

エネルギー消費 曲線の抑制を 目指して

ネットゼロの未来に向けた
重要なビルディングブロック



[ericsson.com/
breaking-the-energy-curve](https://ericsson.com/breaking-the-energy-curve)

序文



フレドリック・イエドリング
上席副社長
ネットワーク総責任者

社会のあらゆる部門が協力して、地球規模の気候とエネルギーの課題に取り組まなくてはなりません。ネットゼロは気候変動対策の道しるべであり、モバイルネットワークにフォーカスすることは産業界にとってきわめて重要です。

モバイルネットワークのエネルギー消費曲線の上昇を抑えられれば、エネルギー使用量、コスト、環境への影響を削減できるというメリットがあります。

エリクソンは2040年までにバリューチェーン全体でネットゼロを達成するという野心を掲げています。2030年の最初の大きなマイルストーンは、サプライチェーンとポートフォリオで発生する排出量を50%削減し、同時に私たち自身の活動においてネットゼロを達成することです。

4Gから5Gへの移行におけるエネルギー削減に注目した前回のレポート以来、私たちは学び続け、模索を続けてきました。

私たちは、ソリューションのエネルギー効率の向上と再生可能エネルギーの統合を通じてネットワークの持続可能性を推進しつつ、多くのイノベーションで性能を高め、その性能をフルに発揮する国家規模の5G網の構築を加速します。

具体的な例として、2021年から2025年の間に、新しい一般的な基地局のエネルギー消費を約40%削減するという目標があります。再生可能エネルギーへの転換を伴って、モバイルネットワークの基地局あたりのCO2排出量を約70%削減できる可能性があります。

エリクソンには、性能を確保しつつエネルギーとコストの削減を実現するネットワークを計画、展開、運用するための経験と先見性があります。

5Gはすでに存在し、その接続数は拡大を続けていることから、省エネルギーを意識した将来性のあるポートフォリオの優位性は明らかですが、モバイルネットワーク全体のエネルギー消費を大幅に削減するだけでは十分ではありません。

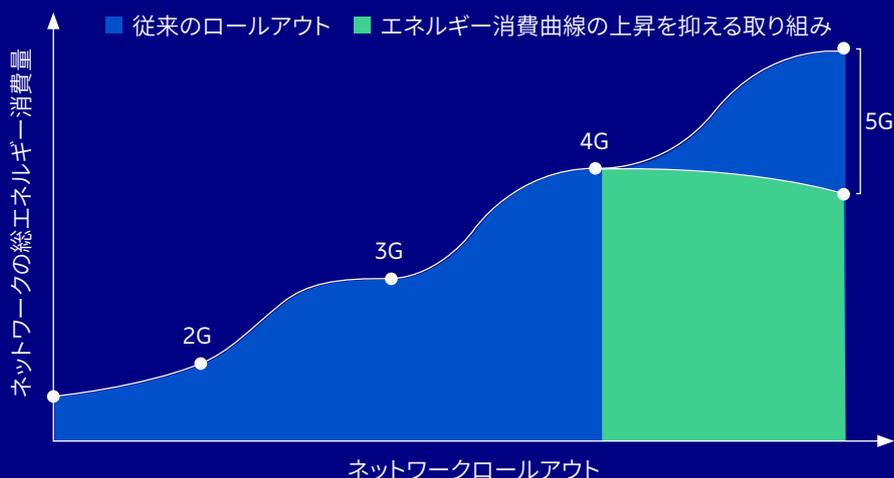
「これまで通りのビジネス」を続けることはできないのです。私たちは部分的な製品の交換ではなく、より広範なネットワークの変更と刷新を活発化する必要があります。最新の技術的進歩を使って省エネルギー機能を最大限に活用し、エネルギーの供給源にも配慮する必要があります。

一言で言えば、私たちはこれまでとは違う考え方をする必要があります。

エリクソンには、性能を確保しつつエネルギーとコスト削減を実現するネットワークを計画、展開、運用するための経験と先見性があります。

私たちはネットワークの進化、拡張、運用を総合的に捉えることで、モバイルネットワークにおけるエネルギー消費の上昇を抑える方法に取り組んでいます。

図1：モバイルネットワークのエネルギー消費曲線を抑制



ネットゼロの実現

ICT産業は、投資家や規制当局が今日求めている重要かつ飛躍的な気候変動対策を実現する上で決定的な役割を果たし、世界の産業の総排出量を最大で15%削減する可能性を秘めています。消費者、顧客、広範なサプライチェーンからの圧力の高まりは、こうした要求に拍車をかけています。企業がこれらの要求を満たし、パリ協定で設定された1.5°Cのグローバル目標¹を達成するには、2030年までに総排出量を半減させ、2050年までにネットゼロを実現するというコミットメントと共に、ネットゼロのタイムラインに従って気候目標を設定するための包括的なバリューチェーンを採用する必要があります。

ネットゼロを達成するには、エネルギー消費を削減してエネルギー消費曲線の上昇を抑えることが重要です。



ネットゼロ

ネットゼロとは、排出されるすべての温室効果ガスと同量が大气から吸収される状態を表します。ITU (International Telecommunications Union) の新しいネットゼロ基準は、ICTによる気候変動対策の道しるべとして、ICT企業によるネットゼロ目標とそのための戦略を設定し、これを達成するために必要な行動を業界に提示しています。ICT企業は、ITUが開発したICT部門の脱炭素化の道筋を統合し、エネルギー消費曲線の上昇を抑えるエリクソンの計画と一致するITUのネットゼロ標準に従うことで、2030年の重要な中間目標を達成できるはずで

- エネルギー消費削減などによる排出の削減と回避
- 100%再生可能エネルギーへの移行
- ITU標準に従った恒久的な脱炭素による、残されたわずかな化石燃料による排出量の削減

2050年までにネットゼロを達成するには、エネルギー効率のみならず、製品開発における炭素の取り込み、リサイクル材料の内容、循環性の向上、ソフトウェアアップグレードの削減、サプライチェーンの目標開発、他業種のビジネスへの影響を定量化するためのパートナーシップなども必要です。

必ずしもエネルギー効率がすべてではありません。

エリクソンの調査によると、モバイルネットワークは世界のCO2排出量の約0.2%、世界の電力使用量の約0.6%を占めています。モバイルネットワークの需要は増え続けており、もしも行動を起こさなければ、エネルギー使用量とそれに伴うCO2排出量も増え続けるでしょう。しかし、エネルギー消費の増加は、加入やトラフィックの増加よりも、複数の移動体通信世代による人口カバレッジの拡大につながる新しい周波数帯とネットワーク機器の展開の影響の方が大きいのです。これは業界が一体となって変化をもたらすことができる重要な分野です。

再生可能エネルギーへの挑戦

ネットゼロを実現するには、エネルギー消費を削減し、消費曲線の上昇を抑制することが重要です。エリクソンの調査によると、エネルギー消費が通信事業者のOPEX (Operational Expenditure) の20~40%を占めているとした場合、ICT業界全体がすべての電力需要を再生可能エネルギー源に切り替えれば、CO2の排出量を80%削減できます。

モバイルネットワークの需要が高まり、これまで以上に多くのデータを処理している状況には、排出量を減らすためのユニークな機会があります。

エリクソンは製品のエネルギー性能を一貫して改善し、ネットゼロを達成するために努力していますが、事業者側も再生可

エリクソンの調査によると、モバイルネットワークは世界のCO2排出量の約0.2%、電力使用量の0.6%を占めています。

0.2%

能エネルギーに移行しなくてはならず、それをすぐに行動に移す必要があります。世界中の通信事業者は、製品導入の決定において、エネルギーと持続可能性の基準が非常に重要であると述べています。デマンドの削減とそれに伴うエネルギー消費の削減は、再生可能なエネルギーの生産と移行を促進する上で重要なステップです。

¹ www.ericsson.com/en/reports-and-papers/research-papers/exploring-the-effects-of-ict-solutions-on-ghg-emissions-in-2030

エネルギー消費曲線の上昇を抑えるために進化したアプローチ

グローバルな観点から見ると、モバイルネットワークが電力使用量とCO2排出量に及ぼす影響は小さいです。エネルギー使用量、コスト、CO2排出量は、当然ながら業界にとって大きな課題の一つです。これは主に、トラフィックの指数関数的な増加に対応するためにネットワーク容量を拡張する必要があるためです。

すべての通信事業者には独自のネットワーク開発目標があります。しかし通信業界は10年前と同じやり方を続けることはできません。エリクソンは、省エネルギーソフトウェアソリューションの導入を躊躇する事業者を世界各地で見てきました。複雑性が高まったり、従来のネットワーク性能指標へ影響が及ぶ可能性などがその理由です。しかし「エネルギー消費曲線の上昇を抑える」ためには、モバイルネットワークの計画、展開、運用方法に挑戦しなくてはなりません。

前回のレポート以降、5Gは世界各地の200以上のライブネットワークに展開されています。エリクソンは2025年に向けて、5Gの拡大と同時に、ネットワーク全体のエネルギー消費を削減することが可能だと考えています。私たちはそのための方法を三つの中核的な要素にまとめました。

持続可能なネットワークの進化

多くの通信事業者はすでに5Gネットワークを導入しており、今や拡張の段階に入っています。自社製品のエネルギー性能向上に一貫して取り組んでいるエリクソンの洞察は、事業者にとって有用です。

ネットワークの計画と運用は、可能な限り少ないエネルギー消費でビジネス目標と持続可能性目標を達成するために進化しなくてはなりません。組織の目標やネットワークの現実的な評価など、あらゆる視点から捉えた全体像に優先順位を与える作業プロセスを適用することで、結果として得られたネットワーク進化計画は、望ましい結果を達成するための基盤となるはずで

拡張とモダナイゼーション

段階的な5G拡張による持続可能なネットワーク進化計画の実行は、既存のネットワークをエネルギー消費とCO2排出量の削減に向けてモダナイゼーションする機会を提供します。

新しい5Gソリューションによるサイト拡大には、多くの場合、新しい周波数帯の導

図2: エネルギー消費曲線の上昇を抑制するエリクソンの取り組み

持続可能な
ネットワークの進化
ネットワークの計画と運用に
関する全体像を把握

インテリジェントな運用
AI/MLと自動化を活用し
て省エネを促進



拡張とモダナイゼーション
既存のネットワークを刷新し
5Gをスケールアップ

入が含まれるので、装置を追加する必要があります。またエネルギー消費の増加を避けるためには、設置された装置を刷新する必要があります。モバイルネットワークにおけるエネルギー消費のトレンドを変えることが重要です。エリクソンの最新世代のマルチバンドやMassive-MIMO (Multiple-Input and Multiple Output) 無線機とベースバンドは、投資と運用コストの観点から通信事業者のエネルギー消費を削減し、エネルギーコストと総所有コストを大幅に改善します。

インテリジェントな運用

トラフィックは毎日変化するので、モバイルネットワークの容量を需要に合わせて調整し、負荷ゼロ・電力ゼロを目指して、最小限のエネルギーで最高のユーザー体験を提供するためには、省エネルギー機能の活用が欠かせません。

トラフィックは毎日変化するので、モバイルネットワークの容量を需要に合わせて調整し、負荷ゼロ・電力ゼロを目指して、最小限のエネルギーで最高のユーザー体験

を提供するためには、省エネルギー機能の活用が欠かせません。

これは、複雑なオペレーションを軽減する自動化ソリューションや最新のAI/ML (Artificial Intelligence and Machine Learning) を含むツールや機能のポートフォリオにより実現できます。エリクソンは、ゼロタッチの問題解決と予測型エネルギーマネージメントにより、サービスプロバイダーがエネルギー使用とCO2排出を最小限に抑えられるようサポートしていくことが可能です。

エリクソンは、モバイルネットワークを正確に計画、構築、運用することを推奨しています。私たちが提唱する三つのステップに取り組むことによって、モバイルネットワークのエネルギー消費曲線の上昇を抑制することが可能です。

持続可能な ネットワークの進化

企業の目標とネットワークの現実を総合的に把握し、ビジネスと持続可能性目標を実現するネットワークの計画と運用をサポートします。

ビジネス目標と運用目標を達成しつつ持続可能なネットワークを運用するには当然ながらネットワーク進化の計画を総合的に把握する必要があります。

現実には、企業内の各組織には異なるステアリング目標があるため、ソリューション全体を俯瞰する視点を優先する作業プロセスが必要です。通信事業者において競争が発生する可能性がある従来の領域は、ネットワーク KPI (図 2 の青)、ユーザー体験(紫)、設備投資と運用コスト(黄)、エネルギーコスト(緑)のターゲットです。

ほとんどの場合は従来型のネットワーク KPI が測定され、運用部門の報酬体系に活用されます。

データ配信を主体とする今日の優れた無線ネットワークの特性は、回線交換音声をサポートする2G と3Gのネットワークとは大きく異なります。

ネットワーク性能にフォーカスしてユーザー体験とエネルギー消費との相関関係を見ることで、RANのエネルギー効率を最適化する新しい機会が見出せます。

エリクソンは、エネルギー効率化機能の導入と最適化を支援するコンサルティングサービスを提供しています。機能性を確保しつつ節減を観測し、ネットワーク KPIとユーザー体験への潜在的な影響のバランスを図ります。

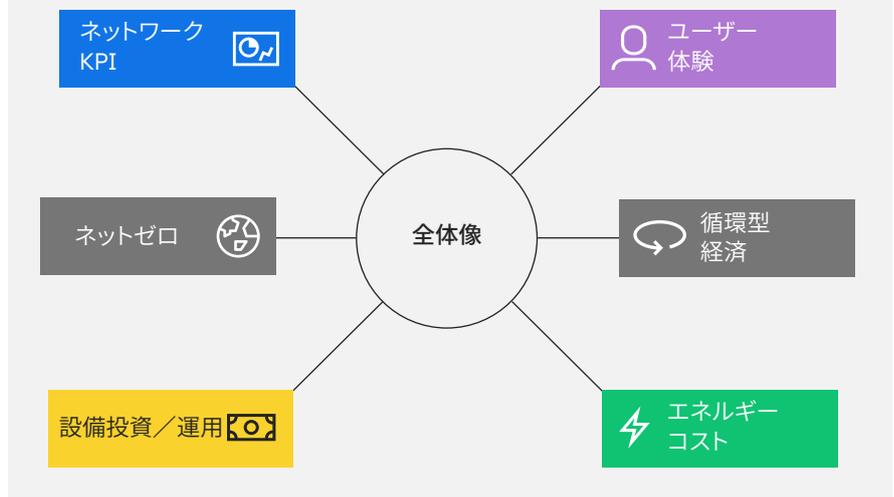
ネットワークを進化させるホリスティックなソリューション

ネットワークには、エンドユーザーの観点からは捉えられない小さな特性の偏差を観測できる数多くの指標があります。ネットワークの性能を従来のネットワーク性能指標のみで測定しているのであれば、エネルギー消費を削減できる機能の導入には抵抗があるでしょう。

通信事業者は、ネットワークを最適な方法で運用することに関する意思決定を行うと同時に、時間とともにTCO (Total Cost of Ownership) を削減できる将来の投資を見出す方法を必要としています。

多くの通信事業者がネットゼロ目標に賛同し、エネルギーコストの管理に注力するにつれて、複雑性が増しています。これは多く

図3: ビジネス目標と持続可能性目標を達成するための総合的なアプローチ



の場合、ハードウェアのライフタイム延長など、循環型経済への願望の高まりとも統合されます。そのため、事前に設定された全社目標に沿った実証ポイントと計画が必要です。

環境の持続可能性は、性能やカバレッジなどといった従来の「通信の価値」に加えて、消費者にとっても重要な要素になってきています。

持続可能性の目標を受け入れるには、上記の従来の分野は、会社全体の観点から最も効率的なソリューションを実現するための新しいホリスティックな視点も包含するものでなくてはなりません。そのためには、ビジネスと環境の両方の観点からポテンシャルを最大限に引き出すために、組織の目標を共に評価する必要があります。

ネットワーク計画には、コア装置、伝送系装置、無線装置、サイト機器(電力系やエネルギー源を含む)のあらゆる側面を含めることを推奨します。

また持続可能なネットワークの進化では、風力や太陽光などの再生可能エネルギーや、エネルギー貯蔵のための大容量バッテリーの利用も考慮する必要があります。

RANエネルギー効率化の優先順位付け

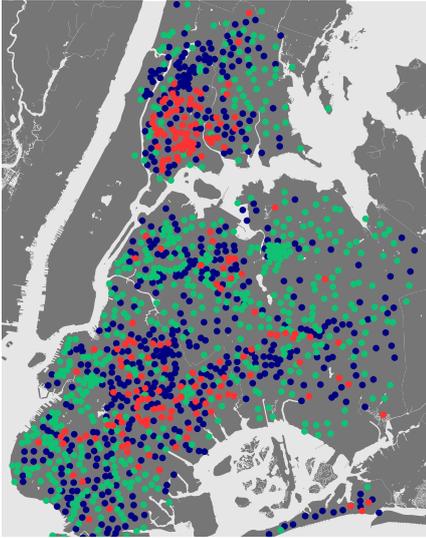
RANは全国規模のカバレッジとサービス容量を提供するものです。しかし単一の無線機が提供できるカバレッジと容量は限られているので、これは数千台規模の無線局を展開することによって実現され、その数はコアネットワークのノードの数の10,000倍以上に達することもしばしばあります。そのため、アクティブとパッシブのRAN装置が、通信事業者のネットワークエネルギー消費の75%以上を占めています。RANのエネルギー効率改善は、優れたユーザー体験を提供しつつエネルギー消費を制御する唯一の方法であり、通信事業者はRANのエネルギー効率化に優先的に取り組み続けていくでしょう。

エネルギーメータリングは、すべてのRANハードウェア内の実際のエネルギー消費量をノードレベルで可視化し、今後のアクションに向けたベースラインを提供します。

図4:ネットワークの現実

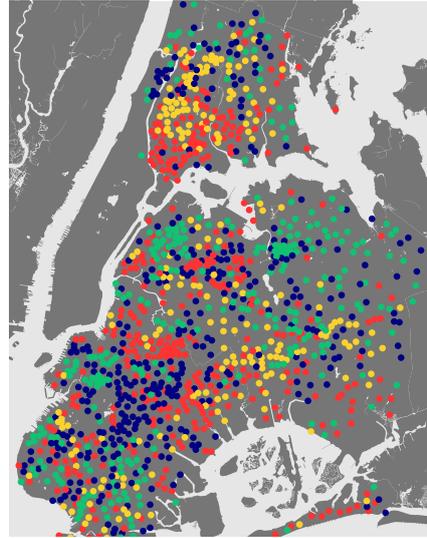
トラフィック セグメント
(合計データ量の割合)

● 上位25% ● 中間50% ● 下位25%



ユーザー体験

● 悪い ● 普通 ● 良 ● 最良



クリック時の「time to content」スループット

通信事業者は特定のネットワークにおけるサイトの現実のトラフィックに基づいて、サイト構築と省エネポリシーを最適化できます。

私たちは長い間、エネルギー効率を測定するためにエネルギー性能を使ってきました。「目指す性能」と「エネルギー消費」の関係を探ることで、クラスターやサイトレベルでの偏差を観測できます。クラスター内でさまざまな施策が実行される中で、エネルギー性能が時間経過と共にどのように変化するかを観測することができます。

サイトのトラフィック量とユーザー体験

ネットワーククラスター内の各サイトには独自の役割があります。ネットワークと各サイトが全体的なネットワーク性能にどう関わっているかをよく理解する方法として、最も負荷の高い期間にネットワークの状態を観察し、潜在的な容量のボトルネックを特定することが推奨されます。ネットワークの現状を把握するための内部プロセスが整っていない場合、エリクソンは、サイト毎のトラフィック量とユーザー体験の2種類のKPIを使うことを推奨します。

これらのKPIは、通信事業者が貴重な洞察を得るうえで有益です。直感的に理解しやすい見せ方により、通信事業者は省エネルギーソフトウェア機能の適用をより精度良く行え、ネットワークの展開・運用戦略の策定に貢献します。

多数の物理サイトで構成されるネットワークは、どれも似たようなサイト毎のトラフィック負荷分布に従います。エリクソンはサイト(またはセクター)を3つのトラフィックセグメントに分類することを推奨しています。

- 赤のトラフィックセグメントは総トラフィック量の25%を占める、対象ネットワーク中で負荷が最も高いサイトです。
- 青のトラフィックセグメントは赤のセグメントに次いでトラフィックが高いサイトで、総トラフィック量の50%を提供する全サイトを含みます(赤と青を合わせるとネットワークのデータ量の75%を占める)。
- ネットワークのデータ量の残り25%は、トラフィック負荷の低い緑のトラフィックセグメントに属します。

ネットワークの現実を探る

トラフィック負荷はネットワーク内のノードごとに異なり、時間の経過と共に変化します。たとえば無線機や展開済みの周波数帯を適切にディメンジョンングし、ソフトウェアを使ってトラフィックの電力消費を低減することで、エネルギーの節減が達成できます。この調査の重要な成果は、「最も価値あるサイト」(図4左の赤と青のトラフィックセグメント)を特定し、これらのサイトが効率良いネットワーク機器にて運用されること確認したことです。

また通信事業者は、エンドユーザーがネットワーク性能をどのように体感しているかを理解する必要があります。ユーザーの観点から最も重要なことは、最低限求められる性能を確実に維持することです。

エリクソンの調査によると、ネットワークの負荷が最も高いときのDL (Down Link) 速度を観測することで、ユーザー体験を明確に示すことができます。

この指標は、ユーザーが目的のコンテンツに到達するのにかかる時間を表すことから「time to content」と呼ばれることがあります。エリクソンは、データ抽出を容易にする特定の観測カウンターを開発しました。最も一般的なアプリケーションのダウンロードについて、事前に定義した閾値を下回るDL速度を報告された場合、サイト(またはセクター)を要改善領域と評価します。これにより、その時点でのネットワーク状態の全体像がわかるので、運用部門がエネルギー消費を削減するための目安となります。

トラフィックを分類することで(図4左図)、トラフィック量が著しく少ないサイト(緑)を見つけることができます。通常はサイトの50~70%が緑のセグメントに属しています。これらのサイトがユーザー体験の観測結果(図4右図)と相関していれば、ビジーアワーに高いパフォーマンスを提供しているサイトを特定でき、使用されている周波数帯と無線機に対して、サイトが過剰展開されている状況であることを把握できます。これは、ハードウェアの一部をスリープモードにしたり、無線機を停止したりするなどの省エネルギー設定の拡張を適用できるサイトを特定する方法の一例です。

持続可能なネットワークを進化させる計画を策定することで、ネットワークの観測結果を使ってトラフィックの性能を確保しつつ、ネットワーククラスターとサイト全体でエネルギーを節約するためのさまざまな運用戦略を定義できます。

まとめると、ネットワーク進化の計画をアップグレードすることは、エネルギー消費曲線の上昇を抑制するための基礎となります。

拡張とモダナイゼーション

既存のネットワークを効果的に刷新することは、5Gを拡張してモバイルネットワークの総エネルギー消費を削減する上で不可欠です。

5Gを拡大しつつエネルギー消費を削減するには、既存機器のモダナイゼーションが不可欠です。マルチバンド技術により、複数の無線ユニットの機能を既存の周波数帯用の単一の物理ユニットに組み合わせることができます。より多くのコンポーネントを同一の無線機に統合することで、エネルギー効率、サイズ、重量を改善できます。

新世代のマルチバンド無線機は、無線ユニットの数量とエネルギー消費を削減しながら、周波数帯を追加することができます。サイトの賃借契約は往々にしてサイトのフットプリント（ユニット数、容積、重量）で決まるため、よりコンパクトでエネルギー効率の高いサイト構築の導入により、TCOを大幅に削減できます。しかし現在の課題は、必ずしも通信事業者が単一の予算でネットワークのTCOを管理できないことです。そのため私たちは通信事業者に、エネルギーコストやサイト賃借のOPEXなど自社のすべてのコストをまとめて管理するようにし、それを現場の既存のインフラのモ

ダナイゼーションと組み合わせることを推奨しています。

モダナイゼーションによるスペクトルの追加

ネットワークのモダナイゼーションは、スペクトルと容量を追加し、エネルギー消費の削減に役立ちます。エリクソンシリコンの進歩により、エリクソンは複数の周波数帯を一つのリモート無線ユニットに統合できました。以下で紹介しているRadio 6626は、単一の無線ユニットで六つのシングルバンド無線機を代替できます。

図5左側のレガシーサイトには、三つの周波数帯を使う9台の無線機があります。このサイトは三つのベースバンドを組み合わせることで、2G、3G、4Gをサポートしています。この構成は1台のマルチ標準ベースバンド6631と組み合わせられた2台のRadio 6626に置換できます。

モダナイゼーションされたサイトでは、60%高い容量を提供しつつエネルギー消費を50%低減でき、無線機重量は半分が

つサイズは3分の1、FDD周波数帯も追加されます。また、3Gを停波した既存の周波数帯で5Gをサポートします。

4Gから5Gへの移行には、RAN機器の処理要件の大幅な増加が伴います。エネルギー効率は、容量需要の増加とともにエリクソンの最優先事項であり、新しいコンポーネント、製品、および機能の開発の指針となっています。たとえば、専用設計のエリクソンシリコンを搭載したハードウェアは、これらの性能要件を満たすように設計されています。エリクソンシリコンは高性能で軽量の製品の開発に重要な役割を果たし、2016年から2022年にかけてエネルギー効率を10倍向上させました。

図 5: サイトの拡張と刷新 – FDD 帯の追加

レガシーサイトから
シングルバンド2T2R FDD radios

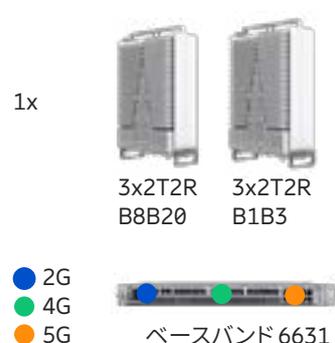


容量が60%増加

FDD帯の追加

エネルギー使用量を50%削減

次世代サイトへ
マルチバンド Radio 6626 FDD



容量	1
エネルギー消費量 (kWh)	100%
スペクトル [MHz]	900, 1800, 2100

容量	x1.6
エネルギー消費量 (kWh)	50%
スペクトル [MHz]	800, 900, 1800, 2100

図 6: サイトの拡張とモダナイゼーション – 5GミッドバンドとFDD帯の追加

レガシーサイトから
シングルバンド 2T2R FDD radios



容量	1
エネルギー消費量 (kWh)	100%
セクタあたりの出力電力	400W
スペクトル [MHz]	800, 900, 1800, 2100

近年、エリクソンは、Massive MIMO無線機のエネルギー効率を前世代と比較して最大50%、マルチバンド無線機を最大20%向上させるという大きな飛躍を成し遂げました。また、エリクソンのベースバンドは、同等な容量の競合他社製品よりも30~60%高いエネルギー効率を実現しています。これは、GBあたりの消費電力の大幅な削減に貢献することができます。

新しいネットワーク性能要件を満たすには、周波数帯効率と柔軟性の向上が必要です。Massive MIMOテクノロジーにより、通信事業者は強力な5G体験を全国規模で提供できます。

エリクソンのMassive MIMO無線ソリューションは、三つのセグメントに分かれています。

- **キャパシティ:** 最も容量を必要とするサイトをカバーし、あらゆる展開で優れた性能を提供するセグメント
- **カバレッジ:** 垂直方向のユーザー分布が少ない郊外や地方など、サイト間の距離が大きい展開を対象とするセグメント
- **コンパクト性:** 展開に制約があるサイトを対象とするセグメント。TCOを優先し、サイズや重量などの現場の制約に製品仕様が合致するようにします。

5Gミッドバンドを拡張しつつ適切なセグメントを選択することで、最適なエネルギー消費で最高のユーザー体験を提供するこ

容量は10倍以上増加

TDDミッドバンドの追加

FDDミッドバンドの追加

エネルギー使用量を37%削減

次世代サイトへ
マルチバンド Radio 6646 FDD
マルチバンド Radio 6626 FDD
Massive MIMO AIR 3268



容量	>10倍速
エネルギー消費量 (kWh)	63%
セクタあたりの出力電力	680W
スペクトル [MHz]	700, 800, 900, 1800, 2100, 3500

とができます。

また、ソフトウェア機能を活用することで、新規ハードウェアの追加を回避することも重要です。

- キャリアアグリゲーションは、ローバンドを活用してミッドバンドのカバレッジを拡張します。多くの通信事業者が100MHzのキャリアを有し、エネルギー効率に優れた5Gバンドにデータを移行することで、ユーザー体験を高めながら、転送ビットあたりのエネルギーを10分の1に削減できます。
- Ericsson Spectrum Sharingなどの革新的なソリューションは、既に展開されたハードウェアを再利用することで、性能を犠牲にすることなく既存の4Gバンドに5Gを展開する方法を通信事業者に提供します。これにより、Day-1から全国規模の5Gカバレッジの提供を実現します。

ミッドバンドMassive MIMOの追加とFDDバンドのモダナイゼーション

ミッドバンドに5G Massive MIMOを追加しても、エネルギー消費を増やす必要はありません。

図6左側のレガシーサイトでは12台の無線機で2G、3G、4Gの四つの周波数帯をサポートしています。この構成を2台のマルチバンドおよびマルチセクター無線機と1台のMassive-MIMO無線機にアップグレードします。Radio 6626は、4Gの容量を提供する6台のシングルバンド

無線機を代替できる2バンド・3セクター無線機です。この例のRadio 6646は3バンド・3セクター無線機で、新しいFDD 5Gバンドを一つ追加し、なおかつ4Gのカバレッジレイヤーを提供します。超軽量のMassive MIMO無線機AIR 3268は、新しい5G TDD周波数帯域をサポートします。

モダナイゼーションされたサイトには、5台の無線機と10倍以上の容量があり、エネルギー消費は約3分の1になります。この将来を見据えたサイト構成は、エネルギー効率の高い方法で5Gカバレッジとミッドバンド(3.5GHz)性能の両方を大幅に拡張し、スタンドアローンの展開を拡大します。

効率的なモバイルネットワークでは、必要となるサイトとエネルギーが小さくなります。より少数のサイトで自動化され、最適化されたネットワークを実現することで、環境への影響が軽減され、運用コストも削減されます。

サイトの試運転、保守、アップグレードにおいては、従来エンジニアが現場を訪れて作業する必要があり、移動に伴うカーボンフットプリントが明らかに発生していました。仮想ドライブ試験、監視、根本原因分析、リモートアップグレードにより、現場で時間を費やす必要性が大幅に削減されます。

インテリジェントな運用

AI/MLと自動化を活用して、導入済みハードウェアのトラフィック性能を最大化し、エネルギー使用量を最小限に抑えます。

モバイルネットワークは今後3~5年間に予想されるピーク時のトラフィック需要を満たせるように展開されることから、1日のほとんどの時間は必要以上の容量が提供されることとなります。昼と夜の違いや、ミリ秒レベルの短い変化を含め、トラフィック負荷が変動することは、モバイルネットワークの宿命です。

エリクソンのエネルギー削減ソフトウェアソリューションはこうした負荷の変動を利用するもので、フルトラフィックとトラフィックが無い場合を比較すると最大97%消費電力は変動します(図7)。

省エネルギー機能は、全ての無線アクセス技術にてサポートされており、今日のネットワークで大幅な節約を実現します。エリクソンの推奨は、ミリ秒単位で動作する機能は常に起動しておくことです。さらに、アンテナブランチやセルなど、コンポーネントや機器の多くの部分を停止する機能により、個々のセルレベルで最適化することで、最大限の省エネルギーが可能になります。

しかし、ネットワーク性能指標に影響が及ぶ可能性や、管理が複雑化することを理由にこれらのソリューションの既存のネットワークへの展開が躊躇されている状況も見られます。

省エネルギー機能を最大限に活用するためには、モバイルネットワークの新しい運用方法に取り組む必要があります。

モバイルネットワークにおけるエネルギー効率向上を実現する際の重要な課題は、パッシブとアクティブ両方のサイトインフラを含むネットワークとそのエレメント全体をエンドツーエンドで把握することです。パッシブインフラとは、バッテリー、電源ユニット、無線機器を冷却するための空調ユニットなど、基地局を稼働させ続けるために必要なサポートシステムを指します。

また、このパッシブインフラに接続されるさまざまな電源に関する複雑性もあります。例えば、ディーゼル発電機やソーラーパネルを利用すれば、グリッドの電力を補完できます。これらのインフラのエネルギー挙動は、負荷とトラフィックの動向によって変化するはずですが、

モバイルネットワークを効率的に管理するには、異なる省エネルギーの取り組みが必要となる様々な地域、クラスター、サイトが存在するという事実を認識する必要があります。そこでデータ、AI、MLによって様々な自動化スキームを合理化し、ネットワークの運用を変革します。

私たちは、持続可能なネットワークに向けたインテリジェントな運用には、現時点で三つの重要な柱があると考えています。

- データを最大減に活用した自動化の促進
- 最適レベルのユーザー体験の維持と並行した包括的な省エネルギーの取り組み
- 予測、自動化、オーケストレーションを通して持続可能な運用を可能にするプラットフォームの確立

図7: ポートフォリオ全体のソフトウェアイノベーション

フルトラフィック電力消費量
100%

標準的なトラフィック30~40%の電力消費

ゼロトラフィック時間3~10%の電力消費

低トラフィック時の消費電力を最大97%削減

- マイクロススリープ
- ディープスリープ
- トラフィックアウェアなネットワークサービス運用
- 予測可能なエネルギー管理

エリクソンとIndosat: よりグリーンなネットワークの構築

課題

- Indosatはデータトラフィックを増やしつつ排出量を削減したいと考えていた
- LTEのマイグレーションとEricsson Radio Systemのモダナイゼーションを積極的に進めて、より持続可能なネットワークを実現すること

ソリューション

- 省エネルギー機能により全体的な消費量を削減
- ハードウェア、ソフトウェア、関連サービスをアップグレードし、モジュール式のRANを構築
- エネルギーを消費する全設備を効率的に管理するためにEricsson Energy Infrastructure Operations (EIO)を導入

インパクト

- ソリューション導入によりジャカルタ全体で最高の周波数使用効率を達成し、競合他社より少数のサイトでより多くのトラフィックを提供
- 既存設備と比較して約20~30%の省エネ効果
- ソリューション導入されたサイトにおいてエネルギーコストを最大3.6%、CO2排出量を4%削減



1. データを最大減に活用した自動化の促進

自動化は、ネットワークのDXの重要な一部です。アクティブなネットワークエレメントに関しては、すでに管理インターフェースを介して他の性能データと共に電力消費量をレポートすることが可能です。しかし、パッシブインフラのエネルギー最適化は、それに費やされるエネルギーの測定と制御が困難なため、見過ごされがちです。

自動化の力を最大限に引き出すには、データを取得してデジタル化し、インテリジェントな測定と制御を可能にする完全なサイトエコシステムを実現する必要があります。

電源系、冷却系、再生可能エネルギー源のリモート計測と制御を実現するカギとなるのは、パッシブインフラのサイトコントローラー、スマートセンサー、エンクロージャの展開です。データの分析により、サイトの負荷とトラフィックのトレンド、パッシブインフラエレメントとエネルギー挙動の相関関係を特定することで、サイトごとにホリスティックな省エネルギー動作を定義して展開することができます。

2. 最適なレベルのユーザー体験の維持と並行した包括的な省エネルギーの取り組み

モバイルネットワークの管理にAIと自動化を導入することで、ネットワークインフラ全体で生成されたデータの力を活用し、自律的な最適化を実現できます。

トラフィックと利用状況の変化に基づくエネルギー効率向上に向けたネットワークオーケストレーションと、最適なユーザー体験の提供をバランスさせることが重要です。インテリジェントな運用は差別化要因になりうるのです。

RANエネルギー最適化予測

トラフィックと使用率の予測に基づいて、ユーザー体験と組み合わせたさまざまな条件セットとビジネスロジックを無線機とセルに実装できます。

省エネ動作のオーケストレーションでは、各種の無線アクセス技術と周波数帯で展開され、地理的状況も関連した様々なトラフィックプロファイルを考慮しなくてはなりません。これが、エネルギー効率の高い方法でカバレッジと容量を提供するためのカギを握っています。

例えばEricsson Predictive Cell Energy Managementソリューションは、AI/MLと自動化アーキテクチャーに基づいて、サイトレベルでエネルギー消費を削減しま

す。予測エンジンは、セルロックやディープスリープの起動、もしくはRAN機能を適用による省エネ動作を、ネットワーク品質やユーザー体験に影響することなく適用できるセルを特定します。複数の条件セットと省エネしきい値を、昼間と夜間といった条件や様々なネットワーククラスターに設定できます。

このソリューションは、カスタマイズされた省エネ動作で既存のRAN機能を補完し、ネットワークレベルで2~8%の削減を実現します。3億5,000万人以上の加入者を抱えるアジアのTier-1ネットワークに導入すると、削減量は年間1,500万ドル、ネットワーク全体で100キロトンのCO2排出量に達する可能性があります。

もう一つの例はエリクソンのAIベースのMIMOスリープモード機能です。

手動設定と比較して約5%の省エネ効果が得られます。しかし、この機能の最大の価値は、起動が容易なことでその導入と利用が増える点です。多くの運用部門は、パラメータ設定を微調整するために必要となる手動作業を望んでいないためです。

図 8: AI / ML ソリューションとネットワークへの応用

予測ベースのRANエネルギー最適化
エネルギー最適化を伴うRAN性能のためのAI / ML

予測ベースのインフラエネルギー最適化
各サイトのインフラを運用するAI / ML

サイトエネルギープロファイリング
異常検出と予測運用を可能にするAI / ML

電源最適化
サイトの電力最適化とROI向上のためのAI / ML

予測ベースのインフラエネルギー最適化

サイトインフラをデジタル化することで、RAN最適化によってサイト内の多くの重要なエレメントをより効率的に管理できます。AI/MLを使って現場で空調ユニットを稼働させ、温度トレンドと耐熱性に基づいて冷却設定を動的に調整できます。

トラフィック負荷と使用率トレンドに基づいて、RANエネルギー最適化動作を連動させ、電源ユニットを停止することもできます。同様に、他の利用可能なエネルギー源に連動させてディーゼル発電機の稼働時間を最適化できます。

サイトエネルギープロファイリング

収集したエンドツーエンドのネットワークデータを使ってトラフィック負荷とインフラ性能の相関関係を生成すれば、それを類似のサイトのエネルギー効率のベンチマークとして、異常の予測に利用できます。

Ericsson Node/Radio Power Efficiency Mapソリューションでは、サイトごとのエネルギー効率を測定し分析することで、ディメンジョンング、ハードウェア、ソフトウェア、無線周波数の観点から、効率低下の根本原因を詳細に把握できます。エリクソンのエネルギープロファイリングでは予測モデルを使い、サイトコントローラーから得たAC・DCエネルギーメーターのデータのトレンド分析に基づいて異常を特定します。

電源最適化

MLアルゴリズムは、グリッドや燃料ベースに頼る代わりに、大容量のリチウムイオン電池や再生可能エネルギー源の利用率高めるうえで有用です。エリクソンのEricsson Infrastructure Operations Power Source OptimizationソリューションはAI / MLを活用し、コスト、負荷、サイトのバッテリー自動検出結果などを含むエネルギー源の使用可否に基づき、サイトで利用可能な最良のエネルギー源を予測します。これにより高額な時間帯でのグリッド使用量やディーゼル発電機の稼働時間が削減され、再生可能資源の投資収益率が向上します。

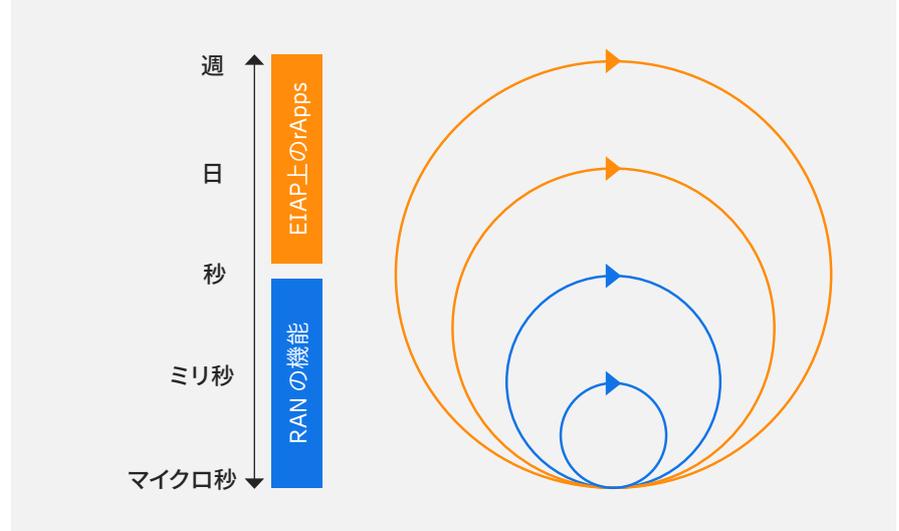
3. 予測、自動化、オーケストレーションにフォーカスして持続可能な運用を可能にするプラットフォームの確立

将来は、強力な持続可能性自動化アプリケーション一式を備えた共通のSMO (Service Management and Orchestration) が登場することでしょう。

私たちはエリクソンのSMOであるEricsson Intelligent Automation Platformを通じてrAppコンセプトを拡張し、Open RANとCloud RANに加えて、既存の4Gおよび5G専用RANネットワークも自動化しました。

エリクソンはネットワークの進化、展開、最適化、復旧の分野で運用効率とネットワーク性能を向上させるrAppsの開発を加速しています。これらのrAppsは、エネルギーとCO2排出削減の大きな可能性を秘めたコグニティブなAI/MLベースの自動化アプリケーションを実現します。エリ

図9：RAN自動化のためのコントロールループ



クソンのソリューションは、無線機能、ネットワークサービス、rApp、またはそれらの組み合わせとして提供されるユースケースで、高速と低速の制御ループシナリオに対応します。

その目的は、両方の制御ループでAIを実行し、効率とパフォーマンスを向上させることです。予測モデルやRANレベルのリアルタイムな自動機能で補完しながら、rAppsを使って複雑な決定を実行するセントラル型の自動機能を導入することを目指しています(図9)。

通信ネットワークからのデータや測定値の量が増えるにつれて、AIと自動化による省エネルギーやCO2排出量削減への影響の大きさが拡大します。

トラフィックパターン、リアルタイムの需要、ネットワークリソースの可用性に関連する膨大な量のデータを分析する能力により、迅速かつ自動化された意思決定が行われ、多くのユースケースで必要な効率を創出できます。AIと自動化を使ったアプリケーションとビジネスロジックの継続的なイノベーションは、持続可能性のある未来のネットワークを実現することでしょう。

DT (Deutsche Telekom) とエリクソンが持続可能な5Gを推進

課題

再生可能エネルギーの消費と使用量の増加に基づいて、コストとエネルギー効率の高いソリューションを特定・検証

ソリューション

- すでにソーラーパネルのエネルギーで部分的に稼働していたディッテンハイムのサイトに風力タービンを追加導入
- 燃料電池などのエネルギー源を統合し、近い将来、緊急用ディーゼル発電機を代替

影響

- タービンは第2の再生可能エネルギー電源として、最大5キロワットの電力を追加で供給可能
- 初回の試験では、風の強い日にサイトの運用で消費されるよりも多くの再生可能エネルギーを生成できることを実証

エリクソンについて

エリクソンは、コネクティビティから最大限の価値を創造する通信サービスプロバイダーをお手伝いします。ネットワーク、デジタルサービス、マネージドサービス、新しいビジネスにわたるポートフォリオを持ち、お客様のデジタル化、効率向上、新たな収益源の発掘をお手伝いします。エリクソンのイノベーションへの投資は、電話とモバイルブロードバンドのメリットを世界中の何十億もの人々にもたらしてきました。エリクソンは、ストックホルムとニューヨークのナスダックに上場しています。

www.ericsson.com