

CADによる乗念寺鐘樓門の復元図を用いた形態視実験

東北工業大学 佐藤 一明
東北工業大学 松淵 健也
東北工業大学 佐藤 仁一朗

要旨：本論は、実測調査に基づき 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」を事例として行った形態視実験の結果についての報告である。被験者は東北工業大学電子工学科 1 年次学生約 85 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形態視実験、実験Ⅱは視距離が変化した場合の形態視実験、実験Ⅲは視距離と仰角が変化した場合の形態視実験、実験Ⅳは俯角が変化した場合の形態視実験を行いそれぞれ原形態を最もよく表現していると思われるもの 3 つを選択させた。

実験結果は次のとおり。

実験Ⅰ：真正面、真裏面から 45° 付近の A,K,L,W,X の図が多く選択された。

実験Ⅱ：18m と 20m の図が多く選択された。 実験Ⅲ：視距離 13m、仰角 9° の図が最も多く選択された。

実験Ⅳ：俯角 0° の図が最も多く選択された。

キーワード：形態・空間認識・作図条件・透視図

1. はじめに

三次元空間に存在する三次元形状を、コンピュータ内部に三次元的な数値データとして構築する(モデリング) CAD システムは、現在において必要不可欠なものとなっている。そして、その三次元形状モデリング技術の発達によって、複雑な形状を作成することが可能となっている¹⁾。我々は日常見ている様々な視対象の形を見る位置や方向に影響されることなく、安定した一定の形として知覚している。我々は、視対象との位置関係の変化に自動的に知覚を適応させて、常に安定した形に取り囲まれた比較的不変な視覚世界を持っている^{2), 3), 4)}。三次元的に広がる視空間の性質は、上下・左右・前後の視空間方向によって一様ではないため、視点の高さ、視対象と視点の距離、視対象を眺める方向によって見え方が変わってくる⁵⁾。本研究では三次元の形状処理機能を備えたパソコン対応汎用型、CAD システム「AutoCAD RELEASE13J」を用いて、実際に存在する三次元の建物を実測調査に基づいて、二次元の平面的なディスプレイ上に復元させ、視点の位置、視距離、視高によって与えられる立体図による形態視実験についての報告である。

2. 復元建物の概要

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の文化財に指定されている乗念寺鐘樓門である。(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 年火災によって両建物が焼失し、鐘樓門のみが唯一明治の遺構となった。4 本の柱で支持されている重層のこの木造建物は、1 階部分が山門、2 階部分が回廊と鐘突堂、およ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^{6), 7), 8)}。

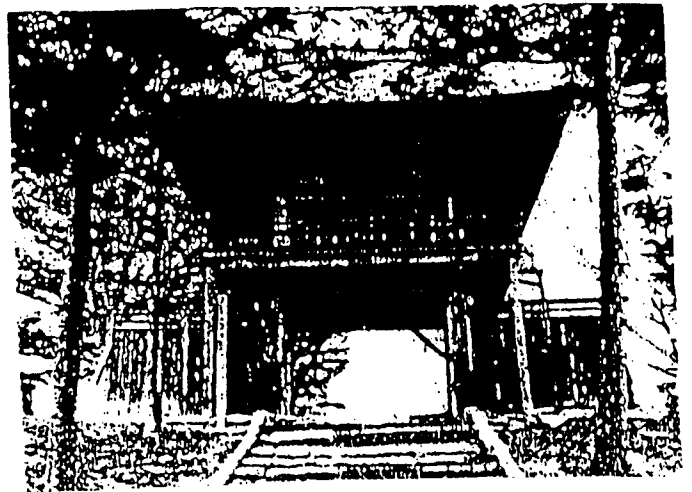


写真 1 乗念寺鐘樓門の正面

3. 図形表示

AutoCAD は、視点位置または主視線方向と目標点を三次元モデルの正投影、軸測投影、透視投影を描くことができる¹⁰⁾。本研究では実際の建物を眺めた状態に近く表現でき立体的に把握しやすい軸測図と透視図を用い、4 段階からなる形態視実験を行った。

4. 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視高の高さを2mとした軸測図24個を用意し(図2)、それらの中から原形態が最もよく表現さ

れているものを3個を、東北工業大学電子工学科1年約85名に選択させた。

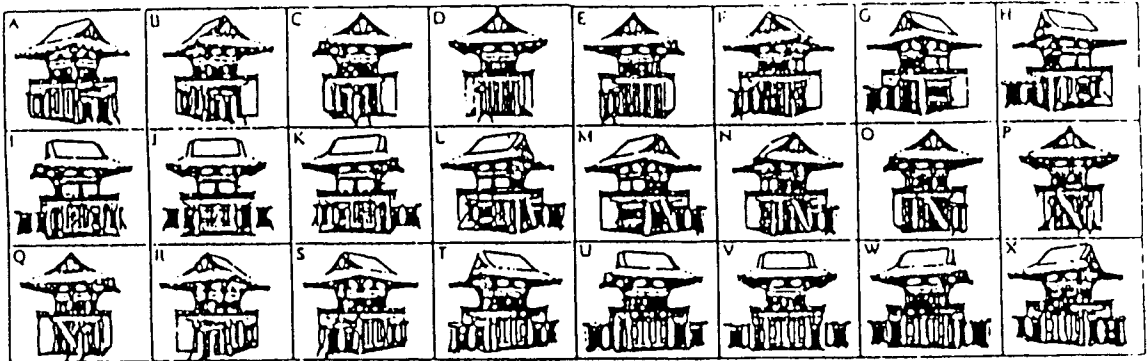


図2 形態視実験Iに用いた軸測図

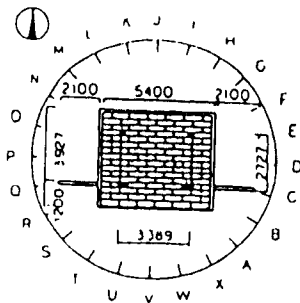


図1 形態視実験の主視線の方向

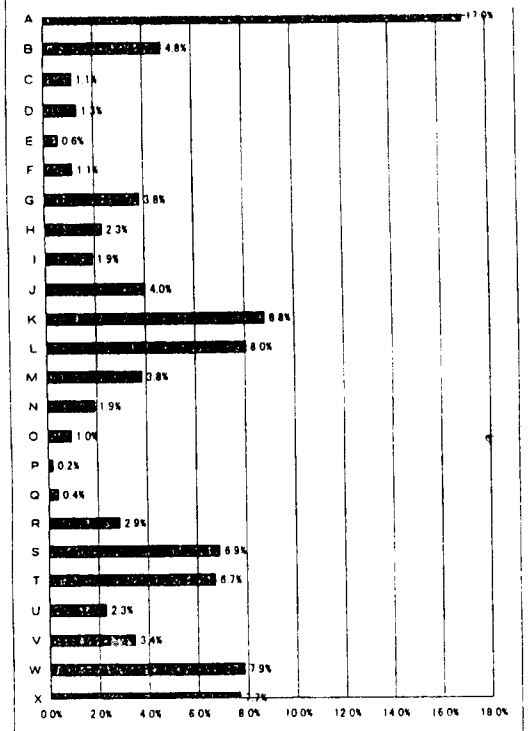


図3 主視線の方向が違う軸測図の選択頻度

<考察>

図3は主視線の方向が違う軸測図の選択頻度を表したものである。これによると、鐘楼門の進入方向に当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寄りの軸測図に選択が集中してあり、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。このように多く選ばれた物のほとんどが真正面や真裏面に対して45°回転した付近の物であり、その付近だけで77%にも及んでいる。特に断突で多く選ばれたAは真正面からちょうど45°回転した軸測図で

ある。人間は初めて見るなじみのない建物を眺めるとき、まず、全体の構造をつかもうとするため、幅・奥行き・高さの三次元バランスが良くとれている物が好まれる。前述のV~AJ~M,R~Uの軸測図がそれにあたる。一方あまり選ばれなかったN~Q,B~Eは出入口となる扉が見えていないという共通点がありお互いに対象の関係にある。つまり、人間は常に視対象の形を、安定した形として知覚しているために、建物の扉が見えない図形に対して不自然さを感じてしまうのである

5. 実験II

<方法>

実験Iの結果、選択率の高い上位5個の軸測図、A,K,L,W,Xの視距離の変化による形態視実験を行った。実験IIでは、視高と目標点を一定にして、視距離を変化させた透視図を使用した。視距離はそれぞれ10m,12m,14m,16m,18m,20mとした。視距離の範囲を10m～20mとした理由は、視距離が10m以内の場合建物が欠け

てしまい一部分だけが視野いっぱいに表示されて、明らかに立体に見えなくなるために対象から除いた。同様に、視距離が20m以上の場合も、建物が小さくなり且つ視距離の変化による透視図の変化が見られないために対象から除いた。

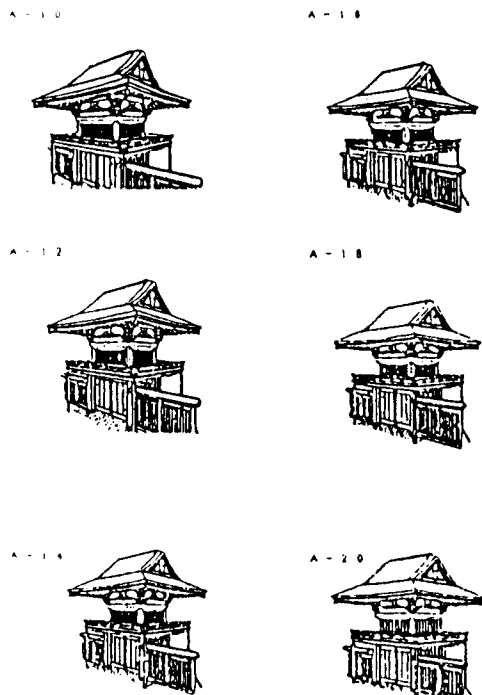


図4 形態視実験IIに用いた透視図例
(主視線方向がAの場合)

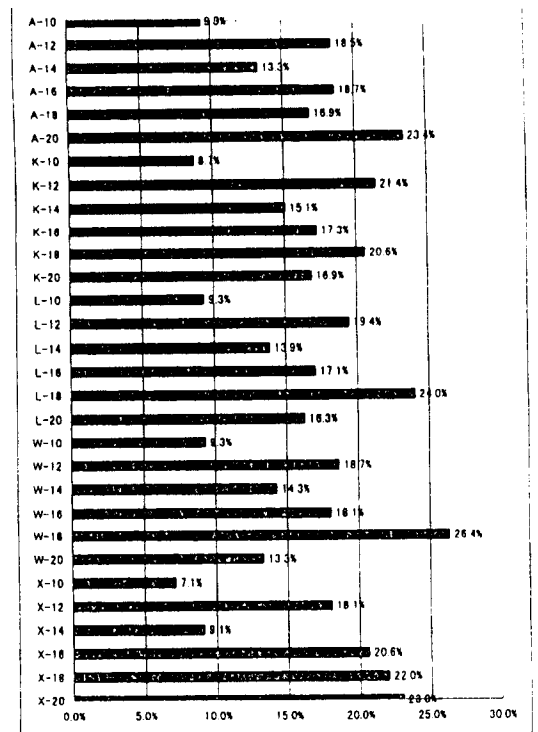


図5 視距離別選択頻度

<考察>

形態視実験IIの結果をしてみると、最も多く選択されたのはAが20m,Kが12m,Lが18m,Wが18m,Xが20mとなった。全体的に見てK以外は建物からやや離れた図が選択された。そして離れていくにつれて選択率が高くなっているがK,L,Wは18mまでは選択率は高いが18mをすぎ

ると急に選択率が落ちているこれは近すぎても遠すぎても不自然に感じ適度な距離が好まれるためである。その理由は近すぎると建物全体が視野に入りにくくそのため建物全体を認識しにくく、遠すぎると建物の構造が分かりにくくなり、立体感が薄れてしまうためである。

6. 実験Ⅲ

<方法>

実験Ⅱと同様に、実験Ⅰの選択率の高かった上位5個の軸測図の主視線方向 A,K,L,W,X の視距離と仰角の変化による形態視実験を行った。実験Ⅲでは、視距離と仰角を変化させた透視図を使用した。視距離は9m,10m,11m,12m,13m,14m,15m,16m,17m、仰角はそれぞれ、約17°,15°,13°,11°,9°,7°,5°,3°,1°である。

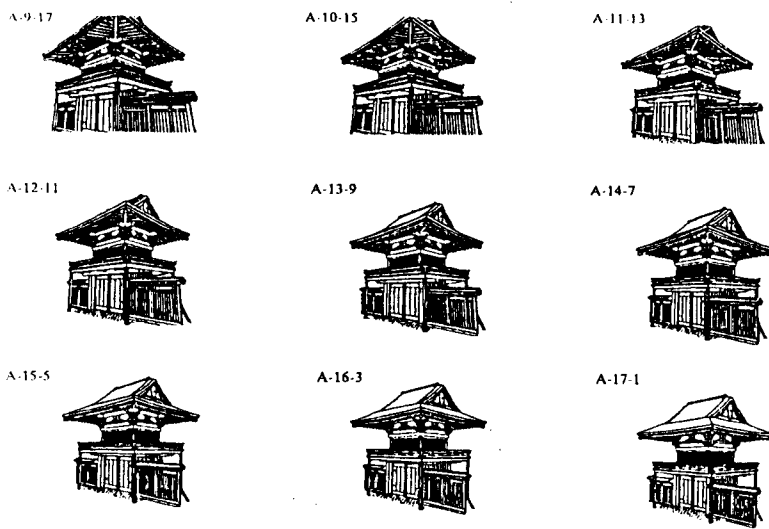


図6 形態視実験Ⅲに用いた透視図例
(主視線方向がAの場合)

視距離を9m以内になると建物が欠けてしまい一部分だけが視野いっぱいに表示されて、明らかに立体に見えなくなるために対象から除いた。同様に、視距離を17m以上にした場合、建物が小さくなり視距離の変化による透視図の変化が見られず且つ仰角の変化が見られないために実験対象から除いた。

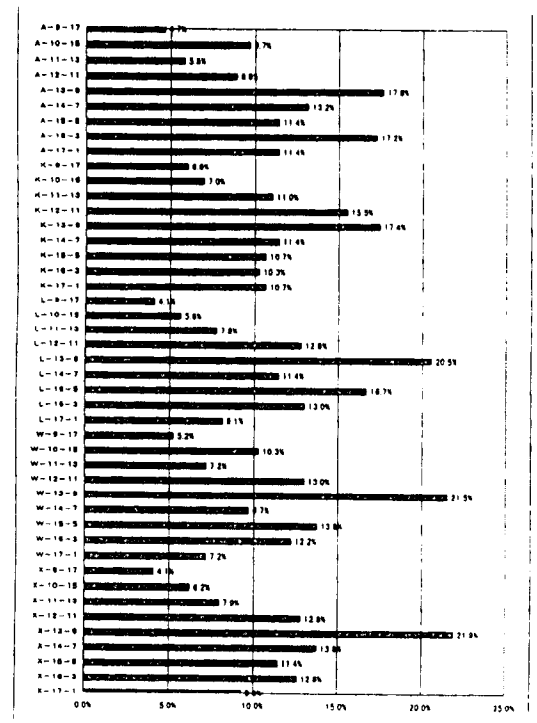


図7 視距離・仰角別選択頻度

<考察>

形態視実験Ⅲの結果をしてみる A,K,L,W,X すべて視距離が13m、仰角9°の時が最も多く選択された。視距離13m、仰角9°は実験Ⅲに用いた図の中で中間の距離、角度である。A,K,L,W,X すべて似たような傾向を示した。13mに近づくと選別率は高くなり、13m以上離れると選別率は低くなり、グラフはピラミッドを横にしたような形を示した。距離が近すぎても、遠すぎても不自然に感じる。その理由として目標点を一定にしているため建物の近づくとも自然に目線(仰角)が上向き、建物の中央を見ているのにも関わらず屋根の下部が視野に入ってきて

建物全体を認識しづらいし、目線(仰角)が高いのは見方も不自然である。よって近いのは好まれないと考えられる。逆に離れすぎると目標点を一定にしているため自然に目線(仰角)は下向き建物を水平に見てしまい建物の中央を見ているのに屋根の上部が多く見えてしまい不自然に感じるし視距離が離れすぎると、建物の構造が分かりにくくなり、立体感が薄れてしまいあまり好まれない。適度な距離、適度な角度が好まれる。視距離13m、仰角9°がこれに該当する。

7. 実験Ⅳ

<方法>

実験Ⅲの結果より主視線方向 A,K,L,W,X の全てにおいて選択率の高かった視距離 13m の透視図を用いて、建物を上から見下ろした場合の形態視実験を行った。実験Ⅳでは、視距離と目標点を一定にして、俯角を変化させて作成した透視図を使用した。俯角は、0°、5°、10°、15°

°、20°、25°、30°、35° と 5° ずつ変化させた。

俯角を 5° 間隔にしたのは、それ以下にすると透視図の変化が見られず、また 35° 以上にすると屋根が視野いっぱいに表示されて、建物全体を見ることができず本研究の目的にも反するために対象から除いた。

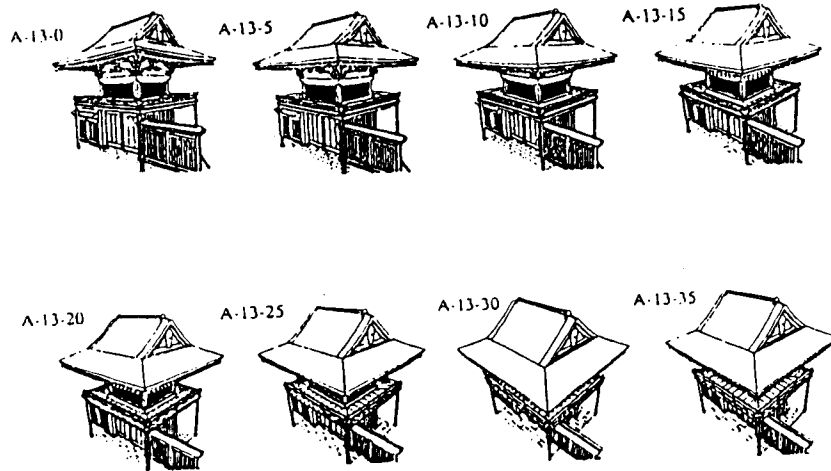


図8 形態視実験Ⅳに用いた透視図例
(主視線方向がAの場合)

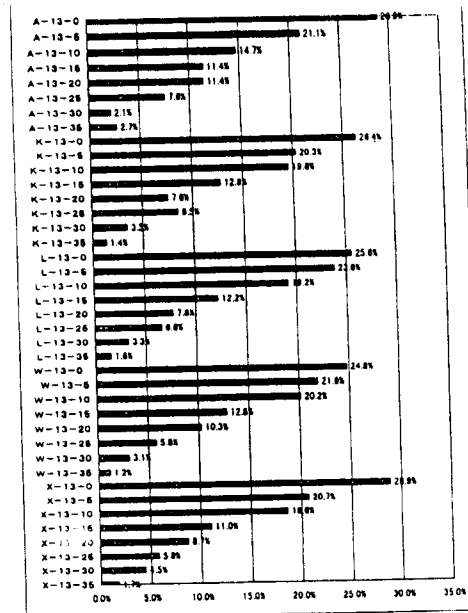


図9 俯角別選択頻度

<考察>

形態視実験Ⅳの結果をしてみると、A,K,L,W,Xすべて俯角が 0° の時(水平に見た時)最も多く選択された。A,K,L,W,X すべて似たような傾向を示した。距離が一定の時は俯角が 0° の時が最も好まれ俯角が大きくなるにつれて選択率は低くなっていく。その理由は俯角が大きくなると、屋根の上部しか見えなくなり扉はまったく見えなくなり、そのため建物の構造が分かりにくくなり、

建物全体を認識できなくなるからである。俯角に関しては 0° の時(水平に見た時)が最も屋根・建物の中央・扉がバランス良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、建物を安定した形として捉えることができる。人間が形態を認識する時、視距離は適度な距離、角度は見上げる時も見下ろす時もあまり大きくない方が好まれることが分かった。

8. まとめ

本研究を通して、形態認識における人間の視覚特性について知ることができた。すべての実験に共通して、多くの人に選ばれた図形は、いずれも歪みの小さく建物の幅・高さ・奥行きの関係がバランスよく表示されている図であった。人間は無意識のうちに、見えた物を補正し、安定した形として知覚しているため、日常生活において大きな歪みを感じることはない。そのため、極端に歪んでいる図形を見せられると、どうしても不自然に感じてしまう。人間は今までの経験からテレビや本などの媒体からお寺に関して何かしら情報を得ている。それによってお寺に対するイメージが生ずる。そのイメージは人によってあまり差はなく、多くの方は似たようなイメージをもっている。お寺を真横や真上から見た図を記憶している人はあまりいない。そのイメージ（歪みのない図）は本研究における真正面から45°付近の図であり近すぎず遠すぎない距離であり水平に近い角度で見た図である。その理由として近すぎると建物全体が視野に入りにくいため建物全体を認識できず、離れすぎると建物の構造が分かりにくく立体感が薄れてしまい近すぎても遠すぎても好まれない。また、真正面から45°付近の図は扉が見え、機能が明示されていると考えられる。仰角、俯角の場合これらの角度が大きすぎると建物の一部分しか見えなくなることから仰角、俯角（目線）は水平に近い角度がよいものと考えられる。本研究では、人が立体図を見て建物をイメージする場合に視距離・仰角・俯角によってどのような点に主眼をおくかを明らかにした。

今後の課題としては、本研究で利用した乗念寺鐘楼門以外の建物の場合でも同様のことがいえるか、また、実際の建物で形態視実験を行った場合はどうなるか、などについても検証したい。

9. 謝辞

本研究で使用している復元図は、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「余市乗念寺鐘楼門の実測調査並びに三次元CADによる復元」の一部であります。貴重な資料を提供していただいたことに厚く御礼申し上げます。

10. 参考文献

- 1) 岡田宗幸・湧井栄治・高安重一著：CADによる建築設計製図、彰国社、1995.
- 2) 松田隆夫著：視知覚、培風館、1995.
- 3) Gibson, J.J.: The Ecological Approach to Visual Perception, 古崎敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬晃、生態学的視覚論、サイエンス社、1997.
- 4) Spoehr, K.T. & Lehmkühle, S.W.: Visual Information Processing, 莞阪直行訳、視覚の情報処理、サイエンス社、1990.
- 5) 岡田光正；建築人間工学 空間デザインの原点、理工学社、1993.
- 6) 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による復元図作製～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.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) 佐藤仁一郎・井野智・単田尚彦・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年度大会学術講演論文集、pp.15-20, 1998.
- 10) AutoCAD RELEASE13J ユーザガイド、オートデスク株式会社、1995.