

# ビジュアルデザインシステム (A-IDASの拡張)

杉本和敏\*, 松家英雄\*, 宇野栄\*, 高間謙治\*\*\*

\* 日本アイ・ビー・エム 東京サイエンティフィック・センター \*\*\* 早稲田大学

## 1. はじめに

コンピュータ・グラフィックスの発展は、昨今、めざましいものがある。グラフィックディスプレイもベクター型、ラスター型など各種のそれぞれ特徴を持ったものが出現し、その普及がCAD分野のみならず、コンピュータアート、アニメーション等の応用分野を急速に拡大させている。このような現状を踏まえて、新しい応用分野である視覚環境計画を支援するビジュアルデザインシステムについて述べる。

ビジュアルデザインシステムは、設計者や非専門家達の視覚判断能力を十分に発揮できるような図法で計画・設計の各段階の情報を視覚化するシステムであると定義できる。このため、このシステムは計画・設計対象が視覚的に評価されるような分野、たとえば造園・地域計画、建築計画、室内計画の分野で強力な道具となる。

このようなビジュアルデザインシステムが要求されるようになった背景は、建造物に対して利用者や地域住民などが質的な環境の向上を望む方向に変遷しつつあり、建設事業が環境に及ぼす影響を事前に計画段階で把握・評価しなければならなくなっている。また、建設事業の規模が拡大すれば影響を受ける地域住民が増すと同時に利害関係も複雑化し、計画段階でこれらの住民の声を反映させないことには同意を得ることが難しくなってきた。すなわち、従来の建築、土木の専門家だけに適用する情報形態での設計では充分でなく、専門家以外の人々にも容易に理解できる情報形態を用いた設計が要求されているからである。

本稿では、ビジュアルデザインシステムに対する要求を整理し、それを実現化するために重要な色彩体系、面画処理機能を中心に述べる。最後に適用例として分級図のカラー表現とインテリアデザインの一例を示す。

## 2. ビジュアルデザインシステムの意義と問題点

従来、設計情報の視覚化は設計の最終成果に対して、設計図や施工図として作られてきた。しかし、建造物設計への社会的要求の変遷と共に、設計対象物の周辺環境に対する影響、さらに技術者以外の多くの人々の意見を反映した設計とするには設計図、施工図は必ずしも適していない面も多い。すなわち、利用者や住民に対して設計の内容を説明し、理解を容易にさせる説明図あるいは構想図の確立が頭要である。これらの視覚表現には従来、絵画、写真、フォト・モニタージュ、カラーシミュレーション等のアナログ処理が利用されていた。しかし、コンピュータグラフィックスの普及と共に、その便利さからデジタル処理に変わろうとしている。現在、デジタル処理による視覚表現にはデジタルマップ、透視図(斜投影図)などが確立されている。このような視覚表現に対して次のような要求が求められている。

### (1) 視覚性と現実性の向上

建造物の景観の検討を行う場合、建造物形状やその周辺、地形などの単純な形状要素を線画で表現したのでは、機能的な検討をうば充分であるが、景観環境を

視覚的に評価するには不十分である。線画から陰影を伴った面画、あるいは風景やテクスチャーを組み込んだ景観画像の出力は今後重要になる。

## (2) 情報の単一化と合成

地域環境に関する情報は、コード化される情報とコード化が難しい情報があり、またその収集にも大きな労力を必要とする。そのため、グラフィックデータベース（コード化された情報）と共に、画像データベースを確立し、一度収集された地域環境情報は組織的に蓄積し、必要に応じて情報を抽出、加工できることが望ましい。

コード化された情報は、統合的な分析・加工に利用され、必要な項目だけを単一情報として視覚的に表現される（例：主題毎のデジタルマップ）。また、数個の単一情報を重ね合わせて表現し、相互の影響を表現できる必要がある（例：適地選定における分級図）。

一方、非コード化の情報は、画像としてその特徴の分析や編集ができると共に計画対象物の形状要素を画像に重ね合わせて表現できる必要がある。

## (3) 操作性と汎用性の向上

計画者が能率良く設計を行うためには、処理の過程や中間結果を図形や画像として視覚的に確認し、評価、判断を繰り返し、設計条件を操作し、所定の結果を得ることが望ましい。

従って、計画者が計算機と対話的に、しかも簡単な操作で自由度の高い処理が行えることが重要となる。

## 3. ビジュアルデザインシステムのためのグラフィックス

前述のビジュアルデザインシステムに対する要求に対して A-IEDAS (Advanced-Integrated Designer's Activity Support) システム<sup>[1]</sup> は重要な核となることができる。A-IEDAS は、基本的に CAD を目的として開発したシステムであるため、設計の対象物をグラフィックディスプレイ上に線画で表現するのにすぐれている。しかし、建造物をより現実性のある風景画像として、あるいは多くの画像を重ね合わせて新しい画像を作成するには機能が不足している点があった。そこで、A-IEDAS の拡張機能として面画処理機能を追加することにより、従来の図形処理の特徴と新しい面画処理の特徴を有効に利用したビジュアルデザインシステムを実現化することができるとする。図 3-1 にビジュアルデザインシステムにおける図形と面画の相互利用の概念図を示す。

### 3.1 グラフィック・ハードウェア環境

本システムは、IBM-S370/158, VM/370, CMS の下で稼働し、計算機と対話しながら計画・設計操作を進めていくための文字表示装置 (IBM3270) を中心に以下のグラフィック入出力装置を利用できる。

入力装置として、図形入力のためのタブレット、あるいはジョイスティック付蓄積型グラフィックディスプレイ (DVST) とラスタ型カラーディスプレイ (C-CRT)、画像入力のためのメカニカルスキャナーを利用することができる。また、出力装置として、図形表現に適した DVST と面画表現に適した C-CRT を利用することができる。C-CRT は、16 レベル、5/2 × 480 ピクセルで RGB (Red, Green, Blue) の 3 色用のバッファメモリを持っている。

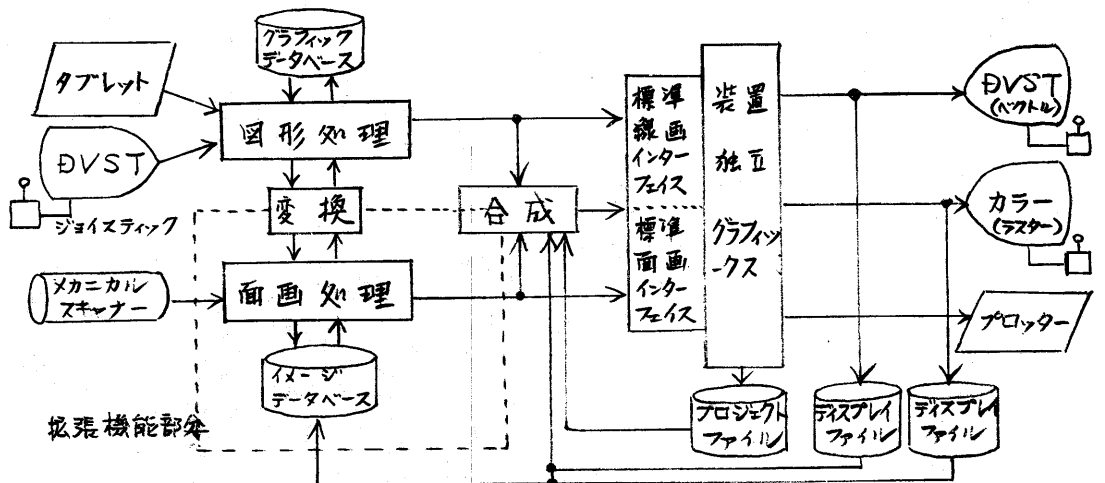


図3-1 図形処理と面画処理の概念図

これらの出力装置は、それぞれハードコピーをとることのできるためグラフィックの出力結果を検討資料として利用することができる。また、図形処理の結果をより精度高く出力するためのプロッターも用意されている。

### 3.2 グラフィック・ソフトウェア環境

図形情報の入出力処理は、装置独立グラフィックス (DIG: Device Independent Graphics) によって管理されている [2]。DIGは、グラフィックスの標準化の一つの例であり、線画を表示するための装置独立インターフェイスを提供している。このインターフェイスを利用してプログラミングすれば装置指定を変更するだけで図形情報を DVST や C-CRT に表示することができる。また、一般的に利用される図形情報には汎用ルーチンが用意されている。この汎用ルーチンにより表現される情報を図3-2に図式化して示す。面情報は、DVSTではハッチやドットで表現され、C-CRTでは面塗りで表現される。

	点情報	線情報	面情報
基本表示	● ●	///	
記号表示	△ 出 東京 □ 山 京都 ○ 文 港		

図3-2 汎用ルーチンによる表示例

DIGは、図3-1に示されているプロジェクション・ファイル (PF) とディスプレイ・ファイル (DF) の二つのファイル进行管理している。PFは、装置独立インターフェイスを通じての要求をそのまま保存したもので装置独立データである。一方、DFは装置へ転送するデータを保存したもので装置毎に異なる形式を持っている。特に、C-CRTのDFは、図形から面画に変換されたデータであり、後述する面画処理を施すことができる。

面画の入出力処理は、面画インターフェイスを利用して、テープやディスクに

ある面画データを作業記憶域にとりこきたり、C-CRTに表示することができる。DVS Tの選択がなされれば、ドットによる濃淡表現となる。

図形情報と面画情報の重ね合わせは、DVS Tの場合、それぞれが表示した図形を蓄積する機能を持ったため、互いの表示位置、縮尺、回転、投影変換パラメータなどを一致させれば単独に表示させていけば良い。C-CRTの場合は特に色成分の重ね合わせとして相対的と絶対的の二種の選択ができる。たとえば、面画に文字図形を重ね合わせる時は絶対的に行ない、面画に陰影をつけた時は、相対的に行なうと良い。図3-3に図形情報と面画情報を重ね合わせた出力例を示す。この出力例では、グラフィックデータベースに蓄積された立方体の形状モデルから図形情報としてC-CRTに表示された上に、大理石とレンガの画像をテクスチャとして面画処理後、重ね合わせたのである。次の二章は、これに利用された色彩体系と面画処理機能について紹介する。

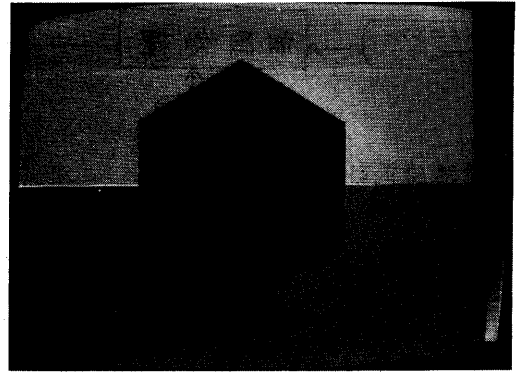


図3-3 合成の出力例

#### 4. ビジュアルデザインシステムの色彩体系

C-CRTで使用されている色彩体系はRGB系であり、利用者にとってなじみが少なく取扱いにくい。利用者はまず色合いに気がつき、それから明暗、白っぽさ、鮮やかさといった特徴に目を向ける。そのため、このような性質を持った色彩体系、すなわちHVC (Hue, Value, Chroma) に、既存のRGB系との相互変換機能の開発が必要である[3]。

##### < RGB系 >

RGB系においては、3バッファを軸とした図4-1のような立方体として認識されている。一成分のみの最大強度を持つものはRed、Green、Blueであり、二成分が最大強度を持つものは、Yellow、Cyan、Magenta、三成分が全て最大強度を持つものはWhite、三成分が全て最小強度を持つものはBlackである。現在のC-CRTでは、立方体のそれぞれの軸に対して16レベル(0~F)の強度を持っており、4096個の色成分で構成されている。

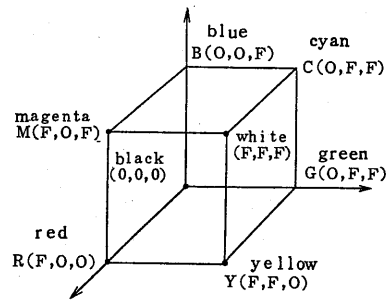


図4-1 RGB系の立方体

##### < HVC系 >

HVC系は、色相(Hue)を環状とし、明度(Value)を縦軸にとり、半径方向を彩度(Chroma) (又は飽和度(Saturation))として図4-2に示す円錐上に表現される。色相は、環状の角度と関係し、Redを基準とし時計回りにGreen、Blueと配列させている。彩度は、環状の中心を0、半径方向の最大を1とする。彩度が1の時の色相とRGBの強度の関係を図4-3に示すように仮定すると式4-1が定義される。

$$r = \begin{cases} 1 & (0 \leq h < \frac{1}{3}\pi, \frac{5}{3}\pi \leq h < 2\pi) \\ 2 - \frac{3}{\pi}h & (\frac{1}{3}\pi \leq h < \frac{2}{3}\pi) \\ 0 & (\frac{2}{3}\pi \leq h < \frac{4}{3}\pi) \\ \frac{3}{\pi}h - 4 & (\frac{4}{3}\pi \leq h < \frac{5}{3}\pi) \\ \frac{3}{\pi}h & (0 \leq h < \frac{1}{3}\pi) \\ 1 & (\frac{1}{3}\pi \leq h < \pi) \\ 4 - \frac{3}{\pi}h & (\pi \leq h < \frac{4}{3}\pi) \\ 0 & (\frac{4}{3}\pi \leq h < 2\pi) \\ 0 & (0 \leq h < \frac{2}{3}\pi) \\ \frac{3}{\pi}h - 2 & (\frac{2}{3}\pi \leq h < \pi) \\ 1 & (\pi \leq h < \frac{5}{3}\pi) \\ 6 - \frac{3}{\pi}h & (\frac{5}{3}\pi \leq h < 2\pi) \end{cases} \quad \text{--- (4.1)}$$

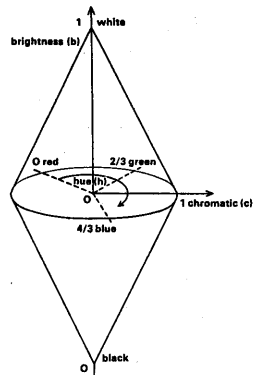


図4-2 HVC系の円錐型

強度と比例関係にある明度は黒色から白色までの無彩色の円錐の縦軸にとる。彩度の最大は、明度の黒と白の中間の円周上の半径方向とする。ここで、彩度の定義されない円錐の頂点(黒、白色)は、図4-4に示すような円柱として考え、彩度の値を最大彩度の比で表わす。

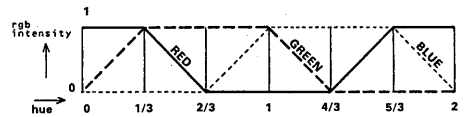


図4-3 色相とRGBの強度の関係

これにより、任意の色彩は、色相、明度、相対彩度を指示することにより、円柱の表面に設定される。

HVC系からRGB系への変換式を式4-2に示す。

$$\begin{aligned} [R, G, B] &= \left\{ \frac{1}{2}(1-C)[1, 1, 1] + C[r, g, b] \right\} \times 2V \\ &\quad (0 \leq V \leq 1/2) \\ [R, G, B] &= \left\{ \frac{1}{2}(1-C)[1, 1, 1] + C[r, g, b] \right\} \dots \dots (4.2) \\ &\quad + \left\{ \frac{1}{2}(1+C)[1, 1, 1] - C[r, g, b] \right\} \times (2V-1) \\ &\quad (1/2 \leq V \leq 1) \end{aligned}$$

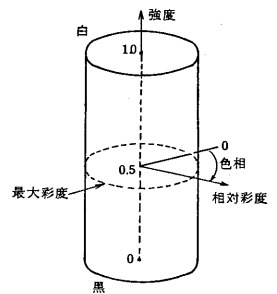


図4-4 HVC系の円柱型近似

$$\left\{ \begin{array}{l} r, g, b : \text{式4.1の計算結果} \\ V : \text{明度} \\ C : \text{相対彩度} \end{array} \right\}$$

RGB系からHVC系への変換は完全には不可能である。そこで、RGB系を座標変換し、図4-5に示すようにWhite-Blackを軸(無彩色軸)とした概念でとらえると太線で示した接線がHVC系における純色の色相環に対応すると考えると近似的に逆変換が可能となる。

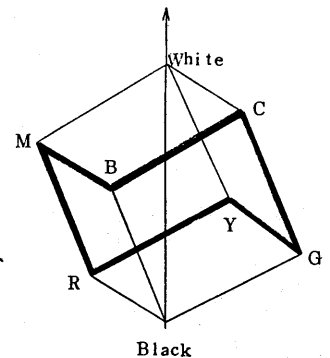


図4-5 RGB系の座標変換

### 5. ビジュアルデザインシステムの画面処理

計画・設計情報をより現実性のある視覚性の良い形でグラフィックディスプレイ上に表現する上で必要な画面処理を中心に述べる。

### (1) 面画ファイル管理

風景写真などをメカニカルスキャナー等でRGB成分の濃淡レベルで数値化された面画データ、あるいは図形情報をC-CRTに表示した時のディスプレイファイル(面画データ)は、順次ファイルとしてテープもしくはディスクに蓄積されている。これらの面画データの任意の部分をシステムの作業記憶域に読み込んだり、また処理した面画データをテープもしくはディスクに書き出したりすることを管理する。

### (2) 面画データの成分分析

面画データの任意領域におけるRGB系、HVC系等の度数分布、平均値、標準偏差、最頻値の統計データを得ることかできる。この機能は、面画の特徴を抽出する際、クラスタリングなどの重要な指標となる。

### (3) 面画の変形

面画の変形には、幾何学的変換と面画の繰返しがある。幾何学変換とは、線型変換(たとえば面画の拡大・縮小)と投影変換のことである。画像の繰返しとは、部分画像を周期的に広げることによって周期境界の平滑化と含まれている。この機能は、たとえば、大理石やレンガ、あるいは図形的に発生させたテキスチャー画像を拡大、縮小し、それを繰返したパターンを作成する時に有効である。図5-1にレンガのテキスチャーを利用した出力例を示す。

### (4) 面画の抽出

面画の抽出は、画像マスクと呼ばれるビット表を作成することである。このためには二つの方法がある。一つは、クラスタリングのテクニックによって色彩情報を利用して領域を抽出するものである。もう一つは、多角形領域をベクトルで指定するもので面画の上に新しい形状が生成される。

この機能は、次のような利用に有効である。

- (a) 景観の対象を対象場から分離 — 既存の建築物の部分的修正、たとえば最近、話題になっている団地や民間マンションの外壁補修や橋梁の色彩問題などの素材変更に際し、比較検討を行なう場合などに適用される。
- (b) 視点と対象及対象場との間に距離を与える — 新規に建築物を計画する際に、対象(建築物)を視点と対象場との間のどの位置に設定するのかわ、予の視点から対象場にある諸々の実体との距離を量子化しておく。それにより建築物の前景を明確にすることが出来る。

図5-2にインテリアの天井を抽出した例を示す(第6章の適用例で利用)。

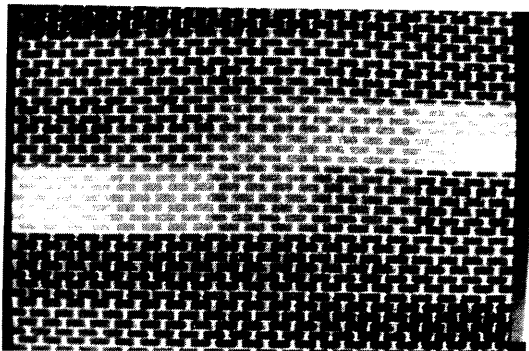


図5-1 レンガのテキスチャー



図5-2 画像マスクの例

(5) 面画の合成

面画の合成は、1つの面画の上に別の面画を画像マスクにとづいて演算し、合成することである。演算には、置換、和、差、平均等がある。この出力例は、図5-3に示した。

(6) 面画の色彩変更

面画の色彩変更は、画像マスクにとづいて色相、明度、彩度を変える演算を行なう。

色彩の設定は、色相、明度、彩度のHVC系で指示する。また、連続的に微妙に変化する色合を最初と最後、あるいは中間の色彩の設定により得ることができる。図5-3にその出力例を示す。

(図5-3a) - 最初(赤)と最後(青)を与えて色相を変化させたもの

(図5-3b) - aの中位の色を青側にずらしたもの

(図5-3c) - 最初(赤)と最後(青)を与え、彩度と明度を変化させて中位の色を無彩色にしたもの

(図5-3d) - 最初(赤)と最後(青)を与え、彩度を一定に明度を変化させて中位の色を無彩色としたもの



6. ビジュアルデザインシステムの適用例

6. 1 分級図への適用

ここでは、形状情報の属性データを定量的に表現する一例として、属性データを階級に分けて出力する分級図を示す。

階級分類するための対話画面上のメニューを図6-1に示し、図6-2に地形の標高の出力例を示す。地形図にみられるような平野(緑色)から山地(焦げ茶色)に到る標高を連続的な色合で表現するために色彩設定の機能が利用されている。

```

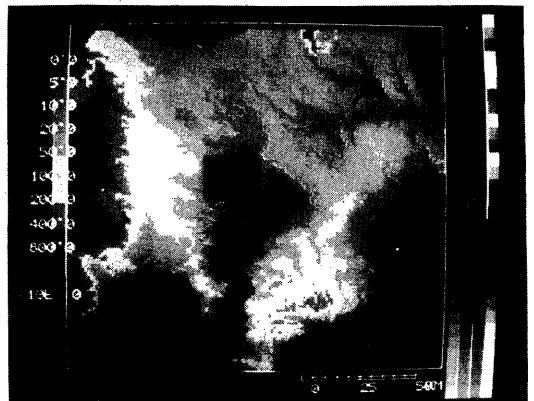
*** G S E P **
GSDE CCLSPARK BANKING
6/05/81 16:04:53

FF1 ITEM-NAM : *ALT 1
PF2 LEVEL : 10
FF3 BANKING :
LEVEL | RANGE | REL | GRN | BLUE | HUE | VAL | CHR
-----|-----|----|----|----|----|----|----
1 | <= 5.00 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0
FF6 Blue :
2 | <= 5.00 | 0 | 11 | 4 | 12 | 4 | 10
FF7 HUE :
3 | <= 10.00 | 6 | 15 | 0 | 8 | 5 | 10
FF8 VALUE :
4 | <= 20.00 | 9 | 15 | 0 | 7 | 5 | 10
FF9 CHROMA :
5 | <= 50.00 | 12 | 15 | 0 | 6 | 5 | 10
FF10 Contrast :
6 | <= 100.00 | 15 | 15 | 2 | 5 | 6 | 10
FF11 SHADW :
7 | <= 200.00 | 13 | 13 | 4 | 5 | 6 | 8
AUTOSOT :
8 | <= 400.00 | 13 | 11 | 1 | 5 | 6 | 8
9 | <= 800.00 | 10 | 8 | 1 | 4 | 4 | 8
SET-AUTO :
10 | > 800.00 | 7 | 5 | 1 | 3 | 3 | 6
FF12 BROWN :
    
```

6. 2 インテリアデザインへの適用

ここでは、あるジョールームにおけるインテリアデザインへの適用について述べる。操作手順を図6-3に示す。

- ① インテリアの写真をもカニカルスキャナーで読みとり画像情報を得る。
- ② インテリア画像から天井と床を抽出しイメージマスクをそれぞれ作成する。(面画の抽出機能)
- ③ 素材としてレンガのテキスチャ-画像



を拡大し、その画像から繰り返し画像を生成する。その後、投視変換を行ない素材変形画像を生成する。(面画の変形機能)

- ② ③の画像の色相、明度、彩度を変更し、色合を決定する(面画の色彩変更)
- ④ ④の画像と④の画像を②のイメージマスクに従い、合成する
- ⑤ 照明効果の付加とは、日射、日影、日影、陰影などを表現するために、合成画像の明度を修正することを行う。この方法として、原図の平均明度と各点における明度との差分明度を利用している。

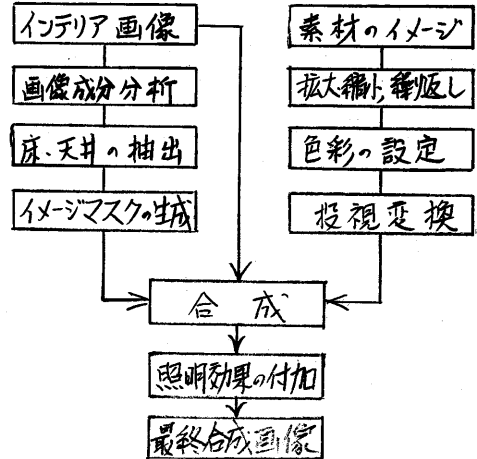


図6.3 インテリア設計手順

図6-4と図6-5にインテリアの原図とデザイン後の結果を示す。



図6-4 インテリアの原図

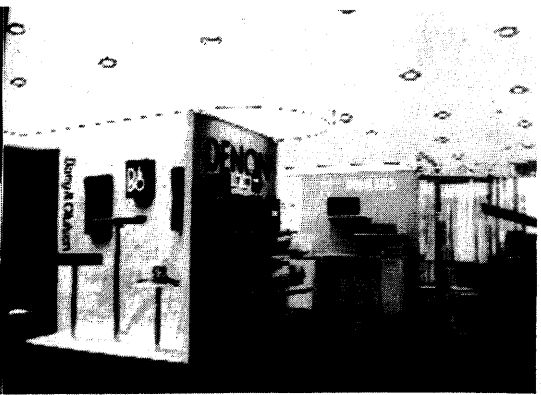


図6-5 インテリアのデザイン後の出力例

7. おわりに

面画処理機能を加えたA-IDASは、ビジュアルデザインシステムとして十分な機能を発揮する。その特徴を列挙すると

- (1) 図形情報と画像情報を混在した処理が対話環境の下で、視覚性の良い、現実性のある面画として表示することが出来る。
- (2) HVC系の導入により、多自由度の色彩の分析、調合が可能である。
- (3) システムは、データベース管理、グラフィック管理、メニュー管理機能のサポートにより、容易に応用分野を拡大することができる。

現在の面画処理機能に、さらに距離概念を導入した前景と後景の分離、光の乱反射効果による色彩表現の機能を追加することによって、強力なビジュアルデザインシステムになるであろう。

(参考文献)

[1] Matsuka, H. "An application of A-IDAS, Man-Machine Communication in CAD/CAM," IFIP Working Conference, 1980  
 [2] Uno S. 他 "A general purpose graphics system for CAD," Computer Graphics, Vol 13, No.2, pp 25-32, 1979  
 [3] Takama, J. 他 "視覚環境計画支援システム," IBM TSC Report, N: G212-1536, April 1981