

知識工学手法によるインテリア・ コンサルテーション・システムの開発*

長町三生**, 伊藤宏司**, 福場良之**, 辻 敏夫**, 川本浩史**

Emotional Technology is defined here as “an interpretation system of user’s emotion to physical design elements” and is applied to design of house building. The knowledge engineering is applied to this system, in which expert system consisted of knowledge data base and production rules are built in order to consult designers for decision of room interior designing.

This interpretation system named HULIS (Human Living System) consists of emotional adjective word data base and emotional technology expert system. When user’s demands of room interior are expressed in words, his or her image is displayed on CRT through the reasoning structure of this expert system.

情緒工学とは、“人間がもつ情緒を物理的に表現できるデザイン要素への翻訳システム設計である”と定義し、この考え方を住宅設計へ応用しようと試みた。このシステム開発のために、知識工学を活用することを考えた。

本研究では、室内インテリア設計を援用するコンサルテーション・システムの開発を目的とし、専門家から得た知識データベースを基本とし、プロダクション・システムによって運用する仕組みを工夫したところ、知識工学を情緒工学に適用するという試みは成功した。このシステムは、顧客がその情緒を形容詞の言葉で表現すると、エキスパートシステムの推論機構を通じて、そのイメージがディスプレイに表示される仕組みである。

1. はじめに

1-1. 情緒工学とその研究

本論文で取り扱う“情緒工学 (Emotional Technology)”とは、“人間が物理的対象について心のなかで抱く感情やイメージなどの心理的要因を、具体的な次元で物理的なデザイン要素として表現あるいは実現する翻訳システム”のことであり、人間をとりまく物理的要因と、人間の感情や情緒といった心理的要因とを結びつけ、尺度化する研究分野である。この情緒工学に関して、十数年前から研究が続けられ、そのなかには室内の天井・壁・

床の色彩を中心に、実際の室内の雰囲気に関する情緒工学や、住宅全般における建築デザインに関する研究¹⁻³⁾などがある。このように、研究対象は室内要素から住宅全体に拡がり、それに伴い複雑で大量な解析結果が蓄積された。

このような研究を実施してきた背景には、次のような考え方があった。住宅建築や増改築の際、顧客はさまざまな要望（たとえば“明るい感じ”のする部屋とか“豪華なイメージ”の家にしたなど）をするが、建築業者は彼ら自身の経験や設計思想に基づいてデザインを行ったり、サンプルを呈示しても小さすぎて実感が湧かないことなどから、完成したものは顧客のイメージと大きく異なるという場面が生じている。これを防いで、顧客の要望するイメージが間違いなくデザイン要素に表現されればよいわけであり、この両者の間にたって、イメージや感情を住環境の物理的デザイン要素に翻訳するコンサ

* 昭和59年11月21日受付

** 広島大学 工学部

Faculty of Eng., Hiroshima Univ.

ルテーション・システムを開発する構想が生まれた。これが、本論文で取り扱うインテリア・カラーシミュレーション・システムであり、HULIS (Human Living System) と名づけられた。

1-2. 本システム開発の内容と開発意義

情緒工学の研究対象が住宅全体へと拡大されたために、得られたデータも大量になった。これを効率よく、しかも有効にディスプレイ上に表現するために、知識工学手法によって知識ベース化することにした。ただし、エキスパートシステムでは、通常エキスパートの知識が知識ベース化されているが、本システムではデザイナーに情緒工学的調査を行って、その統計量がデータベースとなっている。ただ、顧客の要望に応じた多くの組み合わせのなかから適切なものを(しかも1つではない)表示するために、知識ベース上で駆動される推論機構を与えて、適切なデザイン要素値を決定するという、コンサルテーション・システムを実現したのである。しかも普及することを考えたために、パーソナルコンピュータで本システムを実現することにした。

知識工学手法を用いたインテリア・カラーシミュレーション・システム(HULIS)の開発意義は、次のように整理できる。

- (1) 従来、顧客のイメージ的要望を具体化する道具をもたず、建築業者の恣意に委ねることが多く、顧客との間にトラブルが発生したり、あるいは新築・増改築の意欲を低下させる原因ともなる。
- (2) 近年は、衣食住の基本的な基盤が確立し、基本的な生活以外の心理的・情緒的満足に対する支出が増大しており、住空間も生きる空間から楽しむ空間へと移行しており、住空間での情緒的表出と実現が重要視されるようになった。
- (3) そのために、顧客のイメージや情緒的希望が叶えられる設計の要請が高い。つまり、顧客の情緒的希望を理解できる設計者の代わりとして、デザイン要素の決定を行うデバイスとしてのシステムを実現することで、近代的な生活志向での満足を具現化することに役立てようとするものである。

次に、既存のコンピュータソフトウェアと本システムとが異なる点について言及しておく。

(1) 建築 CAD との相違点

建築 CAD は、間取りや構造などの描き方の決定の仕方を、コンピュータによって効率化するシステムである。HULIS は間取りを描かず、住宅や外観や室内を形と色彩とで表現するソフトウェアであり、CAD の前の

段階と考えてよい。また将来 HULIS と CAD とが連結すると、すばらしいシステムになるであろう。

(2) コンピュータグラフィックスとの相違点

コンピュータグラフィックスによって住宅の外観や室内を映像するものがあるが、これらはあらかじめ指定された映像であり、顧客はそのなかから好みを選びだすやり方である。HULIS は、顧客が希望するイメージを形容詞で表現すると、人工知能の推論機構が作用してデザイン要素値を決定し、それに基づいた映像が表示される仕組みであり、映像は知識ベース内のデータの組み合わせの数だけあることになる。なお HULIS では、だされた映像を顧客の好みに応じて自由に変更できるソフトが、カラーシミュレーション・システムのなかに組み込まれている。

なお、本システムの完成までに、住宅全般にかかわる情緒工学的研究データ⁴⁾の一部を使って、LISP 言語によりプロトタイプを作成して構造の検討を行った⁵⁾。その際のプロダクションルールは30個であったが、本システムの普及を願ってパーソナルコンピュータで実現することを考え、内部を BASIC で表現した。完成したシステムでは、プロダクションルールは1,680個にもなっている。

2. インテリア・コンサルテーション・システムのシステム構成

2-1. 全体の構成

HULIS のシステム構成は図1のようになった。まず顧客が建築デザイナーに、どんな外観にしてほしいかを形容詞で表現する。これが形容詞データベースに照合され、基本形容詞が選びだされる。次に、基本形容詞が多くのプロダクションルールから、情緒工学の原理に従って外観の形状と色彩およびその他のデザイン要素を決定する。これらはいくつかが用意されているので、顧客が選ぶこともできる。これがディスプレイ上で表示され、顧客のイメージと合致するかどうかを検討される。要望によって、形状および色彩の一部をディスプレイ上で変更することも可能である。外観が終われば、玄関、洋間、和室、台所……といった具合に、住宅の構成要因に従って順次デザインを呈示し、決定することができる。

図1のシステムは3つの部分に分解することができる。つまり、①形容詞処理部、②要因決定部、③グラフィック表示部である。

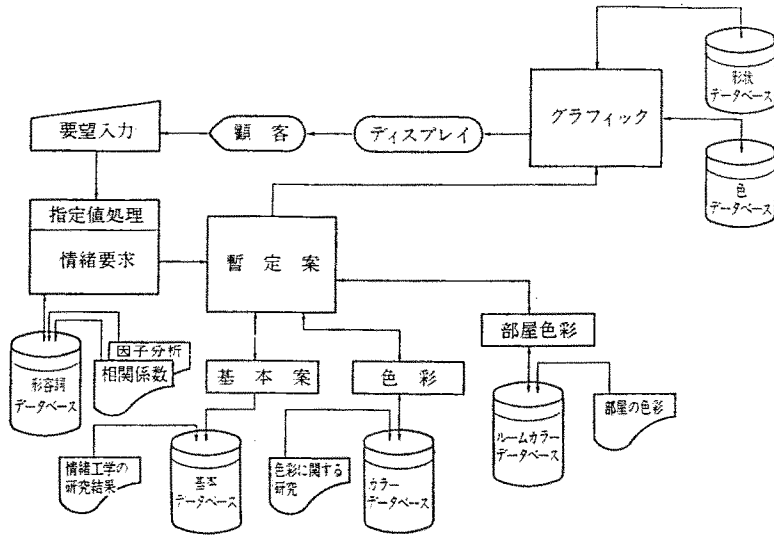


図 1 HULIS のシステムフロー図
Fig. 1 A diagram of HULIS system flow.

2-2. 基本となるデータベース

形容詞処理部および要因決定部の基本となるデータの由来について述べておく。

長町らは、住宅を外観、玄関、洋間、和室、台所、風呂、外構の7つの基本対象に分解し、それぞれのデザイン要素（たとえば外観であれば、洋風・和風、屋根の形として陸屋根・切妻・寄棟・大屋根・入母屋・半切妻など、詳細にあげると要因の数が60個になることもある）を決定し、それらを40個の基本形容詞によってSD尺度上に評価させた⁴⁾。調査する基本対象ごとに40枚程度のスライドを作成し（合計280枚）、それらを40人のデザイナーに見せて7段階尺度上に、各形容詞に関してイメージを評価させた。この結果を数量化理論I類によって分析し、7つの基本対象ごとの偏相関係数やレンジと各スコアとを算出し、これらがデータベースになっている。この場合の40個の基本形容詞とは、顧客が建築事務所内で表出する形容詞から、頻度と明確な内容をもつものを中心に収集されたものである。

2-3. 形容詞処理部

本処理部は、建築デザイナーと顧客とが最初に出合っ、このシステムに対面する最初のインターフェイスに相当する部分である。上述のように、建築上使用される形容詞を40個選択し、これで十分ではあるけれども、一般の顧客はもっと違った日常語やデザイナー用語を使用

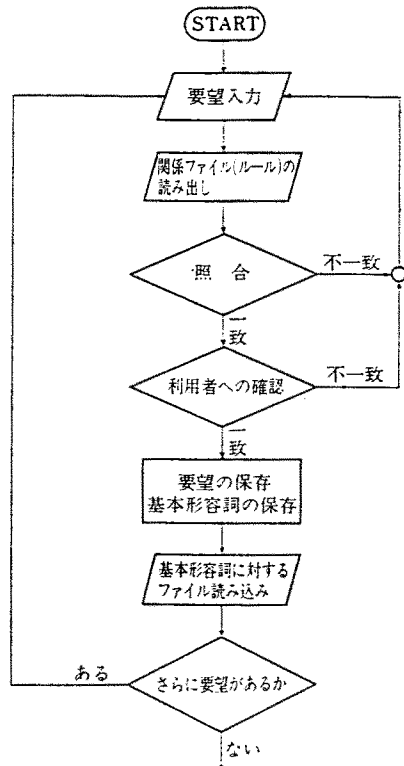


図 2 形容詞処理部のフローチャート
Fig. 2 A flow chart of adjective processing division.

するかもしれないので、40の基本形容詞以外に建築雑誌などから抽出した187個の形容詞を追加して、227個の形容詞対を構成した。前述のスライドの一部を使用して、SD尺度上でイメージを評価させ、その結果を使って相互の相関係数を算出した。これらの統計的データに基づいて、顧客が述べる形容詞を基本形容詞に変換する処理を担当させているのが、形容詞処理部である。

そのフローチャートは図2のとおりである。顧客が要望するイメージに相当する日常語を話す。デザイナーはその言葉のはじめから3、4文字打ち込むと、本処理部はデータベースと照合し、該当する形容詞をみつけて表示する。それを顧客に確認させた後に、基本形容詞のなかから相関の高い順に基本形容詞を引き出す。これも顧客に確認させ、さらに該当する他の言葉がないかを確認して、この処理部は終わる。

2-4. 要因決定部

ここでは、形容詞処理部で変換された基本形容詞を満足させるようなデザイン要素を決定する。この要因決定部には、①基本データベース、②ルーム・カラーデータベース、③カラーデータベースの3つが結合している。

(1) 基本データベース

基本データベースは、長町らの住宅全般に関係する情緒工学的研究⁴⁾データに基づいて作成されている。ここでは、7つの対象(外観、外構、玄関、洋間、和室、台所、風呂)に関する40名のデザイナーによるSD評価結果を、数量化理論I類で分析した結果の収録である。形容詞側からいえば、1つの基本形容詞に対して90個のデータであり、基本形容詞は40個あるので合計3,600個のデータが収められている。元データの一部が表1のとおりである。

知識ベースの起動は、各基本形容詞の対象別に、レンジおよびスコアの高い順に実行されることを原則にしてあるが、そのとおり機械的に実行されるとイメージとして不都合なものやムダなものが決定されることが生じるので、数量化理論I類の分析結果の判読ルールと、それに関するインテリアの専門的な観点からの考え方とから、プロダクションルールに相当するものが1,680個だけ用意されている。実際には、イメージの形容詞が入力されるとプロダクションルールに照合され、プロダクションルールが基本データベースを照合しながら、順次決定されるようになっている。

(2) ルーム・カラーデータベース

このデータベースは、初期の情緒工学的研究²⁾のデー

表1 数量化の結果の一部(対象:風呂, 基本形容詞番号 25)

Tab. 1 A part of database for bath room.

Item	Category	Adjective No.25 重みのある		
		Rank	Score	Range -1 0 +1
風呂材質	ホーロー		0.055	I*
	ステン		0.263	I***
	プラスチック	4	-0.054 0.317	*I
エプロン	埋め込み		0.243	I**
	エプロン	5	-0.049 0.292	I
窓の面積	1m ² 未満		-0.095	*I
	1~2		0.128	I*
	2m ² 以上	3	0.427 0.519	I****
エプロンの色	赤		-0.313	***I
	橙		0.111	I*
	黄		-0.161	**I
	黄緑		0.260	I***
	緑		0.373	I****
	緑青		-0.259	***I
	赤		0.206	I**
	茶		-0.042	I
白	2	-0.629 1.002	*****I	
壁タイルの色	黄		0.054	I*
	緑		-0.602	*****I
	青		0.045	I
	茶		0.410	I****
	白		0.044	I
黒	1	-0.050 1.012	I	

Multiple Correlation Coefficient=0.918

タに基づいて作成されており、主として洋間と台所とに適用される。というのも、このデータは洋間のカラーシミュレーションとして研究された際のデータであって、洋間に関するカラーの組み合わせに関して豊富なデータをもっており、しかも、本コンサルテーション・システムのプロトタイプ³⁾は、このデータに基づいて実行された経緯があるために、ここで活用することに決めた。

ルーム・カラーデータベースは、洋間のインテリアカラーに関する数量化理論I類の分析結果から成り立っており、色相、明度、彩度の3要素に関するデータであ

る。これに関してのプロダクションルールは30個でできており、基本形容詞の入力により天井、壁、床のカラーが決定される。

(3) カラーデータベース

基本データベースは、前述のとおり7つの対象についてのそれぞれの部屋の特徴や外観などの形状と色彩とが呼びだせるデータをもっている。また、ルーム・カラーデータベースは、主として洋間（台所へも適用可能）での色彩に関するデータベースである。ただし、両者は実験調査の時期が異なるために、結果の一部分で必ずしも一致しない面がある。したがって洋間と台所に関しては、形状については基本データベースが起動することになるが、色彩について両者でくい違いを起こす場合が、まれに発生することがある。そのために準備されているのがカラーデータベースである。

カラーデータベースは、日本色彩研究所の100種類の色票に関して、20名のデザイナーではあるが、SD尺度上でイメージ評価を行って数量化理論I類で分析した豊富な資料である。ただし、これらについては形容詞と単一の色彩との関連性が求められている。

これらの3種のデータベースの起動上の管理は、「黒板モデル」によって行われる。まず、黒板モデル上に基本データベースが呼びだされ、形状が記録される。ついで色彩が呼びだされ、次にルーム・カラーデータベースからイメージに相当する色彩の3要素が記録される。両者にくい違いがなければ、色彩についてはルーム・カラーデータベースの資料が起動される。仮にくい違いが生じた場合には、カラーデータベースが優先され、壁の色が決定され、それを基本にして天井、床の色彩がルーム・カラーデータベースから決定される。

2-5. グラフィック表示部

建築CADは、顧客からの要望を受けつけた設計者が、建築上の制約条件などを加味しながら間取りなどを計算して図面として表示する、設計者の手助けとして用いられる。しかし本システムは、顧客が要望として、たとえば「豪華な部屋」というふうに訴求したとすると、その要望から生まれるイメージに合う部屋と色彩とが絵として画面に表示されるものであり、CADと本質的に異なる。すなわち、建築CADが設計段階のものであり、色彩など特に問題としなかったのに対し、本システムは顧客と建築業者との間の情報を交換し、意志疎通を図りながら基本要素を決定するというような、いわば企画段階のものである。したがって、ここで重要になってくる

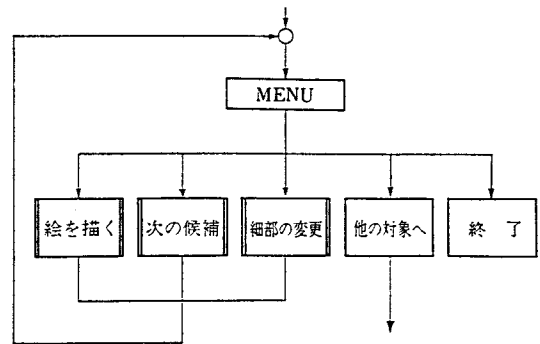


図3 グラフィック部概要

Fig. 3 A schema of graphic division.

のは、いかに顧客のイメージに見合った内容を表示することができるかの点にある。これを表現する役割をもつものが、グラフィック表示部である。

1) グラフィック部

要因決定部によって決定された物理的要因値から、具体的なデザインとして絵をディスプレイ上に表示させるのが、グラフィック部の役割である。グラフィック部は次の3つのルーチンからなる（図3参照）。

(1) グラフィック ルーチン

このルーチンは、実際に絵を描くルーチンであり、各対象ごとの基本的スタイル（たとえば風呂であれば、浴槽のスタイル、壁、床など）、窓、色彩などの物理的要因をそれぞれ描いていく。このようにルーチンを分割したのは、形および色彩の呼びだしが容易になることと、部分的変更をする場合に簡単で高速であるからである。実際には、形状データを読んで線を引くルーチンと、色彩のデータを読んで色彩を塗っていくルーチンとで構成している。

(2) 次候補

要因決定部によって決定される値は1つではなくて、有効なものがいくつか順番に決定される。はじめは、このうちのトップの値によってグラフィック表示をする。ただし、その絵が顧客に満足されない場合、あるいは別の絵を見たいという場合には、同じ情緒に相当する次の候補をよび、その更新された値によって新しい絵が表示される。

(3) 細部変更ルーチン

細部の変更とは、提示した絵が顧客の考えているものと若干ずれている際の、形状および色彩の変更ルーチンである。図4が、それを表示した一例である。

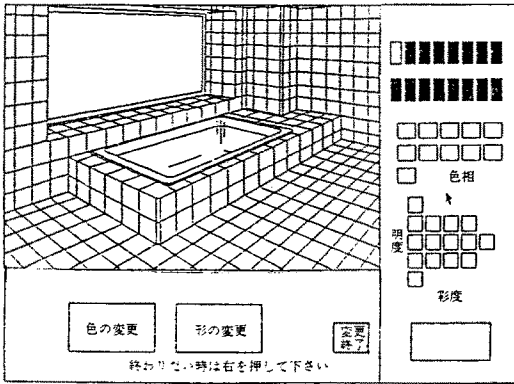


図 4 形状および色彩の変更画面

Fig. 4 A display of change system of interior element and color.

a. 形状変更ルーチン

形状の変更は、各対象に関して本研究で取り決めた物理的要因の範囲内でのみ、可能である。まず、① 物理的要因のうち、何を、どのように変更するかを決定する。② 変更で指定されたグラフィック部分が絵の他の部分に重なるなどの影響を与えなければ、別の色で線を描き色をつけて、正しく変更する。もし他の部分に影響を与えていれば、その部分を先に描き換え、次に変更部分を描き換える。

b. 色彩変更ルーチン

ここでの色彩の変更は、前に述べたカラーデータベースを用いて実行している。図4のように、色相、明度、彩度を目で見ながら指定して変更していく。

2) 形状データおよび色彩データの作成

要因決定部の決定値から絵に変換するには、その値に対応した形状データおよび色彩データを、あらかじめデータとして蓄えておく必要がある。そこで、7つの対象に対してそれぞれ考えられる形状および色彩データを、次のように作成した。

- (1) 各対象ごとに、物理的要因のなかで基本となる要因を決め、それにかかわる基本スタイルを決め、その座標を記憶させた。
- (2) グラフィック上で、それぞれの異なる色彩をつける領域内の点を覚え込ませ、それが要因決定部の決定値に関連させて指定の色が表示されるようにした。

これらの作成は、通常の座標点の読み込ませ方ではかなりの時間を必要とするので、別途簡易 CAD 的ツールを開発し、これによって実行していった。

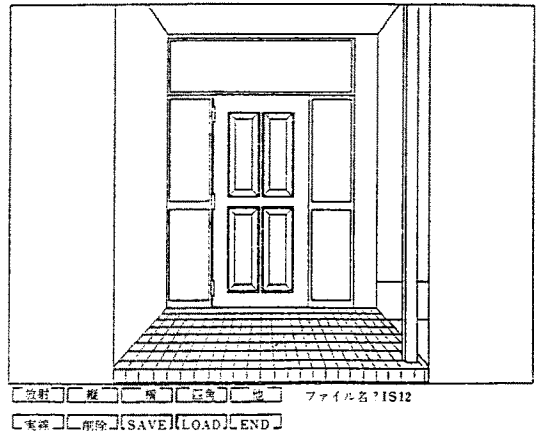


図 5 玄関表示の一例

Fig. 5 A display of main entrance.

3. 開発の結果と考察

建築デザイナーと顧客との間の情緒部分の表現を円滑にし、顧客の情緒的要望が十分満足されるかたちで実現できるインターフェイスの開発が、本研究の目的であった。このコンサルテーション・システム (HULIS) は、したがってすべての建築関係者に使用されてはじめて、その価値が評価されるわけであり、知識工学を容易にする LISP マシン上で駆動させることになると、あまりに高コストになって、開発の目的のひとつである普及が実現できない。

そこで、これだけのメモリとグラフィック表示も可能であり、かつ誰でも所有できる程度の価格のマシンとして、PC-100* のパーソナルコンピュータをハードウェアとして選んだ。したがって、システムはすべて BASIC で書いてある⁹⁾。

表示はすべてカラーがついているが、ここに7つの対象のうちの一部(要因についても一部分になる)を例示しておく。図5は玄関、図6は和室、図7は台所であり、風呂の実例としてはすでに図4に例示した。実際には、これらはいずれも要因決定部によって決定された色彩がついている。

このようにして、既存のパーソナルコンピュータ上で

* PC-100 機能仕様は、cpu は 8,086 (8MHz バージョン)、RAM は 384 K バイト、ディスプレイの解像度は 720×512 ドットで 512 色、フロッピーディスクとして 5 インチの 360 K バイトのもの 2 台、ハードディスク 10M バイト、そしてセレクトスイッチ 2 個のマウスを接続。

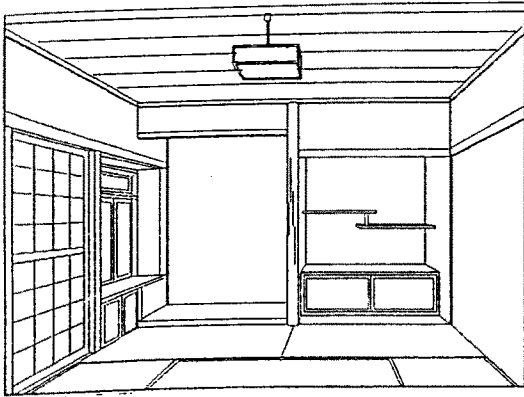


図 6 和室表示の一例

Fig. 6 A display of Japanese style room.

インテリア・コンサルテーション・システム (HULIS) が実現できたが、大きなデータベースから必要事項を検索するのに数分の時間がかかるというのが、対話型のソフトとしての唯一の問題点である。こういった利用の仕方に適したハードウェアの開発が待たれる。

最後に、このシステム開発に助成していただいた広島県商工労働部 (中小企業研究開発助成)、および建設省 (85 プロジェクト研究助成) に深謝の意を表したい。また、本システム開発には、本学丸中謙司、藤江克利両君の協力があったことを付記して感謝したい。

参考文献

1) 長町三生, 瀬沼 勲, 岩重律子: 情緒工学の研究, 人間工学, 10(2), 121~130, 1974.

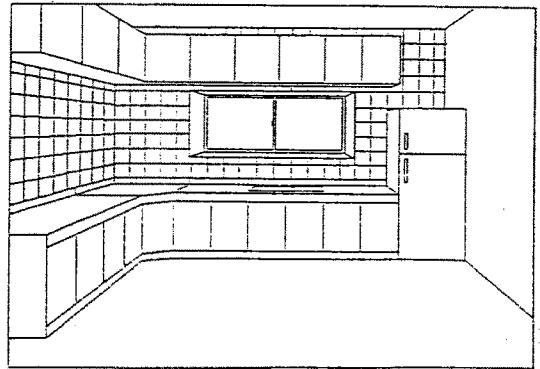


図 7 台所表示の一例

Fig. 7 A display of kitchen.

2) 長町三生, 瀬沼 勲, 岩重律子: 室の雰囲気に関する感情分析, 人間工学, 13(1), 7~14, 1977.

3) 長町三生, 関根 毅, 堀田よしみ: 住環境に関する情緒工学的研究, 日本建築学会中国支部研究報告集, 9, 125~128, 1982.

4) 長町三生, 伊藤宏司, 福場良之, 辻 敏夫: 住宅建築に関する情緒工学的研究, 日本人間工学会誌第 20 巻特別号, 90~91, 1984.

5) 長町三生, 伊藤宏司, 福場良之, 辻 敏夫: 知識工学による情緒工学システム開発, 日本人間工学会誌第 20 巻特別号, 94~95, 1984.

6) 長町三生, 伊藤宏司, 福場良之, 辻 敏夫: 木造住宅インテリア・カラーシミュレーション・システムの開発, 建設省 85 プロジェクト開発報告書, 1985.