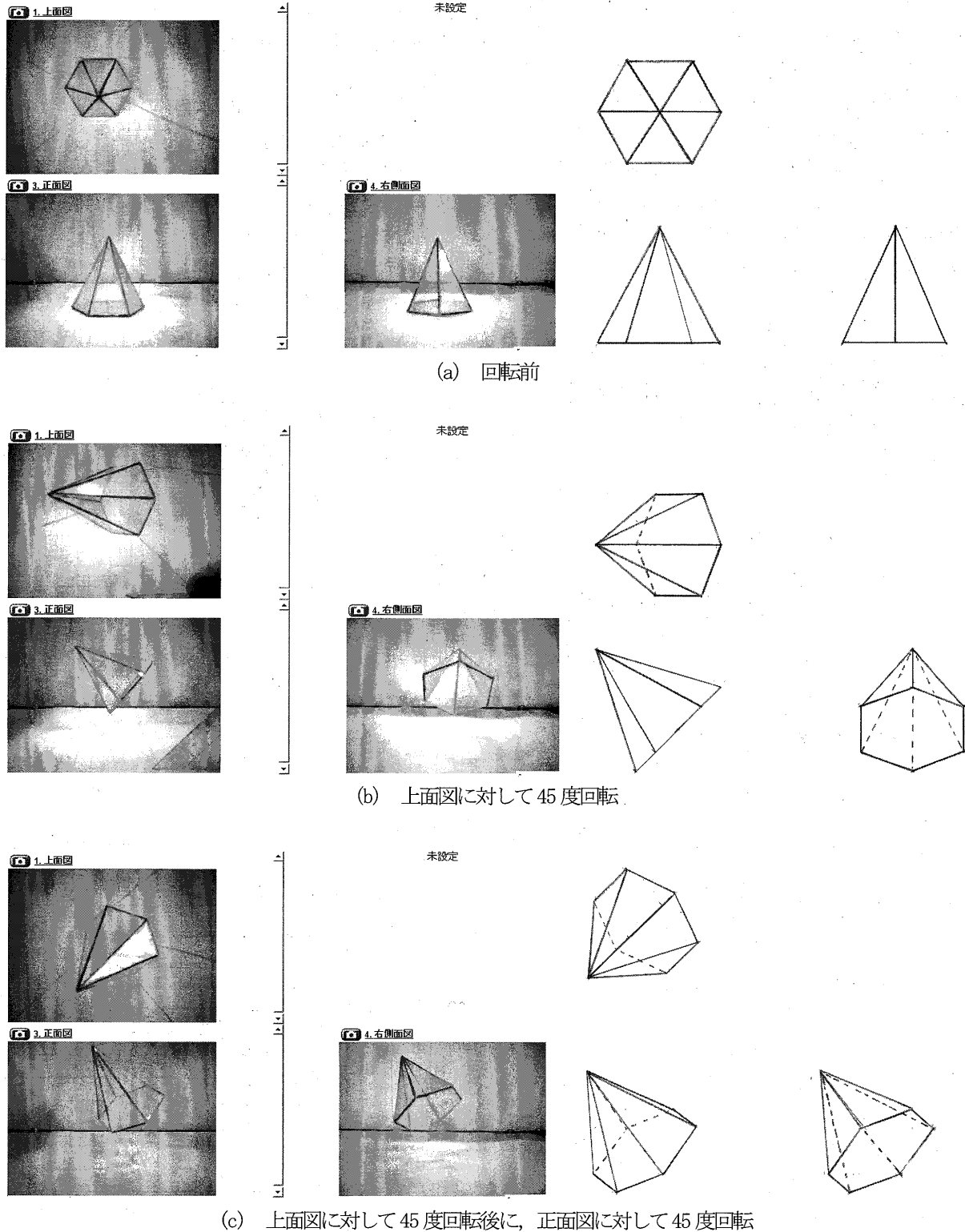


図 11 正六角錐の回転の投影
(上面図に対して 45 度、正面図に対して 45 度回転)

4. 立体想像力への効果調査

本多方向画像システムによって立体の想像力が向上したかを調査するために、平成16年度に実施した図12～14に示す立体の切斷問題、相貫体の問題、立体の回転に関する問題の3つを、本画像システムを利用した本年度(平成18年度)の学生に解かした。

図15は、それぞれの問題の正解率を示したものである。すべての問題において、正解率が約1.2倍程度に上昇しており、効果があったと思われる。

今回、授業のみで利用したが、学生が利用できる場所に設置すればより効果が期待できると思われる。今後、視野角が狭いレンズ性能のカメラを用いて構築すれば、より高精度のシステムになると考えられる。

5. 結言

部品などの立体を多方向より観察できる画像システムを構築し、授業に活用した結果、学生の立体を想像する力を向上することができた。

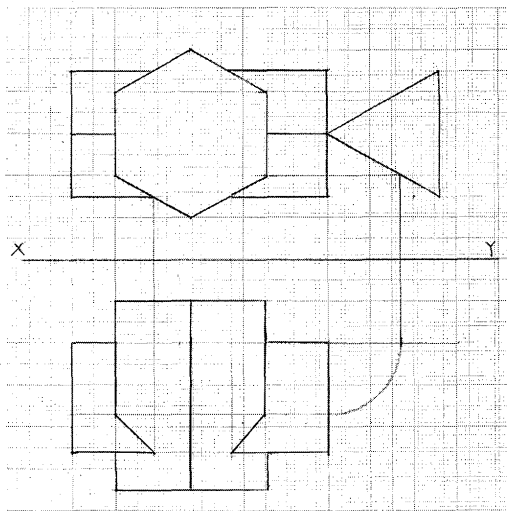


図12 相貫体問題

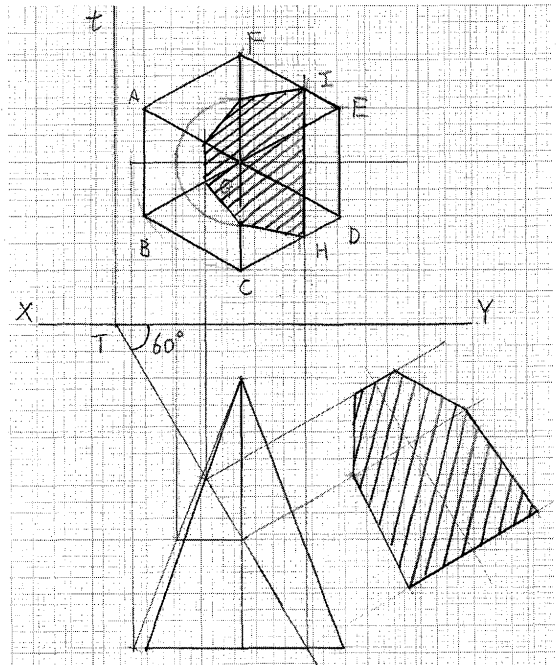


図13 立体の切斷問題

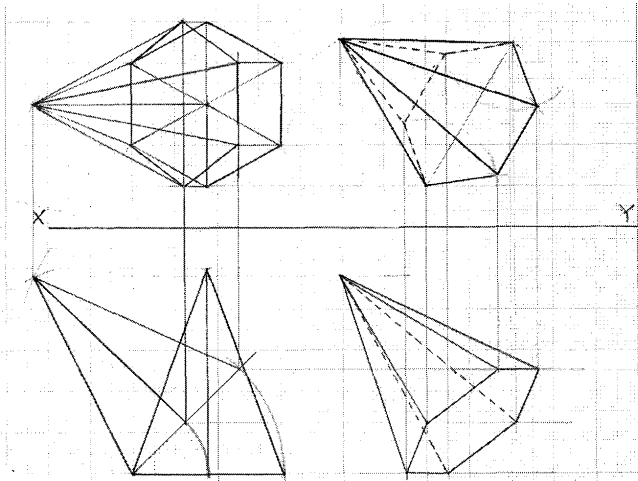


図14 立方体の回転問題

謝辞

本試行の「多方向観察画像システムを用いた立体想像力を育成する製図教育の試行」は、財団法人・理工学振興会の助成を受けて実施したことを明記し、感謝の意を表す。また、本画像システムの製作を手伝ってくれた本校機械工学科5年の和田篤史君に感謝します。

参考文献

- (1) 大久保正夫, 三訂新版 第三角法による図学, 朝倉書店, pp. 60, 1987.
- (2) 竹内芳美, パーソナル3次元CAD/CAM—その開発と応用技術, 工業調査会, 1996.
- (3) 保谷忠男, 写真測量, 測量業書 3, 日本測量協会, pp. 40, 1997.

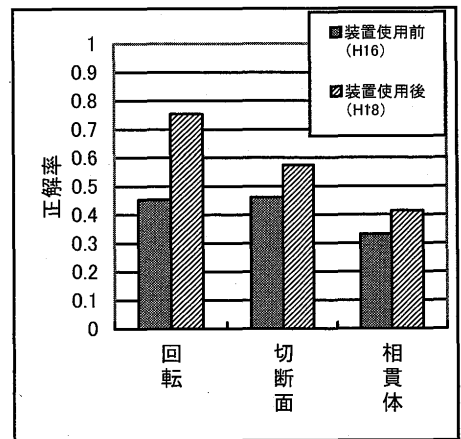


図15 第三角法の問題の正解率

(2006. 11. 24 受理)