

データセンターの光と影（後編）

デジタルインフラとしてデータセンター市場拡大と 省エネ・環境対応の課題と対応



井上彰人



佐々木健一

CONTENTS

- I データセンター事業を支えるIT需要に求められる躯体・設備のバランス
- II データセンターのバランス獲得のために求められる運用ノウハウの設計への反映
- III 各国の環境規制とそれに適合させるための対応
- IV 日本の設備メーカーとエンジニアリング企業との連携が支えるデータセンター市場拡大
- V 日本企業がデータセンター市場の光となるために

要約

- 1 データセンターでは、IT需要を踏まえて長期間にわたる事業運営実現のために躯体・設備の設計および運用のバランスがポイントとなる。
- 2 コロケーション事業者は複数の顧客を相手にしており、ITデータ量が事前に分からないこともあり、多様な変化に合わせた運用対応が必要となる。
- 3 データセンターに対する環境規制は欧州をはじめとして厳しくなっており、グローバルで標準化した躯体や設備、それらを用いた運用では対応できなくなりがつつある。
- 4 IT需要や環境規制などの変化に対応するには、設備の技術対応だけでなく、それを用いた運用ノウハウを躯体や設備設計に反映するエンジニアリングとの連携が必要である。
- 5 環境対応技術を持つ日本企業は、データセンターとその運営を設計するエンジニアリング企業と提携することで、データセンターの環境対応を広めていくことが期待できる。

前編では、データセンター市場における環境変化の動向と課題、およびそこから期待できる事業機会について言及した。後編に当たる本稿では、市場環境変化を踏まえて日本企業がいかに自らの事業機会につなげていけるのかについての方策を提言する。

I データセンター事業を支えるIT需要に求められる 躯体・設備のバランス

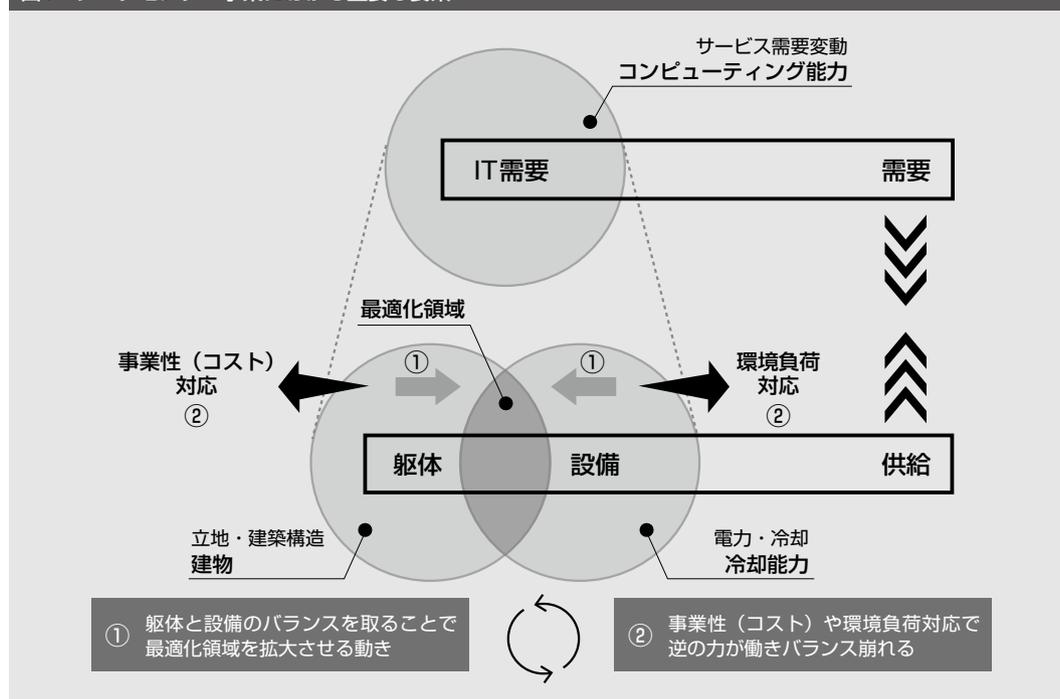
1 データセンター事業の検討に欠かせない要素

データセンター事業は、顧客のデータ「IT需要」と、それらを受け入れる「躯体」、さらにコンピューティングに供給する電力やサーバー室を適切に稼働させる温度管理に資する「設備」の設置が不可欠である。データセンターを事業として成立させるには、IT需要を支える「設備」「躯体」といった2つの

要素の最適化が求められる。IT事業拡大に対して、ハードウェアとして柔軟性と安定性を兼ね備えた対応が求められる。

まず「躯体」に関しては、建物の耐用年数は47年（鉄筋コンクリート造の法定耐用年数）であり、運用を開始してからの利用年数（30～50年程度）を考慮すると、建て替え・更新の時期に差しかかるため、新規整備を考えた場合、データセンターを建設する用地の選定が非常に重要となる。耐災害性に強い地盤条件であることに加え、大量の電力、水、通信の引き込みを行うインフラが整備されていること（計画があること）などの要件がある。また、多くのデータセンターでは、設備管理員や警備員などの現地スタッフが24時間365日常駐して安定運用を行う体制整備を勘案すると、上記の要件だけでなく、現地スタッフや設備メーカー、システム運用を行うベンダーに対するアクセス性も非常に重要な要素となる。

図1 データセンター事業における重要な要素



次に「設備」に関しては、電気・空調・熱源設備などの主要設備の耐用年数が15年（受変電設備、発電機設備、UPS設備、空調機など）であるケースが多い。また、サーバーは5年程度で入れ替えが行われている。耐用年数や償却年数の異なる設備が混在しており、データセンター事業者やデータセンターを所有する企業は、こういった時間軸のギャップをいかにマネジメントしていくかがポイントとなる。

IT需要に対して、躯体と設備とが完全にバランスが取れた状態（2つの円が重なる）が理想であるものの、実際には環境負荷やコスト対応などによりバランスが崩れるケースが大半である（図1）。こうした躯体と設備とのバランスが最適な状態になるよう各要素を調整しなければならない。

2 IT需要に対する躯体と設備のバランスを取るための課題

データセンター事業の収益性を継続的に拡大させるには、長期的な事業を想定したバランスを考慮する必要がある。図1で示した2つの要素が重なり合う各領域において、データセンター事業者の視点で検討すべき課題を整理したのが表1である。

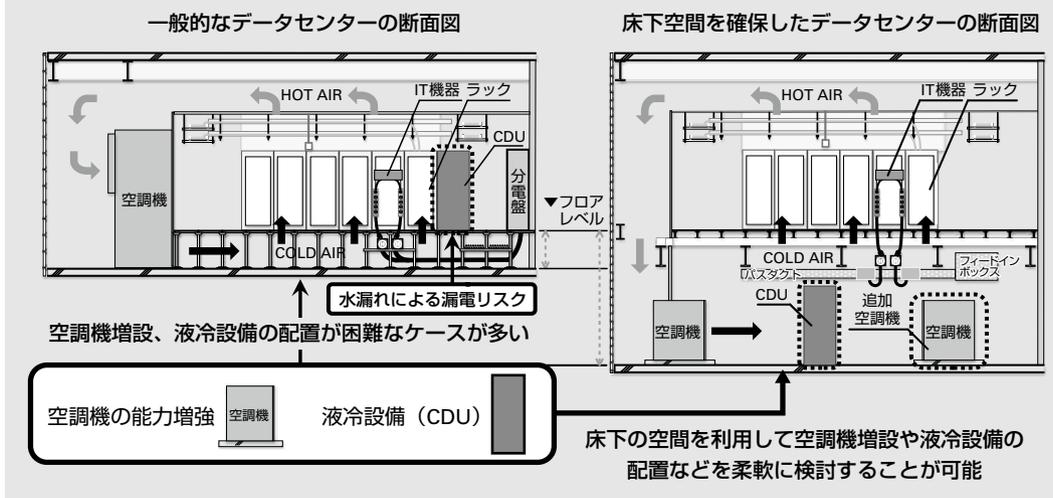
IT需要の変動に応じてサービスが変化していく中で、データセンターを長期的に有効活用していくには、図1の各要素のバランスを配慮しつつ、前編でも述べたように設計段階において将来の市場変化を見据えた柔軟性、拡張性を考慮しておきたい。

IT需要に対して必要な電力・冷却能力をムダなく作り出せることが理想であるものの、実際には設備機器が稼働するうえで発生する損失や、万が一に備えて供給能力に裕度

表1 データセンター事業における要素のバランスの取り方に関する検討課題

関係	検討課題
IT需要⇒躯体×設備	2つのすべてが交わる領域では、データセンター全体のエネルギー効率や将来的な技術革新に対応する柔軟な計画が求められる <ul style="list-style-type: none"> データセンター全体のエネルギー効率化とコスト管理 各要素の拡張・更新の調整と計画 将来的な技術革新に伴う全体の設計変更対応の柔軟性
IT需要⇒躯体	将来のIT需要増加に備え、フロア設計や建物構造が十分な柔軟性を持つことが求められる。また、IT機器の重量負荷に耐えられる強度設計も必要 <ul style="list-style-type: none"> 建物のフロア設計とIT機器のレイアウト最適化 構造的な拡張性（将来のIT需要増加に対応） IT機器の重量を支える建物強度
IT需要⇒設備	IT需要と設備の関係では、電力消費と冷却に特に注意が必要。消費電力の増加に合わせて冷却能力を確保するため、効率的なエネルギー管理と信頼性が重要 <ul style="list-style-type: none"> 電力消費と冷却能力のバランス調整 設備の迅速な能力増強対応と互換性 冗長性と信頼性確保（障害時の影響を最小化）
躯体×設備	躯体と設備の関係は物理的な制約や構造の相互作用が影響する。建物のスペースを最大限に活用しつつ、電力供給や冷却などの設備を適切に配置し、効率を高める必要がある <ul style="list-style-type: none"> 電力供給と冷却設備の最適配置と容量設計 建築と設備の相互干渉の管理（振動、温度など） 設備のメンテナンスや老朽化更新・能力増強のためのスペース確保

図2 一般的なデータセンターと床下空間を確保したデータセンターの比較



を持たせ、冷却用電力が過剰になるものである。また、昨今のAI向けGPUなどの高性能化に伴い、既存の躯体に新しい設備や水冷対応のCDU (Coolant Distribution Unit) の配置が必要となり、水回り配管設置など、大規模な改修工事を要することもある。特に、運用中のデータセンターでそれを実現するには、運用面（長期的な構成変更や運用上の制約がかかる）とコスト面（大規模改修の場合、数億～数十億円程度）の問題が発生する。こうした問題を解決するためにも、先に示した要素間のバランスが必要となる。

既存の一般的なデータセンターは、床下空間が60～90cmとなっているケースが多い。IT負荷が10k～30kW程度の場合、冷却する空調能力が足りず、空調機の増設や水冷対応が検討される。しかし、床下空間が十分確保されていないと、空調機の配置スペースや水冷対応の配管スペースが確保できず、システムの受け入れを断念せざるを得ないケースが出てくる。

このような、床下の建物空間に関する「躯体

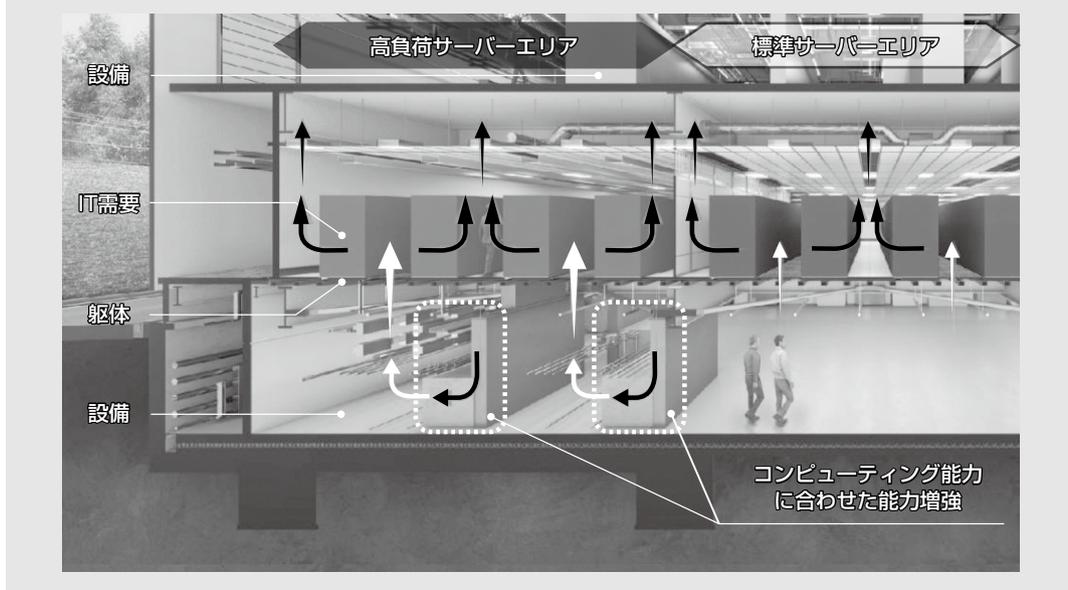
」や水冷対応の「設備」としての課題を克服するために、床下空間の確保は有効な手段となり得る。これにより、空間の拡張と既存システムの影響最小化を両立しつつ、高密度ラックの冷却要件に対応できる（図2）。一方で、コストや設計上の制約を考慮し、適用範囲を慎重に検討し、最適な運用指針を確立することも求められる。

前述した「躯体」と「設備」のバランスを取る手段が多様にある中で、床下空間を確保するダブルデッキ構造が挙げられる。野村総合研究所（NRI）では、2012年にダブルデッキ構造を採用した東京第一データセンターを開業した。同センターでは、サーバー機器を置くフロアと空調や電源などの設備機器を置くフロアを分離するとともに、タスク&アンビエント空調（機器などの発熱領域と環境領域の空調を別々に行う方式）を採用し、30kWまでの高負荷対応を実現している。また2016年に大阪第二データセンターの第二棟を建設した際には、免震層を有効活用したコンパクトダブルデッキ構造を採用し、高負荷対応と

図3 大阪第二データセンター第二棟の構造



図4 大阪第二データセンター第二棟におけるIT需要×躯体×設備の関係



コスト削減の両立を実現している（図3、4）。

AI市場拡大によるIT需要の拡大が期待され、それに伴い電力需要の増大や冷却水の消費量増加が懸念されており、データセンターの立地に関する制約も厳しくなっている。こ

うした中でバランスを取る手段として、新規データセンター建設ではなく既存のデータセンターを大規模に改変する形での対応も検討されている。特に日本をはじめとして、これまで多くのデータセンターが設置され、かつ新規データセンター向けのリソースが限られ

ている地域では、既存のデータセンターの建物を活かして内部の構造や設備を新規技術に対応するよう改修するレトロフィットや、データセンターに必要な電力や通信がある立地を残して建物のみ建て替えるスクラップ&ビルドなどのアプローチが進んでいる。

II データセンターの バランス獲得のために 求められる運用ノウハウの 設計への反映

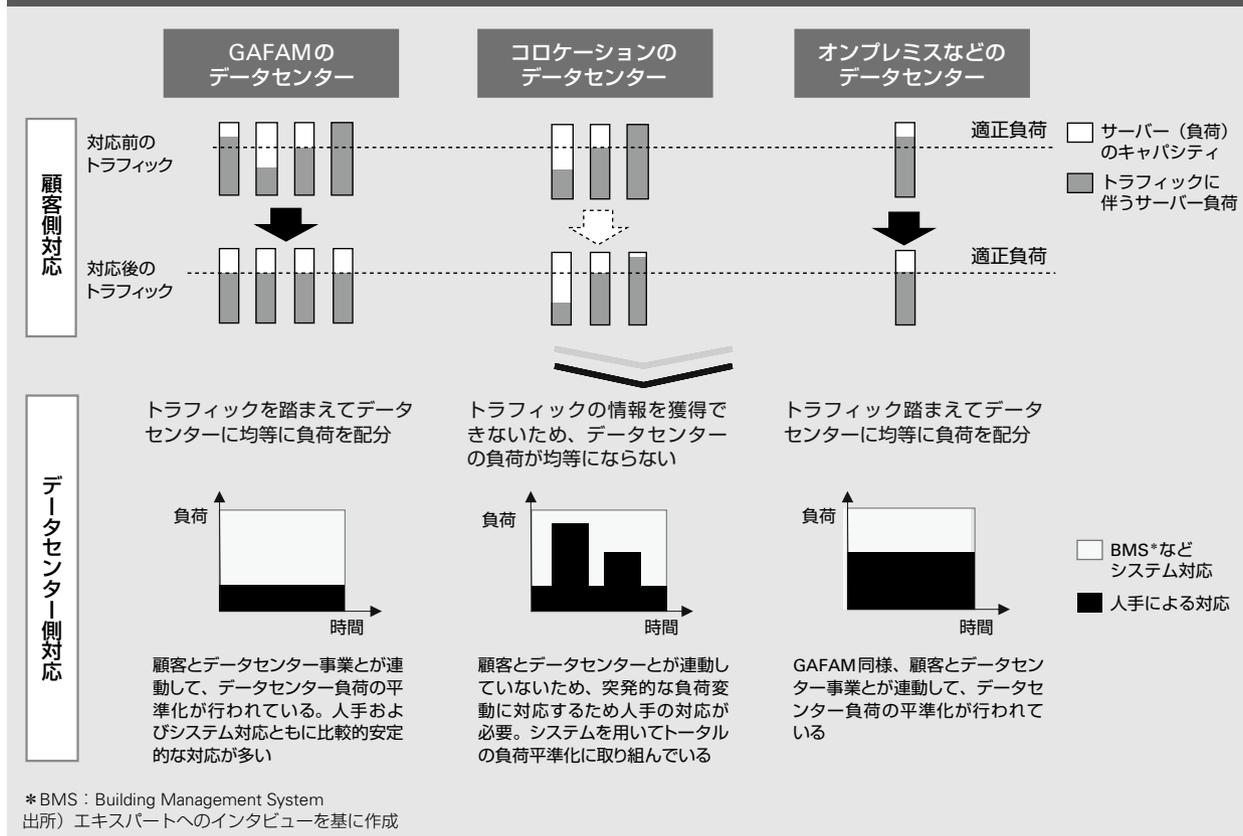
1 コロケーション事業における IT需要変動に対応した 躯体と設備とのバランス

データセンターとその顧客との関係を見ると、GAFAMは自社クラウド向けに自前のデ

ータセンターを保有しており、クラウド事業が円滑に進むよう（計算が途中で止まらないなど）各データセンターのリソースを勘案してデータ量などを割り振っている。また、自社データに閉じた計算を実施するオンプレミス用途でのデータセンターも同様に、自社データを自社データセンターで扱うため、過剰な負荷がかからないようにデータ提供の際に調整している。

一方、複数の顧客がサーバーの計算リソースを持ち、サーバーを設置する場所を提供するコロケーション事業者は、計算リソースをあらかじめ把握できないため、計算量の急激な変動に常に対応することが求められる。今後、AIの普及によりIT需要の変動幅が非常に大きくなることが予想される中、データセンター事業の運用における躯体と設備のバラ

図5 データセンターのタイプ別に向けた各システムの重要性



ンスは非常に高度な次元での対応が求められることになる（図5）。

2 コロケーション事業者による 運用ノウハウの事業コンセプト (設計) への反映の難しさ

実際にコロケーション事業者がこうしたITデータの変動に対してバランスを取るには、クラウド事業者とは異なる形で躯体や設備に対応しなければならず、データセンター建設プロセスでも違いが表れる。

図6は、クラウド事業者（GAFAM）とコロケーション事業者のデータセンター建設のプロセスを比較したものである。GAFAMは自社のサービスをグローバルで同じように展開するために事業構想やコンセプトから運用までを標準化している。一方、コロケーション事業者はGAFAMの事業構想やコンセプト手法を踏襲しているものの、顧客からのITデータの変化に都度対応した運用を行うた

め、GAFAMのように一貫した対応や運用を踏まえた設備への反映（新設データセンターや設備更新時の変更）までは対応できていない。

GAFAMのデータセンターでは、上述したように、すでにデータセンターのリソースに合わせたITデータを処理するため比較的安定した運用が可能で、その運用での改善点などを設計に反映するサイクルが回っている。このサイクルにより安定したサービスの提供が可能となり、各地で同様の取り組みが行われている。これにより、グローバルでのデータセンター建設・運営の標準仕様が実現できている。

コロケーション事業では、GAFAMのアウトソーシングをはじめ、多様な顧客のデータを扱うことから事業構想やコンセプトは彼らのベンチマークを踏襲するものの、データセンターのリソースに関係なくさまざまなITデータを都度処理させられるよう、運用は状

図6 データセンター建設プロセスの比較

	事業構想/コンセプト	基本計画	実施設計	施工	運用
GAFAM	業界ベンチマーク 提供規模 耐災害性 用地選定 ベンチマークを踏襲	グローバル標準仕様（モジュール化）			24時間365日管理 グローバル標準運用 ・インシデント管理 ・SLA / KPI
		事業柔軟性 冗長性 インフラ計画 建物規模 建設スケジュール 設計図・仕様書	実施設計図 詳細設計 調達仕様書 自動制御 ネットワーク設計 セキュリティ設計 運用設計	施工管理 『品質/原価/工期 安全/環境管理』 試運転調整 工場/現地試験 実機試験 運用準備（手順/マニュアル）	
コロケーション事業者	収益性検討 サービス要件 提供規模 耐災害性 用地選定	標準化だけではなく、顧客のITデータに都度対応が必要			24時間365日管理 コロケーション独自運用 ・インシデント管理 ・SLA / KPI
		事業柔軟性 冗長性 インフラ計画 建物規模 建設スケジュール 設計図・仕様書	実施設計図 詳細設計 調達仕様書 自動制御 ネットワーク設計 セキュリティ設計 運用設計	施工管理 『品質/原価/工期 安全/環境管理』 試運転調整 工場/現地試験 実機試験 運用準備（手順/マニュアル）	

況に応じて変化させなければならない。そのため、運用に合わせて設計に反映させる必要が生じる。

III 各国の環境規制と それに適合させるための対応

データセンターが多い米国以外の国々では、欧州やアジアを中心にデータセンター建設に対して電力を含めた環境関連の規制を設け始めている（表2）。

新興国では明確な規制までは設定されていないものの、南米チリではGoogleのデータセンター建設において、取水をはじめとする環境問題が取り上げられ、計画が停止する（現在は進行）などの問題が各地で生じており、

今後、新興国にも規制が設定されるのは時間の問題と考えられる。特に生成AIの普及により、AI向けデータセンターを稼働させるための膨大な電力量と、冷却するための水や熱（外気との熱交換など）が引き起こす環境問題などは非常にリスクとして捉えられており、台湾では大型データセンター開発に制限をかけるなどの取り組みが行われている。

こうした状況を踏まえると、GAFAMのように標準化された仕様のデータセンターを新設しようとする場合、同じ規模のデータセンターであっても、国や地域によっては建設できないということが想定される。今後は、事業ではなく地域ごとの環境規制に合わせた設計があらためて主流になると考えられる。

一方、そういった対応をするには、データ

表2 データセンター建設に関連する各国の規制例

	データセンターに関する規制
欧州全域	<ul style="list-style-type: none"> EUでEUDCA（欧州データセンター協会）の認証に向けて5つの目標を満たすエビデンス提供が必要 <ul style="list-style-type: none"> ✓PUE（電力使用効率）：2030年までに1.3未満、温暖地では1.4未満 ✓EF（再生可能エネルギー使用率）：2025年末までに75%、2030年末までに100%をクリーンエネルギーで賄う ✓WUE（水使用効率）：2025年までに高い水ストレスを抱える地域で1kWh当たり0.4リットル未満 ✓リサイクル：2025年に使用済みサーバーの100%をリサイクル ✓排熱の再利用
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> • 2028年までに200kW以上のデータセンターにおける排熱20%の再利用義務化 • Energie effizienzgesetz（エネルギー効率法）にてデータセンターのエネルギー効率に関する要件を設定 <ul style="list-style-type: none"> ①2026年7月1日以前運用開始のデータセンター <ul style="list-style-type: none"> ✓2027年7月1日以降PUEが1.5以下 ✓2030年7月1日以降、恒久的に年平均PUEが1.3以下 ②2026年7月1日以降運用開始のデータセンター <ul style="list-style-type: none"> ✓PUEが1.2以下
アイルランド	<ul style="list-style-type: none"> • 2021年11月にCommission for Regulation of Utilities'（CRU）Directive on Data Centre Grid Connectionが発行され、電力需給が厳しい地域では新規データセンターにオンサイト発電・蓄電機能や電力の需給を一致させる「デマンドレスポンス」を要請
シンガポール	<ul style="list-style-type: none"> • IMDA（情報通信メディア開発庁）は、今後10年間で「IT負荷100%でPUE≤1.3」達成を目指す • 新規および既存のデータセンターが今後10年間で、WUE：2 m³/MWh以下を達成できるよう支援 • 2025年までにIT機器のエネルギー効率と、液冷の基準を導入する予定

出所）各種情報を基に作成

センター事業者に対し、設備メーカーなどはデータセンターの運用まで見据えたコンセプト設計およびエンジニアリング、それに合わせた設備および運用支援までが必要となる。標準化された躯体などの設計、設備および運用ではなく、事業環境に合わせた要素の最適化が求められる。この実現に向けて、今後は技術を活かしたコンセプト設計の見直しが必要となり、設計から運用まで一貫した対応が求められると考えられる。

特に、電力や水などデータセンター事業のリソース制約が大きく、かつ今後の市場拡大が期待される新興国市場では、いかにその地域に合わせた対応ができるかが事業拡大のカギとなると考えられる。

IV 日本の設備メーカーとエンジニアリング企業との連携が支えるデータセンター市場拡大

では、データセンターの地域の実情に合わ

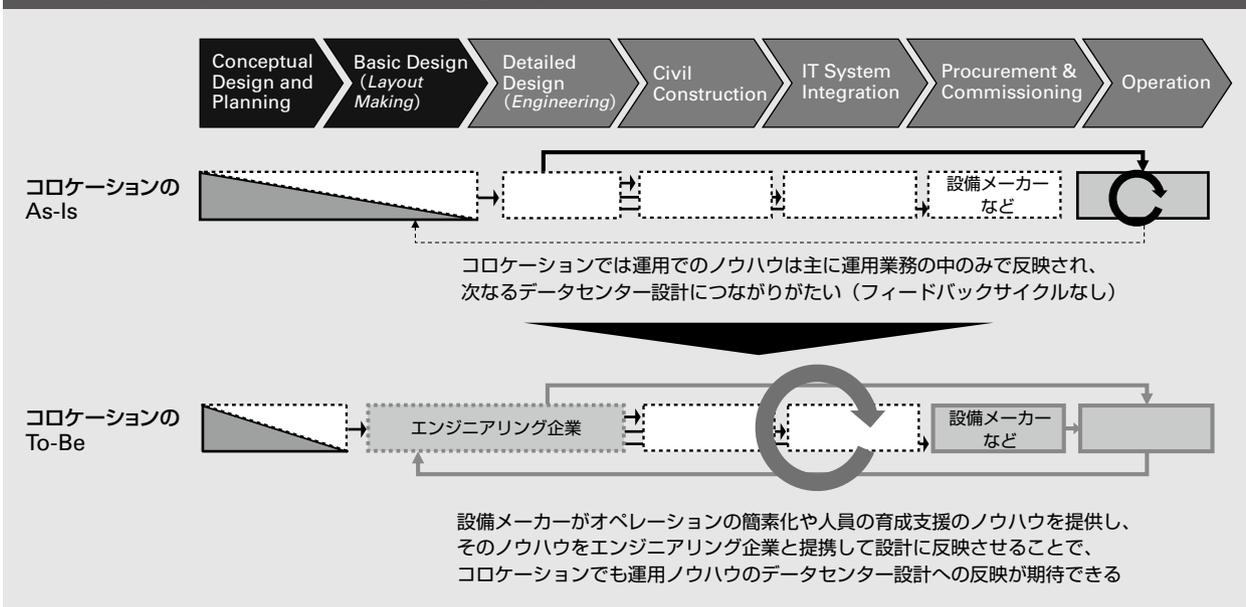
せて日本企業はどう対応するべきか。

日本国内には、液浸、磁気冷凍技術など、今後のデータセンター市場の省エネ・環境対応にとって欠かすことができない技術を持つ設備メーカーが多数存在する。GAFAM標準仕様のアウトソーシングだけでは環境対応が難しくなる中、こうした日本の技術を活用しつつ、データセンターの設計から運用までを一貫して推進する提案は、今後、厳しくなる環境規制とAI市場拡大などのIT需要変化に対して、躯体と設備とのバランスを最適化する手段として非常に重要になってくると考えられる。

1 設備メーカーによる設備を用いた運用効率化とそこで獲得したノウハウを躯体設計に反映できるエンジニアリングの連携

環境規制の強化などに伴い、設備とその運用にも変化が求められる。また、その運用をより効率的に実施する設備のレイアウトや、

図7 設備メーカーとエンジニアリング企業の連携によるフィードバックサイクル



場合によっては躯体の構造変更も視野に入れなければならない。こうした外部環境変化に合わせた柔軟な対応（成長）がデータセンターに求められているのである。

従来のコロケーション事業者は、設計から設備施工、一部の運用までをアウトソーシングをしており、運用ノウハウを十分に蓄積しているとはいえない。そのため、建設されたデータセンターは現地での運用ノウハウが反映される構造になっていない。これでは事業環境の変化にPDCAが有効に機能するとはいえない。今後は、環境対応技術を持つ設備メーカーが、オペレーションの効率化とともにデータセンター設計の技術を持つエンジニアリング企業と提携してフィードバックサイクルを提案すること（設備と躯体とのバランス最適化）が有効であると筆者は考える（図7）。

既存のコロケーション事業での運用においては、日々の複雑な業務の中で新規の環境技術を提案されても、短期間で十分に対応することは難しい。これに加えて、新興国であればこうしたスキルを持つ人材の採用が難し

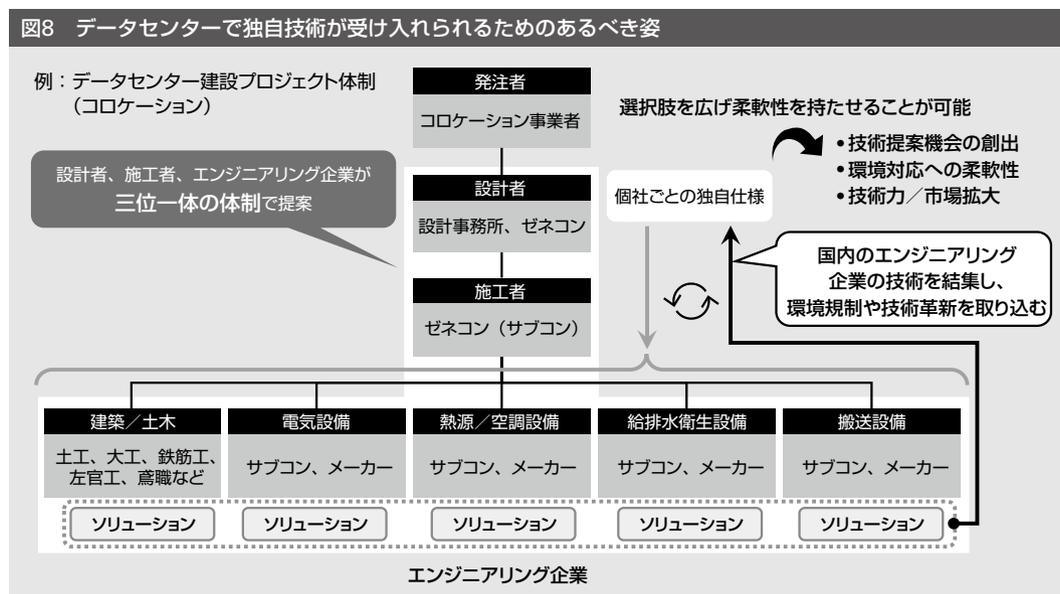
く、先進国でも最近ではオペレーター人材の給与高騰などにより採用が難しいのが実情であろう。

こうした点を踏まえると、設備メーカーは、新規技術を提案する際にその導入に向けた検討を進めてもらうよう、データセンター事業者に持ちかけることが重要である。その機能を簡潔に説明するとともに、業務効率につながる機能をアピールできれば効率的な運用につながることを理解してもらわなければならない。

また導入の際には、これらの設備や技術を新規建設のみならず設備更新時の設計段階から組み入れられるよう、設備および運用の設計を行うエンジニアリング会社との提携が欠かせない。こうした連携体制の下、各データセンターの仕様に合わせた運用やそこから環境対応技術の導入・改善を実現することが必要である。

高い技術力を持つ設計／施工会社、エンジニアリング会社、設備メーカー、コンサルティング会社が事業構想から運用までのエンジニアリング力を結集できれば、環境規制への

図8 データセンターで独自技術が受け入れられるためのあり姿



対応実現に向け、国内のみならず今後環境規制が厳しくなることが予測される新興国のデータセンター事業者（多くはコロケーションのようなデータセンター事業のノウハウが十分培われていない事業者）にとっても、貴重なモデルになるのではないだろうか（図8）。

実際、NTT、KDDIをはじめとする通信キャリアは、自社データセンターを複数所有しているが、これらの企業は、設備メーカーのコンセプト設計やエンジニアリングに活用できるノウハウを有するエンジニアリング会社としての顔も持っている。また、GAFAMなどがまだ十分に標準化ができていない時代から、市場環境に合わせて技術革新や独自の運用を行ってきた経験を有する企業も多い。

2 運用を担うオペレーターの 作業品質の向上

データセンター事業者が外部環境変化に伴う躯体と設備とのバランスを取るには、前述したように運用と設計との連携が重要であり、その連携を支えるのがオペレーターの作業品質である。実際、データセンター事業者との議論では、さまざまな事業環境の変化に設備やシステムで一部対応はできるものの、それらの操作もしくは何らかの判断はオペレーターに依存しているという意見を聞く（しかも、前述したようにそういったオペレーター人材の採用も難しい）。

こうした点から、設備メーカーがこれらの設備を扱うオペレーター人材の育成にも寄与する提案ができればさらに有効といえよう。データセンター事業の運用は、エンドユーザーとデータセンター事業者とのSLA (Service Level Agreement) により、運用保証まで規

定されている。設備メーカーがデータセンターの運用まで行うのはリスクが大きく、実際に対応は難しいが、自社設備を扱うオペレーターに対するトレーニングや人材育成は、リスクを取ることがなく実現しやすいのではないか。こうした基本的な支援は、データセンター事業者にとって運用効率化に資する非常に有効な手段となるはずである。また、今後、市場拡大に伴うさらなるオペレーターの人材不足が懸念される中で、その問題の解決にも寄与すると期待される。

この人材育成は、多様なIT需要変化に対応できる躯体と設備のバランスを取る人材育成ともいえ、中長期に見ても非常に重要な視点であると考えられる。

日本では、企業のコンピュータ利用が進んだ1980～1990年代にかけて多くのデータセンターが建設されてきた。当時、IT機器のラック単位の消費電力（発熱量）は1k～4kW程度だったが、近年では15k～30kWくらいに増えている。さらに、生成AIの普及に伴ってGPUサーバーの導入案件が増加傾向にあり、従来型のデータセンターでは床の耐荷重や冷却能力が求められる要件の変化に適合することが難しい状況となっている。

日本の設備メーカーは、これらの変化に対応してきたノウハウを活用することで、さらなるデータセンターの変化にも対応できる可能性がある。特に、データセンター向けのエンジニアリング企業と連携し、設備を活用した運用を更新設備や新規データセンターの設計に反映することで、環境規制対応、中でもコロケーション事業者を対象とした事業拡大が期待できる。

V 日本企業がデータセンター市場の光となるために

データセンター市場は、昨今の急激な市場拡大により、さまざまな仕組みに不備があるまま成長した。見方を変えると、クラウド事業などのIT事業者の拡大に合わせてデータセンター事業も膨張したといえる。

データセンターを支える多くの設備メーカーは環境問題に対応しているものの、データセンター運用に必要な要素のバランスを取るまでには至っていないのが現状である。加えてコロケーション事業では、要素間のバランスの運用ノウハウが乏しく、かつ十分な人材も確保できていないことから、新興国でのデータセンター事業拡大はさらなる環境汚染の拡大を引き起こしている。昨今、こうしたデータセンター事業の影の部分の急増幅が懸念されている。

一方で、日本には高い環境対応技術を持つ設備メーカーが多く存在し、加えて長年のデータセンター運営および設計ノウハウのエンジニアリング企業も存在する。これらの企業が連携し、コロケーション事業者を中心に、環境対応に資するデータセンターの設計・建設・運用モデルを提案できれば、地域に根ざ

した環境対応とデータ需要対応の両立ができると考えられる。

昨今、標準化が進んでいるデータセンターも、従来は個別に運用されていた。日本企業の設備技術力とそれを設計に活かすエンジニアリング力は、AIの活用によるIT需要拡大に円滑に対応するだけでなく、今後、コロケーション事業や欧州や新興国のデータセンターへの効果的・効率的な運用を支援することが期待される。

これこそが、日本企業にとってのデータセンターの「光」ではなかろうか。

著者

井上彰人（いのうえあきと）

野村総合研究所（NRI）DCサービス開発室

専門はデータセンターのファシリティマネジメント、他社データセンターの運用改善や建設プロジェクトの支援

佐々木健一（ささきけんいち）

野村総合研究所（NRI）グローバル製造業コンサルティング部チーフコンサルタント

専門は韓国、台湾での駐在経験を基にエレクトロニクスをはじめ電機産業、データセンター関連業界を担当