

余市乗念寺鐘樓門の透視図による形態視実験(第3報)

佐藤仁一朗

東北工業大学工学部電子工学科

豊田宗吉

宮城県工業高等学校電気科

要旨：本論は、実測調査から得られた寸法をもとに、CAD を用いて復元した北海道余市郡余市町の文化財「乗念寺鐘樓門」についての、形態視実験の報告である。被験者は宮城県工業高等学校電気科1年生40名、実験は4段階からなる。実験Ⅰは主視線の方向が変化した場合の、実験Ⅱは視距離が変化した場合の、実験Ⅲは視距離と仰角が変化した場合の、実験Ⅳは俯角が変化した場合の形態視実験である。実験Ⅰでは、建物を中心に15度ずつ24等分した主視線上の軸測図24枚を作成し、原形態を最もよく表現していると考えられる軸測図1つを選択させた。選ばれた軸測図のほとんどが進入方向である南北軸を中心として45度方向またはこれよりやや中心よりのものであり、出入口や扉の見えない図の選択は皆無に近かった。実験Ⅱでは視距離が16mと18mの透視図が多く選択され、実験Ⅲでは視距離が11m、仰角13度の透視図が最も多く選択され、実験Ⅳでは俯角が0度の場合が最も多く選択されており、屋根・建物の中央・扉が最もバランスよく見え、建物の構造が分かりやすく、建物全体を認識しやすく、建物を安定した形で捉えることができる場合に相当していた。

キーワード：形態視実験・空間認識・作図条件・透視図

1. はじめに

視覚認知は対象の形・色などを正確に把握する形態視と対象の位置・方向などを定める空間視の2つに分けられる。処で空間図形は3次元空間における点・線・面あるいはこれらで構成される立体である。模型・設計図・単面投象法は空間構想を正しく伝える方法と言われている。このうち単面投象は3次元空間を1つの2次元平面に描く。この場合単面投象は人間が認知する像と極めて近い図が描かれていればよい。また軸測投象は立体を構成する各側面の相互関係を理解するのに適した投象法であると言われている。これに対し透視投象は実際の視覚に近い状態で立体の遠近感を表現するのに適した投象法であると言われている。斜投象法は作図が容易で且つ立体の形状を察するのに便利な投象法であるといわれている。空間内にある三次元形状を数値データとして構築するCADシステムは、複雑な形状を自由に表現することができリアルな立体図を作成できる¹⁾。上下、左右、前後が一様でない空間は、

視高、視距離、主視線により見え方が変わる²⁾。本論は実測調査から得られた寸法をもとに、CADを用いて復元した木造の寺院建築を取り上げ、視点位置、視距離、および視高が異なる立体図を用いて行った形態視実験について報告する。

2. 復元建築物概要

復元した建物は、取持世話方佐藤長太郎棟梁

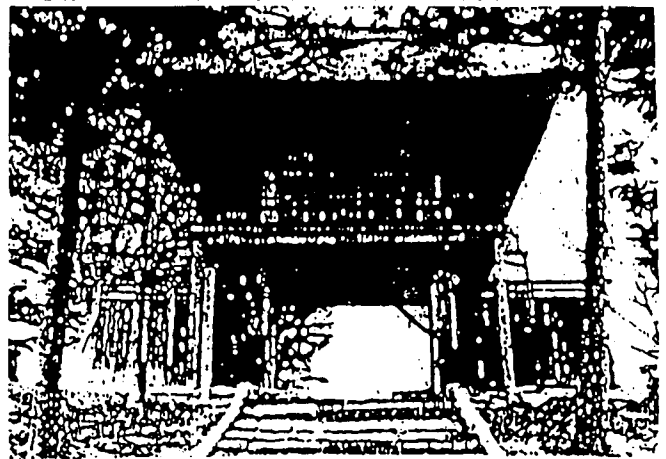


写真1 乗念寺鐘樓門の正面

<考察>

図3は主視線方向が異なる軸測図の選択頻度を百分率で表したものである。これによると、鐘楼門の進入方向にあたる南北軸を中心として主視線方向が45度またはこれよりやや中心よりの軸測図に選択が集中しており、出入口や扉の全く目立たないN~Q,B~Eの範囲はあまり選ばれなかった。この選択率の高かった軸測図の近傍のほとんどが真正面または真裏面から45度方向の主視線に対する図であり、その範囲のものだけで81%（表1）にも及んでいる。特に高い割合で選択された主視線方向K,L,Xの場合は、主視線が真裏面から45度方向の軸測図である。表2に、鐘楼門の正面（南面）と背面（北面）に係る選択率を、表3には正面に向かって右側面（東面）と左側面（西面）に係る選択率を示した。左右の差はあまり見られなかったが、正面と背面に係る選択比は5:4であった。

以上のことから、被験者が作図条件の異なる立体図から建物全体をイメージする場合、建物の構造形態と機能がよく表現されている図が選ばれる傾向があるといえよう。前者は幅、高さ、奥行きの関係、後者は本例の場合、鐘楼門としてその進入方向が明らかとなる出入口や扉の存在がこれにあたる。

表2 建物の正面と背面に係る選択率

主視線方向	選択率 (%)
表 (Q~C)	55.8
中間(D.P)	0
裏 (E~O)	44.2

表3 建物の左・右に係る選択率

主視線方向	選択率 (%)
左 (K~U)	48.3
中間(J.V)	7.9
右 (W~I)	44.1

3. 2 実験II

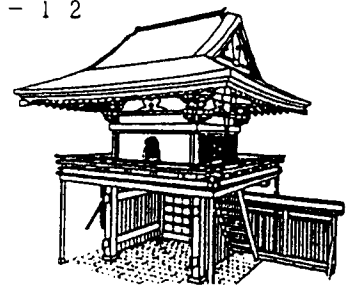
<方法>

被験者の異なる復元図鐘楼門の形態視実験⁶⁾ 7) 8) 9) 10) 11) の実験結果と本実験Iの結果を考慮し、主視線A,K,L,W,Xの視距離を有限とする透視図による形態視実験を行った。実験IIでは、目標点を建物の重心として、視距離を変化させた透視図（図4）30枚を使用した。視距離はそれぞれ10m、12m、14m、16m、18m、20mとした。視距離が10m以下の場合建物全体が表現できず一部分だけが視野いっぱいに表示される。この場合、他図との比較が無意味になるため実験対象から除いた。視距離が20m以上の場合は、建物が小さくなり且つ視距離の変化による透視図の差異が見られないため、実験対象から除いた。

<考察>

形態視実験IIの結果（図5）によれば、主視線方向がAで且つ視距離が12mと14m場合に選択率が高かった。同様に、主視線方向がKの場合には視距離が10mの場合に、主視線方向がLの場合には18m、WとXの場合には視距離が16mの場合に、それぞれ選択率が高かった。本例のように建物を見る場合、近すぎても遠すぎても建物が不自然に見え、適度な視距離があるものと考えられる。建物に近すぎると視野に

シ - 1 2



シ - 1 8

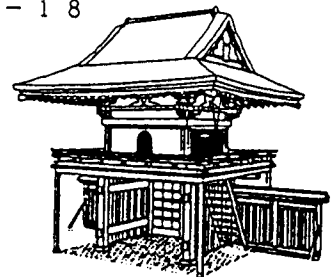


図4 形態視実験IIに用いた透視図例（主視線方向Lの場合例）

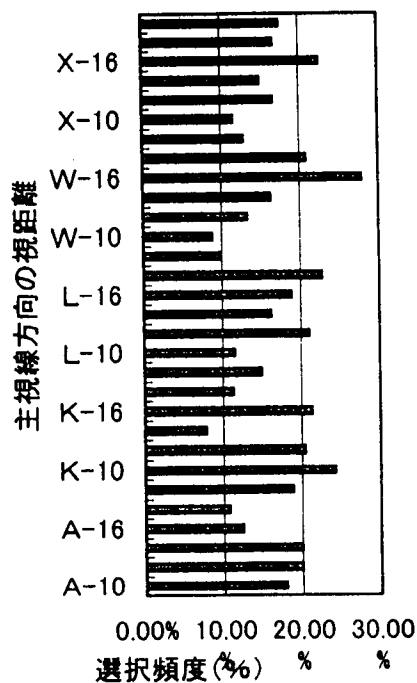


図5 視距離の違いによる選択頻度

A-11-13



A-14-7



図6 形態視実験Ⅲに用いた透視図例
(主視線方向Aの場合の一部)

は建物全体は入らずそのため全体を認識しにくく、これとは逆に近すぎると建物全体の構造が分かりにくく立体感がなくなるためと考えられる。

3. 3 実験Ⅲ

<方法>

実験Ⅱで用いた5個の主視線方向A,K,L,W,Xについて、視距離と仰角の組み合わせを変えた透視図45枚を用い形態視実験を行った。視距離は9m、10m、11m、12m、13m、14m、15m、16m、17m、仰角は約17度、15度、13度、11度、9度、7度、5度、3度、1度とした。視距離が9m以内の場合には、建物の透視図の一部が欠けてしまい特定部分だけが視野いっぱいに表示されるため実験対象から除いた。同様に、視距離17m以上の場合建物が小さくなり視距離による透視図の差異が見られず、且つ仰角による変化も見られないため実験対象から除いた。

図6に実験Ⅲに用いた透視図例を示す。図でA-11-13は主視線方向がA、視距離11m、仰角13度を示している。

<考察>

図7に実験結果を示した。図7によれば視距離11m、仰角13度の場合が比較的多く選択されている。視距離11m、仰角13度は実験Ⅲに用いた透視図の中では中間の視距離と仰角である。図7は概ね11mに近づくにつれ選択率は高くなり、11m以上離れると選択率は低くなる傾向を示している。対象物は視距離が近すぎても遠すぎても不自然になる。これは目標点を一定にしているため、建物に近づくにつれ自然に目線(仰角)が上向き、建物の中央を見ているにも拘わらず屋根の下部が視野に入り、建物全体の認識は困難になるためと考えられる。

視距離が大きすぎると、建物の構造が分かりにくくなり、立体感がうすれてしまうためと考えられる。適度な視距離と適度な仰角があるものと考えられる。

3. 4 実験Ⅳ

<方法>

本実験Ⅲの結果と、実験Ⅱ同様被験者の異なる復元図鐘楼門の形態視実験の実験結果を考慮し、主視線方向A,K,L,W,Xの全てにおいて選択率の高かった視距離13mの透視図を用い、建物

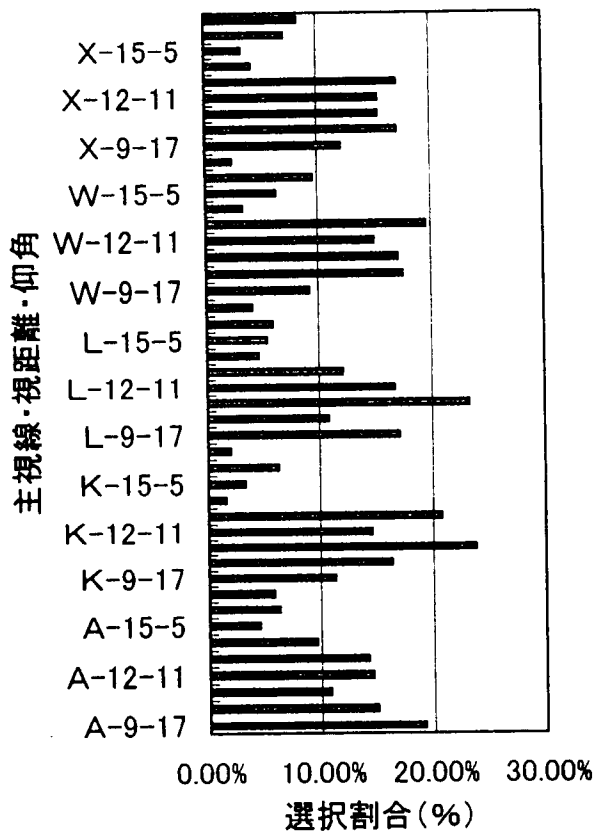


図7 視距離・仰角別選択頻度

を見下ろした場合の形態視実験を行った。実験IVは、視距離を一定13mにし俯角を変化させ作成した透視図40枚を用いた。俯角は0度、5度、10度、15度、20度、25度、30度、35度と5度ずつ変化させた。俯角の変化を5度間隔にした理由は、それ以下にすると透視図の変化はあまり見られないためである。また35度以上の俯角の場合、屋根が視野いっぱいに表示され建物全体を見ることが出来ないため、実験対象から除いた。実験IVに用いた透視図例を図8に示す。A-13-25は主視線方向がA、視距離13m、俯角25度を意味する。

<考察>

実験結果を図9に示した。これによれば、主視線方向A,K,L,W,Xのすべてにわたり俯角0度（建物を水平に見た場合）の場合が最も多く選択されており、主視線方向A,K,L,W,Xの全てにわたり、俯角が大きくなるにつれ選択される率が減少するという傾向が見られる。視距離が一

A-13-25

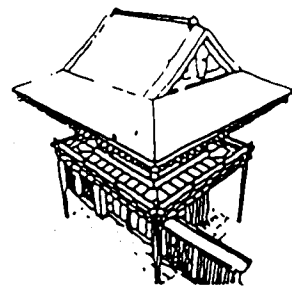


図8 形態視実験IVに用いた透視図例 (主視線方向Aの場合の一部)

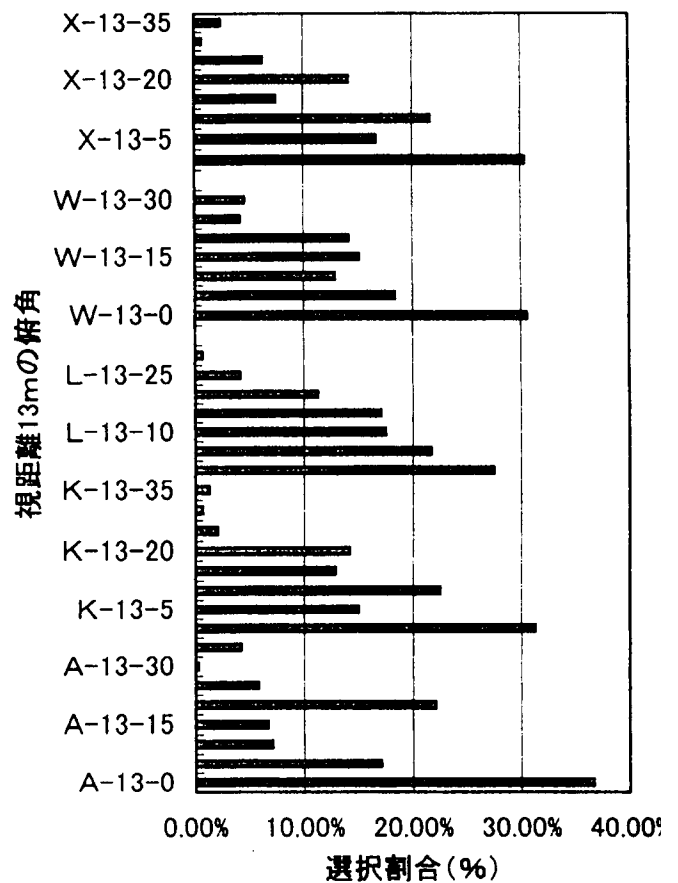


図9 俯角別選択頻度

定の場合、俯角が0度の透視図の選択率が最も高く、俯角が大きくなるにつれ選択率は低くなっている。理由は、俯角が大きくなると建物の屋根の上部しか見えなく、扉が次第に見えなくなりそのため建物の構造が分かりにくくなり、建物全体の認識が困難になるためと考えられる。俯角に関しては、0度の時（建物を水平に見た

場合)が屋根・建物の中央・扉のバランスが最も良く見え、建物の構造が分かりやすく、そのため建物全体を認識でき、建物を安定した形として捉えることができるものと考えられる。人間が対象物の形態を認識する場合、視距離は適度な距離、視野は見上げる場合も見下ろす場合もあまり大きくないほうが良いものと考えられる。

4 まとめ

木造寺院建築の立体図を用いて行った形態視実験から軸測図と透視図の作図条件について概略次のことを知り得た。

- 1) 建物の立体図は建物の幅・高さ・奥行きとの関係がバランスよく表示されていることが望ましい。
- 2) 立体図は建物の正面を含み建物の機能が明示されていることが望ましい。
- 3) 人が立体図を見て建物をイメージする場合、視距離・仰角・俯角によってどのような点に主眼をおくか明らかにした。

5 謝辞

本研究で使用している復元図はフォルムズシステム川田孝之所長の指導を受け今村繁氏(北海道セキスイハイム)が北海道学園大学で取り組んだ卒業論文の一部であります。貴重な資料をご提供頂いたことに厚くお礼申し上げます。

6 参考文献

- 1) 岡田宗幸・涌井栄治・高安重一著：CADによる建築設計製図、彰国社、1995。
- 2) 岡田光正；建築人間工学 空間デザインの原点、理工学社、1993。

- 3) 井野智・佐藤仁一朗・川田孝之・植松武是：古建築の実測調査とCADによる復元図作成～余市乗念寺鐘楼門～、日本図学会 1996年度大会学術講演論文集、1996、pp.24-29。
- 4) 日本建築学会：総覧 日本の建築 第1巻/北海道・東北、新建築社、1986。
- 5) AutoCAD RELEASE 13J ユーザガイド、オートディスク株式会社、1995。
- 6) 小山田和博・佐藤仁一朗；AutoCADによる乗念寺鐘楼門の復元図を用いた視覚の統計解析、日本図学会東北支部講演会前刷、1998.3。
- 7) 佐藤仁一朗・井野智・隼田尚彦・川田孝之・植松武是；余市乗念寺鐘楼門の透視図による形態視実験、日本図学会 1998年度大会学術講演会論文集、pp.15-20,1998。
- 8) 佐藤一明・松渕健也・佐藤仁一朗；CADによる乗念寺鐘楼門の復元図を用いた形態視実験、日本図学会東北支部講演会前刷、1999. 3。
- 9) 佐藤仁一朗；余市乗念寺鐘楼門の透視図を用いた形態視実験(第2報)、1999年度日本図学会本部例会講演論文集、1999。
- 10) Jinichiro SATO ;Shape Cognition in Education Using Geometric Figures, Proceedings 4th China-Japan Joint Conference on Graphics Education, pp. 264-269, 1999.
- 11) Jinichiro SATO; SHAPE COGNITION IN GEOMETRIC FIGURES, Proceedings of the Ninth International Conference on Geometry and Graphics, pp. 357-361, 2000.