

三次元モデルとその表現に関する研究

— 広角透視図法の提案 —

梶谷 哲也*

A Study of Wide-Angle Perspective

Tetsuya Kajitani

要 旨 物体を広角に表現したい場合は、一般に、物体の近くに投影中心を置いて、透視図法を適用すれば広角な構図が取れる。ただし、キッチンのような空間は、従来の透視図法を用いても、全体を概観することは困難である。そのような場合には、変則的な透視図を作成する場合もあるが、その作成方法はデザイナー独自の経験的手法である場合が多い。そこで、現在のCADでも作成が可能で、前述のような空間でも概観することが可能な透視図の作成方法を提案した。

プログラムで（自動的に）広角透視図を作成するために、物体は変形させずに、物体の透視変換を行う時点で、奥行きに関する情報（Z軸上の情報）を、側面（XY平面）の情報へ変換する方法により作成する。

本報告では、以上の式に、各軸に独立なパラメータ（ ox , oy , oz ）と、物体の任意の点を中心とした透視変換を行うためのパラメータ（ dx , dy ）を取り入れた。

以上により、物体（ x , y , z ）は、広角透視図（ X^* , Y^* , 0 ）となる。

$$[x^*y^*z^*1]=[xyz1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -dx & -dy & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} ox & 0 & 0 & 0 \\ 0 & oy & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r \times oz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ dx & dy & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ここで、 $ox > oy \geq 1$, $oz = 1$ とすることで、任意の点を中心とした広角透視図を得ることができる。ただし、以上の式は、視点（投影中心）の移動を考慮していない。

1. はじめに

三次元的な物体を、二次元の画像で表現する試みがなされてきている¹⁾。現在では、さらに質感をともなった立体表現に関する研究が多くなされている。ただし、これらの試みの全てが、対象をフォト・リアリスティックに表現するものとは限らない。その例として、複数の視点（投影中心）からみた画像を合成したような表現や、物体の持っている特徴（例えば奥行き感）を強調する表現なども、各々の目的に応じて提案されてきている。CAD/CG技術の進歩にと

* 本学講師 人工知能

もない、以上のような表現を様々な分野に応用する試みがなされている。本学でも、インテリアデザイン教育の教育手段として利用する事を試みている²⁾⁻⁴⁾。本報告では、インテリアデザイン教育における広角的な空間の表現（広角透視図）の生成方法と、その有効性について報告する。

2. インテリアデザインの対象が持つ特徴

本学でデザインの対象としているのは、多くの場合、住居、店舗等の間取りやそのインテリアである。これらの空間は、結果的に、間口が狭く奥行きのある空間となることが多い。その

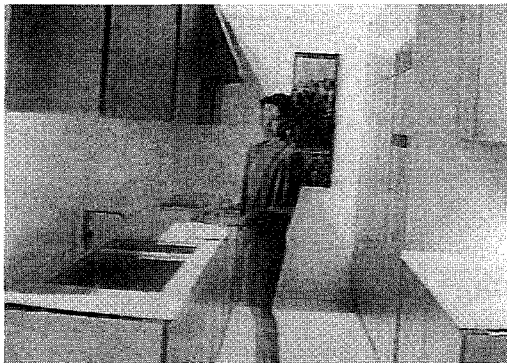


図1 ミニチュアモデルとカメラ（人間の視野角とほぼ同等）により作成した動画の一部

代表的な例として、キッチンがある。一般の建築物の評価方法とは異なり、対象に対して、観察する視点が常にその対象に近いので、微妙な質感や微細な形状も、直接、評価の対象となるという特徴がある。さらに、本学では、生活者を中心としたデザイン教育をするために、デザインする空間には、常に人間が存在し、その視点から、空間を評価することも必要となる。これは、既存のデザイン手法でも、ミニチュア・モデルと小型カメラを利用すれば、人間の視野と同等の表現を得られる（図1）⁵⁾。しかし、この方法を、デザインそのものが混沌として、明確化できていない段階で、学生が利用すると、教員の指導に従った変更/訂正が煩雑に発生するため、それに伴う本来の目的以外の煩雑な作業が多く発生してしまう。一方で、手書きパースをふくむ複数の図面を同時に併用しても、同様な問題が発生する。

本来、デザインを学習する学生は、デザインする事に習熟する必要がある、その手段となるものにとらわれてはならない。以上の理由から、本学では、CADを学生のデザイン教育における試行錯誤の道具として導入した^{6), 7)}。

3. デザイン教育とCAD

空間（三次元）をデザインする訓練のためには、基本的に、三次元の表現を直接利用して教育を進めるべきであると思われる（図2）。そ

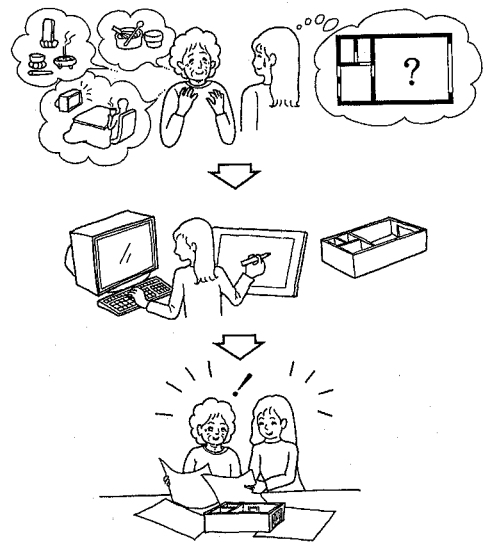


図2 インテリアデザイン教育におけるCADの位置づけ

ここで、本学では、CADを従来の二次元図面を効率よく生成するための道具ではなく、空間を直接記述し、比較検討する事を通して、コンセプトに近いデザインを、段階的に具現化させるための道具であると思われる。（ただし、現在は、三次元物体の入力には三面図等を利用せざるを得ない。）それは、コンピュータ内に、デジタル・データの形式で、仮想的な三次元空間を構築する事であると言い換えることができる。そのため、従来は複数の目的の異なる図面や書類を、一定のルールに従って利用して初めて伝達できた空間のイメージも、ひとつの仮想的なモデルとして、明確に記述することが可能となった。その結果として、CAD利用者は、唯一の（仮想）モデルを定義することで、従来は、複数の図面が必要であった情報も効率よく、リアルタイムに利用することが可能となった。また、三次元の仮想モデルがデジタルデータであることから^{8), 9)}、第1に、DTPソフトウェア等への利用や、数値計算（表計算）用アプリケーションとの相互利用が可能である。第2に、デジタル通信やデータベースとの融合が容易に行えるために、電子カタログや各種のデータベースの利用が可能となる。このデータベースを

利用した応用として、FM（ファシリティー・マネージメント）の利用も進められている。第3に、CADで記述した空間を、より効果的にプレゼンテーションするために、CG（コンピュータ・グラフィックス）の利用も可能となる。以上を背景として、デザイン教育のために、空間をデザインしたり評価するうえで、唯一の（仮想）モデルを定義、修正する事で、必要な情報を的確に表現した複数の図面（現在は、二次元になることが多い^{10), 11)}）をリアルタイムに利用できるデザイン環境を設定する事が可能となった。ここで、特に、リアルタイムに生成される彩色された透視図などは、利用価値の高いものと考えられる。

4. 三次元図形と平面幾何投影

空間の三次元モデルを視覚的に表現する方法の一つとして、平面幾何投影がある。この投影には、図3のようなものがある¹⁾。また、それぞれの投影は、以下のような特徴を持つ。平行投影である正射影は、物体の一つの平面の正しい形状と大きさを示す。ただし、この射影一つでは、物体の三次元形状を再構成するために必要となる十分な情報が得られない。一方、軸測投影は、正射影が三次元形状を明確に表現できないという欠点を補うものである。これは、（立方体のような単純な図形で）少なくとも三つの隣り合う平面が見えるように、物体を回転及び平行移動するものである。ただし、この方法では、立体の各面の本当の形状が直接は分からない。これは、物体を構成している平行線が一定の縮尺で表現されているからである。さらに、この投影法には、三通りの表現がある。また、斜投影は、物体の形状を表現できるものの、投影平面に平行な物体の平面だけが、正しい形状と大きさを表す。その他の面はそれぞれの投影法に従って歪んだものとなる。一方、透視投影では、透視中心から距離が大きくなるにつれて、平行線が集束し、物体の大きさは小さくなる。そのため、物体を構成する線分の縮尺も一

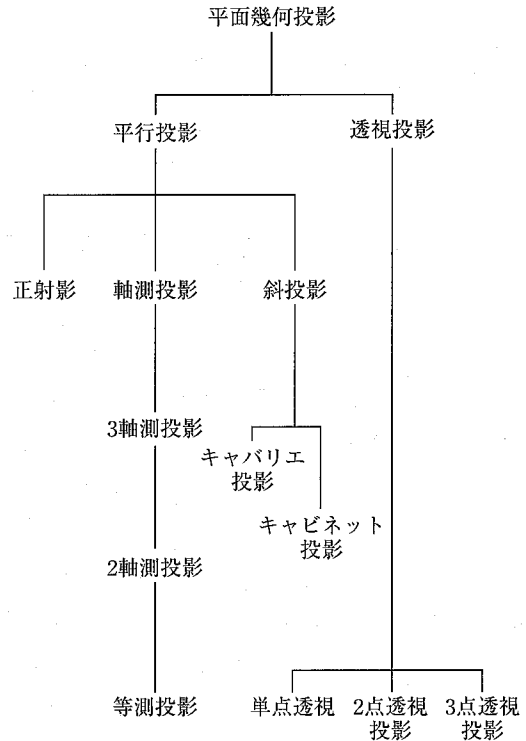


図3 幾何投影法の階層構造

様ではない（透視中心からの物体の方向と距離の関数となる）。この透視投影にも消点の取り方で三通りの投影法がある。ただし、ここで注意すべき点は、このような透視変換は、物体を十分に表現できる位置（視点）からなされるという事である。

5. 透視図とインテリアデザイン

インテリアがデザインの対象としているキッチンなどの、間口が狭く奥行きが深い空間の透視図は、空間全体を表現しようとした場合、その目的に対して効果的な透視図を提供することが難しい場合がある。ただし、それは透視投影としては正しいものである。このような場合、従来では、分かりやすい表現を得るために、対象を広角に（広角レンズを使用したように）表現し、さらに補助的な図面（室内展開図等）などを利用して、総合的な空間を把握していた。

また、透視図の作成を専門としている技能者は、独自の手法により、一見、広角に見える表現をする場合もある。その表現方法のひとつに、平行透視の消点をあいまいに取り扱うことで、任意の方向のみに広角的な表現を得る方法がある(西島：アール工房)。しかし、これは、経験的な作図法であるために定式化することが困難であった。また一方、一般のメーカーのショールームなどでは、システムキッチン各エレメント(冷蔵庫やレンジ等)を本来の平行ではなく、(左右)斜めに配置した図面を利用して、施主に空間全体の概観を説明している例もある。ただし、この場合は、天井や床は適切に変形できないために、それらを省いた表現しか出来なかった(ナスステンレス㈱)。そこで、新たに、投影中心に対して空間の縦方向、横方向を独立に拡大することで、透視図を得る方法を提案し、それを“広角透視図法”と呼ぶこととした。これは、西島の経験的な作図法による表現にも類似するものである。

6. 広角透視図法¹²⁾

物体を広角的に表現したい場合は、一般に、物体の近くに投影中心を置いて、透視図法を適用すれば広角的な構図が取れる。ただし、キッチンのような空間は、透視図法を適用しても、全体を概観することは困難であることが分かる(図4-B)。そのような場合には、変則的な透視図を作成する場合もあるが、その作成方法はデザイナー独自の経験的手法である場合が多

い。そこで、現在のCADでも作成が可能で、前述のような空間でも概観することが可能な透視図の作成方法を提案した。この方法は、まず物体の形状(空間)を歪ませて、その歪んだ空間に対して通常の透視図法を適用するものである。まず、対象となる空間(図4-A)の(投影中心に対する)側面を、投影中心に対して左右に扇状に開く(図4-C)。これにより、空間のプロポーションは失われるが、その歪みは空間全体に均等に分配される。その結果、物体の一部が極端に変形した空間として感じることはない。次に、この空間を、変形させる以前の投影中心から見た透視図として作成する。すると、あたかも物体を広角的に見た透視図を得ることができる(図4-D)。なお、本手法は、“物体と投影中心の位置関係”や、“物体を変形させる角度(左右に開く角度)”は、作成者の自由になる反面、生成された透視図の最終的な修正を人間の判断で行わなくてはならないという欠点がある。以下に、その修正方法の一つを述べる。

6-1. 広角透視図の修正法¹³⁾

これまでの広角透視図法では、対象となる空間の歪ませ方に対する提案はできたものの、多くの問題を残していた。特に、透視図法の“自然さ”に深く関係している透視図の修正内容とその程度については、デザイナー個人の主観に頼っていた。そこで、透視図の修正法を明確にする目的で、技能者を一人(Y.N氏)に限定して、その技能者がおこなった歪んだ透視図(広角透視図)の修正内容の観察を行った。その結

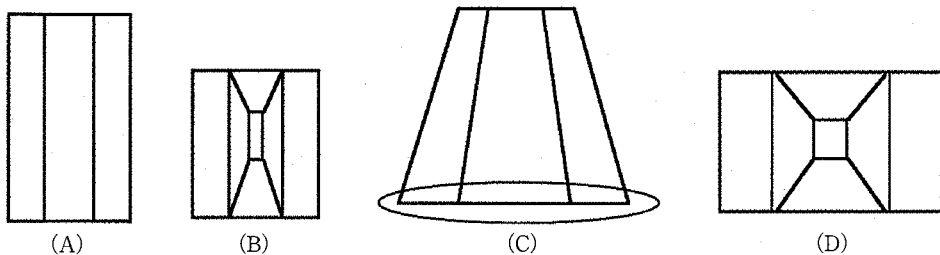
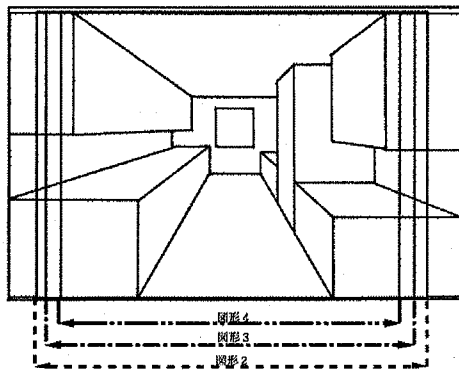


図4 透視図と広角透視図による透視図
本稿では、○の部分で「つら」と称す。



- 図形1. 無修正
- 図形2. 図形1.の半分の幅
- 図形3. 本来の透視図の幅
- 図形4. 図形3.の半分の幅

図5 広角透視図の修正

果、それらの多くが透視図の‘つら’（図4：透視図の側面付近）の部分は何らかの基準に従って修正していることが分かった。以上の観察と技能者本人の内観報告から、広角透視図法としてコントロールすべきもの（パラメータ）を整理し、以下の三点として考えることにした。
 a.空間を歪ませるカナメ（図形を歪ませる中心点）の位置取り
 b.空間を歪ませる角度、歪ませる方向（縦、横方向）
 c.歪んだ図形の修正法
 ここで、a、b項については、前回の報告で、おおまかな傾向をつかむことができたと考えられるため、本報告では、c項の内容について検討を加える。まず、修正すべき部分（場所）を透視図の‘つら’の部分（図4）に限定して、その程度について検討するための実験（実験1）を行った。次に、透視図の‘つら’の部分については、恒常視が作用していると仮定して（図6）、その修正内容が結果に与える効果は、透視図で描画する対象によらず一定である可能性を検討するために実験（実験2）を行なった。

6-2. 実験

透視図の修正法を20人の女子（文化女子大学 学生：20～22才）の官能検査によって評価した。歪んだ空間に対する修正内容とその程度の検討を目的として、実験1を行なった。実験1：U字状図形（図5：キッチン）を30度に歪めた図形（後述のパラメータ $ox : oy = 1.4 : 1$ に相当）の‘つら’の部分が、図形1：無修正、図形2：50%の幅に修正、図形3：原寸（従来の透視図

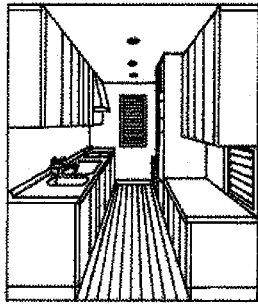
法による側面の幅）と同じ幅に修正、図形4：原寸の50%の幅に修正した4図形で比較実験を行なった。さらに、描画図形によらず、同程度の修正内容を持つ修正図が選好される事を検討する目的で、実験2を行なった。実験2：J字状図形（図6(c)：キッチン）の‘つら’の部分の修正内容について、図形1：無修正、図形2：50%の幅に修正、図形3：原寸と同じ幅に修正、図形4：原寸の50%の幅に修正した4図形の比較実験を行なった。評価方法：透視図の評価は、一人ひとりに評価する透視図を一度に全て提示し、全体のバランスからそれぞれの透視図に評価値（合計20点）を主観的な判断で割り振る方法（恒常和法）を用いた。最後に、20人それぞれの評価値を単純集計して、各透視図の評価とした。

6-3. 結果

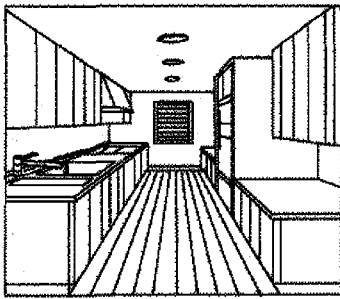
実験1から、広角透視図法の修正内容として、図形の‘つら’部分を原寸と同じ幅程度に修正することが、効果的であることが分かった（図7）。さらに、実験2の結果から‘つら’の部分の被験者によって選好される図の修正量は、描画する図形の内容（特徴）によらない可能性を見いだすことができた（図7）。

6-4. 考察

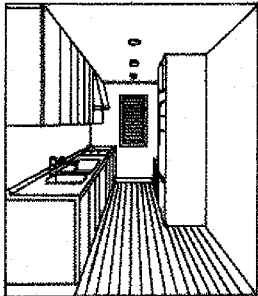
これまで、技能者個人に頼っていた広角透視図の修正を自動的に行う一手法を見いだせた（図8）。ただし、本手法の（空間の変形とその修正といった）考え方が正しいとすれば、より



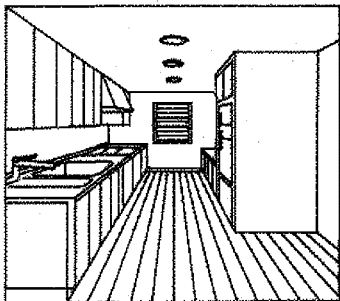
(a) 透視図の表現 (U字キッチン)



(b) 広角透視図の表現 (角度30度 修正図形3)



(c) 透視図の表現 (J字キッチン)



(d) 広角透視図の表現 (角度30度 修正図形3)

図6 透視図と広角透視図の具体例

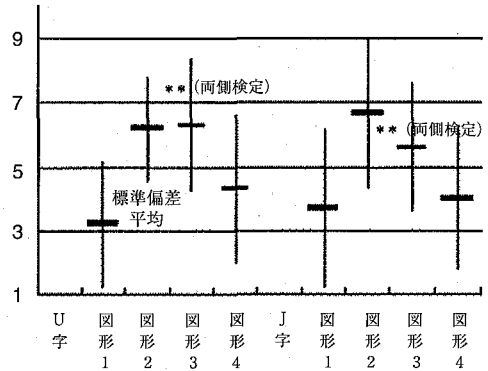


図7 透視図の評価結果(女子大生:20人)

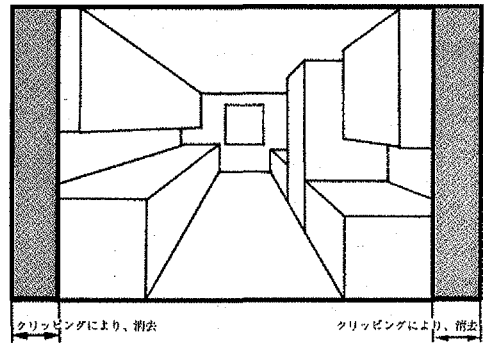


図8 クリッピングによる修正方法

多くの(連続的な)評価を実施し、最良の透視図法とその修正法の組み合わせについて考察する必要がある。今後は、透視図を見た人の心にかぶイメージ (Imagery) を損なわない範囲で、より分かりやすい透視図の生成方法を探る一方で、その透視図を評価するための尺度構成も同時に行う必要がある。

7. コンピュータ (CAD) を利用した 広角透視¹⁴⁾

広角透視図法は、物体の奥行きに関する情報を、その側面の情報に変換して表現するものである。ただし、前章のような方法で、実際にコンピュータを利用して広角透視図を作成するには、“物体を変形させる中心点の位置決め”や、“どの範囲の物体を変形させるのか”など、そ

の図法とは本来関係のない問題が多く発生する。そこで、プログラムで(自動的に)広角透視図を作成するために、物体は変形させずに、物体の透視変換を行う時点で、奥行きに関する情報(Z軸上の情報)を、側面(XY平面)の情報へ変換する方法により作成する。そのために、一般的な透視変換式に、一式の各軸に独立なパラメータ(ox, oy, oz)と、物体の任意の点を中心とした透視変換を行うためのパラメータ(dx, dy)を取り入れた。以上により、物体(x, y, z)は、広角透視図(x*, y*, 0)となる。

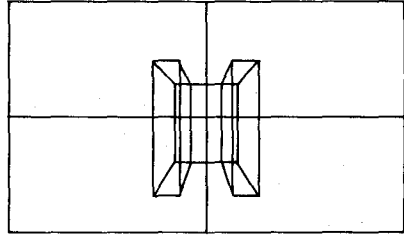
$$[x^*y^*z^*] = [xyz] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -dx & -dy & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} ox & 0 & 0 & 0 \\ 0 & oy & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r \times oz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ dx & dy & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

— (一式)

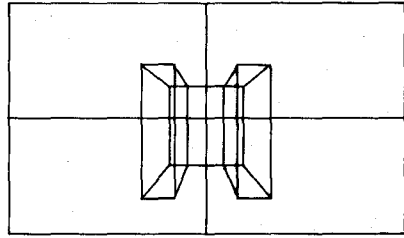
ここで、 $ox > oy \geq 1$, $oz = 1$ とすることで、任意の点を中心とした広角透視図を得ることができる。ただし、透視変換(1式)の前後で、原点をx軸方向にdx, y軸方向にdyだけ平行移動する。また、新たな広角透視図として提案された図形(長山¹⁵⁾)も、近似した図形(図9(d))であれば、透視変換後の図形のY座標系を拡大変換することで得られる。ただし、得られる透視図形は、長山の案では多消点であるのに対して、本案の透視図の消点は一点である¹⁶⁾。

7-1. 考察

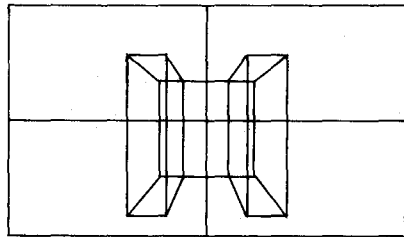
本手法は、間口が狭く、奥行きのある空間の物体の位相的な関係を、従来の手法よりも、強調できるという利点がある。その反面、物体のプロポーション(縦横比, 大きさ等)を誤解させてしまう可能性が高いという欠点がある。このように、広角透視図では、物体の位置関係は保持されているものの、物体自体は歪んでしまう。今後、本手法が投影法として、どのような位置付けになるのかを検討して行かなければならない。また、本透視図の別の解釈(持つ意味)として、複数の視点情報を融合させた表現として解釈する必要もある。このような表現は、過去にも多く見ることができる。例えば、マンテ



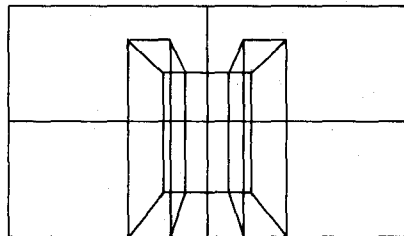
(a) 一般的な透視図



(b) 横方向のみ拡大(ox:oy=1.2:1)透視した場合



(c) 縦, 横方向に拡大透視した場合
横方向1.5倍, 縦方向:1.2倍
(ox:oy=1.5:1.2)



(d) (b) を縦方向に拡大(1.5倍)した場合
(拡大変換と透視投影の中心がずれる)
(ox:oy=1.2:1)

図9 コンピュータによる広角透視図

ーニアのピエタなどがそのよい例である。この点で、広角透視した鏡に写った鏡像のあるべき姿や、レンダリングの結果として表現される物

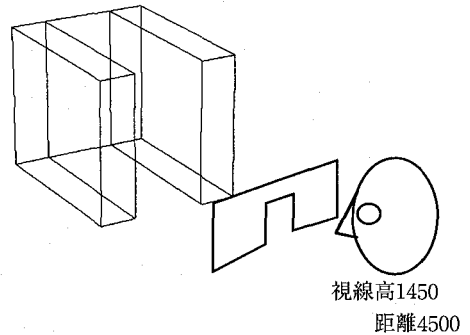
体の暗部やその影などの関係などは興味深い。以上のような特徴から、本手法は、CADを使用したデザイン教育で、特殊な空間（間口と奥行きがアンバランスな空間）を概観するには適していると言える。ここで、現在のCADにおける物体の形状入力には、三面図を利用することが多い。一方、その透視図は、物体の入力結果の三次元的な検証機能として付加されているため、この透視図を、適宜、広角な透視図（本手法）と切り替えて利用することによって、現在のCADにもあるような“広角”の機能と同等に利用でき、さらに、キッチン等の特殊な空間も分かりやすく表現することが可能になる。

8. 広角透視図の意味の検討

これまでに、広角的な表現方法である手書き透視図の作成方法を手作業の段階で定式化し、さらに、同等な表現をコンピュータ（CAD）を用いて生成する方法を確立し、わかりやすい表現方法を簡便な手段で提供する事を可能とした。そこで、以下に、これまでは、結果の効果を測定することでしかその有効性を説明することができなかった広角透視図法が、有効性を有することを説明する可能性を持つ実験結果が得られた事を報告する。

8-1. 広角透視図の問題点

広角透視図の評価は、ふだん、透視図を利用していると考えられる集団からは、その歪みが指摘され、正確な透視図との併用を心掛ける必要性が指摘されている。ところが、学生のようにふだん、透視図を利用していないか、または、利用しはじめたばかりの集団からは、よい評価をうけている。ただし、透視図法は常に効果があるわけではなく、一定の歪みの範囲に限定されていた。その変形の尺度を、通常の透視変換との変形比率で規定すると、約1.2から1.4程度であった。ただし、これも、広角透視変換が有効である原因が明確にできていないために、結果としての有効性の測定のみで推定するしかなかった。



1800(w)×3150(D)×2250(H)のU字型の空間

図10 立体視の実験条件

8-2. 実験方法

目的：広角透視図に視差を与えた時の画像融合の有無と、その時に認知される立体形状の調査。図10のような条件で、透視図に立体視差を与え、左右の眼球に別々に広角透視図を提示して立体視を試みた。この時、二つの透視図は、片方が赤色、もう片方が青色のめがねを利用して色で分離して提示した。また、提示した空間は、隠線消去をおこなっていないワイヤフレームで表現した空間で、その大きさは、1800(w)×3150(D)×2250(H)のU字型の空間である。〈実験順序〉まず、被験者に標準図形（無変形＝変形率「 ox/oy 」＝1）の画像融合が起こるまで、視差の調整をする。（画像融合の確認）次に、その（変形率：1）図形を記憶しておくように指示し、提供する透視図（1式）のパラメータ（ $oy=oz=1$ ）の ox を1.2から1.4まで0.1きざみに変化させる。この時、被験者から立体図形の変形の程度を口頭で聞き取り、さらに、空間全体の感じや、特に縦横比が変化していると感じたときはその値を定量的に報告するように依頼した。ここで、空間の提示の順序は、変形率の少ない空間から、大きい空間へ順に提示し、そのたびに、標準図形を提示してその差異を調査した。

8-3. 実験結果

実験の結果、図11のような結果を得た。この結果から、第1に、透視図をふだん利用している被験者と、そうでない被験者との結果が異なる

る傾向があることがわかった。さらに、透視図をふだん利用している被験者には、画像融合に必要となる視差が共通して小さいという特徴がみられた。特に、透視図をふだん利用していない被験者は、変形率が小さい空間は、変形していないと認知する傾向があることがわかった。また、図11の変形率1.2を、未利用の集団の一部から、提示図形全体の変化はないものの、その先端部分が部分的に変形しているとの指摘がなされた。この指摘は、広角透視図の経験的な修正部分と一致する¹³⁾。なお、空間の変形を認知できなかった被験者(そのうち2人)については、その2週間後に、空間の提示順序をランダム変更して、同様な実験を行っても同様な内省報告を得た。

8-4. 考察

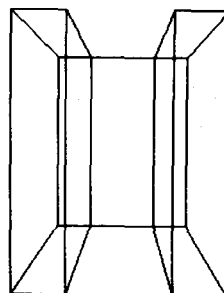
今回の実験結果からも、立体として認知された空間は、必ずしも二次元で与えられた歪みを、正確に反映していない場合があることが分かる¹⁰⁾。このことから、以前から広角透視図の評価が、透視図をふだん利用している集団と、そうでない集団とで異なるという事の根拠となるのではないかと考えられる。つまり、三次元的には、ほぼ同等と認知される範囲で、そのもととなる二次元の図形を広角に変形させても(図12)、透視図で空間の評価をふだん行わない一定の集団には、両者を同等の表現として、利用できる可能性がある。(図11の未利用の変形率1.2の部分)ただし、このような、視差を利用した立体視から平面図形の変形に関する根拠を与えようとした試みは、認知された正確な空間の変形を測定できていない点や、提示図形が簡略なものであり過ぎる点から、一般性の乏しい主張となっている。今後、より客観性の高い実験条件のもとで、以上の内容を検証しなくてはならない。

9. ま と め

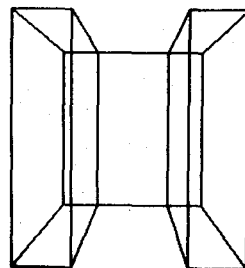
インテリアデザイン教育環境に、学生の教育に有益であると考えられる新たな透視図法を提

	変形率 1.0	変形率 1.2	変形率 1.3	変形率 1.4
透視図法 利用者 (5人)	原図形	*	**	***
未利用者 (20人)	原図形	変化なし	*	**

図11 提示図形の変形率と被験者からの内省報告 (*の数、内省報告から変形の程度を順序づけたもの)



a. 変形率1.0の時の透視図



b. 変形率1.2の時の透視図

図12 変形率ごとの透視図(右目のみ)

案し、その手法の特徴と生成方法について検討を加えた。最後に、その有効性の根拠となる可能性をもつ実験結果が得られたことを報告した。

10. 謝 辞

東京都立大学田中平八先生には、視覚心理学の立場から、本手法に関するご教示をいただきました。感謝いたします。また、アール工房代表西島勝殿には、透視図全般に関するご指導を

いただきました。さらに、ナスステンレス(株)情報システム部広島謙治殿のご協力で、実際のシステムキッチン等のデザインに関する考え方、及び、その資料を提供していただきました。感謝いたします。

参考文献

- 1) 黒田正巳：“空間を描く遠近法”，彰国社，1992
- 2) 内井，長山，梶谷：“建築CAD教育の現状1992”，日本建築学会情報システム技術利用委員会CAAD小委員会，pp.43-52,1992
- 3) 内井，長山，梶谷：“建築CAD教育の現状1993”，日本建築学会情報システム技術利用委員会CAAD小委員会，pp.76-81,1993
- 4) 内井，長山，梶谷：“建築CAD教育の現状1994”，日本建築学会情報システム技術利用委員会CAAD小委員会，pp.60-62,1995
- 5) 梶谷哲也：“もう一つの現実感”，第9回文化女子大学教員研究作品展，1994
- 6) 梶谷，長山，内井：“インテリアCAD教育の実践—問題と課題—”，日本建築学会情報システム技術利用委員会第16回情報システム利用技術シンポジウム論文集，pp.367-372,1993
- 7) 梶谷，長山，内井：“CAD教育用CAIシステムの研究—試行錯誤を効率よく支援するCADシステムの提案—”，日本建築学会情報システム技術利用委員会第17回情報システム利用技術シンポジウム論文集，pp.205-210,1994
- 8) 梶谷哲也：“高度情報化教育用ソフトに関する研究”，文化女子大学第27回学内研究発表会，pp.18-21,1993
- 9) 梶谷哲也：“柔らかいプログラム表現の試み”，文化女子大学第28回学内研究発表会，pp.22-24,1994
- 10) 梶谷，長山：“教材としてのバーチャル・リアリティーの検討(2)—VR空間内での人間の体型推定—”，日本教育工学会講演論文集，pp.230-231,1993
- 11) 梶谷哲也：“滑らかな補間関数に関する一考察(2)—補間関数を用いた動画像の表現—”，文化女子大学研究紀要第25集,pp.70-74,1994
- 12) 梶谷，長山，内井：“教育用インテリアCADに関する考察—広角透視図法の提案—”，日本インテリア学会第5回大会研究発表梗概集，pp.114-115,1993
- 13) 梶谷，長山，内井：“広角透視図法における大きさに関する考察—広角透視図の修正方法の提案—”，日本インテリア学会第6回大会研究発表梗概集，pp.60-61,1994
- 14) 梶谷，長山，内井：“コンピュータを利用した透視図に関する研究—広角透視図法に関する一考察—”，日本建築学会情報システム技術利用委員会第18回情報システム利用技術シンポジウム論文集，pp.457-462,1995
- 15) 長山洋子：“広角透視図法の提案”，第9回文化女子大学教員研究作品展，1994
- 16) 梶谷哲也：“だまし絵”，第10回文化女子大学教員研究作品展，1995