図言語の特性

大阪芸術大学　出原栄一

1．情報と形

図は、絵や式や文と同じように、情報の視覚的な記法の一つである。情報を伝達する上で、その記法の形式が大切なのは、人は記法の形を介して情報の中味を認識することが多いからである。

ただし、形とひと口にいっても色々な解釈があって、古典的な解釈の一つに、質料に対立する形相として形を捉える考え方がある。このとき色やテクスチャーは質料の方の属性とみなされる。しかし、普通の感覚体験では、形と色は不可分に結びついていて、色がなければ形は見えないから、色と形の全体を広義の形（形像）として捉える解釈もある。このとき、形に対立するのは「内容」である。また、形は数量に対立するものとする解釈もあるけれども、ピタゴラス以来、数そのものは最も純粋なイデアつまり形と考えられてきた。だから、ひと口に数量といっても数と量とは異なり、量とは物質やエネルギーの量すなわち質料の属性としての物量であり、この物量から質料性を捨象したものが数というものであろう。自然数はいうまでもなく、実数でも比例や比率のような無名数を形の一種とみなすことには無理がない。したがって、図の形というときの形とは質料性を捨象した形相、あるいは形相の中から数を除外した狭義の形のことである。それに対して、絵の形というのは画面の色や形や素材のテクスチャも含めた形像のことである（図１）。

2．図言語の意味

普通ひろく図と呼ばれているものの中には、言語的構造を備えているので「図言語」と名付けてよいものがある。この図言語に属する図は、その言語的構造のゆえに、文章や数式と同じように、それを構成する意味単位と配列規則（いわば文法）からみちびきだせる言語的意味をもっている。しかし、図言語の図は、やはり図形の一種であるがゆえに、図全体の形から一目でわかる「大まかな意味」と呼べるようなものを持っている。更にこのほか、実際に描かれた図形の具体的な形像は、その色彩やテクスチャその他の視覚刺激から伝わる感覚的な意味（美的効果もその一つといえる）も持っている。だから、ひと口に図の意味といっても色々な相があり、少なくとも上に挙げた３つの相を区別しなければならない。ここでは、第二の相すなわち図全体の形から一目でわかる大まかな意味に焦点をしぼって、図の形とその意味との関係を考察する（図２）。

3．形像の変形に対して不変な図的特徴

具体的な例として一つの網図（図３）をとり上げてみよう。この７つの頂点からなる網図がもつ第一の相の言語的意味というのは、頂点相互の連結関係であって、普通、連結行列やリスト形式を用いて記述することができる。この連結関係そのものは、図の具体的な形像（点の位置や線の形）がどのように変化しても不変であることは言うまでもない。

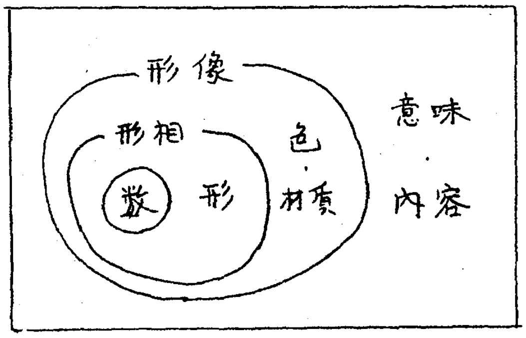
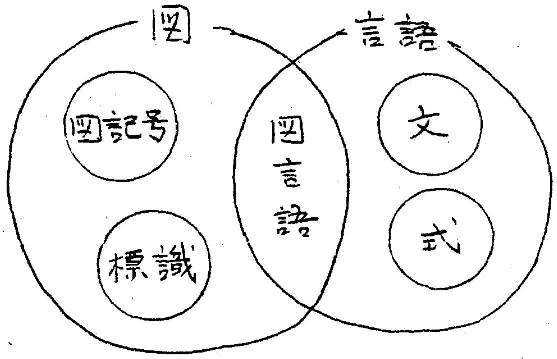


図 1



図の意味

言語的意味	(記号と配列規則による意味)
図的意味	(全体の形からわかる大まかな意味)
形像的意味	(具体的な色・形の感覚的な意味)

図 2

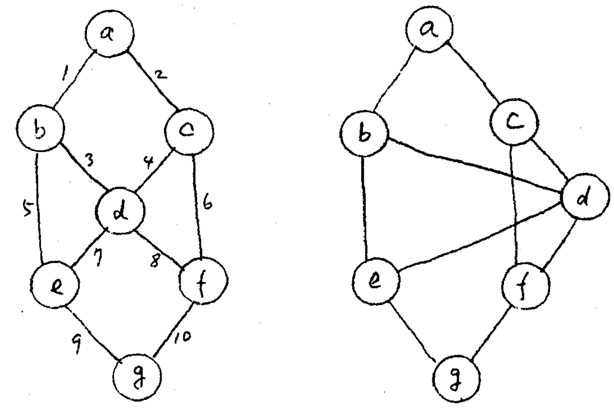


図 3

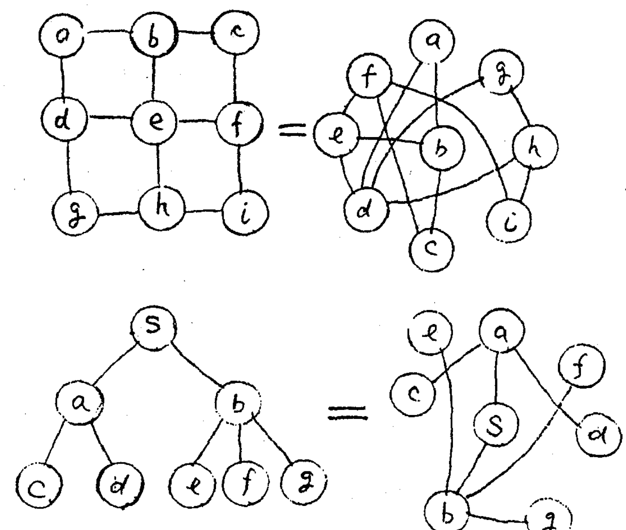


図 4

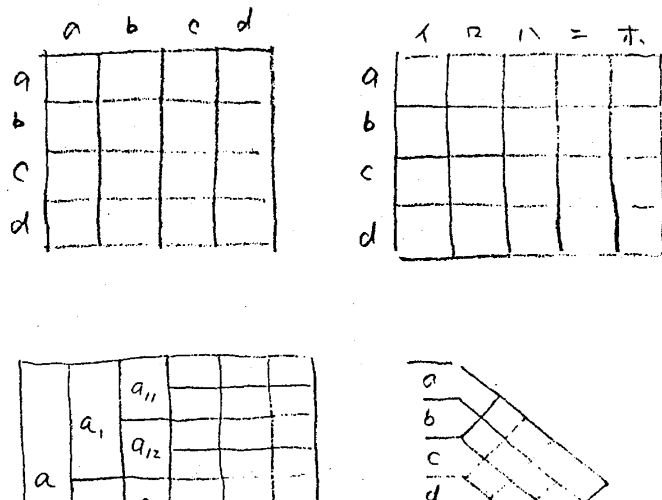


図5

ところで、この網図の連結関係をよく調べると、頂点全体は円環状につながっていることがわかるが、このような特徴は、頂点をランダムに配置した図のなかから見つけだすのは困難で、頂点を円環状に配置しなおしたとき初めて見えてくる。ただし、この円環状の形はごく大まかであってよく、頂点の位置や連結線の形状が少しくらい変化しても、同じ円環状の形として認知される。このような形の不変性もまた、形像の変形に対して不変な図の特徴といってよい。これには円環状（サークル）のほかに、樹状（トリー）、網状（ネット）などがよく知られている。この３つの連結関係は互いに異なるけれども、連結行列を見るだけでは違いがわかりにくく、具体的に図を描いてみないと特徴がひと目でつかめない。ただし、図を描いても、配置の仕方がまずいと特徴がひと目でつかめない。これらの形は、図の意味の第二相すなわち大まかな意味に対応するもので、第一の相が図の言語的特徴と言えるのに対して、第二の相は「図的特徴」と言ってもよかろう（図４）。

図言語の各々の系における第二の相の具体例をいくつか挙げてみると、

	１．言語的特徴	２．図的特徴	３．視覚形像
配列系	行列関係	水平、垂直、斜行など	行列図の形像
領域系	集合関係	交叉、包含、分離、隣接など	領域図の形像
連結系	連結関係	トリー、ネット、サークルなど	連結図の形像
座標系	ＸＹデータ、方程式	直線、円、ガウス曲線など	座標図の形像

４．図の形（パターン）と図化の方式

行列系には正方形のものや長方形のものがあるが、この形の違いはデータの種類の違いによるものである。項目が大中小に分類されている場合にも、このデータの特徴が図の形に現われる。また同じ正方形の相関表の中でも、相関データの違いによって大きい数が対角線に沿って分布したり、水平あるいは垂直に分布したりして、データの分布形にも色々な型がある。このように図的表現においては、データそのものの特徴が図の形式を決めることが多い。ところが、同じ相関データを表わすのに正方形の相関表のほかに三角相関表でも表わすことができ、この場合の正方形と三角形の形の違いは、図化の方式（方法の形式）が異なるために生じた形の違いといわなければならない（図５）。

領域系の図について言うと、データの種類によって、図の形は交叉、包含、隣接、分離の４つの型に分けることができる（図６）。ベン図の方式では、普通３元までの２値変数の関係を表わせるけれども、４元以上になると（不可能ではないが）きれいには分割できない（注１）。しかし、図７の右側ような図化の方式を用いると、４元以上の２値変数の交叉関係もうまく表わすことができる（注２）。

ところが、包含関係を表わす入れ子形や分離関係を表わす離れ島形は、この方式による図では見ることができない。したがって、入れ子形や離れ島形などの形は、データの特徴だけでなく、それを図化するベン図の方式にも依存していることがわかる（図８）。

次に、３値変数の論理関係を図で表わそうとすると、従来のベン図の方式ではうまく行

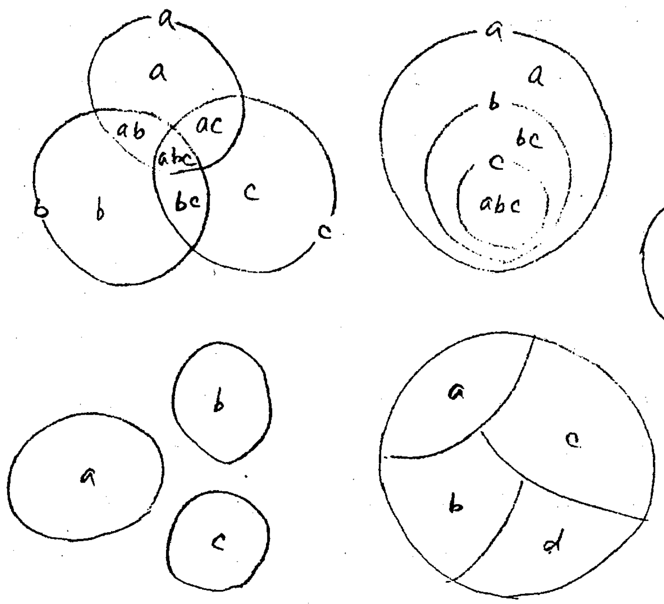


図6

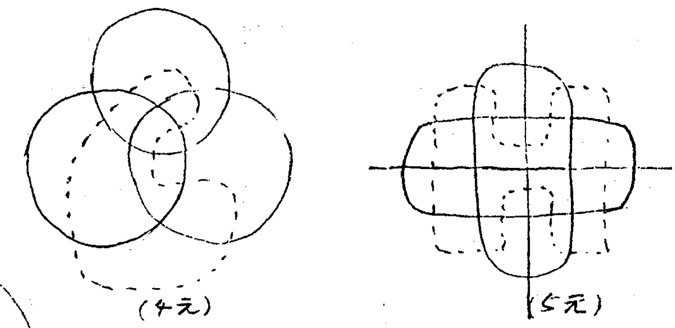


図7

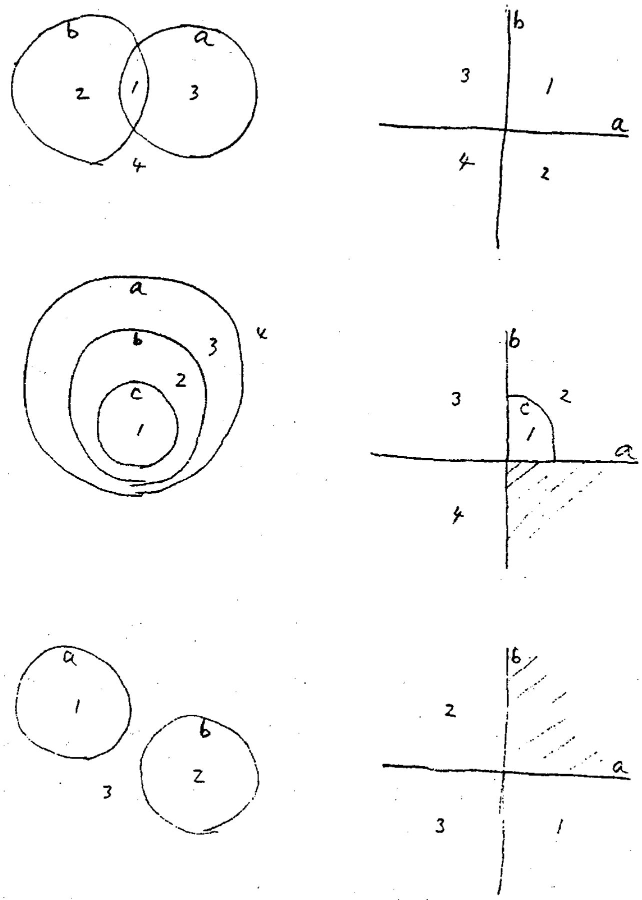


図8

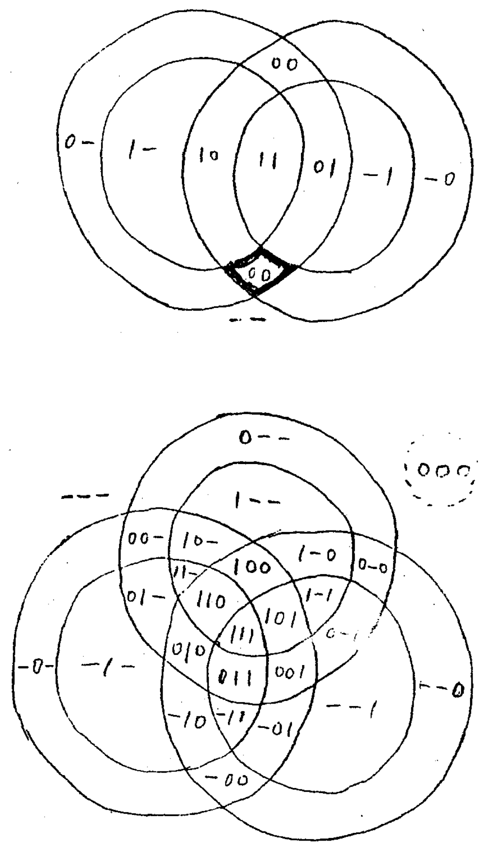


図9

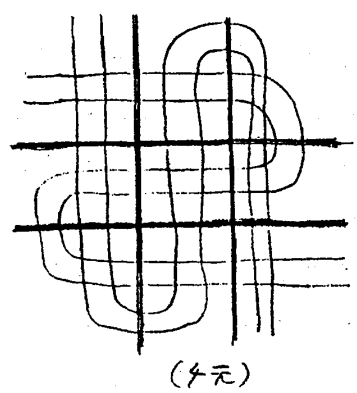


図10

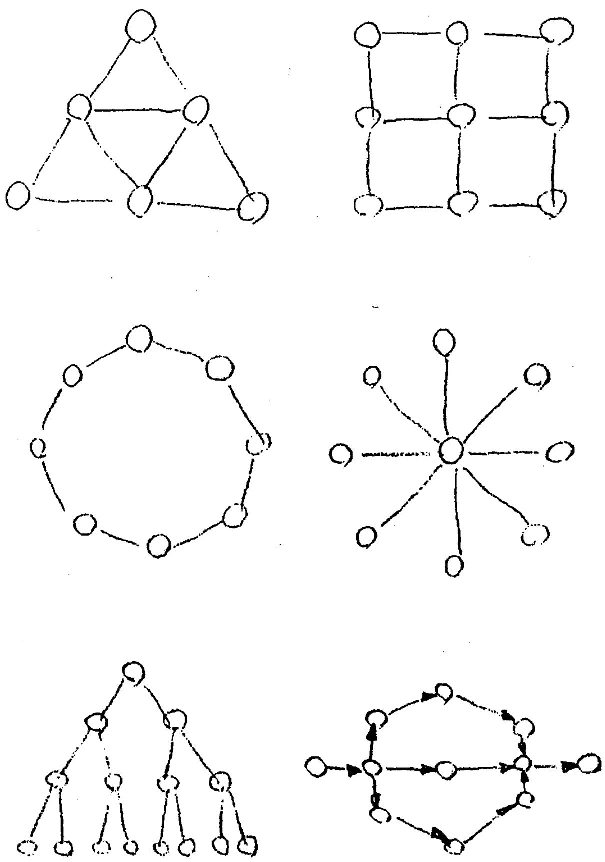


図11

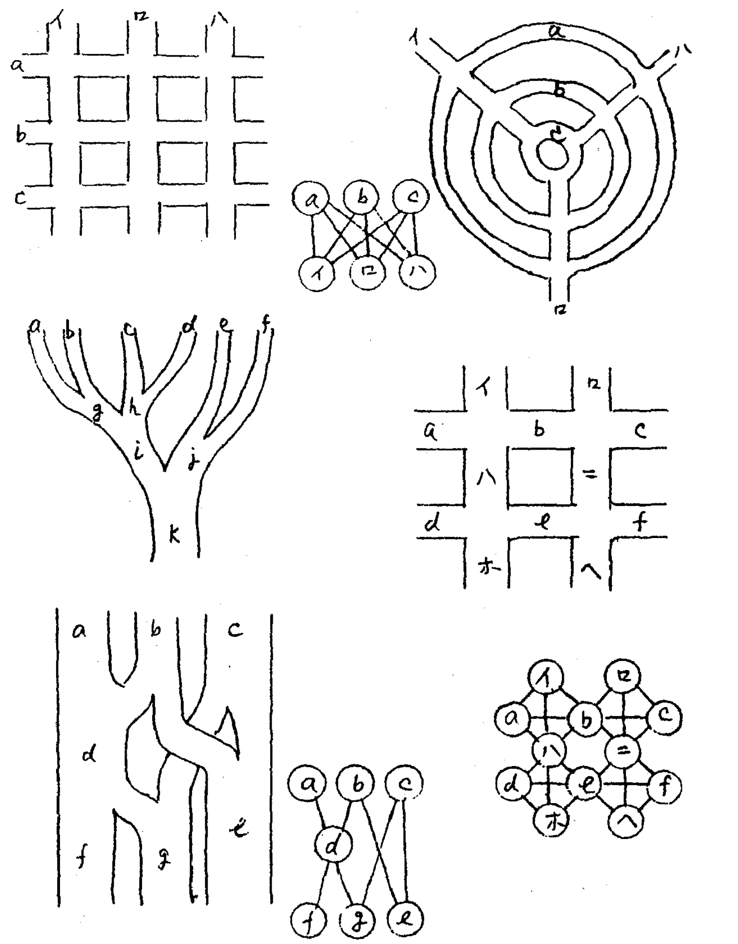


図12

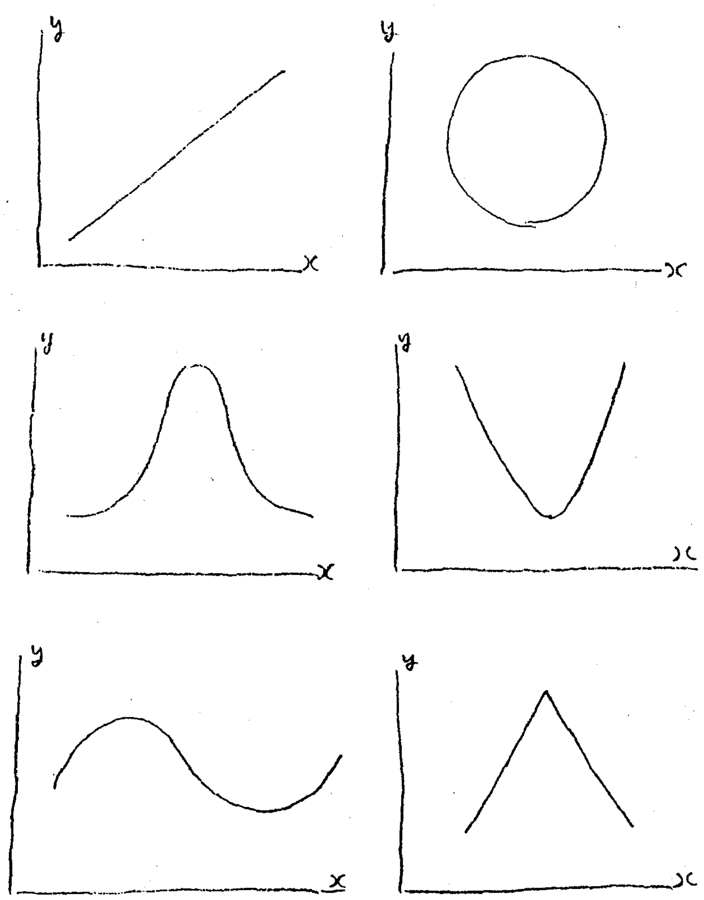


図13

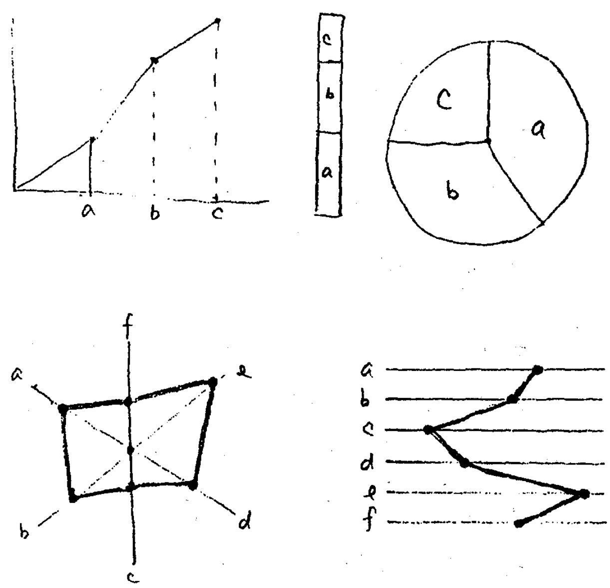


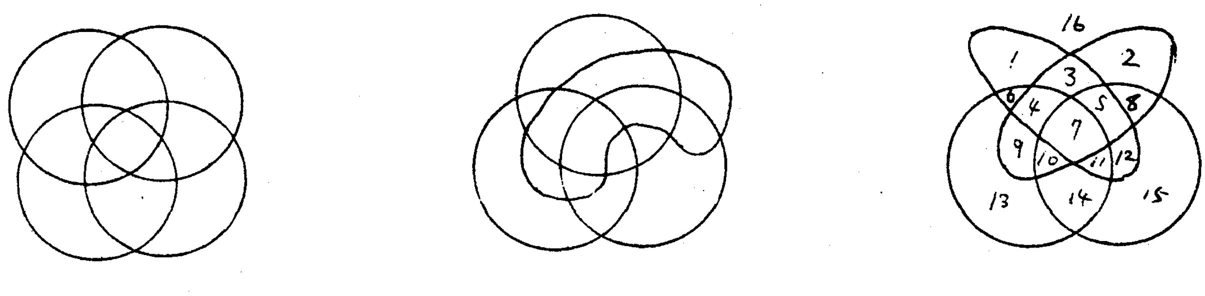
図14

かない（図９）。２元のときは、領域が１０個に分かれて１つ多過ぎ（同じ００領域が２つできる）、３元のときは、逆に領域が２６個で１つ不足する（０００領域がない）。しかし、図１０のような図化の方式を用いるとうまく表わすことができる（注３）。

連結系の図には、トリー、サークル、ネットという基本形に加えて、三角ネット、四角ネット、放射トリー、流れネットなどの形があり、いずれもデータの特徴によって定まる形である（図１１）。しかし、頂点を辺でむすぶという普通の方式のほかに、輸送路線図のように通路を主体にした別の図化の方式がある（図１２）。これには格子形、環状放射形、河川形などの基本形があって、それぞれデータの特徴に対応している。これらのデータは普通の連結方式でも表わせるけれども、そのときは格子形と環状放射形の区別がわからなくなる。このことからも、図の形の特徴は、データだけでなく図化の方式にも依存していることがわかる。なお、同じ道路図でも、区間の区切り方を変えるだけで、それに対応する頂点と辺方式の図の形は変わってしまう。

座標系の図についても、直線、円形、ガウス曲線、放物線、サイン曲線、山形などの慣用形があり、いずれもデータの特徴に依存している形である（図１３）。それに対して、同じデータは棒グラフでも、折線グラフでも、円グラフでも表わすことができるが、これらの形の違いは図化の方式による違いである。例えばレーダ・チャートとプロフィール図を比較すると、全く同じデータであるにもかかわらず、でき上がった形は非常に異なっている。どちらの方式がよいかはデータの特徴によって決まるわけで、データにふさわしい図化の方式を選択しなければならない（図１４）。　　　　以上

（注１）研究会の後、清水達雄氏からのお便（１９８８年２月６日付）で、下記のような図化の方式を教えていただいた。４元の２値変数の関係は４つの円では図的に表現できないけれども、このように２つの線を楕円形にすると１６領域がきれいに分割できる。この図化の方式を考えだしたのは清水達雄氏が最初かもしれない。



（注２）これに関連するさらに深い考察が清水達雄氏によってなされている（質疑・討論を参照）。また、本多久夫氏から、この図と同じようなパターンが細胞の並び方のなかにも見られるとの指摘があった。

（注３）３値変数だけでなく、一般にｍ値変数の２元以上（～無限大）の関係を図化する方式とその証明が、清水達雄氏によって報告されている（質疑・討論を参照）。

（参考文献）出原栄一、吉田武夫、渥美浩章：図の体系，１９８６，日科技連出版社

図言語の図的特性　　　　　　　　　　　　　　　　　出原　栄一（大阪芸大）

C．ベン図などで円の代わりに直線を用いたりするのに興味をもちました。

清水　達雄（清水建設（株）技術研究所）

C．多変数の二値論性、三値論理の図表化は興味深いテーマと感じました。球面上に表現しても世界地図のように平面化できるわけですが、問題の対象を考慮する上ではまず球面上（場合によっては更に高次元の超球上）で見ることも重要かと思いました。（当日は、時間の都合で発言しませんでした）

小川　泰（筑波大・物理工）

C．先生の述べられた方法にいくつかは実際に生物が使っているように思えます。たとえば数個のパラメータを使って領域を限る方式は昆虫の体表で実際にみられます（アルバーツ他著「細胞の分子生物学」教育者 p.846）。また体表での位置の決め方が極座標標示に似た決め方をしています（サイエンス 7: NO.9, pp.47-58,1977）。