

NICT サイリアルシミュレーションワークショップ

IoTを活用したインフラモニタリングへ向けた センサー情報モデル標準化の取り組み

2020年1月27日

沖電気工業株式会社

本取組みの一部は、総務省 戦略的情報通信研究開発推進事業「インフラモニタリングにおけるインフラ3DモデルとIoTセンサ情報モデルの異分野間連携に関する研究開発と標準化」の委託を受けたものです。

背景： インフラ維持管理の現状

- インフラの長寿命化 ⇒ 国の重要施策の一つ
 - 築30年～50年を超えるインフラ数増加に対する長寿命化対策
 - 災害の影響、復旧の効果確認
- インフラの維持管理の課題
 - 点検・診断は専門家による近接目視点検が基本（知識・ノウハウ）
 - 高齢化・若年層減による土木技術者不足、管理者（公共団体）の予算不足
 - 設計図面、点検調書、補修履歴など多くの異なる様式の文書・データ
- ICT活用による効率化・高度化
 - 日本再興戦略：建設生産プロセスにおいてICTの全面的な活用を推進
 - インフラモニタリング技術：SIP等で研究開発、一定成果
 - IoT技術：ホーム、シティ、インダストリー等でIoT機器・サービスが利用可能
- 標準化
 - 個別システムを構築するとデータ連携や将来的なデータ継続性に課題
 - IoTの利用者業界（バーチャル）が最適な技術を利用できる環境整備が必要
 - IoT分野でインフラモニタリングの国際的な認知を高め、モニタリングシステムの要求条件、アーキテクチャ、情報モデル等を共通化

2023年に50年超過：
70万橋の43%
1万トンネルの34%

インフラモニタリングとは

■ インフラモニタリング

- 構造物等の状況を常時もしくは複数回(常時/定期/不定期、最低2時点)で計測し、**状態の変化を客観的に把握**する技術

⇔ これに対し従来の「点検」は構造物の状況のある時間断面で計測し、基準等に照らして評価する技術(定期点検)

出典: 国土交通省「社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会」第1回資料5より抜粋
(TTCは同委員会の専門委員)

■ インフラモニタリングシステム

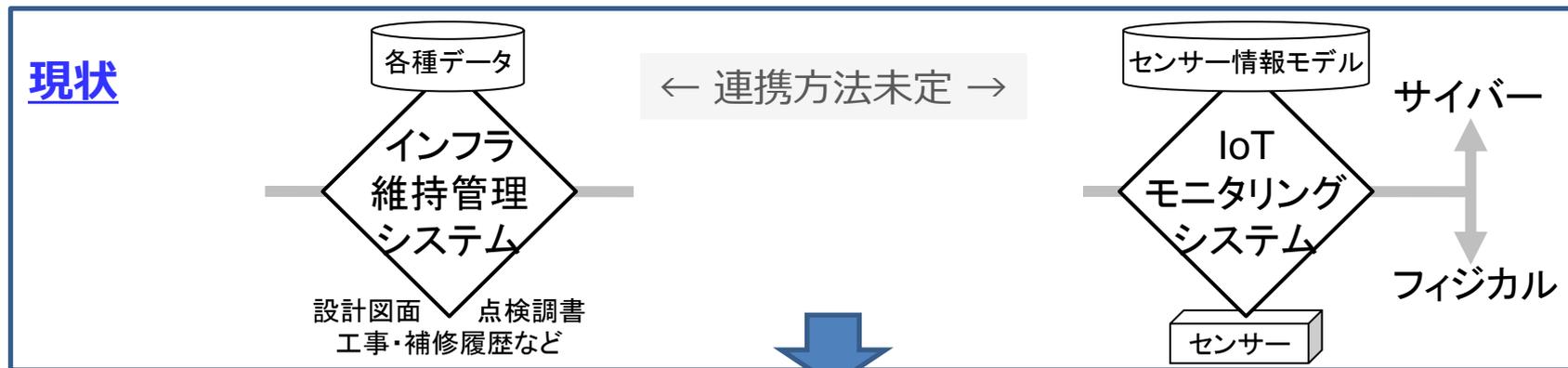
- 下記を実現するためのシステムとする
 - ▶ 構造物の状態変化を把握する技術(上記インフラモニタリング)
 - ▶ ネットワーク等を介したデータ収集
 - ▶ データの保存・蓄積、および必要時に活用する技術

出典: モニタリングシステム技術組合(RAIMS); 土木構造物のためのモニタリングシステム活用ガイドライン【床版モニタリング編】、平成30年3月、<https://raims.or.jp/>

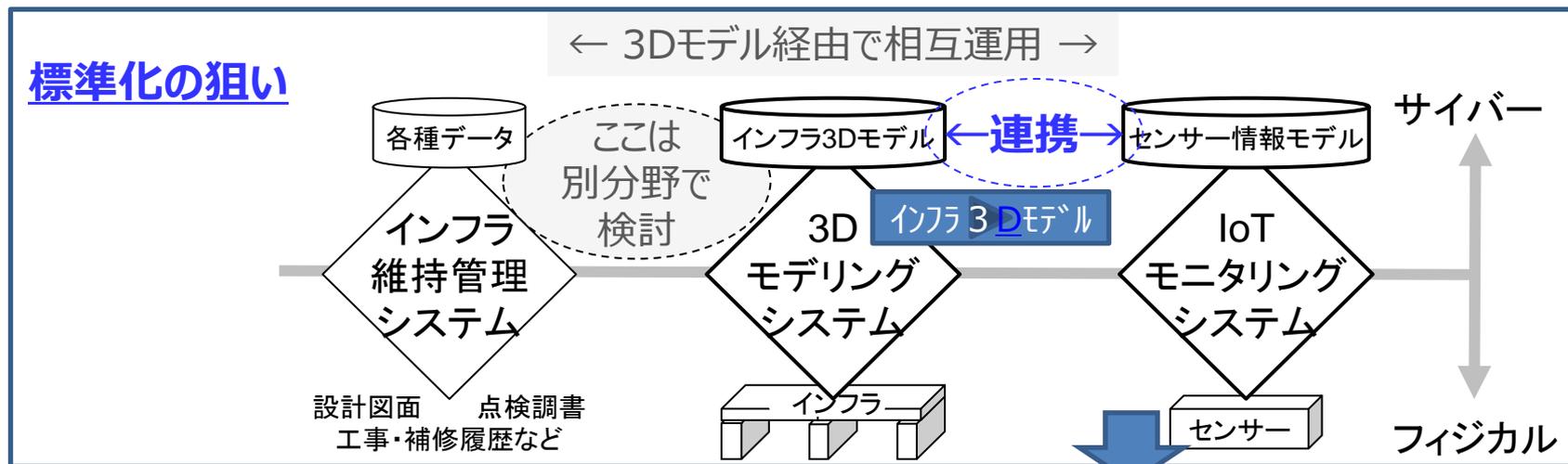
→ IoTの適用による効果が期待できる (仮説)

インフラ維持管理システムへのIoT適用の課題

- **想定:** インフラ管理とIoTでは、現状サイバーフィジカルシステムが連携していない



- **仮説:** インフラ3Dモデルを経由して両システムを相互運用できるのではないか



- **取組:** インフラ3DモデルとIoTシステムの連携に用いる「センサー情報モデル」を標準化

インフラモニタリングにおける「センサー情報モデル」とは

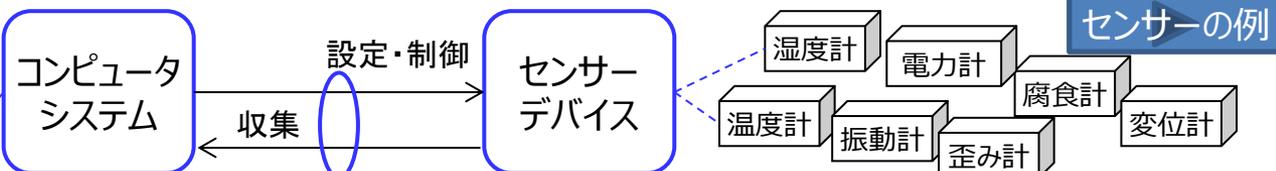
- センサーデバイスの設定・制御項目、およびセンサで計測するデータの属性などに関し、システムやベンダーに拠らず共通化できる項目を、プラットフォームやネットワークに依存しない汎用的な「情報モデル」として仕様化するもの
- 標準準拠のセンサーやシステムを使うと一定のモニタリング結果が得られる事を狙う

■ デバイスの制御、機能

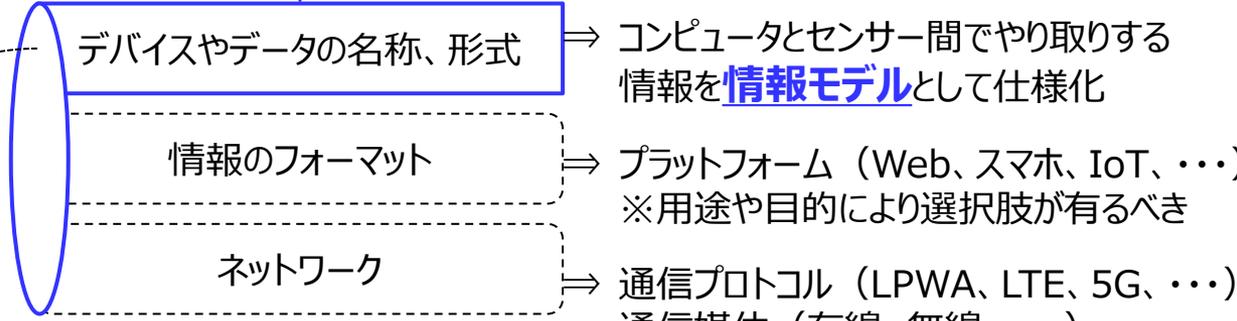
On/off 開始/停止 条件設定

■ 計測データ値、属性

温度 湿度 電力量
振動 歪み 腐食 変位



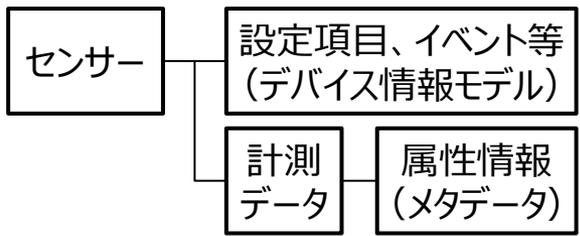
通信形式(例)



コンピュータシステムとセンサーデバイス間でやり取りする情報

コンピュータが扱う情報の共通事項を取り決め、仕様として記述

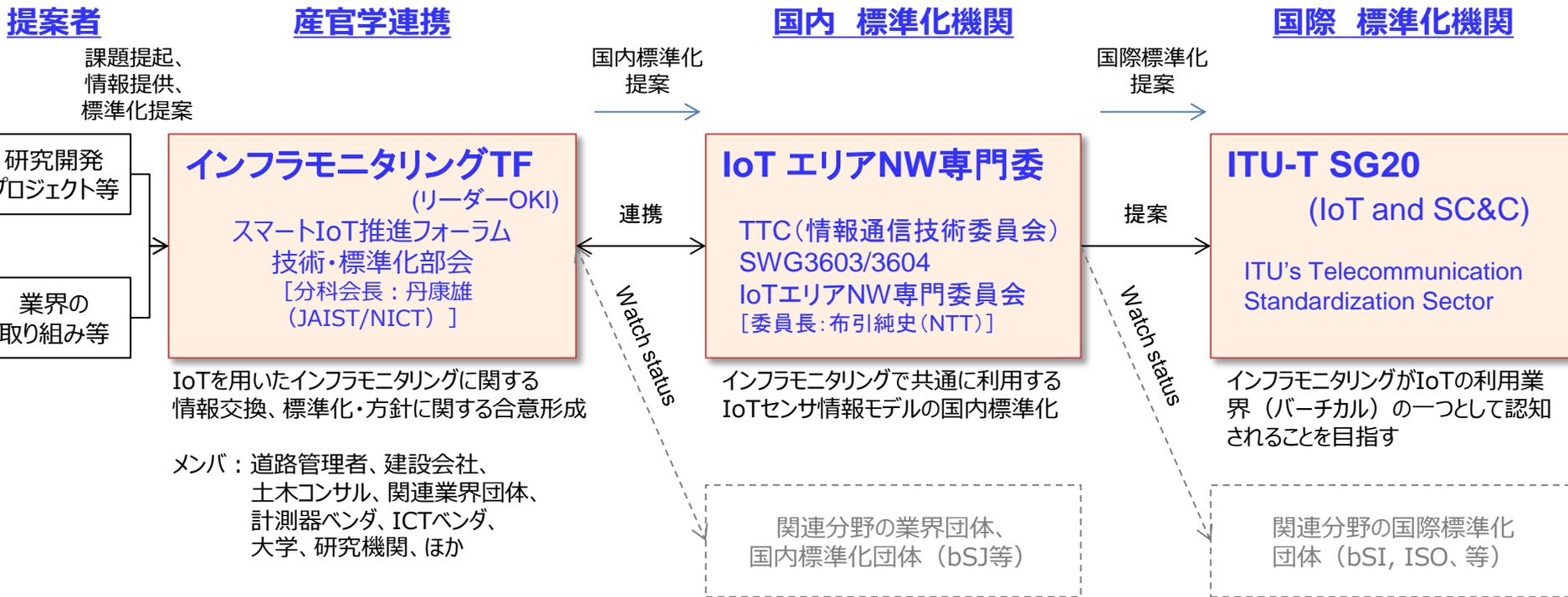
情報モデルの規定



出典：TTC技術レポートTR-1074「インフラモニタリング情報モデル標準化のためのガイドライン」、2019年3月15日制定、一般社団法人情報通信技術委員会、P13 図5に加筆

標準化の取り組み

- IoTインフラモニタリングに関する業界横断の議論を目的とし、スマートIoT推進フォーラム 技術戦略検討部会 技術・標準化分科会に インフラモニタリングTFを設立(2017年12月)
- 2018年度にTTC IoTエリアネットワーク専門委員会へ標準化提案開始



出典: (一社)情報通信技術委員会 IoTエリアネットワーク専門委員会 第54回SWG3604 会合資料、沖電気工業株式会社、2019年4月9日、およびスマートIoT推進フォーラム 技術・標準化分科会 インフラモニタリングタスクフォース 第10回会合資料、Infra-mon-tf-No10-5、2019年3月19日

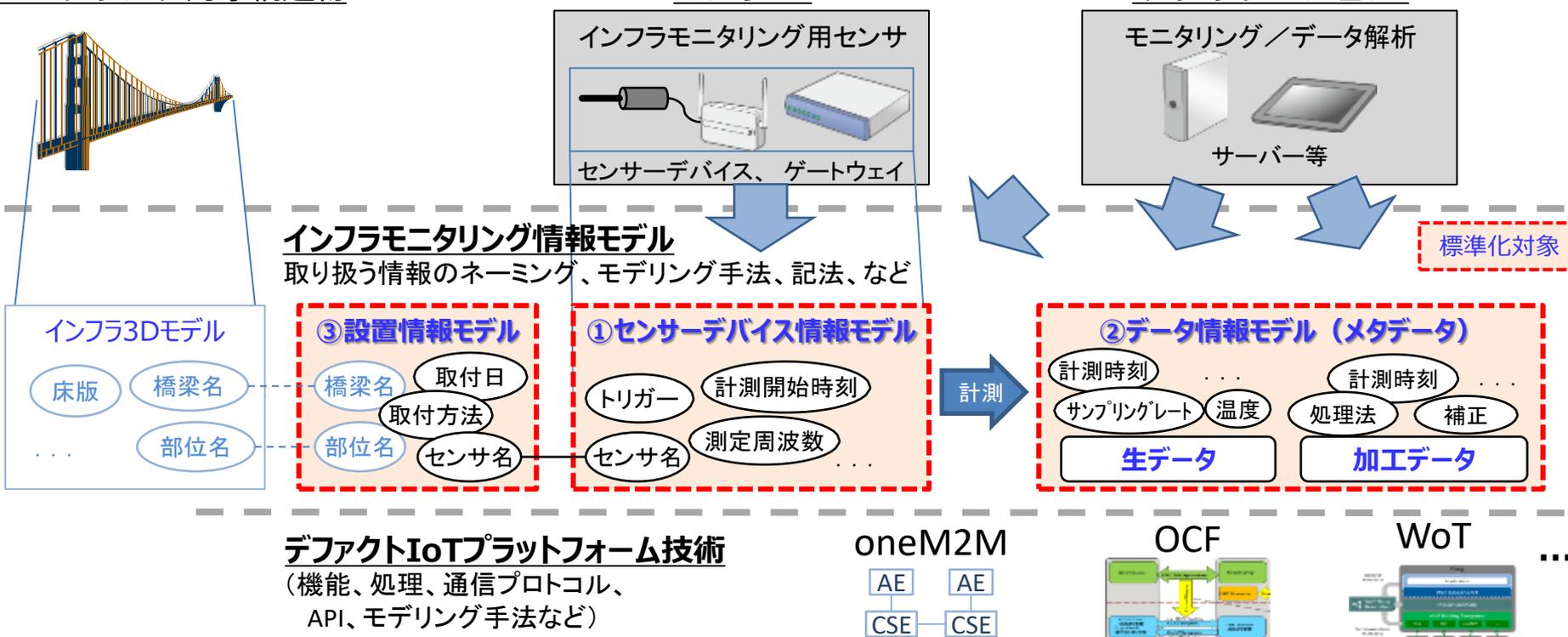
標準化するインフラモニタリング情報モデル

標準化対象	意味
① センサーデバイス情報モデル	センサ機器の属性、設定条件、発生イベント、データ収集単位などを示す
② メタデータ情報モデル	計測・収集したデータの属性を示す（生データと特徴値抽出等の加工データがある）
③ 設置情報モデル	モニタリング対象とする構造物とセンサーの関係を示す
（インフラ3Dモデル）	TTC標準化対象外、IFC Bridge等の検討を参照

モニタリング対象構造物

センサー

アプリケーション



出典: TTC技術レポートTR-1074「インフラモニタリング情報モデル標準化のためのガイドライン」、2019年3月15日制定、一般社団法人情報通信技術委員会、P14 図7

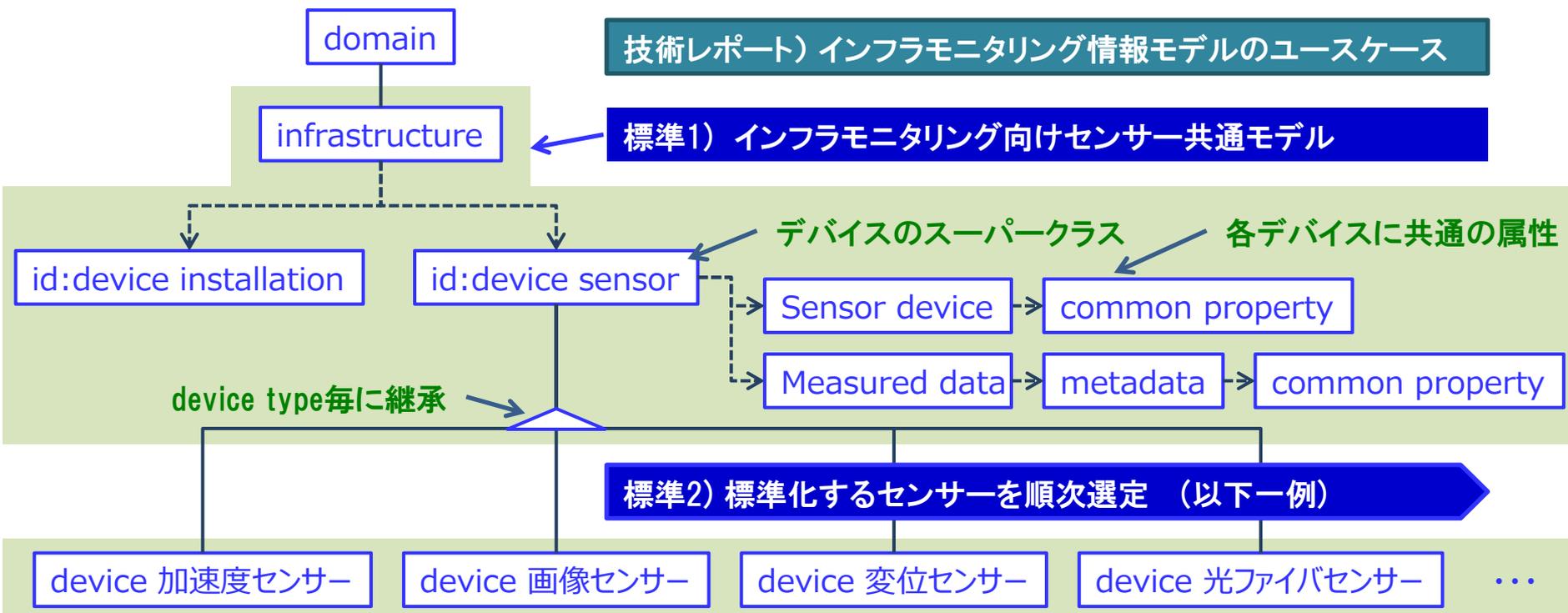
センサーデバイスの情報モデルの構成(案)

■ ユースケース

- 一般的なIoTモデルをインフラモニタリングに適用する場合に、標準化するセンサー情報モデルのユースケース、参照モデル、要求事項などを整理し、技術レポートに纏める

■ センサー情報モデル

- インフラモニタリングで一般に利用されている、加速度、画像、変位、光ファイバーセンサーを検討
- 順次拡張できる形式とする



モニタリングシステムの機能構成とユースケース例

■ インフラモニタリングの特性を反映したIoTシステムを想定、情報モデルの利用例を解説

管理拠点

モニタリングシステム機能

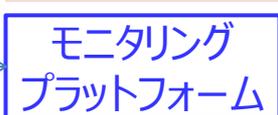
ユースケース (例)

(標準化向けアーキテクチャ)

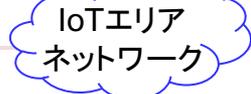
保存活用拠点
(統括部門等)



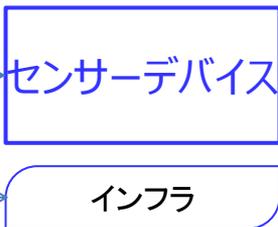
モニタリング拠点
(管理事務所等)



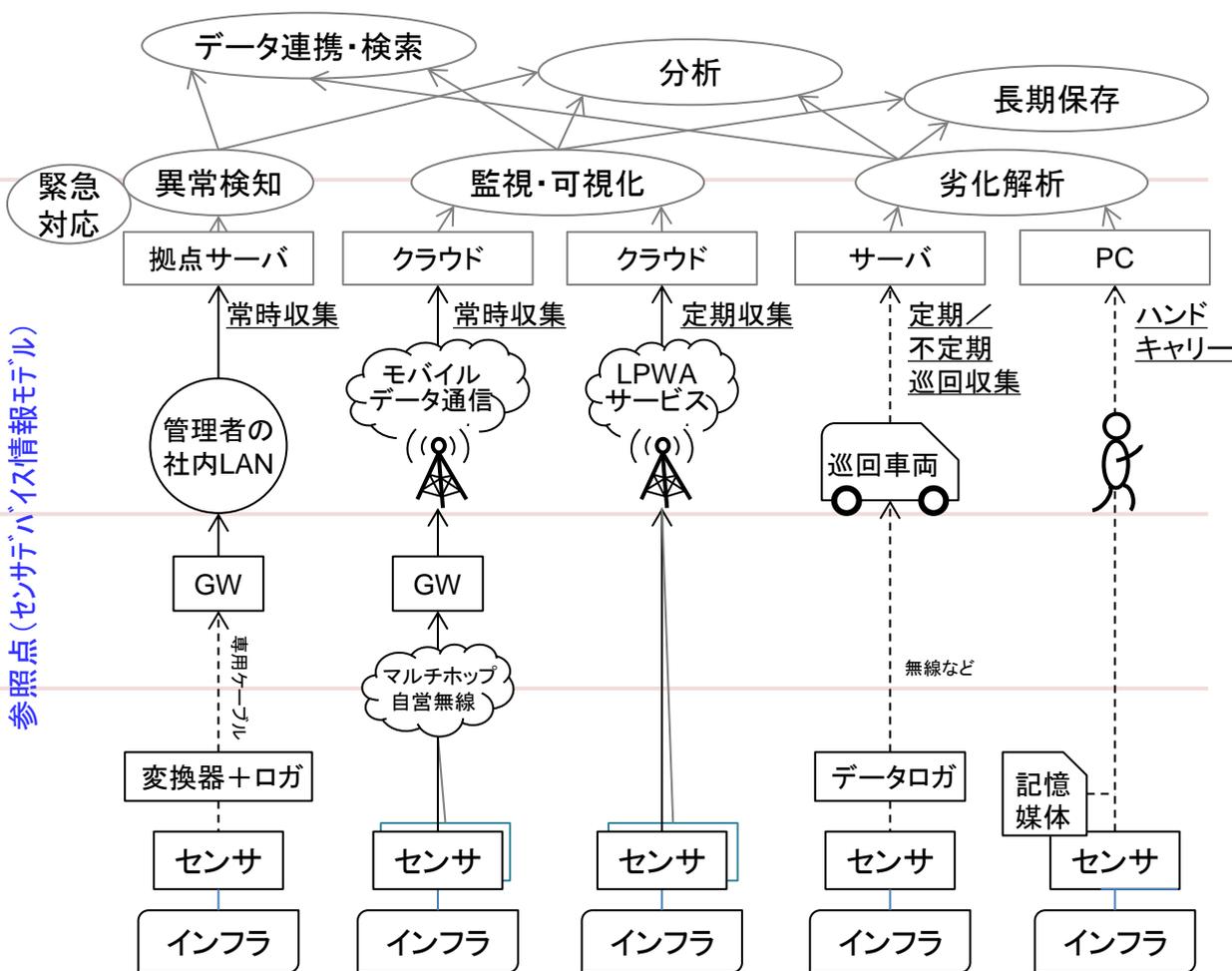
参照点 (データ情報モデル)



参照点 (設置情報モデル)



現場
(インフラ毎)

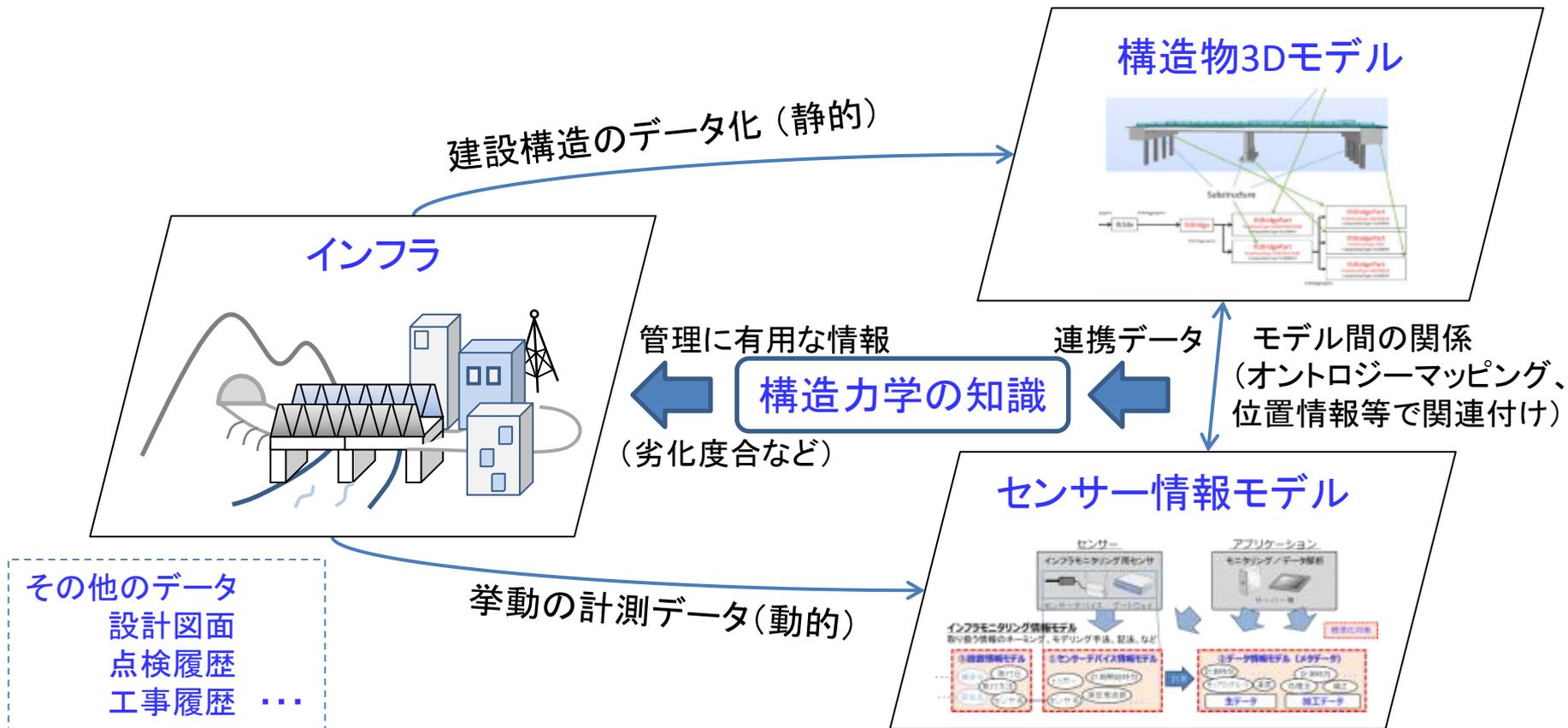


現在までの標準化成果物

標準化団体	分類	文書名	日付
TTC	標準	JJ-300.30「橋梁モニタリング用. 加速度センサの情報モデル. 及び低消費電力無線通信における動作」	2017年5月
		JJ-300.xx「IoTセンサーデバイス共通情報モデル(仮)」	検討中 (2021年3月見込)
	技術 レポート	TR-1066「橋梁モニタリングのための. 低消費電力無線通信方式ガイドライン」	2017年3月
		TR-1074「インフラモニタリング情報モデル. 標準化のためのガイドライン」	2019年3月
		TR-1081「インフラモニタリング情報モデルのユースケース(仮)」	検討中 (2020年3月見込)
ITU-T SG20	Supplement (補遺)	Y Suppl. 56 “ITU-T Y.4000-series – Use cases of smart cities and communities”	2019年12月
	Recommendation (勧告)	Y.Xxxx “Requirements and functional architecture of IoT infrastructure monitoring” (仮)	検討中 (2021年見込)

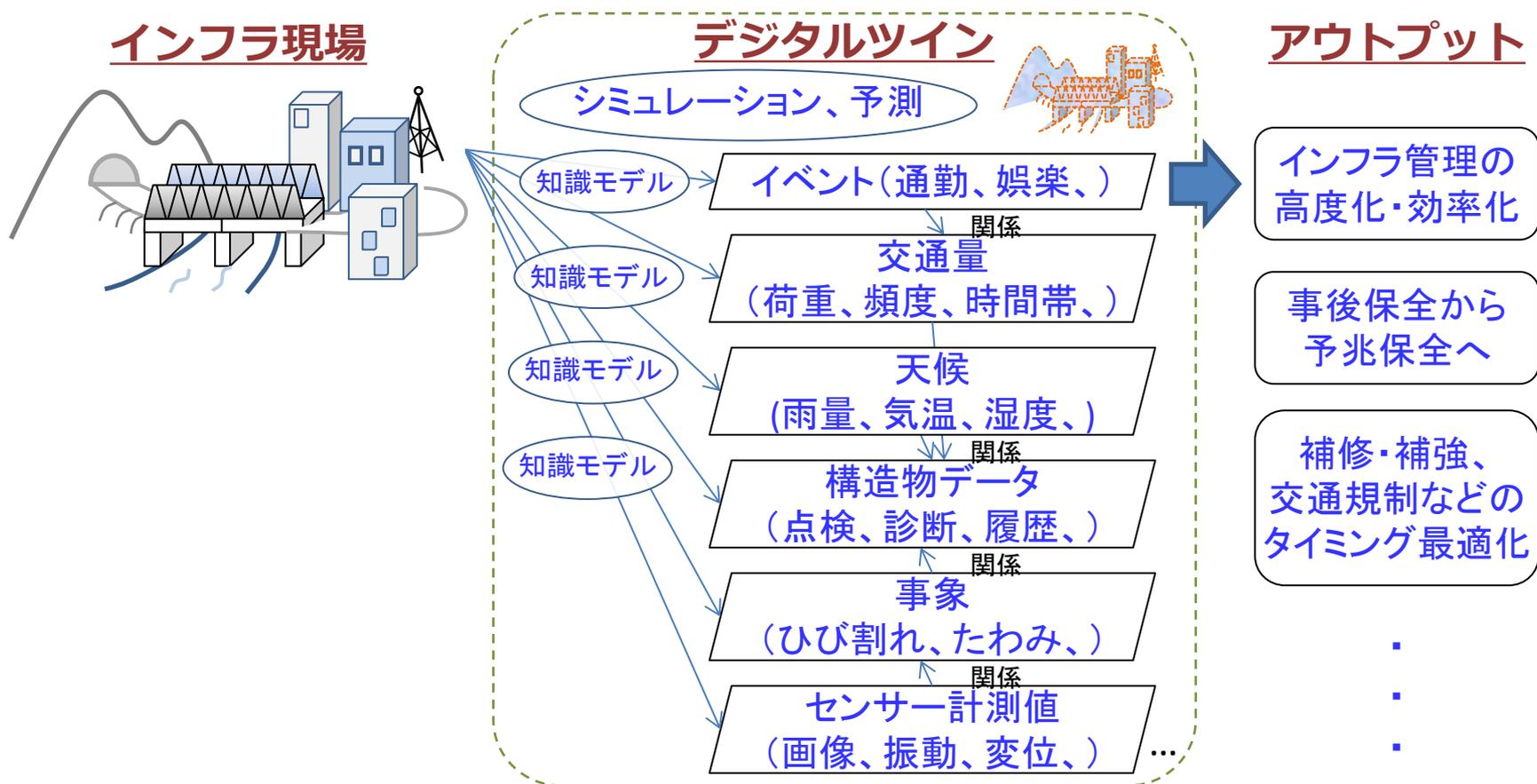
まとめ： インフラモニタリングにおけるIoT活用

- 3DデータとIoTセンサーデータを自動連携するために情報モデルを検討した
- 有用な情報を提供するためには、構造力学などの専門知識のモデル化が重要
- 非常に緩やかな変化が長期にわたって起きる(50年以上: 予測の実証困難)
- 多様な関連知識(鋼, コンクリート, 土, 交通, 気象,) 各分野の知識モデル、データ連携要



考察：多様な関連データ・知識の連携～デジタルツイン

- 構造物単体の状態検知から、予防保全へ：複数の事象を包括した分析・予測が必要
- 種々の異なる分野のデータと、分野毎の専門知識のモデルが必要
- デジタルツインはこれらを連携する有効なツールになる？



デジタルツイン／シミュレーションの活用（一案）

■ 構造物の挙動のシミュレーション

- センサ設置場所の選定、正常データの範囲の特定などに活用？

■ 長期にわたる経時劣化のシミュレーション

- 機械学習のインプット等としても活用できる？

■ 突発的なイベントの影響のシミュレーション

- 震災、台風等後の供用判断などの優先度、しきい値決定に活用

■ 構造全体の変化から、劣化箇所の特等

- 経年変化パターンのシミュレーション結果を学習、分析し推定

■ センサー測定品質、アプリ品質の評価

- 実データとシミュレーション値の比較など

■ 新しいセンサや分析手法の研究・開発

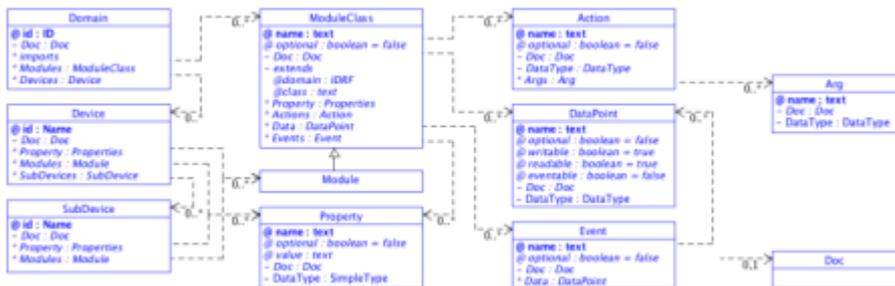
- これらの蓄積からセンシング方式や分析手法を推定

補足

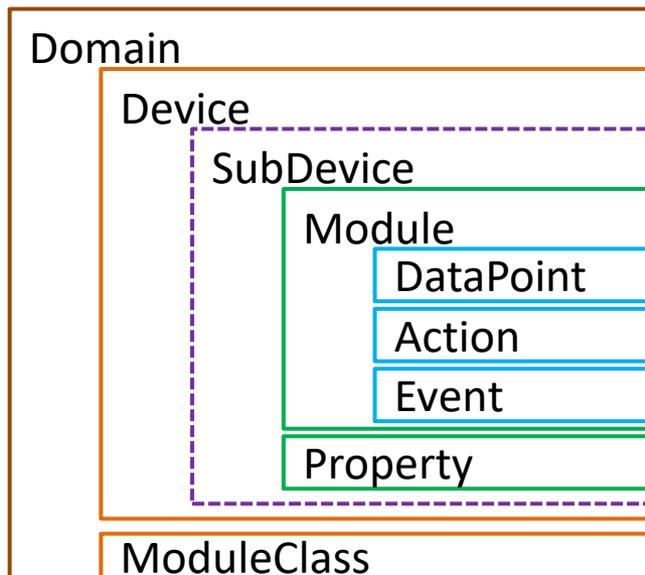
oneM2M SDT3.0の構成イメージ

SDTによるデバイスの構成

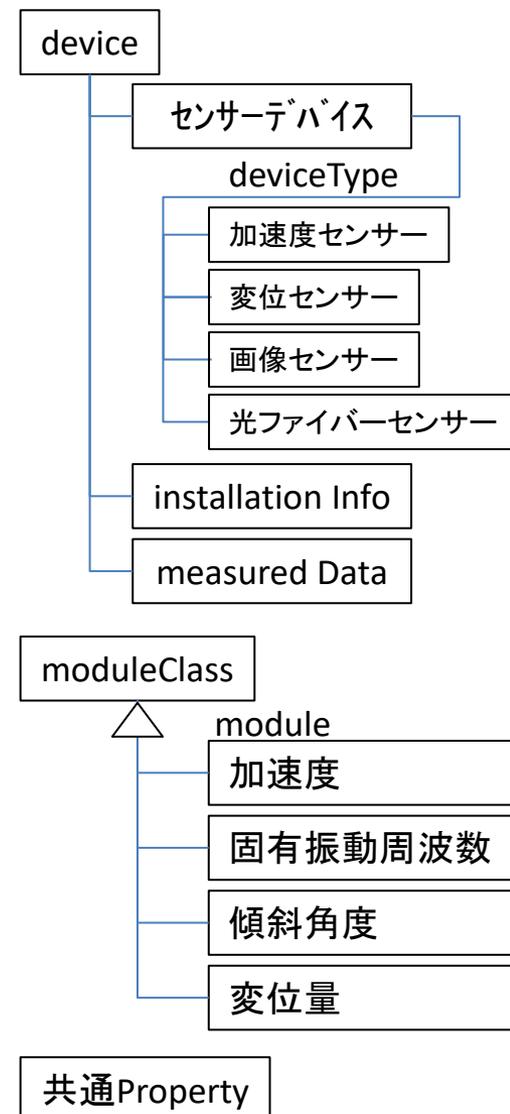
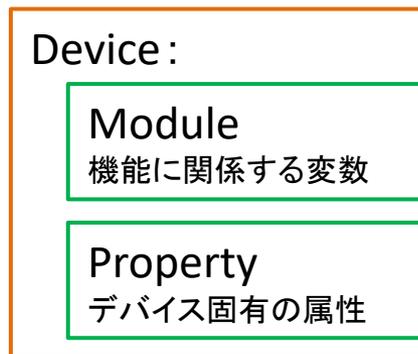
oneM2M TS-0023 図5.2.1-1



簡略図(イメージ)



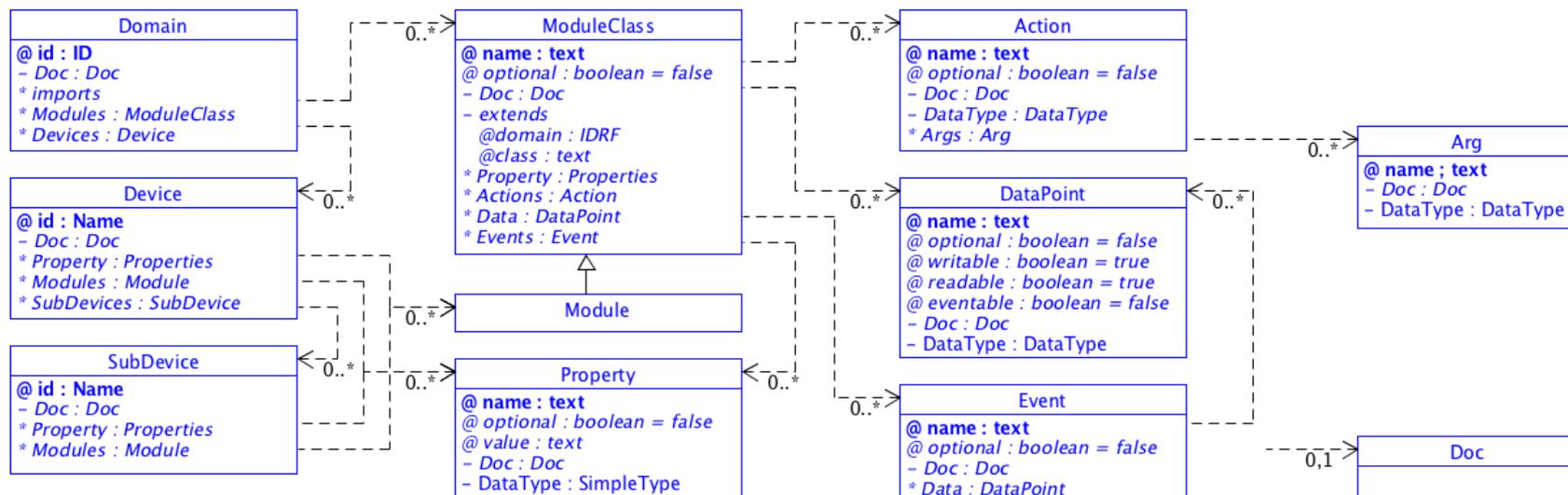
シンプルなデバイス



共通Property

情報モデリング手法

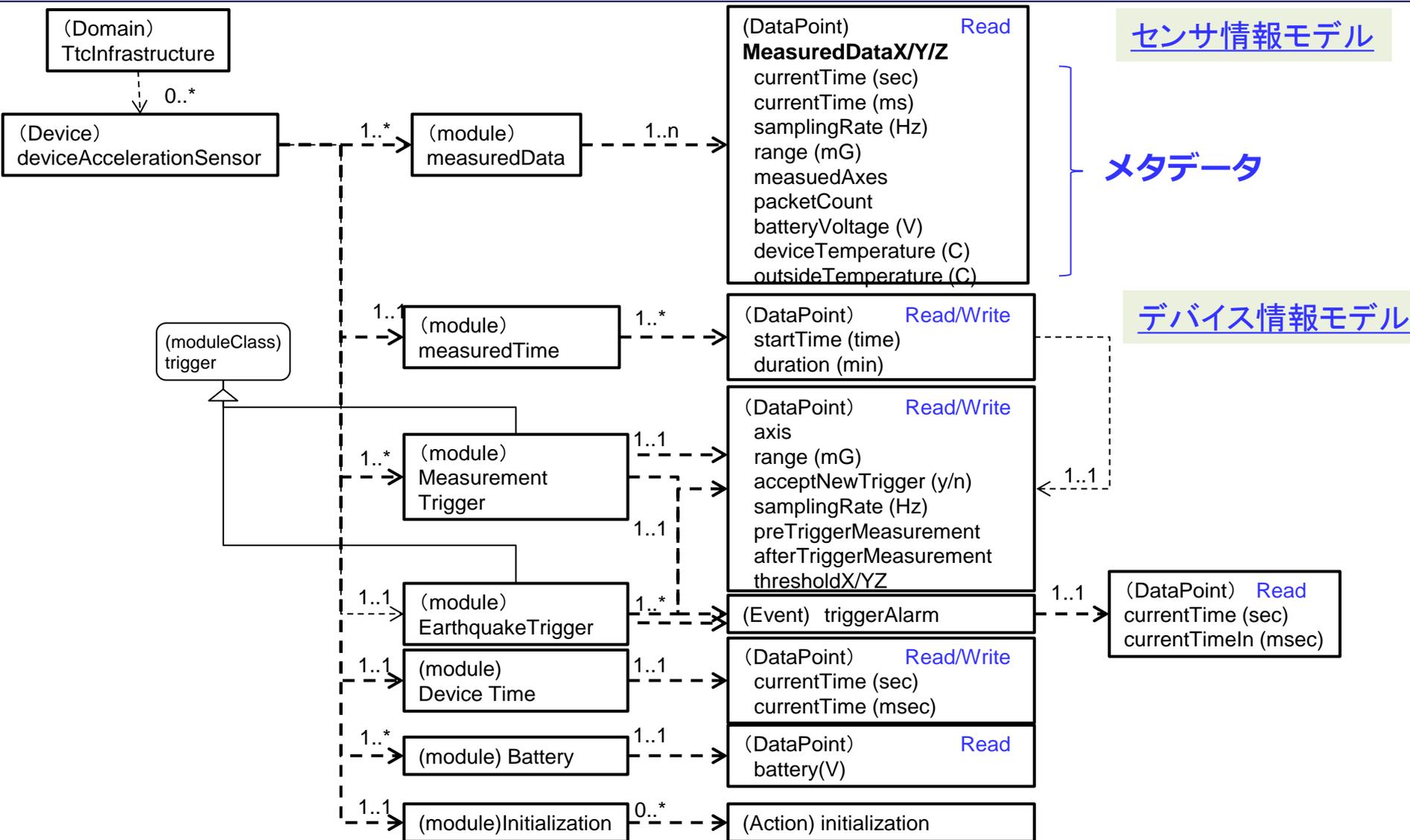
■ oneM2Mの SDT3.0テンプレート を利用



出典：oneM2M TS-0023 “Home Appliances Information Model and Mapping,” Figure 5.2.1-1: Design Structure of the Home Appliance Information Model using SDT 3.0.

SDT構成要素	概要	Moduleの構成要素	概要
1 Domain ドメイン	<ul style="list-style-type: none"> • ネームスペースを示すユニークな名前 • 含まれるモジュールやデバイスを一意に参照 	6 Action アクション	<ul style="list-style-type: none"> • Deviceの操作 • Moduleに含む
2 Module Class モジュールクラス	<ul style="list-style-type: none"> • Action, DataPoint, Event, Propertyで構成 • 単一サービスを示し、Device間で再利用可 	7 DataPoint データポイント	<ul style="list-style-type: none"> • Deviceのステータス機能の1態様 • 読/書/両方が可能、Moduleに含む
3 Device デバイス	<ul style="list-style-type: none"> • モデル化するセンサ等の実体 • ModuleとPropertyで構成、SubDeviceで階層化可 	8 Events イベント	<ul style="list-style-type: none"> • Deviceに特定の事象の発生を公開 • Moduleに含む
4 Sub Device サブデバイス	<ul style="list-style-type: none"> • Deviceに機能を追加する実体 • ModuleとPropertyで構成 	9 Property プロパティ	<ul style="list-style-type: none"> • 機能に直接関係しない付加情報 • DeviceまたはModuleに含む
5 Module モジュール	<ul style="list-style-type: none"> • DeviceまたはSub Deviceに特有のサービス • Module Classから生成されDevice/SubDeviceに包含 	10 Doc ドキュメンテーション	<ul style="list-style-type: none"> • 機能に影響しない補足説明の記載 • 全構成要素に含む

加速度センサデバイス情報モデルの例 TTC標準JJ-300.30(第1版)



出典: TTC標準 JJ-300.30「橋梁モニタリング用加速度センサの情報モデル」、2017年5月25日制定、一般社団法人情報通信技術委員会、P11図3

インフラモニタリング関連のモデリング標準化動向

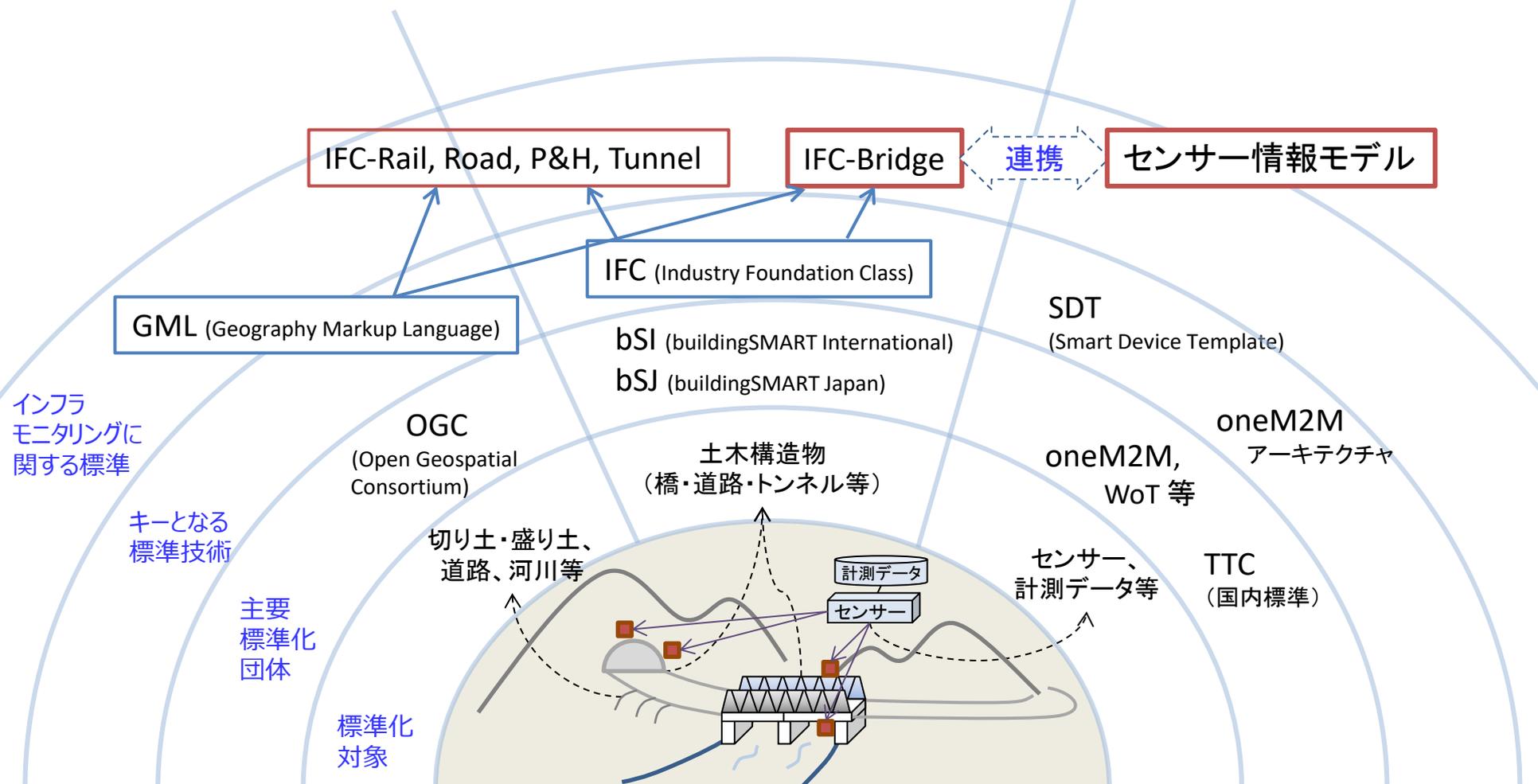


地形情報モデル

BIM

構造物の3Dモデル

IoT IoT センサー情報モデル



インフラ
モニタリングに
関する標準

キーとなる
標準技術

主要
標準化
団体

標準化
対象

センサーデータ可視化の例

■ 加速度データ

- リアルタイムに波形を観測
- スペクトル解析により固有振動周波数の異常値を検出可能



変位データ

温度変化による水平方向の変動を観測
 継続計測により年間変動の検証が可能

