

■ブロックチェーンを用いた無線アクセス共用技術の実証実験

1. 背景・課題

2030年には2020年時と比較して無線トラフィックが約80倍に増加すると予測されており、将来へ向けて無線トラフィックはますます増加すると考えられます。トラフィック増加によってネットワークが混雑し接続できなくなることを避けるため、個々の無線アクセスのさらなる高度化に加え、全ての無線トラフィックを処理するための無線リソースを確保する必要があります。無線リソースの確保には、無線アクセス設備である無線基地局など大幅に増設する方法がありますが、80倍の無線トラフィックを収容する無線アクセス設備を全て用意する方法では、コストの高騰が課題となります。

このような課題の解決に向けては、無線LANやローカル5Gなど、個人や企業の有する自営無線アクセスまでを含めた無線リソースを有効利用することが重要です。無線リソースの有効利用には、それらの無線アクセスの共用が有効な手段となります。しかし、従来の無線アクセス共用では無線アクセス提供者へのインセンティブや、共用に関するセキュリティ、システム構築に関するコスト負担の低減といった課題の解決が必要です。また、無線アクセスの共用を行えたとしても別の課題があります。例えば様々な所有者の無線アクセスが共用されると、それらは集中制御されることなく個別に運用されるため、通信品質の良い無線アクセスにユーザが集中的に接続してしまい結果的に混雑が発生するなど、無線アクセス全体で無線リソースの利用効率の低下や通信品質の劣化が課題となります。

2. 技術のポイント

ブロックチェーンを用いた無線アクセス共用技術は、Web3で注目されるブロックチェーンを利用し、無線アクセスと組み合わせることで、様々な個人や企業の持つ無線アクセスを誰でも都度契約し利用可能とするものです。以下が技術のポイントです。

- ・通信契約を通じた無線アクセス提供者への契約収入によるインセンティブの確保
- ・ブロックチェーンの有するセキュリティ機能によるセキュアな共用の実現
- ・自律分散的なブロックチェーンによる集中制御局を不要とした共用システム構築コストの低減
- ・ブロックチェーン台帳の情報を活用して、各無線基地局が自律分散的に端末接続数を平滑化し通信品質を向上（無線リソース利用効率向上技術）

3. 実証実験の概要

実証実験を行った本技術の通信契約締結フローを説明します（図1）。

最初に①のように、無線端末（UE：User Equipment）は無線信号を観測した周囲の無線基地局（BS：Base Station）のリストと自身のデジタル署名を付与し、通信契約のトランザクションを発行します。ここでは仮接続したBSにトランザクションを送信していますが、既に通信契約済のBSや本技術以外の通信回線（例えば公衆セルラ回線）を利用しても構いません。

②において、ブロックチェーンネットワーク（NW）上ではデジタル署名を検証することで、本人性確認を行い成りすましを防ぐとともに、要求内容に改ざんなどの不正が無いことを確認します。さらに、UEが送付したBSのリストから各BSの混雑度などを考慮し、適切な接続先（契約先）を決定します。この結果をBSおよびUEへ通知します。この一連の動作はブロックチェーン上のスマートコントラクトにより実行されます。

③では、②の結果に基づきBS・UE間で通信契約が実行され、BSは通信の提供、UEは対価の支払を実行します。

なお、本実証実験ではEthereum-PoA^{*1}^{*2}を用いて実装しましたが、他のブロックチェーンプラットフォームを用いても実装可能です。

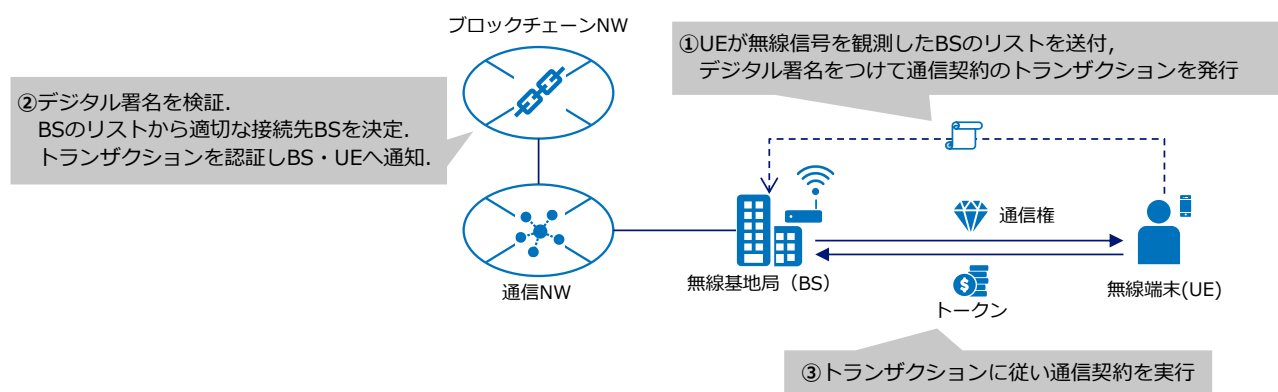


図1 ブロックチェーンを用いた通信契約締結フローの概要

図2に実証実験の環境を示します。

ここでは図1の通信契約締結フローを実装し、3台のBSおよび10台のUEを用いました。各BSおよびUEは全て管理者が異なる状態です。本技術を用いることにより、様々な管理者の無線アクセスが混在している場合に対して、各UEが都度契約により通信を利用できることを確認しました。

さらに、無線リソース利用効率向上技術の効果も確認しました。単に都度契約によりBS-UE接続を行う場合、図2左下のように受信電力の高い特定のBSに集中接続してしまい、BSの混雑により無線リソースの利用効率が低下し、通信品質が劣化してしまいます。NTT独自の無線リソース利用向上技術では、ブロックチェーン上の通信契約履歴を用いて、各BSのUE接続数を参照することで各BSの混雑状況を把握します。そして、混雑しているBSほど通信契約料を高く、混雑していなければ通信契約料を安くするよう制御します。こうすることで、UEは通信契約料の安いBSを選択するだけで、結果的に混雑が解消され、無線アクセス全体の無線リソース利用効率が向上します。本技術により、図2右下のように自律分散的にBS接続数を平滑化することが可能になり、無線リソースを有効利用することが可能です。図3に無線リソース利用効率向上技術の有無における全UEのスループットを示していますが、本技術を用いることでUE全体のスループットが向上していることがわかります。

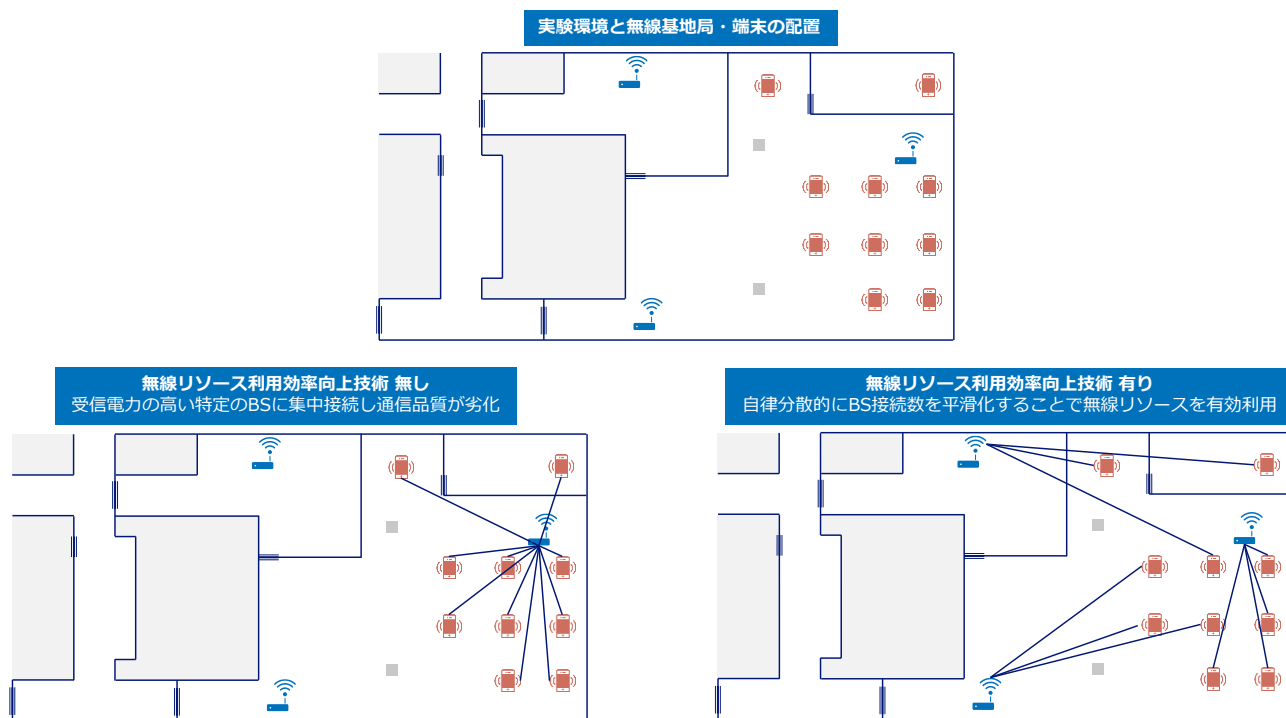


図2 実証実験環境と無線リソース利用効率向上技術有無でのBS接続結果

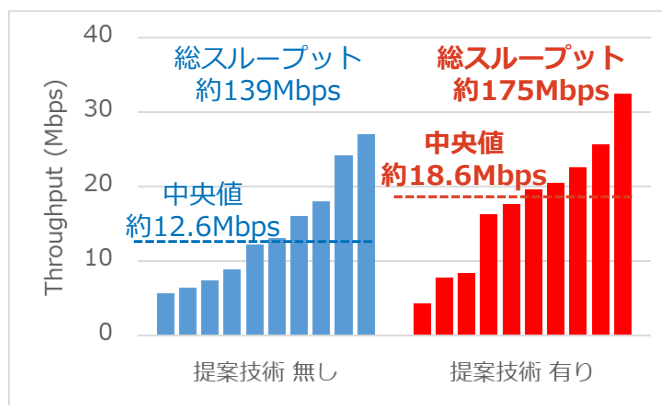


図3 無線リソース利用効率向上技術の効果

4. 今後の展開

本技術により、無線設備利用者は利用可能な無線設備の増加による快適性向上、無線設備提供者は共用提供による収入増、社会全体では共用化による無線設備投資・消費電力・電波干渉の低減など、社会全体での様々なメリットにつながることが期待されます。本技術をさらに進めることで、無線アクセス設備の投資コストを削減しながら余剰無線リソースの有効活用を実現することで、エネルギー問題解決への貢献が期

待されます。また、災害時の無線アクセス断に対して本技術を適用することで他無線アクセスへのシームレスな移行が可能となり、災害時においても途切れないネットワークの提供が期待されます。

※1 Ethereum

ブロックチェーンプラットフォームのひとつ。

※2 PoA (Proof of Authority)

ブロックチェーンで用いられる合意形成アルゴリズムのひとつ。