



デジタルツインによるサイバー・フィジカル連携型 セキュリティ基盤におけるDCCS(xDataPF)の活用

2025/2/28

株式会社KDDI総合研究所

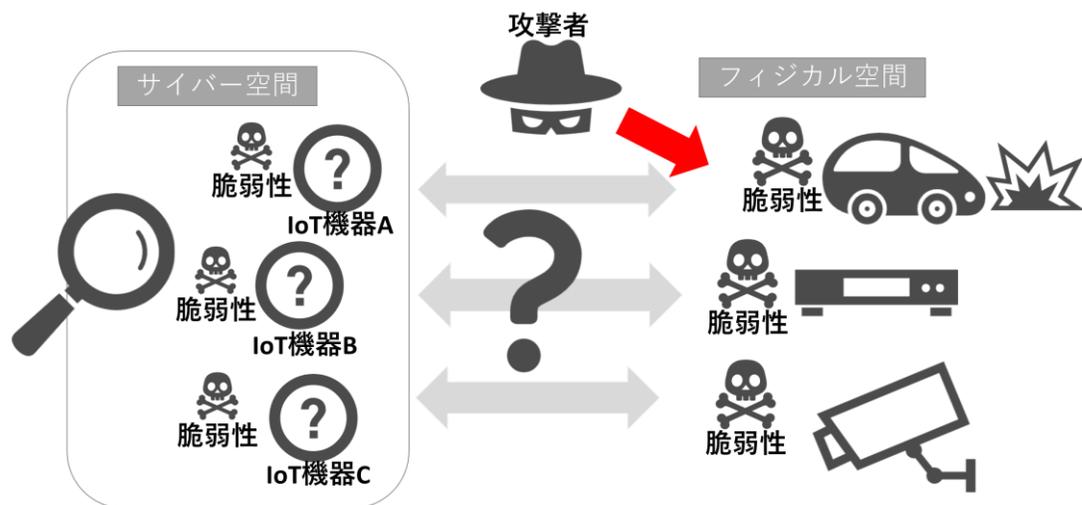
セキュリティ部門 杉山

研究開発の概要

本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）の委託研究（JPJ012368C08101）により得られたものです。

背景

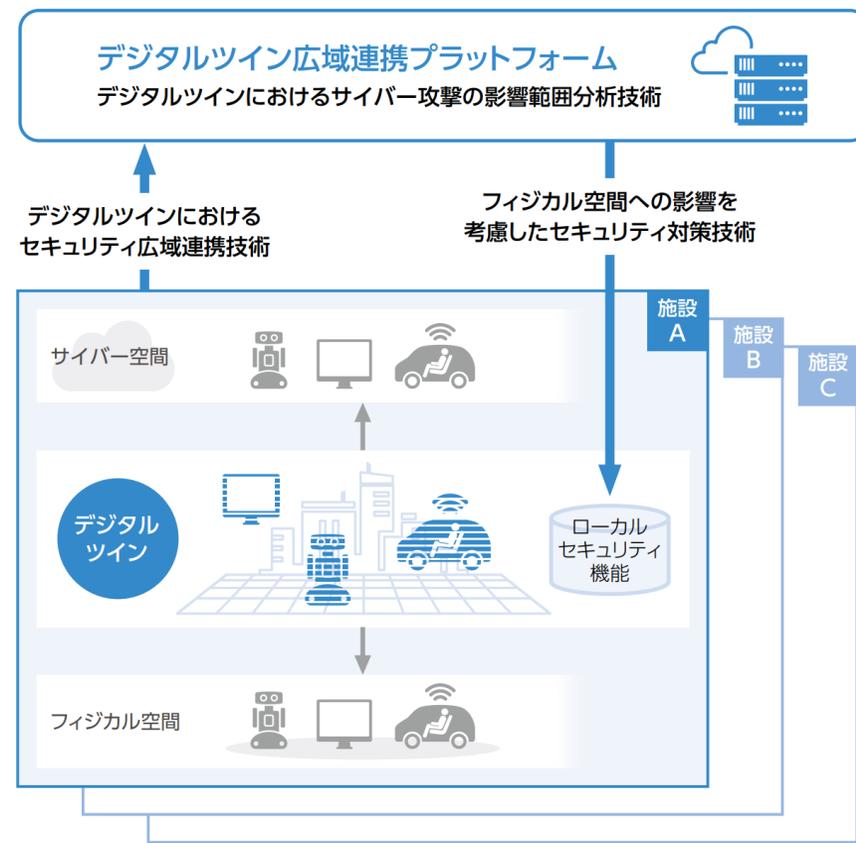
- ◆ サイバー空間とフィジカル空間の融合が進展、Attack Surfaceが拡大
- ◆ サイバー攻撃がフィジカル空間に波及するケースが増え対策が困難



サイバー空間上の攻撃がどのフィジカル空間に影響を及ぼすか抽出が難しく、フィジカル空間への影響が拡大する恐れがある

提案コンセプト

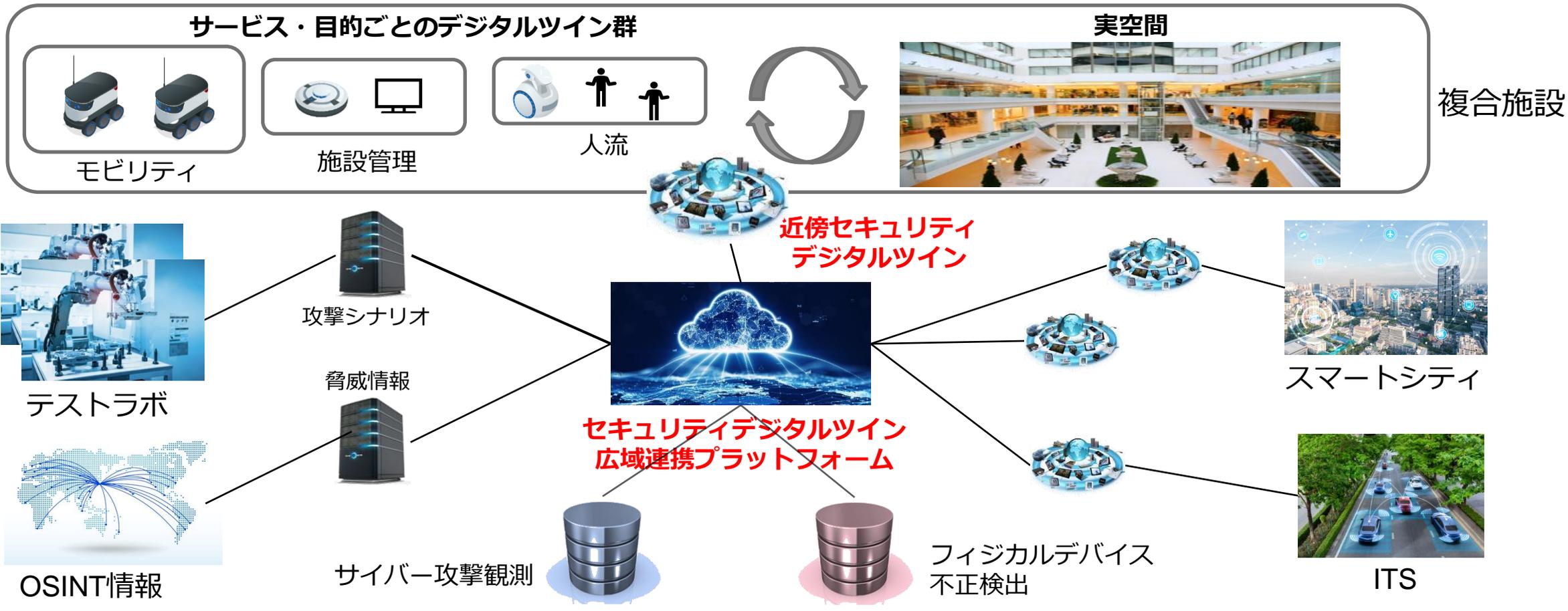
- ◆ デジタルツインの活用とその広域連携によりサイバー空間上の攻撃とフィジカル空間へのマッピングを可能にし、フィジカル空間への影響を最小化



サイバー・フィジカル連携型セキュリティ対策基盤



Beyond 5Gにおける新たなサイバー攻撃・フィジカルデバイスへの不正の対策技術、およびこれらの攻撃の物理空間への影響を評価し個々の現場でのセキュリティ対策に活用する技術を開発する
⇒サービス・目的ごとの複数のデジタルツイン群に、近傍デジタルツインがサイバー・フィジカル脅威対策機能をアドオンし、セキュリティDT広域連携PFと情報共有・連携を行いセキュリティ対策を実現する

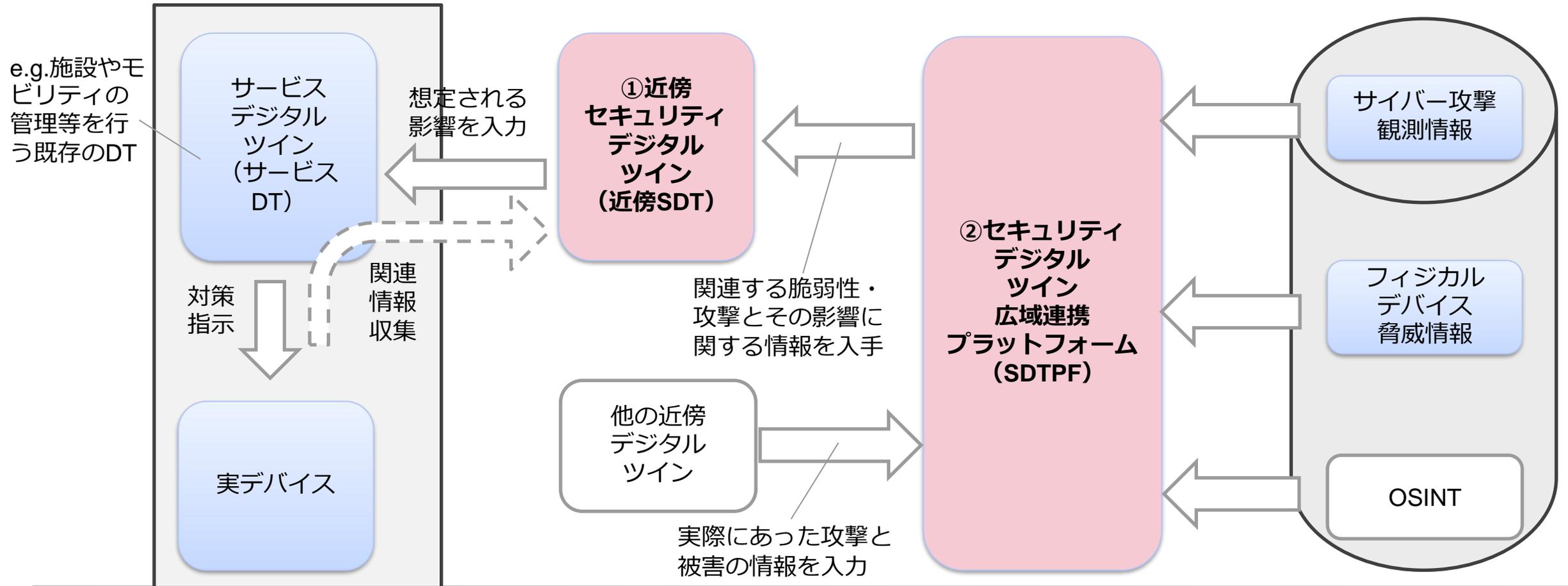


①近傍セキュリティデジタルツイン（近傍SDT）：

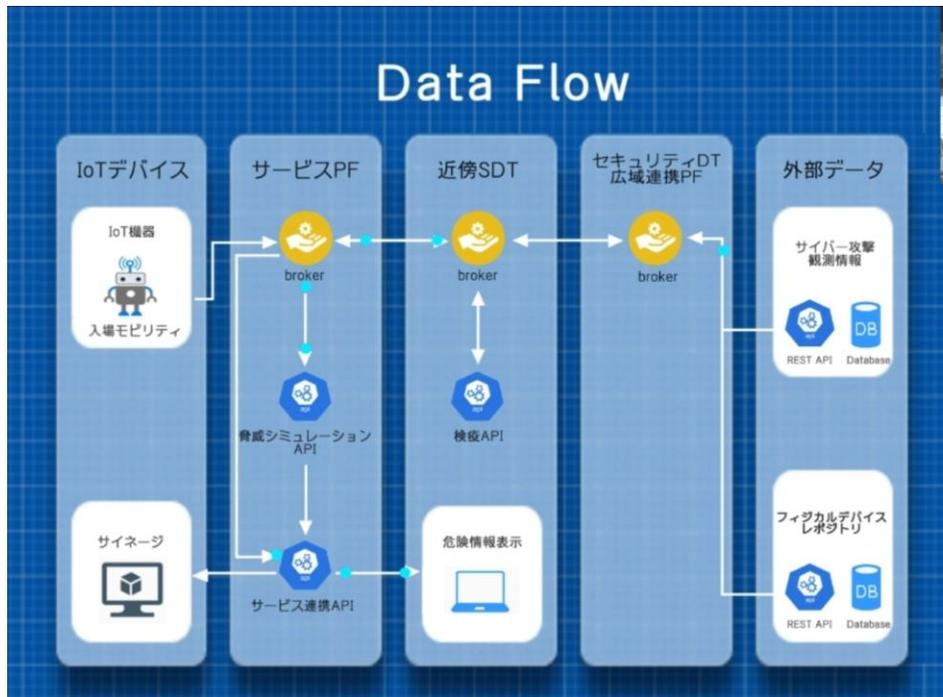
- サービス・目的ごとの既存のデジタルツインにサイバー・フィジカル脅威対策機能をアドオン

②セキュリティデジタルツイン広域連携プラットフォーム（SDTPF）：

- 脆弱性・攻撃とその影響に関する情報を蓄積し、広域で情報共有・連携



複合商業施設におけるモビリティ管理や施設管理のような各種サービスが混在利用される環境でのセキュリティ対策に活用



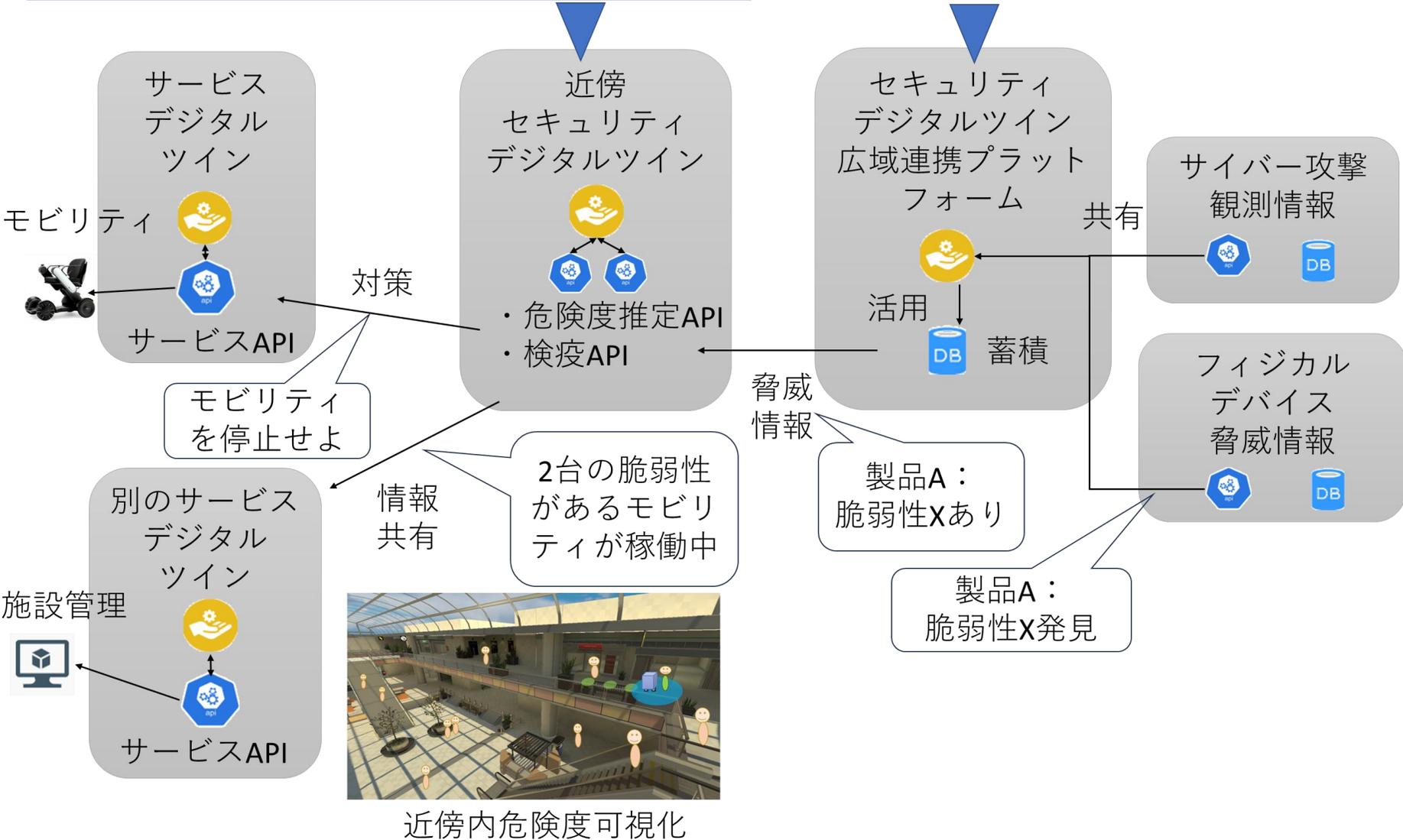
デジタルツインを連携させて
← セキュリティ対策のための
情報を収集

危険判定理由：【2階通路】脆弱性のあるチップを搭載したモビリティが、暴走・落下の危険あり。
【1階広場】脆弱性のあるチップを搭載したモビリティが、2階から落下の危険あり。
対策：危険表示されているモビリティを停止してください。

攻撃影響範囲の推定を行い、
対策を実施 →

フィジカル空間への影響把握と対策を支援

脅威情報把握とセキュリティ対策の知識共有



新たな攻撃による影響の大きさをデジタルツインにより評価



対策の優先度付けや適切な対策手法の選定をサポート



過去の攻撃による被害や効果があった対策などの知識を共有



NICT統合ビッグデータ研究センターとの連携

カテゴリ	主な要件
ブローカリング	<p>複数のデジタルツイン間で誤った情報が共有されると、正確なモデルを確立できず、誤った情報を物理オブジェクトにフィードバックしてしまう危険性があるため、高い信頼性と耐障害性を兼ね備えた仲介役（ブローカ）が必要となる。</p> <p>このブローカは、デジタルツインを識別・認証し、データの送受信を中継するとともに、データのフィルタリングやリアルタイム配信、送達保証などを行う。</p>
シンクロナイゼーション	<p>フィジカル空間の実体とサイバー空間のモデルの間の相互作用を実現するには、双方の間のデータフローを確立し同期を保証する必要がある。</p> <p>従来は、実体を一意に識別しモデルとの間で一対一の同期を行う方法がとられてきたが、これをデジタルツイン間での多対多の同期に拡張する。また、その際の衝突回避も重要となる。</p>
フェデレーション	<p>デジタルツイン連携において、プライバシー保護は重要な課題である。物理オブジェクトが生成する秘匿データを個々のデジタルツインで保持したまま、共有の仮想モデルを更新するデジタルツインの連合体（フェデレーション）を構成し管理することで、信頼性と安全性を強化する。</p>
トランスレーション	<p>異なるセグメントのデジタルツイン間でコミュニケーションを行うには、データの形式的変換だけでなく、意味的変換（翻訳）も必要になる。</p> <p>デジタルツイン連携の目的に応じた変換ルールを、オントロジーなどの確立されたアプローチに基づき開発する必要がある。</p>

出典：NICT Beyond 5G/6Gホワイトペーパー第3版 2.10

NICT統合ビッグデータ研究センターの提唱するデジタルツインオーケストレータのユースケースとして本基盤の活用を検討

■ Brokering

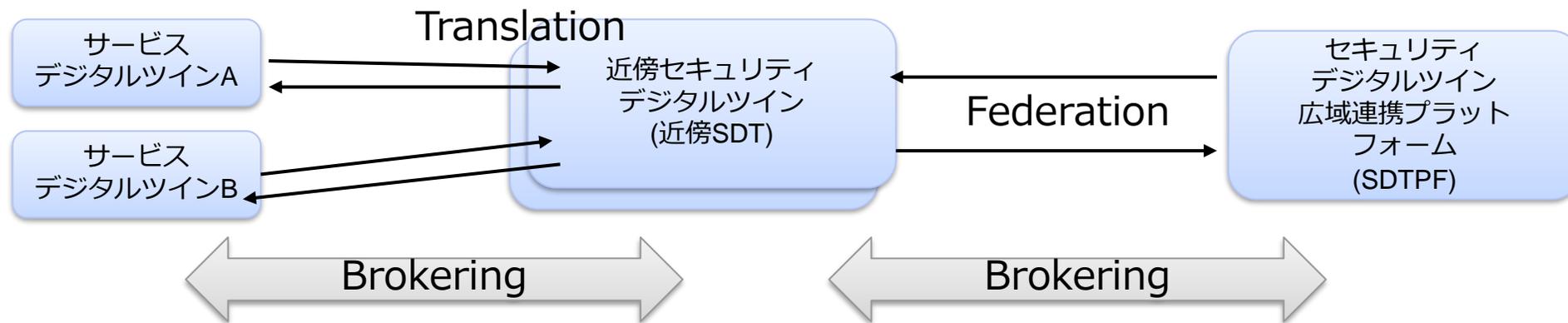
- デジタルツインを識別・認証し、データの送受信を中継

■ Translation

- 異なるセグメントのデジタルツインの連携のためにデータを形式的・意味的に変換

■ Federation:

- 秘匿データを個々のデジタルツインで保持したまま、共有の仮想モデルを更新



“FGMV-43：メタバースプラットフォーム間のハイレベルな相互接続アーキテクチャ” にユースケース例を連名で提案し成果文書に反映

ITU Focus Group Technical Specification

(06/2024)

ITU Focus Group on metaverse
(FG-MV)

FGMV-43

High-level interoperability architecture for
cross-platform metaverse

Working Group 5: Interoperability

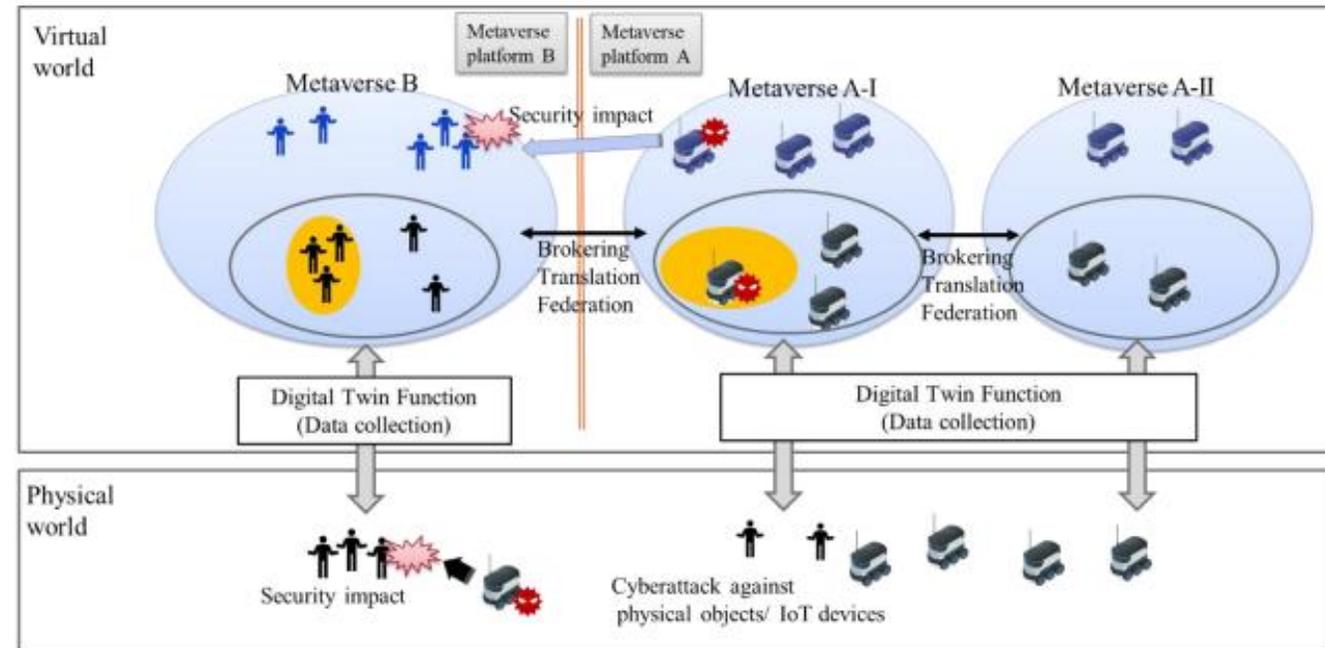
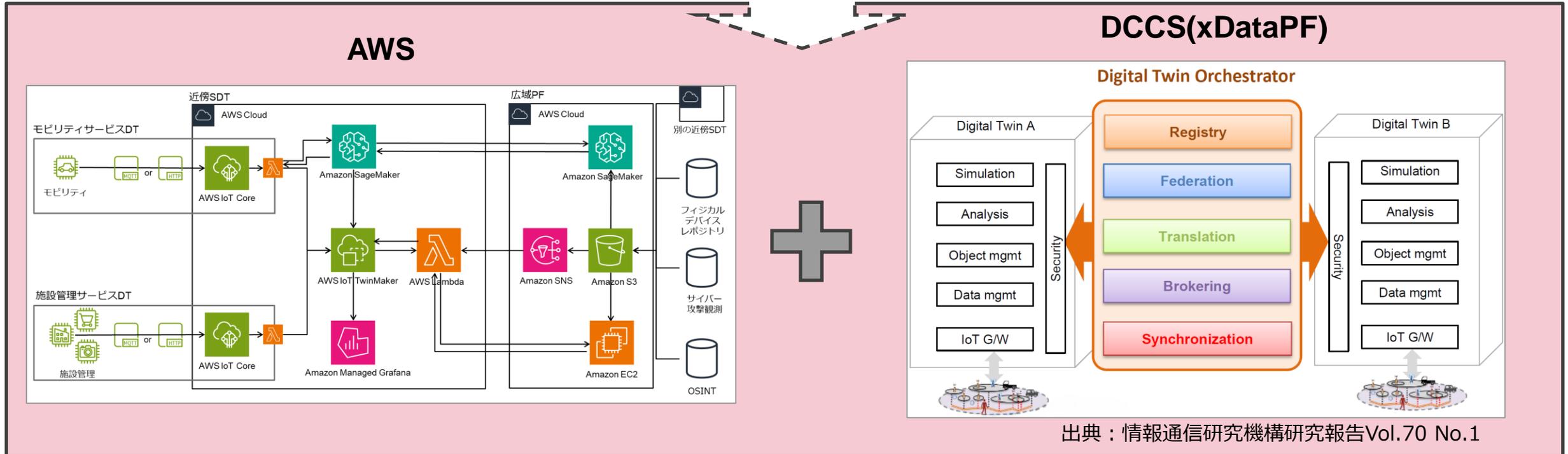
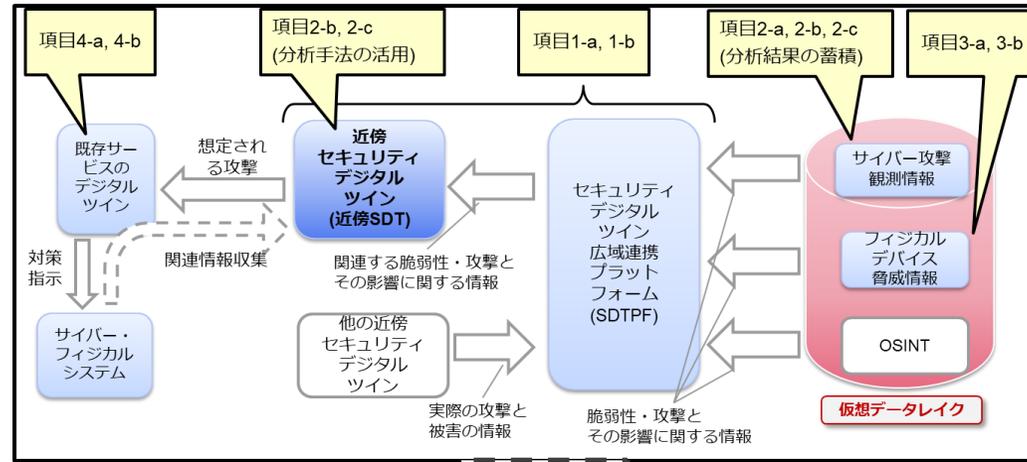


Figure III-5 – Cyberattack impact on metaverse with digital twin or IoT

出典： <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/mv/Pages/deliverables.aspx>



NICT総合テストベッドの活用



出典：情報通信研究機構研究報告Vol.70 No.1

■委託研究におけるBeyond 5G共用研究開発テストベッドの利用

- 受託者の皆様が委託研究を実施するために必要な場合は、委託研究に係る委託契約約款に基づき、NICTが整備するBeyond 5G共用研究開発テストベッドを無償で利用することができます。

ご利用可能な施設・設備 (Beyond 5G共用研究開発テストベッド)	
高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッド	B5G高信頼仮想化環境
	B5Gモバイル環境
	CyReal実証環境
	DCCS (Data Centric Cloud Service)
	超高速研究開発ネットワークテストベッド [JGN]
	大規模計算機環境 [StarBED]
	P4実験環境
先端ICTデバイスラボ施設	
人工衛星観測用鹿島35cm望遠鏡	
超高速光伝送実証設備	
電波測定環境/マイクロ波帯対応電波暗室	
B5G測定環境/テラヘルツ帯対応電波暗室 (B5G電波暗室棟)	

出典 : <https://www.nict.go.jp/collaboration/utilization/B5G/index.html>

■事前準備

- 事務局への申請（2024年10月）
- 利用許可通知書受領（2024年11月）
- テストベッド運用ご担当者様との打合せ（2024年12月）

■フェーズ1（2025/2/19）

- IPレベルでの到達性確認(DCCCS-AWS間接続) ← 実施済み
 - ・ HTTPSを使用したREST APIによる双方向通信

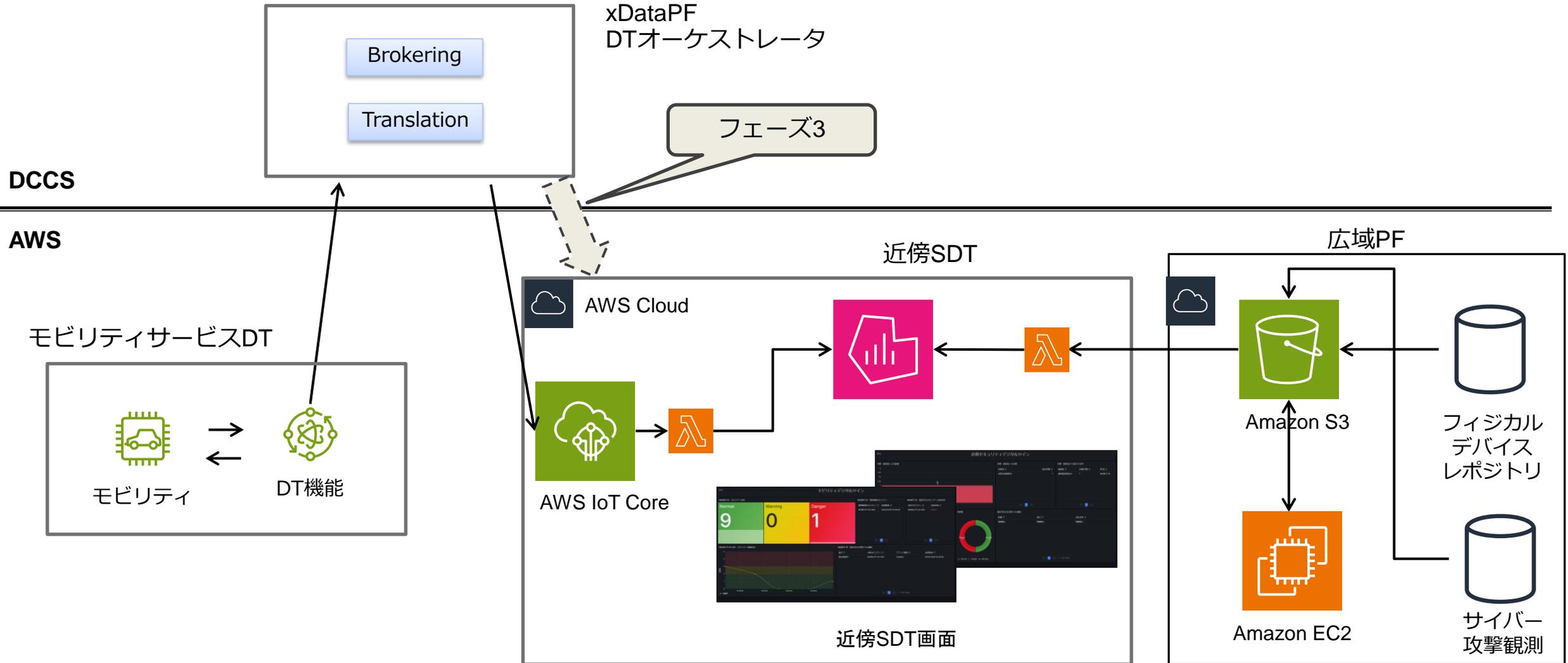
■フェーズ2（次年度）

- アプリレベル（DTオーケストレータ）での接続性確認(DCCCS-AWS間接続)
 - ・ DCCCS上のモジュールをAWSに移植する前に、対象モジュールの動作をNW経由で検証

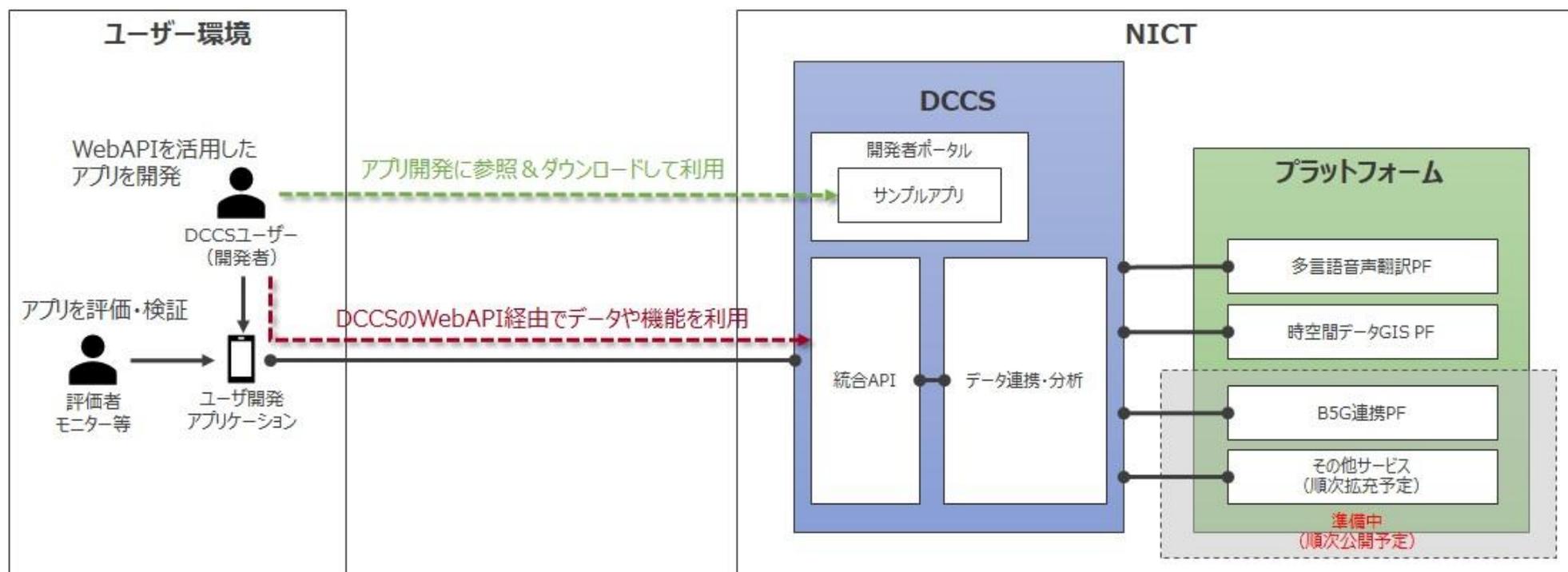
■フェーズ3（次年度）

- DCCCS上のDTオーケストレータモジュールをAWS環境へ移植

フェーズ2 接続試験のイメージ



- 通常のDCCS利用形態は、PaaSとしてのDCCS上でのシステム構築（下図）と想定
- 今回（フェーズ2）はDCCS上のモジュールをユーザ環境（AWS）に移植いただく前のステージング環境とみなし、インターネット経由でのクラウド間接続による接続試験を実施
 - このような変則的な依頼に対しても柔軟にご対応いただいたことに感謝申し上げます



出典： <https://testbed.nict.go.jp/dccs/>

