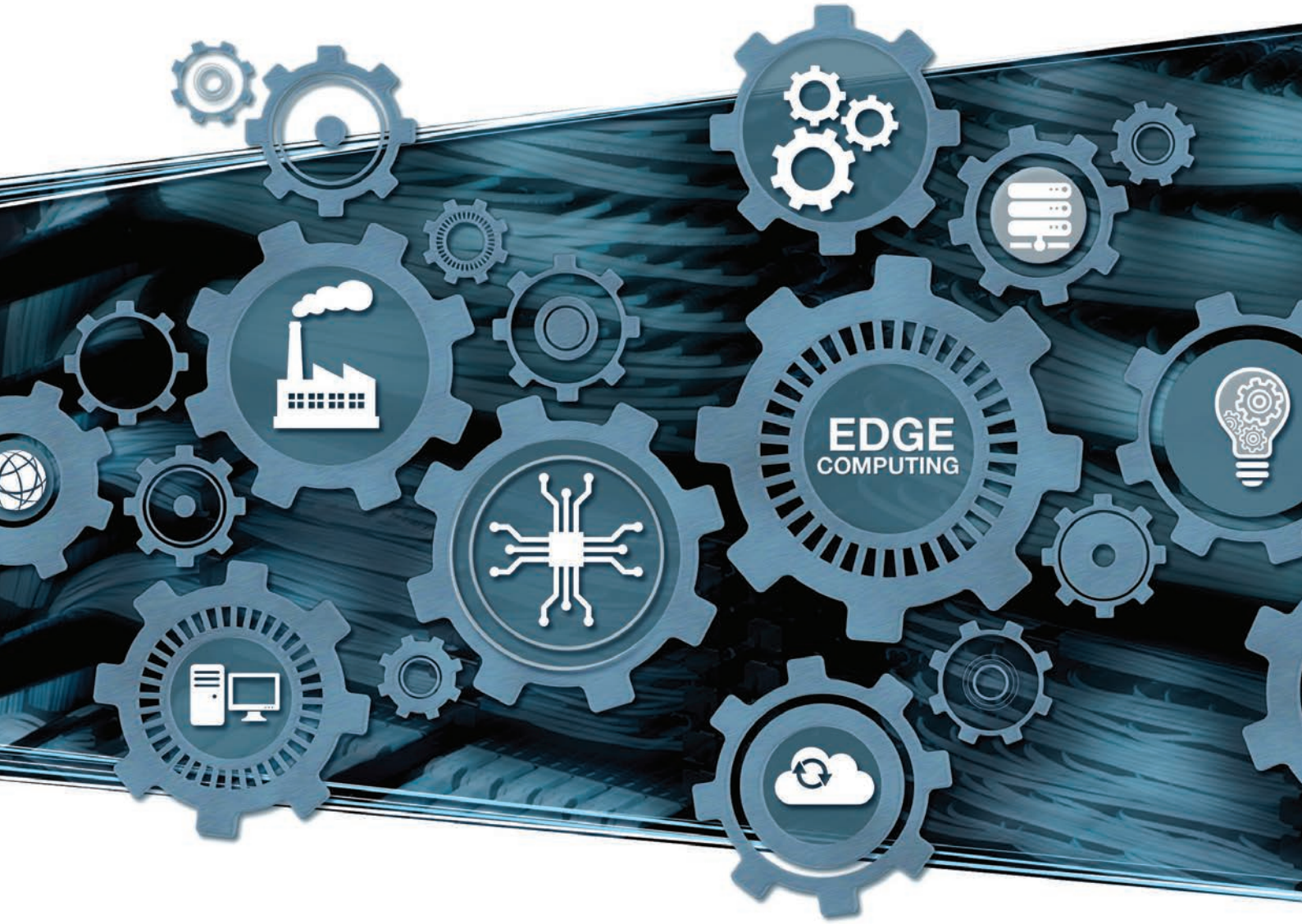


最適なエッジ環境のための インフラストラクチャの活用

エッジへのコンピューティング機能の移動により高まるインフラストラクチャの重要性

Brian L. Kelly および
Mark Dehmlow 著

コネクテッドデバイスの数は増え続けています。増加の度合いは、予測を行う組織によって大きく異なります。TIA (米国電気通信工業会: Telecommunications Industry Association) は Web サイトで、その数が 2022 年までに全世界で 290 億台に達すると伝えています。TIA のエッジデータセンター作業部会は、最近発行した論文『TIA Position Paper: Edge Data Centers (TIA ポジションペーパー : エッジデータセンター)』において、2021 年までに 1 時間ごとに 100 万台の新しい IoT (モノのインターネット) デバイスが販売されるようになると予測し、機械により生じるネットワークトラフィックは現在のインターネットの成長を大きく上回る可能性があると示唆しています。

Reprinted and Translated by Panduit with Permission of BICSI.

TIA は論文内で次のように述べています。「技術革新の次の波は、私たちの暮らし方、働き方、移動方法を変革する新しいサービスとしてすでに到来しています。このような新しいサービスが大量に導入されることで、データへの総需要は飛躍的に増加します。その状況に遅れを取らないようにするには、データ容量を増やし、コンピューティング速度を高める必要があります。私たちが直面しているそのようなギャップは途方もない規模と範囲に及び、これまで構築してきたネットワークやデータセンターの設計、展開の方法は見直しを迫られています。人手が多いほうが作業負荷が軽くなるのと同様に、小規模な分散型データセンターを数多く展開することが最も有効なソリューションであると考えられます」

今日のデータセンター業界では、クラウドを補完するこのような小規模な分散型データセンターがエッジとして認知されています。

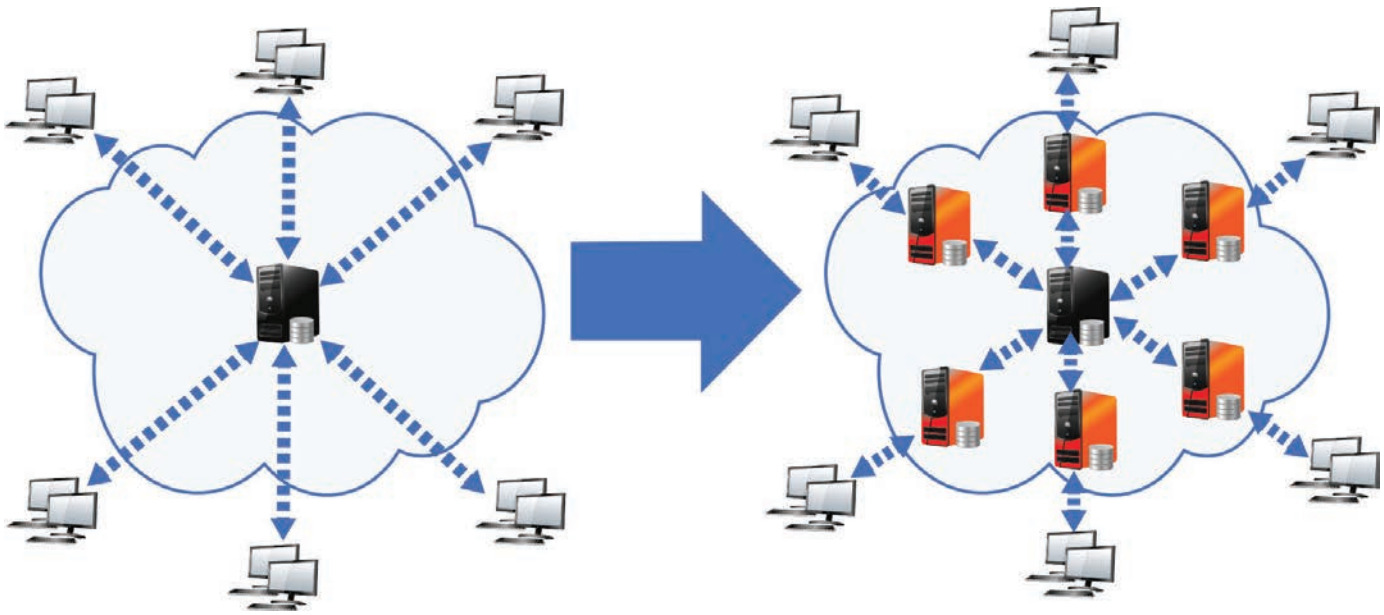
エッジコンピューティングでは、データが生成、分析、保管される場所に最も近い、最終用途のごく近くにコンピューティング機能を配置します。ネットワークのこの進化により、多くのメリットが実現します。主なものとしては、最終用途の場所とコンピューティングリソース (クラウドやサーバー) 間の遅延の低減、運用パフォーマンスの向上、転送コストの最適化などが挙げられます。

エッジの用途は広範囲にわたります。最も急速に広がっているのは、ネットワーク遅延の影響を最も受けやすい用途、高度なセキュリティを必要とする用途、または法規制要件の制約を受ける用途です。今日エッジネットワークの導入が進んでいる業界としては、製造、医療、金融などが挙げられます。

エッジに移行する用途や理由に関係なく、インフラストラクチャの使用方法は、エッジデータセンター (EDC) の展開、監視、管理、運用に影響を与えます。インフラストラクチャの使用方法を選択することによって、データセンターの担当者はセキュリティ、環境条件、信頼性に関連する一般的な課題に対処して、ネットワークおよびそのネットワークに依存するシステムの稼働時間を確保することができます。

エッジコンピューティングとは

エッジコンピューティングとは基本的に、集中管理型のコンピューティングモデルから、ハイブリッドの分散型コンピューティングモデルに移行することです。それは何を意味するのでしょうか。ここ 20 年ほどの間、コンピューティングモデルといえば、ほとんどは厳格な集中管理型でした。オンプレミス型データセンター、クラウドコンピューティング、およびハイブリッド型クラウドモデルは、すべて集中管理型のコンピューティングモデルであり、すべてのデータは一元管理された場所 (データセンター、クラウドデータセンターなど) で処理され、保管されます。エッジコンピューティングでは、エッジ、または最終用途にごく近い場所に追加のコンピューティングリソースを配置して、集中管理型モデルを補完します (図 1)。



集中管理型コンピューティングアーキテクチャ　　分散型コンピューティングアーキテクチャ

図 1: エッジコンピューティングとは、集中管理型のコンピューティングモデルから分散型コンピューティングモデルに移行すること。

CDN: エッジコンピューティングの最初の用途

オンラインビデオの視聴、インターネットからのダウンロード、ソーシャルメディアを介したコンテンツのアクセスには、常にコンテンツ配信ネットワーク (CDN) が使用されます。CDN では、コンテンツが配信元サーバーにアップロードされ、そのサーバーがコンテンツを CDN 内のすべての PoP (ポイントオブプレゼンス) に配信します。配信が完了すると、エンドユーザーは配信元サーバーではなく、最も近い CDN PoP からコンテンツを取得します (図 2)。

次のような例を考えてみましょう。シカゴの近くにいるエンドユーザーが、CDN を使用しないでロンドンのサーバーに保存されているコンテンツをダウンロードしようとしています。そのコンテンツのダウンロードには、場合によっては 220 ミリ秒にもなる長い遅延が発生します。これは、バッファリング、遅延、ピクセル化として表れます。CDN があれば、シカゴまたはその近郊の PoP を使用して、場合によっては 10 ミリ秒の遅延で高速かつ安定してコンテンツをダウンロードできます。エンドユーザーのエクスペリエンスは大きく向上し、コンテンツプロバイダーは帯域幅の削減により、コスト削減のメリットを得ることができます。これはすべての関係者にとって Win-Win のソリューションといえます。

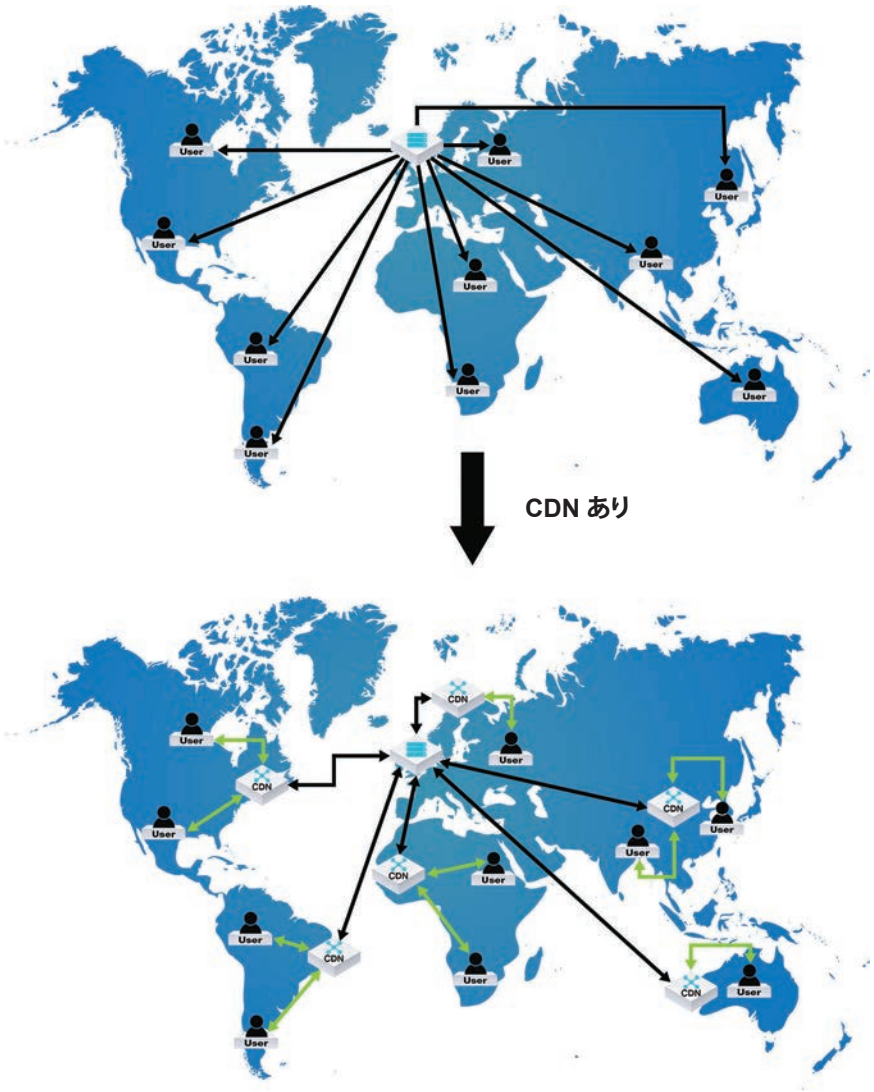


図 2: CDN (コンテンツ配信ネットワーク) はコンテンツをユーザーの近くに配置するもので、エッジコンピューティングの最初の用途の 1 つである。

最適なエッジ展開を実現するインフラストラクチャ

コンピューティング機能をエッジに配置する際、IT および ICT マネージャーが解決すべき次のような独自の課題が伴います。

- 地理的に分散しているリモートのサイト
- オンサイトの IT および ICT 専任担当者の不足
- セキュリティと環境を限定的にしか制御できない非従来型の IT 環境

エッジの展開は、オペレーターが常時稼働を管理する他のデータセンターと変わりません。さらに、ネットワークの問題に対処するために IT 担当者や ICT 担当者が現地に出張する必要がある場合は、その出張の関連コストとシステムの長時間停止が増えて、すぐに対応しきれなくなります。このため、信頼性が高く、長期的で、手動操作が不要な運用を実現するためのシステムを導入することが不可欠です。

エッジ展開用に選ばれたインフラストラクチャであれば、これらの課題に対処できます。具体的には、インフラストラクチャは一貫性、信頼性、セキュリティ、リモート管理を実現する構成要素としての役割を果たします。

- **一貫性:** エッジはシングルインスタンスではなく、地理的に広範囲にわたる多数のインスタンスで構成されます。事前に構成された一貫した設計により、複数のサイトに分散されたアーキテクチャへの効率的な展開と、そのネットワークの継続的なメンテナンスが可能になります。

具体的には、インフラストラクチャは一貫性、信頼性、セキュリティ、リモート管理を実現する構成要素としての役割を果たします。

- **信頼性:** オンサイトの IT 担当者や ICT 担当者が存在しない場合に、サイトの信頼性を確保するための最初の重要なステップとなるのは、高品質な標準ベースのソリューションです。信頼性のあるインフラストラクチャ設計により将来のネットワークの問題を軽減できるのであれば、価値のある基本的な第一歩とみなすことができます。

- **セキュリティ :** エッジ環境は従来の IT 環境とは異なります。物理アクセスを管理することで、承認された担当者がシステムにアクセスできるようにし、関係者以外の好奇の目や不正な人物を阻むことができます。

- **リモート管理:** インテリジェントなインフラストラクチャソリューションにより、リモート設置に不可欠な監視が可能になります。物理条件と環境条件をリモートで監視、管理、制御することで、現地に出張する必要が少なくなります。

このような構成要素を形作る具体的なインフラストラクチャソリューションとして、次のようなものがあります。

事前構成されたソリューション

組織に複数のサイトがある場合、それが町の向こう側であれ、地球の反対側であれ、これらの各展開で一貫したレイアウト、アーキテクチャ、フットプリントを実現することにメリットがあります。メリットには、発注のシンプル化、展開のスピードと一貫性、リモート管理の容易さなどが含まれます。その一貫性は、サイトへの到着前にエンクロージャーを事前構成しておくことで達成されます。それには、事前構成済みのエンクロージャーをベンダーから購入するか、または世界中に展開する前に中央サイトでエンクロージャーを構成します。

事前構成されたエンクロージャー製品やキャビネット製品は、少数の標準コンポーネントからなるシンプルなパッケージから、エンドユーザーが指定し、その仕様に従って構築され、すぐにリモートサイトに組み込んで接続、稼働できる製品にいたるまで、さまざまです。複数のサイトをセットアップする場合、このステップを採用すれば、相当の時間と人件費を節約できます。利便性を得るためにエンクロージャーを事前構成することで最初に支払う額は多くなっても、設置時の時間と人件費は通常削減されます。監督や設置完了のために技術者や設置担当者がサイトに出張することが必要な場合、さらに旅費と、恐らくは諸経費も考慮する必要があります。

エッジサイトには通常、専任のオンサイト IT 担当者や ICT 担当者がおらず、リモート管理機能が不可欠となるため、展開の一貫性はリモート管理にも好ましい影響を与えます。すべてのサイトが完全に同じであれば、リモートのトラブルシューティングが容易になります。技術者は、IT/ICT のトレーニングを受けていない場合もある現地担当者に説明して、一連のステップで問題に対処することができます。また、すべてのインスタンスで使用されている共通のアーキテクチャとレイアウトに基づく一連の明確な手順を使用して、トレーニングを受けていない担当者でも、システム全体のアップグレードを行うことができます。

インテリジェントなソリューション

インテリジェントなソリューションは、エッジの設置で基本的な役割を果たします。これらのソリューションにより、リモートの監視と管理だけでなく、セキュリティ、環境制御、電源供給がサポートされます。インテリジェンスには、エンクロージャー内の接続の監視、温度の監視と制御、セキュリティアクセス、配電を行うシステムなど、さまざまな形態が考えられます。スマート配電ユニット (PDU) は、これらの機能の多くをサポートするほか、センサー、インテリジェントなパッチパネルとパッチコード、さらにはインテリジェントなドアハンドルまでサポートします。

データセンターの基本的なニーズの 1 つは、データと機器への不正なアクセスを防ぐためのセキュリティです。従来型のデータセンターでは、セキュリティは入室を制限するドアロックと制御システムによって管理されます。製造現場、採掘現場近くのトレーラー内、小売店のマネージャーのオフィスに置かれたエンクロージャーに収めた EDC (エッジデータセンター) でそれと同じレベルのセキュリティを確保しようとしても、常に可能とは限りません。承認されたユーザーがキーカードを使用してリモートで、またはコードを使用してオンサイトで開くことができるエンクロージャーのハンドルや、不正なアクセスのアラートを送信するセンサーなど、アクセス制御に

リモートの監視と管理も、エッジのインテリジェンスソリューションを介して有効になります。ほとんどのエッジロケーションに専任の IT 担当者や ICT 担当者がいないため、この機能が最も重要であると考える人もいます。

使用できるシステムにはさまざまなものがあります。

リモートの監視と管理も、エッジのインテリジェンスソリューションを介して有効になります。ほとんどのエッジロケーションに専任の IT 担当者や ICT 担当者がいないため、この機能が最も重要であると考える人もいます。最も近い技術者でも数時間かかる場所にいる場合、ダウンタイムと移動のコストが大きくなります。このリスクのために、エッジの導入を断念している企業もあります。温度センサー、湿度センサー、セキュリティセンサーによりリスクについてのアドバイスがリアルタイムで提供され、インテリジェントなソリューションによって、地球の反対側にいるオペレーターがリアルタイムで調整できれば、これらのリスクは管理可能なものとなります。同様に、インテリジェントな接続はリモート管理をシンプルにし、接続に問題があればアドバイスを提供して、調整できるようにします。

次のような例を考えてみましょう。全国展開しているスポーツ用品の小売業者が、1 年のそれぞれの時期に各店舗のさまざまな場所にキオスク端末を設けています。夏物シーズンが始まると、キオスク端末は、店舗のボートエリアと釣り具エリアに移動されます。これまではそのために、少数の技術者が各所に出張して接続を変更し、POS システムを新しい場所に切り替えて使用できるようにする必要がありました。インテリジェントな接続を備えたエッジソリューションがバックオフィスにあれば、技術者は切断または接続が必要なポートのライトを点灯することで、必要な変更についてオンサイトの店舗従業員に説明できます。1 日か 2 日以内にすべての場所で変更できるため、出張費はかからず、人件費も削減できます。

エンクロージャー

展開に必要なエンクロージャーはエッジ環境によって決まります。エンクロージャーに関して言えば、ワンサイズですべてに対応することはできないため、設置環境を把握することが不可欠です。データセンターの標準のキャビネットは、高度に保護された屋内空間では機能しますが、産業用途には、過酷な環境を定格としたエンクロージャーが必須となります。採掘現場や製油所の用途では、耐久性の高いエンクロージャーが必要とされると思われるかもしれませんが、これらのサイトでは、環境を制御できる堅牢なコンテナ内で標準のキャビネットが使用される場合があります。また、デスクの下に収まるような小型エンクロージャーを必要とする医療機関もあれば、従来型のキャビネットやラックを配置できる専用スペースを持つ機関もあります。

エンクロージャーの種類を決定する際に心に留めておくべき特性として一般的なのは、基本的情報 (サイズや定格荷重など)、より専門的な要素 (NEMA 規格や UL 規格など)、および環境制御とセキュリティ機能が存在するか、または追加できるかといった点です。

適切なサイズのエンクロージャーを選ぶことが特に重要です。『三匹の熊』に出てくるちょうど良い温かさのスープと同じように、組織はちょうど良いエンクロージャーを見つける必要があります。作りが大きすぎると貴重な設置スペースを消費することになり、必要以上の投資が発生する可能性が大きくなります。さらに、エンクロージャーが小さすぎれば、現在必要な機器や近い将来必要になる機器のすべてを収めきれなくなります。ネットワーク機器用のスペースのほかに、エンクロージャーには、PDU とネットワーク接続用の十分なスペースも必要になります。環境に適したサイズとは、使用可能な設置スペースに収まり、必要なすべての機器を収納できるエンクロージャーを意味します。

過酷な環境においては、やはり埃、ゴミ、湿気、振動、極端な気温状況から保護する特別なエンクロージャーが必要になります。

配線と接続

標準ベースの配線と接続を行うことで、システムが設計どおりに機能することが保証されます。光ファイバーとメタルのいずれを使用するにしても、配線と接続は、信頼性と常時稼働を実現するうえで重要です。これは、環境が選択肢に影響を与えるもう 1 つの領域です。システムが過酷な環境や電磁干渉

の存在する環境に設置される場合、配線や接続コンポーネントには、頑丈なカバーやシールディングが必要になる場合があります。

ユースケースと一般的な環境

データセンターの用途と環境にはそれぞれ独自の特徴があり、そのような特徴に対応するソリューションが求められます。エッジ展開も例外ではありません。高度に保護された屋内環境向けのインフラストラクチャと、過酷な環境で必要とされるインフラストラクチャは大きく異なります。次に示すのは、エッジが展開される場所に共通するユースケースと、エッジ用と定義されている 4 つの環境に関する一般的な情報です。

ユースケース

エッジコロケーション

コロケーション市場は数十年にわたって成長してきました。成長のほとんどは、大規模なティア 1 の都市 (ニューヨーク、サンフランシスコ、シカゴなど) やその近隣にあるコロケーション施設によって後押しされています。これらの施設で運用される用途が特別に遅延の影響を受けていたわけではないため、会社のオフィスからコロケーション施設までの距離はほとんど問題にされていませんでした。エッジコンピューティングのトレンドが、この見解を変化させています。一部の用途は遅延の影響をより強く受けるようになっているため、エンドユーザーに近い場所にある施設のほうが、そのような用途のパフォーマンスが高くなります。エッジコロケーションでは、このトレンドのメリットを活かして、コロケーション施設をティア 2、ティア 3 の都市に移動しています。このプロセスにおいて企業は遅延の影響を受けることなく、オペレーションを非都市部に移行して、コロケーションのメリットを得ることができます。

医療機関

PGHD (患者生成健康データ: Patient-generated health data) は、医療機関のユースケースの優れた一例です。理想的には、IoT 技術 (ウェアラブル、血糖値モニター、家庭用体重計、遠隔医療ツール、mHealth アプリ、他のセンサー関連デバイスなど) により生成されたデータを収集、解析して、個人の健康状態をパターン化することで、詳細な予防的医療とイベントの検出が可能になるはずです。患者データをマクロレベルで解析し、多くのさまざまなエリアでパターンを検出できると考えられます (図 3)。

1996 年、米国で HIPAA (医療保険の相互運用性と説明責任に関する法律: Health Insurance Portability and Accountability Act) が可決されました。これは、ヘルスケア情報の機密性と、それらのデータのセキュリティ対策の欠如に関する懸念に対処する法律です。HIPAA は、ヘルスケ

図 3: 外科手術室などの場所では、データ収集において患者のプライバシーとセキュリティを確保しつつ、高度な IoT や PGHD センサーの技術を採用する方法を見つける必要がある。

ア情報の転送と解析の方法を制限します。課題となるのは、HIPAA で求められる境界内での PGHD の安全な転送です。公開されたレポートによると、IoT センサーの推定 40% は PGHD デバイスになるため、これはすぐに業界全体の課題となります。[1]

産業/製造業

産業オートメーションの分野では、数十年にわたってデータを収集し、分析してきました。それらのデータはこれまで、中央のデータセンターで処理されていました。データセンターが製造現場からかなり離れた場所にある場合もあります。産業オートメーションの新しい多くの用途では、コンピューティングリソースとのリアルタイム、あるいはほぼリアルタイムのやり取りが必要になります。この要件のために多くの工場が、コンピューティングリソースを製造現場の近く、または製造現場に移動しています。これにより、データセンターのサーバーやネットワーク機器が製造現場の過酷な環境にさらされることになると、まったく別の領域の問題が見えてきます。水、埃、腐食による汚染のために、危険な状態が発生する可能性が出てきます。過酷な環境にあるエンクロージャー、機器、および物理インフラストラクチャでは、これらの問題に適切に対処することが必要になります (図 4)。

エンクロージャーに関して言えば、ワンサイズですべてに対応することはできないため、設置環境を把握することが不可欠です。

小売業

実店舗の小売スペースはかなり前から、オンライン小売業者に脅かされています。この脅威に対抗するため、実店舗の小売業者は競争上の優位性を得ることができる強みを常に探しています。小売店舗では、このような競争上の優位性を促進するイノベーションのために、コンピューティング能力の大幅な強化をする必要があります。

図 4: 産業オートメーションの多くの用途では、コンピューティングリソースとのリアルタイム、あるいはほぼリアルタイムのやり取りが必要になる。

- AR (拡張現実) ミラーは、買い物客が実際に試着しなくても、違う洋服を着るとどのように見えるかを示すことができます (図 5)。
  - Amazon は、閲覧ユーザーにバーチャルな洋服を着せるミラーの特許を取得しました。
  - Magic Mirror は独立した自立型コンソールで、ユーザーがシンプルなハンドジェスチャーでさまざまな衣服を試着できるデジタル画面を搭載しています。
- Coca-Cola Freestyle マシンはサーバーに接続されており、顧客の好みを現地で収集、処理して、それらの情報をクラウドに送信します。
- 実店舗の Amazon Go ストアでは、コンピュータビジョン、センサーフュージョン、ディープラーニングなどの技術を活用して、顧客が商品を棚から手に取りそのまま立ち去ることができるようにしています。[2]

図 5: 拡張現実ミラーは、買い物客が仮想的に洋服を「試着」できるようにすることで、小売業者の収益を向上させる可能性がある。このようなテクノロジーを使用するには、現地のコンピューティング能力を強化する必要がある。

農業

競争がきわめて激しい今日の農業環境において、スマート農場は標準になりつつあります。技術がもたらすメリットは収穫量の増加に直接寄与し、利益の増加につながります。農業従事者に耕地に関する的確で包括的なデータを提供するために、多くの企業がこの分野で競合しています。これにより農業従事者は、複数のデータソース (耕地の直接センサーデータや衛星データまでも含む) に基づく十分な情報を得たうえで、植え付け、注水、収穫に関する判断を下すことができます (図 6)。

図 6: 農業従事者が耕地の包括的データを活用し、十分な情報に基づいて植え付け、注水、収穫に関する判断を下している農業分野では、多くの企業が競合している。

エッジ環境

エッジコンピューティングの展開においては、次の 4 種類の物理インフラストラクチャ環境が広く普及しています。これらの環境ごとに異なる特徴が備わっており、それぞれにとって最も適したソリューションを定義するのに役立ちます。

高度に保護された屋内環境

高度に保護された屋内環境は、従来の IT 環境で仕事に従事してきた人には馴染み深い環境です。基本的には、多くの企業がオンサイトで運用する、一般にオンプレミスデータセンターと呼ばれるデータセンター環境です。ただしこの環境が置かれる場所は、一般的には使用されないエリアである可能性があります。この環境には、従来のデータセンター環境のほぼすべての装備 (従来のデータセンターで必要と想定される電力、冷却、コネクティビティ、物理セキュリティ、高度に保護された設定など) が備わっています。不足すると考えられるのは、トレーニングを受けたあらゆるニーズに対応するデータセンタースタッフであるため、リモート管理が、展開を成功させるための鍵となります。

このような環境の代表例として、エッジコロケーションが挙げられます。複数のコロケーション企業が、ビジネス戦略としてエッジを採用しています。従来とは異なり、これらのコロケーションデータセンターは、エンドユーザー /最終用途の場所により近いティア 2、ティア 3 の都市に置かれます。ソリューションと垂直産業の例には、次のようなものがあります。

- 環境が制御され、部屋/データホールレベルのセキュリティを備えたリモートデータセンターまたはそれに類する展開
- 例: エッジコロケーション DC

一般的な屋内環境

一般的な屋内環境も、ある程度、馴染み深い環境かもしれません。通常は、環境制御が必要な屋内スペースに設置されますが、スペースに制限がある場合や、セキュリティとリモート管理のニーズが大きくなる場合があります。この環境の例としては、電気通信室、サーバールーム、ネットワークローゼットなどが挙げられます。ソリューションと垂直産業の例には、次のようなものがあります。

- 環境が制御されているが、冷却能力が限定的で、基本的なセキュリティのみを備えた屋内への展開
- 例: 小売店、医療施設

過酷な屋内環境

過酷な屋内環境は通常、製造業や、より工業的な環境に見られます。製造現場ではますます多くの用途が導入されており、遅延を低減して最高レベルのパフォーマンスを得ることが求められています。この要件を満たすために、機器は最終用途に近い場所に配置されます。このような環境では、機器とデータセンターのパフォーマンスを保護できるように、より過酷な環境を定格としたエンクロージャーとコネクティビティが必要な場合があります。ソリューションと垂直産業の例には、次のようなものがあります。

- 屋外環境に対する限定的な保護と限定的なセキュリティ。乾燥および液体による危険の可能性 (埃、水など)
- 例: 製造現場、倉庫

屋外環境

コンピューティング機器を屋外環境に置く必要がある場合、「データセンター」のような空間 (コンテナ、トレーラーなど) を提供できるエンクロージャー内に配置するか、または屋外環境がもたらす極限状況に耐え得るレベルまで堅牢にすることが必要になります (図 7)。屋外環境に取り組む場合、機器とエンクロージャーの選定には、以下を含むいくつかの要素を考慮する必要があります。

- 温度制御 (暖房、冷房、太陽光による負荷)
- シーリング (液体、微粒子、腐食、動植物)
- 物理セキュリティ (アクセス制御、破壊行為対策)
- 電磁シールディング
- 耐震、耐衝撃
- 例: 農業、鉱業

エッジ展開の始動

エッジコンピューティングは、ネットワークおよびコンピューティングリソースの展開のあり方を変化させています。エッジコンピューティングの展開を成功させるには、未知のまったく新しい決定を数多く下さねばなりません。エッジ展開の基盤となるのは物理インフラストラクチャであり、これにより、地理的に分散されたエッジのフットプリント全体で一貫性と信頼性を確保することが可能になります。

著者略歴: Brian L. Kelly は 2012 年に Panduit に入社しました。Panduit に加わる前は 14 年間にわたり、ICT およびデータセンターコロケーション業界で働いていました。現在は Panduit の企業研究開発部門に所属して、ネットワークアーキテクチャリサーチチームを管理しています。同チームは、データセンター、エンタープライズ、産業オートメーションビジネス用のリファレンスアーキテクチャコンテンツを開発しています。これまでに 20 以上の技術文書を執筆しています。CPwE (Converged Plantwide Ethernet) アーキテクチャチームのメンバーとして、Rockwell Automation 社および Cisco 社とともに、産業用施設の設計および導入ガイドを発行しています。

Mark Dehmlow は、Panduit のデータセンタービジネスのビジネス開発担当シニアマネージャーを務めています。この役職において、データセンターインフラストラクチャのグローバルな戦略的アカウント、エンタープライズ向けオンプレミス導入およびエッジ導入に重点的に取り組んでいます。分散コンピューティングネットワークアーキテクチャの進化に追随し、その結果としてハイブリッド IT モデルを採用する企業に焦点を当てています。ICT 分野で 20 年を超える経験を持ち、通信業者との連携やテクノロジーディストリビューションでの業務経験のほか、ハイテク製造業で製品管理、製品、セグメントおよびチャネルマーケティングのさまざまな役職を務めてきました。テクノロジーソリューションを導入するあらゆる種類のユーザーを支援して、企業が目的とするビジネス上の成果をもたらすことを特に重視しています。ベテル大学で企業経営の学位を、またベルギーのブリュッセルにあるヨーロッパ大学で国際経営の MBA を取得しています。

図 7: 製油所などの屋外環境では、データセンター機器を格納するための何らかのコンテナが必要となる。

参考文献:

1. Nick Jordan 著。「7 Staggering Stats on Healthcare IoT Innovation」、Data Driven Investor、2020 年 8 月 16 日。
2. Maggie Tillman 著。「What is Amazon Go, where is it, and how does it work?」Pocket-lint、2020 年 2 月 25 日。