

451 Research

S&P Global

Market Intelligence **Black & White**

クラウドへの移行による、アジア 太平洋地域での二酸化炭素排出削 減の実現

AWS institute の委託により、451 Research が作成



2021年7月

© COPYRIGHT 2021 S&P GLOBALMARKET
INTELLIGENCE.

本レポートについて

本稿は、一次調査データに基づいて、主要企業におけるテクノロジー・セグメントの市場動向を、実務者の「現場」での経験と意見を通して評価したものです。

著者



KELLY MORGAN

リサーチ・ディレクター

データセンター、インフラストラクチャー & マネージドサービスS

2011年4月、S&P グローバル・マーケット・インテリジェンス傘下の451 リサーチに入社。データセンターおよびホスティング業界の経済・財務を担当するアナリストとして活躍。現在は、世界中のデータセンター、相互接続、コンテンツ配信を追跡するアナリストチームを率いている。

専門分野は、トレンド、プロバイダー、サービス、市場規模、需要と供給、M&A、テクノロジーなど。

451 Research

S&P Global
Market Intelligence

目次

はじめに	5
エグゼクティブサマリー	7
調査結果の主なポイント	10
調査概要	11
クラウドデータセンターサーバーの効果	11
クラウドデータセンターの施設の効果	16
451 Researchによるクラウドエネルギー効率モデル	19
企業・公共機関のワークロードのクラウド移行によるエネルギー削減	21
展望と結論 - エネルギー効率の方向性と、二酸化炭素削減に向けたエネルギー政策	23
付録：各国のプロファイル - いくつかの相違はあるが結論は類似	27
日本	27
韓国	29
シンガポール	31
オーストラリア	33
インド	35
調査方法	37

はじめに

クラウドインフラストラクチャ¹は、企業や公共機関において IT の主要な要素になっています。クラウドの活用により、柔軟なリソース利用、ワークロードのスケールアップがニーズに応じて可能となり、新しいハードウェアを購入・設置する必要はありません²。また、多くの企業や公共機関が気付いていないメリットとして、クラウドにワークロードを移行することで、エネルギー使用を劇的に削減することもできます。

世界中の企業や政府にとって、IT の効率性と持続可能性はますます重要な検討課題、そして優先課題となっています。KPMG による世界的な調査によると、提携企業の 80% が持続可能性に関する情報を公開しており、その多くは二酸化炭素の排出削減目標を設定している、としています。一方で、現在の目標では不十分な可能性もあります³。2020 年半ばの国連の報告書によると、調査対象の企業のうち、自社の目標は野心的であり、2030 年を期限とする国連の持続可能な開発目標に十分対応できる自信があるとした企業は、わずか 40% であることがわかりました⁴。

企業や公共機関のエネルギー使用や二酸化炭素排出の主な原因は、自身で所有・運用する IT 装置やデータセンターです。一方で、これらを効率化することは困難であり、コストが高額になる可能性があります。多くの組織がエネルギー効率を高めて二酸化炭素排出を低減したいと考えていますが、効率が最適化されたインフラストラクチャに劇的に変えるためのリソースがありません。この課題は、気象パターンの変化や気

¹ このレポートにおいて、「クラウド」とは、コンピュータ、データベース、ストレージ、アプリケーション、その他の IT リソースを、インターネットを介したクラウドサービスプラットフォームを通じて、オンデマンドで提供するクラウドコンピューティング (従量課金制) を指します。

² Voice of the Enterprise: Cloud, Hosting and Managed Services, Workloads and Key Projects - Quarterly Advisory Report, 451 Research, June 28, 2019

³ The time has come: The KPMG Survey of Sustainability Report 2020 KPMG IMPACT, December 2020.

⁴ United Nations Global Compact, "Uniting Business in the Decade of Action", July 2020.

候変動に関するリスクによって複雑化しており、企業や公共機関は、災害に強い自身のデータセンターに投資するか、効率の改善に投資するかを選択する必要があります。ワークロードをクラウドに移行することにより、これら両方の課題に対応することができます。

S&P Global Market Intelligence のグループ企業である451 Research は、アジア太平洋 (APAC) 地域の企業や公共機関で使用されているエネルギーを十分に把握した上で、一般的なクラウドインフラストラクチャのエネルギー消費との比較を試みました。まず、日本、韓国、シンガポール、オーストラリアのさまざまな業界の 500 以上の組織の上級幹部に対して調査を実施しました。調査対象には 100 以上の公共機関、および各国の年間売上が 1,000 万～10 億 ドルの企業が含まれています。

これらの調査結果、分析、および業界データを利用して、「マイクロチップから電力網」までの効率性をモデル化し、平均的なオンプレミス (自らの組織で所有・運用) のサーバーとデータセンターの一般的なワークロードで使用されるエネルギーを推定しました。これを、ハイパースケール⁵クラウド施設で使用されるエネルギーの推定値と比較し、APAC 地域の企業および公共機関が、ワークロードをオンプレミスのデータセンターからクラウドに移行することで、どの程度エネルギー消費を削減できるかを算出しました。

⁵ United States Data Center Energy Usage Report (LBNL-1005775) で定義されている「ハイパースケール」とは、データセンターの規模 (「倉庫サイズ」) およびスケーラビリティ (スケーラブルなサーバーアーキテクチャと仮想ネットワークを使用してネットワーク接続された多数のサーバー) の両方を指しています。

エグゼクティブサマリー

**APAC の企業のワーク
ロードをオンプレミス
のデータセンターから
クラウドに移行するこ
とにより、エネルギー
消費と二酸化炭素排出
を約 80%削減するこ
とが可能**

本調査では、APAC において、業務アプリケーションを企業・公共機関のオンプレミスのデータセンターからハイパースケールクラウドサービスに移行することで達成可能なエネルギー使用と二酸化炭素排出の削減の可能性を推定しています。今回の APAC 調査は、2019 年に米国で実施した同様の調査におけるモデルをベースとしています⁶。調査の結果、クラウドで業務アプリケーションを運用すると、オンプレミスのインフラストラクチャと比較して、平均して約 80% エネルギー消費を削減できることが明らかになりました。

ハイパースケールクラウドインフラストラクチャは、サーバーおよび施設の両方のレベルで、多くの企業や公共機関より大幅に効率的です。つまり、同じワークロードを実施するために必要となるエネルギーが大幅に少なくなっています。サーバーについて、ハイパースケールクラウド事業者は、最先端のコンポーネントを使用して、電力最適化に細心の注意を払ってシステムを設計しています。クラウド事業者は、クラウド上の顧客のワークロードに対してサービス提供を行うため、リソースの共有や動的割り当ての機能を活用して、利便性のレベルを高めてサーバーを運用しています。また、ハイパースケールクラウド事業者は、データセンターを効率的に設計し、冷却と配電の両方に関してエネルギー使用を削減しています。このような効率化は、大規模な IT サービスを提供し、設計から運用までを最適化するクラウドのビジネスモデルが起点となっています。

**ハイパースケールクラ
ウドデータセンターの
エネルギー効率は、調
査対象の APAC の企
業の 約 5 倍**

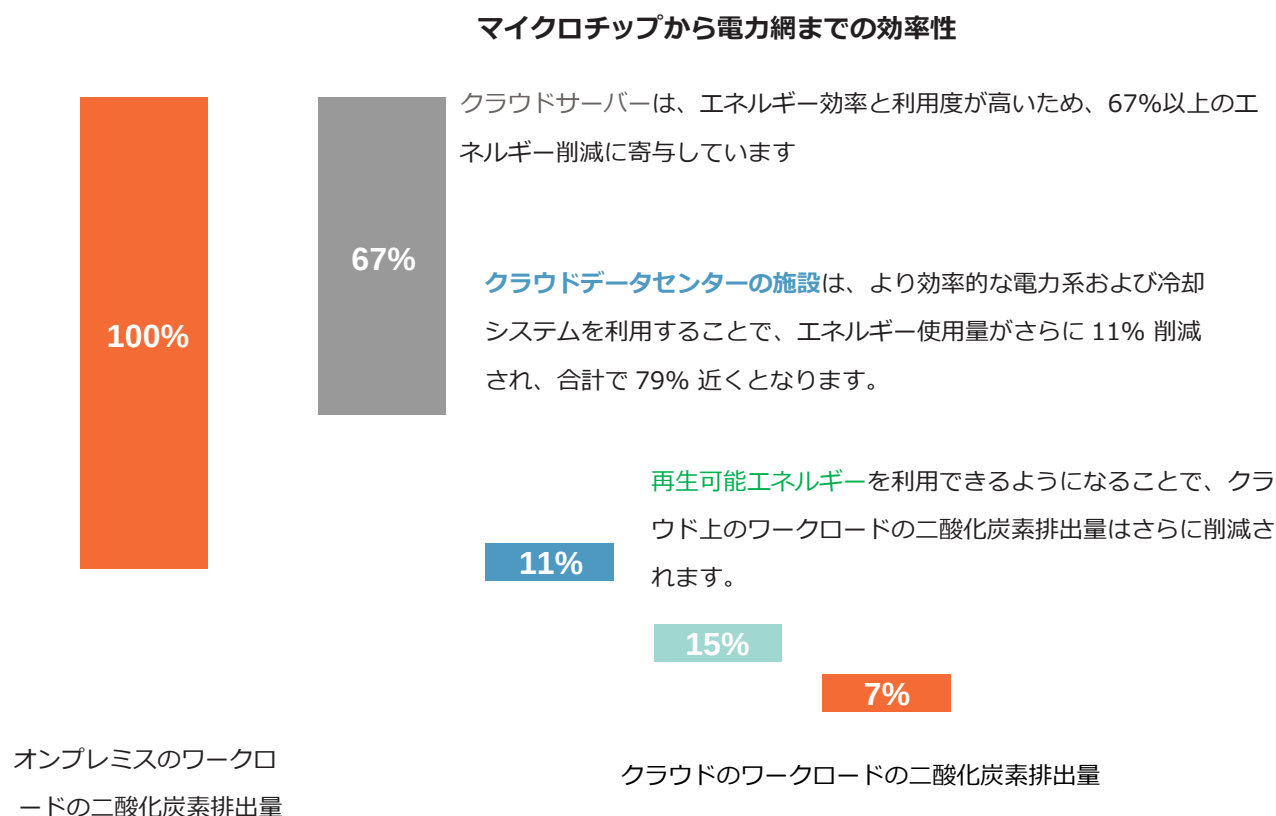
調査対象の市場における企業や公共機関のデータセンターインフラストラクチャの状況に違いはありますが、APAC 調査とモデリングの結果では、これらの効率

⁶ The Carbon Reduction Opportunity of Moving to Amazon Web Services, 451 Research, October 2019

化により、クラウドへの移行によるエネルギー削減の大幅な可能性が一貫して示されています。ハイパースケールクラウドデータセンターのエネルギー効率は、調査対象の APAC の企業や公共機関の平均の 5 倍近くになると推定されます。

図1: クラウドインフラストラクチャと調査対象企業・公共機関を比較した二酸化炭素削減の可能性

出典: 451 Research/S&P Global Market Intelligence



サーバーと施設レベルの効率性、100%再生可能エネルギーへのアクセスを組み合わせると、ハイパースケールクラウドインフラストラクチャは93%二酸化炭素排出を削減可能

一方で、APAC 市場におけるクラウドの利点が際立つのは、関連する温室効果ガス (GHG) の排出削減です。電力網における排出量は国によって大きく異なりますが、APAC の平均は、1 キロワット/時あたり CO2 換算で 576.5g であり、米国を大きく上回っています(2019 年、417.3g)。つまり、企業や公共機関がワークロードをクラウドインフラストラクチャに移行し、ワークロードあたりのエネルギーフットプリントを削減すると、APAC の二酸化炭素排出量は、米国より多く削減できることになります。

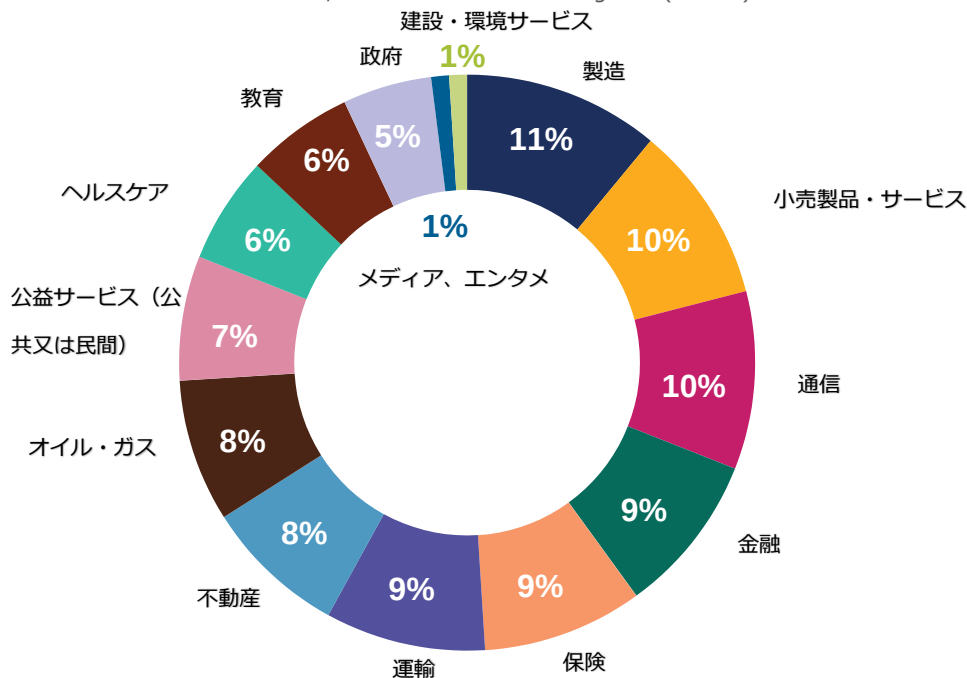
主要なハイパースケールクラウド事業者が公約しているとおり、クラウドサービスの事業用の電力を 100% 再生可能エネルギーで調達できた場合、クラウド上のワークロードの二酸化炭素排出量をさらに削減できます。現在 APAC の多くの地域では、手頃な価格でアクセス可能な再生可能エネルギーの選択肢が不十分なため (企業による再生可能エネルギー購入契約など)、相当な量の二酸化炭素削減の可能性が残されています。各国の電力網では、時間の経過とともに再生可能エネルギーの利用が増加し、企業や公共機関が利用する再生可能エネルギーの割合が高まることが期待されています。他方で、ハイパースケールクラウド事業者は、より積極的な再生可能エネルギーの目標を掲げており、再生可能エネルギーへの大規模な投資は、新規プロジェクトあたり数十メガワットの再生可能エネルギーを新たに電力網に追加することを意味します。クラウド事業者が 100% 再生可能エネルギーを調達できると、関連する排出をさらに 15% 削減することが可能となり(図 1 参照)、サーバーや施設の効率化のメリットを組み合わせると、IT インフラストラクチャによる二酸化炭素排出量を APAC 全体で最大 93% 削減できると推測できます。

調査結果の主なポイント

2021 年に実施した、APAC 地域の日本、韓国、シンガポール、オーストラリア、インドの 515 の企業・公共機関に対する調査によると、APAC では (米国と同様に)、企業や公共機関によるデータセンターの持続可能性に対する取り組みに関して、多くの場合、意図と効果的な行動との間に隔たりがあることがわかりました。本調査でインタビューを行ったすべての企業および政府は、IT や装置を購入する場合、エネルギー消費量を追跡し、エネルギー効率を考慮しています。また、一部の組織は、水の使用、フリークーリング時間、サーバー利用率などの主要な指標を計測したり、外部コンサルタントを雇って、データセンターの持続可能性を競合組織と比較してベンチマーク測定したりしています。ベストプラクティスを推進するための専用のチームを結成したり、包括的なプログラムを導入したりしている組織は、ほんの一握りです⁷。

図 2: 調査対象の業種

Source: 451 Research/S&P Global Market Intelligence (n=515)



⁷ これらには、エアフローの最適化、有用に機能していない稼働中のサーバーの廃止、予想から逸脱した望ましくない測定値の捕捉、再生可能エネルギー能力をオンサイトに追加して補助的なニーズに対応することなどが挙げられます (共有スペースに太陽光パネルを追加して照明を点灯するなど)。

APAC の多くの回答者は、エネルギー効率と持続可能性は重要な課題であると回答していますが、インフラストラクチャに関する目標は一般的に定義や明確さが欠けていることが明らかになりました。このような技術的に複雑な問題に取り組むためのインセンティブや十分なリソースがあると回答した組織はほとんどありませんでした。シンガポールのある製造業の IT ディレクターによると、同社は二酸化炭素の削減が必要だと考えており、その方向に向かって取り組んでいるが (適切な装置の購入や運用の最適化など)、組織レベルでの「目標はない」と述べています。

一般的に、企業や公共機関の効率化の取り組みは、運用インフラストラクチャや手順を根本的に見直すのではなく、既存のデータセンターや IT インフラストラクチャ内の取り組みに限定される傾向があります。あるインドの輸送業のデータセンターマネージャーは、「インフラストラクチャの再構築の高いコストと困難さを考えると、予算的な制約により、企業は最良なものを調達することはできない」と述べています。

調査概要 – アジア太平洋地域における企業・公共機関のデータセンターインフラストラクチャ –

クラウドデータセンターサーバーの効果 – 構造的な効率性

この調査では、まず 回答者に対してサーバーの運用状況に関する質問をしました。これらの回答をもとに、APAC の企業・公共機関のプロファイルを作成しました。本調査では、サーバー効率の主要な二つの指標として、サーバーハードウェア由来の効率性と、サーバー利用率に注目しました。サーバーハードウェア由来の効率性は、主にチップ技術やシステム設計によって大きく左右されます。他方で、サーバー利用率、つまり負荷要素は、最適なエネルギー効率にどの程度近いかにによって決まります。

サーバーハードウェア由来の効率性を把握するために、まず、APAC の企業や公共機関に対して、サーバー群、ハードウェア年数、導入のスピード、サーバー数の経時的

変化などについて質問しました。また、サーバーの利用率を理解するため、仮想化⁸パターンとワークロードの統合方法を調査しました⁹。企業・公共機関とクラウドサーバー間のエネルギー効率の差異の推定では、保守的なモデルをもとに検討しています。

調査結果によると、サーバーをアップグレードするまでの運用期間は平均 4 年未満で、2019 年に米国の企業から回答があった約 4 年半と比較して大幅に短いことが明らかになりました。このようなパターンは、企業規模や業界とは強い相関関係はありませんが、いくつかの地域差が見られました。たとえば、日本の組織はサーバー機器を保有する期間が長い傾向がある一方で (4 年強)、オーストラリアの組織は平均 3 年 3 か月と非常に速いペースでサーバーインベントリを更新しています。

サーバーの使用期間に関する質問に加え、新しいサーバー技術の導入スピードについても調査しました。当然ながら、調査の中で規模が大きい組織は、小さい組織と比較して新しいサーバー技術の採用が早い傾向がありました。また、地域によっても違いが見られ、最新のサーバー技術を購入するまで、日本の組織は平均 9 か月かかるのに対して、韓国の組織は平均 6 か月となっています。新しく効率的なサーバーを迅速に導入することは、エネルギー効率の点で大きな影響があります。しかし、APAC の中で採用スピードが最も早い回答者であっても、ハイパースケールクラウドサービス事業者のスピードには劣ります。クラウド事業者は、企業や公共機関が一般的に利用可能になるより 1 年も早く、最新のサーバー技術に早期にアクセスできます。新しい技術が利用可能になってからも、企業・公共機関がこうした技術を導入するまでに比較的時間がかかることと相まって、時間の経過とともに、企業・公共機関とクラウド事業者間のサーバーレベルの効率性の差が大きく開いていきます。

⁸ サーバーの仮想化では、抽象化レイヤを使用してソフトウェアをハードウェアから切り離すことで、ソフトウェアの実行場所や使用するハードウェアの種類を柔軟化できます。

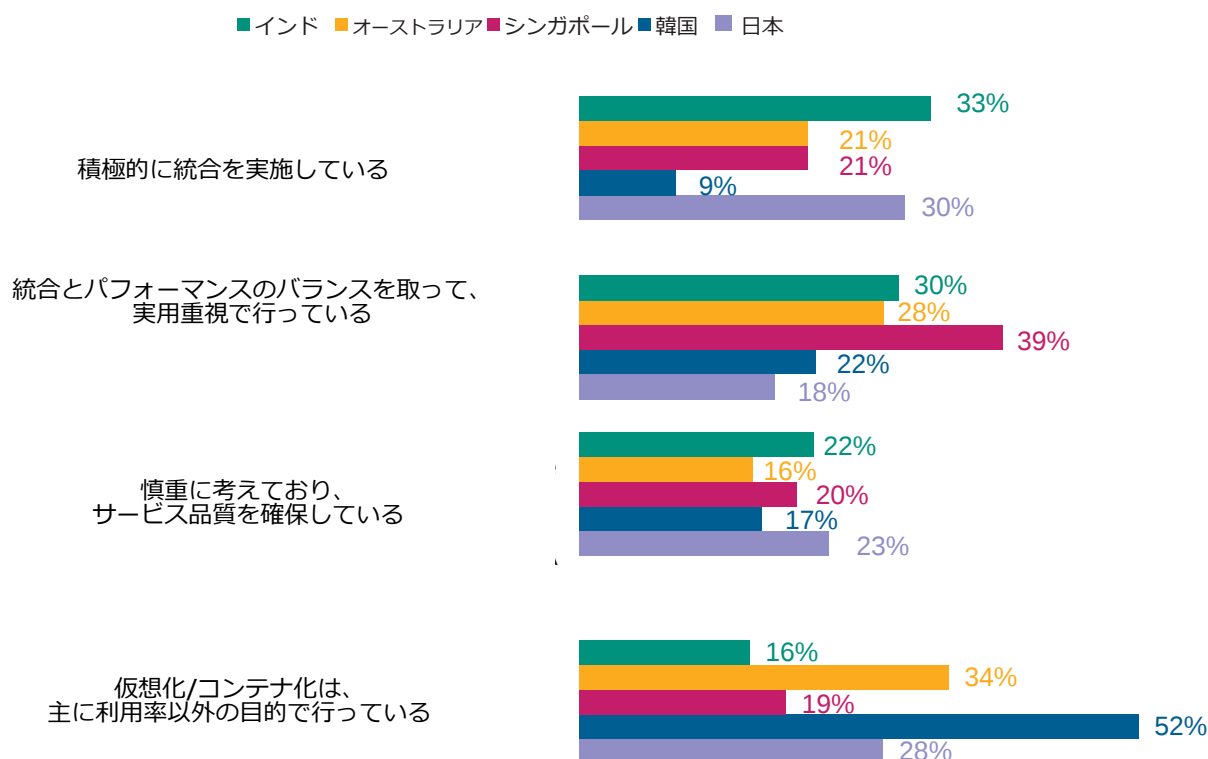
⁹ なお、当社のモデルは、各組織に合わせて詳細な計算を実施して、インフラストラクチャの効率を予測しています。サーバーに影響を与えるプロセッサやメモリなどの他の要因、および広範なネットワークやストレージインフラストラクチャも全体的な効率性に影響を与えますが、これらの要因は軽微であり、ワークロードに固有であるため、これらの要因は含めません。

今回の調査によると、APAC の企業や公共機関では、一定レベルの仮想化は一般的に行われていることがわかりました。すべての調査回答者は、わずかなサーバーであっても、仮想化技術を使用していると回答しています。APAC における仮想化の平均割合は 36% で、国によって 33~39% とばらつきがありました。仮想化が相対的に不十分な場合、サーバーは十分に活用されておらず効率が低いため、オンプレミスのデータセンターとクラウドとの間のエネルギー効率のギャップの一因となっています。

サーバーの利用率を詳しく把握するため、APAC の企業・公共機関におけるワークロードの統合に関する質問を追加しました (図 3 を参照)。各サーバーへのワークロードの統合の度合いについて、APAC の回答者は米国の回答者と比較して低くなっています。韓国の組織は、たとえサーバーの運用効率が低下しても、サーバーに多数のワークロードを割り当てることに最も慎重でした (アプリケーションのパフォーマンス低下を懸念していると思われます)。

図 3: 国別のワークロードの統合状況

出典: 451 Research/S&P Global Market Intelligence (n=515)



APAC企業のサーバー利用率は15%以下と推定される一方で、ハイパークラウドサーバーの利用率は50%以上

これらの回答から、企業や公共機関の平均的なサーバー利用率がわかりました。2021年のAPACのサンプルでは、サーバー利用率は15%弱と推定されます(比較として、2019年の米国のサンプルでは18%と推定しています)。一般的な組織では通常の業務時間外に処理はほぼ行われないため、サーバーをこの割合より多く利用することは困難であり、利用レベルがこのような割合になることは驚くべきことではありません。一方、当社の調査によると、ハイパースケールクラウド事業者は、効率とアプリケーションパフォーマンスの適切なバランスを取るため、通常は50%を上回る利用率を設定しており、はるかに高いレベルでクラウドサーバーを利用しています。

ハイパースケールクラウド事業者は、多くの顧客のワークロードに対して、サーバー能力を動的に割り当てることで、高い利用率を実現しています。たとえば、他の顧客のアプリケーションのサーバー能力が必要なくなった時に、一部の計算処理を実行

できます。クラウド利用率は今後数年間でさらに上昇する可能性が高いと思われます。451 Research/S&P Global Market Intelligence 社は、ベンダーへのインタビューもとに、Intel および AMD プロセッサを搭載した今後のサーバーでは、ピーク時には80% 近くまたはこれを超える利用率になると予想しています。マイクロサービスやサーバーレスコンピューティングなどの新しいモジュール型のソフトウェア開発技術の導入を組み合わせることで、利用率がさらに促進され、最適な効率性が実現されます。

企業のサーバーインフラストラクチャを把握する最後の要素は、経時的なサーバー数の変化です。今回の調査では、APAC の回答者の大半は、過去 3 年間で少なくともコアデータセンター内のサーバー数は増加したと考えています。サーバー数の増加は、サーバーの分布が新しい世代に偏っていることを意味するため、このような動的な変化を把握することは重要です。特に、調査回答者は平均して、今後 3 年間は継続的に増加すると予想しています。韓国とインドの組織は、最も増加することが予想されています (今後 3 年間で 20% 以上)。一方で、シンガポールとオーストラリアの組織は、15%~16% と緩やかな増加が予想されています。

サーバーを追加することで、組織の総合的なサーバーストックの割合は高まりますが、クラウドインフラストラクチャには依然として優位性があります。クラウドサービスが非常に急速に成長しているだけでなく、最新技術の早期導入とサーバーの迅速な更新サイクルの結果、ハイパースケールクラウド事業者が使用する最先端のサーバー技術で構成されるサーバーストック全体の割合は、大半の企業・公共機関のオンプレミスのデータセンターを上回ると推定されます。

クラウドデータセンターの施設の効果 – APAC の企業と公共機関の熱対策

データセンター施設についても、特に冷却に関する効率の違いがあります。第 1 の課題は、温度です。世界的に有名なアメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE) などの主要な業界団体は、省エネルギーの観点から、サーバーの冷却に使用する空調の温度範囲を広げることを推奨しています¹⁰。一方で、ほとんどの企業や公共機関は、サーバー室内の温度を低く保つことを目指しています (通常、22°C 未満)。これは冷却空気の供給が不十分な場所でホットスポットが発生し、このために IT コンポーネントの故障が発生することを懸念しているためです。さらに、IT 機器の温度が上昇すると、サーバーファンをより多く稼働させる必要があります。これによって、建物の冷却システムの稼働を抑えることで得られるエネルギー消費の節約分が一部相殺される可能性があります¹¹。

また、ほとんどのオンプレミスデータセンターでは、装置を冷却するために機械式の冷却機 (コンプレッサ) を使用しています。対照的に、クラウドデータセンターではコンプレッサではなく、主に気化冷却を使用しており、エネルギー消費を減らすことができます。この結果、クラウドデータセンターの冷却に費やされるエネルギーは、一般的なオンプレミスデータセンターと比較して大幅に減少します。

設備関係のエネルギー消費の要因は冷却システムだけではありません。古い配電システムの場合、低負荷時のパフォーマンスが低下します (例: 利用率 30% 未満)。APAC の多くの企業や公共機関の組織は、配電システムが 5~10 年以上前のものであったり、十分に利用されていないかったりするため、効率性が低くなる可能性があります。

¹⁰ Thermal Guidelines for Data Processing Environments, Fourth Edition, The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2015

¹¹ The Unexpected Impact of Raising Data Center Temperatures, White Paper 221, Schneider Electric, 2016

APAC の調査対象者からの回答によれば、オンプレミスでは、冷却と配電に対して、IT インフラストラクチャ自体と同程度のエネルギーを使用しています。この結果、調査サンプルの平均的な電力使用効率 (PUE)¹²の測定値は 2 となっており、2019 年の米国の調査で観測された PUE 測定値の平均 1.66 を下回っています。この結果は、APAC 地域が平均的に高温多湿であることを踏まえると驚くべきことではありませんが、APAC の企業や公共機関が、データセンターの効率を大幅に高める上で直面する困難さが示されました。このような大規模なプロジェクトのアップグレードを行う場合、資本コストやダウンタイムのリスクなどがハードルとなります。また、アプリケーションのダウンタイムがあると、ビジネスオペレーションに非常に大きなコストとなることが証明されています。APAC の調査回答者は一般的に、データセンターのオペレーションを最適化するための包括的なプログラムを持っていないという点からしても、この困難さが説明できます。他社を複数の指標で一貫して上回っていると回答した組織は、調査対象の一部となっています。

一方で、クラウド事業者は、APAC の高温多湿な気候による悪影響を最小限に抑えるために、最先端の数値流体力学を導入して、高い温度を想定してサーバーを設計・運用しています。当社の調査によると、ハイパースケールクラウドデータセンター (自社所有およびリースのデータセンター拠点を含む) では、APAC の多くの国の厳しい気候であっても、PUE は平均して 1.2 以上を維持しており、総エネルギー消費の 3 分の 1 以上を削減していることが示されています¹³。

最後に、企業・公共機関とクラウド事業者のもう一つの違いは、クラウドのビジネスモデルに起因するものです。クラウドでは IT サービスを大規模に提供します。ク

¹² PUE (データセンターの総電力と IT の総電力の割合)

¹³ PUE は強制的な基準がないため、不完全な尺度であることに留意が必要ですが、データセンター施設のエネルギー効率の表す最適なものとして、この調査では PUE を利用しています。また、一部のケースでは、電力需要家側の取り組みにより (IT 設置面積の縮小、または高密度機器の使用など)、PUE にマイナスの悪影響を与える可能性があります。統計的な点で、当社の分析を大きく変えるものではありません。

クラウド事業者は運用コストを削減するために、設計から運用に至るまで最適な技術を選択し、効率を高めて、技術組織全体を一体的に機能させるインセンティブを持っています。これは、規模の経済、およびカスタムエンジニアリングへの取り組みと継続的な改善に対して資金を提供できることで、さらに強化されます。

一方で、企業や公共機関では、IT インフラストラクチャを細分化して管理する傾向があり、効率化の取り組みの焦点が狭く、規模の拡大は困難です。APAC の調査の回答者によると、IT の最優先事項は変化するビジネス要件に対応することであり、重要アプリケーションのセキュリティ、可用性、信頼性を保証することとなっています。

たとえ効率の改善が可能であっても（社内ではなく、システムサプライヤやシステムインテグレータを介してなど）、多くの組織にとっては優先事項ではなく、可能性に止まっています。企業や公共機関にとって、デジタルインフラストラクチャはコアビジネスではないため、通常、エネルギーや二酸化炭素の削減を優先するために IT システムを設計することはありません。ほとんどのオンプレミスの IT 運用では、ソフトウェアライセンス費や IT 人件費と比較して、電気代はわずかです。しかし、効率を最大化するために、サーバーやデータセンターのインフラストラクチャシステム全体をアップグレードするコストは非常に高くなる可能性があることを考えると、これは驚くべきことではありません。APAC の調査回答者によると、一般的に、ベストプラクティスに沿ってデータセンターのオペレーションを最適化するための包括的なプログラムを持っていないことが示されています。また、競合組織を複数の指標で一貫して上回っていると回答した組織は、調査対象の一握りのみとなっています。

451 Research によるクラウドエネルギー効率モデル

451 Research/S&P Global Market Intelligence 社は、上記の調査結果を利用して、調査対象の企業や公共機関が所有する最大規模のデータセンターにおける相対的な運用効率を算出しました。ベースラインを策定するために、当社は SPEC (Standard Performance Evaluation Council: 標準性能評価法人) のサーバー電力のデータベースを参照しました。SPECpower_ssj 2008 ベンチマーク14を使用して、ビジネスアプリケーションをシミュレートし、さまざまな利用率におけるサーバーの消費電力を推定しました。

ベースラインの基準点を作成するため、2010 年以降の Intel ベースのサーバーの 10% の負荷時の結果を取得しました。このモデルでは、2010 年の Intel Xeon サーバードプロセッサベースの 2 プロセッサシステムにおける 10% の負荷 (一般的な非仮想サーバー) 時の平均的なエネルギー効率を「1」とします。この調査データを利用してオンプレミスのサーバーインフラストラクチャのプロファイルと利用率を概算し、サーバーのエネルギー効率を推定しました。当社は、企業や公共機関のサーバーインフラストラクチャ構成を、寿命、テクノロジーの導入速度、サーバーインフラストラクチャの成長の動向を考慮して、モデル化しました。調査した組織の各集団の利用率を推定するため、仮想化レベルとワークロードの統合状況に関する調査回答を利用しました。

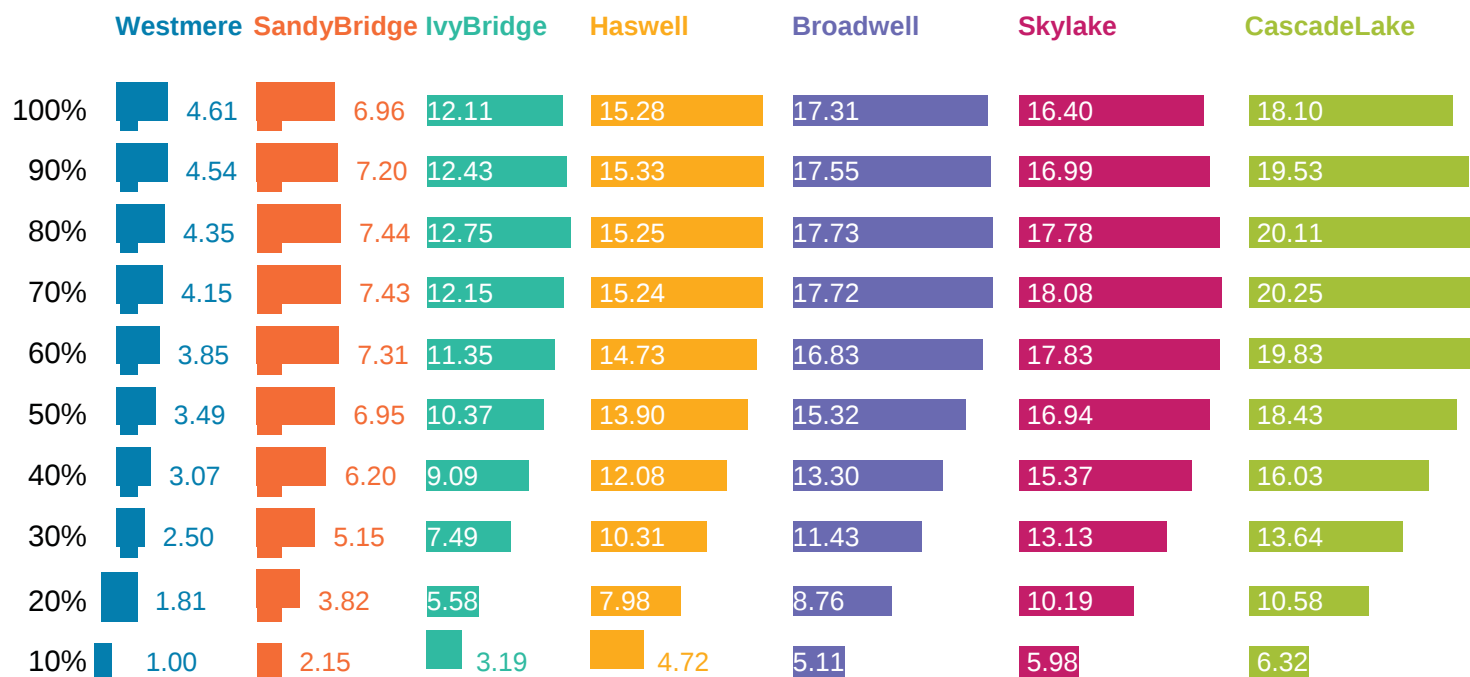
図 4 は、さまざまな世代のサーバー (左から右) について、異なる利用率 (下から上) ごとのエネルギー効率への影響を示しています。どちらも、負荷曲線全体としてサーバーのハードウェア効率が必ずしも等しくない理由を理解する上で重要です¹⁵。

¹⁴ https://www.spec.org/power_ssj2008/

¹⁵ 当社のモデルによると、今後数年間はクラウドサービスの成長によって、ハイパースケールクラウドインフラストラクチャの効率性は、企業の効率性より早いペースで進むことが示唆されています。APAC では、ワークロードの共有に適した最新のサーバードプロセッサを利用したハイパースケールデータセンターが急増しており、効率性が飛躍的に向上すると思われます。

図4: SPECpower_ssj 2008 データベースに基づく Intel サーバーの各世代の効率曲線

出典: SPEC.org, compiled by 451 Research



企業・公共機関のワークロードのクラウド移行によるエネルギー削減

**クラウドサーバーは、
平均的なAPAC企業
のサーバーに比べて3
倍効率的**

調査結果によると、サーバー技術の進歩により（主に半導体の高速化と低電力化による）、APAC の企業や公共機関のインフラストラクチャは、時間の経過とともに大幅に効率化していることが示されています。APAC の回答者の平均的なサーバー効率のスコアは 6.8 です。これは、10 年前の仮想化されていないサーバーと比較して、サーバーインフラストラクチャの効率性が 7 倍近く高まったことを意味します。サーバーインフラストラクチャの効率性に関して、最上位の組織と最下位の組織の間には 4 倍の差があり、最上位の組織では 11~12 倍の効率化、最下位の組織では約 3.2 倍の効率化を達成していると推定されます¹⁶。

**APACの企業・公共
機関がオンプレからク
ラウドに移行すること
で、平均 79%エネ
ルギー消費を削減**

これに対し、451 Research/S&P Global Market Intelligence の推定によると、ハイパースケールクラウドサーバーのエネルギー効率は、旧式の非仮想化サーバーと比較して、約 21 倍増加しています。したがって、クラウドサーバーは、APAC のオンプレミスサーバーの平均と比較して、効率性が 3 倍高くなっています。これは、クラウドサーバーの利用率が非常に高いだけでなく、クラウドインフラストラクチャでは、最新のエネルギー効率の高い、最大限の効率を実現する最適化されたサーバー技術を重視しているためです。

ハイパースケールクラウド事業者は、サーバーレベルの利点に加えて、一般的なオンプレミス施設と比較して、データセンターの効率性が高く、結果としてPUEがはるかに優れています。これは、冷却方法の効率化、エアフローの最適化、および配電損失を低減する新しい効率的な電気インフラストラクチャを使用してい

¹⁶ 当社の調査結果によると、企業の仮想化の導入率とワークロードの統合率の低さに関して、APAC の平均値は、2019 年の米国での調査回答よりかなり低くなっており、二つの地域の企業の平均値には約 16% の開きがあることが明らかになりました。

るためです。クラウドインフラストラクチャの平均的なエネルギー効率、サーバーレベルの効率性と合わせると、APAC の大半の企業や公共機関と比較して5倍高いと推定されます。したがって、ワークロードをオンプレミスサーバーからクラウドに移行すると、APAC のワークロードのエネルギー消費量は平均で 79% 削減されます。これは、2019 年の米国企業に対する調査で推定された平均 72% の削減を上回ります。この数字には、クラウド事業者が 100% 再生可能エネルギーを調達できる場合に達成可能な削減分は含まれていません。

展望と結論 - エネルギー効率の方向性と、 二酸化炭素削減に向けたエネルギー政策



1 台 = 100 車両分

日本、シンガポール、韓国、オーストラリア、インドの 515 の企業・公共機関を対象とした調査によると、アプリケーションをクラウドに移行することで、同じワークロードをオンプレミスのデータセンターで実行する場合と比較して、ワークロードのエネルギー消費量を平均で 5 分の 1 に圧縮できるとわかりました。これらの国々の発電では、化石燃料(石炭や天然ガスなど)への依存が依然として高いため、このワークロードエネルギーの削減によって、スコープ 2 排出量 (エネルギー消費に関連する間接排出量) が大幅に低減します¹⁷。

企業のデータセンター (1 メガワット分) の平均利用率を 30% と仮定した場合、クラウドに移行することで、ワークロードに関連する間接的 (スコープ 2) な温室効果ガスの排出を 1 年あたり約 2,400 トン削減することが可能。これは、道路から 2,000 台の自動車がなくなることに等しい

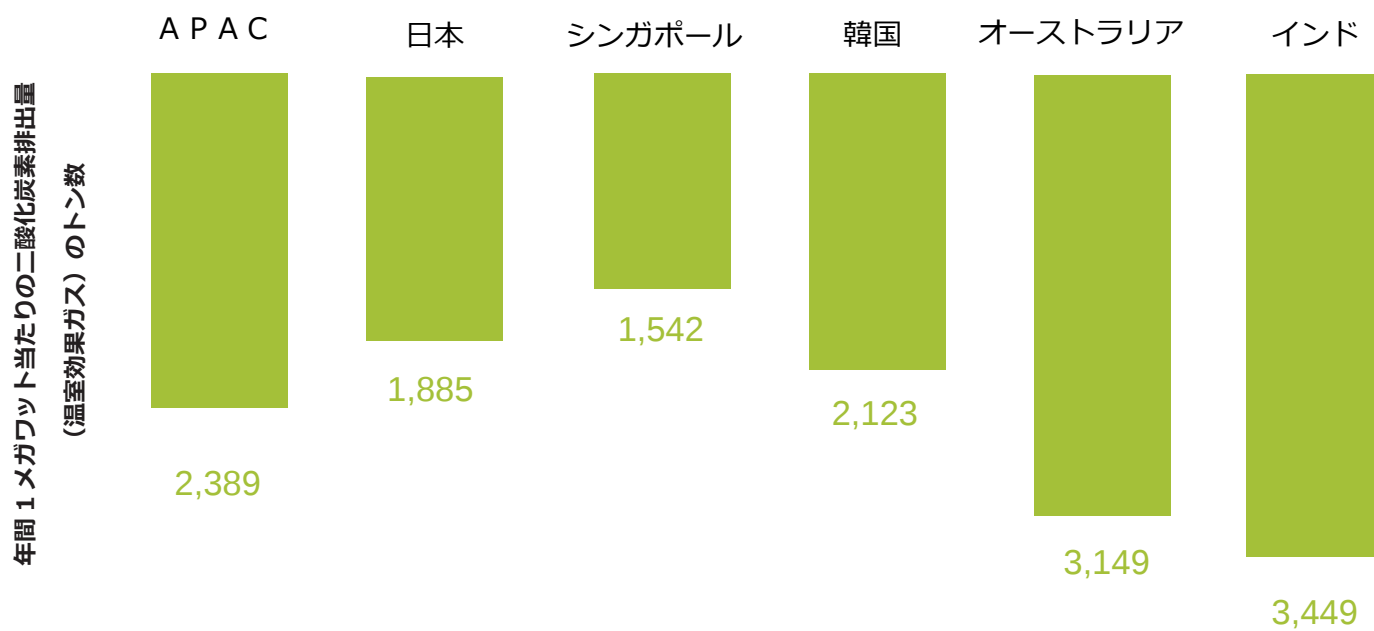
当社のモデルを用いて算出すると、調査対象の APAC 諸国で、企業・公共機関のデータセンターが 1 メガワットの場合で (IT スペースが 500~1,000 平方メートル、つまり「中規模サイズ」のクラウド移行プロジェクトに相当)、平均利用率を 30% と仮定すると、すべてのアプリケーションをクラウドサービスに切り替えることで、ワークロードに関連する間接的 (スコープ 2) な温室効果ガスの排出を、1 年あたり約 2,400 トン削減することができます。これは、道路から 2,000 台の自動車がなくなることに相当します¹⁸。

¹⁷ https://ghgprotocol.org/scope_2_guidance

¹⁸ 1 リットルあたりの CO2 発生が 2,300 g、年間走行距離が 10,000 km、リットルあたりの走行距離が 20 km と仮定して推定。

図 5: APAC におけるクラウドによる二酸化炭素削減の可能性

出典: 451 Research/S&P Global Market Intelligence



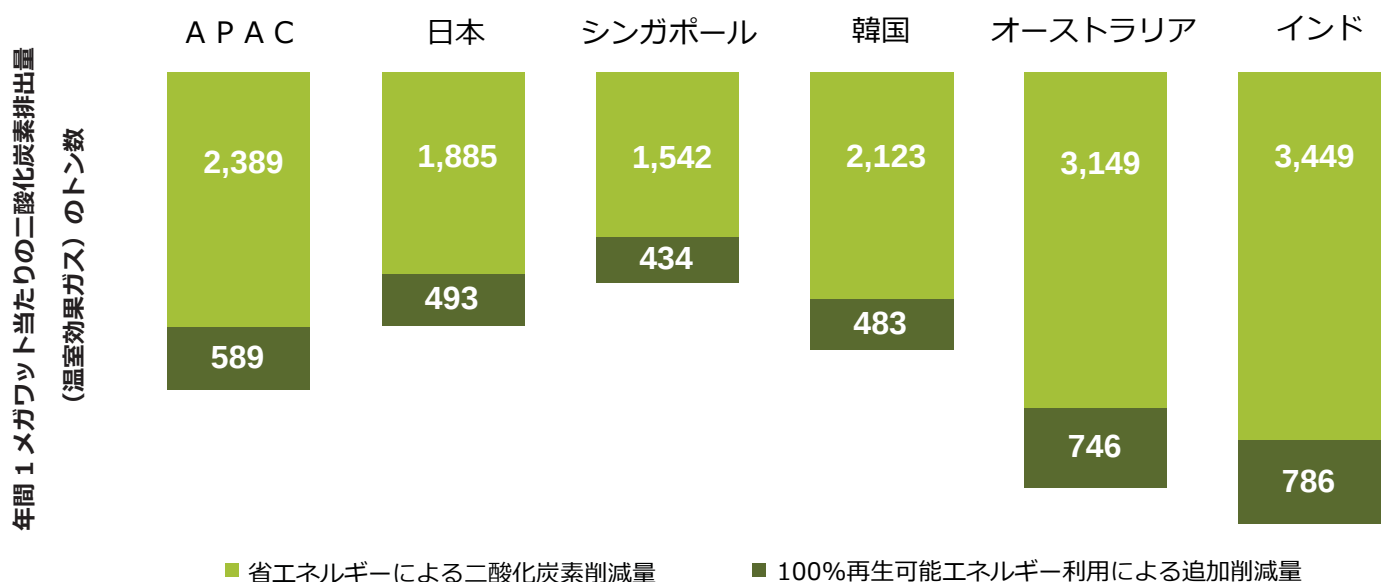
企業で再生可能エネルギーの利用が拡大すれば、APAC におけるクラウドの二酸化炭素削減の可能性はさらに高まると予想されます。APAC の電力網は、企業や公共機関と同様に効率性と持続可能性を向上させる努力をしています。しかし、当社の調査によると、ハイパースケールクラウド事業者が再生可能エネルギーの利用を推進すると（これらの企業はいずれも今後 10 年以内に全世界の事業活動で再生可能エネルギーを 100% 利用することを公約しています）、IT ワークロードが生み出す二酸化炭素排出量をさらに削減することができます。

これは、ハイパースケールクラウド事業者の場合、組織的なスキルセット、長期的な視点、大規模な需要があることに加え、大半の企業や公共機関よりも、再生可能エネルギープロジェクトをより進めることができるためです。たとえば、ハイパースケールクラウド事業者が実施する再生可能エネルギープロジェクトでは、通常、一つの契約で最低でも数十メガワットあり、一部のクラウド事業者は、新しい再生可能エネルギーを契約する際、その出力は 100 メガワットを超えます（洋上風力タービン数十基に相当）¹⁹。

¹⁹ 例: <https://blog.aboutamazon.eu/sustainability/amazon-announces-its-largest-single-renewable-energy-project-yet>

図 6: APACのクラウドで 100% 再生可能エネルギーを利用した場合の二酸化炭素削減の可能性

出典: 451 Research/S&P Global Market Intelligence



仮に、クラウド事業者が、それぞれの市場で 100% 再生可能エネルギーを調達できる場合、IT ワークロードで発生する二酸化炭素の排出量は、この調査で対象としたすべての APAC 市場でさらに大幅に削減されることになります。

このシナリオで、先程の 1 メガワットのオンプレミスデータセンターと同じ例を使用すると、調査対象の APAC 組織は、上述のサーバーやデータセンターの効率化による大幅な削減に加えて、ワークロードをクラウドに移行すると 1 年あたりの排出量を平均 587 トン削減可能です。この追加的な二酸化炭素削減は、中規模サイズのクラウド移行プロジェクトで²⁰、平均して道路から自動車を 475 台なくすことに相当します。一方で、多くの場合、APAC では利用可能な手頃な企業向けの再生可能エネルギーの選択肢が不十分なため、二酸化炭素削減の相当な可能性が残されています。APAC にある何千にのぼるオンプレミスのデータセンターを合計すると、ワークロードをハイパースケールクラウドに移行することによる温室効果ガスの削減量の合計は、何百万世帯分の削減に相当する可能性があります。

²⁰ 1 リットルあたりの CO2 発生が 2,300 g、年間走行距離が 10,000 km、リットルあたりの走行距離が 20 km と仮定して推定。

付録: 各国のプロファイル – いくつかの相違はあるが結論は類似

日本

年間 1 メガワット当たりの二酸化炭素
排出量 (温室効果ガス) のトン数

日本

1,885

493

- 省エネルギーによる二酸化炭素削減量
- 100%再生可能エネルギー利用による追加削減量

25%の組織が 1 メガワット
分クラウドに移行することにより
得られる世帯分のエネルギー削減量



1 家 = 10,000 世帯分

451 Research/S&P Global Market Intelligence 社の Datacenter KnowledgeBase によると、日本のデータセンター市場の市場規模は、2026 年までに運用スペースは 123 万m²となり、2020～2026 年の間の年平均成長率 は4%になると予測しています。

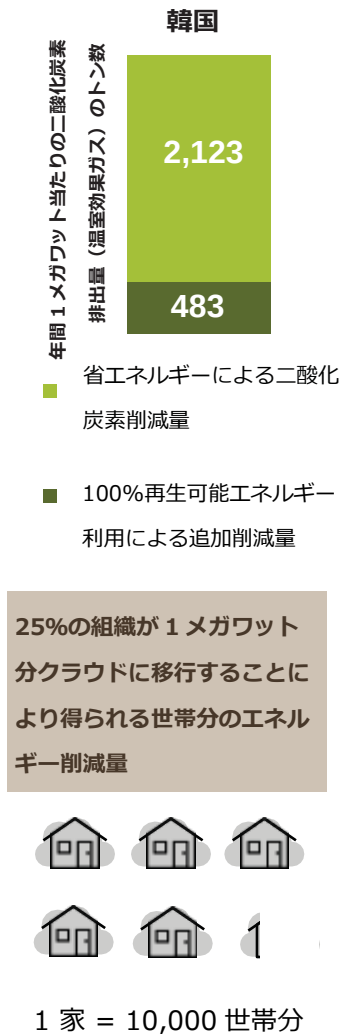
今回の調査結果によると、日本の企業や公共機関の IT エネルギー効率は、他の国と比較して、サーバーのライフサイクルが長く、新しいサーバープラットフォームの導入が遅いため、APAC の平均を下回っています。この結果、一般的に、サーバークラスは平均的に古い状況です。また、仮想化率も、韓国やインドなどと比較して相対的に低くなっています。このような若干の欠点は、データセンター設備の効率的な運用によって相殺されており、当社の計算によると、日本の企業や公共機関のデジタルインフラストラクチャ全体のエネルギー効率は、APAC の平均より高くなっています。

当社がサンプルした日本の平均的な企業および公共機関のコアデータセンターでは、オンプレミスデータセンターを 1 メガワット分クラウドに移行するごとに、1,885 トンの二酸化炭素が削減されることがわかりました (サーバー 2,000～4,000 台に相当)。これは、ワークロードのエネルギーが平均 77% 削減されるためです。

仮にクラウド事業者が 100% 再生可能エネルギーを調達できた場合、クラウドサービスによって企業・公共機関がオンプレミスデータセンターからクラウドに移行することで、1 メガワットあたり 1 年間で平均して、合計 2,378 トンの二酸化炭素排出量が削減されます。日本には、従業員が 250 人以上の企業が11,000社 あると推定されていますが²¹、仮にこれらの企業のうち25% が1 メガワット分の IT ワークロードをクラウドに移行すると (中規模サイズのクラウド移行プロジェクトに相当)、日本の およそ32 万 8,000 世帯の 1 年間の電気使用量に相当する排出量を削減することができます。

²¹ 出典: OECD 2020 (data for 2017)。また、今回の調査では、大企業や公共機関の IT 装置の平均値は、4 メガワットである点にご留意ください。

韓国



韓国の企業は現在のところ、デジタルトランスフォーメーションの構想を練っている段階ですが (韓国産業技術振興協会によると、クラウドへの移行に積極的な韓国企業は 10% 未満)、5G その他の革新的技術の継続的な開発により、エッジクラウドや分散型データセンターが増加していくと思われます。451 Research/S&P Global Market Intelligence 社の Datacenter KnowledgeBase によると、韓国のデータセンター市場は、2026 年までに運用スペースは 40万7,000 m² に達し、2020~2026 年の間における年平均成長率は 3%と予測しています。

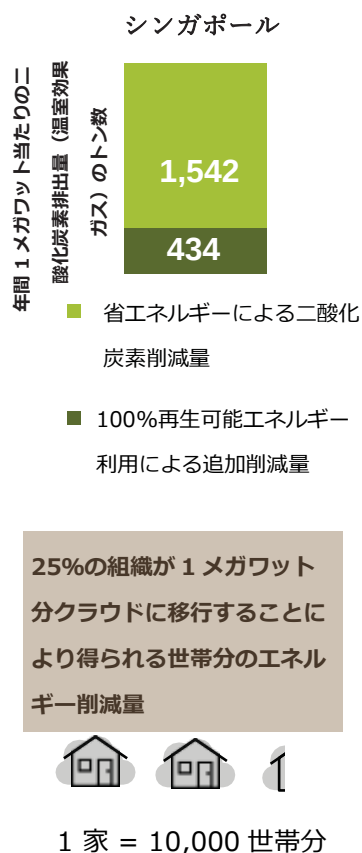
今回の調査結果によると、韓国の組織は、調査対象となった APAC 諸国の中でサーバーインフラストラクチャの拡大のペースが最も速く、最新のサーバー技術を最も早く導入している国の 1つであることが明らかになりました。一方で、データセンターインフラストラクチャのエネルギー効率は、ワークロードの統合に対するアプローチが比較的保守的なため、依然として APAC 平均を下回っています。韓国の組織は相対的に、エネルギー消費に関する懸念より、保証されたアプリケーションパフォーマンスを優先していると思われます。

韓国の企業や公共機関が、ハイパースケールクラウドサービスに移行すると、平均して、ワークロードのエネルギー消費を 80% 削減できると考えられます。韓国の電力網における排出の要因を考慮すると、企業・公共機関のデータセンター能力 1 メガワットあたり、年間で 2,123 トンの二酸化炭素削減に相当すると推定されます。仮に、クラウドサービス事業者が自身のインフラストラクチャ向けに 100% 再生可能エネルギーを調達できた場合、現在のベースラインと比較して、企業のデータセンター能力 1 メガワットあたり、年間で合計 2,605 トンの二酸化炭素排出削減を実現できます。韓国には、従業員 250

人以上の企業が 2,400 社あると推定されていますが²²、仮にこれらの企業のうち25% が 1 メガワットの ITワークロードをクラウドに移行すると (中規模サイズのクラウド移行プロジェクト)、およそ韓国の 5万3,000 世帯の 1 年間の電気使用量の相当する排出量を削減することができます。

²²出典: OECD 2020 (data for 2017)。また、今回の調査では、大企業や公共機関の IT 装置の平均値は、4 メガワットである点にご留意ください。

シンガポール



シンガポールでは、ビッグデータ分析、AI、IoT などのテクノロジーへの関心の高まりが、クラウドインフラストラクチャサービスを採用する原動力となっており、同国では各分野の変革を加速するためにクラウドベースの製品サービスが幅広く利用されています。一方で、451 Research/S&P Global Market Intelligence 社の Datacenter KnowledgeBase によると、特に、新しいデータセンターの建設が一時停止していることを考慮すると、シンガポールのデータセンター市場は比較的横ばいで、2026 年までに運用スペースは 38万6,000 m² に達し、2020~2026 年の間における年平均成長率は2%と予想しています。

APAC の企業と公共機関に関する当社の調査によると、データセンターのサーバーレベルの効率と施設レベルの効率の両方が APAC 平均を上回ったのは、シンガポールのみでした。これは、シンガポールの企業や公共機関では、ワークロードの統合を増やしており、利用率と効率性が高まっていることが要因です。また、シンガポールの組織は、最新のサーバー技術を比較的早期に導入しており、平均して迅速にサーバーを更新しています (約 3 年半毎)。シンガポールは熱帯性気候にもかかわらず、オンプレミスデータセンターの効率は、APAC で最も高い国の 1 つですが、自己申告による平均 PUE は 1.89 で、最先端のクラウド施設にはまだ程遠い状況です。シンガポールの送電網を見ると、再生可能エネルギーの全体的な普及度合いは依然として低いですが、調査対象の APAC 諸国の中で現在最も炭素集約度が低い国となっており、これは石炭ではなく天然ガスに大きく依存していることが原因です。

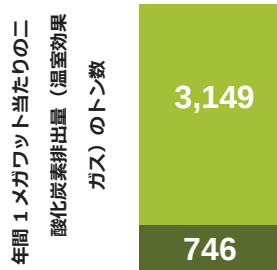
シンガポールの企業や公共機関がクラウドに移行すると、ワークロードのエネルギーは平均で 76% 削減されると推定されます。これは、データセンターの能力 1 メガワットあたり、年間で 1,542 トンの二酸化炭素排出削減に相当します。クラウド事業者による再生可能エネルギーの利用が増え

ると、現在の送電網のベースラインと比較して、1 年間でさらに最大 434 トンの排出量の削減につながります。クラウドサービスを 100%再生可能エネルギーを使用して電力供給した場合、ワークロードのエネルギー関連の二酸化炭素削減量は、1 メガワットあたり 1 年間で合計 1,976 トンになります。シンガポールには、従業員 250 人以上の企業が 1,300 社あると推定されていますが²³、仮にこれらの企業のうち25% が 1 メガワットの IT ワークロードをクラウドに移行すると (中規模サイズのクラウド移行プロジェクト)、シンガポールの およそ2万3,500 世帯の 1 年間の電気使用量に相当する排出量を削減することができます。

²³ 出典: Singapore Department of Statistics, Trade and Industry 2020 (data for 2017).また、今回の調査では、大企業や公共機関の IT 装置の平均値は、4 メガワットである点にご留意ください。

オーストラリア

オーストラリア



■ 省エネルギーによる二酸化炭素削減量

■ 100%再生可能エネルギー利用による追加削減量

25%の組織が 1 メガワット分クラウドに移行することにより得られる世帯分のエネルギー削減量



1 家 = 10,000 世帯分

オーストラリア政府が国家デジタルトランスフォーメーション戦略を発表してから 2 年以上が経過しました。政府は、同国のデジタル政策を推進するためのタスクフォースを設立したほか、2025 年までに世界のトップ 3 のデジタル政府の 1 つになるという目標を達成するために、野心的なロードマップをまとめました。†

451 Research/S&P Global Market Intelligence 社の Datacenter KnowledgeBase によると、オーストラリアのデータセンター市場は、2024 年までに 44万8,000 m² まで増加し、2019~2024 年の間における年平均成長率は 7%と予測しています。

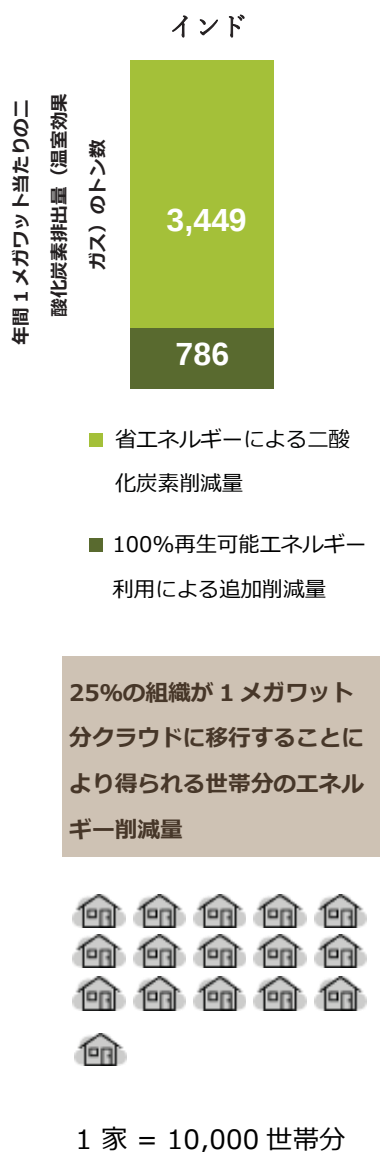
オーストラリアの組織は、比較的新しいサーバーインフラストラクチャ (仮想化率は平均以下) を維持していることが主な理由で、サーバーレベルの効率性は高いですが、施設レベルの効率は平均以下のため、パフォーマンスを妨げています。オーストラリアのオンプレミスデータセンターは、施設レベルの効率の点で、下から 2 番目の効率性となっています (インドの次)。考えられる理由の 1 つとして、オーストラリアの人口分布は、地理的に非常に分散しているため、企業や公共機関のデータセンターは比較的小さく、最適化されていないことが挙げられます。

オーストラリアの企業や公共機関は、ワークロードをクラウドインフラストラクチャに移行することで、平均で約 80% のエネルギーを削減することができます。当社のシナリオモデルで示すとおり、カーボンフットプリント (CO₂e) は、データセンター能力 1 メガワットあたり 3,149 トンの二酸化炭素削減が期待されます。オーストラリアでは、有利な政策と市場構造によ

り、企業の再生可能エネルギーの選択肢は、APAC の他の地域よりも多くなっています。仮にオーストラリアのインフラストラクチャ向けの再生可能エネルギー利用が100%に達した場合、クラウド事業者はさらに最大 746 トンの排出量を抑制することが可能となり、ワークロードエネルギー関係の排出量は合計で 3,895 トンの削減になります。オーストラリアには、従業員 250 人以上の企業が 2,900 社あると推定されていますが²⁴、仮にこれらの企業のうち25% が 1 メガワットの IT ワークロードをクラウドに移行すると (中規模サイズのクラウド移行プロジェクト)、オーストラリアの およそ6万世帯の 1 年間の電気使用量に相当する排出量を削減することができます。

²⁴ 出典: OECD 2020 (data for 2017)。また、今回の調査では、大企業や公共機関の IT 装置の平均値は、4 メガワットである点にご留意ください

インド



451 Research/S&P Global Market Intelligence 社の Datacenter KnowledgeBase によると、インドのデータセンター市場は、2024 年までに58万m² まで増加し、2019～2024 年の間における年平均成長率は16%と予測しており、調査対象の APAC 市場の中で最も高くなっています。データセンターの活動が急増するのに伴い、エネルギー消費量も急増しており、エネルギー効率、企業・公共機関のユーザーやデータセンター事業者の注目を集めています。

当社の調査によると、高い仮想化割合とワークロード統合に対する非常に積極的なスタンスの結果、インドの企業や公共機関のサーバーレベルの効率性は調査対象の APAC の他の諸国を上回っています。インドの組織は、システムを積極的に運用しており、サーバーインフラストラクチャは APAC の中で平均的に最も新しくなっています（能力に対する要求が継続的に高まっているため）。一方で、これらの多くは、施設レベルの非効率性によって相殺されています。インドのムンバイ、バンガロール、チェンナイなどの IT クラスタは全体的に湿度が高く気候が温暖であることを考慮しても、報告されているインドの平均 PUE の 2.3 は、改善の余地が十分にあります。

インドは石炭による発電が多いため、IT データセンター能力 1 メガワットに相当するワークロードをクラウドに移行すると、平均で 1 年間に 3,449 トンと大量の二酸化炭素を削減できます。仮に、クラウド事業者が 100% 再生可能エネルギーを利用してサービスを提供する場合、企業や公共機関がワークロードをクラウドで運用することで、合計で 4,235 トンの二酸化炭素排出量を削減することができます。インドの大規模な上場企業は1,200社あ

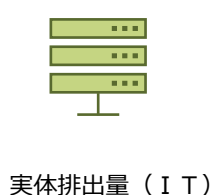
ると推定されていますが²⁵、仮ににこれらの企業のうち25%が、1 メガワットの IT ワークロードをクラウドに移行すると (中規模サイズのクラウド移行プロジェクト)、インド全体の およそ16万世帯以上の 1 年間の電気使用量に相当する排出量を削減することができます。

²⁵ 出典: OECD 2020 (data for 2017)。また、今回の調査では、大企業や公共機関の IT 装置の平均値は、4 メガワットである点にご留意ください。

調査方法

この調査モデルの重要な点は、ハイパースケールクラウドと比較して、企業や公共機関のデータセンターの主要な設計および運用上の特性による二酸化炭素排出への影響を把握し、主要な構成要素が全体的な効率性に与える効果を理解することです。このモデルの中核は、スコープ 2 排出量（系統電力）を中心に扱っており、スコープ 1 排出量（拠点の事業活動により直接排出される車両の排出量、冷却システム冷媒、ディーゼルエンジン発電機の排出量など）も、スコープ 3 排出量（建物や IT 製品）も含まれません。

当社がスコープ 2 に焦点を当てることとした理由は、企業や公共機関が直接的にエネルギー消費量に影響を及ぼす要因を管理できるものであり、データセンターのエネルギー効率や二酸化炭素排出量に大きな影響を与えるものであるからです。スコープ 1 排出量はデータセンターの中核となる事業活動の効率性が反映されず、差別化の余地はほとんどないと当社は考えています（たとえば、事実上すべての事業者はテストを実施したり、電力系統の異常時に活用するために発電機を必要としたりします）。スコープ 3 排出量はより重要であり、このモデルの将来のバージョンでは、施設や IT システムに内包する炭素の算定を追加する可能性もありますが、これらによって分析の結論が大きく変わることはないと考えます。



451 Research のクラウドエネルギー二酸化炭素排出



再生可能エネルギー購入による相殺



PUE



IT
効率化

この二酸化炭素排出量モデルは、データセンター施設と IT ハードウェアの両方の実体排出量、電力システムの炭素強度、設備と IT 運用の排出量という主要な 5つの分野で構成されています。このモデルの目的は、オンプレミスとクラウド運用の違いを示すことです。

このモデルでは比率を作成して、企業・公共機関のデータセンターとクラウド間の相対的なエネルギー効率と炭素効率性を明らかにします。このモデルには、APAC の調査データ、APAC データセンターとエネルギー市場に関する S&P Global Market Intelligence 社のデータ、第三者の業界データソース、クラウド事業者のデータが組み込まれています。調査のいくつかの質問項目は、このモデルには直接使用されていませんが、詳細な背景分析に使用されています。

当社の調査は、APAC の公共機関や企業（年間売上高が 1,000 万ドル～10 億ドル）の効率性の指標に影響を与える特性を把握することに焦点を当てました。これらには、統合レベル、サーバー技術の導入スピード、一般的なサーバー寿命などの方針・考え方が含まれます。このようなアプローチは、いくつかの前提条件を慎重に調整する必要がありますが、技術仕様や運用上の指標のみを要求するよりも、非常に具体的な全体像を作成でき、適切な背景情報を得ることが可能で、これらの多くは、必要とされる詳細情報では追跡できない場合があると当社は考えています。

電力システムの炭素強度 - エネルギー 1 キロワットあたりの二酸化炭素排出量のこと、S&P Global Market Intelligence 社および第三者機関のデータを用いています。

PUE - 電力使用効率のこと、設備のエネルギーオーバーヘッドを IT 負荷の比率で示します。

サーバーハードウェアの電力効率 - SPEC (Standard Performance Evaluation Council: 標準性能評価法人) のデータベース SPECpower_ssj 2008 に記載されている

年数別のサーバー分布、利用率、および電力効率のデータを使用して計算されたサーバー固有の設計上の電力効率です。

- **サーバーの年数分布:** サーバー技術の世代を表し、サーバーの効率性を主に決定するものです。この分布を得るために、平均寿命、新技術の導入速度 (クラウドと比較した遅れを別途考慮)、能力の変更 (分布の歪み) を確認しています。
- **サーバーの利用率:** これまでの当社の経験からして、企業・公共機関に質問してサーバー利用率を確認する場合、正確なデータを得ることは非常に困難です。その代わりとして、仮想化レベルの測定による IT 運用の成熟度、経時的に仮想化レベルの向上を目指す進行中のプロジェクト、および統合への積極性について質問しています。451 Research/S&P Global Market Intelligence 社は、これらの回答を使用して、第三者機関の業界データをベースに平均利用率を推定しました。
- **SPEC の電力効率性データ:** SPEC は、複雑なビジネスロジックをシミュレートし、負荷曲線全体の電力利用のパフォーマンスをベンチマークするテストスイート別に、サーバーの電力効率のデータベースを管理しています。本モデルは、このデータを使用することで、テクノロジーの世代 (年数) と利用率をベースに、サーバーの相対的な電力効率を評価することができます。

サーバーメーカーは、可能な限り良い結果を得るために、SPECpower_ssj 2008 をベンチマークとして積極的にハードウェアやソフトウェアを微調整しており、標準的な実装のケースを表していない可能性があります。当社は、送信を複数回実施してそのデータを利用することで、新世代のサーバーや最適な利用率による効率の改善を計算しています。これらは、一般的な企業・公共機関の IT 環境におけるハードウェアやソフトウェアの実際の動作を表していると当社は考えています。

SPEC データは 10% 刻みで増加していますが、調査対象企業の IT 運用効率をモデル化する際、1% の粒度で計算する必要がありました。そのため、測定値間の値は直線的に補間を行い、推定される効率曲線の近似値としました。

企業や公共機関のサーバー世代ごとの複合的な平均利用率を、仮想化レベルと統合レベルに基づいて計算した後、その効率性の測定値を、組織ごとにサーバー世代の分布で重み付けしました。あわせて、詳細な 1 時間ごとのワークロードシミュレーションと比較したテストを実施しました (例: 丸 1 日のインターネットトラフィック情報など)。1 時間ごとの利用率やエネルギー効率の測定値を使用する複雑な計算を行うと、効率の測定値が得られますが、単純な平均利用率と、それに関連するエネルギー効率の測定値の全体的な違いは、通常 1% 以下でした。



AWS Institute について

AWS Institute の使命は、公共機関サービスの最新化に関して学習するための最適な場所となることです。当社は、ディスカッション、エグゼクティブ教育、ソートリーダーシップ向けに中立的なフォーラムを提供しています。当社の Web サイトはこちら: aws.amazon.com/institute/

451 Research について

451 Researchは、技術革新と市場変化に焦点を当てた、情報技術に関するリサーチとアドバイザリーを行うリーディングカンパニーです。100名以上のアナリストとコンサルタントが、統合されたリサーチやデータ、アドバイザリーや市場導入サービス、ライブイベントなどを組み合わせて、世界中の1,000以上のクライアント企業に必要な情報を提供しています。2000年に設立された451 Researchは、S&P Global Market Intelligence社の一部門です。

© 2021 S&P Global Market Intelligence (S&P). All Rights Reserved. Reproduction and distribution of this publication, in whole or in part, in any form without prior written permission is forbidden. The terms of use regarding distribution, both internally and externally, shall be governed by the terms laid out in your agreement with S&P. The information contained herein has been obtained from sources believed to be reliable. S&P disclaims all warranties as to the accuracy, completeness or adequacy of such information. Although the information contained herein may include legal issues related to the information technology business, S&P does not provide legal advice or services and its research should not be construed or used as such. S&P shall have no liability for errors, omissions or inadequacies in the information contained herein or for interpretations thereof. The reader assumes sole responsibility for the selection of these materials to achieve its intended results. The opinions expressed herein are subject to change without notice.

NEW YORK

55 Water Street New
York, NY 10041

+1 212 505 3030

SAN FRANCISCO

One California Street, 31st Floor San
Francisco, CA 94111

+1 212 505 3030

LONDON

20 Canada Square
Canary Wharf London
E14 5LH, UK

+44 (0) 203 929 5700

BOSTON

75-101 Federal Street

Boston, MA 02110

+1 617 598 7200