

# 立方体72方向図・数値一覧とパースネット

酒井 和 平

## はじめに

この発表は図法の解説や、新しい作図法を述べるものではなく、デザイナーのための立体図一覧としてまとめたのである。デザインを始めた頃の自分自身の立体図理解のためであり、ものを正確に描くためのものとして出発した。この立体図一覧を利用することにより、学生や若いデザイナーがパースペクティブ（以下パースという）の不安から少しでも解放され、アイデアにポイントを置いたスケッチに専念できればと考える。

しかしここでは陰影やハイライトなどスケッチの効果的表現については触れない。その前段階としての形の基本的表現、主に立方体の表現の仕方とそれの集積しとしてのパースペクティブネット（以下パースネットという）について述べる。

工業デザイナーが仕事で最初に関わる作業はアイデアスケッチやラフスケッチである。多くは立体図の中のパースで描かれるが、厳密に正確とはいえないまでも、パースの狂いが、気にならない程度に描かれねばならない。現在はPCで正確な3DのCGを描くことができるが、形が決まっていなければ描くことはできない。また時間がかかりすぎ、質より量が要求される特にアイデアの展開には不都合で、アイデアスケッチの趣旨にそぐわない。一方、丁寧なラフスケッチやレンダリングなどの場合でも透視図法に従って描くには、多くの時間をとられるだけでなく、消失点を設定して描くため大きな紙が必要になり、実用に適さない。そこで、多くの視点から立方体の三つの面に方眼が描かれたパースネットを用意しておけば、その中から必要なものを選べば

いいことになる。これは研究発表を目指すものではなかったが、徐々にパースの概念を理解してきた自らを振り返りながらの教育現場での説明はパースの理解を深める助けになったよう思え、覚え書きとして残すことにした。

筆者がパースを学び始めた頃は製図道具がまだT定規で、カメラを持っている者は少数、楕円定規は大学に一つ、コピーは外注の青写真の時代であった。それがやがて製図器はドラフター（商品名）に、カメラ、レンズの発達と普及、CCP、カラーコピー、関数計算機の登場、そして今やパソコン、CGなどの発達と普及へと進んでいる。パースネットについて語ることはデザイン関連機器の発達を語ることになるのかも知れない。

## 1 スケッチはYから出発

### (1) 立方体72方向図・数値一覧（アクソメ）

フリーハンドのスケッチの手順を思い浮かべると、はじめに立方体の3面の見え方を左右の角度で勘案

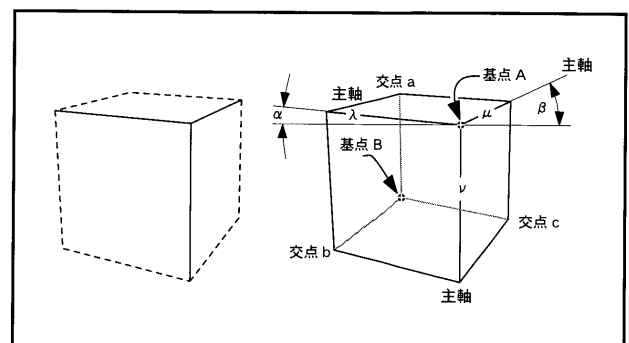
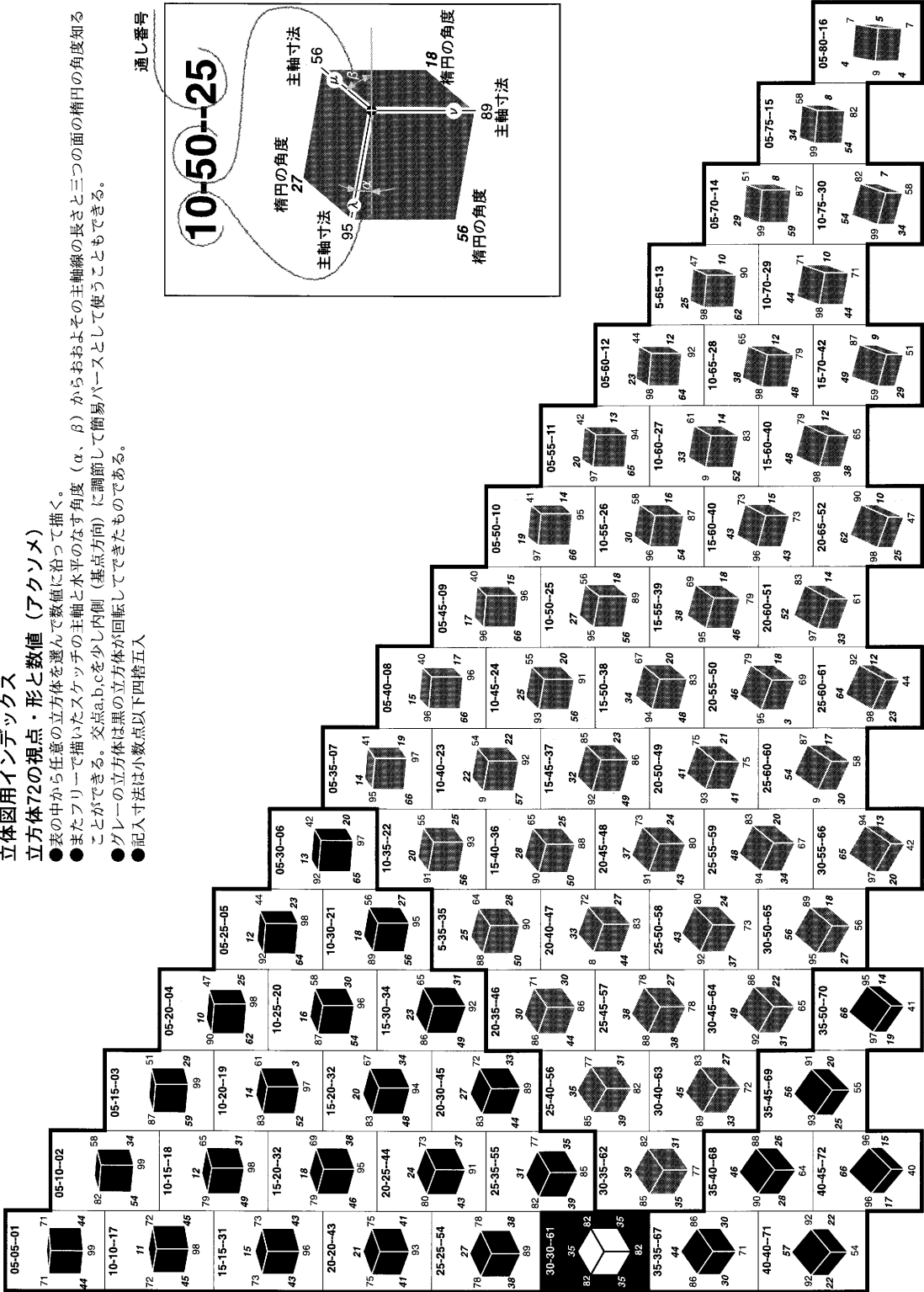
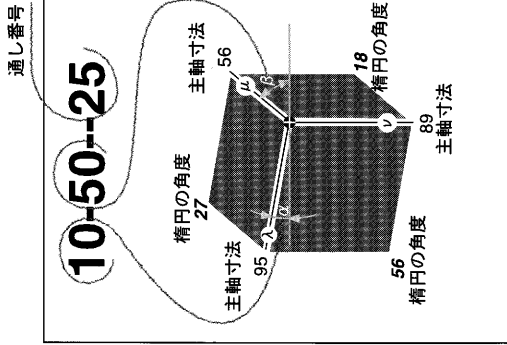


図-1 基点から三方に延びた主軸をYと呼ぶことにした（左）。その他立方体部位の名称（右）。

### 立体図用インデックス

#### 立方体72の視点・形と数値 (アクソメ)

- 表の中から任意の立方体を選んで数値に沿って描く。
- またフリーで描いたスケッチの主軸と水平のなす角度  $(\alpha, \beta)$  からおおよその主軸線の長さとおよその面の楕円の角度を知ることができる。交点a,b,cを少し内側(基点方向)に調節して簡易バースネットとして使うこともできる。
- グレーの立方体は黒の立方体が回転してできたものである。
- 記入寸法は小数点以下四捨五入



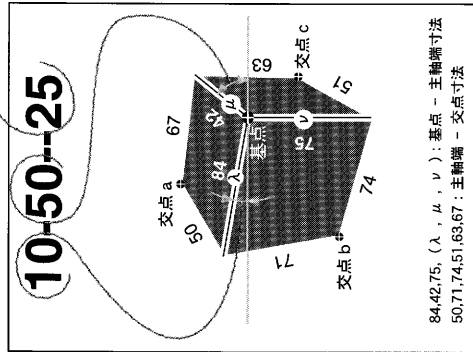
立体図用インデックス

立方体72の視点・形と数値（パース）

- 立方体1稜：100mm、視距離：250mm、記入寸法は小数点以下四捨五入。
- 視距離を500mmにするには250mmから見た立方体を2倍に拡大コピーし、それを200mmの立方体とする。
- 視距離を1000mmにするには視距離500mmのものを2倍に拡大コピーし、それを400mmの立方体とする。視距離を縮めるにはこれを逆にする。
- グレーの立方体は黒の立方体が回転してできたものである。
- 記入寸法は小数点以下四捨五入、消失点距離の数字は省略した。

作図の手順

まず基点に  $\alpha, \beta (10^\circ, 50^\circ)$  をとり、主軸寸法  $\lambda, \mu (84, 42)$  を決める。そこからの寸法 (50, 67) で交点  $a$  を得る。以下同じように交点  $b, c$  を求める。  
または図を表示寸法に拡大する。



84, 42, 75,  $(\lambda, \mu, \nu)$ : 基点 - 主軸端寸法  
50, 71, 74, 51, 63, 67: 主軸端 - 交点寸法

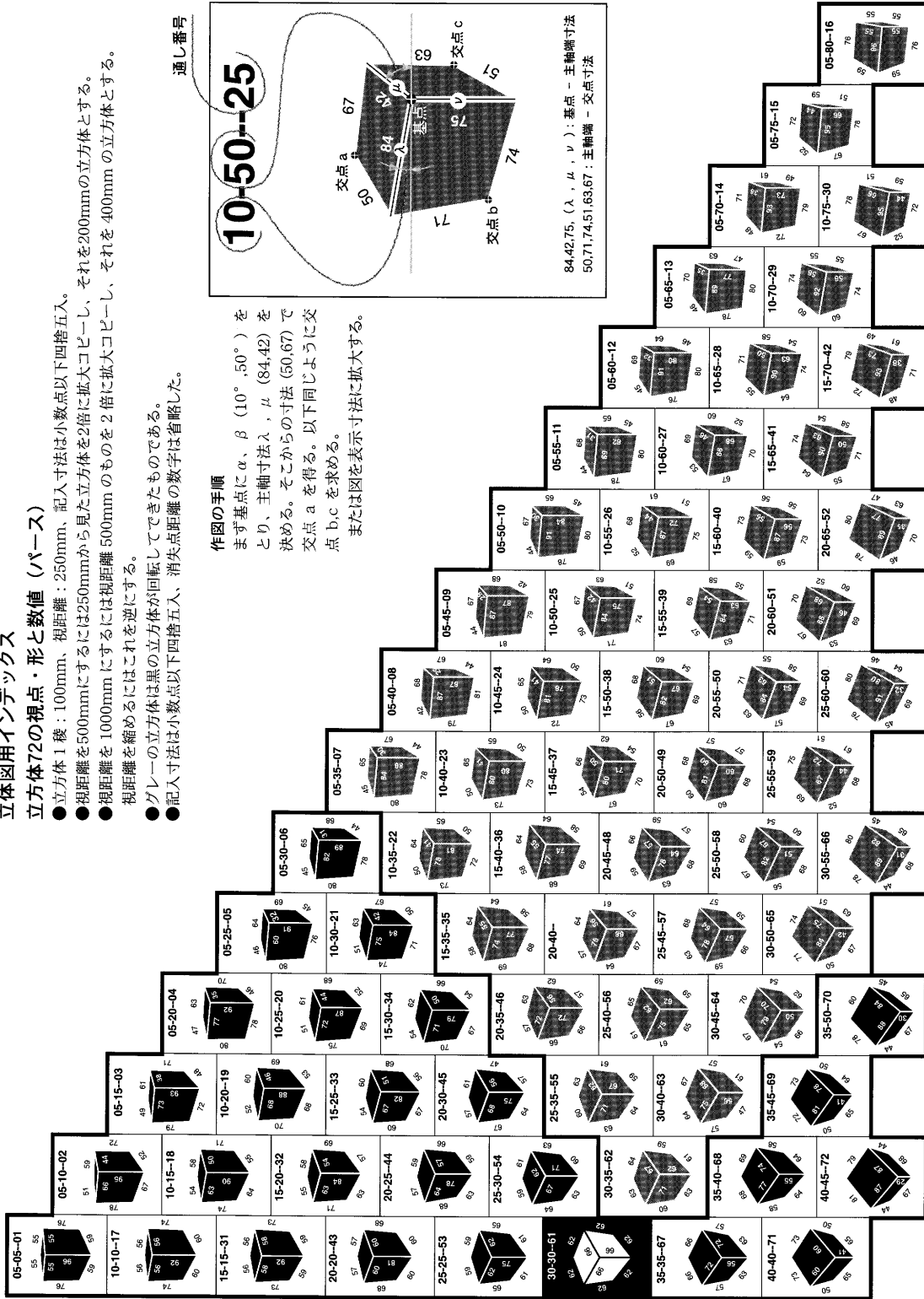


図 - 3

しながらYの字を描く。次に交点a, b, cを描いて立方体とする。図-1

そしてその中に描こうとするものをはめ込むようにしてスケッチを始める。ここでは $\alpha$ ,  $\beta$ を5度刻みにして72方向の立方体を表した。計算上は $\alpha$ ,  $\beta$ を決めれば、全て回転による縮小率が決まってしまう。フリーで描いたYに最も近い角度の立方体を選んで数値を確認することができる。図-2はアクソメであるが、主軸線の数字を知れば、交点a, b, cを基点側に少し移動調整して、パースの立方体と見なすことができる。

また小さな部品やアイディアスケッチの場合にはパースでなくとも十分利用できる。またこの図表は左に展開すれば左右勝手違いができ、全部で136方向になり、さらに上に展開すれば見上げた状態の立方体を含み、合わせて272方向の立方体を表していることになる。しかも基本形は太線で囲まれた27種類の立方体が基点を中心に回転してできているに過ぎないのである。図-2

## (2) 立方体72方向図・数値一覧 (パース)

これは図-2示された楕円の角度を基に、視距離を決めて消失点の距離と三つの主軸の縮小率と交点を図と数値で表したものである。個々の立方体の形は概念図としてのものではなく、そのまま縮小したパースの立方体になっている。 $\alpha$ ,  $\beta$ の取り方も図-2と同じで、二つの表現効果の違いが分かるだけでなく、最初寸法のとりやすいアクソメで描いた後、より奥行き感を出す効果的表現に使うなど、その時の必要に応じて使い分けができる。細かい表現が必要な場合はパースネット図-3を用いればよい。

### a 視距離

工業デザインの場合は片手で持てる小さな寸法のものから、大きくとも4~5mまでである。モチーフの大きさと視距離の関係は人が一瞥で見える範囲として描こうとする。ものの最大見えの約2倍の距離を基本とし、ダイナミックにしたい場合はそれより近づき、おとなしい表現にしたい場合にはこれより離ればよい。(注-1)

### b 大きさの表現

日用品などは手に持つ感じがスケッチから伝わるので、できるだけ原寸に見えるのが望ましい。描いた距離から鑑賞するという前提で、立方体の基点に視点と直交するスケールを用意して、それが原寸になるように寸法を決めれば適切な大きさが得られる。

## 2 パースネット

1962年入社当初描いたケッチスの中で、特に記憶に残っているのがビールコンテナである。ビールのコンテナはプラスチック製で当然と考えられるが、当時ビールの箱が木製からプラスチックに移ろうとしている時代で、プラスチック製のものはない。デザインスケッチを描くのは現物やモデルがない場合が一般的である。現物やモデルがあれば、写真に撮れば良く、描く必要がないとするのがデザインスケッチの立場である。その形は複雑で中仕切りを20本分描かなければならない。透視図法も曖昧な記憶であるし、それを思い出したとしても、面倒でとても図法にのっとなって描けそうになかった。結局、平面でそのレイアウトを描いて立ち上げると言う方法を使った。二点透視図である。その後、偶然図面整ケースからA2変形ほどのサークルの中に三方向のパース状の線が書き込まれたもの(注-2)を見つけた。次に移った職場でもこれと同じものがあつた。事務所の所長が留学時アートセンタースクールで使っていたもので、前の職場のものと同じ出所とのものと分かった。しばらくして、これをベースに基点を設けるなど、もっと使いやすいものにしようと考えた。

### (1) 基点の位置

基点を視点に一番近いところにするか、視点から一番遠い奥下にするか考えた。市販されていたパースガイドには、基点のないもの、基点が一番奥下にあるものがあつた。奥下を基点とする場合は室内をイメージして考えると向こうの壁と床にものを押し当てて描くという設定になる。室内に置かれたものを描く場合は

有利だ。しかし、大きいものを描くとき視距離がどんどん短くなり、論理的には観察者に突き当たり、突き抜けてしまう。工業デザインの場合は上面、左右の面にデザインのポイントがある場合が多いこと、大きくなっても遠い方に大きくなって行くので視距離のことが論理的に不都合がないことから一番視点に近いところを基点とすることとした。空間的考え方でなく物的考え方を選んだ。図-4

### 3 パースと写真

透視図法には消失点という日常的に考えにくい厄介な概念があるが、写真に映る像は一般に抵抗なく受け入れられやすい。レンズの球面収差やボケなどを除けば光学と幾何学は同一である。<sup>(注-3)</sup> カメラを使ってパースを理解し、パースネットを作ればよいことに気づいた。幾何学に比べ写真文献の方が実践的説明で分かりやすく、こちらを参考にするようになった。写真を使って立方体を撮影していく内に、写真と目の違いや誤解があることが分かった。

#### (1) カメラのレンズに対する誤解

まず広角レンズはパースがきつく、望遠レンズはパース緩いという考えである。広角レンズは広い範囲が写り、被写体は小さく写る。そこでファインダーの中にほどよい大きさを得ようと近づくとパースがきつくなる。一方望遠レンズは近くから撮影すると写すべき被写体が画面に入らないので、離れて撮ることになり、結果的にパースが緩くなる。両方とも視距離が関わっているのであって、焦点距離が問題なのではない。焦点距離は画像の大きさに関わっている。だから理想的なレンズとフィルムがあれば、広角レンズ一本で全てに間に合う。もし望遠レンズと同じ距離から撮影したのであれば、小さく写った像もプリント時に引き延ばせば望遠レンズの像と重なるからである。現実にはそうはいかないのはレンズの解像度とフィルムの粒子に限界があるからである。原理的には広角レンズに望遠レンズの像は全て含まれている。<sup>(注-4)</sup> 近年多くのズームレンズが比較的

容易に手にはいるようになり、被写体とマッチングした焦点距離のレンズが使えるようになったので、この誤解は少なくなったように思う。一方学生の作品を見ると縮小率の大きい建築モデル撮影の場合、パースが緩くなって、適切な大きさの表現がされず、ダイナミックさの欠ける写真を見かける。縮尺分を勘案して、接近して広角で撮らなければならない。視距離が近いことと広角レンズを同一視している場合があるので二つを分けて考えれば起きない誤解である。また人間の目より写真の方がパースがきついても言う。これはレンズの種類が少なかった時代が生んだ誤解かも知れない。被写体を大きく撮ろうとして接近して撮影する結果である。ズームレンズが安く入手できる時代になりこの誤解は少なくなったようである。

もちろん人間には知識として持っている基の大きさに修正して見ようとする「恒常視」<sup>(注-5)</sup>があるが、簡易的表現を主目的とするここでは触れないことにする。

超広角、超望遠レンズの効果がテレビを通して日常的に体験されるようになり、人間本来の視野をはるかに越えたものにもなれ、抵抗感がなくなっている。これらのレンズを個人でも持てるようになり、今まで近接撮影の画像のひずみと呼ばれたものにさえ寛大になっている。コンピュータでは光学的視距離がゼロから被写体を突き抜けることさえできる。子供はパソコンゲームで育ってくる。ものを見る視距離の許容範囲はこれからも広がる一方だろう。

#### (2) パースネット撮影台

方眼を描いた立方体を写真で撮影すれば簡単にパースネットができることが分かった。しかし、撮影をしようとするとき正確な傾角や回転角、距離をセットするのが非常に困難である。試行錯誤のあと、新たな撮影台を作り、撮影することにした。カメラと立方体の基点の距離を一度セットすれば、傾角、回転角の変化にも視距離は正確さを保った状態で撮影できる。この結果実用のネットとして十分なものができた。この撮影台の概念は視距離、傾角、回転角を

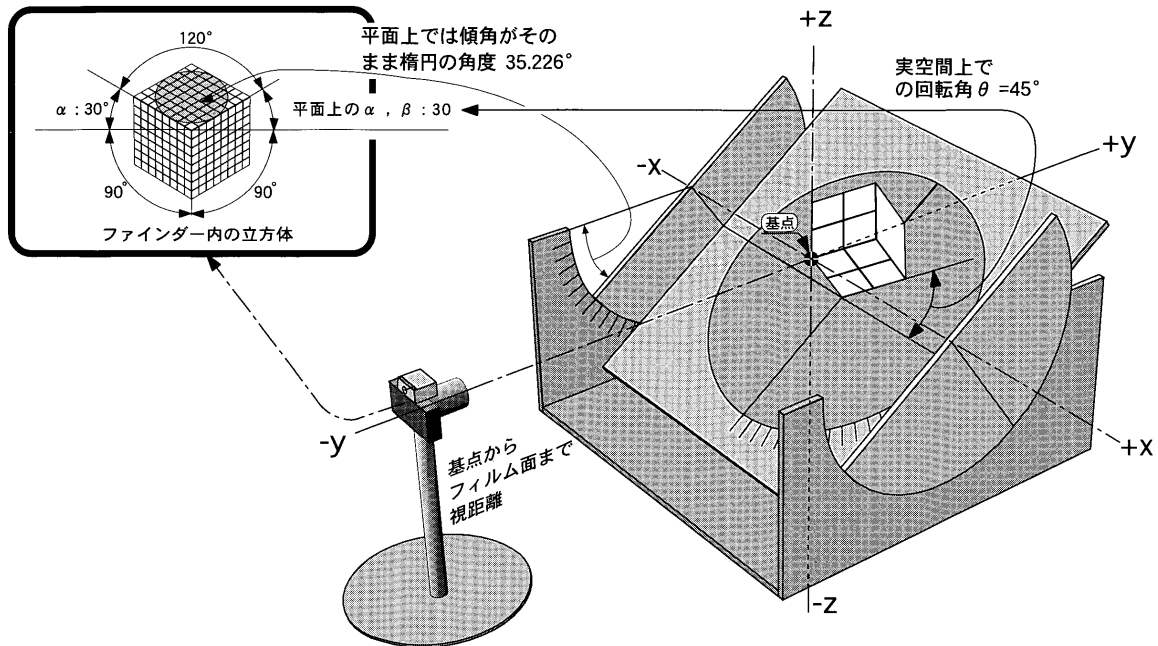


図-4 パースネット撮影セット

視距離：1000mm / 傾角：-35.266° / 回転角：45° / 1稜：160mm

理解し、また学生に説明するのに、大いに役に立つことになった。図-4 傾角はそのまま立方体上面の楕円の角度を示しているが、左右の楕円は正確にはわからない。また描かれた平面上で $\alpha$ 、 $\beta$ からパースネットを選べないことなどが気になっていた。

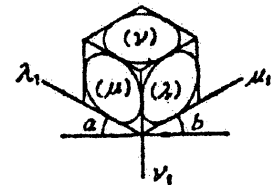
#### 4 立方体72方向図・数値一覧

##### (アクソメ、アイソメ)の作成経過

1969年「機械設計(第13巻第11号)」テクニカルイラストレーション特集号に志村利雄の数値解析で主軸の角度、楕円の角度、縮尺比の数表を見つけた。このことが、その後のアクソメ一覧図表やパース一覧表につながってゆく。

この表には $\alpha$ 、 $\beta$ を5度間隔に136通りの組み合わせの立方体が並んでいる。これだけの組み合わせがあれば、角度を自由に選んで立体図を描くことができる。選ぶに際して数字だけでは実感がわからないので、数値を立体図に表すことにした。時間をかけて整理し、面倒な作図作業を進める内に、多くの立

表1 主軸の傾度。楕円の角度、縮尺比



主軸の傾角		楕円の角度			縮尺比		
a	b	( $\lambda$ )	( $\mu$ )	( $\nu$ )	$\lambda_1$	$\mu_1$	$\nu_1$
5	5	44°47'	44°47'	5°1'	0.7098	0.7098	0.9962
5	10	34°51'	54°13'	7°8'	0.8207	0.5848	0.9923
5	15	29°22'	59°6'	8°49'	0.8716	0.5136	0.9882
5	20	25°40'	62°4'	10°4'	0.9013	0.4685	0.9839
5	25	22°55'	64°	11°40'	0.9211	0.4386	0.9794
5	30	20°42'	65°14'	12°59'	0.9354	0.4189	0.9744
5	35	18°50'	66°	14°20'	0.9464	0.4068	0.9689
5	40	17°13'	66°21'	15°43'	0.9553	0.4011	0.9626
5	45	15°43'	66°21'	17°12'	0.9626	0.4011	0.9553
5	50	14°20'	66°	18°50'	0.9689	0.4068	0.9464
5	55	12°59'	65°14'	20°42'	0.9744	0.4189	0.9354
5	60	11°40'	64°	22°55'	0.9794	0.4386	0.9211
5	65	10°17'	62°4'	25°40'	0.9839	0.4685	0.9013
5	70	8°49'	59°6'	29°22'	0.9882	0.5136	0.8716
5	75	7°8'	54°13'	34°51'	0.9923	0.5848	0.8207
5	80	5°1'	44°27'	44°47'	0.9962	0.7098	0.7098
10	5	54°13'	34°51'	7°8'	0.5848	0.8207	0.9923
10	10	44°6'	44°6'	10°9'	0.7180	0.7180	0.9843

図-5 「機械設計」第13巻第11号35~36立方体の数値解析

立方体が左右対称であったり、同じ形が回転してできていることがわかった。利用しやすいように数値と同じプロポーションをした立方体に3本の主軸の縮小率、楕円の角度を記入し、一覧表としての体裁をも整え完成させた。前述の図-2である。

### 5 $\alpha, \beta$ 見出しのパスネット完成

図-1は完成し、図-2がまだ完成していない間はパスネットは従来の主軸の角度が適当なものを使っていたが、主軸の縮小率、楕円の角度から、立方体の交点、 $a, b, c$ が計算できるとともに平面の $\alpha, \beta$ と実際の空間でセットする $\theta$ 角度の対応が分かった。図-7

次に交点の計算式で描いた立方体と写真撮影で得た立方体は撮影時のセットのずれを考慮すれば十分一致するといえる結果を得た。関数計算機の登場のころである。この時は正確を期して一稜400mmの大きな立方体を使ったため前回のように撮影台を作り、撮影することはできなかったが、27種類の撮影ですむことが分かっているので、視距離や傾角回転角を慎重に測定しながら撮影を行った。以後パスネットを主軸の角度で表すことができるようになった。

図-9

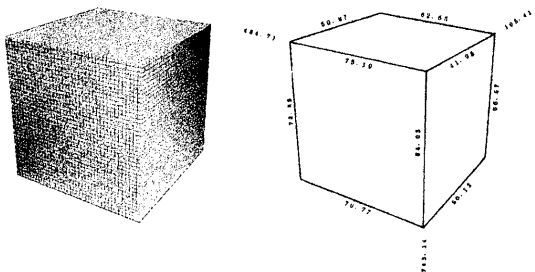
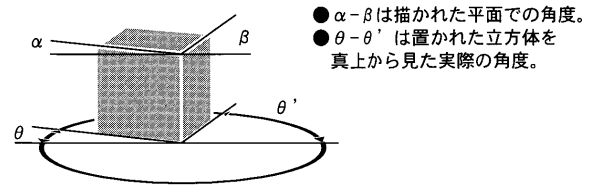


図-6 写真撮影(左)と計算値で表した立方体(右)



	$\alpha - \beta$	$\theta - \theta'$	水平面の楕円の角度
01	05-05	45.0000-45.0000	5.1660
02	05-10	35.1570-54.8362	7.1330
03	05-15	29.7402-60.2577	8.8110
04	05-20	26.1204-63.8804	10.660
05	05-25	22.9126-66.5776	11.666
06	05-30	21.2764-68.7791	12.983
07	10-10	45.0000-45.0000	10.150
08	10-15	39.0479-50.9516	12.566
09	10-20	34.8412-55.1633	14.683
10	10-25	31.5856-58.4094	16.666
11	10-30	28.9315-61.0743	18.616
12	15-15	45.0000-45.0000	15.550
13	15-20	40.6302-49.3673	18.200
14	15-25	37.1660-52.8392	20.700
15	15-30	34.2646-55.7363	23.166
16	20-20	45.0000-45.0000	21.350
17	20-25	41.4611-48.5430	24.333
18	20-30	38.4510-51.5519	27.283
19	25-25	45.0000-45.0000	27.800
20	25-30	41.9433-48.0565	31.266
21	30-30	45.0000-45.0000	35.266
22	35-35	45.0000-45.0000	44.450
23	35-40	42.4131-47.5905	44.950
24	35-45	39.9246-50.0760	56.800
25	35-50	37.4696-52.5308	66.000
26	40-40	45.0000-45.0000	57.500
27	40-45	42.4901-47.5071	66.350

図-7

### 6 パソコンとパスネット

パソコンの3D・CGで表現する場合も、基礎的な視距離、見る角度の関係と特徴を良く理解していないと適切で効果的な表現は望めない。学生にパースの仕組みを理解させるには方眼が描かれた立法体を視距離、角度を変えながら写真撮影しそれをプリントで平

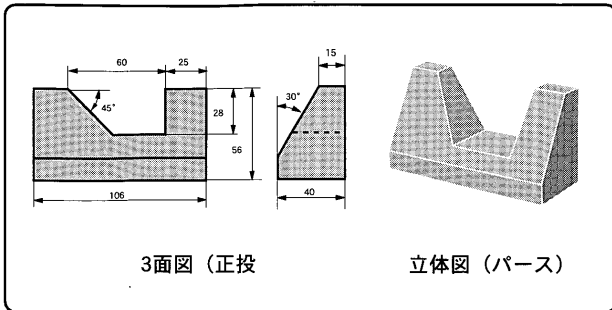


図-8 3図面を図-9のネットのトレーシングペーパー上に基点からの寸法としてプロットする。角度は方眼紙上でX, Yとして読みとる。補助線などを消し、トーンをつけ右の立体図とする。

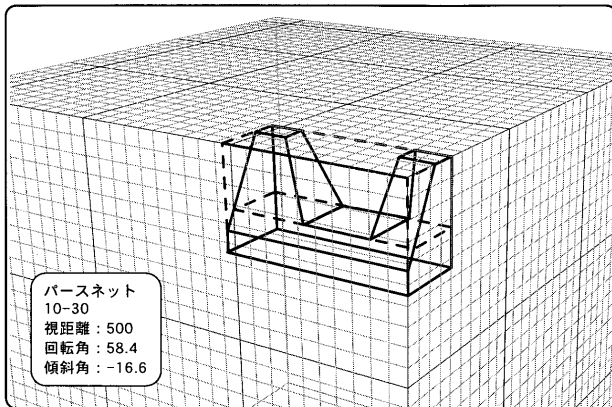


図-9 プラスチックのケースに入れる。基点に押し当てられた最小の直方体（破線）を想定して、トレーシングペーパーにプロットする。パソコンの場合、下のレイヤーにネットを入れ、上のレイヤーで作図する。

面化して確かめさせるのが効果的であることを知り、スケッチの演習を通して指導してきた。パソコン時代においてもパースネットの作成と使用は依然実用性があるばかりでなく、立体の理解を探るためにも、その役目を持ち続けるものと考えている。現在、実用のパースネットを作成するにはパソコンの3D上で方眼を張り付けた立方体を作り、撮影台の考えに沿って、視距離、傾角、実空間でも回転角を指定すれば、容易に作成することができる。その時の選択の目安としても「立方体72方向図・数値一覧（アクソメ、アイソメ）」を役立てることができるだろう。

## むすび

最初自らの表現のために進めてきたことが、教育のために活かされることになった。そして立方体をどのように表現するかを越えて、立体をどう見てどう理解するかということにつながってゆくことになる。全てのパターンは方眼紙の中に、全ての立体は立体格子のなかにあることを実感する。その後の研究テーマが直方体をベースにした発泡スチロールのモデルの作り方や、柱体を使ったブーリアン演算の造形へとつながってきたのはパースネットの作成が大きく影響しているのではないかと考えている。

また主軸の角度の違う立方体を並べていく内に、他の場合においても図を意図に沿って並べていくと並べ方自身の欠点が見えること、並べることにより浮かび上がる問題や、新たな発見があることも分かった。デザイナーにとって直感的に把握できる方法である。これを機に多くの場面で、ものや情報を集めて「図一覧」にする習慣が身に付いたように思う。



## 注

- 1 『高等写真技術』藤波 重著  
共立出版昭和44年  
12頁『われわれが一度に印画紙を眺めようとする時の視角は28°以下であるといわれている…』からおおよそ、モチーフ幅の2倍を目安とした。
- 2 『テクニカルイラストレーション』T. A. トーマス著；  
田中彰訳 東京：エフ・プロダクション，1969  
120～121に掲載の「アンダーセン透視図用チャート」に類似のものであった。前者は中村次雄氏、後者は平野拓夫氏。
- 3 『高等写真技術』藤波 重著  
次共立出版昭和44年  
2～22頁  
長焦点レンズの効果、短焦点レンズの効果でディストーションを含め数式と画像を使って詳しく説明している。11頁には「レンズが描写する画面は製図法における線透視（linear perspective）と同様なものであって、透視図をレンズが自動的に描いてくれるのである。従って写真は全て透視図として正しいものであり、その遠近感はずべて正しいものといわねばならぬが、それはレンズの位置に置いて視点を置いて画面を眺めた場合だけのことである。」と述べている。
- 4 『ライフ写真講座カメラ』タイムライフ・インターナショナル昭和45年  
112～115頁  
同じレンズで距離を変えた場合と距離は一定でレンズの焦点距離を変えた場合の作例をつけて解説。
- 5 『透視画・歴史と科学と芸術』黒田正巳著 美術出版社，1965年 視距離と焦点距離の関係立証の並木の実験や恒常視について詳しい。

## 参考文献

- 『ソリッド プロダクト』井ノ口 誼著 美術出版社 1968. 6. 20. 専用のT定規、図板使う透視図板が紹介されている。
- 『デザイン・スケッチ』渡辺淳三著 美術出版社1966. 7. 15. 第1刷1971. 4. 30. 第6刷  
自分で立法体に方眼を描き、それを使うことを勧めている。立方体の方向の種類、視距離については述べていない。トレーニングとして有効である。
- 『ダブリンのデザイン透視図法』ジェイ・ダブリン著岡田朋二・山内陸平訳 鳳山社昭和1971. 10. 10.  
工業デザイナーのためのパース解説書として広く読まれた。
- 『図形と投象』前川道郎、宮崎興二著 朝倉書店 1979. 4. 15初版第1刷
- 『デジタル・パース』岡本博著1980. 第1刷(株)マール社  
同時期に発表されたカシオ計算機のFX-201Pを使って三次元の1点をX, Yで確定する方法を採っている。プログラム作成、数値の代入は面倒で、これでもパースネットの制作を放棄した。しかし、本稿の交点などの数値の確定に役立ったのがその時購入した関数計算機であった。21年現役である。

(さかい・わへい 製品デザイン、形態論)  
(2001年10月31日受理)