

---

# 平成28年度JACIC海外調査（欧州、米国）の概要 及びbSIの動向

大阪大学 教授 矢吹 信喜

## 1. BIM/CIMに関する国際動向

- 欧州方面
- 米国方面

## 2. 国際標準化の動向

- ビルディング・スマート (buildingSMART International)
- 国際会議 (2016 buildingSMART Standards Summit Korea 9/26～9/30)

---

フィンランド、英国

# 欧州方面

# 調査目的と内容

## ■調査目的

平成28年度、国土交通省では「ICT土工」の全面的な実施やCIM導入推進委員会を通じた『CIM導入ガイドライン』の策定など、ICTを活用した労働生産性の向上に関する施策をより一層推進している。これらICTを活用した取組みについては、国内のみならず海外政府や標準化の動向を常に把握しておく必要がある。

そこで、過年度までに蓄積した情報や成果を踏まえ、「①英国BIMIに関する詳細調査」「②要素技術に関する最新動向調査」を実施するものである。

## ■調査内容

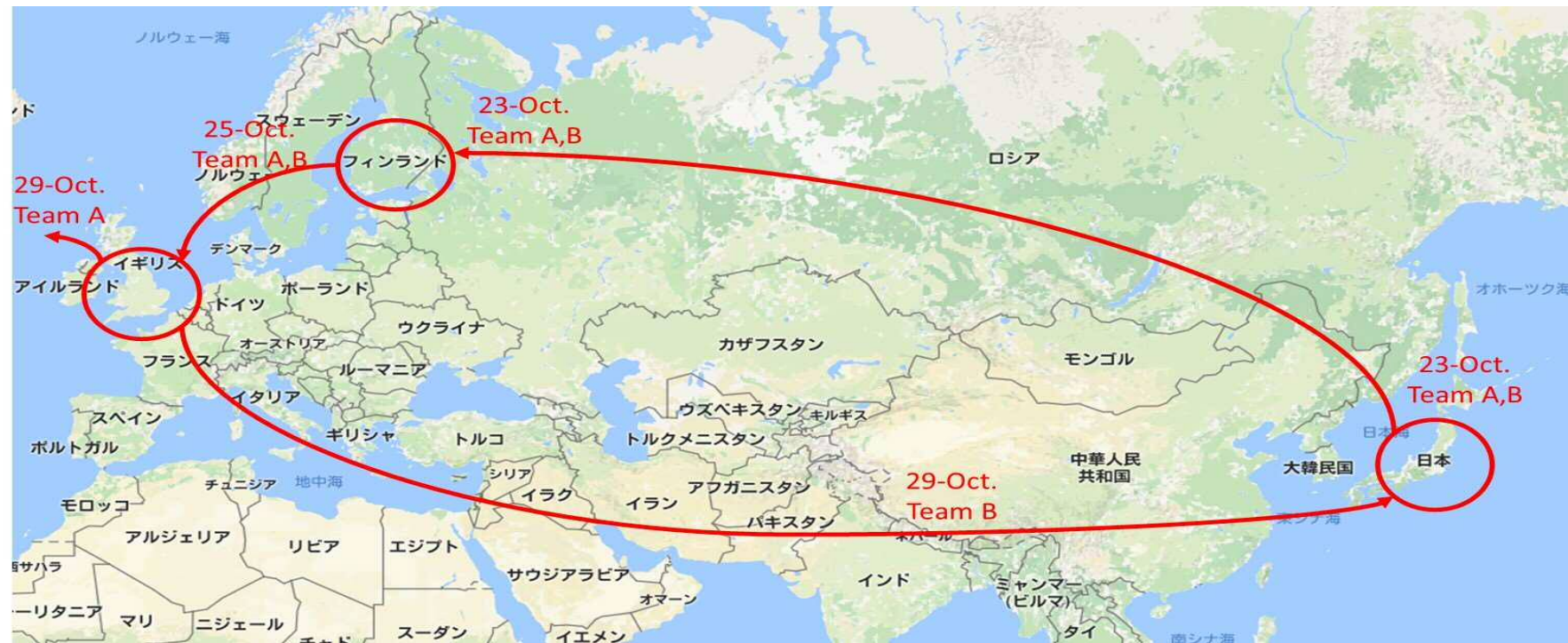
### ① フィンランド、英国、フランスBIMに関する詳細調査

- フィンランドBIMとして、土工に関する設計・施工・納品に係る運用・使用ソフトウェアを調査する。
- 2016年春からのBIMの政府調達への適用にあたり、「UK Product data standards」を用いた発注者側のマネジメント及び受注者側の対応状況を調査する。
- フランスにおけるエコカルチエ（環境都市＋スマートグリッド）の計画に対するBIMの活用と、最終成果のBIMデータ納品に関する実情を調査する。

### ② 要素技術に関する最新動向調査

- CADソフトメーカーは国際基準に準拠して機能開発を行う傾向ということは従来から言われていることであるが、現在buildingSMART Internationalで開発されつつあるIFCの標準に対応した機能の開発動向及び開発の方向性などについて調査する。

# 調査目的と内容（欧州方面）



## ■ フィンランド（平成28年10月24日）

組織：VTT Finland (Technical Research Centre of Finland)

調査内容：LandXMLを拡張した設計・施工・納品など

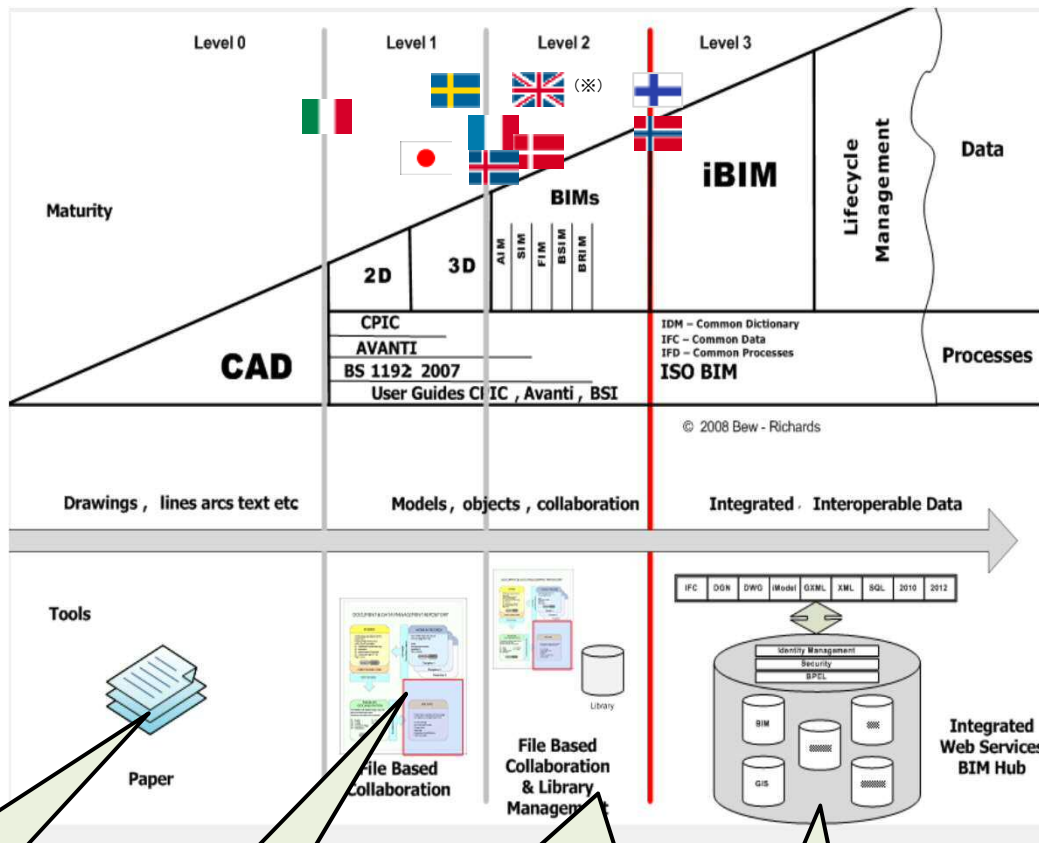
## ■ 英国（平成28年10月26日～ 10月28日）

組織：UK Task Group、BDP.、Costain

調査内容：UK Product data standardsなど

# BIM成熟度レベル (欧州方面)

-  アイスランド
-  イギリス
-  イタリア
-  スウェーデン
-  デンマーク
-  ノルウェー
-  フィンランド
-  フランス




紙ベースのデータ交換

2次元又は3次元CADでのデータ交換。他のデータとの連携なし。

属性データ付与機能を持つBIMツールによる統合化された環境。4D, 5Dまで管理

Web上でデータが保管され、完全に統合化され高度化された環境。6Dまで。

2014年フィンランドはインフラに関するモデリングガイドラインを作成し、政府調達に適用



Common InfraBIM requirements YIV2015  
WI 10: MANAGING MOBS RASHI PROJECT

Construction	
Designer	Contractor
Infrastructure Bridge Geotechnics Environment Etc.	Role of infra model coordinator "Administrator of combined model" Role of infra model coordinator "Head of on site measurements" combined model (+ models from different discipline) As-built model (machine control, measurements at work site)
Initial data and design principles	Up-dated initial data, alternative as-planned solutions
As-built model	

2016年度より英国政府調査にBIM (Level2) を義務化



BS1192シリーズにおける情報伝達サイクル



BS1192シリーズにおける情報伝達サイクル

Pre-construction: 設計 (Design) → 見積 (Estimate) → 発注 (Order)

Construction: 計画 (Plan) → 実行 (Execute) → 完了 (Complete)

Post-construction: 評価 (Evaluate) → 維持 (Maintain) → 更新 (Update)

Models: プロジェクト情報モデル (PIM), 計画情報モデル (AIM), 竣工情報モデル (EIR)

出典) 「欧州におけるCIM技術調査2014報告書/土木学会 (2015/1)」報告のEU BIMタスクフォースミーティングで整理された各国のBIMレベル状況に、2014年度以降の海外調査で把握した現状を踏まえ一部修正 (※が変更した国)

---

Infra FINBIM、 buildingSMART Finland (bSF)

フィンランド



# フィンランド（訪問先）

## FTA（Finnish Transport Agency） VTT（フィンランド技術研究センター社）

### ■ FTA

- FTAは、効率的に安全で機能的な旅行と輸送を可能にするため、フィンランドの道路、鉄道と水路を維持管理して輸送システムに係る広範囲で開発を行っている。
- フィンランドは国主導のCIM（BIM for Infrastructure）を産官学で積極的に推進している。

### ■ VTT

- VTTフィンランド技術研究センター社（VTT Technical Research Centre of Finland Ltd）は、応用技術研究を行い、その研究成果を実用的なソリューションに活用していくとともに、フィンランドの国立標準化の研究機関でもある。
- VTT社はフィンランド最大の応用研究組織かつ研究技術会社として、北欧諸国を先導している。
- フィンランドの研究およびイノベーションの一層の活発化、および国際化を進め、顧客組織やビジネス環境で起こる変化に敏速に対応し市場における自由な活動を行っている。

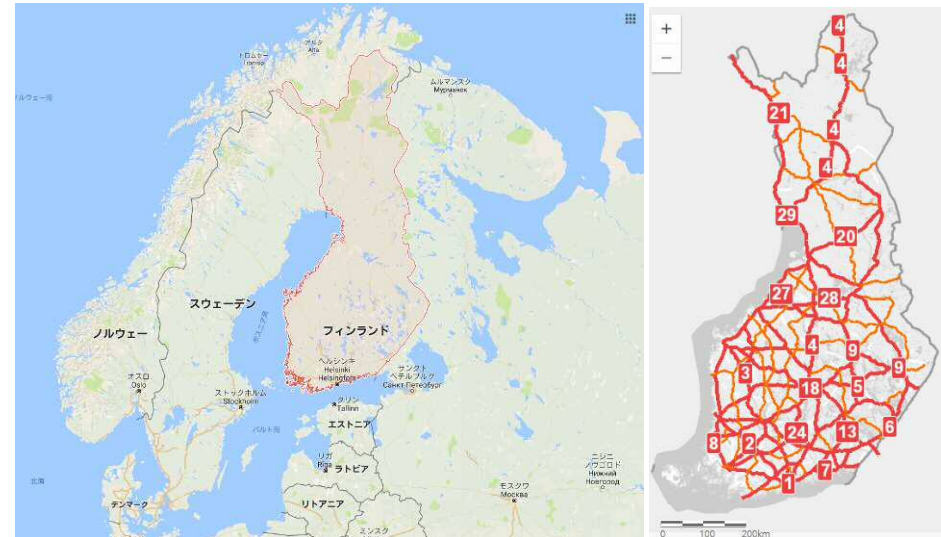


図-フィンランド年間交通量マップ、道路ネットワーク※

※ <http://www.liikennevirasto.fi/web/en>より転載



# Infra FINBIM

## データモデル交換「INFRAMODEL 4」

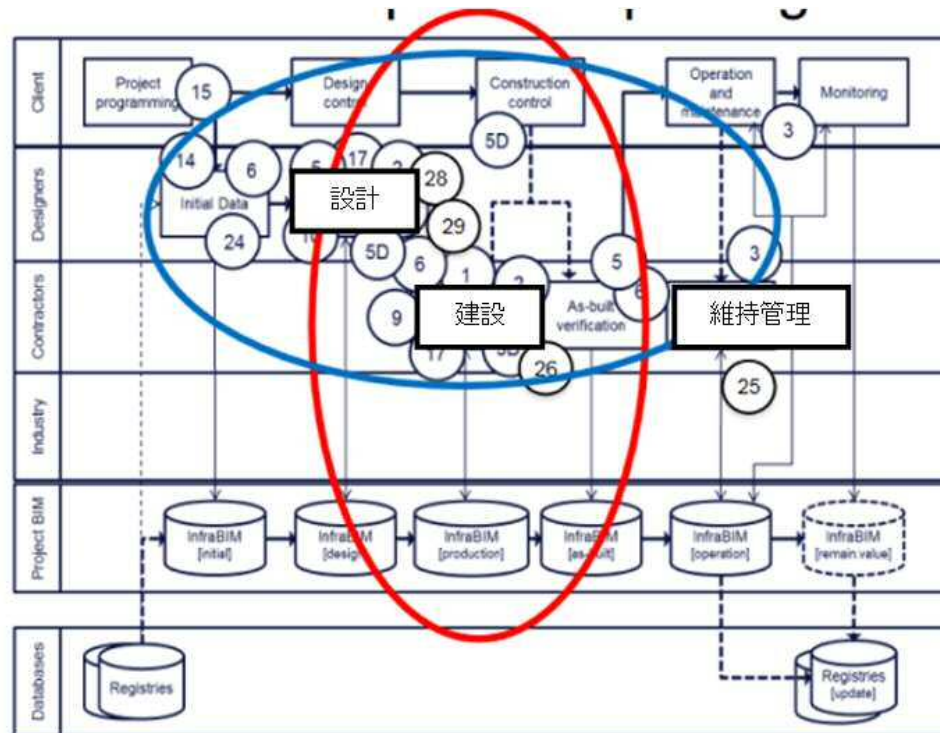


図-infra FINBIMのフォーカスポイント

- FINBIM は2014年には全ての発注者が参加して全てのプロジェクト、設計から維持管理までのプロセスにおいてモデルベースでの発注を行うことを目的に2010年から2014年までの4年間の活動が行われた。
- FINBIMの成果としてガイドラインにあたる要求書はリリース済みであり、データモデル交換についてはインフラモデル（INFRAMODEL 4）の整備を行っている。
- 図にあるように当初は赤枠の設計段階、建設段階でのプロジェクトを数多く予定した。現在は青枠の全サイクル、特に維持管理に注力している。

# Infra FINBIM

## BIMを活用のパイロットプロジェクト「VT12」

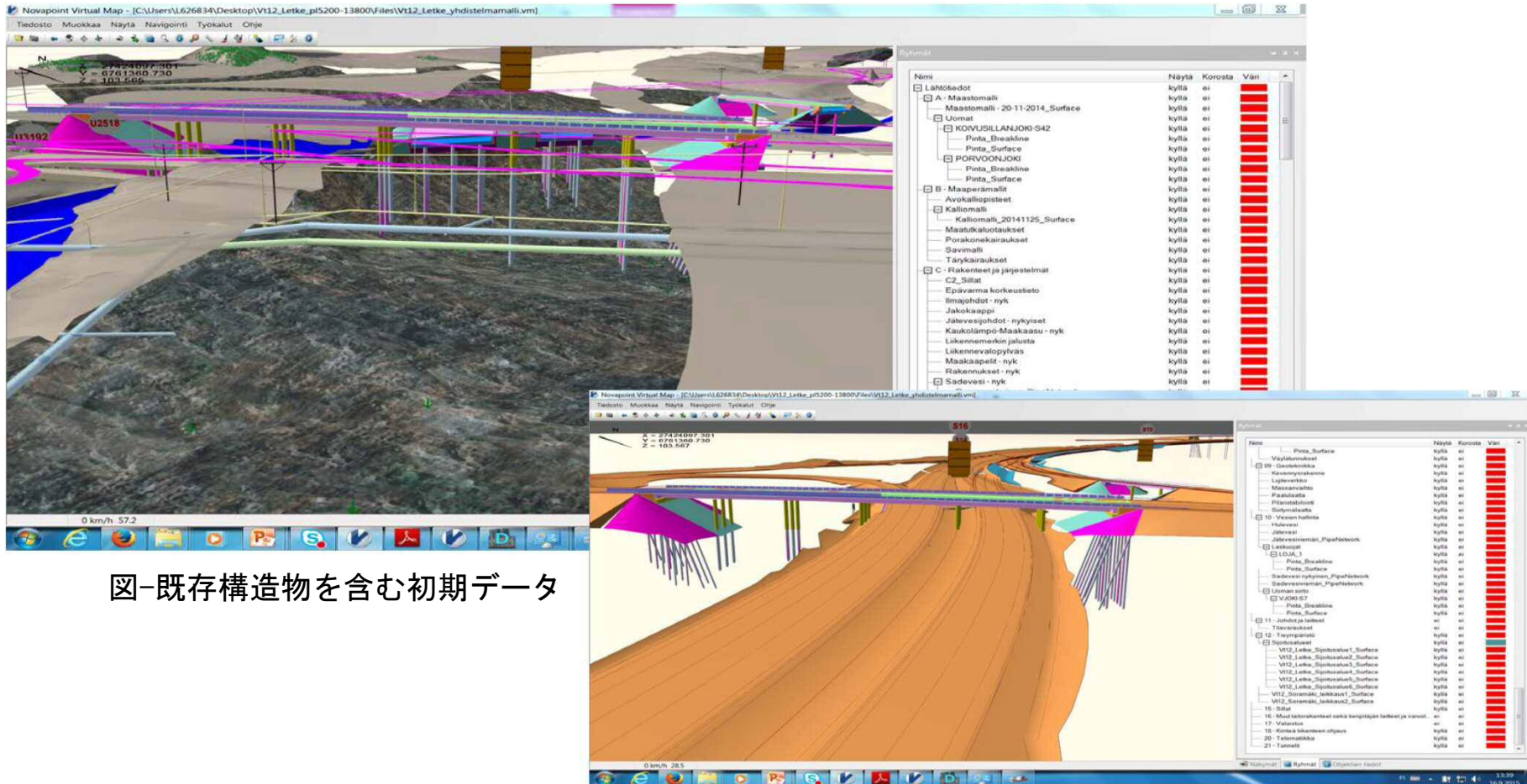


図-既存構造物を含む初期データ

図-同一視点の道路モデル（属性表示）

- 道路モデル形状の可視化だけではなく、情報の持ち方、持たせ方が重要である。
- 道路設計プロジェクトの場合、メタデータ、属性情報を共通的（違うプロジェクトも含めて）な管理で可能かどうかは鍵となってくるとのこと。

# Infra FINBIM

## BIMを活用のパイロットプロジェクト「VT12」

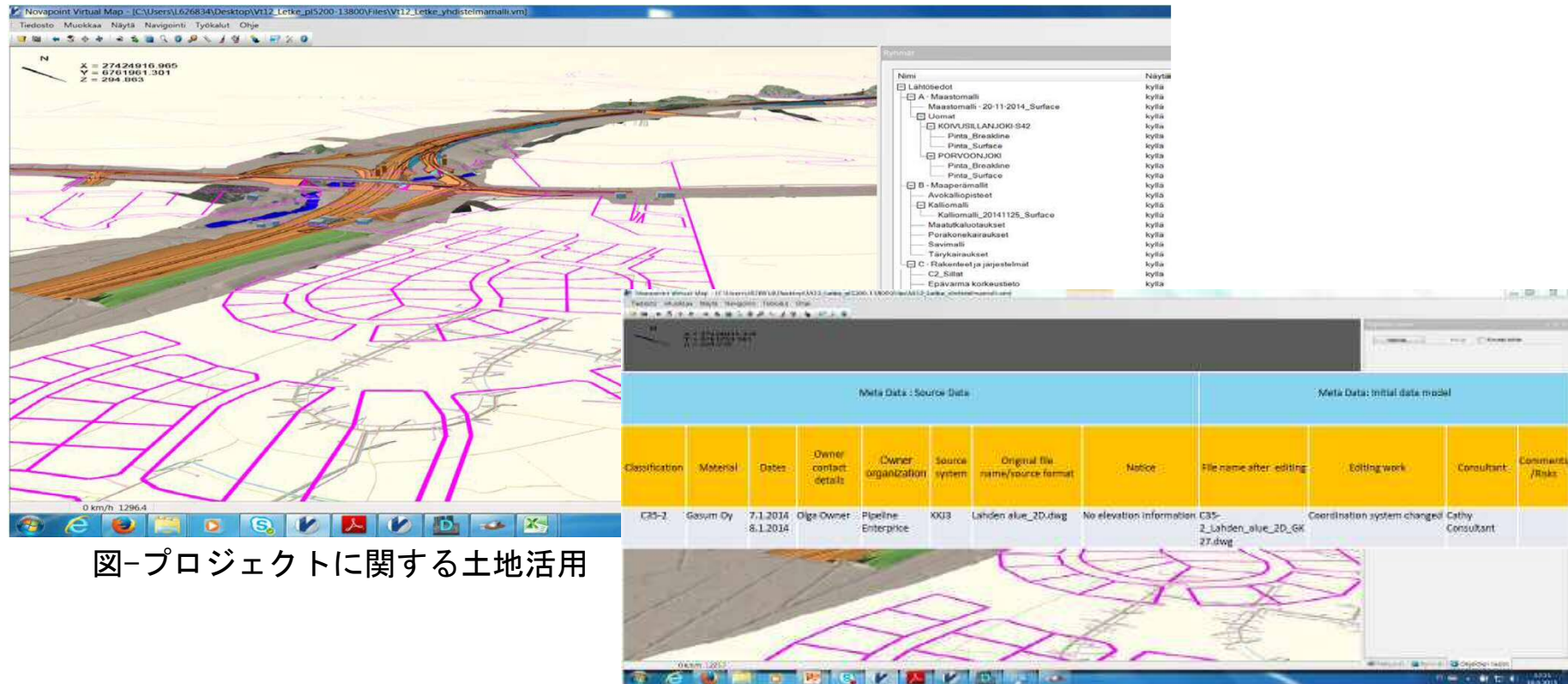


図-プロジェクトに関する土地活用

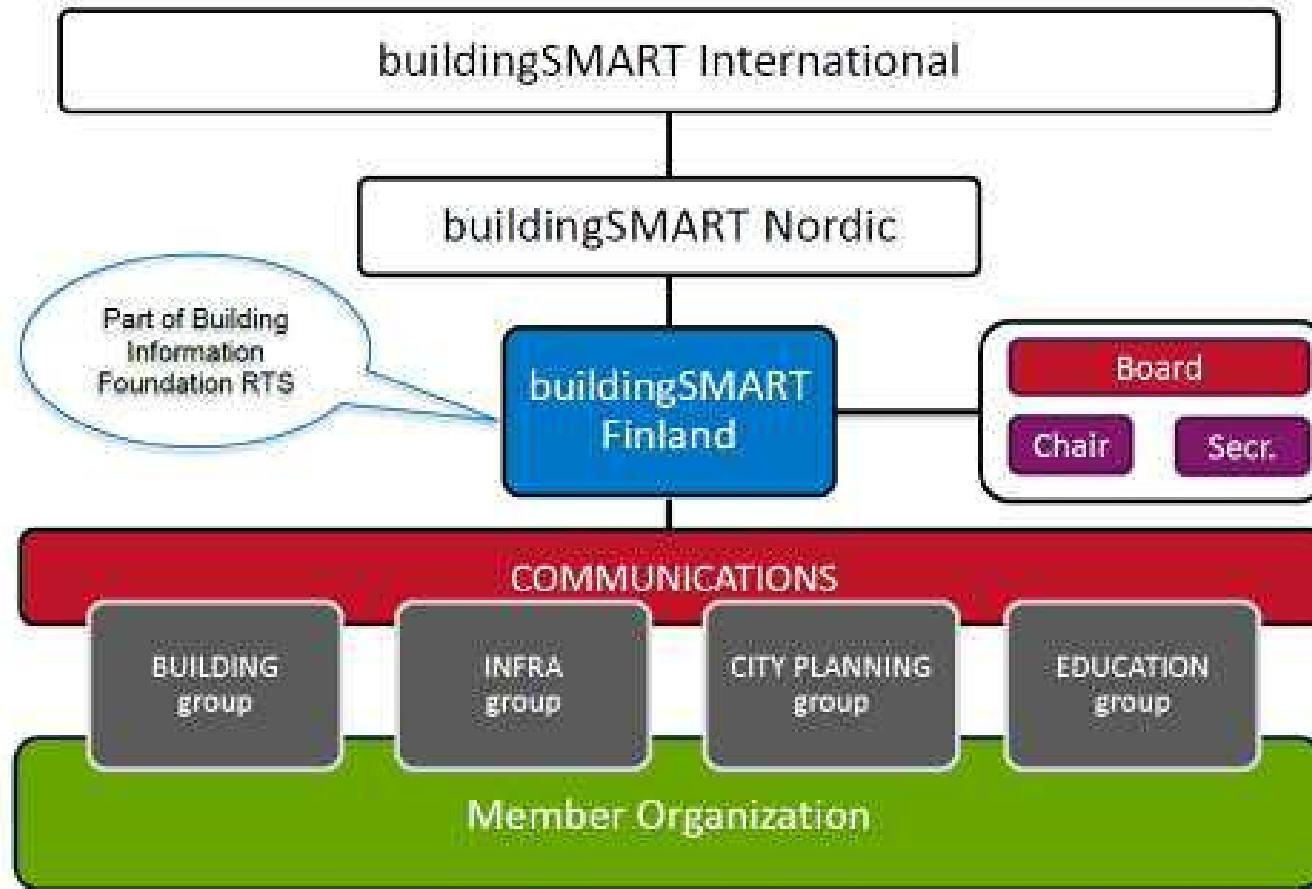
図-GISデータとモデルとの連携

- プロジェクトに係る土地活用、GISデータと道路モデルとの連携についても検討
- 同じデータであるが異なる呼び方をしていて意思の疎通が図れない状況があり混乱するという問題が発生している。
- 標準的に共通利用できる共通辞書、例えばbSDD (buildingSMART Data Dictionary) のような仕組み、仕掛けを検討し実装・運用を目指している。



# buildingSMART Finland (bSF)

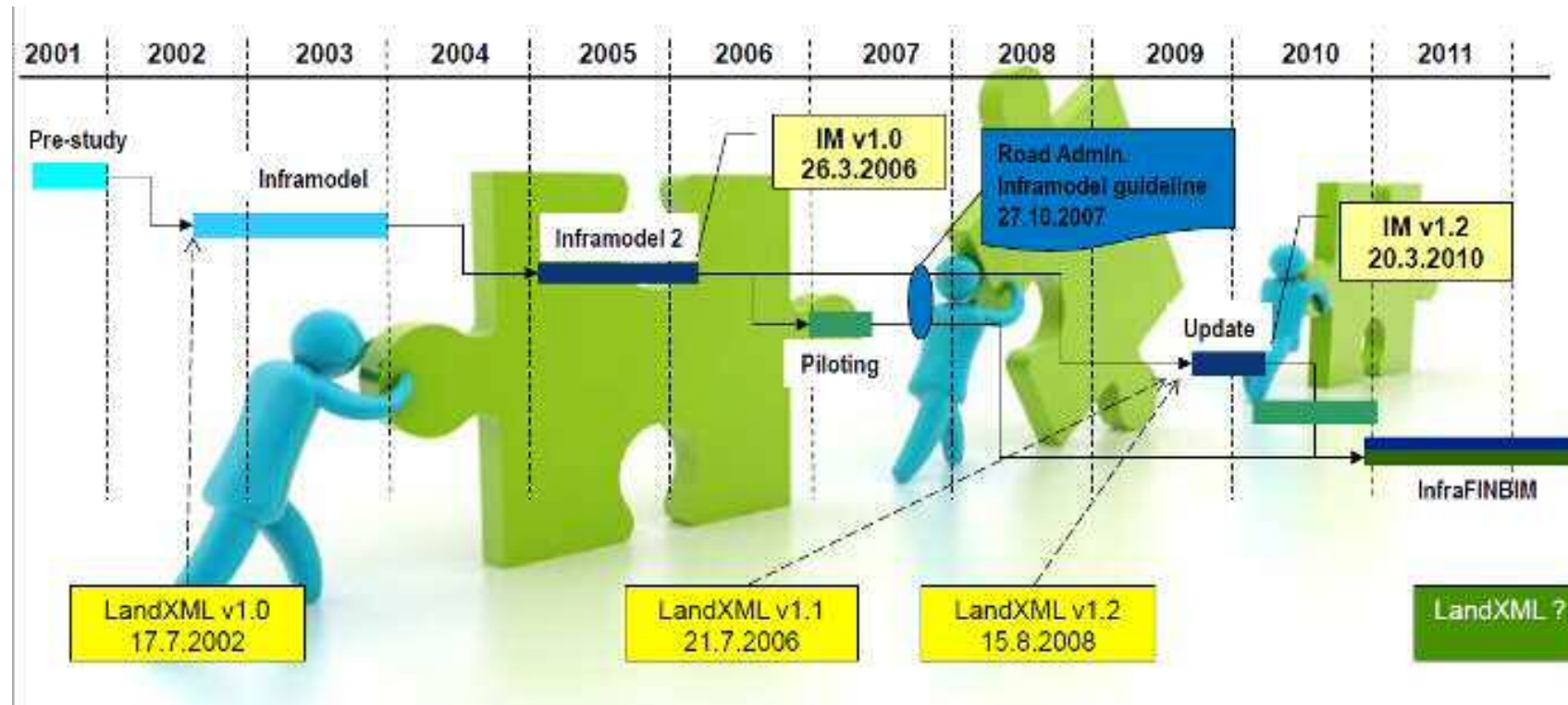
## bSFの組織



- buildingSMART Finland (bSF) は、「ビルディンググループ」、「インフラグループ」、「都市計画 (City Planning) グループ」、「教育 (Education) グループ」の4グループで構成されている。

# buildingSMART Finland (bSF)

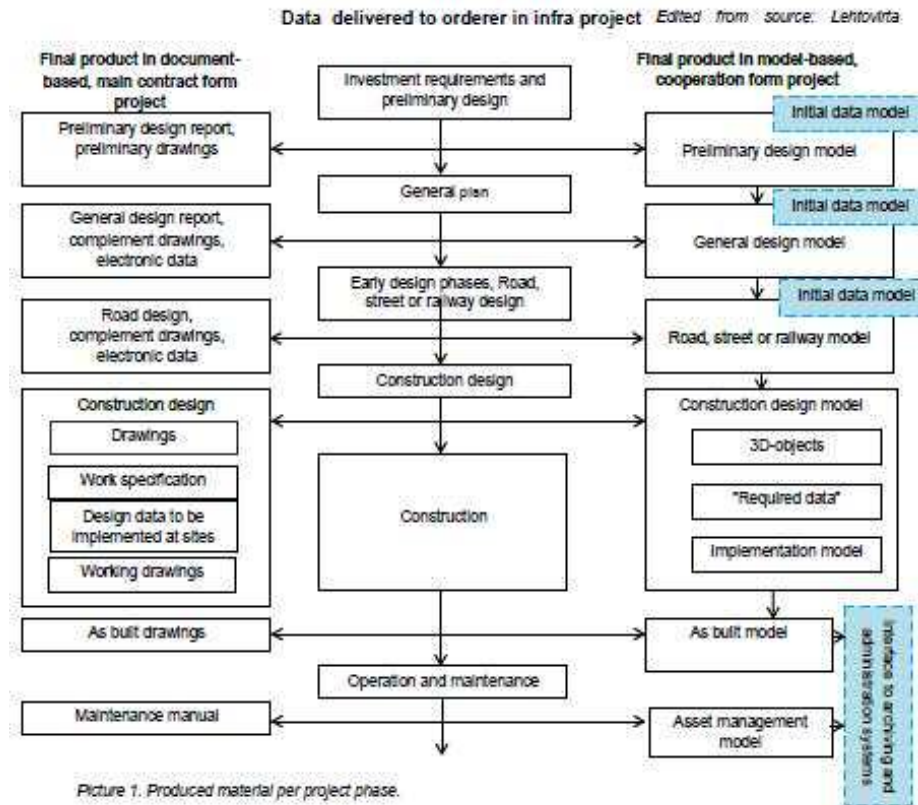
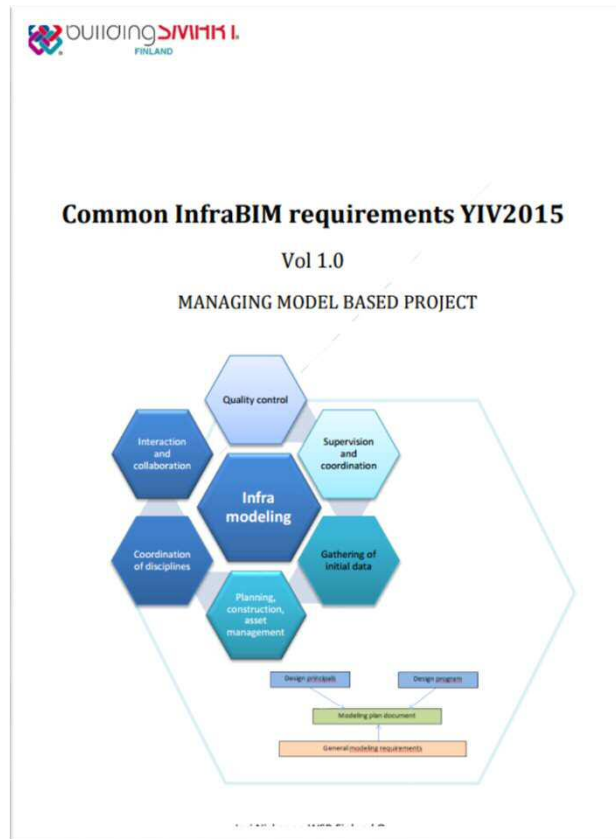
## 「INFRAMODEL」の変遷



- BIMを運用・普及するためには情報管理（Information Management）が特に重要である。
- BIMの情報管理においてはフィンランドではClassification Systemは共通的に重要であり、特に言語とINFRAMODELの建設専門用語の体系的な集合体、辞書（ターミノロジー）である。
- どこで、こういったモデルを作成するか、データ形式（Open format、LandXML、IFC bridge、GML）、データ交換について検討を行っている

# buildingSMART Finland (bSF)

## 「INFRAMODEL」の運用



Picture 1. Produced material per project phase.

- BuildingsSmart Finlandは、「INDRAMODEL」を運用するための要件を公開している。
- この要件によって、インフラストラクチャをさまざまな段階でモデル化する方法を共有することができる。
- フィンランドの輸送機関は現在、すべての新しい道路建設プロジェクトではINFRAMODE3フォーマットを使用する必要がある。

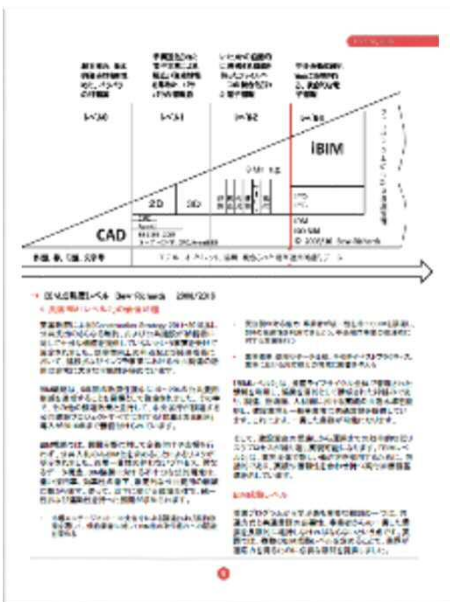


---

BIMプログラム

**英国**

# 英国のBIMプログラムの概要※



## 1. 概要

## 2. 本指針の対象ユーザー

- インフラおよび建設業界に向けた公共政策の策定機関
- 主にサービスの調達に関わる国または地方自治体の調達機関
- 建設資産の継続的な管理および運営に関わる事業者

## 3. ビルディング・インフォメーション・モデリング (BIM) とは

BIMは、建設への取り組みにおけるテクノロジーやプロセス、およびカルチャーの転換によって、複雑な事象の理解および成果の予測を容易にすることができます。これは、公共機関や政府にとっては、同等もしくは少ない公的資金でより多くの資産の建設および管理が可能になり、公共インフラ計画における予算超過リスクが低減し、事業の透明性の向上およびステークホルダーがより深く関わりやすくなることに繋がります。

## 4. 英国BIM「レベル2」の提供価値

市場エンゲージメント： 中央省庁による調達および契約政策を通して、供給業者に対してBIM化の取り組みへの認識を深める

- 受注側の対応能力：事業者が統一性を持ってBIMを調達し、BIMの生産性を利用できるよう、中央省庁事業の受注者に対する支援を行う
- 業界標準：処理やデータ仕様、手引きやベストプラクティス、業界における対応能力の育成に影響を与える

## 5. 世界におけるBIMの可能性

建設業界の生産性向上により、同等または少ない費用でより多くの建設資産を達成

- 公共建設資産の品質向上
- 建設事業の透明性向上
- 輸出や新規サービスを通じた業界の成長をもたらす新たな可能性
- デジタルスキルを持つ強い業界への人材と投資の呼び込み

※JACICは、英国政府ビジネス・エネルギー産業戦略省（Innovateuk）の許諾を受け日本語版を作成している。

# 英国BIM (Level2) 関連のドキュメント

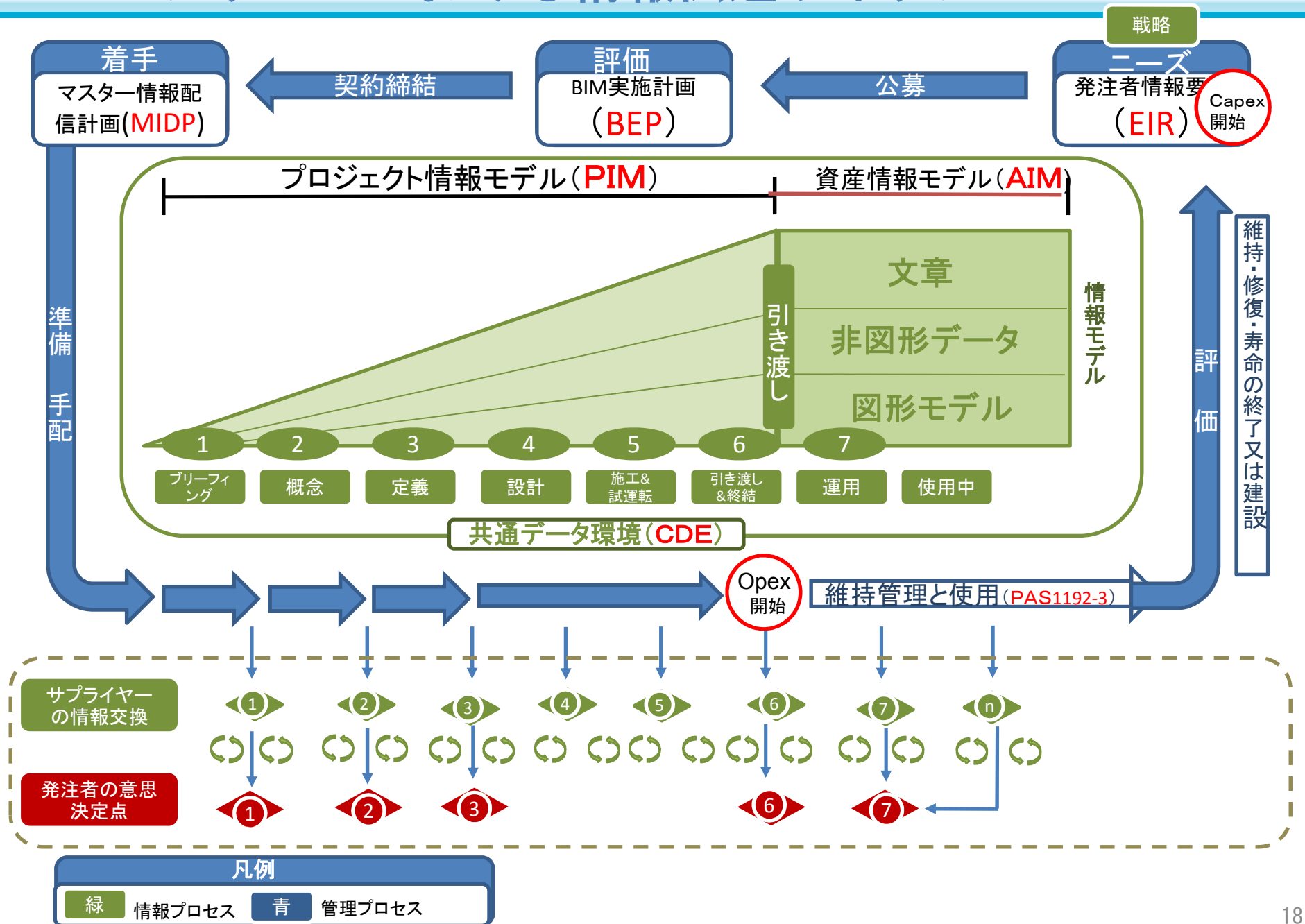
## BS1192シリーズ



※情報は、効率的で正確な情報交換のためには、体系化された方法で管理されることが必要。  
情報の配信に採用することが望ましい規格やプロセスの詳細。

※COBie：施工段階から運用段階への建物情報交換仕様

# BS1192シリーズにおける情報伝達サイクル



# BIM/CIMに関する情報交換

## BIM/CIMに関する海外調査



Dr. Rush McKernanと矢吹理事



BEIS: Dr. Rush McKernan, Adam Matthews, Simon Hart, Richard Lane  
JACIC: 矢吹理事、木下教授、小路次長、児玉主任研究員、影山主任研究員  
※通訳: CUG 福地様

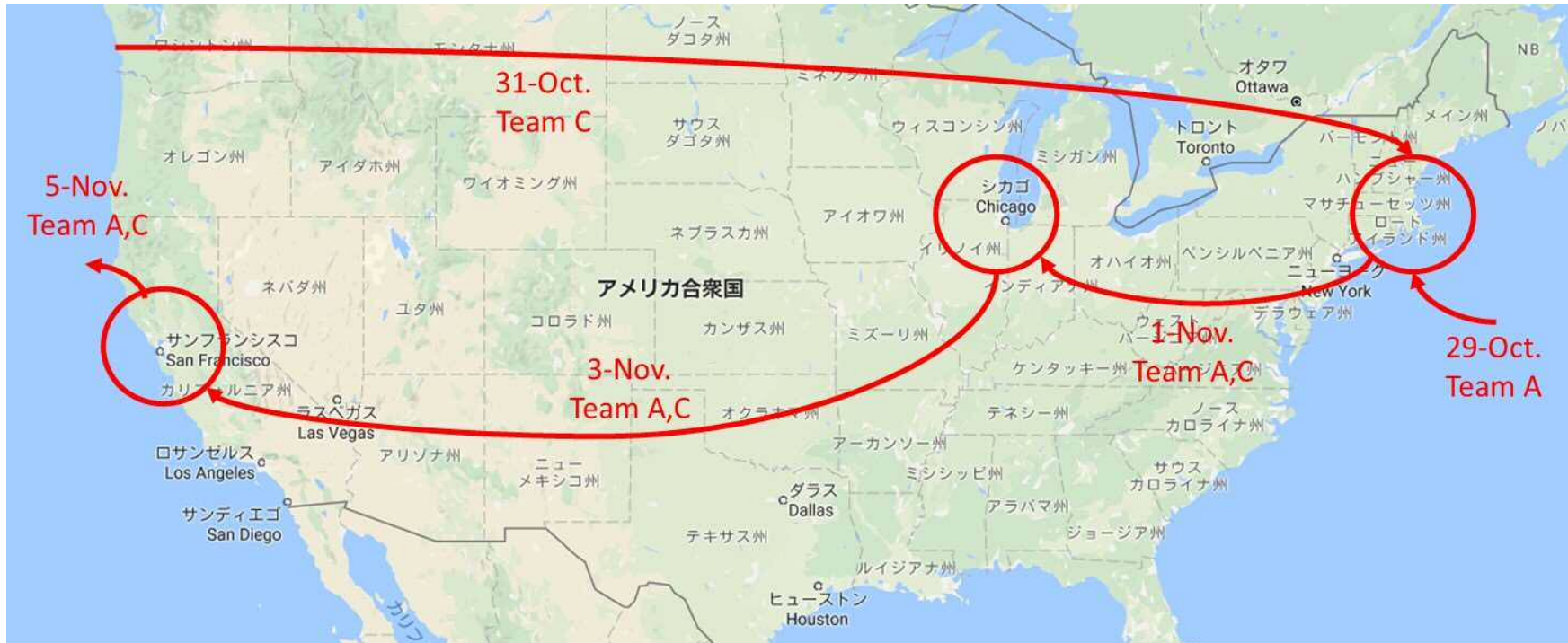
- INNOVATE UKは、英国政府の経済成長を担当する組織である。
- INNOVATE UK のBEIS ( Department for Business, Energy and Industrial Strategy ) に所属するBIMTG (BIM Task Group) は、2016年までにすべての中央政府機関に最低限、BIM Level2を採用することを目的に掲げ、政府建設戦略 (2011) を実施することを支援している。
- JACICは、BIMTGとのBIM/CIMに関する情報交換を行うための覚書 (MoU; Memorandum of understanding) 締結に向けた協議を行った。
- 平成28年11月10日 (木) BIMTGとJACICにてMoUを締結した。

---

# 米国方面



# 調査目的と内容（米国方面）

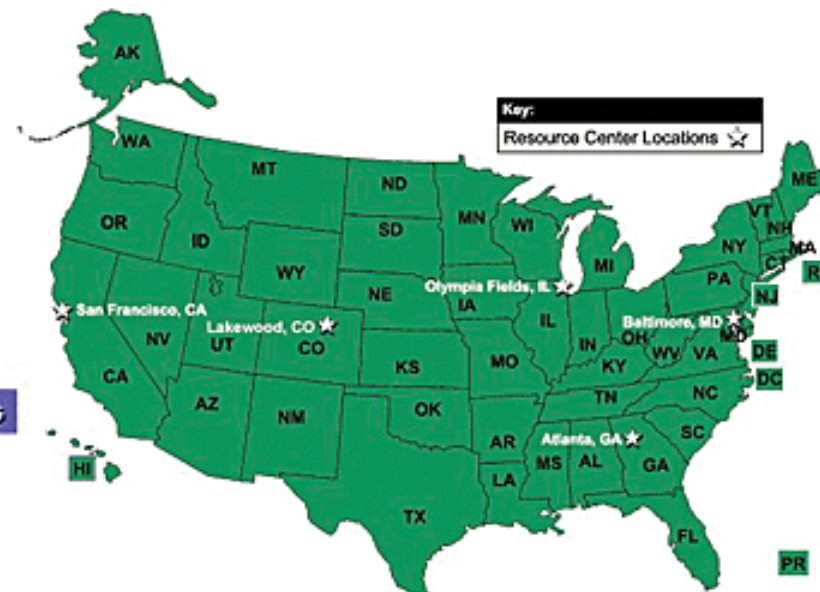


- FHWA、Autodesk社 ボストンオフィス（平成28年10月31日）
- McCormick Place Hotel Project（平成28年11月1日）
- イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校（平成28年11月2日）
- Topcon社 Tech Dev Center（平成28年11月4日）

# The Federal Highway Administration (FHWA)

## 組織概要

- Federal Highway Administration (アメリカ連邦道路管理局、以下FHWAという)は、United States Department of Transportation (アメリカ合衆国運輸省、以下DOTという)の高速交通の専門機関である。
- ワシントンD. C. に本部があり、全米各州およびプエルリコに出先機関を設置している。
- FHWA の各地区事務所や州運輸局、Metropolitan Planning Organizations (大都市計画局、MPO)、その他の交通分野のパートナーに対し、研修や専門的支援を通じた交通関連技術やソリューションの普及を推進している。



# The Federal Highway Administration (FHWA)

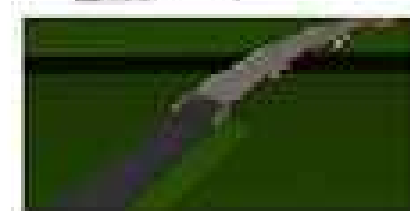
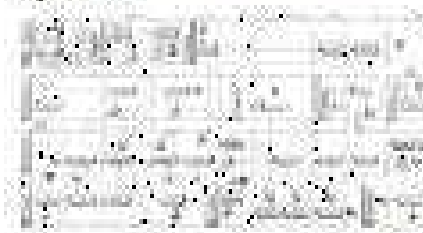
## Bridge Information Modeling (BrIM)

- BrIMは、橋梁のデジタル定義、異なるソフトウェア間におけるデータ交換の protocols および設計者、施工者等のユーザーの利便性を目的として開発された。
- その特徴はIFCの既存のスキーマを利用してModel View Definitionを定義している。
- BrIMの初期のプロジェクトは、FHWAとニューヨーク州立大学バッファロー校（以下、SUNYBuffaloという）との共同で行われた。

### Bridge Information Modeling Standardization

#### INTRODUCTION

April 2014



U.S. Department of Transportation  
Federal Highway Administration

DRAW-001-14-011



# Autodesk 社 ボストンオフィス

## 組織概要

- Autodesk社は、世界有数のCADベンダであり、「AutoCAD」に代表されるCAD製品を開発・販売している。
- 同社のボストンオフィスは、米国東海岸の拠点であるとともに、建築・建設分野のベンチャー企業向けに試作品の製作・開発環境（製作ロボット、カッター、溶接、3Dプリンター等）を提供する「Build Space」を提供している。



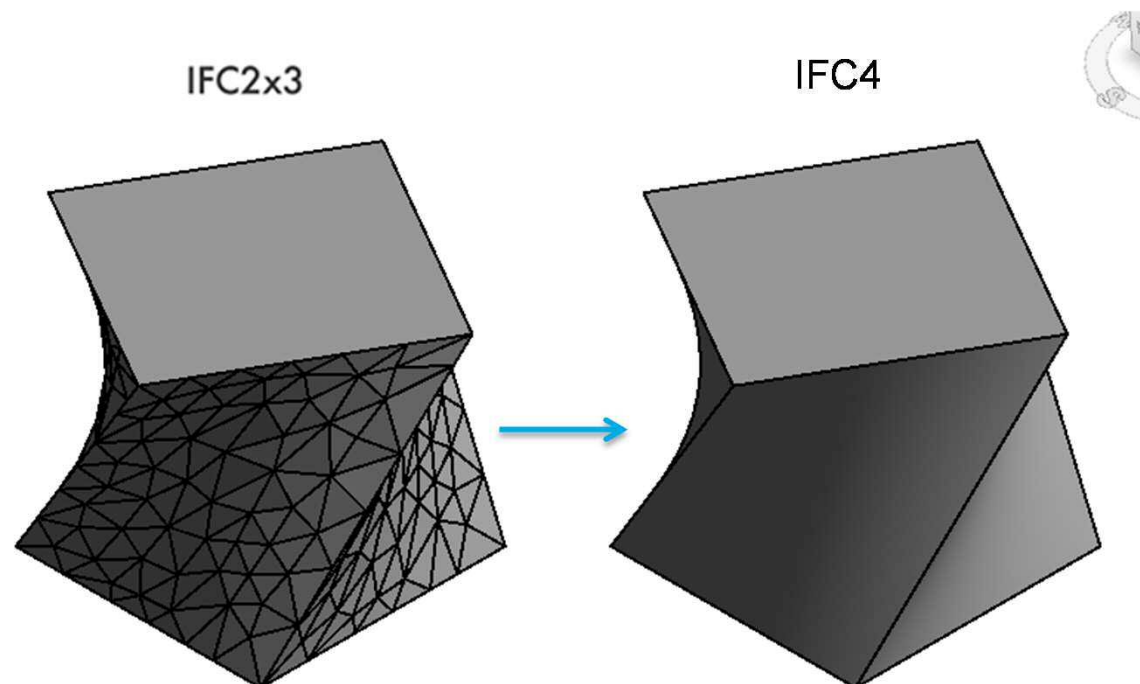
Autodesk ボストンオフィス



同社のBuild Space

## RevitのIFC対応状況

- Revitでは10年前からIFCへの対応を開始した。
- Autodesk社のIFC対応の機能は、他社と異なり2012年からオープンソースの技術をベースに開発している。
- IFCのバージョンアップに積極的に対応している。
- IFC2x3からIFC4へのバージョンアップで、より複雑な形状が交換できるようになった。



IFC2x3からIFC4でのデータ交換の向上例（その1：twisted cube）

### Clark BIM Site (McCormick Place HEADQUARTERS Hotel Event Center Project)

- McCORMICK PLACE HEADQUARTERS HOTEL EVENT CENTERは、1万席のアリーナ（地元のバスケットボールの試合やコンサートなど多目的に利用）と200室のホテルで構成されている。
- 本工事は、2014年にプロポーザル発注、デザインビルド（発注者は様々なリスクを設計施工側に受け持ってもらうためにデザインビルドを選択）で契約した。



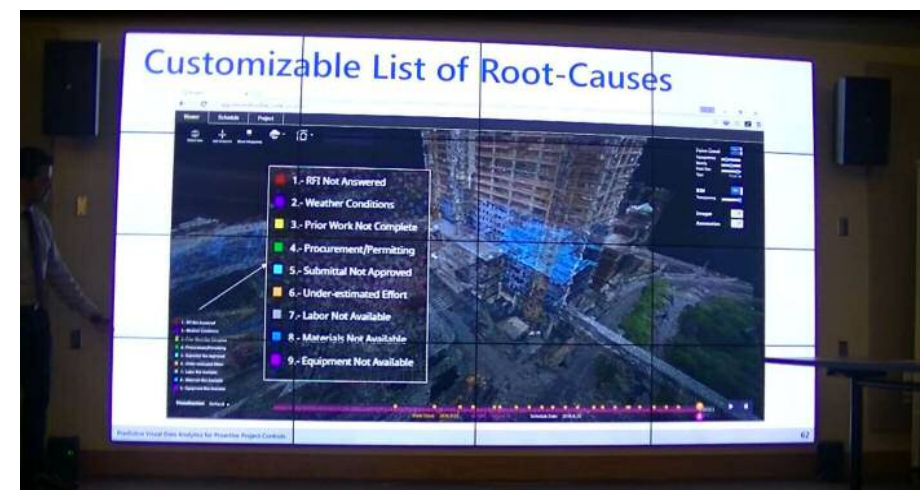


## Visual Production Management system (製品の可視化による管理システム)

- Visual Production Management systemはドローンで撮影した映像から点群モデルを生成し、点群モデルとBIMモデル、および工程と関連付けた4D点群モデルを用いて工事の進捗を管理する。
- 本システムの特徴として、レーザースキャナーを使わずにドローンの写真から点群データを作成し、コストダウンを図っている。
- 本システムの現場検証により、週間工程会議において全ての工種の関係者がスクリーンを見ながら打合せができるため、複数の工種が同時並行している。



映像から生成した点群モデル



工程遅延の原因の識別

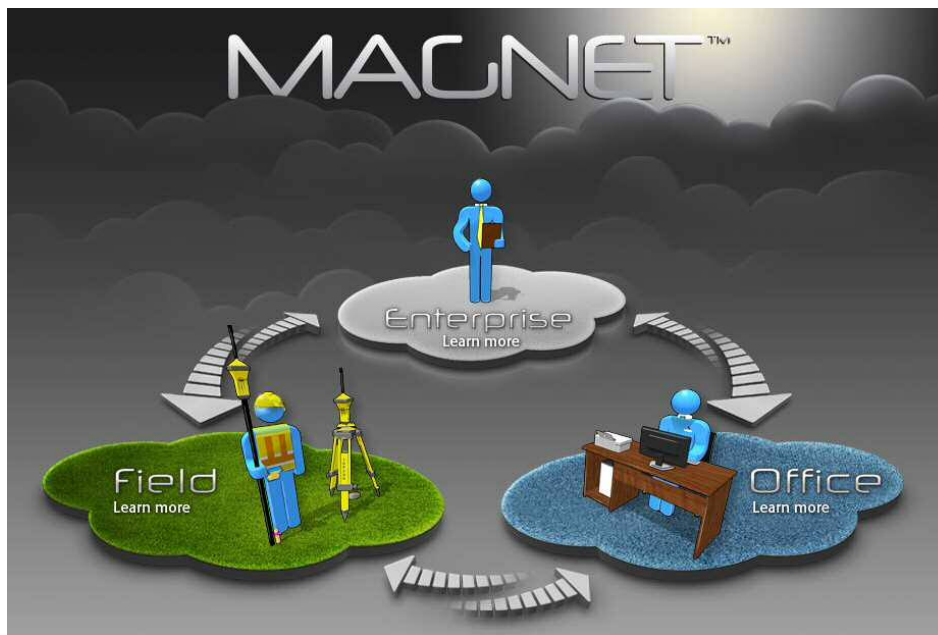
## 組織概要

- トプコングループは海外売上高7割を超える世界的な事業展開を行っている。
- 今回訪問した「Topcon Tech Dev Center」は、トレーニングと開発のための施設である。
- 年間40～50件のマシンコントロール・測量機器のトレーニングが実施されている。

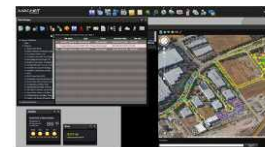


## Sitelink3Dの主な機能

- Topconでは、GNSS・マシンコントロール製品及び関連ソフトウェアの開発・製造を実施している。
- リアルタイム施工マネジメントシステム 「Sitelink3D」
- クラウドサーバーを活用し、データの共有から進捗管理やコスト管理まで実現するWebアプリケーションのトータルソフトウェア ソリューション「MAGNET」



### MAGNET Enterpriseの主な機能



#### 現場と事務所でデータを共有\*

MAGNET Enterpriseは、現場と事務所を繋ぐデータサーバーとして機能します。たとえば、設計通りの施工が難しい局面に当たった場合、現況測量を行いサーバーにデータをアップロード、即座にオフィスで設計変更を行い現場にフィードバックすることで、時間的ロスを最小にすることが可能となります。\*

\* データコレクタ等がネットワークに接続している必要があります。



#### スケジュールやコストを直感的に把握

MAGNET Enterpriseは、現場を作業計画を設定した「プロジェクト」として管理します。たとえば、ひとつの現場をいくつかのチームで作業を行っている場合、各チームが日々の作業結果を「プロジェクト」に集約すれば、作業全体の進捗状況を一目瞭然で確認することが可能。最適なリソース配分の判断に役立ちます。加えて、保有機材の稼働状況までも管理することができます。

現在進行中のあらゆる現場のスケジュールやコストの管理までも、MAGNET Enterpriseなら、これ1つで可能となります。

---

buildingSMART International (bSI)

# 国際標準化の動向



# buildingSMART International

## 1. 国際検討組織

- buildingSMART International (bSI) は、2013年にBIM（建築）分野の（Industry Foundation Classes）を国際標準化（ISO16739）した。
- 現在、bSIでは土木分野のIFCの国際標準化を目指してプロジェクトを実施中。

## 2. buildingSMART International

そもそもは1994年にCAD会社中心の業界コンソーシアムを設立したものの。

- その後、建築構造物のプロダクトモデルを策定する国際的な非営利組織となった。
- 豪、カナダ、中国、仏、独、香港、伊、韓国、蘭、ノルディック（フィンランド・デンマーク・スウェーデン）、ノルウェー、シンガポール、スペイン、英、米に日本を加えた16機関が参加。
- 元々はBIMが対象であったが、2013年にインフラ分科会（Infrastructure Room）が設置され、土木構造物を対象にした検討も進めている。

## 3. IFC

情報伝達が可能で3Dの可視化に優れ、公開されている **ファイル形式**



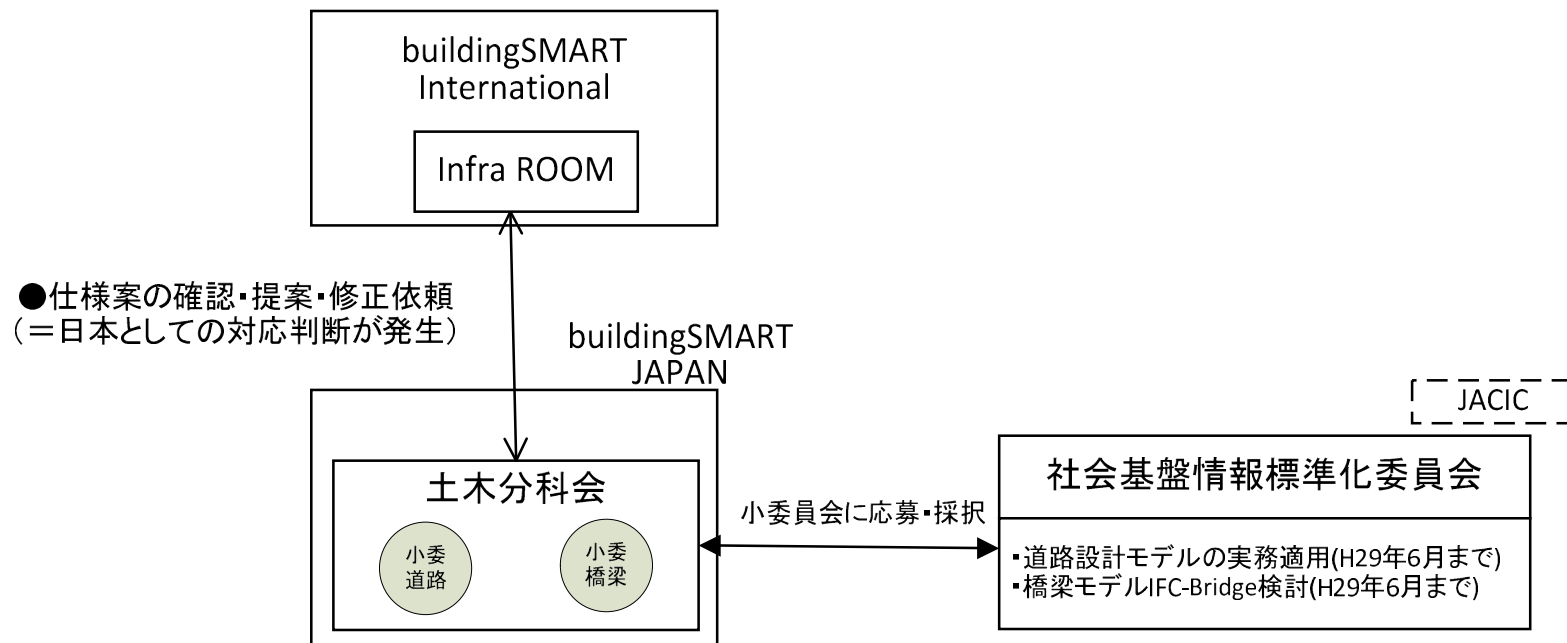
## 4. IFCの主な検討状況

土木分野では、下記の検討が進められている

- 線形 (IFC-Alignment)
- 道路・鉄道 (IFC-Road & Railway)
- 橋梁 (IFC-Bridge)

## 5. 国内の検討組織

(一社) buildingSMART Japan (旧IAI日本) は、bSIの日本支部の役割を担い、主体的に対応



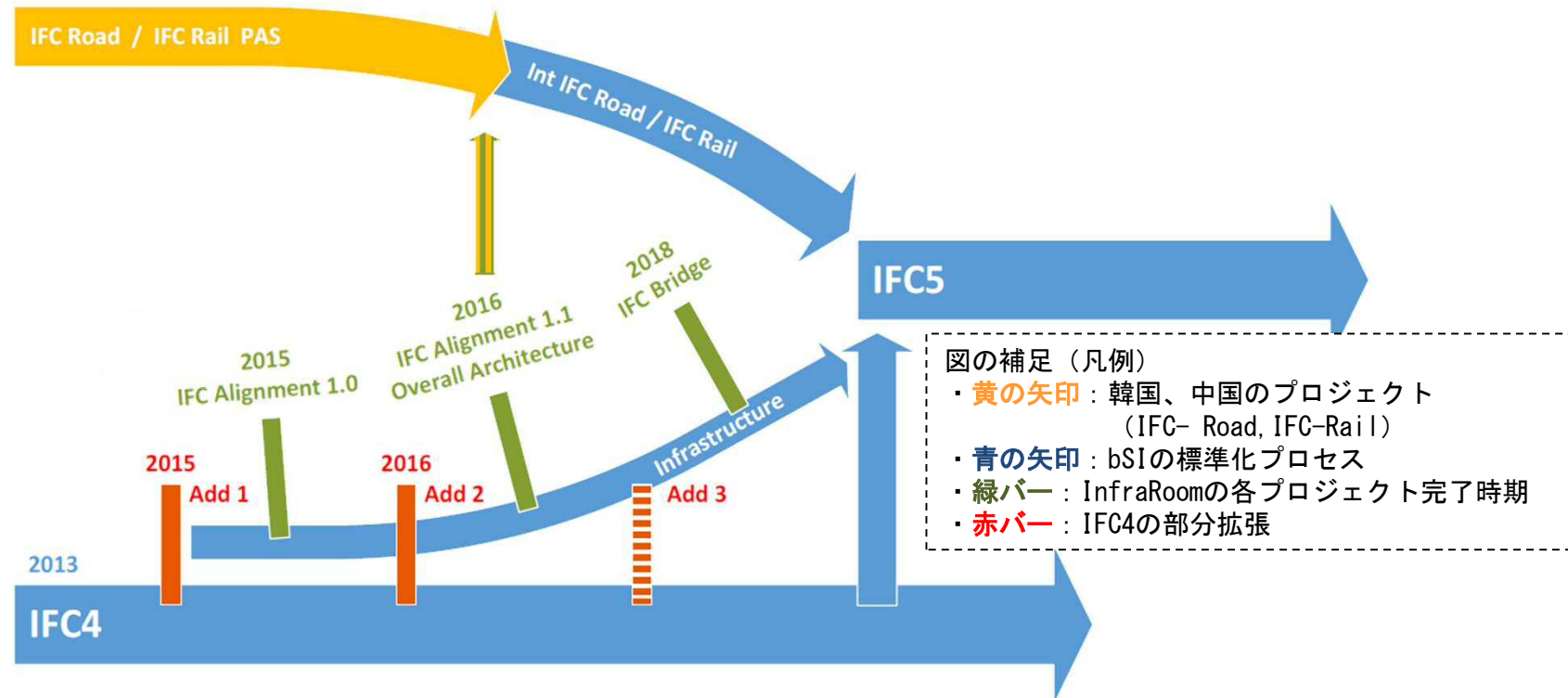


bSIの活動状況

Building	Infrastructure	Product	Technical	Regulatory
ISO IDM Standard	IFC4 Infra alignment 1.0 (Deployment)	IFC mapping into bSDD	Linked building data ifcOWL	E-submission common guidelines
IDM for building programming	IFC Alignment next phase 1.1	Data dictionary enabler	mvdXML Trust in BIM deliverables	Automated code checking
Global BIM guide wiki	IFC Road & Rail	Product templates and BIM objects	IDM Model Setup	
MVD FM Handover	IFC Asset Management	IFC primer. Real life object mapping		
MVD Energy simulation	IFC Bridge			
MVD Scheduling	Integrated Digital Built Environment			
MVD Quantity take off	Infra Overall Architecture			
MVD Annotation				
IDM Curtain walling				
IDM Configurator				

5つのroom(分科会)のうちInfrastructure room (土木分科会)に**bSJから参加**  
 ~更にその中にIFC Bridgeなど7つのプロジェクト

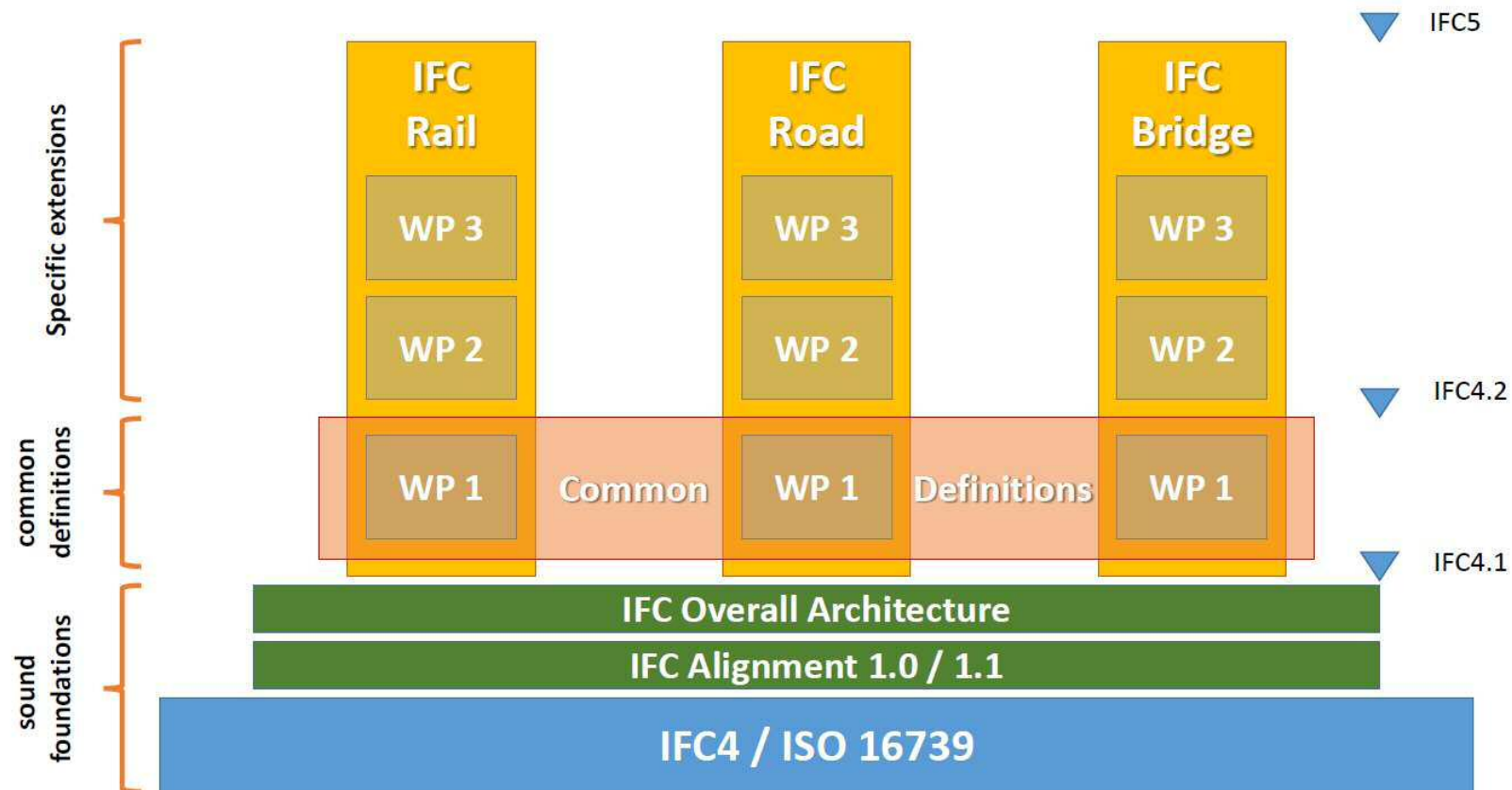
## 「IFC5」の動向 その①



- 土木分野を含めた標準「IFC5」の検討作業、およびIFC4の部分拡張が進行中。
- IFC5の策定に向けて、IFC4のスキーマをIFC-Alignment1.1プロジェクトとOverall Architectureプロジェクトが共同して拡張する計画が示された（※部分）。
  - 2016年 IFC-Alignment1.0へ拡張済み
  - 2016年以降 IFC-Alignment1.1およびOverall Architectureへ拡張予定（※）
  - 2018年以降 IFC5でIFC-Bridgeに対応予定（IFC-Road/ IFC-Railと共に対応予定）

出典: bSI Standards Summit 2016 Infrastructure Room IfcAlignment1.1 Presentation

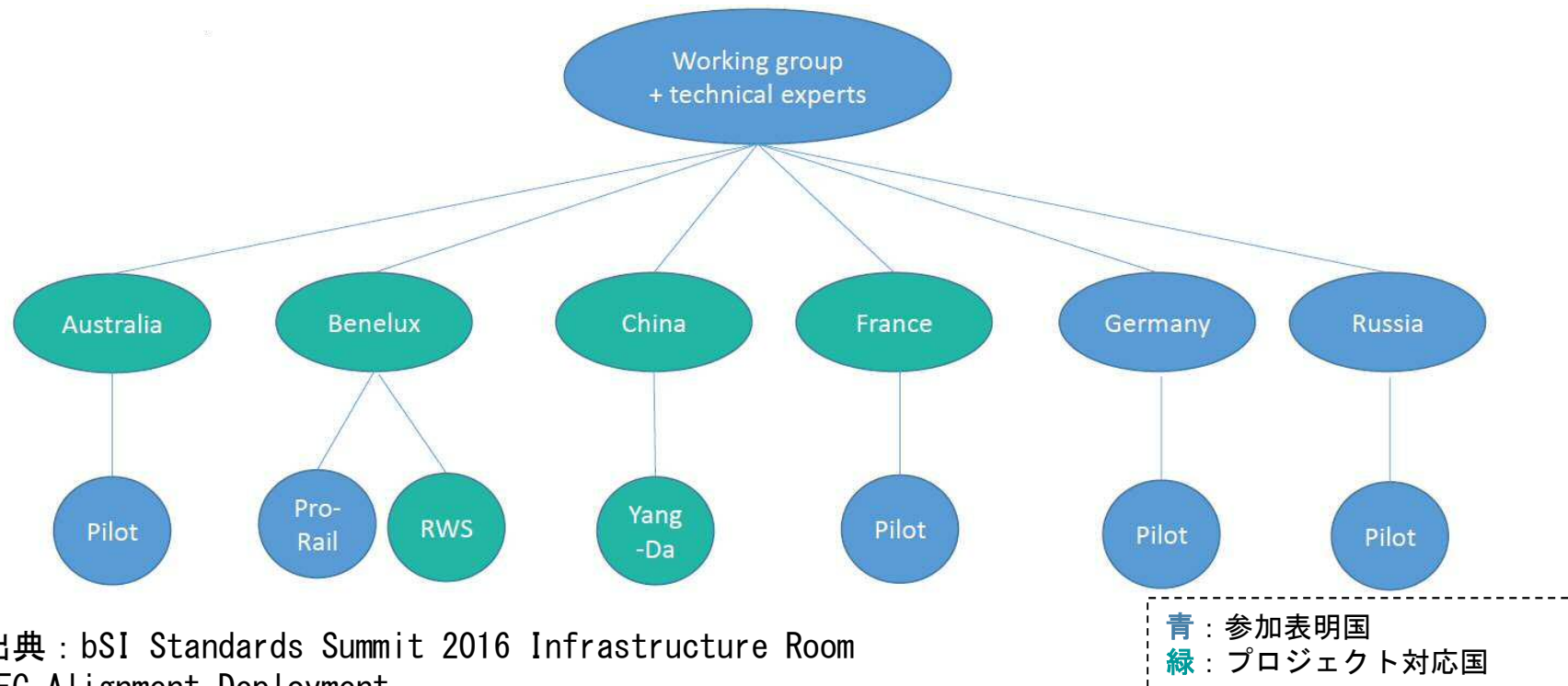
## 「IFC5」の動向 その②



出典 : bSI Standards Summit 2016 Infrastructure Room Resolutions

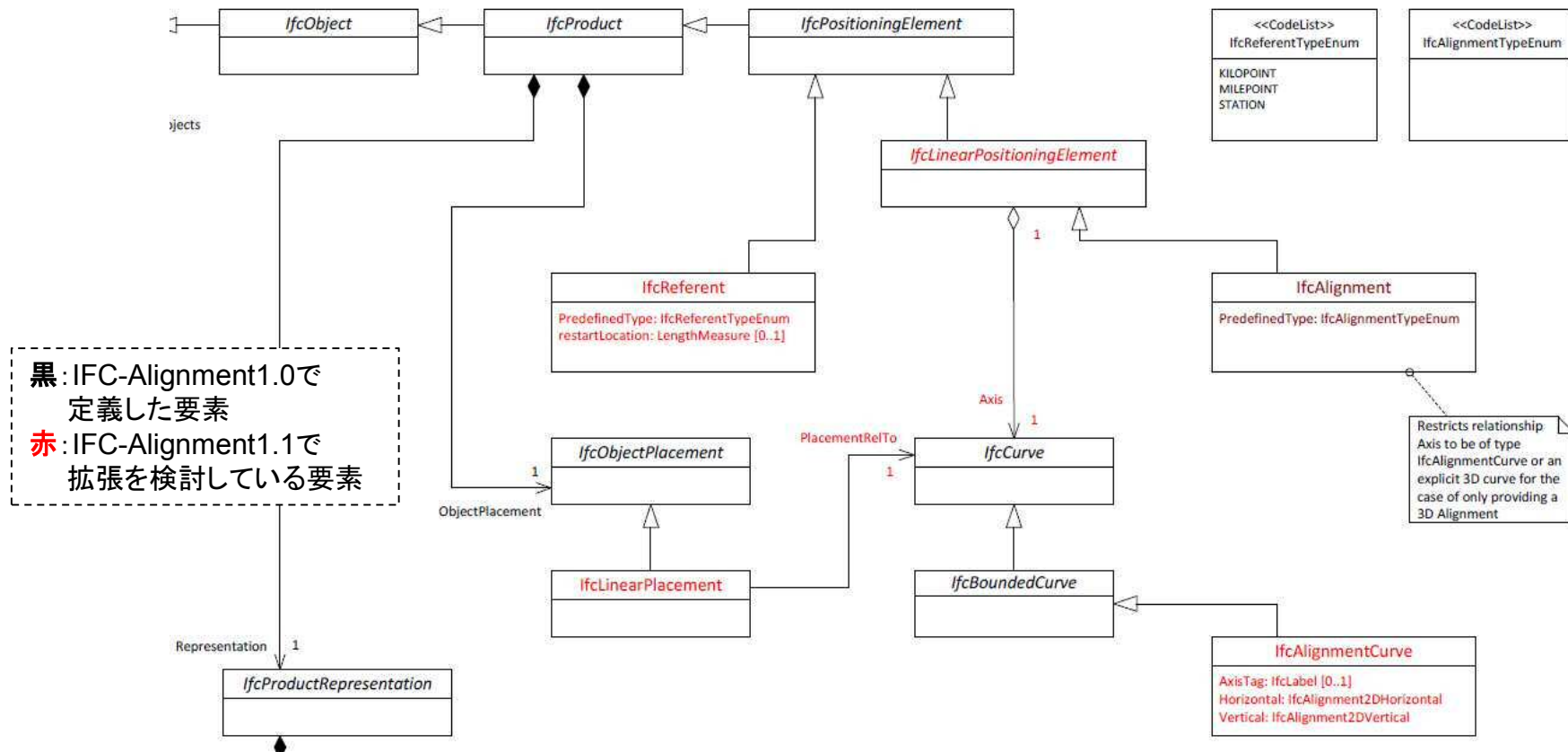
- 各プロジェクト（IFC-Rail／IFC-Road／IFC-Bridge）のスキーマの重複や冗長性を排除するため、現在、平行実施しているプロジェクトの対象とする構造物の共通要素（Common Definitions）を定義することが決議された。
- 共通要素を定義した後、各構造物に特有の要素を拡張し、IFC5を目指す。

「IFC Alignment」の動向 その① 「IFC-Alignment1.0」



- IFC-Alignment1.0は、線形の幾何形状のみを定義したプロジェクトであり、2015年に定義を完了した。
- 現在、「IFC-Alignment Deploymentプロジェクト」として、IFC-Alignment1.0で定義した幾何形状が、実プロジェクトの線形の形状表現として適用可能か検証するため、オーストラリア、ベネルクス、中国、フランスでパイロットプロジェクトが実施中であることが報告された。

「IFC Alignment」の動向 その② 「IFC-Alignment1.0」



出典: bSI Standards Summit 2016 Infrastructure Room IFC\_Alignment1.1\_Presentation (UML図の一部抜粋)

- IFC-Alignment1.1は、IFC-Alignment1.0を拡張するプロジェクトである。
- IFC-Alignment1.0で定義した線形上での構造物の配置方法、測点・キロ程等の表現、緩和曲線種類（幾何形状）の追加など、IFC-Alignment1.0のスキーマを拡張する考え方（下図参照）が示された。



## 「IFC-Bridge」の動向



- IFC-Bridgeプロジェクト推進のため、国際的な作業の枠組みに関するMOU(了解覚書)が締結された(bSI、フランス、フィンランド、スウェーデン、ドイツ、日本が署名)。
- これにより、署名した各国が参加するプロジェクトとなった。