「都市丸ごとシミュレーション技術の社会実装における都市データ利活用カスタマイズに関する調査研究」に対する研究助成

都市丸ごとのシミュレーション技術研究組合　2019.8設立　国交大臣認定法人

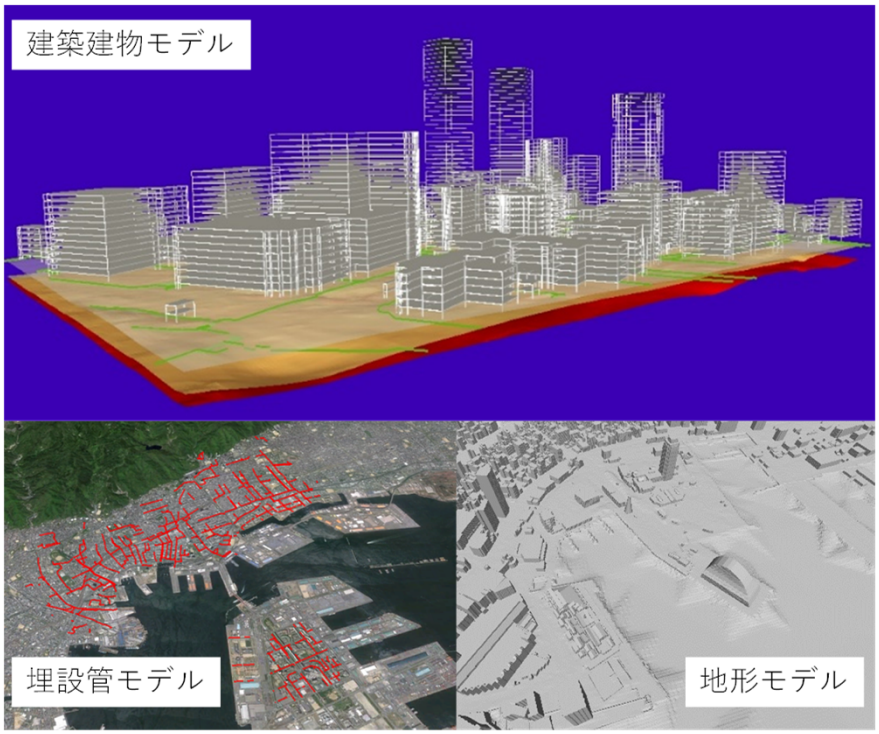
神戸大学　都市安全研究センター　飯塚　敦

組合員（法人）
- 建設会社　9社
- 建設コンサルタンツ　5社
- 情報会社　2社
- 道路会社　2社

オブザーバー
- 東京大学，理研R-CCS，JACIC

・ユーザ目線での技術開発
・人材育成
・民間による市場創生
・参加OPEN
・ケーススタディ，情報発信

都市丸ごとのシミュレーション



都市丸ごとのシミュレーションが目指すもの

構造物の設計

単体　⇒　環境の影響・地域の効果を考慮

短期　⇒　供用全期間

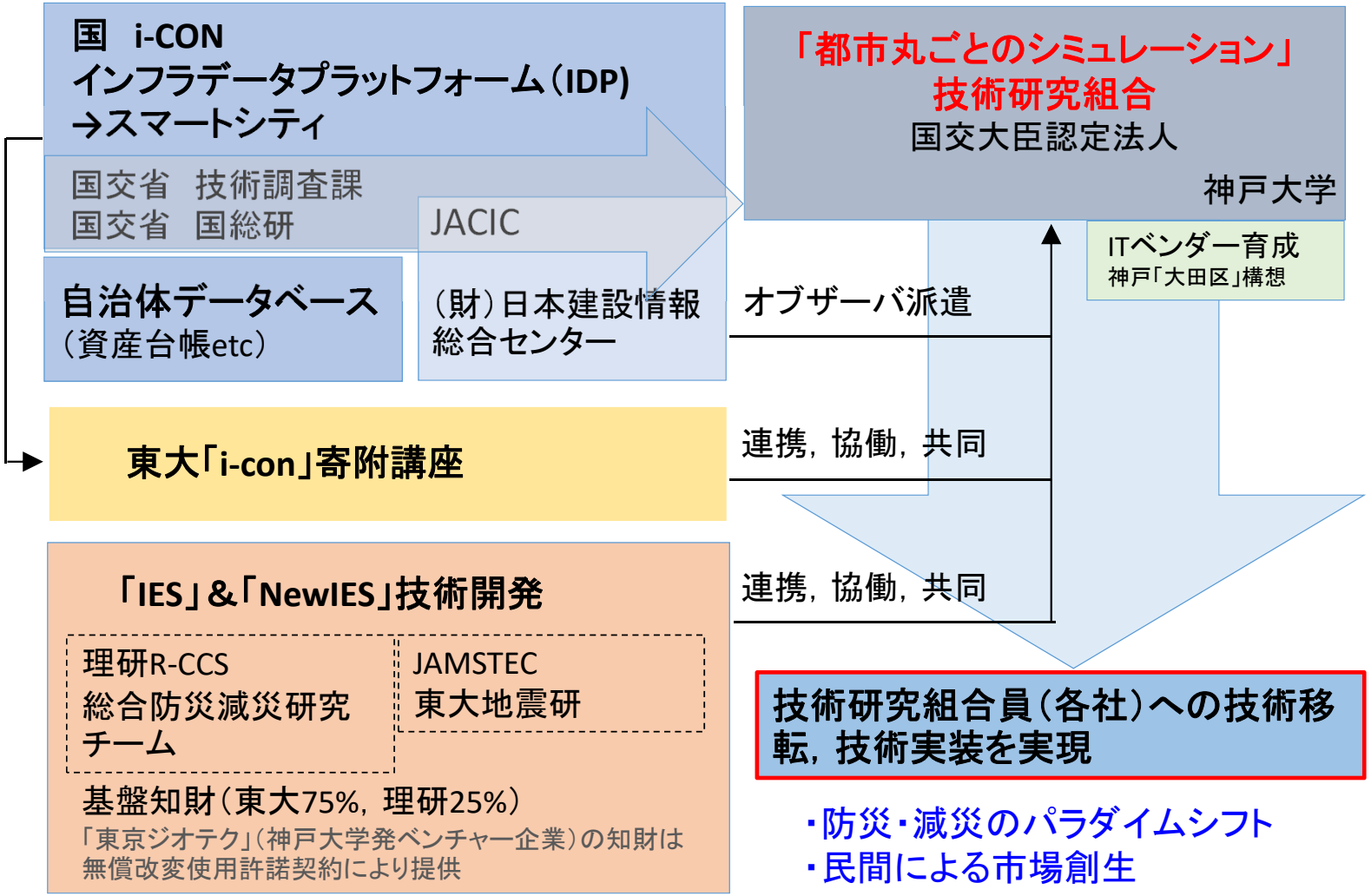
都市計画の立案

粗分解能　⇒　細分解能

経験的　⇒　多数の将来シナリオを考慮した高度な解析

都市のデジタルツイン
　解析モデルが集合した実物と「瓜二つ」の都市モデル
都市丸ごとのシミュレーション
　都市のデジタルインを使う，広域・高解像度シミュレーション

都市丸ごとのシミュレーション技術研究組合の位置づけ



産にとっての都市丸ごとのシミュレーション

- 目的1　インフラ整備の向上
  - インフラ整備従来の「直接」効果に加え，都市丸ごとのシミュレーションによって都市活動の活性化に関わる「間接」効果を新たに評価することで，インフラ整備を向上

- 目的2　効果的な都市計画の立案
  - 粗いモデルと簡略化された解析を使う従来の分析手法に代わり，都市丸ごとのシミュレーションによって，防災・交通網に関わる効果的な都市計画を立案

- **都市丸ごとのシミュレーションを利用することで，産は自身の競争力を向上**
- **産の競争力が向上すると同時に，より良いインフラ整備と効果的な都市計画が実現**
- **都市丸ごとのシミュレーションを利用できる産は，世界の中でも競争力を持つ可能性**

2019年度のJACIC助成による成果

1．技術開発項目の具体化

国交省IDP構想を念頭に，都市丸ごとシミュレーションを社会実装する上での技術開発項目を明らかにした．→国総研受託研究獲得へ

・DPP活用サブチーム
・メタデータサブチーム
・キラーコンテンツサブチーム
・データ活用・知財サブチーム（設置予定）

2．人材育成

理化学研究所R-CCSの協力のもと，技術研究組合構成員（特に，若手技術者）へのDPPセミナーを開催した（2回）．→ICE技術者の育成

3．その他
技術研究組合事務局運営

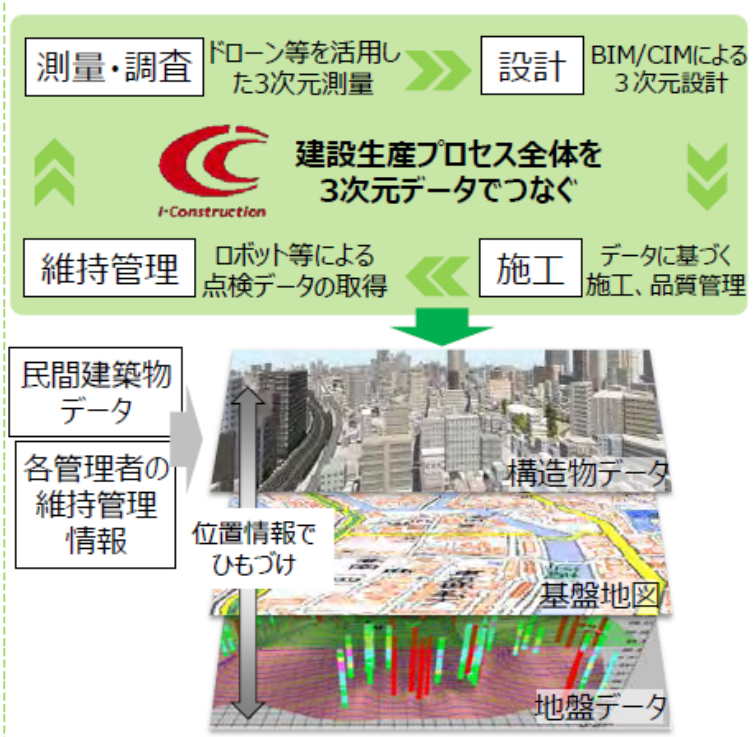
IDP（インフラデータプラットフォーム）からスマートシティへ（国交省の構想）

i-Constructionの推進と国土交通データプラットフォームの構築

国土交通省

○ ICT等の全面的な活用により建設現場の生産性向上を図る「i-Construction」の取組を推進している
○ 「i-Construction」の取組で得られる3次元データを活用して、さらに経済活動や自然現象に関するデータと組み合わせることで、「国土交通データプラットフォーム」を構築し、産学官連携によるイノベーションの創出を目指す

国土に関するデータ（インフラ・データプラットフォーム）



経済活動に関するデータ（公共交通データ、港湾関連データ等）

自然現象に関するデータ（気象データ等）

国土交通データプラットフォーム（仮称）

分野間のデータ連携基盤を整備し、政策の高度化やイノベーションの創出

※活用イメージ

【スマートシティの実現】

【防災計画の高度化】

https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/wg6/20191105/pdf/shiryou2.pdf

IDP（インフラデータプラットフォーム）の活用（国交省の構想）

目的・目指す姿

国土交通省

○デジタルツインの実現を目指し、3次元データ視覚化機能、データハブ機能、情報発信機能を有するプラットフォームの構築を行う。
○各データはAPI※で連携し、横断的に検索、ダウンロード可能にすることを目指す。

※API：Application Programming Interfaceの略

（1）目的

国土交通省が多く保有するデータと民間等のデータを連携し、フィジカル（現実）空間の事象をサイバー空間に再現するデジタルツインにより、業務の効率化やスマートシティ等の国土交通省の施策の高度化、産学官連携によるイノベーションの創出を目指す。

（2）目指す姿（国土交通データプラットフォームの機能）

○3次元データ視覚化機能

国土地理院の3次元地形データをベースに、3次元地図上に点群データ等の構造物の3次元データや地盤の情報を表示する。

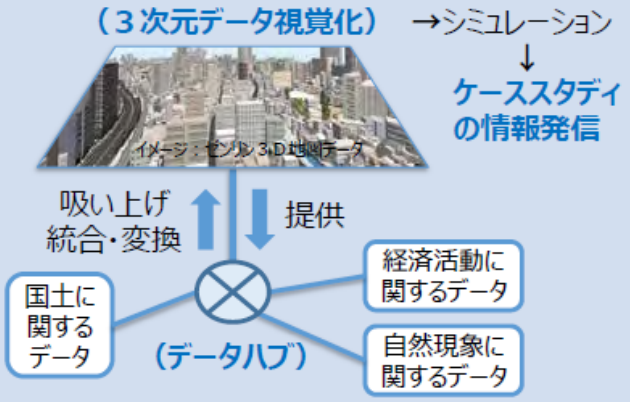
○データハブ機能

国土交通分野の多種多様な産学官のデータをAPIで連携し、同一インターフェースで横断的に検索、ダウンロード可能にする。

○情報発信機能

国土交通データプラットフォームのデータを活用してシミュレーション等を行った事例をケーススタディとして登録・閲覧可能にする。

[2022年度末]



https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/wg6/20191105/pdf/shiryou2.pdf

技術研究組合の役割・貢献

IDPの目指す姿（国交省）

〇3次元データ視覚化機能

国土地理院の3次元地形データをベースに、3次元地図上に点群データ等の構造物の3次元データや地盤の情報を表示する。

→　データに位置情報を紐付し，3次GIS上で可視化する処理の自動化

〇データハブ機能

国土交通分野の多種多様な産学官のデータをAPIで連携し、同一インターフェースで横断的に検索、ダウンロード可能にする。

→　データ検索の効率化のための，適切なインベントリに基づくメタデータの自動構築

〇情報発信機能

国土交通データプラットフォームのデータを活用してシミュレーション等を行った事例をケーススタディとして登録・閲覧可能にする。

→　データ活用の代表的アプリケーションとして有限要素法を選択し，インフラプラットフォームの複数データから，有限要素法の入力ファイルを自動構築するAPI群を開発する.

→　データ活用のアプリケーションとして，XXXXを選択し，インフラプラットフォームの複数データから，XXXXの入力ファイルを自動構築するAPI群を開発する.

（例えば，XXXXには，積算管理，土工量推定，インフラ劣化，経済や交通シミュレーション．．．．．．．など）

「三次元可視化された情報から，求める情報の抜き出しと求める形式への変換システムの構築」

三次元可視化が可能となった国・自治体・民間のデータから，ユーザが容易に（高度に）アプリケーションを利用できるように，求める情報の抜き出しと求める形式への自動変換できるシステム（API等を含むプログラム群）を構築する．

1．ユーザが利用するアプリケーション
当面は，設計業務用のFEM等解析，維持補修業務，積算業務合理化
　　社会リスク（災害，感染症パンデミック，テロなど）の定量化シミュレーションによる，アセットマネジメント，企業BCP，商業施設等投資マネジメント，流通マネジメント，インフラ整備提案を通しての民間企業（建設業界）による市場創生（クライアントは，損保，金融，投資家，流通，製造業（サプライチェーン），海外政府）

2．求める情報の抜き出し
メタデータメイカの充実と運用．どこに求めるデータがあるか（検索），求めるデータへのアクセス，求めるデータのダウンロード．一連の手順のプロセス化．

3．求める形式へのデータ自動変換
利用するアプリケーションごとにAPIを整備しなければならないが（個々の競争領域），そのAPIの構築を助ける「API用言語体系」の整備とAPIに供される中間データの自動構築システム（協調領域）

4．人材育成
土木技術者の教育

技術研究組合が取り組む具体化の作業（調査研究）

1. ユーザが利用するアプリケーション
○自動変換を検討する，ユーザのアプリケーションの数　FEM，他2例← 組合員の視点

2. 求める情報の抜き出し
○IDPの整備に連動したメタデータメイカによる検索 ← 東大i-con寄附講座との連携

3. 求める形式へのデータ自動変換
○自動変換のために開発するシステムの規模・性能 ← ICTベンダー（富士通など）の視点
○自動変換のための新技術考案（DPPの高度化） ← 大学等の学の視点

4. システムの管理・運用
○持続発展可能なシステム運用のあり方 ← 国交省の視点，JACICの役割

5. 人材育成
○技術研究組合における講習会，研修会，トレーニング
○土木学会におけるデータ駆動型ICT技術カリキュラム案の策定，テキストの作成

6. その他
○中小ベンダーの育成（「下請け町工場群」の形成：ICT大田区）

研究技術開発項目の整理（1）

- 国土交通データプラットフォームに「3次元データ可視化機能」、「データハブ機能」、「情報発信機能」を持たせるために、「検索」、「可視化」、「統合」、「利用」をAPI群を用いて実現する。
- 技術開発の方針：以下2つを両輪として進める。
  - 各目的に応じたAPIを高度化する。
  - 各APIを使ってワンストップで行う事例を作る。
- 「利用」には，設計に資するアプリケーションだけでなく、維持管理，経済・交通シミュレーション等への展開を念頭に置いて、それぞれに対するAPIを整備する。

目的	API	技術開発項目の例	協調領域/競争領域※
検索	東大インベントリ作成WebAPI	使用用途の拡張に応じて、インベントリ作成機能を追加する。	協調領域
可視化	富士通IDPプロトタイプ	可視化可能なデータの種類と、そのためのスクリプトを増やす。	協調領域
統合	理研DPP	入出力、統合可能なデータの種類と、そのためのスクリプトを増やす。	協調領域
利用	その他API	代表的なアプリケーションを選定し、統合したデータを利用可能な形式に変換するAPIを整備する。	競争領域

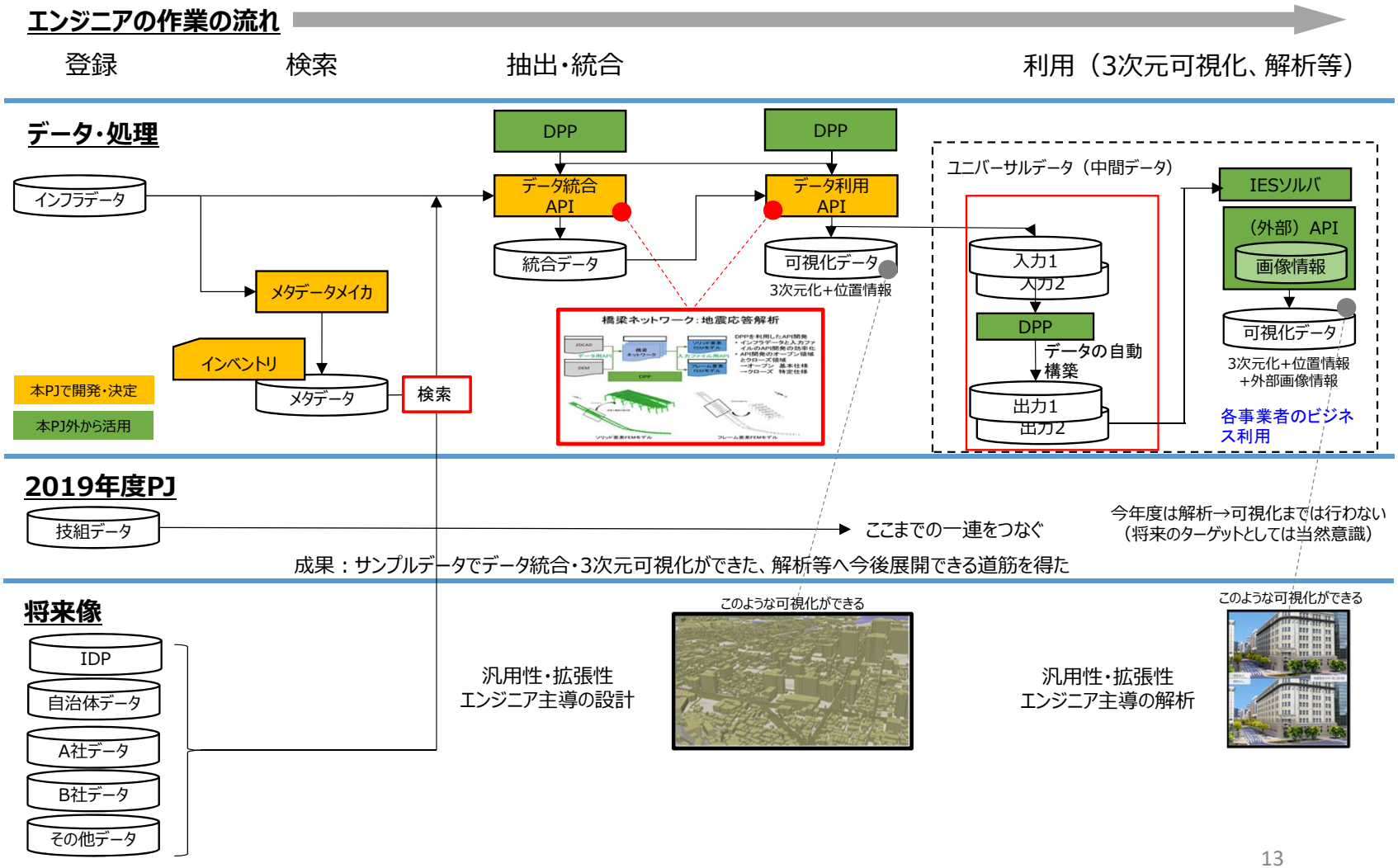
「土木知」の注入

※どちらか一方ということではなく、相対的なもの。
（検索・可視化・統合にも競争領域は含まれる。利用にも協調領域は含まれる。）

研究技術開発項目の整理（2）

- データ処理のためのAPI群
  - 検索　　メタデータ，既存の検索アプリケーションへの入力
  - 可視化　　事物データ，既存の可視化アプリケーションへの入力
  - 統合　　対象インフラに対し，関連するインフラデータを自動集約
集約されたデータから**媒介ファイルを自動作**成
  - 利用　　媒介ファイルから，**入力ファイルを自動作成**
- API開発の協調領域と競争領域
  - 協調領域　共有できるAPI群，APIの要素プログラム等
競争領域　非共有のAPI群
- 協調領域のAPI開発の道具
  - DPP　　共通ライブラリ

IES実装を通しての開発項目イメージの具体化

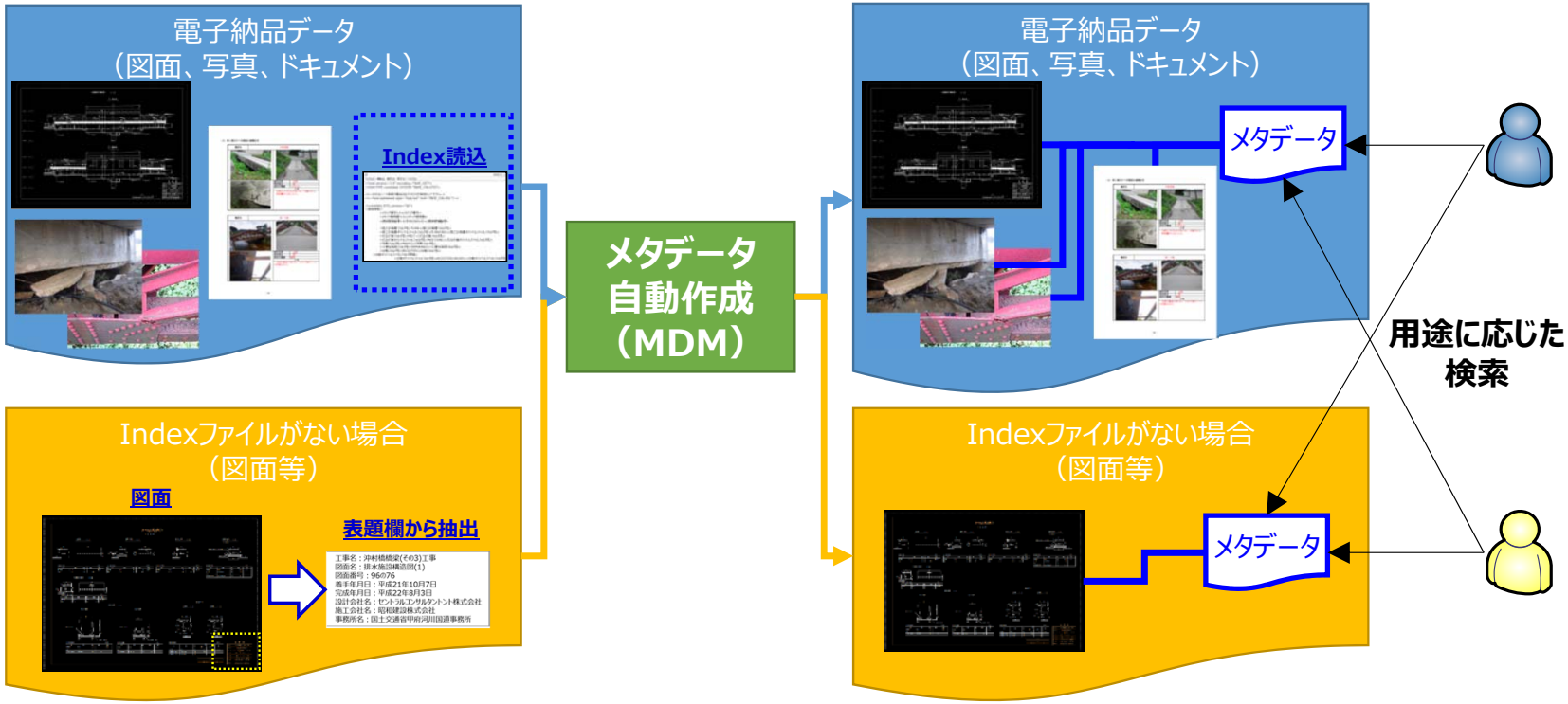


メタデータ作成

メタデータ作成

○電子納品データのindexファイルや図面等のデータから情報を抽出
○抽出したデータを元に、効率よく検索するためのメタデータを作成

➡ 多種多様なデータに対して、利用者の用途に応じた柔軟な検索が可能

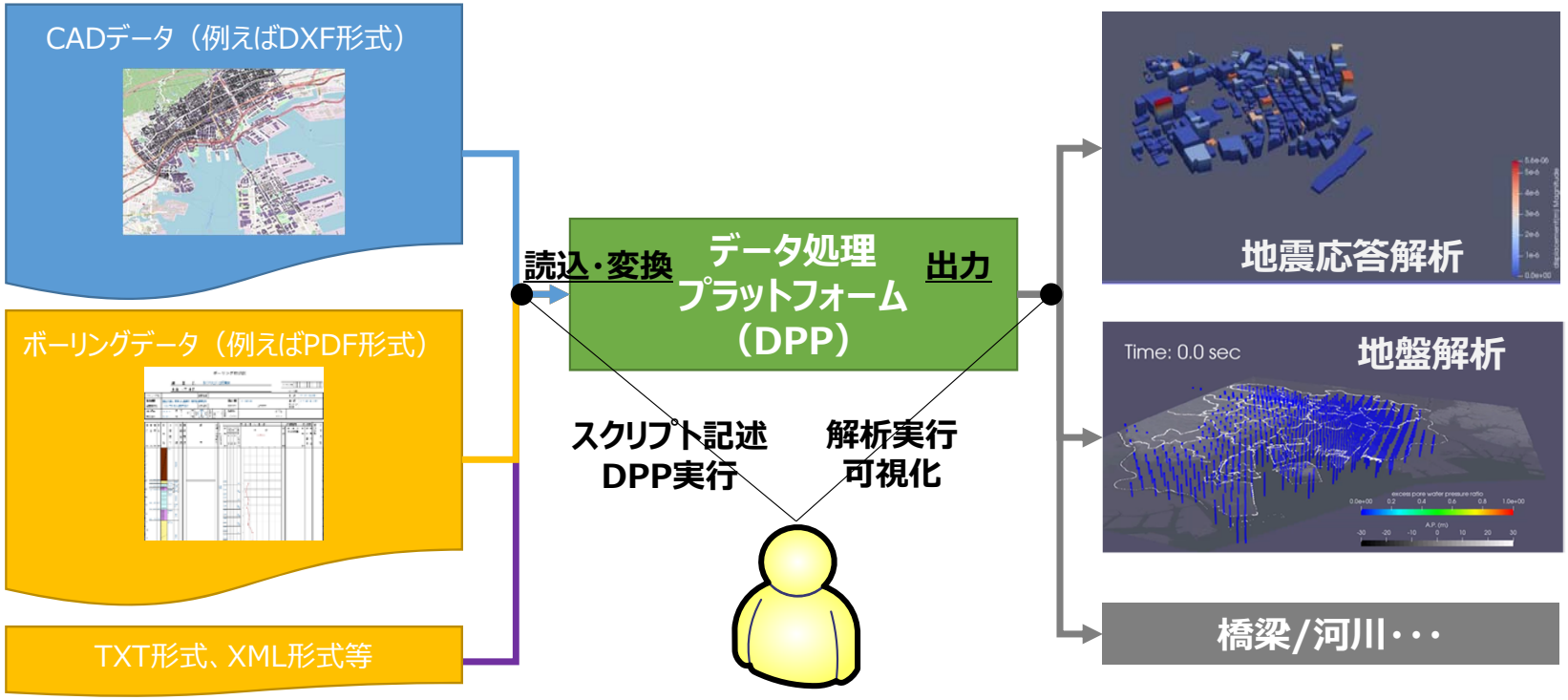


データ統合

データ統合

○様々な種類のデータを読込・変換
○地震応答解析・地盤解析等の解析モデルを自動構築

➡ 入力作成までに要する時間を短縮し、その後の活用・評価に注力可能
各事業者のビジネス領域の拡大、積極的な提案へ



民間による事業拡大に必要とするデータ

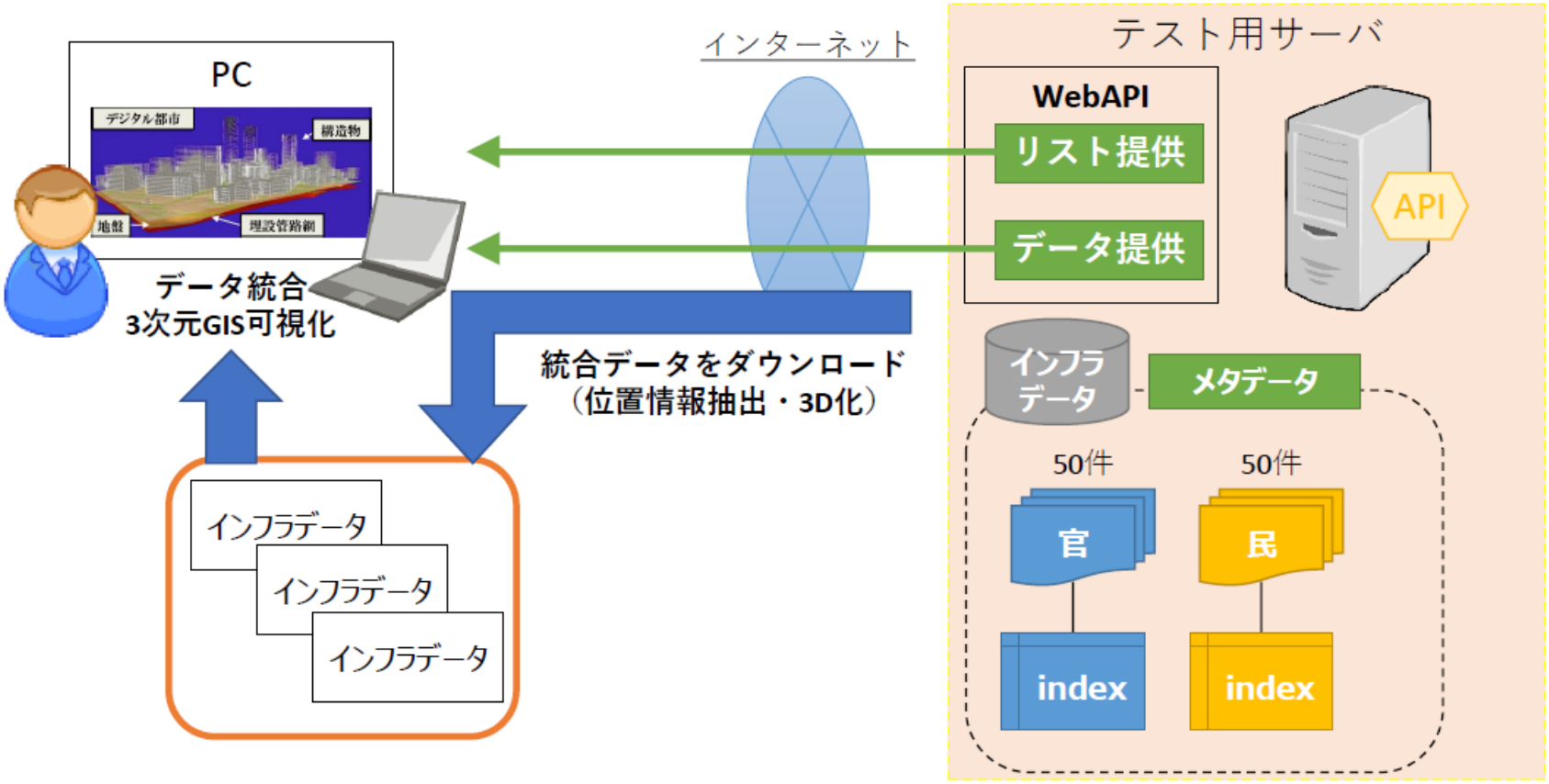
〇構造基本情報
・構造物台帳情報（建物構造、用途、階数、築年数、面積等建物のデータ）
・埋設物情報（電気、ガス、上下水道、通信）
・地形・地質情報
・ボーリングのデータ（土質試験結果含む）
など

〇付随情報
・土地情報（登記簿、地質等）
・道路、鉄道、上下水道、電気、ガス、通信等のインフラ情報（維持管理・補修・点検情報含む）
・鉄道等公共機関の情報
・交通量調査情報
・気象データ
・災害調査情報（レーザースキャナ、航空測量等）
・災害履歴情報（地震波，津波，集中豪雨，高潮など）
など

〇その他
・警察署、消防署、市役所等の場所
・交通規制
・火災時やテロ発生時の各種規制
・保安情報（各種犯罪・災害発生履歴等）
・ハザードマップ
・過去の被災状況等の情報
など

システムイメージ

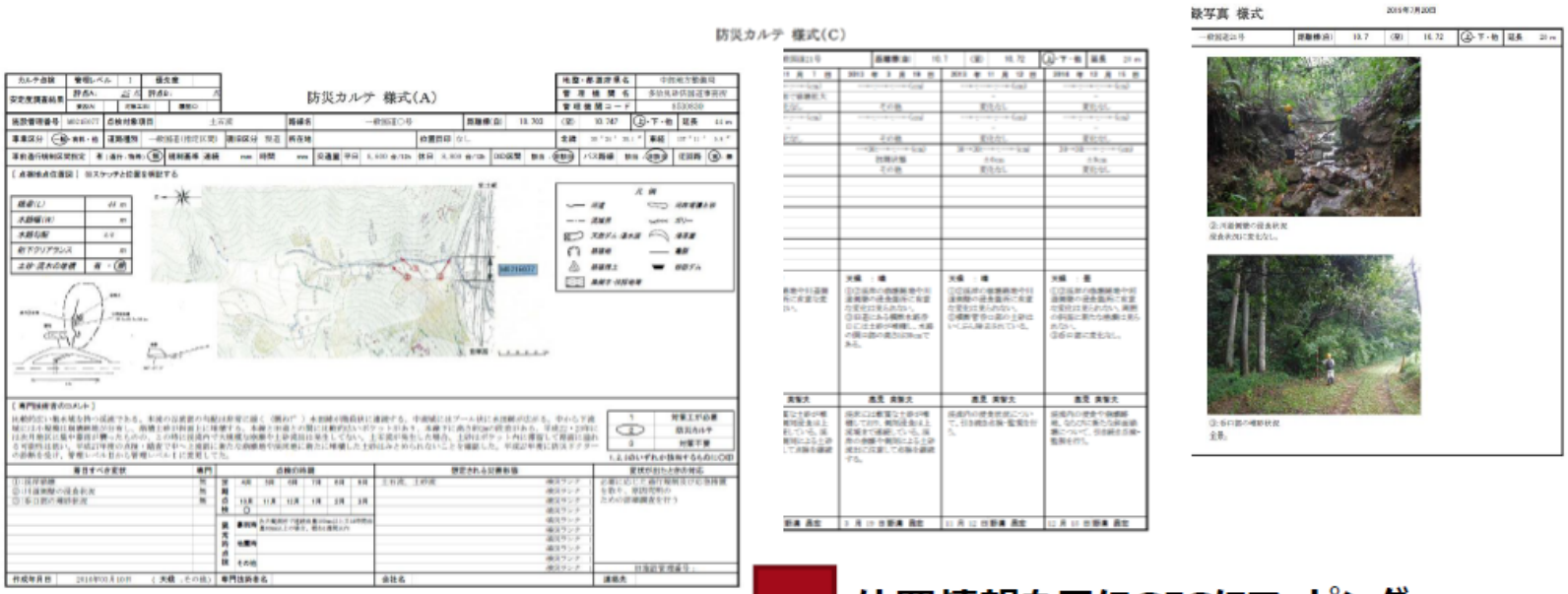
- インフラデータの位置情報抽出／3次元化技術(DPP)をWebAPI化
- 抽出した位置情報を元にデータ統合、3次元GIS上に可視化



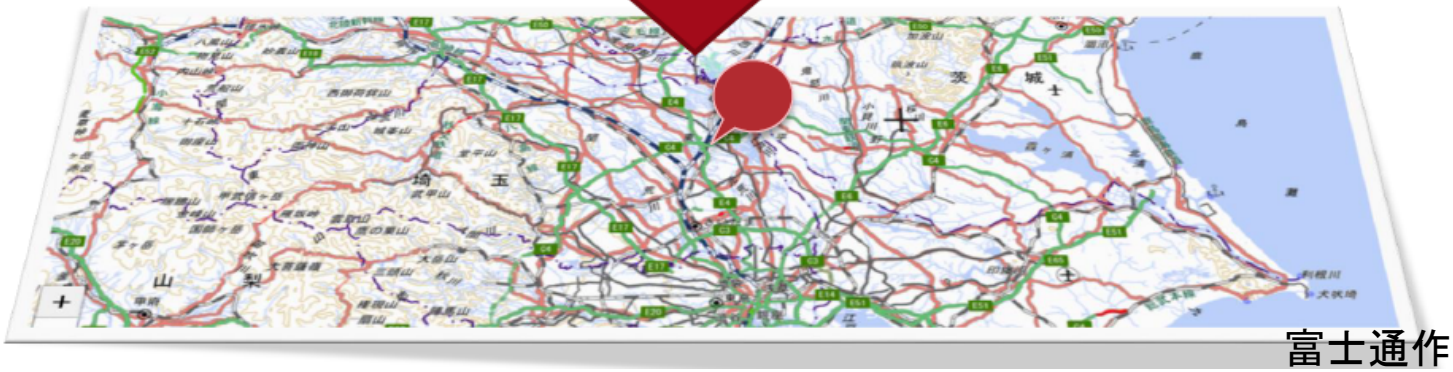
3次元可視化例（GISに重ね合わせ）

富士通作成

データ利活用例（防災カルテ）

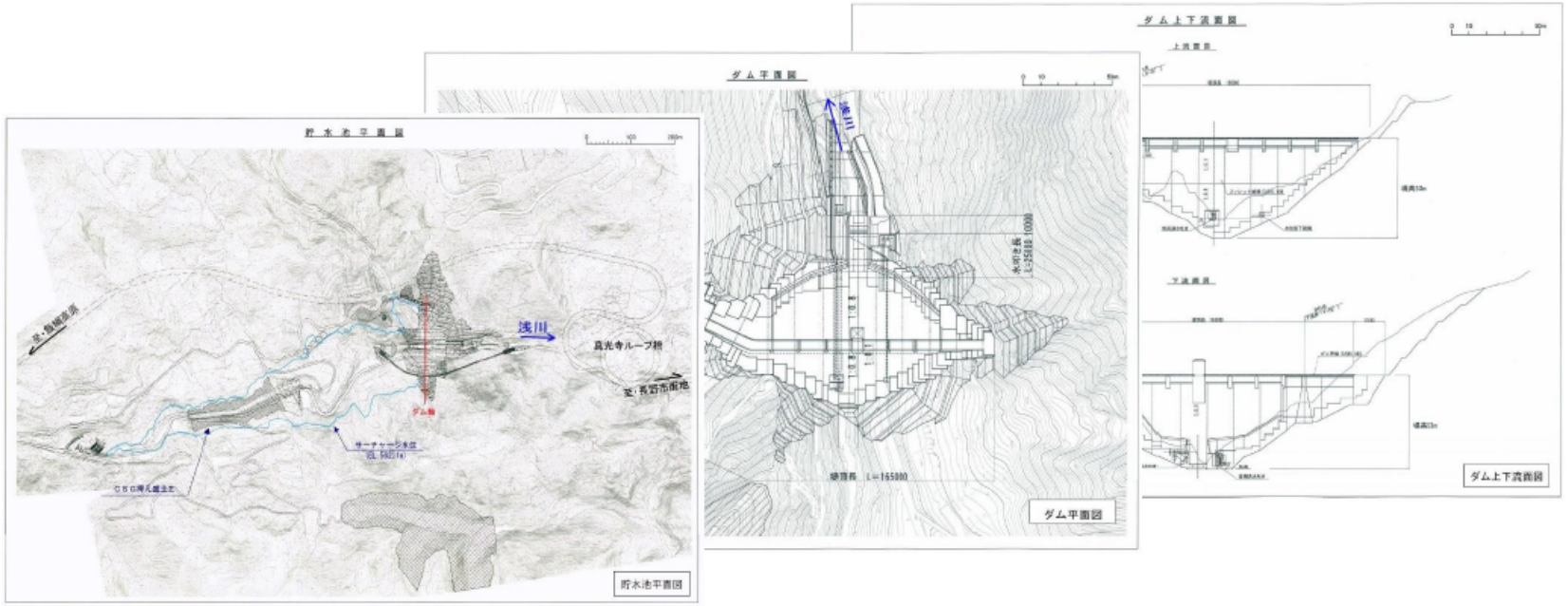


位置情報を元にGISにマッピング

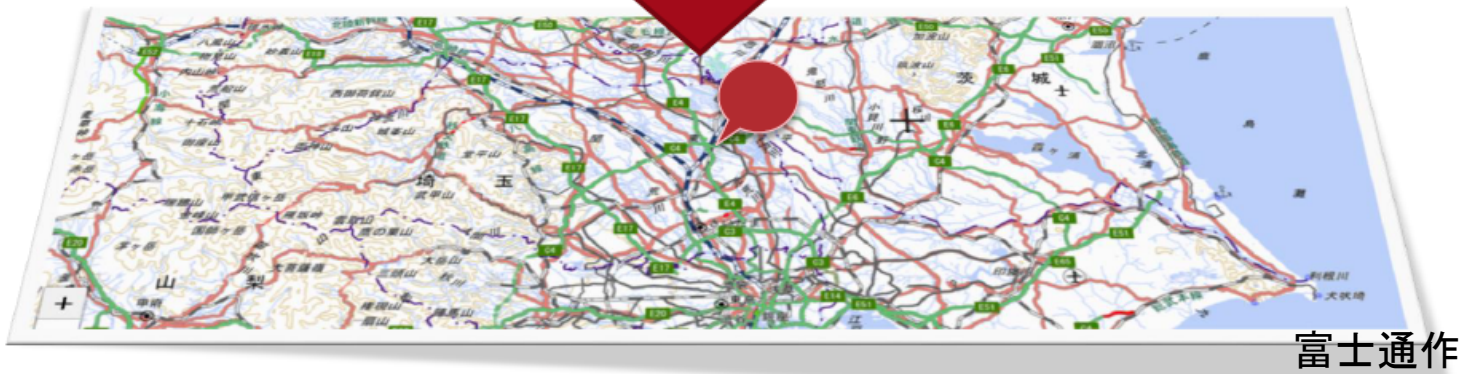


富士通作成

データ利活用例（ダム図面）



3次元化・GISにマッピング



富士通作成

データプラットフォーム開発の人材育成

- iCE-A群
  - インフラについて詳細な知識を持つ
  - オントロジー指向プログラミングに対する詳しい理解がある
  - C++でライブラリを書くことができる

- iCE-B群
  - インフラについて詳細な知識を持つ
  - C++でプログラミングが可能

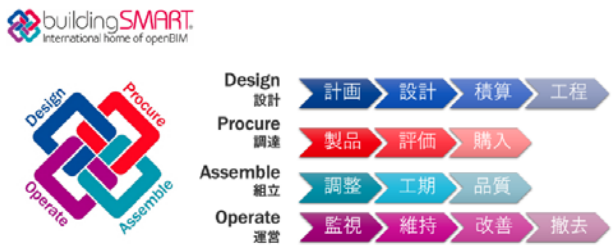
- iCE-C群
  - 工学部卒程度の工学に対する理解がある
  - CADをある程度使うことができる
  - スクリプト言語でCUIのスクリプトを書くことができる

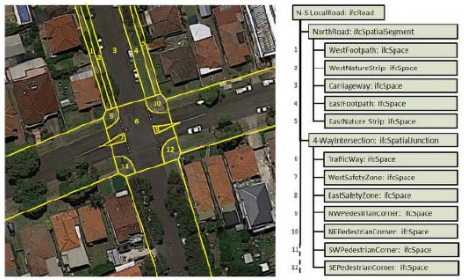
標準的教科書の執筆

国際動向BuildingSMART

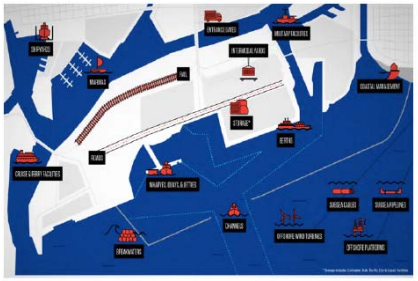
buildingSMART Japan理事 古屋氏（大林組技研）
buildingSMART HPより

- 建設業界に携わる北米12の会社によって設立
- ソフトウェア会社と共に建設業界にIFC標準を促進（BIMはIFC標準のモデリング）

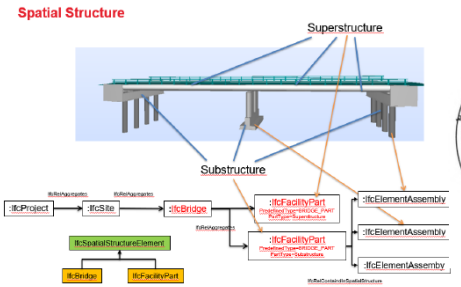




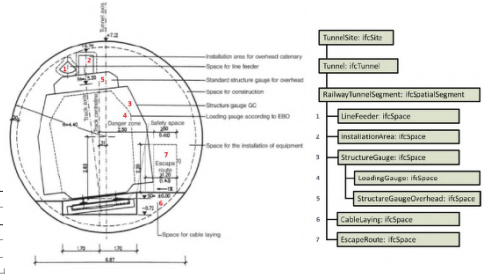
道路の空間構成



港湾の空間構成

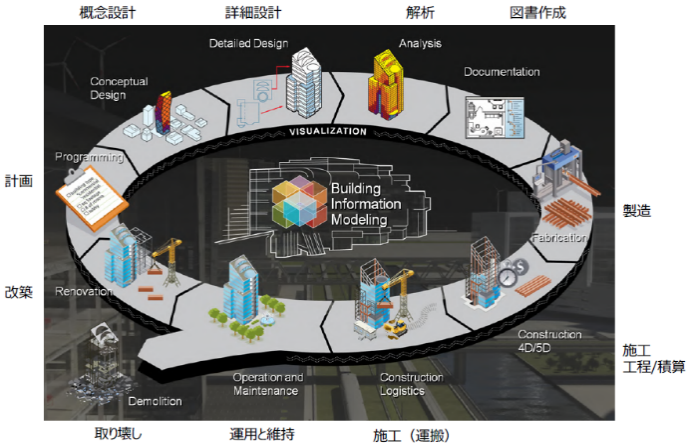


橋梁の空間構成



トンネルの空間構成

BIMの概念



IFC標準のBIM仕様のインフラデータに対して，計画から取り壊しまでの，全過程に業務用ソフトウェアのパッケージを提供

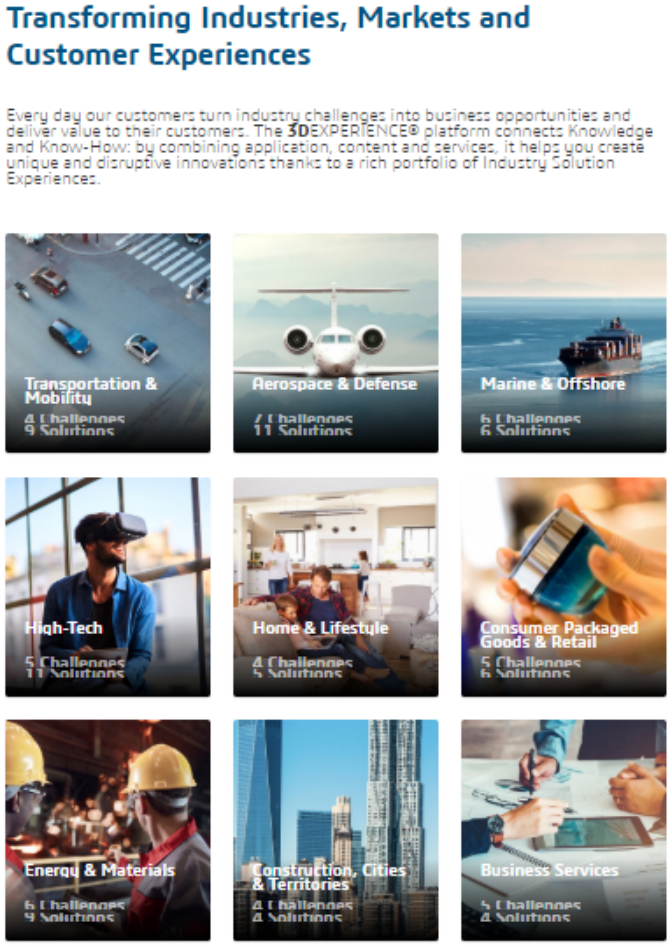
- 手作業を極力，除くことで，各過程の生産性向上
- 全過程のデータを一体管理・利用することで，建設全体の効率化

Wikipedia＆ダッソー・システムズHPなどより

国際動向　ソフトウェアパッケージ

ダッソー・システムズ

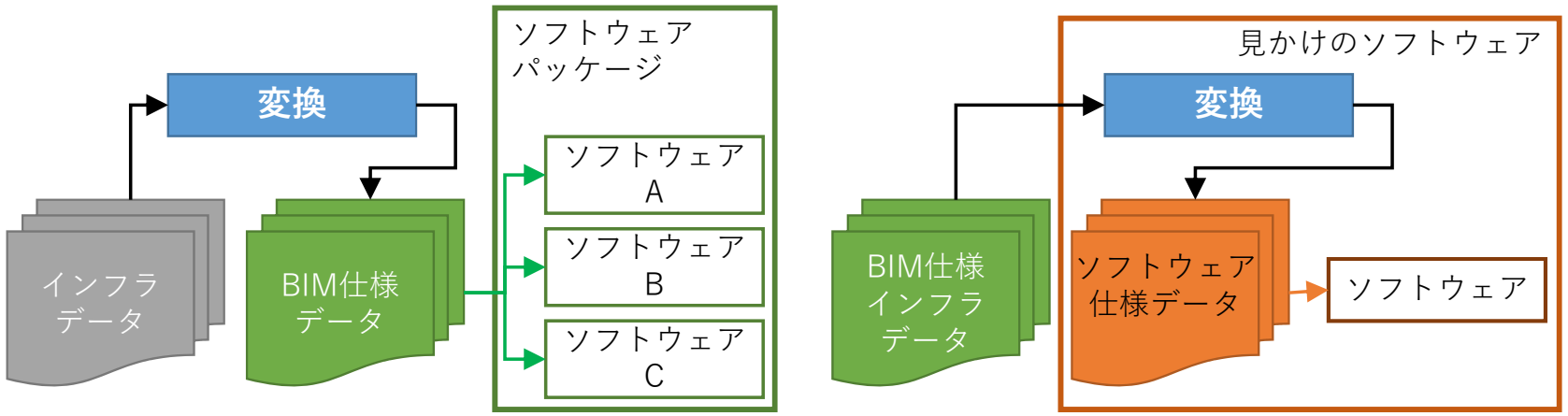
1981年 設立
1981年 IBMとのグローバル・アライアンス開始
1992年 CADAMを買収し、Dassault Systèmes of America Corporationを設立
1994年 日本法人 ダッソー・システムズ株式会社を設立
1997年 SolidWorks社を買収し、ブランドに加える
1998年 Matra Datavision社の事業からEUCLID、STRIM、STRIMFLOWを買収
1998年 IBMのProduct Data Management(PDM) 事業を買収
1999年 SmarTeamベンダーのSmart Solutionsを買収し、ENOVIAブランドに統合
2000年 Deneb、Safework、DELTAを買収・統合し、DELMIAブランドを設立
2000年 Spatialを買収
2005年 Abaqusを買収し、SIMULIAブランドを設立
2005年 Virtoolsを買収
2006年 MatrixOneを買収し、ENOVIAブランドに統合
2006年 Dynasimを買収し、CATIAブランドに統合 (DYMOLA)
2007年 Seemageを買収し、3DVIAブランドに統合 (3DVIA Composer)
2007年 ICEMを買収し、CATIAブランドに統合
2008年 Engineous Softwareを買収し、SIMULIAブランドに統合
2010年 IBMのPLM事業部を統合
2010年 Exaleadを買収
2010年 Geensoftを買収し、CATIAブランドに統合
2011年 Intercim LLCを買収し、DELMIAブランドに統合
2011年 Enginuity PLMを買収し、ENOVIAブランドに統合
2011年 Simulayt Limitedを買収
2011年 Elsysを買収し、CATIAブランドに統
2012年 Netvibesを買収[22]
2012年 Getcom Software internationalを買収し、GEOVIAブランドを設立
2013年 FE-DESIGN GmbHを買収し、SIMULIAブランドに統合
2013年 Archividéoを買収
2013年 SIMPOEを買収
2013年 アプリソを買収し、DELMIAブランドに統合
2013年 SFE GmbHを買収
2013年 Safe Technology Limitedを買収し、SIMULIAに統合
2013年 RTT AGを買収し、3DEXCITEブランドを設立
2014年 アクセルリス社(Accelrys, Inc., NASDAQ: ACCL)を買収
2014年 SIMPACK AGを買収し、SIMULIAブランドに統合
2015年 Modelon GmbHを買収



今後の研究開発の構想

- 目標
  データプラットフォームの「都市のデジタルツイン」自動構築機能
  - 都市の丸ごとシミュレーションに基づく，インフラ整備と都市計画を実現

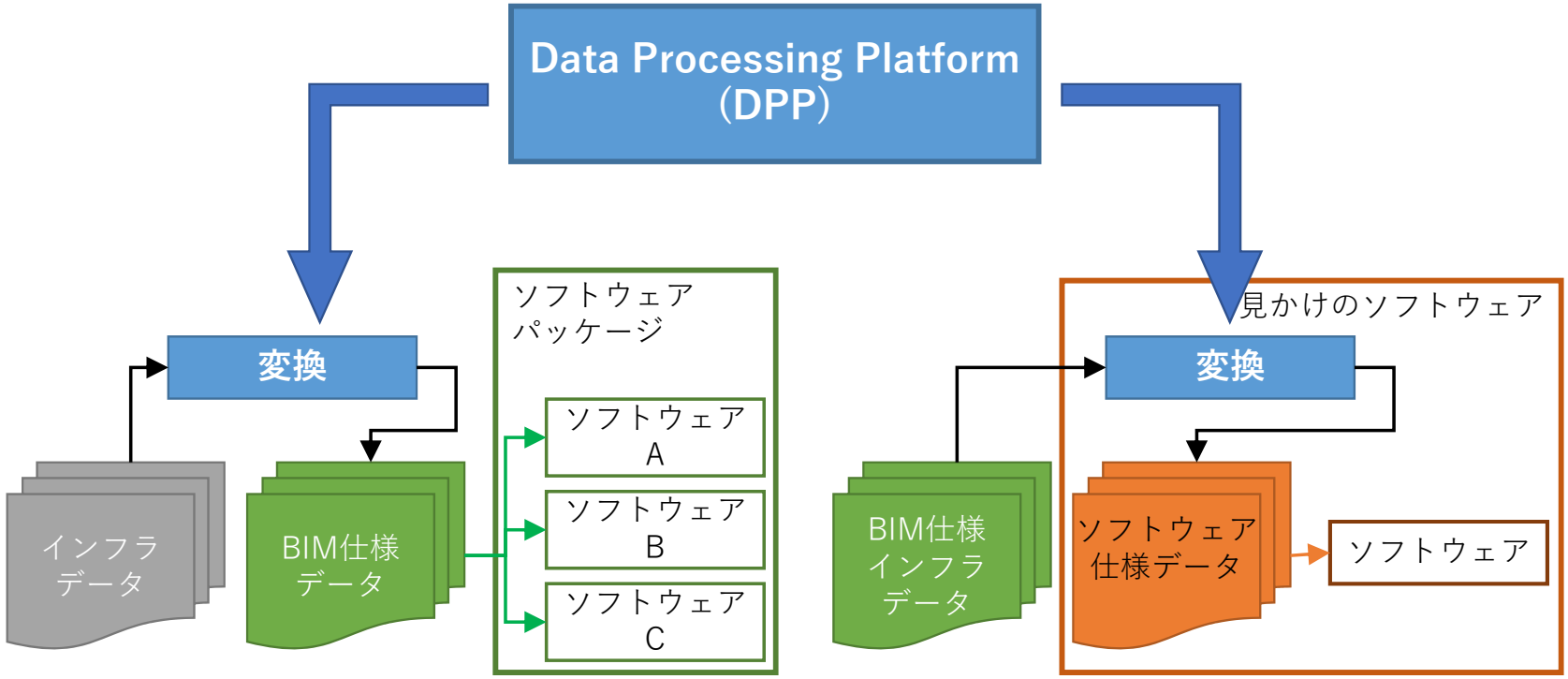
- 中核技術
  非BIM仕様インフラデータ・ソフトウェアのBIM仕様化



非BIMのBIM化：DPP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



ご清聴ありがとうございました.