



研究ノート

空間の認識と立体視

吉田 勝行*

Spatial Visualization and Anaglyphic Representation

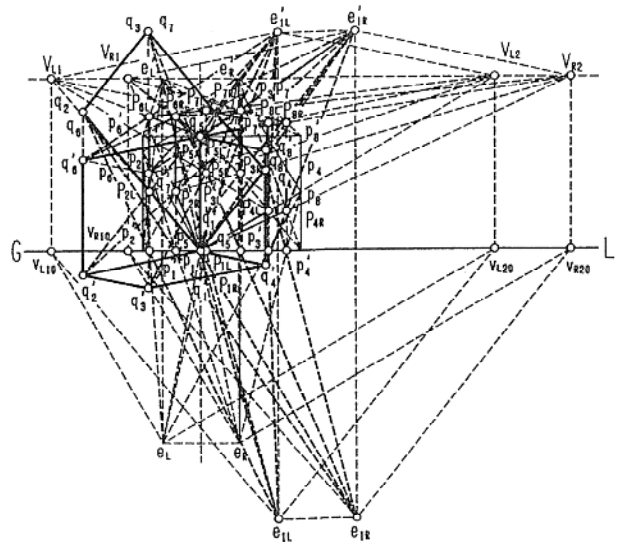
Key Words : Spatial ability, Anaglyph, Descriptive geometry, Mental cutting test,

1. はじめに

仮想現実感を構成する場合、視覚については申し合わせたように2眼式の立体視が採用される例が多い。これは、左右それぞれの目に対応する画像を作成し、何らかの方法でそれらの画像を対応する目だけに見えるようにすると、融合像が形成されて立体的に感じられるという原理を適用したもので、原理自体はユークリッドの昔から知られていたとされている。

左右それぞれの画像を対応する目だけに見えるようにする方法としては、一方の画像を赤色、他方を緑色にして重ね合わせ、レンズが赤と緑の眼鏡をかけて見るアナグリフ方式、左眼用の画像が表示されているときには左眼のシャッターが開いて右眼のシャッターが閉じ、右眼用の画像が表示されているときには右眼のシャッターが開いて左眼のシャッターが閉じる液晶式の眼鏡をかけて見る3Dスコープ方式、レンチキュラーレンズを通して左右それぞれの画像を対応する目に見えるようにするレンチキュラーレンズ方式等がよく知られている。

立体的に見えるということは、大層魅力的なことであるためか、前世紀にカメラが実用化されて左右それぞれの目に対応する画像の作成が容易になってから、何年か毎に流行が繰り返されている。しかし、どの流行もあまり長続きしないで終息している。得られる立体像が舞台の書き割りのようにうすっぺらに見えるため、すぐに自然視と異なるということで、興味がさめてしまうためである。



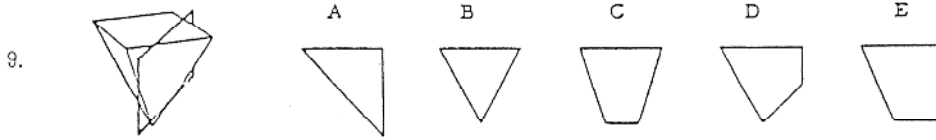
*Katsuyuki YOSHIDA
 1940年11月17日生
 1964年大阪大学工学部構築工学科卒業
 現在、大阪大学工学部建築工学科、
 建築形態工学研究室、教授、工学
 博士(大阪大学)、建築形態工学、
 図学
 TEL 06-850-5828
 FAX 06-850-5829
 E-Mail a61369a@center.osaka
 -u.ac.jp



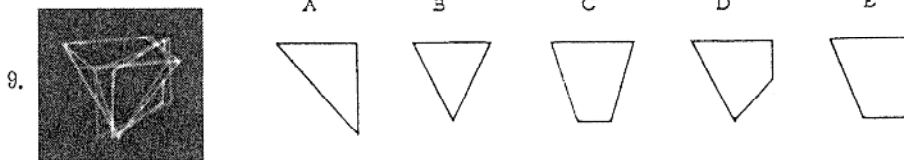
図1 2象限に置いた立方体 $P_1P_2P_3P_4 - P_5P_6P_7P_8$ について、視点を E_L および E_R とし、画面を立面画として、それぞれの視点に対する透視像 $P_{1L}P_{2L}P_{3L}P_{4L} - P_{5L}P_{6L}P_{7L}P_{8L}$ と $P_{1R}P_{2R}P_{3R}P_{4R} - P_{5R}P_{6R}P_{7R}P_{8R}$ を求めた結果、および鑑賞時に、左眼を E_{1L} 、右眼を E_{1R} にそれぞれ置き、赤緑眼鏡等を用いて左眼で $P_{1L}P_{2L}P_{3L}P_{4L} - P_{5L}P_{6L}P_{7L}P_{8L}$ 、右眼で $P_{1R}P_{2R}P_{3R}P_{4R} - P_{5R}P_{6R}P_{7R}P_{8R}$ をそれぞれ眺めた場合に得られる融合像 $Q_1Q_2Q_3Q_4 - Q_5Q_6Q_7Q_8$ を第1角法の正投影により表現した結果

この薄っぺらに見える原因は、画像を作成するために用いる画法、図学でいう透視投象法の適用の仕方起因している。図1は、2象限に置いた立方体 $P_1P_2P_3P_4 - P_5P_6P_7P_8$ について、視点を E_L および E_R とし、画面を立画面とし

て、それぞれの視点に対する透視投象 $P_{1L}P_{2L}P_{3L}P_{4L} - P_{5L}P_{6L}P_{7L}P_{8L}$ と $P_{1R}P_{2R}P_{3R}P_{4R} - P_{5R}P_{6R}P_{7R}P_{8R}$ を求めた結果、および鑑賞時に、左眼を E_{1L} 、右眼を E_{1R} にそれぞれ置き、赤緑眼鏡等を用いて左眼で $P_{1L}P_{2L}P_{3L}P_{4L} - P_{5L}P_{6L}$



(a) MCT-J



(b) MCT-H

黒色の背景中に赤で左眼用の図、緑の右眼用の図が描いてあり、赤緑眼鏡を通してみると立体的に見える。

図2 MCTおよび立体視化したMCTの問題の一例

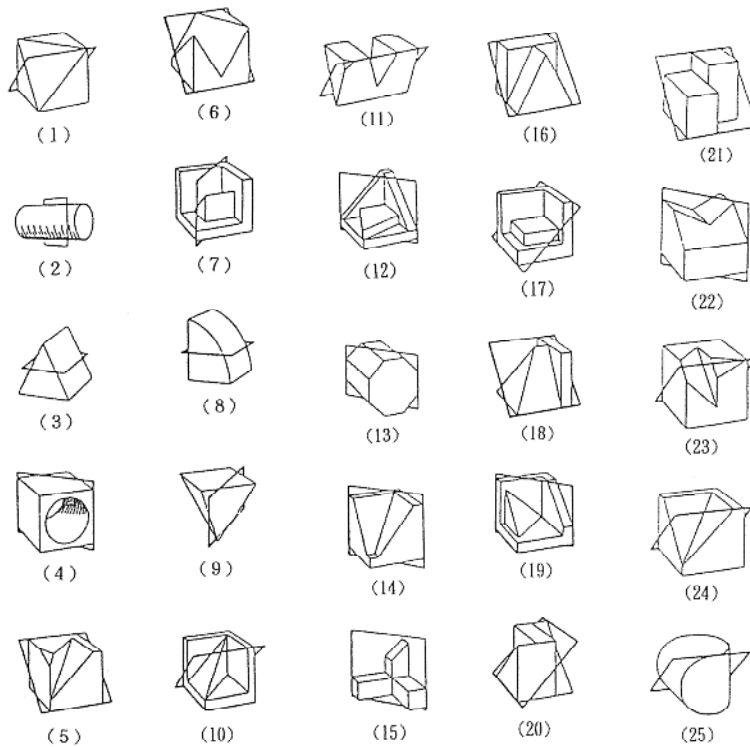


図3 MCTの問題全25問の見取り図の部分(立体と切断平面)

$P_{7L} P_{8L}$, 右眼で $P_{1R} P_{2R} P_{3R} P_{4R} - P_{5R} P_{6R} P_{7R} P_{8R}$ をそれぞれ眺めた場合に得られる融合像 $Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 - Q_5 Q_6 Q_7 Q_8$ を第1角法の正投象により表現した図である。この図より、融合像の形が一般には歪んでいること、鑑賞時の視点が作画時よりも画面から遠い場合は融合像は厚く、画面から近い場合は薄く見えること、したがって鑑賞時の視点が作画時の視点に一致するときのみ、正確に元の立体の形と一致すること等がわかる。一般に写真による立体画像は、レンズの焦点距離とフィルムのサイズおよび焼き付けの際の倍率等をきちんと把握しないで構成されることが多く、それを撮影したときの視点位置よりも近い位置から眺めることになるため、どうしても融合像が薄っぺらに見えるわけである。

したがって、立体視の劇場でも、歪みのない融合像を見ることが出来るのは、作画時に想定された視点位置に座る人のみで、それ以外の人には、すべて大なり小なり歪んだ融合像を見ていることになる。平成5年度に大阪大学教養部(現在 全学共通教育機構)において立体視の可能な図学CAD教室を建設する際、大きな1つのスクリーンを全員で眺める方式でなく、各自がそれぞれ個別のCRTを眺める方式にしたのは、上記の歪みのない融合像が得られるための条件を実現しようとしたためである。

このように、鑑賞時の視点位置が作画時の視点位置に一致するようにすれば、歪みのない立体像を得ることは可能であるが、こうした形で空間形態や立体を提示することが、果たしてそれらの認識に有効であるかどうかについては明らかでない。そこでその点に興味を持ち、ここしばらく追求している。主として、仮想切断面実形視テスト(Mental Cutting Test, 以下MCTと略記)とそれを立体視化したテストを使い、その結果を比較分析する方法を用いている。

MCTは、見取り図で立体と切断平面を提示し、切り口の実形を別に提示した5個の選択肢から選んで解答させる客観テストの一種である。これまで、図学教育の評価等によく用いられている。図2に例として1題示すと共に、図3に25問全問の見取り図の部分(立体と切断平面)

を示す。立体視の効果をはかるために、この見取り図の部分のアナグリフ方式により立体視化したMCT(以下では見取り図の部分が立体視でないMCTをMCT-J、立体視化した方をMCT-Hと呼ぶ)を開発したが、その中の1題を比較しやすいように図2中に示す。

この2種のテストを、一般の大学生に対して実施し、全問解答者中に占める正解者の割合を示す正答率を指標として分析を行っている。まず、MCT-JとMCT-Hについて、各問毎の正答率を求めて表として並べれば、MCT-JとMCT-H間の差異を要因A、各問間の差異を要因Bとする正答率に関する二元配置法として統計的に解析できる。表1に、これら2要因についての分散分析の結果をまとめる。

表1 平均正答率と分散分析の結果

	被験者数 (人)		平均正答率 (%)		分散分析 (F値)	
	MCT-J	MCT-H	MCT-J	MCT-H	要因A	要因B
Dn大A	39	41	65.7	63.7	1.08	4.99**
Dn大B	31	37	55.6	63.2	1.39	5.07**
J短大	101	80	35.8	36.0	0.001	14.8**
Ki大	79	77	67.3	73.6	4.57*	8.03**
Sn大	19	24	61.0	56.2	2.36	3.12**
Os大	27	29	77.5	81.4	4.46*	5.11**

(** 有意水準1%で有意, * 有意水準5%で有意)

この表は、全体としてMCT-Jの正答率が65%より低い場合には、MCT-JとMCT-Hで結果に有意差があるとは言えないこと、MCT-Jの正答率が65%より大きい場合には、MCT-Hの正答率の方がMCT-Jのそれにくらべて有意に高いことを示している。このことは、通常の見取り図に対する理解が低い場合は立体視が効果を現さないが、見取り図に対する理解が高い場合は、立体視により、より理解が進むことを意味している。

次に、各問題別に立体視の効果を眺める。MCT-Jの正答率をX軸、MCT-HのそれをY軸として、各問題に対する相関を、D大の結果を一例として図4に示す。各点は広い範囲に散布しており、MCT-Hの正答率がMCT-Jのそれに比べ低下する問題番号も少なくないが、問

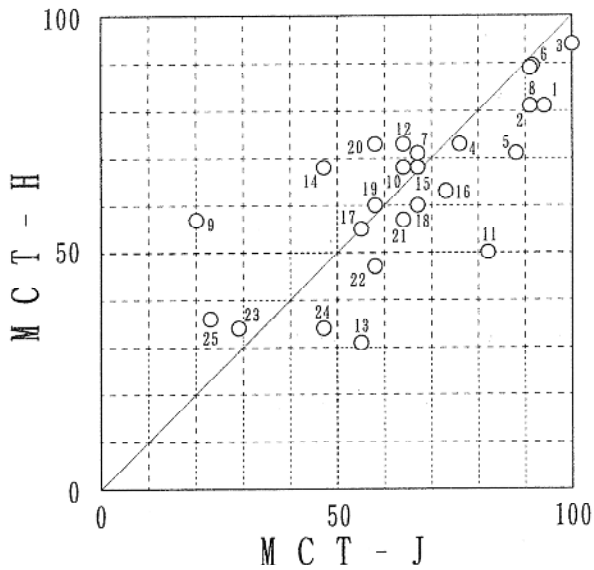


図4 MCTの各問題に対する正答率(D大の例)

題番号9, 14, 25ではMCT-Hの正答率がMCT-Jに比べ大幅に向上している。このことは、形態によっては、アナグリフ方式により把握しやすい形に提示できる可能性があることを示している。

紙数の関係で、ここに詳しく提示はしないが、図学教育を行う前と後でそれぞれ実施した結果と総合すると、問題番号3はそうした教育を行う以前から正答率が高く、特に立体視で提示するまでもないこと、これに対して問題番号22, 23, 24のあたりは難問で、特に問題番号24は、図学教育を行った後でも立体視で提示しても、正答率が向上しない。

このように、空間図形の認識に対する立体視の効果については、少しずつデータが蓄積出来つつあり、まだ現象的なことに限られるとはいえ、明確に言えることも少しずつ増えてきている。しかし、こうしたことを建築や都市のレベルの大きさの空間形態に適用するには、まだ大きな距離が残されている。言うまでもなく、2眼式の立体視は、目の焦点が合って眺めている位置と融合像の出来ている位置が異なるという自然視と異なる欠陥を有している。したがって、大きな空間を2眼式の立体視で扱うには、このあたりを技術的に解決する必要もあり、今後こうしたあたりも詰めて行きたいと考えている。

