

地域計画のための地理的・社会的データベース

松家英雄, 杉本和敏, 宇土正浩

日本アイ・ビー・エム(株) 東京サイエンティフィック・センター

1. はじめに

土地、交通、通球通壅、住宅などの多くの社会問題をかかえている今日、長期の観点から、あるいは総合的視野から国土利用、地域整備についての策定が地域計画、都市計画、土木計画に対して強く要望されている。このような要望に応える一つとして、土地利用現況、地価、公共施設、地形、地質、国勢、事業所統計調査などの情報が広範囲に利用されるように国家的レベルで整備されつつある。しかしながら、これらの情報はある特定の研究者にのみ利用されておらず、行政、公共事業体、大学、コンサルタント、建設会社の日常業務の中で十分に活用されているとはいえない。なぜならば、これらの情報を利用する計画策定支援システムの整備、体系化がなされていないからである。従来の計画策定支援システムは目的毎に個別に開発されたアプリケーションの集まりであり、処理のたびごとに、必要なデータを収集、再構成しなければいけないバッチ指向型のシステムである。

このような背景から、国土に関する情報を積極的に利用した、地域計画から土木計画に到る多目的の使用に耐える「地理的・社会的データ処理システム、GSDPS (Geo-Socio Data Processing System)」の開発に着手した。このシステムは高速道路調査会との共同研究「トランス・ランド研究会」のもとに開発されており、その構成は、地図や社会情報に関するデータベースと、グラフィックスを中心とした対話管理のもとに、土地利用、交通利用などの策定・予測をおこなう応用プログラムから成り立っている。

本稿ではGSDPシステムのデータベースに焦点を合せ、GSDPSの概念、地理的・社会的データのモデル表現とグラフィック表現、および計画策定の中でのデータ処理管理について紹介する。

2. GSDPシステムの基本概念

地理的・社会的データ処理システム(GSDPS)は地域や都市などの国土利用に関する計画策定のための支援システムである。そのために、土地利用計画、交通利用計画、住宅建設計画、公共施設配置計画などの各種策定プログラムに対して、

- (1) 地図や社会的情報を目的毎に利用でき、多くの代替案を蓄積できるデータベース機能
- (2) 準備段階を含めて結果を正確にしかも理解しやすい地図表現で出力できるグラフィック機能
- (3) 操作が容易にできる対話機能と、新しいアプリケーションを組み込めるプログラム管理機能

の基本構成のもとに設計されている。図2.1がシステムの基本構成図である。

2.1 データベースの基本概念

参照データベースには、国家レベルで整備された国土数値情報や各種統計情報、および地方公共団体の日常業務の過程で産出する土地、家屋、道路台帳情報などが再編されて、あるいはタブレットを使用して測量写真や地図のデジタル化情報

が貯えられる。これらの情報は地理的位置に同定される実体とその属性として体系化されている。参照データベースは多くの利用者にとって国土に関する情報を参照できるマスターデータベースでもある。

しかしながら計画策定分野のデータベースは、そのプロセス特有の問題から、一元化されたデータベースだけの適用は難かしい。たとえば、蓄積される計画策定情報は計画プロセスが進むに従って抽象から具体へ、全体から部分へ、トポロジカルから形状へとダイナミックに変化するし、また、あるプロセスだけを取らえて見ると、ある領域のある項目のみが実行錯誤に

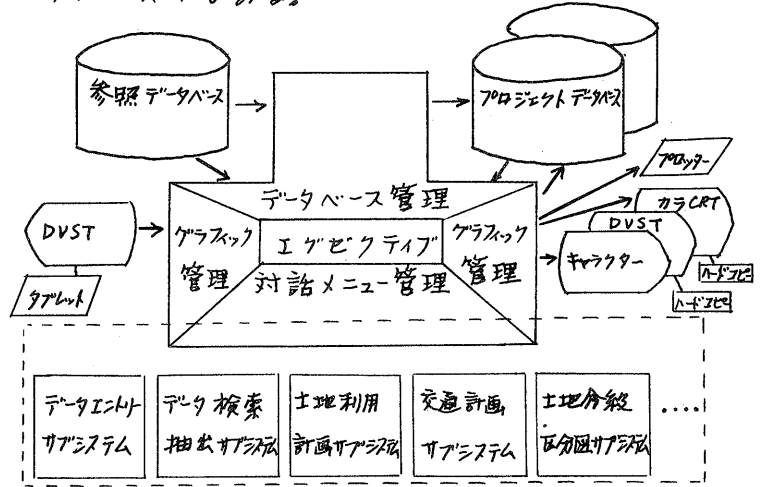


図2-1 GSDPSの構成

定義・修正を繰返しながら代替案として蓄えられる。これらの特長から、参照データベースに加えて、プロジェクト毎の、あるいは目的毎のプロジェクトデータベースが必要になってくる。

図2-1のような参照データベースとプロジェクト特有のプロジェクトデータベースの構成を許すことによって、データベースの機密性（オーソライズされていない使用に対するデータの保護）、健全性（オーソライズされていない代替案に対するデータの保護）が容易になるばかりでなく、専用サブシステム内で独自の処理が迅速かつ自由に処理できる。しかし、参照データベースから必要なデータを抽出する機能に加えて、専用サブシステム間でのデータの値、意味の矛盾を生じさせないような整合性の管理機能が重要な問題として浮びあがってくる。

2.2 マン・マシンシステムの基本概念

対話型システムのもとでは、計画者は 定義→解析→評価→判断 を繰返しながら代替案を立案していく。この対話システムをマン・マシンの情報の流れに沿って眺めて見ると

- ・データベースから地図マケラフの形で外部表示する図形変換表示処理
- ・外部表示を見ながら評価・判断し、メニュー選択、図形抽出、パラメータ等の入力操作をおこなう指令処理
- ・指令のもとにおいて、データベース上の代替案を追加、消去、修正する処理のルーチを形成する。このルーチは対話における最も基本的なルーチとなる。しかし、評価、判断が計画者によってなされる、応用プログラムによってなされる場合がある。たとえば地理的位置に同定される属性情報はある手法によって解析・分析されるし、また各種土地モデルは自動的にデータベースを検索し、解析・評価し、その結果を代替案として蓄積する。これらの場合も、計画者はメニューを選択してその応用プログラムを実行させて、その結果を映像表示装置上に表示し、

一つのループを形成することになる。

さてこのような対話ループのもとで GSDPS の対話管理は

(1) 映像表示装置上に表示された地図マグラフィを通して、あるいは直接データベースを表示して、データベースの検索、加工ができる基本対話メニューを用いること。

(2) 計画者が容易に操作できるように、各種専用ソフトウェアシステムの個別メニューおよびその操作のためのガイダンス情報を登録できるようにすること。

(3) メニュー構成は一般に階層構成で構成されるが、計画者はあるレベルのメニューから他のレベルのメニューにダイナミックに選択できるように制御されること。

(4) 各種応用プログラムの実行はメニューからだけでなく、コマンドの形でダイナミックに実行できること。

(5) データベースの地理情報は地図として、またその属性データはグラフや表の形で表示され、目的に応じて多様な出力装置（蓄積管、カラーCRT、プロッタ）に主題図として出力できること。

の思想のもとに設計されている。

3. 地理的・社会的情報のモデル化

地域、都市、土木計画者にとって最も基礎となる情報は対象としている地域の国土情報であろう。国土情報は地図に表現された位置と形状を中心とした地理情報とその属性としての人文、経済情報によって構成されている。

地理情報は4種類の構成に分類できる。

- ・点構成 …… 公共施設、神社仏閣、工場施設、デパート、スーパー……
- ・ネットワーク構成 …… 道路網、鉄道網、ガス管網、上下水道網……
- ・2次元領域構成 …… 行政区画、各種用途規制、土地利用現況、地籍……
- ・3次元面構成 …… 地形

このような構成を持つ、地理情報のモデル化にはベクター方式（ポリゴン方式）が好ましい。ベクター方式は地図上に描かれた点と線分と有向線分で近似して表現しようとする方式でネットワーク構成では点と線分の接続関係により、面構成では線分と他の線分によって分割されている面の接続関係により表現可能となる。この方式は上述の構成を正確に地図の形として表現できるため、計算機内部での構成は複雑であるが親しみやすく、使いやすい。しかし、社会的、経済的なデータは国土基準メッシュ（経度45秒、緯度30秒）に区分し、その属性値として整備されている。そのため面を表現する一つとしてメッシュ表現をベクター方式に追加加える必要がある。

一方、地理情報に付属した社会的・経済的情報は点、線、面の属性値として表現される。たとえば、道路網における交叉点の属性項目は、進行規制、信号間隔、等が、リンクの属性項目として交通量、交通容量、幅巾、スピード制限などが、行政区画の面の属性項目には総人口、就業人口、工業生産高などが考えられる。これらの属性情報は識別コードによって整備されて

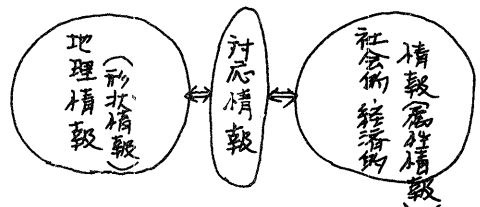


図3.1 地理情報と属性情報

いる。識別コードと地理上の面とか、線、点との対応をつけるために対応関係表を導入する必要がある。

このように国土情報と眺めてくるとモデリングとして A-IDAS (1), (2) で提案している正準幾何モデル (3), (4) の適応が考えられる。正準幾何モデルは対象物を点、線、面、体積構造に分類し、それぞれを組織的に有向グラフで関係型式の中に表現するモデルである。国土情報の代表例として、ネットワーク構造の道路網、領域構造の行政区分について、これらのモデルを以下に説明する。

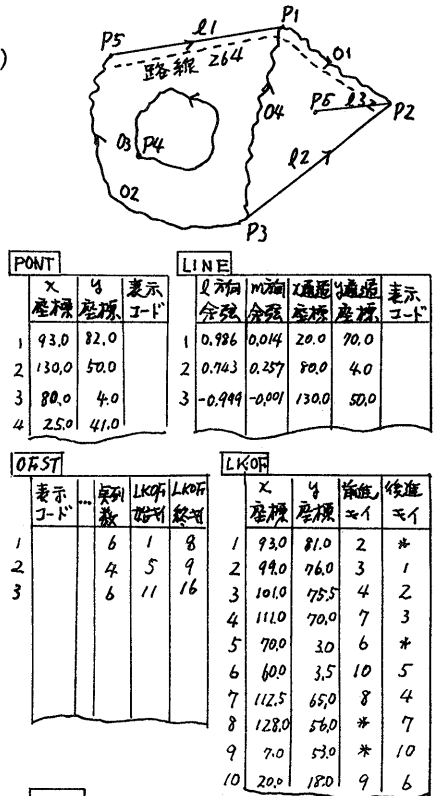
3.1 ネットワーク構造

ネットワーク構造の形状モデルは交叉点(頂点)あるいはリンク(稜)と表わす形状要素関係表とこれらの接続関係を表わした E-VV 接続関係表によって表わされる。形状要素は不規則点、直線、折線などの種類によってそれぞれ一対一の関係表から構成される。これらの表は形状特性を定義する項目と外部表示するための表示コード項目を持つ。特に折線とかカーブなどの稜形状要素関係表は可変の点列データを蓄積する必要があるので、補助の順序化関係表とペアで構成されている。一方、頂点と稜を接続関係を表わしている E-VV 関係表は稜の方向性も表現している。ネットワークは基本的に 2次元であるが、もし頂点か立体交叉をしている場合、アクセスを持たないと頂点が存在しないし、インターチェンジで接続していると 4 箇所稜の接続点で頂点を表現すると 3次元構造を表現することができる。

形状モデルと属性モデルを対応づける対応関係は頂点、稜に対してそれぞれ作られる。この関係表は単なる 1対1の対応だけでなく、頂点とか稜を集めて 3レベルの上位構造を表現することができる。たとえば、路線コード、市町村、県、国道コードなどがこれに相当する。これらの下位、上位の識別コードに対して、頂点、稜の属性関係表に属性値が表現される。これらの属性関係表は道路、鉄道、上下水道などに対応して属性項目が異ってくる。また日本語名で識別する場合は、頂点、稜に対して漢字関係表が作られる。この関係表にカタカナ名と漢字コード名および表示指定情報も蓄積されている。

3.2 領域構造

領域構造はネットワーク構造を表現する諸関係表に加えて、面形状要素関係表と面と稜の関係を



E-VV					
稜名	稜キ	始点名	終点名	終点キ	終点キ
1 LINE	1	POINT	5	POINT	1
2 OFST	1	POINT	1	POINT	2
3 LINE	2	POINT	3	POINT	2
4 OFST	4	POINT	3	POINT	1
5 OFST	2	POINT	3	POINT	5

E-GA					
稜名	稜キ	名前コード	漢字コード	カタカナコード	漢字コード
1 LINE	1	1	264	1	
2 OFST	1	2	264	1	
LINE	2	3	1	1	

図 3.2 ネットワーク構造

表わす接続関係表によって表現される。領域は1個以上の種によって囲まれるから接続関係表は折線形状要素関係表と同じように順序化関係表によって表現される。F-EE関係表には種の数と順序化関係表の始、終キイが記入され、順序化関係表には境界種の数と等しいタプルが定義される。前述キイは、もしこれらの種が面の内部を表わしているならば反時計方向の隣接する種を指している。面の外部に対しては隣接時計方向を意味している。もし境界ループの方向と種の間が異なっていると種のキイに戻を付けて区別している。また領域の中に穴や島がある場合、面の全体を見るためにF-EE関係表に定義されている面名を全てチェックする必要がある。面の形状要素として、対象が3次元構造の場合は平板、円柱面、クローズド面などが考えられるが、2次元の場合、その実体としてOBJC関係表が定義される。また面の要素の特殊列としてメッシュ面が考えられる。メッシュ情報は2次元の配列でもって地理位置と属性値を表現している。

F-EE					
	面名	種キイ	種数	LKRC 始キイ	LKRC 終キイ
1	OBJC	1	3	1	3
2	OBJC	2	5	4	8
3	OBJC	1	1	9	9

LKRC				
	種名	種キイ	前述 キイ	後述 キイ
1	LINE	-1	2	3
2	OFST	-2	3	1
3	OFST	4	1	2
4	OFST	-1	5	8
5	OFST	-4	6	4
6	LINE	2	7	5
7	LINE	3	8	6
8	LINE	-3	4	7
9	OFST	-3	#	#
10	OFST	3	#	#

図3.2の
絵に対して
領域情報
を示す。

図3.3 領域構造

この形状モデルに付加して面の属性モデル;すなわち、面属性関係表、対応関係表、面漢字関係表がある。

MESH						
i	j	種数	LKMS 種キイ	LKMS 終キイ	地理 コード	i メッシュ 番号

3.3 図式表示情報

国土情報を視覚性のある現実性のある地図として出力することは重要なことである。このために、各形状要素関係表の項目に図式表示項目が定義されている。図式表示情報として線表示または記号表示とそれらの色彩を示す色情報とから成る。線表示とは線の型と線の幅、太さを指示することによって表示されることで、記号表示は線のかみりに記号で表示することである。記号の多くは漢字フォントデータベースに登録することができる。色情報は頂点、種、面に対してカラーを指定するものでR,G,B成分の値と、その値が絶対であるか相対であるかのコードから成り立っている。特に相対指示は既に表示されているカラー図に陰影をつける時に有効である。

LKMS						
i	j	地理 コード	属性	種別	属性

図3.4 メッシュ情報

3.4 国土情報と代替案の体系化

国土構造から成る国土情報は頂点形状要素、頂点-属性対応、頂点属性関係表によって、線構造はこれらの関係表に加えて種形状要素、E-VV接続、種-属性対応、種属性、種漢字関係表によって、面構造は面構造を表わす関係表に加えて、面形状要素、F-EE接続、面-属性対応、面属性、面漢字関係表によって表わされる。国土情報は一般に主題毎に、たとえば道路網、鉄道網、行政区画、などで整理されているので、主題毎に構造を規定するケループ関係表が必須である。ケループ関係表は各主題毎に必要な関係表を登録するユーザー・ディレクトリであり、

頂点漢字

係表名以外に、ユーザ識別名、取扱っている領域のジオコード、採取年月などのデータが蓄積される。グループ関係表は常にアクセスすることができ、ユーザ識別名あるいはそのキーによって、それに所属している関係表が活性化される。また、活性化された一つのグループの主題に対して、他のグループの主題を包含する機能も持っている。

一方、代替集は数個の主題

ROAD (※は関係表を表わす)

ユーザ名	PONT	LINE	OFST	LKOF	E-W	V-GA	E-GA	VATJ	EATJ	VRTX	EDGE	シフト	詳細
1 KANTO	2	4	6	8	10	12	14	16	18	19	22	32500	70
2 KANB	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	32500	75
3 KANTO	24	26	28	30	32	34	36	46	48	42	44	32500	80

図を集めて作られる。たとえば道路計画においては、道路網、行政区分図、地形図など

が必要である。これらの主題

のグループ関係表を集めてデータとしてグループ関係表に登録したのが代替集関係表である。

図 3.5 主題に関するグループ関係表

4. 地理的・社会的情報の処理

国土情報のデータモデル処理は応用プログラムと映像表示装置を通じた対話の画面からおこなわれる必要がある。

4.1 応用プログラムからのデータモデル処理

応用プログラムは形状モデルおよび属性モデルを操作する専素操作型のモデルハンドラーを組み込むことができる。モデルハンドラーの主な機能を次に示す。

- (1) 形状要素の定義と削除
- (2) 形状要素間の直接的接続関係の検索
 - 種々の端点や面を構成する全ての境界線を検索する
- (3) 形状要素間の間接的接続関係の検索
 - 端点を共有する種々、種々によって分割される面を検索する
- (4) 形状要素間の相互関係の計算
 - 頂点と頂点、頂点と種々、頂点と面、種々と種々の位置関係を計算する。また与えられた点に最も近い要素を検索する
- (5) 形状要素の分離と合成
 - 種々と頂点で、面と種々でそれぞれを分離する。合成はその逆
- (6) 面同士の集合演算
 - 2次元面構造で表現される2つの面は集合演算して和、差、種の面を求める。
- (7) 形状特性の計算
 - 長さ、面積、折線マックス、面の平滑化、勾配などを計算する。
- (8) 属性データの入出力
 - 属性関係表にレコードの定義、削除、検索、READ/WRITEをおこなう。
- (9) 形状モデルと属性モデルの対応
 - 形状モデルのキーからそれに対応する属性モデルのコード、キーを得る。あるいはその逆。
- (10) 対応関係表における上位レベルの集約処理
 - 対応関係表に記された上位レベルのコードにより形状モデルを集約し、属性データを集約する。

4.2 対話によるデータモデル処理

計画者は対話メニューのもとに計画を遂行する。対話メニューは IBM 3270 文字表示装置上に表示され、メニュー操作によって蓄積筐 (DUST) やカラー表示筐に地図として出力される。対話メニューには GSDPS がサポートしている基本メニュー (これらはデータエントリサーバシステム、データ検索・抽出サーバシステムの中で定義されている) と応用メニューとがあるが、ここではデータベースに關係のある基本メニューの種類について紹介する。

(1) データベース管理に関するメニュー

プロジェクト毎に多くのプロジェクトデータベースが発生する。これらのプロジェクトデータベースはシステムが稼働する前に、グループ關係表の定義、グループ關係表に含まれる形状に関する關係表と属性に関する關係表の定義、属性關係表にかけるドメイン項目、データ型の定義、に関するフレームワークを指定しなければならない。

プロジェクトデータベースのフレームワークが作られると抽出メニューを利用して参照データベースから必要なデータをプロジェクトデータベースにコピーしてくる。コピーする内容は、どの關係表からどの關係表に (但し形状モデルは關係ない)、どのドメイン項目からどのドメイン項目に指定することによって移動される。移動されるデータの範囲は地理的な空間範囲を指定することによって、任意の領域内に存在するデータのみが可能である。また形状-属性対応關係に記されている上位レベルで形状モデルおよび属性モデルを集約してコピーすることもできる。

抽出機能の特殊な利用として同じデータベース内で異なったグループにコピーすることが可能である。この時、複製モードの指定により、各關係表のロジカルコピーが可能となり、代替案としてのボリュームを節約することが可能である。

プロジェクトデータベースが作られると計画者はその中の代替案をアクセスすることが可能である。これは代替案登録メニューによってなされ、代替案グループ關係表に登録されている各種の主題グループが活性化、包含状態に設定される。

(2) データベース検索に関するメニュー

活性化された主題図のデータは2種類の方法で検索される。

その一つは文字表示装置に關係表を表示し、プログラム開発時のエディタ機能と同じように操作して關係表の中のデータを編集することが可能である。また關係表のドメイン項目とタプルを指定するとその形状要素が映像表示装置にリフレッシュモードで表示される。属性關係表の場合、それに対応する形状要素が全て表示される。

他の方法は映像表示装置に表示された地図上から検索する場合である。ジョイスティックで位置を入力すると、最も近い頂点、あるいは種、あるいは面のキとこれに相当する属性關係表の属性データが文字表示装置上に表示される。

(3) 地図形状編集メニュー

入力媒体としてタブレットとジョイスティックがあるが、いずれもメニューは同じである。線構造、面構造に対して、頂点、種の追加、削除、修正、および種の分離と合成がある。画面上に地図を表示しながら編集する。位置を入力する際に、要素の持っている図式表示コードや属性モデルのコードに対応づけることができる。

(4) その他のメニュー

データベース操作に関するメニューに於いて述べてきたが、システムの基本メニューとして他にグラフィックスに関するメニューがある。グラフィックスメニューは現像表示装置選定(DVST, ラスター型カラー表示管, タブレット, プロッター), 表示のための視野と窓の指定, 形状要素表示, 属性データ表示などのメニューがある。これらのメニュー操作と組み合わせることによってデータベースの加工が円滑に進められる。(5)

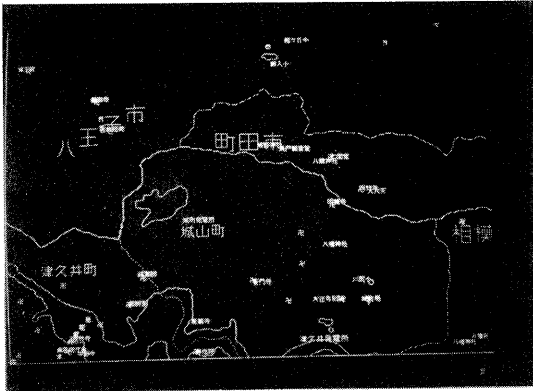


写真1. DVST上に表示した行政区画図と諸公設設備

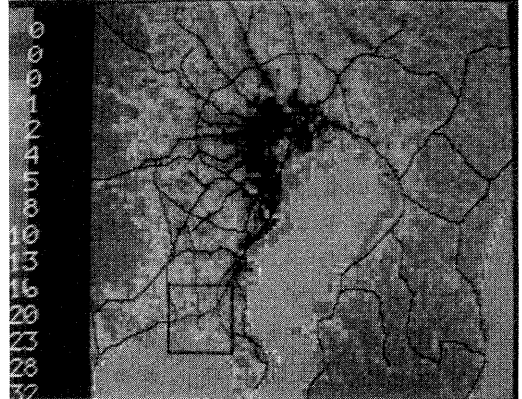


写真2. カラー表示管に表示した人口メッシュと鉄道網

5. おわりに

地理や社会に関する国土情報に關係型データベース上に系統的に蓄積される。その特徴として

- (1) 国土情報は形状モデルとこれに対応する属性モデルの形で主題図毎に、莫線、面構造として体系化される。
- (2) これらのモデルは、その構造および属性項目をデータベースにより定義することが出来るため専用ソフトウェアシステム毎に適用させることが出来る。
- (3) プログラマーに対してモデルハンドラー、計画者に対してグラフィック装置を通してモデルを処理出来る。
- (4) モデルが明解な表形式で表わされるため、各種の關係表が容易に把握出来る。
- (5) モデルを視覚性の良い地図として出力でき、主題図を容易に作成出来る。
- (6) プロジェクトデータベースを導入することによって多くの代替案を蓄積することが出来る。

があるが、まだその機能を十分に達成できていない。現在、土地利用計画、交通計画ソフトウェアの開発中であるが、^{(6),(7)}地域計画者や都市計画者に対して役立つことを願って紹介した次である。

最後にこのシステム開発に携わっているトランスランド研究会の主メンバーを紹介して紙上で感謝の意を表したい。

高速道路調査会 … 武田元夫
 東京大学 土木工学科 … 中村英夫, 林良嗣, 宮本和明
 東京理科大学 土木工学科 … 大林成行, 内山久雄, 松本達三郎

(参考文献)

- (1) 松家英雄, 宇野栄, "設計活動援助統合化システム", 第1回電子計算機利用シンポジウム, 日本建築学会, 1979
- (2) 大林成行, 松家英雄, 宇野栄, "土木計画・設計のための支援システム", 第4回電算機応用シンポジウム, 土木学会, 1979
- (3) H. Matsuka, S. Uno, "Canonical Geometric Modeling for Computer Aided Design" *Data base Techniques for Pictorial Applications, Lecture Note in Computer Science, Vol. 81, Springer-Verlag, pp 234-252*
- (4) H. Matsuka, S. Uno, "Application of Advanced Integrated Designer's Activity Support System, Proc. of Man-Machine Communication in CAD/CAM, IFIP Working Conference, 1980
- (5) S. Uno, H. Matsuka, "A general Purpose Graphic System for Computer Aided Design" *Computer Graphics, Vol. 13, No. 2, 1979*
- (6) 宮本和明, 中村英夫, 松家英雄, "土地利用と交通計画のための地域データベース", 第35回土木年次学術講演会, 1980
- (7) 大林成行, 松家英雄, 宇野栄, "土木景観におよぶCADシステム", 第34回土木年次学術講演会, 1979