



公益財団法人

自然エネルギー財団

RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

■ 先進企業の自然エネルギー利用計画（第10回）

Google

自然エネルギーの電力購入量が世界最大 すべての時間帯で100%達成を目指す



1. 自然エネルギーの利用方針と導入計画

いまやインターネットを利用している人口は全世界で 40 億人に達した。その大半の人たちが Google のサービスを利用している。Google の中核事業である検索サービスをはじめ、メールサービスの Gmail、地図情報サービスの Google マップ、動画配信サービスの YouTube などが、多くの国で日常生活に浸透している。

これらのサービスを提供する中核になるのが、世界 16 カ所にある大規模なデータセンターだ。大量のコンピュータや通信機器が 1 日 24 時間、年間 365 日にわたって稼働し続ける。それぞれの機器から発生する熱を抑えるために、強力な空調システムが欠かせない。データセンターが消費する電力量は膨大で、サービスの利用者が拡大するのに伴ってますます増えていく。

Google が全世界で使用する電力量は 2017 年に 76 億 kWh（キロワット時）にのぼり、前年から 20% 以上も増加した。今後も増え続けることは確実である。気候変動の抑制が求められる中で、電力使用量の増加を可能な限り抑えるとともに、CO₂（二酸化炭素）を排出しない自然エネルギーの電力に切り替えることが、Google の事業を持続可能なものにするうえで重要な取り組みになっている。

企業名	Google LLC（持株会社：Alphabet Inc.）
拠点数	データセンター16カ所など
電力使用量	76億キロワット時（2017年、Alphabet Inc.全体） 米国：55億キロワット時 その他：21億キロワット時
自然エネルギー電力の利用率	100%（2017年から）
売上高	1368億ドル*（2018年） 米国：633億ドル 欧州・中東・アフリカ：446億ドル アジア・太平洋：214億ドル カナダ・南米：76億ドル
社員数	9万8771人 （Alphabet Inc.全体、2018年12月31日時点）
主要事業	オンライン広告（検索サービス、ソフトウェアなど） 家電製品（スマートフォン、スマートスピーカーなど）

* Google以外のAlphabet傘下の企業の売上高（6億ドル）を含む

表 1. Google の概要

Google が事業で使用する電力を自然エネルギーに切り替え始めたのは 7 年前の 2012 年である。それ以来、2017 年までに世界各国で 3GW（ギガワット＝100 万キロワット）にのぼる自然エネルギーの電力購入契約を結んできた。米国の有力な調査機関である Bloomberg NEF によると、Google の自然エネルギー電力の購入契約量は企業としては世界最大で、第 2 位の Amazon の約 2.5 倍の規模がある。

こうして意欲的に取り組んだ結果、2017年には自然エネルギーの電力購入量が全世界の電力使用量と同じになって比率が100%に達した(図1)。2018年以降も電力使用量の増加に合わせて購入量を増やし、100%を維持していく方針だ。CO2を排出しない自然エネルギーの電力を100%使い続けることで、今後の事業拡大に伴うCO2排出量を抑制できる。

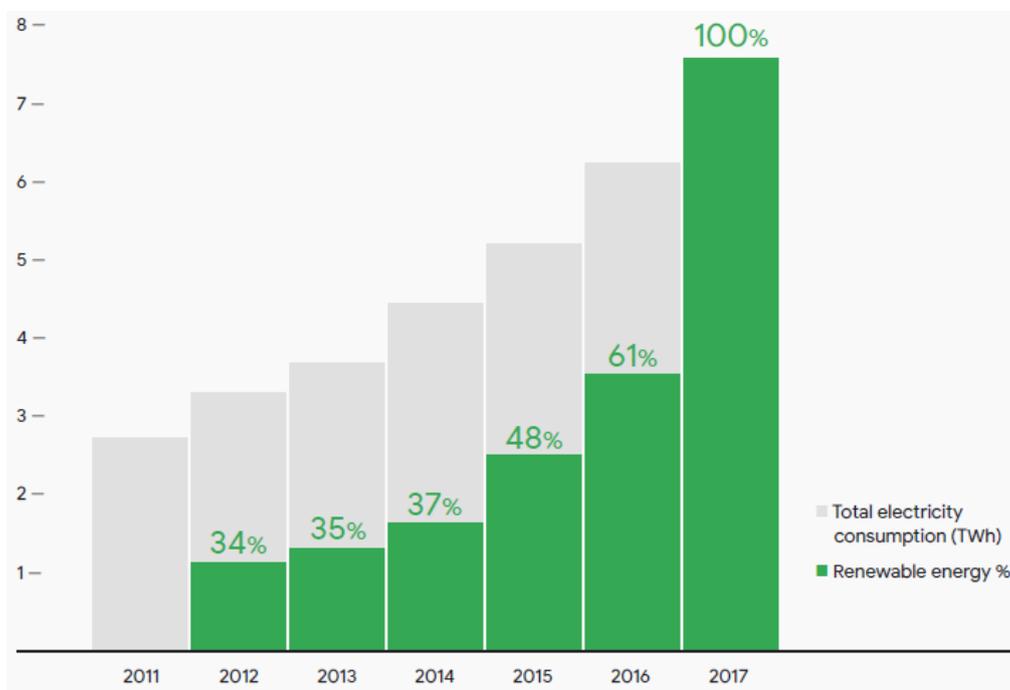


図1. Googleの電力使用量(灰色)と自然エネルギー(緑色)の比率
単位: テラワット時 (=10億キロワット時)。出典: Google

Googleのデータセンターは米国に8カ所、欧州に5カ所、南米チリに1カ所あり、アジアでは台湾とシンガポールに1カ所ずつある(図2)。それぞれの地域において、最も低コストで環境負荷の低い自然エネルギーの電力を契約するのが基本だ。大半は風力発電だが、米国内を含む一部の地域では太陽光発電の電力も購入している。

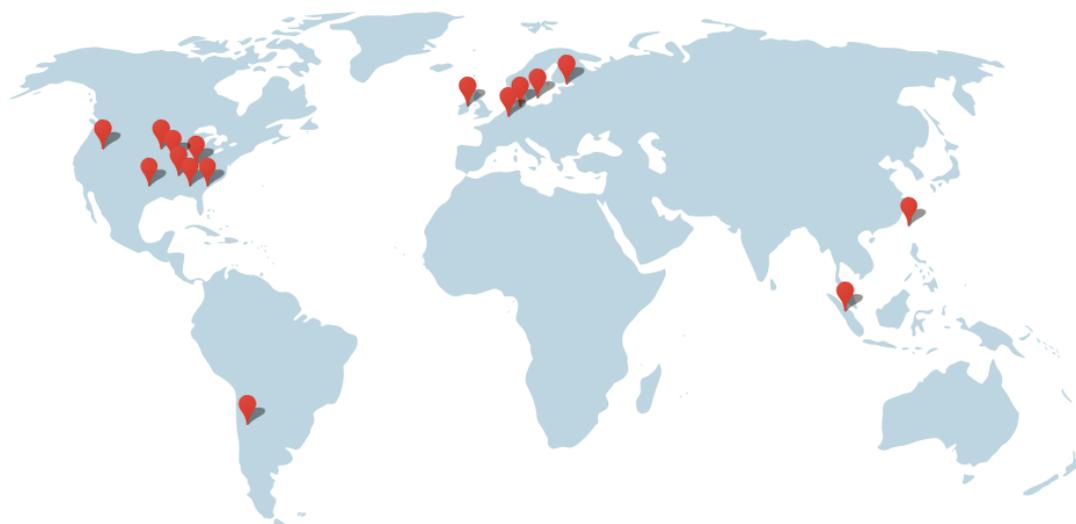


図2. Googleのデータセンターの所在地。出典: Google

例えばオランダで 2016 年に運用を開始したデータセンターでは、近隣の風力発電所 3 カ所と太陽光発電所 1 カ所から、合計 129MW（メガワット=1000 キロワット）の電力を購入している（写真 1）。このデータセンターは風況の良い北海に面していて、一帯は風力発電に適した場所である。Google が欧州に建設したデータセンターの中で初めて自然エネルギーの電力を 100%利用できるようになった。



写真 1. 風力発電と太陽光発電の電力を使用するオランダのデータセンター。出典：Google

南米で唯一のデータセンターがあるチリでは、巨大な太陽光発電所と契約を結んだ（写真 2）。データセンターが使用する電力の 100%に相当する 80MW 分を購入している。南太平洋に面したチリは日射量が世界最高レベルにある。この太陽光発電所の設備利用率（最大出力に対する平均発電量）は 23%に達して、日本のメガソーラーの平均値（約 16%）をはるかに上回る効率の高さである。



写真 2. チリのデータセンターに電力を供給する太陽光発電所。出典：Google

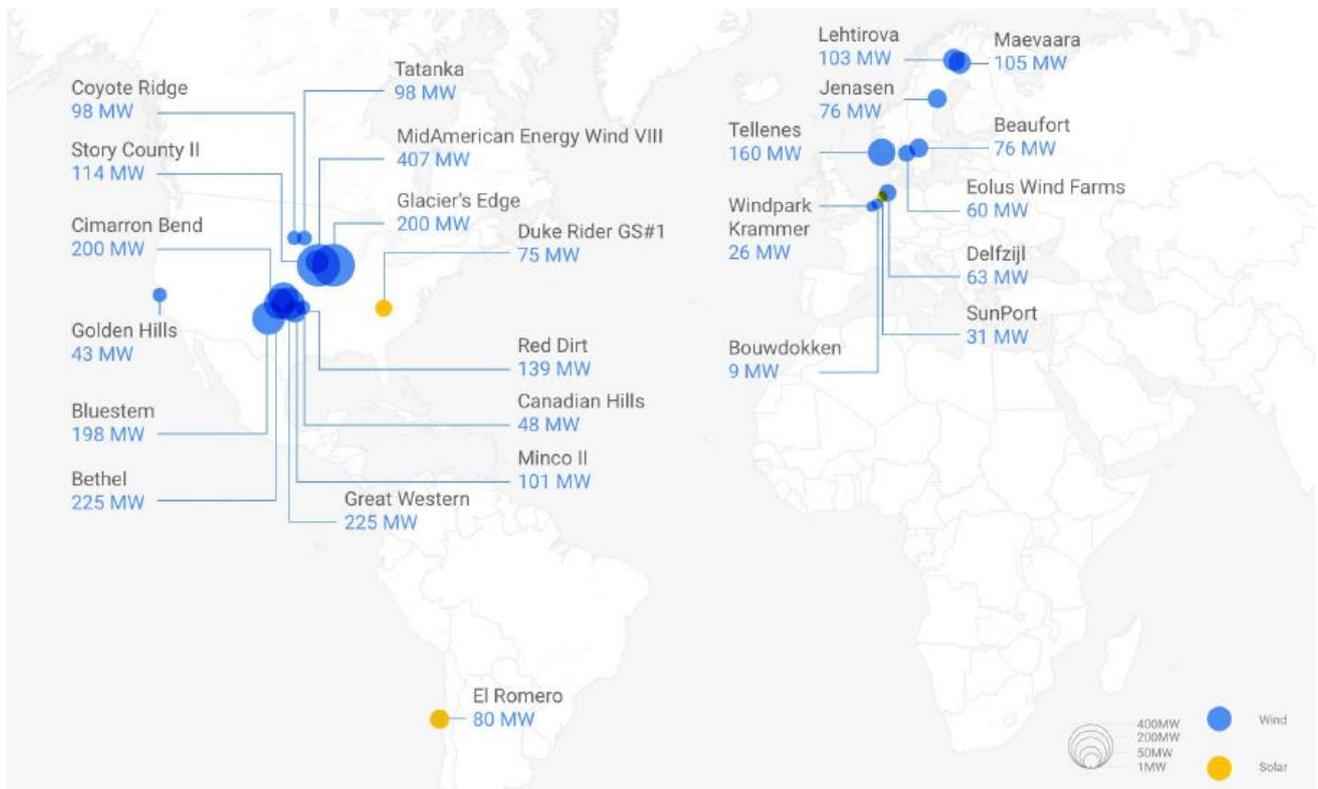


図 3. Google が世界各国で契約している風力（青色の丸）と太陽光（黄色の丸）の発電所と契約規模
 MW：メガワット（=1000 キロワット）。出典：Google

Google はデータセンターの建設場所を選定する時に、自然エネルギーの電力を利用しやすい地域かどうかを重視する。さらに購入する自然エネルギーの電力に対して3つの要件を適用している。

第1の要件は追加性（additionality）である。自然エネルギーの発電設備を新規に開発して、送電網に電力を追加できることが条件になる。すでに送電網に供給されている自然エネルギーの電力を購入しても、実際にはCO2の排出量を削減することにならないからだ。建設前の状態にある発電プロジェクトを選び、発電事業者と電力購入契約（PPA：Power Purchase Agreement）を結ぶ。

第2の要件は電力と証書（certificate）をセットで購入することである。自然エネルギーで作られた電力であることを証明する仕組みとして、発電所の名称や所在地、発電方式などを証書で明示する。米国ではREC（Renewable Energy Certificate、自然エネルギー証書）、欧州ではGoO（Guarantees of Origin、発電源証明）が標準的に使われている。認定を受けた自然エネルギーの発電設備が供給する電力1000kWhごとに証書を発行できる。

証書を電力とは別に市場から購入することも可能だが、Googleは証書だけを購入する方法はとらない。発電事業者とPPAを締結して、電力と証書の両方を固定価格で長期にわたって買い取る。発電事業者の収入を保証することによって、長期に運転を続けられるように支援するためである。証書だけを購入する方法では、運転資金の一部を提供するにとどまり、十分な支援にならないと考える。

第3の要件は近接性（proximity）である。Googleのデータセンターやオフィスがある同じ地域の発電所から電力を購入することが原則で、同一の送電網に接続されていることが条件になる。地域単位でCO2排出量を抑制できる効果に加えて、地域の電力会社から電力を購入しなくて済む。化石燃料の価格などによって変動する電気料金の影響を受けないこともメリットの1つだ。

ただし電力の小売が自由化されていない地域では、特定の電力会社から電力を購入する必要がある。例えば米国では全米50州のうち32州で電力の小売が自由化されていない。このような場合に、Googleは独自に考案した「Fixed-floating swaps」という方法を採用する（図4）。一般には「バーチャルPPA」と呼ぶ契約方法である。

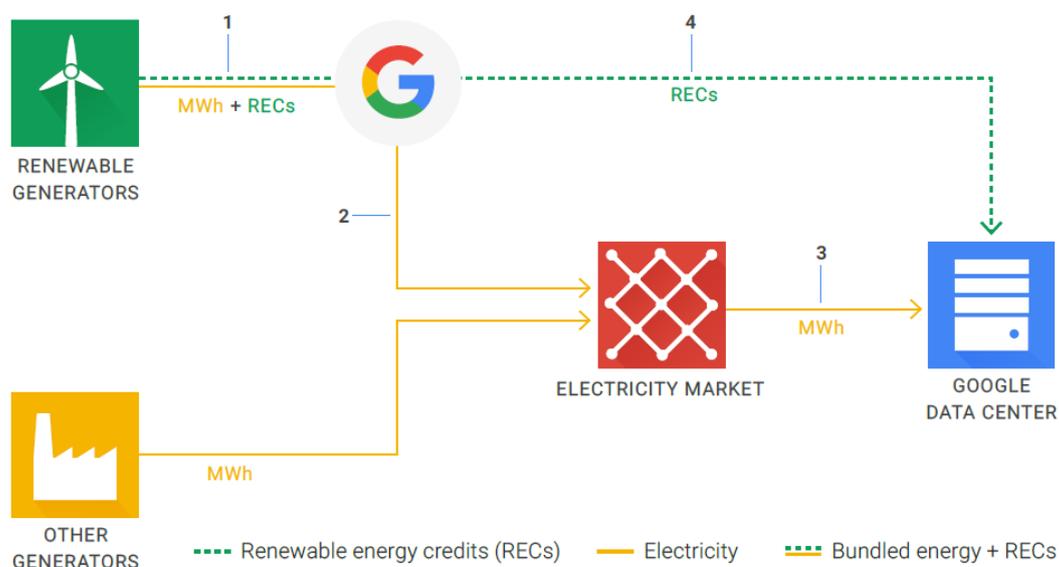


図4. 「Fixed-floating swaps」(固定-変動価格によるスワップ取引)の仕組み

- 1：自然エネルギーで発電した電力と証書（REC）をセットで買い取り（固定価格）
- 2：電力を卸市場に売却（変動価格）
- 3：データセンターで使用する電力を地域の電力会社から購入（変動価格）
- 4：証書をデータセンターの使用電力に適用

MWh：メガワット時（=1000キロワット時）。出典：Google

電力の小売が自由化されていない地域では、Googleが自然エネルギーの発電所から買い取った電力をデータセンターに直接供給できない。このため地域の卸市場に電力を売却する。ただし自然エネルギーの電力が生み出す環境価値（CO2を排出しないなどの効果）は証書（REC）で保持する。実際にデータセンターで使用する電力は地域の電力会社から購入するが、証書を組み合わせることによって、Googleは契約した発電所から買い取った自然エネルギーの電力を使用したとみなすことができる。

とはいえ卸市場に売却する価格と電力会社から購入する価格には差があるため、通常のPPAのように固定価格を適用してコストを長期に安定させることはできない。さらに発電事業者から買い取った電力を卸市場に売却するという業務が発生する。通常のPPAにも当てはまることだが、発電事業者と契約を締結するまでには、多くの時間と労力、そして専門的なノウハウが必要になる。

Google は PPA よりも効率的な方法で自然エネルギーの電力を購入する取り組みも開始した。米国のジョージア州で実施した共同調達である。ジョージア州にも Google のデータセンターがあるが、電力の小売が自由化されておらず、地域の電力会社から購入しなくてはならない。Google は新たな方法として、地域の電力会社を通じて太陽光発電の電力を購入する契約を締結した。

地域の電力会社が太陽光発電の事業者と PPA を結んで、調達した電力を Google など 4 社に供給する。太陽光発電所は 177MW の規模があり、2019 年から 2020 年にかけて運転を開始する予定だ。このうち Google は 79MW 分を購入する。Google のほかに、小売業の Walmart と Target、日用品の Johnson & Johnson がプロジェクトに加わって、同じ太陽光発電所から電力の供給を受ける。各社は初期投資の必要がなく、電力会社から長期に固定価格で太陽光発電の電力を購入できる。

Google が自然エネルギーの電力購入方法を改善する目的は、新たな目標の実現にある。現在のところ Google は世界全体の電力使用量と自然エネルギーの電力購入量を年間で一致させることによって、100% の目標を達成している。実際には地域ごとに 100% になっているわけではない。自然エネルギーの電力を調達しやすい米国の中部や欧州の北部では、使用量を上回る自然エネルギーの電力を購入する。その超過分で自然エネルギーの電力を調達しにくい地域の不足分を補っている。

今後は地域ごとに、しかも 1 時間ごとの使用電力を自然エネルギー100%で調達することが目標である (図 5)。年間を通じて 1 日 24 時間にわたって、自然エネルギー100%の電力使用を目指す。この目標に向けて風力発電と太陽光発電のほかに、天候の影響を受けにくい小水力発電や地熱発電も対象に加える。

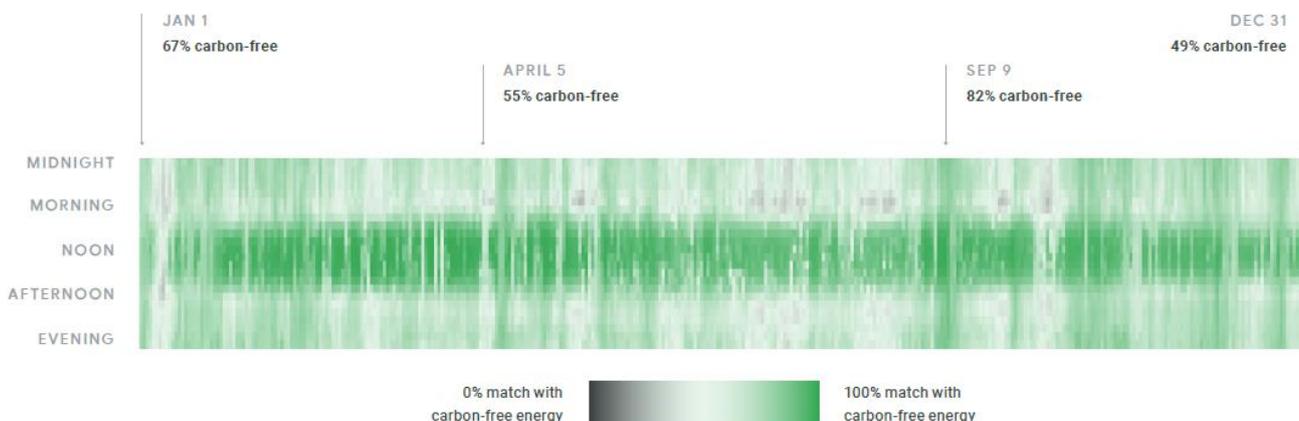


図 5. 米国ノースカロライナ州のデータセンターにおける 1 時間ごとの電力使用状況 (2017 年)
 緑色が濃い時間帯は CO2 を排出しない電力 (原子力を含む) の比率が高い。出典: Google

さらに自然エネルギーの利用方法の改善と合わせて、エネルギーの効率化にも取り組んで電力使用量を抑制していく。

これまでも Google はデータセンターの電力使用量を抑制するために、さまざまな対策を実施してきた。特に注目すべき点は、データセンターの中核機器であるサーバーを独自に設計して、電力の消費量を削減していることである。データセンターでは大量のサーバーを稼働させるため、1 台ごとの電力消費量の削減効果は大きい。加えて最先端の温度・照明制御や、エネルギー効率の高い気化冷却装置の導入、新たに AI（人工知能）を駆使したエネルギーの効率化も推進中だ（写真 3）。



写真 3. 米国アイオワ州にあるデータセンターの内部。出典：Google

各種の対策を実施することで、Google のデータセンターの電力使用効率は業界平均を大幅に上回っている。データセンターの電力使用効率を表す標準的な指標に PUE（Power Usage Effectiveness）がある。PUE はデータセンターの処理能力に直結するサーバーなどの IT（情報技術）機器で使用する電力量と、空調や照明などを含むデータセンター全体で使用する電力量を比較する。データセンター全体の電力使用量を IT 機器の電力使用量で割った数値が PUE である。PUE が低くて 1 に近いほど、空調や照明などの電力使用量が相対的に少なく済んでいることを表す。

Google のデータセンターでは 2017 年の PUE が平均 1.11 で驚異的に低い。空調や照明などに 1 割の電力しか使われておらず、無駄なエネルギーの消費が少ないことがわかる。これに対して IT 業界全体では PUE の平均値が 1.58 で、空調や照明などの電力使用量が全体の 4 割近くにのぼる。インターネット関連事業の中核を担うデータセンターの競争力でも Google は他社を引き離している。

2. 期待する効果と今後の課題

Google は自然エネルギーの電力を全世界で購入して CO2 排出量の削減を進めてきた。自社の事業活動に伴うスコープ 1（直接排出分）とスコープ 2（電力の使用などによる間接排出分）の CO2 排出量を合わせると、自然エネルギー100%を達成した 2017 年に CO2 排出量が大幅に減少した（図 6 右、黄色 + 青色）。前年と比べて 3 分の 1 の水準である。もし自然エネルギーの電力をまったく購入しなかったら、スコープ 1 とスコープ 2 の排出量は 5 倍以上になっていた（図 6 左、黄色 + 青色）。

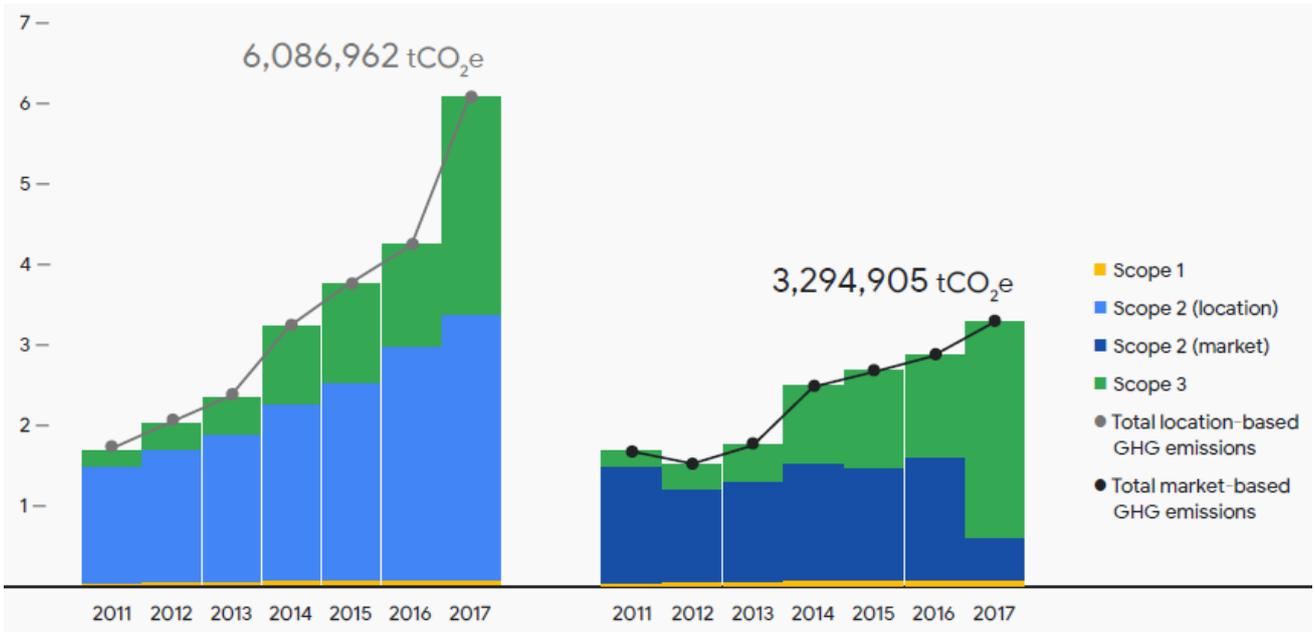


図 6. Google の温室効果ガス排出量の推移
 自然エネルギーの電力を購入しなかった場合（左）、購入後の状況（右）
 tCO₂e : CO₂ 換算トン。出典：Google

ただし取引先や顧客によるスコープ 3（図 6、緑色）の CO2 排出量を加えると、事業の拡大に伴って毎年 10%以上のペースで増え続けている。特に 2017 年はスコープ 3 の CO2 排出量が一気に増加した。スマートフォンやスマートスピーカーなどハードウェア製品の販売が急増したためだ。スコープ 3 には顧客が製品を使用した時の CO2 排出量が含まれる。

特にスマートフォンでは、新しい製品ほど電力使用量が増える傾向にある。Google が 2018 年に発売した「Pixel 3」の電力使用量（年間想定）は、2017 年に発売した「Pixel 2」の 2 倍になっている。内蔵するディスプレイやカメラが高性能になり、決済機能などが追加されたことで、内部のデータ処理量が増えているからだ。

新製品の電力使用量が増えれば、販売台数の拡大に伴ってスコープ 3 の CO2 排出量が増加する。当面はスマートフォンの性能・機能の競争が続くことは確実で、今後も電力使用量の増加が予想される。現在のところスマートフォンの電力使用量を大幅に削減する対策は見あたらず、大きな課題である。

一方で Google は家庭内の電力使用量を削減する製品を発売して、エネルギー分野の事業拡大と家庭の CO2 排出量の削減を推進している。スマートホーム関連の製品を開発する Nest Labs 社を 2014 年に買収して、家庭向けの製品ラインナップを拡大中だ。その中核に位置づけられている製品が、家庭内の空調機器を制御して最適な温度を保つ「Nest Thermostat」である（写真 4、日本国内では販売していない）。



写真 4. 家庭内の温度を最適に制御する「Nest Thermostat」（左）、リモコンアプリ画面（右）

出典：Google

これまでに販売した Nest Thermostat の数は不明だが、Google によると、家庭に設置されている Nest Thermostat の効果により、2017 年には年間で 72 億 kWh にのぼる電力を節約できた。これは Google が全世界で使用する電力量（76 億 kWh）に匹敵する。

さらに電力の需要がピークになる時間帯には、地域の電力会社と連携して、家庭内の電力需要を Nest Thermostat で抑制するデマンドレスポンスも可能だ。実際に 2017 年に米国で皆既日食が起きた時には、太陽光による発電量が減少することを想定して、75 万台以上の Nest Thermostat がデマンドレスポンスを実施した。その結果、合計で 700MW 以上の電力需要を削減できた。

Google は本業の IT サービスを駆使して、住宅などの屋根に太陽光発電を導入する支援プロジェクトも実施している。「Project Sunroof」と呼ぶ無料のオンラインサービスである。Google が世界各国で提供するサービスの 1 つに、都市や建物の様子を上空から見ることができる「Google Earth」がある。Project Sunroof は Google Earth の 3 次元のデータを活用して、建物の屋根の形状や傾斜、周辺にある木などが作る影を分析する。その結果をもとに、太陽光パネルを設置できる面積を計算して、年間の発電量を予測することができる（次ページの写真 5）。



写真 5：太陽光パネルを屋根に設置した場合の発電量や節約額を試算する「Project Sunroof」の画面
出典：Google

Project Sunroof では各地域の電気料金のデータのほか、州の補助金、天気の情報などを組み合わせて、太陽光による発電量と電気料金の節約額を計算する。さらに地域の太陽光発電事業者に連絡する機能があり、太陽光パネルの導入を相談できるようになっている。太陽光発電事業者にとっては潜在顧客を獲得するためのコストを削減できるメリットがある。

現在までに Project Sunroof の対象になっている建物は全米 50 州で 4000 万以上にのぼる。Google の試算では、米国にある建物の屋根すべてに可能な限りの太陽光パネルを設置すると、国全体の電力需要の 39% をカバーできる。Project Sunroof のサービスを通じて太陽光発電の導入率を向上させることができれば、米国全体の CO2 排出量の削減につながる。

*本レポートは 2019 年 4 月 3 日時点で Google が公表している情報に基づいて作成しました。

レポート作成者：石田雅也（自然エネルギー財団 自然エネルギービジネスグループマネージャー）

©自然エネルギー財団 Renewable Energy Institute 2019