

開発の現場から

エネルギー革命最前線レポート：メキシコの空から世界を変える

井上 侑一郎
インフラ投融资担当官
世界銀行グループ国際金融公社（IFC）

中南米から始まるエネルギー革命

さて、突然ですが、皆さんは「再生可能エネルギー」と聞いて何を思い浮かべるでしょうか。一年ほど前、ある日本企業で講演をする機会があったのですが、その際に出てきた意見は、「クリーン」「コストが高い」「お日様まかせ、風任せで安定しない」といったものでした。日本人の一般的な再生可能エネルギーに関する認識は、つい一年ほど前まではエコでも、割高で扱いが難しい、といったものではないかと思えます。

電力・インフラ業界に関わる方や感度の高い方は既にご存じかと思いますが、世界のエネルギー市場では、エネルギーの在り方そのものを変えるようなダイナミックな変革が現在進行形で進んでいて、これまでの常識が驚くようなペースで過去のものとなりつつあります。本稿では、そうした変化の最前線の一つとなっている中南米から、現地の状況をお伝えしたいと思います。

ド文系青年（中年？）インフラを語る

さて、本題に入る前に、少し私の自己紹介をさせてください。私は現在、世界銀行グループの国際金融公社メキシコ事務所で、中南米のインフラ事業向けの投融资を担当しています¹。



エネルギー革命の最前線！

私は子供の頃から算数や理科が大嫌いで、出来るだけ理系科目を避けて生きてきた、生粋の文系育ち。そんなド文系の私が理系ど真ん中のインフラに魅せられたのは、大学三年生の時でした。高校時代に留学していたメキシコの片田舎の町が、インフラによって大きく変貌したのです。私が高校時代に留学していた

頃は、自給自足の農業以外に大きな産業もなく、住民の大半が平均賃金以下の仕事につくか、あるいはアメリカへの移民を目指すか、なかには麻薬や売春などの犯罪に身を投じる者もいるなど、夢や希望からほど遠い町だったのですが、近隣に高速道路が開通し

¹ 本稿で述べる意見は個人の見解であって、所属組織を代表するものではありません。

た結果、大きく経済が発展したのです。

高校卒業後、半ば失業状態で毎日ぶらぶらしていた友人たちが、高速道路がもたらした経済成長の中で、仕事を持ち、家庭を作っていく姿は、ちょうど就職活動を控えていた私にとって大きな衝撃でした。あの高速道路のように、インフラが持つ、社会を大きく変える力によって、中南米の発展に貢献したい、そう思いました。エンジニアでもない私がインフラに関わる方法は何か、と考えた結果、銀行でファイナンスという形でインフラに関わるようになって、早 15 年超、今日に至ります。

エネルギー革命の最前線

さて、中南米のエネルギー市場では、今、三つの大きな連鎖的な変化が玉突き的に起きています。インフラが変わる時、社会も大きく変わる。メキシコでの原体験を通じてそう信じる私にとって、こうした大きな変化に現場で立ち会えることは途上国開発に携わる者として冥利に尽きます。以下では、私が肌で感じているこうした変化の胎動をお伝えしたいと思います。

変化その一：再生可能エネルギーの価格破壊

第一の変化は、再生可能エネルギーの圧倒的な価格低下と、それに伴う爆発的な普及です。太陽光発電を例にとってみてみましょう。再生可能エネルギーの普及が始まった 2010 年頃には、太陽光発電の発電単価は、ざっと 1 キロワット時当たり 40 セントというイメージでした。これは、化石燃料発電の中では最もコストが高いディーゼル発電の価格と、ごく限られた条件下でぎりぎり張り合えるかどうかという水準で、政府からの大幅な補助金を付けた価格で買い取ってもらう以外に、なかなか事業が成り立つ方法がない状況でした。日本では再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度が 2012 年にスタートしていますが、当初太陽光発電には 42 円という価格がつけられています。

ところが、ここから劇的な価格低下が始まります。世界的な太陽光パネルの価格低下と、中南米の豊富な再生可能エネルギーの賦存量（良好な日照時間や広大で平坦な未利用地など）を背景に毎年 20%以上のペースで価格が切り下がっていった結果、2015 年くらいにはキロワット時 15 セントくらいになって、中南米で太陽光発電が爆発的に広がり始めます。弾みがついた価格破壊はその後も留まることを知らず、例えばメキシコで 2016 年に行われた入札では、なんと最安値 2.7 セントという価格がつきます²。

しかしながら、再生可能エネルギーが急拡大したことに伴い、発電量が不安定である、という太陽光や風力の弱点も同時に露わになってきました。電力には、「同時同量の法則」というものがあり、需要と供給が常に同じ水準で均衡していないと周波数が不安定になり、ひどい場合は大きな停電を引き起こしたり、接続している電子機器を壊したりします。再生可能エネルギーが電力全体に占める割合が低いうちは、出力が調整しやす

² https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/01/BNEF_MexicosSecondPower_SFCT_FNL_B.pdf

い火力発電を付けたり消したりすることで調整できますが、再生可能エネルギーの割合が増えるにつれ、調整が追い付かなくなり、一部の国・地域ではこれ以上太陽光や風力の発電を増やすことが難しくなってきました。

変化その二：貯める技術が世界を変える？

こうした状況を受けて、今中南米で急速に開発が進んでいるのが、「電気を貯める技術」の活用です。電気というのは、貯めるのが非常に難しい性質があります。「電池」とい



雲一つないメキシコの空は、太陽光事業者には垂涎もの

う技術はもちろん昔からありますが、よく考えてみれば、発電コストが現在、キロワット当たり数セントなのに、その数百分の一くらいの量の電気しか入っていない乾電池が一本 20～30 円する、というのは、実は非常に高コストなのです。もちろん、大型化すればコストは下がりますが、それでもインフラとして商業ベースで活用出来る水準にはまだ遠い、というのが、少し前までのマーケットの認識でした。

しかし、今、この蓄電池の価格が、世界で劇的に低下しつつあります。電気自動車の発展につれてバッテリーの需要が世界的に急増し、規模の効果と技術革新が急速に進んだことによるものです。現在、インフラに使われる大規模蓄電池は概ね 1 キロワット時当たり 15 セントを切るくらい水準³になってきました。単純比較は出来ませんが、これは太陽光が爆発的な普及を始めた頃の水準に近い価格です。これから、世界的な電気自動車の普及に伴い、蓄電池の価格はさらに下がっていくことが期待されており、インフラ分野でも向こう 10 年くらいの間に大きく普及していくことが期待されています。

さらに、電気を貯めるもう一つの技術として、水素が急速に注目を集めています。文系の私には簡単な説明しかできないのですが、水 (H_2O) は電気分解することで、水素 (H) と酸素 (O) に分離することができます。この電気分解に再生可能エネルギーで発電した電力を使うことで、クリーンな水素を作ることが出来ます。

水素の利点は化石燃料にかなり近い扱いが可能なことです。燃料電池を使って電気に変えて使うこともできますし、燃やせば熱量に変換できるので、燃料として使うことも可能です。現在、既存の化石燃料のインフラ（ガスパイプラインなど）を使って水素を運搬したり、自動車や船舶の燃料に使ったり、あるいは暖房に使ったりといった研究が進

³ 4 時間稼働蓄電池の場合。 <https://www.energy-storage.news/news/bloombergnef-lcoe-of-battery-storage-has-fallen-faster-than-solar-or-wind-i>

められています。インフラなどを含めた総合的なコスト面ではまだ課題が残りますが、中南米の安価な再生可能エネルギーを活用して、こうしたコスト面の課題解決に近づけないか、という取り組みが至るところで進んでいます。

太陽の国、風の街と呼ばれる国や町がたくさん存在する中南米では、世界的に見ても有数の太陽光や風力発電の適地がたくさん存在します。過去 10 年間は、再生可能エネルギーの発電所へ国内外から巨額の投資が行われましたが、そうした投資が一巡した現在では、蓄電池や水素に高い注目が集まっています。蓄電池も水素も、まだ課題が残るからこそ、その解決にビジネスチャンスを見出そうとする投資家が世界中から中南米に集まっている、現場ではそんな普及前夜の熱狂を感じています。

変化その三：無尽蔵のエネルギーの先には

これまで、資源とは人類にとって、常にその便益と同じくらいの問題を引き起こす存在でした。その採掘や利用はほぼ必ずと言ってよいほど大きな環境破壊をもたらしますし、有限で希少であるがゆえに争いの種となってきました。しかしながら、再生可能エネルギーはその名の通り、ほとんど無尽蔵に産出することが出来ます。発電や利用にあたって CO₂ や有害な排気ガスを排出することもなく、発電所の設置に伴う環境負荷はあるものの、一度設置してしまえば資源が枯渇することもなく、設備の更新さえすればほぼ半永久的に利用することが可能です。

中南米で起きた第一の変化は、エネルギーの価格破壊を引き起こしました。第二の変化は、その利用の制約となる貯蔵の問題を解決しつつあります。こうした変化を通じて、大げさな言い方をすれば、人類は有史以来初めて、安価でクリーンでしかも尽きることのない、「使い放題」のエネルギーを自由に活用する力を手にすることになるかも知れません。

無尽蔵のエネルギーが実現すれば、社会の様々な分野で広範な変革を引き起こすと思われませんが、中南米で既にその萌芽が見え始めているのがモビリティの分野です。今、中南米のインフラ分野では、蓄電池や水素と並んで、**e-Mobility** がトレンドワードになっています。メキシコシティではテスラを始めとする電気自動車を日常的に見かけるようになってきていますし、公共交通への電動バス導入の取り組みも中南米の主要都市で始まっています。また、**Uber** を始めとするライドシェアは既に完全に生活の一部となっており、私もコロナ禍が始まる前は毎日通勤に利用していました。

この動きを単なる車の電動化、エコ化とみるなかれ。実は、**e-Mobility** には、平行して動く「自動運転化」というもう一つの大きなテーマがあります。既に日本でも盛んに報道されている通り、この分野では近年、急激な進歩が見られ、完全自動運転化も決して夢物語とは言えなくなってきました。こうした自動運転が、ライドシェアサービスと無尽蔵のクリーンなエネルギーと組み合わせれば、どんな未来が待っているのでしょうか。ここから先は、純粹に私の夢の世界になりますが、少しお付き合いください。

エネルギーが無尽蔵、低コストで環境も汚染しないのであれば、常時車を走りっぱなしにすることも出来ます。AI の予測に応じて、需要が予測される地域にあらかじめ車を自動運転で走らせて置き、必要な時にアプリで呼び出せば数分以内に車が玄関まで来て、目的地に連れて行ってくれる。人が乗っていない時は、宅配などに活用しつつ、流しのタクシーのように需要のありそうな地域をグルグル走らせることも出来ます。

好きな時にすぐ呼び出せるのであれば、わざわざマイカーを持つ必要もなくなりますし、運転する必要がなければ、車の内部もより過ごしやすい空間に変えることが出来ます。物流のコストも大きく下がり、AI の需要予測に基づいて注文が発生する前から商品を走らせて置き、ネット販売で購入ボタンをクリックしたらすぐに商品が届く、というようなことも可能です。私の子供たちは、スマホなどを通じて「生まれた時からネットにつながっている世代」と言われていましたが、次の世代は「生まれた時から物理的につ

ながっている世代」になるかもしれません。



どこまでも蒼く続くメキシコの空よ、
永遠なれ！

高校時代に留学していた時、私をいつも勇気づけてくれたのは、蒼く輝くメキシコの広い空でした。大気汚染のない美しいメキシコの青空の下で、電気自動車の列が渋滞もなく整然と走り、人やモノを隔てる距離が過去のものとなる。今のメキシコシティは、そうした未来像とは真逆の日常ですが、中南米のエネルギー市場のダイナミックな成長を見ていると、それも決して夢物語ではないと

感じさせてくれます。そうした未来像の実現に微力ながら貢献できるよう、私も頑張っていきたいと思います。