

(20) 道路の空間構成・景観設計のシステム化に関する研究 — 道路デザイン支援システムの構築 —

A STUDY ON ROAD DESIGN AIDING COMPUTER SYSTEM

榊原 和彦*, 福井 義員*, 谷口 興紀*

Kazuhiko SAKAKIBARA*, Yoshikazu FUKUI* and Okinori TANIGUCHI*

ABSTRACT; The authors tried to construct Road Design Aiding Computer System, which aids configuring design image, solving design problems, design analysis and so on, and which contributes to create better design solution. The system consists of five major subsystems as follows: (1) design information database system, (2) image configuring aiding system, (3) problem solving system, (4) design analysis aiding system, (5) landscape simulation system. In this paper the authors focused on (1) and (2) and described fundamental idea, composition, some details of them. Applications showed that the system appeared to be useful without missing our aims.

KEYWORDS; road design, landscape of roads, image configuring, design aiding computer system, computer graphics.

1 はじめに

道路のみならず土木事業一般のデザインの水準を向上し、もって都市・地域景観の形成に資するためには、その計画・デザインの体制やプロセスをこれまでの土木事業のものとは異なるものとしていかなければならない。それは、建築など他の分野におけるデザイン・システムと同じようなものではなく、独自の、合理的で客観的な吟味に耐える開かれたシステムであることが必要だろう。それに対してコンピュータ・グラフィックスを中心とするコンピュータ技術が大きく貢献すると考えられる。景観シミュレーション¹⁾、景観設計・道路デザイン事例データベース²⁾、整備イメージ形成支援システム^{2) 3)}、従来のCADとは異なる発想によるデザイン・エディティング・コンピュータ(DAC⁴⁾)等々、開発と応用が期待されるシステムは多い。これらがデザインにおける諸フェーズに活用されれば、公共デザイン体制の整備に大きく貢献するであろう。

こうした背景のもとに、道路空間および景観デザインにおけるイメージ形成、問題解決、デザイン分析などを支援し、よりよいデザインの創造へと寄与する道路デザイン支援システムを開発することを目的として研究を行った。本論文では、システムの考え方とシステム構成、道路デザイン情報データベース・システム、イメージ形成支援サブシステムなどを中心に論じ、システムの論理、可能性と課題を追求する。

2 道路デザイン支援システム

2.1 システムの基本的考え方

景観および空間のデザインは、図-1の左側に示すように、5つのフェーズ(局面)から成ると考えられる。本研究では、デザイン生成のフェーズにおけるイメージ形成や問題解決、デザイン分析のフェーズなどを助けるデザイン支援システムを開発することをテーマとしている。

* 大阪産業大学 Osaka Sangyo University

そのために、2. 2に述べるように、既存の道路から空間構成・景観に関わるデザイン情報を抽出・分析することによりデータベースを作成し、それにもとづいて2. 3に示すようないくつかのデザイン支援サブシステムの構築を目指した。

このデザイン支援システムは、単なる情報検索システムであってはならないだろう。それは、(i)デザイナーに有益な（たとえば、未知の、あるいは、体系立った）情報を提供し、(ii)創造的な発想の手助けをし、(iii)システム利用過程での学習によってシステムとデータベースの成長・更新がはかれ、(iv)定型的作業を効率的に行う、ことができる必要があり、これらをシステムの目標とする。

2. 2 道路デザイン情報データベース

これまでに行われた様々の道路整備は、いずれも道路空間、景観、沿道環境などの改善のための物的、空間的手法の実施事例であって、それらを収集・整理してデータベース化すれば、道路の設計情報として活用できると考えられる。そこで、全国の道路整備事例を収集し（現時点で537例）、(i)整備概要、(ii)整備内容（道路空間・景観構成要素の有無を示す空間構成要素マトリックス）、(iii)写真をイメージスキャナーで読み込んだもの（“場景写真”，図-2の(a)参照）、(iv)景観特性（事例で採用している物的・空間的手法とその組み合わせから生じる場景を50文字程度で記述した“場景記述”，図-2の(b)参照）、(v)場景記述文分析データ（表相・裏相成分分析データ”や図-2の(b)に示すような分析データ）などでデータベースを構築した。

各道路整備事例は、図-3に示すように、写真と場景記述または整備内容を共に示すようアウトプットする。事例の呼び出しは、事例番号の他に、各種のキーワードの組み合わせによって行い、容易に参照できるようにした。

2. 3 デザイン支援システムのサブシステム

①イメージ形成支援サブシステム――デザイン対象の形象的イメージをイメージ画像で、意味的イメージをイメージ文でつくりあげることを支援するシステム

②課題解決支援サブシステム――景観形成上あるいは空間構成上の課題に対応した方策・手段を見いだすためのシステム。道路デザイン情報データベースにある場景記述文の分析データ（場景記述文を道路条件・物的要素・対応・景観上の効果の要因で分析したもの、図-2の(b)参照）に基づいて道路構成上の問題に対応する解決策を探る。

③デザイン分析支援サブシステム――デザインの良否、妥当性、フィージビリティなどの分析・評価を支援するシステム。景観シミュレーション・システムが中核を成し、一方で、シミュレーションを用いた分析・評価のための枠組み、手法から成るソフトウェア（ノウ

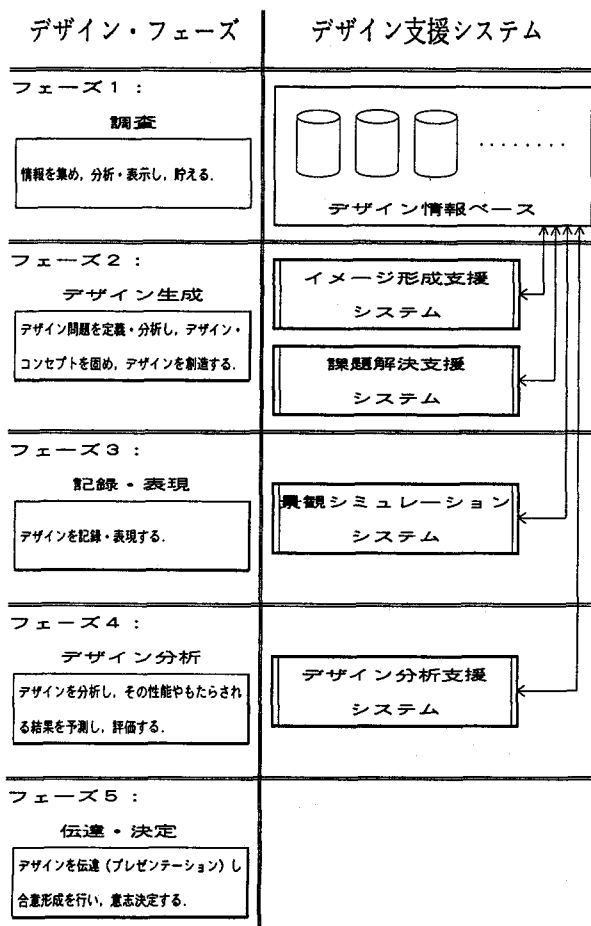


図-1 景観・空間のデザイン・フェーズとデザイン支援システム

ハウ) システムが大きな比重を持つ。

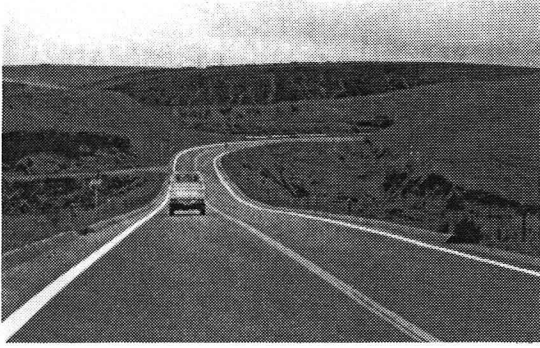
3 イメージ形成支援サブシステム

3. 1 イメージ形成について

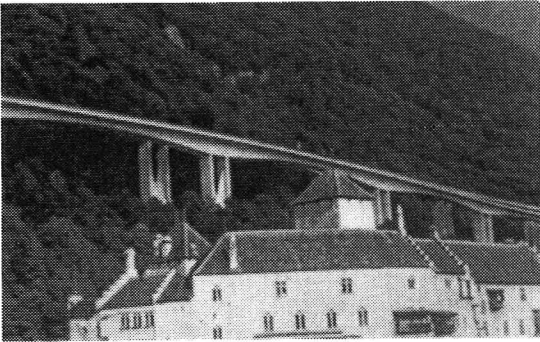
イメージをここでは『具現化を志向してつくり出されたデザイン対象の像』と簡単に定義しておく。像は、「思い描いた姿、あり方」(広辞苑による)で、したがって、イメージは、未だデザイン(代替案)として具体化・実際化されてはいないけれども、それを志向し、それにいたる途上にあるデザイン(代替案)の姿、



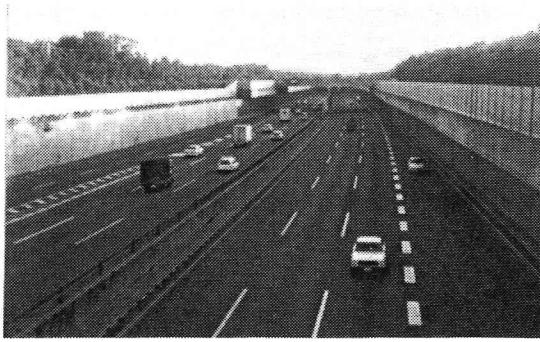
A (日本道路公団「親しみと潤いのある道路・高速道路事例集」より)



B (日本道路公団「親しみと潤いのある道路・高速道路事例集」より)



C (建設省大臣官房技術調査室監修「クロノス Vol.1」より)



D (建設省関東地建道路部「道路構造物景観設計ハンドブック」より)

(a) 場景写真の例

(b) 場景写真の例に対応する場景記述とその分析例

要因 場景	場景記述文	道路条件	物的要素	対応	景観上の効果
A	地形の起伏が比較的緩やかなために、自然の改変がおさえられ、道路が地域の自然景観になじんでいて、走行景観も良好である。	地形＝緩やかな起伏	道路線形	地形に従わせる	自然の改変が少ない 道路と自然景観が調和
B	農耕景観に調和した道路の線形、低い丘陵を埋めつくすリンゴ畑の眺望が素晴らしい。	地形＝低い丘陵	道路線形	地形に従わせる	自然の改変が少ない 道路と農村景観が調和
C	比較的急峻な山腹に、山肌を削ることなく高架橋を通し、自然景観と調和した道路となっている。	地形＝急峻な山腹	高架橋	地形に沿わせる 山肌を削らない	自然の改変が少ない 道路と自然景観が調和
D	掘割り構造とし、外側に環境施設帯を設けて、環境との調和をはかっている。内部景観はよくない。	地形＝平坦地	掘割り構造 環境施設帯	垂直壁とする 植栽する	道路と地域景観が調和 内部景観がよくない

図-2 場景写真・場景記述文・場景記述分析データの例

あり方である。

そのようなイメージは、それをつくり出すプロセスの初期においては、ぼんやりとつかみどころのないものであったり、単にいくつかのイメージ断片であったり、あるいは、ただイメージにいたる可能性をもったヒントであったりする。これを徐々により確かな、はっきりとしたイメージへと育て上げていく。つまり、何段階ものイメージの「展開」を経て満足のいくイメージに到達する。このイメージ展開時にデザイナーが行う作業は以下のようなものであろう。

- ① イメージを想起する手がかり、ヒントとなる情報を得る作業（イメージ想起準備の作業）。
- ② 手がかりにもとづいて、あるいはもとづくことなくイメージ（またはその断片）に到るイメージ想起の作業。
- ③ 漠然としたイメージをより確からしいものにしていくイメージ定着の作業。

上記の作業内容をより詳しく同定するために、イメージの内容を考えてみよう。

イメージには、「姿」とよばれるような形象的、図像的、図式的、視覚的なイメージと、「あり方」という意味体系的、言語記述的、命題的なイメージとがある。前者は「図」で、後者は「文」で（代理的に）表現する（represent）ことができよう。

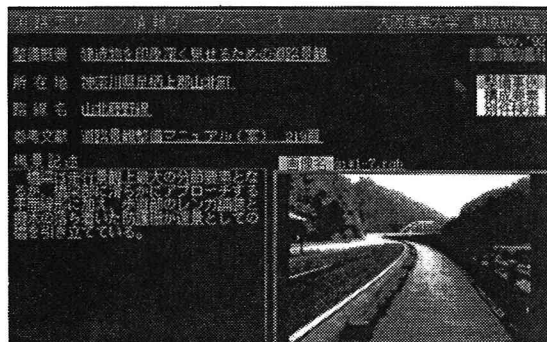
「文」イメージと「図」イメージとは、デザインにとっては相補的に補完し合うものであろう。つまり、意匠設計であり造形設計であるデザインの「意」「匠」要素（すなわち、理念やコンセプト、あるいは、造形的工夫や手だて）が「文」イメージに、「造」「形」要素（すなわち、形、色、スケール、形の組み合わせなど）が「図」イメージにほぼ対応し、その意味において補完的と言えよう。あるいは、ことばという記号表現によって抽象的ならざるを得ない「文」イメージと、図や形による具体性、具象性を有する「図」イメージとは、相補い合うものと言えよう。

したがって、イメージ形成支援システムのアウトプットである「イメージ」は、「文」イメージと「図」イメージの組であるとする。

3. 2 イメージ形成の支援について

イメージ形成とは、上記からわかるように、「文」イメージ、「図」イメージの組から成るイメージを、最初のもの（素イメージと呼ぶ）から幾多の段階を踏んで展開し、最終段階のイメージ（結実イメージと呼ぶ）に到達することであるが、これを支援するシステムの要件について考える。

ここでまず、イメージ展開がなされる次元（軸）について述べておく。一つは、イメージ豊穡化の次元である。イメージは、考量、吟味を経て、内容に豊かさを加え、洗練、明確さの度合いを深める。この点に着目したもので、言い換えれば、展開におけるイメージ量の充実、イメージ質の向上の次元である。今ひとつは、イメージの位相の次元である。これは、イメージの創造性、新規性に関わる。イメージ展開が、たとえ



(a) 整備事例の場景写真と整備内容の表示例



(b) 整備事例の場景写真と空間構成要素の表示例

図-3 道路デザイン情報データベースの出力例

ば「発想の転換」「コペルニクスの転回」「パラダイムシフト」などの下になされたような場合、豊穠化とは次元の異なる変化がもたらされたと言えるが、こうした展開を位相の変化と捉え、この次元を設定する。イメージ形成支援システムは、この両方の次元におけるイメージ展開に資するものでなければならない。

ところで、イメージ形成を行うこと、あるいはもっと限定してイメージ展開を行うことは、言葉を換えれば、「創造」することである。そして、創造とは『「無からの創造」ではなく、「有からの創造」、すなわち既存の要素から、ある目的にふさわしい、新しい組み合わせをつくり出すこと』⁹⁾であるなどと言われる。より操作的に定義すれば、『ある構成のもとに成り立っている要素の組が既存のものとしてあるとき、ある要素を取り去り、あるいは別の要素と取り替えたり別の要素をつけ加えたりして、全体を再構成すること』である。このような操作によってできたものを新しい組み合わせと呼ぶことにするが、ここで言う「新しい」とは、前述の展開の2つの次元のうちのいずれであっても変化があることを指す。

ここで、「文」イメージの展開の例を検討し、豊穠化次元と位相次元それぞれにおける展開のあり方を見ながら新しさについて考えてみよう。

「文」イメージの展開例－1：

- i. 田園地帯を通る高速道路。背景に竹林のある丘陵地帯。
- ii. 田園地帯を通る高架高速道路。背景の竹林のある丘陵地帯に向かっていく。
- iii. 田園地帯を通る緑豊かな高速道路の高架。その緑は背景の竹林のある丘陵地帯の緑から連続している。
- iv. 遠くに見える竹林のある丘陵地帯から引き出されたかのように見える緑の帯が田園地帯を横切っていく。豊かな緑の帯から高速道路の高架の桁が見え隠れする。緑立つ道。

iの素イメージでは、デザインの前提条件を述べているに過ぎないが、これから出発して、iiでは、「高架」「丘陵地帯に向かう」という要素が加わる。iiiでは「緑」が付け加わる。このようにして、豊穠化の次元において、イメージは展開するが、ivにおいて「丘陵地帯から引き出された緑の帯」という表現が出る。ここでは「緑豊かな高速道路」が、道ではなく「緑の帯」という異なる形態をもったものと捉えられ、位相的に変位している。こうして、ivはiiiの言わばありきたりのイメージから、より新しい、人を引きつけるイメージへと展開したと言える。この例の場合、“デザイン対象は道である”からイメージ展開が始まり、デザイン対象へ緑などを付加することによってその性格、属性を豊穠化することをまず行っている。このとき、付加されるものの特性を異なるものにすることによって（たとえば、緑を竹としたり、常緑樹とすることによって）いくつかのイメージ代替案をつくることができるが、その間の差はさほど大きくはなく、つくられる新しい代替案は、それほど新しくない。ところが、“そのデザイン対象は緑の帯である”というデザイン対象そのものの捉え方を変えることによって、イメージは位相を異にし、大きな度合いで新しくなっていると見えよう。

「文」イメージの展開例－2：

- i. 高台から見る、田園地帯から山間に向かう高架高速道路。大きな切土法面が山を傷つけている。
- ii. 高台から見る、田園地帯から山間に向かう高架高速道路。山に当たるあたりで迂回する。そして山間の中に消えていく。山間には人の住む集落があるので環境汚染が心配される。
- iii. 高台から見る、田園地帯から山間に向かう高架高速道路。山に当たるあたりで消える。すなわちトンネルで山を抜ける。トンネル坑口が高いところにあるのでよく見える。高架の高さが高く、巨大に見える。
- iv. 高台から見る、田園地帯から山間に向かう高架高速道路。山に当たるあたりで消える。トンネルで山を抜けるが、トンネル坑口は低いところにあるので木に隠されてあまり見えない。高架の高さも低く押さえられ、高木の緑の中に見え隠れする。

この例では、デザイン対象がその“空間的位置（配置）”を変えることによって、やはり、位相的な展開

を遂げ、次々に新しいイメージ代替案になっていると言える。

イメージ形成の支援とは、以上のような様々な新しさをもったイメージ代替案づくりの支援であり、「新しい・発想」に役に立つ情報を提供することである。その情報は、次に示す内容から成ると考えられる。

- ① 「新しい」に関わる情報——たとえば、要素単体の、豊穡化軸上または位相上における「新しさ」という点での要素の組の中における重要度。
- ② 「発想（する）」に関わる情報—— heuristicな情報。たとえば、除去や付加において着目する要素の発見に役立つ、あるいはこれまでにない要素の発見に役立つ情報（ヒント）。
- ③ 「新しい発想」に関わる情報——たとえば、構成の仕方（手法）、仕組み（メカニズム）、パターン（発想の型や類型）に関わる情報。
- ④ 簡単に、あるいは効率的にアクセスできる情報

こうした情報の提供は、3. 1に述べたイメージ想起準備作業の支援になる。イメージ想起それ自体は、デザイナーの能力に依存するが、独創性のある豊かなイメージ形成の支援にはなるであろう。また、支援システムの有するCAD的あるいはDAC的機能が、「表現（representation）」を手助けすることを通じてイメージ定着作業を支援する。

3. 3 システムの考え方

イメージ形成支援システムにおいてイメージ形成とは、ある段階におけるイメージを3. 2に述べた創造作業の操作を通じて別の段階のイメージへと展開する、という操作（イメージ展開ステップと呼ぶ）の繰返しによって最終のイメージに到達することである。「新しい・発想」のために提供する情報は、各イメージ展開ステップにおいて提供される。この情報の原資は、主として場景記述と場景写真である。

より具体的には、次の点がシステムの主たる機能となる。

- ① あるステップにおいて「文」イメージと「図」イメージが存在するものとし、これの展開をデザイナーが欲するとき、(i)何らかの基準によって選ばれた少数の（発想のヒントとして有用であり、かつ、検討可能な範囲内の数の）場景写真ならびに対応する場景記述、(ii)その他何らかの点で3. 2の①から③に該当する情報、を適切なかたち（メディア）で提供する。
- ② 上記①の(i)(ii)の情報にもとづいてデザイナーが新しい発想を抱いたとき、すなわち、「文」イメージと「図」イメージの変更を欲したとき、その実行を容易かつ効率的に行えるようなツール（コンピュータ・システム）となる。

上記①の(i)のために「表相-裏相成分分析」データを利用する。表相成分分析とは、景觀写真について、「何が見えますか」や「何がありますか」という問いにもっとも短く応えるときに使用可能な語を場景記述文から取り出すことである。一方、「どのようなですか」や「どうなっていますか」という問いには、見えるものや存在するもの（表相成分）に加えて、それらの関係や性質を述べねば応え難く、表相成分を結合する語を必要とする。裏相成分分析とは、この類の語要素（裏相成分）を場景記述文から取り出すことである。すなわち、表相成分とは、大部分が景觀要素のデータであり、裏相成分とは、景觀要素の関係のデータである。そうすると、例えば、任意の2つの場景記述文に関し、共通する表相成分や裏相成分を抽出してそれが成分全体に占める「割合の大小」をイメージが「互いに近い・遠い」を表す指標と考えると、それぞれの指標のレベルやそのレベルの関数を基準として、素イメージに近いイメージ文・遠いイメージ文などをデータベースから取り出すことが出来る。

また、上記①の(ii)のためには、場景記述、道路整備事例の整備内容あるいは発想の構造分析が必要である。これまでの研究⁹⁾では、文から文法的な要素（名詞句・動詞句などとその品詞）を取り出す構文解析ではなく、要素（個体）とその性質や関係付け（述語）を分析する述語論理的観点を下敷きにした構造分析によって文のフォーマットと場景写真との対応関係のデータを得ている。これは「表相-裏相成分分析」データと合わせてイメージ形成支援システムで提供する情報として有用であると考えられる。

3. 4 システムの概要

イメージ形成支援システムの全体構成を図-4に、システムのフローを図-5に示す。また、システムのハードウェア構成を図-6に示す。

イメージは、すでに述べたように、発生的段階の漠然とした素イメージから最終的な結実イメージまで、多段階の考量・錬成による展開を経て形成されるが、システムはこのプロセスをなぞるものである。

① システムのユーザは第一段階として素イメージを「文」イメージ表現する。また、「図」イメージとして適当な視点からの、デザイン対象が出現する場面の現場写真、スケッチなどを入力する。

② 「文」イメージはシステム内で表相成分（景観構成要素とその属性に関わる語）と裏相成分（要素の関係に関わる情報成分）とに分けられる。

③ データベース内の場景記述文ならびに場景写真を探索する（これ以前に形成された「文」イメージと「図」イメージも新たな場景としてストックされているのでこれらを含む。また、データベースの場景記述文はすでに両成分に分けられている）。探索方法については、いくつかのやり方をオプションとして選ぶ。現在、選択可能な方法は、(i)システムが提供する情報に基づいて任意の語（群）を選びこれを検索キーとする、(ii)表相成分または裏相成分の分析結果（共通成分割合）によって検索する、である。

④ ユーザは場景記述文と場景写真とを参照しその啓発によって、「文」イメージを展開する。また、場景写真の全体または一部を図として抽出したり、スケッチ（エスキース）を

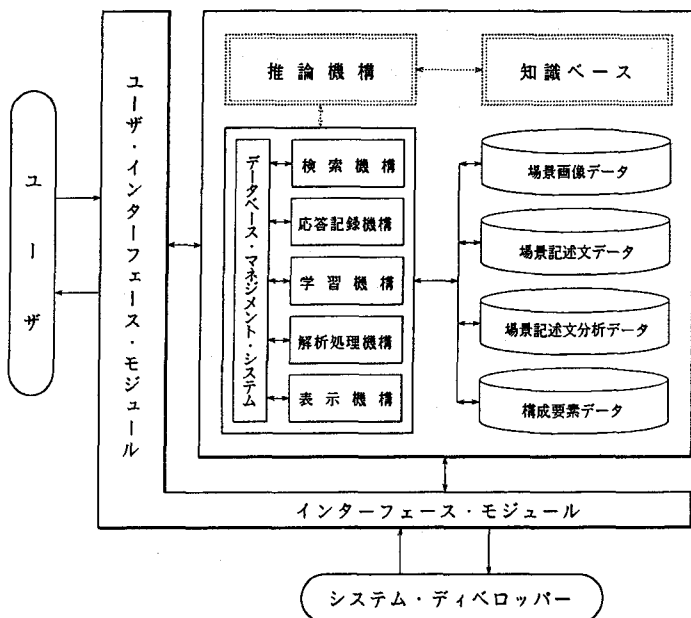


図-4 イメージ形成支援システムの全体構成

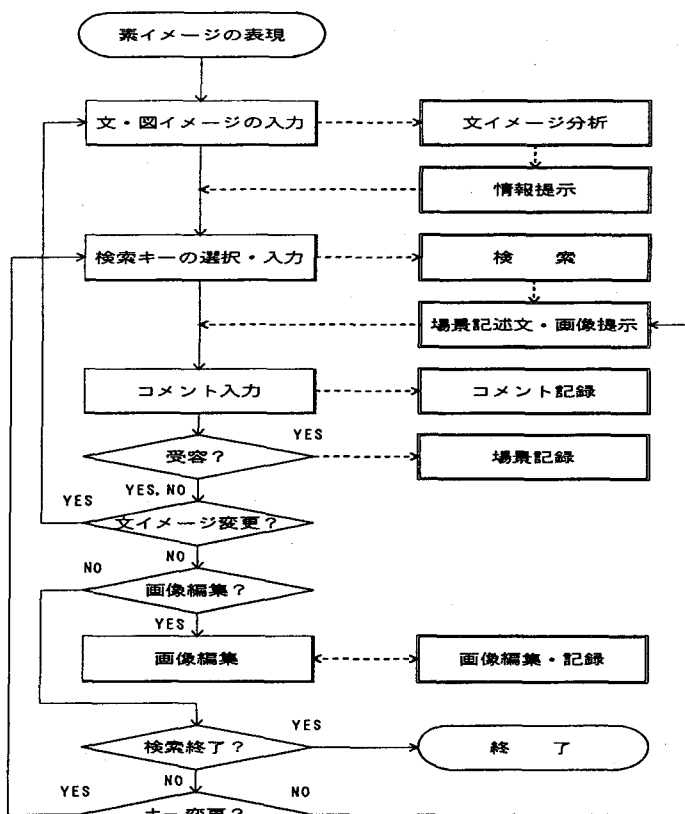


図-5 イメージ形成支援システムのフロー

描き、これをもとの「図」イメージに重ね合わせるなどして図の編集・展開をする。複数の「図」イメージをつくることもできる。

⑤ 「文」イメージと情景記述文・風景写真の関連の情報を記録する。

⑥ 結実イメージに到っていないと判断すれば以上を繰り返す。

⑦ 結実イメージに到達した場合、イメージは一まとまりの「文」イメージ文と「図」イメージ（一枚の写真、スケッチあるいは多くの写真の部分やスケッチのコラージュ・合成写真）として得られる。

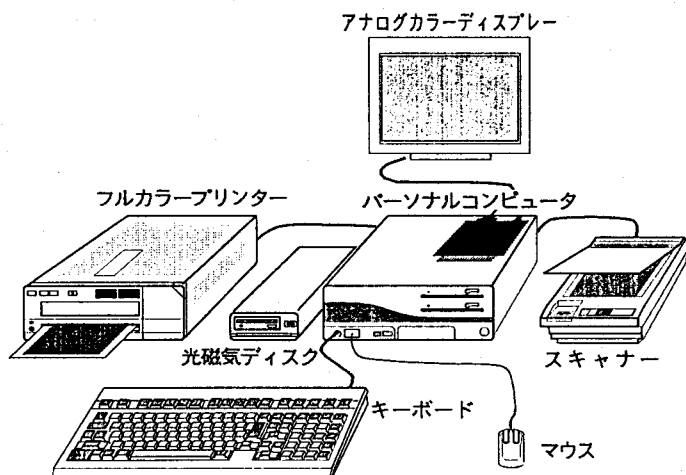


図-6 システムのハードウェア構成

4 おわりに

本論文では、いくつかのサブシステムから成る道路デザイン支援システムの内、主としてイメージ形成支援システムについて述べた。システムは未だ開発途上であり、イメージ展開において提供できる情報ならびに検索の方法のオプションも限られたものである。したがって、「新しい発想」のメカニズムの解明や「文」イメージの論理形式分析にもとづく「文」・「図」イメージの対応構造分析、「文」イメージの位相変位的展開のパターンと構造の分析などにもとづいて、ユーザに提供する情報を増やし、検索オプションを充実することが課題である。しかし、現段階でも、「文」イメージの展開例に示されているように、本システムの方法はイメージ形成すなわちデザイン創造に有効であると考えられる。

《 参 考 文 献 》

- 1) たとえば、榊原・三宅・武田（1992）「景観シミュレーション・システム（LANSIS）の構築とその機能拡充」1992年度土木情報システム論文集，pp.135-142.
- 2) 榊原和彦（1992）「広域幹線道路の景観デザイン支援システム」環境科学会1992年会・環境科学シンポジウム講演要旨集.
- 3) 谷口，榊原，奥（1992）「河川景観の情景記述データベースに基づく河川景観イメージ探索システム」日本建築学会・情報システム技術委員会・第15回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集，pp.221-226.
- 4) 谷口興紀（1991）「DAC（Design Assisting Computer）システム：DACノードのプログラム仕様」平成3年度日本建築学会近畿支部研究報告集.
- 5) 山崎・市川編（1970）「現代哲学事典」講談社，p.401-402.
- 6) 谷口興紀（1993）「発想の論理形式と環境デザイン」平成5年度日本建築学会近畿支部研究報告集，pp.433-436.