



インフラ化するデータセンター（DC）と 脱炭素化社会に向けての課題

株式会社H&Sエナジー・コンサルティング パートナー

石丸 美奈

目次

- | | |
|------------|----------------|
| 1. DCの現状 | 4. DCと環境問題 |
| 2. DCと電力消費 | 5. グリーンDC化への手法 |
| 3. DCと省エネ | 6. DCをめぐる今後の課題 |

2019年は、国内で、事業者によるデータセンター（DC）新設が延床面積ベースで10万㎡超と建設ラッシュの年になるという¹。2018年末時点での延床面積の合計が219万㎡強なので、1年で5%近くの増加になる。中でもAmazon Web Service (AWS)、Google Cloud Platform (GCP)、Microsoft Azure等のクラウドコンピューティングサービス（後述）を提供するグローバル企業によるDC拡張が牽引役となり、超大規模DC（サーバー²室面積5,000㎡以上）の延床面積ベースでの年間平均成長率（2018～23年）は7.4%と予想されている。こうしたDCでは膨大なデータの高速かつ高度な処理に必要な消費電力も増加するため、電力容量ベースでの年間平均成長率は面積ベースよりも高い11.5%になるという³。

1. DCの現状

DCとは、サーバーなどのIT機器を設置・収容し、これを24時間365日安定的に運用できるよう、電力供給、通信・ネットワーク、温度・湿度、セキュリティなどの環境を厳重に管理するための、様々なサービスが提供される施設を言う。

すでに、あらゆる企業活動や市民生活を支える基盤としてAI（人工知能）、IoT（モノのインターネット）、ビックデータ（BD）分析、FinTech⁴、などのデジタル技術は現代社会に不可欠なものとなっており、日々、多種多様なデバイスから大量のデータトラフィック（流通）が発生している。米IT大手Ciscoは、世界のデータ流通量（IPトラフィック⁵）が今後5年間（2017～22年）で3倍に増加すると予測しており、これは年平均成長率で26%にあたる。急増するデータを保管・処理するDCは、今や電気、ガス、水道、

1 日本経済新聞2019年4月17日付プレスリリース「IDC Japan、国内データセンター延床面積予測を発表」
https://www.nikkei.com/article/DGXLRSF507898_X10C19A4000000/

2 ユーザーから求められる機能を果たす高性能のコンピュータ。例えばWebサイト表示に必要なWebサーバー、メールの受送信に必要なメールサーバー、データベース管理をおこなうデータベースサーバなど。

3 IDC Japanプレスリリース、2019年4月17日

4 ITと金融を結びつけた様々なイノベーション

5 IPはインターネット上でのデータ通信の方法を定めた規則で、IPトラフィックはIPアドレス（宛先）間で一定時間内にやりとりされるデータ量を指す。

交通などに匹敵する、データ社会に必須のインフラとなっている。

近年、DCが巨大化する契機となっているサービス形態に「クラウドコンピューティング（以下、クラウド）」がある。クラウド事業者は、インターネットなどのネットワークを経由して、ユーザーが必要な時に必要な分だけ必要なサービスを提供する。ユーザーにとってのクラウドサービスのメリットは、サーバーやソフトウェアをいちいち購入する必要がないこと、ニーズに合わせて柔軟な利用ができること、システム構築などの時間が短縮できること、ハードウェアを管理する必要がなくメンテナンスフリーになること、などが挙げられ、その利用は爆発的に拡大している。

2. DCと電力消費

DCの電力使用量は世界全体の電力消費の約2%にのぼり、年間10%ずつ増大していると言われている。富士経済がおこなった、国内の施設ストック数やエネルギー消費量の多い業務施設7分野50業種のエネルギー消費に関する調査によると、施設別で年間の1施設当たりのエネルギー消費量（平均）が最も多いのはDCとなっている。

近年の大型DCは30～40MW規模で、100MW規模のものも出現している。Facebookがアジアで初めて、シンガポールに建設を予定している11階建てのDCは、最終的に170MW規模になるとされている。京浜工業地帯の石油コンビナート施設が20MW程度ということを考えると、如何に巨大化しているかが分かる。

IT機器は大量の熱を発生させるが、こうした熱により機器の性能は劣化し、寿命が短

（図表 1） 1施設当たりのエネルギー消費量のランキング

（1GJは277.78kWh）

順位	施設名	エネルギー消費量(GJ)
1	データセンター	97,629
2	シティホテル	84,713
3	病院	21,063
4	GMS(総合スーパー)	17,535
5	コールセンター	11,197
6	スーパー銭湯	9,881
7	ビジネスホテル	8,341
8	家電量販店	6,566
9	冷蔵倉庫	5,914
10	介護老人福祉施設	5,659

（出所）富士経済「2018年版 業務施設エネルギー消費実態調査」2018年7月18日を筆者加工

くなる。そのため、安定して高いパフォーマンスを継続させるためには強力な空調システムで冷却し続けなければならない。DCの消費電力の実に4割は冷却に使われている。従って、DC事業者にとって省エネ（電力使用量の抑制）とエネルギー利用の効率化は、ビジネス上のコスト削減のために必須である。

3. DCと省エネ

DCの電力使用量削減には、設置場所を寒冷地域とし、自然のエネルギーを活用した冷却システムでの省エネが効果的となる。

2016年9月、青森県六ヶ所村で操業を開始した青い森クラウドベース社の「寒冷地型エクストリームデータセンター」では、間接外気空調方式に加えて、夏季には雪氷冷房を活用することでエアコンの利用をやめた。また、その他の最新技術の導入により、PUE⁶は1.2

6 PUE (Power Usage Effectiveness) とはDC全体での使用電力量を、本来のデータ処理業務を行うIT関連機器で使用する電力量で割ったもの。値が1に近いほど無駄のない（空調や照明などに余計なエネルギーを使わない）高効率なDCであることを示す。

(図表 2) 海中に沈められるMicrosoftのコンテナ型D C



(出所) Microsoft Project Natick
<https://natick.research.microsoft.com/>

と極めて高効率なエネルギー運用に成功している。また、2018年1月に新潟県長岡市に開設されたデータドック社「新潟・長岡データセンター」は六ヶ所村のD Cと同様の間接外気冷房と雪冰冷房を導入しているが、排熱をD Cに隣接して設置した植物工場での水耕栽培や水産養殖に有効利用するところに特徴がある。

海外では寒冷な気候の北欧で、比較的再エネが調達し易い地域への設置が増えているが、D Cの水中設置を試みるプロジェクトもある。Microsoftが推進する「Project Natick」では、コンテナ型のD Cを海中に設置し、海水で継続的に冷却する研究を2013年から続けている。世界の主要な人口密集都市の約半分は海の近くに位置していることから、こうしたD C需要地のそばに設置可能な省エネ・環境配慮型のD Cを開発するのが目的である。陸上でのD C建設には2年程度⁷はかかるのに比べ、約90日間と短期間で構築できるのも利点だ。

2018年6月から始まった第二段階の実証実

験では、スコットランドのオークニー諸島沖に、864台のサーバーと記憶容量27.6ペタ（ペタは1,000兆）バイト分のハードディスクが搭載された、長さ12.2メートル、直径2.8メートルの円筒形のD Cを海中に沈め、数年間状況を観察する。処理能力は高性能パソコン数千台分、記憶容量は映画500万本分に相当するという。使用する電力（240kW）は全て周辺の太陽光や風力由来の再エネで賄い、CO₂フリーのゼロエミッションD Cとなる。

4. D Cと環境問題

石炭、石油・ガス、電力といったエネルギー業界や製造業などに比べればクリーンなイメージがあり、地球温暖化問題や温室効果ガス排出についての風当たりは比較的弱かった大手I T関連企業だが、オランダのアムステルダムに本部を置く国際環境NGOのGreenpeaceが2010年から発表を始めたD C・I T事業者の環境配慮および持続可能性についての調査⁸

⁷ 海外での目安で、日本では3～5年程度といわれている。

⁸ 2010年3月のGreenpeaceレポート“Make it Clean : Cloud Computing and its Contribution to Climate Change”では、世界のクラウドコンピューティングによる総電力消費量が、すでに2007年現在で、世界の国別ランキング4位の日本と5位のインドの間に位置する規模になっていることが明示されている。ちなみに1位米国、2位中国、3位ロシア、6位ドイツ、7位カナダ、8位フランス、9位ブラジル、10位英国の順。

(図表3) 主な米国IT関連企業が、事業活動で使用する電力を100%再エネで調達する旨を表明した時期



(出所) Greenpeace “Clicking Clean: Who is winning the race to build a green internet?”, 2017

を大きな契機として、使用電力の100%を再エネで賄うDCの「グリーン化」に着手し始めた。

とりわけ同NGOの2012年4月のレポート“How Clean is Your Cloud”では、主要な米国のウェブサービス提供企業各社を、使用する電力の再エネ比率・情報開示・調達に係る環境配慮、エネルギー効率や温室効果ガス削減等のGreenpeace独自の基準で評価し、評価の低かったApple、Microsoft、Amazonなどにネガティブキャンペーンを行った。その後、Googleを含むグローバルなIT関連企業は、相次いで自社事業に必要な電力を100%再エネで賄う方針を明確化している⁹。

こうした素早い方針転換の理由の一つに、IT企業はソリューション提供をビジネスとしており、クリエイティブなブランドイメージを大切にしていることがある。高まるユーザーのエネルギーや地球環境問題に対する関心や懸念には先進的に取り組んでゆくことが企業の成長戦略とも重なる。他方、ユーザー

の期待を裏切るとはブランドイメージにとっての打撃となり、グローバル競争に勝ち残れないという背景がある。

これに加えて太陽光や風力など再エネによる発電コストが急速に低下しており、①その積極的な導入で事業の採算性が向上すること、②安価な再エネ電力の調達を長期契約で確保しておくことは、将来の化石燃料による電力コスト上昇に対するリスクヘッジになること、などの理由もある。

三大メガクラウドサービス事業者¹⁰の一家であるGoogleの2017年の年間電力使用量は76億kWh（但し、持株会社Alphabet Inc.の数字）で、同年に自社の業務に使用する電力を100%再エネで賄う「RE100¹¹」の目標を達成した旨を発表している。同社は米国に9、チリに1、欧州に5、シンガポールに1、台湾に1と、世界18カ所に自社DCを所有しており（2019年7月5日現在）、日本では千葉ニュータウンに日本初の自社DCを建設する予

⁹ 但し、Amazonは同社のクラウドサービス部門のAWSの運営のみ。

¹⁰ 残りの2社はAmazonとMicrosoft。

¹¹ RE100は企業の事業活動に必要なエネルギーを100%再エネで賄うことを目標とする国際的な環境イニシアチブで、2019年7月5日時点で世界185の企業が参加。Amazonは未参加。

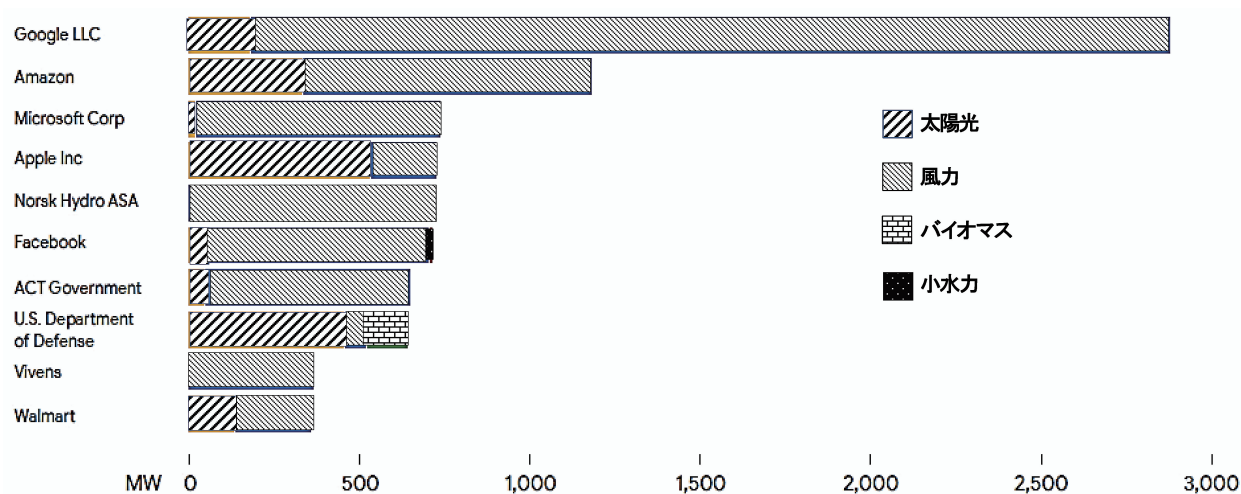
(図表 4) オランダ、エームスハーフェンのGoogleのD C全景



(出所) Google Webページ

<https://www.blog.google/outreach-initiatives/environment/meeting-our-match-buying-100-percent-renewable-energy/>

(図表 5) 事業者別再エネ電力調達の内訳 (2017年末現在の累計、単位MW)



* データソースはBloomberg NEF

(出所) Google “Google Environmental Report 2018” を筆者加工

定になっている¹²。

北海に面し、風況のよいオランダ、エームスハーフェンで2016年に運用を開始したD Cは、Googleにとって世界で初めて、操業当初から再エネ100%が達成されたD C施設で、近隣の風力発電所3か所と太陽光発電所1か所から合計で129MW分の電力を購入している。

Google所有のD CはPUE (脚注6 参照)の平均が1.11と業界の平均値である1.58を大きく下回る。空調や照明など、I T機器以外での使用電力量がD C全体での電力使用量の1割ほどと圧倒的に高効率な運用が徹底されている。同社は2017年末までに3GWに達する再エネ電力の購入契約を締結しているが、これ

12 現在、既に東京と大阪にあるD Cは自社所有ではなく、D C事業者の施設を借りている。

は企業としては世界最大で、2位のAmazonの2倍以上、Microsoft、Apple、Facebookなどの4倍近い規模になっている。

5. グリーンDC化への手法

DCで再エネ100%を達成するための電力調達手段には、①自社の敷地内または近隣に再エネ発電設備を備え自家消費、②グリーン電力証書など環境価値を持つ証書を購入、③再エネ発電事業者と相対で長期の電力購入契約（Power Purchase Agreement, PPA）締結、④電力会社の「グリーン電力プラン」を契約、などがある。

まずは敷地内や近隣での太陽光、風力、バイオマス、小水力発電など、地域の再エネ発電施設から使用電力が全て賄えれば理想的だが、これは極めて難しい。最も簡単なのは証書のみを購入により、使用電力を再エネ由来であると見なすことだが、これでは新規の再エネプロジェクトの開発とは直結せず、本当の意味で再エネの普及・拡大とCO₂削減・脱炭素化につながるとは言い難い。すでに欧米の大手IT企業は、自前での再エネ調達比率を高めるよう方針を切り替えており、そこで活用されているのが③のPPAを使った仕組みや、④の電力会社との協働による調達電源の実質的な再エネ化である。

電力の卸市場も小売市場も自由化されているEUや米国の一部の州¹³では、DC事業者は再エネ発電事業者と長期のPPAを締結して、電力とその環境価値を証明するグリーン証書をセットで調達する（Bundled PPA）。PPAは固定価格買取制度（FIT）の代替となる性格のもので、再エネ事業者は需要家により、固定価格での長期電力買取が保証される

ため、再エネ事業の開発が進めやすくなる。

他方、電力の小売りが自由化されていない米国の州では、DC事業者は地域の特定の電力会社から電力を購入しなければならない。再エネ由来100%の電力調達ができない。そこで、例えばGoogleは、建設予定のDCと同一の送電網に接続される再エネ発電事業者の新規発電プロジェクトとの間でPPAを結び、固定価格で電力を買い取るが、これは地域の卸市場で売却（変動価格）し、グリーン証書を保持する。実際に使用する電力は地域の電力会社から購入し、DCでの電力消費量に応じて証書を償却する、といった手法を採る。こうすることで、単なる証書を購入という名目的なものではなく、自社のDCが、契約先の再エネ電力を名実ともに使用したと見なされる状況を作るとともに、新たな再エネ電源の追加（additionality）と事業活動地域でのCO₂削減に寄与できる。しかし、こうしたスキームではDC事業者は電力価格の変動リスクを負うことになるし、電力関連の専門的なノウハウも必要となり、誰もが採用できるわけではない。また、卸市場に規制があり、小売も自由化されていない地域では導入できない。

そこで、DC事業者が地域の電力会社と協調し、同社の管轄地域での新規再エネプロジェクト開発を間接的に支援することで、Win-Winの関係となるアプローチも取られている。これはDC事業者がDC建設にあたり、その電力需要を賄うための再エネ発電プロジェクトを支援するために、地域電力会社と長期にわたるグリーン電力用の料金プラン契約を結ぶものだ。電力会社は当該再エネ発電会社とPPAを締結し再エネ電力を調達するが、

13 イリノイ、オハイオ、コネチカット、テキサス、デラウェア、ニュージャージー、ニューハンプシャー、ニューヨーク、ペンシルバニア、マサチューセッツ、メイン、メリーランド、ロードアイランドの13州

すでにその販売先は決まっており、電源開発の負担なく、長期大口需要を確保できる。再エネ発電会社は間接的にD C事業者の長期買取保証を受ける形となり、プロジェクトを推進できる。D C事業者は電力会社を通じてグリーン証書と安定した電力調達が可能となる。地域にはD C新設による雇用と、再エネ発電所が増え、地域経済にも環境にも恩恵が及ぶ。

例えば、Appleがネバダ州で建設するD Cのために電力会社NV Energyと結んだ「グリーン電力プラン」による契約を間接的な裏付けとし、NV Energyに再エネ電力を売却している「Turquoise Nevada太陽光発電所」(50MW)は、米Estuary Capital Advisorsと米州住友商事会社が共同開発したプロジェクトである。

6. D Cをめぐる今後の課題

10年前、Greenpeaceから環境配慮の視点の欠如について糾弾されたクラウドサービス事業者やD C事業者が、現在では、事業の持続可能性と地域環境負荷低減の観点から、再エネの普及と脱炭素社会構築に向けて積極的に活動している象徴的な事例が、大西洋岸パイプライン (Atlantic Coast Pipeline) 建設に対する反対運動だ。

米ヴァージニア州北部は100を超えるD Cが集中し、世界のインターネットトラフィックの70%が経由すると言われ、「データセンターヴァレー」とも称されている。増大するD Cなどからの電力需要に応えるために、同

州最大の電力会社Dominion Energyが中心となって、ウェストヴァージニア州、ヴァージニア州、ノースカロライナ州を結び、フラッキングによる天然ガスを運ぶ長さ970メートル、事業規模70億ドルのパイプライン建設プロジェクトに着手しているが、本来はその最大の顧客となるはずのAmazon (AWS)、Microsoft、Apple、Equinix (米大手D C事業者) などが、再エネによるクリーンな電源を求め、環境保護団体などと並んで、抗議活動をおこなっている¹⁴。

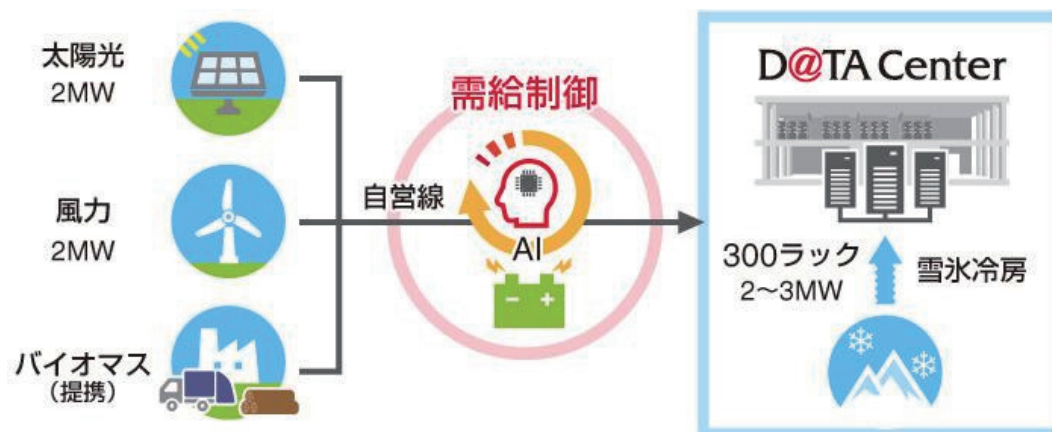
しかし、こうしたD C電源の再エネ化への努力が進みつつある一方で、D C産業が行う仮想通貨のマイニングに疑念の声が上がっている。仮想通貨は、ネットワーク上に分散・保持されるブロックチェーン (取引台帳) に全取引が記録されることにより、正確さと信頼性を保っている。取引データを承認する作業は「マイニング」(採掘) と称され、取引が行われるたびに取引データのブロックを世界中の企業や個人ユーザーが計算し、最も早く計算に成功した者に対して報酬としての仮想通貨が新規発行される。計算能力の高いコンピュータがあれば報酬を得られる確率が上がるため、市場の成長とともに競争が激化している。

現在、マイニングは巨額の設備投資をした高性能なD Cを持つ限られた事業者間での競争となっている。こうしたD Cは膨大な電力を必要とするため、水力や石炭による安価な電力を利用できる中国やアイスランドなどに集中しており、約7割を中国勢が占めている¹⁵。

14 ただし、Greenpeaceのレポート“Clicking Clean Virginia—The Dirty Energy Powering Data Center Alley” (13 Feb. 2019) では、世界最大かつヴァージニア州最大のクラウド事業者であり、Dominion Energy最大の顧客であるAWSが、2014年末に再エネ100%を目指すと言っているにもかかわらず、同州におけるD Cの消費電力が3倍になっているのに見合うだけの再エネ投資をしていない旨を厳しく批判している。

15 中国政府は犯罪の温床となり、環境にも負荷を与え、リソースの無駄使いである等の理由でマイニングの禁止を検討していることが2019年4月に明らかになっている。日本経済新聞2019年4月10日付主要金融ニュース「中国、仮想通貨の採掘禁止を検討」<https://www.nikkei.com/article/DGXMZ043573790Q9A410C1EE9000/>

(図表 6) 100%再生可能エネルギー ゼロエミッション・データセンター構想



(出所) 京セラコミュニケーションシステム株式会社プレスリリース 2019年1月7日

中国でマイニングのメッカとなっている内モンゴルでは石炭由来の電力が、四川省では水力由来の電力が使われているが、四川省では雨季と乾季があり、乾季の渇水時には石炭火力発電等によるバックアップが必須で、いずれにせよ環境には大きな負荷がかかる。他方、寒冷地であり、地熱、水力と再エネの宝庫であるアイスランドでは、2018年の大規模DCによる電力使用量が前年の2倍に増加し、今年はさらに50%近くの増加が見込まれている。このような状況下、マイニングは国の資源の無駄遣いであり、電力はEV等の社会に不可欠となる分野の電力源として確保しておくべきという批判の声が上がっている。

日本では、今年1月に京セラコミュニケーションシステム（京都府）が、2021年に北海道石狩市に「100%再生可能エネルギー ゼロエミッション・データセンター」を開設すると発表した。電源自体を100%再エネにするグリーンDCで、太陽光、風力、木質バイオマスで発電した電力を自営線で結び、発電所から直接供給し、電力の需給バランス制御のために、再エネ、蓄電池、需要をAIで制御しながらDCを稼働する。冬に貯めた雪でサー

バルームを冷却する冰雪冷却の設置も予定している。再エネ発電施設から直接供給する電力で稼働する再エネ100%のDCは日本では初めての試みとなる。

これまで国内市場が閉鎖的で、新規DCインフラの整備が遅れている日本では画期的な施設であるが、欧米の趨勢とは大きな隔りがある。海外勢の日本市場への参入が活発化し始めた今、今後の我々の経済・社会システムを支えるDCが、脱炭素社会構築に向けてどのような役割を果たせるのか、熟考が必要となる。