

ラテンアメリカにおける 再生可能エネルギーの進展と国際協力 —コスタリカ・パラグアイを事例に

高畠 千秋（JICA 中南米部南米課 企画役）



はじめに

ラテンアメリカは再生可能エネルギーの利用が相対的に高い地域である。2021 年の発電構成をみると、水力が 49.6%、天然ガス・石油・石炭が 31.8%、風力 7.9%、バイオ燃料 5.7%、太陽光 2.6%、地熱 0.4% 等となっている。再生可能エネルギーが実に 65%以上を占めており、以前より水力が主な発電源である。エネルギー全体では、石油・天然ガス・石炭が 65.4%、バイオ燃料等 21.9%、水力 8.9%、風力・太陽光等 2.7%、原子力が 1.0%で構成されている。2000 年からの推移をみるとエネルギー全体の消費量は増えているが全体の構成に大きな変化はなく、化石燃料、バイオ燃料及び水力が主なエネルギー源である¹。

ラテンアメリカの中でも、コスタリカ、パラグアイはほぼ 100%再生可能エネルギーで自国の電力を賄っている国である。本稿ではまずコスタリカの再生可能エネルギー源として、重要な役割を果たしている地熱について、その開発の軌跡及び国際協力を紹介する。そして、今後導入が期待されるグリーン水素についてパラグアイでの協力を扱う。最後にまとめとして、両国における今後の脱炭素の方向性及び特にグリーン水素の導入において求められる国際協力について考察する。両国の脱炭素の方向性及び国際協力を検討することは、他のラテンアメリカ諸国の脱炭素の取り組みを検討するために参考になると思料する。

なお、ラテンアメリカの電力セクターは 1982 年にチリで民営化に着手されて以降、多くの国で民営化・自由化が進められてきた。コスタリカでは民間の事業者による発電も行われているが、コスタリカ、パラグアイ共に国有の電力公社が発電、送電、配電を統合して運営している。この点は両国の電力セクターの特徴である。

コスタリカにおける地熱開発と国際機関・国際協力機構（JICA）の支援

コスタリカの 2022 年の発電構成は水力 72.9%、風力

12.4%、地熱 12.6%、バイオ燃料 1.5%、太陽光 0.6%、火力 0.02%となっており、ほぼ 100%を再生可能エネルギーで賄っている。エネルギー全体では 49.4%を化石燃料に頼っており、水力が 15.5%、風力・太陽光等が 26.5%、バイオ燃料が 8.6%を占める²。

同国は 2019 年に「脱炭素計画 2018 - 2050」を発表しており、2050 年までに二酸化炭素排出のネットゼロを達成することを目標に掲げている³。また、2020 年に見直された「国が決定する貢献」（NDC）において、2030 年までに最大でも 911 万トン - CO₂e にすることを掲げている⁴。

コスタリカは豊富な地熱の熱源を有しており、2135MW の開発ポテンシャルがあるとされている⁵。既に地熱発電所が建設され、稼働しているものを合わせると全部で 229MW に上る⁶。地熱は再生可能エネルギーの中で唯一、天候に左右されずベース電源として安定した電力供給が可能である。さらに、適切な管理を行えばほぼ限りのない電源であり、コスタリカのように化石燃料を輸入せざるを得ない国にとっては輸入額の減少につながるものである。

コスタリカの地熱開発はすべてコスタリカ電力公社（ICE）により実施されている。その歴史は比較的古く 1960 年代に地熱資源調査が開始され、70 年代にさらに調査が進められ地熱資源の存在が確認された。地熱開発の主な理由は、石油の輸入に依存する火力発電の割合を減らすためであった。1980 年代に入ると地熱開発が本格的に開始され、グアナカステ県ミラバジェスにおいて最初の地熱発電所の建設に着手された。このミラバジェス I 発電所（発電容量 50MW）は 1994 年にコスタリカ最初の地熱発電所として稼働を開始した。ミラバジェス I の後も開発は進められ、最近ではラス・パイラス II（2019 年、55MW）が稼働開始するなど脈々と開発が進められてきた（表、写真参照）。また現在ボリンケン I（55MW）の開発が進められており 2029 年に稼働開始と見込まれている⁷。

表 コスタリカ 地熱発電所一覧

発電所名	稼働開始 (年)	発電容量 (MW)	年間発電量 (GWh)
ミラバジェスⅠ	1994	50.0	401.1
ボカ・デ・ポソ	1994	4.5	36.9
ミラバジェスⅡ	1998	50.0	401.8
ミラバジェスⅢ	2000	26.0	222.6
ミラバジェスⅤ	2003	6.5	54.3
ラス・パイラスⅠ	2011	37.0	310.5
ラス・パイラスⅡ	2019	55.0	462.0
総発電容量		229.0	

出所：Plan de Expansión de la Generación 2022-2040 の表を基に執筆者作成



ラス・パイラスⅡ開発の様子（執筆者撮影）

これらの地熱開発の経験を通じて ICE は現在高い地熱開発・運営管理能力を有しており、地熱の技術サービスを提供するまでに至っている。具体的には地化学調査、井戸の掘削・維持、発電施設内の輸送管のデザイン（口径の選定・管の配置等）などである。さらに、エルサルバドル、メキシコ、ボリビア、日本など複数の機関と協力覚書を結んでおり、能力の高さが世界的に認知されている。

上述の ICE による地熱開発の背景には日本を含む国際協力があつた。コスタリカ最初の地熱発電所であるミラバジェスⅠの開発のため 135.47 億円の円借款契約が 1985 年 12 月 12 日に結ばれ、米州開発銀行（IDB）も融資を行っていた。同事業には、事業コンサルタントとして日本のコンサルタントが従事しており、本邦企業のタービンが導入され、30 年以上経た現在もそのタービンは稼働している。

コスタリカの電力セクターは IDB が主要ドナーであり、電力開発プログラムに対する IDB による 5 億ドルのクレジットラインが 2007 年に承認され、その後も水力発電所建設など複数の融資がなされ、2015 年には新たに省エネと再生可能エネルギーの利用プログラムに

対す 5 億ドルのクレジットラインが承認された。後者のクレジットラインの内 2 億ドルの借款契約が主にラス・パイラスⅡ及びボリンケンⅠの地熱開発に充てられている。さらに、円借款での支援も、ラス・パイラスⅡ、ボリンケンⅠ、Ⅱを含むグアナカステ県の地熱開発に対する 560.86 億円の供与が決定しており、全体の内、2014 年 8 月にラス・パイラスⅡに対する 168.1 億円の円借款契約、2017 年 6 月にボリンケンⅠに対する 259.91 億円の円借款契約が結ばれた。

このように、ICE の能力向上の背景には、長期間にわたる発電所の建設、事業実施前に行われる各種調査等を通じて、コンサルタントと業務を行うことによる直接的な能力強化による能力向上・知識の蓄積もあった。

パラグアイにおけるグリーン水素推進の取り組みと国際機関・JICA の支援

パラグアイは自国の系統に流れる電力を 100% 水力発電で賄っており、2023 年は総発電量の内 57.3% をブラジル及びアルゼンチンに輸出している⁸。再生可能エネルギーで発電を行っているため、グリーン水素生産のポテンシャルが大変高い国である。但し、エネルギー全体では水力が 37.5% を占め、バイオ燃料 32.6%、石油等化石燃料が 29.9% を占めている⁹。

パラグアイ政府は 2016 年 4 月にパリ協定に署名しており、NDC において 2030 年までに 20% の温室効果ガス発出削減を目標に掲げている。また 2016 年に発表された「国家エネルギー政策 2040」の中で、バイオ燃料等代替エネルギー促進を目的としたファイナンス面での仕組みの確立、太陽光・風力など再生可能エネルギーを通じた電源構成の多様化などを目標に掲げている。

グリーン水素生産の高いポテンシャルを背景に、パラグアイ政府は 2021 年に IDB の支援により、グリーン水素のロードマップを定めている。同ロードマップの一部として、運輸・長距離旅客輸送のために水素を利用することについて SWOT 分析が行われている。具体的には、強みとして、豊富な水力資源、余剰電力・競争性のある電力料金、陸上輸送のインフラ、南米の主要な水路、過去の調査、水素プラント設置のためのパラグアイ石油公社（PETROPAR）の土地の存在、弱みとして、規準・規制の不足、限定的な技術力、ビジネスモデルの不足、水素を利用者に届けるインフラ不足、運輸セクターとエネルギーセクターを結びつける機関の能力等が指摘されている。また、機会として、政府及び民間セクターの電気自動車への支援・関心、

技術協力・投資家の関心、運輸・旅客輸送のための船の買い替え、輸送水路としてのパラナ川の重要性、エネルギーハブとしての地位、脅威として、水素についての間違った認識及び新しい技術採用への抵抗、民間セクターへのインセンティブ不足、建設・運営維持管理の高コスト等が指摘されている¹⁰。

ロードマップの中ではアクションとして水素を製造する水素パークの建設、生産された水素の運輸セクターでの利用という実証事業のアイデアが提案されており、水素製造コストの概算も産出されているが、同ロードマップはコンセプトレベルであり、すぐに実施に移すことは難しい。

そのため、現在 IDB の支援により「国家グリーン水素戦略」が策定中である。同戦略ではパラグアイにおいてグリーン水素導入を検討する具体的な実証事業が特定される予定である。さらに、現在 JICA はパラグアイの公共事業・通信省にある鉱山・エネルギー副省 (VMME) を対象に新しい技術協力プロジェクトを開始しようとしている。同プロジェクトでは、IDB の支援により特定される実証案件を分析した上で、同実証案件を含むグリーン水素事業を実現するための資金メカニズムの構築を支援するものである。具体的にはグリーン水素実証案件の提案及びグリーン水素案件の形成・実施における資金的な課題の特定、官民のグリーン水素案件の形成・実施に向けた資金メカニズムの設計及び提案、並びに資金メカニズムに関する公共事業・通信省向けの能力強化及びパラグアイ政府関係者向けの普及活動を行う計画である。本プロジェクト実施後、グリーン水素事業を行うためのファンド等の資金メカニズムが実際に運用され、グリーン水素事業の実施が広まることが期待される。

結び

コスタリカ、パラグアイのように発電で脱炭素を達成している国において、一層の脱炭素を進めるための課題は、運輸交通セクターでの二酸化炭素排出量を削減することである。具体的にはコスタリカでは水素燃料電池車の導入、パラグアイでは水上輸送における脱炭素を進めることが次の一歩となり得る。ただし、これらの事業費は高く、グリーン水素事業も高コストが実施を阻む主要因の一つである。上述のコスタリカの地熱開発事業のように、公社に対する譲許的な資金供与のみでは限界がある。そのため、民間セクターの投資

の呼び込みを行う必要があるが、特に事業の初期段階では、民間セクターのみでは採算性の確保が難しく事業として成り立ち難い。民間セクターによる事業の採算性を確保するために、公的資金の導入等による譲許的な資金メカニズムの検討・構築が今後一層求められる。その際、公的資金の資金源として、円借款等、国際機関による譲許的な資金協力が重要になってくる¹¹。

なお、グリーン水素の取り組みにおいて先んじているチリは、既に資金メカニズムを構築中であり、複数の国際機関と借款契約を結んでいる。JICA としてもグリーン水素分野の協力を考える中でチリ政府関係者と意見交換を行っている。チリ、前述のパラグアイの政府関係者からは、アンモニアを燃料とした船舶など脱炭素の難しい技術に対する本邦技術活用の期待が示された。また、既に本邦企業がオーストラリア、米国等でグリーン水素の事業を実施していることから、同事業サイトを訪問し、資金面も含め事業実施の経験の共有を受けることに関心が示された。

再生可能エネルギーの利用、即ち脱炭素の取り組みにおいて日本の先を行く両国に対する、今後の協力を考えると、従来型の取り組みのみでは不十分であることがわかる。グリーン水素の導入を始めとする脱炭素に向けた取り組みを支援するために、実施可能で意義のある技術協力を改めて検討する必要があり、特定の個別事業への円借款といった形の資金協力以上のものが求められている。そのため、相手国政府と一緒に課題解決を行うパートナーと捉え、一緒に経験を積み重ね、他の国際機関、民間セクターと協働しながら協力を進めていく必要がある。

(本稿は執筆者個人の考えを記したものであり所属組織の見解を示したものではない。)

- 1 Central & South America – Countries & Regions - IEA, <https://www.iea.org/regions/central-south-america/energy-mix>
- 2 IEA
- 3 *PLAN DE DESCARBONIZACIÓN*, <https://minae.go.cr/documentos/planesprogramas/Plan-de-Descarbonizacion-1.pdf>
- 4 *Contribución Nacionalmente Determinada 2020*, <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Contribución%20Nacionalmente%20Determinada%20de%20Costa%20Rica%202020%20-%20Versión%20Completa.pdf>
- 5 ICE (2015) *Costa Rica: Energía geotérmica modelo propio de sostenibilidad*
- 6 ICE (2023) *PLAN DE EXPANSIÓN DE LA GENERACIÓN*

ELÉCTRICA 2022-2040

- 7 Ibid
- 8 系統につながっていない遠隔地において化石燃料を用いているが全体の発電量の1%にも満たない。輸出の内ブラジルが73.1%、アルゼンチンが26.9%を占めている。Viceministerio de Minas y Energías, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones “BALANCE PRELIMINAR DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2023”, https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/balance2023/Balance%20Preliminar%20de%20Energia%20Electrica%202023_VF.pdf
- 9 Paraguay - Countries & Regions - IEA, <https://www.iea.org/countries/paraguay/energy-mix>
- 10 Viceministerio de Minas y Energías, Ministerio de Obras Públicas (2023) *Hacia la Ruta de Hidrógeno Verde en Paraguay*
- 11 IEA (2023) *Latin America Energy Outlook 2023*

(たかばたけ ちあき 国際協力機構 [JICA]
中南米部南米課 企画役)

ラテンアメリカ参考図書案内



『インディアスの破壊をめぐる賠償義務論
—十二の疑問に答える—』

ラス・カサス 染田 秀藤訳 岩波書店 (文庫 青 427-9) 369 頁
2024 年 3 月 1,050 円＋税 ISBN978-4-00-334279-4

スペインの新世界征服の支配の正当性を否定し、先住民インディオの自由と人権を訴え続けたドミニコ会修道士バルトロメー・ラス・カサス (1484 ~ 1566 年) は、キリスト教化と文明化の名の下に新世界へ侵略したスペイン人征服者たちによる搾取とインディオ殺戮が日常化している植民地の実態を暴露した『インディアスの破壊についての簡潔な報告』(原書刊行 1552 年。岩波文庫 2013 年) の告発で知られている。ラス・カサスには写本の形で流布し没後 2 世紀半後に印刷公刊された「1564 年にペルー征服にまつわる諸々の出来事およびその結果、ペルーならびにその住民が蒙った害に対する賠償方法に関する諮問を受けて、書き示した回答」という最晩年の論策があり、その『財宝論』ではスペイン国王のインディアス支配権、フェリペ二世が下したエンコミエンダ永代所有権化決定を否定し、植民地化の中で行われたエンコミエンダ制等で略奪行為を働いたすべてのスペイン人たちを糾弾、本書『疑問』では先住民に対する賠償義務の履行方法を具体的に提示している、当時のスペイン人植民地社会を震撼させた警世の書。カサスについて多くの著訳書を出している訳者による詳細な解説が、本書の意義の理解を助けてくれる。

(桜井 敏浩)