

道路デザインにおける課題解決支援システムの研究*

A Study on the Computer Aided Problem Solving System for Road Space Design*

榊原和彦**・福井義員***・谷口興紀**

By Kazuhiko SAKAKIBARA**, Yoshikazu FUKUI***, and Okinori TANIGUCHI**

1. はじめに

筆者らは、道路空間および景観デザインに関する道路デザイン情報データベースを構築し、それに基づいてイメージ形成、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進めている^{1) 2) 3)}。本稿では、道路デザインの比較的初期の段階で、道路構造や断面形状等の基本的な「形」を決めて行くプロセスについて分析・整理し、システムの考え方、道路デザインの問題構造の把握と知識ベースの構築について述べる。

2. 課題解決支援システムの考え方

(1) システム構築の目標

課題解決支援システムは、景観形成上あるいは空間構成上の課題に対応した解決の方策・手段、それらの効果の検索・発見のためのシステムであり、最終的には、よいデザインをつくり出すことにあがり、それ自身をコンピュータ化することは目指さない。本研究では、「景観形成上、空間構成上の課題に対応した方策・手段を見出すこと」、「方策・手段は、最終デザインを構成する要素で、最終デザイン案という全体集合の部分集合である」という前提でシステムを考え、構築することを目指す。

(2) 課題解決支援システムの位置づけ

課題解決支援システムは、イメージ形成支援システムとともに、道路デザインの比較的初期の段階

(企画、計画の段階を含む)において用いられるデザイン支援システムである。デザインの分野におけるこの種のコンピュータ支援システムの研究は、従来より、建築の分野で多く行われてきたが、それらは、最終的には具体的なプランやデザインの生成を目標としてはいても、次のように、大別して3つのやや異なるアプローチが採られている。

①形態文法(形や建築プランに内在する構成規則・文法や特定の建築家の作法など)にもとづいて、形態や建築平面などを自動生成するアプローチ⁴⁾。

②デザインについての知識ベースにもとづいて、平面形態をつくり出すなど、知識ベースデザイン(支援)システムを構築するアプローチ⁵⁾。

③その他のアプローチ⁶⁾。筆者らのイメージ形成支援システムはこれに入る^{2) 3)}。

本研究における課題解決支援システムは、以上のうちの②のアプローチをとっている。その理由は、(i)道路デザインにおける課題が、形態的な事柄のみではなく、むしろ機能的・意味論的な解釈にもとづいて解決されるべき事柄が多く、形態文法による方法にはなじまないこと、(ii)課題とその解決策が有する論理内容、論理的関係が「知識ベース」がもつべきそれに適合することが予想されること、(iii)道路デザイン・データベースから知識ベースを構築することが、簡単ではないにしても、自然であること、(iv)知識ベースにもとづいたエキスパート・システムとして課題解決支援システムを構築することが適切であることが予想されること、(v)イメージ形成支援システムのようにその他のアプローチをとる必然性がないこと、などによる。

(3) 課題解決支援における問題構造の解明と知識の構築

前述の知識ベースでは、アレキサンダーのボタン・ランゲージ⁷⁾にもとづく表現、if - then - because

* キーワーズ：計画情報、景観、空間設計

** 正員、工博、大阪産業大学工学部環境デザイン学科
(大阪府大東市中垣内 3-1-1, TEL 0720-75-3001,
FAX 0720-70-7857)

*** 正員、大阪産業大学工学部環境デザイン学科
(大阪府大東市中垣内 3-1-1, TEL 0720-75-3001,
FAX 0720-70-7857)

ルールによる表現, form - function 関係による表現など, いくつかのタイプの知識表現がなされ, それによるデザイン支援システムもさまざまである³⁾が, いずれにせよ, 形式的, 体系的な知識表現から出発している. より詳しくみると, パタンはある状況 (コンテキスト) 下での, デザイン問題の解決あるいはデザイン目標を達成するような, 物的なパーツの配置構成 (コンフィギュレーション) のことである. また, if - then - because ルールによる知識表現では, パタンは, 'if C then A because P' という形のプロダクションルールとみなされる. ここで, Cはデザイン問題にあらわれている条件であり, Aはそのときとるべき行動であるが, たとえば空間的関係の集合である. Pは, 条件C下で通常生じる問題で, Aを行えば解決できるものである. これらから, 種々のデザインに関し, (i)デザインの置かれた状況 (コンテキスト) を特定すること, (ii)デザインにおいて問題にされている事柄 (パタンであれば, 複数の要求間のコンフリクト), 達成目標・効果などを明確化すること, (iii)デザインを構成する物的要素のコンフィギュレーションを特定すること, などを行えば, それが道路デザインの問題構造を解明し, 知識ベースを構成することにつながると思われる.

そこで, 本研究では, 以下に示す2つの異なるアプローチからの問題構造の解明を試み, 知識ベースの構築への手掛かりを得るものとした.

① 特定の条件下における道路空間のデザイン問題を設定し, その構造を論理的に解明する (これについては3. で述べる).

② 道路空間および空間についての多数の整備事例を分析することによって問題構造を解明し, 知識ベースにつなげる (これについては4. で述べる).

3. 道路の空間デザインにおける問題構造

(1) 対象とするデザインプロセス

本研究では, 計画基本条件および基本ルートが決まった後の, おおまかな「形」を考えて行くようなデザインプロセスを対象とするものとして, その問題構造を論理的に分析した. ただし, 景勝地等景観上特に配慮が必要な地域や, 地域のシンボルとなるような箇所における橋梁, 高架構造物等については

省いている.

基本条件としては, 山間部の傾斜地を通る総幅員10m程度の道路を想定した. その標準断面構成は, 中央分離帯のない2車線道路に片側1.5mの歩道を設けたものである. なお, 付近には集落や公共施設等はないものとした.

(2) 道路構造に関わるデザインプロセス

道路の構造は, 平面・縦断線形に対する現地盤の関係で検討される. そこで, 計画路面高の位置と現地盤高の関係において道路構造を設定して行くプロセス (図-1) を考えた. 以下では, 片切土構造を例にとってデザインの問題構造について述べる.

切土構造では, 「切土高さ」すなわち地形の改変量を抑えることが最も重要な課題となるが, 法面形態のとり方に規定されるところが大きく, 以後のデザインの流れに与える影響が大きい. 特に, 適切な法面形態をとることができずに地形改変量が多くなるときの問題構造については, 図-1に示すように, 道路線形や道路構造そのものの見直しが必要となる場合も起こり得る.

つぎに重要となる課題が圧迫感であり, この課題に対する方策・手段を講じることによって, 切土構造のフォルムがほぼ確定する (図-2).

(3) 景観的装いに関わるデザインプロセス

本プロセスは, 図-3に示すように切土法面の表面仕上げについて, 景観的装いに関する課題を設定し, 使用する素材や緑化の手法を決定して行くデザインプロセスである.

ここでは, 素材, 材質, 表面形状, 樹種等について, 課題に対応したおおまかな整備方針を決め, より具体的な事柄については, 4章で述べる整備事例知識ベースを活用するものとする. このように知識を分類整理することによって, 知識ベースの拡張性・柔軟性の向上に配慮している.

4. 整備事例にもとづく知識ベース

(1) デザイン情報の構成

道路デザインの整備事例に関するデザイン情報を, ①道路属性, ②物的要素, ③物的手段, ④整備効果によって分類整理する知識ベース化をこれまでの研究で進めてきた²⁾. 今回は, それを細分化し, より

精度の高い知識を構築するための作業を新たに行った。図-4はその例である。これによって問題構造がより詳細に解明され、道路デザインの目標・課題に対する方策・手段、取り得る行為などに関する知識情報の活用範囲が、より広がったと言える。

(2) 変数値組み換えによる知識情報の増大

同一項目(変数)内(主に<操作内容>の項目内)には、同じ変数値(情報)が重複することがあるが、このようなデータのグループを「同一変数値データ」と呼び、このグループ内では、他の項目内の変数値同士の入れ換え(相互に代入)が可能であると考える。

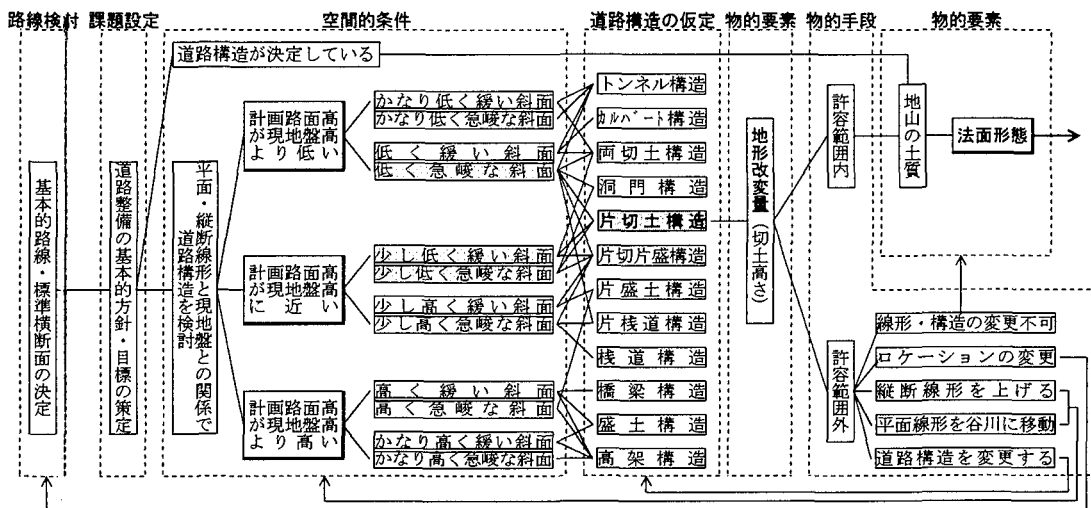


図-1 道路構造の決定プロセス(その1)

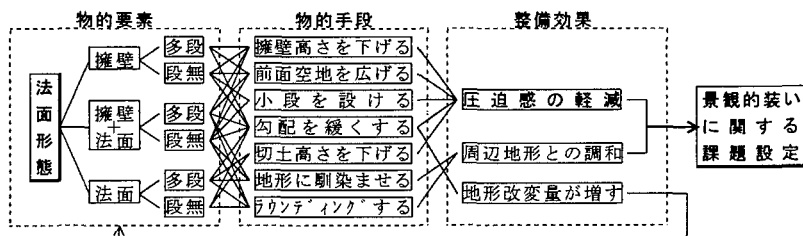


図-2 道路構造の決定プロセス(その2)

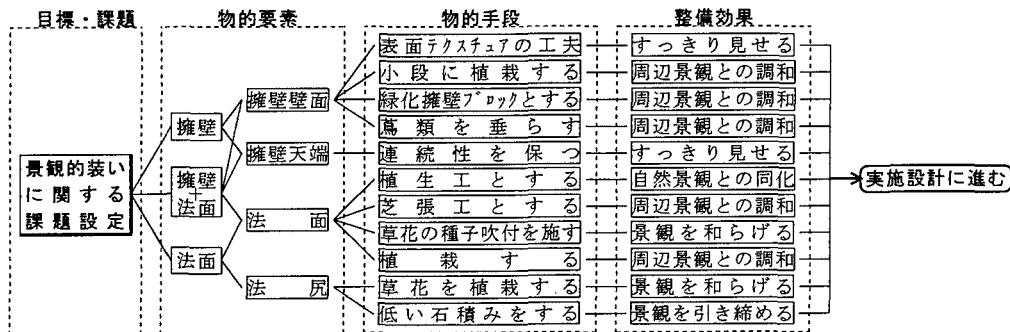


図-3 切土斜面の景観的装いに関するデザインプロセス

Data No.	物的要素		物的手段			整備効果	
	要素	部位	部材	方法・程度	操作内容	操作目的	整備効果
1	植樹帯		高木を	断続的に	植栽する	ビスタを形成する	シークエンス景観の向上
2	分離帯		郷土種を		植栽する	特産品を景観要素に盛り込む	地域景観の個性的表現
3	切土構造	法面に	サクラを		植栽する	花の開花を見せる	季節感の演出

図-4 整備事例に基づく知識ベースの例

Data No.	物的要素		物的手段			整備効果	
	要素	部位	部材	方法・程度	操作内容	操作目的	整備効果
4 (1→2)	分離帯		高木を	断続的に	植栽する	ビスタを形成する	シークエンス景観の向上
5 (2→1)	植樹帯		郷土種を		植栽する	特産品を景観要素に盛り込む	地域景観の個性的表現
6 (1→3)	切土構造		高木を	断続的に	植栽する	ビスタを形成する	シークエンス景観の向上
7 (3→1)	植樹帯	法面に	サクラを		植栽する	花の開花を見せる	季節感の演出
8 (1→3)	切土構造	法面に	高木を	断続的に	植栽する	ビスタを形成する	シークエンス景観の向上
9 (3→1)	植樹帯		サクラを		植栽する	花の開花を見せる	季節感の演出
10 (2→3)	切土構造	法面に	郷土種を		植栽する	特産品を景観要素に盛り込む	地域景観の個性的表現
11 (3→2)	分離帯		サクラを		植栽する	花の開花を見せる	季節感の演出

図-5 同一項変数による他項目の変数組み換え例

図-5に示すように、図-4のデータ番号1と2の項目<要素>について変数値を交換すると番号4(2に1を代入)と5(1に2を代入)となり、論理的整合を確保しており、組み換えが成立している。同様の方法で番号1と3の<要素>について交換してみると、『切土構造-高木を一断続的に一植栽する-ビスタを形成する-シークエンス景観の向上(番号6)』、『植樹帯-法面に-サクラを一植栽する-花の開花を見せる-季節感の演出(番号7)』となり、論理的矛盾が生じる(前者は「切土構造」において「植栽」を行う場合、<部位>の指定が必要であるが、それがなされていない。後者は「植樹帯」の<部位>として「法面」は不適切である)。

(3) 新しいルールの開発

前述の関係について、変数間の論理的な関係を明確にし(図-4の「<->」)、そのつながりを知識として扱うことで、変数組み換え後の論理的整合を保持できるルールを考えた(8番以降がその例)。

以上のように、変数並びの規則性を解明してルールの開発を行えば、システムが既存のデータを組み換えて、今までにない新しい提案を自動的に生成することも可能になると考えられる。

5. おわりに

本研究によって、道路デザインの問題構造を部分的ではあるが、系統立てて整理・分析することができた。これによって、道路デザイン問題においていかなる要素が関わるか、どのような物的手段をとり

得るか、どういう効果を期待できるかなどのメニューを表示し、課題に対するデザインへのヒントを提供できるシステムの構築が可能となった。

今後は、扱える道路規模や地形条件などを拡張し、デザインの問題構造についての分析や利用の高度化(知識ベースの充実)をさらに進めること。システムに関しては、イメージ形成支援システムとの連携処理、課題解決支援システムの性能向上のためのルール開発が必要となる。

【参考文献】

- 1) 榊原和彦・福井義員・谷口興紀：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-，環境システム研究 Vol.21, pp.119-126, 1993
- 2) 榊原和彦・福井義員・谷口興紀：道路デザイン支援システムに関する研究-課題解決支援システムの構築-，土木計画学研究・講演集 No.17, pp.587-590, 1995
- 3) Sakakibara, K., Fukui, Y., Taniguchi, O., Perry, F.: "A study on computer aided road design system", Proceedings of the 4th International conference on Computers in Urban Planning and urban management, Melbourne, Australia., pp.611-622, 1995
- 4) たとえば, Eckersley M D, "Factors of meaning, chance, and utility in shape-production systems", Environment and Planning B: Planning and Design, Vol.18, pp.301-314, 1991
- 5) たとえば, Galle P: "Computer support of architectural sketch design: a matter of simplicity?", Environment and Planning B: Planning and Design, Vol.21, pp.353-372, 1994
- 6) たとえば, Akin O, Dave B, Pithavadian S: "Heuristic generation of layouts(HeGeL): based on a paradigm for problem structuring", Environment and Planning B: Planning and Design, Vol.19, pp.33-59, 1992
- 7) Galle P, 1991, "Alexander patterns for design computing: atoms of conceptual structure?", Environment and Planning B: Planning and Design, volume 18, pages 327-346.