

## 7 ネットワーク開発戦略プロジェクト

# IOWN時代に向けたネットワークイノベーション加速のためのネットワークデジタルレプリカ

ネットワーク開発戦略プロジェクトでは、移動固定融合を含むネットワーク系全体の開発戦略策定を推進しています。本稿では、IOWN 実現に向けて、大量かつ様々なデバイスに対して安心・安全を保証するための事前検証や、ネットワークインフラのディスアグリゲーション化を支える最適な組み合わせ検証を可能とするネットワークデジタルレプリカの取り組みについて紹介する。

### 背景、課題

2030年のIOWNが目指すネットワーク(NW)においては、マルチデバイス・マルチアクセス・マルチキャリアなどの複雑な条件下において、安全かつ迅速にNWサービスを提供する必要がある。例えば、移動固定融合サービスでは、無線と有線の異なる特性をもつNWを統合的に、NW全体として性能要件を満たすように提供する必要がある。また、非地上系NWのように多様かつリソース制約があるIoTデバイスが移動しつつ、デバイス間で相互作用しながらNWを構築するサービスも考えられる<sup>[1]</sup>。このように今後、品質が異なるNWを統合的に提供するための事前検証等のコストが膨大にな

り、タイムリーなNWサービスの提供が困難になる可能性がある。

更に、今後のNWインフラの一つの方向性として、ディスアグリゲーション化がある<sup>[2]</sup>。ディスアグリゲーション化とは、従来、1台のNW装置の中に各種機能が固定的に組み込まれていた構成を、機能単位・デバイス単位に分解して、要件に合わせて柔軟に機能を組み上げる考え方である。これにより、NWインフラに対して市場にある有力な汎用部品や最先端技術を部分的に適用でき、競争力のある通信サービスを早期に提供できる。しかし、ディスアグリゲーション化が進むと、NW内の部品が増加する傾向になるため、商用サー



日本電信電話株式会社  
ネットワークイノベーションセンター  
ネットワーク開発戦略プロジェクト

(上段左から) 主任研究員 服部 恭太氏、研究員 郡川 智洋氏、高崎 智香子氏、主任研究員 原田 高氏、主任研究員 大和田 英成氏、グループリーダー 主幹研究員 清水 雅史氏

ビスの前には多くのNW部品の組み合わせ検証が必要になる。

このため、今後のNWインフラは、大量かつ様々なデバイスに対して安心・安全を保証するための事前検証や、NWインフラのディスアグリゲーション化に向けた大量のNW部品から最適な組み合わせを導き出すための組み合わせ検証が課題となる。

### NW デジタルレプリカ

NTT ネットワークイノベーションセン

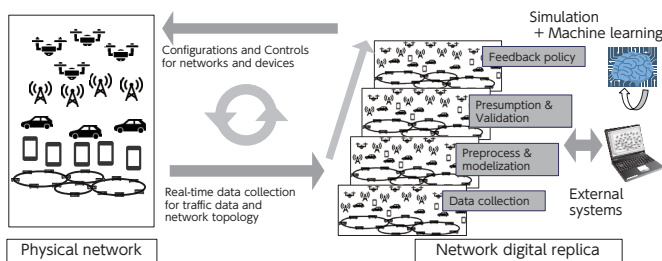


図1 ネットワークデジタルレプリカのコネプト

タでは、このイノベーションの加速と抜本的な検証効率化実現に向けて、NW デジタルレプリカ (NW Digital Replica (NDR)) の研究を進めている。図1に NDR のコンセプトを示す。NDRは検証の効率化・高度化を狙い、デジタル空間上に NW のコピーを作成して、デバイスから NW 装置までデジタル上で検証し、かつ運用中の最適な設定をデジタル上で算出することで NW 全体の最適制御を行う。この実現には、実 NW からの超大量データの収集、超大量データに対する前処理・モデル化、作成モデルと外部情報を活用した予測・評価、予測・評価結果を踏まえたあるべき NW データの生成と制御、実 NW と NDR のリアルタイムな連動性の確保がポイントとなる。これらを実現することで、サービス要件に合わせて必要な NDR 同士を連動させて、商用設備に触れることなく実世界に適用した際の有効性をデジタル上で評価可能となる。

### 3つのステージ

NDR では、技術の難易度、コスト面の難しさを考慮すると段階的な以下の3つのステージが想定される。

**(1) 現行NWの保守・運用効率化：**実際のNW設備を直接操作することなく、サンドボックス的にNDRを使って保守・操作可能とすることで、現行NWのオペレーションの習熟が可能となる。また、NDR自体を保守することで、現実のNW機器に対してその設定内容をフィードバックし、自動的に設定が反映されるなど、保守・運用が効率化される。

**(2) 現行NWの拡張／設計／構築変更：**外部環境の変化とネットワーク

制御によるシステム変化を模擬可能とするNDRを利用することで、環境の変化やNW構成変更がNWサービスにどのような影響をもたらすのか事前に評価した上で、

NWを設計・構築できるようになる。

**(3) 新概念評価：**実世界で存在しない装置について、NDRを利用することで、迅速な開発やNWシステムのイノベーションの加速が期待できる。例えば、大量かつ計算能力が貧弱なIoTデバイス等で構成するアドホックNWを配備する際に、NDRを用いてIoTデバイスの最適配置や最適経路を一括で計算・制御可能となる。

このように、これまでにないNW機能や未導入の製品・システムをサイバー空間上のNDRに組み込むことで、実際に実機を準備することなく、その導入効果の検証ができる。

### 技術の進捗状況

現在、市中シミュレータ<sup>[3-4]</sup>を活用して、NDRの構築を進めている。図2にその構成を示す。NDRでは、ある条件下でのNWのふるまいや性能を評価するNWシミュレーション部と、NW内のノードモビリティや外部環境に基づいてNWをモデル化、NW内の各ノードの最適配置や最適経路を求めるNDRコントローラにより構成される。このNDRコントローラを構成するアルゴリズムがキー技術となる。NWシミュレーシ

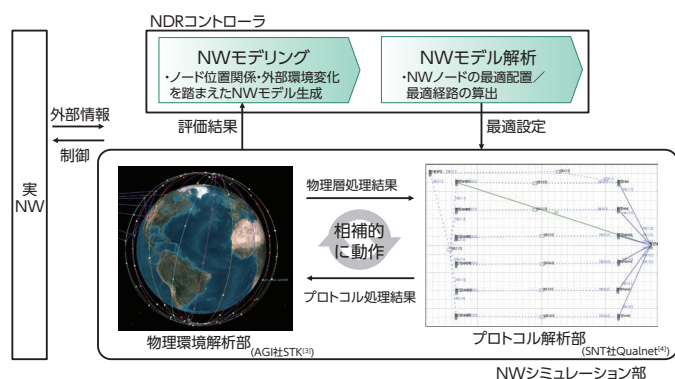


図2 ネットワークデジタルレプリカの構成

ン部は、時間発展に伴うNW内の各ノードのモビリティや外部環境を考慮した電波伝搬等の物理層処理の解析を行う物理環境解析部と、NW内の各ノード間の各種プロトコル処理を解析するプロトコル解析部により構成される。NWシミュレーション部において、物理環境解析部とプロトコル解析部が連携し相補的に動作する。これにより多様な外部環境において、環境変化やNW内のノードモビリティ及び、様々なプロトコルを考慮したNWの振る舞いや性能が評価できる。また、NDRコントローラは、NWシミュレーション部の評価結果や外部情報をもとに、理想的なNW構成に向けてNW内のノードの最適配置や最適経路を算出する。このNDRコントローラとNWシミュレーション部が連携することで、外部環境変化やNWノードモビリティに対して継続的に最適設定を導き出すことができる。

[1] I. U. Khan et al., IEEE Access, vol. 8, pp. 56371?56378, 2020.  
 [2] T. Sakamoto et al., [Online] Available: [https://www.rd.ntt/e/research/JN202105\\_13599.html](https://www.rd.ntt/e/research/JN202105_13599.html), Accessed Nov. 2021.  
 [3] AGI Inc. STK [3], [Online] Available: <https://www.agi.com/products/stk>  
 [4] SNT Inc., Qualnet, [Online] Available: <http://network.kke.co.jp/products/qualnet/>