

令和3年度環境省委託業務

令和3年度データセンターにおける
再エネ活用促進に係る調査検討委託業務
成果報告書

令和4年3月

株式会社野村総合研究所

This page is intentionally left blank

要約

2020年10月の総理所信表明演説での2050年カーボンニュートラル宣言により、日本政府は脱炭素社会に向けて本格的に舵を切ることとなった。また、2021年4月の地球温暖化対策推進本部において、2030年度温室効果ガス46%削減目標を表明した。

このような状況下において、データセンター（DC）の需要は増え続けており、今後とも高い成長率でのトラフィック増加、消費電力の増加が想定されている。これに対してグリーン成長戦略（令和3年6月）では「2040年までにデータセンターのカーボンニュートラルを目指す」と目標設定されている。

また、再エネ供給の観点からは、現在では再エネ豊富地（地方）と再エネ需要地（都心）が離れており、系統制約が問題となる事例もある。電力多消費であるデータセンターを地方に分散することで、地域の再エネポテンシャルの有効活用も期待できる。さらに、太陽光や風力という変動性の再エネに対して、再エネ供給量が多く電力料金が安い時間に多大な計算タスクを実行する等により、データセンターには地域の電力需給の調整力としての役割も期待される。

以上のような背景から、環境省では令和3年度よりデータセンターの再エネ活用を支援する補助事業を開始している。

本業務では、上記補助事業の現状を確認し補助事業の改善に向けた検討を行うとともに、海外の優良事例を調査、データセンターの再エネ活用の機運を高める方策の検討を実施した。記載概要は以下の通り。

- ・ 1 国内外データセンターの基礎情報と再生可能エネルギー利活用

国内外データセンターの再生可能エネルギー利活用に関する事例を調査、整理した。

- ・ 2 補助事業の実情把握を踏まえた指標高度化の考え方

今年度の補助事業についての関係者、関連事業者へのヒアリングをふまえて、評価指標に関する課題を整理、環境省と検討を行った(課題整理を中心に記載)。

- ・ 3 DC普及・再エネ導入促進仮説の検証

今後成長が見込まれるデータセンタービジネスについて仮説を提示、検証し、再生可能エネルギー導入促進についての検討を行った。

- ・ 4 今後の課題と政策の方向性

1～3の調査、検討の中から抽出された、データセンターの再エネ利活用における課題について整理し、政策としての対応案について検討を行った。

Summary

With the 2050 Carbon Neutral Declaration in the Prime Minister's October 2020 policy speech, the Japanese government is now fully committed to promoting a decarbonized society. In addition, the Global Warming Prevention Headquarters announced in April 2021 its goal of a 46% reduction in greenhouse gas emissions by 2030.

The demand for data centers (DCs) continues to increase, and high growth rates of traffic and power consumption are expected to continue. In response, the "Green Growth Strategy" has set a goal of "achieving carbon neutrality for data centers by 2040.

From the perspective of renewable energy supply, there are also cases where grid constraints become an issue because of the distance between renewable energy abundant areas (rural areas) and renewable energy demand areas (urban centers). Distributing data centers with high power consumption to rural areas is expected to make effective use of renewable energy potential. Furthermore, with regard to renewable energy sources with unstable output, such as solar and wind power, the system is also expected to serve as a regulator of local electricity supply and demand by performing calculation tasks at times when the supply of renewable energy is high.

Against this background, the Ministry of the Environment has launched a subsidy program to support the use of renewable energy in data centers since FY2021.

This report describes the results of surveys and studies on the following topics.

1) Basic information on data centers in Japan and overseas and their use of renewable energy

Surveyed and organized case studies on the use of renewable energy in data centers in Japan and overseas.

2) Approach to upgrading indicators based on an understanding of the actual situation of subsidized projects

Based on interviews with related parties and related companies regarding this year's subsidy projects, issues related to evaluation indicators were summarized and discussed with the Ministry of the Environment (mainly described as the organization of issues).

3) Verification of the hypothesis of promoting the diffusion of DC and introduction of renewable energy

Hypotheses about the data center business, which is expected to grow in the future, were presented and tested. In addition, we examined the promotion of the introduction of renewable energy.

4) Future Issues and Policy Directions

Issues in the utilization of renewable energy in data centers that were extracted from the research and studies in 1~3 are summarized in this report. We also discussed the proposed policy measures to address the issues.

目 次

1	国内外データセンターの基礎情報と再生可能エネルギー利活用.....	8
1.1	国内データセンターの状況と再エネ利活用.....	8
1) 1)	国内データセンターの基礎データ.....	8
1) 2)	国内全体の再エネ活用目標とデータセンターの関わり.....	8
1) 3)	国内データセンターにおける再エネ活用の現状.....	9
1.2	海外データセンターにおける再生可能エネルギーの利活用と政策動向.....	12
1) 1)	調査実施方針とサマリ.....	12
1) 2)	調査結果詳細（企業の取り組み事例）.....	15
1) 3)	調査結果詳細（海外における政府支援策）.....	38
2	補助事業の実情把握を踏まえた指標高度化の考え方.....	52
2.1	補助事業の目的整理.....	52
1) 1)	補助事業の目的整理.....	52
2.2	評価指標の整理と課題への対応.....	53
1) 1)	評価指標の種類ごとの情報整理.....	53
1) 2)	課題についての検討.....	54
2.3	補助事業・政策に対する検討事項の抽出.....	54
3	DC普及・再エネ導入促進仮説の検証.....	55
3.1	DCの普及シナリオ仮説とヒアリングによる検証結果.....	55
1) 1)	通信事業者による基地局内エッジDC、データ処理基盤の構築.....	55
1) 2)	国内海底通信ケーブルの中継点における再エネ利用大型DCの新設.....	56
1) 3)	再エネ設備付コンテナ型DCのモジュール化・低コスト化による展開.....	57
4	今後の課題と政策の方向性.....	59
4.1	課題の頭出しと政策の方向性.....	59
1) 1)	地域の再エネを活用したDC補助事業.....	59
1) 2)	仮説に応じた課題と政策の方向性.....	60
1) 3)	共通課題と政策の方向性.....	62

This page is intentionally left blank

1 国内外データセンターの基礎情報と再生可能エネルギー利活用

本章では、国内のデータセンターにおける基礎的な情報を整理した上で、国内外におけるデータセンターの再エネ活用の事例を紹介する。海外事例の紹介では、優良事例を抽出の上、いくつかの事例においては政府・自治体の制度との連携についても情報を整理している。

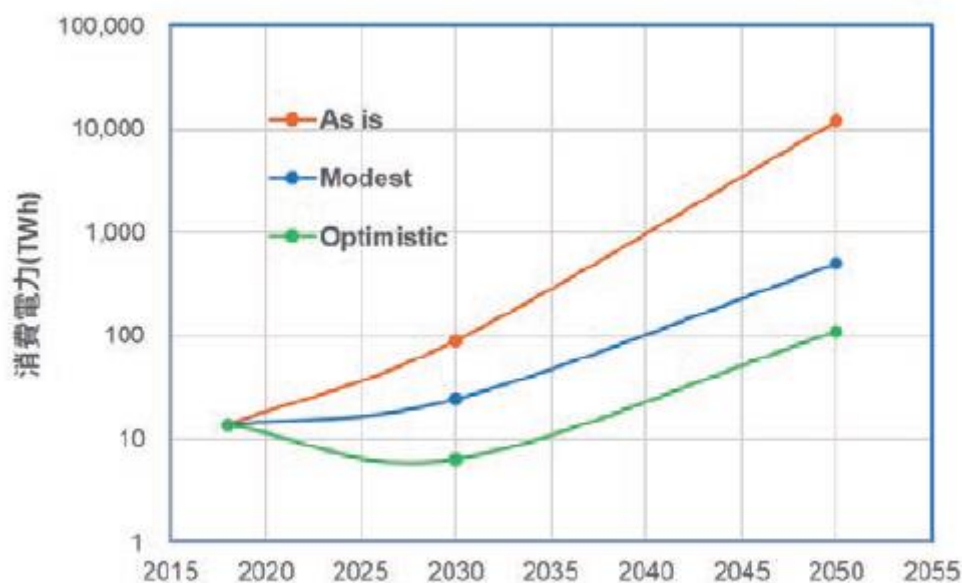
1.1 国内データセンターの状況と再エネ利活用

1) 国内データセンターの基礎データ

はじめに、データセンターの事業について基礎的な整理を行う。データセンターのビジネスとしては大きく 2 種類に分類でき、サーバ等の運用に適した建屋、空間、もしくは ICT 機器まで、データセンターの設備を提供するハードウェアの提供と、クラウドサービスの提供やレンダリングに代表されるような演算能力を提供するサービス提供に分けられる。

また、社会全体のデジタル化が進む中で、データセンターの需要も増加していく。国立研究開発法人科学技術振興機構の推計によると、ICT 機器の省エネが現状と同レベルであるという仮定では、国内データセンターの消費電力は 2018 年には 14TWh 程度であったのが、2030 年には約 90TWh、2050 年には 12,000TWh にまで増加する可能性が指摘されている。

(図 1.1-1)



出所：国立研究開発法人科学技術振興機構 情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol.4)

図 1.1-1 国内データセンターの消費電力予測

2) 国内全体の再エネ活用目標とデータセンターの関わり

国内全体における消費電力(電力需要)の推移については、資源エネルギー庁の統計データおよび推計を参考にすると、2018 年時点での電力需要が 896.2 TWh、2030 年時点での

電力需要推計は 864.0 TWh となっている。これに対して、前段で紹介した国内データセンターの消費電力推計の結果を組み合わせると、2018 年時点では国内の電力需要の 1.5%程度だったデータセンターの消費電力が、2030 年時点では 10%を超える可能性があるとして整理できる(表 1.1-2)。

表 1.1-2 国内総消費電力とデータセンターの消費電力

	2018	2030(推計値)
DCの消費電力※ (TWh)	14 TWh	90 TWh
国内総消費電力 (TWh)	896.2 TWh	864.0 TWh
DCの消費電力比率 (%)	1.5 %	10.4 %

※科学技術振興機構推計における、As is モデルの推計結果

出所：資源エネルギー庁統計資料、科学技術振興機構による推計から NRI 作成

これは異なる前提における推計値を組み合わせていることから、あくまで参考値ではあるが、データセンターの消費電力は国内全体のエネルギー政策において重要なファクターとなることを示唆している。

2050 年のカーボンニュートラルの実現に向けて、資源エネルギー庁では 2030 年に国内全体で 46%の CO2 削減(2013 年比)を目標として定め、そのために総発電量の 36~38%を再生可能エネルギーで賄うと示した。データセンターの電力消費においても、その影響を鑑みてこれらに追随するような目標設定を行っていくことも検討する必要がある。

3) 国内データセンターにおける再エネ活用の現状

国内データセンターにおいては、太陽光発電(屋根置き、野立て/メガソーラー)、風力発電(洋上/陸上風力)、再エネ熱利用(雪氷熱)、地熱等各種の再生可能エネルギーが用いられており、一部の事例を紹介する。

【太陽光発電(屋根置き)】

表 1.1-3 太陽光発電の活用事例

データセンター運営者	株式会社インターネットイニシアティブ (IIJ)
所在地	千葉県白井市
エネルギー関連設備	屋根置き太陽光発電装置 リチウムイオン蓄電池 (ピークシフトに活用)

インターネットイニシアティブ社が千葉県白井市で運営する「白井データセンターキャンパス」では、2 期棟の新設に合わせて、既存の建物と合わせた屋根上に太陽光発電装置を設

置すると 2022 年 2 月に発表。新規設置する太陽光発電装置の合計出力は約 1 MW となる想定。同時にリチウムイオン電池を配置し、こちらはピークカット、ピークシフトによる電力コストの削減に活用する想定。



出所：IIJ 広報資料より

図 1.1-4 IIJ 白井データセンターキャンパスの完成予想図

【太陽光発電(野立て)、その他】

表 1.1-5 風力発電の活用事例

データセンター運営者	さくらインターネット株式会社
所在地	北海道石狩市
エネルギー関連設備	太陽光発電装置 (再エネ熱利用関連装置、陸上/ 洋上風量発電装置)

さくらインターネット社が北海道石狩市で運営する「石狩データセンター」では、200 kW の太陽光発電装置を併設し全量を自家消費で利用。また、同データセンターが位置する石狩湾新港地域では、再生可能エネルギーの開発が進められており、地域内全体で陸上/ 洋上風力発電が 30 MW 程度、将来的には 130 MW 程度開発されるほか、雪氷熱のような再エネ熱利用も可能であることから、これらの再生可能エネルギーの活用も検討されている。



出所：さくらインターネット Web ページより

図 1.1-6 石狩データセンター(3号棟)

【再エネ熱利用】

表 1.1-7 再エネ熱利用の活用事例

データセンター運営者	株式会社ホワイトデータセンター
所在地	北海道美唄市
エネルギー関連設備	再エネ熱利用関連装置、 (太陽光発電装置、バイオマス発電装置 等)

株式会社ホワイトデータセンターが北海道美唄市で運営する「ホワイトデータセンター」では、雪氷熱による冷却システムを構築することで再エネ熱利用を実施している。これは、地域の除雪排雪を受入れ、雪山として管理しデータセンターの冷却に雪氷熱を利用するシステムである。また、同社 Web 上の紹介によると、太陽光発電、バイオマス発電の活用についても検討されている。



出所：ホワイトデータセンター Web ページより

図 1.1-8 ホワイトデータセンター外観

1.2 海外データセンターにおける再生可能エネルギーの利活用と政策動向

1) 調査実施方針とサマリ

【調査の実施方針】

①優良事例調査

海外における再エネ活用では、ハイパースケーラーと呼ばれる GAFAM 等のテック系大手企業や大手データセンターデベロッパーの Equinix 等が先行した取り組みを行っている。Facebook (Meta) は 2022 年からアジア最大級のデータセンター (シンガポール) を 100% 再生可能エネルギーで運用する予定としており、再エネを全面的に利用するため、SembCorp と 50MW、20年間の Power Purchase Agreement (PPA) を締結した。SembCorp は Meta への供給のため約 900 か所に屋根設置型の太陽光発電を建設予定である。

上記を中心に再エネ活用となると、RE100 やカーボンニュートラルへのコミットメントを背景とした、再エネの自社建設、PPA による電力調達、再エネ証書等の手法が主体として検討される。他方、その他トレンドとしては、重電メーカーやユーティリティ、スタートアップ等が独自、もしくは連携した新しい利活用の在り方を模索する動きが挙げられる。Schneider による新しいサブスクリプション型のビジネスモデル等、機器やシステムの組み合わせのみならず、サービス形態の工夫なども出てきている。

かかる背景を元に、本調査では、オペレーターサイドとして、ハイパースケーラー、大手デベロッパー、電力会社を主要な企業カテゴリーとして、テクノロジープロバイダーとしては、計装・重電メーカ、スタートアップを主要な分類として定義し、それぞれで特徴的な取り組みや先進的な企業を 17 社抽出し、そこから特に先行事例として本邦企業にも参考となるようなものを調査の深度も調整しつつ、実施した。表 1.2-1 に初期的に調査候補として抽出した企業群と最終的な調査対象のリストを示す。

表 1.2-1 調査対象企業（候補含む）と内容

企業タイプ		#	抽出企業	深堀調査
オペレーター	ハイパー スケーラ	1	Amazon	◎
		2	Microsoft	◎
		3	Facebook	○
		4	Google	
	大手デベロッパー	5	Equinix	◎
		6	Digital Realty	○
	電力会社	7	ENGIE	○
		8	AES	
		9	Vattenfall	
テクノロジー プロバイダー	計装・重電メーカ	10	Ballard Power Systems	○
		11	Siemens	
		12	Schneider Electric	
		13	Honeywell	
	スタートアップ	14	AlphaStruxure	○
		15	Energy Internet Corporation	
		16	Cherry Street Energy	
		17	Lancium	○

凡例) ◎：深堀分析（調達戦略等の詳細）

○：概要とりまとめ（数枚で概要や具体PJTとりまとめ）

出所：NRI 作成

当該企業に対して、企業タイプ別にそれぞれ以下の観点に留意して調査を実施している。

(企業タイプ共通)

- ✓ どのような再エネ活用の目標や方向性をもっているか？
- ✓ 現状／将来どのような再エネ活用や達成を企図しているのか？
- ✓ 具体的にどのようなプロジェクトを実施しているか？
- ✓ 政府連携や支援をどの程度活用しているか？

(特に、電力会社・テクノロジープロバイダー)

- ✓ 系統安定化や課題をどのように捉え、対応をしているか？

- ✓ データセンターにおける再エネ利活用の課題や事業機会をどのように捉えているか？
- ✓ どのような新たな技術やサービスを導入しているか？

【調査結果サマリ : 民間事業者の動向】

多くのハイパースケーラーや大手デベロッパーは、概ね 2040 年前後での実質排出量ゼロを宣言している。多くの事業者が 2025 年までの再エネ利用率 100%の達成をほぼ実現可能な範疇としている。

実質排出量ゼロに向けた取り組みは、個別企業で少しずつ異なっている。Amazon は将来の野心的な取り組みと安定調達を目的に自社での大規模電源開発・蓄電池に注力しており、既に 12GW に達する再エネ容量を今後も更に進めていく予定。Equinix はこれまでフィジカル/バーチャル含めた PPA や再エネ証書での取り組みを進めていたが、2030 年の再エネ切り替えのために自社開発の加速化や小売事業者の切り替えを企図している。

各社は、カーボンニュートラル達成の要件として、再エネ利用の最大化のために、各種技術開発もテクノロジープロバイダーと連携のもと進めている。Microsoft は 24/7 での再エネ利用のための技術開発を Vattenfall 社と、また、Eaton と分散型のグリッドインタラクティブ UPS の開発等への協力も行っている。また、自営線による再エネ調達よりも系統連系しているケースがほとんどであり、分量として大部分を占める。

電力会社は、グリーン化需要の刈り取りやグリッド制御の観点から注視している。フランスの電力会社である ENGIE は、シンガポールで政府と連携したマイクログリッド実証や、Google 等の大手デベロッパー向けの再エネ開発・供給事業を拡張している。

関連技術開発では、燃料・水素を含む電池の技術開発、電池を含めたマイクログリッド関連技術が基礎となりつつ、EaaS 型のサービスやデータセンター事業自体の副収入としてのデマンドレスポンス等に取り組む事業者も出てきている。Schneider の関連会社である AlphaStrxure は、マイクログリッド技術をベースにした分散型の EaaS ソリューションを提供しており、データセンター向けのサービスも 1 つのパッケージソリューションとして販売強化している。米国の Lancium 社は、主力事業はデータセンターを活用したクラウドプラットフォーム提供でありながら、データセンターの負荷調整を行うことで、アンシラリーマーケット向けの電力需給調整サービスも展開している。

【調査結果サマリ : 政府支援策】

現状データセンターにおける再エネ利活用を促進するような個別支援プログラムは海外において限定的ではあるが、再エネ導入や電力システム高度化が進むアイルランド等では、新規再エネ建設要件として、デマンドレスポンスへの参加可能な機能をもつことと規定されている（表 1.2-2）。

メインの支援策は、ビル、特にデータセンター冷却システム等のエネルギー効率等の規定であり、各国存在している。(例：米国における Memorandum M-16-19 等)

エネルギー／電力消費に占めるデータセンターの割合は今後も拡大していくものと考えられており、系統安定化や省エネ・再エネ利用に関わる各国政府の取り組みは今後更に活発化されるものと想定される。

表 1.2-2 政府支援策タイプ別の主要調査結果

支援策タイプ		関連調査結果
資金供与	補助金	✓ 米国のエネルギー省とNRELが共同で、水素や燃料電池などの新規技術向けの実証支援を実施
	免税・減税	✓ 米国、オランダ等各国で、再エネ投資に関わる免税・減税スキームを保有
研究開発支援	共同開発	✓ シンガポール政府が国立大学と民間企業群との官民連携による熱帯地域に即した高効率冷却システムの研究開発を支援
	開発費援助	✓ EUでは、Horizon2020のプログラムのもと先進技術支援を行っており、Equinixを筆頭とする民間7社のコンソーシアムによる水素技術の活用実証をサポート
法規制整備		<ul style="list-style-type: none"> ✓ エネルギー効率の最低基準等は存在しているものの再エネ導入義務化等の動きは欧米先進国でも限定的 ✓ アイルランドが先進事例として、新規データセンター利用における再エネや蓄電値導入によるデマンドレスポンス等の対応義務化を施行

出所：NRI 作成

2) 調査結果詳細（企業の取り組み事例）

(1) Amazon

Amazon 社は再生可能エネルギープロジェクトの導入に注力しており、主に自社開発及びPPAにより再生可能エネルギーを調達している。

【事業・データセンター概要】

表 1.2-3 Amazon 社全体としてのデータセンター概要

データセンター数	81 Availability Zones (AZ)* *1つのAZ内には1つ以上のデータセンターが存在
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> • E-コマース事業をはじめとし、デバイスとサービス、クラウドプラットフォームである Amazon Web Services (AWS) を運用。 • AWS はスタートアップから大企業まで、政府機関も含めた幅広い顧客を対象とする。

再エネ目標	<ul style="list-style-type: none"> 2025年までに再エネ利用率 100% (2020年時点で 65%) 2040年までに実質排出量ゼロ
再エネ調達方法	<ul style="list-style-type: none"> オフサイトの再エネプロジェクト オンサイトの太陽光発電 電力会社とのグリーン料金プログラムに参加し電力契約を通じて再生可能エネルギーを調達 <p>なお、割合の公開はない</p>

出所：Amazon 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

【プロジェクト概要】

Amazon 社の直近の具体プロジェクトとしては、再生可能エネルギーの導入に力を入れており、最近では 2021 年 4 月に 9 つの、6 月に 14 の新規太陽光・風力発電プロジェクトを発表した。これは、AWS データセンターの他、Amazon のオフィスの電力供給減とする。発表されたプロジェクトを含め、世界で 85 のユーティリティー規模の、147 の屋根上太陽光のプロジェクトを展開する。

表 1.2-4 プロジェクト例概要

プロジェクト①

タイプ：	自社開発
地域：	米国アリゾナ州
導入機器：	300MW の太陽光発電システム 150MW バッテリー貯蔵システム
特徴：	<ul style="list-style-type: none"> 本プロジェクトはピーク時デマンドをカバーできるものとしている アリゾナ地域のデータセンターのみならず米国での自社保有の太陽光システムの最大活用を目指す

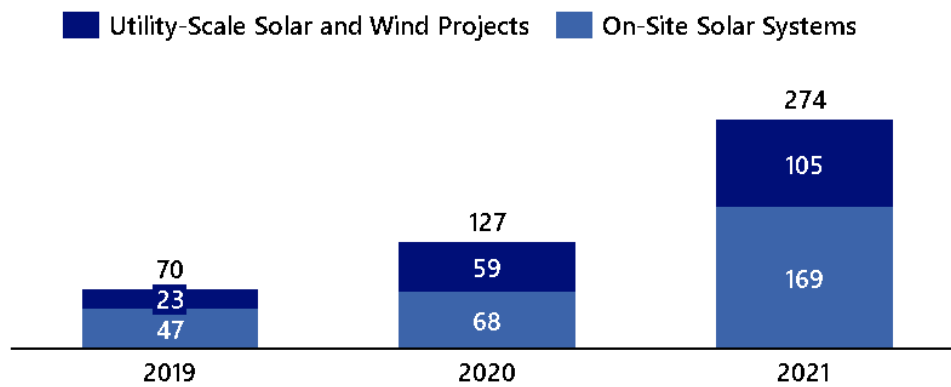
プロジェクト②

タイプ：	自社開発
地域：	スコットランド
導入機器：	350MW の洋上風力発電システム
特徴：	<ul style="list-style-type: none"> 過去より Ørsted 等からクリーン電力コーポレート PPA により調達していた Amazon が、自社利用と PPA による卸売も組み合わせた開発自体に乗り出している

出所：Amazon 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

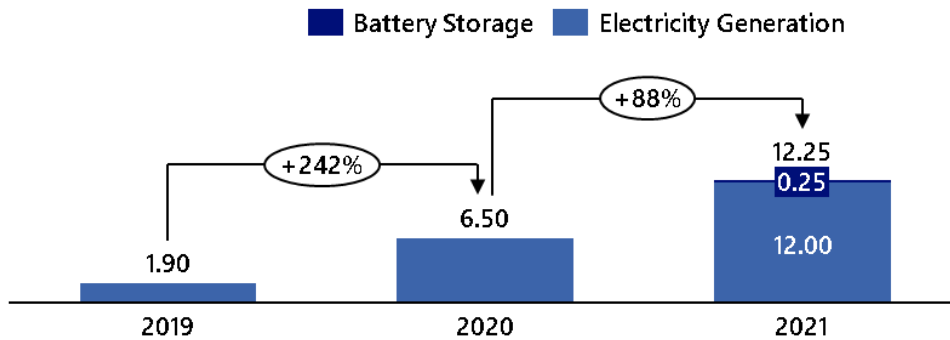
【再生可能エネルギー調達詳細】

Amazon は将来の野心的な取り組みと安定調達を目的に自社での電源開発に注力している。既に 12GW に達する再生可能エネルギー容量を今後も更に進めていく予定。アマゾン は、PPA と自社開発したユーティリティープロジェクトを区別しておらず、両方の手段を用いて目標達成を企図している。2021 年、アマゾンはエネルギーストレージとペアになった太陽光発電プロジェクトを初めて導入。今回の 2 つの既存プロジェクトにより、アマゾンの再生可能エネルギー貯蔵容量は 250MW となる。蓄電池の導入により、アマゾンは太陽が出ていない時でも、最大の需要がある時に太陽光発電を調整することができる。



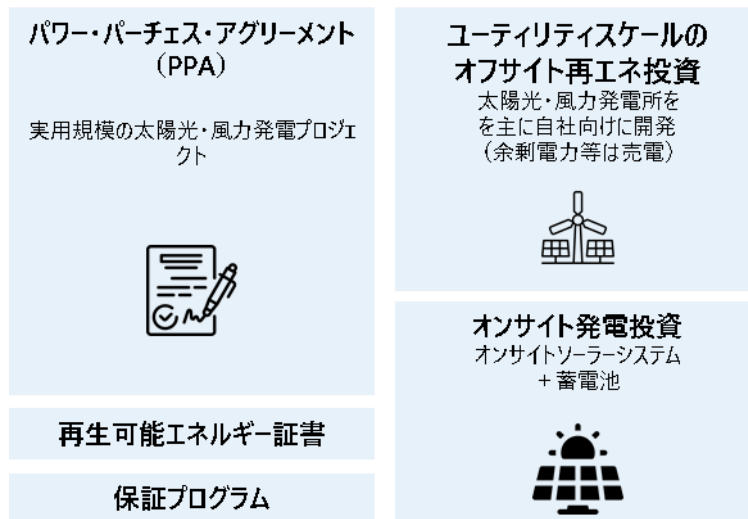
出所：Amazon 社 Annual Report より NRI 作成

図 1.2-1 Amazon 再生可能エネルギープロジェクト数（グローバル）



出所：Amazon 社 Annual Report より NRI 作成

図 1.2-2 再生可能エネルギー／蓄電池の総容量 (GW)



出所：Amazon 社 Annual Report より NRI 作成

図 1.2-3 アマゾンの再生可能エネルギー調達に関わる活動類型

【プロジェクト例 ① 詳細】

2021 年、Amazon は世界各地で新たに 18 のユーティリティー規模の風力・太陽光発電プロジェクトを発表、現在までに合計 5.6GW の調達容量を確保した。発電された再生可能エネルギーは、Amazon Web Services (AWS) のデータセンターやオフィスの電力として使用する。

特に、アリゾナ州を拠点とするプロジェクトは、エネルギー貯蔵と組み合わせた太陽光発電プロジェクトで、同社にとって 2 番目の例となる。本プロジェクトは、300MW の太陽光発電プロジェクトに 150MW の蓄電池システムを組み合わせたものとなっており、ピーク時デマンドをカバーできるものとしている。これにより、Amazon 社の蓄電池プロジェクトの総容量数は 220MW に達した。

【プロジェクト例 ② 詳細】

英国のデータセンターに再生可能エネルギーを共有すべく、Amazon はスコットランドに洋上・陸上風力プロジェクトを持つ。特に、350MW の洋上風力は、企業による再生可能エネルギープロジェクトとして英国最大である。

・ Scotland Offshore Wind Farm

2021年4月、Amazon は、スコットランド沖の 350MW 風力発電所への投資を発表。発電された再生可能エネルギーは、Amazon Web Services (AWS) のデータセンターおよびオフィスの電力として使用される。本プロジェクトは、企業による再生可能エネルギープロジェクトとしては英国最大であることが特徴。

・ Scotland Onshore Wind Farm

2021年10月、スコットランドの新しい風力発電所が、英国内の Amazon のデータセンターとオフィスにグリーン電力の供給を開始した。50MW、14基のタービンを持つ Beinn an Tuirc 3 風力発電所は、ScottishPower Renewables が建設した。Amazon は PPA により発電量を 100%購入している。本プロジェクトは、政府の支援なしで建設された国内最大級の風力発電所となる

(2) Microsoft

Microsoft 社は、再生可能エネルギー調達プロジェクト以外にも、24/7 で 100%再生可能エネルギー利用を可能とするための技術開発を各社と共同で行っている。

【事業・データセンター概要】

表 1.2-5 Microsoft 社全体としてのデータセンター概要

データセンター数	>200
事業概要	<ul style="list-style-type: none">ユースケース全般で強く、特にエッジコンピューティングを強みとする。製造、小売、政府、ヘルスケア、金融を中心とした企業全般を顧客対象とする。
再エネ目標	<ul style="list-style-type: none">2025年までに再エネ率 100%2030年までにカーボンネガティブ2050年までに、設立時から排出してきた炭素分の除去
再エネ調達方法	<ul style="list-style-type: none">PPA を通じて再エネを購入。特に、データセンターの所在地の近くから買うことに注力

- オンサイトの発電も行っており、シリコンバレーでは 25%の電力をオンサイトの太陽光 PV でまかなう
- 米国以外では再エネ証書 (REC) の購入もある
なお、割合の公開はない

出所：Microsoft 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

【プロジェクト概要】

Microsoft 社は、24/7 で 100%再生可能エネルギー利用を可能とするための技術開発を行うために、Vattenfall 社、Eaton 社などと協業する。特に、Vattenfall 社との協業では Microsoft 社の Azure IoT 上にてソリューションを開発している。

表 1.2-6 プロジェクト例概要

プロジェクト①

タイプ：	Vattenfall との共同開発
地域：	スウェーデン
導入ソリューション：	24/7 Matching solution
特徴：	<ul style="list-style-type: none"> • 1 時間ごとのエネルギー消費量と再生可能エネルギーのマッチングを追跡する 24/7 Matching solution¹を共同開発 • Vattenfall 社は他のデータセンター企業にも同ソリューションを販売する

プロジェクト②

タイプ：	Eaton との共同開発
地域：	米国バージニア州
導入ソリューション：	分散型の「グリッドインタラクティブ UPS ² 」
特徴：	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギーコスト削減と再エネ普及を目指し、UPS の新しい利用方法を開発

出所：Microsoft 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

【プロジェクト例 ① 詳細】

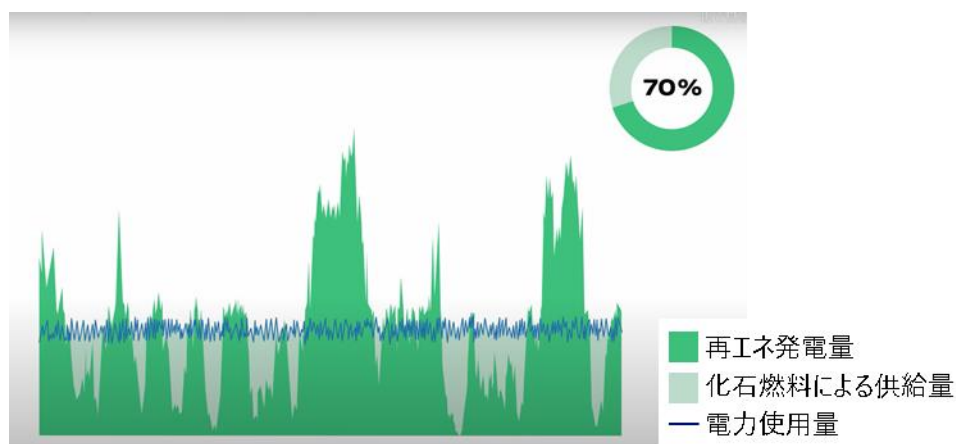
Microsoft 社は Vattenfall との共同パイロットを通じて、1 時間ごとのエネルギー消費量と再生可能エネルギーのマッチングを追跡する 24/7 Matching Solution を開発し、パイロットとして Microsoft のスウェーデンのデータセンターを 24/7 で 100%再生可能エネルギー

¹ 24/7 とは「24 時間」「7 日間」のこと。毎日 24 時間・週 7 日の意味。

² UPS：Uninterruptible power supply、無停電電源装置のこと。

一利用とした。

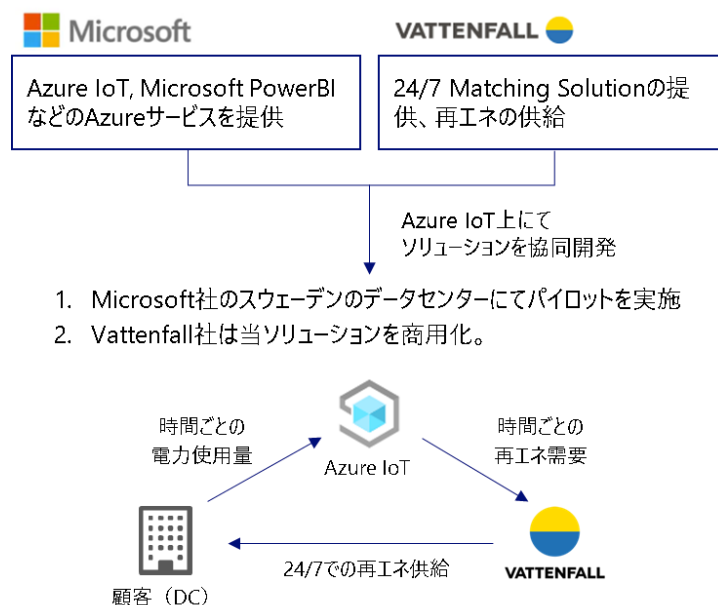
従来の「再エネ 100%」においては、年間総使用量分の再生可能エネルギー供給があり、その分が該当企業のみ当てられていれば、「再エネ 100%」とされる。実際は、時間単位で見ると、再生可能エネルギー供給量より使用量が上回る瞬間があり、その間は化石燃料による電力が供給されていることになる。Vattenfall 社によると、それは 30%に及ぶ。



出所：Vattenfall 社ホームページ「24/7 Matching」

図 1.2-4 従来の「再エネ 100%」の実態

24/7 Matching Solution では、時間単位で再生可能エネルギー需給をマッチングさせるため、化石燃料による電力供給分は限りなくゼロに近くなる。



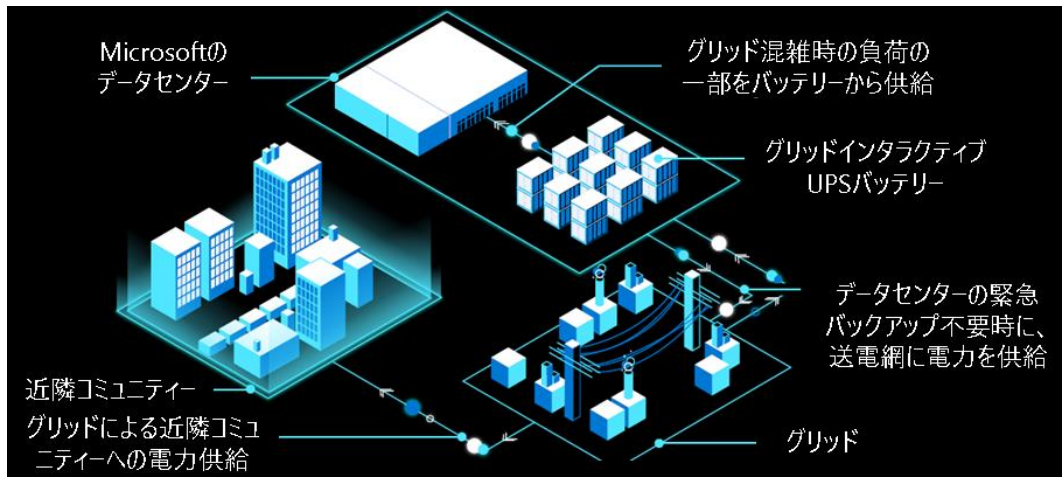
出所：Microsoft 社ホームページ、Vattenfall 社ホームページ、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-5 24/7 Matching Solution 概要

【プロジェクト例 ② 詳細】

Microsoft 社は Eaton と共同でグリッドインタラクティブ UPS を開発し、エネルギーコスト削減と再生可能エネルギー普及を目指す。従来、停電時のバックアップとされている無停電電源装置 (UPS) をスマートグリッドと接続し、ピーク時のエネルギー供給源としての使用を実証した。ピーク時のエネルギー供給源として使用することで、電力価格が低い時に購入できる他、再生可能エネルギー発電による供給量の増減に対応することもできる。

また、従来、バックアップシステムには化石燃料由来の発電機を使用するため、温室効果ガス (GHG) を排出していたが、当ソリューションでは長寿命バッテリーを使用することで GHG の排出を抑えることが可能になる。



出所：Microsoft 社「How small steps power big sustainability goals」より NRI 作成

図 1.2-6 グリッドインタラクティブ UPS の仕組み

(3) Facebook (Meta)

Meta のデータセンターは、ソーシャルネットワークサービス (SNS) における動画や写真のホストを主に行っている。再生可能エネルギー調達方法としては、バーチャル PPA や Green Tariff の構築など、証書の購入にも積極的である。

【事業・データセンター概要】

表 1.2-7 Meta 社全体としてのデータセンター概要

データセンター数	17 (2020 年末時点)
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> SNS である Facebook アプリをはじめとし、Messenger などのメッセージアプリなども運用。 データセンターは主に Meta のユーザーがフィードで日々目にする動画や写真をホストする
再エネ目標	<ul style="list-style-type: none"> 2020 年に、全事業でネットゼロ排出・再エネ 100%利用を達成 (Scope 1, 2) 2030 年目途に、サプライチェーン全体でのネットゼロ排出・再エネ 100%利用を目指す (+Scope 3)
再エネ調達方法	<ul style="list-style-type: none"> 5.9GW の風力・太陽光プロジェクトとの契約があるが、全体に対する割合の記述はなし。内訳もなし。 シンガポールなどでバーチャル PPA を結ぶことや、Green Tariff 構築を通じてクレジット購入なども記述がある。

出所：Meta 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

【プロジェクト概要】

ユーティリティーと協同で Green Tariff を構築し、再生可能エネルギープロジェクトからのエネルギー購入を可能にすることや、クレジットの購入を行う。また、政府と共同の研究開発も行う。

表 1.2-8 プロジェクト例概要

プロジェクト①

タイプ：	再エネ電力証書（REC）の購入
地域：	米国オレゴン州
導入ソリューション：	Schedule 272 tariff スキームを利用した REC の購入
特徴：	<ul style="list-style-type: none">• Pacific Power 社の Schedule 272 tariff スキームを利用して REC を購入することで、オレゴン州の Prineville Data Center を 100%再エネとする

プロジェクト②

タイプ：	シンガポール政府、シンガポール国立大学との共同研究開発
地域：	シンガポール
導入ソリューション：	再エネを利用した最適な冷却システム
特徴：	<ul style="list-style-type: none">• Sustainable Tropical Data Centre Testbed と題し、再エネを利用した最適な冷却システムの研究開発を行う

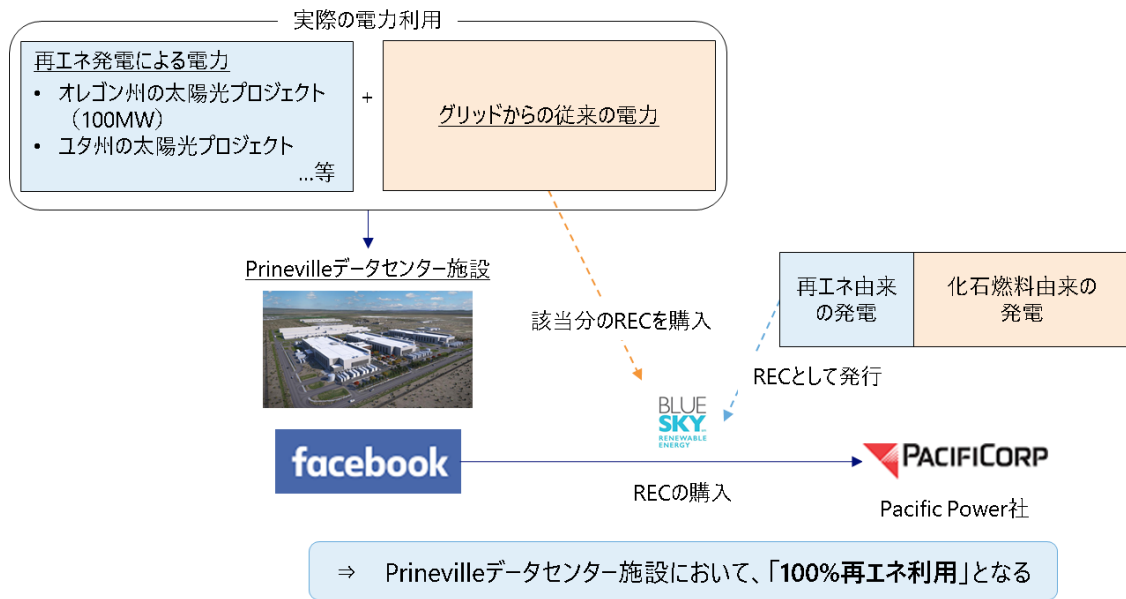
プロジェクト③

タイプ：	PPA 締結
地域：	シンガポール
導入ソリューション：	50MW、20年間の PPA 締結による再エネ調達
特徴：	<ul style="list-style-type: none">• アジア最大級のデータセンターを 100%再エネで運用するため、SembCorp と PPA を締結

出所：Meta 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

【プロジェクト例 ① 詳細】

オレゴン州の Prineville データセンターでは、Pacific Power 社の Schedule 272 tariff スキーム（Blue Sky Connect と呼ばれる）を利用しての再エネ電力証書（REC）の購入により 100%再生可能エネルギーを達成する。



出所：Meta 社ウェブサイト、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-7 Prineville データセンターにおける Blue Sky Connect 概要

【プロジェクト例 ③ 詳細】

シンガポールでは、PPA 締結を通じて再生可能エネルギー100%を目指す他、再エネ証書の発行も行う。

・ SembCorp との PPA 契約

2018年9月、Meta はシンガポールで 50MW の太陽光発電設備について、シンガポールのエネルギー企業である SembCorp と 20 年間の電力購入契約 (PPA) を締結した。2022 年に開設予定の 17 万 m² の新しいデータセンターは、この契約により、現地で調達された再エネ電力により運営される。この契約では、合計 50MW のオフサイト・ソーラーパネルによる 100%再エネ発電による電力を販売する。ソーラーパネルは、土地の乏しいシンガポールにおいて、900 軒以上の建物の屋根に設置される予定である。

・ Sunseap との PPA 契約

2020年10月：Meta は、シンガポールのエネルギー企業である Sunseap Group と、1,200 以上の公共住宅団地に太陽光パネルを建設し、使用するための電力購入契約 (PPA) を締結した。2022年の完成後、Meta はこのプロジェクトで生産される再エネ証書 (REC) を受け取る。Meta は最大 100MW の電力を事前に合意した価格で買い取り、この REC を利用して自社のコストを相殺する。また、生産されたエネルギーは、Meta のシンガポールデータセンターの運営をサポートするために使用される。

(4) Equinix

米国のコロケーション事業者である Equinix は、アジアで 100%脱炭素化のデータセンターを建設する。また、米国では Fuel Cell による再生可能エネルギー利用に注力する。

【事業・データセンター概要】

表 1.2-9 Equinix 社全体としてのデータセンター概要

データセンター数	227+ International Business Exchange™ (IBX®) data centers (2020 年末時点)
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> Equinix は、cloud-first の世界において、金融、製造、モビリティ、輸送、政府、ヘルスケア、教育などの業界をリードする企業を相互に接続する。 コロケーション、インターコネクションがメイン事業。
再エネ目標	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年までに再エネ率 100% 2030 年までに Scope 1 と 2 でカーボンニュートラル
再エネ調達方法	2020 年 GWh ベースで、REC 39%、Supplier Green Power 37%、VPPA 15%、Brown Power 9%となっている（再エネ率 91%）

出所：Equinix 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

【プロジェクト概要】

アジアでは、シンガポールに 100%脱炭素化のデータセンターを建設。米国においては Fuel Cell による再生可能エネルギー利用に注力。また、一部小規模ながら太陽光 PV の導入も行う。

表 1.2-10 プロジェクト例概要

プロジェクト①

タイプ：	自社開発
地域：	シンガポール
導入ソリューション：	詳細不明
特徴：	<ul style="list-style-type: none"> データセンターの 100%脱炭素化とシンガポールの厳格なエネルギー基準を満たしつつ、他 4 拠点と相互接続することで俊敏性・拡張性の高いマルチクラウドのエコシステムを提供

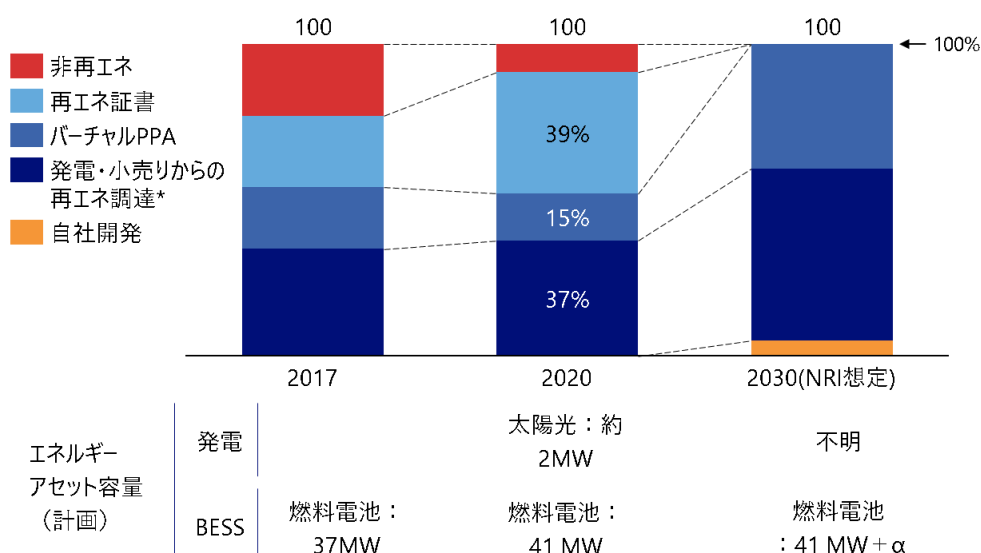
プロジェクト②

タイプ：	Bloom Energy との提携
地域：	米国カリフォルニア州など
導入ソリューション：	低炭素 fuel cell の導入
特徴：	<ul style="list-style-type: none"> San Jose の SV11 データセンターにおいては主電源として使用、100%再エネ利用を可能にする。

出所：Equinix 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

【再生可能エネルギー調達詳細】

Equinix では、2030 年に再生可能エネルギーからのみの調達に切り替える方針をもって
いる。現状自社でのオンサイト／オフサイト開発計画は限定的でほとんどを外部調達する
ものと想定される。



* フィジカルPPAの場合と、Guarantee of Originなどを使用する場合が含まれる

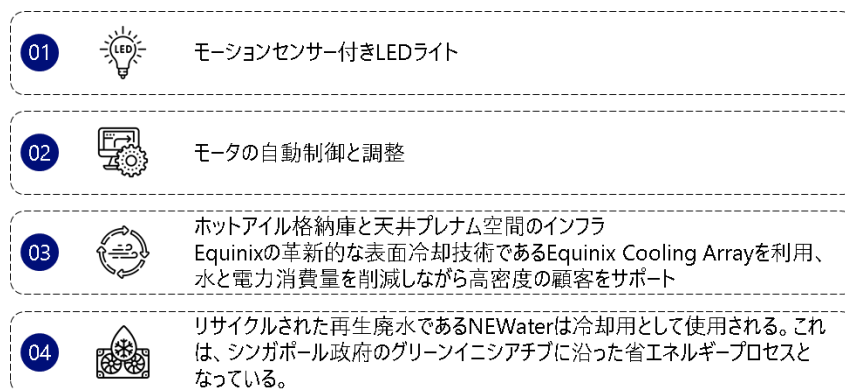
出所：Equinix 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-8 再エネ調達方法の現状と将来予測

【プロジェクト例 ① 詳細】

Equinix はシンガポールにおいて 5 番目となる International Business Exchange データセンターを建設する。これは、1 億 4,400 万米ドルをかけて建設された専用施設である。フル稼働時には約 5,000 台のキャビネット、約 129,000 平方フィート（約 12,000 平方メートル）のコロケーションスペースが提供される予定である。

当データセンターは、100%再生可能エネルギーで運営される。



出所：Equinix 社ホームページ、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-9 グリーン化の要素

(5) Digital Realty

米国企業である Digital Realty はデータセンターの保有・リースを行う企業。バーチャル PPA にも積極的で、顧客に替わって取引を行う。

【事業・データセンター概要】

表 1.2-11 Digital Realty 社全体としてのデータセンター概要

データセンター数	>280
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> Digital Realty は米国カリフォルニア州に本社を置く、データセンターの保有・リースおよび関連サービスを行う不動産投資・管理会社
再エネ目標	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ率 100%を目指す具体的な時期は特定されていない。欧州全事業と米国のコロケーション事業は既に 100%を達成 2030 年までに EU のデータセンターをカーボンニュートラルとする
再エネ調達方法	再エネの調達方法は、小売との供給契約が 46%と最も多く、17%がバーチャル PPA、15%が顧客が自身で調達した再エネ、1%がオンサイトの太陽光となっている。残りの 22%はグリッドからの調達となっている。

出所：Digital Realty 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

【プロジェクト概要】

データセンター事業者として、顧客にかわってバーチャル PPA を締結する初の大規模な取引を行う。

表 1.2-12 プロジェクト例概要

プロジェクト①

タイプ：	顧客に替わってのバーチャル PPA 締結
地域：	米国ノースカロライナ州
導入ソリューション：	80MW のバーチャル PPA の締結
特徴：	Meta に賃貸している施設における再エネ目標支援のために、SunEnergy1 社と 80MW のバーチャル PPA を Meta に代わって締結。再エネ証書と環境保護請求権はすべて Meta に引き渡される。

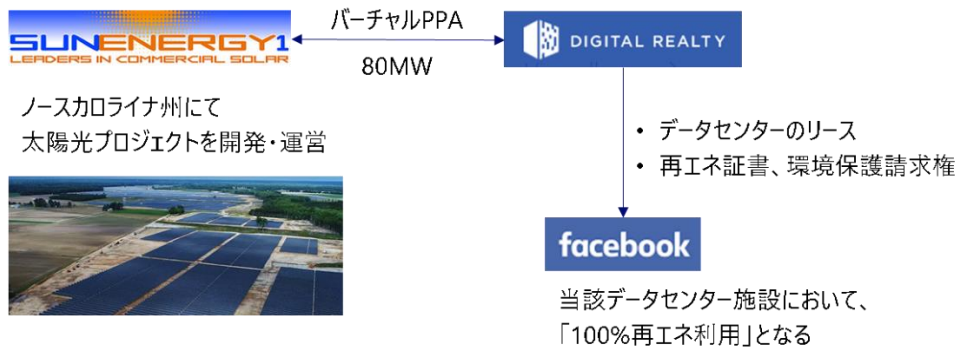
プロジェクト②

タイプ：	PPA 締結
地域：	米国テキサス州
導入ソリューション：	105MW の PPA の締結
特徴：	テキサス州 Dallas データセンターにおける再エネ利用率 100% とすべく、Pattern Energy 社と 105MW の PPA を締結

出所：Digital Realty 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

【プロジェクト例 ① 詳細】

Digital Realty は顧客である Meta に替わってバーチャル PPA を締結する。Meta に賃貸している施設における再生可能エネルギー目標支援のために、米国のエネルギー企業である SunEnergy1 社と 80MW の長期にわたるバーチャル PPA を Meta に代わって締結する。再エネ証書と環境保護請求権はすべて Meta に引き渡される。



出所：Digital Realty 社ウェブサイト、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-10 Digital Realty によるバーチャル PPA 概要

(6) ENGIE

ENGIE はユーティリティーでありながらカーボンニュートラルへの取り組みを盛んに行っており、データセンターのグリーン化を進めるため、バリューチェーン全体をカバーする。

表 1.2-13 ENGIE 社概要

事業概要	<ul style="list-style-type: none"> フランスに基盤を置くユーティリティーで、ガス、再生可能エネルギー、サービスを主要事業とする。 エネルギー消費の削減と環境にやさしいソリューションを通じて、カーボンニュートラルな世界への移行を加速させることに取り組む。
再エネ目標	<ul style="list-style-type: none"> 2045年までにグループ全体においてネットゼロ排出 2027年までに石炭発電事業を廃止
データセンターの再エネ導入に関する取り組み	<ul style="list-style-type: none"> プログラミング、設計、エンジニアリング、建設、運用・保守、再エネ、といった、データセンターのバリューチェーン全体をカバーする。 グリーン電源の利用に関しては、再エネの供給の他、オンサイトの分散型エネルギー資源やストレージのオプションについても提供している。

出所：ENGIE 社ホームページより NRI 作成

【プロジェクト概要】

データセンターのグリーン化を進めるため、再生可能エネルギーの提供の他、サステナブルな設計、省エネプロジェクトなどを行う。

表 1.2-14 プロジェクト例概要

プロジェクト①

タイプ：	Singapore Economic Development Board (EDB)、南洋工科大学、Schneider と協同
地域：	シンガポール
導入ソリューション：	マイクログリッドの実証
特徴：	<ul style="list-style-type: none">EDB によるイニシアティブである REIDS-SPORE プラットフォームを開設し、マイクログリッドの実証を行う。将来的なデータセンターにおけるエネルギー分散化を図る。

プロジェクト②

タイプ：	PPA による Google への再エネ供給
地域：	ドイツ、ベルギー、オランダなど
導入ソリューション：	PPA による再エネ供給
特徴：	<ul style="list-style-type: none">Google は ENGIE とドイツにおける 140MW の PPA を締結、太陽光と風力による電力を購入する。これにより、Google はドイツにおいて 2022 年までに 80%排出量を削減、2030 年までに 100%カーボンフリーエネルギーとなる。2019 年以降、ベルギー、オランダにおいても同様の PPA を締結している。

出所：ENGIE 社ホームページ、Annual Report、各種公開資料より NRI 作成

【プロジェクト例 ① 詳細】

シンガポールにおいて、マイクログリッドの実証を行う Renewable Energy Integration Demonstration Singapore (REIDS-SPORE) プラットフォームを開設。REIDS-SPORE プロジェクトと名付けられた ENGIE の新しい施設は、南洋理工大学 (NTU) の REIDS 構想のもと、2020 年に運営を開始。最先端の、多流体マイクログリッドソリューションを使用し、風力、太陽光、水素のエネルギー源より合わせて 550kW の電力を発電する。

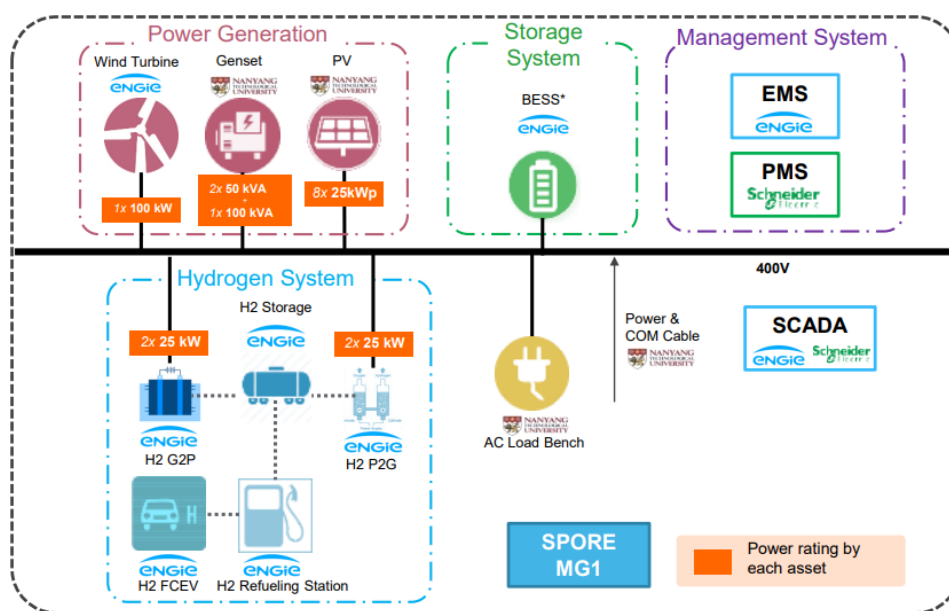
01	R&D テストベッド	02	トレーニングプラットフォーム
<p>持続可能なデータセンターを構築するためのソリューションを設計、実証、試験</p>		<p>産業界や専門家向けのトレーニングプラットフォーム、および公開ラーニングセンター</p>	

データセンターのカーボンフットプリントの削減

R&D Focus: Sustainable Data Center	
デザイン&オペレーショナルエクセレンス	<ul style="list-style-type: none"> 代替冷却技術 データセンターからの廃熱回収
グリーンエネルギー供給の高可用性	<ul style="list-style-type: none"> 24/7のグリーンエネルギー供給 グリーンバックアップソリューション 液化空気エネルギー貯蔵装置

出所：ENGIE ウェブサイト、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-11 プラットフォームの機能概要



出所：ENGIE 「The REIDS-SPORE Platform One more step in ENGIE’s R&D strategy in Asia-Pacific towards carbon neutrality」

図 1.2-12 プラットフォームの詳細と各社の役割

(7) Ballard Power Systems

Ballard Power Systems は燃料電池を中心としたソリューション及び電力関連製品を

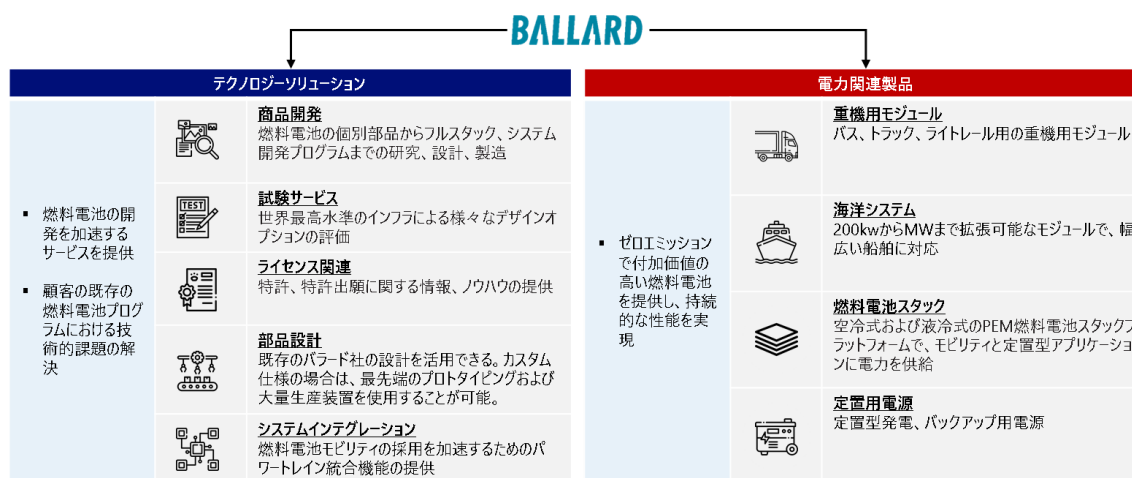
提供する企業である。

表 1.2-15 Ballard Power Systems 社概要

会社名	Ballard Power Systems
本拠地	カナダ、ブリティッシュコロンビア州
設立年	1979
概要	<ul style="list-style-type: none"> 2021年11月、Ballard Power Systems は、Caterpillar 社および Microsoft 社との協業による3年間のプロジェクトを開始。 データセンター向けに、現行のディーゼルシステムと比較して信頼性と持続性の高いバックアップ電源を生成するために、大判の水素燃料電池を組み込んだ1.5MWバックアップ電力供給および制御システムの実証を開始した。

出所：Ballard Power Systems 社ホームページより NRI 作成

事業内容は大きくテクノロジーソリューションと電力関連製品に分けられる。



出所：Ballard Power Systems 社ホームページより NRI 作成

図 1.2-13 Ballard Power Systems 事業概要



【プロジェクト例】

2021年11月、米国の製造企業である Caterpillar 社および Microsoft 社との協業による3年間のプロジェクトを開始した。データセンター向けに、現行のディーゼルシステムと比較して信頼性と持続性の高いバックアップ電源を生成するために、大判の水素燃料電池を組み込んだ1.5MWバックアップ電力供給および制御システムの実証を開始した。Microsoft 社はプロジェクトサイトを提供、Caterpillar 社はパワーソリューションの中心構造を担い、システム全体の統合を行う他、パワーエレクトロニクスや制御機器を提供する。Ballard

Power Systems は先進的な水素燃料電池モジュールを提供する。

この3年間のプロジェクトは、US Department of Energy (DOE) の H2@Scale イニシアティブの支援と一部資金提供を受け、National Renewable Energy Lab (NREL) がバックアップを行う。

表 1.2-16 プロジェクトの目標

<p>99.999% アップタイム</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 99.999%の稼働率に対応する無停電電源装置を提供し、数MWのデータセンターに対応する燃料電池システムの能力を検証
<p>48 時間のオペレーション</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 低炭素型水素を燃料とする燃料電池システムのスケラビリティをコストと性能の両面から探る オンサイト燃料による48時間運転、電力転送、負荷の受け入れ

出所：Ballard Power Systems 社ホームページより NRI 作成

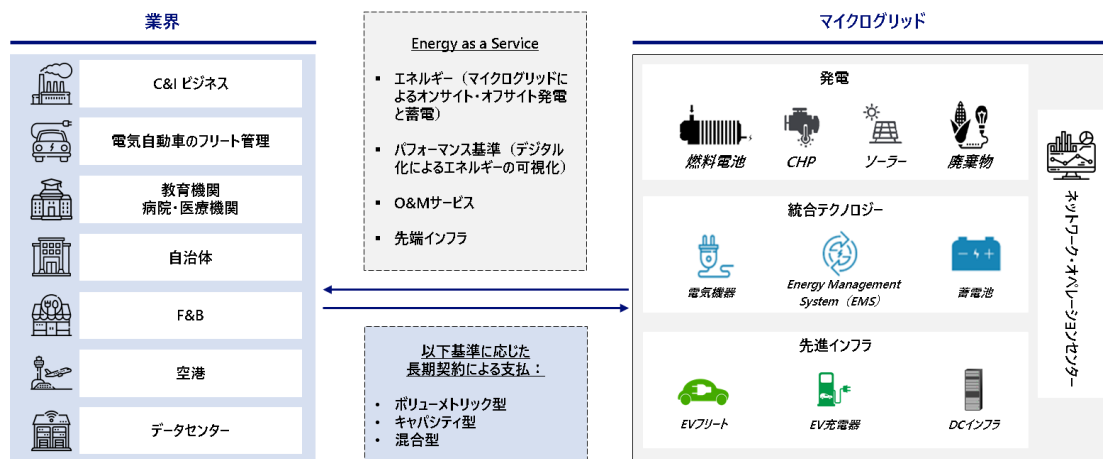
(8) AlphaStruxure

AlphaStruxure は、再エネ化・地方分散化を目指した EaaS サービスを提供する企業。

表 1.2-17 AlphaStruxure 社概要

会社名	AlphaStruxure
本拠地	米国マサチューセッツ州
設立年	2019
概要	<ul style="list-style-type: none"> Carlyle Group と Schneider が 2019 年に設立した JV。 Schneider の有するマイクログリッドテクノロジーを活用しながら、Carlyle の 2,200 億ドル以上の資産から資金拠出を行い Energy as a Service (EaaS) プロジェクトを促進 分散型の EaaS マイクログリッドソリューションを提供 発電、蓄電、高度な自動化および制御を備えた地域エネルギーシステムで独立機能することにより低コスト、クリーンエネルギー移行を目指す

出所：AlphaStruxure 社ホームページより NRI 作成



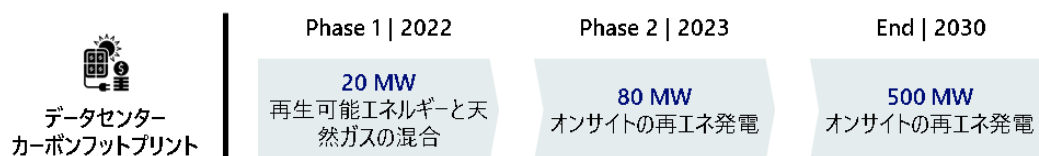
出所：AlphaStruxure 社ホームページ、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-14 AlphaStruxure の事業スキーム概要

【プロジェクト例】

クリーンエネルギー設計を専門とする TerraScale 社のグリーンテクノロジープロジェクトにおいて、AlphaStruxure は EaaS を提供、カーボンフリーのデータセンターの建設に貢献する。当プロジェクトは **Energos Reno** と呼ばれ、米国最大のカーボンニュートラルな工業団地の建設を目指す、グリーンテクノロジープロジェクトである。TerraScale 社は、2020 年 12 月に、このプロジェクトのためにネバダ州における最大 3,700 エーカーの土地を開発する計画を発表、EaaS を提供する AlphaStruxure 社と提携し、プロジェクトサイトの統合エネルギーソリューションを設計する。

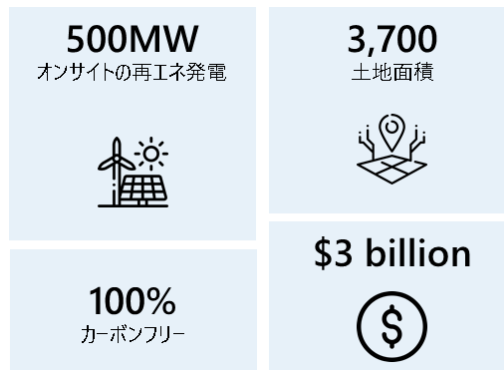
Phase 1 では、20MW のゼロカーボンフットプリントのデータセンターを建設。再生可能エネルギーと天然ガスを混合して使用する予定である。



出所：AlphaStruxure 社ホームページ、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-15 Energos Reno における各フェーズ事の目標

当プロジェクトにおける AlphaStruxure の役割は、Energy as a Service プロバイダーとして、Energos Reno のニーズに合わせた統合エネルギーソリューションの設計・構築・資金調達・運用を行うことと、太陽光、蓄電池、自家発電、高度なマイクログリッド制御などの分散型エネルギー資源を最適化することである。



出所：Ballard Power Systems 社ホームページより NRI 作成

図 1.2-16 プロジェクト概要

(9) Lancium

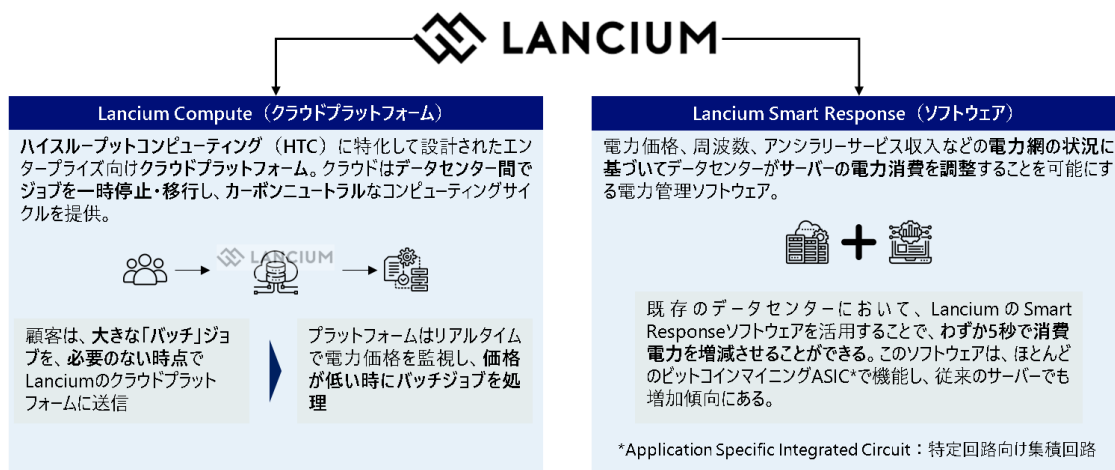
Lancium は風力発電所から余剰電力を買取り、自社のデータセンターにて独自のモジュールを運営する。

表 1.2-18 Lancium 社概要

会社名	Lancium
本拠地	米国テキサス州
設立年	2017
概要	<ul style="list-style-type: none"> • Lancium は、ソフトウェア、技術ソリューション、エネルギーインフラを開発するテクノロジー企業で、グリッドの脱炭素化を目指す。 • ハイスループットコンピューティングと仮想通貨マイナーのためのエネルギー需要応答ソリューションを提供する。 • Lancium は、仮想通貨に関心を持つインターネット金融会社である日本の SBI ホールディングスから資金提供を受けている。

出所：Lancium 社ホームページより NRI 作成

Lancium は Lancium Smart Response と呼ばれる独自のソフトウェアと Lancium Compute と呼ばれるクラウドプラットフォームを利用したソリューションを提供している。

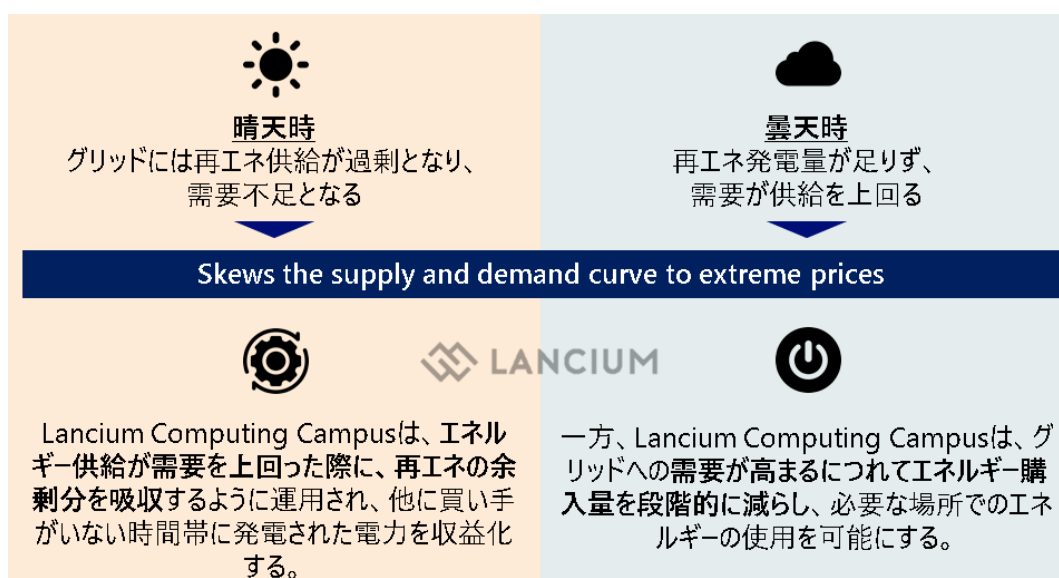


出所：Lancium 社ホームページ、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-17 Lancium 社の事業スキーム概要

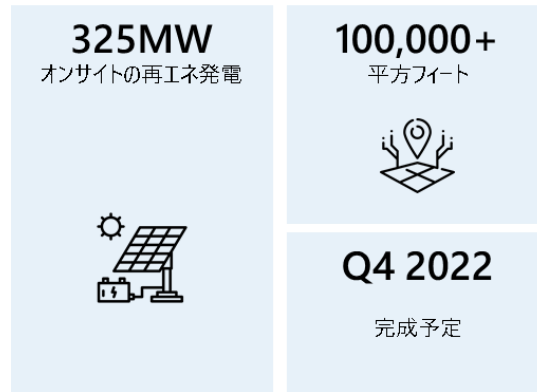
【プロジェクト例】

Lancium は、テキサス州フォートストックトンに同社初のクリーンキャンパス（データセンター）を建設。この施設は、Lancium Smart Response システムによって、Controllable Load Resource（デマンドレスポンス）として機能する。当データセンターは、再生可能エネルギー供給が豊富・過剰な時に電力を購入し、不足時にはシャットダウンする、柔軟な再生可能エネルギー購入者として運営する。電力網の混雑や供給過剰を緩和し、電力網を安定化させる。



出所：Lancium 社ホームページ、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-18 Controllable Load Resource 概要



出所：Lancium 社ホームページより NRI 作成

図 1.2-19 プロジェクト概要

3) 調査結果詳細（海外における政府支援策）

【補助金付与】

① 米国における H2@Scale イニシアティブ

H2@Scale は、Department of Energy のイニシアティブで、安価な水素の製造、輸送、貯蔵、利用を促進する。当イニシアティブ下の補助金制度を利用して、Microsoft、Ballard Power Systems、Caterpillar の 3 社はデータセンター向けの大型水素燃料電池によるバックアップシステムの実証を行う。

表 1.2-19 H2@Scale 制度を利用したデータセンタープロジェクト概要

支援策名	H2@Scale イニシアティブ
支援主体	<ul style="list-style-type: none"> • U.S. Department of Energy (DOE) • National Renewable Energy Lab (NREL)
実行主体	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft • Ballard Power Systems • Caterpillar Inc.
実施事項	大型水素燃料電池を搭載し、データセンター向けに信頼性と持続性のあるバックアップ電力を供給する電力システムの実証実験

支援内容

- DOE：資金の一部を補助金として提供（金額詳細は非公開）
- NREL：安全性、技術経済性、温室効果ガス（GHG）の影響に関する分析の実施

出所：米国エネルギー省「H2@Scale」ウェブサイト、各種公開情報より NRI 作成

② 米国における Internal Revenue Code of 1986

U.S. Department of Energy は、Investment Tax Credit (ITC) のもとで、再生可能エネルギー発電システムに対する投資額に応じた税額控除制度を持つ。当制度はデータセンターに限らず全ての企業が対象となる。

下記は、2020年12月に期限の延長があった、太陽光 PV システムの場合の税額控除制度の詳細である。

表 1.2-20 太陽光 PV システムにおける税額控除制度の概要

法案名	Internal Revenue Code of 1986 (Sec. 48 Energy credit)
関連機関	✓ Internal Revenue Service (IRS) ✓ U.S. Department of Energy
対象プロジェクト	✓ 米国連邦所得税の課税対象となる事業者が使用 ✓ 米国または米国領に所在する ✓ システムは、新品および限定された中古の機器を使用する
対象機器	✓ 太陽光発電パネル、インバーター、架台、パランスシステム機器、およびこれらの機器にかかる売上税と使用税 ✓ 設置費用および間接費用 ✓ - 昇圧トランス、サーキットブレーカー、サージアレスタ ✓ - 蓄電装置（再生可能エネルギーシステムで75%以上充電する場合）
税額控除率	✓ 2019年までに建設を開始し、2025年以内に運営開始した場合：30% ✓ 2020～2022年以内に建設を開始し、2025年以内に運営開始した場合：26% ✓ 2023年以内に建設を開始し、2025年以内に運営開始した場合：22% ✓ 2024年以降に建設を開始、又は2026年1月1日以降に運営開始した場合：10%

出所：米国エネルギー省、各種公開資料より NRI 作成

【減税／免税】

① オランダ

オランダでは再生可能エネルギー利用を可能にするための投資に対する税額控除制度がある。Energy Investment Allowance (EIA)、Environmental Investment Deduction (MIA) は、環境に配慮した投資を行った企業に対する税額控除制度である。特に EIA は、再生可能エネルギー発電設備や蓄電池、UPS システムの導入にかかるコストを対象とする。一方、Sustainable energy transition subsidy scheme (SDE++)は再生可能エネルギーによる発電

を行う企業に対する補助金制度である。なお、各制度はデータセンターに限定されてはいないが、データセンターの再生可能エネルギー導入に効果的に利用できる。

表 1.2-21 オランダにおける各税額控除制度概要

Energy Investment Allowance (EIA)	<ul style="list-style-type: none"> • 建物の再エネ利用が70%以上の場合、再エネ発電設備、蓄電池の導入などにかかるコストの45.5%を課税対象利益から控除することが可能。 • 冷却塔やUPSシステム、その他の省エネ対策に係るコストに対しても同様。
Environmental Investment Deduction (MIA)	<ul style="list-style-type: none"> • 環境に配慮した事業用資産、資材、建物、生産工程への持続可能な投資に対して、最大36%を課税対象利益から控除することが可能。 • なお、EIAと同時に申請することはできない。
Sustainable energy transition subsidy scheme (SDE++)	<ul style="list-style-type: none"> • 再エネによる発電を行っているか、CO2削減技術を使用している企業が利用可能な補助金制度。 • 2021年の予算はEUR 5 billionであった。

出典：Business.gov.nl ウェブサイト、各種公開情報より NRI 作成

【共同開発／研究開発支援】

① シンガポールにおける Sustainable Tropical Data Centre Testbed (STDCT)

シンガポールでは、亜熱帯気候に適したエネルギー消費効率の良い冷却システムの開発をデータセンターにおける重要領域として官民合同の研究開発への資金援助を行っている。

表 1.2-22 Sustainable Tropical Data Centre Testbed 概要

プロジェクト名	Sustainable Tropical Data Centre Testbed (STDCT)
支援主体	<ul style="list-style-type: none"> • National Research Foundation Singapore (NRF) • Meta
プロジェクト総額	23 million USD
実行主体	<ul style="list-style-type: none"> • National University of Singapore (NUS) • Nanyang Technological University (NTU), Singapore
民間パートナー企業	<ul style="list-style-type: none"> • Ascenix Pte Ltd • CoolestDC Pte Ltd • Keppel Data Centres • New Media Express Pte Ltd • Red Dot Analytics Pte Ltd.
実施事項	再エネ活用した、熱帯気候における持続可能なデータセンター向けの冷却システムの研究開発

出所：NUS ウェブサイト、NTU ウェブサイト、各種公開情報より NRI 作成



出所：NUS ウェブサイト

図 1.2-20 実証導入されるデータセンターシステムイメージ

② 欧州における Edge PrimePower (E2P2) project

欧州では水素技術を展開する Clean Hydrogen Partnership 制度があり、同パートナーシップの補助金制度を利用して、Equinix を含む 7 社によるコンソーシアムはデータセンターにクリーンな主電源を供給するシステムの開発を行う EcoEdge PrimePower (E2P2) project を開始した。Clean Hydrogen Partnership は Horizon 2020 の一部で、水素技術を大規模に展開することを目的としており、EUR 1 billion の予算としている。

表 1.2-23 E2P2 プロジェクト概要

プロジェクト名	EcoEdge PrimePower (E2P2) project
支援策名	Horizon 2020 “Clean Hydrogen Partnership”
支援主体	European Commission
実行主体	Equinix, InfraPrime, RISE, Snam, SOLIDpower, TEC4FUELS and Vertiv の 7 社によるコンソーシアム
実施事項	固体酸化物形燃料電池 (SOFC) と無停電電源装置 (UPS) 技術およびリチウムイオン電池を統合し、データセンターなどのインフラにクリーンな主電源を供給するシステムの開発
支援内容	EUR 2.5 million の補助金

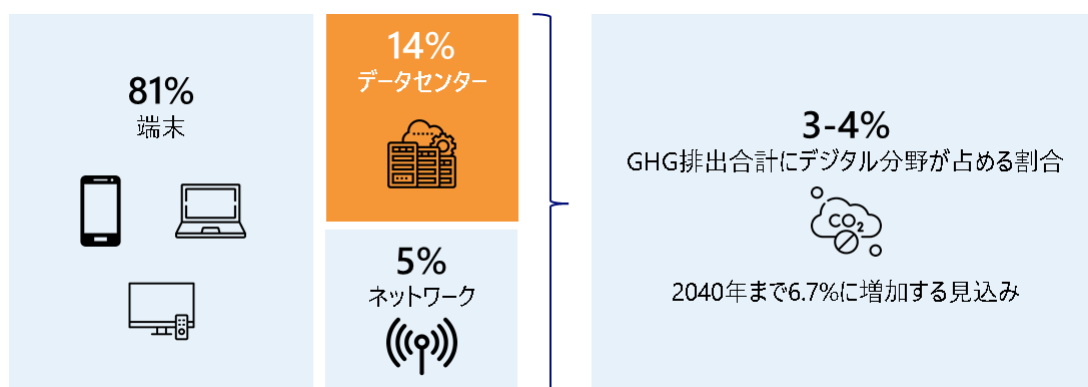
出所：Horizon 2020 ウェブサイト、各種公開情報より NRI 作成

【法規制整備：データセンター向けの個別支援】

① フランス

フランスでは Ecological Digital Law (Act No. 2021-1485) 2021年11月が発行され、データセンターにおいては廃熱利用と水利用に関する制限に順守した場合に税制優遇措置が設けられた。

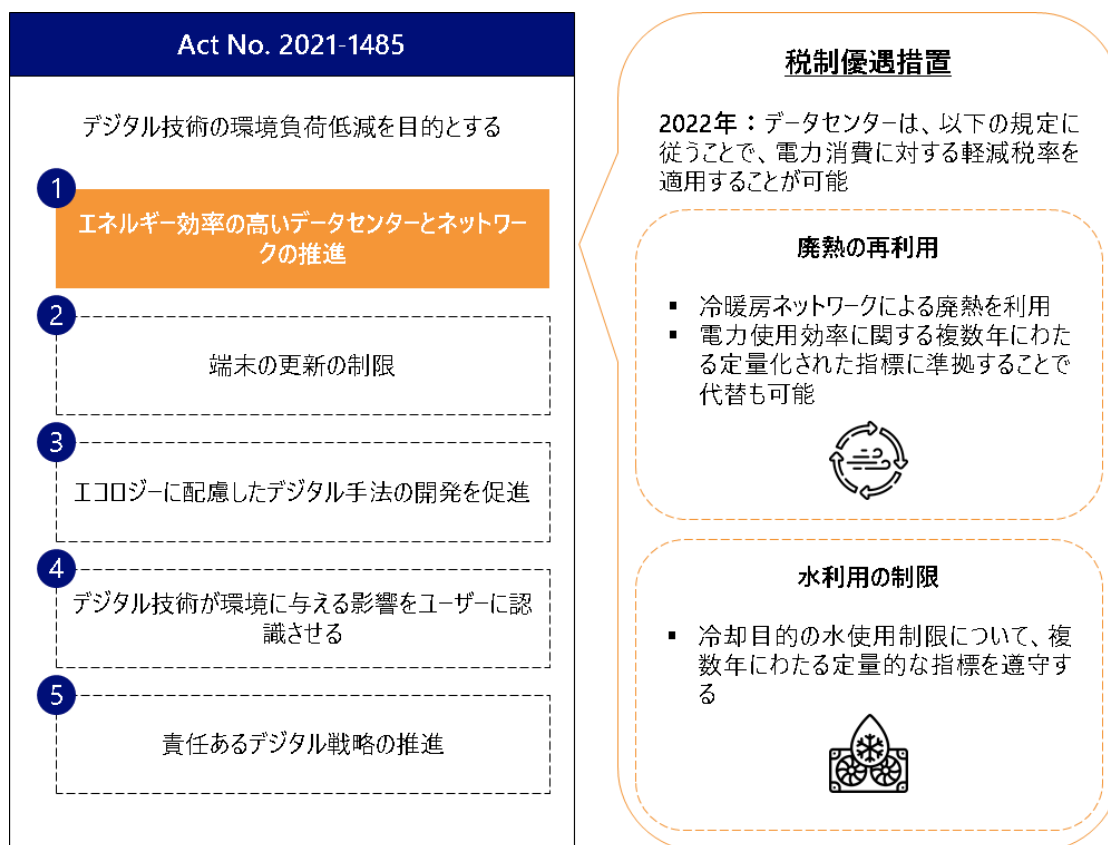
その背景として、下図のように、GHG 排出合計に対するデジタル分野が占める割合が増加していることが挙げられる。



出所：各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-21 フランスのデジタルフットプリント（エネルギー消費量内訳）

Act No. 2021-1485 はデジタル技術の環境負荷低減を目標としており、データセンターのエネルギー効率を含めた 5 つの軸から構成されている。税制優遇措置の条件は下図に示した通りである。



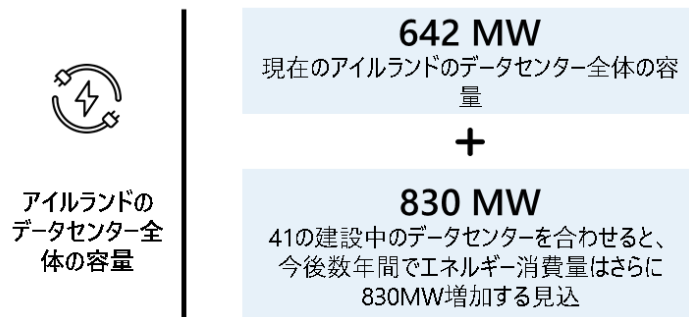
出所：France Ecological Digital Law、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-22 France Ecological Digital Law 概要とデータセンターに対する優遇措置

② アイルランド

アイルランドでは 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において、新規データセンターにオンサイト発電・蓄電機能やデマンドレスポンスを求める。

データセンターはエネルギー規制当局の監視下に置かれており、特にデータセンター事業者の集積に成功した地域では電力需要が急増している。






出所：各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-23 アイルランドにおけるデータセンターのエネルギーフットプリント

これを受けて、CRU は、データセンターの新規建設プロジェクトの増加を抑制するための措置を講じている。データセンターの新規建設を全面的に禁止するのではなく、CRU は新規申請をケースバイケースで評価する。

表 1.2-24 データセンター申請者のための新しい評価基準概要

評価基準		
データセンターの位置		申請するデータセンターが、電力需給の厳しい電力システム地域内にあるか否か。 電力需給の厳しい地域内への建設の場合、下記二点の評価が影響する。
オンサイト発電・蓄電機能		データセンター申請者が、需要量と同等以上の発電（または蓄電）をオンサイトで行うことができること。
デマンドレスポンス		データセンター申請者が、要求されたときに消費を抑えることによって、需要に柔軟性を持たせることができること。

出所：Commission for Regulation of Utilities「Directive on Data Centre Grid Connection」より NRI 作成

③ ノルウェー

ノルウェーではデータセンターに関する戦略「Norway's Data Centre Strategy」が 2021 年 8 月に更新された。この更新では、事業者に対して、余剰熱の利用可能性の調査を義務化する。

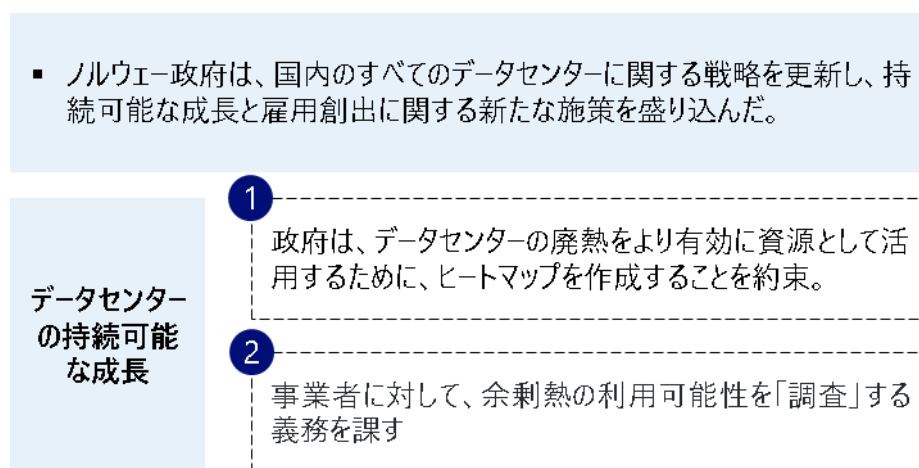


図 1.2-24 データセンター戦略概要 (2021)

廃熱の再利用の例として、2018 年にノルウェーのデータセンター運営会社 DigiPlex が電力会社 Fortum Oslo Varme の子会社とパートナーシップを締結して行ったケースが挙げられる。DigiPlex はオスロにあるデータセンターから排出される廃熱を、5,000 世帯の暖房需要に充当している。これを可能にするための支援を Fortum Varme が行った。Fortum Oslo Varme が運営する地域暖房システムは、オスロ市内の 60 マイルに及ぶ熱エネルギー供給システムである。

Fortum Varme は、スカンジナビア各地のデータセンター所有者と同様の取り決めを行い、廃熱の再利用を進めている。

④ 米国における州単位での支援施策

米国においては連邦政府による支援策以外に、州政府によるインセンティブをデータセンターに対して設けている州が存在する。多くの州がデータセンターの誘致を促すことを目的としており再生可能エネルギーの有無は問わないが、再生可能エネルギーの導入を条件とする州や、再生可能エネルギー発電を行うデータセンターに対して追加のクレジットを設ける州なども一部存在する。

表 1.2-25 州政府によるデータセンターへのインセンティブの例

イリノイ州	Data Center Investment Tax Exemptions and Credits	<ul style="list-style-type: none"> データセンターの所有者・オペレーターに対して、州税や地方税の免除 条件を満たす場合、建設労働者に支払われた賃金の20%の税額控除 税制優遇措置の条件の一つとして、カーボンニュートラルであるか、グリーンビル認証を受けている必要があり、直接的ではないが再エネ導入が有利になる制度となっている
アリゾナ州	Computer Data Centers; Tax Incentives (HB2649)	<ul style="list-style-type: none"> データセンターのオペレーターに対するインセンティブについて、条件と内容が定められている 自家消費のために再エネ発電を行う国際的なオペレーションセンターに対しては、追加のユーティリティクレジットが存在する

出所：Illinois Department of Commerce & Economic Opportunity、Arizona State Legislature、各種公開情報より NRI 作成

【法規制整備： エネルギー効率関連】

① 米国における Federal Energy Management Program

米国においては、連邦政府関連の団体に対してデータセンターの効率に関する義務がある。

法律/制度名	Data Center Optimization Initiative (DCOI)に関するMemorandum (Memorandum M-16-19)	
関連機関	Office of Management and Budget (OMB)	概要 OMBはDCOIに関するMemorandumを発行。連邦政府関連の団体に対して、データセンターの効率化（省エネを含む）を要求。 ・このMemorandumはFederal Information Technology Acquisition Reform Act (FITARA)に則っている。 ・DCOIは2019 Federal Cloud Computing Strategyの一つで、政府団体のクラウド利用への移行を勧めている。
対象主体	連邦政府関連の団体のデータセンター	
法/制度の対象	連邦政府関連の団体のデータセンター全て	

出所：OMB M-16-19、M-19-19、各種公開資料より NRI 作成

図 1.2-25 Memorandum M-16-19 の概要

連邦政府関連の団体のデータセンターは下記の達成を要求されている。そのための戦略を作成・提出することを義務付けられている。

- ・ 非効率なインフラの統合
- ・ 既存の施設の最適化
- ・ コスト削減を実現
- ・ クラウドサービスや省庁間共有サービスなど、より効率的なインフラへの移行

また、要求事項の達成のために、5つの指標が用いられる。

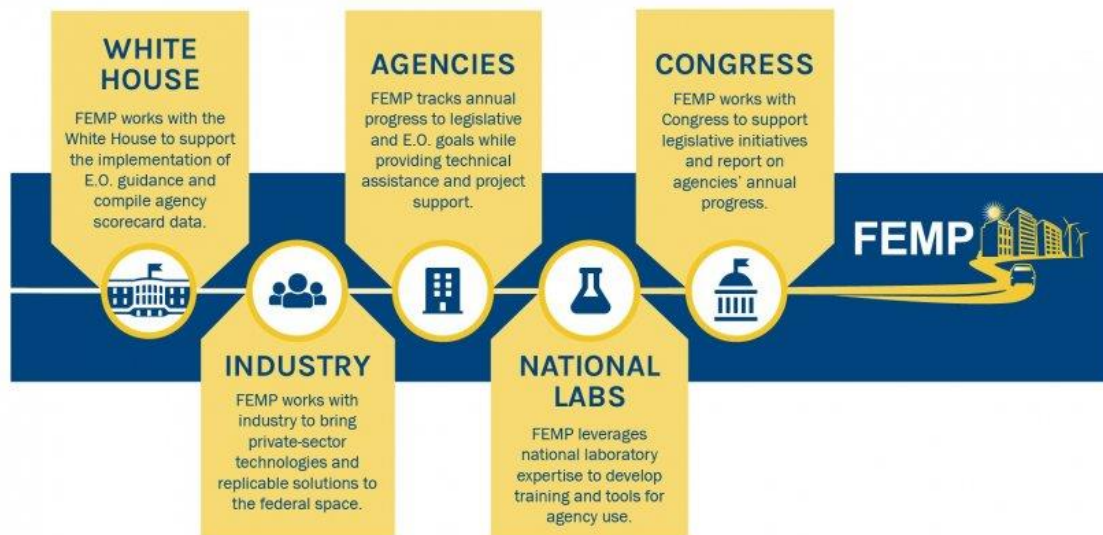
① Energy Metering

- ② Power Usage Effectiveness
- ③ Virtualization
- ④ Server Utilization & Automated Monitoring
- ⑤ Facility Utilization

Memorandum M-16-19 を受け、US Department of Energy (DOE)は、Federal Energy Management Program (FEMP)の一つとしてデータセンターにおける省エネを支援する。FEMP のデータセンターに関連する内容には下記が含まれる。

- Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design の作成
- Center of Expertise for Energy Efficiency in Data Centers (CoE)の設立
- The Data Center Profiler (DC Pro) Tools などの PUE 診断ツールの作成
- Data Center Energy Practitioner (DCEP) Training Program などのトレーニング提供

FEMP のミッションは、連邦政府のエネルギー関連目標達成、手頃なソリューションの特定、官民パートナーシップの促進、国としてのエネルギーリーダーシップの構築のために、関係者と協力して政府のベストプラクティスを特定することである。



出所：米国エネルギー省「About the Federal Energy Management Program」

図 1.2-26 FEMP のミッション

FEMP 自体はデータセンターに特化したものではなく、連邦政府によるエネルギーと水の使用量削減を目的としているが、FEMP の 5 つの軸の一つ、Facility and Fleet

Optimization の一つとしてデータセンターが含まれる。



出所：米国エネルギー省「About the Federal Energy Management Program」

図 1.2-27 FEMP におけるデータセンターの位置づけ

データセンター向けの FEMP の一つとして、2010 年に Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design が作成された。機器ごとの Best Practice について説明されているほか、幾つかの指標に対する評価基準が記されている。データセンターの評価方法は、下記の項目に分けて説明されている。

- Information Technology (IT) Systems
- Environmental Conditions
- Air Management
- Cooling Systems
- Electrical Systems
- Other Opportunities for Energy-Efficient Design
- Data Center Metrics and Benchmarking

例えば、Environmental Conditions の項目では、冷房・空調に関して、American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) や Network Equipment Building System (NEBS) の基準に従うように記されている。

表 1.2-26 ASHRAE Recommended and Allowable Inlet Air Conditions for Class 1

and 2 Data Centers

	Class 1 and Class 2 Recommended Range	Class 1 Allowable Range	Class 2 Allowable Range
Low Temperature Limit	64.4°F DB	59°F DB	50°F DB
High Temperature Limit	80.6°F DB	89.6°F DB	95°F DB
Low Moisture Limit	41.9°F DP	20% RH	20% RH
High Moisture Limit	60% RH & 59°F DP	80% RH & 62.6°F DP	80% RH & 69.8°F DP

※ Best Practices Guide は最新が 2011 年版であり、当ガイドブックに記載されている ASHRAE の基準も当時最新の Thermal Guidelines for Data Processing Environments, 2nd Edition のものであるが、2021 年 4 月現在、最新の ASHRAE 基準は 5th Edition である。

出所：DOE “Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design”

Power Usage Effectiveness (PUE) and Data Center Infrastructure Efficiency (DCiE)

PUE is defined as the ratio of the total power to run the data center facility to the total power drawn by all IT equipment:

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Power}}{\text{IT Equipment Power}}$$

Standard	Good	Better
2.0	1.4	1.1

Heating, Ventilation and Air-Conditioning (HVAC) System Effectiveness

This metric is defined as the ratio of the annual IT equipment energy to the annual HVAC system energy:

$$\text{Effectiveness} = \frac{\text{kWh/yr}_{IT}}{\text{kWh/yr}_{HVAC}}$$

Standard	Good	Better
0.7	1.4	2.5

Airflow Efficiency

This metric characterizes overall airflow efficiency in terms of the total fan power required per unit of airflow. This metric provides an overall measure of how efficiently air is moved through the data center, from the supply to the return, and takes into account low pressure drop design as well as fan system efficiency.

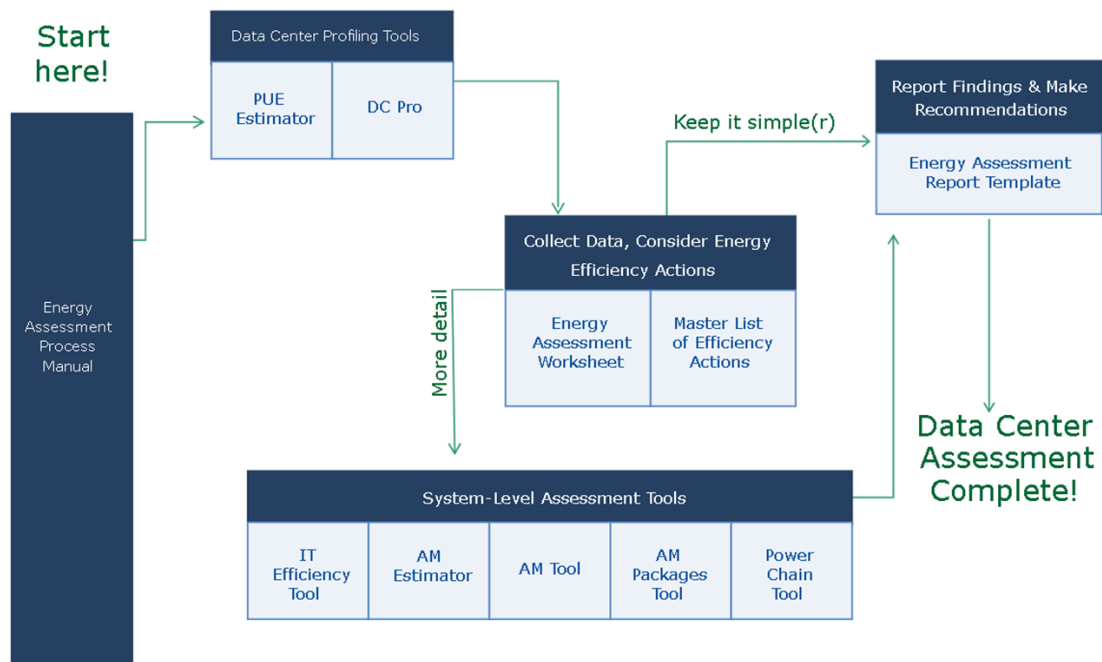
$$\frac{\text{Total Fan Power (W)}}{\text{Total Fan Airflow (cfm)}}$$

Standard	Good	Better
1.25W/cfm	0.75 W/cfm	0.5 kW/cfm

出所：DOE “Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design”

図 1.2-28 評価指標と基準値の例

また、FEMP の一つとして、Center of Expertise for Energy Efficiency in Data Centers (CoE) はデータセンターの診断ツールを提供している。このツールキットは複数のツールからなっており、データセンター評価の各段階で使用できるようになっている。



出所：CoE “CoE Data Center Energy Efficiency Toolkit”

図 1.2-29 データセンター診断ツール概要

② ドイツにおける再生エネルギー利用義務

ドイツでは、住宅・ビルにおける熱需要の一定割合を再生可能エネルギーリソースでカバーすることが義務付けられている。暖房、家庭用温水、および冷却に対して再生可能エネルギーの割合の最低値が設定されている。個別のエネルギーリソースに対する導入割合は下表のとおりである。なお、敷地外の再生可能エネルギーは、再生可能資源による地域暖房を除き、評価されない。

一次エネルギー需要量から再生可能エネルギー量分を差し引いて評価する場合、以下の条件を満たさなければいけない。

- 再生エネルギーが住宅・ビルと直接的な位置関係にあること
- 創出された再生可能エネルギーが住宅・ビル内で利用されており、余剰分のみが系統へ逆潮流されていること

表 1.2-27 再生可能エネルギーのエネルギー別の導入割合最低値

種類	エネルギー源	再エネの割合の最低値
再生可能エネルギー	太陽エネルギー	15%
	熱・環境熱	50%
	気体バイオマス	30%
	液体・固体バイオマス	50%
代替措置（これらの措置は、再生可能エネルギーを達成できない場合に、差分を相殺するために使用できる）	廃棄物の燃焼による熱	50%
	CHPプラント	50%
	地域熱供給（RES / 廃棄物 / CHPが大部分を占める場合）	100%
	建物の省エネ対策	GEG断熱材および年間一次エネルギー要件よりも15%優れたパフォーマンス
	複数の対策の組み合わせ	$\sum \frac{\text{share}_i}{\text{share}_{\text{min}_j}} \geq 1$

出所：German Energy Act for Buildings より NRI 作成

③ ドイツにおける省エネ促進施策

連邦政府は、国営銀行である Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)を通じて、エネルギー効率の高い建設や改築のために個人に対して資金を提供。また、KfW は、断熱材の設置や新しいエネルギー効率の高いシステムの導入など、個別のエネルギー効率化対策にかかる費用のうち、対象費用最大 6 万ユーロの 20%を返済する。すなわち、返済金額は最大 12,000 ユーロとなる。

なお、より高いレベルの省エネを促進するために、Efficiency house 55 に対する補助金は 2022 年 2 月 1 日から無効となる。

表 1.2-28 個人向けの補助金スキーム

基準*	補助金制** (補助率)		最大補助金額 (EUR)	
	通常**	EE class***	通常**	EE class***
新築住宅への補助金				
Efficiency house 40 Plus	25.0%	NA	NA	37,500
Efficiency house 40	20.0%	22.5%	33,750	24,000
Efficiency house 55 (2022年2月1日から無効)	15.0%	17.5%	26,250	18,000
ビル改修への補助金				
Efficiency house 40	45.0%	50.0%	75,000	54,000
Efficiency house 55	40.0%	45.0%	67,500	48,000
Efficiency house 70	35.0%	40.0%	60,000	42,000
Efficiency house 85	30.0%	35.0%	52,500	36,000
Efficiency house 100	27.5%	32.5%	48,750	33,000
Efficient house monument	25.0%	30.0%	45,000	30,000

* GEG参照建物と比較した場合のエネルギー消費量。例えば、Efficiency Building 55はGEG参照建物の55%のエネルギーを消費する。

** 最大120,000ユーロの対象費用

*** EE class = 冷暖房需要の55%を再エネでカバーするような建築
最大150,000ユーロの対象費用

出所：KfW より NRI 作成

2 補助事業の実情把握を踏まえた指標高度化の考え方

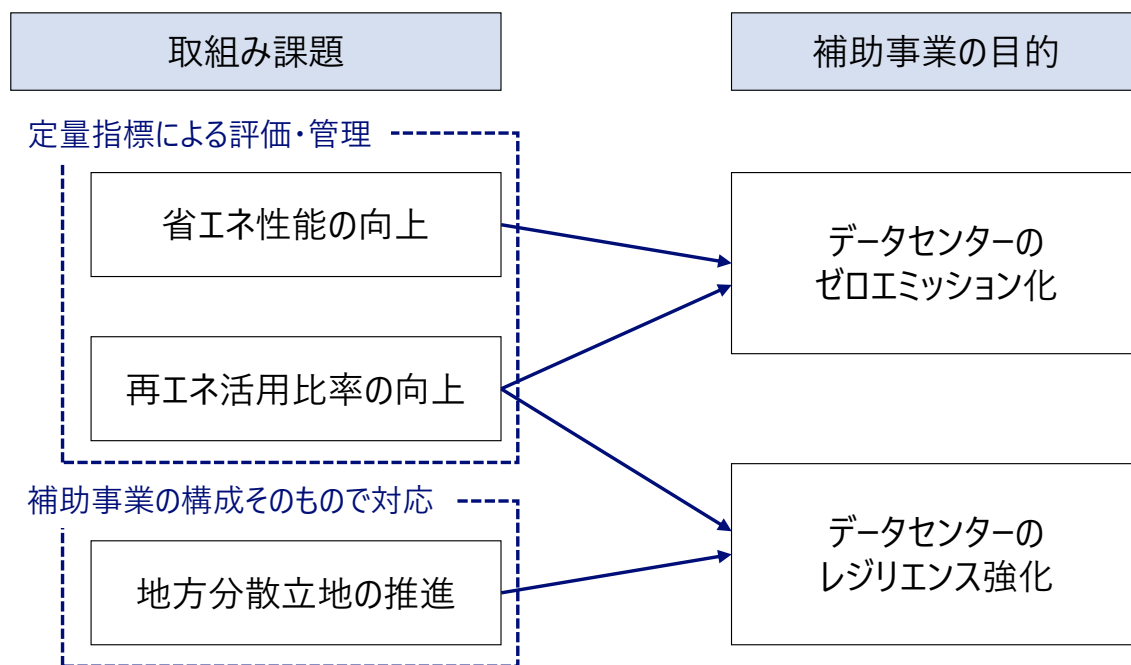
本章では、令和3年度の補助事業における現状を確認しつつ、翌年度以降の補助事業の採択、分析に必要な評価指標について課題を抽出、検討を行った。

2.1 補助事業の目的整理

1) 補助事業の目的整理

まず、検討の対象となる事業(データセンターのゼロエミッション化・レジリエンス強化促進事業)の目的を確認すると、「2050年カーボンニュートラルの達成に向け、デジタル分野の中でもデータセンターのゼロエミッション化(再エネ活用比率・省エネ性能の向上等)に向けた取組を支援するとともに、地方分散立地推進や再エネ活用による災害時の継続能力向上等のレジリエンス強化を実施することで、デジタル社会とグリーン社会の同時実現、さらにはグリーン成長を実現する」とある。(環境省資料 データセンターのゼロエミッション化・レジリエンス強化促進事業 事業目的より)

「ゼロエミッション化」、「レジリエンス強化」をターゲットに、「省エネ性能の向上」、「再エネ活用比率の向上」、「データセンターの地方分散立地の推進」に取り組む事業であると整理し、特に省エネ推進、再エネ活用比率の向上については定量指標による評価を検討する。



出所：NRI 作成

図 2.1-1 補助事業の目的と取組み課題の整理

2.2 評価指標の整理と課題への対応

令和3年度事業の評価に利用された定量指標と、既存の補助事業執行における課題について、前段で取り上げた省エネ性能、再エネ活用とその他のそれぞれの項目について整理した。

1) 評価指標の種類ごとの情報整理

【省エネ性能の評価指標】

表 2.2-1 既存の評価指標と課題整理(省エネ性能)

既存の評価指標	補助事業執行における課題
省エネによるCO2排出削減量	・ 消費エネルギーおよびCO2排出の削減量を算出するための適切な基準の設定(ベースラインの検討)
—(既存の指標外)	・ 事業の省エネ性能向上を評価するための上記以外の指標設定

出所：環境省、補助事業者、その他関連事業者へのヒアリングをもとにNRI作成

【再エネ活用の評価指標】

表 2.2-2 既存の評価指標と課題整理(再エネ利活用)

既存の評価指標	補助事業執行における課題
事業全体での再エネ率(証書購入を含む)	・ 再エネ率に組み入れ可能な証書の種類について定義が必要(特に、「追加性」についての議論が必要)
補助による新設再エネ比率	・ 再エネ熱利用について、再エネ比率として評価するための定義が必要
再エネ電源開発によるCO2排出削減量	・ 同上
—(既存の指標外)	・ (自社開発再エネの)自家消費と調達による再エネを分けて評価するための指標検討 ・ 上記に際して、利用可能なオンサイトの再エネ電源が限られる場合について考慮が必要

出所：環境省、補助事業者、その他関連事業者へのヒアリングをもとにNRI作成

【その他の評価指標】

表 2.2-3 既存の評価指標と課題整理(その他)

既存の評価指標	補助事業執行における課題
事業全体でのCO2排出削減量	・ 1)、2)における課題に準ずる
CO2削減コスト	・ 同上
—(既存の指標外)	・ 事業におけるビジネス性を評価するために投資回収年数の評価を検討

出所：環境省、補助事業者、その他関連事業者へのヒアリングをもとにNRI作成

2) 課題についての検討

本業務中では、抽出された各課題に対して、デスクトップ調査を中心としたファクトの整理をふまえて環境省との検討を実施した。主な要素として、証書における「追加性」とオンサイト電源の開発、再エネ熱利用の再エネ率評価等が挙げられる。

2.3 補助事業・政策に対する検討事項の抽出

指標の高度化に向けた各社へのヒアリングの中から抽出された、補助や事業の評価となる対象および政策自体に対する要検討事項について列挙する。これらについては、継続した議論が必要である。

- 再エネ熱利用のみではなく、データセンターの排熱利用について評価対象として設定や補助の対象とする検討が必要である。
- 再エネポテンシャルの高い立地においては、ビジネスの前提としてアクセス・電力・通信といった各インフラの整備が必要になる場合が多く、再エネ設備に関する補助のみではなくより広い視点での政策・支援の検討が必要である。
- イニシャルコストの問題で導入が難しい設備(再エネ設備、コンテナ型 DC 等)の導入に対する支援は、引き続き必要となる。

3 DC 普及・再エネ導入促進仮説の検証

通信インフラ投資や通信環境改善、さらにコンテナ型 DC のコンパクト化やコスト低減によって、DC の分散化や再エネ活用が拡大する可能性がある。

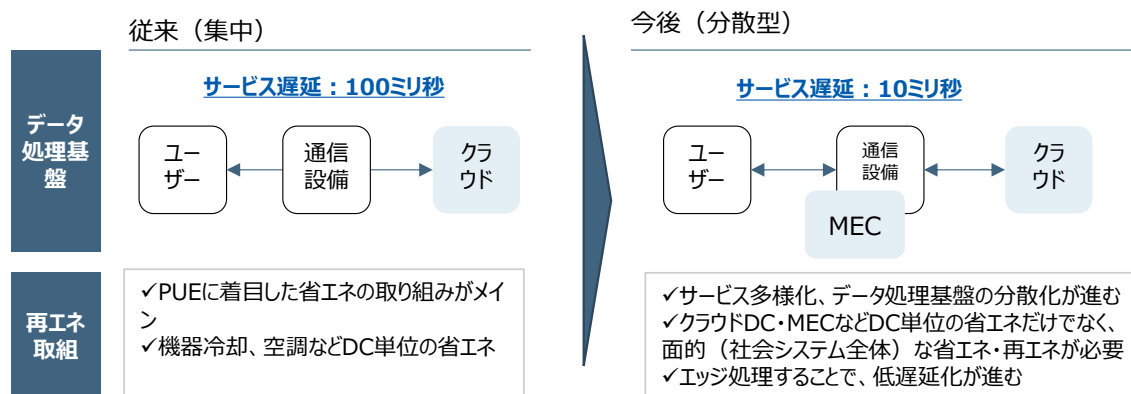
そこで、3つの普及シナリオを想定し、それぞれについて DC 事業者や潜在的な DC 事業者、および利用者へのヒアリングを行うことによって、普及促進に向けた課題や政策を検討する材料とする。

3.1 DC の普及シナリオ仮説とヒアリングによる検証結果

1) 通信事業者による基地局内エッジ DC、データ処理基盤の構築

<特徴>

- 通信事業者がエッジ DC を構築し、通信及びデータ処理基盤をサービスとして展開。
- 既に、通信事業者によるハイパースケイラーとの連携による基地局内にデータ処理基盤 (MEC) を設置し、低遅延化をサービスとして展開している例が見られ、今後普及拡大すると予想。



出所：NRI 作成

図 3.1-1 通信事業者による基地局内エッジ DC によるサービス展開

<ヒアリング結果の概要>

- 既に、通信会社やキャリアは、基地局や局舎にエッジサーバをおきサービスの展開を進めている。例えば、KDDI は Amazon と組んで展開など。
- また、地方には、インターネットに上げたくない機微な情報 (医療、顔など個人情報など) の需要が立ち上がりつつある。このため普及に向け地方における用途拡大がまずは肝要である。
- 次いで、地方基地局・局舎へのエッジサーバ設置支援を促すことを支援し、かつ電

力多消費企業に対する再エネ基準の設定などの政策支援が考えられる。その際、ネットワークセンター、ストレージ、計算能力を有するサーバを弁別した補助政策が望ましい。

また、再エネ導入を促すインセンティブ、さらに蓄電、DR 対応に対して税制優遇などインセンティブを促進する政策が考えられる。

2) 国内海底通信ケーブルの中継点における再エネ利用大型 DC の新設

<特徴>

- GAFAM や NETFLIX など次世代 GAFAM は、海外 DC と海底ケーブルを利用した頻繁な情報通信を前提としているため、国内においては海外からの海底ケーブルの終点到近接する地域において DC の立地ニーズが大きい可能性が高い。
- 例えば、秋田と北九州の間はミッシングリングになっており、山形、新潟、富山、鳥取などは、洋上風力の潜在需要が大きく、かつ国際海底ケーブルの終点および国内海底ケーブルの中継地であり、遅延なく情報通信を進めやすいと推定する。

<実施内容>

- 洋上風力の潜在再エネポテンシャルが高く、レジリエンス強度が強い地域で、かつ国際または国内海底通信ケーブルの終点・中継点となる地域は有望である。例えば、新潟、秋田などを選定し、導入可能性やその要件を整理する。

(インフラの立地状況 東京圏シェア)



(通信ネットワークの状況)



出所：総務省データセンター・海底ケーブル等の地方分散によるデジタルインフラ強靱化事業の説明資料

図 3.1-2 国内海底通信ケーブルの中継点（地方都市）における再エネ利用型大型 DC の新設

<ヒアリング結果の概要>

- ・ レイテンシーの問題がない通信インフラ環境を整備できれば、動画、ゲーム、会議などのリアルタイム動画の用途において普及する可能性がある。例えば、ゲームや映画、ビジネス会議等、低レイテンシーが要求される用途では、地方にも需要があり、地方にキャッシュサーバを置く可能性はある。

- 例えば、以下のとおり。
 - ✓ Amazon や Microsoft は、海拔やハザードマップなどレジリエンス基準もあるが、地方に DC があることにに対して抵抗はない、
 - ✓ Zoom は現在クラウドを使用していないためエッジサーバを活用する可能性がある。
- その際、通信事業者は、2030 年カーボンニュートラルを志向し、再エネを積極的に活用することを予定している。例えば、NTT グループは 2030 年 80%再エネを宣言済みである。
- 現在、周回海底通信ケーブルの中継点と、DC 事業の候補地、再エネ開発地点が必ずしも集約拠点となっているわけではない。通信事業の遅延性の改善を目的としたインフラ整備と相まって、再エネと適切に接続する方法・地点の選択が期待される。政策的にはその候補地や接続方法を支援することが考えられる。

3) 再エネ設備付コンテナ型 DC のモジュール化・低コスト化による展開

<特徴>

コンパクト・省スペース、短工期、秘匿性が高い情報を自社で管理可能、インクリメンタルに増設可能、無人なため保守コストが低い

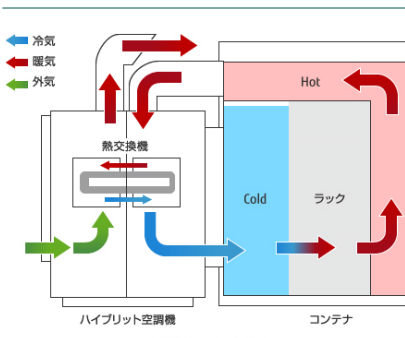
通信事業者によるエッジ DC 対応、自治体・警察、病院による医療情報、大学による科学技術計算等、需要地近接コンテナ型 DC の普及は、自社で管理したいニーズがあり、サーバの拡張版としてコンテナ型が有望である。

コンテナ型 DC (製品イメージ)



出所：日立製作所、NTTファシリティーズ

間接外気冷却コンテナ型 DC (熱交換の仕組み)



出所：富士通

図 3.1-3 再エネ付コンテナ型 DC の低コスト化・コンパクト化により DC の横展開

<ヒアリング結果の概要>

- メリットはいくつかある中で、最大のアピールポイントは、DC 需要に応じてインクリメンタルにサーバを増やすことができること、せいぜい半年程度の短工期であることである。また、無人なためランニングコストは安価である。

- 一方、最大の課題は、単価低減とそのため標準化、そのためには数百台を超える需要創出が必要である。建物型 DC とのコスト競争に勝つ必要がある。
- 欧米では、倉庫や撤退した Shopping Centre を利用したコンテナ型 DC 開発が従来から多く年間 200–300 台の市場である。それくらい売れるとコスト低減が見えてくる。このため標準化を推奨する政策、およびその標準モジュールの中に再エネ機器を組む政策が期待される。また、PUE 低下の推奨、コンテナ型普及に向けて別途 PUE 基準の必要性の検討価値があると考えられる
- また、地方に需要がある用途の開拓も課題である。東京や大阪と往復通信は遅い場合があり、地方のエッジ DC の価値が高まる可能性がある。現在、自治体や科学技術計算を行う大学・研究機関においても、コンテナ型 DC の商品認知はこれからである。
- 最後に、地方の通信回線が弱く、電力系統接続の問題はあり、地方への通信回線強化や適時適所で電力系統に接続できれば、時間差なく追加コスト少なく DC 事業を開始できる。

4 今後の課題と政策の方向性

1章の補助事業の課題の整理、2章の海外動向、さらに3章の3つの普及シナリオ仮説の検証ヒアリングを踏まえ、補助事業と普及シナリオそれぞれについて、課題と考えられる政策の頭出しを行う。政策については、支援策と規制の両面から考察する。

4.1 課題の頭出しと政策の方向性

1) 地域の再エネを活用した DC 補助事業

表 4.1-1 地域の再エネ活用 DC の課題と政策の方向性

再エネ利活用の課題	政策の方向性	
	支援策	制度
<ul style="list-style-type: none"> 再エネ熱利用の再エネ評価確立・周知(再エネ熱利用) 公共の除排雪事業との連携(再エネ熱利用) 熱利用の高度化(再エネ熱利用・その他) ※冬季の排熱利活用による収益貢献 再エネ導入後、さらに一定以上に拡大させるインセンティブが課題 蓄電池やオフサイト PPA を活用することで DC の再エネ利用機会を拡大する可能性があるが、コスト増のため普及が拡大していない。 	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ熱利用の評価方法の周知支援 DC 需要創出に対する補助設計(電力・通信コストの低減策) ※条件に地域再エネの利活用 温熱利用への補助拡大 ※再エネとの連関は間接的 再エネ率(証書以外)が一定以上に対して特別補助 蓄電池やオフサイト PPA による再エネ利用機会支援 PV・蓄電池組み込み型コンテナ等、再エネ利活用・省エネに資する製品の優遇・補助 	<ul style="list-style-type: none"> 新規の DC には、海外の事例に見られるように、余剰熱の利用可能性の調査を義務化すること、あるいは蓄電・蓄熱機能を求めることが考えられる 再エネ率(証書以外)を一定以上の規制導入(要コスト分析)

2) 仮説に応じた課題と政策の方向性

表 4.1-2 仮説に応じた課題と政策の方向性

	再エネ利活用の課題	政策イメージ	
		支援策	制度
基地局 MEC	<ul style="list-style-type: none"> レイテンシーの問題がない地方エッジサーバを整備できれば動画、ゲーム、会議などの用途の可能性がある。これらの用途開拓が最大の課題。 	<ul style="list-style-type: none"> 地方基地局・局舎へのエッジサーバ設置支援 ネットワークセンター、ストレージ、計算能力を有するサーバを弁別した補助政策 再エネ導入を促すインセンティブ、さらに蓄電、DR 対応に対して税制優遇などインセンティブ 都市部の MEC ではなく、地方都市へ MEC を構築するインセンティブ制度が望ましい 	<ul style="list-style-type: none"> 通信事業者など電力多消費企業に対する再エネ基準の設定
海底ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> 総務省、経産省中心に大規模通信インフラ投資、特に日本海側の海底通信ケーブルの敷設の議論が進んでいる。 再エネ賦存量が大きいエリアとリンクしたより具体的なサイト設置の可能性は要検討 	<ul style="list-style-type: none"> 国内の周回海底ケーブルの中継地誘致に、再エネ賦存量が大きいエリアや都市に誘導、さらに中継都市地点と、再エネ開発地点、DC 拠点の通信・電力の連系を支援する 	<ul style="list-style-type: none"> —

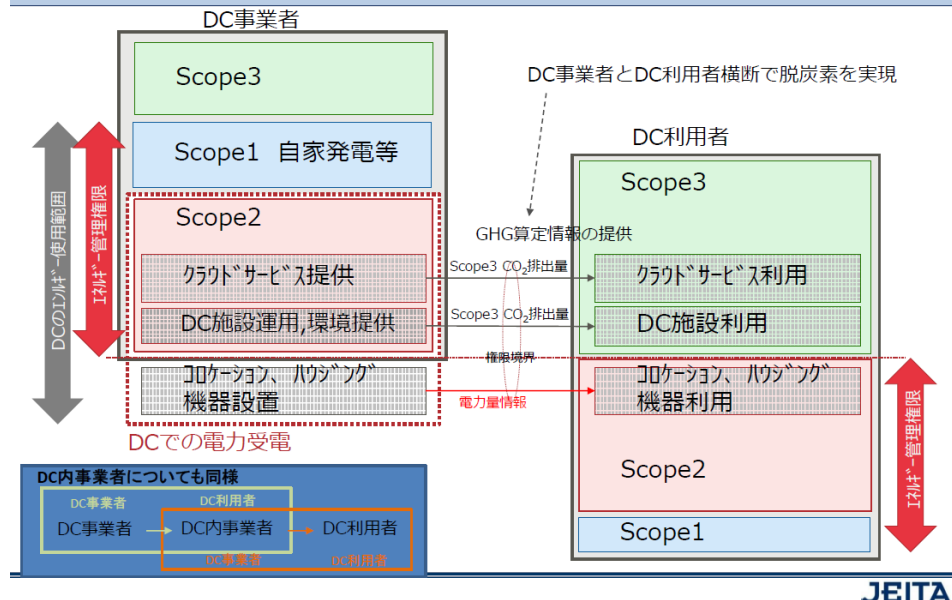
<p>コンテナ型</p>	<ul style="list-style-type: none"> コストダウンによる数100台以上の需要創出、そのための標準化を推奨する政策 	<ul style="list-style-type: none"> PV・蓄電池組み込み型コンテナ等、再エネ利活用・省エネに資する製品の優遇・補助 標準パターンの創出し、量産効果による原価低減を促進する コンテナ型 DC の需要創出に向けたプロモーション支援、例えば、地方自治体や研究機関等へ説明会支援 PUE 低下の推奨、コンテナ型普及に向けて別途 PUE 基準の必要性要検討 	<ul style="list-style-type: none"> 標準パターン再エネモジュールの組み込み規制
--------------	---	--	---

3) 共通課題と政策の方向性

JEITA が、スコープ 2 およびスコープ 3 を視野に DC 事業者と DC 利用者に対し、考え方の指針を提案している。確定的な方針ではないが、今後 DC 事業者と DC ユーザーの両者において、スコープ 2 や 3 を視野に入れた責任所在が重要になる可能性が高いと思われる。JEITA の方針に基づくと、DC 事業者や DC 利用者に対する責任範囲は具体的には以下の通り。

- DC 事業者は、DC のサービス形態によって CO2 削減の責任が異なってくる。
 - 例えば、スコープ 2 を視野に入れた場合、クラウドサービスはエネルギーの管理権限を有しているため管理責任範囲となる。一方、コロケーションやハウジングサービスは DC ユーザーが管理しているため責任範囲ではない。
- DC 利用者は、利用する DC のサービス形態や、スコープ 2 とスコープ 3 の場合によって責任が異なる。
 - 例えば、スコープ 2 の場合、コロケーションやハウジングを利用すれば、DC 事業者から電力量情報を入手し管理報告する必要がある。
 - 例えば、スコープ 3 の場合、クラウドサービスや DC 施設による CO2 排出量に関する情報を入手し管理報告する必要がある。

IV. 3) JEITA提案を含む全体概要図



出所：データセンターの活動により排出される CO2 の扱いに関する提案 2021 年 5 月

図 4.1-1 JEITA 提案による DC 事業者と DC 利用者の責任範囲

- DC利用者は、スコープ3の場合は、DCのクラウド利用であってもCO2排出量の責任があることの認識は金融機関やRE100に登録している企業などを除きこれからであると思われる。このため今後の政策の方向性としては、例えば以下が考えられる。
 - 自治体に対し、スコープ3を視野にクラウド利用におけるCO2排出量の責任があることを認識強化し、再エネ利用を促進する施策を検討する。
 - DC利用者によるクラウド利用時に、サービス形態の適切な組み合わせや再エネ利用の最大化を促進するロジック開発をすることで最適なサービス提案をすることは価値がある可能性もある。

論点

施策の例

<p>DC事業者のGHG排出削減を促す (再エネ利用によるGHG削減効果の定義)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー使用量(クラウドサービス提供またはDC施設運用、環境提供などの使用量・使用時間)や再エネ使用状況の計測方法(使用量や使用時間など詳細化方法) 	<ul style="list-style-type: none"> • DCのクラウドサービス事業者に対し、CO2排出量を見える化し、DC利用者に情報提供する体制構築を促す施策
<p>DC利用者におけるGHG Scope3削減に訴求 (利用者による再エネDC利用促進)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • コロケーション、クラウド、DC施設利用などの組み合わせ利用と、再エネ(Scope2,3観点)のベストミックス利用の可能性。 • AIなど利用による再エネ率の最大化ロジックの開発の可能性。 	<ul style="list-style-type: none"> • スコープ3の場合、クラウド利用に伴いCO2排出量に関する情報を入手し管理する必要があるが、金融機関や一部の大手企業のみでの認識にとどまっており、自治体など大半の利用者はこれからである。 • 自治体のゼロカーボンシティの検討の際、クラウド利用に伴うCO2排出量の見える化と再エネ利用を促す施策。

出所：NRI作成

図 4.1-2 JEITAによるスコープ2およびスコープ3へのアプローチの対応上の論点

- 再エネ賦存量が多い特定エリアと中継点や DC 拠点を適時適所で連携支援することが考えられる

- 日本海側の周回海底通信ケーブルの敷設において、日本海側の秋田から北九州までがミッシングリンクである。中継都市の選定とその都市における DC の拠点化が今後進められる。
- 中継都市において、再エネ開発地点（ポテンシャル）と DC 拠点を適時適所で連携支援が考えられる

5-2. 今後のアクション（海底ケーブルの敷設）

- 現在敷設されていない日本海側の国内海底ケーブルも整備し、東京圏以外のデータセンターやIXの地方立地も相まって、以下の課題に貢献。
 - データ・トラフィック急増への対応のために必要な**基幹通信網を增強**
 - 陸上伝送路と合わせて冗長性等を向上し、**他経路の障害発生時にも「途切れない」通信環境の推進**
 - **地方DC拠点の新設、既整備エリアへのDC等立地促進と連動した地方のデジタル実装の加速**
- また、国際海底ケーブルの接続状況等も踏まえつつ、太平洋側の国内海底ケーブルの増設等、デジタル基盤を整備することで地方における先導的なデジタル実装の取組を強化。



出所：経済産業省デジタルインフラ（DC等）整備に関する有識者会合（2022年1月）中間報告より抜粋

図 4.1-3 国内周回海底ケーブルの中継点とミッシングリンク