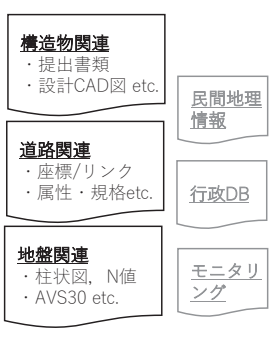
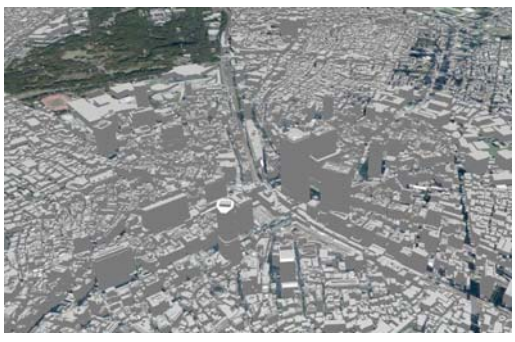
都市丸ごとのシミュレーション

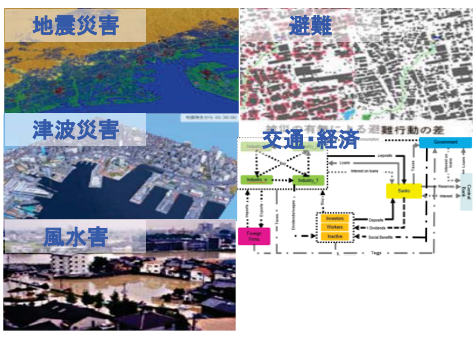
神戸大学大学院　工学研究科　市民工学専攻
竹山　智英

都市丸ごとのシミュレーション技術研究組合　2019. 8設立

多種多様な都市データ → 都市デジタルツイン → 多様なシミュレーション







都市丸ごとのシミュレーション技術研究組合　2019. 8設立

参加機関（2022.8現在）

鹿島，大林，安藤ハザマ，五洋，前田，奥村，東洋，淺沼，フジタ，
東電設計，ニュージェック，アサノ大成基礎，テクニカルシンク，コムスエンジ，
新日本コンサル，
富士通，みずほリサーチ&テクノロジーズ，Unity，
首都高速，阪神高速，NEXCO中日本エンジ，
三井住友信託，
神戸大，東大i-con，理研R-CCS，JACIC，JAMSTEC

現在までの受託業務，受託研究

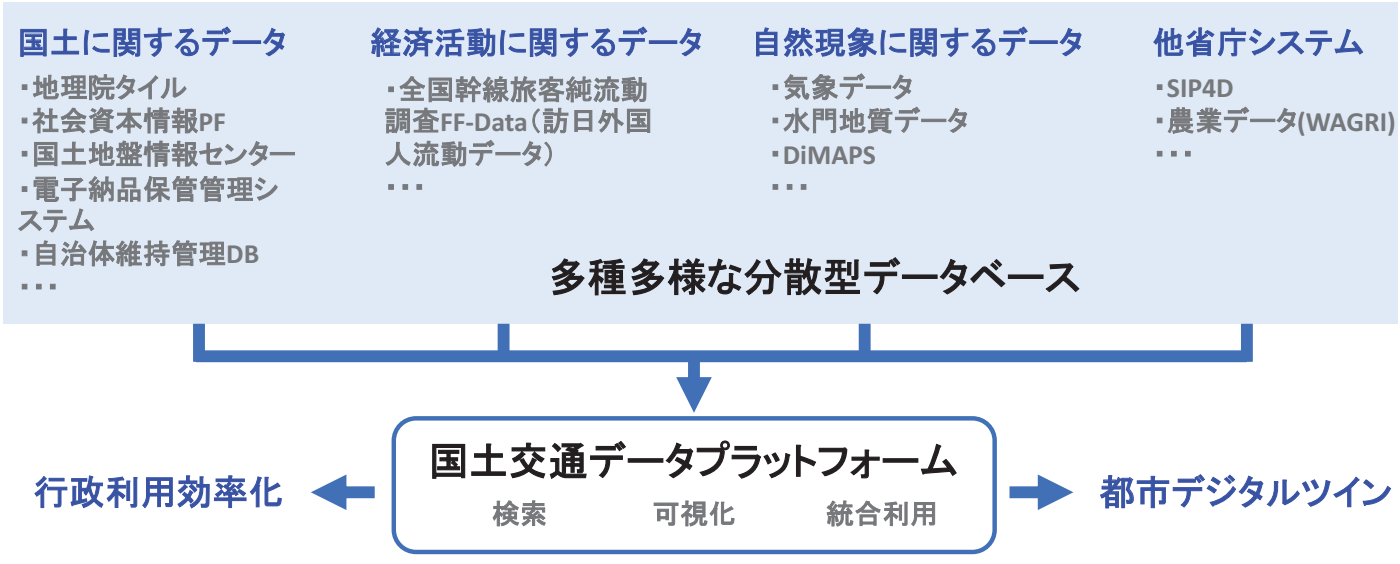
【2019】国土技術政策総合研究所
「WebAPIを用いた様々な分野のデータ連携技術と3次元モデル上での可視化に関する調査業務」

【2020～2022】国土技術政策総合研究所
「インフラに関するデータ連携を目的としたメタデータの自動作成及びデータ統合技術に関する研究」

【2022】近畿地方整備局
「国土交通データプラットフォーム3Dデータの利活用検討業務」

都市の防災デジタルツイン：第3期SIP「スマート防災」へ

国土交通データプラットフォーム

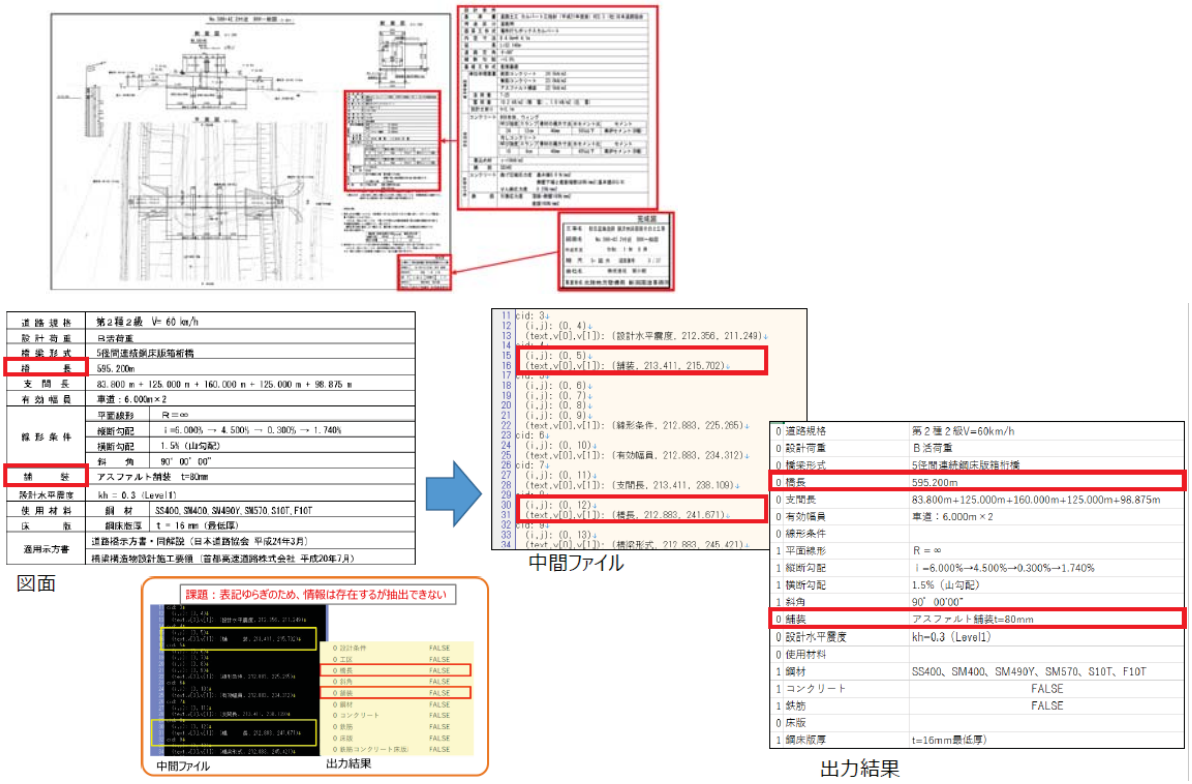


キモとなるのは

データを { つなぐ / 探し出す / 使えるようにする } 技術 ⟷ データ連携技術 / メタデータ自動作成技術 / データ変換・統合技術

メタデータ自動作成技術の開発

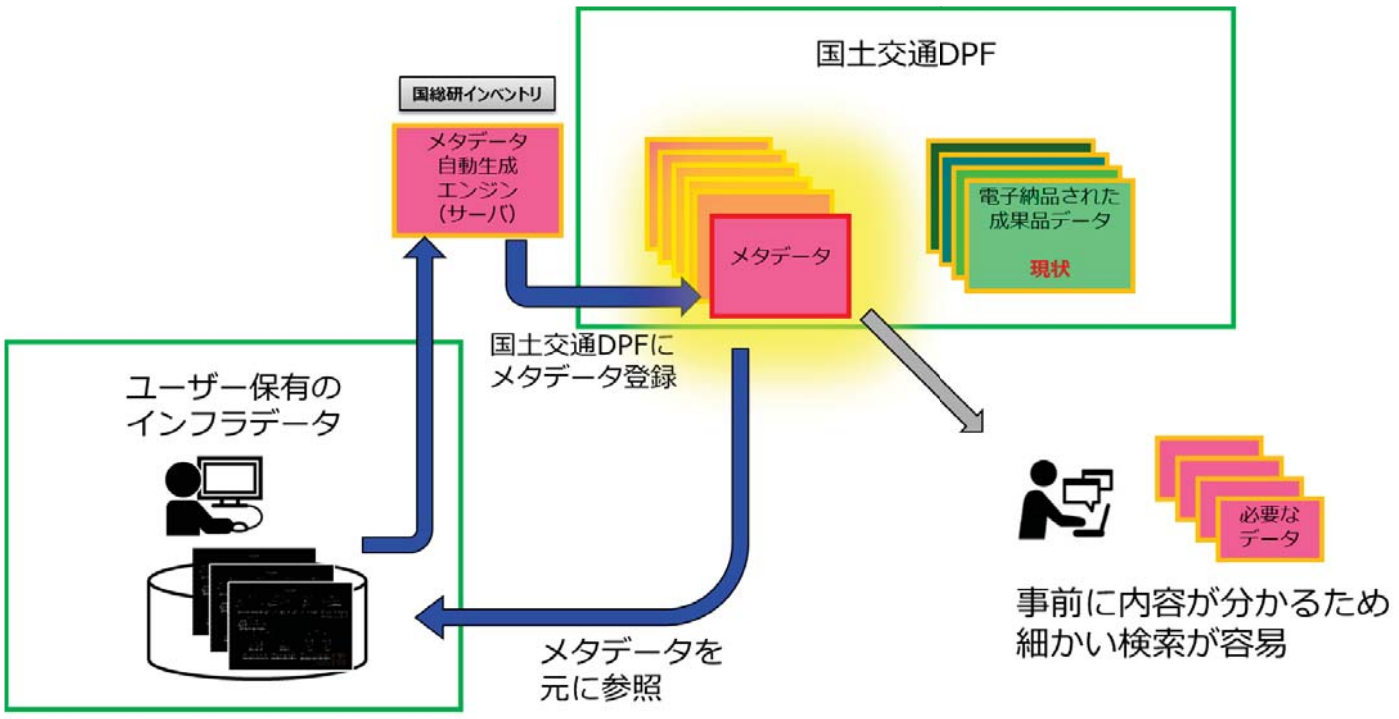
図面，テキスト，PDF，XMLなどのテキストを含むデータ に対して
インベントリにしたがって**メタデータを自動作成**，または**検索**



Tajima, Chun et al., 富士通，東大

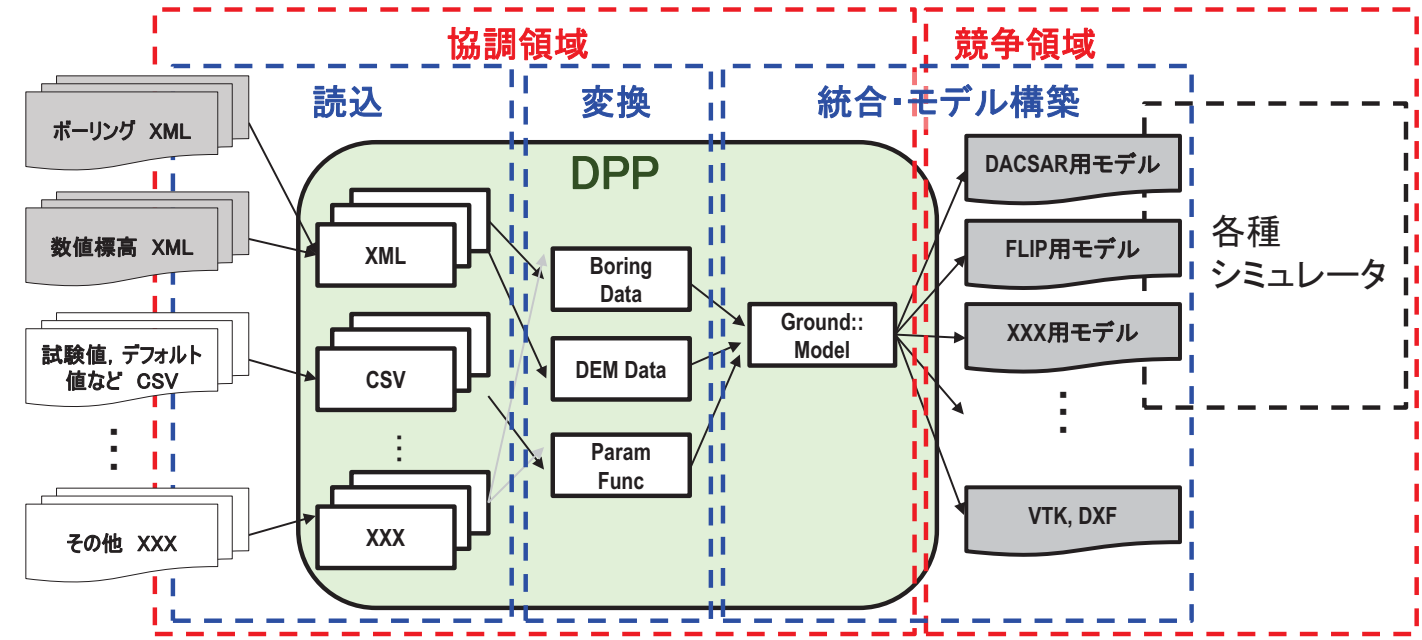
メタデータ自動作成技術の開発

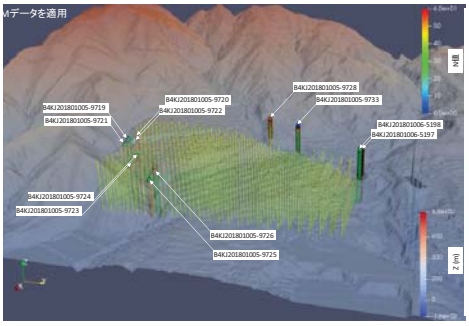
図面，テキスト，PDF，XMLなどのテキストを含むデータ に対して
インベントリにしたがって**メタデータを自動作成**，または**検索**

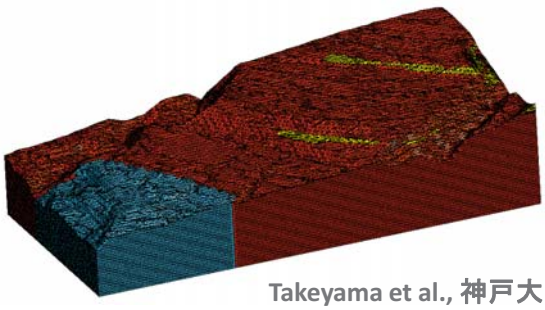


Tajima, Chun et al. ., 富士通，東大

データ変換・統合技術の開発と実装



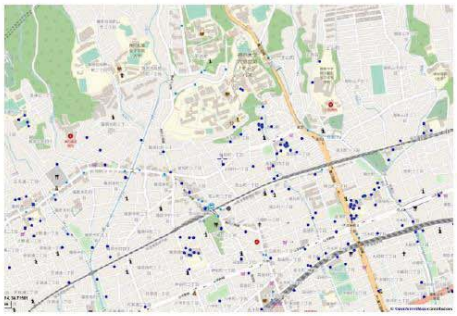




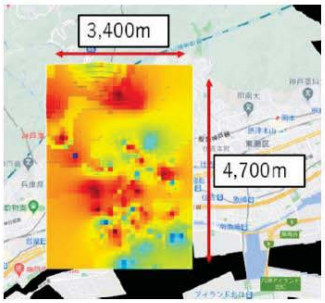
Takeyama et al., 神戸大

データ変換・統合技術の開発と実装

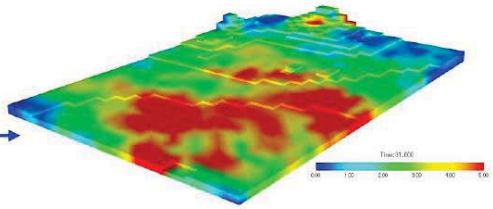
実際のボーリングデータを使った地盤グリッドモデル作成と数値解析例



灘区内の150本のボーリングデータ

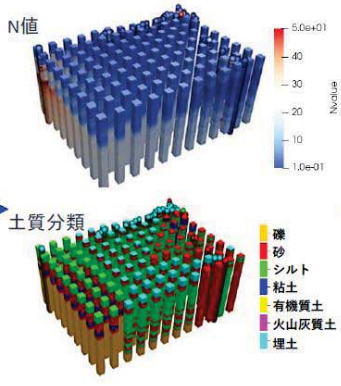


作成された地盤グリッドモデル

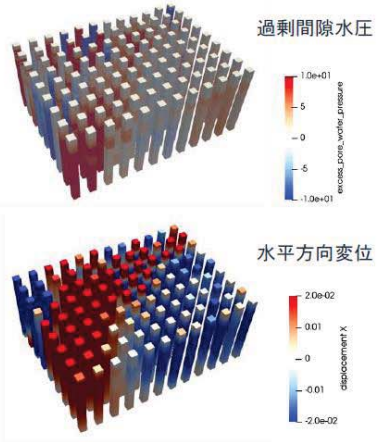


地盤グリッドモデルから「FLIP」用モデルを作成し，3方向加振を行った計算結果（最大変位）

江東区周辺の47本のボーリングデータ



作成された地盤グリッドモデル

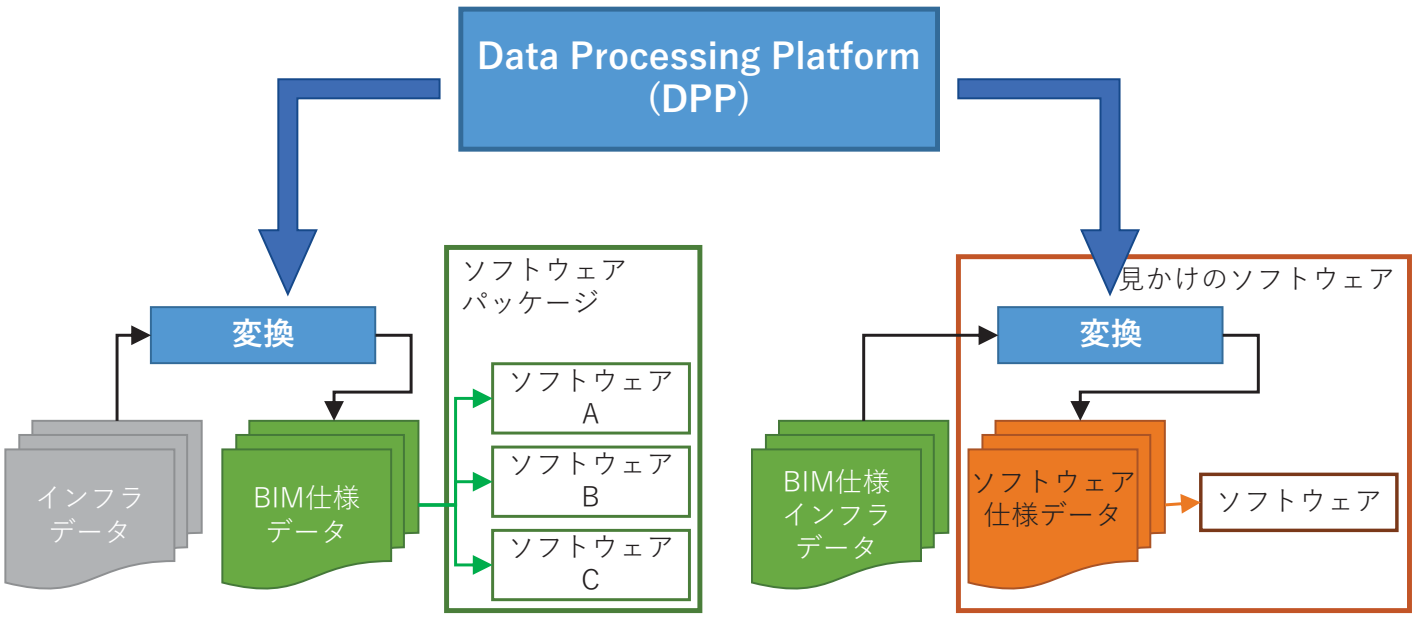


地盤グリッドモデルから「DACSAR-I」用モデルを作成し，行った計算結果

Takeyama et al. , 神戸大

DPP（Data Processing Platform）の利用

DPP (Data Processing Platform)
- データ変換に特化した多様な機能を持つプログラム群
- ユーザは，簡単なスクリプトを使ってデータ変換を実行
- 官・産が共同で整備する協調領域と，産が開発する競争領域に分離可能
- 国際展開を視野



DPP（Data Processing Platform）の利用

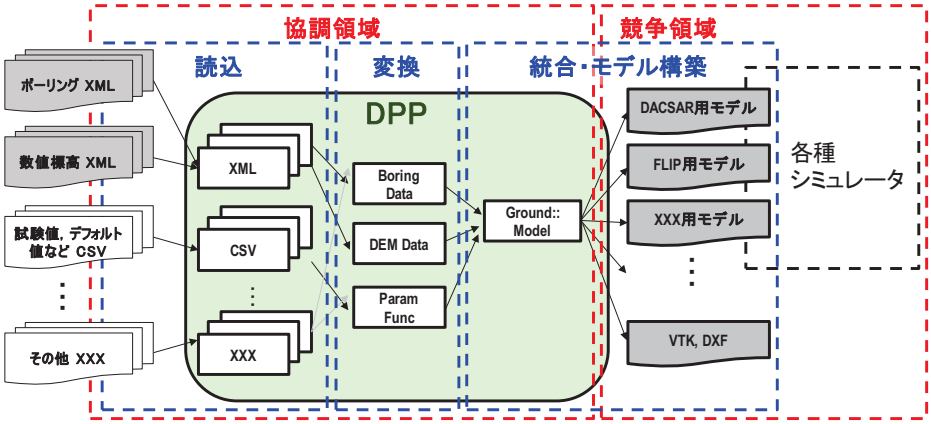
スクリプト例

```
library("Quantity");
library("XSD");
library("CSV");
library("ParamMap");
library("Ground");

//=============================================================================
// xmlファイルの読み込みと標準出力
idir_xml = "./input_XML/";
bdat = BoreholeXML( idir_xml );

//=============================================================================
// csvファイルの読み込み
idir_csv = "./input_CSV/";
table1 = ParamMap( idir_csv+"param1.csv", idir_csv+"cond1.csv" );
table2 = ParamMap( idir_csv+"param2.csv", idir_csv+"cond2.csv" );

//=============================================================================
// xmlファイルとcsvファイルの統合して地盤グリッドモデルを作成
gmodel = Ground::GridModel( bdat, table1, 5, xspacing="10m", yspacing="10m" );
gmodel.Apply( table2 );
Print( gmodel );
```

数行のスクリプトで，データの読込，解釈，統合処理を行うことができる

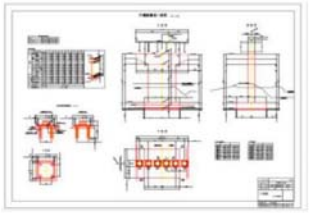
協調領域の開発をチームで行うことによって人材育成を図っている

共通の基盤を用いることによって開発の効率化ができる



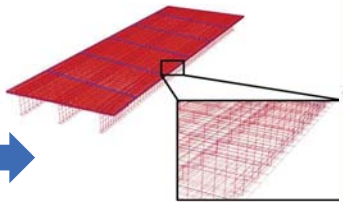
データ変換・統合技術の開発と実装

橋脚図面からの3Dモデル化

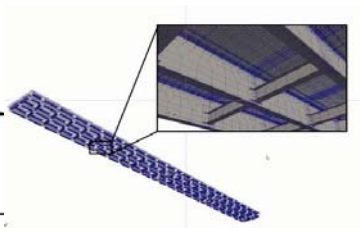


非BIMデータのBIMデータ化
2DのCADから3D橋脚モデルを自動作成

膨大な数の配筋も自動処理でモデル化



自動作成されたFEMモデル

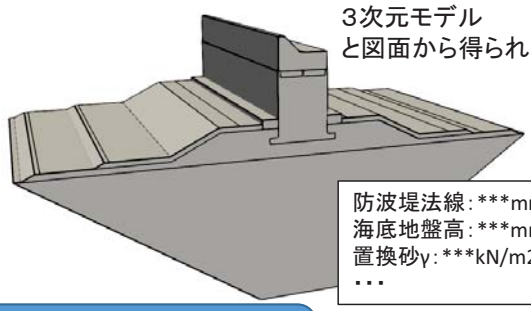


手作業に比べてモデル化時間が1/10に減少．FEMによりコンクリート床版の道路橋の余寿命解析を実施

Otani et al., 理研RCCS

2D CAD図面

効率的に詳細度100以上のBIM/CIMデータを自動作成



3次元モデル
と図面から得られるデータ

属性情報
(x,y,z,t,工区、施工者、部材情報、c、φ・・・)

詳細度100+αのデータ

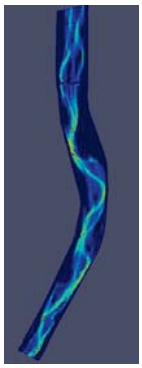
Ito, 東洋建設

データ変換・統合技術の開発と実装

河床変動解析

距離標データ
CSV

UAV測量データ
LAS



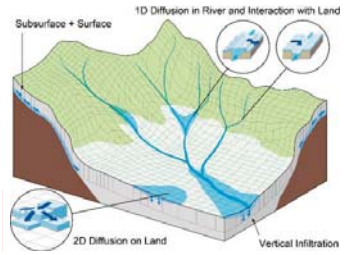
Kameda, 筑波大

降雨流出解析，土砂流出解析

DEMデータ XML, TIF

土地被覆図データ
TIF

河道域データ
XML, SHP

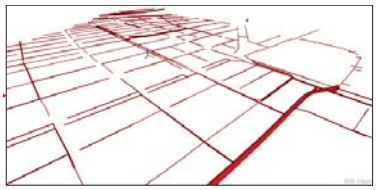


Yamanoi, 京大

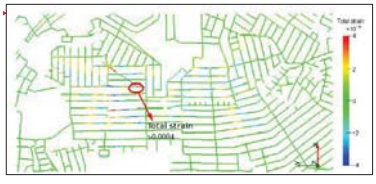
埋設管

埋設管データ
SHP

土質データ XML, CSV



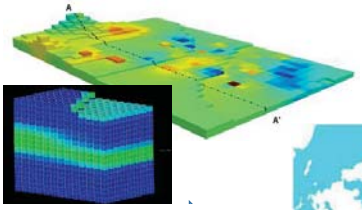
可視化



解析

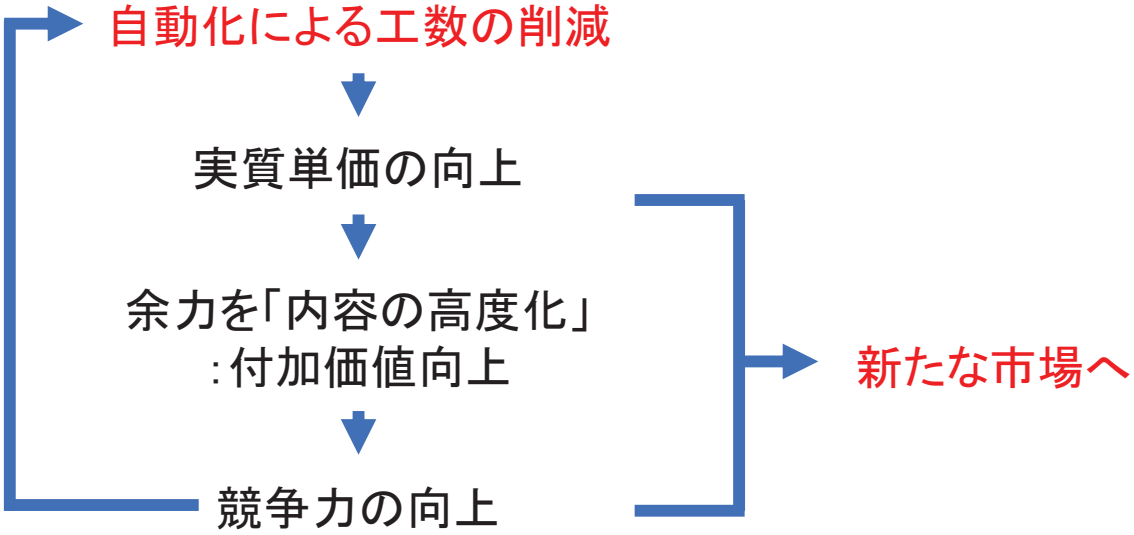
Chun, 東大

港湾



Ito, 東洋建設

データ変換・統合技術のメリット



数値解析のプレ処理　　10%以下に削減　　手作業の合計日数を基準

	手作業(%)	DPP利用(%)
図面読み込み・解析計画	12.50	0.80
モデル作成	31.25	6.25
荷重作成	6.25	
予備解析・妥当性確認	18.75	0

Yamada, Fang, Otani, Tsuchiya, Oishi, Ishida (2021)

都市丸ごとシミュレーションの特徴

都市デジタルツイン上で，いろいろなシミュレーションを行える

多数シナリオ
　可能性（シナリオ）を網羅できる　→　想定外を激減

定量化
　リスクを比較計量的に定量化できる　→　リスクの共有

広域・高解像度
　広域を対象として，空間と時間の違いによる相互比較ができる　→　リスクの比較

統合的な可視化
　得られる多様な情報を統合的に示せる　→　合意形成

レジリエンスの強化，事前準備，
被害を最小限に抑える事後の早期復旧