

余市乗念寺鐘楼門の透視図による形態視実験(第5報)

佐藤仁一郎

東北工業大学工学部電子工学科

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「乗念寺鐘楼門」についての、形態視実験の報告である。従来の実験報告は、AutoCAD の作図描画特性に依存した復元図による形態視実験報告であった。本報告は、被験者が通常実生活で空間対象を視覚認知する観察者環境に近い実験パラメータを用いた復元図による形態視実験を行った。被験者は東北工業大学電子工学科1年生140名、実験は3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は視距離と仰角が変化した場合の、実験Ⅲ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18m、仰角7.8度の透視図が最も多く選択され、実験Ⅲでは視高5.6m俯角12.5度の場合が最も多く選択されており、選択率の高い鐘楼門の復元図は、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、バランスよ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言われている。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。



写真1 乗念寺鐘楼門の正面

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山崎竹吉により総工費730円で明治17年12月に竣工し、現在北海道余市郡余市町文化財に指定されている乗念寺鐘楼門である（写真1）。浄土真宗西本願寺派の寺院として、庫裏は明治16年に、本堂は明治33年に落成したが、昭和27年の火災により焼失し、鐘楼門が唯一明治の遺構となった。4本の柱で支持されているこの木造建物は、1階部分が山門、2階部分が回廊と鐘突堂、及びトタン葺きの大きな軒庇をもつ切妻破風造の屋根とからなっている。柱間は1階が2.727m×3.389m、2階が2.727m×3.030m、階高は1階が2.792m、2階が2.676m、棟高は8.125mである^{3) 4)}。

3. 形態視実験

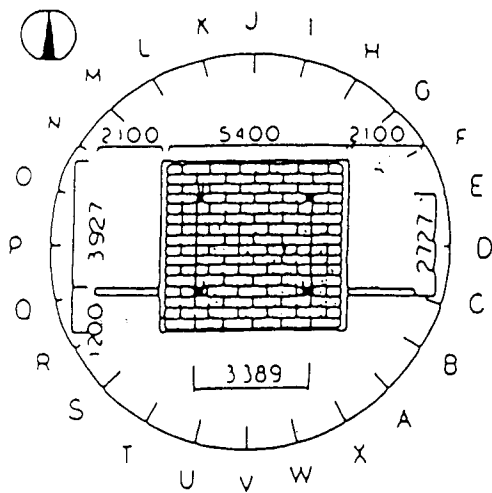


図1 形態視実験の主視線方向

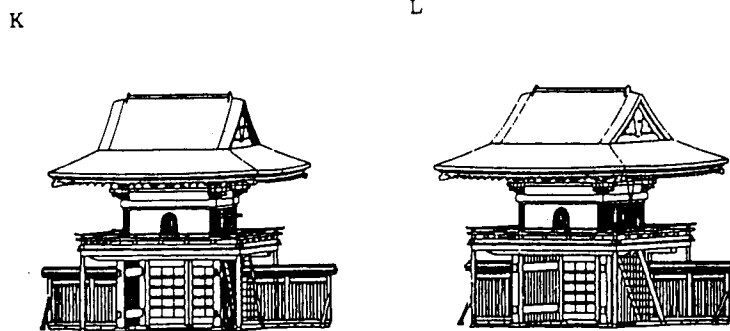


図2 形態視実験Iに用いた軸測図(例)

AutoCAD は、視点位置または主視線方向と目標点を与えることにより三次元モデルの正投象、軸測投象、透視投象を描くことができる⁵⁾。本研究では実際の建物を眺めた状態に近い表現ができ立体的に把握しやすい軸測図と透視図を用い、3段階からなる形態視実験を行った。

3.1 実験I

<方法>

図1に示すように建物を中心に15度ずつ24等分した主視線上に軸測図24個を用意し(図2)、それらの中から原形態を最もよく表現されていると思われる1枚を選択させた。

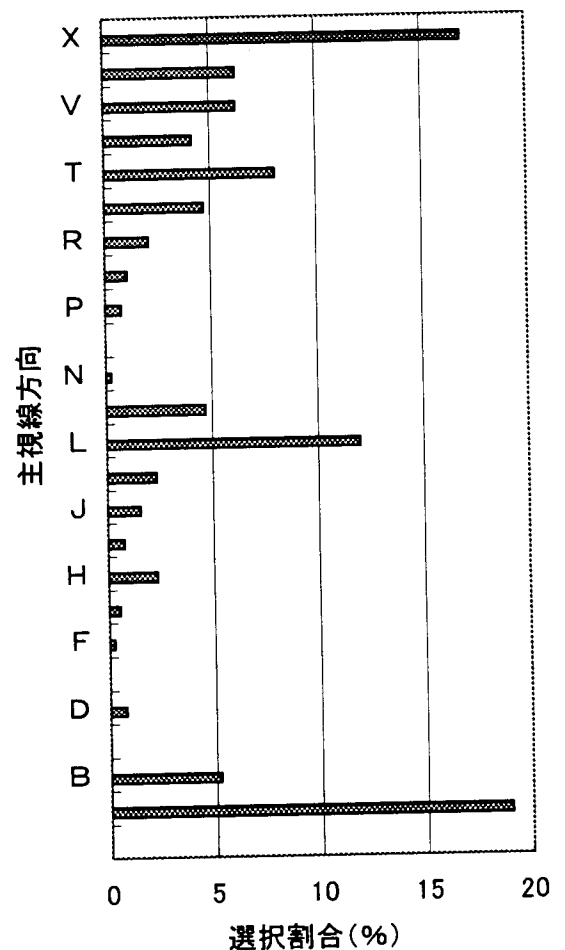


図3 主視線方向が異なる軸測図の選択頻度

<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,C~F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およそ82% (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A,X,L,Tの場合は主視線が真正面から45度方向の軸測図である。表2に、鐘楼門の正面(南面)と裏面(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。正面と裏面に係る選択の割合はおよそ3:1であったが、左右に係わる選択率の差はあまり見られなかった。

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、奥行き相互関係、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1 真正面(V)と真裏面(J)

から45度回転付近の図

主視線方向	選択率 (%)
X, A, B	41.2
F, G, H	3.1
L, M, N	16.9
R, S, T	14.8

表2 建物の正面と裏面に
係る選択率

主視線方向	選択率 (%)
表(Q~C)	73.7
中間(D, P)	1.6
裏(E~O)	24.7

表3 建物の左右に係る選択率

主視線方向	選択率 (%)
左(K~U)	40.1
中間(J, V)	7.8
右(W~I)	52.1

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) 12) 13)の実験結果と本実験Iで選択率の高かった上位4つの主視線方向A,L,T,Xを用い、視高1.6mとし、視距離と仰角の組み合わせを変えた24枚の透視図を用いた形態視実験を行った。実験に用いた視距離と仰角は8m-17.1°、10m-13.8°、12m-11.6°、14m-10°、16m-8.7°、18m-7.8°である。視距離が8m未満の場合には、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、視距離大きい場合透視図が軸測図に近すぎ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。

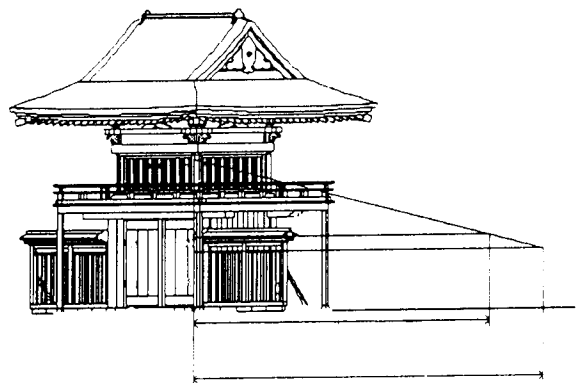


図4 実験II 視距離と仰角



図5 実験IIの透視図例
(主視線方向A、
視距離14m、仰角10°)

図5に実験IIに用いた透視図例を示す。図5は主視線方向A、視距離14m、仰角10度の透視図である。

<考察>

図6、図7に実験結果を示した。図6には主視線方向別の視距離と仰角の組み合わせによる透視図の選択頻度を示し、図7には主視線方向を考慮しない場合の視距離と仰角の組み合わせによる透視図の選択頻度を示した。図6および図7によれば視距離18m、仰角7.8度は実験IIに用いた透視図の中では視距離が大きく仰角が小さい場合である。対象物は視距離が近すぎても遠すぎても不自然になる。

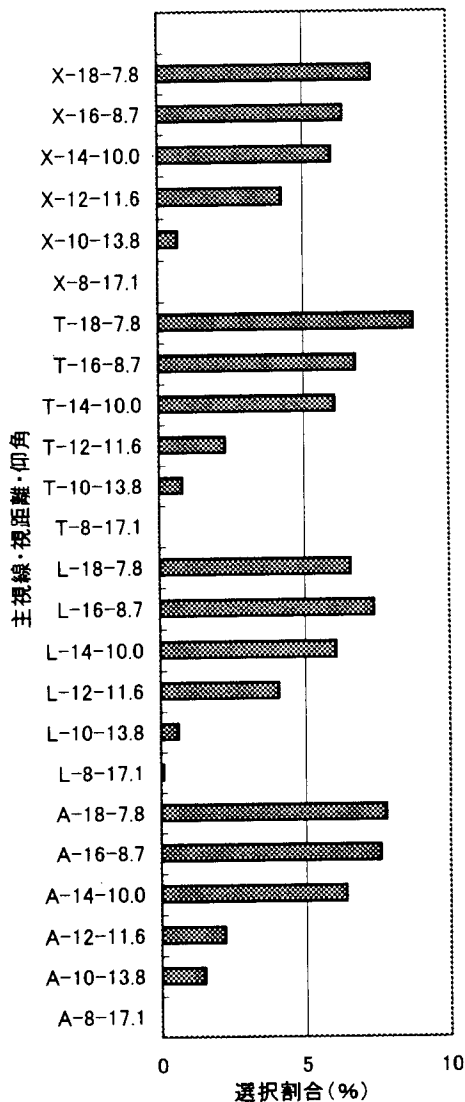


図6 視距離・仰角選択頻度

これは目標点を一定にしているため、建物に近づくと自然に目線（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。

3.3 実験III

<方法>

本実験II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^{6)、7)、8)、9)、10)、11)、12)、13)}を考慮し、主視線方向A、L、T、Xの全てにおいて選択率の高かった視距離18mの透視図を用い、建物を見下ろした場合の形態視実験を行った。実験IIIは、目標点は建物の中心、視距離を一定18mにし俯角を変化させ作成した透視図24枚を用いた。視高と俯角は1.6m-0度、3.6m-6.3度、5.6m-12.5度、7.6m-18.4度、9.6m-24度、11.6m-29.1度と視高を2mずつ変化させた。視高を2mずつ変化させた理由は、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30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。また目標点と視点の距離はそれぞれ18m、18.1m、18.4m、19.0m、19.7m、20.6mである。実験IIIに用いた透視図例を図8に示す。

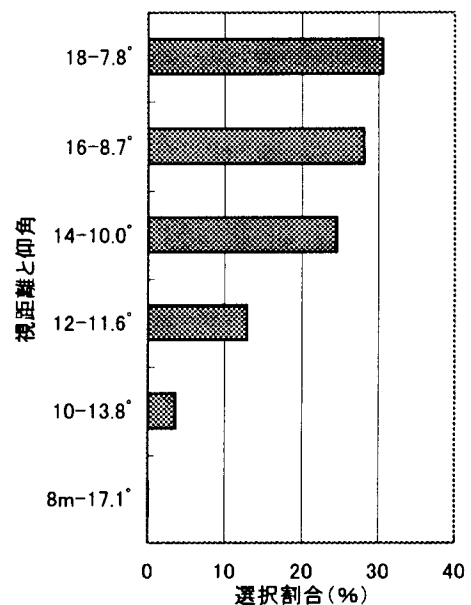


図7 主視線・視距離・仰角選択頻度

図8は主視線方向T、視高5.6m、俯角12.5°の透視図である。

<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,L,T,Xのすべてにわたり視高5.6m、俯角12.5度の場合が最も多く選択されており、この視高と俯角の組み合わせをピークとして視高が低く仰角小さい場合或いは視高が高く俯角が大きい場合いずれも選択率が減少するという傾向が見られた。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、視高5.6m、俯角12.5度の場合が屋根・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。

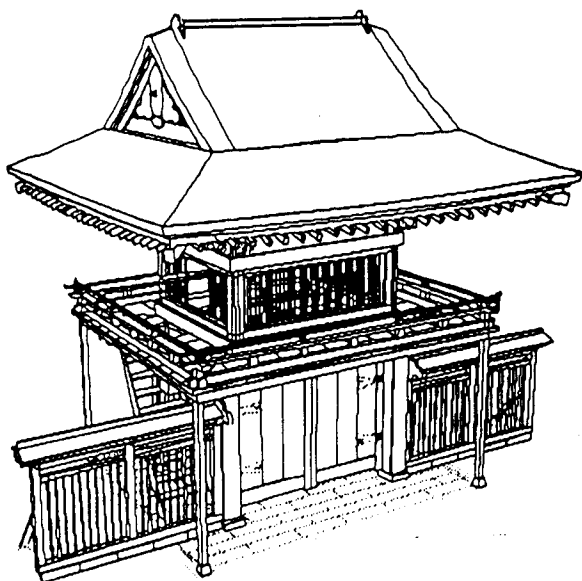


図8 実験Ⅲの透視図例
(主視線方向 T、
視高5.6m、俯角12.5°)

- 1) 建物の立体図は建物の幅・高さ・奥行き
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。

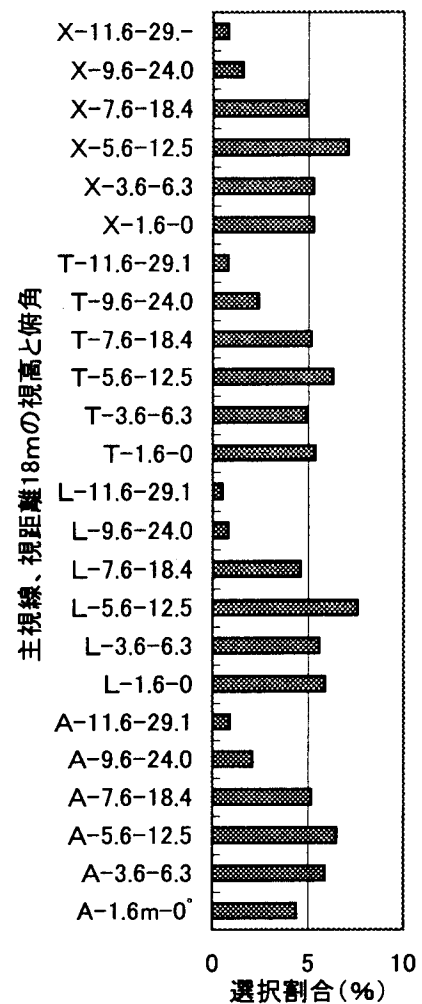


図9 俯角別選択頻度

- 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・佐藤仁一郎・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、オートデスク株式会社、1995.
- 6) 小山田和博・佐藤仁一郎；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) 佐藤仁一郎・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・松淵健也・佐藤仁一郎；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) 佐藤仁一郎；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.
- 12) 佐藤仁一郎・豊田宗吉；余市乗念寺鐘楼門の透視図による形態視実験（第3報）、日本図学会東北支部講演会前刷、2001.3.
- 13) 佐藤仁一郎；余市乗念寺鐘楼門の透視図による形態視実験（第4報）、日本図学会東北支部講演会前刷、2001.11.