

次期ネットワークテストベッド報告書

暫定とりまとめ資料

2020年 3月 31日

検討メンバ (敬称略)

池永 全志 (九州工業大学) **リーダー**

秋山 豊和 (京都産業大学)

新 善文 (アラクサラネットワークス)

飯田 勝吉 (北海道大学)

岡本 聡 (慶應義塾大学)

河合 栄治 (情報通信研究機構)

河口 信夫 (名古屋大学)

菊地 俊介 (さくらインターネット)

佐々木 力 (KDDI総合研究所)

関谷 勇司 (東京大学)

竹澤 寛 (NEC ネットズエスアイ)

棚橋 弘幸 (NTTコミュニケーションズ)

丸山 充 (神奈川工科大学)

次期ネットワークテストベッド報告書の狙い

- ◆ ICTの研究開発において、大規模なテストベッド環境を用いた高度な検証は、研究開発成果の競争力向上・実用化・普及促進における必須の取組である。
- ◆ 本報告では、最先端ICT技術の研究開発および実証を支援するために不可欠なネットワークテストベッドについて、次期ネットワークテストベッドの目指す方向性、ネットワークテストベッドを用いて推進すべきこと、ネットワークテストベッドの要件および備えるべき技術、期待されるネットワークテストベッド像について述べる。
 - NICT総合テストベッドは、最先端ICT技術に関する実証支援の役割を担うが、最新の实証ニーズを満たすため、さらなる改良・発展が必要である。
 - NICTは2021年度より開始する次期中長期に向けてその取組みを見直し、刷新を検討しているところである。
 - その機会をとらえ、ネットワークテストベッドについて今後のあるべき姿をNICTと共に検討する、「次期ネットワークテストベッド検討ワーキンググループ」を設立し、意見を募り、議論を通じて意見をまとめた。
- ◆ 本報告は、今後、利用者が結集し、技術と人材が交流して成長するとともに、実証成果がアピールされ、また、実証成果が将来社会に還元される効果をもたらすテストベッドに発展することを強く期待してまとめたものである。

ポイント

- ◆ 新しいネットワークテストベッドがなぜ必要なのか？
- ◆ ネットワークテストベッドで推進すべきこと
- ◆ ネットワークテストベッドが備えるべき要件,
取組むべき技術
- ◆ 新たなネットワークテストベッドにより期待される成果
- ◆ 期待される次期ネットワークテストベッド像とは

Cyber Nativeな世界を目指す研究開発の推進

- モノ・データの動きをサイバー界で表現し、そこにヒトを表現するオブジェクトを投入・成長させ、社会システムを創る。うまくいきそうなものをリアルに投入するかたちで、社会課題を解決する
- CPSバイデザイン



@内閣府ホームページ

Society4.0
情報社会

Society5.0

CPS

デジタルツイン

サイバーファースト

- リアルを再現・検証し進化させるサイバー空間を構築

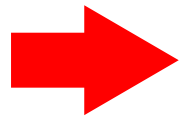
Cyber Native

- サイバー空間の利点を徹底して利用

Cyber Nativeな世界の具現化

サイバー空間の利点を徹底して利用するために

- ◆ 現実世界の制約から解放されたトライアル環境の構築
 - 即時トライアルを実現
 - サイバー空間から現実世界へリンク



サイバーファースト + トライアルファースト

【 あらゆる場面への適用 】

デジタルツイン

xR : AR/MR

テレワーク・遠隔教育

e-Sports

複数視点共有

自由視点映像

防災対策

安全パーソナルモビリティ

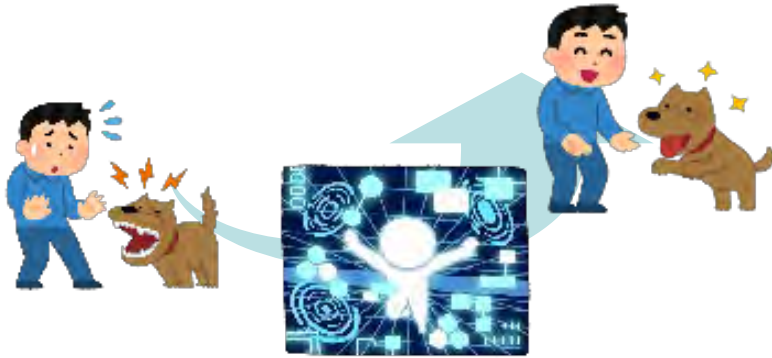
運用検証

人と技術の育成

ユースケース(1/2)

デジタルツイン

- 仮想世界でさまざまな事象を検証し最善解を得る
- 仮想世界内のクロスパーティカル検証
- 仮想化, 多地点間低遅延処理・伝達, AI



AR/VR

- 周囲の環境に相応しい情報を瞬時に付与
- 個々の嗜好にあわせた情報を付与
- 低遅延, 高速通信, 柔軟処理



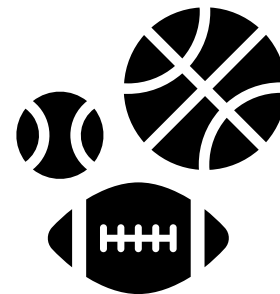
テレワーク・遠隔教育

- 低遅延, 高速通信, 柔軟な処理, 俊敏な拡張
- 個々の性格や進捗にあわせた演習



eスポーツ, 複数視点共有・自由視点映像

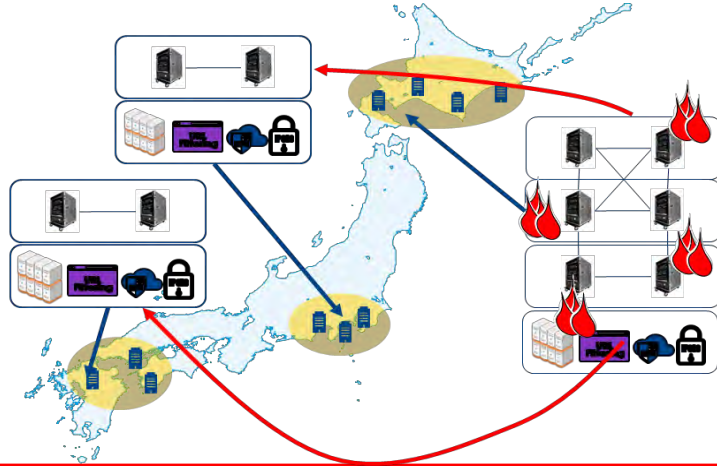
- 状況や命令にあわせ相応しい情報を瞬時に合成
- 低遅延加工処理, 高速情報伝達, 瞬時同期



ユースケース(2/2)

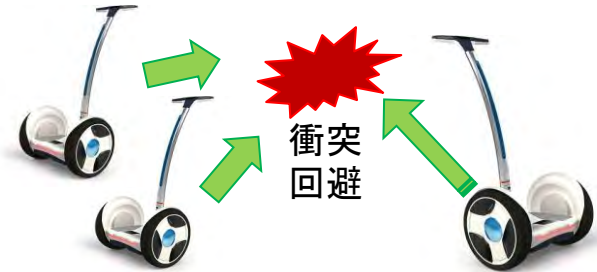
防災対策(システム)

- 被災時の局所処理, リソース移動



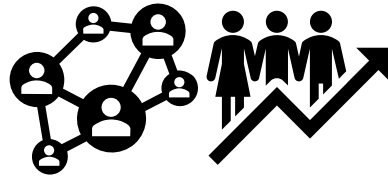
安全パーソナルモビリティ

- 低遅延での進行予測, 衝突回避, 整列, 誘導
- プライバシ処理
- 需要予測, 自動回送



人材と技術の育成

- コミュニティの底上げ
- 人材交流・育成・循環
- 技術利用・進化・他展開



AI/クラウド/IT

- の問題を解決する人 ~ 例: AI研究者 \$
- を具現化する人 ~ 例: AIエンジニア \$\$
- を活用する人 ~ 例: AIデータアナリスト \$\$\$
- を提供する人 ~ プラットフォーマー \$\$\$\$\$\$
- に使われる人 ~ 一般ユーザ -\$

企業による実証実験の誘発

テストベッドでのみできる活きる運用検証

- 過去できたインターネットでの運用検証は今や無理
- 同時並行する先端サービスユーザ群を対象に検証

The complex diagram illustrates a test bed environment. At the top, icons of people at computers and a brain represent user interaction and cognitive processes. Below, a cloud contains server racks representing the test environment. To the left, a graph shows '影響も与えた利用音数' (Number of users affected by influence) on the y-axis (375, 10万, 100万) and time on the x-axis (1週間, 2時間, 12時間, 24時間, 断続時間). A red 'X' is drawn over the graph, indicating that traditional internet-based testing is no longer feasible. Text boxes provide details about the test environment, including 'テストベッド(実証試験環境)' and 'セルラーPWAを適用する制約事項'.

ネットワークテストベッドで推進すべきこと

Co-Design

コミュニティの 底上げ

- ・ 共通基盤を用いた
連携体制の構築
⇒新エコシステム確立
⇒国プロ実践
- ・ 新技術・OSSの取込

最先端ネット 研究開発

- ・ チャンピオン
ファクトの獲得
- ・ 産業界による
技術実証

オープン化 標準化

- ・ オープンな環境
をユーザへ提供
- ・ 標準化参照
モデルの構築

コミュニティ型研究開発

ネットワークテストベッドで推進すべきこと

推進課題	内容	効果
テストベッドを共通基盤とするコミュニティ型研究開発, 製品検証の促進	<ul style="list-style-type: none"> 組織間連携による設計・開発・実験の推進 新技術や製品を国内エコシステムで評価する体制構築 プロジェクト・コミュニティ形成の支援, 人材育成 	<ul style="list-style-type: none"> 1組織で解決できないギャップ埋め 開発速度の向上 エコシステム形成 コミュニティの底上げ 人材交流・育成・循環 リクルーティング
オープンな設備の提供	<ul style="list-style-type: none"> 拠点の最新機器利用 機器を持ち込み 産学結集場所 最新機器・機能・成果のハンズオン・ショーケース 	<ul style="list-style-type: none"> エコシステム形成 コミュニティ形成 機器・機能・成果の魅せる化 成果共有の容易化
連携体制の構築	<ul style="list-style-type: none"> 同業連携、通信事業・製造事業・OTTの連携 国プロの実践 シヨールーム化 	<ul style="list-style-type: none"> シナジー促進 OSSの取込・改善・共有 エコシステムの確立 新規参画者誘導
相互接続実証	<ul style="list-style-type: none"> 機能接続性検証 クラウドブロック構築 柔軟なネットワークアクセス環境の提供 	<ul style="list-style-type: none"> システム完成度向上 人材交流・育成・循環 成果の魅せる化
新技術・OSS取込	<ul style="list-style-type: none"> 国プロ成果の継承 	<ul style="list-style-type: none"> エコシステム形成

最先端研究開発

ネットワークテストベッドで推進すべきこと

最先端ネット
研究開発

- ・チャンピオン
ファクトの獲得
- ・産業界による
技術実証

研究開発例	内容 (要素技術)	効果
デジタルツイン アプリ基盤	<ul style="list-style-type: none">・ モバイルエッジコンピューティング・ 任意仮想網・QoS動的構築	<ul style="list-style-type: none">・ 試行錯誤実践による サービス信頼性向上
超高精細映像 処理技術	<ul style="list-style-type: none">・ インライン型映像処理・スイッチング, 遅延補正・ 多様な映像に対応した圧縮信号変換・ サービス機能連鎖	<ul style="list-style-type: none">・ 生活の豊かさ・利便 性・安全性向上
クラウドブロック	<ul style="list-style-type: none">・ ネットワーク・ルータマイグレーション・ さまざまな計測ツール・ 検証環境自動構成技術	<ul style="list-style-type: none">・ 災害時のBCP・安全性 向上・ 機能利用簡易性向上
計測センター・ 防衛センター	<ul style="list-style-type: none">・ 再現できる・ 動的スライシング・テレメトリ, AI技術	<ul style="list-style-type: none">・ 技術信頼性向上・ セキュリティ耐性向上
複数視点共有・ 自由視点映像	<ul style="list-style-type: none">・ 音声・画像処理技術(認識、合成、変換)・ 低遅延処理、同期	<ul style="list-style-type: none">・ 生活の豊かさ・利便 性・安全性向上
安全パーソナ ルモビリティ	<ul style="list-style-type: none">・ 多物体の進行予測・ 自転車等向けの瞬時警告・通知	<ul style="list-style-type: none">・ 生活の安全性向上
超知性ネット ワーキング	<ul style="list-style-type: none">・ 機械学習・ 自律制御	<ul style="list-style-type: none">・ 応用領域の拡大
光通信	<ul style="list-style-type: none">・ マルチコアファイバ通信・ネットワーク	<ul style="list-style-type: none">・ 伝送革新
量子通信	<ul style="list-style-type: none">・ 量子鍵配送	<ul style="list-style-type: none">・ 究極セキュリティ

オープンな環境をユーザに提供

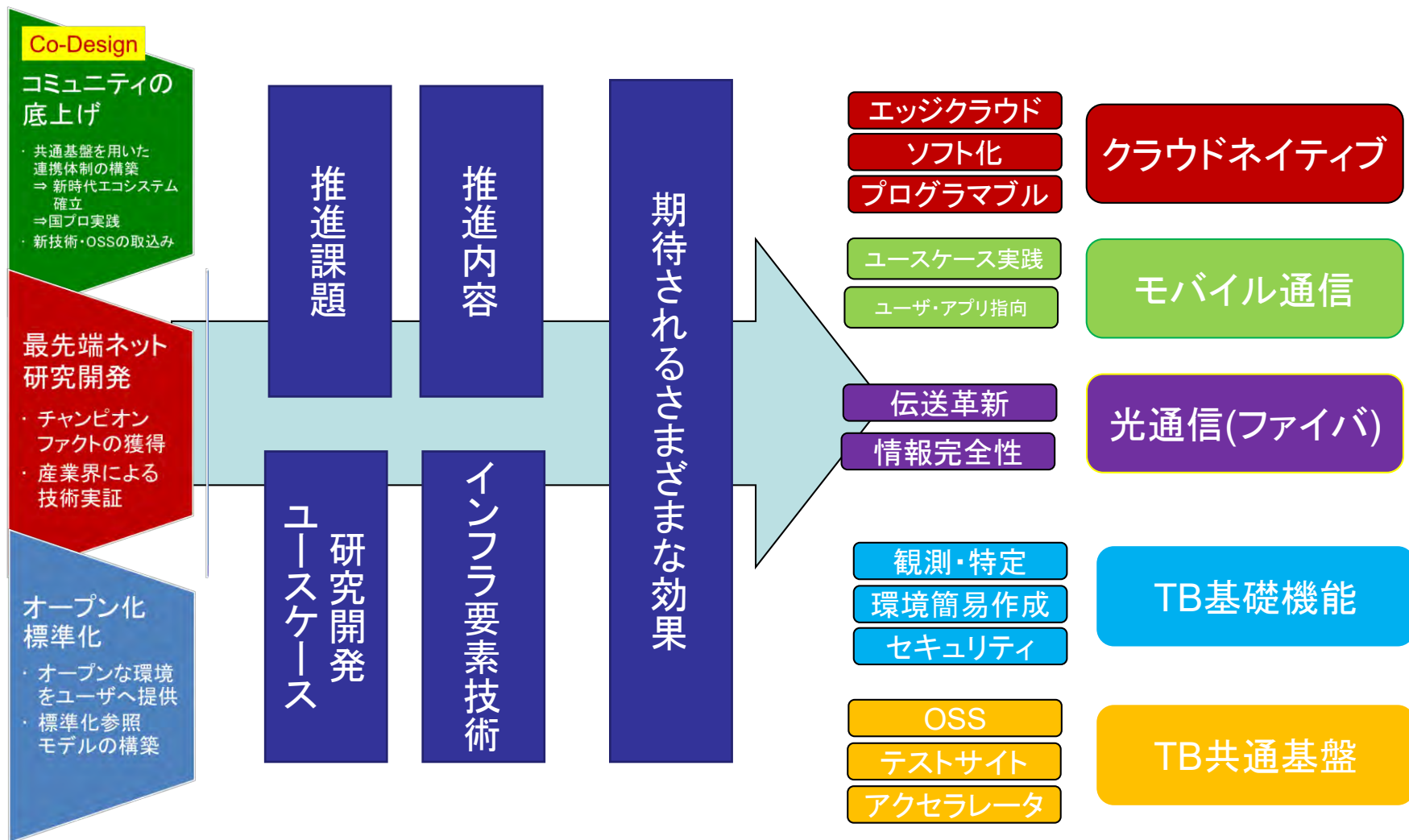
ネットワークテストベッドで推進すべきこと

オープン化
標準化

- ・オープンな環境をユーザへ提供
- ・標準化参照モデルの構築

推進課題	内容	効果
複数の事業者や研究機関が使うサンドボックス整備	<ul style="list-style-type: none">・ プログラマブルリソース, 共通基盤の提供・ オープンソースによる開発物の利活用	<ul style="list-style-type: none">・ オープンソース活用活性化による効率化・ オープン指向・ 同一リソース利用による課題共有
標準化・OSS化	<ul style="list-style-type: none">・ 参照モデル・ソフトウェアの作成・ OSSまたはコミュニティ内限定参照として共有	<ul style="list-style-type: none">・ 複数者による標準策定技術の検証・ 開発技術の蓄積と再利用・ 作業過程における自身の検証手段・ 作業過程における標準化参加者支持増と、参加者以外の裾野拡大
オープンなインフラ, システムプラットフォーム	<ul style="list-style-type: none">・ リソース, API, ソフトウェア利用自由化・ 論理隔離, 標準化, ソフト化, 自動化	<ul style="list-style-type: none">・ 研究開発促進・ 参入障壁の低下・ 事業での容易な再利用
パッケージ化	<ul style="list-style-type: none">・ 開発物を他ユーザが使えるようにする	<ul style="list-style-type: none">・ 開発物の利用者拡大とそのフィードバックによる開発者受益増
新しい技術の研究開発促進	<ul style="list-style-type: none">・ AI/ML等の新技術のインフラへの転用・ インフラ用カスタマイズハードウェア開発	<ul style="list-style-type: none">・ 新たな技術を他のユーザが享受できる・ 新たな技術をすぐに試せ、DevOpsできる
国内エコシステムによる評価体制構築	<ul style="list-style-type: none">・ テストサイトでの設計・開発・実証行程の構築と実践	<ul style="list-style-type: none">・ 将来にわたる人的リソース循環・ビジネス体制の強化

効果を具現化するテストベッド要件



ネットワークテストベッドが備える要件・取組むべき技術

(ポスト)クラウドネイティブ化

- クラウド親和性, オープンソフトウェア基盤, ソフト化/プログラマブル化

モバイル通信

- B5G/6G, モバイルコア, RAN, ローカル5G

光通信(光テストベッド)

- 超高速光通信, マルチコアファイバ, 量子通信, 光格子時計

テストベッド基礎機能

- モニタリング/デバッグ/再現性等のテストベッド基礎機能

テストベッド共通基盤

- オープン化, PPPのための共通実証基盤化(テストサイト), 標準化活動

(ポスト)クラウドネイティブ化

- クラウド親和性, オープンソフトウェア基盤, ソフト化/プログラマブル化

クラウド親和性

■【ネットワーク機能のクラウドネイティブ化】

クラウドネイティブ管理技術を活用し, ネットワークインフラレイヤを抽象化することで, ネットワーク機能をより効率的に利用する

■【クラウド・エッジ連携】

クラウド, エッジの特長を活かし, クラウドではリソース性能を自由に選択し様々な仮想ノードを組合せ, エッジではアクセス網の機能を取込む

■【パブリッククラウド親和性】

実験実施者(研究者・企業)の負担を低減. 事業展開を目指す企業・自治体に余分な費用負担と手間を発生させず, 低コストに成果を移行

オープンソフトウェア基盤

■【展開容易性】ベンダロックインからの解放.

オープンソース製品を複数のクラウド環境にオーバレイして活用

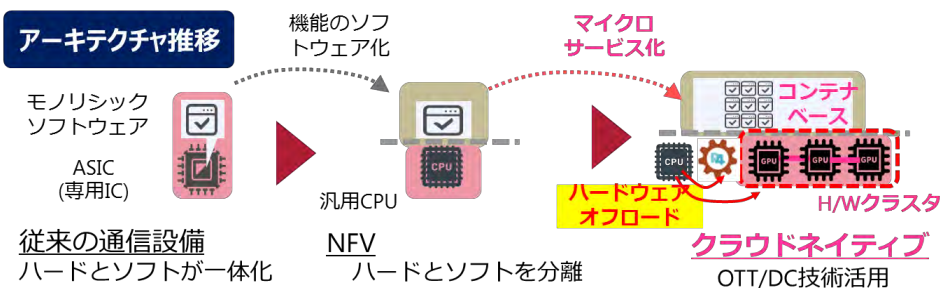
■【利用容易性】クラウドネイティブなNFVの進展やクラウド・エッジ連携による大容量・低遅延処理の実験の場

(ポスト)クラウドネイティブ化

- クラウド親和性, オープンソフトウェア基盤, ソフト化/プログラマブル化

ソフト化/プログラマブル化

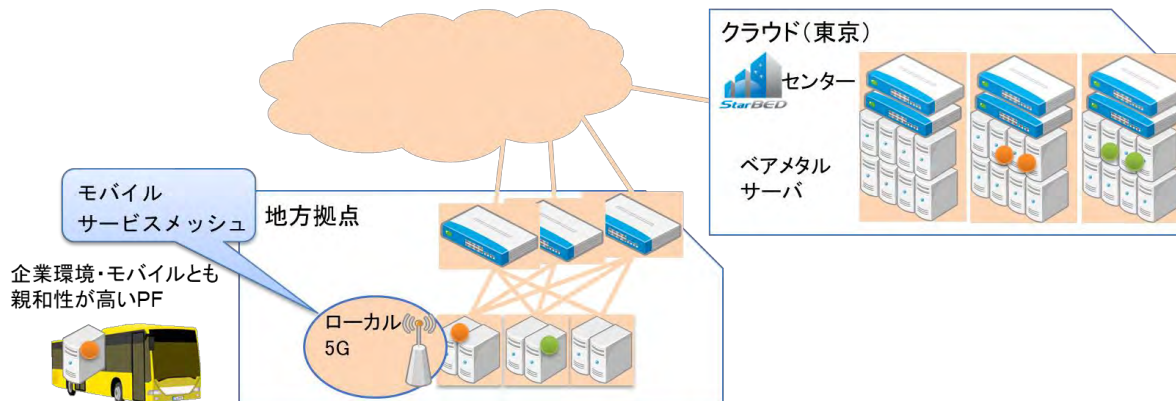
- **【新構成技術】** エッジコンピューティングやBeyond 5Gコア/RAN, ICN等の技術試作・検証など, ネットワークそのものの新規機能の研究を支援
 - 機能アドオンできるホワイトボックススイッチ
 - P4に代表される機能実装フレームワーク
 - 高速I/Oを持つサーバ群
 - H/Wアクセラレーション
- **【高速仮想化】** 10Gbps/100Gbpsで完全仮想化し, ソフトウェアルータやマイグレーションの高速検証に活用
- **【線路仮想化】** 高速回線やマルチコア光ファイバを分割しシリアル接続する遅延線活用



モバイル通信

• B5G/6G, モバイルコア, RAN, ローカル5G

- **【エンドツーエンド】**アクセス網までを考慮した実証環境
 - 固定・可搬の無線実験環境(基地局群)
 - アクセス・コア連携
- **【実用化研究】**ベンダ・オペレータによる商用開発の促進
 - Cloud-native(RAN~Core), Beyond 5G/6G
- **【エッジ】**クラウドを延伸するエッジ領域の適用先として, 無線アクセス近傍を想定
 - 各種RAN, Local 5G, LPWA
 - 5Gのローカルブレイクアウトを含めたシステム構成
- **【フィールド検証】**街やキャンパスレベルのフィールド試験の実現



光通信(光テストベッド)

- 超高速光通信, マルチコアファイバ, 量子通信, 光格子時計

光テストベッド

- **【付加価値】** over IP 接続でない価値
- **【超高速光通信】** 専用線なしで最新の光伝送技術をネットワークに組み込む
- **【マルチコア光ファイバ】**
 - IP網に世界で初めてマルチコア光ファイバを組み込む
 - 世界をリードする挑戦研究をフィールドで
 - 遅延線としてを実験環境を擬似広域化(信号をコア数周回)
- **【量子通信】**
 - 世界をリードする東京QKDへインフラ提供

光格子時計

- **【日本発祥技術】** 複数組織の光格子時計を光ファイバで接続する野心的研究
 - 周波数差を計測し, 重力ポテンシャル差等測地的な情報をリアルタイムに取得
 - 将来のネットワークにベースクロックを供給するための研究
- **【高精度時刻配信】**
 - NICTの高精度時刻が取り出せる仕組み
 - 映像業界からの期待

テストベッド基礎機能

- ・ モニタリング/デバッグ/再現性等のTB基礎機能

■ モニタリング／デバッグ

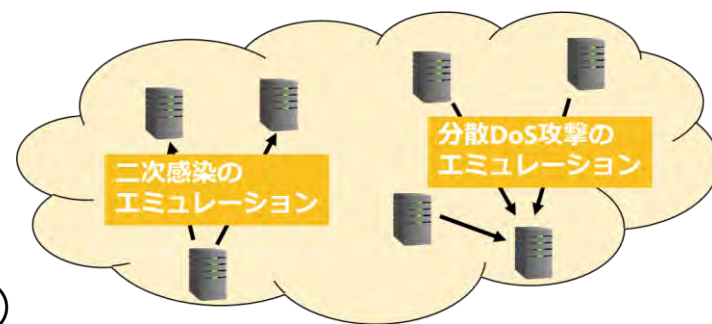
- 【デバッグ支援】高精度モニタリング機構の整備(デバッグ時間と労力を短縮)
- 【同期】NICTの高精度時刻を取り出せる仕組み

■ 再現性

- 毎回同じ品質の仮想ネットワークを再現構築
- 記述言語やGUIによる構成定義
- トポロジと帯域・リンク特性(媒体, パケットロス率, 回線断, 遅延, 負荷)を定義
- 論文で参照網とされる JPN48, NSF, GEANTなどを再現
- 繋がらない状態を実現

■ ユーザスライス(プロジェクト単位)実験支援機能

- バックグラウンドトラヒックの発生(ランダム・実測に基づくもの)
- 壊れるネットワーク機能・シナリオ
 - 広域災害・障害への取組
 - マルウェア・ボットプログラムの感染活動
 - DDoSしてくれる機能(右図)
- 遅延線(400Gbps回線を1Gbps×400回折り返し)



- ・オープン化, PPPのための共通実証基盤化(テストサイト), 標準化活動

オープン化

- ベンダロックインから解放されたオープンソース(製品を含む)を複数のクラウド環境にオーバーレイして活用する
- プロジェクト単位(科研等予算・期間制約)を超えた長期システム維持を可能とする
- 新しい技術体験の場を提供
 - P4, ホワイトボックススイッチ
 - 国プロで開発されたネットワーク装置, ソフトウェア資産
 - プログラマブル機器とネットワーク記述言語によるプログラマブルネットワーク総合テストベッド
- 皆が攻撃してくるネットワーク

テストベッド共通基盤

- ・オープン化, PPPのための共通実証基盤化(テストサイト), 標準化活動

PPPのための共通実験基盤化(テストサイト)

- 個々の開発物を合成できる環境と人が集まれる場所
- 複数のキャリア・研究機関が利用できるサンドボックス拠点
- 技術の検証場とし, 異業種連携によるシナジー促進とコミュニティ底上げ
 - 広域網にも接続
 - 持込み+テストサイト内の機器利用
- シーズとビジネスの結びつけや迅速なトライアルが可能な環境を提供し, 基本技術で世界をリードするだけでなく, ビジネス面での諸外国との見劣りからの脱出に寄与
 - 製品一歩手前のミドルボックスを詳細検証する試験環境(施設, 設備, 機能)
 - 既存製品との比較や国内製品の課題を導出できる場
- 新技術へ挑戦する場
 - 高速I/Oを持つサーバ群, P4等プログラマブルデバイス, H/Wアクセラレーション
 - テスター, モバイル基地局, 光伝送機器など, 個々には試しで手をだせないもの
 - 国プロで開発されたネットワーク装置・ソフトウェア資産
 - 自前機器を持ち込めるコロケーションエリア
- 橋渡しのエンジニアとキャリアプール
 - 利用者ニーズに応えるためのエンジニアを用意し, 参入障壁を緩和
 - このようなエンジニア・研修生を受入れ, 皆で育て巣だつキャリアプール

利用例: 雪祭り, iPOPショーケース

海外のプロジェクト (1)

FABRIC

大容量データ処理のためのテストベッド

- ◆ より高速でよりセキュアなインターネットのためのアーキテクチャをテストするプラットフォーム
- ◆ 予算: \$20M (2019年~4年)
- ◆ NSFが支援
- ◆ 狙い
 - インターネットとサイエンスのための新しいアプリケーション (P4やOpenFlow技術の利用)
 - プロダクションネットワーク接続に耐えるサイバーセキュリティ向上
 - HPCと無線通信 (5G, エッジ) とIoTの統合
 - 機械学習や人工知能の基盤制御管理への統合
 - 次世代コンピュータサイエンス研究者の教育

<https://fabric-testbed.net/>

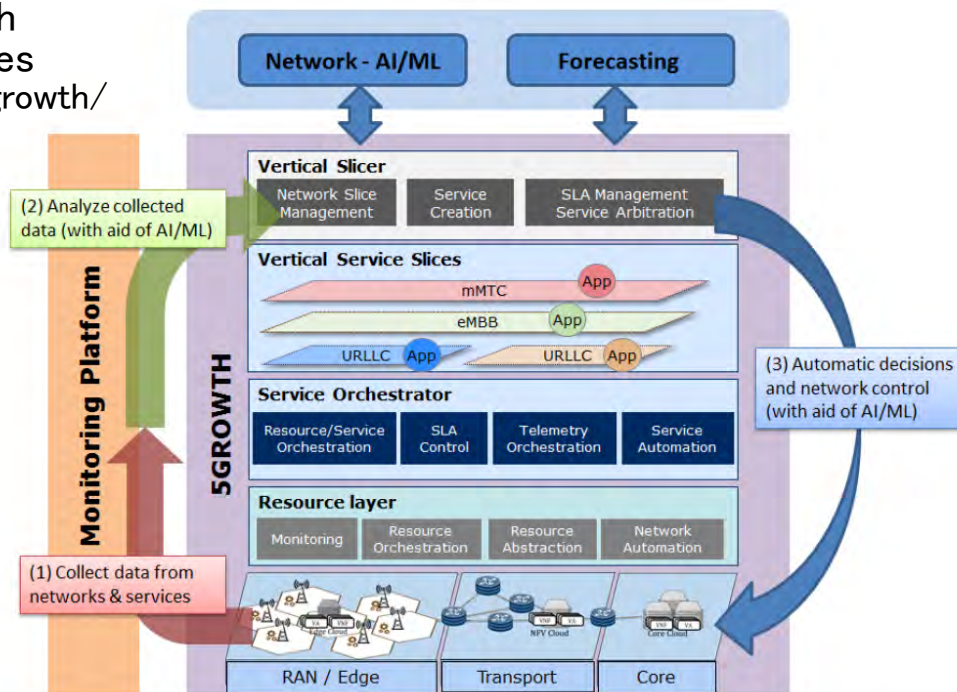


海外のプロジェクト(2)

5GROWTH

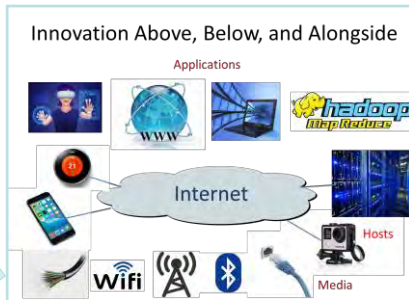
- ◆ 5G PPP 第3フェーズ
- ◆ 2019年6月より2年半
- ◆ 約14百万ユーロ
- ◆ AI主導で自動化された複数のサービスを必要な性能で同時提供するエンドツーエンド5Gを用いてバーティカル産業を開花する
- ◆ バーティカルサービス構築に必要なスライシング, 仮想化, 複数ドメイン管理
- ◆ 4サイト, 9実地試験を通じた5G技術・実用化検証 (TRL6-7)
- ◆ 労働者遠隔品質管理, ゼロ欠陥製造, デジタルツイン, テレメトリ, モニタ, 安全通信, 省エネなど
- 5GPPP 第2P(フェーズ) 5G-TRANSFOMER, 5G-MONARCH活用
- 5G-PPP第3P 5G End-to-End プラットフォーム5GEVEと5G VINNIの応用拡張

5G-enabled Growth in Vertical Industries
<https://5g-ppp.eu/5growth/>



最先端の国際会議から

- ◆ ACM SIGCOMM 2018
- ◆ Jennifer Rexford (Princeton Univ)
- ◆ ネットワークの「中」を「すばやく」かえるネットワークワーキング



But, Limited Innovation "Inside" the 'Net

- Over specified
 - Slow protocol standardization
 - Standards in fixed-function hardware
- Closed equipment
 - Software bundled with hardware
 - Vendor-specific interfaces
- Few people can innovate
 - Equipment vendors write the code
 - Long delays for new features

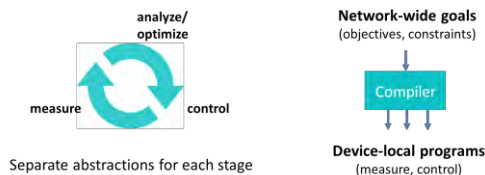


But, the inside of the network *does* need to change

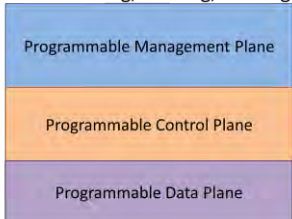
たくさんの方が参入できるように

Ongoing Work: Closing the Loop

- Three-stage control loop
- Integrating the stages



Pushing, Pushing, Pushing

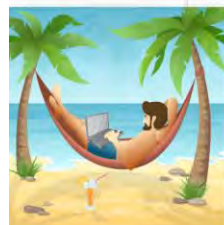


- ◆ ONF Connect 2019 Keynote
- ◆ Nick McKeown (Stanford University)
- ◆ ソフトを正しく動かすSDNからハードレベルの問題対処までサイクルするSDNへ

"Making SDNs Work" [ONS-2012](#) - ONF Connect 2019

With SDN we will:

1. Formally verify that our networks are behaving correctly.
2. Identify bugs, then systematically track down their root cause.
3. Measure and validate correctness, then generate and verify code fix. Download to correct the bug.
4. Goto beach....?



2012年
問題特定

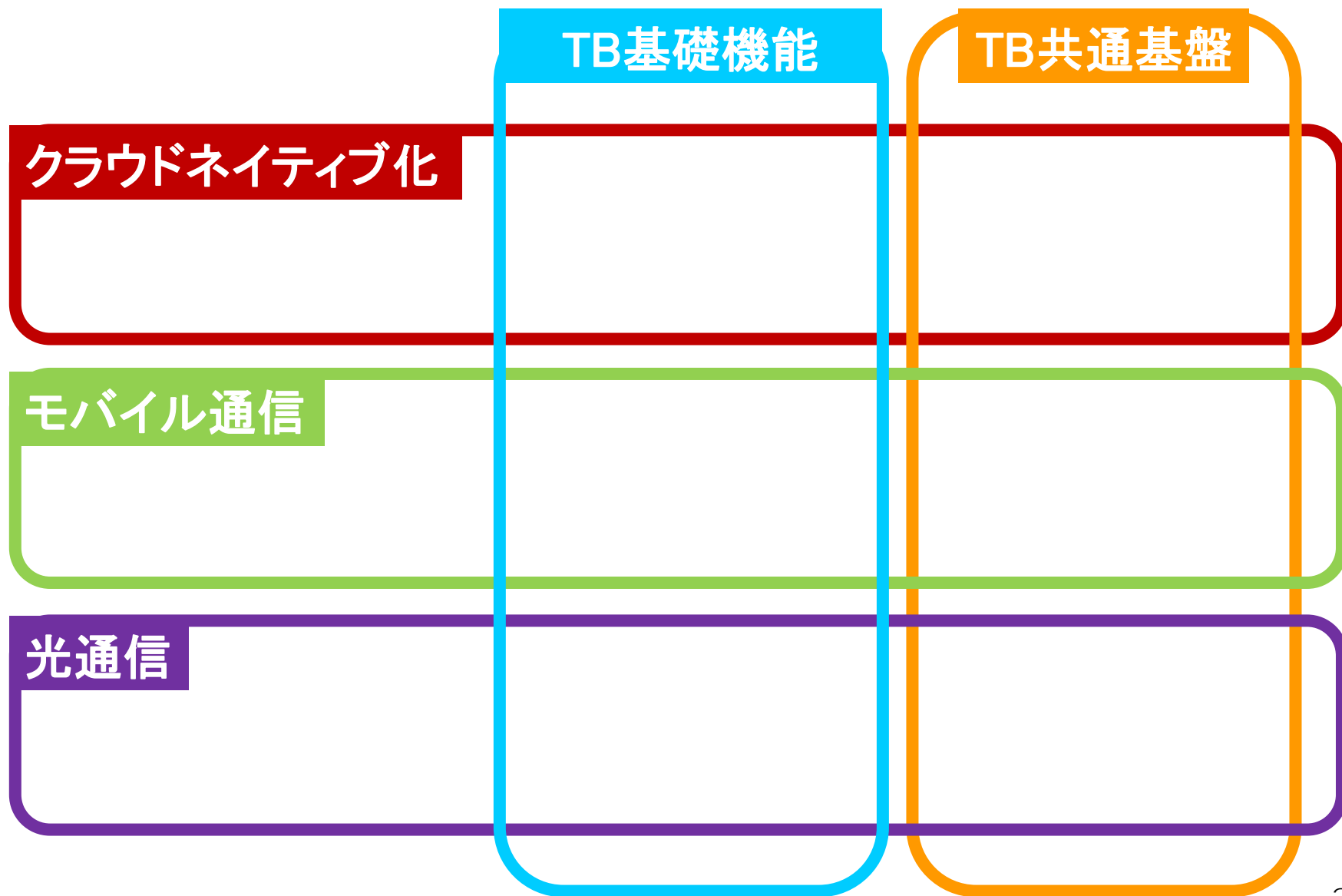
2019年 コード
フィックス

ソフトウェア制御

パケット処理制御

問題解決までサイクル
する一体運用

要件・機能基盤を組合せ成果創出レベルの飛躍へ



クラウドネイティブ × 共通基盤

◆ 張出し分散データセンター

- クラウド拠点をユーザ近傍まで張り出しエッジクラウドを形成
- 個と群の両方の機能を提供, 多様なアクセス網の提供

◆ クラウドブロック (CB)

- 装置と機能の集合を自在に組合せて利用可能な環境とその自動構成
- CB上のアプリ評価を通じた, エコシステムの活性化とCB自体の進化

◆ インフラ防御

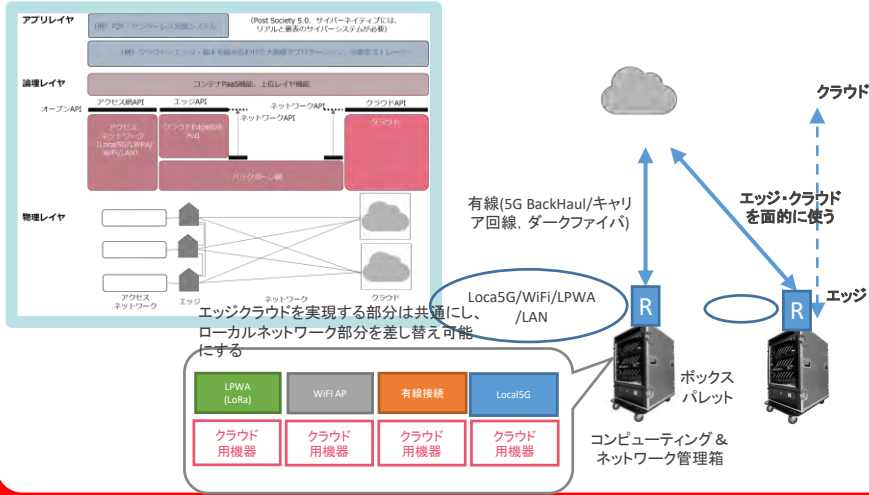
- 最先端技術を取り入れた計測/防御センターの実現と技術者育成
- ノード・リンクの物理状態も含めてモニタリング可能な環境
- 再現可能なネットワーク, 壊せるネットワーク
- トレーニングデータの提供

◆ エッジコンピューティング基盤

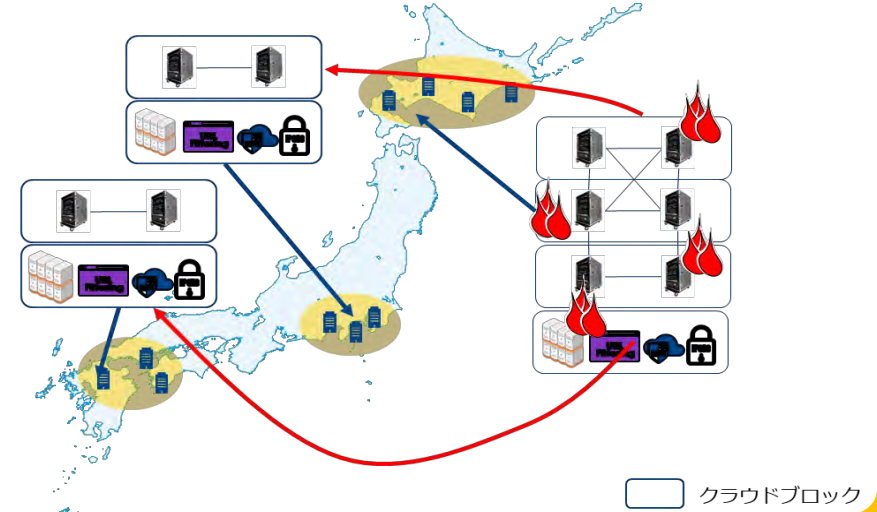
- 国内クラウド事業者と研究者が同じフィールドでプラットフォーム検証する環境
- 相互接続性の試験環境
- ステークホルダー連携によるプラットフォーム導入・検証フィールドの構築とその活用による技術力向上と技術者交流

クラウドネイティブ × 共通基盤

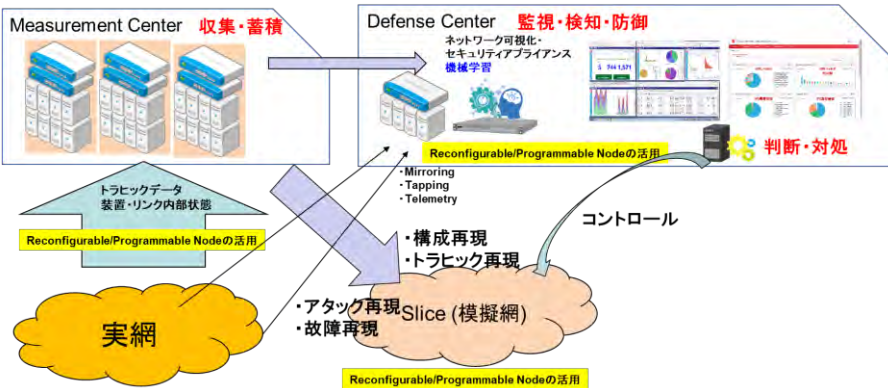
張出し分散データセンター



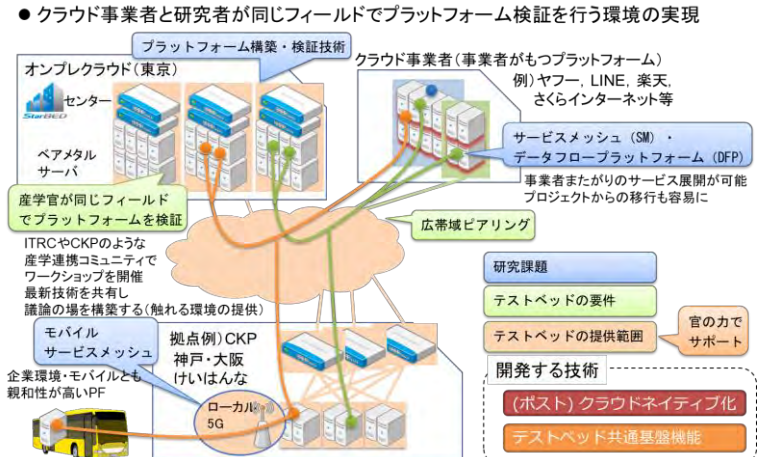
クラウドブロック研究開発



インフラ防御の研究開発

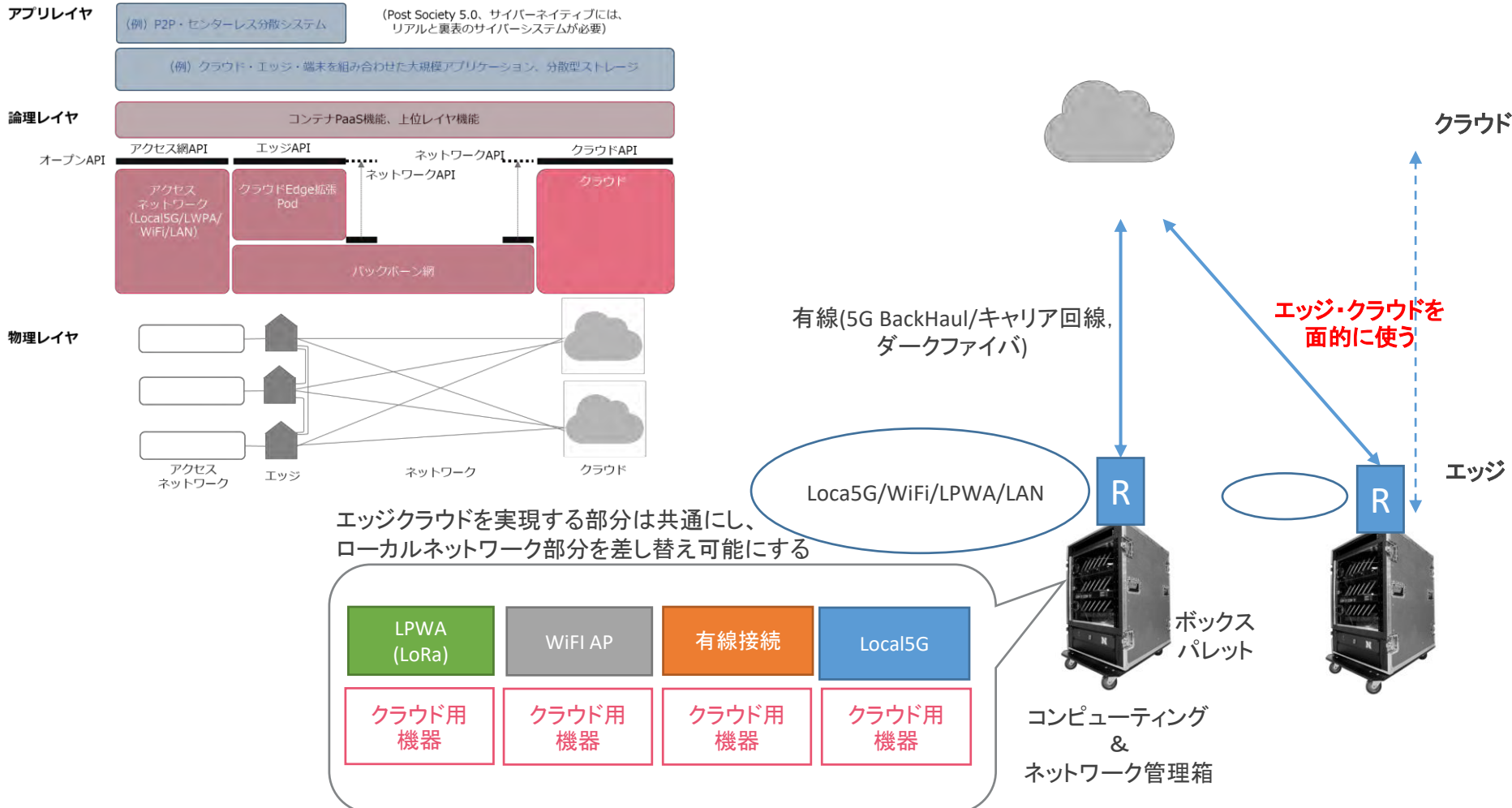


エッジコンピューティング基盤



張り出し分散データセンター

- クラウド拠点をユーザ近傍まで張り出しエッジクラウドを形成
- 個と群の両方の機能を提供, 多様なアクセス網の提供



クラウドブロック

- 装置と機能の集合を自在に組合せて利用可能な環境とその自動構成
- CB上のアプリ評価を通じた, エコシステムの活性化とCB自体の進化
- 防災対策へ

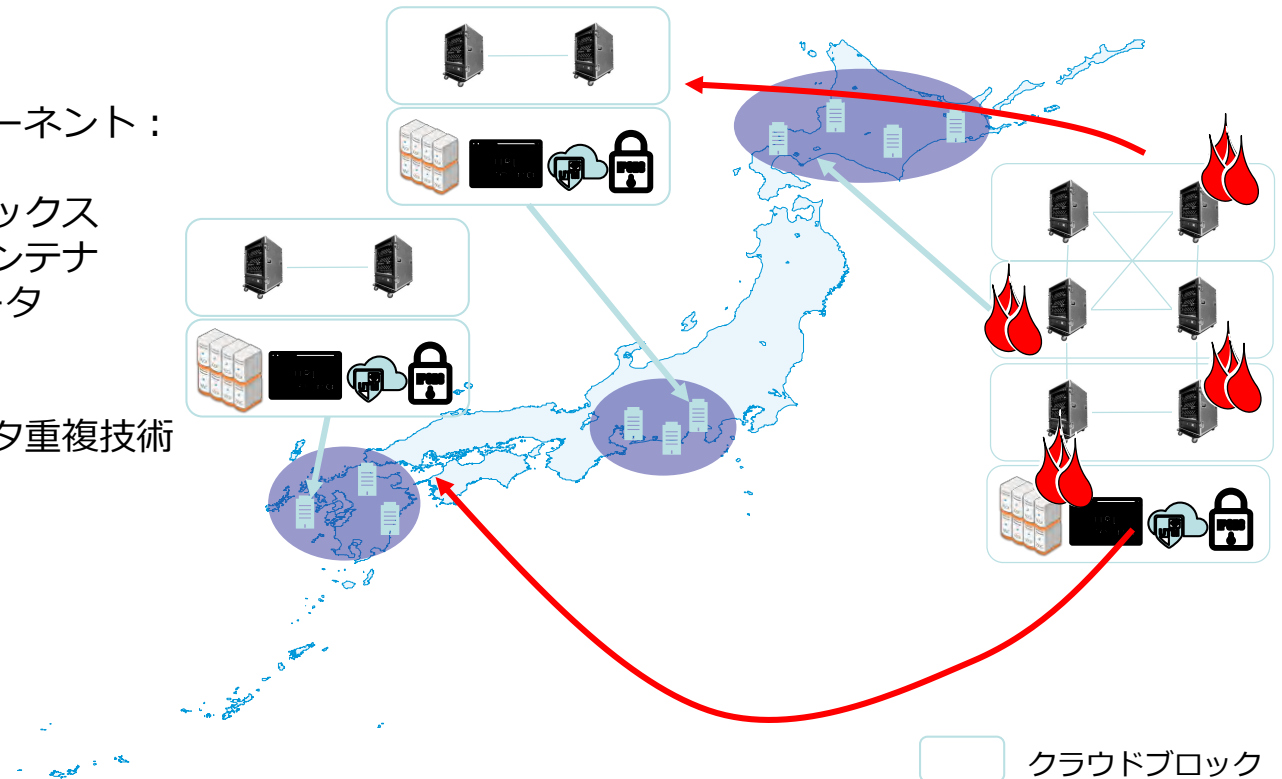
防災対策へ向けたクラウドブロック構想

ブロックとして組み合わせられた「個々の技術・機能」が被災時には別の複数個所で復旧することを「実フィールド」で検証する

クラウドブロックのコンポーネント：

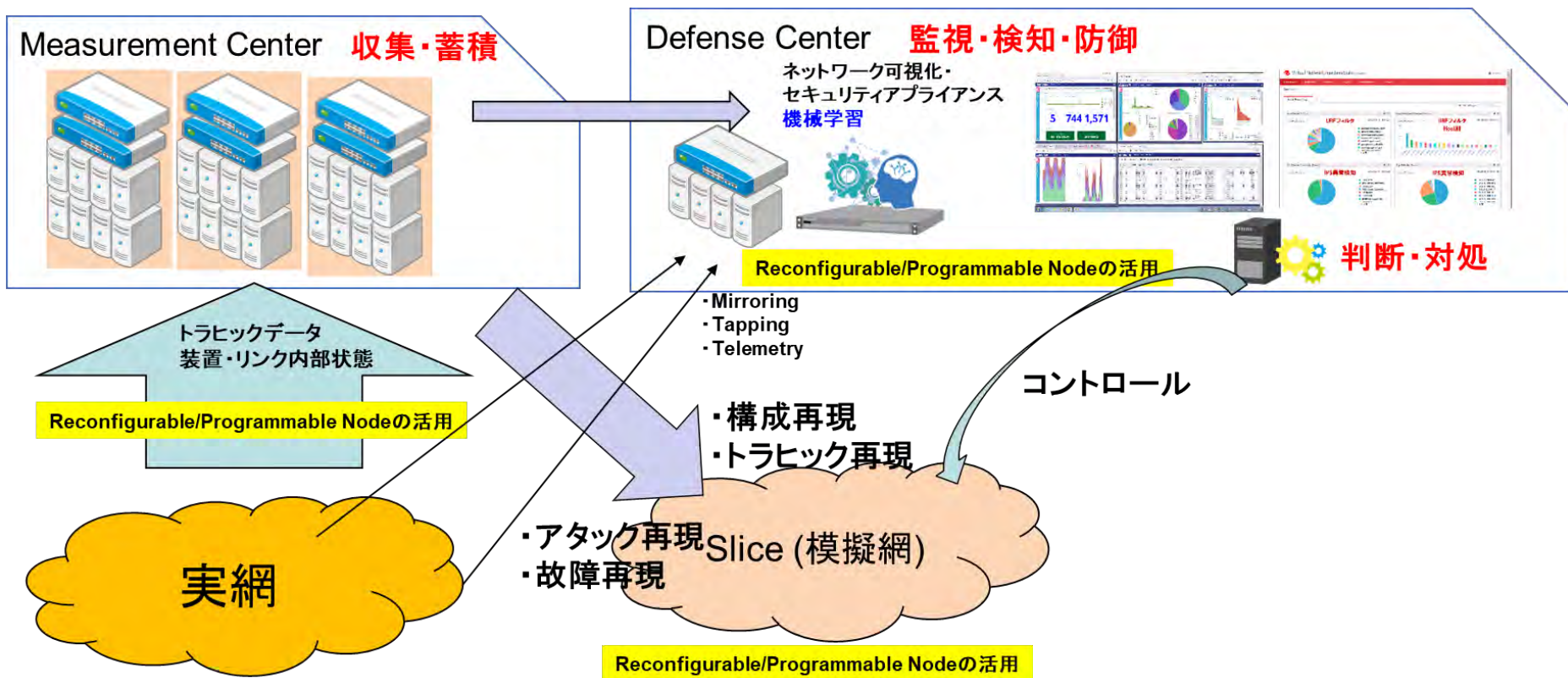
- ・ソフトウェアルータ
- ・ソフトウェアミドルボックス
- ・NFV・仮想化技術・コンテナ
- ・SD-X・オーケストレータ
- ・Network Slicing
- ・サービスチェイニング
- ・ストレージ分散・データ重複技術

等



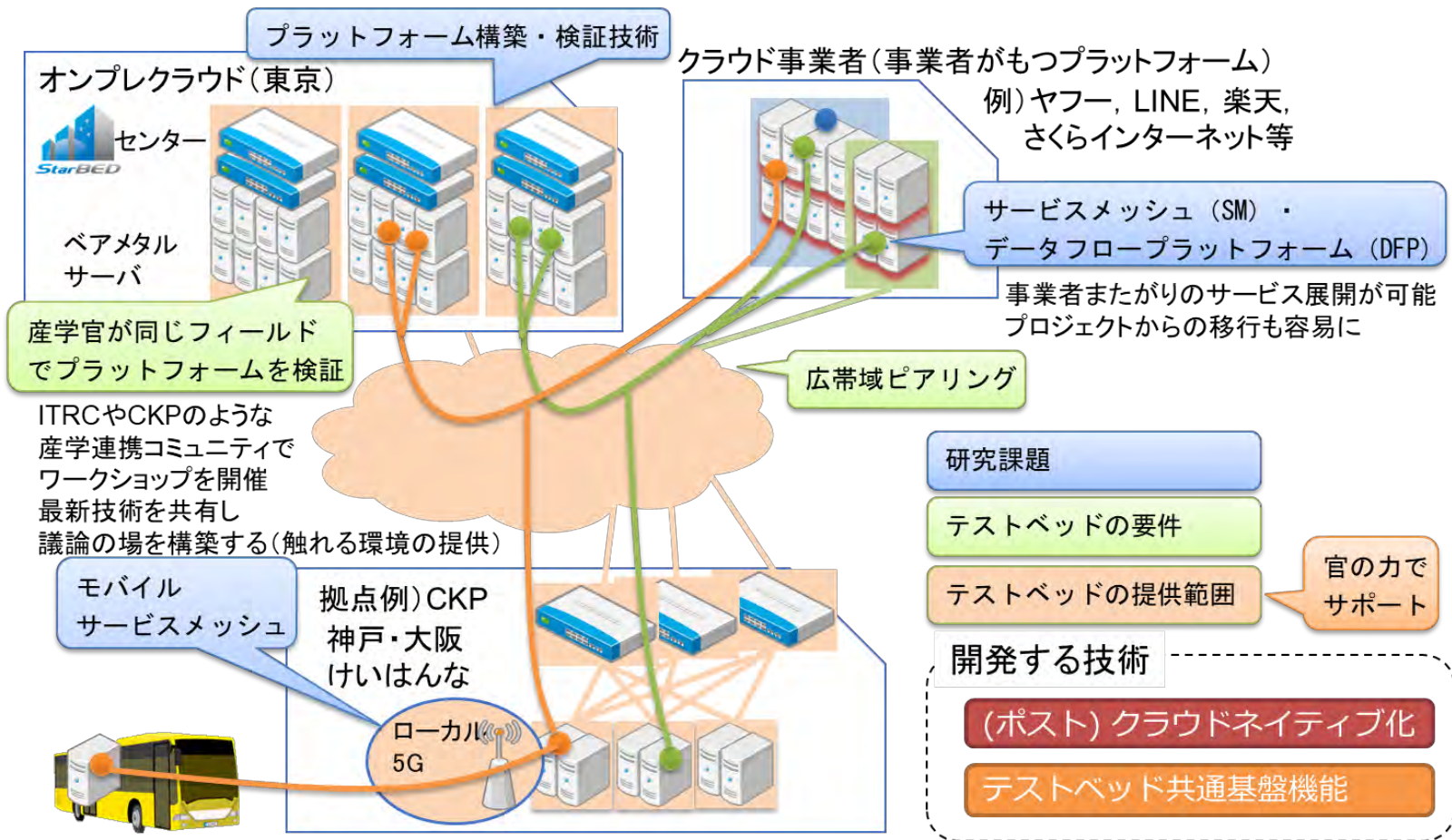
インフラ防衛

- 最先端技術を取り入れた計測/防御センターの実現と技術者育成
- ノード・リンクの物理状態も含めてモニタリング可能な環境
- 再現可能なネットワーク, 壊せるネットワーク
- トレーニングデータの提供



エッジコンピューティング基盤の実現

- 産官学, 国内クラウド事業者と研究者が同じフィールドでプラットフォーム検証する環境
- 相互接続性の試験環境
- ステークホルダー連携によるプラットフォーム導入・検証フィールドの構築とその活用による技術力向上と技術者交流

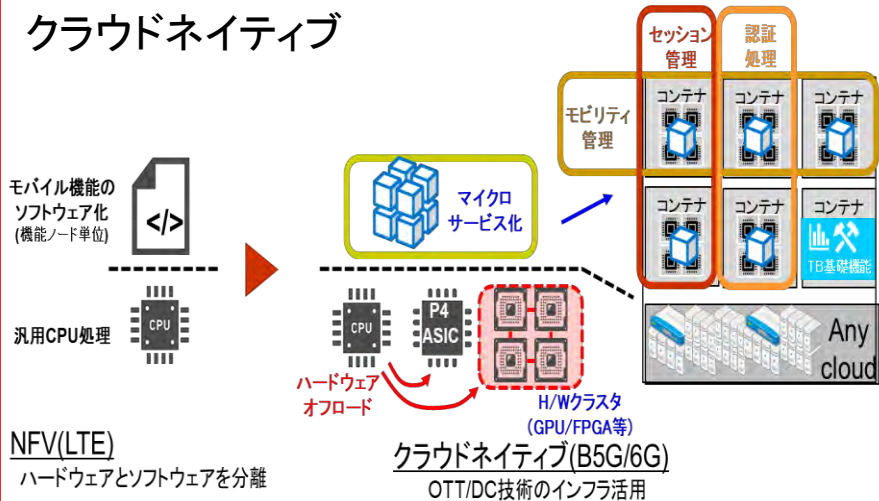


モバイル通信 × 共通基盤

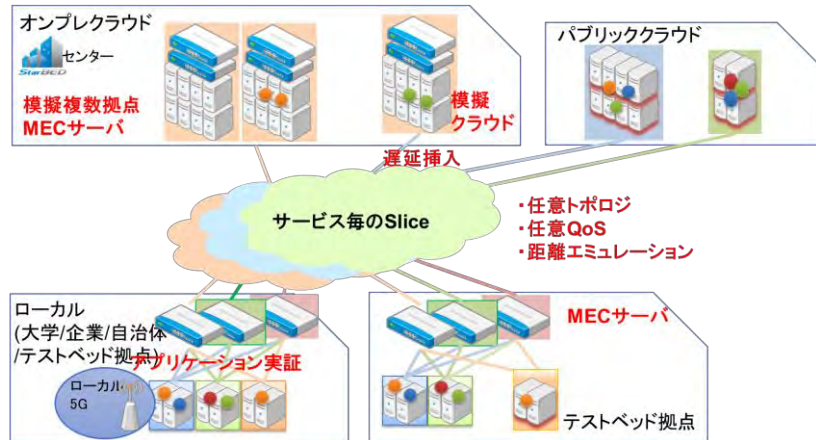
- ◆ B5G/6Gインフラにおけるハードウェアオフロード／クラウドネイティブ
 - 一部の処理をアクセラレータ(GPU/FPGA)やP4等にオフロード
 - 上記ハードウェアやコンテナ(クラウドネイティブ)上で動作するB5G/6Gコアの実装
 - AIを用いた無線制御(Beyond 5G/6G)
- ◆ 大規模MECエミュレータ基盤
 - ローカル・MEC拠点・クラウドの連携を模擬
 - ネットワークプログラマビリティ技術活用検証
 - デジタルツインのためのアプリケーション基盤
 - 無線・有線連携
 - Public クラウド, クラウド張り出しによるMECサーバ拠点, MECサーバ拠点間連携
 - 仮想網による任意トポロジ提供, 任意QoS提供, 距離エミュレーションの活用
- ◆ モバイルPoB (Proof of Business) としての活用
 - 新しいモバイルユースケースの実証
 - スライス技術の実証
 - OTT技術のキャリアへの取込
 - 5Gデジタルトランスフォーメーションプラットフォーム

モバイル通信 × 共通基盤

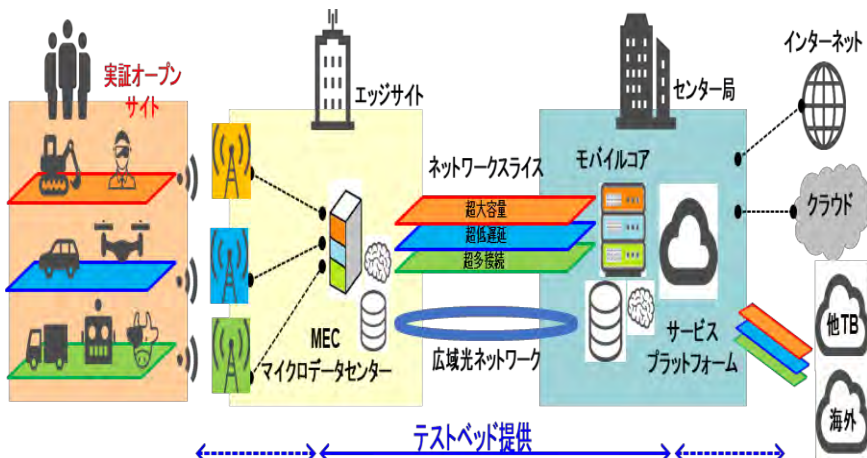
B5G/6G ハードウェアオフロード / クラウドネイティブ



大規模MEC



モバイルPoBとして活用

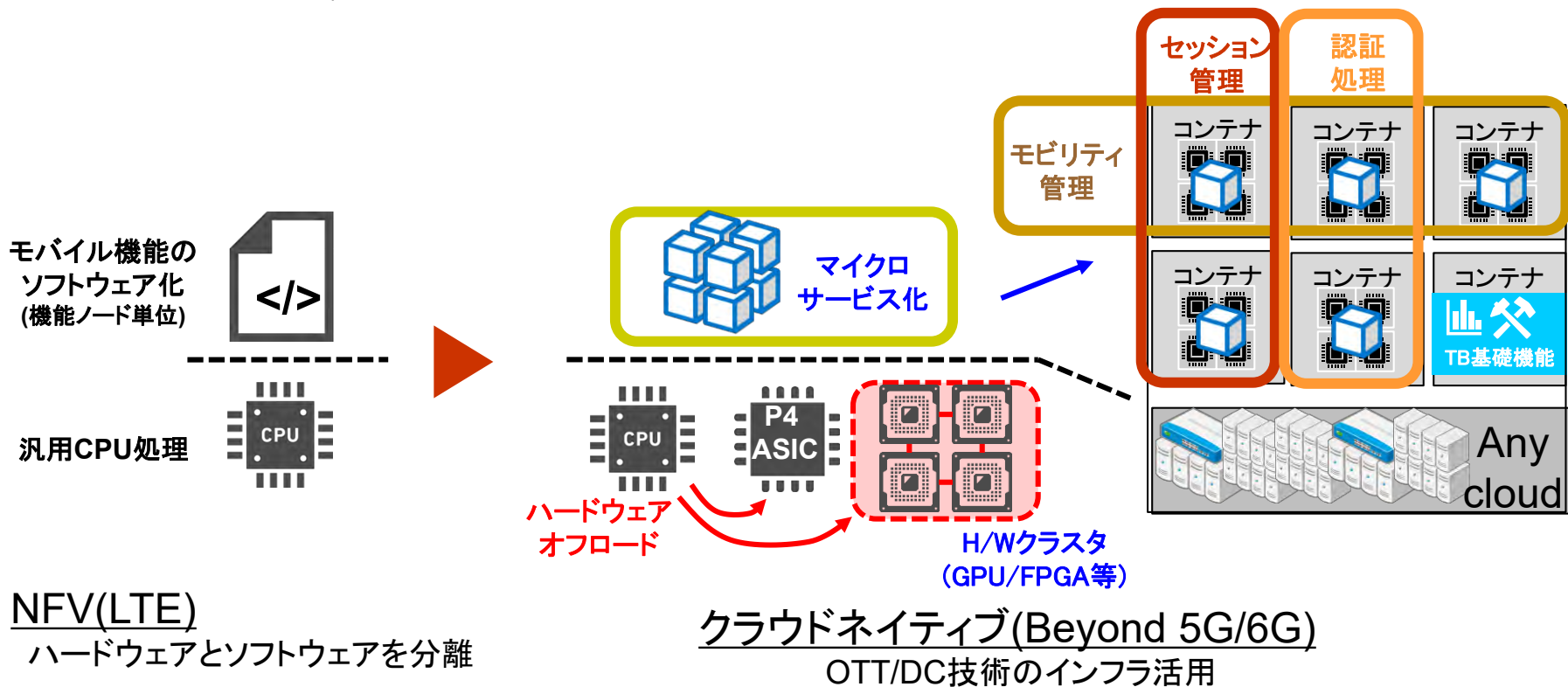


5Gデジタルトランスフォーメーションプラットフォーム



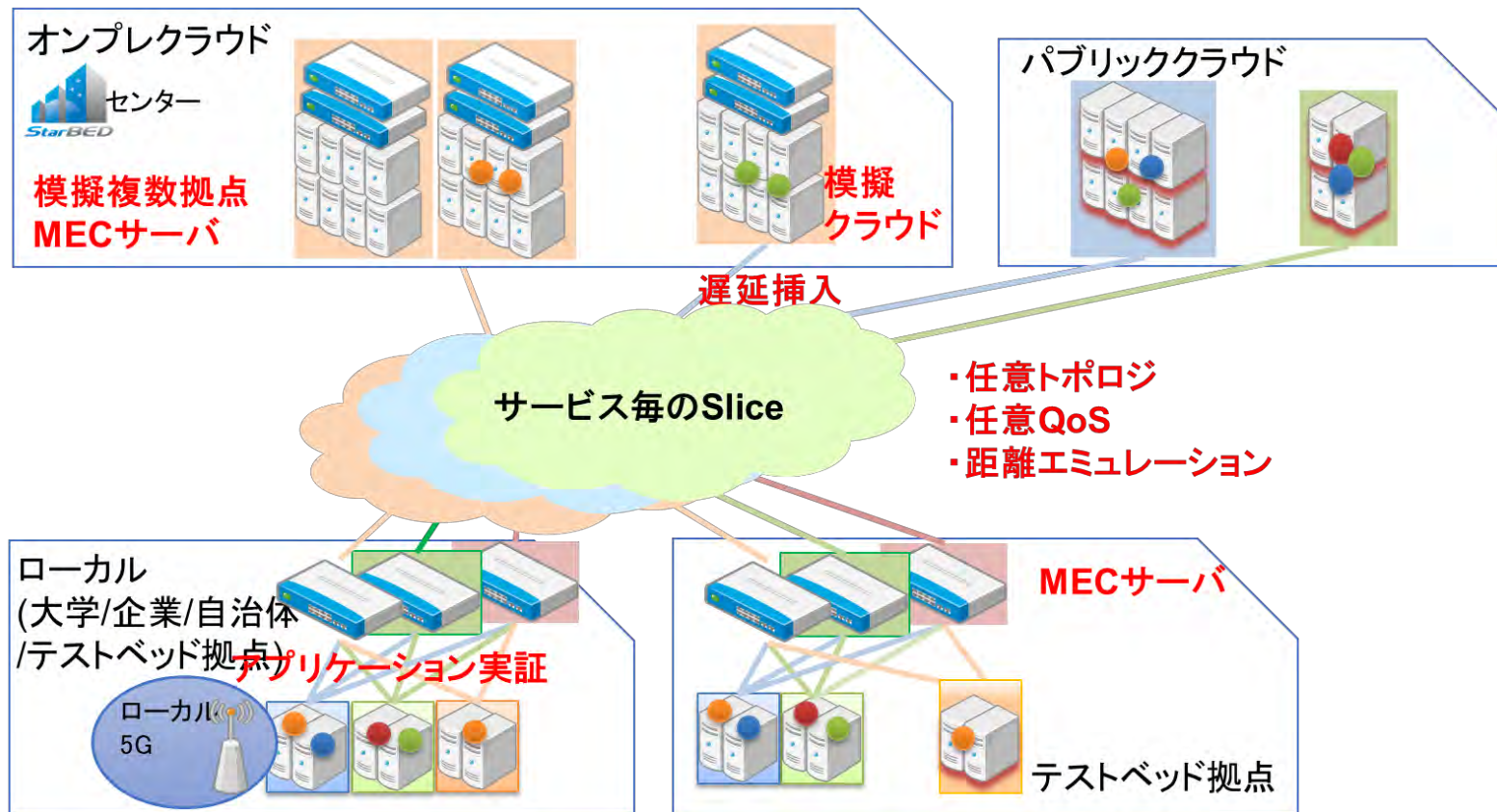
B5G/6G ハードウェアオフロード/クラウドネイティブ

- OTT/DC技術を活用したインフラ構築や運用手法に関する研究開発
- 一部の処理をアクセラレータ(GPU/FPGA)やP4等にオフロード
- 上記ハードウェアやコンテナ上で動作するBeyond 5G/6Gコアの実装
 - モバイル機能のマイクロサービス化
 - OSS活用, コミュニティへのFB



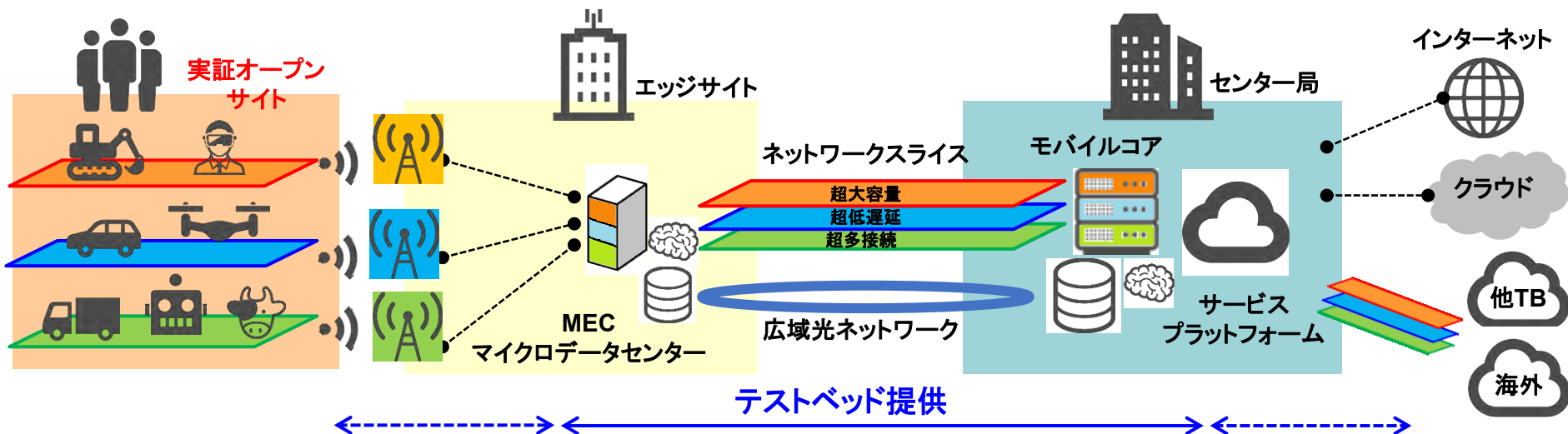
大規模MECエミュレータ基盤の研究開発

- ローカル・MEC拠点・クラウドの連携を模擬
- デジタルツインのためのアプリケーション基盤
 - 無線・有線連携
 - Public クラウド, クラウド張り出しによるMECサーバ拠点, MECサーバ拠点間連携
 - 仮想網による任意トポロジ提供, 任意QoS提供, 距離エミュレーションの活用

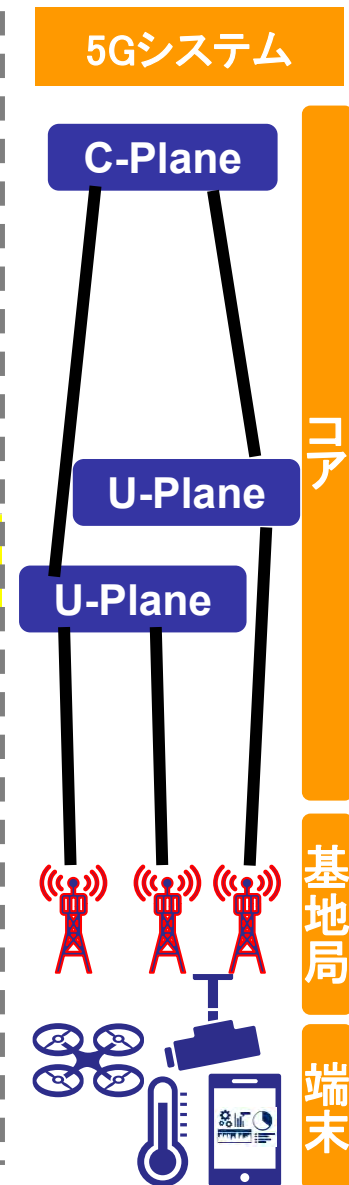


モバイルPoBとしての活用

- 新しいモバイルユースケースの実証
 - MECやマイクロデータセンター利用の実証
- スライス技術の実証
 - E2E制御, 運用管理技術の研究
- デジタルトランスフォーメーションプラットフォーム
 - 他業種との実証実験



5Gデジタルトランスフォーメーションプラットフォーム



地域課題／業種課題／ソリューションアイデアを収集

交通

製造・オフィス

医療

小売

スマートホーム

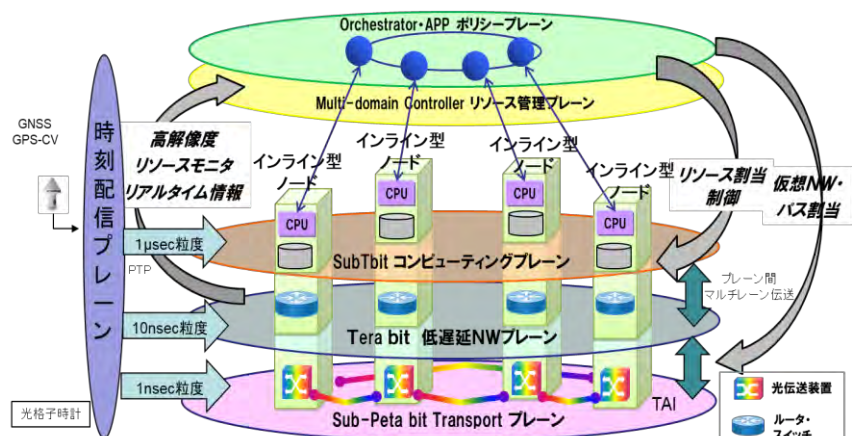
農林水産業

光通信 × 共通基盤

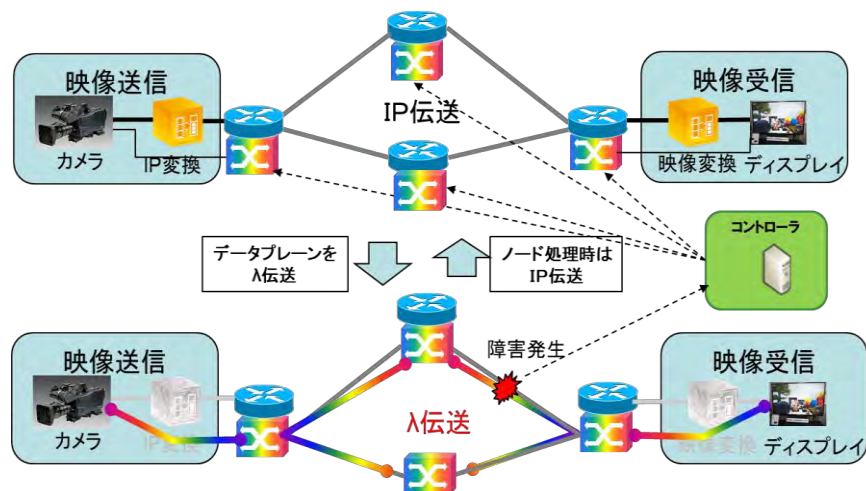
- ◆ テラビットオーダ低遅延大容量処理プラットフォーム
 - 低遅延・高(例えば1000FPS)フレーム映像伝送
 - 高精度時刻配信: 映像フレーム同期やTbitクラスの packets キャプチャに利用
 - 伝送・ネット・計算・蓄積を一体として扱えるインライン型ノードで低遅延・大容量処理を実現
- ◆ λ ベースネットワークアーキテクチャ
 - 並列同期伝送ベースの新データリンクフレーム
 - 複数λを俯瞰できる多面的な高精度モニタリング
 - モニタリング・事象再現確認前提のフレームフォーマット構成
- ◆ マルチコア光ファイバを利用したダークコア開放
 - 東名阪規模の光コアテストベッド
 - マルチコアファイバの多様な利用(1芯双方向, 周回, 通常サービスと実験同時共用)

光通信 × 共通基盤

テラビットオーダ低遅延大容量 処理プラットフォーム



λベースネットワークアーキテクチャ

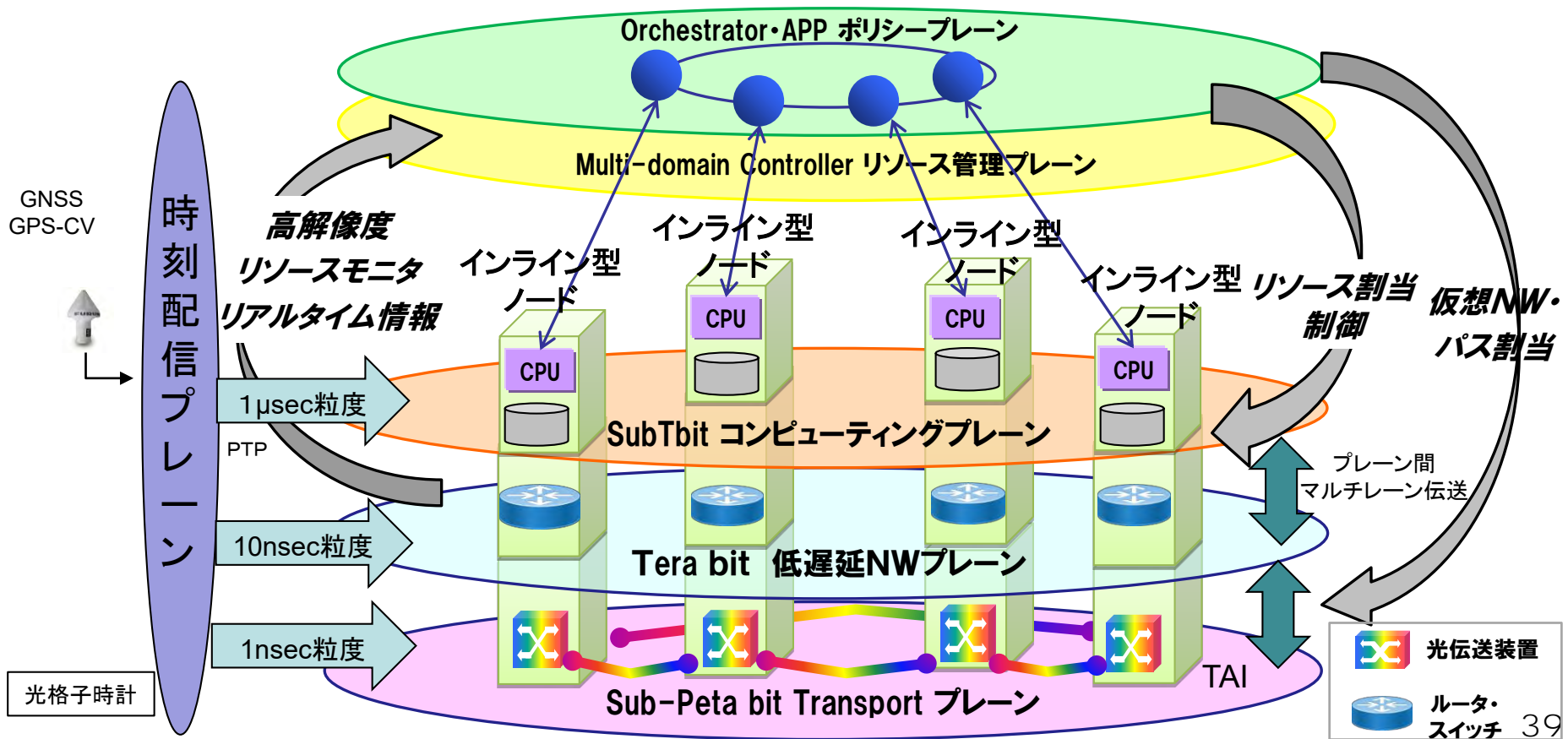


マルチコア光ファイバを利用した ダークコア開放



テラビットオーダ低遅延大容量処理プラットフォーム

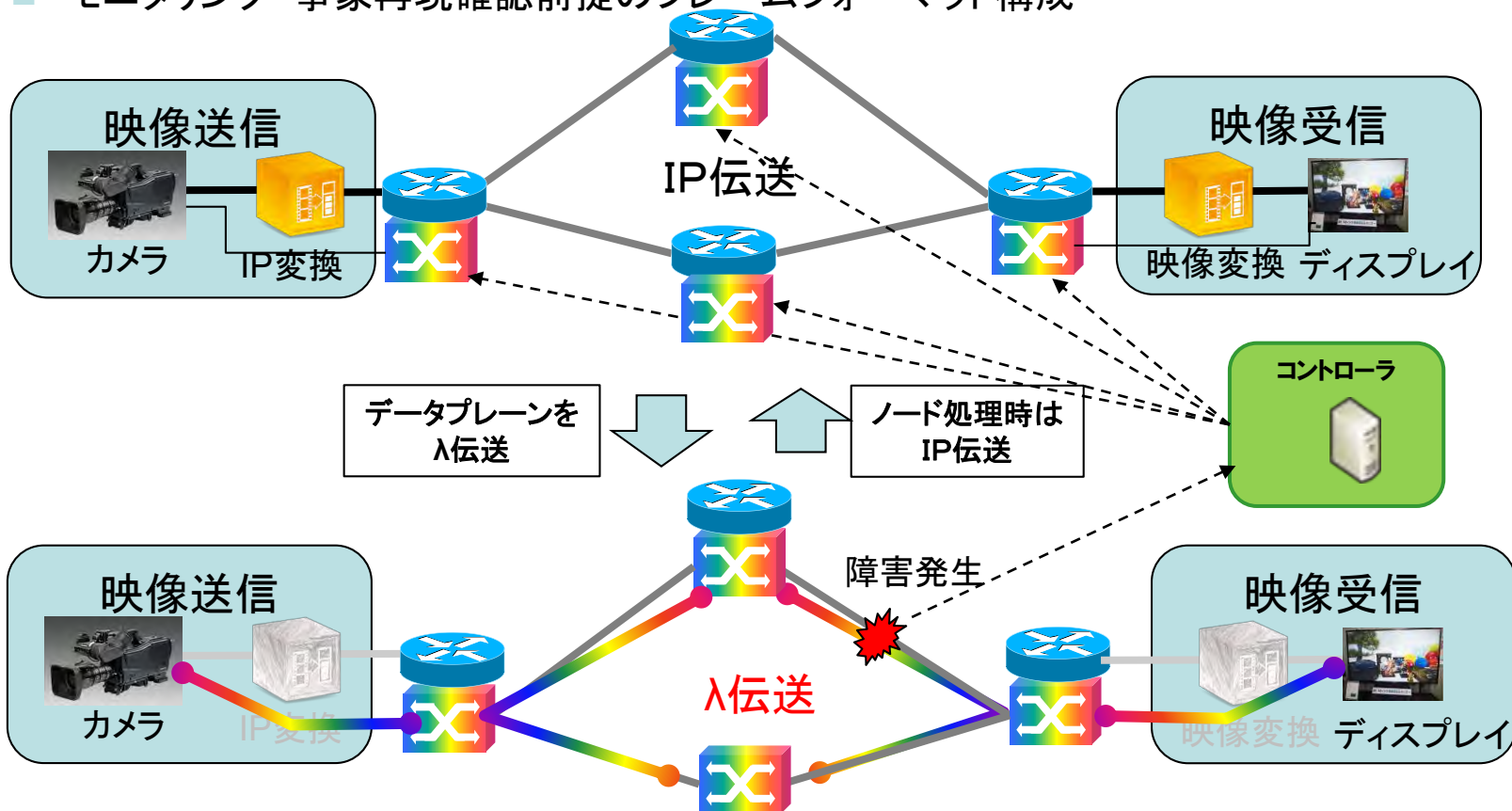
- ◆ ダイナミックなリソース割当を行いながら低遅延大容量配信処理を実現
 - ケーススタディ: 低遅延・高(例えば1000FPS)フレーム映像伝送を実現
 - 伝送・NW・計算・蓄積を一体として扱えるインライン型ノードで低遅延・大容量処理を実現
 - APから伝送パス・帯域制御, 仮想NW設定, コンピューティングリソースを統括制御
 - 高精度時刻配信: 映像フレーム同期やTbitクラスの packets キャプチャに利用



λ ベースネットワークアーキテクチャの検証

◆ All Optical な世界を実証して、課題を抽出

- 映像送受信を題材にデータプレーンをλ伝送自動制御
- λ基盤技術： 並列同期伝送ベースの新データリンクフレームの考察, 様々な自己修復機能
- 複数λの光レベルまで俯瞰できる多面的な高精度モニタリング
- モニタリング・事象再現確認前提のフレームフォーマット構成



マルチコア光ファイバを利用したダークコア開放

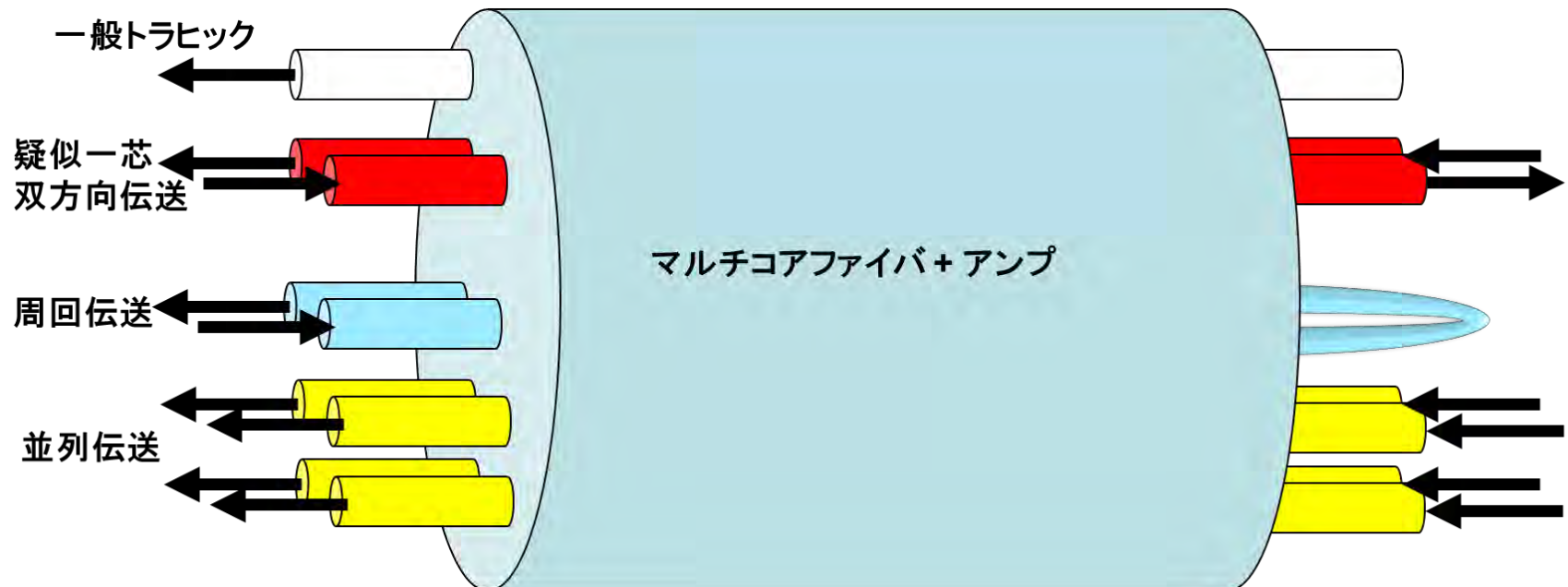
◆ 通常トラヒックのコアと光テストベッドのコアを1本のファイバで提供

■ 光テストベッド部分のコアは多様な使い方ができると良い

- 1芯双方向的に使えるよう, マルチコアファイバ1本で上り/下りを收容
- 複数コアを利用した周回系の構築
- 複数コアを利用した並列伝送

短距離で沢山使う

■ 東名阪レベルの規模が望ましい



期待されるネットワークテストベッド像

超高性能・未加工ネットワークリソース提供

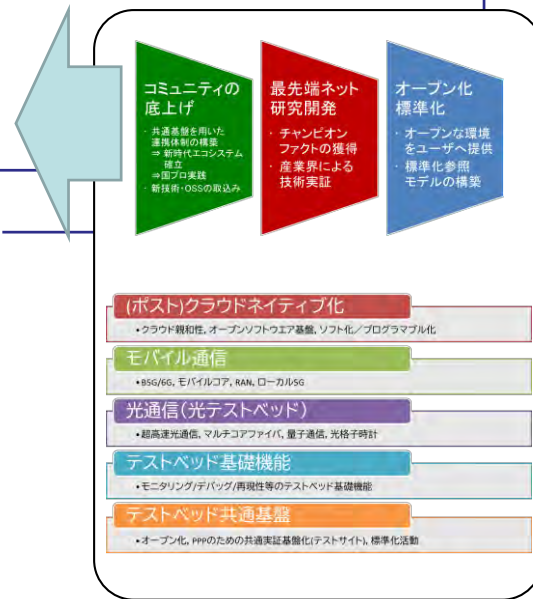
- 世界最高性能の研究を支援できること
- 近未来のアプリケーションを実証できること
- 複数の最先端研究を同時に遂行できること
- 現状のシステム・プロトコルに依存しない研究を支援できること

超柔軟性・展開性

- 迅速かつ柔軟な環境提供のための運用管理機能と体制を備えること
- オープンソースや共用設計資産を利用しやすいこと
- 検証後に事業展開しやすいこと

国内外の連携と効率化

- ステークホルダー連携や産学連携, 地方 & 都市連携を図れ, それらに利用環境を提供できること
- 実験場所に制約がない利用環境を構築できること
- 広域連携による人材開発を促進できること
- 欧米を始めとする世界の研究開発と円滑に連携できること
- SINETとの連携を維持し国内での裾野の展開をできること



期待されるネットワークテストベッド像(概念図)

超高性能及び
未加工リソース共用



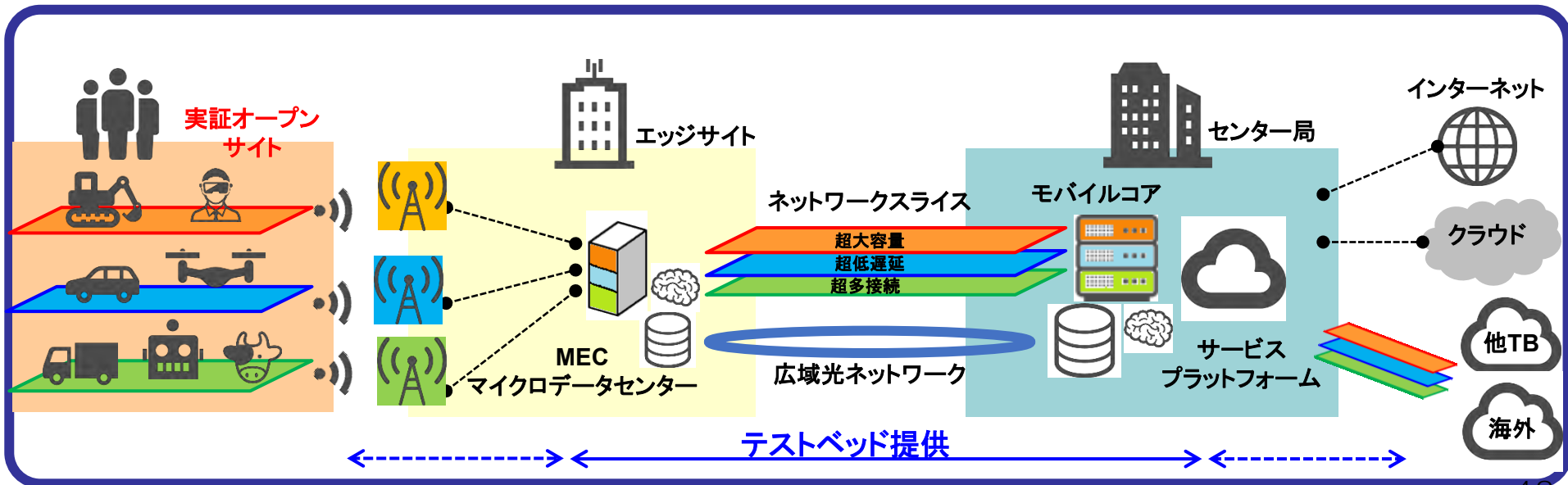
超柔軟性・展開性



内外連携・効率化



テストベッド (実証試験環境)



Cyber Native

最先端ICT技術の研究開発および実証を支え

利用者が結集して技術と人材が交流して成長する

新しい時代を創造するネットワークテストベッドへの期待を込めて

2020年 3月 31日

次期ネットワークテストベッド検討WG