

Ⅱ-23 3次元地盤FEM解析支援システムの開発事例

有住 諭¹ 藤原 嗣哲¹
Satoshi Arisumi Tsugunori Fujiwara

【抄録】

地盤問題をFEMで解析しようと試みた場合、従来では2次元で処理することが多かったが、高性能なパソコンの普及により、トンネルや群杭、斜面などを3次元解析したいとの要求が高まりつつある。

2次元に比べて3次元で問題となるのは、モデリング、解析処理、結果評価すべての段階において時間と手間がかかることである。特にモデリングはその立体性ゆえにパソコン画面での操作が煩雑で慣れるまで時間がかかる場合が多い。

このような問題点を解決するために、2次元並みの操作性を実現した地盤専用の3次元モデラーを持つ地盤FEM解析支援システムを開発したので、ここに報告する。

【キーワード】

3次元FEM、3次元モデラー、可視化

1. はじめに

最近では、トンネルなど重要構造物においては3次元解析で安全性を確認したいという要求が強くなっており、3次元のモデリングやCGの普及によりそれが容易になりつつある。

しかしながら、3次元メッシュの中での杭やトンネル補助工といった構造物の定義、トンネル掘削や盛土など施工のモデル化など、2次元と異なり3次元でのモデル化に手間がかかる場合が多い。

また、大規模な3次元モデルの解析では計算処理に長時間待たされる場合が多く、入力ミスなどによる計算異常が判明するのは計算終了後になり、トライアル計算を繰り返すような場合には効率が悪い。

さらに、3次元立体内部の計算結果を確認する場合には節点・要素ごとに数値結果を確認するか、2次元断面を切り出して結果表示を行って結果を確認してきたが、トンネル鏡面まわりの応力の広がりのように3次元的な解析結果を視覚的に確認するのは難しかった。

そこで、モデリングと解析処理にかかる手間と時間を省力化し、3次元的な解析結果を視覚的に確認できるシステムを開発したので、ここに報告する。

2. システムの特徴

2. 1. 押し出しによる立体メッシュの作成

3次元メッシュの生成を容易にするために、2次元断面メッシュの押し出しを基本として立体メッシュの分割を行う。

トンネルなどは垂直面を水平方向に押し出すことで、立坑などは水平面を垂直方向に押し出すことで立体メッシュを作成できるが、形状の変化する斜面や既設トンネルを横切るトンネル掘削のモデル化など単純な押し出しでは対応できない場合がある。

そこで、図-1に示すような押し出しの考え方を拡張したものをいくつか定義し、それらの方法を組み合わせることで複雑なモデル化への対応を可能とした。

(1) 拡張押し出し

押し出し先のメッシュの一部を相似拡大・相似縮小して立体メッシュを作成する。斜面などのモデル化に利用できる。

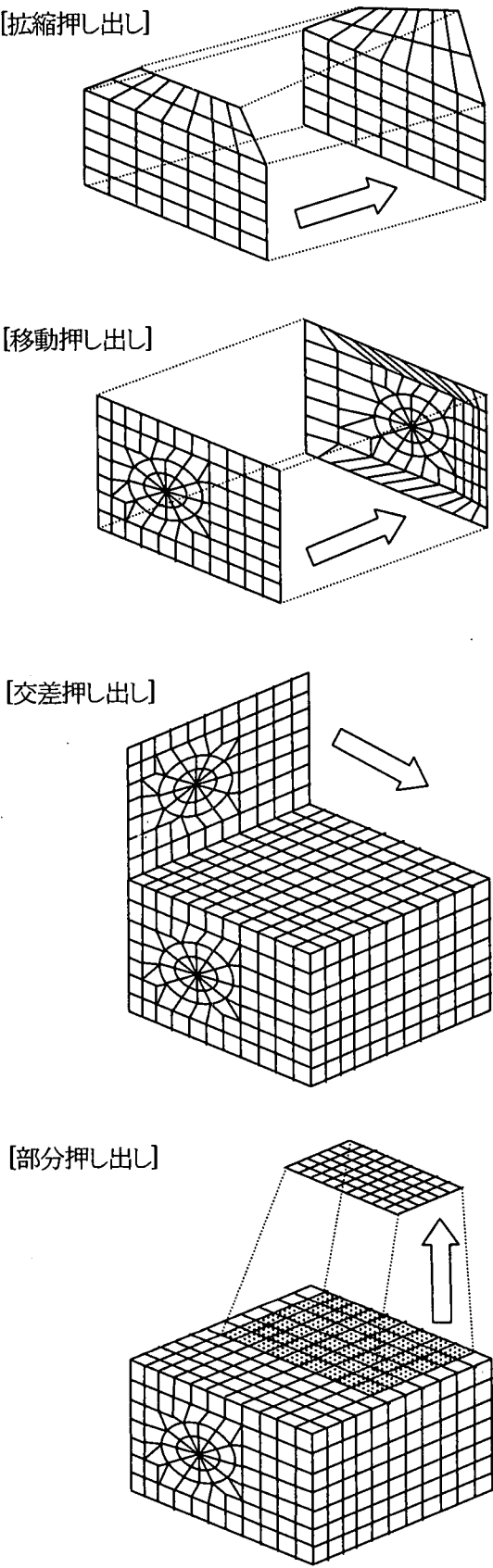
(2) 移動押し出し

押し出し先のメッシュの一部を移動して立体メッシュを作成する。トンネルカーブなどのモデル化に利用できる。

(3) 交差押し出し

既に作成してある立体メッシュに、その押し出

1：富士通エフ・アイ・ピー（株）



図－1 押し出しの拡張機能

し方向と交差する方向に押し出して立体メッシュを追加する。トンネル交差などのモデル化に利用できる。

(4) 部分押し出し

既に作成してある立体メッシュに、その外形面の一部を押し出して立体メッシュを追加する。盛土などのモデル化に利用できる。

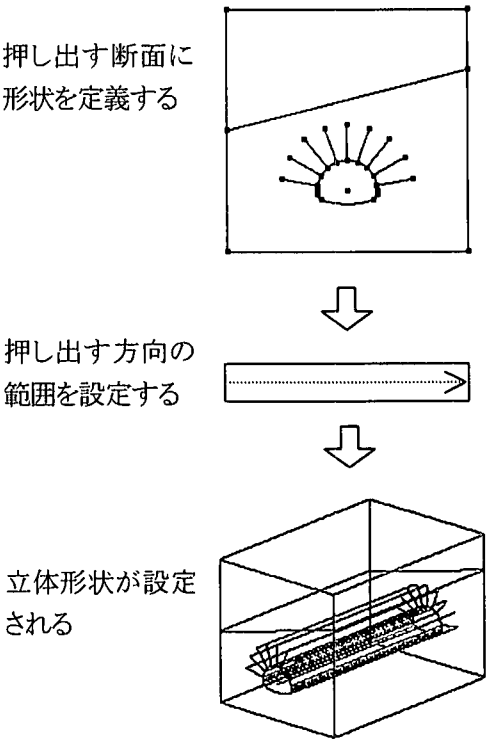
2. 2. 施工過程を追ったモデリング

トンネル掘削など施工過程を追ったモデル化では、施工ステップごとに異なる各種構造物や掘削領域をあらかじめ2次元断面に個別に定義し、施工されるステップにおいてその奥行き範囲を指定することで容易にモデル化できるようにした。

モデル化の手順は、形状の設定、メッシュの分割、モデルの定義、施工ステージの定義となるので、順を追って説明する。

(1) 形状の設定

2次元断面に地層や構造物の形状を定義し、押し出す範囲を決める(図－2参照)。地表面の傾斜や地層の傾きなど押し出す途中で断面の変化がある場合には、その位置に変断面を定義する。



図－2 形状の設定

(2) メッシュの分割

2次元断面のメッシュ分割を行い、押し出し方向のメッシュ分割数を決める(図-3参照)。押し出し方向のメッシュ分割は変断面の間ごとに決めることができるので、必要であれば密に分割する部分と疎に分割する部分とに分けることができる。

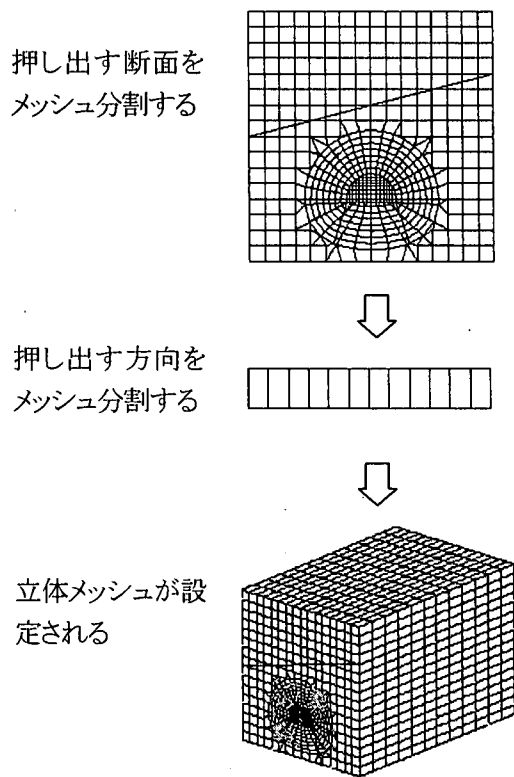


図-3 メッシュの分割

(3) モデルの定義

地盤や構造物など異なる部材ごとに2次元断面を用意してそれぞれ要素定義を行い、別個のモデルとして登録する。(図-4参照)

この時、地盤や構造物だけではなく、境界条件や荷重条件といった解析条件や、施工上設定される掘削領域や盛土領域などもそれぞれ別個の2次元断面に定義することになる。

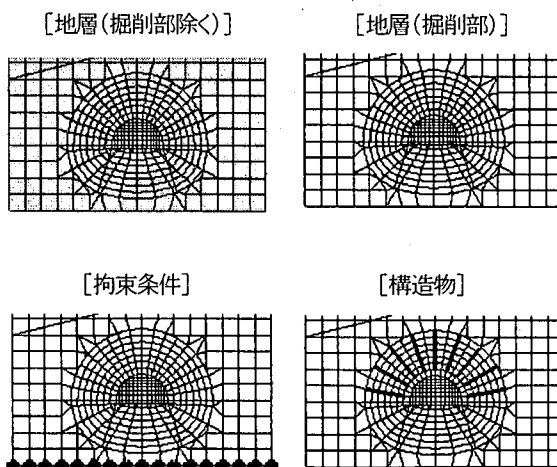


図-4 モデルの定義

(4) 施工ステージの定義

各施工ステージでは、そのステージで定義される地層や構造物の2次元断面モデルと、各2次元断面ごとの押し出し方向の範囲をメッシュ単位で指定することにより、それらを組み合わせた形で3次元立体モデルを定義する。(図-5参照)

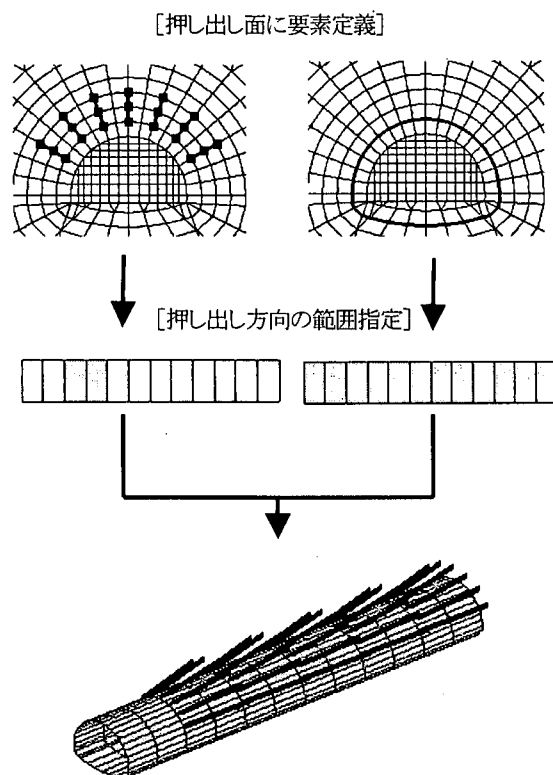
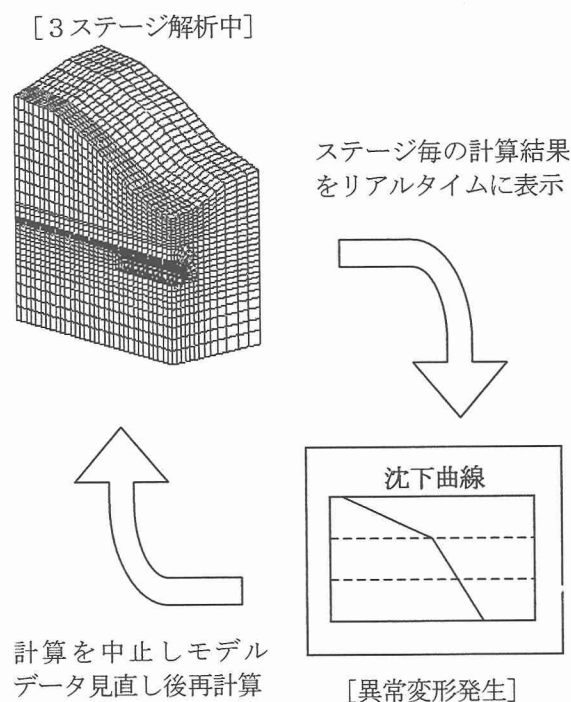


図-5 施工ステージの定義

2. 3. 解析モニタリング

着目節点の変位量を計算途中リアルタイムに表示する機能を開発し、計算結果が異常な場合、直ちに計算を中止し、データ見直し後直ちに再計算できるようにした。これにより無駄な計算を省略することができる。（図－6参照）



図－6 解析モニタリング

2. 4. 解析結果の立体表示

変形、応力、点安全率、断面力などの解析結果を3次元立体表示することができ、これといくつかの表示切替機能を組み合わせることで、さまざまな角度からの結果検討が可能となっている。

（図－7参照）

(1) 材料選択表示

着目する(複数)部材のみを表示する。

(2) 等値面コンター表示

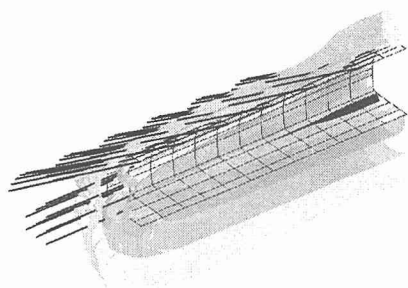
地中内の応力の広がり状態を表示できる。

(3) 平面抽出表示

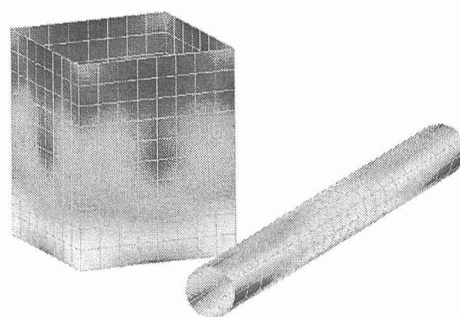
トンネル鏡面を取出しその面外方向の変形を表示できる。

(4) 地表面抽出表示

地表面沈下の様子を表示できる。



トンネル周辺の応力を等値面表示



土留め壁とトンネル覆工の断面力表示

図－7 解析結果の3次元表示

3. まとめ

本来複雑な3次元のモデル化を2次元並の操作性で行うことができ、斜面やトンネル補助工などのように押し出し方向の形状の変化にも対応可能で、杭、覆工、ロックボルトなどの構造物の定義が施工手順を踏まえて容易に行える地盤専用のモデラーに加え、計算途中の結果をリアルタイムに監視することで無駄な計算が省略できるなど、実用性を重視したシステムを開発することができた。

本システムが扱える対象として、トンネル、土留め、斜面、盛土、立坑、基礎／杭などの分野に適用が可能である。

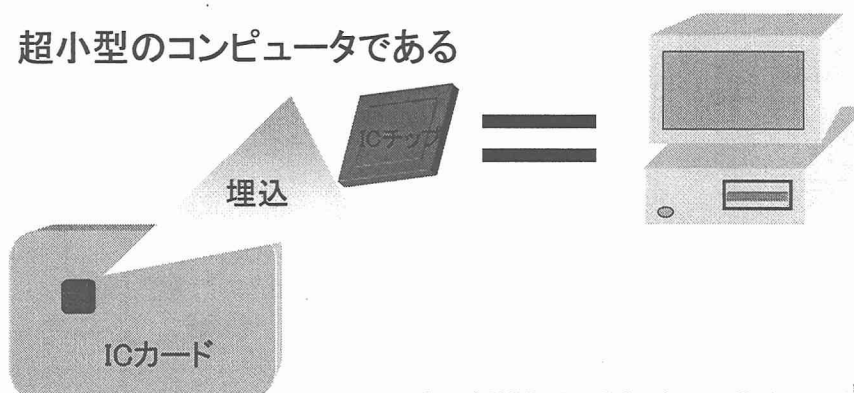
今後の課題としては、トンネル分岐、フィルダムなど3次元的地層、3次元的地層の変化などの問題へ対応できるようモデリング機能を拡張していきたいと考えている。

ICカードとは？（1）

◆プラスチックカードにICチップを埋め込んだカードの総称

IC＝Integrated Circuit（集積回路）

超小型のコンピュータである

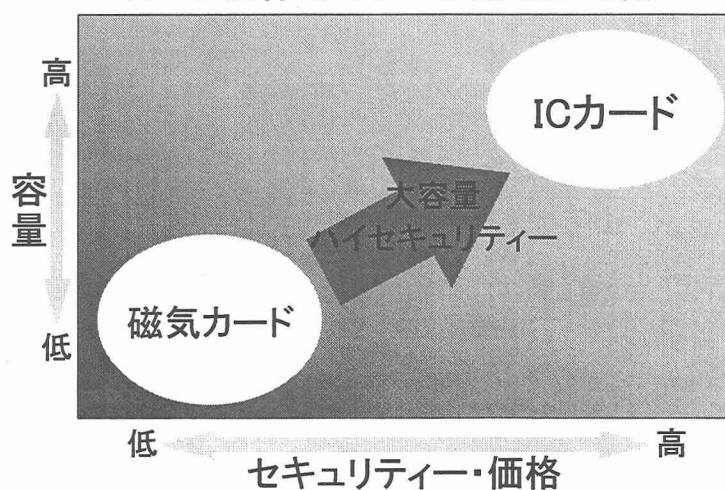


Copyright 2001 East Japan Railway Company. All rights reserved.



ICカードとは？（2）

カード自体でのデータ処理が可能



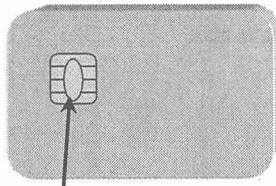
Copyright 2001 East Japan Railway Company. All rights reserved.



ICカードの構造と特徴

接触式ICカード

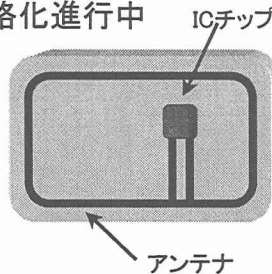
- ・露出接点での電力供給・情報伝達
確実性が高い
- ・主として金融分野での利用
- ・国際標準がほぼ確立



ICチップ + 通信用接点

非接触式ICカード

- ・電波などでの電力供給・情報伝達
利便性が高い
- ・主として交通分野での利用
- ・規格化進行中

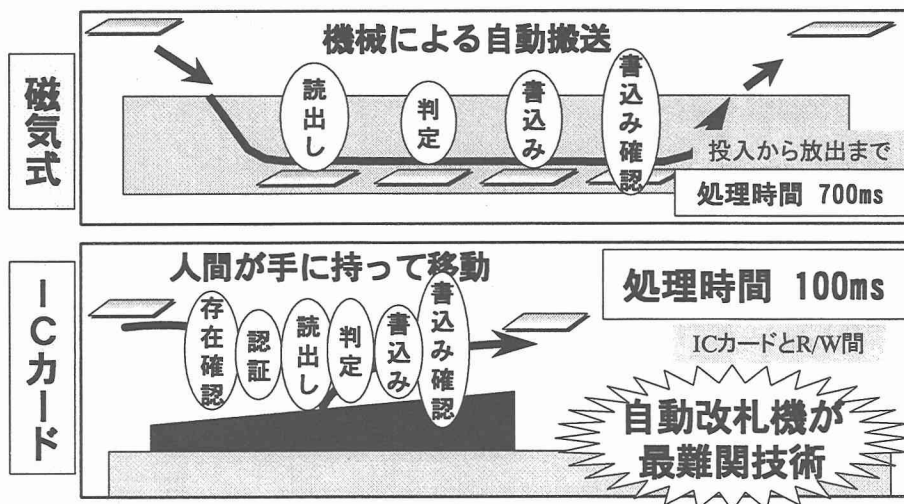


アンテナ

Copyright 2001 East Japan Railway Company. All rights reserved.



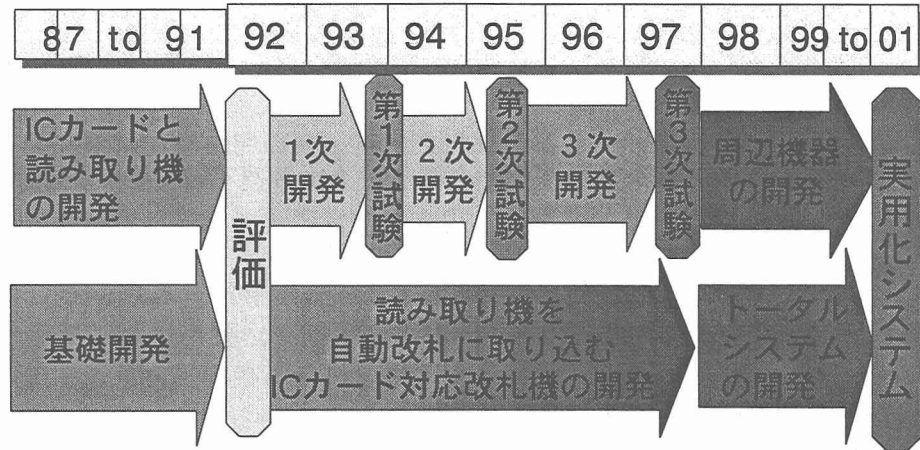
自動改札機によるカード処理比較



Copyright 2001 East Japan Railway Company. All rights reserved.



JR東日本の鉄道用ICカード開発の経緯



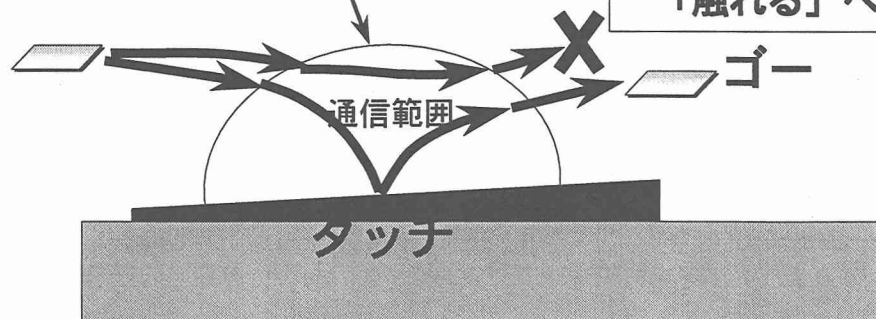
Copyright 2001 East Japan Railway Company. All rights reserved.



タッチ アンド ゴー

ICカードの通信範囲は
目に見えないため、わかりにくい

「かざす」から
「触れる」へ



Copyright 2001 East Japan Railway Company. All rights reserved.



J R 東日本の I C カードシステムの仕様について

- ・ I C カードシステム導入のための不可欠な前提は、通信及び処理の高速性と情報処理の信頼性の確立（これは、非接触 I C カードの欠点を補う為）。
- ・ かかる要件達成が、自動改札口で流動阻害の発生率を、現在の磁気システムレベル以下に押さえるために必要不可欠。
- ・ かかる要件を達成できないと現在も非常に混雑している駅構内での人の流動が行き詰まり、思わぬ事故の発生を招きかねない上に、列車の定時運行にも支障が発生する可能性が大。
- ・ 予防原則（ある程度余裕をもった性能設定が必要）。
- ・ かかる重要事項の達成に不可欠な要素である処理速度、通信速度、通信距離を最重要視して仕様等を決定。

Copyright 2001 East Japan Railway Company. All rights reserved.



ICカード出改札システム導入のコンセプト

- 1. システムチェンジ
キャッシュレス化・
チケットレス化による
駅業務のスリム化

- 2. コストダウン
機器台数減と
メカニカル部減による
駅設備のスリム化

- 3. サービスアップ
-煩わしさからの解放
-共通乗車券化
-駅構内への利用拡大

- 4. セキュリティアップ

- 5. ビジネスチャンス

Copyright 2001 East Japan Railway Company. All rights reserved.



Suica定期券のリライト機能

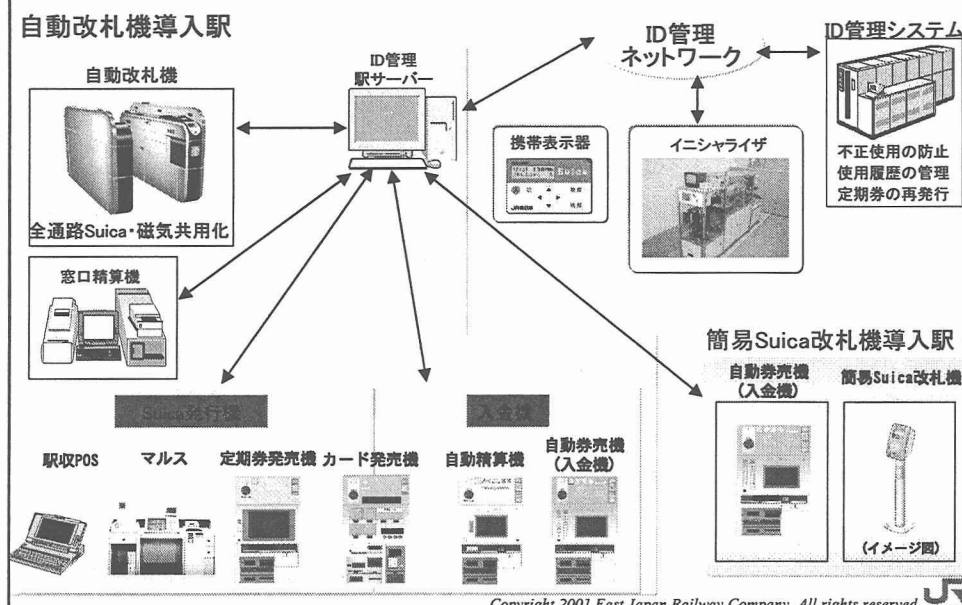
- ・ロイコリライト方式を採用
- ・全面に印字可能
- ・文字色:青 地色:銀
- ・リライト回数:60回以上→1ヶ月定期で5年間使用を想定
- ・耐熱性:100度の温水で2秒、90度の温水で10秒



Copyright 2001 East Japan Railway Company. All rights reserved.



Suica出改札システム概要



お客様の声

○お褒めの言葉:

- ・「パスケースから出さなくてもよいので、荷物を持っている場合などでも簡単に通過できる」
- ・「自動精算機に並ばなくても良いのでスムーズ」
- ・「失くしても再発行してもらえるので、安心」



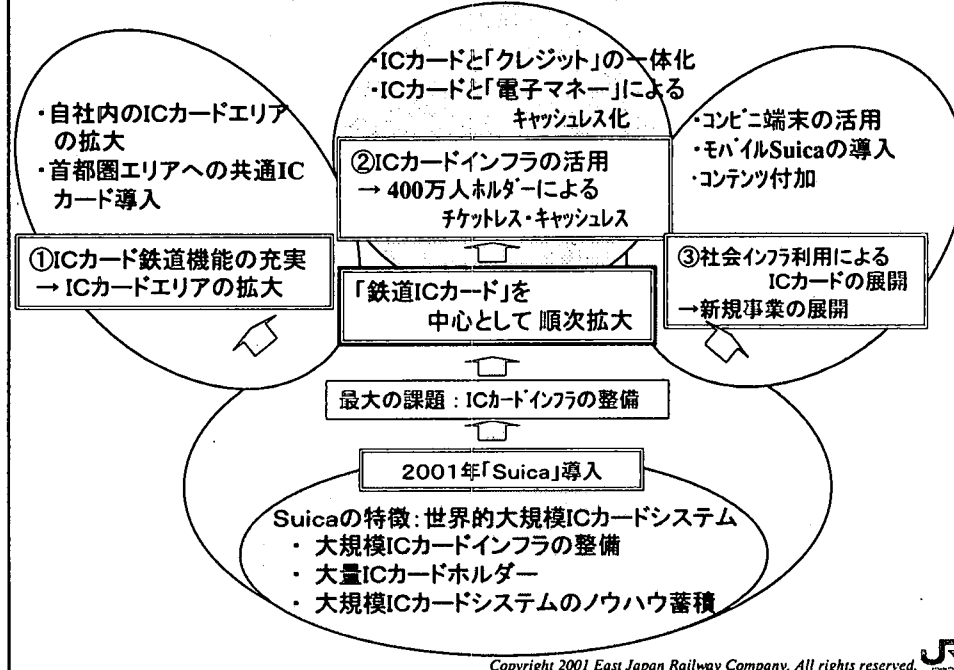
○ご意見【今後の課題】

- ・「改札機が反応しないことがある」
⇒ 正しい使い方(『タッチ&ゴー、1枚利用』)のご案内強化
パスケース内にICテレカ等を入れないよう周知
- ・「私鉄との連絡口で使えないのは不便。共通化をして欲しい」
⇒ お客様へのご案内強化、乗換改札口のSuica対応改修
- ・「新幹線でも使えるようにして欲しい」
⇒ Suica対応新幹線自動改札機の開発

Copyright 2001 East Japan Railway Company. All rights reserved.



ICカード(Suica)の今後の展開について



Copyright 2001 East Japan Railway Company. All rights reserved.



設計情報小委員会 活動中間報告

土木学会情報利用技術委員会
設計情報小委員会

小委員会委員

小委員長	蒔苗 耕司	宮城大学事業構想学部デザイン情報学科
副小委員長	政木 英一	国際航業株式会社
委員	飯島 淳	日本電子計算株式会社
委員	和泉 繁	財団法人日本建設情報総合センター
委員	境 恭宏	株式会社大林組
委員	高山 義生	富士通エフ・アイ・ピー株式会社
委員	千葉 洋一郎	株式会社トリオン
委員	辻岡 政人	株式会社建設技術研究所
委員	中嶋 一雄	株式会社東光コンサルタンツ
委員	田部 成寿	株式会社横河技術情報
委員	保田 敬一	株式会社ニュージェック
委員	八木 信幸	中央工学校土木・測量系教育部
委員	矢吹 信喜	室蘭工業大学工学部建設システム工学科
担当副委員長	長峯 洋	清水建設株式会社

活動目的

土木構造物のライフサイクルの中で必要とされる設計情報モデルのあり方について、国際標準化や情報技術の動向を踏まえながら、長期的視点から技術的検討を行う。

活動内容

- ・設計情報モデルに関する調査研究
 - ・国内及び海外の事例調査
 - ・プロダクトモデルの仕様に関する検討
 - ・道路／地盤WG
 - ・橋梁WG
- ・設計情報モデルに関する研究支援・啓蒙・普及活動

道路・地盤WG活動報告

活動概要

目的

- ・道路を対象とした設計情報モデルの検討

対象範囲

- ・設計フェーズ

設計時に必要となる情報, 発生する情報
を対象とした設計情報モデルの検討

対象モデル

- ・高規格道路(土工部)

道路設計情報モデルの構築手順

1.目的別樹形図の整理

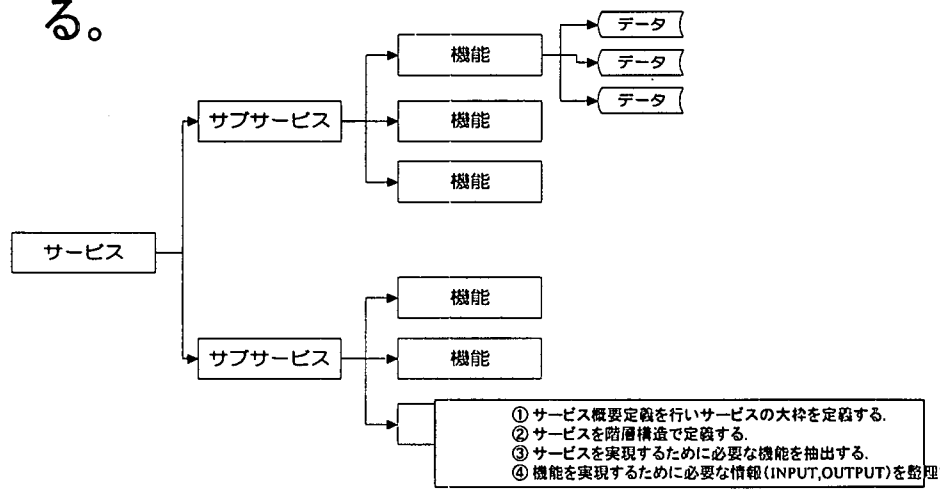
- ①設計目的(サービス)の整理
- ②サービスに必要な機能の整理
- ③機能を実現するために必要な情報の抽出 & 整理

2.モデリング

UMLを利用し、抽出した情報項目の関係を整理

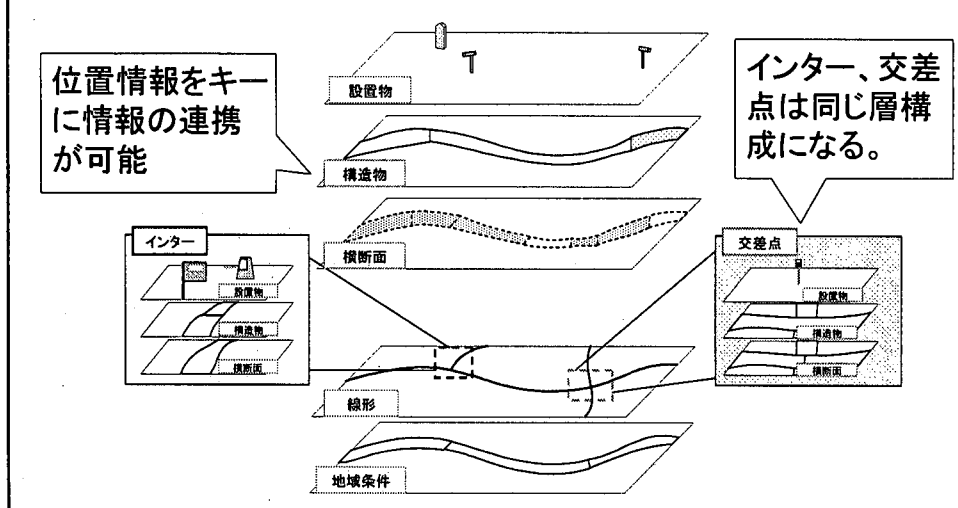
目的別樹形図

以下の階層構造で目的別樹形図を整理する。



道路設計情報モデルの概念

道路に関わる設計情報を5層で整理した。



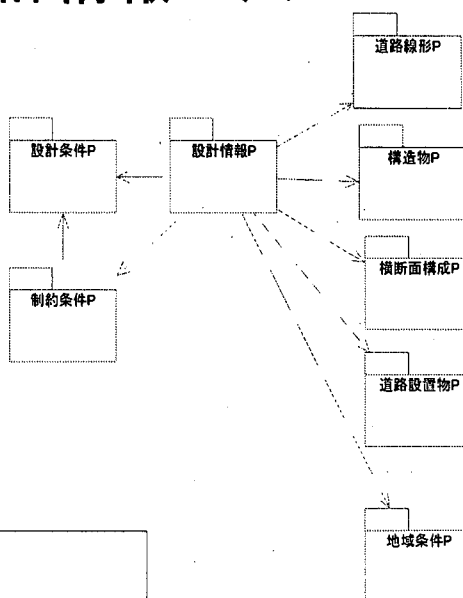
道路設計情報モデル

設計情報は、以下の5つのカテゴリの情報によって構成する。

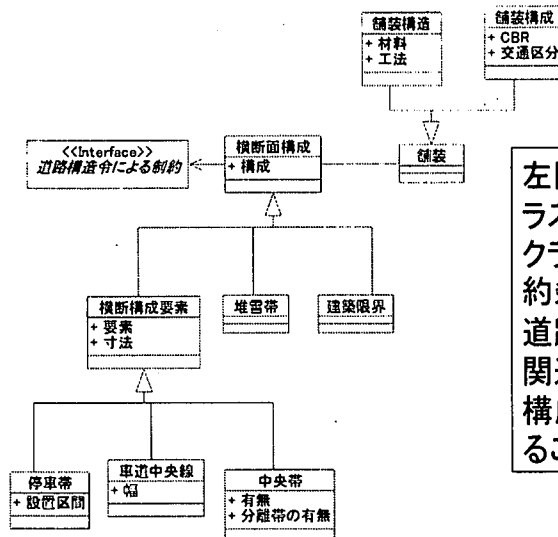
- ①道路線形
- ②横断面構成
- ③構造物
- ④道路設置物
- ⑤地域条件

設計情報は、設計条件及び制約条件によって制約を受ける。

制約条件には、道路構造令等が該当する。



道路設計情報モデル



左図は、横断面構成のクラス図例。
 クラス「横断面構成」が制約条件P(インタフェース: 道路構造令による制約)と関連があるため、横断面構成の制約条件を確認することが可能。

今後の課題

- アプリケーションモデルの構築

設計行為をモデル化しアプリケーションモデルを構築することにより、完成度の高い設計情報モデルの構築が必要

- 実証実験によるモデルの妥当性検証

実験的なアプリケーション開発を行い、モデルの有効性の確認を行うことが必要

橋梁WG活動報告

活動概要

目的

- ・橋梁を対象とした設計情報モデルの検討

対象範囲

- ・設計フェーズ

設計時に必要となる情報, 発生する情報
を対象とした設計情報モデルの検討

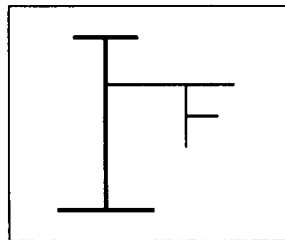
対象モデル

- ・鋼橋上部工

橋梁モデルの考え方

面を意識した設計情報

親部材との取り付け面, 取り付け原点を定めることで設計形状を一般化して定義可能と考える。



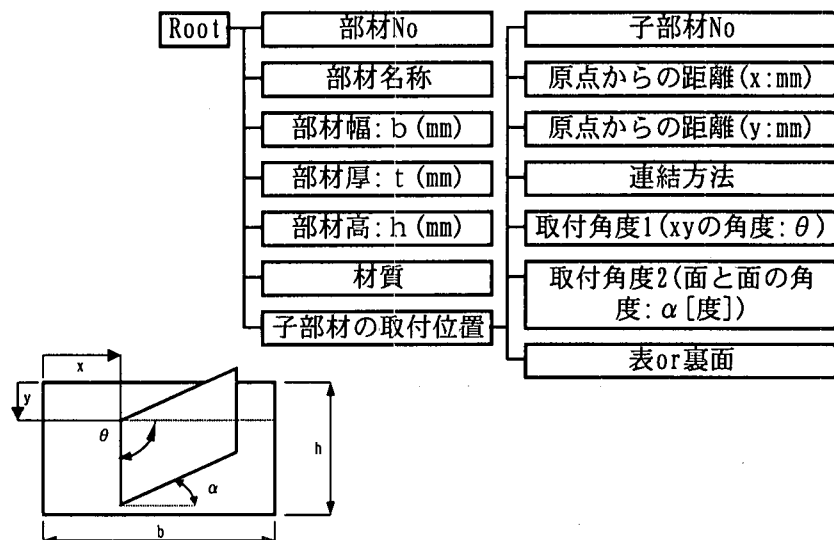
→左記のように、設計データは再帰構造を持つ。



(再帰構造を表現出来る)

XML形式でのデータ表現

XMLによるデータ構造

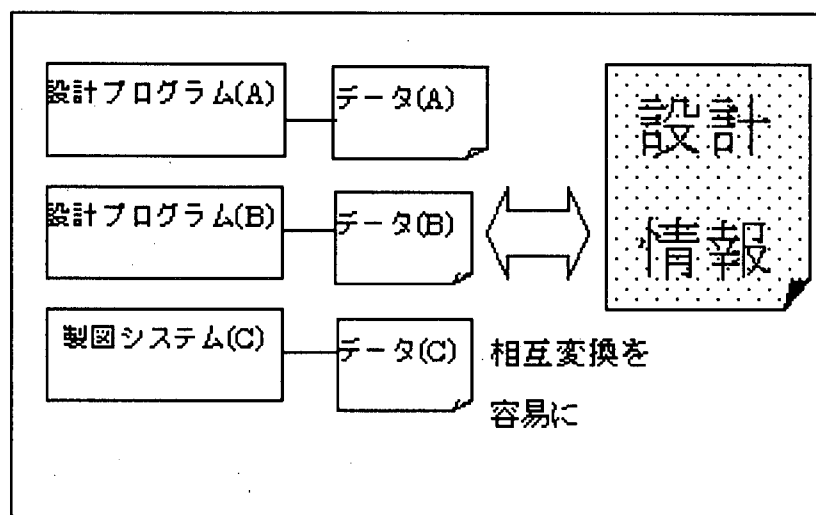


XMLの文書型定義(DTD)

構造化したデータモデルから、以下のよう
にXMLのDTDを定義した。

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS" ?>
<!ELEMENT bridge (部材)>
<!--.....>
<!-- 部材 -->
<!--.....>
<!ELEMENT 部材 (部材No?,部材名称?,b?,l?,h?,材質?,子部材No?,原点からの距離x?,原点からの距離y?,連結方法?,取
付角度1?,取付角度2?,面?)>
<!ELEMENT 部材No (#PCDATA)>
<!ELEMENT 部材名称 (#PCDATA)>
<!ELEMENT b (#PCDATA)>
<!ELEMENT l (#PCDATA)>
<!ELEMENT h (#PCDATA)>
<!ELEMENT 材質 (#PCDATA)>
<!ELEMENT 子部材No (#PCDATA)>
<!ELEMENT 原点からの距離x (#PCDATA)>
<!ELEMENT 原点からの距離y (#PCDATA)>
<!ELEMENT 連結方法 (#PCDATA)>
<!ELEMENT 取付角度1 (#PCDATA)>
<!ELEMENT 取付角度2 (#PCDATA)>
```

実現イメージ



今後の課題

- ・データ構造を詳細化し、複雑なモデルへの対応を可能とする
- ・応用例を増やし、本システムの有効性・拡張性を検証する
- ・応用プログラムからのデータ変換
例えば、XMLデータを自動出力できる入力方法の検討
- ・応用プログラムへのデータ変換
設計情報から個別プログラムへのデータ変換

電子化基準策定小委員会 活動成果報告

土木CAD製図基準の策定

土木学会 情報利用技術委員会
電子化基準策定小委員会

研究活動の目的

- CALS/ECの進展
 - 国土交通省等のCAD製図基準が整備されつつある
 - 多少内容が異なる
 - CAD実務者が不便
- 各基準を集約した基準
 - 受発注者の利便の向上
 - スムーズなデータ交換→CALS/ECの普及の一助

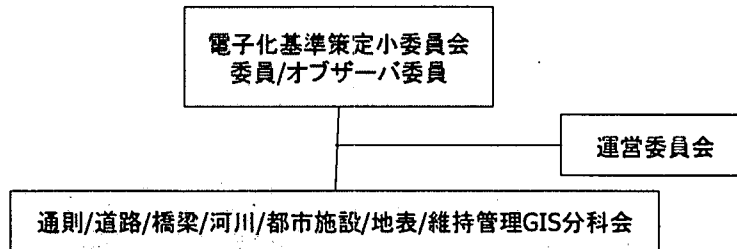
2002/10/15

電子化基準策定小委員会

2

小委員会の構成

- メンバ構成...発注者/建設コンサルタント/ゼネコン/CADベンダ
- 委員会構成



2002/10/15

電子化基準策定小委員会

3

研究活動の範囲

- 当面は二次元のCAD製図を対象
 - 三次元やプロダクトモデルは対象外(設計情報小委員会)
- 将来的にはCADや製図に囚われずに, 土木分野の電子データに関する基準類を整備していく予定

2002/10/15

電子化基準策定小委員会

4

研究活動報告(1)基準作成状況

- 通則編の案を公開(7月)
 - パブリックコメントの募集
 - 結果を公開している
- 通則編の改訂版, 道路編, 橋梁編, 都市施設編の案を公開(現在)
 - パブリックコメントを募集中

2002/10/15

電子化基準策定小委員会

5

研究活動報告(2)通則編

- 1.基本事項
 - 適用の範囲など
- 2.ファイル作成
 - ファイル名, レイヤ名など
- 3.図面作成に使用できる機能
 - 色, 線, 文字など
- 4.CADによる図面作成の留意点
 - 座標系, 図形要素, 図形の表し方, 寸法など
- 5.ファイル交換
 - ファイル形式, 外部ファイルの扱いなど

2002/10/15

電子化基準策定小委員会

6

研究活動報告(3)各工種編

- レイヤ分類
- 各工種特有のCAD製図に関する項目

2002/10/15

電子化基準策定小委員会

7

今後の活動予定

- 公開済み部分のメンテナンス
- 河川編のパブリックコメント募集
- 維持管理・GIS編(仮)の策定
- 砂防, トンネル, 公園緑地分科会の設置
 - 委員の追加募集中
- 基準の普及活動

2002/10/15

電子化基準策定小委員会

8

電子化基準策定小委員会報告 - 土木 CAD 製図基準の策定 -

山崎 元也¹

Motoya Yamasaki

磯部 猛也²

Takeya Isobe

大野 聡³

Satoru Ohno

宮永 克弘⁴

Katsuhiko Miyanaga

1. 研究活動の目的

近年 CALS/EC が進展し、国土交通省をはじめ様々な公的機関や地方自治体、インフラ関連企業等の発注者側で CAD に関する製図基準が整備されつつある。しかしながら、それぞれの団体で策定された CAD 製図基準は多少内容が異なり、CAD 実務者が不便を強いられる場合もある。

土木学会 情報利用技術委員会 電子化基準策定小委員会(以下本小委員会)では、各基準を集約した基準を土木学会として策定することにより、受発注者等の利便を向上させることを第一の目的としている。

また、スムーズな CAD データ交換を実現して、CALS/EC の普及の一助となることを期待している。

2. 小委員会の構成

本小委員会には発注者の他、建設コンサルタントやゼネコンなどの CAD 実務者(ユーザ)、CAD ベンダなどが参加しており、バランスの取れた内容を目指している。

実際の活動の中心となる分科会は、CAD 製図基準(案)の各編に対応した通則、道路、橋梁、河川、都市施設の各分科会と、各編に共通な測量や地形を扱う分科会(地表分

科会)がある。また、今年度より維持管理 GIS 分科会を設置した。

尚、本小委員会には有識者にオブザーバ委員として参加していただき、意見を頂いている。

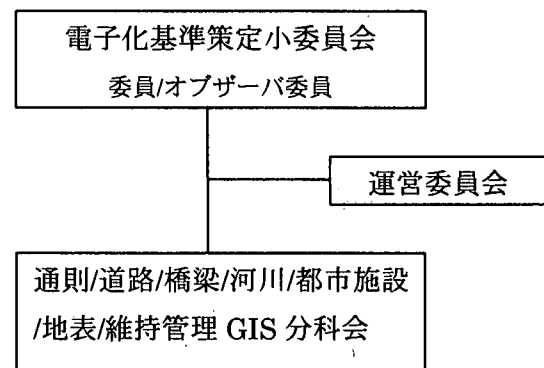


図 1 電子化基準策定小委員会構成

3. 研究活動の範囲

当面は二次元の CAD 製図を対象とした基準の策定や普及活動を行っていく。

その後は、CAD や製図に囚われずに、土木分野の電子データに関する基準類を整備していく予定である。

4. 研究活動報告

土木学会では紙製図用の「土木製図基準」が発行されており、本小委員会で策定する

¹ 日本道路公団 Motoya.Yamasaki@jhnet.go.jp

² (株)建設技術研究所 isobe@ctie.co.jp

³ (株)シビルソフト開発 ono@civil.co.jp

⁴ (株)横河技術情報 k.miyanaga@yti.co.jp

CAD 製図基準とダブルスタンダードになる恐れがあった。そこで、土木製図改定委員会及び出版委員会と意見交換及び調整を行った。将来的には両基準の統一も視野に入れている。

平成14年7月に通則編の案を土木学会のホームページ上で公開した。同時にパブリックコメントを募集し、その結果は同年8月に公開している。また、同年10月にはパブリックコメントを受けた通則編の改訂版と、道路編、橋梁編、都市施設編の案を公開した。尚、後の三編についてはパブリックコメントを募集中である。

通則編は

1. 基本事項

適用の範囲など

2. ファイル作成

ファイル名、レイヤ名など

3. 図面作成に使用できる機能

色、線、文字など

4. CAD による図面作成の留意点

座標系、図形要素、図形の表し方、寸法など

5. ファイル交換

ファイル形式、外部ファイルの扱いなど

から構成されている。

各工種編は、レイヤ分類や各工種特有のCAD製図に関する項目など、具体的な内容となっている。

5. 今後の活動予定

公開済みの通則編、道路編、橋梁編、都市施設編は随時メンテナンスしていく。河川編も近々パブリックコメントを募集する予定である。また、維持管理 GIS 分科会に

おいても基準を策定する。

工種の追加として砂防、トンネル、公園緑地の各分科会の委員の追加募集を行っている。

基準の普及活動についても、基準の整備がある程度進んだ段階で考えていく。

情報共有技術小委員会 活動成果報告

情報共有技術の有効活用 —実践的な活動を通じて—

土木学会 情報利用技術委員会
情報共有技術小委員会

2002-10-29

土木情報システムシンポジウム

1

研究活動の目的

- ・ 情報共有に用いられる固有技術について調査研究すると共に、土木分野における適用方法を調査研究し、その結果を公表することにより成果を土木学会員を中心とした土木技術者に広く還元する。

2002-10-29

土木情報システムシンポジウム

2

小委員会小史

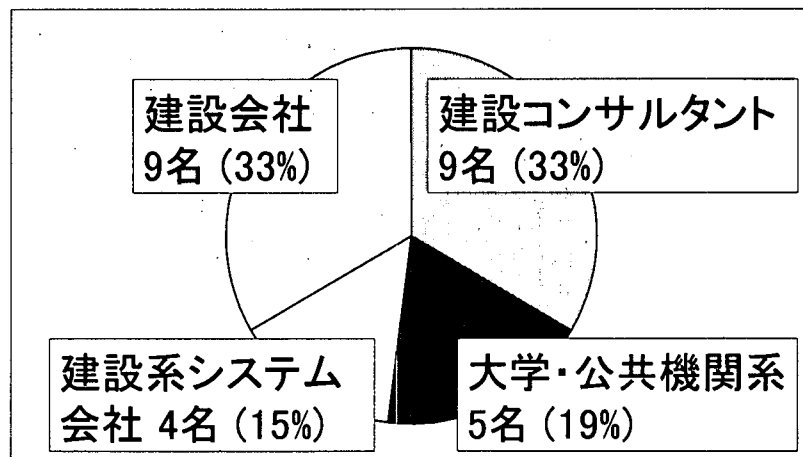
- ・ 1987～1997年 人工知能小委員会 (計105回)
- ・ 1997年6月～ 現在 情報共有技術小委員会
 - 1997～1999年 小委員長: 池田 将明 (フジタ)
 - 2000～2001年 小委員長: 皆川 勝 (武蔵工業大学都市基盤工学科教授)
- ・ 2002年6月～ 小委員長: 小松 淳 (日本工営)
 - 委員数: 27名、副小委員長: 佐藤 郁 (戸田建設)
 - 小委員会担当委員: 柴崎 亮介 (東京大学空間情報科学研究センター教授)

2002-10-29

土木情報システムシンポジウム

3

小委員会の構成



2002-10-29

土木情報システムシンポジウム

4

研究活動状況

- ・ 1997年以来、逐次開催の分科会と並行して小委員会を38回開催
- ・ 現在はほぼ月1回ペースの小委員会開催
 - － 最新技術動向に関する話題提供
 - － 分科会(または執筆グループ)活動報告
- ・ 年1～2回程度の見学会
- ・ インターネットの活用
 - － 情報共有実践サーバの運用

2002-10-29

土木情報システムシンポジウム

5

研究活動の範囲(2000～2001年)

- ・ インターネットの最新動向(主査: 小松 淳)
 - － 常時接続環境などの最新動向の調査と、土木における利用・展開方法を中心に研究
- ・ 情報共有実践(主査: 佐藤 郁)
 - － 独自サーバ運用による共有実践とそのノウハウ探求
- ・ XMLの現状(主査: 中村 真一)
 - － XMLデータの利用方法を中心に研究

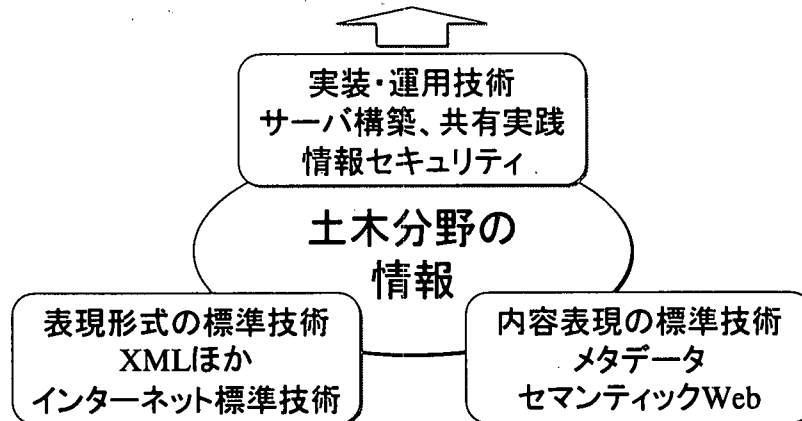
2002-10-29

土木情報システムシンポジウム

6

研究活動の範囲 (2002年～)

一般の土木技術者+「土木学会の社会化」



2002-10-29

土木情報システムシンポジウム

7

研究活動報告

- ・ 活動報告書
 - 1998年6月 平成9年度(1997年度)活動報告書
 - 2000年6月 平成10・11年度(1998・9年度)活動報告書
- ・ セミナー開催
 - 2000年6月29日 土木情報システム 関西セミナー2000
 - ・ テーマ「土木分野におけるITと情報共有技術」

2002-10-29

土木情報システムシンポジウム

8

研究活動報告 (1998～2000年)

- ・ 小委員会開催時の話題提供例
 - 「日経インターネットテクノロジーセミナー」ライブ中継
 - 「ICカード出改札システム Suica」
 - 「建設業向けASP “nsxpress.com”」
- ・ 2000年4月～11月「土木施工」誌連載
 - 『知って得する土木技術者のためのIT講座』
 - ・ 第1回～第6回 XML、GIS、インターネット技術解説
 - ・ 座談会 土木技術者にとってのIT 前・後編
 - いま、土木技術者として身につけるべきこと
 - ITと建設業のかかわりを考える

2002-10-29

土木情報システムシンポジウム

9

「土木施工」誌連載 (2002年8月号から) 『続 知って得する 土木技術者のためのIT講座』

- 第1回 インターネットへつなごう
- 第2回 電子メールを活用しよう
- 第3回 ホームページを活用しよう
- 第4回 インターネットでの取引
- 第5回 ロケーションサービスを活用しよう
- 第6回 標準形式で交換しよう
- 第7回 「何でもどこでもネットワーク」の未来

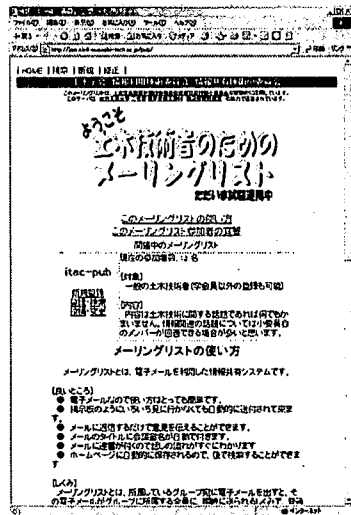


2002-10-29

土木情報システムシンポジウム

10

研究活動報告 (現在試行中)



2002-10-29

土木情報システムシンポジウム



11

今後の活動予定・将来展望

- ・「土木施工」誌連載2003年1月号まで
- ・活動方針、実施体制作り
- ・「セマンティックWeb」を情報共有の将来像のひとつと位置づけ、今までの活動を統合
- ・情報共有実践の範囲を拡大
 - 情報共有サーバ環境の強化
 - 社会科学的なアプローチ (情報伝達の基本)
 - 新しい委員の募集

2002-10-29

土木情報システムシンポジウム

12

国土情報活用小委員会報告

「空間情報関連技術の最新動向と
これからの国土情報の利活用」

2002年9月29日
土木学会情報利用技術委員会
国土情報活用小委員会

研究目的

- ✦ 建設分野においては、国土管理におけるさまざまな空間情報取得・活用技術が注目され、その要素技術として衛星リモートセンシング技術だけでなく、地理情報システム（GIS）、汎地球測位システム（GPS）技術などの活用が期待されている。これらの技術は、国土に関わる各種の情報が空間的位置参照を持ち、デジタル形式で取得・蓄積・活用するための技術として、「国土情報科学」、「空間情報科学」などの言葉で総括される。
- ✦ 本小委員会は、各種の国土情報を建設分野で活用するための方向性について総括的に検討する研究組織として設立されたものである。

2002.10.29.土木情報システムシンポジウム

研究会の構成(1)

- ⌘ 小委員長 : 柴崎亮介 (東京大学)
- ⌘ 副小委員長 : 二階堂義則 (建設省)
- ⌘ 副小委員長 : 町田 聡 (パシフィックコンサルタンツ)
- ⌘ RS-WG主査 : 清水英範 (東京大学)
- ⌘ GIS-WG主査 : 伊藤一正 (建設技術研究所)
- ⌘ GPS-WG主査 : 佐田達典 (三井建設)

2002.10.29.土木情報システムシンポジウム

研究会の構成(2)

柴崎 亮介	東京大学	清水 英範	東京大学大学院	佐田 達典	三井建設(株)
二階堂 義則	国土交通省	青木 昌	(株)オリエンタルコンサルタンツ	本澤 慎一	三井建設(株)技術研究所
町田 聡	パシフィックコンサルタンツ(株)	青山 定敬	(株)建設技術研究所	片野 信	アジア航測(株)
伊藤 一正	(株)建設技術研究所	石井 達也	(株)協和コンサルタンツ	黒白 昌弘	ハザマ
市川 博一	パシフィックコンサルタンツ(株)	伊藤 賢也	日本技術開発(株)	石口 真実	(株)黒谷組
伊藤 誠敏	建設技術研究所	岩田 芳隆	富士通エフ・アイビー(株)	東原 喜代子	(株)ジオテック
太友 正晴	国際航測(株)	小川 展寛	(株)土木情報サービス	重松 文治	五洋建設(株)
岸 守	アジア航測(株)	宮 博義	(株)向組	山口 和徳	(株)協和コンサルタンツ
向後 隆道	(株)オオバ	熊谷 樹一郎	筑波大学	相模 孝夫	三井建設(株)技術研究所
柳原 康貴	東京大学	込田 章司	パシフィックコンサルタンツ(株)	向後 和広	水資源開発公団
堀田 幸夫	電通開発(株)	森田 祐史	茨城大学	佐々木 義昭	鹿島建設(株)
佐藤 礼次	(株)協和コンサルタンツ	高橋 康夫	(株)三菱総合研究所	杉浦 政昭	インドネシア共和同
池田 宏次	(株)土木情報サービス	深見 和彦	独立行政法人土木研究所	田中 克則	日本道路公団長崎
松家 啓明	東京大学	三好 克治	(株)国土情報技術研究所	辻 求	アジア航測(株)総合研究所
須川 良幸	(株)横河技術情報	山本 正直	アジア航測(株)	辻原 俊雄	(株)土木情報サービス
鳥嶋 一秋	太陽コンサルタンツ(株)	布施 孝志	東京大学大学院	堀山 俊郎	(株)堀山コンサルタント
三雲 昌宏	(株)ニュージェック			近藤 次郎	(株)大林組
藤山 敏士	東京電力(株)				
宮岡 正泰	パシフィックコンサルタンツ(株)				

2002.10.29.土木情報システムシンポジウム

活動経緯

- ※ 平成11年度
 - GISの標準化に関する連続ワークショップ(2000年10月26日、11月13日、11月21日)
- ※ 平成12年度
 - ポジショニング技術に関する勉強会「GPSに関する最近の話題」(2001年8月29日)
 - 【年次学術講演会研究討論会】「国土マネジメント時代における空間情報の共有化と活用方策」(2001年10月2日、熊本大学)
 - リモートセンシング技術の現状に関する勉強会(2002年1月10日)
 - 国土マネジメントと空間情報技術の関連整理
- ※ 平成13年度
 - 国土マネジメントに向けた空間情報技術のあり方に関する検討
 - 活動報告書のとりまとめ

2002.10.29.土木情報システムシンポジウム

GISの標準化に関する連続ワークショップ

土木学会土木情報システム委員会国土情報活用小委員会・東京大学空間情報科学研究センター共催
 GISの標準化に関する連続ワークショップ
 2000年10月26日、11月13日、11月21日
 於：東京大学生産技術研究所第一・第二会議室

カリキュラム

- 第1回【GIS標準の現状と標準化に関わる基礎知識】(10月26日(木) 10:00~17:30)
- 10:00~10:15 イントロダクション : 柴崎 亮介小委員長
 10:15~11:45 オブジェクト指向と標準化 : 関西大学・上島 幹一先生
 【昼食】
 13:00~14:30 ISO/TC211と日本の地理情報標準 : 国領航業・太田 守重氏
 14:45~15:45 OGC : 三越商事・山浦 晃祐氏
 16:00~17:30 G-XML : 東京大学・有川 正俊先生
- 第2回【日本の建設分野における標準化動向と諸外国の先進事例】(11月13日(月) 10:00~18:00)
- 10:00~11:30 CADデータの標準化(STEP) : 柳東芝・熊野 久氏
 【昼食】
 13:00~14:00 建設省の動向 : 建設省土木研究所・光橋 尚司氏
 14:00~15:00 JACIC標準部の活動 : JACIC標準部・深澤 芳雄氏
 15:30~16:30 中央省庁におけるGISへの取り組み : NSDIPA・今井 修氏
 (自治省、郵政省、通産省など)
 16:30~18:00 諸外国の先進事例(OKSTRA、LexiCon等) : 建設技研・曙部 猛也氏
- 第3回【ITS等における標準化の進め方】(11月21日(火) 10:00~18:00)
- 10:30~12:00 システムアーキテクチャの構築方法 : 三菱総研・小川 俊幸氏
 【昼食】
 13:30~14:30 ISO/TC204(WG3を中心に) : 建設省土木研究所・奥谷 正氏
 14:30~15:00 道路GISとITS : 建設省道路局・中神 隆一氏
 15:15~16:00 DRMの新しい標準化 : DRM協会・土肥 規男氏
 16:00~18:00 ディスカッション : 柴崎 亮介小委員長

2002.10.29.土木情報システムシンポジウム

GPSに関する勉強会「GPSに関する最近の話題」

講 師:

佐田達典主査(三井建設)

トリンブルジャパン 伊沢光磨氏、藤井マウロ氏

DXアンテナ 河口星也氏

重松文治委員(五洋建設)

2002.10.29.土木情報システムシンポジウム

リモートセンシング技術の現状に関する勉強会

- ①「成層圏プラットフォーム計画－地球観測センサの研究開発について－」

宇宙開発事業団 富井直弥氏

- ②「高度撮影時系列画像を用いた車両の詳細挙動観測手法－成層圏プラットフォームを想定して－」

東京大学 布施孝志先生

- ③「航空機搭載型レーザスキャナによる3次元都市モデリング」

国際航業株式会社 武田浩志氏

- ④「江戸時代・都市景観のコンピュータ・ビジュアライゼーション」

東京大学 清水英範先生

2002.10.29.土木情報システムシンポジウム

年次学術講演会 研究討論会(熊本大学)

【年次学術講演会研究討論会】

日時：2001年10月2日 16:30 ～ 18:30、場所：熊本大学

■研究討論会のタイトルと主旨

タイトル：国土マネジメント時代における空間情報の共有化と活用方策

主旨：社会経済情勢が厳しさを増し、公共投資に大きな制約が課せられる一方で、高齢化の進展、地域の個性に基づいた自立的な成長など新たな政策課題が山積している。その中で、「国土マネジメント」という考え方が注目を集めている。マネジメントを有効に機能させるためには情報の収集・管理・利用がキーポイントとなることは言うまでもない。

一方、多様なデジタル地理情報の整備、GPS技術をはじめとするポジショニング技術、高分解能衛星の打ち上げ等で期待が膨らむリモートセンシング技術などの空間情報技術は、今後も急速に高度化し続けていくことが予想される。

こうした技術的な革新をベースに空間情報を共有・活用し、国土マネジメントを有効に機能させつつ、従来型の建設事業のあり方についても、産学官一体になって検討することが急務となっている。

本討論会では、空間情報の標準化や共有化プロジェクト、あるいはそれらを支える空間情報技術、リモートセンシング技術、ポジショニング技術について、現状と課題をレビューし、将来に向けて学会が取り組むべき課題を考えていきたい。

■座長

東京大学 空間情報科学研究センター 教授 柴崎亮介氏
(土木情報システム委員会 国土情報活用小委員会 委員長)

■パネリスト

国土交通省国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報研究官 二階堂 義則氏
(土木情報システム委員会 国土情報活用小委員会 副委員長)

パシフィックコンサルタンツ株式会社 情報技術部 グループリーダー 町田聡氏
(土木情報システム委員会 国土情報活用小委員会 副委員長)

ハザマ 土木事業総本部 構造物統括部 黒台昌弘氏
(土木情報システム委員会 国土情報活用小委員会 委員)

摂南大学 工学部 土木工学科 講師 熊谷樹一郎氏
(土木情報システム委員会 国土情報活用小委員会 委員)

2002.10.29 土木情報システムシンポジウム

研究成果(1)

1. 空間情報技術の現状と発達の可能性

- ※ 空間情報技術とは、実空間世界に関する情報を取得、処理、解析する一連の技術のことである。データ取得手段としてリモートセンシングやポジショニング技術（GPSなど）があり、データの管理・蓄積技術としてGISが、解析技術として空間統計学や空間的最適化手法などがある。いわば、実世界をデジタルコピーし、それを操作・解析する技術であると言え、社会基盤整備や環境保全にきわめて近い技術であると言える。
- ※ 空間情報技術のうち、データ取得技術はセンサ技術の進歩やプラットフォーム技術の進歩により近年、利用可能な選択肢が急激に増加した。例として高分解能衛星やレーザスキャナなどがある。また電子基準点による高精度測位技術などもある。一方、住所などを地図座標に変換するアドレスマッチング技術も重要である。既存の膨大な電子データのうち、住居表示などにより地図に結びつけられている情報は少なくないが、こうした情報を「空間情報」に変換することで他の空間情報と場所を媒介として関連づけることが可能になってきた。
- ※ そのようにして取得された空間情報の増加に伴い、それを蓄積、管理するためのGISも利用が急速に拡大しつつあり、施設管理や災害対応業務、環境情報の管理業務などにおいて、GISがプラットフォームとして利用される事例が多くなってきた。
- ※ このように、現時点でさえ空間情報技術は社会基盤整備事業において不可欠のものとなりつつあり、将来は一層様々な局面で利用され、その高度化に寄与するものと期待できる。

2002.10.29 土木情報システムシンポジウム

研究成果(2)

2. 国土マネジメントと空間情報技術

- ※ 従来、土木事業の主たる目的は施設の建設であった。しかし、施設の利用者への情報提供や、利用状況に応じた柔軟な施設運用、施設の効率的・予防的な維持管理など利用者としての国民のCS(Customer's Satisfaction)を改善するためのマネジメント的な視点が必要とされてきている。施設建設を中心課題とする限りは、必要とされる情報は建設施設周辺の情報と建設資機材に関する情報などにある程度限定されていた。しかし、マネジメントは利用者のCSを改善する手段を単に施設建設と物理的な維持に限定せず、情報提供やさまざまな活動支援サービスなども実施することを想定している。また、利用者も単にその施設（例えば道路施設）を直接利用する人々だけでなく、周辺や地域の住民など大変幅広く捉えている。そのため、利用者の状況やニーズの把握、周辺地域の環境の現況把握、施設現況の把握、あるいは利用者への効果的な情報伝達と確認などが不可欠となり、情報の収集・管理・利用をいかに効率的、効果的に行うかが重要となる。
- ※ 空間情報技術は、情報の処理から利用に至る過程を支える基盤技術の一つとして大いに期待できる。
- ※ しかし、情報の連携や共有化など、単なる情報技術の適用だけでは解決しない課題も多い。その一つに標準化がある。

2002.10.29.土木情報システムシンポジウム

研究成果(3)

3. 空間情報技術の標準化の動向

- ※ 空間情報技術に関する標準化は現在、国際的にも積極的に進められている。ISO（国際標準化機構）では、TC211（211技術委員会）、TC204（204技術委員会）が主たるものである。ISO以外にもGIS関連技術に関してOGC(Open GIS Consortium)などの標準化団体が活発に活動しているほか、関連技術としてW3C(The World Wide Web Consortium)などがウェブ関連技術の標準化を進めている。
- ※ しかしながら既存の標準化プロジェクトではデータの表現形式に関する標準化が主体であり、マネジメントに必要な緊密な連携を実現するためには、意味内容まである程度踏み込んだ標準化が不可欠となる。マネジメントのさまざまな局面においてどんな情報の利用が必要であり、そのためにはどの程度、意味・内容（セマンティックス）にまで踏み込んだ標準化・共通化が必要なのかを分析することが必要となろう。

2002.10.29.土木情報システムシンポジウム

研究成果(4)

4. 国土マネジメントに向けた空間情報技術の利用のあり方

- ※ 空間情報技術をそれぞれ単独で利用するだけでも、災害モニタリングや環境影響の評価から施設の維持管理など大きな効果が期待できる点は少なくない。しかし、国土全体を範囲としたマネジメントが長期的には土木事業の根幹をなす事を考えると、情報の共有化や連携を本格的に進める必要があり、すでにのべた意味・内容（セマンティックス）にまで踏み込んだ標準化・共通化を避けては通れない。
- ※ 従来、情報利用の分析はシステム開発を行う際に要件の定義の基礎として行われてきた。しかし、情報の共有化の基礎を築くためには、幅広い業務を対象に情報の利用を見直す必要がある。また同時に、情報の共有化の進展や、利用の円滑化による効果を発揮させるためには、同時に業務のやり方・手順を変更するBPR(Business Process Reengineering)を行うことも不可欠である。こうしたいわば情報利用の高度化に関するマスタープランを国土マネジメントをターゲットに構想することが土木技術者の新たな指命となる。それに合わせてそうした作業をサポートするための情報利用の調査方法、調査結果の整理・解析方法、モデル化の方法、さらにBPRの方向性を見いだしたり、改善効果を定量的に評価する方法などを開発することがのぞまれている。

2002.10.29 土木情報システムシンポジウム

新たな社会基盤としての 建設情報モデルのあり方

第27回土木情報システムシンポジウム
パネルディスカッション

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

座長・パネリスト

座長: 蒔苗耕司(宮城大学)

パネリスト:

室蘭工業大学	矢吹 信喜
国土交通省	青山 憲明
(株)大林組	古屋 弘
(株)トリオン	千葉 洋一郎

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

ディスカッションの目的

急速な情報ネットワーク技術の進歩

⇒建設分野においても広く情報技術が利用されるとともに、
ネットワークを介した情報交換が普及

しかし、

・現状の情報交換は計画・設計、施工、維持管理それぞれのフェーズでの情報交換
が主である。

・ライフサイクルの中での利用可能な情報流通については十分に考えられていない。



このような全てのフェーズにおける情報の流通を実現するためには、
国土情報を含めた建設・管理情報(建設情報と呼ぶ)を
包括的にモデル化するためのアーキテクチャの確立が不可欠である。

建設情報をひとつの社会基盤として位置づけ、これからの社会基盤として求め
られる建設情報モデルはどのようなものなのか、またそのモデル化はどのよう
に進めていくべきなのか、そして将来の展望について討論する。

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

ディスカッションのポイント

(1)建設情報モデルとは何か？なぜそれが必要なのか？

- ・現状の情報技術の問題点(electronic paper)
- ・情報の流通
- ・情報自体がインフラとなり得るのか？(現実⇔ネットワーク・コンピュータ)

(2)建設情報モデルの現状

- ・国内におけるモデル化の動向
- ・海外におけるモデル化の動向

(3)官学民それぞれの立場からの建設情報モデル化の必要性

(4)建設情報モデル化の利点と問題点

- ・モデル化の利点は？
- ・現状の建設プロセスの問題点
- ・建設情報化のための技術力の不足⇒土木教育の問題？

(5)モデルの構築は誰がどのようにして行うべきか？

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

新たな社会基盤としての
建設情報モデルのあり方

インフラストラクチャ・システム 工学に向けて

室蘭工業大学

建設システム工学科 助教授, Ph.D., P.E.

矢吹信喜

土木学会 第27回土木情報システムシンポジウム パネルディスカッション

2002年10月30日(水) @土木学会

N. Yabuki

1

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

1. はじめに

- 土木構造物(プロジェクト)のライフサイクル
 - 計画, 予備設計, 構造解析, 詳細設計, 設計照査, 積算, 入札, 施工計画, 施工管理, 維持管理, 補修, 廃棄(更新)
- 土木プロジェクト
 - 工場ではなく, 現場で生産
 - 多品種少量(単品)生産
 - 数多くの異なる機関, 部署, 会社(複雑な多層構造)
 - 数多くの異なる専門分野の技術者や事務職
 - 空間的, 時間的に分散
 - 公的プロジェクト(入札が基本, 会計検査院)

N. Yabuki

2

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

2. 「自動化の島」問題

- 自動化の努力
 - 構造解析ソフト(FEM), 自動設計製図, 2D-CAD, 3D-CAD, 積算システム, 工程管理システム(CPM)等
- しかし, 各アプリケーション間のデータ互換性が低い
 - 成果品の受け渡しは紙ベース
 - 例えデータとして貰っても, 結局は手作業で他のシステムへデータ入力
- 「自動化の島(Islands of Automation)」問題

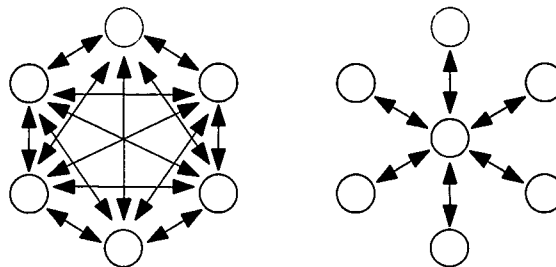
N. Yabuki

3

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

3. 共通データモデル

Direct Data Transfer Method Indirect Data Transfer Method



- 工学では, やりとりするデータは, 製品(プロダクト)に関するデータが中心
- 中心となるデータの構造を規定するモデル
→ プロダクトモデル

N. Yabuki

4

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

4. 建設情報モデルの動向

国内の動向

①建設CALS/EC

- 2D-CAD図面データ, 工事写真, 文書等の共通データフォーマット
- 一部の工事を対象に電子的データの受け渡し開始

②研究

- 大学等でプロダクトモデルの研究

③民間

- 鋼橋等を対象にアプリケーションに依存したプロダクトモデルの開発

④国土情報

- 国土地理情報, DTM, GIS

N. Yabuki

5

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

海外の動向

①3次元プロダクトモデルの研究

- 1980年代, 欧米で, ビルディングを対象に研究が進み, 90年代後半から, 論文発表が特に盛ん.
- スタンフォード大学の4D-CAD

②ISO 10303 : STEP (STandards for Exchange of Product model data)

- 機械分野は進んでいる.
- 建築, 橋梁などは遅れている.

N. Yabuki

6

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

③IAI (International Alliance for Interoperability)のIFC (Industry Foundation Classes)

- 建設関連のISO STEPが遅いので、米国主導で民間主体の国際的な連盟を作って、建築ビルディングを主対象に業界標準を作成
- オブジェクト指向データモデル
- ISO STEPの技術をベースにしている
- CAD及び非CADアプリケーション間のデータ交換を可能にする
- 将来はISO化を目指している

④企業内のプロダクトモデル

- 鋼構造を対象. Xsteel, CIMSteel

N. Yabuki

7

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

5. 建設情報モデルについての私見

①土木構造物のライフサイクルの中での情報流通

- 現状では、図面、仕様書、設計書、施工計画等の書類をベースに情報は一応流通している。
- しかし、不明な点も多いので、電話、FAX、打合せ、現場合わせなど、無駄が多い。
- システムを開発したり、導入しても、自動化の島になっている。
- 全体としては、非効率
- 建設CALSでは、2D-CADデータ：設計者や技術者は形状やレイアウトを理解できるが、コンピュータには理解不能。従って、2D-CAD以外のアプリケーションに有益なデータを渡すことができない。

N. Yabuki

8

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

②流通すべき情報

- どこにどういうものを作りたいのか
 - レイアウト, 寸法, 材料等
- どのように作りたいのか
 - 仕様, 工程, 施工計画等
- どのようなものを作ったのか
 - 報告, 点検, 施工データ, 試験・計測データ等
- 完成したものはどんなふうか
 - レイアウト, 寸法, 材料等
- 完成後はどうなっているのか
 - 点検, 補修, 改良, 事故, 破損等

コンピュータが理解できる形にしなければあまり意味がない.

◇ 2D-CAD < 3D-CAD < 3Dプロダクトモデル

◇ スキャンした文書 < HTML < XML

N. Yabuki

9

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

③構造物およびその周辺を表現するプロダクトモデル

- モデル
 - 一般性, 拡張性(数学的なモデルに立脚)
 - シンプルで理解しやすい
 - 堅牢(ロバスト)であること
- しかし, 余りにモデルの全てを決めようとする, 合意が得られず, いつまでも決まらない. また, 膨大な量になり, 理解しにくくなる.
- 基本的なモデルの枠組み(フレームワーク)はしっかり合意の上, 決めたらば, 細かい点は, referenceという形で対処
- そうすると, オントロジーが大切に

N. Yabuki

10

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

④設計基準や示方書, 法令等の情報モデルの必要性

- 道路橋示方書, コンクリート標準示方書, 建設関連法令, ガイドラインなども, 建設情報インフラ
 - 現状は, 紙ベース
- XML化し, インターネット上で参照できるようにしたい
- 設計基準等の条文のロジック(論理)をプログラム化することにより, 設計の照査がインターネット上で可能に.
- 照査を自動化するためには, 構造物の情報(プロダクトモデルのデータ)が必要

N. Yabuki

11

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

⑤プロダクトモデルのメリット(モチベーション)

- CAD及び非CADシステム間のデータ相互運用
 - 時間短縮, コスト縮減, 品質向上
 - 3D図形情報から数量計算, 照査, プレゼンテーション等
- 「従来の2次元図面+3次元プロダクトモデル」としたのでは, 返ってワークロードが増えてしまうので,
 - 3D-CADで設計し, コンバータにてプロダクトモデルに自動変換
 - コンバータプログラムは, 各ベンダーが開発
 - 2次元図面はヤメル.
- 3D-CADの使いやすさの飛躍的な向上が必要

N. Yabuki

12

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

⑥土木においても情報に関する教育が必要

- 我が国の土木分野は、現在大きな曲がり角に来ている。
- 高度な情報化社会(ユビキタスコンピューティング, 高速大容量ワイヤレスネットワーク, 巨大なDB, VR, 等)の到来により, 益々情報技術に対するしっかりした理解が必要
- しかし, 大学等の土木系学科のカリキュラムでは, 情報関連は軽視.
 - 土木では, 構造, 水, 土の「3力」及びそれらの基礎である「微積分学」を最重視
 - 土木でも, 「情報」及びその基礎となる「離散数学」の教育が必要

N. Yabuki

13

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

6. おわりに

- 労働生産性
 - 平成2年, 建設業は全産業平均とほぼ同じ.
 - 平成10年では, 約7割と差を付けられた.
- プロダクトモデルの導入を契機に, 土木の設計, 施工, 保守の方法を根本から考え直す良いチャンス
 - 産業革命のように, 新しいテクノロジーで, 無理だったことが可能になる時は, 発想の転換が必要
- IT時代にふさわしい建設プロジェクト・マネジメント
 - ⇒インフラストラクチャ・システム工学

N. Yabuki

14

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

建設情報のモデル化の取り組み (国土交通省の取り組み)

建設CALS/ECからのモデル化

CADデータ交換仕様、建設情報コード化、帳票様式の情報構造化、地盤・地質情報、維持管理情報

GISからのモデル化

業務別GIS(道路GIS、道路設計用空間データ、河川GIS、各分野共有GIS(建設行政空間データ、国土管理データ基盤))

国交省におけるデータモデルの特徴

国土交通省国土技術政策総合研究所
青山 憲明

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

CADの標準化(CADデータ交換標準仕様)

- CAD製図基準の策定
 - 実施機関: JACIC CADデータ交換標準小委員会
 - 活動: 平成12年3月策定、平成13年8月、平成14年7月改訂
- CADデータ交換中間ファイルフォーマットの作成
 - 実施機関: JACIC CADデータ交換標準開発コンソーシアム(国、地方自治体、民間ベンダー、コンサルタント、施工会社等)
 - 活動期間: 平成11年3月～平成12年8月
 - 成果: 「データ交換標準仕様(案)」「(略称SXF)」「基本ソフトウェア機能仕様(案)」
- CADのオブジェクトデータモデル交換仕様
 - 実施機関: JACIC CADデータ交換標準小委員会、国総研
 - 成果の目標: CADデータ交換標準仕様(レベル4)の策定

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

CAD製図基準の策定

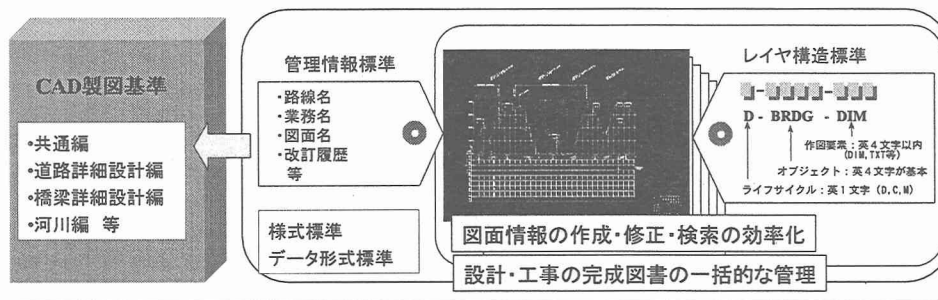
2次元CADの一般的な情報(幾何形状、寸法、旗上げ情報等)

図面の様式を統一した(輪郭、表題、線種)

効率的に保管、運用するためのフォルダ構成、図面管理項目、ファイル名の標準化

作図要素の構造化(レイヤー構造、(図枠表題、構造物、寸法線、旗揚げ情報)、レイヤー名の標準化

CADデータの間接フォーマットを特定のCADソフトに依存しないSXF(レベル2)に規定した(H14.7)



CADデータ交換標準仕様(案) SCADEC

- 異なるCAD間でデータ交換を可能とするための中間ファイル形式
- ISO10303(STEP/AP202)に準拠
- 開発レベル(段階的にレベルアップ)

レベル1

画面(紙)上で、図面表示が正確に再現できるレベル

レベル2(レベル1に機能追加したもの) ← 2002年実現

2次元CAD製図データとして一般的に必要なレベル

(現状の納品データの要求を十分満たし、再利用時における使い勝手が確保されているレベル)

レベル3(レベル2に機能追加したもの)

STEP/AP202(CC2)の製図全体レベル

(STEP/AP202(CC2)における製図機能をすべて満たすレベル)

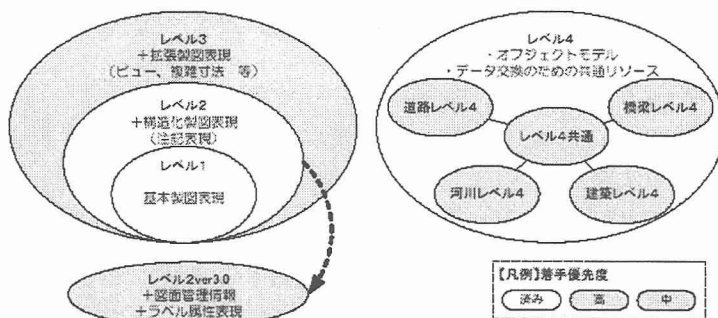
レベル4(レベル3に機能追加したもの)

STEP/AP202にこだわらず必要な属性情報を取り込むレベル

(製図機能だけでなく、図面に表わされている建設分野特有の意味合いも属性情報(ex. 鉄筋、鉄骨等)として付け加えられ、図面からの自動積算が可能となるレベル)

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

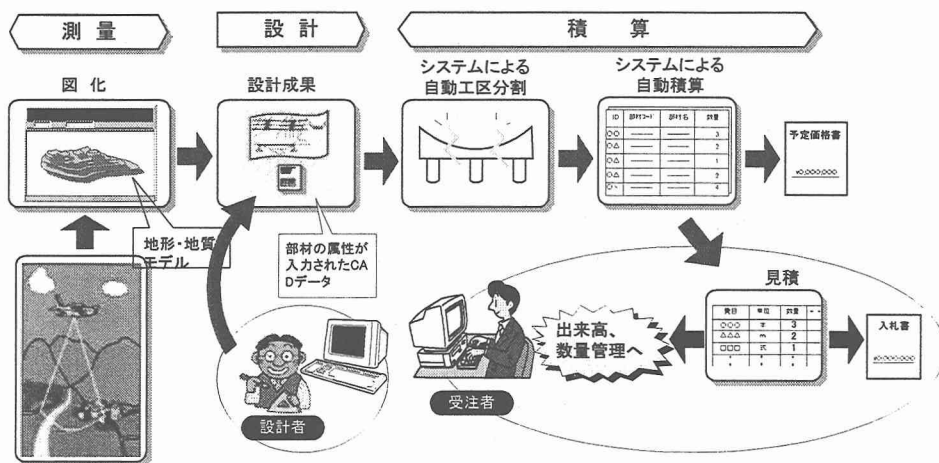
開発方針についての検討



資料作成: JACIC CADデータ交換標準小委員会

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

SXFレベル4による業務イメージ



資料作成: JACIC

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

SXFLレベル4の検討方針

- 建設業界全体(複数分野、官民双方)でのデータ基盤をめざす
- 図面(設計)情報のみならず、建設生産・管理のプロセスで必要となるオブジェクトモデル、もしくはデータ交換のためのリソースを作成する
- 当面は道路分野に限定したモデル開発
- ISO STEP(TC184)、地理情報標準(TC211)等を参考にする
が、当面は整合を図らずに検討
- レベル4で実現すべき範囲をニーズ調査から絞り込む
- ユースケースを作成し、SXFLレベル4の利活用モデルと情報を明らかにする
- 運用、維持管理フェーズにおけるGIS、統合DB等との連携を図る

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

建設情報の標準化(コード標準化)

- 目標
建設分野におけるコード標準化のニーズを明らかにした上で、CALS/ECの実現に資するコードのあり方を検討し、必要に応じて標準コードを開発する。
- 検討機関：JACIC コード小委員会
- 建設情報全体の体系化
 - 国内・国際動向の把握(英国～Uniclass、米国～OCCS)
 - ・ 関連する検討への反映
 - 建設分類体系の検討
 - ・ 建設生産プロセス全般にわたって利用できる建設情報分類体系を構築
- 個別コード標準化調整
 - 優先開発、調整が必要な個別コードの検討
 - ・ 受発注者コード、設計と積算との工種分類体系等

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

公共調達全体の様式の標準化 (受発注者間の関係書類)

・ 目標

建設CALS/ECの実業務への適用と普及を図るために、工事関係書類と調査設計書類の帳票様式の標準化と電子化をめざす。また、この中で「工事関係書類に含まれる情報の標準化」が検討するため、受発注者間での情報交換における標準的なデータモデルが構築される。

・ 検討機関：国土交通省技術調査課、JACIC

・ 期間：平成12年～

・ 検討内容

- － 工事関係書類の標準化様式の策定
 - ・ 旧建設省地方整備局の帳票様式の標準案の策定(118帳票＋添付様式)
 - ・ 港湾土木、空港土木の拡張検討
- － 調査関係書類の標準化検討
- － 標準帳票様式の電子化検討
 - ・ 帳票の特性分析(業務特性、情報特性の分析)
 - ・ 帳票管理システムの調査
 - ・ 帳票の電子化に必要な要素技術(XML)の適用性検討

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

地質調査資料の標準化

・ 目標

建設事業において実施される地質調査業務の成果を、計画、設計、施工、維持管理の各フェーズで円滑かつ確実に受け渡すとともに、国土管理業務やサービスに広く活用するための電子化標準仕様を策定する。

・ 検討機関：国土交通省、JACIC成果品電子標準小委員会

・ 期間：平成12年～

・ 検討内容

- － 地質調査資料
 - ・ ボーリング柱状図、地質平面図、地質断面図、コア写真、土質試験及び地盤調査結果
- － ボーリング柱状図
 - ・ JACIC様式を再現することを前提に、各機関の独自様式に対応可能
 - ・ XML形式によるデータフォーマット
- － 地質平面図、地質断面図
 - ・ CADデータで作成するためのレイヤ構成の設定
- － 土質試験、地盤調査
 - ・ 地盤工学会データシートを再現することを前提
 - ・ 当面は土質試験結果一覧表のデータフォーマットをXML形式でコンバート(2002)

施工維持管理支援プロジェクトデータベース(PDB)

- 目標

これまで構築・運用されている既存の施設管理システム(道路管理システム、舗装管理システム、道路巡回システム、電子野帳システム等)では、データの相互連携が図られていないことから、既存データベースや野帳に登録する情報の交換、共有、連携のルールを策定する。

- 検討機関：土木研究所、JACIC成果品電子標準小委員会

- 期間：平成13年～

- 検討内容

- 対象業務：道路、河川の維持管理業務
- 維持管理情報の抽出、整理
 - ・ 維持管理帳票の調査、整理
 - ・ 対象サービスの絞り込み
 - ・ 維持管理情報の整理
- 維持管理情報の標準化検討
 - ・ 標準化対象の情報項目の選定
 - ・ 情報項目のデータ構成の標準化ルール(名称、データ定義、データ表現、データ品質)の策定
- PDBシステムの検討
 - ・ PDB実験システムの設計

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

道路GIS(道路基盤データ)の標準化

- 目標

国民に対してより高度な道路行政サービス提供が求められているが、位置情報を参照する必要があることから、GISを用いた情報基盤が有効と判断される。このため、データベースや情報流通を支える共用共通基盤として道路基盤データの仕様を作成し、データを整備する。

- 検討機関：道路局道路防災対策室、国総研、JACIC

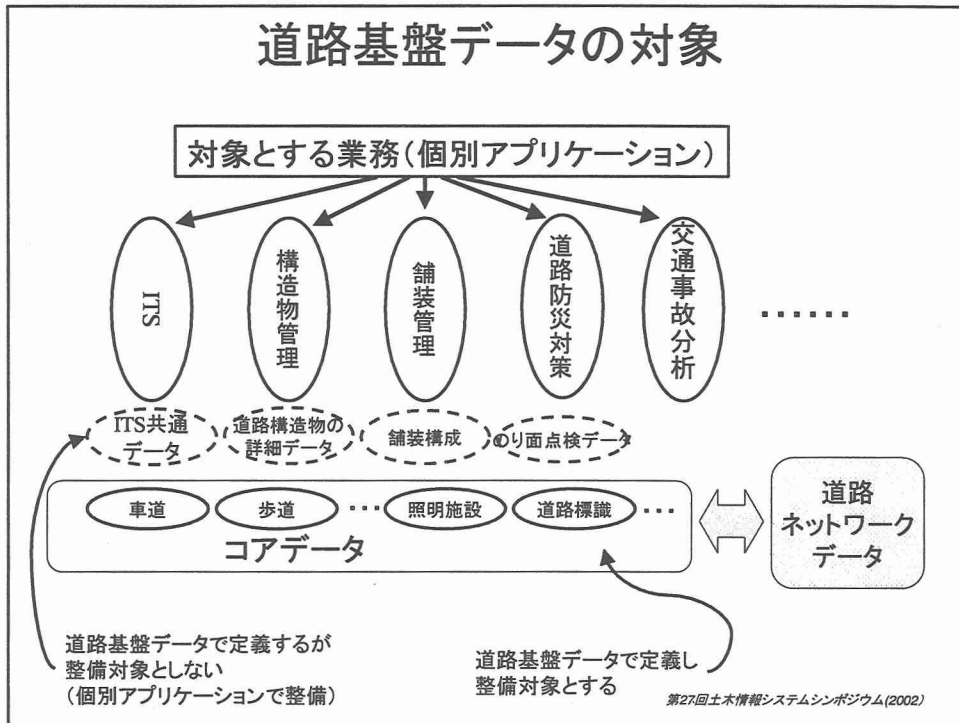
- 期間：平成11年～

- 検討内容

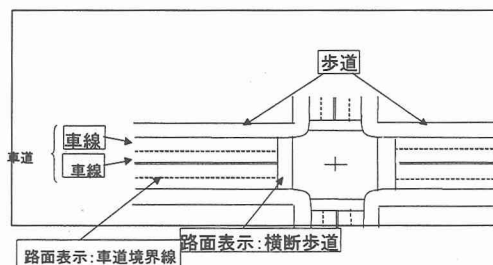
- 道路基盤データ仕様（平成11年度～）
 - ・ 道路GIS及び道路基盤データの基本構想
 - ・ データモデル検討
 - ・ 道路基盤データ製品仕様書作成
 - ・ 試作検討
- 道路基準点の整備方針
- 道路管理データベースとの連携
- 道路基盤データの効率的な整備、更新方法(道路工事におけるデータの取得、空間データ生成)
- 道路基盤データの利用方法

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

道路基盤データの対象



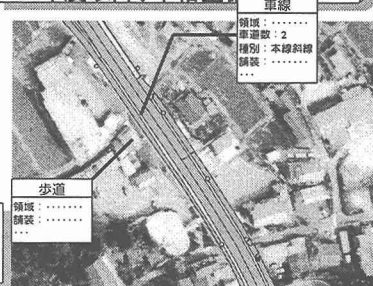
道路基盤データの概要



道路基盤データでは、道路区域内の地物を領域(面)、場所(線)、地点(点)として取得する。さらに、それぞれの地物に必要な情報は、属性として定義しその内容を記載する。

道路基盤データ製品仕様書 Ver0.5
(平成14年4月)作成

- 1/500図面程度でも表わされる道路地図の電子化
- 様々な業務で共用される可能性の高いもの
- それぞれの位置、形状、相互関係がわかるように定義
- 品質が管理
- 地理情報標準に準拠
- 14年度以降、本格整備



道路設計用空間データ製品仕様

・ 目標

道路事業の概略設計、予備設計では、DMデータを取得し、GISやCADを活用することにより、設計が効率化するとともに、定量的な評価による合理的な設計が可能となる。道路設計用空間データ製品仕様書は、道路予備設計で用いる空間データの製品仕様を地理情報標準に基づいて定めたもので、空中写真測量で得られるDMデータの利用率を高めることを目的としている。

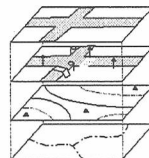
・ 検討機関：国土地理院、(土木研究所)

・ 期間：平成8年～平成12年

・ 検討内容

－ 道路予備設計で用いる空間データ構築のための地物検討

- ・ 道路、鉄道、水部
- ・ (道路)設置物
- ・ 建物及び敷地
- ・ 地形
- ・ 重要地物
- ・ 行政界
- ・ 土地利用



- ① 土地利用
(道路区域など)
- ② 設置物
(道路、橋、歩道橋、照明施設など)
- ③ 地形
(等高線、基準点)
- ④ 行政界
(都道府県界、市町村界など)

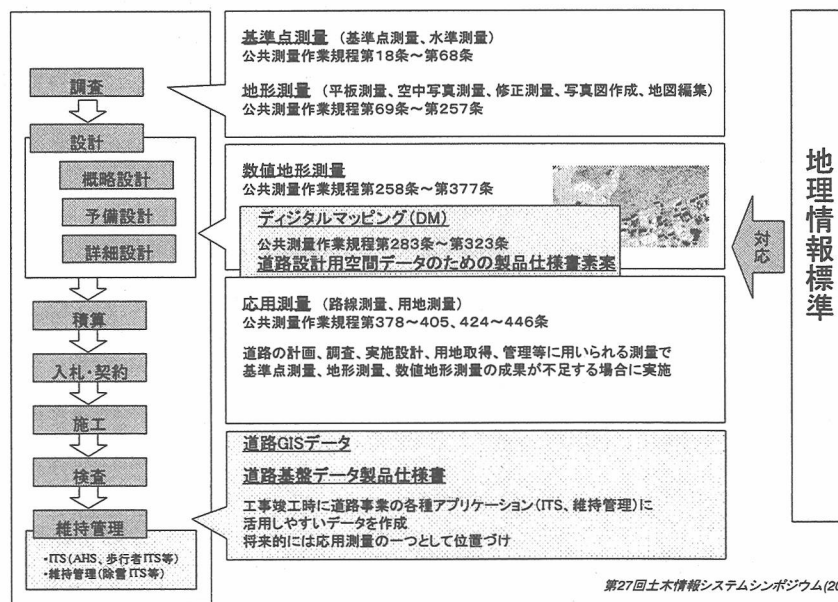
－ 製品仕様書検討

- ・ 道路基盤データの効率的な整備、更新方法

－ 道路基盤データの使用方法

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

道路事業の流れと空間データ取得の関連



第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

その他の道路通信関係情報の標準化

・道路通信標準

・目的

道路情報通信システムでは道路管理者毎、システム毎に独自に通信仕様を定めていることから、システム間での相互接続性、相互運用性、互換性を確保するために、標準化された通信規約を定める。路側センサー～センター、センター～道路情報提供装置及び車載装置、道路管理者～道路管理者の情報通信に適用。

・検討機関：道路局、国総研

・検討内容

- データディクショナリ(データの定義)
- メッセージセット(通信でやり取りするテキストとその並び方)
- プロトコル(データを通信でやり取りする手順)

・対象情報：

- 収集系情報(交通量、環境(気象、路面状況、沿道環境等)、車重計測、道路交通関係情報(運行、障害等)等)
- 提供系情報(渋滞、事故、障害、交通規制、気象、災害等)
- 管理者間交情報(上記+公共交通情報、特車情報等)

・歩行車ITS空間データ製品仕様書(案)

・特殊車両通行算定システムデータ項目定義表、概念e-rモデル

・交通事故データベースシステム など

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

河川GISの標準化

・ 目標

河川に関わる情報は、そのほとんどが「位置」を持つ「空間データ」であることから、それを効率的に管理するGISを導入することが有効である。そこで、河川に関する空間データ及びこれを処理・利用するためのシステムを整備し、業務実施の基幹システムのひとつとしてGISを利用するために、「河川基盤地図データ」及び「流域地盤環境データ」等の業務主題データの作成ガイドラインを策定し、河川GISデータを全国的に整備する。

・ 検討機関：河川局、国土地理院、リバーフロント整備センター、河川情報センター、JACIC

・ 期間：平成8年～

・ 検討内容

- 河川基盤地図ガイドラインの策定(第2.1版 平成13年12月)
 - ・ 河川基盤地図データの規格の統一
 - ・ 河川基図データ、河川基本主題データ、流域基図データ、流域基本主題データ
- 流域地盤環境データ作成ガイドライン(平成11年11月)
 - ・ 主題データの流域内の地形、浸水実績、土地利用等の主題データの規格の統一
- 河川環境情報地図ガイドライン(平成12年1月)
 - ・ 主題データの1つで、道、河川、流域の環境地図の規格の統一

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

河川GISの標準化 (河川基盤地図ガイドラインの策定)

ガイドラインは、河川基盤地図データ作成作業における基図データの計測、構造化編集等の作業方法を定めることにより、成果品等の規格を統一するとともに必要な精度を確保することを目的としており、国土交通省の河川事業で標準の地図フォーマットとして今後利用されるものである。

河川基盤地図データ	基図データ	背景データ	基図データのうち、地図らしく見せるために必要な最低限のデータ
	基本主題データ	基図データ	河川として標準的に整備すべき地図データ 多くの用途に利用できる基盤的データ
その他地図データ	主題データ	背景データ	河川部門業務ごとに発生する地図データ
	背景図データ	地理情報データ	詳細地形をバックに欲しい場合に整備する背景データ
			標準的に利用できる既整備の地理情報

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

その他の業務別GISの標準化

• 都市計画GIS

都市計画情報の有効活用と情報共有をめざして、メタデータの作成、カタログ及びコード体系、品質規格を規定した都市計画GIS標準化ガイドラインを策定(平成12年7月)。用途地域、都市計画区域、促進区域、都市施設、事業予定区域などを地物として定める。検討機関は都市・地域整備局。

• 下水道GIS

下水道台帳管理システムの導入のために、東京都の下水道台帳管理システムを参考に「下水道台帳管理システム標準仕様(案)・導入の手引き」を策定。下水道施設、処理区界、排水区界などの地物を定める。検討機関は日本下水道協会。

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

建設事業の共通分野のGISの標準化

・ 大縮尺数値地形データの標準化

1/500、1/1000大縮尺地形データに関わる仕様書記述事項、品質要件及び品質評価手順を定めた「大縮尺数値地形地図に関わる仕様書記述事項及び品質(案)を作成(平成13年)。国交省地方整備局で作成する地図等に適用。地表面、基準点、設置物、地形等を地物として定めている。検討機関は国土地理院(「大縮尺地図データの整備・利用に関する検討委員会」)

・ 建設行政空間データ基盤

建設行政空間データ基盤は、国及び地方公共団体等において建設・国土管理の業務の各種空間データを共用する場合のフレームワークとなる基盤データを定義したものである。その目的は各管理者が作成するGISデータの整合と効率化、及びデータ流通の円滑化を図ることである。基準点、標杭、行政境界、道路区域、鉄道施設、水辺線、法面、等高線等の地物を定義。検討機関は国土地理院。

・ 国土管理基盤データ

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

国土管理基盤データの検討

・ 目標

道路・河川等の公共施設の運用管理、防災、環境保全、社会基盤や土地等の利用などの業務や情報提供などのサービスにおいて、自治体や他省庁とも共用性の高い基盤的なデータを国土管理基盤データと位置づけて、空間データの共有、相互利用を図ることを目的に、モデル構築のガイドラインを作成予定。

・ 検討機関: 国土技術政策総合研究所

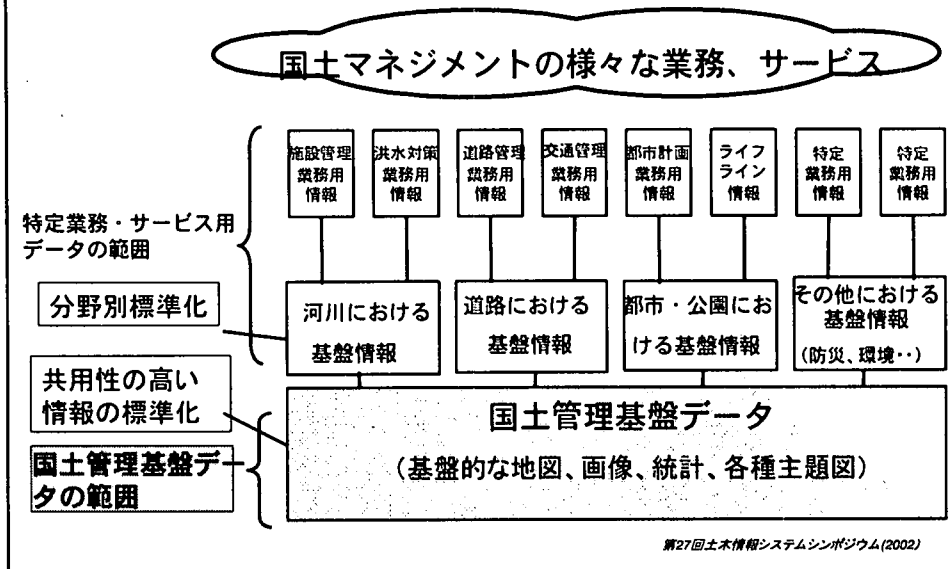
・ 期間: 平成11年～

・ 検討内容

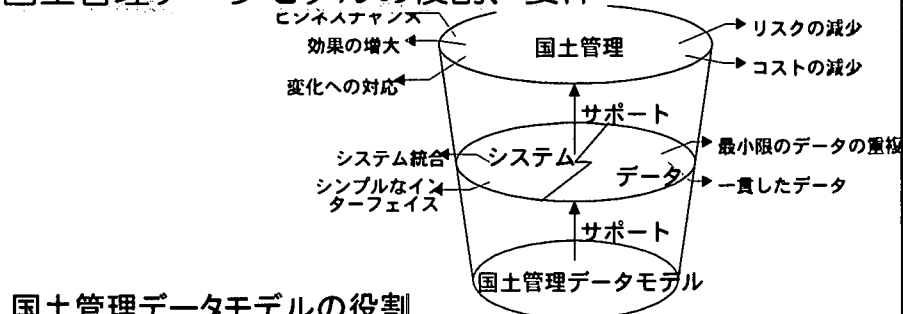
- ・ GISを用いた国土管理情報基盤の基本構想、全体システムの提案
- ・ 国土管理基盤データの抽出と概念モデル作成
- ・ 国土管理基盤データ標準化方針、標準データ構築方法、交換方法の提案
- ・ 多くの関係者で利用可能な統合情報基盤の運用方法の提案

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

国土管理基盤データの対象範囲



国土管理データモデルの役割、要件



国土管理データモデルの役割

- 国土管理に資する様々な情報の表現形式、構成を定義し、情報システムを介して国土管理の様々な業務、サービスをサポートする。

国土管理データモデルの要件

- ある特定の業務ニーズを満たすのではなく、様々な目的、組織で利用できるもの。利用方法の変化に対して柔軟。
- アプリや業務内容に変化があっても、モデル自体の基本構造は不変である

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

概念モデルの作成(基盤データの抽出)

国土管理基盤データの標準化方針

- ・国内外の地理情報標準に準拠する
- ・国土管理業務モデルを想定した定義、表現方法、属性、コード等の標準を定める
- ・対象は当面各分野で共通利用性の高いデータとする
- ・将来のビジネスモデルの想定を最小限の検討にとどめ、分野ごとの共通データ項目に着目して進める

国土管理基盤データの抽出、選定

抽出にあたっては、業務分析、既存の業務分野別の空間データ標準化動向を中心に情報を抽出し、共通性の高いデータ(基盤データの候補)を選定した。さらに現状のGISアプリ調査、将来の国土省の国土管理業務・サービスで必要とされる情報を抽出し、基盤データ候補との整合性を確認、修正を加えた。

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

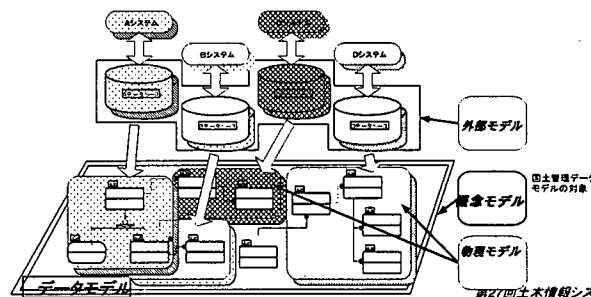
概念モデルの作成(概念モデルの役割)

概念モデルとは

- ・想定される業務やサービスをサポートする汎用的なモデル(全体応用スキーマ)。
- ・標準化するデータの対象範囲や分類、構成、相互関係を示したもので、変化する可能性のあるデータは保持しない。

概念モデルの役割

- ・国土管理基盤データの物理モデル作成及びデータ整備における役割分担や個別アプリケーションの対象領域の明確化
- ・データモデル開発の重複を回避
- ・データの相互利用を助ける

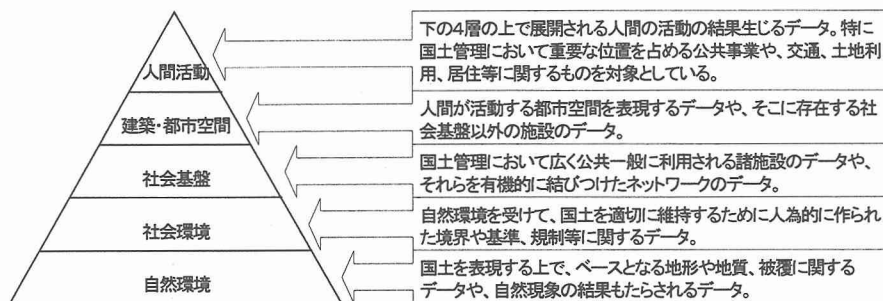


第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

概念モデルの作成(基盤データの分類)

データの分類方法

国土を構成する要素を、「自然環境」、「社会環境」、「社会基盤」、「建築・都市空間」、「人間活動」の5つに分類した5層モデルで整理。

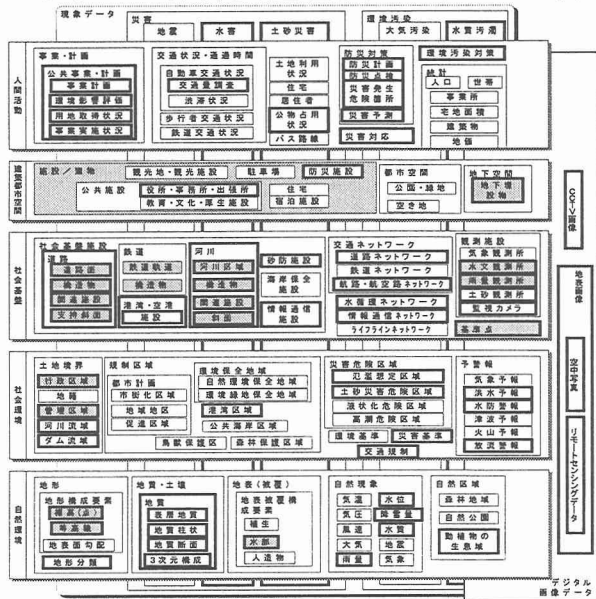


国土の構成要素に関する5層モデル

5層モデルは京都大学防災研究所岡田教授が提唱

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

概念モデルの作成(基盤データの全体概要)



凡例 国土交通省が「一部」所管しているデータ (建設行政空間データベース) シンポジウム(2002)

国交省における建設情報のモデル化の特徴

- 業務分野別でモデル化を進める場合が多い。
- 業務に必要な情報の全体をモデル化するのではなく、共通性、共有性の高いデータのモデル化を進め、徐々に個別業務に必要なデータのモデル化を行っている。
- 当面は現状業務に必要なデータのモデル化を進める。
- 事業フェーズや異なる業務分野を連携できるデータのモデル化は、一部で実施し始めた。(建設情報コード化、建設行政空間データ基盤、国土管理基盤データなど)
- 運用、維持管理フェーズでは、GISの利用を前提としたモデル化が多い。
- 国際標準に準拠してモデル化を進めるが、モデル作成ではISO10303(STEP)を用いていない。

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

施工者から見た 建設情報モデルの必要性和今後の展望

(株)大林組 古屋 弘

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

建設工事の現状 (施工者からの観点)

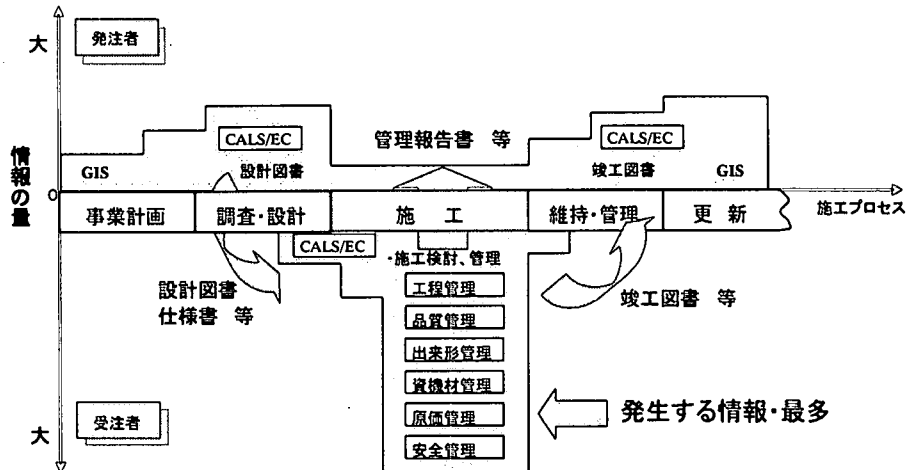
建設工事を取りまく現状

- デフレ → コスト縮減 : これまでの方法では限界
- 施工技術の開発 : 必ずしも利益には結びつかない
- 情報化施工 : これまでは単一目的の情報化
- 受発注者間の情報連携不足 : 発注時の設計図はそのまま施工
 - には使えない
- 施工プロセス間の情報連携不足 : 施工ごとに現地情報を再取得
- 性能発注化(品質規定) → 管理の高度化
- 国際標準化 (ISO)
- CALS/EC : 単なる電子化からライフサイクルを考慮した情報の利用
- マネジメント技術 : 管理者のアクセシビリティの向上 → 省力化(?)

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

建設工事の現状（施工者からの観点）

施工プロセスで発生する情報



第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

建設工事の現状（施工者からの観点）

建設工事を取りまく現状【解決の糸口】

- デフレ → コスト縮減
- 施工技術の開発
- 情報化施工
- 受発注者間の情報連携不足
- 施工プロセス間の情報連携不足
- 性能発注化(品質規定)
→ 管理の高度化
- 国際標準化 (ISO)
- CALS/EC
- マネジメント技術

⇒ 施工における情報化
(施工管理)



コスト縮減の可能性

- ・施工管理費用の低減（可能性）
- ・ライフサイクルを考慮したコスト縮減

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

建設情報モデル構築の目標

建設情報モデル構築の対象とするサービス

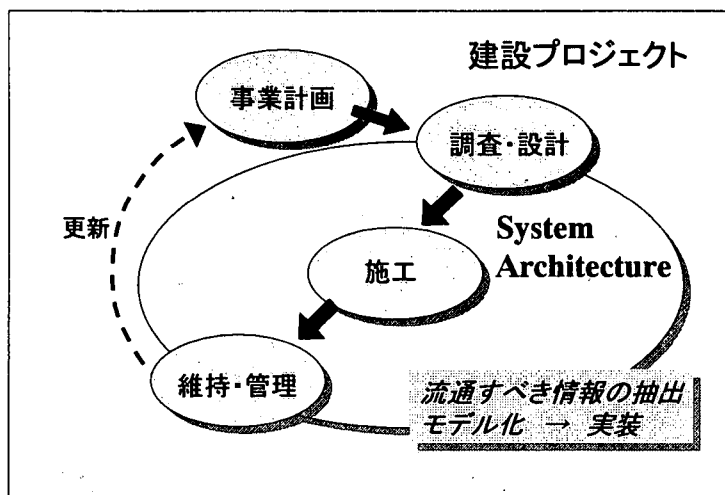
対象とすべき6つのサービス

- 施工管理 : 工程管理、品質管理、出来形管理 etc.
- 監督検査 : 管理図書作成、出来形管理 etc.
- 積算・契約および決裁 : 原価管理 etc.
- 機械施工 : 機械管理 etc.
- 資機材調達 : 調達、原価管理 etc.
- 環境保全と安全 : 環境管理 etc.

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

建設情報モデル構築の目標

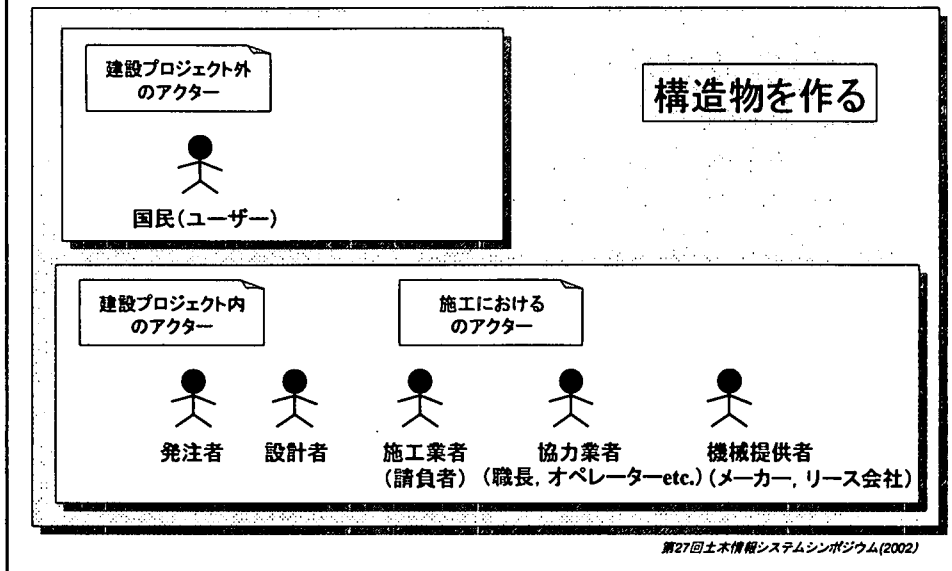
システムアーキテクチャの構築



第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

建設情報モデル構築の問題点（施工者からの観点）

情報化における受益者は誰か？



建設情報モデル構築の推進

建設情報モデル推進の方策

- 情報化による受益者を明確にする
 - 情報のユーザーは誰か①
 - 情報化による受益者は誰か②
 - ①＝②ならば、情報化はスムーズに進む
 - ①≠②ならば、
 - a)強制的な推進 : 仕様書、パイロット事業 etc
 - b)ゆるやかな推進 : 情報に対する対価の支払い、インセンティブの付与 etc
 - c)現状維持(あきらめ...?)
- 身近なところから受益を見いだし上位へ展開

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

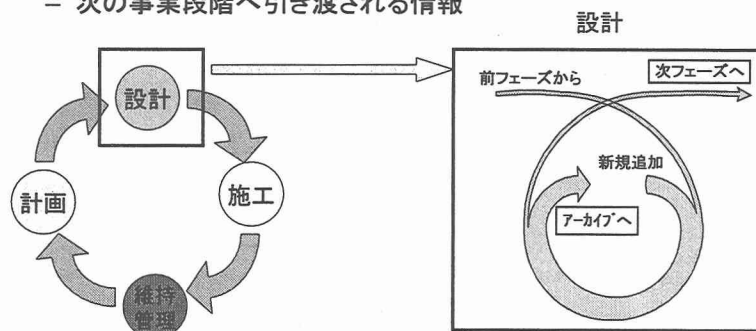
新たな社会基盤としての 建設情報モデルのあり方

株式会社 トリオン
千葉洋一郎

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

土木分野での情報のライフサイクル

- 情報流通の観点から見た情報の種類
 - － 前事業段階から受け取る情報
 - － その事業段階で追加される情報
 - － その事業段階で流通する情報
 - － その事業段階の終了時点で役目を終える情報(蓄積へ)
 - － 次の事業段階へ引き渡される情報



第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

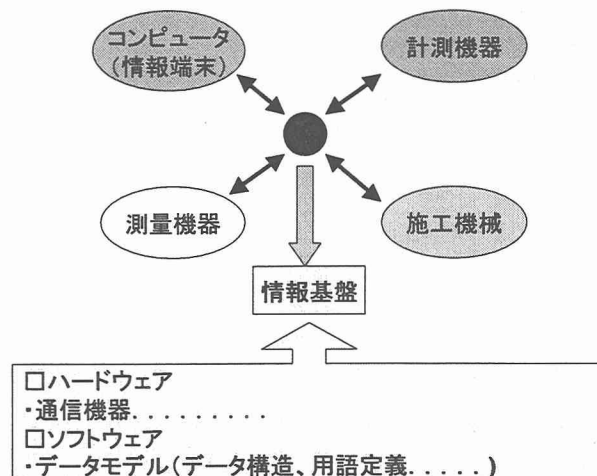
情報の流通が必要な情報とは

- その事業段階で流通する情報
 - 組織⇄組織、サイト⇄サイト、機器⇄機器
 - 情報処理主体間で意味の共有が必要
 - 構造化された情報形態が必要
- 事業段階の終了時点で役目を終える情報(蓄積へ)
 - 業務、意思決定過程の記録
 - 蓄積は必要。情報利用は参照のみ(アクセス性は必要)
 - 非構造化の形態(図面、文書)でも可
- 次の事業段階へ引き渡される情報
 - 次の事業段階で基礎となる情報
 - その情報を基に新たな処理や加工、修正が行われる。
 - 情報処理主体間で意味の共有が必要
 - 構造化された情報形態が必要

第27回土木情報システムシンポジウム(2002)

将来における情報流通に向けて

- ヒューマンリーダブルからマシンリーダブルな情報へ



第27回土木情報システムシンポジウム(2002)