

京都大学大学院経済学研究科
再生可能エネルギー経済学講座
ディスカッションペーパー

PPA (Power Purchase Agreement) による再エネ電源開発

ー コーポレート PPA を中心に ー

RE Power Supply Development with PPAs (Power Purchase Agreements)

Focusing on Corporate PPAs



2020 年 5 月 19 日

19th May 2020

京都大学大学院経済学研究科

特定講師

中山琢夫

Takuo NAKAYAMA

Senior Lecturer,

Graduate School of Economics,

Kyoto University



PPA (Power Purchase Agreement) による再エネ電源開発

－ コーポレート PPA を中心に －

RE Power Supply Development with PPA (Power Purchase Agreement)

Focusing on Corporate PPA

京都大学大学院経済学研究科 特定講師 中山琢夫

Takuo Nakayama

Senior Lecturer, Graduate School of Economics, Kyoto University

Abstract:

Today, new installation cost for Renewable Energy (RE) generation has dropped significantly. This phenomenon has had a major impact on world's energy system. RE is becoming the cheapest power source of the world, and its investment is about to outpace conventional energy. On the other hand, the Paris Agreement and related efforts make it essential to increase investment in RE. In particular, the corporate sector, which accounts for the bulk of the world's final electricity demands, also has RE procurement expected to play an important role in meeting its climate change goals. In recent years, not only passive energy procurement but also active procurement of RE has become popular. A recent example is the Corporate Power Purchase Agreements (Corporate PPAs).

In this paper, we classify corporate RE procurement methods into four categories, then focus on one on them, PPAs. Furthermore, after classifying into two models, Virtual (Financial) PPAs and Physical (Sleeved) PPAs, the trading method is organized. After overviewing trends is Corporate PPAs around the world, we will examine Wind PPAs in Europe and Solar PPAs in the United States in more detail. The Virtual (Financial) PPAs, which has shown remarkable growth in recent years, has the benefit of allowing buyers to renew their energy from additional renewable power plants without having to invest a lot of money. On the other hand, challenge for various risks are also required. This paper also highlights these risks.

Keywords: Renewable Energy, Corporate Procurement, Power Purchase Agreements (PPAs), Virtual (Financial) PPAs, Physical (Sleeved) PPAs

要旨

今日、再生可能エネルギー（再エネ）発電にかかる新設の導入費用は大きく低下している。この現象は、世界のエネルギーシステムに大きな影響を与えている。再エネは、世界の多くの地域で最も安い発電源となりつつあり、その投資額は従来型エネルギーを上回ろうとしている。一方で、パリ協定や関連の取り組みにより、再エネへの投資拡大が不可欠のものとなっている。とりわけ、世界の電力の最終需要の大部分を占める企業部門もまた、再エネ調達、気候変動目標達成にとって重要な役割が期待されており、近年では、受動的にエネルギー調達するだけでなく、能動的に再エネを調達する動きが盛んになってきた。最近のその代表的な動きは、企業による電力購入契約（Corporate Power Purchase Agreement: コーポレート PPA）である。

本稿では、企業による再エネ調達手法を4つに分類したのち、そのうちの一つである PPA に注目する。さらに PPA を、仮想的（金融的）PPA と物理的（袖付）PPA の二つのモデルに分類した後、その取引方法を整理する。また、世界のコーポレート PPA の動向を概観したのち、ヨーロッパにおける風力発電 PPA、アメリカにおける太陽光発電 PPA をより詳しく検討する。近年著しい成長を見せている仮想的（金融的）PPA は、買い手企業が多額の資金を出資することなく、追加的な再エネ発電所への投資が可能であるというベネフィットがある反面、さまざまなリスクに対するチャレンジも必要になる。本稿ではこうしたリスクも明らかにする。

キーワード： 再生可能エネルギー、企業調達、電力購入契約（PPA）、仮想的（金融的）PPA、物理的（袖付）PPA

(2020年4月12日受理)

1. はじめに

世界的にみて、最近 10 年間ほどで再生可能エネルギー（再エネ）技術に関する導入コストは大きく低下している。風力発電のコストは 37-56%まで減少しており、太陽光発電はおおよそ 80%程度減少している。この現象は、世界のエネルギーシステムに大きな影響を与えている。再エネは、世界の多くの地域で最も安い発電源となりつつあり、再エネへの投資は、従来型エネルギーへの投資を上回っている。再エネへの投資総額は、ここ数年間にわたって年間 2,800 億 USD に達しており、その約 9 割は民間の資金源によるものである（IRENA, 2018a; IRENA and CPI, 2018; IRENA and IEA, 2017）。

気候変動に関するパリ協定に従って、世界の平均気温の上昇を産業革命以前の水準の 2°C未満に抑えるためには、再エネへの投資拡大は不可欠である。例えば、IRENA（International Renewable Energy Agency: 国際再生可能エネルギー機関）では、パリ協定の目標を達成するためには、2015 年-2050 年の間に累積で 120 兆 USD に達すると見積もっている。これは、同期間の世界の GDP の 2%に相当する。再エネは、そのうちほぼ 20%（22.3 兆 USD）を占めると予想される（IRENA, 2018b）。

とりわけ、商業・産業部門の企業は、世界の電力の最終需要の約 2/3 を占め、2050 年までの間で最も大きな需要家であることが予想される。企業は電力を利用して、製造・工業・農業・建築などで商品を製造したり組み立てたりする。自動車機械産業での操作、暖房、冷房、証明、換気、空調システムの運用など、その用途は様々である。つまり、企業は再エネへの投資を促進することで、世界の気候変動目標の達成に重要な役割を果たすことが期待される（IRENA, 2018a; IRENA, 2018b）。

今日、企業による再エネの調達は、その導入の加速的な成長の推進力となっている。エネルギー事業者ではない世界の買い手企業は、再エネを優先すべきエネルギーの選択肢として注目している。再エネを調達することは、温室効果ガスの排出削減などの環境的・社会的ベネフィットだけでなく、経済的なベネフィットが望まれるからである。経済的ベネフィットには多くの場合、コスト削減、長期的な価格の安定、そして供給の安全性が含まれている。

企業が消費する再エネの調達には、大きく分けて以下二つのアプローチがある。第一にパッシブ（受動的）アプローチである。このパッシブアプローチでは、電力システムから入手可能な平均的な再エネ比率に基づいて、企業が消費する電力源が決定される。第二にアクティブ（能動的）アプローチである。このアプローチでは、企業独自の再エネ調達活動や生産活動に基づいて、企業が消費する電力源が決定される。

企業がアクティブ（能動的）に再エネを消費・製造・投資事業を継続することで、オフィス・工場・車輦群やサプライチェーンに渡って、企業部門の再エネ調達が追加的に発生することになる。



2. 企業の再エネ調達の手法

企業が再エネを調達する際には、さまざまなオプションを活用できる。利用可能なこれらのオプションを行使することで、企業による再エネの調達は、その成長の革新的な推進力になり得る。このうち近年、多様な PPA（Power Purchase Agreements: 電力購入契約）が出現している。2018 年始め頃までに 900 件を越える契約が締結され、その量は 20GW に及ぶが、これらはその一例に過ぎない（WBCSD, 2018a; RMI, 2018）。

電力会社はじめ、多くのエネルギーユーティリティも、企業が電力会社と協力して、最大 100% の電力を再エネ由来とするグリーン料金を設定するなど、より柔軟な再エネ購入プログラムを提供することで、再エネを調達したい企業の需要の高まりに対応している。

本稿では、企業部門の再エネ調達に関するこの世界的な傾向を捉えて整理する。企業部門の再エネ調達努力と、最近のトレンドを国別に分類し、欧米におけるコーポレート PPA を中心に取り上げ、そのインパクトを議論する。

2.1 企業の再エネ調達の4つの手法

IRENA（2018a）では、買い手企業企業による再エネ調達方法を 4 つのモデルに分類している（図 1）。

第一に、分離された属性証明書である。このモデルでは、企業は、電力から分離された、再エネの属性証書を購入する。証書システムの例として、ヨーロッパにおける GOs (Guarantee of Origins : 発電源証明書) や、アメリカ等における RECs (Renewable Energy Certificates : 再生可能エネルギー証書) が挙げられる。

この分離型エネルギー属性証明書は、エネルギーの起源に関する情報を表す契約上の手段となる。つまり、再エネ由来の電力を追跡することができる。需要家は、こうした証書を信頼することができる。通常は、MWh の単位で特定量の再エネ電力の使用が証明される。

物理的な電力量と再エネの価値を分離(Unbundle)して取引するこの証書は、第三者の認証機関やブローカーから購入する。エネルギー属性の追跡メカニズムが導入されている多くの市場で利用されている、一般的な形式である。とくに自由化された電力市場の多くでこの形式が含まれており、証書の買い手企業の電力購入が行われる地理的範囲内での証明書の調達が、ベストプラクティスとされる。

第二に、PPAs (Power Purchase Agreements : 電力購入契約) である。企業は、独立系発電事業者 (IPPs : Independent Power Producers) や、電力会社、ディベロッパや投資・金融業者と、一定量の再生可能電力、あるいは特定の発電所からの電力を購入することにコミットし、合意した価格と期間で契約を結ぶ。新規プロジェクトにおける PPA の契約期間は、一般的に 10 年以上で、長いものでは 25 年間に及ぶものもある。この

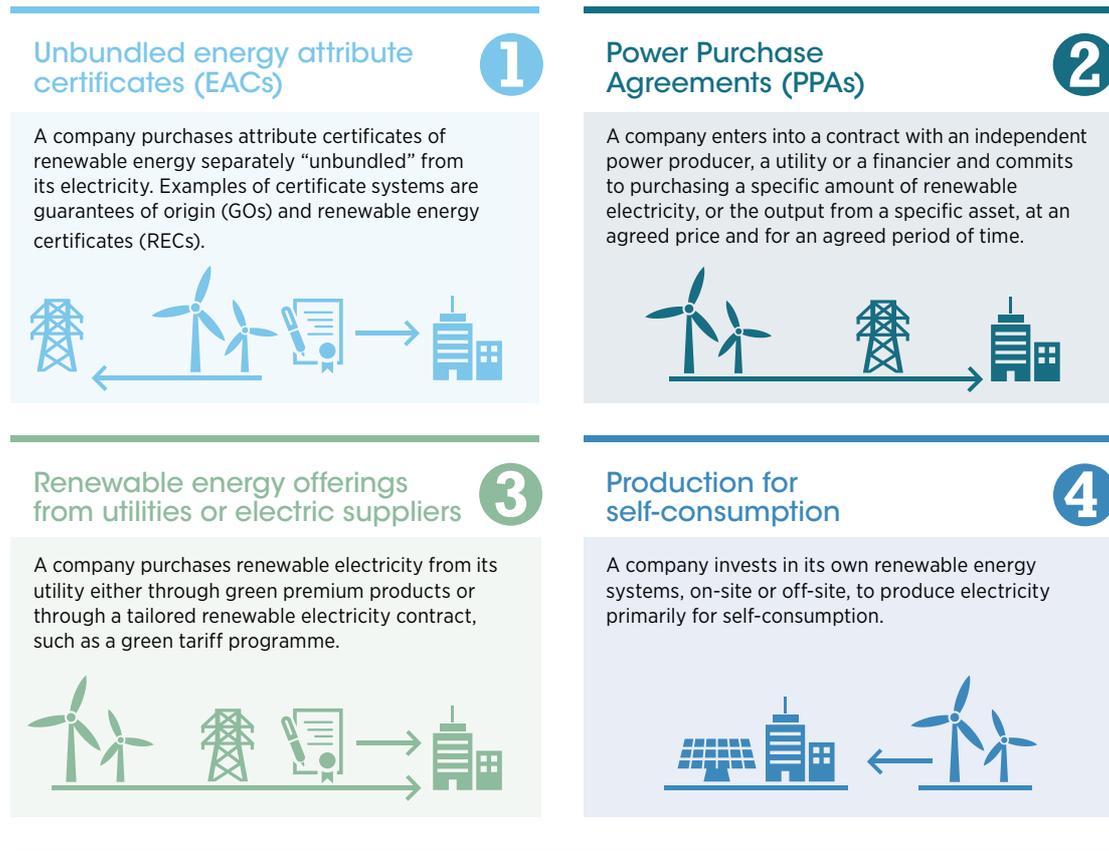


図1 再エネ調達の方法の4つのモデル。

出所：IRENA (2018a)

期間は、産業セクターや管轄区域で異なっている。

企業が再エネを調達するためのコーポレート PPA は、2,000 年代中盤から出現し始めており、再エネを競争的な価格で調達したい企業にとっては、魅力的なオプションとなっている。特に最近では、大規模な PPA 市場において、仮想的 (Virtual) PPA が標準的となっている。仮想的 PPA は、金融的 (Financial) PPA としても知られている。

PPA の下では、発電事業者はスポット市場で電力そのものの価値を販売する。電力価格はスポット市場で変動する。そこで、金融的な手法を用いてストライクプライスを設定し、変動する電力価格とストライクプライスの差額を、発電された電力の環境価値 (再エネ証書) を受け取る企業がオフテイクする、ここではしばしば、差金決済契約 (CfD: Contract for Difference) 方式が採用される。

第三に、電力会社や小売事業者から再エネ電力を購入するという手法である。企業は、グリーン料金プログラムやグリーンプレミアム商品など、再エネ向けに調整された電力契約を通して、電力会社から電力を購入する。再エネ電力の買い手企業は、長期的なコミットメントをすることなく、電力会社や小売事業者から再エネ電力を購入することができるため、便利である。

近年の日本でも見られるように、電力会社や小売事業者は、増大する企業による再エネ電力需要を満たすために、製品ポートフォリオを拡大している。とくに自由化さ



れた電力市場では、電力の買い手企業は、購入する電力会社・小売事業者を自由に選択できるため、契約する事業者に常に眼を光らせることができる。

第四に、自家消費のための自家発電である。企業が、主として自家消費するために、オンサイト、オフサイトで自らの再エネシステムに投資する手法である。自らの所有する施設内のオンサイト発電だけでなく、遠隔地に発電所を設置するオフサイト発電も含まれる。

多くの自家発電投資において、こうした企業は、試運転からプロジェクトのライフサイクル全体にわたって、関連するリスクと資金調達の責任を引き受けなければならない。一部では、第三者のディベロッパがこれらのリスクを代替する場合もある。リース等の契約を結ぶことで自家発電のためのオンサイトシステムを導入する場合もある。

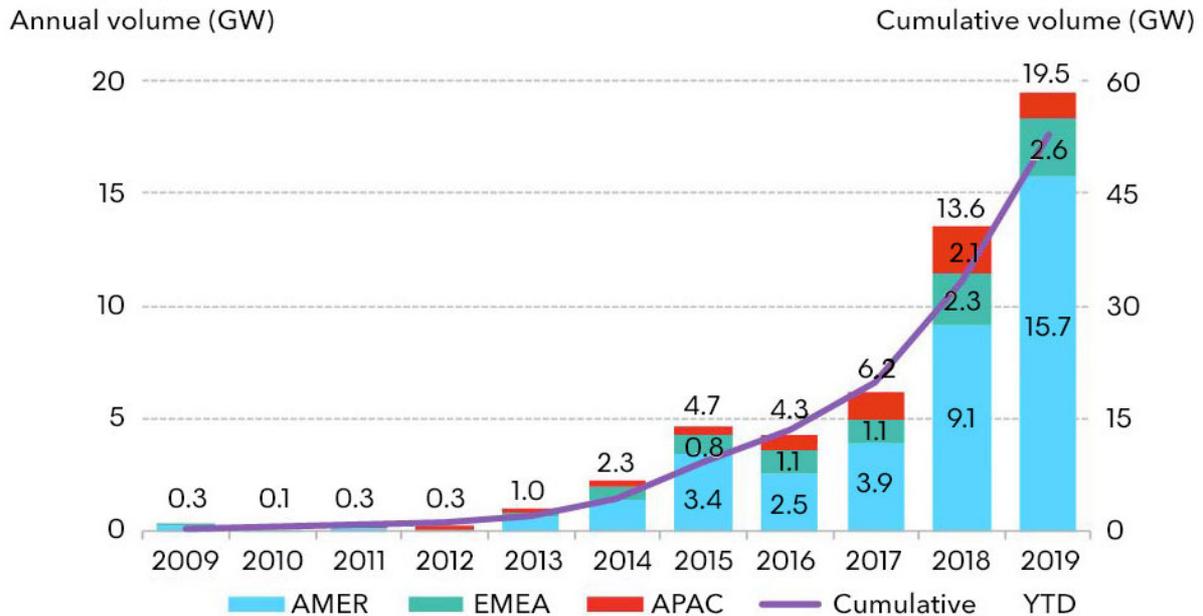
2.2 企業の再エネ調達方法ごとの導入量

図2は、IRENA (2018a) において、世界の企業部門における再エネの調達量を、モデル毎に分類したものである。最も多いのは、第四の自家消費の自家発電であり、165TWhである。次に多いのは分離型属性証書 (13TWh)、PPAs (114TWh) と続いている。電力会社や小売事業者から再エネ電力を購入するという手法は34TWhであり、最も少ない。

この企業部門の再エネの市場規模は2017年末の時点で見積もられている。基になっているのは、現在入手可能な市場データであり、企業の報告書データが控えめに外挿されている状況である。この推計では、必ずしも全ての商業・産業部門のすべてを表しているわけではないが、早期導入者の動向が特徴付けられている。これらの数値は、より多くのデータが利用可能になることで更新される可能性がある。またその他 (Others) 22TWhには、これらの調達モデルではカバーされない、オフグリッド発電などの代替的な調達オプションが含まれている。

また、事業に必要な電力のすべてを再エネで賄う RE100 連盟などでは、追加性 (Additionality) が重視される。ここでいう追加性とは、企業が再エネを調達することへの直接的な結果として、新たに追加された正味のエネルギーシステムの増加容量を示す。多くの場合、自家発電への直接投資は、追加的に展開される再エネ容量の増加に貢献するが、その他の企業調達オプションやモデルでは、追加性の計測が現在のところ困難である。そのため、追加性が高いと想定されるモデルの順番は、自家消費のための自家発電、PPAs、電力会社・小売事業者からの再エネ電力、分離型属性証明書の順となっている。

2.3 オフサイトのコーポレートPPAによる再エネ導入量



Source: BloombergNEF. Note: Data are through 2019, reported in MW DC capacity. Onsite PPAs are not included. Australia sleeved PPAs are not included. APAC number is an estimate. Pre-market reform Mexico PPAs are not included. These figures are subject to change and may be updated as more information is made available.

図3 世界のコーポレート PPA による発電容量の推移（オフサイト）

出所：BNEF（2020）

図3はBNEF(2020)によって集計された、PPAによる再エネ発電容量の推移を示している。2019年には、前年の記録をさらに40%上回ったことが分かる。その多くはアメリカ地域、とくに北米で起こっているが、世界的にも企業の持続可能性への取り組みへのコミットにより、顕著な上昇傾向が見られる。2019年のPPAの合計容量は、世界で追加的に開発された全ての再エネ発電容量の10%以上に相当する。これに関連するプロジェクトには200億USDから300億USDの費用がかかっていると見られている。

2019年にアメリカで締結されたPPA契約（13.6GW）の80%以上にあたる11.2GWは、仮想的（Virtual）PPAモデルの下で締結されている。この形態のPPAは、自由化州においてのみ見られる。

3. コーポレート PPA の二つのモデル

図4は、コーポレート PPA の二つのモデルを示している。コーポレート PPA の下で、企業の再エネ需要家は、発電事業者（IPP、ユティリティ、または金融業者等）と契約を結び、合意された価格で一定期間、特定量の再エネ電力を購入する契約を結ぶ。新設プロジェクトの場合、標準的な契約期間は10年間かそれ以上である。契約期間

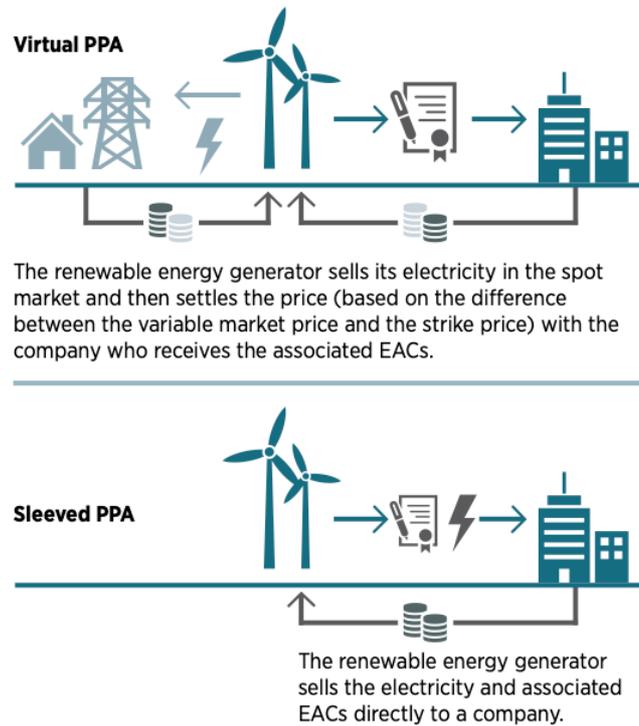


図4 コーポレート PPA の二つのモデル

出所：IRENA (2018a) based on WBCSD (2018a)

は、セクターや管轄区域によって様々である。

3.1 仮想的 (Virtual) PPA、金融的 (Financial) PPA、合成 (Synthetic) PPA

仮想的 (Virtual) PPA は、金融的 (Financial) PPA や合成 (Synthetic) PPA としても捉えられる。この契約の下では、発電事業者 (ディベロッパー) は、電力そのものはスポット市場に販売する。発電事業者と買い手企業 (オフテーカー) は、スポット市場の変動価格とストライク・プライスとの間の差金を決済し、買い手企業のオフテーカーは発電した分の電力証書を受け取る。

仮想的 PPA は、再エネ発電事業者と買い手企業との間で金融的に契約された取り決めによって、買い手企業は REC (Renewable Energy Certificate) を入手することになる。再エネプロジェクトと買い手企業は、同じ地域の系統 (RTO/ISO) にある必要はない。直接的な小売を許可していない州にも適用でき、複数の需要を持つ買い手企業にも有効である。

図5は、EPA (2016) による PPA の概念図を表している。まず、①再エネの買い手企業 (Customer) は、再エネ発電事業者 (Renewable Energy Generator) と仮想的 (Virtual) PPA 契約を結ぶ。②再エネ発電事業者は、買い手企業にとっては無効な電力を卸電力市場に販売し、市場価格でその対価を得る。③再エネ発電事業者は、買い手企業と差金決済する。差金は、卸電力市場価格とストライク価格との差分である。④買い手企業は、既存の電力会社に電力料金を支払い、再エネ証書 (RECs) を利用してエネルギー調達にかかる温室効果ガス排出量を削減する。

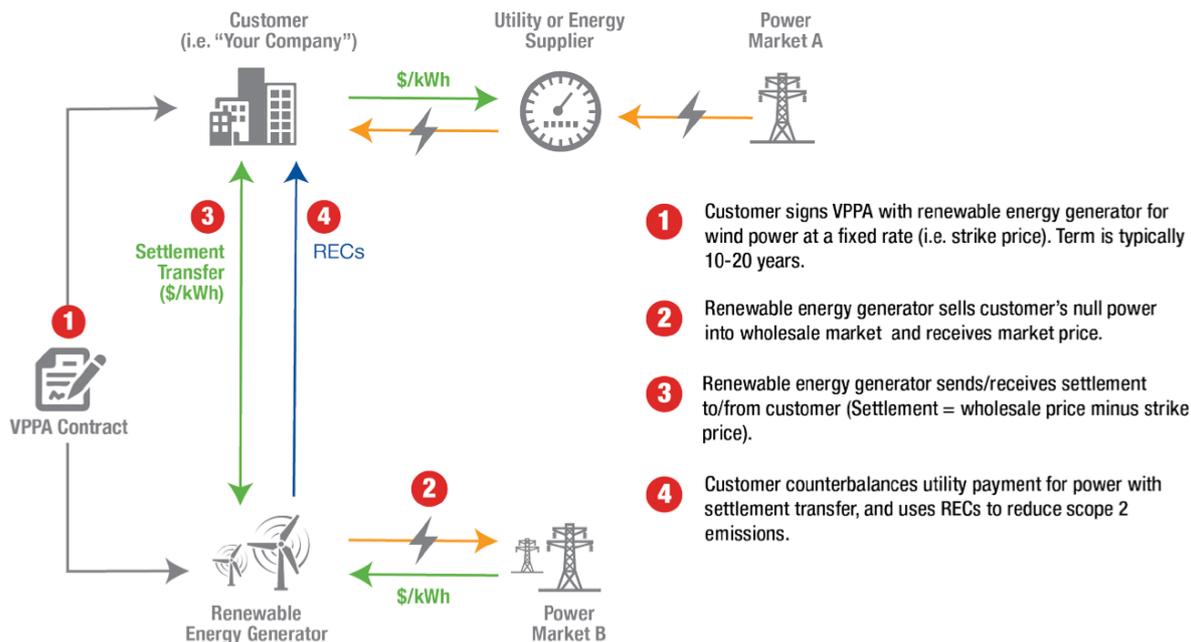


図5 仮想的 (Virtual) PPA

出所：EPA (2016)

例えば、ニューヨークの買い手企業の需要家が、テキサスの発電事業者と PPA 契約を結ぶ場合には、図5の Power Market A は NYISO、Power Market B は ERCOT ということになる。ニューヨークの買い手企業は、電力そのものの価値については、従来通り、ユーティリティ・電力小売事業者から、NYISO 域内市場の価格を基にした電力料金を支払う。このように、地理的に離れていても、仮想的 PPA では環境価値の取引を実施することができるようになっているのが、仮想的 PPA の特徴である。

仮想的 (Virtual) PPA における差金決済 (CfD: Contract for Difference) のイメージは、図6に示す通りである。上記①の PPA を結ぶ時に、多くの場合、ストライク価格を設定する。ストライク価格は、金融的な手法を用いて決定される。ストライク価格



図6 (Virtual) PPA における差金決済

出所：EPA (2016)



よりも、卸電力市場のスポット価格が安い（橙色の）場合には、その差額を買い手企業が再エネ発電事業者を支払う。逆に、ストライク価格よりも卸電力市場のスポット価格が高い（緑色の）場合には、発電事業者が買い手企業に差額を支払う。これらを一定期間毎に精算することで、発電プロジェクトの価格変動リスクを買い手企業がオフテイクする。買い手企業はこの期間、発電した分（kWh もしくは MWh あたり）の再エネ証書（RECs）を受け取ることができる。

3.2 物理的（Physical） PPA）, 袖付（Sleeved） PPA）

仮想的（Virtual） PPA は、以前からあった袖付（Sleeved） PPA とは対照的な方法である。袖付 PPA は物理的（Physical） PPA としても知られている。物理的・袖付 PPA の下では、電力そのものと環境価値を、発電事業者（ディベロッパ）が、買い手企業オフテーカーに直接販売し、再エネ電力証書を受け取る。この物理的 PPA では、買い手企業に物理的に電気を届ける。再エネプロジェクトは、同じ地域の電力系統に位置していなければならない。直接的に、相対契約で小売することは、それを許可する州に限定される（図 7）。

コーポレート PPA は、2000 年代半ばから出現し始め、競争的な価格で再エネ電力を調達したい企業にとって、魅力的なオプションとなってきた。今日、仮想的（Virtual） PPA が、大規模な PPA 市場において標準となりつつある。なぜならば、発電事業者（ディベロッパ）と電力の買い手需要家企業（オフテーカー）が、同じ電力系統につながっていることが要求されないからである。仮想的（Virtual） PPA の導入が可能になったことで、風力発電や太陽光発電の PPA による導入量が、2010 年代半ばから急激に成長している。

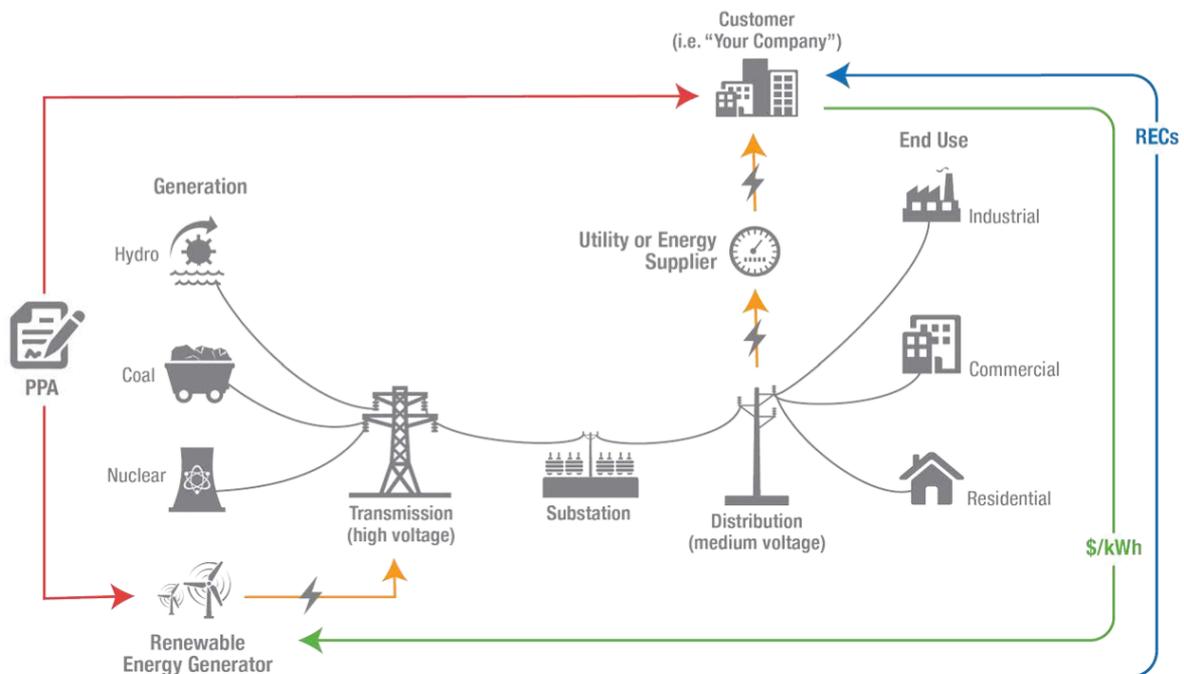


図 7 物理的（Physical） PPA

出所：EPA（2016）

4. コーポレート PPA の世界的動向

ほとんどの PPA は、北米やヨーロッパにおいて締結されているが、世界中の 35 国でも導入されている（図 8）。その多くは、買い手企業と独立系発電事業者（IPP: Independent Power Producer）の間で直接締結されている。北米では、2017 年に再生可能電力併せて 2.78GW の新規コーポレート PPA が締結されているが、そのほとんどの買い手企業は IT 部門に集中していた。2018 年の第一四半期だけでも 2.04GW のコーポレート PPA が締結されたため、今後さらに多くの契約が締結される可能性がある（IRENA, 2018a; RMI, 2018）。

一方ヨーロッパでは、北欧諸国におけるコーポレート PPA が企業の再エネ調達の大部分を占めており、2017 年には約 800MW の風力を調達している（RE-Source, 2018）。これらのコーポレート PPA 契約のほとんどは、IT 企業がデータセンターを北欧に移し、機器の冷却コストを抑えるために導入されたものである。

アルゼンチン、ブラジル、チリなどの南米市場では、電力小売価格の潜在的な変動を緩和するためにコーポレート PPA を導入する企業が見られる。ブラジルでは、2015 年に小売価格が予想外に 45% 上昇し、大企業が卸電力市場にアクセスするようになった。アルゼンチンでは、企業の需要家は再エネの割当（クォータ）を満たす必要がある。2017 年には 8% であったが、2025 年には 20% が求められる。

以前は、政府によって管理される卸電力市場を通じて再エネを購入する必要があった。2017 年に導入された規制（Resolution no. 281-E/2017, Argentine Ministry of Energy and Mining）により、現在では企業はさまざまな調達方法を選択できるようになった。

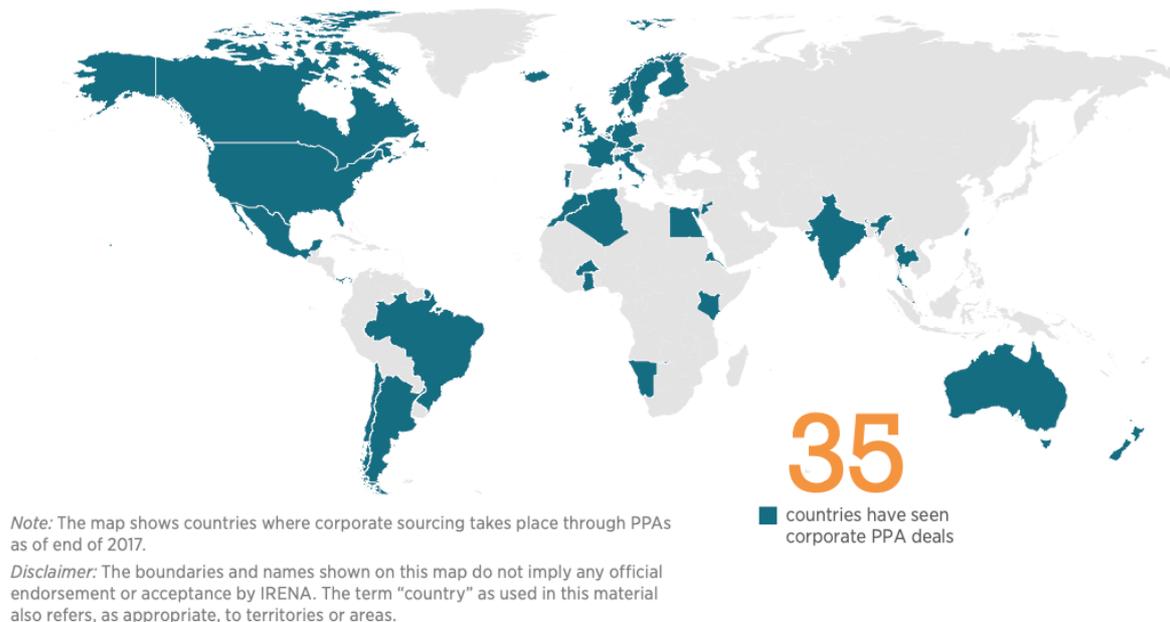


図 8 コーポレート PPA が見られる国

注：2017 年末時点。

出所：IRENA（2018a）



国際的な発電ディベロッパである Enel 社のように、クォータを満たすことが求められる企業にとって、PPA は人気のある選択になっている(WBCSD, 2018b)。

メキシコでは、2014 年にエネルギー自由化政策が始まる以前から、再エネの PPA による調達人気があった。買い手企業はサードパーティーのディベロッパと直接契約ができたため、小売料金に変わる支払い手段を提供することができる。良好な系統託送と銀行政策が相まって、PPA は魅力的な調達モデルとなっている。結果として、2008 年から 2017 年の間に、企業部門では 3.4GW のコーポレート PPA が締結された。その大部分は風力発電によるものである。

チリでは、とりわけ銅鉱山事業者により、価格競争力のある電力源の調達方法として、再生可能電力の PPA を選択している。2018 年 3 月には、国営鉱業企業の ENAMI 社が、スペインのディベロッパである Acciona 社と太陽光発電の PPA 契約を締結し、電力消費量の 100%を再エネで賄っている。Acciona 社はすでに 246MW の太陽光発電所を運営しており、そのうち 80MW は、2017 年 1 月に締結された PPA によって Google 社が受け取っている。

アジア太平洋地域、とりわけオーストラリアやインドにおいても、コーポレート PPA は急速に勢いを増している。オーストラリアでは、大規模発電所に義務づけられている証書価格の高騰、系統制約や信頼性の問題などが重なり、卸電力価格が大幅に高くなる問題が生じた事で、企業部門は PPA の方向に向かっている。近年では、発電ディベロッパが Murra Warra 風力発電所を開発するために、買い手企業コンソーシアムと 226MW の PPA を締結した。このコンソーシアム参加企業には、Telstra、Coca-Cola、ANZ 銀行、メルボルン大学が含まれる(RES, 2018; Telstra, 2017)。

インドでは、住宅・農業部門の顧客を相互補助するために、商業・産業部門の顧客は高い小売電力料金を支払っている。一方、顧客が「グループキャプティブ」というプロジェクトに参加する場合は、相互補助金の支払いが免除されることが 2003 年の電力法で定められた。

こうした制度変更の影響もあり、インドにおける PPA は、多国籍企業によるものと国内企業によるものの両方が活用されている。多国籍企業によるものの例としては、CleanMax Solar 社と Adobe 社が 2017 年に結んだ 3MW の PPA が、国内企業によるものの例としては、CleanMax Solar 社とチェンナイ・メトロ社が 6MW の屋根上太陽光発電の 25 年間の PPA を結んだ例が挙げられる(IRENA, 2018a)。

中東および北アフリカ地域では、GW 規模の太陽光発電プロジェクトとは別に、各国政府が記録的な低価格で PPA 契約を締結している。そのため大きな可能性は残っているが、企業部門ではほとんど採用されていない状況である。フランスの複合企業 Lafarge Holcim 社が、ヨルダンのセメント工場のために 15MW の PPA を確保している例がある。一方エジプトでは、発電ディベロッパの KarmaSolar 社の 53MW の太陽光発電が、農業企業の Dakahlia 社と PPA 契約し、家禽飼育用に提供している例がある。

アフリカの素材産業も、コーポレート PPA の締結が盛んである。西アフリカのブルキナファソでは、ディベロッパの Eren Renewable Energy・African Energy Management

Platform (AEMP)社と、カナダの金鉱山運営者 IAMGOLD 社との間で、15MW の太陽光発電の 15 年間の PPA が 2017 年に締結されている。ナミビアでは、ドイツの発電ディベロッパの SunEQ 社と Ohorongu Cement 社が、2017 年に 5MW の太陽光発電の 15 年間の PPA 契約を結んでいる。エリトリアでも 2017 年にコーポレート PPA が締結されている。

このように、コーポレート PPA は、GAFA のような大規模な IT ジャイアントだけでなく、比較的小規模な PPA でも様々な企業にとっても魅力的なコスト競争力があることを示している。

5. ヨーロッパにおける風力発電のコーポレート PPA

本節では、より具体的な PPA のケーススタディとして、Zanchi et al., (2017)を基に、オランダにおける風力発電のコンソーシアム型 PPA を概観する。今回取り上げるコンソーシアム型コーポレート PPA では、買い手企業 4 社がコンソーシアムを設立し、風力発電プロジェクトから再エネを共同調達するモデルである。買い手企業コンソーシアムは、AkzoNovel, DSM, Google, Philips の四社で構成され、2016 年に設立された。この買い手企業コンソーシアムの設置により、2016 年 10 月に Krammer Wind Park プロジェクト (102MW) が建設可能となった。また、2016 年 12 月には、二つ目の PPA が契約され、Bouwdokken Wind Park プロジェクト (34MW) が建設可能となった。

5.1 コンソーシアムモデルのアドバンテージ

こうしたコンソーシアムモデルは、買い手企業が集約することで、複製可能なポテンシャルを含んでいる。つまり単一の PPA 契約よりも効率的に再エネを調達することができる。コンソーシアムモデルのアドバンテージは、以下 4 点が含まれる。第一に、規模の経済性が期待できる。第二に、PPA 契約のためのコストを節約・共有することができる。第三に、ポートフォリオを多様化することで、リスク管理が容易になる。第四に、契約構造の複製が可能になる。

この 4 社によるコンソーシアムを通じて、参加する買い手パートナー各社はそれぞれ、発電プロジェクトの 25%分を契約する。参加各社が連携して PPA 契約することで、各社が一社で契約するよりも、大きなプロジェクトの開発を可能にする。その結果、規模の経済性が得られ、有利な価格設定の恩恵を受けることができる。

また、PPA 契約に関して、商業的な構造、会計、法務、取引交渉など、様々な分野で専門知識が必要になるが、これらをコンソーシアム参加企業間で共有した。こうした知識を蓄えることで、個別に取引を行う場合と比較して、外部アドバイザーへの委託コストが削減された。また、どうしても外部アドバイザーが必要な場合には、参加パートナー各社で手数料と取引コストと同時に共有し、削減することができる。

一方で、発電プロジェクトの一部から再エネ電力を調達することによって、多様な再生可能電力 PPA のポートフォリオを構築することができる。このような集合 (アグ



リゲーション) アプローチは、ある発電プロジェクトに対して単一企業でオフテーカーとなるよりも、より有利にリスクをヘッジすることにつながる。

コンソーシアムとして最初取引する場合には、プロジェクトを精査して取引交渉に進む以前に、企業ガバナンスに関する合意を取り付ける必要がある。そのため、最初の PPA 契約には、開始から完了までに 36 ヶ月間掛かっている。パートナー各社は、PPA による調達を複数回柔軟に行えるように、法人化しないコンソーシアム方式を導入している。この取り組みは功を奏し、二つ目の PPA は約 6 ヶ月で完了している。

5.2 コンソーシアムモデルのチャレンジ

買い手企業がコンソーシアムを設立し管理にあたり、困難性がないわけでない。コンソーシアムに参加するパートナー企業が直面する課題とそれを解決するためのソリューションは、以下 4 点に集約される。第一にパートナーの選択、第二に取引の複雑性、第三にガバナンスの構造、第四に継続的マネジメントである。

PPA によって再生可能電力を調達するという目的を確実に成功させるためには、そのため動機と意思共有ができるパートナーを選択することが必要である。当初、このコンソーシアムのアイデアを考案した AkzoNobel 社は、持続可能性への強いコミットメントを含む、新たな価値観を共有できる企業に働きかけることで、このコンソーシアムの設立を実現した。

また、新しい PPA 取引構造の複雑さは、コンソーシアム参加パートナー企業にとっても、発電プロジェクトのディベロッパにとっても、最初は難しい局面がある。こうした課題を克服するためには、買い手パートナー企業各社間、そして発電ディベロッパと緊密に連携し、各社内の専門知識を共有することで、コンソーシアム型の PPA 契約を取り付けた。

一方で、コンソーシアムに参加するパートナー各社間において、適切なガバナンス構造を模索し、合意する必要がある。このコンソーシアムではそのために約 2 年の時間がかかっている。最終的には、コンソーシアムパートナー企業は、シンプルなガバナンス構造を選択し、そのことで取引交渉のプロセスを進めることが可能になった。

コンソーシアムの継続的なマネジメントは、パートナー企業間と、各企業内での二つのレベルでの調整が必要となる。各パートナー企業は、それぞれの役割と権限を割り当てるために、明確なルールとそのプロセスを確立している。

5.3 コンソーシアム契約の PPA 構造

本節では、この二つのコンソーシアム PPA の具体的事例の経験をもとに、取引の機能、買い手企業のリスク管理の方法、会計上の問題について検討する。

オランダにおけるこのコンソーシアム取引の特徴的な点として、買い手企業コンソーシアムの他に、三つの組織が取引上の役割を担っていることが挙げられる。一つは発電プロジェクトディベロッパであり、彼らは一連のプロジェクトに関するプロジェクトファイナンスを確保している。もう一つはオランダ政府であり、SDE+と呼ばれ

る FIT でプロジェクトに貢献する。最後にプロジェクトで発電された電力を、買い手企業に届けるための第三者機関（BRP: Balancing Responsible Party）である（図9）。

このコンソーシアム方式 PPA では、15 年間の電力購入契約を結ぶことで、二つの風力発電プロジェクトの開発が可能になった。この15年間の PPA によって、プロジェクトを構築して運用する発電ディベロッパが、プロジェクトファイナンスを確保することに貢献する。Krammer と Bouwdokken の二つの風力発電プロジェクトが稼働することで、オランダの電力系統に新たに 136MW の再生可能発電容量が追加された。

コンソーシアムに参加する買い手企業パートナー4社は、オランダの卸電力取引所 APX(Amsterdam Power Exchange; 現在の EPEX SPOT Netherlands)における卸電力価格に基づいて、PPA 価格を支払う。アメリカにおける多くのコーポレート PPA とは異なり、APX における需要と供給に基づく単一の変動価格である。価格リスクをマネジメントするために、買い手企業コンソーシアムと発電ディベロッパは、「価格カラー（襟）

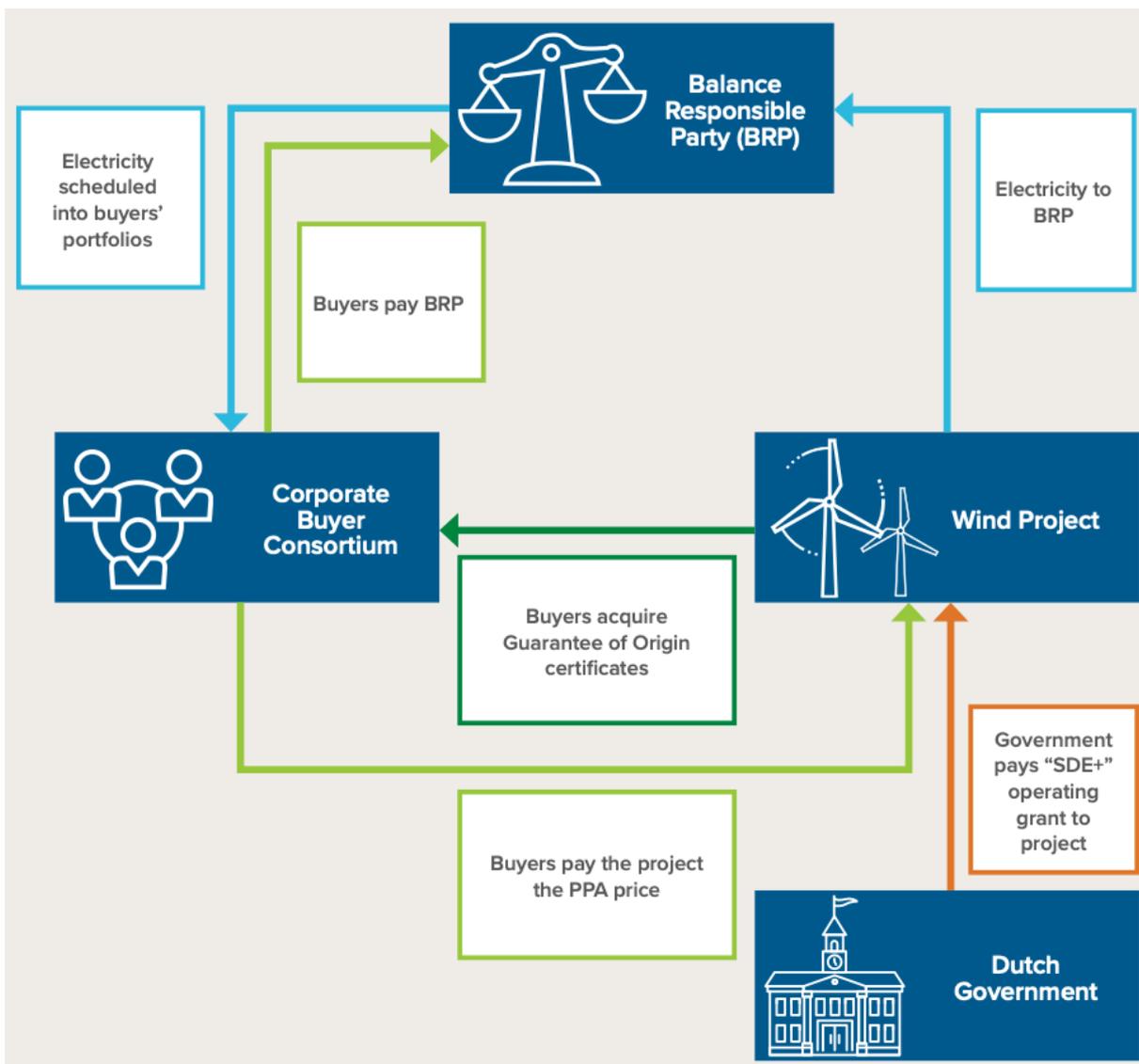


図9 オランダにおけるコンソーシアム PPA の取引構造



注1」について交渉する。

卸売電力価格が合意された下限額を下回った場合には、買い手企業コンソーシアムは、発電ディベロッパにプレミアムを支払って、価格を引き上げる。逆に、卸電力価格が上限額を超えると、買い手企業コンソーシアムは発電ディベロッパから割引を受ける。このシステムは、発電プロジェクトの収益を保護すると同時に、買い手企業が低い価格に直面することから保護することも目的としている。

またこの発電プロジェクトには、オランダ政府による FIT も適用される。オランダ政府の「持続可能なエネルギー生産刺激」(Stimuleren Duurzame Energieproductie) 支援システム (SDE+) によって、風力発電プロジェクトは 15 年間にわたって追加的な収入を得ることができる。

買い手企業にとって、SDE+は発電プロジェクトの経済性を高めることから、資金調達を確保するための発電プロジェクトの PPA からの収益への依存を減らし、PPA 価格を下げることに繋がる。単純に、買い手企業の PPA 契約期間は、SDE+の 15 年の時間軸と一致している。買い手企業コンソーシアムは、SDE+サポートによる需要量と安全性を満たすプロジェクトをオランダで探していた。

買い手企業コンソーシアムは、グループとして PPA 交渉を行った。しかしながら、各企業は発電プロジェクトと個別に契約を結んでいる。各企業は、発電プロジェクトからの発電量を均等にシェアし、価格などの条件もまったく同じである。この標準化により、買い手企業コンソーシアムの交渉費用が削減されるとともに、発電ディベロッパの手続きも容易になった。企業コンソーシアムはまた、発電プロジェクトとのコミュニケーションを確実にするために、窓口を一元化している。

このコンソーシアム型 PPA では、買い手企業は直接的な PPA の下で風力発電プロジェクトからの電力供給を受ける。これは、オランダの電力市場完全自由化の下で認可されている方法である。PPA 価格には、買い手企業に届けられる全ての電力分の GOs (Guarantee of Origins) も含まれている。

オランダの電力市場では、認可を受けた組織によって、電力供給のスケジュールの責任を負わなければならない。この組織は BRP (Balancing Responsible Party) と知られている。BRP は、風力発電プロジェクトからの出力を、各買い手企業の電力ポートフォリオに調整し、さらに APX (EPEX-SPOT NL) の卸電力市場の取引量とバランスをとる。

5.4 コンソーシアムPPA契約におけるリスク管理

では、買い手企業コンソーシアムは、どのようにしてリスク管理しているのだろうか。PPA 契約には、価格リスク、事業停止や不履行リスク、利用可能・遂行能力リスク、制度リスク、混雑・出力抑制リスクなどが想定される。

まず価格リスクについて、発電ディベロッパにとっての価格リスクは、PPA 価格がプロジェクトの資金調達と実行にとって必要なレベルを下回ることである。買い手企業にとっての価格リスクは、プロジェクトが経済的に実行できると見なされる

水準を上回る価格になることである。

こうした価格リスクを管理するために、買い手企業と発電ディベロッパは「価格カラー（襟）」システムについて合意している。APX の電力卸売価格が、合意された下限価格（フロア価格）と上限価格（天井価格）の間にある場合、買い手企業コンソーシアムは、APX の電力卸売価格から払戻金を差し引いた PPA 価格を、発電ディベロッパに支払う。

PPA 価格が合意した下限価格を下回った場合には、買い手企業は発電プロジェクトにプレミアムを支払う。これによって、発電プロジェクトは継続的に十分な収益を得ることができる。逆に、買い手企業を高価格から保護するために、PPA 契約によって、上限価格を超えた場合には卸売電力価格からの割引を適用する。

事業停止や不履行リスクに関して、買い手企業コンソーシアムのいずれかの企業が支払い不能になることも考えられる。このような場合、発電ディベロッパの収益に直接的に影響を及ぼし、結果として、その他の買い手企業の取引の継続性にも間接的に影響を与える可能性が想定される。

ここでは、そのような状況におけるリスクを軽減するための、買い手企業コンソーシアムと発電プロジェクトディベロッパの合意条件に言及する。このような不履行の状況では、発電ディベロッパはキャッシュフローの混乱の潜在的なリスクに直面しており、その結果、ローンの返済の危機にさらされている。

この買い手企業コンソーシアムのパートナー企業は、共同責任等いくつかの責任を負わない事を決定し、その代わりに、発電ディベロッパとその他の条項について合意することで、ある買い手企業オフテーカーが脱落するリスクを軽減している。それは、発電ディベロッパが別の買い手企業を見つけ出し、中断することなく電力を販売し続けることを可能にするソリューションである。そのことで、発電ディベロッパのキャッシュフローが維持されると同時に、残った買い手企業間の共同責任等の必要性が回避された。

このシステムは、PPA における連帯責任と個別責任（Joint and several liability）と呼ばれている。この原則の下では、ある買い手企業一社が不履行または取引を終了した場合に、発電プロジェクトディベロッパは、他の買い手企業オフテーカーを PPA 取引相手として保持する事が認められる。

また、発電事業遂行能力リスクも考えられる。PPA にはまた、遅延やパフォーマンス不足に関する損害賠償条項も含まれる。運転開始後は、発電プロジェクトが十分な量を発電して需要家に届くことも、買い手企業にとっては不可欠になる。発電ディベロッパが風力発電の技術的な最低発電量を保障したにもかかわらず、買い手企業が風力発電由来の電力を入手できないようなリスクがある。

PPA では、最も基本的なベシス・リスクの一つとして、PPA の価格と、買い手企業が卸電力市場に支払う価格が、地理的または時間的な相違によって、不調和的に広がっていくことという問題がある。金融的な予測によって、価格差の規模の不調和的変動を考慮する必要がある。アメリカでしばしば議論となるこのベシス・リスクは、



市場の地理的規模が大きいことに起因している。

しかし、オランダにおけるコンソーシアム型 PPA 取引では、このタイプのベシス・リスクにはさらされていない。オランダの電力市場は流動性が高く、コンソーシアム参加企業の需要地と、発電プロジェクトの決済地点は、同じ市場で価格設定されているからである。アメリカの PPA で比較する場合には、発電プロジェクトと買い手企業の需要地の両方が、同じハブに配置している状況である必要がある。

混雑 (Congestion) と出力抑制 (Curtailment) のリスクは、ある場所で過剰に発電した結果として起こりうる。この現象は、その場所での需要と他の場所へ電力を送る能力とを超過して発電し、十分にバランスできない場合に発生する。

混雑として知られている供給過剰の場合には、市場価格が下がり、市場参加者は発電量を減らす行動に出る。極端な場合には、市場価格の低下では発電 (系統流入) 量を減らすのに不十分である場合、系統運用者は系統の安全性を維持するために、出力抑制 (強制シャットダウン) を発令する必要がある。

この買い手企業コンソーシアムでは、この地域に他のプロジェクトが立地または計画されておらず、一方で、オランダ市場ではまだ風力発電の導入率が比較的小さいため、系統混雑のリスクは低いと考えている。しかしながら、買い手企業パートナーは、将来を見据えてこの潜在的なリスクにも対処できるような PPA 条項を模索している。

アメリカでは今日、ユーティリティ規模 (Utility-Scale) での太陽光発電の導入量が大きく伸びてきている (図 10)。商業用 (Commercial) や住居用 (Residential) と比較して大きな規模のものを指すが、今日ではユーティリティもまた小規模な分散型の太陽光発電を手がけ始めているので定義は困難であるものの、本節では Bolinger et al.(2019) に従って、野立ての 5MW 以上のものをユーティリティ・スケール太陽光発電 (Utility-

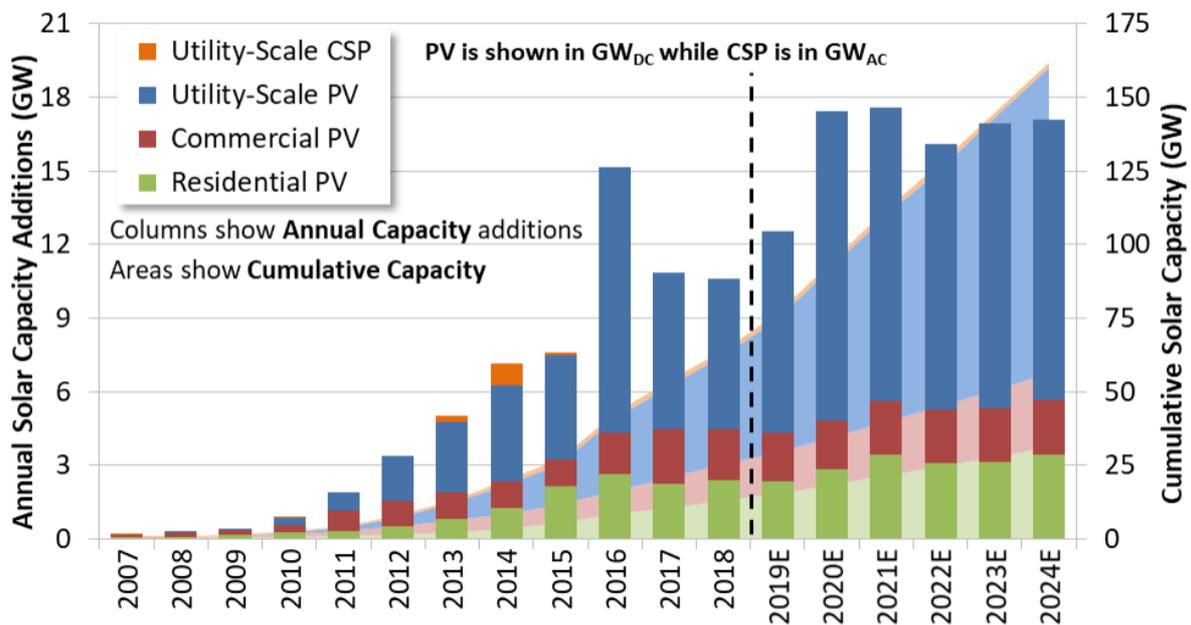


図 10 アメリカにおける太陽光・熱発電の導入容量の変遷とその予測

出所：Bolinger et al. (2019) based on Wood Mackenzie/SEIA (2019a)

Scale PV) として議論を進めたい。

6. アメリカにおける太陽光発電のコーポレートPPA

6.1 オンサイト太陽光とオフサイト太陽光

アメリカではこれまで、ユーティリティ規模での太陽光発電市場は、州の RPS 基準を満たすために、ユーティリティが再エネを購入することで推進されてきた。最近では、企業や商業顧客が、自主的にユーティリティ規模の太陽光発電からの電力を購入することに興味を持っている。特に企業部門は、持続可能性に関する目標を達成すると同時に、魅力的な投資収益を生み出すものとして、また、エネルギー価格変動に対するヘッジとして、太陽光による電力を購入している。

こうした目標を達成するために、企業はまず、屋根上や敷地内に太陽光発電システムを設置して、オンサイトの需要の一部を満たしている。大規模な小売業・流通業・製造業・データセンター等はこのオンサイトシステムで先導している。こうした施設は、多くの場合設置面積が大きく、太陽光発電に適した多くの屋上スペースや敷地内スペースを有していることが多い。

しかしながら、すべての企業がオンサイト発電を活用できるわけでない。そのため屋上スペースや土地を所有していない場合も多い。さらに多くの場合、オンサイト発電は企業部門の電力需要の一部しか満たすことができない、つまり、企業はオフサイトの再エネからの調達オプションを模索することで、需要の多くの部分を満たさなければならない。

オンサイトでの設置に関するこうした制約を考えると、オフサイトからの調達は、

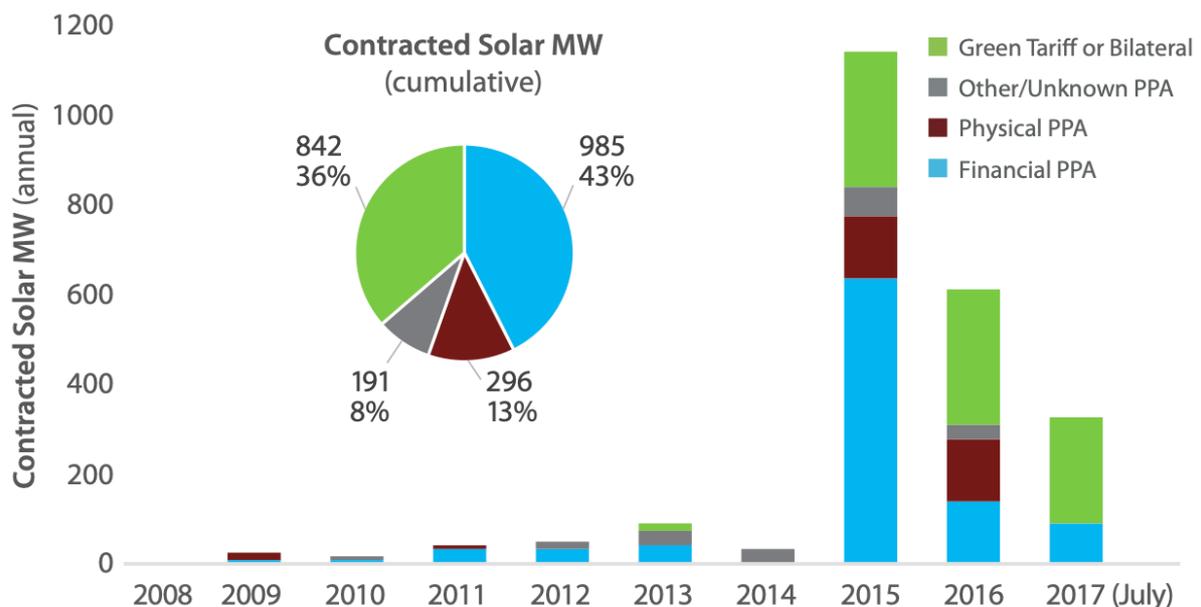


図 11 アメリカにおけるオフサイトソーラーの契約量とその方法

出所：Heeter et al. (2017)



企業の再エネ目標を達成するための魅力的なアプローチとなる。オフサイトの発電所からの太陽光由来の電力を調達するために、企業はユーティリティあるいは個々のプロジェクトディベロッパーと協力する方法がある。これらのアプローチによって、企業は競争的な価格で、ユーティリティ規模の発電所からの太陽光由来の電力を購入することができる。

一方で企業はまた、長期的にエネルギーコストを削減できる可能性を維持しながら持続可能性に関する環境目標を達成するために、10~20年間の長期価格を保証する、電力購入契約（PPA）を結ぶこともできる(ACORE, 2016)。図11は、各年毎のオフサイトソーラーからの契約量とその方法を示している。オフサイトからの太陽光発電由来の電力調達は、2015年に大幅に増加していることがよく分かる。その内訳を見ると、金融的(Financial)PPA、つまり仮想的(Virtual) PPAの増加が顕著である。

PPAでは、再エネの買い手企業は、発電ディベロッパーと長期契約を結ぶ。そして、プロジェクトからの電力と環境属性に関する権利を、物理的(Physical)に、あるいは金融的・仮想的(Financial/ Virtual)に確保することができる(Heeter et al., 2017)。

6.2 どのようにPPA契約を締結するか

二つのタイプのPPAは、第3章で示したとおりであるが、PPA契約を結ぶ前に、企業はどのくらいの量をどの場所の電力を使うのかを理解し、再エネ調達目標の枠組みを作成する必要がある。その後、企業はコンサルタントと協力するか、あるいは自社内で作業して、再エネプロジェクトを募集する。応募が終われば、企業は交渉を始めることができる。

とくに、企業の上層部が金融的PPAに慣れていない場合には、交渉プロセスに時間がかかる可能性がある。金融的PPAを締結するまでの時間は次第に短縮されることも考えられるが、上級管理職にエネルギーと金融の経験によっては、このプロセスは困難になることもある。交渉では、どの価格ポイントを設定するか、どの市場価格を基準にするかが話し合われる。

いくつかのケースでは、たとえば送電混雑が発生するような場合には、ノードや連系線レベルのバスバー(busbar)市場価格と、ハブ(hub)レベルの市場価格で価格差が生じる(RCE, 2016)。このような場合、買い手企業はハブ価格で価格設定し、発電プロジェクトディベロッパーにベシス・リスクを管理してもらうような方法を模索するだろう。その他、交渉には契約期間、再エネ証書(REC)の所有権、およびパフォーマンス保証が含まれる(DLA Piper, 2016)。

オフサイトの再エネを調達しようとする場合、多く買い手企業は金融的PPAで契約することを好むものの、発電事業を行う州や地域でこのメカニズムを利用できない場合もある。金融的PPAを適用するためには、発電所は、RTO/ISOが設置されている地域でなければならない。

さらにヘッジする価値は、どの程度小売価格が卸売価格を追跡しているかに関連する。発電地と需要地が近接していれば、発電によって得られる卸売価格は、買い手企

業が既存の電力会社に引き続き支払う小売料金を追跡することは容易である。そこで、買い手企業は、需要と金融的 PPA をできるだけ強く相関させるために、需要が大きな場所に近くに位置する発電プロジェクトを探している。

6.3 金融的(Financial)PPAのベネフィットとチャレンジ

再エネ電力の買い手企業が金融的 PPA を選択する動機はいくつかある。物理的 (Physical)PPA と同様に、金融的 PPA 契約を結んでも、買い手企業は発電プロジェクトに資本を投資する必要はない。企業は、経済的にメリットがあるために金融的 PPA に関心を持っている。それには、潜在的なヘッジ価値、そして新しい大規模プロジェクトから調達する可能性が含まれる。

買い手企業は、従来型電源と比べても価格競争力のある、再エネがある地域で金融的 PPA を締結する。その発電容量の多くは風力発電である。太陽光発電の PPA 価格 (物理的もしくは金融的) について、Honyman et al., (2016)では、最近のユーティリティ規模の太陽光 PPA は、おおよそ 35~50 \$/MWh で契約されているという。ユーティリティ規模の太陽光・熱発電の PPA 価格は Boilenger et al. (2019) でも指摘されている。

Boilenger et al. (2019) 等に見られるようなこうしたトレンドから、5州のうち4州における PPA 価格は 50 \$/MWh であり、中西部は 60 \$/MWh 未満であることが示される。これらの価格は、ユーティリティだけでなく、IPP をはじめとする非ユーティリティの価格も含まれている。これまで、買い手企業顧客が調達する再エネの約 70% の金融的 PPA は、テキサスの ERCOT とその北部の SPP 地域に位置していた。その後にはカリフォルニアの CAISO が続いている。

また、潜在的なヘッジ価値もある。買い手企業が電力需要地の近くにある発電プロジェクトから調達する場合、プロジェクト構造を電力コストの上昇に対してリスクヘッジするように作成することができる。

買い手企業が電力会社に支払う電力価格は、再エネ発電プロジェクトが卸電力市場で受け取る価格と連動して増減する必要があるが、買い手企業が支払う電力料金は、卸電力市場価格のレートを追従する。再エネ発電プロジェクトが電力需要地から遠くなればその分、不完全なヘッジとなる可能性は高くなる。

金融的 PPA は、新規プロジェクト開発にも貢献する。買い手企業は、新規の大規模な再エネプロジェクトから調達できることに関心を示している。平均的な太陽光発電 PPA の設備容量は、2015年に 50MW、2016年に 60MW となっている。こうした大規模プロジェクトは、主に大規模なエネルギー集約型のデータセンターを持つ企業によって使用されている。

買い手企業は、金融的 PPA に対する多くの障壁を挙げる。それは、とくにエネルギー市場に関する専門知識のレベルと、契約構造から生じるリスクや市場感応度に関するものである。金融的 PPA によって作成されるリスクと市場感応度は、評価を困難にすることがある。金融的 PPA による潜在的な利益は、将来の卸電力市場価格の予測に



由来する。この予測は実にチャレンジングである。ある買い手企業は、再エネの普及が卸電力市場価格にどのように影響するか、不確実性があると指摘する。この不確実性により、買い手企業が望まないような市場感応度評価を受けることもある。

エネルギー市場の専門知識の要件として、買い手企業は、金融的 PPA では、その条件と構造に関して、経営幹部の承認が必要となる。法務・金融・財務・会計その他分野の幹部が、持続可能性やエネルギー部門の管理職とともに PPA に関与することになる。企業の持続可能性担当者は、関与する必要がある人を事前に特定し、教育することが必要になるが、これが困難な場合もある。

いくつかの中小規模の買い手企業では、金融的 PPA に精通したエネルギーコンサルタントを雇用することが、プロジェクトの承認を得る上で鍵になると考えている。初めての場合と比べて、2 回目の金融的 PPA を締結するプロセスは早くなるかもしれないが、市場のダイナミクスと利益リスクの変化によって、買い手企業幹部は、追加的な金融的 PPA に消極的になる可能性もある。

リスクと市場感応度について、金融的 PPA は卸電力市場における負の価格（ネガティブプライス）の問題に対処しながらも、基準となる価格を設定する場所を決めなければならない。例えばテキサスの ERCOT では、生産税額控除（PTC: Production Tax Credit）によって、風力発電事業者は 0 \$ /MWh やそれ未満でも利益を上げることができるとされている。ただし、買い手企業は負の価格（ネガティブプライス）にかかるコストに対して責任を負うことを望まない。この負の価格に対処するための規程は、金融的 PPA で取り扱わなければならない。

決済基準価格となるストライクプライスの場所の設定も、金融的 PPA では重要なポイントになる。買い手企業は通常、リスクを最小限に抑えたいため、ハブレベルでの価格ベースに落ち着く。しかしながら、発電ディベロッパがリスクを負うのであれば、結果として受け取り希望額よりも高い電力料金を得ることもある。一部の買い手企業は、ノードレベルでの価格ベースに落ち着き、リスクをヘッジする方法を別途見つけることで、より大きなリスクを厭わないような場合もある(Chandbourne, 2016)。

6.4 太陽光発電の仮想的（Virtual PPA）・金融的(Financial)PPAの市場の状況

太陽光発電における仮想的・金融的 PPA の状況を確認しておく、アメリカでは、2017 年 7 月までに、さまざまな再エネにおけるオフサイトのユーティリティ以外による PPA として、8,121MW の需要が発生した。その一部が仮想的・金融的 PPA によるものである。ユーティリティ以外の買い手企業オフテーカーによる仮想的・金融的 PPA は、2015 年に劇的に増加して 3,199MW に達したが、翌 2016 年には約 1,902MW に減少した。

2015 年の急激な増加の要因は、生産税額控除や投資税額控除の拡張に関する不確実性と、Google による調達が考えられる。全体として、ユーティリティ以外の仮想的・金融的 PPA の割合は、全 PPA の 60% を占めていた。オフサイトの太陽光発電 PPA は、PPA 市場全体から見ると小さな規模を示しており、2015 年のピーク時に 800MW を越

えたが、2016年には約300MWに減少している。2015年は、カリフォルニアで合計500MWを越える4つの仮想的・金融的ソーラーPPAが支配的であった。

6.5 太陽光発電の仮想的(Virtual PPA)・金融的(Financial)PPAの例

仮想的・金融的PPAは複雑な取引であり、これまでのところ、大規模な需要や取引コストを吸収できるような能力、そして長期契約を結ぶ信頼性があるような買い手企業組織に限定されている。ただし、2016年には比較的需要規模の小さい三つの組織の集合体によって、仮想的・金融的PPAが契約されている。マサチューセッツ工科大学(MIT)・ボストン医療センター(BMC)・郵便局再開発会社(POS)は、ノースカロライナ州の60MWの太陽光発電プロジェクトと25年間の仮想的・金融的PPAを結んだ。

このアグリゲーションは、非営利組織のA Better Cityと、CustomerFast Renewables(CFR)社によって推進された。A Better Cityは、ボストンの商業用不動産およびビジネス部門におけるCO2排出量の削減支援を積極的に行っている。CFR社は、エネルギー調達のコサルティング企業である。CFR社は、買い手企業に代わってPPAの設計、構造化、交渉を主導した。

競争的な募集プロセスにおいて提案された41のプロジェクトのうち、買い手3組織のMIT・BMC・POSは、ノースカロライナに拠点を置く太陽光発電を選んだ。それは、ボストン近郊の北東部で利用可能なサイトよりも、より大規模な纏まった土地で発電プロジェクトを展開できるからである。設計と設置を担当する地元企業は施設の建設と運用の実績があり、またノースカロライナの電力系統は、北東部よりも温室効果ガスの排出量が多かった(Chandler, 2016)。

このPPA契約が完了するまでに、9ヶ月の時間を要している。この集合(アグリゲーション)型の調達から得られる重要な教訓は、第一に、できるだけ多くの潜在的な買い手組織オフテーカーを関与させることが挙げられる。当初関心を示した一部の組織が、その後撤退するリスクがある。第二に、エネルギーの専門知識を持ち、各組織を事前に教育することで、取引にかかる時間を最小限にできる組織と協力することが挙げられる(A Better City, 2017)。

6.6 PPAの展望

再エネ市場の参加者は、PPA市場が成長し続けることを期待しているだろう。再エネ事業全体として、契約済みのPPAによる設備容量は2015年の記録的な高さと比較すると2016年に減少しているが、再エネを調達したい買い手企業顧客は、税額控除が段階的に下落する前に、連邦税額控除を活用できるプロジェクトに対し、PPA契約を模索する可能性がある。太陽光発電PPAの場合、30%の投資税額控除を受けるためには、2019年までに建設を開始する必要がある。

これから増加するであろうPPA契約では、市場参加者は今後のPPA契約はハブレベルの価格で締結される可能性が高いと指摘する。このことは、発電ディベロッパのリスクが大きくなることを意味するが、買い手企業のオフテーカーにも移転する可能



性がある。発電ディベロッパは、金融商品でベシス・リスクを管理できる。

より多くの買い手企業群が金融的 PPA を利用できるようにするためには、発電ディベロッパやその他の利害関係者は、集約する能力と、需要の小さな企業群へのプロジェクトファイナンスの利用可能性を高めるように改善し続けることが重要になる。

7. まとめ

本章では、日本でも近日話題に上がりつつある、コーポレート PPA(Power Purchase Agreement: 電力購入契約)について、欧米を中心に、世界的な動向をサーベイした。今日の日本では、2012 年の固定価格買取制度が設立されてから、太陽光発電の著しい成長が達成され、太陽光発電部門においては、FIT の導入が盛んに議論されるようになってきた。

こうした状況下、再エネ電力の買い手企業と、新規発電プロジェクトが手を結んで、PPA 契約を締結することができれば、金融機関からのプロジェクトファイナンスを得ることができる。そのことは、世界中で再エネ電気を欲しがっている買い手企業が、盛んにコーポレート PPA を、新たな発電事業者と結びたがっている現状からも、容易に理解できる。

FIT の威力は絶大である。例えば 20 年間、中央政府が固定価格で買取保障するというほどのインパクトをもつ政策は他にない。ただし、太陽光発電に関していえば、その新規固定調達価格は発電ディベロッパにとっては、魅力的なオプションとはならない時代に来ている。

コーポレート PPA は、買い手企業と発電ディベロッパの間で直接結ばれる、長期相対契約の一つの形態である。現在日本において導入が進んでいるコーポレート PPA のビジネスモデルは、主に自家消費型の太陽光発電モデルである。この日本版 PPA モデルでは、電力の買い手企業が太陽光パネル等設備の設置場所を発電事業者に提供する。発電事業者と買い手企業が電力購入契約を結ぶことで、企業は再エネを調達する。電力そのものの流れは自家消費型になるため、オンサイトの物理的 PPA ということができるだろう。

オンサイトの物理的 PPA ならば、比較的容易に導入することができるが、需要の大きな場所では自社用地が埋まってくるにつれて、近い将来発電所の新設が頭打ちになる。そこで、オフサイトの仮想的 PPA のような新たな手法を組み合わせながら、さらに追加性の高い、仮想的 PPA を用いた纏まった規模の再エネ拡大戦略が、日本でも導入されることが期待される。日本におけるオフサイトの PPA 実現のためには、先進地域の欧米の事例のノウハウに学ぶことが望ましいといえるだろう。

アメリカにおいてコーポレート PPA が劇的に成長した要因として、2015 年頃から仮想的 PPA の導入が増加したことがある。仮想的 PPA は、差金決済方式を活用することで、競争的な価格でオンサイトだけでなくオフサイトでも、新たな発電所への投

資を可能にすることができると言われてしている。100%再エネを目標に掲げている買い手企業にとっては、まだまだ新しい再エネ電源が必要である。そのために、オフサイトの仮想的 PPA の積極展開が有望視される。

日本におけるオフサイトの PPA の導入に際し、既存のフレームワークでは、発電地と需要地の距離に対して多額の託送料がかかるのではないかという不安がある。一方で、連系線に流せる電気の量が制約を受けることで生じる、市場分断によるエリアプライスを、どのようにして PPA の価格設定に反映させるかということにも課題が生じる。こうした課題はベシスリスクと呼ばれるが、欧米では仮想的 PPA の発想によって克服している。まずは、卸電力取引所のスポット市場における電力価格が、PPA の指標価格として信頼性を確保できることが、仮想的 PPA にとって重要になる。

オフサイトの仮想的 PPA の多くは、託送料を含む電力の価値と再エネ価値を切り分けて長期相対契約を結ぶ、日本においては新しい形の電力取引になる。さらに、新しい FIP やさまざまな市場との整合性を持たせるような制度設計が必要になる。概して PPA 契約は複雑なものになりがちである。もっとも重要なのは、契約にかかる取引コストを最小化し、競争的な価格で再エネ調達の実現できるような PPA の長所を活かすことである。まずは日本における PPA、とりわけ仮想的 PPA の導入障壁を明らかにし、その解決方法を学際的に議論することが必要である。

参考文献

- ACORE (2016), *Corporate Renewable Energy Procurement Industry Insights (Technical Report)*. Washington, D.C. <https://acore.org/wp-content/uploads/2017/12/Corporate-Renewable-Energy-Procurement-Industry-Insights.pdf> (accessed on 8 April 2020)
- A Better City (2017), “Innovation through Aggregation: A Case Study of Partnership to Purchase Renewable Energy.” http://www.abettercity.org/docs-new/Innovation_Through_Aggregation.pdf. (accessed on 8 April 2020)
- BNEF (2020), Corporate Clean Energy Buying Leapt 44% in 2019, Sets New Record, <https://about.bnef.com/blog/corporate-clean-energy-buying-leapt-44-in-2019-sets-new-record/> (accessed on 5 April 2020).
- Bolinger, M., Seel, J., Robson, D. (2019), Utility-Scale Solar: Empirical Trends in Project Technology, Cost, Performance, and PPA Pricing in the United States –2019 Edition, *Lawrence Berkeley National Laboratory Recent Work*, <https://escholarship.org/uc/item/336457p8> (accessed on 8 April 2020)
- Chadbourne (2016), “Negotiating a Corporate PPA.” *Project Finance NewsWire*, Oct. 2016 https://www.projectfinance.law/media/1595/pfn_1016.pdf (accessed on 8 April 2020)
- Chandler, David L. 2016. “MIT to Neutralize 17 Percent of Carbon Emissions through Purchase of Solar Energy.” MIT News, October 19. <http://news.mit.edu/2016/mit-neutralize-17-percent-carbon-emissions-through-purchase-solar-energy-1019> (accessed on 8 April 2020)
- DLA Piper (2016), *2016: The Year of PPAs and the Corporate Green Agenda (Technical Report)*. Washington, D.C.



- EPA (2016), *Introduction to Virtual Power Purchase Agreement*, https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/webinar_kent_20160928.pdf (accessed on 6 April 2020)
- Heeter, J., Jeffrey J. C., and Lori B. (2017), “Charting the Emergence of Corporate Procurement of Utility-Scale Solar.” NREL/TP-6A20-69080. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory, <http://nrel.gov/docs/fy17osti/69080.pdf> (accessed on 8 April 2020)
- Honeyman, Cory, Austin Perea, Shayle Kann, MJ Shiano, Jade Jones, Colin Smith, Benjamin Gallagher, Scott Moskowitz, Allison Mond, Shawn Rumery, Aaron Holm, Katie O’Brien, and Justin Baca. 2016. U.S. Solar Market Insight Full Report Q4 2016. Washington, D.C: GTM Research and Solar Energy Industries Association. <https://www.seia.org/research-resources/solar-market-insight-report-2016-q4> (accessed on 8 April 2020)
- IRENA (2018a), *Corporate Sourcing of Renewables: Market and Industry Trends – REmade Index 2018*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/May/IRENA_Corporate_sourcing_2018.pdf (accessed on 4 April 2020).
- IRENA (2018b), *Global Energy Transformation: A roadmap to 2050*, http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Report_GET_2018.pdf (accessed 4 April 2020).
- IRENA (2018c), *Renewable Power Generation Costs in 2017*, http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018.pdf (accessed on 4 April 2020).
- IRENA and CPI (2018), *Global Landscape of Renewable Energy Finance*, http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_Global_landscape_RE_finance_2018.pdf (accessed on 4 April 2020).
- IRENA and IEA (2017), Executive Summary/Chapter [1/4] of Perspectives for the energy transition – investment needs for a low -carbon energy system ©OECD/IEA and IRENA 2017, <http://www.irena.org/publications/2017/Mar/Perspectives-for-the-energy-transition-Investment-needs-for-a-low-carbon-energy-system> (accessed on 4 April 2020).
- Renewable Choice Energy (REC) (2016). *Proactively Managing Risks to Accomplish Your Long-Term Renewable Energy Goals Using Renewable PPAs (Whitepaper)*. Boulder, CO <https://perspectives.se.com/e-books/proactively-managing-risks-to-accomplish-long-term-energy-goals-using-renewable-ppas> (accessed on 9 April 2020)
- RES (2018), “Murra Warra Wind Farm Stage One reaches financial close, construction to commence”, *Renewable Energy Systems*, www.murrawarra-windfarm.com/media/2578895/MWWF-financial-close-release-FINAL-FOR-RELEASE-V114318.pdf (accessed on 6 April 2020)
- RE-Source (2018), RE-Source European platform for corporate renewable energy sourcing, <http://resource-platform.eu> (accessed on 6 April 2020)
- RMI (Rocky Mountain Institute) (2018), *Corporate Renewable Deals 2013-2018 YTD*, <http://businessrenewables.org/corporate-transactions> (accessed on 4 April 2020).
- Telstra (2017), “Telstra led consortium supports major renewable energy project in regional Victoria”, www.murrawarra-windfarm.com/media/2550892/Telstra-Energy-PPA-RES-Macq-19Dec-4pm-2-.pdf (accessed on 6 April 2020)

- WBCSD (2018a), *Innovation in Power Purchase Agreement Structures*, World Business Council for Sustainable Development, <http://www.wbcsd.org/Clusters/Climate-Energy/REscale/Resources/Innovation-in-Power-Purchase-Agreement-Structures> (accessed on 4 April 2020).
- WBCSD (2018b), *Power Purchase Agreements en Argentina [Power Purchase Agreements in Argentina]*, World Business Council for Sustainable Development, <http://www.wbcsd.org/Clusters/Climate-Energy/REscale/Resources/Power-Purchase-Agreements-en-Argentina> (accessed on 6 April 2020).
- Wood Mackenzie, and SEIA (2019a), “U.S. Solar Market Insight Report: 2018 Year in Review.” Washington D.C.: Solar Energy Industry Association (SEIA). <https://www.seia.org/research-resources/solar-market-insight-report-2018-year-review> (accessed on 8 April 2020).
- Wood Mackenzie, and SEIA (2019b), “U.S. Solar Market Insight Q2 2019: Executive Summary.” Washington D.C.: Solar Energy Industry Association (SEIA). <https://www.woodmac.com/reports/power-markets-u-s-solar-market-insight-q2-2019-316333> (accessed on 8 April 2020).
- Zanchi, R., Porter, M., and Miller, N.(2017), *The Dutch Wind Consortium: Successful Aggregation of Corporate Renewables Buyers in Europe*. Rocky Mountain Institute, http://businessrenewables.org/wp-content/uploads/2017/12/BRC_DutchCaseStudy.pdf (accessed on 8 April 2020).