



未来を掴む：
5つのディープテック分野で
獲得する長期的成長

目次

はじめに	02
背景の確認	03
今取り組むべき理由	03
テレコム業界のリーダーが取り組むべき最大課題	03
1 AIによる人間の能力拡張	04
複雑性の克服とインテリジェンスの実現	04
機能性にとどまらないユーザーエクスペリエンスの改善	04
2 レベル3を超える自律ネットワーク	05
自律性による最大課題の解決	06
自律型ネットワークを現実にするためのご招待状	06
3 非地上系ネットワーク	07
4 最先端の情報処理	08
5 次世代無線ネットワーク	09

はじめに

明確に言いましょう。テレコムと関連するコビキタスな接続性は、深刻な社会的・経済的変革の中心に位置しています。AIを活用した、エネルギー効率に優れたサステナブルなネットワークが、ディープテックの飛躍的な進歩により実現しています。産業界のリーダーが、こうした新規な技術や方式を活用すれば、新しいビジネスチャンスをつかみ、収益の拡大と革新的成長を得ることができます。このレポートでは、その指針を示します。

背景の確認

今こそ、テレコム分野のリーダーが再びイノベーションの最前線に立つ時が来ました。テレコム業界には、社会や企業のデジタルトランスフォーメーションを実現するという重要な役割があります。この観点から見れば、成功すれば変革につながり、長期的な事業の成長が得られることは明らかです。

その成長を長期的かつ持続可能なものにするためには、新たに生まれ進化するイノベーションを活用する必要があります。キャップジェミニのディープテック戦略組織であるケンブリッジコンサルタンツは、この面で他社にはできないサービスを提供できます。これまでにない製品、サービス、プロセスの創出に特化しています。

これにより、お客様は、防御可能でコピー不可能な自社の技術を通じて、揺るぎないビジネス優位性を獲得できます。ディープテックとは、考え方であり、先鋭的な科学と工学を活用して、誰も出来ないことを達成する戦略です。この文脈で考えれば、テレコムには他のどの産業分野にもない可能性があることが分かります。今こそ、行動すべき時です。

ケンブリッジコンサルタンツは、通信分野における数十年間にわたる経験に基づいて、2025年以降に注目すべき5つの主要なディープテック領域を特定しました。その内容は以下のとおりです。

1. AIによる人間の能力拡張
2. レベル3を超える自律ネットワーク
3. 非地上系ネットワーク
4. 最先端の情報処理
5. 次世代無線ネットワーク

このレポートでは、これらの各技術領域の概要を述べ、それによって提供される価値を検討し、テレコムのエコシステムにおいてどのように展開が可能か、いかに実装すべきかを解説します。

今取り組むべき理由

産業界のリーダーは、まず基礎的な事実を受け入れる必要があります。それは、テレコムは社会を支えるインフラ基盤の1つであるため、繰り返し変革が起こるということです。2025年はまさにその典型です。変化に積極的に対応する差し迫った必要性があり、その背後には多くの内外的要因があります。

以下にその例を挙げます。

- グローバルな持続可能性の必須課題：野心的な持続可能性目標を達成するために、よりエネルギー効率が高く環境に優しい運用が求められている
- AIの革新と進化：複雑でダイナミックなネットワークの可能性を引き出しつつ、使いやすさの向上と人間と機械の相互作用の最適化に焦点を当てる
- データの急増：ネットワークおよびサードパーティデータの指数的な増加に対し、価値を抽出し収益化するための強力なソリューションが求められている
- 地政学的な不安定性：断片化し予測不可能な世界の中で、グローバルな不確実性に対処しつつレジリエンスを確保する

テレコム業界のリーダーが取り組むべき最大課題

可能性は課題への対応から生じるものです。長期的に持続可能な成長への過程での主要な課題と障害について確認しておきましょう。通信分野のリーダーは、次の事項に取り組む必要があります。

-  競争が激化している市場において戦略的な差別化を図ること
-  新規ビジネスモデルの実現（5G以降）
-  運用の効率改善とコスト低減
-  カスタマーエクスペリエンスの改善とカスタマイズ
-  サステナビリティとESGの目標達成



1 AIによる人間の能力拡張

コストを低減し効率を高める即時判断

他の産業分野の例から、人間と機械がハイブリッドで協調するチームは人間のみのチームや機械だけのチームよりも優れた働きができることが分かっています。がん診断から倉庫の在庫管理に至るまで、戦略的な人間の指導と、機械の戦術的な鋭さと疲れ知らずの特性が組み合わさることが、勝利への鍵となります。

この現象はテレコム分野でも同様に作用すると考えています。AIによってテレコム産業の革新が起こり、その運用や産業界や社会における役割も姿を変えています。このセクターは、大規模で複雑なテクノロジープラットフォームに依存していることから、変革の期待が高いと言えます。AIの実装は、最も詳細な技術レベルから最も抽象的な人間と機械のインターフェースにまで及ぶでしょう。このような深遠な変革の中で、どのようにして未来の繁栄を確実にすることができるのでしょうか？

複雑性の克服とインテリジェンスの実現

全てが接続された現在の世界では、通話明細記録 (CDR)、テレメトリ、利用者の行動やサービスの操作データなど、テレコムネットワークから膨大なデータが発生します。このことは課題でもありチャンスでもあります。その膨大なデータセットを活用してリアルタイムの分析情報を生成し、ユーザーエクスペリエンスを改善し、スマートな判断によって環境への影響を提供しながら成長を得るには、どうすればよいでしょうか。

その答えは、AIエージェントを意思決定に活用することにあります。これは、テレコムネットワークの将来の運用を革新するディープテックのアプローチです。ここで、AIによる人間の能力拡張から得られるであろうメリットを検討してみましょう。

ネットワークの運用センターは有望な応用の1つです。ネットワークの可用性と信頼性を高めることが極めて重要であるため、複雑なネットワーク環境を監視し、特殊な状況の管理と対応を行ってサービスの品質低下を回避することが必要です。



ミシェル リム
人間・機械相互理解担当、
主任行動科学者

「当社の研究者たちは、数百万のデータポイントや予測不可能な人間の行動を含む、複雑で動的な環境を処理できるニューラルネットワークを設計しました。」

ここでのリアルタイムの動的な応答は、軍における指揮統制と強い共通性がありますが、この分野でもケンブリッジコンサルタンツはAIを応用した人間のオペレーターの能力拡張に大きな投資をしています。この予想外でありながら非常に関連性の高い分野からインスピレーションを得て、我々はテレコム業界のための洞察を生み出しています。

当社の研究者は、数百万のデータポイントや予測不可能な人間の行動を含む、複雑で動的な環境を処理できるニューラルネットワークを設計しました。指揮統制のウォーゲームの代替として、リアルタイムの戦略ゲームを使用しました。これらのAIモデルは、ユーザーの行動をリアルタイムで予測し、対応します。基本的に、AIが混沌の中から情報を選別し、明確で効果的な意思決定を行う方法を示しました。

巨大なデータセットの中のパターン、振る舞い、傾向を理解することによって、AIエージェントで次のようなことが可能になります。

- 顧客が次に取るであろう行動の予測
- ネットワークのボトルネックが起こりそうな場所の予想
- 望ましいエクスペリエンスを提供する方法の発見

もう推測は不要です。これまでは考えられなかったようなリアルタイムの分析情報が入手できるようになります。ピーク使用率のパターンの理解や顧客の解約のきっかけの特定など、どのような問題でも、混沌としたデータセットから実行可能な知見を獲得できるAIモデルを使用して、解決のサポートを提供できます。

機能性にとどまらないユーザーエクスペリエンスの改善

AIの応用のもう1つの要点は、カスタマーエクスペリエンスの変革です。優れたカスタマーエクスペリエンスの基盤が、アセットの技術的な管理によるネットワーク性能の最大化にあることは従来と変わりません。しかし、カスタマーエクスペリエンスのソフト面、すなわち役に立つサービスをタイムリーに提供することが、顧客の獲得、ロイヤリティ向上、維持を左右するようになりつつあります。

ケンブリッジコンサルタンツでは、意思決定システムの構築についても豊富な経験を築いてきています。その経験を通じて、人間の能力拡張はコンテキストへの依存度が高いことが分かっており、企業が期待する生産性の向上、品質の改善、時間削減の効果が明らかになっています。

ケンブリッジコンサルタンツは、意思決定支援システムの開発で豊富な経験を積んできました。この経験から、人間の能力をAIで補強することが状況に合わせて効果的に行えることが分かりました。また、それによってビジネスの生産性が向上し、品質が改善され、作業時間が短縮できるという大きなメリットも明らかになりました。

当社のAIモデルを通じて、利用者の行動、嗜好、期待に関するより深い知見を得ることによって、行動の予測だけでなくエンゲージメントを改善することが重要であることが分かりました。機能的な予測にとどまらず、総合的なユーザーエクスペリエンスへの対処のためにAIをどの様に活用できるかをご紹介します。行動のパターンや選択、感情を追跡することによって、独自にカスタマイズした直感的なサービスの実現が可能になります。



2 レベル3を超える自律ネットワーク

5G以降の新規ビジネスモデルの実現

ネットワークがさらに複雑になっているため、コストが増加し、管理や制御がより難しくなっています。Capgemini Research Institute発行の**最近のレポート**によれば、レベル2サービスを実装した通信サービスプロバイダー（CSP）の回答では、運用コストが18%低減し、効率が20%向上しており、部分的な自律動作でも目に見える効果が上がっていることが分かります。複雑さという課題への回答は、リアルタイムで動作する高度なAI応用の分析ツールを使用して、従来よりも高速かつ正確にネットワークを最適化することです。

レベル3（以上）の自律化に向けた取り組みを加速することの重要性を、ここで確認しましょう。ホワイトペーパー「**自律ネットワークに向けた競争において先行する**」で示したように、現在レベル3に達しているテレコム企業は6%のみです。この状況に対抗するためには、適切な考え方やモデルが必要です。

完全な自律動作とはどのようなものなのでしょうか。ボトルネックを予測し、自動的に構成変更して性能を最適化し、障害からの復旧も人が介在することなく行うようなネットワークです。通信バリューチェーンに属するプレーヤーはどの企業も、実際の自律ネットワークあるいはそれにに向けた機能の開発を、ロードマップ上に置いています。

自律ネットワークというコンセプトは新しいものではありません。最初のSON（自己組織ネットワーク）は、4Gで初期の問題の影響を制限する目的で導入されました。また場合によっては、既存の3Gネットワークにも、コスト低減とサービス信頼性の向上のためにSONが追加実装されています。最初の実用化は15年以上も前で、その目的はモバイルオペレーターに向けて、ネットワークの導入期間短縮、通話中断の低減、スループット向上、混雑低減などの効果を上げ、エネルギーとコストの節約など運用効率を改善することでした。



ステファン レミー
テレコミュニケーション事業本部、
部長

「完全な自律動作とはどのようなものなのでしょうか。ボトルネックを予測し、自動的に構成変更して性能を最適化し、障害からの復旧も人が介在することなく行うようなネットワークです。通信バリューチェーンに属するプレーヤーはどの企業も、実際の自律ネットワークあるいはそれにに向けた機能の開発を、ロードマップ上に置いています。」

通信サービスプロバイダー（CSP）は、自律型ネットワークの導入を早い段階で始め、ここ数年で関心が高まっています。それにもかかわらず、なぜほとんどのCSPはまだL1（支援型）やL2（部分的）レベルの自律性にとどまっているのでしょうか？そして、今後3年間でL4（高度自律）に達するのが12%のみ、L5（完全自律）に達するのが3%とされているのはなぜでしょうか。

これには以下のような理由があります。

- ネットワーク中のさまざまな要素の自動化レベルが異なる
- 自律動作に向けた強い意欲があっても目的や成果の定義につながっていない場合がある
- 組織内の自動化の文化が十分でない
- ロバストなAIフレームワークの確立が困難

このすべての重要な要素の一つは、AIが最も効果的に適用される場所を理解する必要があるということです。例えば、ユースケースやKPIによっては、AIはネットワークのエッジで活用される場合もあれば、ネットワーク全体の中心で活用される場合もあります。

自律型ネットワークに固有の複雑な問題を解決するためには、AIと機械学習モデルを現実世界のデータや過去のデータを使ってトレーニングする必要があります（しかし、それらを入手することはほとんど不可能です）。そのため、シミュレーションを利用することが唯一の方法となります。この方法によってこそ、運用とリソースの効率化、卓越したユーザー体験、そして収益化を実現できるのです。

また、ゼロから始めて明日にもL5で運用することは不可能であるということも確認しておくことが重要です。これは、通信バリューチェーンの中で、ハードウェア、ソフトウェア、アプリケーションの自動化レベルに差異があるためです。

ケンブリッジコンサルタンツは、以下のような数多くのAIを応用した革新プロジェクトに参画してきました。

- 構造化されていないメンテナンスログやサポートログからのAIによる根本原因分析や、HAPS（高高度プラットフォーム）のフェーズドアンテナにおける故障部品のAIによる補償
- モバイルネットワークのセル負荷の予測によるRANのエネルギー節約や、
- 標準的なネットワーク性能パラメータを用いたユーザーの品質体験（QoE）のAI推論
- ニューラルレーサーの効率最適化の調査、合成データを用いた予測デジタルツインによる業界横断的なプロジェクトの提供など。これにより、AI開発の加速、現実世界のデータ収集コストの削減、および複雑なシステム全体での最適化が可能になります。



これらのプロジェクト全てに共通しているのは、アジャイルな考え方でアプローチしているということです。構想は意欲的なものですが、必ず明確な目標を置いています。特定の問題について必ずしもAIが解にならない場合があるため、このことがさらに重要です。例えば、衛星やリモート・ベースステーション用にローカルAIを検討しているとしています。より高速なバックホール（新しいミリ波やFSOで実現）があれば、中央のAI計算資源で同じ効果を達成でき、この方がアクセス、更新、アップグレードが容易です。

自律性による最大課題の解決

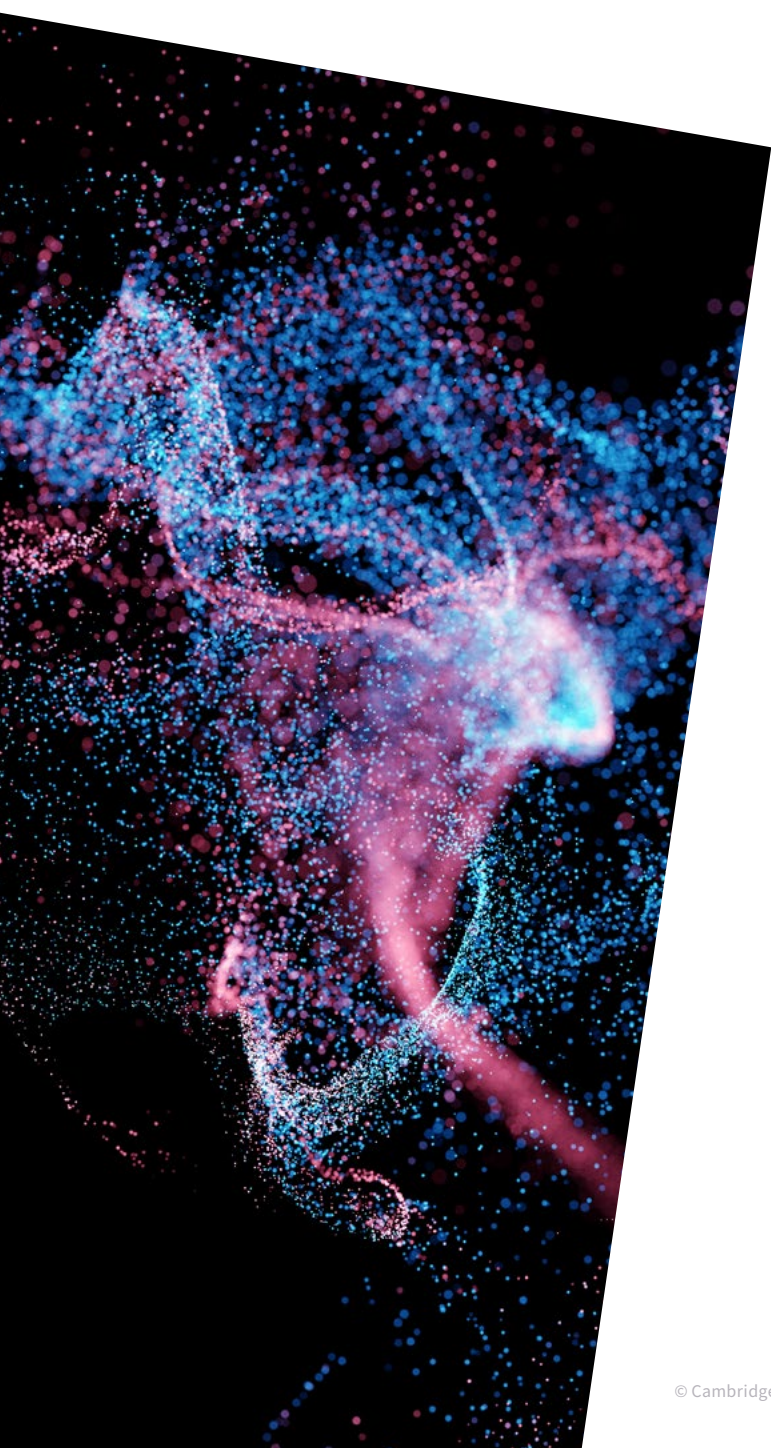
レベル3を超えるネットワークの自律性を達成することにより、現状でテレコムのリーダーが直面している重要課題の解決につながります。

- 運用効率改善とコスト低減：リアルタイムAIを活用してネットワーク性能の改善、繰り返しタスクの自動化、予測的な保守を実現することにより、オペレーターは運用コストの大幅な低減、エネルギー効率の改善、リソース使用の合理化の効果を得ることができます。こうした効率改善によって、リソースをイノベーションと将来の成長に振り向けることが可能です。
- サステナビリティとESGの目標達成：AIで駆動される自律ネットワークによって、ESGの目標を達成する確かな道筋が得られます。エネルギー消費の低減、廃棄物の削減、スマートなリソース利用など全てが、接続性におけるよりグリーンで責任あるアプローチにつながります。
- 5G以降の新規ビジネスモデルの実現：自律性は、柔軟なネットワークスライシング、超低レイテンシ・アプリケーション、エッジイノベーションなど、次世代の収益源の基礎となる要素の実現の鍵となります。これらの能力を活用すれば、オペレーターは新しい市場に適応し、収益化を推進し、競争優位性を維持することができます。
- カスタマーエクスペリエンスの改善とカスタマイズ：自律ネットワークは、自己構成によって、利用者の需要に対応し、ボトルネックを発生前に予測し、シームレスでカスタマイズされたサービスを提供します。顧客満足度が改善し、ロイヤルティが高まり、差別化と成長の新しい機会が得られます。

こうしたチャンスを捉える準備ができているテレコムのリーダーにとっては、ネットワークの自律性は、現状の問題点に対応することにとどまらず、長期的なレジリエンスやイノベーションを得るための基盤構築を意味します。

自律型ネットワークを現実にするためのご招待状

複数のサービスやドメイン（パートナーのドメインを含む）にわたってクローズドループ自動化機能を提供するためには、アジャイルなマインドセットが重要です。大きな目標を描きつつ、小さなステップ（例えば反復的なタスク）から始め、データを収集しながら迅速に反復を重ね、最終的に明確なKPIに対して価値を提供することができます。





3 非地上系ネットワーク

全てが接続される世界におけるカスタマーエクスペリエンス改善による新規収益

NTN（非地上系ネットワーク）の急速な発展により、通信事業分野の改革が進んでおり、地上系ネットワークでは対応が困難であったグローバル接続性の空白を埋めています。NTNを理解し、ここに投資すべく今行動することが、5G以降の可能性をフルに活用するために極めて重要です。今こそ、今後数十年にわたる成長とイノベーションを牽引するNTNへの、戦略的かつ長期的な投資について検討すべき時です。

NTNは、衛星やHAPS、UAV（無人航空機）を活用して、従来の地上系ネットワークでは実用性や収益性に問題がある地域で接続性を提供できます。遠隔地や低人口密度の地域、あるいは海上でも、ブロードバンドや緊急通信といった必須サービスを提供できます。

世界的なNTNの市場規模は、5年間で320億ドルに達すると見込まれています。これは年平均成長率で見ると35%にもおよぶ高成長です。広範なテレコム戦略の中にNTNを統合することにより、場所を選ばないカバレッジを確保でき、新しいビジネスモデルや革新的なソリューションが可能となります。農業や運輸、防衛や災害復旧など広範な分野で、移動体通信のメリットが得られます。

ケンブリッジコンサルタンツでは、テレコム分野にNTN改革をもたらすべく、次に述べるような主要技術研究領域に取り組んでいます：

1. **ISL（高速光衛星間リンク）の配備**：レジリエンスとバンド幅容量が大幅に伸長し、RF周波数帯を確保する必要がありません。また、衛星間や地上ステーションとの間の接続を常時維持することが容易になり、特に海上や人口密度が低い地域で有用です。

ISL機能の開発は重要な差別化要因となり、衛星間のバンド幅の制約を受けずに、スマートで柔軟なルーティングとデータ共有を高い信頼性で提供できます。ISLを持たなければ、競争で遅れをとるリスクが生まれます。そして、全てのISLが同じということはありません。良い性能を得るためには非常に正確さが必要で、時速17,000マイルで移動する衛星と他の複数の衛星の間の接続を同時に保つ難しさがあり、2年、3年、10年といった衛星の寿命にわたる信頼性も必要です。

2. **先進的なフェーズドアレイアンテナ**：ビームフォーミング機能の改善によって、D2D（デバイス間）通信を改善できます。こうしたアンテナは、スマートフォン、IoTセンサー、ネット接続車両など、幅広いコンシューマー機器での高速データ通信に必須です。

しかし、多くの企業はその設計選択に伴う複雑な課題に直面しています。このような課題に対応できるのは、優れた実績と経験を持つ企業だけです。専門家と協力してこれらの技術革新を自社のソリューションに組み込むことで、新しいサービスのスケーラブルで低コストな展開を実現することが出来ます。

AIとビームフォーミングを統合することで、更なる革新につながります。デジタル信号処理（DSP）の進歩により、変化するチャネル条件、ユーザーのモビリティ、干渉を考慮しながらビームパターンをリアルタイムで適応できる、より複雑なAIアルゴリズムの開発が可能になっています。

3. **AIを使用したネットワークの最適化と自動化**：自律的なAI駆動のネットワークによって、軌道上の衛星でリアルタイムなデータと事前設定のルールに基づいた自律的な判断が可能となり、運用効率が向上し地上ステーションへの依存が低減されます。同様に、AIアルゴリズムによってデータリンクを自律的に最適化し、スループット、信頼性、相互運用性に関して差別化できる性能が得られます。

自律化の取り組みを効果的に加速しているCSPでは、運用効率の20%改善、ネットワーク運用支出の18%低減などが報告されています。また、71%ではエネルギー使用量が低減されており、今後5年間で排出量の32%低減が予測されています。

4. **量子技術**：量子技術の研究開発を今開始すれば、そのプレーヤーはNTNの業界リーダーの地位を得て、衛星間の量子リンク構築を他に先駆けて実現できるでしょう。当社はすでに、次世代のLEO衛星における量子技術応用について検討しています。現在の重点は、量子ネットワークと冷原子による慣性センサーによる衛星通信、位置決め、軌道制御の改善と、それによる防衛や科学技術アプリケーションにおける精度と効率の向上です。



スチュワート マーシュ
衛星通信部門、部門長

「広範なテレコム戦略の中にNTNを統合することにより、場所を選ばないカバレッジを確保でき、新しいビジネスモデルや革新的なソリューションが可能となります。」



4 最先端の情報処理

革新的な性能と省エネルギー

私たちは、経済的および広範な政治的要因によって長年一部の企業に依存してきた結果、セルラー機器市場は大きな変革と再編成の瀬戸際にあると考えています。テレコムネットワークは長年にわたって仮想化へと移行してきました。そして、最初はO-RAN（オープン無線アクセスネットワーク）などの概念が、よりソフトウェアベースのイノベーションの可能性を提供すると思われましたが、実際にはこれがエリクソンとインテル（x86）の二重独占体制を強化する結果となりました。

これにとどまらず、分散度が高いネットワークアーキテクチャによって、多様な場所やコンピューティングプラットフォーム上で、さまざまなネットワーク機能を実現できるようになり、特にコストと性能の要求が反映されることになりました。膨大な計算量が必要でレイテンシが重要な動作、たとえばFEC（前方誤り訂正）やMIMO（Multiple-In Multiple-Out）アンテナ制御には、FPGAやASICなどの最適化したシリコンでの実行が適しており、電力と性能を最適化しつつ末端の無線ユニットの近くに配置できます。

それ以外の機能は、中央での処理や、完全にクラウド上で専用のGPUやCPUを使用して実行することが可能で、計算資源を必要なだけ使用して規模の経済のメリットを得ることができます。このような変化は、現在の5Gネットワークの性能向上や、エネルギー効率の改善に寄与していますが、同時にAI機能の広範な導入や6G機能の採用についても重要な役割を果たします。

このような新しいモデルの可能性が、最近のシリコンベンダーの製品で実現されつつあります。現在は、ネットワークのレイヤ1の計算レベルでの競争が発生しています。Intel x86 CPUの代替となる、エネルギー効率が高いARMベースのアーキテクチャが現れてきています。その中には、NVIDIA Grace、Ampere Computing、AWS Gravitonなどがあります。

さらに、NVIDIAのAerialプラットフォーム（5G用、将来的には6G用の、集中的なソフトウェア定義のクラウドベースフレームワーク）のリリースでは、T-MobileやNTTドコモといった先進的なオペレーターとのパートナーシップを通じて、NVIDIAのGPUのパワーを活用していて、業界で大きな注目を集めています。AMDは、複数の分野でGPU市場における可能性を伸長させています。アーキテクチャとテレコム市場におけるビジネスのパワーバランスについて、数年ぶりの大規模な変化が発生しようとしています。

実装上の課題は残っています。GPUのコストは高く、ネットワークエッジに分散して実装すると法外なコストになります。このため、多くのオペレーターでは他のAIユースケースで投資の正当化をしようとしています。ただし、ASICやFPGAは高価で、柔軟性が低く、開発に時間がかかります。AI革命が発生しようとしています、ユースケースは未成熟であり、次のような疑問も生まれています。基盤となる計算資源がどのように新しいAIモデルに適応できるか。オペレーターやネットワーク機器メーカーは、いつどのように新しい計算能力を備えるべきか。実際に、追加のコストや複雑さを加えることなく、ソフトウェアを新しいコンピュートプラットフォームに移行するのはどれほど簡単なのでしょうか？

それでも、この市場での変化は、オペレーターや機器メーカー、シリコンベンダーから強い関心を集めています。当社はそのような可能性に向けた取り組みを、業界全域にわたって進めています。多年にわたり、衛星オペレーターや非地上系のオペレーターと協業して、電力、性能、柔軟性、コストのトレードオフが鍵となる、適切な計算資源や複雑なアンテナの運用の選択と設計に携わってきました。当社は、そうしたトレードオフと、求められる投資判断についての理解を備えています。

主要なRANソフトウェアをプラットフォーム間で移行できるよう、ベクトル処理のような新しいアプローチやGoogle Highwayなどのツールの活用をサポートできます。既存の各種高性能コンピューティングプラットフォーム上でのAIユースケースの開発について、これまでも主要オペレーターと取り組んできました。

無線ネットワークの計算アーキテクチャは大規模な変化の過程にあり、全てのプレーヤーは、自身の事業に対する影響とビジネスチャンス、それにどのように対応すべきかを理解する必要があります。ケンブリッジコンサルティングは、こうした複雑な変化における助言とサポートを提供できます。



ダン カーク
戦略コンサルティング事業部、
事業部長

「テレコム市場におけるアーキテクチャとビジネスのパワーバランスについて、数年ぶりの大規模な変化が発生しようとしています。」



5 次世代無線ネットワーク

適応的でエネルギー効率が高い接続性による運用効率改善とコスト低減

アンテナは無線通信における基本要素で、それは今後も変わらないでしょう。単に電気的な信号と無線波の間で相互の変換を行うだけのデバイスではなく、利用可能な帯域を有効に活用するための基本要素となっています。さらに、無線通信の主要課題を克服し、エクスペリエンス品質（QoE）や顧客推奨度（NPS）の最大化を図るうえで最新のアンテナ技術が必須になっています。

デジタルビームフォーミングやAIによる故障補償など、重要なディープテック機能が多数あってQoEやエネルギー管理を改善し、長期的な成長加速につながります。

全世界に約700万の5Gベースステーションが存在し、継続的な5Gの展開に伴いさらに増加する見込みであるため、モニタリングと最適化を要するアンテナの数は膨大です。

6Gの時代に移行すると、現状の課題への対応が引き続き必要である上、次のような新たな課題も発生します。

- 屋内カバレッジ
- 新規の高周波数帯域
- インフラストラクチャ・プラットフォームに起因するチャンネル条件、ユーザーのモビリティ、妨害の問題の拡大
- 経済的で状況に適した高性能コネクティビティの配備
- ペンシルビームや回折と、環境による自由空間伝搬損失
- 非地上系プラットフォームによる高品質性能の実現

これは、大きな変革の可能性があり期待が持てるイノベーション領域です。これに対して、どのようなディープテック・イノベーションの検討や開発が必要でしょうか。以下に簡潔にまとめてみましょう。

高度ビームフォーミングと超大規模MIMO (Multiple-In Multiple-Out) の階層化: エアインターフェースの容量を最大化し、運用効率を大幅改善できる技術です。たとえば、20kmの高度でトライセクター無線サイトをエミュレートする高高度プラットフォーム (HAPS) については、次のようなことを検討します。

- FR1周波数帯 (3~6GHz) による良好な広域カバレッジ (軽量化と冷却のための適切な設計技術)
- セルスプリットでスペクトラムを再利用し容量増強
- 端末からのフィードバックによるビーム選択のさらなる改善

ISAC (センシングと無線通信の融合) の鍵となるMIMO技術:

- センシング部品そのものに対して、あるいは膨大な量のセンサーデータをAI処理のためにクラウドに転送する目的で使用
- 振幅モノパルスまたは位相モノパルス方式による位置決定用の多用途アンテナなどが想定できる

より長距離で効率が高いプロトコルを使用可能な新部品 (NTN用):

- ケンブリッジコンサルタンツは、世界初となるFDDミリ波機能がある平板型フェーズドアレイアンテナを開発しました。FDD動作に2つの別々のパネルを使用する必要がなく、低レイテンシのリンクを実現できます。3GPPの分野では、システム設計がO-RANスタックの上層で機能するようになります。これは、新規なアンテナの設計と製造方法の改善によって可能となりました。
- 独特なEM (電磁気的) 特性を備えるように人工的に作られた材料によって、小型化、ゲイン改善、バンド幅拡大が可能で。

RIS (Reflective Intelligent Surfaces)

- 動作条件に従って動的に特性を変化させることにより効率を改善し、6GやNTNの必須要素になると予想されています。



Dr. デレク ロング
テレコミュニケーション事業本部、
コマーシャルディレクター

「デジタルビームフォーミングやAIによる故障補償など、重要なディープテック機能が多数あり、QoEやエネルギー管理を改善し、長期的な成長加速につながります。」



他の部品と統合されたアンテナの開発によるデバイスの小型化と効率化

- V2X向け透明アンテナ。透明パネルアンテナを車両に組み込むことにより、V2Xの可能性を拡大

RANデジタルツイン

- デジタルツインとは、高精度で作られた現実の物理システムの仮想モデルです。このシステムを使用すれば、システムの挙動をリアルに予測し分析することができ、RANについてカバレッジ、信号品質、運用効率、ベースステーションの配置などの最適化に活用できます。
- デジタルツインにより迅速に提供される情報により、品質が低下した場合の原因をすばやく解析できます。その例としては、物理的な環境やその他の妨害要因などがあります。
- 最新の技術では、他のアクセスネットワークを含めたより複雑な相互作用の扱いも可能です。たとえば、NTNと地上系ネットワークの間のシームレスなハンドオーバーや、空港や軍事施設といった保護された地域でのジオフェンシングが含まれます。

AI活用のデジタルビームフォーミング

- ビームフォーミングシステムは、より大きく、より複雑なビームパターン（ヌルやペンシルビームを含む）をサポートする方向に進んでいます。そのため、コードブックベースのプリコーディング方式から、動的なビームフォーミングに重要度が移りつつあります。そのための線形代数計算量は、膨大な計算量を必要とします。これをサポートするために、AIをツールとして使用することにより、計算を支援し、コンピューティングの予算を範囲内に抑えながら従来どおりのビームフォーミング性能を確保し続けることができます。
- ケンブリッジコンサルタンツが実現した例として、エレメント故障時の対応があります。電源パスの問題などさまざまな理由によってフェーズドアレイアンテナのエレメントが故障した際には、望ましくないビームパターンが発生することがあります。送信先でのS/N比性能の低下や、扱いにくいサイドローブの発生につながります。このような非効率要因により、消費電力の悪化や、行政による規制要件違反につながります。こうした状況を修復するための補修やサービス中断によるダウンタイムは、コスト増につながります。
- こうしたエレメント故障シナリオを解決するAIモデルを開発しました。AIのプリコーディングによりエレメントの故障に対応して補正することにより、従来のアルゴリズムよりも高い性能が得られ、パネルの規模に対するスケーリング性能が向上します。

私たちケンブリッジコンサルタンツと協力することで、独自かつ関連性の高い経験を活用することができます。私たちは、Stratospheric Platforms Ltdのために成層圏から5Gをビーム送信する取り組みに取り組んでおり、AIを活用していくつかの重要な課題に対処してきました。その中には、フェーズドアレイアンテナのアプリケーションにおいて、故障した要素を補償することも含まれています。

アンテナでの技術革新に参画し、そこで成果を上げるべきときなのです。受信品質を最大化するためのチャンネル適応や大規模アレイの導入、多数の無線機やビームの集約など、アンテナ技術は指数的な発展を続けています。将来の需要に対応したバンド幅の拡大によって、新しい収益源が得られるはずです。ぜひ、乗り遅れないよう機会を捉えてください。

未来をつかむ準備はできていますか？ 是非、お話ししましょう。

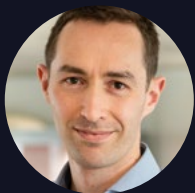
当社のディープテック専門家に、ぜひご連絡ください。お客様が抱える課題への対応や将来の可能性に向けての行動加速をサポートいたします。



ステファン レミー、テレコミュニケーション事業本部、部長
stephane.remy@cambridgeconsultants.com



ステュワート マーシュ、衛星通信部門、部門長
stewart.marsh@cambridgeconsultants.com



ティム エンソー、インテリジェントサービス、EVP
tim.ensor@cambridgeconsultants.com



ダン カーク、戦略コンサルティング事業部、事業部長
dan.kirk@cambridgeconsultants.com



ミシェル リム、人間・機械相互理解担当、主任行動科学者
michelle.lim@cambridgeconsultants.com



Dr. デレク ロング、テレコミュニケーション事業本部、
コマーシャルディレクター
derek.long@cambridgeconsultants.com

ケンブリッジコンサルタンツについて

キャップジェミニのディープテック担当部門であるケンブリッジコンサルタンツは、800人の優れた才能を持つグローバルなチームです。素晴らしいアイデアをもとに今まで見た事もないテクノロジー、製品、サービスを作り上げるという思いを共有しています。それらはビジネス、社会、そして地球を変革するものです。ディープテックとはマインドセットであり、誰もなし得なかったことを実現すべく革新的な科学的知見や技術を活用して思い切った戦略を実行することです。これにより当社のお客さまは、防御可能なテクノロジーを所有し、事業上の利益を確実に得ることができます。世界有数のブランドや先進的なスタートアップ企業からも、技術に基づいた将来ビジョンの実現にあたって信頼をいただいています。これは当社が60年以上にもわたって実行してきたことです。ケンブリッジコンサルタンツはキャップジェミニイベントのメンバーです。