

IAIのIFC:ICTの活用による 国土基盤のイノベーション 創出に向けて

—3次元モデルデータと電子通信技術の融合—

IAI日本 土木分科会 リーダー
室蘭工業大学 工学部 建設システム工学科 助教授
Ph.D., P.E.

矢吹 信喜

2007年(平成19年)1月26日(金) 16:00~16:45

東京・有明 TFTホール 東館 9F 904室

OUTLINE

1. はじめに
2. 共通データモデル
3. IAIのIFC
4. IFCを用いたこれまでの土木分野における研究開発(矢吹研)
5. IFCと電子通信技術の融合:これからのイノベーション
6. おわりに

1. はじめに

土木分野における個別事情と問題

- 縦割り, 多層・多重構造, 分散 (Fragmentation).
- 情報伝達が非効率的.
- 単品生産. 現場生産. 大規模. 高価. 長期施工. 公的.
- 多いステークホルダー.
- 低い生産性. 生産性を上げると単価が下がり, 工事費が減る.
- ビジネスの仕組みが確立. 仕事の仕方の変化を嫌う.
- 新規の公共事業投資は当分, 減少傾向と予想.
- 3K. あまり良くない業界イメージ. 高校生に不人気.

労働生産性の比較(単位: 円/人・時間)

(2004建設業ハンドブック, 日本建設業団体連合会他から)

年	製造業	建設業
1990	3,531	3,714
2002	5,023	2,817

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

3

解決方法は? → **イノベーション**
チャレンジ

- ① 技術開発
- ② 建設マネジメント
- ③ 情報通信技術 (ICT) ←これに着目.

- 土木分野は, コンピュータのヘビーユーザ.
- 建設CALS/ECの推進により, 2次元CAD図面等の電子納品実現.
- 発注者, 建設会社, 設計コンサルタントも, 情報化に取り組んでいる.

しかし, コンピュータの利用上, 重要ないくつかの問題があり, 解決されていない.

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

4

2. 共通データモデル

建造物のライフサイクル

概略設計→解析→詳細設計→照査→積算→施工→維持管理



ライフサイクルにおけるプレーヤー達

発注者, 設計コンサルタント, 請負業者, その他の業者

データ死蔵問題:

受け渡されるデータは極一部. 各社で作成されたデータの大半は, 捨てられるか死蔵されてしまう.

「自動化の島(Islands of Automation)」問題:

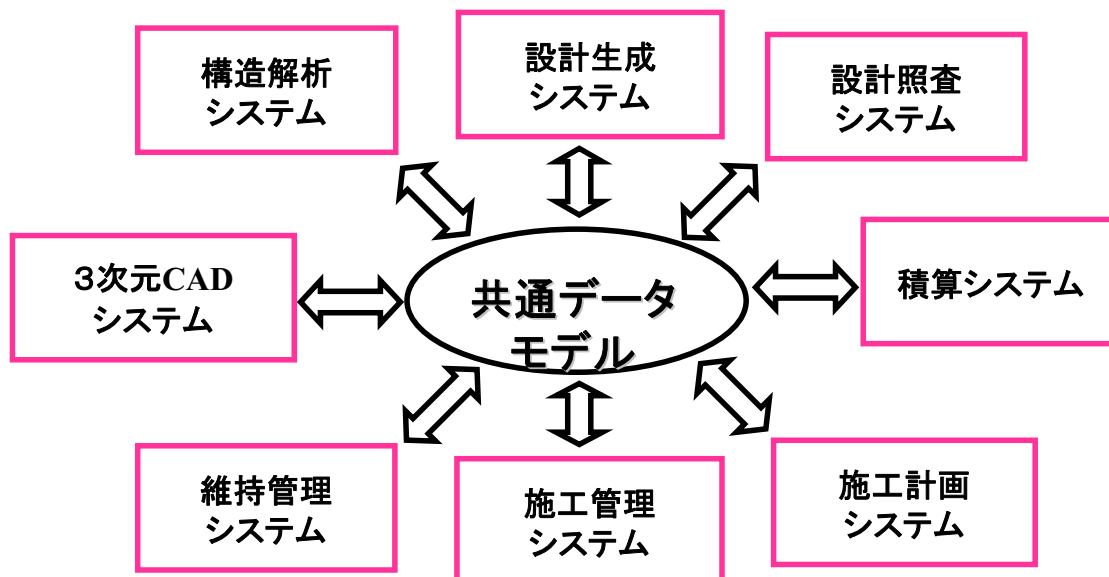
あるシステムで作られたデータを, 他のシステムで直接利用することができず, 手入力になってしまう.

こうした問題を解決するためには, **共通データモデル**の開発が必要

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

5

こうした問題を解決するためには, 共通データモデルの開発が必要



- ◆システム間のデータ共有化
- ◆データ再入力やミスがなくなり, 効率化
- ◆レガシー問題が解決

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

6

共通データモデル

1970年代

- CADデータ標準IGES (Initial Graphics Exchange Specification)

1984年から

- オブジェクト指向技術の誕生
- 単なるCAD図形の標準ではなく、プロダクト(梁, 柱, 窓などのオブジェクト)単位で表現できるデータモデルの確立が急務に.
- 形状情報は, 2次元ではなく, 3次元. 3次元のプロダクトデータモデル.
- 米国では, PDES (Product Data Exchange Standard) の開発開始.
- 同時期に, ヨーロッパでは, ISO, TC184, SC4がISO-10303, 略称STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) の開発開始.

1991年

- PDESがISO-STEPに合併吸収され, ISO-STEPに統一.

その後, ISO-STEPでApplication Protocols (AP)等や言語EXPRESS等が開発された. 機械, 造船等では3次元プロダクトモデルのスペックが開発されたが, 建設分野は遅れた.

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

7

IAIのIFC

1994年: 米国でコンソーシアム, IAI (*Industry Alliance for Interoperability*) を設立. 当初は最初のIIは, *Industry*だった.

1995年: 他の会社や国外も勧誘し国際的な団体に.

1997年: IAIを*International* Alliance for Interoperabilityに改名. AEC (Architecture, Engineering & Construction) のプロジェクトモデル, IFC (Industry Foundation Classes) を開発する国際的な非営利団体に. (民間主体)

その他海外の土木建築関係のプロダクトモデルには,

鋼構造: CIMSteel, TeklaStructures等.

道路: OKSTRA, LandXML, EuroRoadS等.

日本では,

- CALS/ECにおいて, 2次元のCADデータ交換標準SXFなどを実務で利用. 3次元データは, SXFのレベル4で検討中.
- 高速道路のプロダクトモデルJHDMが, 旧道路公団により開発された.
- 鋼橋メーカーは, 独自の3次元CADデータモデルを開発・運用.

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

8

3. IAIのIFC

IAI: 建設分野(主に建築)で取り扱う共有情報をベースとするIFCの仕様を、定義、発展させ、広める事を目標とした国際的非営利団体

- IFC:**
- 建物を構成する全てのオブジェクト(ドア、窓、壁など)のクラスライブラリ
 - オブジェクトのみならず、プロセス、人、資源
 - 2003年5月 IFC2x2 リリース.
 - 2005年12月 IFC2x3 Final リリース.
 - 将来STEPの一部として導入される事を目標
 - 2002年11月にIFC2xがISOTC184SC4のPAS(Publicly Available Specification :公式有効仕様書)として認定



建設分野における国際標準になるものと期待

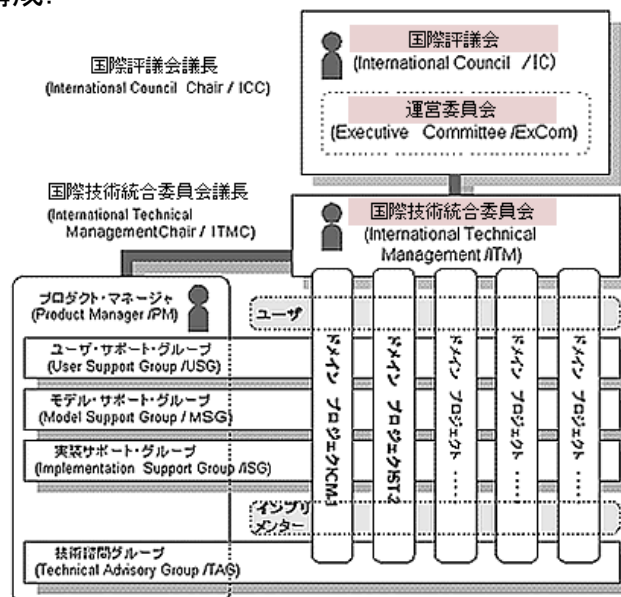
Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

9

IAIの支部と世界の運営

11個の支部, 数百社の会員会社により構成.

- [North American Chapter](#)
- [German Speaking Chapter](#)
- [UK Chapter](#)
- [Japanese Chapter](#)
- [Singaporean Chapter](#)
- [Nordic Chapter](#)
- [French Speaking Chapter](#)
- [Australasian Chapter](#)
- [Iberian Chapter](#)
- [Italian Chapter](#)
- Chinese Chapter

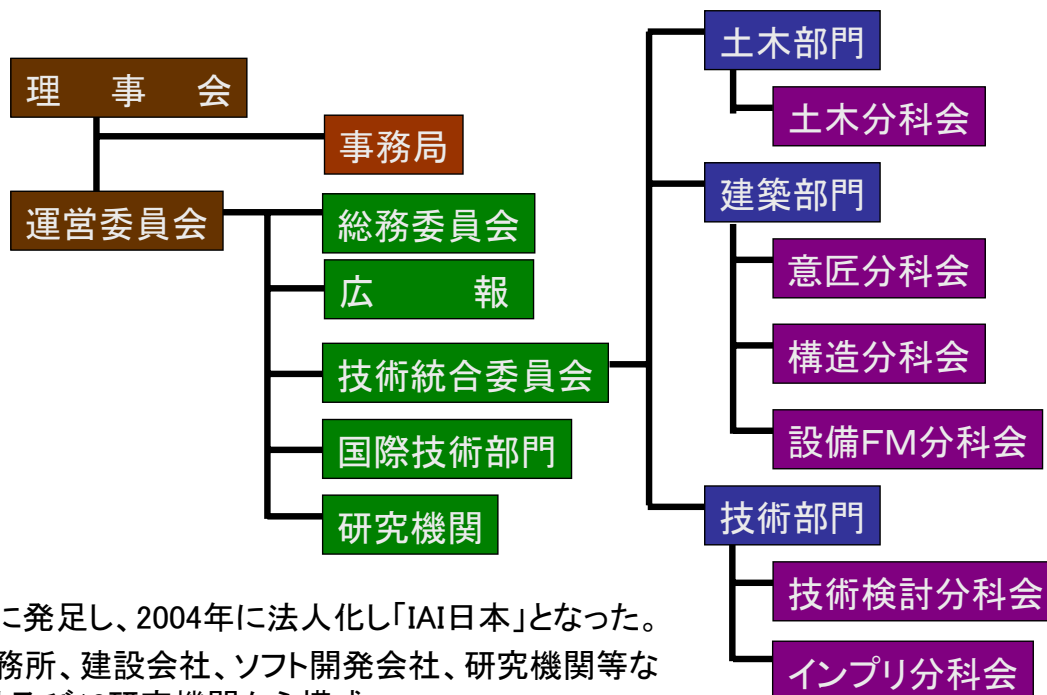


<http://www.iai-international.org/Organisation/IAIChapters.shtml>

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

10

IAI日本の構成



1996年に発足し、2004年に法人化し「IAI日本」となった。
設計事務所、建設会社、ソフト開発会社、研究機関等
など、65社及び18研究機関から構成。

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

11

IAI日本の活動目的

「建設業における企画・設計・施工・保守管理等を通して、
様々な業種によるコンピュータ上のデータ共有を実現する
ため、3次元CADを中心としたデータの仕様の定義を行い、
各業種での利用の推進とその広報活動を行う。」

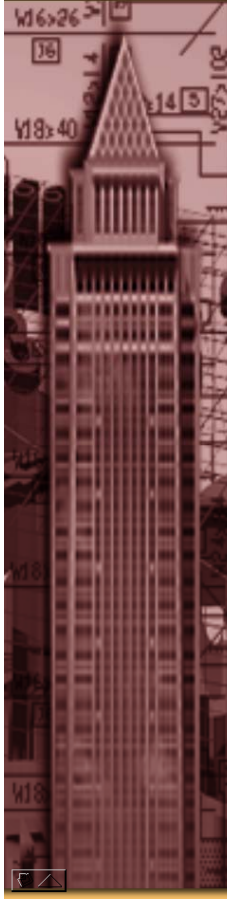
IFC (Industry Foundation Classes) とは

IAIの提案するデータ仕様:

建物を構成する部位・部材の寸法・形状・位置・材質等
物理的性状の他、階・部屋・ゾーン等の空間概念やプロ
ジェクト・組織等の抽象概念まで幅広く包含し、CADに限
らずあらゆる建築プロジェクト用のアプリケーション間の
情報の共有と相互運用を実現する。

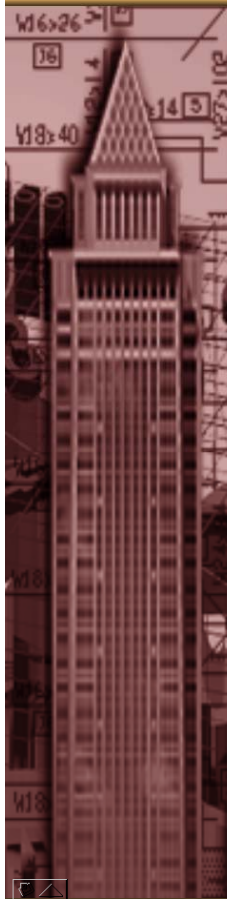
Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

12



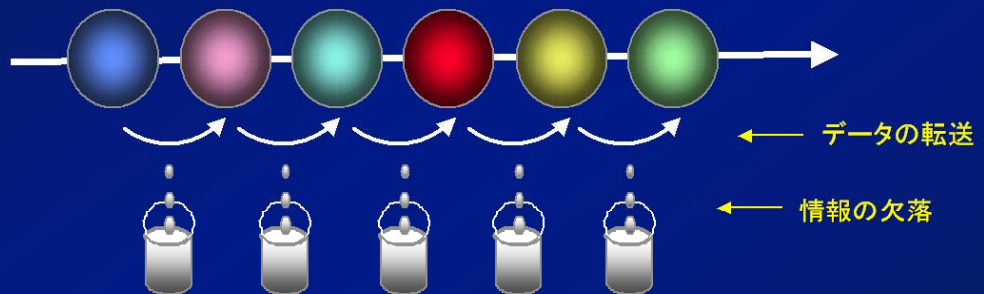
IAI Goal

- 情報の共有
- 同時アクセス



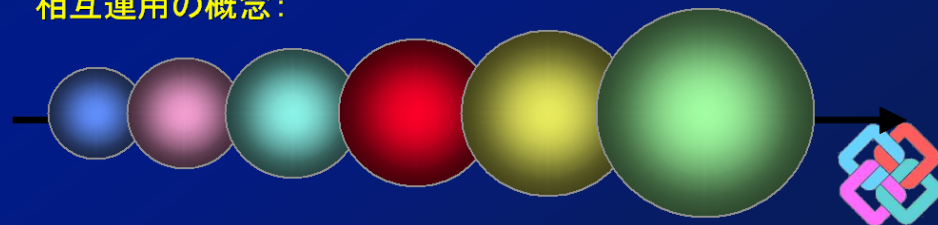
IAI Goal

通常のモデル:



企 画 / 基本設計 / 構造設計 / 意匠設計 / 解 析 / 施工設計 / 設計監理

相互運用の概念:



4. IFCを用いたこれまでの土木分野における研究開発(矢吹研)

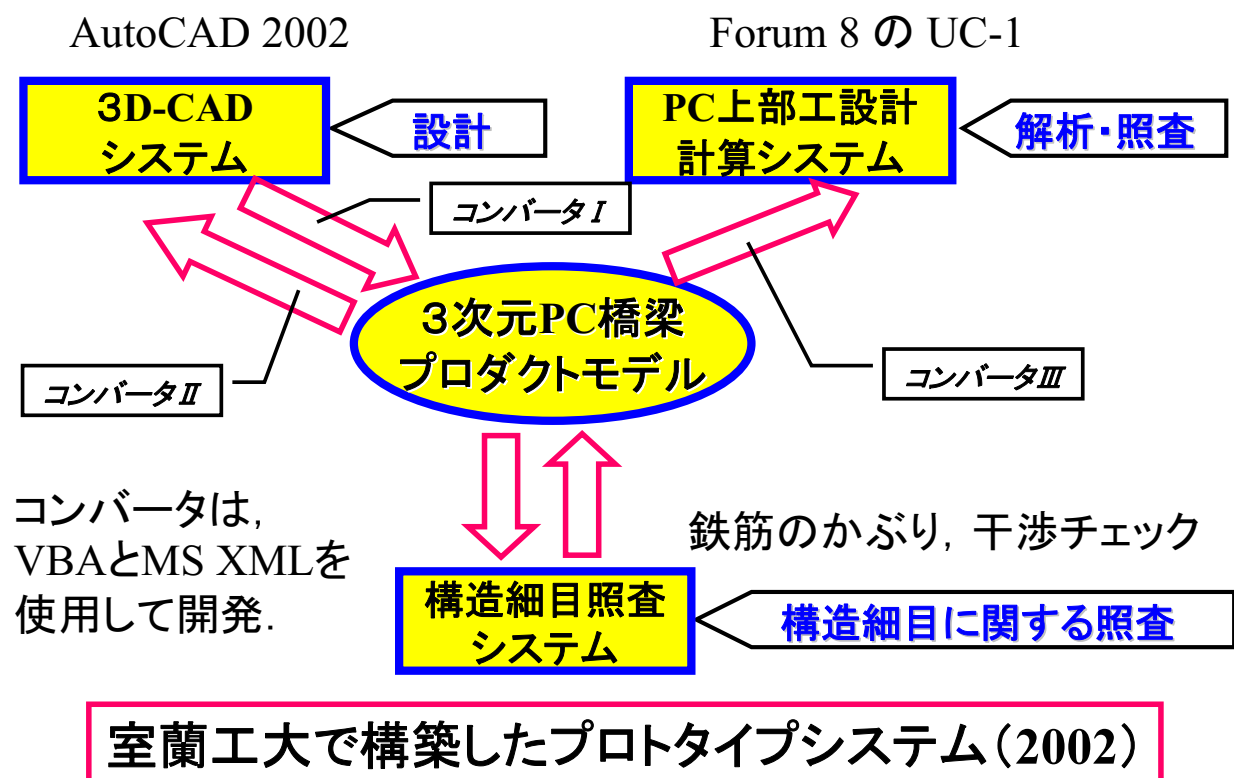
4.1 橋梁プロダクトモデルの開発と設計への応用

- 室蘭工大矢吹研は、PC建協の協力のもと、PC橋梁のプロダクトモデルをIFCを拡張することにより開発。同様に、鋼桁橋のプロダクトモデルを開発。
- フランスのSETRAとCSTBは、IFCを拡張することにより橋梁プロダクトモデルIFC-BRIDGEを開発。
- 両モデルを融合させて、新IFC-BRIDGEを開発。現在、これを次のバージョンのIFCに統合化させるべく活動中。

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

15

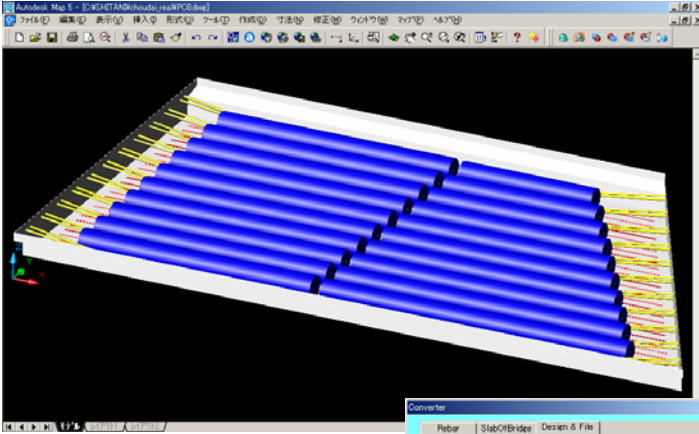
プロトタイプシステムの構築及び適用例



Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

16

設計への適用例 ①概略設計



コンバータI

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<!-- ifcXML schema="IFC 2x Final" -->
<!-- SlabOfBridge id="1001" -->
<!-- globalId="1.CY[$]o+Hw=#rH0,xs1</globalId -->
+ <ownerHistory>
  <name>Original Bridge</name>
  <description />
  <objectType />
  <isDefinedBy inverse="_101" />
  <isDecomposedBy />
  <decomposes />
+ <objectPlacement>
+ <representation>
  <longName />
  <compositionType>COMPLEX</compositionType>
  <slabType>PCHollowSlabBridge</slabType>
  <containsElements inverse="_1000" />
</SlabOfBridge>
- <CartesianPoint id="_1004">
  <coordinates>0,0,0</coordinates>
</CartesianPoint>
- <CartesianPoint id="_1009">
  <coordinates>0,0,0</coordinates>
</CartesianPoint>
- <CartesianPoint id="_1201">
  <coordinates>0,0,1275</coordinates>
</CartesianPoint>
- <CartesianPoint id="_1202">
  <coordinates>0,0,1525</coordinates>
</CartesianPoint>
- <CartesianPoint id="_1203">
  <coordinates>0,13100,1525</coordinates>
</CartesianPoint>
- <CartesianPoint id="_1204">
  <coordinates>0,13100,1275</coordinates>
</CartesianPoint>
- <CartesianPoint id="_1205">
  <coordinates>0,12450,1175</coordinates>
</CartesianPoint>
- <CartesianPoint id="_1206">
  <coordinates>0,12450,525</coordinates>
</CartesianPoint>
- <CartesianPoint id="_1207">
  <coordinates>0,650,525</coordinates>
</CartesianPoint>
- <CartesianPoint id="_1208">
  <coordinates>0,650,1175</coordinates>
  
```

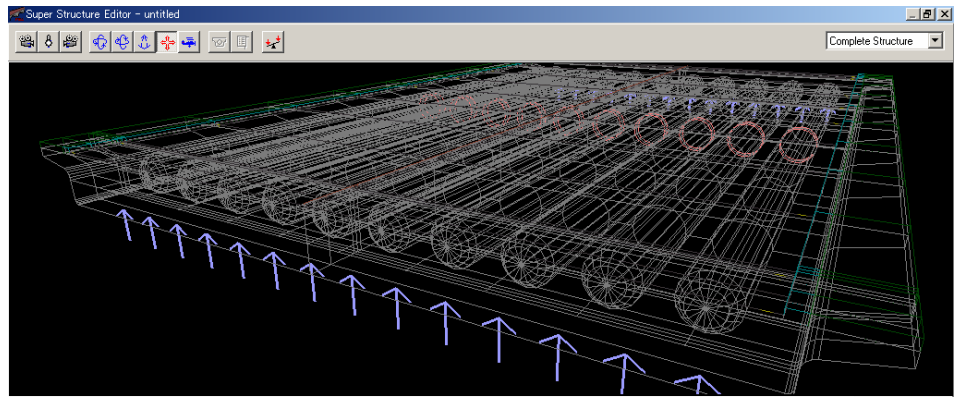
ifcXMLインスタンスファイル

3D-CADシステムを用いて
PC中空床版橋の概略設計を行う

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

設計への適用例 ②解析・照査

解析・照査に
必要なデータ
を抽出し、
表示する



ifcXML Converter

FILENAME: [C:\Documents and Settings\Administrator\デスクトップ]

OPEN CONVERT

<ホロー箱メインデータ>
 支間長 = 18.000m
 幅員 = 13.300m
 左桁端距離 = 15.361 m
 右桁端距離 = 23.039m
 ボイド数 = 20
 ボイド半径 = 375mm
 ボイド位置(上からの距離) = 150mm
 ボイド間隔 = 350mm

<軸方向上側鉄筋データ>

SAVE REPORT

Support Lines

Plan View - 2 support lines

Front View - support line 1

Line angle	90.000
Bearings	14
Left indent	0.993
I1	0.994
I2	0.994
I3	0.994
I4	0.994
I5	0.994
I6	0.994
I7	0.994
I8	0.994
I9	0.994

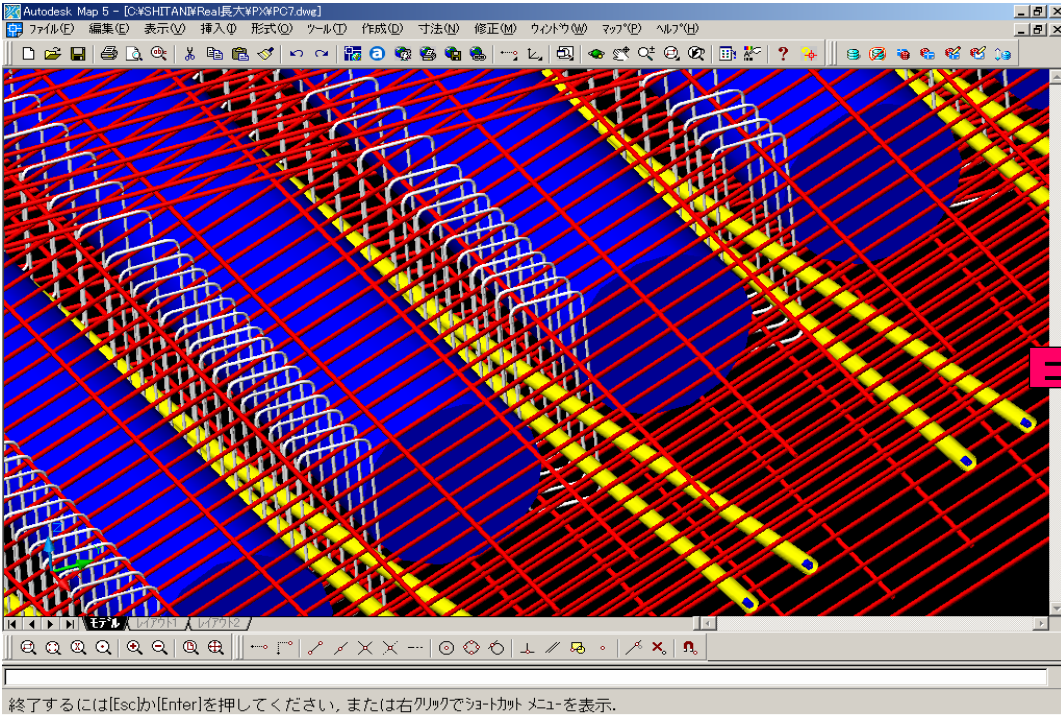
Measurement Type: RightAngle
14.908 / 15.000

OK Cancel Apply Help

UC-1のユーザインタフェース

コンバータIII Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

設計への適用例 ③ 詳細設計



鉄筋、スターラップを含めた詳細な設計を行う

19

設計への適用例 ④ 「かぶり」に関する照査

構造細目

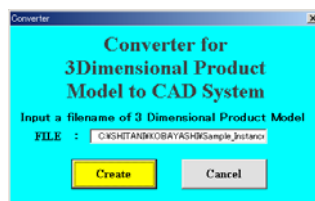
-鋼材のかぶり計算-

照査結果一覧

部材名	ID	かぶり値	規定(1)	規定(2)	結果
E-1	6001	73.0mm	最小かぶり30mm以上	直径(19mm)以上	OK
E-2	6019	73.0mm	最小かぶり30mm以上	直径(19mm)以上	OK
E-3	6037	73.0mm	最小かぶり30mm以上	直径(19mm)以上	OK
C-1	5001	35.0mm	最小かぶり30mm以上	直径(19mm)以上	OK
C-2	5019	25.0mm	最小かぶり30mm以上	直径(19mm)以上	NG!
C-3	5037	35.0mm	最小かぶり30mm以上	直径(19mm)以上	OK
G-1	4001	54.0mm	最小かぶり30mm以上	直径(19mm)以上	OK
G-2	4019	54.0mm	最小かぶり30mm以上	直径(19mm)以上	OK
G-3	4037	54.0mm	最小かぶり30mm以上	直径(19mm)以上	OK

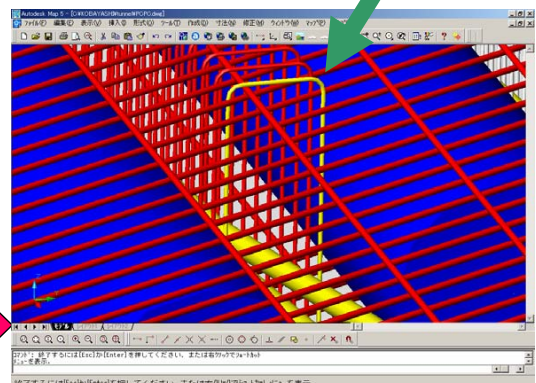
- 構造細目照査システムを用いて「かぶり」に関する照査を行う。
- 更新されたプロダクトモデルをコンバータ II に読み込ませ自動作図を行う。

エラー情報が新たに書き込まれ、プロダクトモデルが自動更新される



コンバータ II

自動作図された床版内部の様子



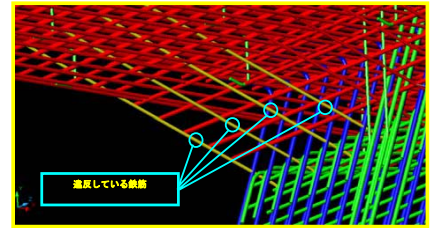
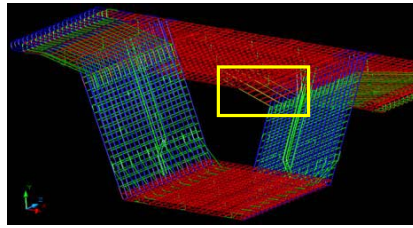
自動作図

修正箇所を容易に発見することが可能

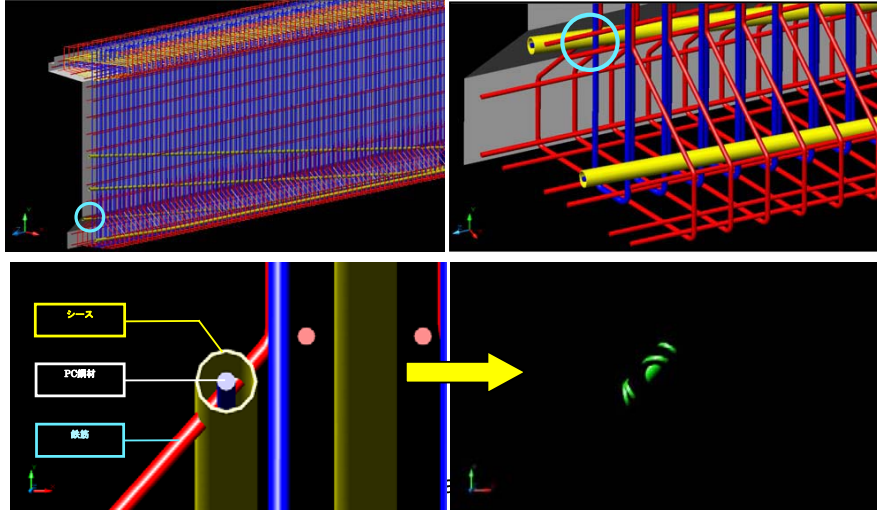
20

構造細目照査への適用例

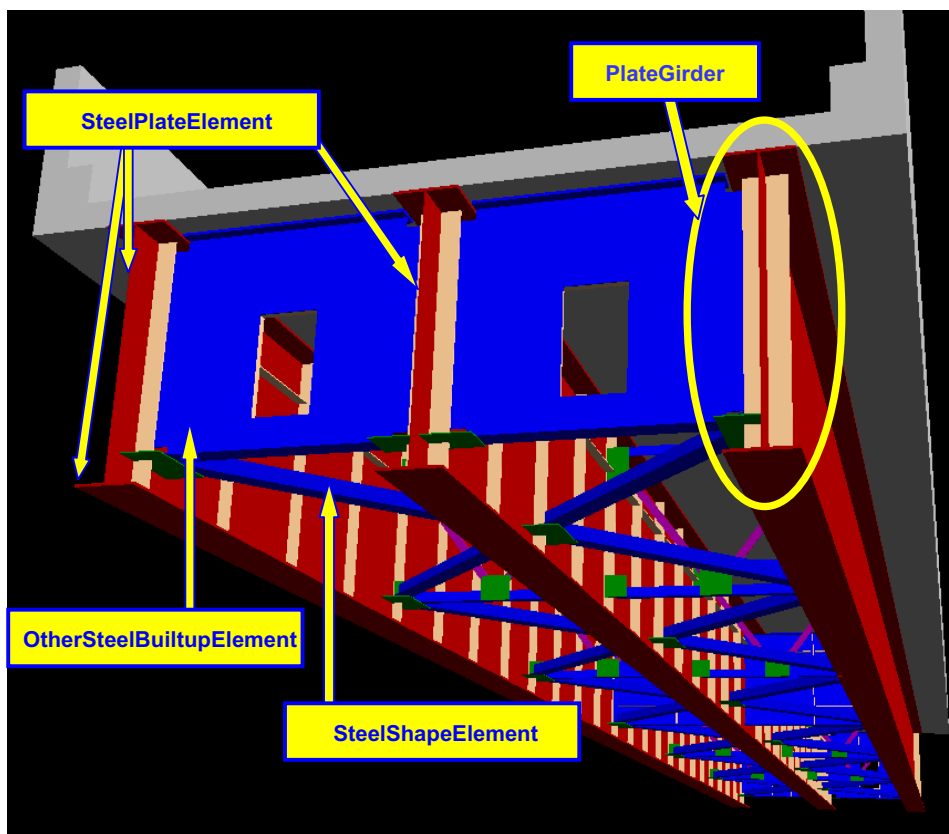
鉄筋のかぶりチェック



部材の干渉チェック

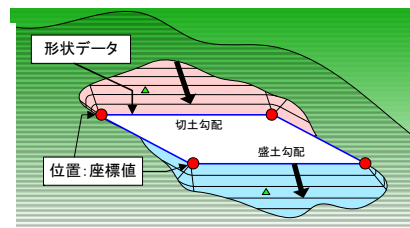
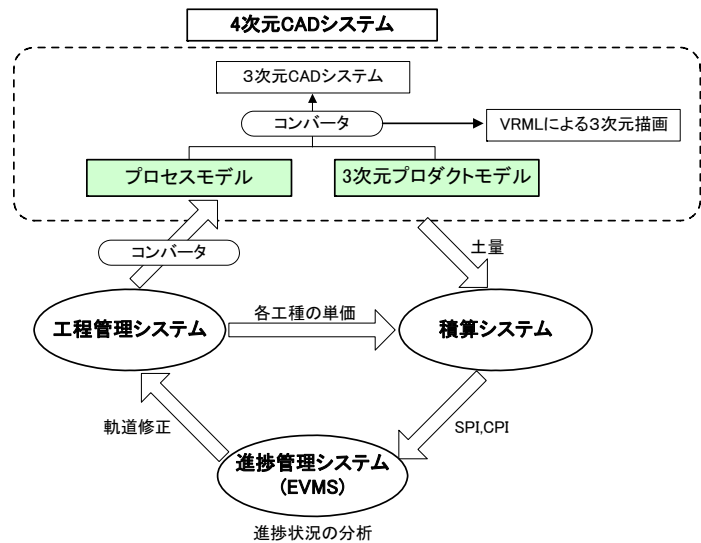


鋼桁橋の3次元プロダクトモデルのデータを3次元CGで表現したもの



4. 2 土工の4次元CADシステム

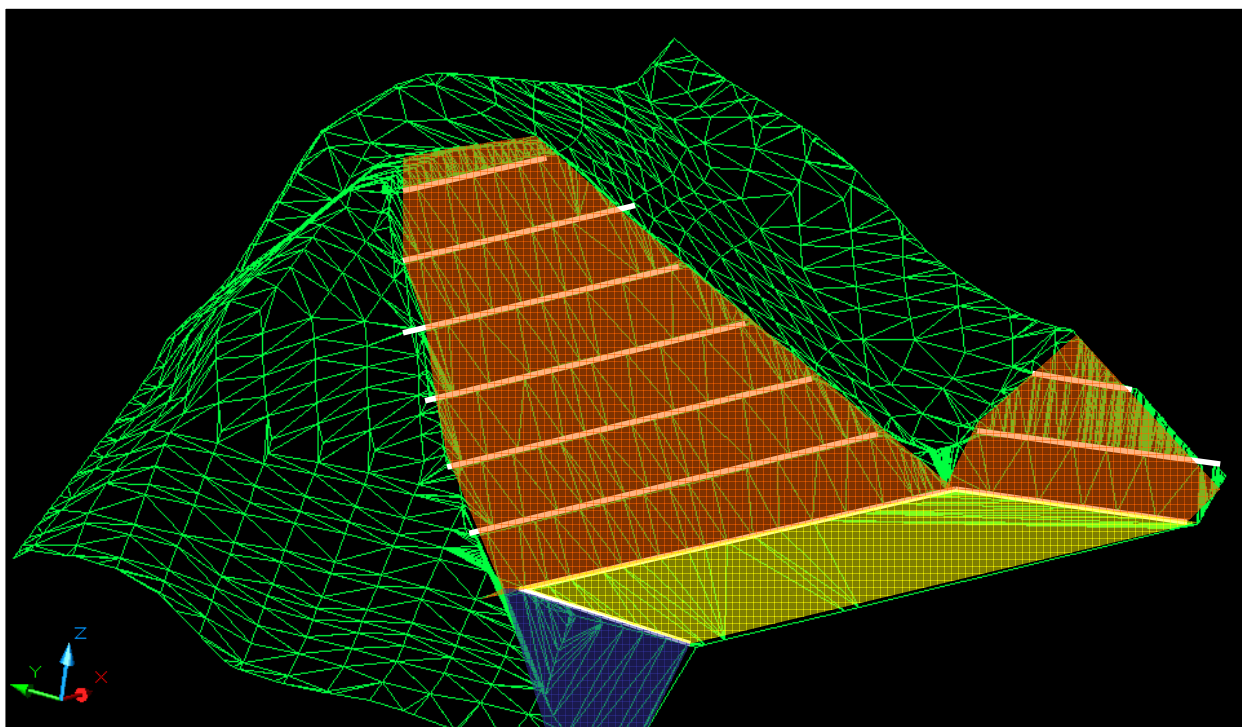
- 地表面の形状データは LandXML を使用して表現.
- 切土盛土の形状を現すスケルトンを開発し, LandXML に加えて, プロダクトモデルとした.
- IFC のプロセスモデルにより, 土工の施工過程を表現し, プロダクトモデルとリンクさせ, 4次元CAD (3次元に時間軸を加えたもの) を開発.
- 汎用化された4次元CADである.



Nobuyoshi Yabuki (c)

23

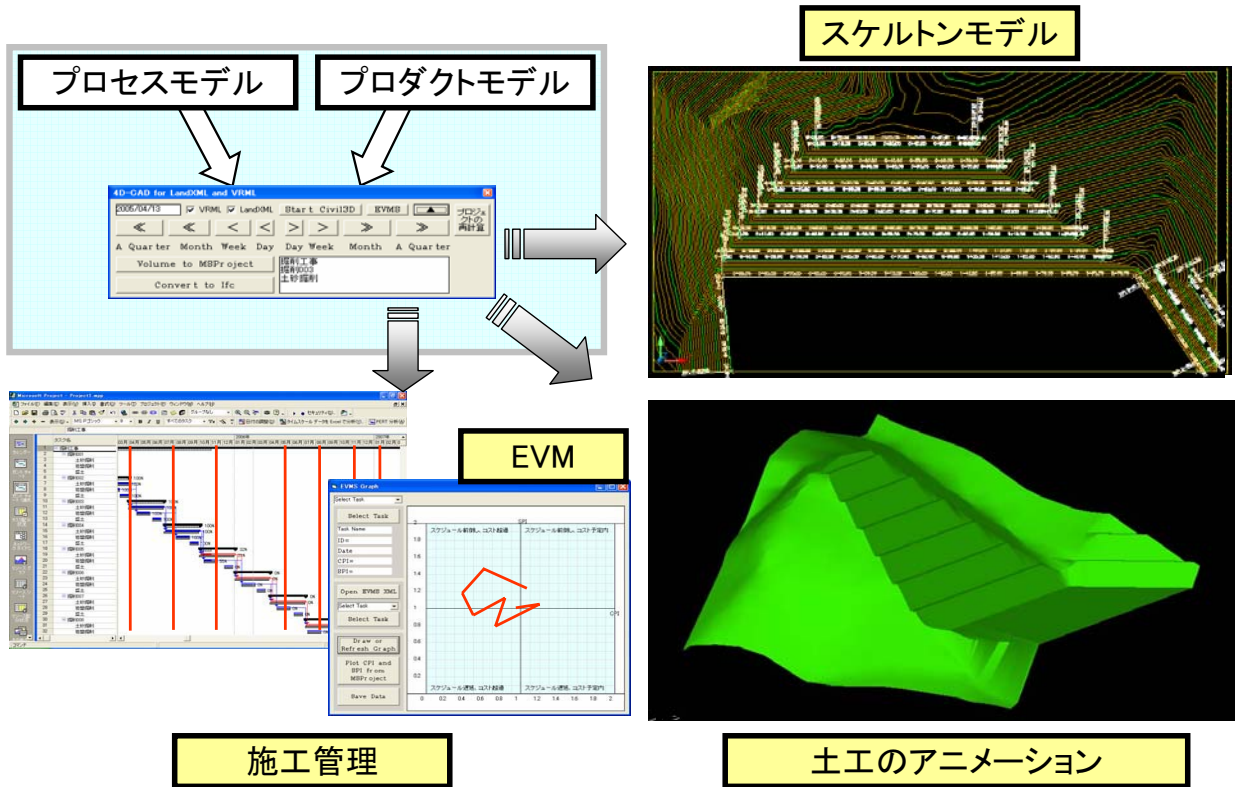
スケルトン



Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

24

土工4次元CADシステムの適用例



単純化した工事を適用したシステム動作の様子

4.3 バーチャルリアリティCAD

- 将来、3次元プロダクトモデルの利用は必須。
- そのUIである現在の3次元CADは、
 - 立体視できない。
 - 操作も簡単ではない。
- バーチャルリアリティ技術が3次元CADに必要。
- バーチャルリアリティ(VR)は、「仮想現実」と訳され、コンピュータグラフィックス等を利用して、人工的な現実感や仮想世界を作る技術をいう。
- 現在の土木分野におけるVRの利用は、構造物完成時の景観評価など、ごく一部の分野でしか実用に供されていない。
- 技術の進歩と低価格化により、もっと利用されるようになると期待される。

VRの構成要件

1. 体験可能な仮想空間(virtual world)の構築,
2. 五感(のうちのいくつか)に働きかけて得られる没入感(immersion)
3. 対象者の位置や動作に対する感覚へのフィードバック(sensory feedback)
4. 対象者が世界に働きかけることができる対話性(interactivity)

センサシステムについて

- VRの構成要素である、フィードバック, 及び対話性を実現する.
- ユーザの動作に対して, 仮想現実がインタラクティブに動作する.

本研究で利用したセンサシステム

FASTRAK (3次元座標計測装置)

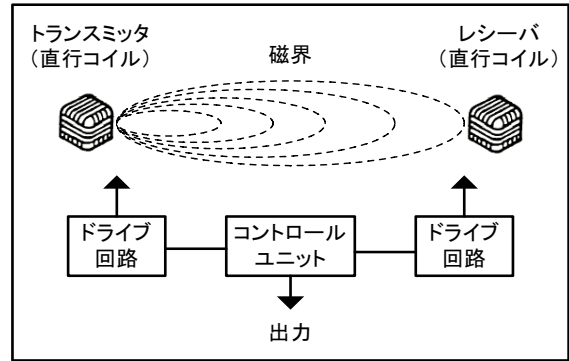
米国POLHEMUS社により, すでに商用化されている, 磁界を利用した空間位置センサ.



コントロールユニット



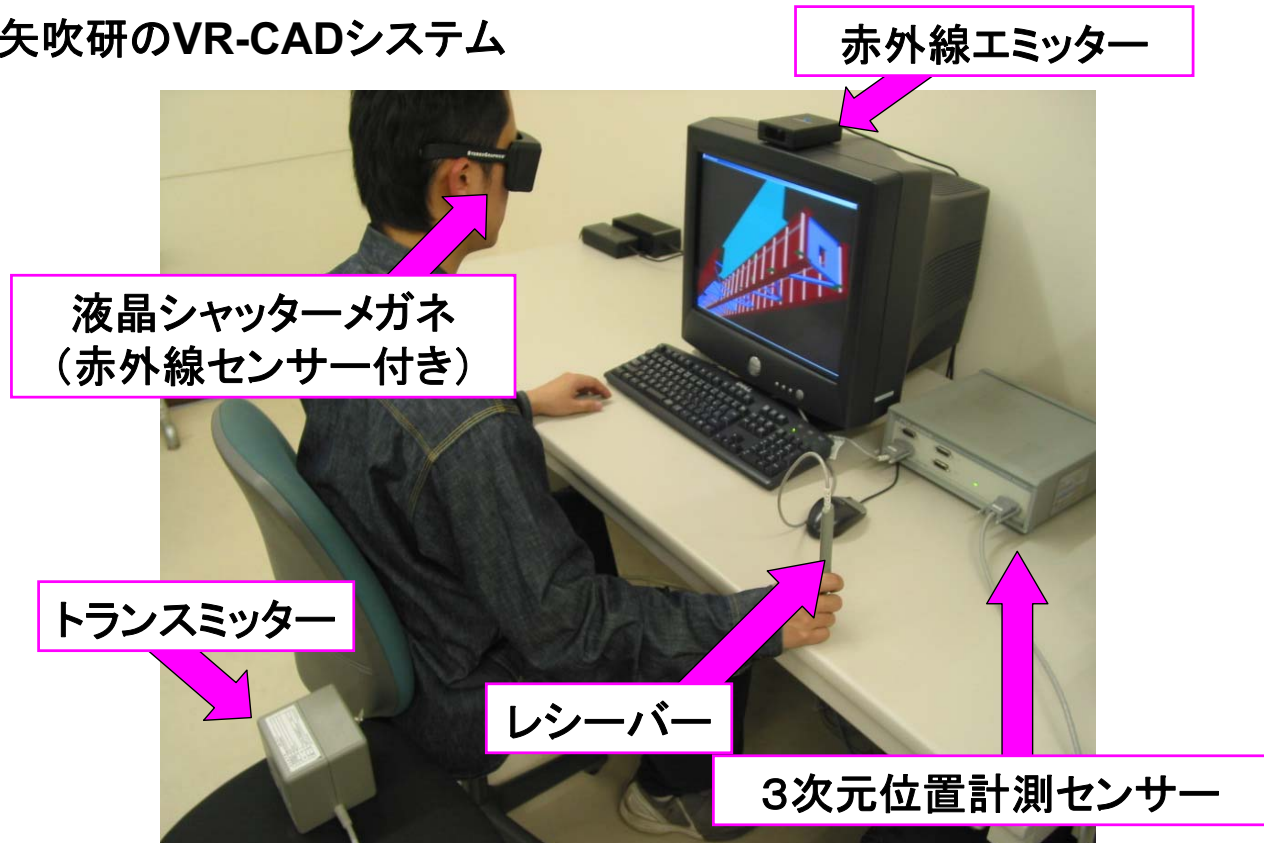
レシーバ・トランスミッタ



磁界内を移動するレシーバの空間位置と姿勢を計測

- 3次元位置座標値 x, y, z
- オイラー角 (アジマス, エレベーション, ロール)
- 計6自由度をリアルタイムに計測することが可能.

矢吹研のVR-CADシステム



Java 3Dを用いて開発した設計支援システムの実行画面

・プロダクトモデル
ファイルの指定
・再描画, 保存,
データ取得ボタン

寸法変更用
テキスト
フィールド

選択された
部材の
情報表示
ウィンドウ

XMLファイル:

C:\Java3D\SteelBridge_Ir

ファイル選択 描画

XMLファイル保存先:

C:\Java3D\SteelBridge_Ir

ファイル選択 保存

データ取得 再描画

寸法データ

X:

Y:

Z:

ID: _2002

TYPE: WEB

X: 10

Y: 2000

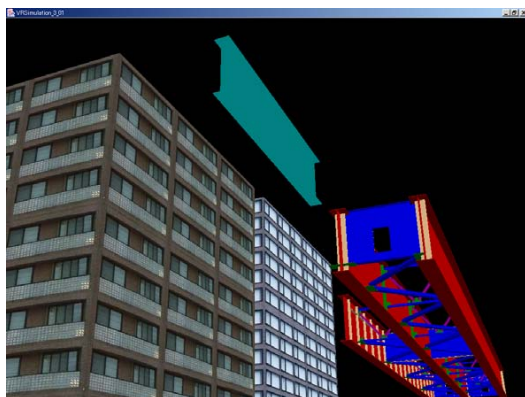
Z: 9125

マウスでクリックすると
黄色く表示される。

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

31

VRを用いた干渉チェックアプリケーションの例



干渉なし(左)



干渉あり(右)

4. 4 オーグメンテッドリアリティ

■Augmented Reality (AR)

- ◆ VRから派生した技術で、「**拡張現実感**」や「**強化現実**」と訳される。ARは現実世界の映像にコンピュータで構築した仮想世界を重ね合わせることで、現実世界の情報を**強化**、**拡張**する技術である。
- ◆ WebカメラやHMD (Head Mounted Display) 等のディスプレイ装置を用いてユーザに拡張された現実を見せることが可能となる。

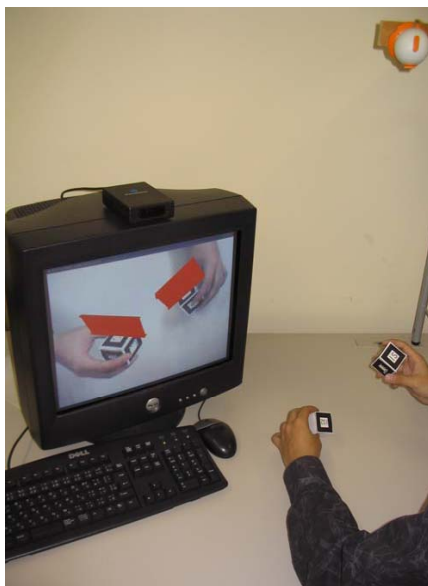


Nobuyoshi Yabuki (c) 2007
Augmented Realityの実現例

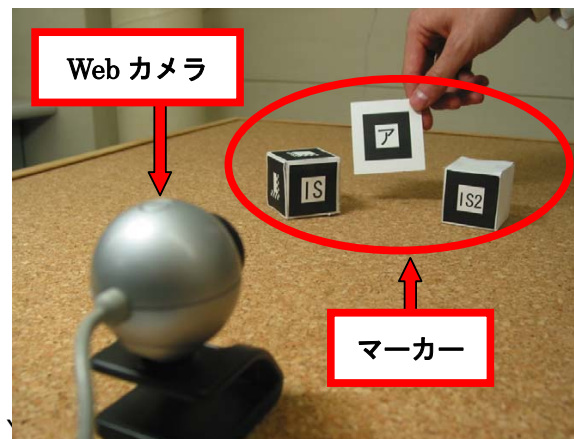
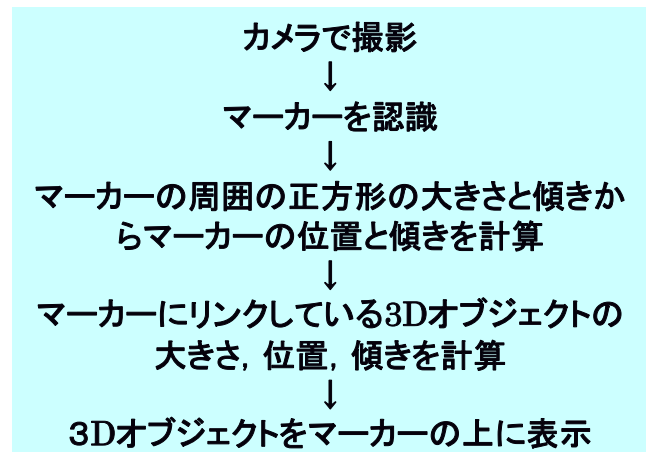
33

ARToolKit を使用.

カメラで撮影した映像から、**正方形マーカー**及びマーカー内の**固有パターン**を認識し、その**位置**や**傾き**を計測して、**リアルタイム**で3次元CGを合成することが可能である。



obuyoshi

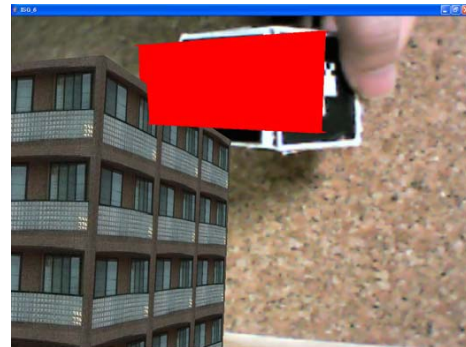
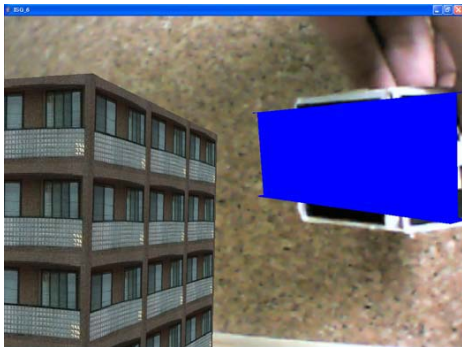


34

建設分野におけるARの研究

- ARは、まだあまり建設分野の実務では利用されていない。
- 筒井らはトンネルなどの地下空間にMR(複合現実感)を適用した実験的研究を行った。
- 矢吹研では、鋼橋の架設検討、コンクリート打設前の鉄筋のチェック、配筋順序検討支援などへの応用に関する研究を実施中。

ARを用いた鋼桁の干渉チェックアプリケーションの例



干渉なし(左)

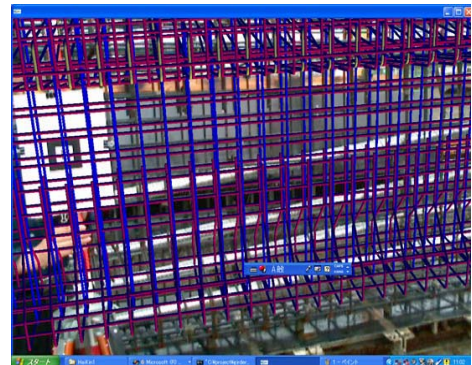
Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

干渉あり(右)

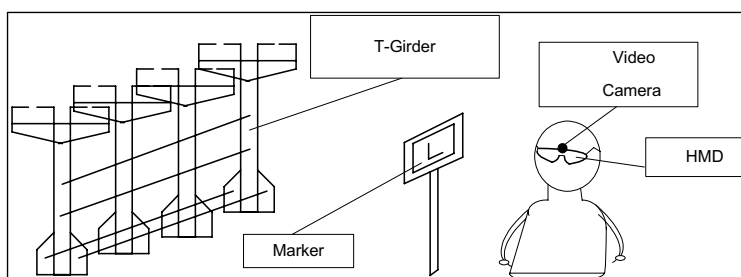
35

ARを用いた配筋およびチェック支援システムの開発

- 配筋チェックは、現場でほとんどは目視確認で、何箇所かで巻尺で計る程度。
- 配筋ミス完全にチェックすることは困難。
- そこで、ARを用いて、設計されたあるべき姿と実際の現場の鉄筋の状況を重ね合わせて、目視でも容易に配筋チェックできるシステムの開発を行った。
- PC部材製作工場で、現場実験を実施。
- 2径間10主桁PC道路橋の主桁の一部を利用。



実際の鉄筋ビデオ画像に重ねたCG



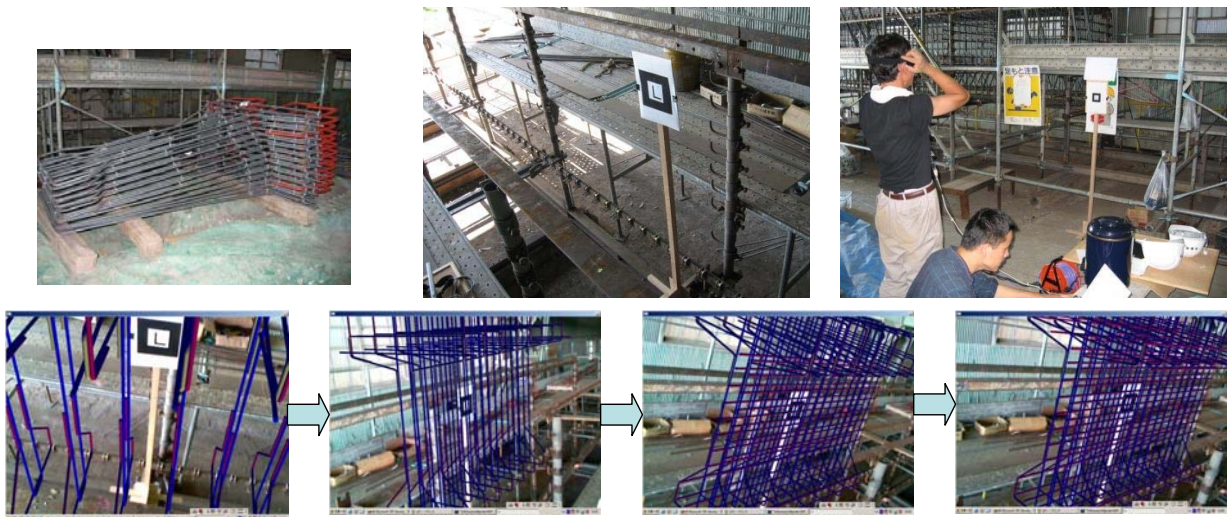
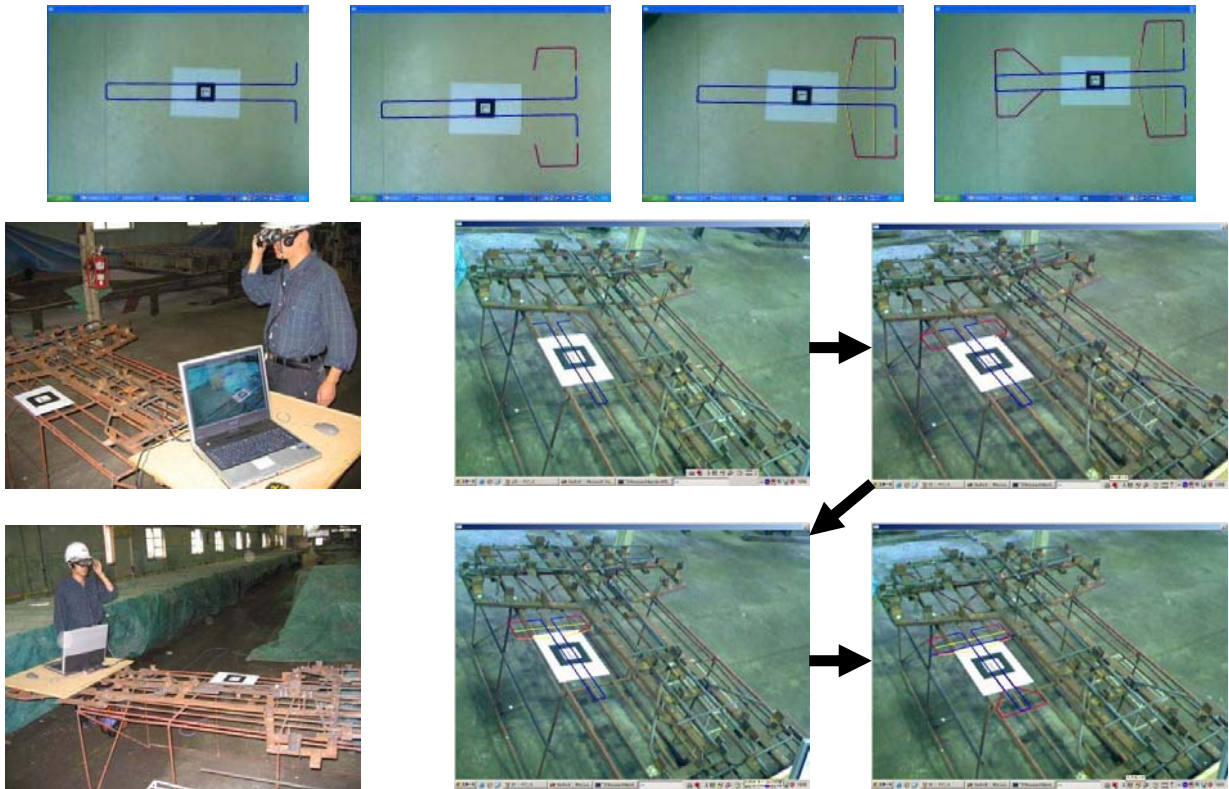
Nobuyoshi Yabuki (c) 2007



36

ARを用いた配筋プロセス表示システム

- 将来、熟練した配筋工が不足し、外国人などの非熟練作業員に配筋プロセスをわかりやすく教えたり、彼らがわからなくなった時に参照できるシステムが必要となる。



ARシステムの課題

- ARは、まだ、カメラのレンズのひずみなどの影響で、現実のビデオ画像と仮想のCG画像とを完全に一致させることは困難であり、多少の誤差が発生する。
- また、仮想データの量が増えると、レスポンスが極端に遅くなるなどの問題もある。

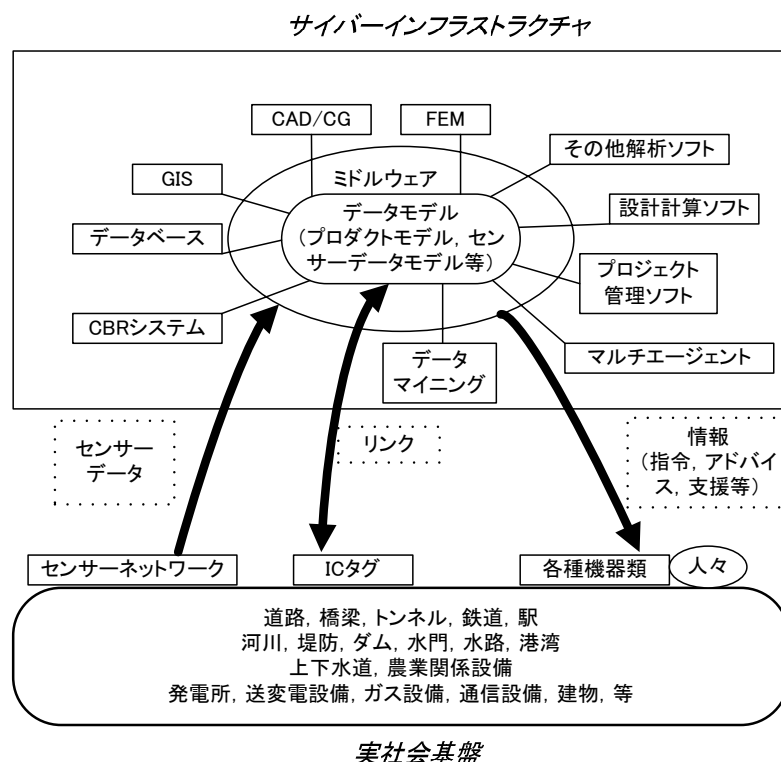
5. IFCと電子通信技術の融合： これからのイノベーション

- 4. で述べたのは、主に情報技術(IT)を利用した研究開発によるイノベーションの試行.
- 我々の周辺では、現在、ナノテク、MEMS (Micro-Electro Mechanical Systems)、RFID (Radio Frequency Identification)、アドホックセンサネットワーク等の新しい電子通信技術 (ICTのCTの部分) が今後、大いに成長すると予想される.
- イノベーションは、萌芽期の新技術を組合せながら、重要かつ適切なニーズに応える努力を積み重ねることによって生まれることが多い.
- 「何が可能か？」と「何が必要か？」の両方のハードルを越えることが必要 (Mark & Barbara Stefik, "Breakthrough," 2004, 翻訳本あり).
- 異なる研究分野を融合させ、協力しながら行うことが大切.
- 土木、情報、電子通信、これらの分野を融合させた新しい「国土基盤」を構築することが、これからの土木技術者の大きな夢になり得る.

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

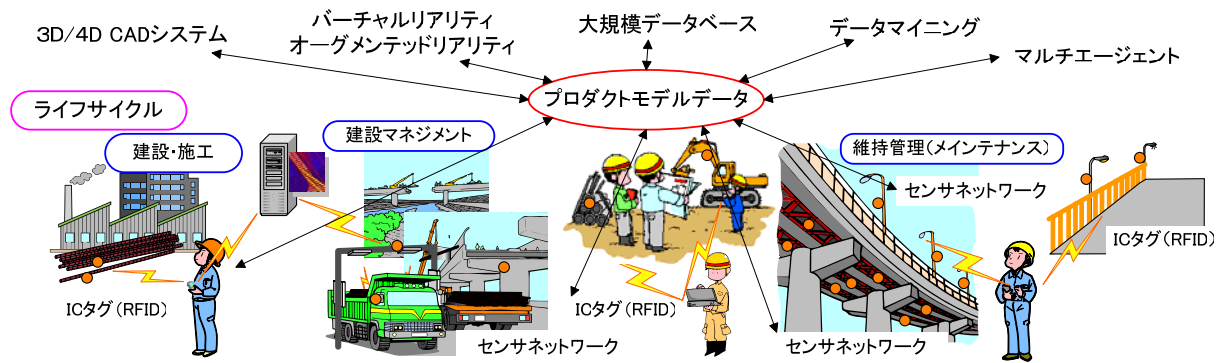
39

5.1 新しい「国土基盤」モデル



Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

40



注目すべき技術

- ICタグ (RFID)
- センサネットワーク
- 知的判断 (現実世界への情報伝達)

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

41

NEESについて

- NEES (George E. Brown, Jr. Network for Earthquake Engineering Simulation) は、米国における地震工学に関する実験的研究及び教育に関する次世代ネットワーク資源であり、NSF (National Science Foundation) により研究資金の援助がされている。
- NEESの最終目的は、全米各地に散らばるNEESの地震工学に関する実験施設と実験データへ地震工学研究者らが自由にアクセスして、実験装置を遠隔から制御したり、実験データを閲覧したりすることである。
- 既に、NEESの運用は始まっており、NEESの実験施設を使用した実験データは全て、NEESit (itはinformation technologyの略) により米国の地震工学分野の研究者らに一般公開されている。
- NEESitは、地震工学実験とシミュレーションのための、いわば分散した仮想的な「協調実験研究所」すなわちサイバーインフラストラクチャ (Cyber-Infrastructure) である。

日本でも、E-Defense (世界最大の震動台) で、似たようなシステムを開発中:

EDgrid

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

42

■ NEESの研究施設

実験, 計測, 解析, モニタリング, 遠隔制御・指示:
異なる施設で同時に進行.



<http://www.nees.org/>より

43

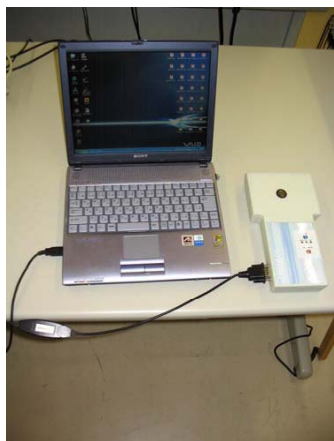
5. 2 ICタグ (RFID)

- IC (Integrated Circuit: 集積回路) チップとアンテナを内蔵したタグ (tag: 荷札)
- リーダー/ライター (Reader/Writer) により, 非接触で (無線により) ICタグ内のデータを読んだり, 書いたりする.
- 正式には, RFID (Radio Frequency Identification) という.

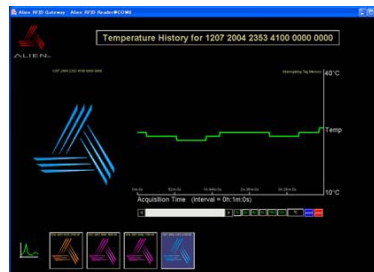
ICタグの主な特徴

- 大きなデータ容量の記録が可能 (メモリ内蔵)
- データの読み書き、書き換えが可能なものが多い.
- 複数同時読取りが可能 (アンチコリジョン機能)
- 遮断物があっても通信が可能 (素材や周辺環境による)
- 汚れ、ほこりなどの影響を受けにくい (耐久性、耐環境性)
- 通信速度が速く、移動中の通信も可能
- 小型軽量で、形状は自由

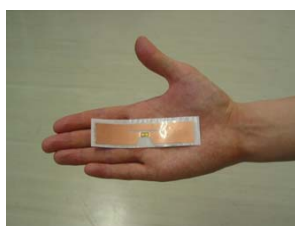
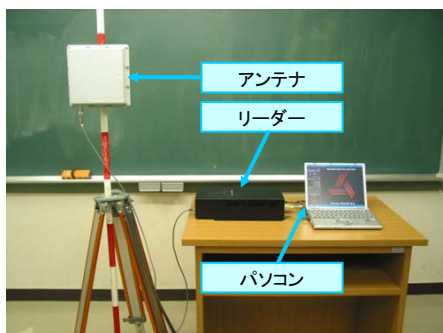
125 kHz帯パッシブICタグ



温度センサー付き2.45 GHz帯
セミパッシブICタグ



950 MHz帯パッシブICタグ



Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

2.45 GHz帯パッシブICタグ



建設分野におけるICタグの利用事例

- 建設分野では、1990年代後半にICタグを地下埋設物の表示杭やトンネル工事現場の作業員の入坑管理に用いる試みがあったが、コストの問題等もあり利用は拡大しなかった。
- しかし、2003年頃からICタグに関する関心が高まり、2004年には財団法人日本建設情報総合センター(JACIC)は、「ICタグの建設分野での活用に関する研究会」を産官学で設立し、調査研究を行った。
- この「ICタグ研究会」で、建設分野におけるICタグの利活用事例の網羅的な調査を実施し、調査・測量、施工、維持管理、交通案内等の4つのカテゴリに分類整理した。(詳細は、報告書を参照されたい。以下のURLからダウンロード可。)

<http://www.jacic.or.jp/topics/2005072601/gaiyo.pdf>

- 「ICタグ研究会」では、以下の4つを選定してFS実施。
 1. 橋梁の維持管理支援
 2. 建設資材(鉄筋)のライフサイクル管理
 3. 軽仮設材など仮設材のライフサイクル管理
 4. 情報杭の活用による施設及び国土管理
- 2005年度、軽仮設材のライフサイクル管理への利用に関する検討実施した。

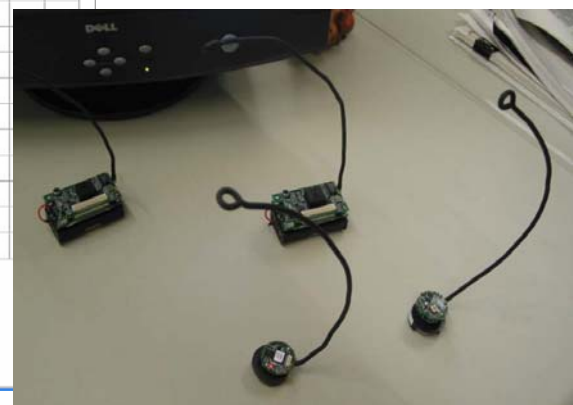
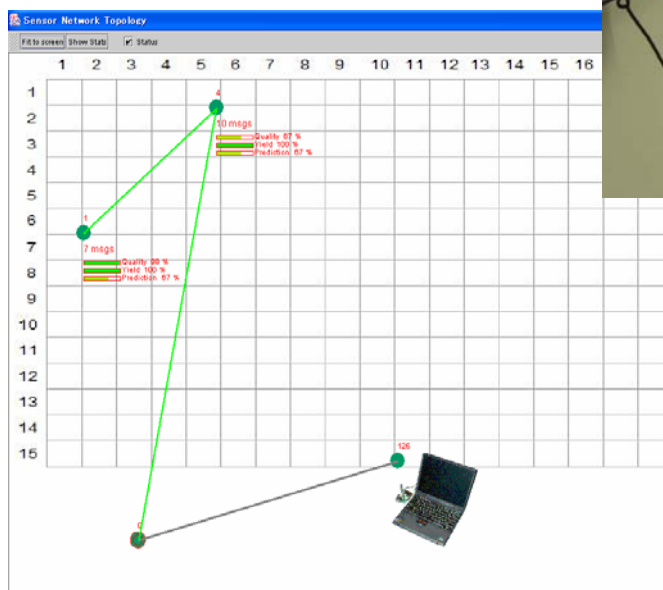
5.3 無線センサネットワーク

- 構造物の長寿命化や維持管理・補修費用の削減のために、アセットマネジメントが注目されている。
- 確率統計的なことだけではなく、点検、計測による構造物のヘルスマonitoringは重要。
- 有線による計測は、センサのケーブルおよび敷設作業のコストが高く、数多くの構造物で実施するのが困難。
- MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) 技術により、各種センサーをICチップの内部に組み込むことが可能になった。温度、湿度、照度、振動、加速度、圧力、磁気等。
- さらに、CPUの小型化・低電力化、無線技術の進歩により、近年、無線センサネットワークが注目されている。
- 特にアドホックセンサネットワークは、安価なセンサノードを数多く配置できることから注目されている。
- アドホックネットワークとは、一般的に移動する端末間で適宜、動的にネットワークを構築して端末間でデータ配送を行うネットワーク形態を指す。

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

47

アドホックセンサネットワークMOTE



センサネットワーク

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

センサノード

48

有線センサネットワークの利活用

- 気象・水文計測システム
- 建物の健全性診断システム

無線センサネットワークの利活用

カリフォルニア大学バークレー校で「スマートダスト (Smart Dust) 計画」を、1990年代に開始。無数の塵(出ダスト)のように、無線センサを各所に配置し、モニタリングするというもの。

- 構造物の健全性モニタリング (SHM: Structural Health Monitoring)
- 環境モニタリング (生態系調査, 農業・漁業などの支援)

5.4 知的判断(現実世界への情報伝達)

- 膨大な量の気象関連センサによるピンポイントで詳細な天気予想.
- 地震時の動的解析, 洪水解析シミュレーションと膨大な量のセンサデータの融合による防災支援
- 点検, 計測モニタリングデータにより正確なLCCを予測し, 最適な維持管理・補修計画の策定.
- 構造物に付随する機器類への自動あるいは半自動的な動作指示, 制御. (通行ゲート, 空調設備)
- 交通, 通行支援.
- アミューズメント.
- 犯罪防止, 抑制. 検挙支援.

5.5 今後の課題

- 各種センサー類とICタグの融合.
- 無線センサネットワークのセンサ同士の同期の問題の解決.
- 大量のセンサによる大量のデータを、いかにして処理して、有意な利用に結びつけるか.
- 電源(電池)の問題解決. 太陽電池, 振動エネルギーの利用.
- 大量のデータから, 新しい知識を発見したい.
- 大量のデータを貯蔵し, 利用できるデータモデルの策定.
- 利用方法のアイデア創出.
- ICタグやセンサーあるいはIT関係のメーカーへ, 建設分野の重要性アピール(軽視されがち).
- ただ単に, 存在する技術を利用しようとするのではなく, メーカーとともに開発する姿勢も必要.

最も重要なのは, センサーやRFIDを, 何のどこにどのように取り付けたのか, また, それ(部材)が何なのかを表すプロダクトモデルと電子通信機器と統合(インテグレート)することである.

IFCは, そのプロダクトモデルのデファクトスタンダードであり, 重要な役割を演ずるだろう.

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

51

6. おわりに

- 土木技術者の使命は, 国土や環境を整備すること等により人々や社会に幸福, 安全, 安心をもたらす維持していくことではないだろうか.
- 土, コンクリート, 鋼等で構造物を作ることが目的なのではなく, そのための一つの手段だと思う.
- 国土や環境に情報, 電子通信技術を投入することにより, 使命を達成できるのなら, 大いに進むべき方向だと思う.
- それは, これからの土木技術者の新しい一つの将来像になり得ると期待している.
- 老いも若きも, 土木技術者のチャレンジを!

Nobuyoshi Yabuki (c) 2007

52

謝辞:

本研究を進めるにあたり、独立行政法人日本学術振興会、独立行政法人防災科学技術研究所、財団法人日本建設情報総合センター、財団法人先端建設技術センター、財団法人北海道科学技術総合振興センター、社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会、社団法人日本鉄鋼連盟から研究助成を受けた。ここに深く感謝の意を表す。

ご清聴ありがとうございました。

Email: yabuki@news3.ce.muroran-it.ac.jp

URL: <http://yb3.ce.muroran-it.ac.jp/>