

参 考

<https://docsplayer.net/172987279-%E9%A3%AF%E5%A1%9A%E6%95%A6-%E5%8F%97%E6%B3%A8%E5%9E%8B-%E5%8F%97%E8%BA%AB%E3%81%8B%E3%82%89-%E3%82%BD%E3%83%AA%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%B3%E8%A7%A3%E6%B1%BA%E5%9E%8B-%E6%8F%90%E6%A1%88%E3%81%B8-%E9%83%BD%E5%B8%82%E4%B8%B8%E3%81%94%E3%81%A8%E3%81%AE%E3%82%B7%E3%83%9F%E3%83%A5%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%B3%E6%8A%80%E8%A1%93%E3%82%92%E7%94%A8%E3%81%84%E3%81%9F%E5%B8%82%E5%A0%B4%E5%89%B5%E6%88%90%E3%81%AE%E5%8F%AF%E8%83%BD%E6%80%A7.html>

防災・減災のパラダイムシフト

—自然災害への対峙から共生へ—

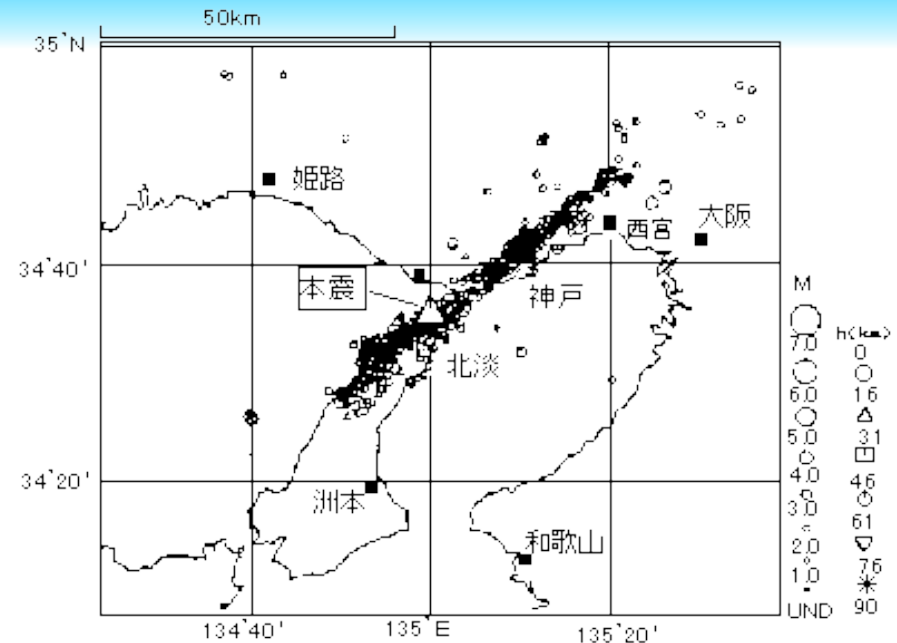
神戸大学 都市安全研究センター

飯塚 敦

iizuka@kobe-u.ac.jp

17 January 1995 at 5:46

**The South Hyogo prefecture
Earthquake in 1995
(The Kobe earthquake)
5:46am, 17th, January, M7.3**



- Loss of lives: 6,434, Missing persons: 3, Injured persons: 43,792
Evacuee: more than 300,000
- Housing damage, completely destroyed: 104,906,
partially destroyed: 144,274, partially damaged: 390,506
- Fire damage, completely burned: 6,148, partially burned: 7,483,
suffered family: 9,017
- Others, road: 10,069, bridge: 320, river dike: 430,
slope failure: 378

Estimated damage cost: around JPY10,000billion (USD85billion)



<http://www.city.kobe.jp/cityoffice/09/010/shiryokan/earthquake/earthquake01.html>

追い打ちをかけるように,
2011年東日本大震災

Profile of the Great Eastern Japan Earthquake

Date and Time:

11 March 2011 at 14:46 JST (5:46 GMT)

Type of earthquake:

Plate-boundary thrust-faulting earthquake on or near the Japan Trench subduction zone

Hypocenter:

130km off the Pacific coast of Tohoku region
(38°N, 142°E), 24km depth

Magnitude:

9.0 (interim value, the largest in Japan and the 4th largest in the world)

c.f. 1960 Chile Earthquake M9.5

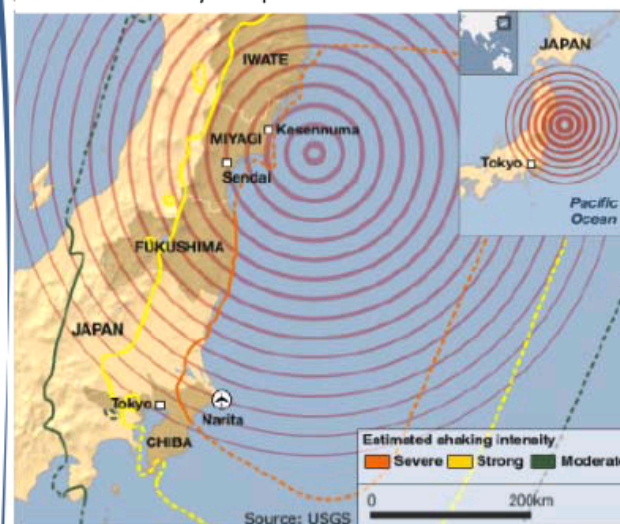
1964 Alaska Earthquake M9.2

2004 Sumatra Earthquake M9.2

Damage:

The destruction of social infrastructure, housing and corporate facilities is estimated to cost between 16 and 25 trillion yen (Cabinet Office)

Areas affected by the quake



Source: OCHA Situation Report No.1



Photo by Port and Airport Research Institute

19 April Kesennuma (気仙沼), Rikuzen-Takada (陸前高田), Ohfunato (大船渡)

Way on R284 to Kesennuma (気仙沼)



Houses and Cars in the river at Kesennuma (気仙沼)



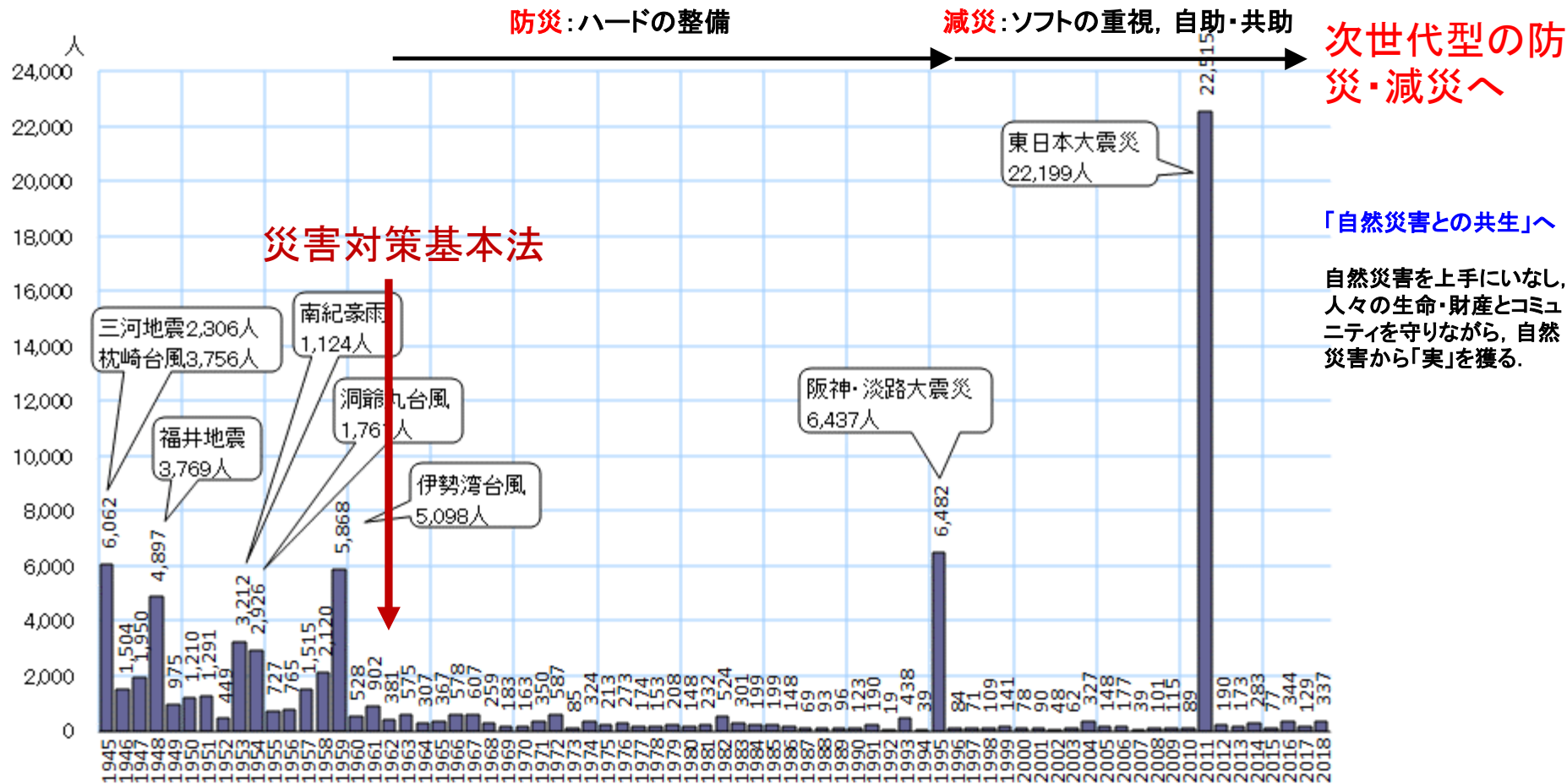
Ground settlement in
Kesennuma

Port of Kesennuma (気仙沼)

ICT先端技術による防災・減災パラダイムシフト

自然災害へ対峙から自然災害との共生へ

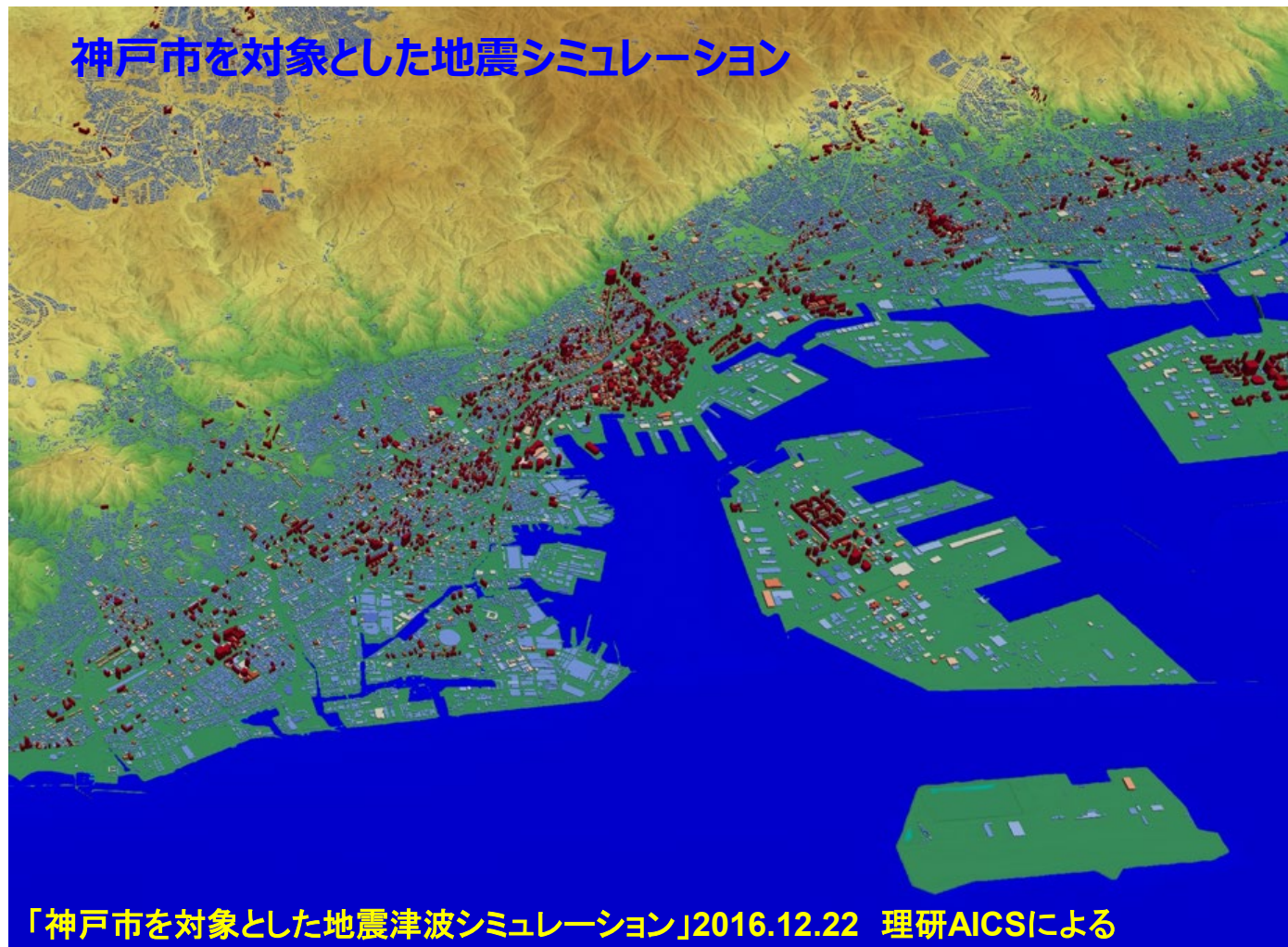
自然災害による死者・行方不明者数の推移



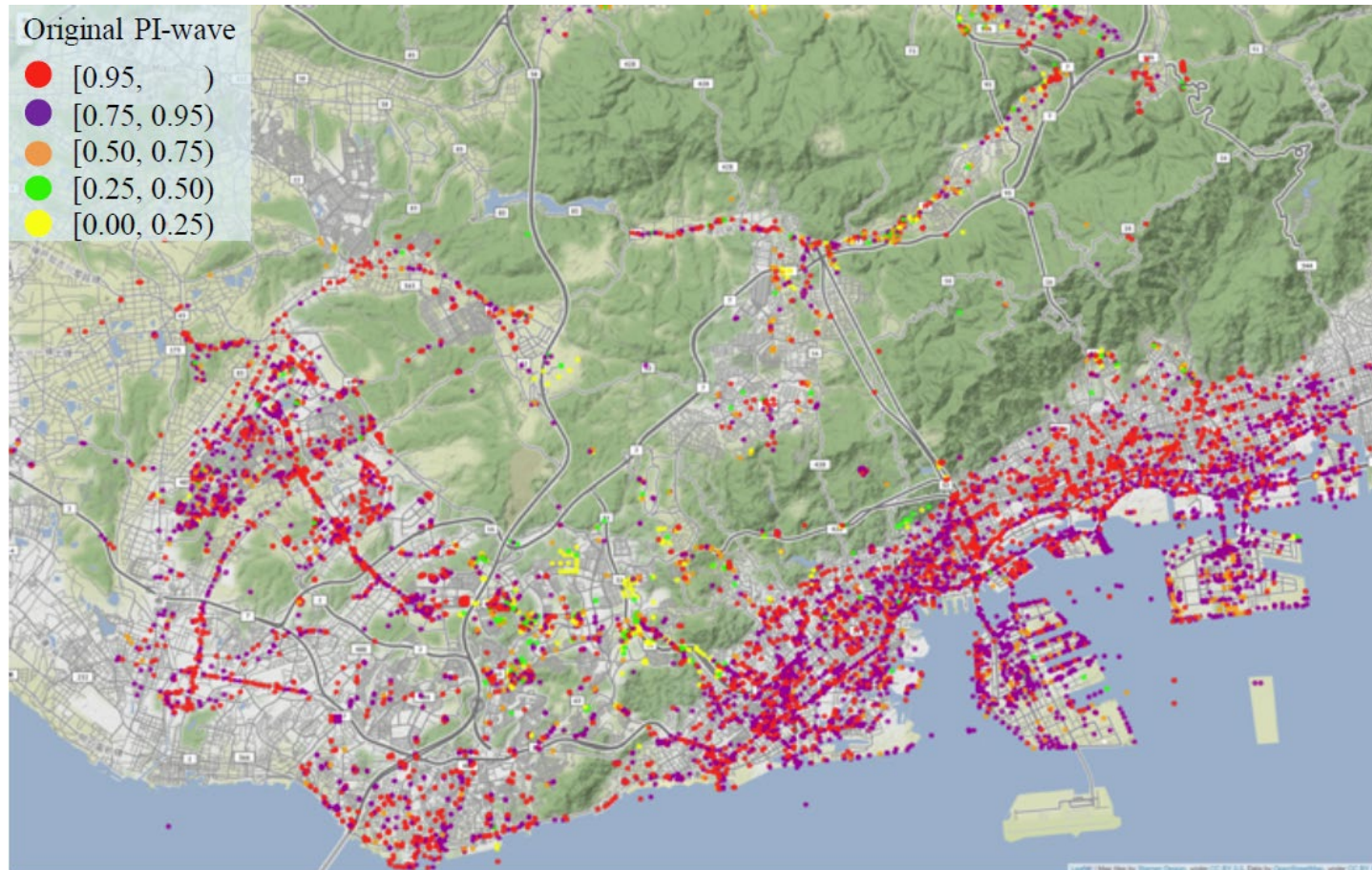
(注) 1945年は主な災害による死者・行方不明者(理科年表による)。46～52年は日本気象災害年報, 53～62年は警察庁資料, 63年以降は消防庁資料に基づき内閣府作成。1995年の死者のうち、阪神・淡路大震災の死者については、いわゆる関連死919名を含む(兵庫県資料)。2018年は内閣府とりまとめによる速報
(資料) 内閣府「令和元年版防災白書」ほか

ICTの最前線 都市デジタルツイン技術

都市丸ごとのシミュレーション技術 (都市丸ごとをコンピュータの仮想空間内に再現)



シミュレーション例：液状化リスクの定量化



1995 Hanshin-Awaji Earthquake, input wave observed at Port Island (PI-wave)

(Chen,J., O-tani,H., Takeyama.T., Oishi,S. and Hori,M.: Toward a numerical-simulation-based liquefaction hazard assessment for urban regions using high-performance computing, Engineering Geology, Vol. 258, No.14, 2019)

IES (Integrated Engineering System)

IESとは

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

都市の丸ごとシミュレーション

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

多種多様データ
ソース(分散)

メタデータ自
動生成:検索

都市モデル

データ自動変換
データ統合

解析
シミュレーション

IDPなど

構造物関連

- ・住宅地図データ
- ・GISデータ
- ・設計CAD図
- ・設計基準類 etc.

道路関連

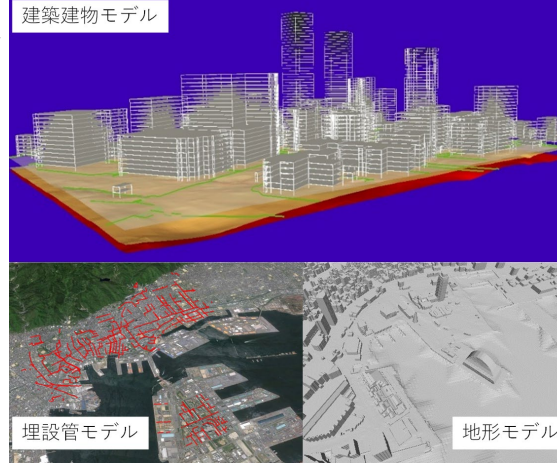
- ・座標/リンク
- ・属性
- ・規格
- ・幅 etc.

地盤関連

- ・標高
- ・柱状図, N値
- ・AVS30 etc.

民間地理情報
行政DB
モニタリングデータ
センサーデータ
(インフラICT)

神戸の街の約42万棟の建物と
その基礎、それを支える地盤、地
盤内埋設管を仮想空間内に再現



統合的かつ
定量的リスク
評価

広域・高解像度
多数シナリオ
リスク定量化
統合的可視化

国土交通データPF



地震災害

津波被害

風水害

MAS避難

MAS経済

各種経済原理を
統合してマクロで
見る

「公が使える」: 行政における効率化(港湾, 道路, 河川のバランスの取れた俯瞰的整備施策の立案), 国土レジリエンス化推進への民間投資の誘導.

「民が使える」: シミュレーション統合により, 設計の合理化からコスト縮減, それによる国際競争力の向上, インフラ投資の呼び込みと金融市場の創出, 民間投資による国土レジリエンス化の推進.

都市丸ごとシミュレーション(IES)←シミュレータ・プラットフォーム

多数シナリオ

- ・可能性(シナリオ)を網羅できる→想定外をなくす

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を可能とする→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

IES(Integrated Engineering System)技術的バックグラウンド

- ・スーパーコンピュータのクラウド利用の進展/GPGPUを用いた大規模並列計算の実用
2020年「京」から「富岳」

- ・IESをプラットフォームとする多様な解析技術の蓄積

各種解析シミュレーションソフト, MAS(Multi-Agent Simulation)

- ・IESによる多様なデジタル文書/図面の自動読込みと都市モデルの自動構築技術の進展
DPP(Data Processing Platform)技術, WebAPI データ連携技術と3次元可視化技術
など

国土交通データプラットフォーム(国交省)

(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

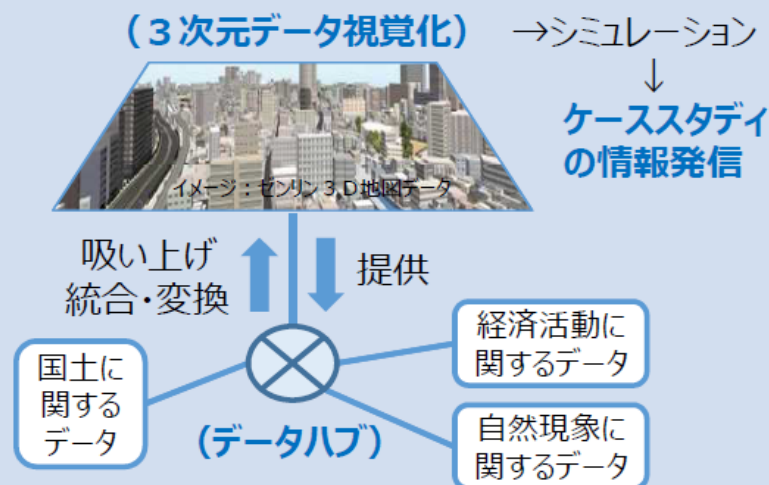
国土地理院の3次元地形データをベースに、3次元地図上に点群データ等の構造物の3次元データや地盤の情報を表示する。

○データハブ機能

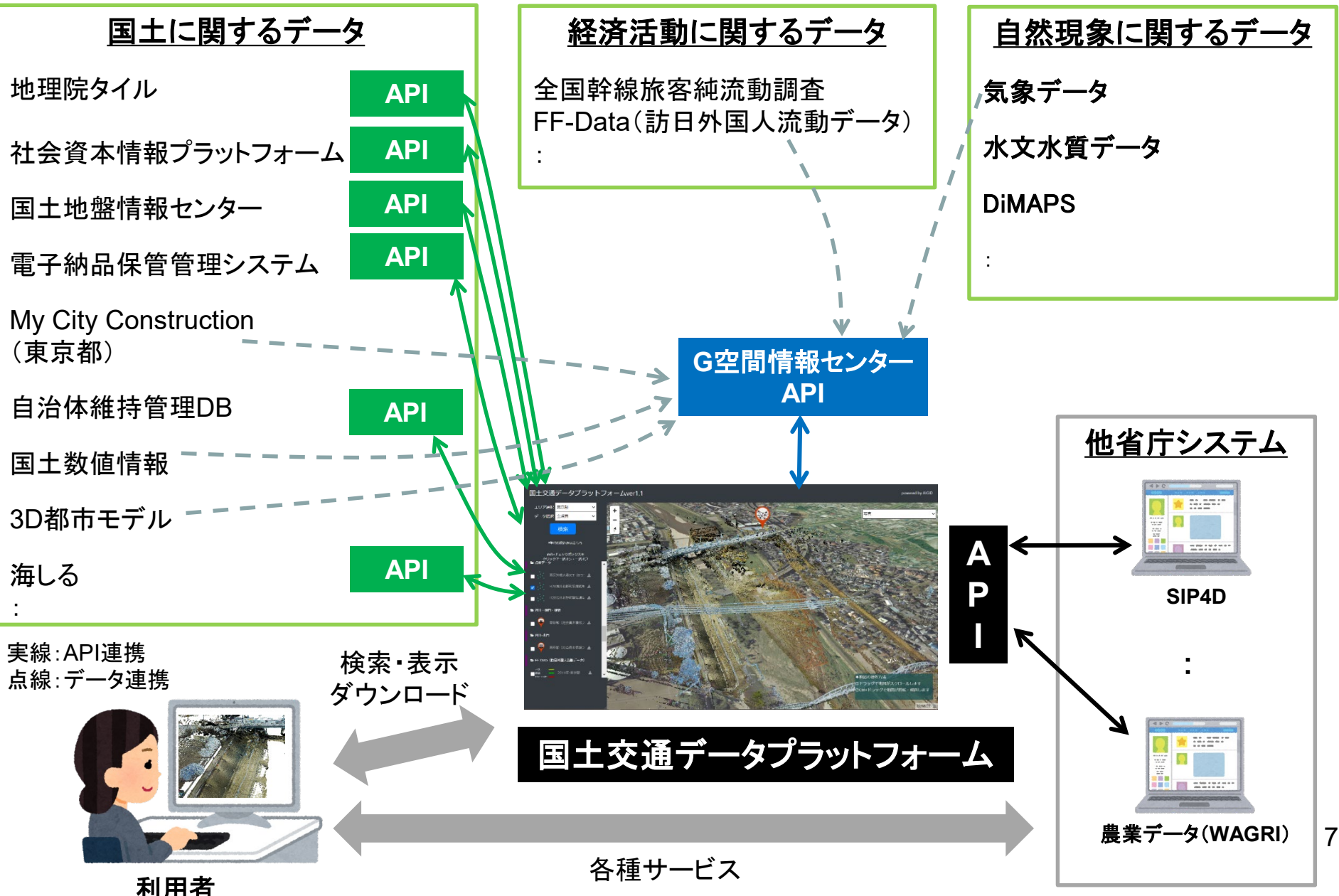
国土交通分野の多種多様な産学官のデータをAPIで連携し、同一インターフェースで横断的に検索、ダウンロード可能にする。

○情報発信機能

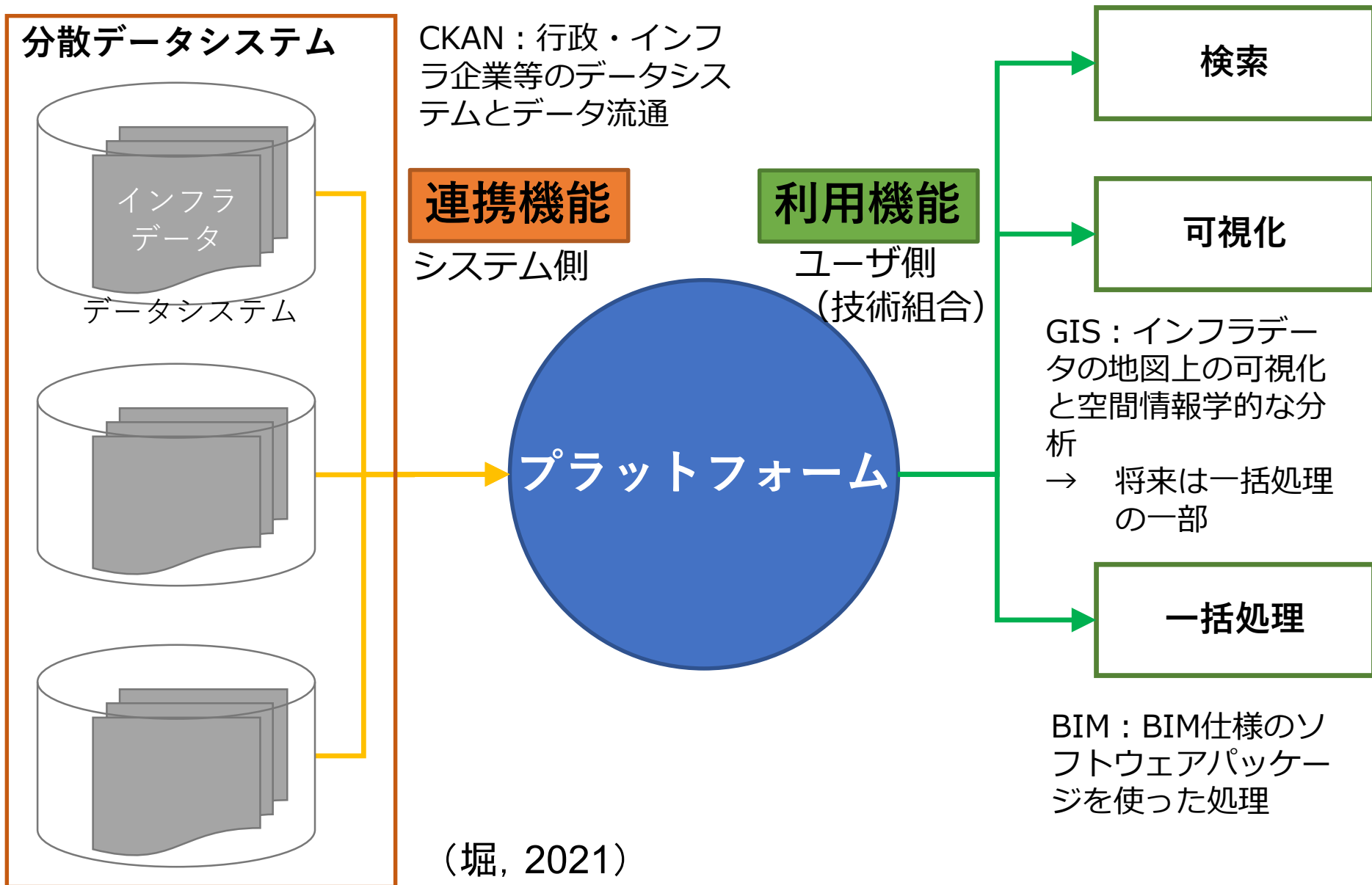
国土交通データプラットフォームのデータを活用してシミュレーション等を行った事例をケーススタディとして登録・閲覧可能にする。



多様なデータベースとの連携拡大



国土交通データプラットフォーム

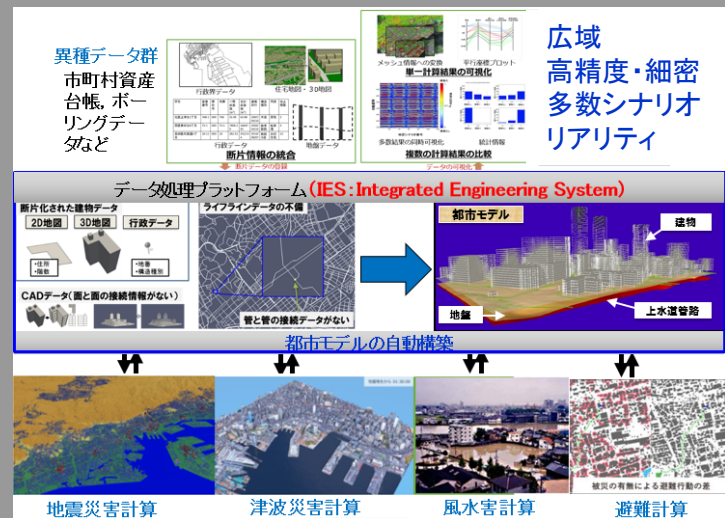


IESの社会実装 「都市丸ごとのシミュレーション」技術研究組合

(2019から2024予定)

IES

理研AICS



New IES

理研R-CCS



IES(Integrated Engineering System)

i-constructionから
smart cityへ

国交省

JACIC(データライブラリ管理)など

IDP(インフラ・データプラットフォーム)
の活用

社会実装
技術研究組合

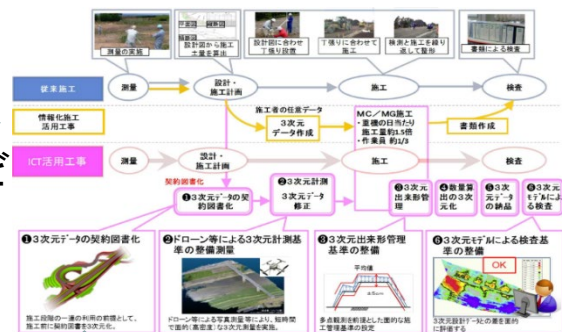
(2019.8設立@神戸大学内)

- ・協調領域の技術開発
- ・人材育成
- ・公データ利活用推進

参加機関(2020.11現在)

ゼネコン: 9社
コンサル: 5社
IT: 2社
インフラ: 3社
損保・金融: 2社
協働: 神戸大, 東大i-con, 理研R-CCS, JACIC, JAMSTEC
学識経験者: 神戸大, 兵庫県立大, 九州大, つくば大

技術研究組合法に基づく法人



次世代の下支え

SOCIETY5.0
PRISM, SATREPS
SIP, Smart City, etc

Smart City

リスクの定量化



例: 液化化リスク

対策工による価値上昇
アセット・マネジメント

銀行・損保・投資家



物流

新たな市場創生へ

「防災・減災」の質的転換(パラダイムシフト)

広域・高解像度の下, 多数シナリオにおける, 時間的・空間的リスク変化の
定量化・可視化



人や物の動き, 投資や損保, 経済活動に決定的な情報

「防災・減災」の市場化

公による受身の防御から, 民による能動的な投資先へ

新しい「防災・減災」: 自然災害と共生

(「闘う」から「いなしながら得る」)

(共生イメージ: 古には, ナイル川氾濫制御と肥沃土壌確保, わが国で霞堤など)

企業の経済原理に基づく行動
(企業価値の向上)



国土の強靱化,
防災・減災の進展

ひとつのビジネスモデル例

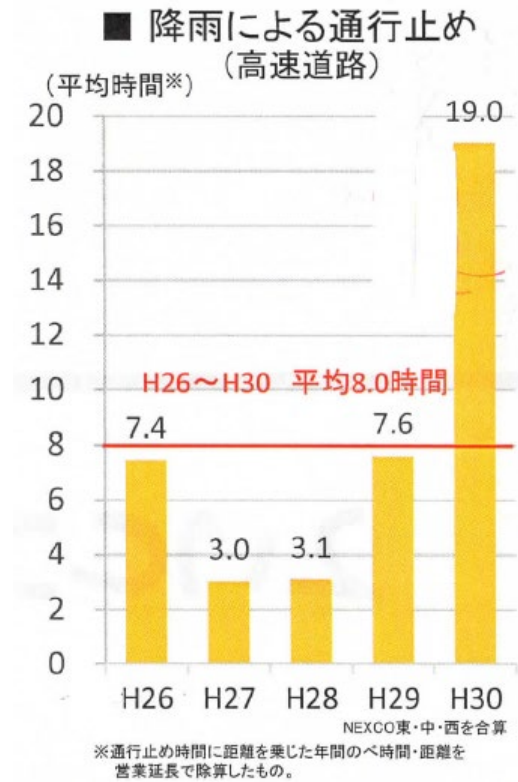
頻発する交通止め → **経済損失**

- ・災害(水害)の甚大化
- ・気象予測の精緻化

道路会社 B/Cで新規路線を正当化
交通止めで-B(損失)の発生
→**通行止め区間／時間の最適化**

運送会社 到着遅延
→**う回路の最適検索**

損保会社 災害(水害)による再保険の増加と再保険料高騰
→**詳細な被害推定(リスクの定量化)と精緻化**



IDP(インフラデータ)を用いた「都市丸ごとシミュレーション技術」の活用

または、企業価値の向上(株価)

背景

年金運用機関GPIFが「ESG投資」を重視

GPIF, 160兆円の運用資産、すべてESGを考慮(日経新聞)

GPIFの判断:

- ・“企業の持続的な成長”“安定した運用”につながる
- ・『ESG』の取り組みを強化 → 企業価値向上 → 長期的投資リターン

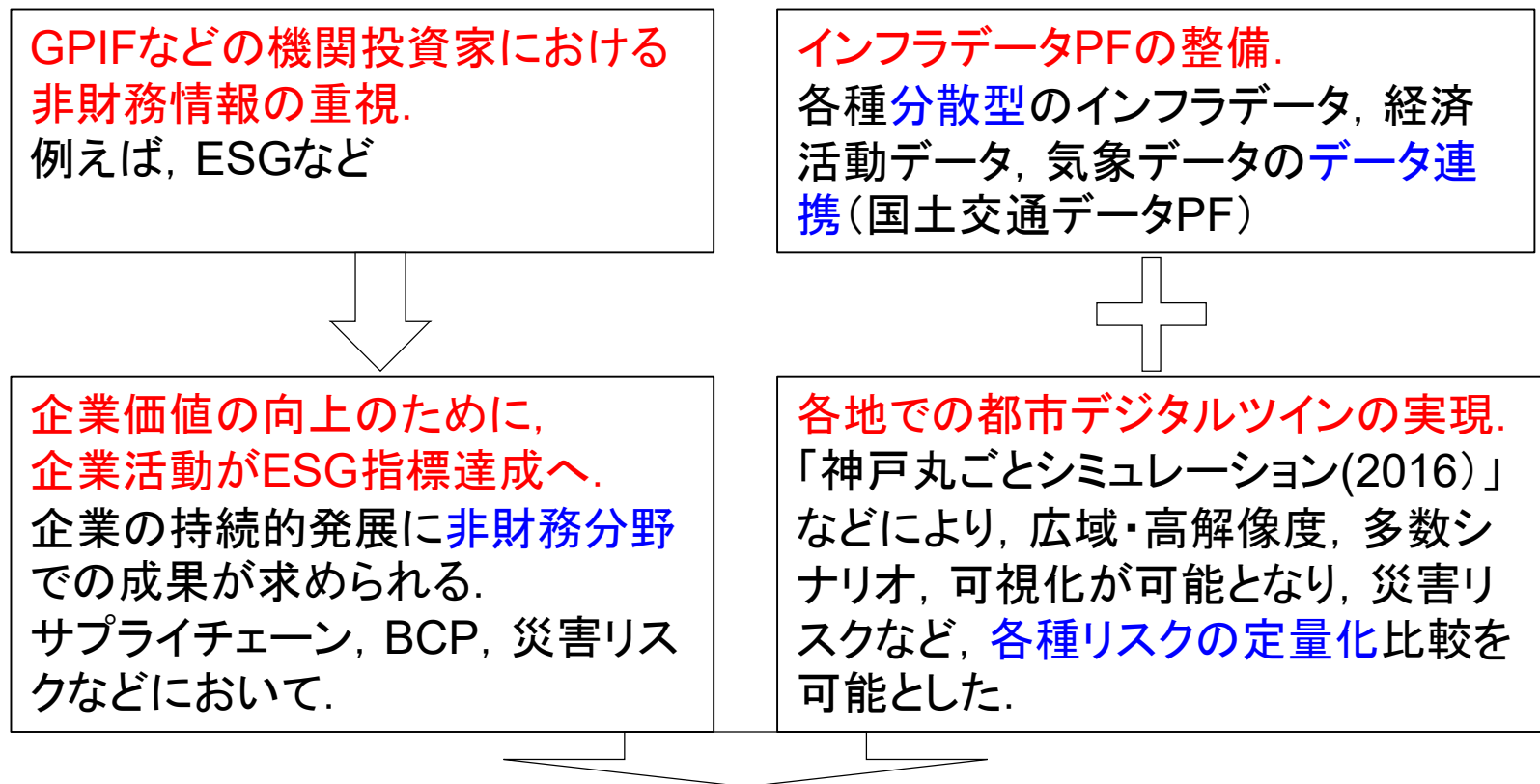
ESG: Environmental, Social, Governanceの頭文字

投資家が投資先の価値を測る指標. ESGによって非財務情報を考慮.
先はSDGsに至る

ESG指数: Eでは「気候変動」に偏りが見られるが, 自然現象によるリスクを広く指摘(**サプライチェーン**, **リスクマネジメント**, **災害マネジメント**)

- ・FTSE Blossom Japan Index
- ・MSCI ジャパン ESG セレクト・リーダーズ指数
- ・MSCI 日本株 女性活躍指数(WIN)
- ・S&P/JPX カーボン・エフィシエント指数
- ・S&Pグローバル 大中型株カーボン・エフィシエント指数(除く日本)

平時の経済活動が国土強靱化に直結



企業価値を高める → 災害などのリスク低減へ投資 → 国土強靱化

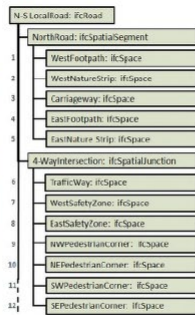
何が必要か

■求められるアクション

1. インフラデータPF(国土交通データPF)の整備とそのユーザ目線での利活用
2. 都市デジタルツイン技術の民間企業への社会実装
3. ESGなどの非財務指標の充実化
4. 都市デジタルツイン技術を担う技術者教育

参考：国際動向 BuildingSMART

- 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）

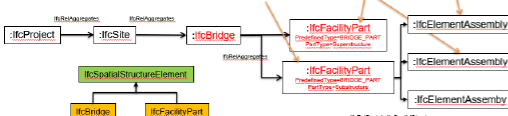
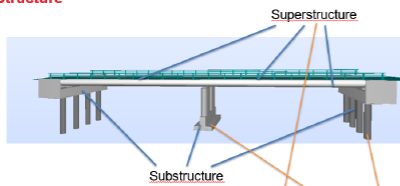


道路の空間構成

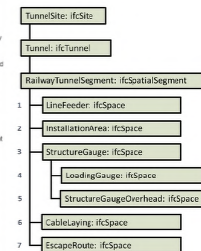
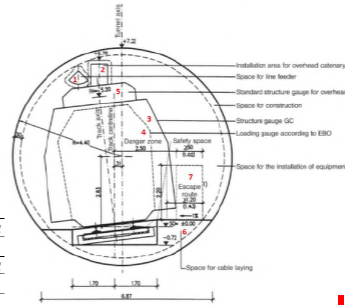


港湾の空間構成

Spatial Structure

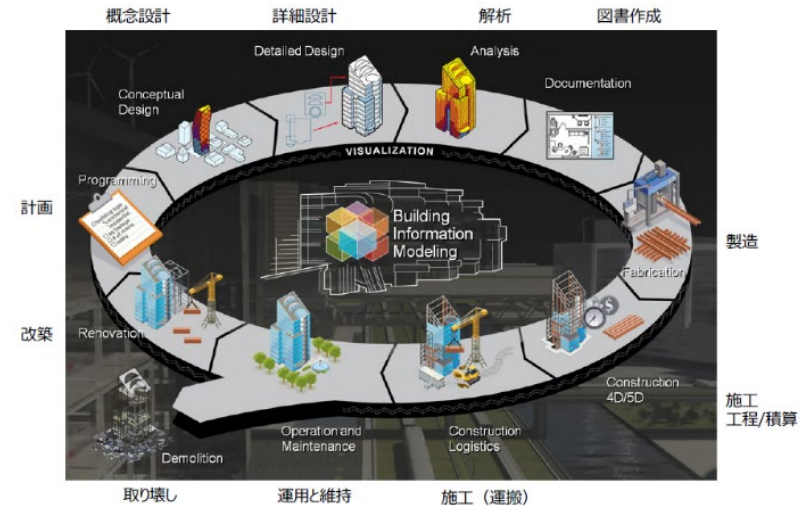


橋梁の空間構成



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

ISO化による「度量衡」統一、しかし国際競争？

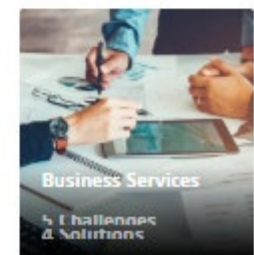
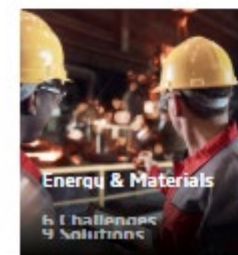
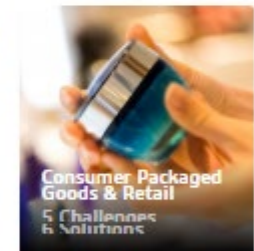
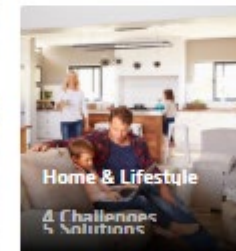
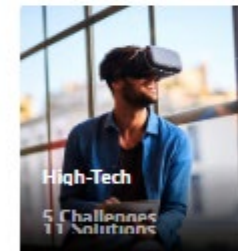
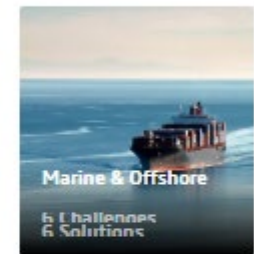
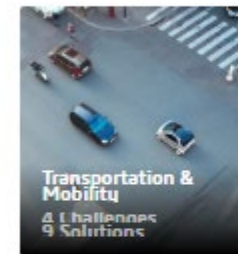
参考：国際動向 ソフトウェアパッケージ

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 Vircut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ブランドに統合
 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 Archivideo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

Transforming Industries, Markets and Customer Experiences

Every day our customers turn industry challenges into business opportunities and deliver value to their customers. The 3DEXPERIENCE® platform connects Knowledge and Know-How: by combining application, content and services, it helps you create unique and disruptive innovations thanks to a rich portfolio of Industry Solution Experiences.



便利, しかし, パッケージ化による囲い込み?

参考：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