

**令和２年度内外一体の経済成長戦略構築にかかる国際
経済調査事業**

**（中南米地域における新たなエネルギーシステムの
導入・社会実装に向けた経済関係の強化に関する調査）**

調 査 報 告 書

令和３年３月

日本工営株式会社

令和2年度内外一体の経済成長戦略構築にかかる国際経済調査 事業

(中南米地域における新たなエネルギーシステムの導入・社会実装に向 けた経済関係の強化に関する調査)

調 査 報 告 書

目 次

	頁
第1章 事業概要.....	1
1.1 事業の背景と目的.....	1
1.2 本事業の調査概要.....	2
1.3 本事業の工程.....	3
第2章 対象国における「自由で開かれたインド太平洋(FOIP)」構想を踏襲・呼応した 事業機会の調査.....	4
2.1 チリにおける将来的なインフラ開発の動向及び投資予定リスト.....	4
2.1.1 インフラ開発(特にエネルギー分野)の動向把握.....	4
2.1.2 エネルギー分野に係るインフラ開発計画、投資リスト.....	7
2.2 ブラジルにおける将来的なインフラ開発の動向及び投資予定リスト.....	9
2.2.1 インフラ開発(特にエネルギー分野)の動向把握.....	9
2.2.2 エネルギー分野に係るインフラ開発計画、投資リスト.....	15
2.3 アルゼンチンにおける将来的なインフラ開発の動向及び投資予定リスト.....	17
2.3.1 インフラ開発(特にエネルギー分野)の動向把握.....	17
2.3.2 エネルギー分野に係るインフラ開発計画、投資リスト.....	21
2.4 日本及び第三国との連携可能性に係る調査、検討及び提言.....	25
2.4.1 アジア、アフリカ地域で実施されている FOIP 構想実現に向けた先行事例.....	25
2.4.2 日本政府及び日本企業が対象国に対して貢献し得る技術、資金支援.....	27
2.4.3 対象国におけるビジネス環境.....	30
2.4.4 チリにおける連携可能性.....	30
2.4.5 ブラジルにおける連携可能性.....	31
2.4.6 アルゼンチンにおける連携可能性.....	31
第3章 対象国の市場経済圏における水素等の新たなエネルギーシステムの導入・社 会実装に関する調査及び提言の作成.....	32
3.1 対象国における将来的なエネルギー需給計画に係る水素等の導入に係る情報収 集及び分析.....	32
3.1.1 チリ.....	32

3.1.2	ブラジル	33
3.1.3	アルゼンチン	33
3.2	対象国における同分野の参入状況調査	33
3.2.1	欧米・豪州の参入状況	33
3.2.2	韓国・中国の参入状況	37
3.2.3	日本企業の持つ強み及び弱みの抽出	40
3.3	対象国における同分野のビジネス参入の可能性、及びビジネス環境に係る調査 ..	42
3.3.1	補助金及び支援策	42
3.3.2	水素技術に係る規格・規制等	42
3.4	新たなエネルギーシステム導入に向けた社会構築に向けた課題抽出(サプライチェ ーンにおける上流・下流)、エネルギー市場への参入可能性の調査及び提言	43
3.4.1	サプライチェーンにおける課題抽出	43
3.4.2	エネルギー市場への参入可能性	44
第4章	調査結果と今後の活動提案	45
4.1	エネルギー分野における協力の可能性	45
4.2	水素等の新エネルギー分野における協力の可能性	46

表 目 次

表 1.1	本事業の実施内容	2
表 2.1	チリにおける主要エネルギー政策の概要	4
表 2.2	チリにおける電力需要予想(2020-2040 年)	6
表 2.3	チリにおけるインフラ開発リスト	7
表 2.4	チリにおける IDB の支援プログラム	8
表 2.5	ブラジルにおける主要エネルギー政策の概要	9
表 2.6	ブラジルにおける基幹インフラへの投資予算(2022-2023 年)	13
表 2.7	ブラジルにおけるインフラ開発リスト	16
表 2.8	ブラジルに対する他国や国際機関による支援プログラム	17
表 2.9	アルゼンチンにおける主なエネルギー政策	17
表 2.10	アルゼンチンの Energy Scenarios 2030 で設定されたシナリオ	19
表 2.11	アルゼンチンにおけるインフラ開発リスト	21
表 2.12	RenovAR プログラムにより落札されたプロジェクトの概要	21
表 2.13	アルゼンチンにおける IDB の支援プログラム	22
表 2.14	JICA が提供する資金スキーム	27
表 2.15	JICA が提供する資金スキーム	28
表 2.16	JBIC 成長投資ファシリティの実施要領骨子	29
表 2.17	対象国におけるビジネスのしやすさ指標(2020 年)	30
表 3.1	韓国の水素法の主な内容	37
表 3.2	韓国・中国企業の水素に係る活動	39
表 3.3	水素技術に係る日本が強みとする技術例	40
表 3.4	燃料電池の概要及び強み・弱み	41
表 3.5	水素関連の ISO 規格	42
表 3.6	日米の水素ステーション関連規則比較例	43
表 3.7	対象国における水素サプライチェーンに係る現状	43

図目次

図 1.1	事業スケジュール	3
図 2.1	チリにおける電力構成	5
図 2.2	チリにおいて想定される再生可能エネルギーの電源比率	6
図 2.3	ブラジルにおける国内エネルギー供給(2008-2017)の変遷	11
図 2.4	ブラジルにおける電力構成の変遷	12
図 2.5	国内エネルギー供給の見込み	12
図 2.6	セクター別エネルギー消費の見込み	13
図 2.7	エネルギー効率と分散型エネルギー源の普及の見込み	15
図 2.8	アルゼンチンにおける発電量構成	18
図 2.9	アルゼンチンにおける風力発電と太陽光発電の導入状況	19
図 2.10	アルゼンチンにおける 2019 年と 2030 年の発電量構成	19
図 2.11	2030 年までの GDP と各シナリオにおける電力消費量予測	20
図 2.12	FOIP 実現に向けた世界の国・地域における取組・協力の現状	25
図 2.13	FOIP 構想の実現に向けた連結性強化に係る日本の取組実績	26
図 3.1	チリ水素戦略アクションプラン	32
図 3.2	H2@Scale のイメージ図	34
図 3.3	オーストラリアにおける水素活用ポテンシャル図	35
図 3.4	Haru Oni プロジェクトのプラントイメージ図	36
図 3.5	水素経済活性化ロードマップにおける数値目標	37
図 3.6	FCV 技術ロードマップの主要な定量目標	38

略 語 表

略語	英語	和訳
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica	国家電力庁
CCS	Carbon dioxide Capture and Storage	二酸化炭素貯蔵
CO2	Carbon Dioxide	二酸化炭素
DOE	United States Department of Energy	アメリカ合衆国エネルギー省
EPA	Economic Partnership Agreement	経済連携協定
EPE	Empresa de Pesquisa Energética	エネルギー調査公社
EU	European Union	欧州連合
FCV	Fuel Cell Vehicle	燃料電池自動車
FH2R	Fukushima Hydrogen Energy Research Field	福島水素エネルギー研究フィールド
FOIP	Free and Open Indo-Pacific Strategy	自由で開かれたインド太平洋戦略
FC	Fuel Cell	燃料電池
FS	Feasibility Study	実現可能性調査
FTA	Free Trade Agreement	自由貿易協定
FREA	Fukushima Renewable Energy Institute, Aist	福島再生可能エネルギー研究所
GDL	Gas Diffusion. Layer	ガス拡散層
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GHG	Greenhouse Gases	温室効果ガス
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit/German Corporation for International Cooperation	ドイツ国際協力公社
HPS	Hydrogen Energy Portfolio Standard	水素発電義務化制度(韓国)
IDB	Inter-American Development Bank	米州開発銀行
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	株式会社国際協力銀行
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JUSBE	Japan-U.S.-Brazil Exchange	日米伯協議
MCH	Methylcyclohexane	メチルシクロヘキサン
MCFC	Molten-Carbonate Fuel Cells	熔融炭酸塩型燃料電池
MEA	Membrane Electrode Assembly	膜・電極接合体
MME	Ministry of Mines and Energy	鉱山エネルギー省
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構

略語	英語	和訳
NDC	Nationally Determined Contributions	自国が決定する貢献
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
PAFC	Phosphoric Acid Fuel Cell	リン酸形燃料電池
PDE	Plan for Expansion of Energy	エネルギー拡張 10 カ年計画
PEFC	Polymer Electrolyte Fuel Cell	固体高分子形燃料電池
PNE	Plano Nacional de Energia	国家エネルギー計画
RPS	Renewable Energy Portfolio Standard	新再生エネルギー供給義務化制度 (韓国)
SEN	Sistema Eléctrico Nacional	チリ全国グリッド
SIC	Sistema Interconectado Central	チリ中央グリッド
SING	Sistema Interconectado del Norte Grande	チリ北部グリッド
SOFC	Solid Oxide Fuel Cell	固体酸化物形燃料電池
SIP	Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program	内閣府戦略的イノベーション創造プログラム
SUV	Sport Utility Vehicle	スポーツ・ユーティリティー・ビークル

第1章 事業概要

1.1 事業の背景と目的

中南米地域は、過去20年間（2000年～2019年）において高い経済成長（24.2%）を遂げ、アジア（22.9%）をも上回る。加えて、将来的な労働力生産人口の増加、資源・食糧の安定確保の観点からも、日本企業の潜在的な参入余地・意義は大きい有望な市場である。新型コロナウイルス感染症の拡大を受けた新常態下において、中南米地域におけるビジネス・市場は変容しており、これまでの太平洋同盟やメルコスール等の地域統合を目指す関税同盟の枠に囚われない市場経済が成立しつつあり、経済特区等を活用した越境経済や、データ駆動型の環境社会構築に向けたデジタル経済の動きなどが散見され、これまで顕在化されてなかったビジネス機会が拡大している。

地政学的には、中国の「一帯一路」構想等における中南米へのプレゼンスは一時期に比べて鈍化したものの、一定の影響力を有する中、我が国も米国と連携しながら「自由で開かれた太平洋（FOIP）」構想の精神を踏襲するべく日米伯政策対話を開催した。中南米地域における当該施策がビジネスにどのように裨益するか、未だ調査・検討は不十分な状況にある。

本事業では、中南米地域、特にチリ、ブラジル、アルゼンチン等（以下、対象国）の市場経済圏を中核とした市場において、「自由で開かれたインド太平洋（FOIP）」構想の精神を踏襲・呼応し、日本企業が有する技術をはじめ、資金面を含めた日本がなし得る国際的貢献及び経済・エネルギー協力を啓発するため、水素等の新たなエネルギーシステムの導入に係る事業機会等を調査・分析を行い、今後の経済協力の方向性について提言を行うことで、新たな市場開拓・獲得の可能性を見出すことを目的とする。

また、本調査事業の成果は、今後の日本企業における中南米ビジネス展開の方策策定及び、各種政府間対話（日伯貿易投資促進・産業協力合同委員会及び日米伯協議等）の政策運営の参考とする。

1.2 本事業の調査概要

本事業の目的を達成するため、以下の調査を実施した。

表 1.1 本事業の実施内容

#	事業内容
(1) 対象国における「自由で開かれたインド太平洋（FOIP）」構想を踏襲・呼応した事業機会の調査	
①	対象国における将来的なインフラ開発（特にエネルギー分野）に係る動向把握及び投資予定リストの調査
②	日本及び第3国との連携の可能性を調査・検討及び提言
(2) 対象国の市場経済圏における水素等の新たなエネルギーシステムの導入・社会実装に関する調査及び提言の作成	
①	対象国における将来的なエネルギー需給計画に係る水素等の導入に係る情報収集及び分析
②	対象国における同分野の競合企業の参入状況調査
③	対象国における同分野のビジネス参入の可能性、及びビジネス環境に係る調査
④	新たなエネルギーシステム導入に向けた社会構築に向けた課題抽出（サプライチェーンにおける上流・下流）、エネルギー市場への参入可能性の調査及び提言
(3) 官民ワークショップ(Web形式)の実施に係る支援	
(4) 資料・調査報告書の作成	

出典：日本工営作成

1.3 本事業の工程

本調査事業の工程は、下図に示す通りである。

なお、本事業では官民ワークショップ（Web形式）の実施につき時期尚早であると確認されたことから、経済産業省との合意の上割愛した。

事業内容	計画/ 実績	2月	3月			
		4週目	1週目	2週目	3週目	4週目
(1) 対象国における「自由で開かれたインド太平洋(FOIP)」構想を踏襲・呼応した事業機会の調査						
① 対象国における将来的なインフラ開発(特にエネルギー分野)に係る動向把握及び投資予定リストの調査	計画					
	実績					
② 日本及び第3国との連携の可能性を調査・検討及び提言	計画					
	実績					
(2) 対象国の市場経済圏における水素等の新たなエネルギーシステムの導入・社会実装に関する調査及び提言の作成						
① 対象国における将来的なエネルギー需給計画に係る水素等の導入に係る情報収集及び分析	計画					
	実績					
② 対象国における同分野の競合企業の参入状況調査	計画					
	実績					
③ 対象国における同分野のビジネス参入の可能性、及びビジネス環境に係る調査	計画					
	実績					
④ 新たなエネルギーシステム導入に向けた社会構築に向けた課題抽出(サプライチェーンにおける上流・下流)、エネルギー市場への参入可能性の調査及び提言	計画					
	実績					
(3) 官民ワークショップ(Web形式)の実施に係る支援	計画					
	実績					
(4) 資料・調査報告書の作成	計画					
	実績					

出典: 日本工営作成

図 1.1 事業スケジュール

第2章 対象国における「自由で開かれたインド太平洋(FOIP)」構想を 踏襲・呼応した事業機会の調査

対象国（チリ、ブラジル、アルゼンチン）について、インフラ開発（特にエネルギー分野）に関する動向やエネルギー政策を調査するとともに、インフラ開発に係る投資リストを作成した。

2.1 チリにおける将来的なインフラ開発の動向及び投資予定リスト

2.1.1 インフラ開発（特にエネルギー分野）の動向把握

(1) 主要なエネルギー政策の概要

以下に、チリにおけるエネルギー政策の概要を示す。チリ政府は、2050年までにカーボンニュートラルを実現することを宣言している。

表 2.1 チリにおける主要エネルギー政策の概要

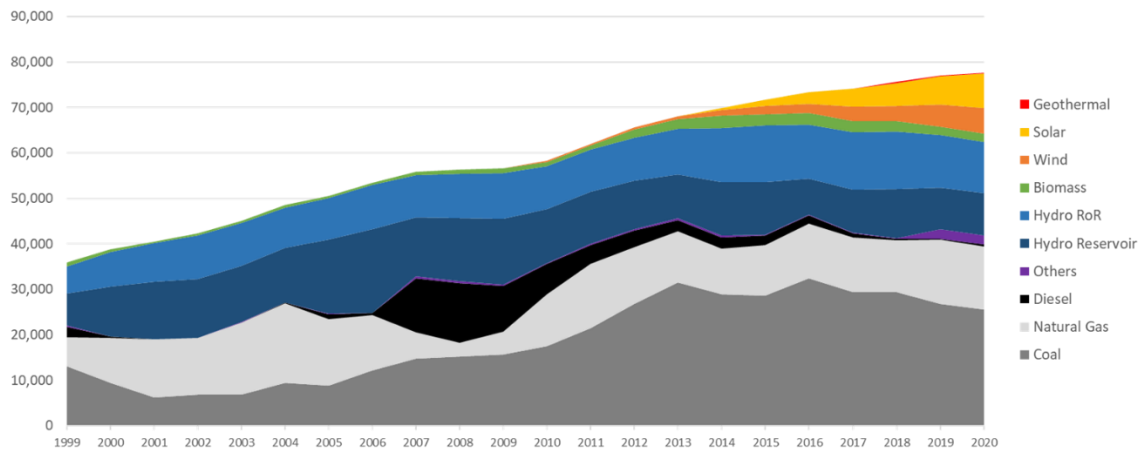
#	政策	概要
1	National Energy Strategy 2012-2030	2030 年までの国家エネルギー戦略。省エネルギーの普及や、再生可能エネルギーの強化を達成するため、6 つの柱((1) エネルギー効率の向上、(2)非従来型再生可能エネルギーの強化、(3) 従来型エネルギー（水力など）の強化、(4) 送電線の拡充、(5) 電力市場における競争力強化、(6)地域の電力相互接続による持続的進歩)を設けている。
2	Energia 2050	エネルギー省は、同国のエネルギー政策として「Energia 2050」を 2015 年に発表した。同政策では、2050 年までにチリの発電量の 70%を再生可能エネルギーで構成するという目標が掲げられた。その他、経済協力開発機構(OECD)加盟国内で電力価格競争力 3 位以内、販売家電を全て省エネ家電に置き換えることなど、10 項目の目標が挙げられている。
3	National Green Hydrogen Strategy	エネルギー省は、2040 年までにグリーン水素の主要輸出国となることを目指すことを含む、「国家グリーン水素戦略」を 2020 年に発表した。同戦略は、主に 3 つの柱((1) 2030 年までに世界一安価なグリーン水素を生産する体制を構築する、(2) 2040 年までに世界トップ 3 の水素の輸出国となる、(3) 2025 年までに電気分解による水素の製造量を 5 ギガワットに増加させる)からなる。今後、投資家からの経済的支援など、戦略の実現に向けた準備が本格化する見通し。
4	Flexibility Strategy	チリ政府は、再生可能エネルギーを拡大すると同時に、柔軟な電気システムを実現するため、「Flexibility Strategy」を 2020 年 9 月に策定した。本戦略は、「柔軟な電気システムの市場設計」、「ストレージの規制の枠組み」、「柔軟なシステム運用」の 3 つを軸にしている。

出典：日本工営作成

(2) 現在の発電源構成と将来目標

チリの電力システムは、2017年に北部グリッドSING（Sistema Interconectado del Norte Grande: SING）と中央グリッドSIC（Sistema Interconectado Central: SIC）が接続されて一つの全国グリッドSEN（Sistema Eléctrico Nacional）に統合された。2019年現在のチ

りの総設備容量は25,406 MWであり、そのうち99.2%がSEN、残り0.8%が中規模系統¹により供給されている。チリの現在の電力構成は、下図の通り。



出典: "Latin America-Japan Grid Stabilization & Hydrogen Workshop" におけるチリ政府の発表資料("Energy Trends in Chile")より引用

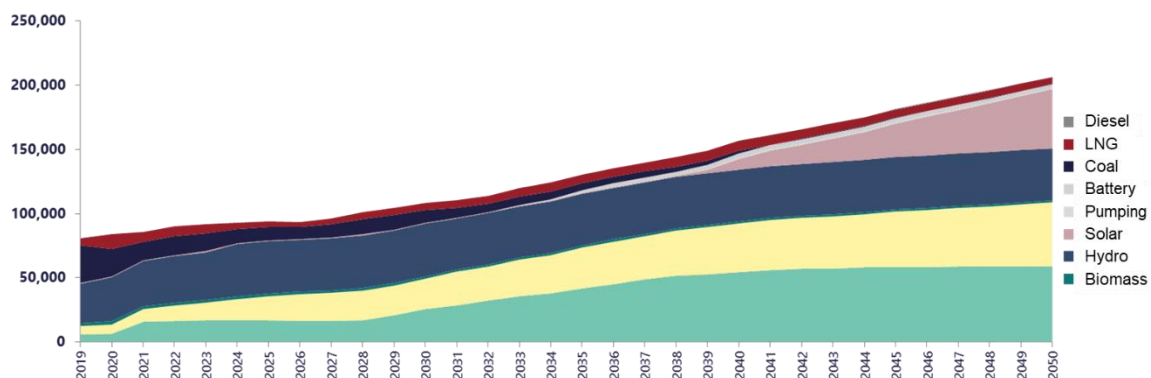
図 2.1 チリにおける電力構成

2020年時点で46%が再生可能エネルギーによる発電であり、残りは化石燃料等による発電である。再生可能エネルギーによる発電量の内訳は、水力、太陽光、風力、バイオマス、地熱の順番で大きく、2019年時点では水力による発電量が20,874GWh、太陽光が6,304GWh、風力が4,809GWh、バイオマスが4,351GWh、地熱が202GWhであった (International Energy Agency, Data and Statistics: Electricity, Chile 2019を参照)。

チリでは、2040年までに、現在の電力の約40%を発電している石炭火力発電所 (28発電所) を廃止することで、官民合意を得ている。撤廃に向けた第一フェーズとして、2024年までに11発電所を廃止する。これは、石炭火力発電所の設備容量の約31%に相当する。再生可能エネルギーによる発電所を拡大しており、現在12,528百万米ドルをかけて建設を実施している。更に、776百万米ドルを送電施設の建設に充てている。

下図の通り、チリでは、再生可能エネルギー率を、2030年に70%、2050年に70%、2050年に95%まで拡大する計画である。

¹ Sistemas Eléctricos Medianos (SSMM): アイセン (Aysén)、マガジャネス (Magallanes)、ロスラゴス (Los Lagos)、イースター島 (Isla de Pascua) により供給されている。



出典: "Latin America-Japan Grid Stabilization & Hydrogen Workshop" におけるチリ政府の発表資料("Energy Trends in Chile")より引用

図 2.2 チリにおいて想定される再生可能エネルギーの電源比率

チリの電力需要は年々増加傾向にある。下表は、2020年から2040年の電力需要の予想値を示している。2020年から2040年の間に電力需要は56.03%増加（71.2 TWhから111.1 TWhへ増加）、年間の平均増加率は2.25%と予想されている。

表 2.2 チリにおける電力需要予想(2020-2040 年)

YEAR	DEMAND FORECAST		
	REGULATED CUSTOMER (**)	FREE CUSTOMER	SYSTEM (*)
2020	27.558	43.695	71.253
2021	28.435	45.506	73.941
2022	28.346	49.441	77.787
2023	28.680	51.898	80.578
2024	29.411	54.923	84.334
2025	30.165	56.246	86.411
2026	31.047	58.498	89.545
2027	31.862	60.558	92.420
2028	32.494	60.583	93.077
2029	33.087	60.857	93.944
2030	33.527	61.245	94.772
2031	34.222	61.644	95.866
2032	35.048	62.527	97.575
2033	36.028	63.264	99.292
2034	37.055	64.003	101.058
2035	38.096	63.827	101.923
2036	39.080	64.098	103.178
2037	40.094	64.571	104.665
2038	41.084	65.366	106.450
2039	42.098	66.399	108.497
2040	43.271	67.903	111.174

(*) Values calculated in MWh and expressed in GWh units

(**) Demand forecast of regulated customers at the primary substation level.

出典: Cuadros Informe Definitivo de Previsión de Demanda 2020-2040 Sistema Eléctrico Nacional y Sistemas Medianos より抜粋

(3) 対象国が重点を置いているエネルギー関連インフラ

チリ政府は、2050年までにカーボンニュートラルを実現することを宣言しており、再生可能エネルギーの拡大等に取り組んでいる。同国政府は、カーボンニュートラルの実現に向け、石炭火力発電所の撤廃と再生可能エネルギーの普及、エネルギー効率の向上、水素エネルギーの利用拡大、電気自動車の普及を挙げている。特に、水素エネルギーについては、2020年に国家グリーン水素戦略を策定するなど、世界でも有数の水素エネルギー推進国である。

2.1.2 エネルギー分野に係るインフラ開発計画、投資リスト

(1) インフラ開発に係る投資予定リスト

チリで予定されているエネルギー分野に係る主なインフラ開発プロジェクトのうち、2020年1月から2021年3月の期間に更新された主な案件の情報を下表に示す。

表 2.3 チリにおけるインフラ開発リスト

#	タイプ	案件数	設備容量 (MW)		事業規模 (百万 USD)		案件状況
			Min	Max	Min	Max	
1	太陽光	96 件	4.8	600.0	4.9	600.0	環境社会配慮: 34 件 追加的な環境影響評価 1 件 建設決定承認待ち: 55 件 初期設計・エンジニアリング 6 件
2	風力	21 件	0.33	528.0	0.7	932.9	実現可能性調査: 4 件 環境社会配慮: 4 件 建設決定承認待ち: 12 件 高度設計・エンジニアリング: 1 件
3	水力	10 件	2.5	625.0	2.8	1,060.0	環境社会配慮: 2 件 追加的な環境影響評価 1 件 建設決定承認待ち: 6 件 高度設計・エンジニアリング: 1 件
4	バイオマス	2 件	15.0	40.0	70.0	100.0	環境社会配慮: 1 件 建設決定承認待ち: 1 件
5	地熱	1 件	110	---	600	---	環境社会配慮: 1 件
6	天然ガス	1 件	540	---	594	---	建設決定承認待ち: 1 件

出典: BN America 提供情報より日本工営作成

(2) 国際機関等による支援プログラムなど

国際機関によるチリに対するエネルギー関連の支援プログラムを整理した。以下に、IDBによる支援プログラムを示す。

表 2.4 チリにおける IDB の支援プログラム

#	プロジェクト名	状況	種類	規模 (USD)	概要
1	Program to Support a Fair, Clean and Sustainable Energy Transition	準備中	ローン	50,000,000	The operation's general objective is to support Chile in its fair, clean and sustainable energy transition. The specific objectives are: (i) improve the regulatory framework that will carry out the necessary policy changes to guarantee long-term affordability and financial sustainability of the energy sector with quality and reliability of service; (ii) support the policy reforms aiming at accelerating the energy matrix decarbonization and foster innovation with emphasis on citizens' participation, and (iii) contribute to ensure minimum levels of quality of life for vulnerable people resulting from the COVID-19 triggered crisis.
2	Promotion for the Development of a Green Hydrogen Market in Chile	実施中 (2020/11 承認)	技術協力	500,000	The objective of this Technical Cooperation (TC) is to support the development of a green market for hydrogen as a future innovative and competitive energy source which will contribute to decrease greenhouse gas (GHG) emissions and accelerate the decarbonization process.
3	Support for the Modernization of the Energy Sector of Chile with a Citizen-Based Approach	実施中 (2020/9 承認)	技術協力	250,000	The objective of this Technical Cooperation (TC) is to give support to the Government of Chile (GoCh) through the Ministry of Energy (MINENERGIA) for the modernization of the energy sector with a citizen-based approach following the commitments and priorities set forth in Chile's Energy Roadmap 2018-2022.
4	Decontamination and Decarbonization Solutions for Chile: Geothermal Energy Applications	実施中 (2020/5 承認)	技術協力	400,000	The objective of this Technical Cooperation (TC) is to contribute to decontamination and decarbonization efforts in Chile with a focus on potential geothermal energy applications for district heating and cooling. The project will assess opportunities for the development of low temperature (enthalpy) geothermal resources to both reduce CO2 emissions, curb air pollution and improve public health in Chilean cities.
5	Latin America Autonomous Vehicles Hub (VAs)	実施中 (2020/7 承認)	技術協力	150,000	Support the first public - private initiative for autonomous vehicles in Chile.
6	Energy Sustainable Program	完了	ローン	100,000,000	The program's general objective is to contribute to the sustainability of Chile's energy sector through a process of policy reforms in the sector that include technical, economic, social, and environmental aspects and take account of both national and regional needs and interests. The specific objectives are to: (i) develop a long-term energy policy validated by society that helps to make the energy market more competitive and efficient, and build the sector's institutional capacity; (ii) promote diversification and increase the share of renewable energy sources in the energy matrix; (iii) foster efficient energy use; and (iv) increase international energy trading and transfers.
7	C2F Loan for El	完了	ローン	1,880,250	This is an IIC project with participation from the

#	プロジェクト名	状況	種類	規模 (USD)	概要
	Olivo PV (IIC)				Canadian Fund for Private Sector
8	C2F Loan for Alturas PV (IIC)	完了	ローン	1,861,976	This an IIC project under the Canadian Climate Fund for Private Sector
9	Support to Chile's Energy Policy Agenda	完了	技術協力	550,000	The primary objective of the TC will be to support the preparation, design and execution of the operation "Support Chile's Energy Policy" CH-L1083, a loan with sovereign guarantee currently under preparation. The loan will promote dialogue among industry players and introduce measures of Energy Efficiency in the residential sector and municipal sector, as well as to support in the use of Renewable Energy for the isolated areas and vulnerable populations.
10	Support to the Clean Technology Fund (CTF) Geothermal Risk Mitigation Program	完了	技術協力	750,000	The objective of this TC is to select and support projects for the MiRiG Program as well as help mitigate some of the risk related to these projects.
11	Los Loros Solar PV Project	完了	ローン	56,400,000	To increase the renewable energy supply in Chile through the construction, operation and maintenance of a 53 megawatt (MW) solar photovoltaic (PV) power plant.
12	Crucero Solar Photovoltaic Power Project	完了	ローン	66,400,000	To increase the renewable energy supply in Chile through the construction, operation and maintenance of a 72 megawatt (MW) solar photovoltaic (PV) power plant.

出典: IDB 公開情報より日本工営作成

2.2 ブラジルにおける将来的なインフラ開発の動向及び投資予定リスト

2.2.1 インフラ開発(特にエネルギー分野)の動向把握

(1) 主要なエネルギー政策の概要

ブラジルは、中南米における主要国の一つであり、アマゾン川流域をはじめとした豊富な自然にも恵まれている。エネルギー消費も多く、隣国との電力融通等にも関わっている。そのため、同国の政策は当該地域のエネルギー動向に大きく影響を及ぼすと言っても過言ではない。ブラジルにおけるエネルギー政策の主なものを下表に示す。

表 2.5 ブラジルにおける主要エネルギー政策の概要

#	政策	概要
1	代替電力源振興プログラム (PROINFA)	2002 年から開始した代替電力源振興プログラムとは、国内の代替電力源を拡張するため、政府が主導して固定買取を行うことである。これにより、これまで太陽光発電や風力発電の増加が実現している。
2	新規電源入札 (New Energy Auction)	2004 年 3 月の法律 10847 号および 10848 号、及び 2004 年 7 月の政令 5163 号にて法制化。国家電力庁 (ANEEL) が新規および既存のプロジェクトのオークションで実施するエネルギーオークションを通じて、公益事業規模の事業開発を支援している。今後、オークションにおいて太陽光、風力、バイオマス、水力、バイオマスなどの再生可能エネルギー事業や天然ガス事業の実施を促進している。
3	エネルギー拡張 10 カ年計	ブラジルでは、鉱山エネルギー省傘下のエネルギー調査会社

#	政策	概要
	画 (PDE)	(EPE)がエネルギー需要の成長および対応する発電能力拡張のニーズをベースに長期見通しを作成、10カ年計画(PDE)として毎年1年ずつ更新しながら発表。政府の電源入札スケジュール策定のベースラインとしている。
4	2030年までの国家エネルギー政策(PNE2030)	2030年までのエネルギー政策。水力発電の割合を2005年の90%から2030年に75%にすること、原子力・天然ガス・石炭発電の割合を2005年の8%から2030年に18%にすること、水力以外の再エネ(バガス、風力、廃棄物)の発電割合を2030年に5%とすることを定めている。
5	2050年までの国家エネルギー政策(PNE2050)	2020年12月に公表された、2050年までのエネルギー政策。エネルギーの生産や消費に関する横断的課題、電源構成に関する方針、エネルギー輸送に関連するインフラ整備、技術開発などについて触れられている。電源構成については、現在7割を占める水力発電への依存度を低減し、多様化を目指す。

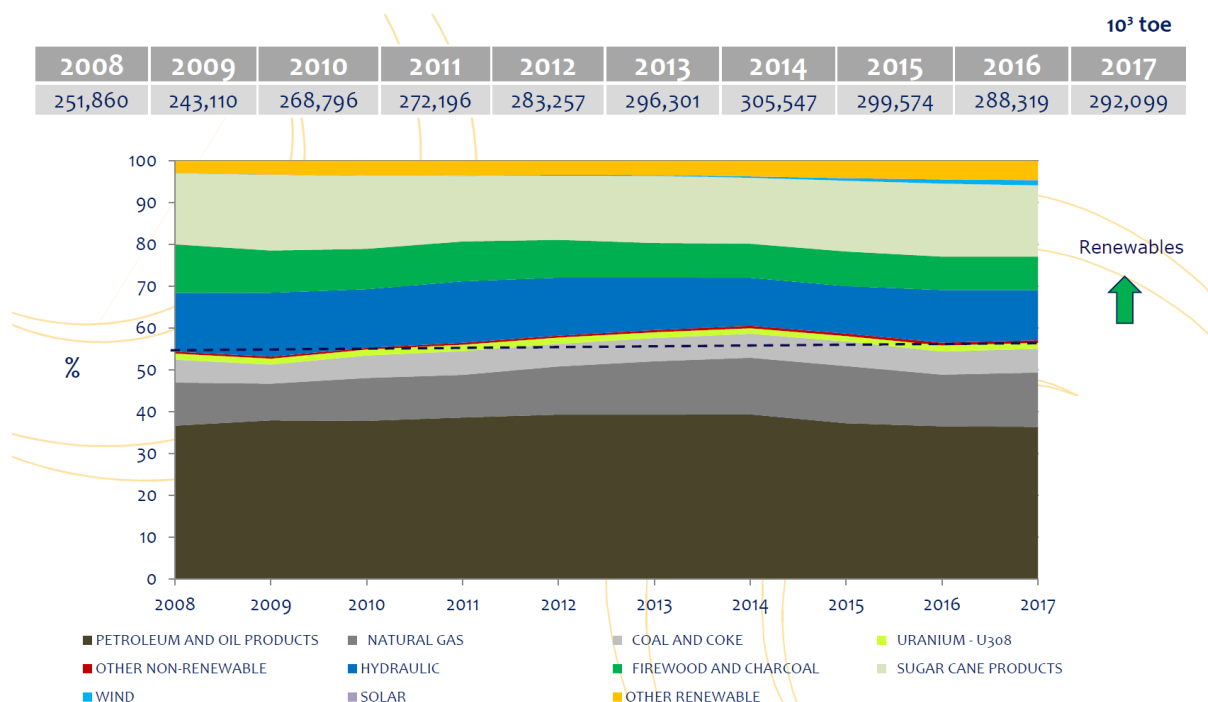
出典:各種資料より日本工営作成

上表の通り、ブラジルでは政府並びに関係組織によりエネルギーインフラ開発に対する事業支援からその道標となる、現状や将来計画への公表を行うことで、様々なプレーヤーへの情報提供を進めている。

(2) 現在の発電電源構成と将来目標

電源構成については、現在発電量ベースで7割弱を占めている水力発電への依存度を低減し、バランスのとれた電源構成を目指すこととしている。このため、風力、太陽光、バイオマスなどの再生可能エネルギーを大幅に拡充するとともに、原子力発電の比率を増大させる方針が示されている。なお、ブラジルにおける原子力発電は、発電量ベースで全電源の3%程度(約2GW)を占めている。今後、30年間に能力を8～10GWまでに拡大することが予定されている。

ブラジルにおける国内エネルギーの供給の変遷を下図に示す。2008年よりエネルギーの比率に大きな変化は見られないものの、徐々に石油関連の割合が下がり、天然ガスや再生可能エネルギーの割合が増している。また、2014年以降は風力発電の実施は顕著に伸びている。



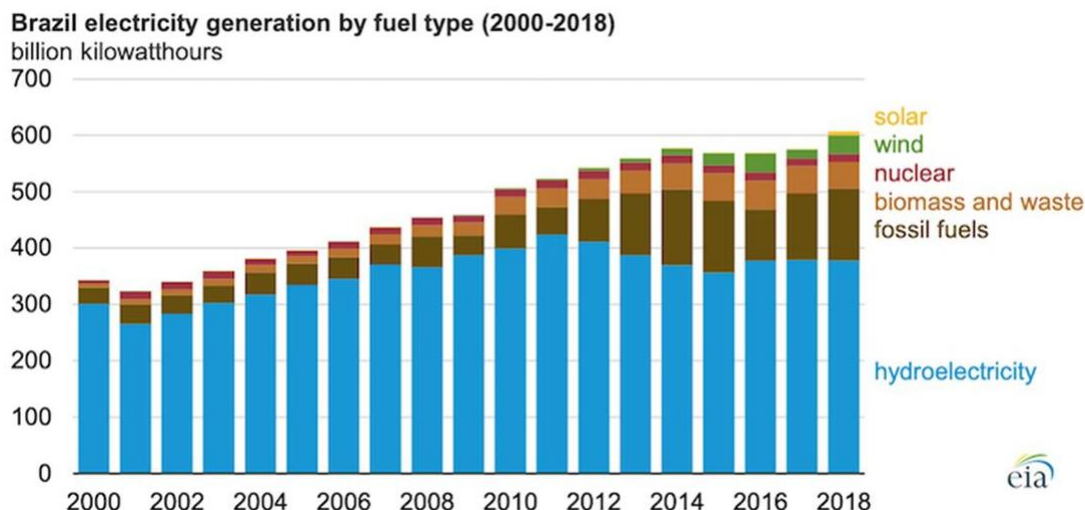
出典：Brazil Energy balance, Summary Report Year 2017, Empresa de Pesquisa Energética²

図 2.3 ブラジルにおける国内エネルギー供給(2008-2017)の変遷

また、電力構成に目を向けたものが下図となる。ブラジルは、2017年時点で中国に次ぐ世界第2位の水力発電国であり、アマゾン川流域における豊富な水源を活用しており、同国でのベース電源と言える。しかし、近年では渇水³による電力供給の不安定に直面しており、水力以外の再生可能エネルギーの割合を増やすことでのエネルギーミックスの実施に積極的である。また、水力以外の再生可能エネルギーとしては太陽光発電、風力発電、バイオマス発電の割合が増えている。

² Empresa de Pesquisa Energética は、2004年に設立されたブラジル政府の研究機関。

³ 2014年11月では、リオデジャネイロ州におけるダム水位が発電可能レベルを下回り、主要発電所4か所のうち1か所が操業を停止する事態となった。



出典: U.S. Energy Information Administration, International Energy Statistics and International Energy Outlook, Brazil Energy Research Office “Brazilian Energy Balance”

図 2.4 ブラジルにおける電力構成の変遷

電力供給における将来予測としては、ブラジル政府が公表しているPDE2029では、2019年～2029年までの10年間に於いて、年率2.9%の上昇を見込んでいる。そして、非再生可能エネルギーと再生可能エネルギーの比率は2019年と2029年に於いて大きく差はない。但し、再生可能エネルギーの割合に於いて、その他再生可能エネルギーとして、太陽光発電、風力発電、バイオディーゼル、黒液⁴増加を見込んでいる。

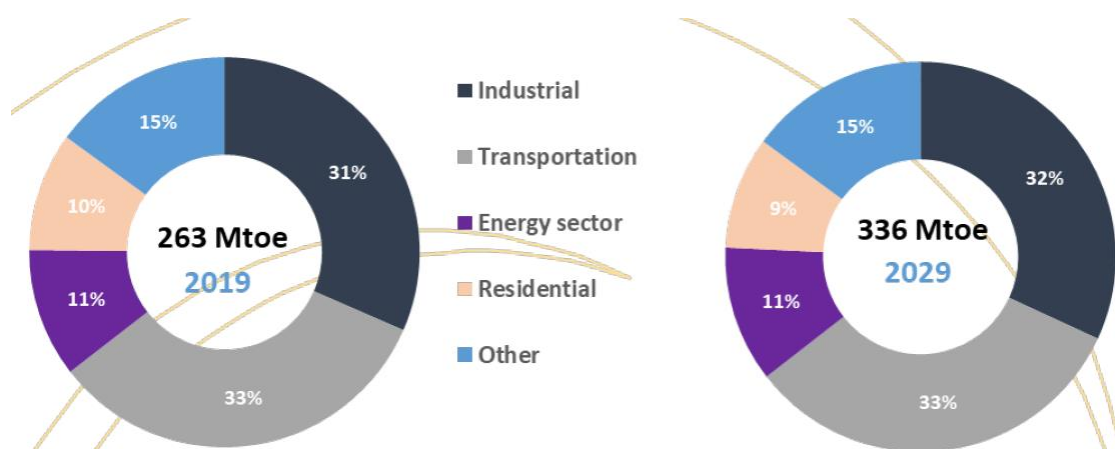
	2019		2024		2029		2019-2029
	thous. tep	%	thous. tep	%	thous. tep	%	Average Variation (% p.a.)
Non-Renewable Energy	157,293	53	171,778	52	196,652	52	2.3
Oil and Oil Products	101,439	34	110,256	33	122,323	32	1.9
Natural Gas	34,709	12	38,679	12	46,842	12	3.0
Coal and Derivatives	15,454	5	17,022	5	18,404	5	1.8
Uranium (U3O8) and Derivatives	4,071	1	3,974	1	6,959	2	5.5
Other Non-Renewable Sources	1,620	1	1,847	1	2,124	1	2.7
Renewable Energy	138,150	47	160,051	48	183,844	48	2.9
Hydraulic Energy and Electricity	36,180	12	44,572	13	46,896	12	2.6
Firewood and Charcoal	24,591	8	26,251	8	28,311	7	1.4
Sugar Cane Derivatives	55,019	19	56,384	17	64,719	17	1.6
Other Renewable Sources	22,360	8	32,844	10	43,919	12	7.0
Total	29,444	100	331,829	100	380,496	100	2.6

出典: PDE2029, Executive Summary

図 2.5 国内エネルギー供給の見込み

4 黒液 (black liquor) とは、木材パルプを作るときに化学的に分解・分離した際に発生する黒ないし褐色の液体。黒液のカロリーは重油の 1/2～1/3 程度あり、燃焼させる事が出来るため、回収ボイラーと呼ばれるボイラーで燃焼させて蒸気を発生させる等のサーマルリサイクルでの活用が期待されている。

また、供給された電源のセクター別エネルギー消費の見込みとして、大きな変化はなく、産業、交通、エネルギー、家庭の順となっている。



出典：PDF2029, Executive Summary

図 2.6 セクター別エネルギー消費の見込み

(3) 対象国が重点を置いているエネルギー関連インフラ

2020年から2023年の4年間での基幹インフラへの投資予算としては、合計3,841.9億レアルを計上し、予算の大半（約76%）は石油・ガス部門に充て、陸上輸送に全体の5%程度の192.3億レアル、水上運送に全体の8.3%の318.9億レアルを計上している。なお、石油・ガス・バイオ燃料に係る予算の受け取り省庁は、鉱山エネルギー省(MME)となっている。

表 2.6 ブラジルにおける基幹インフラへの投資予算(2022-2023年)

基幹インフラ部門	千レアル	予算割合[%]
電気	27,433,131	7.1
鉱工業	159,775	0.0
石油・ガス・バイオ燃料	291,550,397	75.9
空運	13,923,354	3.6
水運	31,889,689	8.3
陸運	19,232,909	5.0
合計	384,189,255	100.0

出典：JICA ブラジル共和国“インフラ分野課題に対する本邦企業進出及び本邦技術活用”の検討にかかる情報収集・確認調査”，令和2年4月

注：1 ブラジルレアル≒ 19.24円, 21/3/25 (https://www.jibunbank.co.jp/products/foreign_deposit/chart/brl/)

上表の通り、ブラジル政府におけるインフラ開発への予算は限られていることから、民間事業者からの投資を想定した事業形態（PPI：公民共同投資プログラム）を想定している。PPI事業では、契約期間内で利益回収ができることが原則となっており、維持管理費用等を含めた経済性が問われているため、採算度外視の事業は対象外となっている。

ブラジル政府は、2020年度における民間資金活用のPPIプロジェクトリストを発表しており、主なPPIプロジェクトとして、空港（50 億レアル）、鉄道（620 億レアル）、道路（1,400 億レアル）、港湾（53.2 億レアル）、鉱山（5,720 億レアル）、エネルギー（41.8 億レアル）、国営企業民営化、公園管理民営化、市営事業の民営化等を挙げている⁵。PPIを進める利点として、投資だけに限らず、民間ノウハウを活用し政策決定を行い、将来の事業計画を作成することで、効率的、効果的なインフラ整備を目指している⁶。

エネルギーインフラに関し、ブラジルの主要電源である水力発電の資源の多くは、北部のアマゾン川流域に位置しているも、ブラジル国内の電力需要は主に南部（サンパウロやリオデジャネイロ）にあり、水力発電所と需要地域が離れている。そのため、確実な送電が求められていると言える。そのため、送電設備に対する安定性は高い関心となっている。

また、ブラジルでは2012年から2015年までの3年間において干ばつに見舞われ、安定した水供給が困難となり、水力発電の安定性にも懸念が持たれることとなった。そのため、水力発電依存からの脱却として、一時的に天然ガスの利用が増加した。しかしながら、輸出財としても期待される自国の天然ガスを産出量以上に消費すること、温室効果ガス（GHG）の排出という観点より、天然ガスにも依存しない再生可能エネルギーの開発が進められている。

これを受け、エネルギー拡張10か年計画（PDE 2027）において、非水力の再生可能エネルギーを年率約3%成長させ、2027年までに国内のエネルギーミックスの最大28%に引き上げることを目指すこととしている。具体的には、太陽光発電では2027年までに8.6ギガワット（GW）に増加するとしている。

5 カッコ内の数字は、2020 年度に公示予定とされていた事業予算のこと。

6 JICA ブラジル共和国“インフラ分野課題に対する本邦企業進出及び本邦技術活用の検討にかかる情報収集・確認調査”，令和2年4月

Indicator		Year		
		2019	2024	2029
Total Energy (thous. toe)	Energy Efficiency	1,655 (1%)	9,032 (3%)	21,127 (6%)
	Non-injected auto-production	5,166 (2%)	6,088 (2%)	7,281 (2%)
	Micro and Mini DG	168 (<0.5%)	689 (<0.5%)	1,704 (0.5%)
	Solar Thermal Energy	11 (<0.5%)	65 (<0.5%)	117 (<0.5%)
Electric Energy (GWh)	Energy Efficiency	2,149 (<0.5%)	16,409 (2%)	39,859 (5%)
	Non-injected auto-production	60,069 (10%)	70,790 (10%)	84,667 (10%)
	Micro and Mini DG	1,948 (<0.5%)	8,013 (1%)	19,812 (2%)
	Solar Thermal Energy	128 (<0.5%)	751 (<0.5%)	1,363 (<0.5%)
Fuels (thous. toe)	Energy Efficiency	1,470	7,620	17,699

注1 : Total energy = electricity consumption + fuel consumption, excluding fuel consumption in the residential sector.

注2 : Solar thermal energy considered only for the residential sector.

注3 : The level of total losses considered was 18%.

出典 : PDF2029, Executive Summary

図 2.7 エネルギー効率と分散型エネルギー源の普及の見込み

2029年のブラジルにおけるエネルギー効率と分散型エネルギー源⁷につき、2019年における全エネルギー源の3～4%の割合が10年後には9%程度まで伸びると推測している。

2.2.2 エネルギー分野に係るインフラ開発計画、投資リスト

(1) インフラ開発に係る投資予定リスト

ブラジル政府におけるインフラ開発のうち、エネルギー分野への投資は活発である。一例として、同国の強みである広大な土地を活用したバイオエタノール政策は、2006年より開始され、サトウキビやトウモロコシなどを原料とするバイオエタノールやバイオディーゼルの精製に着手している。加えて、近年ではエネルギー拡充10か年計画において再生可能エネルギーの導入拡大を進めている。

ブラジルで予定されているエネルギー分野に係る主なインフラ開発プロジェクトのうち、2020年1月から2021年3月の期間に更新された主な案件の情報を下表に示す。

7 PDE におけるエネルギー効率と分散型エネルギー源の構成は、energy efficiency, Non-injected auto production, Micro and Mini DG and Solar Thermal Energy としている。

表 2.7 ブラジルにおけるインフラ開発リスト

#	タイプ	案件数	設備容量 (MW)		事業規模 (百万 USD)		案件状況
			Min	Max	Min	Max	
1	太陽光	1,143 件	5.0	540.0	3.6	N/A	実現可能性調査:1 件 環境社会配慮: 22 件 建設決定承認待ち: 74 件 初期設計・エンジニアリング: 1,046 件
2	陸上風力	780 件	1.14	1,200	N/A	69	環境社会配慮:2 件 建設決定承認待ち:14 件 初期設計・エンジニアリング:764 件
3	洋上風力	20 件	30.0	44.8	N/A	N/A	環境社会配慮:2 件 建設決定承認待ち:4 件 初期設計・エンジニアリング:14 件
4	水力	619 件	1.0	50.0	N/A	5,000	実現可能性調査:1 件 環境社会配慮:2 件 建設決定承認待ち:92 件 初期設計・エンジニアリング:524 件
5	バイオマス	1 件	---	50.0	---	66.0	環境社会配慮:1 件 建設決定承認待ち:1 件

補足) N/A は数値を特定できなかった項目。

出典: BN America 提供情報より日本工営作成

(2) 国際機関等による支援プログラムなど

米州開発銀行（IDB）による報告では、ブラジルに対するインフラ開発への需要は、同国における資金やその他公的資金では不十分であると推計しており、開発パートナーや資本市場からの投資の重要性はますます高まると予想している。2015年から2025年までの年間投資要件はGDPの4.35%であり、なかでも交通セクターに対するニーズが高い（GDPの1.91%）と推計している。

加えて、気候変動における緩和策や適応策に関連するインフラ開発を考慮することも無視できず、今後のブラジルへの支援として「グリーン投資」が増加するものと見られている。気候変動への対応に関連して、ブラジルはNDCに示した取り組みとして、エネルギー、交通、建物、廃棄物、および産業エネルギー効率に対し、約1.3兆USDのグリーン投資の可能性があるとしてIDBは推計している。そして、この投資の大部分は、再生可能エネルギー、公共交通システム、水、廃棄物などの都市インフラになると考えている。

以上の状況を踏まえ、ブラジルに対する他国や国際機関によるグリーン投資やその他投資等を促す支援プログラムを下表にまとめる。

表 2.8 ブラジルに対する他国や国際機関による支援プログラム

#	プロジェクト名	状況	種類	概要
1	低炭素輸送システム	計画中	交通システム	再生可能エネルギーや低排出 GHG を動力源とした交通インフラへの転換。鉄道においては旅客だけでなく貨物も対象となる。公共交通としてバス高速輸送システム(BRT)の導入等も含まれる。
2	EV 普及のための充電サービスの実現	計画中	EV システム	ガソリン車から EV への移行を促すため、経済性も競合し得るよう EV 向け充電ステーションの設置支援を 2025 年までに進める。

出典:各種資料より日本工営作成

2.3 アルゼンチンにおける将来的なインフラ開発の動向及び投資予定リスト

2.3.1 インフラ開発(特にエネルギー分野)の動向把握

(1) 主要なエネルギー政策の概要

以下に、アルゼンチンにおけるエネルギー政策の概要を示す。

表 2.9 アルゼンチンにおける主なエネルギー政策

#	政策等	概要
1	エネルギー計画	2018 年に策定されたエネルギー計画 ⁸ では、5 年以内に天然ガスと石油の生産量を 2 倍にすることが掲げられている。これにより、国内の電力需要を満たすと共に、輸出量の拡大も目指している。
2	エネルギー転換 2050 (Transición Energetica 2050)	2018 年 6 月に、米州開発銀行 (IDB) 等の支援のもと、エネルギー鉱山省が制作した 2050 年までのエネルギー転換に係る政策。策定に際し、大学、NGO、民間企業など 23 以上の組織が参加し、エネルギー転換に係る検討が行われた。
3	再生可能エネルギー法 (No. 27.191)	2015 年 9 月に制定された法律。再生可能エネルギーによる発電シェアを 2018 年までに 8%、2025 年までに 20%とする目標が定められている。2017 年 8 月、この法律に基づき、大規模電力消費者が再生可能エネルギー電力供給者と直接電力の売買契約を締結することを可能とする通達 (Resolución 28) が発出された。
4	分散型再生可能エネルギー発電促進に係る法律(No. 27.424)	2017 年 12 月に公布された法律。これにより、再生可能エネルギー発電の余剰電力をグリッドに送ることが可能となった。2018 年 11 月、財務省エネルギー局はこの法律に基づき、分散型再生可能エネルギー発電のグリッド接続に係る基準を発表し、家庭や企業が太陽光発電等による電力を自家利用できる他、余剰電力を配電会社に販売できるようになった。
5	水素ロードマップ	水素エネルギーを所掌する財務省エネルギー政府事務局により水素ロードマップが策定され、現在生産されるグレー水素から、中期的にはブルー水素、長期的にはグリーン水素の生産を目指すことが示されている。また、短期的な目標として、同国内の省庁間での協力や産学連携、民間企業の活用等を図り、水素エネルギーの生産を促進することを目指している。

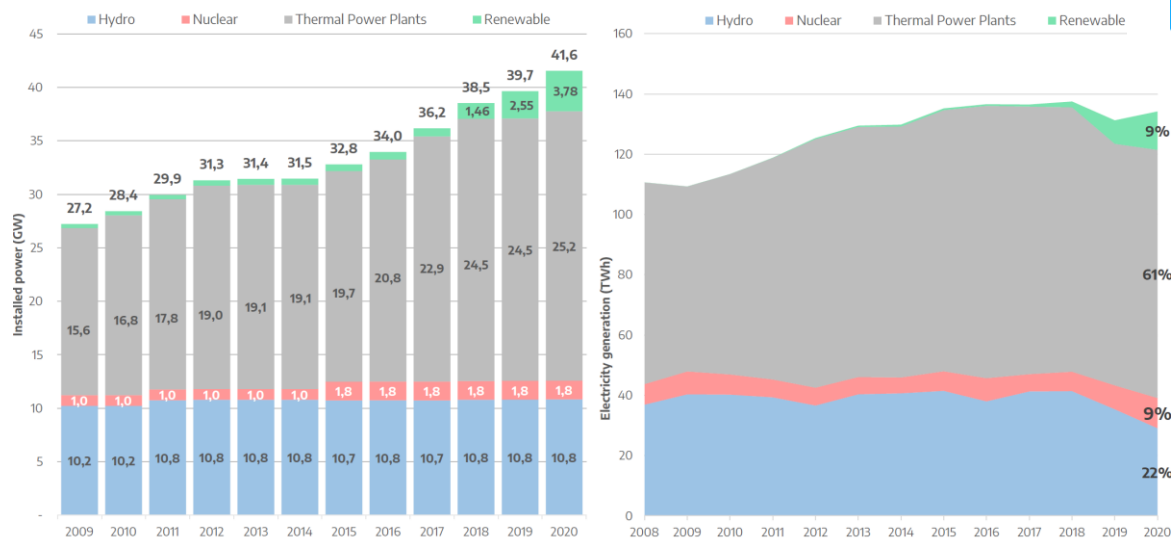
出典:各種資料より日本工営作成

8 http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/planeamiento/argentina-energy-plan_.pdf

(2) 現在の発電源構成と将来目標

アルゼンチンの発電量構成は、2020年時点で、ガス火力（61%）、水力（22%）、原子力（9%）、再生可能エネルギー（9%）であった。下図は、アルゼンチンにおける2009年から2020年までの各電源種に対する設置容量（左）と発電電力量（右）を示している。

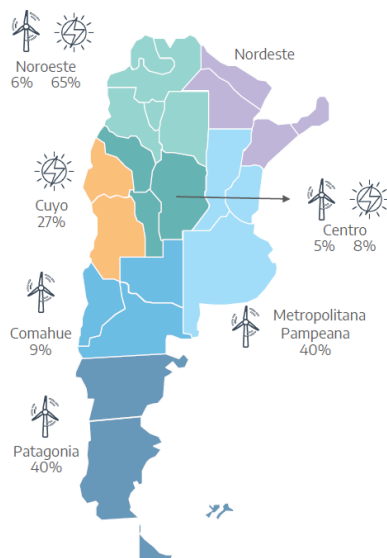
Electric Power - Installed Power and Generation



出典: "Latin America-Japan Grid Stabilization & Hydrogen Workshop" におけるアルゼンチン政府の発表資料("Energy Transitions in Argentina and the Role of Renewable Energy")より引用

図 2.8 アルゼンチンにおける発電量構成

再生可能エネルギーのうち、風力発電と太陽光発電については、それぞれ2020年末時点で2,623MW及び759MWが設置されている。



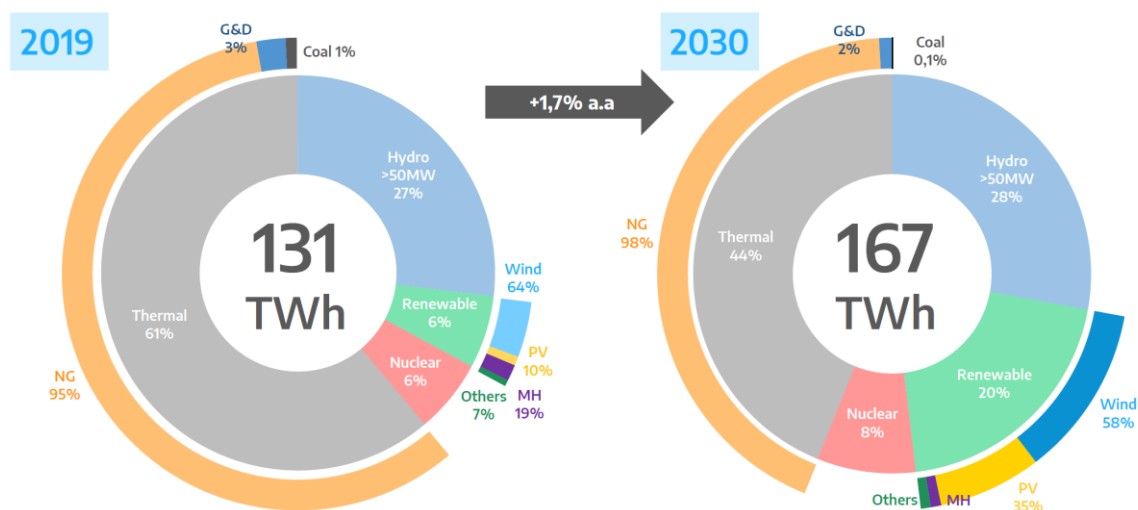
Solar photovoltaic and wind power installed 12/31/20		
	Solar PV	759 MW
	Wind Power	2.623 MW
 	Total	3.382 MW

出典: "Latin America-Japan Grid Stabilization & Hydrogen Workshop" におけるアルゼンチン政府の発表資料("Energy Transitions in Argentina and the Role of Renewable Energy")より引用

図 2.9 アルゼンチンにおける風力発電と太陽光発電の導入状況

下図は、アルゼンチンにおける2019年時点の発電量構成と、2030年時点で想定される発電量構成を示している。2030年までに、風力や太陽光などの再生可能エネルギー利用を更に拡大することが計画されている。

Electricity generation 2019-2030



出典: "Latin America-Japan Grid Stabilization & Hydrogen Workshop" におけるアルゼンチン政府の発表資料("Energy Transitions in Argentina and the Role of Renewable Energy")より引用

図 2.10 アルゼンチンにおける2019年と2030年の発電量構成

アルゼンチン政府は、2019年に「Argentina Energy Scenarios 2030」を公表し、想定される4つのシナリオに沿って、2030年までのエネルギーの動向を予測している。シナリオの概要は以下の通り。

表 2.10 アルゼンチンの Energy Scenarios 2030 で設定されたシナリオ

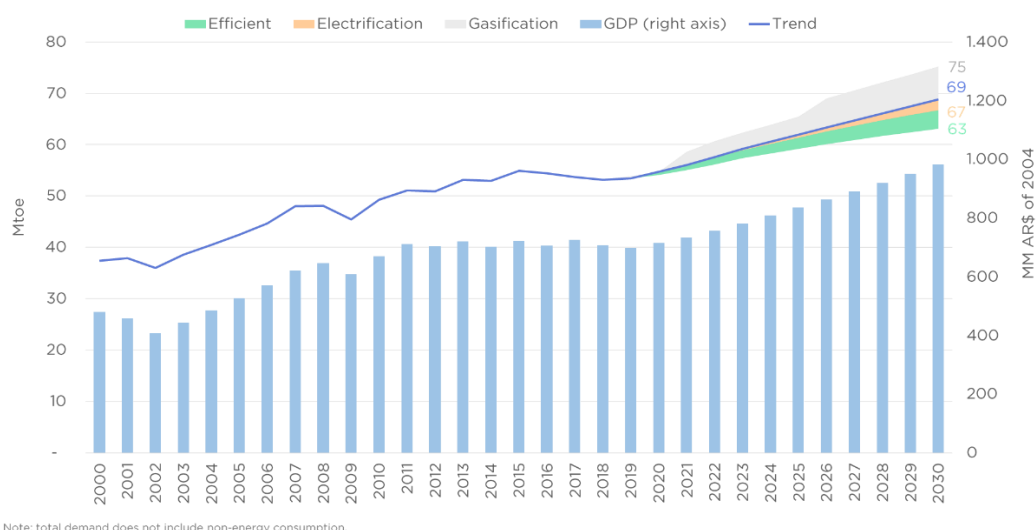
シナリオ		想定される条件等
Current policies	Trend シナリオ	- 既存のエネルギー政策の実施を前提に、エネルギー価格と需要の両方の予測に基づいて、Trend と Efficient の2つのシナリオを策定。 - 再生可能エネルギー法 (The Renewable Energy Law) を遵守すると共に、2030年までに再生可能エネルギーを25%まで拡大、及び大規模水力発電や原子力発電プロジェクトを組み合わせた場合。
	Efficient シナリオ	
Gasification (ガス化) シナリオ		- 交通セクターにおいて、天然ガスの高い市場普及率が実現されている場合。 - 産業セクターにおいて、燃料として天然ガスを大量に使用している場合。 - 天然ガスの価格競争力が高まることによって更に普及し、新規産業が開発される場合。(石油化学産業など)
Electrification (電化) シナリオ		電気自動車が多く普及している場合。

シナリオ	想定される条件等
	- 石油燃料が電気に代替されている場合。 - 発電のエネルギー源として天然ガスや再生可能エネルギーがより活用されている場合。

出典：Argentina Energy Scenarios 2030 より日本工営作成

Energy Scenarios 2030において、2030年までのGDP予想と各シナリオに対する電力消費量が算定されている。2018年から2030年の間に、アルゼンチン全体でエネルギー需要が年間累計2.2%増加すると予想されており、シナリオ別だとTrendシナリオが2.2%、Efficientシナリオが1.4%、Electrificationシナリオが1.9%、Gasificationシナリオが2.9%となっている。

2030年時点で、Efficientシナリオの電力消費量が最も小さく、続いてElectrificationシナリオ、Trendシナリオ、Gasificationシナリオの順に電力消費量が大きくなることが示された。



出典：Argentina Energy Scenarios 2030

図 2.11 2030 年までの GDP と各シナリオにおける電力消費量予測

(3) 対象国が重点を置いているエネルギー関連インフラ

アルゼンチン政府は、2015年に再生可能エネルギーに係る新たな法律（No. 27.191）を制定し、再生可能エネルギーによる電力供給率を2025年までに20%達成することを定めている。この目標を達成するため、同国政府は国際入札プロセス「RenovArプログラム」を2016年より開始した。このRenovArプログラムは、世界銀行や国際金融公社（IFC）による支援を受けており、2016年末までに2回の入札（ラウンド1とラウンド1.5）を実施した。この2回のラウンドで、太陽光や風力、バイオマス、小規模水力などの再生可能エネルギー発電プロジェクト（投資額合計約30億ドル）が落札され、これにより再生可能エネルギーによる電力供給率を2%から8%（2018年時点）まで拡大することに成功した。2017年にはラウンド2、2018年にはラウンド3が実施されており、同国はRenovArプログラムによる再生可能エネルギーの拡大を推進している。同

プログラムの落札結果等を考慮すると、アルゼンチンでは風力や太陽光による発電ポテンシャルが大きいと考えられる。尚、RenovArプログラムによって落札されたプロジェクトの概要は、2.3.2に示す。

また、アルゼンチンでは、水素エネルギーを所掌する財務省エネルギー政府事務局により水素ロードマップが策定中であり、同ロードマップでは現在生産されているグレー水素から、中期的にはブルー水素、長期的にはグリーン水素の生産を目指すことが示されている。短期的な目標としては、同国内の省庁間での協力や産学連携、民間企業の活用等を図り、水素エネルギーの生産を促進することを目指している。これにより、アルゼンチンにおいて、将来的には水素エネルギーも重要なエネルギー源となると考えられる。

2.3.2 エネルギー分野に係るインフラ開発計画、投資リスト

(1) インフラ開発に係る投資予定リスト

アルゼンチンで予定されているエネルギー分野に係る主なインフラ開発プロジェクトのうち、2020年1月から2021年3月の期間に更新された主な案件の情報を下表に示す。

表 2.11 アルゼンチンにおけるインフラ開発リスト

#	タイプ	案件数	設備容量 (MW)		事業規模 (百万 USD)		案件状況
			Min	Max	Min	Max	
1	太陽光	10 件	9.0	200.0	N/A	N/A	実現可能性調査:8 件 初期設計・エンジニアリング:2 件
2	陸上風力	9 件	50.0	200.0	106.9	425.0	建設決定承認待ち:9 件
3	水力	4 件	118.0	3,100.0	177.0	1180.0	実現可能性調査:2 件 建設決定承認待ち:2 件
4	地熱	1 件	---	30	N/A	N/A	実現可能性調査:1 件
5	原子力	1 件	---	1,200.0	---	8,800	建設決定承認待ち:1 件

補足) N/A は数値を特定できなかった項目。

出典: BN America 提供情報より日本工営作成

また、前項で示したアルゼンチンの「RenovArプログラム」により落札された主なプロジェクトを以下に整理する。ただし、これらの事業について、BNAmericaの報道⁹によれば期日までに契約が締結されなかったため、複数のキャンセルされたとのことである。

表 2.12 RenovAR プログラムにより落札されたプロジェクトの概要

技術	発電容量 (MW)	平均価格 (USD/MWh)	プロジェクト数
Round 1 (2016)			
Wind	708.00	59.4	12
Solar	400.00	59.7	4

9 会員制サービスの情報

技術	発電容量 (MW)	平均価格 (USD/MWh)	プロジェクト数
Biogas	1.20	118	1
Total	1,109.00	-	17
Round 1.5 (2016)			
Wind	765.35	53	10
Solar	516.18	55	20
Total	1,281.53	-	30
Round 2 (2017)			
Wind	665.80	41.23	8
Solar	556.80	43.46	12
Biomass	117.20	106.73	14
Biogas	35.00	156.85	20
Small hydropower	20.80	98.89	9
Landfill biogas	13.10	129.18	3
Total	1,408.70	-	66
Round 3 (2018)			
Wind	128.70	58.04	10
Solar	96.75	57.58	13
Biogas	17.75	158.57	6
Biomass	8.50	106.15	2
Small hydropower	7.38	103.44	6
Landfill biogas	5.00	129.50	1
Total	259.08	-	38

出典:アルゼンチン財務省公表資料、及び国際エネルギー機関(IEA)公表資料より日本工営作成

(2) 国際機関等による支援プログラムなど

国際機関によるアルゼンチンに対するエネルギー関連の支援プログラムを整理した。
以下に、IDBによる支援プログラムを示す。

表 2.13 アルゼンチンにおける IDB の支援プログラム

#	プロジェクト名	状況	種類	規模 (USD)	概要
1	Support Sustainable Energy Development Agenda In Argentina II	実施中 (2019/9 承認)	技術協力	200,000	The general objective of this technical cooperation is to provide financing for studies, consultancies and support activities that allow continuing with the strategic planning process of the Argentine energy sector, promoting Energy Efficiency and the development of Renewable Energy , and contribute with Argentina to the consolidation of a sustainable energy agenda in the medium and long term.
2	Strengthening the Technical, Environmental, and Social Capacities for the Governance of Lithium Resources in the Province of Jujuy, Argentina	実施中 (2019/6 承認)	技術協力	1,350,000	The objective of this technical cooperation is to support the responsible and sustainable development of the lithium sector in the Province of Jujuy in Argentina, from its exploration stages, to extraction, and governance, improving the institutional capacities of the government and the engagement between industry, civil society, and government. The technical cooperation has three main goals: (i) to strengthen the technical and environmental evaluation and control of lithium mining projects; (ii) to support the mainstreaming of basic technical, environmental, and social dimensions of lithium mining and the adoption of effective multi-stakeholder engagement practices; and (iii) to promote the exchange and

#	プロジェクト名	状況	種類	規模 (USD)	概要
					dissemination of knowledge amongst lithium-producing regions.
3	Support for Resource-Based Socioeconomic Development in Patagonia, Argentina	実施中 (2018/7 承認)	技術協力	1,000,000	The objective of this technical cooperation is to promote socio-economic development based on natural resources in the Argentine Patagonia, with the private sector as the driving force. To this end, the project will support specific activities to plan and prioritize improvements in infrastructure and urban services, promote local and regional economic diversification in the Buenos Aires Lake Department (Province of Santa Cruz, Argentina). The project seeks to contribute to the implementation, on a small scale, of a concept called "Development Compact": a coordinated effort of the three main actors - public sector, private sector, civil society - to promote long-term territorial planning and development activities term, based on consensus regarding challenges and opportunities, and the mobilization of resources.
4	Support Sustainable Energy Development Agenda in Argentina	実施中 (2017/11 承認)	技術協力	500,000	Financing studies, consulting services and activities to support the development of a strategic planning of the energy sector, energy efficiency promotion and development of renewable energy which will contribute to consolidate a medium and long term sustainable energy agenda in Argentina.
5	Development of a Forest Waste-to-Energy Model to Cover the Basic Needs of the Vulnerable Population in the Municipio of San Carlos de Bariloche	実施中 (2017/2 承認)	技術協力	831,600	The technical cooperation proposes to operate an innovative system of waste-to-energy which it could develop "briquettes" from pruning residues and other organic wastes. A semi-industrial briquette production system will be developed from an extrusion process. There will be five centers installed of briquettes, in the Municipal ejido of Bariloche, which will be operated by SMEs and pre-existing cooperatives. The briquettes produced in the processing plant will supply all the demand for the combustion material of the "Plan Calor" that the Bariloche Government executes, through a purchase agreement (off-take agreement).
6	Supply Elec. to Country's Regions under Federal Electricity Transmission Plan	完了	ローン	120,000,000	The general objective of the Program is to efficiently support and contribute to the supply of electricity to the different regions in the argentinian electric system. The works to be financed will help overcome the problems and risks that the electricity transmission system of Argentina faces. The specific objectives of the Program are to: (i) recover the electricity transmission capacity at the provincial level; and (ii) increase the efficiency and reliability of the transmission and distribution systems.
7	Development and provision of energy services in the base of the pyramid	完了	技術協力	693,467	The general objective of the project is to foster social inclusion through the expansion and the access improvement of infrastructure basic services in low income communities. The end is to consolidate a model of extension of a basic service through the organization of the demand-driven and an alternative scheme to offer this service.
8	Additional Financing Norte Grande Electricity Transmission	完了	ローン	300,000,000	The main objective of the Project is to guarantee the coverage of the increasing power demand and the security of the Argentinean Interconnection System (SADI), with the object of contributing to the continuous development of the productive

#	プロジェクト名	状況	種類	規模 (USD)	概要
	Program				sectors and elevating the standard of life of the population, by rationally making use of the available generation resources of the country. The specific objectives are: i) to interconnect the electrical systems of the Northeast and Northwest Argentinean regions by using a line of extra high tension (LEAT 500kV and associated Transformation Stations) so it can permit and promote the energy exchange between both regions, improving the prices and increasing the quality and security of the electrical provision, in particular for the macro region of Norte Grande; and ii) to consolidate and expand the regional communication nets (high and med tension lines smaller than 500kV with its respective associated transformation stations), laying the foundations for the productive and social development through giving solution to the problems that attempt against the security and reliability of these systems.
9	Support Renewable Energy Program Wind Power of the South	完了	技術協力	500,000	The objective of this technical cooperation is to support the Government of Argentina on the development of programs that promote renewable energy sources, including: (i) the Renewable Energy Program Wind Power of the South (AR-L1079); (ii) the analysis of existing sector policies and regulations that support renewable energy development; and (iii) the identification of the national potential for the development of solar thermal energy.
10	Support Renewable Energy Program Wind Power of the South	完了	技術協力	300,000	The objective of this technical cooperation is to support the Government of Argentina on the development of programs that promote renewable energy sources, including: (i) the Renewable Energy Program Wind Power of the South (AR-L1079); (ii) the analysis of existing sector policies and regulations that support renewable energy development; and (iii) the identification of the national potential for the development of solar thermal energy.

出典: IDB 公開情報より日本工営作成

他にも、EUによる合計4,309,100ユーロの資金支援のもと、「Energy Efficiency in Argentina」が実施されている。本プログラムは、パリ協定で掲げているアルゼンチンの温室効果ガス削減目標の達成に寄与すること、国家エネルギー効率計画の草案を作成すること、産業・運輸・住宅・公共部門におけるエネルギー関連のパイロットプロジェクトを実施するための技術支援を行うこと等目指し、アルゼンチンにおけるエネルギーの効率的な利用に向けた支援を実施することを目的としている。実施期間は、2018年5月から2021年5月の3年間である。

2.4 日本及び第三国との連携可能性に係る調査、検討及び提言

2.4.1 アジア、アフリカ地域で実施されている FOIP 構想実現に向けた先行事例

アジア太平洋からインド洋を経て、中東・アフリカに至る広大な地域にまたがるインド太平洋は、世界人口の半数を擁する世界の中核である。一方で、インド太平洋は、各国の国益を巡った対立や情勢の変化が激しい地域でもある。また、海賊、テロ、大量破壊兵器の拡散、自然災害、違法操業などの様々な脅威にも直面している。

「自由で開かれたインド太平洋（FOIP）」は、インド太平洋地域においてルールに基づく国際秩序を構築し、自由貿易や航行の自由、法の支配といった、地域の安定と繁栄を実現する上で欠くことのできない原理・原則を定着させていくといった考え方を要諦とした構想である。

これまでに日本政府は、FOIP構想の実現に向けて世界各国で協議を重ねることで、ビジョンの共有や連携を求めてきた。主な国・地域におけるFOIPに係る取組、協力の現状は下図の通り。

主な国・地域のFOIPに関連する取組・協力の現状

各国のFOIPに関連する取組と連携して、法の支配などの基本原則を共有しつつ、各々のビジョンに基づいて関係各国の当事者意識 (sense of ownership) を喚起し、このビジョンを広げていく。

英国 ①海洋安保、②質の高いインフラ、③5G等のサイバーセキュリティなどでの協力を強化 (2019年1月 日英首脳会談)	太平洋島嶼国 日本の「自由で開かれたインド太平洋戦略」による貢献を歓迎 (2018年5月 PALM8*) *第8回太平洋・島サミット	カナダ FOIPのビジョンの下、戦略的パートナーシップを一層強化 (2019年8月 日・カナダ首脳会談)
フランス 「フランスとインド太平洋地域における安全保障」(2018年6月公表、2019年5月改訂) ①航行の自由・海洋安全保障、②気候変動・環境・生物多様性、③質の高いインフラの三本柱を中心に協力を具体化 (2019年6月 日仏首脳会談)	東南アジア諸国連合 (ASEAN) 「インド太平洋に関するASEANアウトルック (AOIP)」を公表 (2019年6月) - ルールに基づく自由で開かれたインド太平洋地域を推進するとの見解を共有。日本のAOIPへの明確な支持を歓迎し、AOIPの重要分野における日ASEAN協力を奨励 (2019年11月 日ASEAN首脳会議議長声明)	米国 - FOIPの維持・強化の具体的協力を公表 (2018年9月 日米首脳会談、2018年11月 ペンス副大統領訪日、2019年5月 日米首脳会談) 「インド太平洋戦略レポート」(2019年6月)、「自由で開かれたインド太平洋-共通のビジョンの推進」(2019年11月)を公表
ドイツ FOIPの実現に向けた協力を確認 (2019年2月 日独首脳会談)	インド 「アクト・イースト」政策 「インド太平洋における日印開発協力」を公表 (2018年10月 日印首脳会談) 「インド太平洋海洋イニシアティブ」を公表 (2019年11月)	メコン諸国 「FOIPを実現するための我が国の政策との相乗効果が期待される日メコン協力」を公表 (2018年10月 日・メコン首脳会議) - メコン各国は、「インド太平洋に関するASEANアウトルック (AOIP)」に沿ったメコン各国による取組を支援するとの日本のコミットメントを歓迎 (2019年11月 日・メコン首脳会議共同声明)
イタリア FOIPの維持・強化のため具体的協力案件の形成に向けた連携 (2019年4月 日伊首脳会談)	オーストラリア - FOIPのビジョンを共有し、地域の安定と繁栄のために連携 (2018年11月 日豪首脳会談) 「自由、開放的、包摂的、繁栄するインド太平洋」(2019年6月 モリソン首相の外交政策スピーチ)。また、太平洋島嶼地域について、「ステップ・アップ」政策を推進	ニュージーランド 太平洋島嶼地域について、ニュージーランドの太平洋政策「パシフィック・リセット」と連携し、FOIPを実現するために両国の連携を具体化 (2019年9月 日・ニュージーランド首脳会談)
欧州連合 (EU) - 欧州・アジア連結性戦略 (2018年9月) - 欧州・アジア太平洋間の連結性に関し、協力を確認 (2019年4月 日EU定期首脳協議) 「欧州連結性フォーラム」に安倍総理大臣が出席、「持続可能な連結性及び質の高いインフラに関する日EUパートナーシップ」文書に署名 (2019年9月)		

赤字：各国・地域の取組例 青字：各国・地域と日本の協力例

出典：外務省 (https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/bluebook/2020/pdf/pdfs/1_1.pdf#page=8)

図 2.12 FOIP 実現に向けた世界の国・地域における取組・協力の現状

FOIP実現のための3本柱として、以下が掲げられている。

(1) 法の支配、航行の自由、自由貿易等の普及・定着

- ・ 自由で開かれたインド太平洋の基本原則や考え方を共有する各国との協力
- ・ 国際場裡やメディア等での戦略的発言

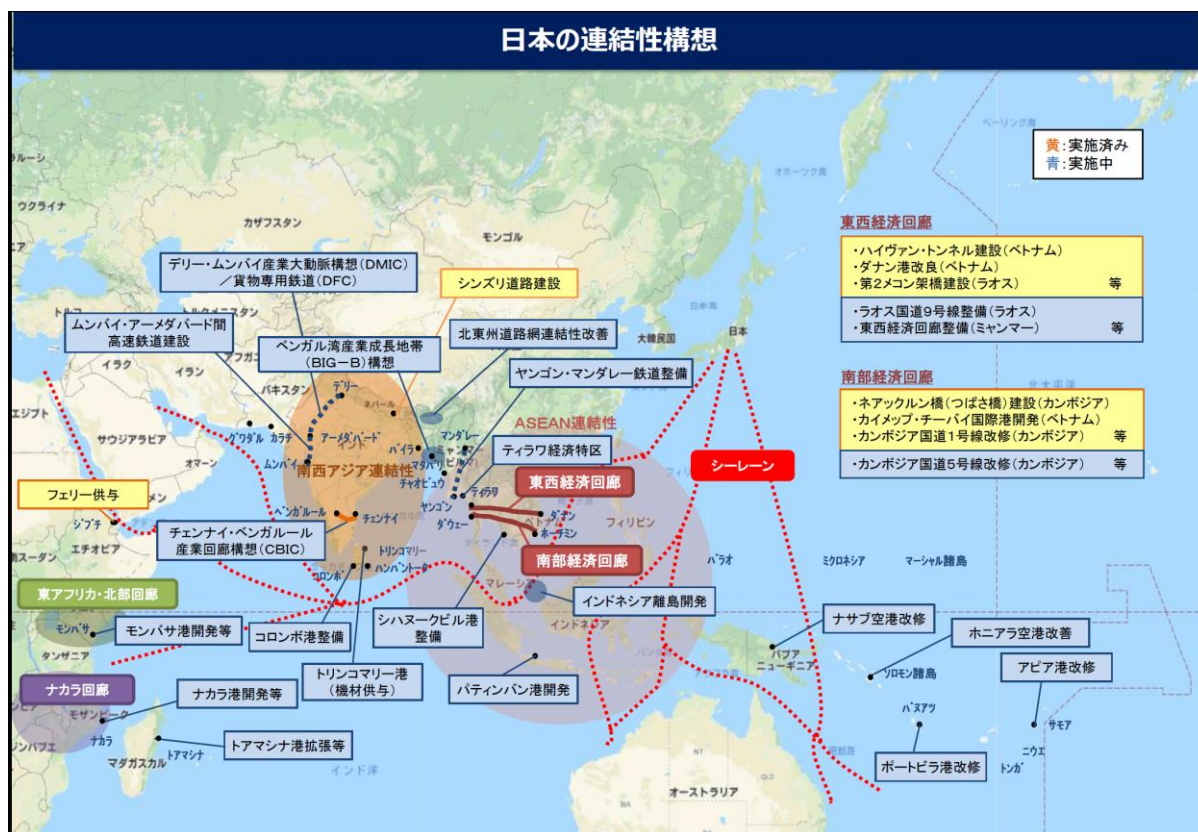
(2) 経済的繁栄の追求（連結性、EPA/FTAや投資協定を含む経済連携の強化）

- ・ ①港湾、鉄道、道路、エネルギー、ICT等の質の高いインフラ整備を通じた「物理的連結性」、②人材育成等による「人的連結性」、③通関円滑化等による「制度的連結性」の強化
- ・ 経済的パートナーシップの強化（FTA/EPAや投資協定等を含む）及びビジネス環境整備

(3) 平和と安定の確保（海上法執行能力の構築、人道支援・災害救援等）

- ・ インド太平洋沿岸国への能力構築支援
- ・ 人道支援・災害救援、海賊対策、テロ対策、不拡散分野等での協力

本事業の対象国（チリ、ブラジル、アルゼンチン）におけるエネルギー分野での連携可能性については、上記3本柱のうち特に「（2）経済的繁栄の追求」で示されている「物理的連結性」、「人的連結性」、「制度的連結性」に資する活動が期待される。尚、アジア・アフリカ地域では、既に東西経済回廊及び南部経済回廊の開発等、ハード・ソフト両面における連結性強化の実現に向けた多数の取組が実施されている。



出典: 外務省 (<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000430631.pdf>)

図 2.13 FOIP 構想の実現に向けた連結性強化に係る日本の取組実績

2.4.2 日本政府及び日本企業が対象国に対して貢献し得る技術、資金支援

対象国（チリ、ブラジル、アルゼンチン）に対して日本が貢献し得る支援として、日本国政府による資金支援、及び日本企業が有する優れたエネルギー関連技術を活用したインフラ開発支援が考えられる。対象国において活用可能な日本政府の資金スキームを以下に整理する。

【経済産業省が提供する資金スキーム】

経済産業省が提供する資金スキームとして、特にエネルギー分野等のインフラ開発で活用できるスキームを下表に整理する。

表 2.14 JICA が提供する資金スキーム

事業名	類型	対象
質の高いインフラの海外展開可能性調査事業費委託費（一般会計・委託事業）	---	我が国企業等の優れた技術・ノウハウを活かしたインフラの海外展開を促進するため、波及性、公益性、先進性が高く、国が実施する事業として政策的意義があるFS事業
質の高いインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査事業費補助金（一般会計・補助事業）	一般型	インフラの受注や事業化を目指し、FS事業を行うもののうち、特定の国・地域における特定のプロジェクトを対象としたもの
	ビジネスモデル展開型	インフラの受注や事業化を目指し、FS事業を行うもののうち、ターゲットとなる地域やプロジェクトは具体的に決まっていなくても、ビジネスモデルの有効性が実証されれば将来的に複数の国・地域へのインフラ展開が可能なもの
質の高いエネルギーインフラの海外展開事業実施可能性調査事業委託費（エネルギー特別会計・委託事業）	---	エネルギー起源CO2の高い削減効果が期待される海外インフラ事業に関する調査
質の高いエネルギーインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査事業費補助金（エネルギー特別会計・補助事業）	一般型	エネルギー起源CO2の高い削減効果が期待されるインフラの受注や事業化を目指し、FS事業を行うもののうち、特定の国・地域における特定のプロジェクトを対象としたもの
	ビジネスモデル展開型	エネルギー起源CO2の高い削減効果が期待されるインフラの受注や事業化を目指し、FS事業を行うもののうち、ターゲットとなる地域やプロジェクトは具体的に決まっていなくても、ビジネスモデルの有効性が実証されれば将来的に複数の国・地域へのインフラ展開が可能なもの

※非 ODA 対象国であれば一般会計事業は使用不可

出典：経済産業省の公開情報より日本工営作成

【環境省が提供する資金スキーム】

環境省は、途上国において優れた脱炭素技術等を活用して温室効果ガスを削減するとともに、日本の貢献に応じてJCMクレジットの獲得を目指す二国間クレジット制度（JCM）の推進に向けて、JCMの下で行う事業に対して初期投資費用の一部を補助する「二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業」を実施している。本事

業は、日本企業等の優れた技術を途上国に導入する際、初期投資費用の1/2を上限として、日本政府から補助金が提供される。通常、再生可能エネルギーや省エネルギー技術等を導入する際、途上国の企業等にとって経済的な負担が大きいことを理由に、環境技術の普及が進まないことが見受けられるが、本事業を活用することにより、初期投資費用を低減できることから、途上国における環境技術の普及が期待される。

同事業の対象はJCMパートナー国であり、2021年3月時点で17カ国（モンゴル、バングラデシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ベトナム、ラオス、インドネシア、コスタリカ、パラオ、カンボジア、メキシコ、サウジアラビア、チリ、ミャンマー、タイ、フィリピン）ある。本事業の対象国においては、チリのみがJCMパートナー国であり、同国に対して活用が期待できる資金スキームである。中南米地域としては、加えてメキシコ、コスタリカが含まれる。

更に、環境省は2021年度より水素案件に特化した新たな資金スキームを開始する予定であり、実施要領等は公表されていないが、中南米地域での水素インフラ案件への適用が期待できる。

【独立行政法人国際協力機構（JICA）が提供する資金スキーム】

JICAが提供する資金スキームを以下に整理する。

表 2.15 JICA が提供する資金スキーム

JICA 支援スキーム		要件	DAC による援助受取国		DAC による援助受取卒業国
			低所得国 一人あたり GNI (2016)\$1,006- \$3,955	高所得国 一人あたり GNI (2016) \$3,956- \$12,235	
			---	アルゼンチン ブラジル	チリ
技 術 協 力	専門家派遣/研修員受入 /技術協力プロジェクト/開 発計画調査型技術協力	開発途上 国	○	○	△
有 償 資 金 協 力	プロジェクト借款、E/S 借 款/開発金融借款(two step loan)/ プログラム型 借款/ STEP / PPP 支援	開発途上 国 / 開 発 途 上 国 / 中進国	○	○	-
	海外投融資		○	○	○
民 関 連 携	中小企業・SDGs ビジネ ス支援事業	開発途上 国	○	○	○
科学技術協力		開発途上 国	○	○	○
無償資金協力		低所得/ 低中所得 開発途上 国	○	△	-

○:対象 △:非対象ではないが優先ではない -:非対象

出典:JICA 及び OECD(DAC)より日本工営作成

【株式会社国際協力銀行（JBIC）が提供する資金スキーム】

国際協力銀行（JBIC）は、2020年1月30日に「成長投資ファシリティ」を創設・開始している。本ファシリティは、「安心と成長の未来を拓く総合経済対策」（2019年12月5日閣議決定）において創設が発表されたものであり、2018年7月に創設した「質高インフラ環境成長ファシリティ（QI-ESG）」を、発展的に改編し、日本企業の海外M&Aやグローバル・バリューチェーンの再編等の海外展開支援及び質の高いインフラ整備支援を幅広く支援することを目的とする。支援対象案件等に応じて、質高インフラ環境成長ウインドウと海外展開支援ウインドウの2つのウインドウ構成で開始されたが、2020年5月に「新型コロナ危機対応緊急ウインドウ」が追加されている。各ウインドウの実施要領骨子は以下の通り。

表 2.16 JBIC 成長投資ファシリティの実施要領骨子

項目	質高インフラ環境成長ウインドウ	海外展開支援ウインドウ
対象案件	温室効果ガス等の排出削減又はその他地球環境保全目的に資する案件(再生可能エネルギー、省エネルギー、グリーンモビリティ(モーダルシフト(輸送手段の効率化)、電気自動車等)、大気汚染防止、水供給・水質汚染防止、廃棄物処理等)	(1) 我が国の法人等が出資等により海外における事業の開始、拡大又は能率の向上を図る場合において、次に掲げる外国の法人の経営を支配することを目的とし、又は当該法人に関し事業上の提携を伴うもののために必要な資金の貸付けを行う案件(以下「海外M&A 案件」)。 ① 社会資本の整備に関する事業を行う外国の法人 ② 一定の地域において行われる事業のために通常利用される技術よりも高度な技術を有する外国の法人 ③ 一定の地域において広く販売され、又は提供されている商品又は役務に関し蓄積された技術上又は営業上の情報であって出資等を行う法人等が有していないものを有する外国の法人 (2) 資源金融(投資金融、輸入金融)の対象案件(以下「資源案件」)。 (3) グローバル・バリューチェーンの再編等に資する案件(我が国の産業の国際競争力の維持及び向上のために行う投資金融の案件((1)に該当するものを除く。以下「その他国際競争力案件」)
融資割合	協調融資総額の6割以下(但し、借入人が中堅企業・中小企業者(株式会社国際協力銀行業務方法書に規定するもの、以下同様)又は中堅企業・中小企業者が出資する外国法人等の場合は融資総額全体の7割以下)	(1) 海外M&A 案件及びその他国際競争力案件は、協調融資総額の6割以下(但し、借入人が中堅企業・中小企業者(株式会社国際協力銀行業務方法書に規定するもの、以下同様)又は中堅企業・中小企業者が出資する外国法人等の場合は融資総額全体の7割以下) (2) 資源案件は、協調融資総額の7割以下(但し、国内貸については6割以下)

項目	質高インフラ環境成長ウインドウ	海外展開支援ウインドウ
融資保証 契約調印 期限	2021年6月末日	2021年6月末日

出典:JBIC ホームページ情報を基に日本工営作成

2.4.3 対象国におけるビジネス環境

世界銀行が毎年発表する、ある国で、どのくらいビジネスがしやすいか、を評価する「ビジネスのしやすさ指数（DOING BUSINESS 2020）」では、190カ国中、チリが59位、ブラジルが124位、アルゼンチンが126位であった。

以下に、評価項目とチリ、ブラジル、アルゼンチンにおける各項目の評価結果を示す。なお、各項目は世界銀行が各国の経済関連法制の整備状況、必要となる費用、必要となる手続きの数、必要となる時間などの面から評価・集計し、指数化している。

表 2.17 対象国におけるビジネスのしやすさ指標（2020年）

項目	チリ	ブラジル	アルゼンチン
創業	91.4	81.3	80.4
建設許可	75.9	51.9	56.4
電力の入手	85.7	72.8	70.0
不動産登記	71.1	54.1	56.7
信用の獲得	55.0	50.0	50.0
少数株主保護	66.0	62.0	62.0
納税	75.3	34.4	49.3
国境をまたがる商取引	80.6	69.9	67.1
契約締結	64.7	64.1	57.5
債務不履行の解決	60.1	50.4	40.0
総合評価(順位)	72.6 (59)	59.1 (124)	59.0 (126)

出典:DOING BUSINESS 2020 (World Bank)

2.4.4 チリにおける連携可能性

チリにおけるエネルギーセクターの連携可能性として、以下の4点があると考える。

- (1) 再生可能エネルギーのさらなる導入：チリの再エネターゲットに貢献するための支援
- (2) 石炭火力発電の置き換えの支援：2040年全廃に向け、集光型太陽熱発電等への支援
- (3) 系統強化に関する支援：再エネの増加に伴う系統連携の強化支援
- (4) 新エネルギー案件の形成：水素、アンモニア関連案件への貢献

2.4.5 ブラジルにおける連携可能性

ブラジルにおいては大小様々な規模、また様々なエネルギー分野での可能性が存在するが、再エネの導入増加、Carbon dioxide Capture and Storage（CCS/二酸化炭素回収・貯留技術）やCarbon dioxide Capture, Utilization and Storage（CCUS/二酸化炭素回収・利用・貯留技術）への期待が高いと考えている。

2.4.6 アルゼンチンにおける連携可能性

アルゼンチンにおいては、再エネ率が他の二か国に比べ低いため、再エネの導入案件が期待される。特に南部パタゴニア地域の風力資源は世界有数であり、活用が期待される。そのためには、風力発電設備のみならず系統との接続線の強化も必要である。また、数年前に発生した大停電の原因となった電力設備の維持管理面でも連携のニーズが高い。

第3章 対象国の市場経済圏における水素等の新たなエネルギーシステムの導入・社会実装に関する調査及び提言の作成

3.1 対象国における将来的なエネルギー需給計画に係る水素等の導入に係る情報収集及び分析

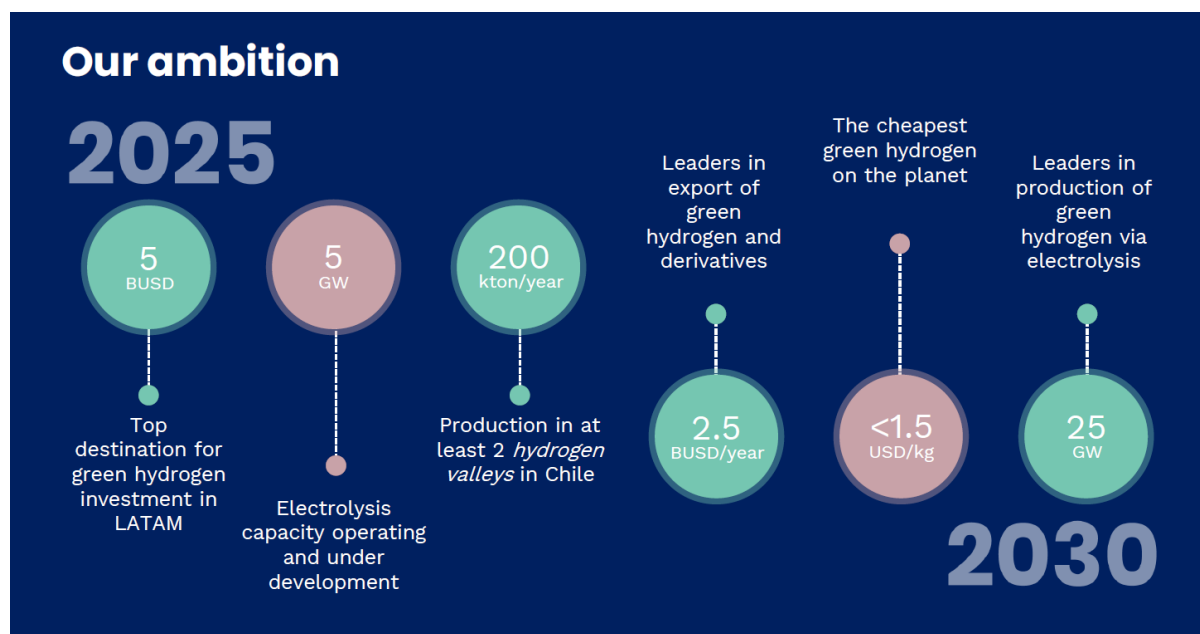
3.1.1 チリ

上述の通り、チリにおける水素エネルギーはエネルギー省により所掌されている。2020年、同省よりグリーン水素国家戦略及び同戦略のアクションプランが発表され、グリーン水素の主要輸出国を目指すことが示された。

グリーン水素国家戦略の3本の柱は以下の通りである。

- ・ 2030年までに世界一安価なグリーン水素を生産する体制を構築する。
- ・ 2040年までに世界トップ3の水素の輸出国となる。
- ・ 2025年までに電気分解による水素の製造量を5ギガワットに増加させる。

また、同省では水素プロジェクトに対し今後5千万ドルの補助金の拠出を発表しており、併せて、許認可手続きとプロジェクト監視のためのタスクフォースの設立も計画されている。



出典: "Latin America-Japan Grid Stabilization & Hydrogen Workshop" におけるアルゼンチン政府の発表資料("Energy trends in Chile")より引用

図 3.1 チリ水素戦略アクションプラン

3.1.2 ブラジル

ブラジルでは2005年に水素エネルギーに係るロードマップが策定されており、早い段階から水素への関心が寄せられている。同国にて水素エネルギーを所掌する鉱山エネルギー省は、2020年に長期的なエネルギー需給政策の在り方を定めた「国家エネルギー計画2050（PNE2050）」を策定しており、本計画にはグリーン水素の供給についても含まれている。ブラジルでは輸出向けグリーン水素の生産に注力することを計画している。原油生産に係るCCSの経験を持つことから、ブルー水素の大規模生産・消費が期待される。

3.1.3 アルゼンチン

2019年現在、アルゼンチンのエネルギー構成は約60%を天然ガス、約25%を石油が占めており、再生可能エネルギーは約3%に過ぎない。アルゼンチンでは、2020年12月に提出したNDCにおいて、2030年の温室効果ガス排出量を358.8MtCO₂以下とすると表明しており、再生可能エネルギーへのエネルギー転換は欠かせない状況にある。なかでも、将来のエネルギー変換において水素エネルギーが非常に重要であると位置づけている。同国では水素エネルギーを所掌する財務省エネルギー政府事務局により水素ロードマップが策定中であり、現在生産されるグレー水素から、中期的にはブルー水素、長期的にはグリーン水素の生産を目指すことが示されている。また、短期的な目標として、同国内の省庁間での協力や産学連携、民間企業の活用等を図り、水素エネルギーの生産を促進することを目指している。その一環として、H2Ar Consortiumを形成しており、官民共有の戦略を確立し、あらゆるステークホルダーが一同に会して協議することができる場を設けている。

3.2 対象国における同分野の参入状況調査

3.2.1 欧米・豪州の参入状況

EUでは2020年7月、気候中立に向けた水素戦略（EU Hydrogen Strategy for a climate-neutral Europe）が採択された。本戦略は2050年までの気候中立（二酸化炭素の排出実質ゼロ）を目指す欧州グリーン・ディールの一環と位置付けられ、エネルギーシステム統合戦略（An EU Strategy for Energy System Integration）を補完する戦略である。本戦略は、脱炭素化に最も大きく貢献できる可能性があり、EUの気候中立目標に最も適している「再生可能な水素¹⁰」を重視しており、既存の水素製造をクリーン化することで短期的に排出量を削減するとともに、水素市場の規模を拡大することを目指している。また、EUでは2030年までの数値目標を達成するために必要な投資額を、電解槽関連に最大420億ユーロ、電解槽と風力・太陽光発電施設の接続および規模拡大に最大3,400億ユーロと試算した。巨額の投資を加速させる目的から、官民共同のプラッ

10 風力や太陽光など再生可能エネルギーにより生産される水素

トフォームである「欧州クリーン水素アライアンス（European Clean Hydrogen Alliance）」も立ち上げられた。

アメリカではエネルギー省（DOE）が主体となり、国立研究所や産業界のプロジェクトメンバーから構成されるフレームワーク「H2@Scale」の策定等により水素推進を進めてきた。H2@Scaleは基礎研究から応用開発に至るさまざまな検討を行っており、DOEは研究資金として2019年8月に約4,000万ドル、2020年7月に約6,400万ドルの資金を投入してきた。2020年の支援策では、電解槽製造の研究開発や圧縮水素貯蔵タンク用の炭素繊維開発や燃料電池研究等のテーマが支援対象となっている。また、DOEは2020年11月、水素研究の開発・実証計画である水素プログラム計画（Hydrogen Program Plan）を発表した。水素プログラム計画では、水素の生産や輸送、貯蔵や使用を強く後押しすることを目的として策定されており、H2@Scaleビジョン達成のため以下を主要な課題と位置づけている。

- ・ コスト削減と製造や変換システムのパフォーマンス、及び耐久性向上
- ・ 水素と従来のエネルギーシステムとの統合と、輸出障壁への対処
- ・ 供給源の集約による大規模化
- ・ 水素による統合エネルギーシステムの開発と検証
- ・ 革新的で新しい価値提案

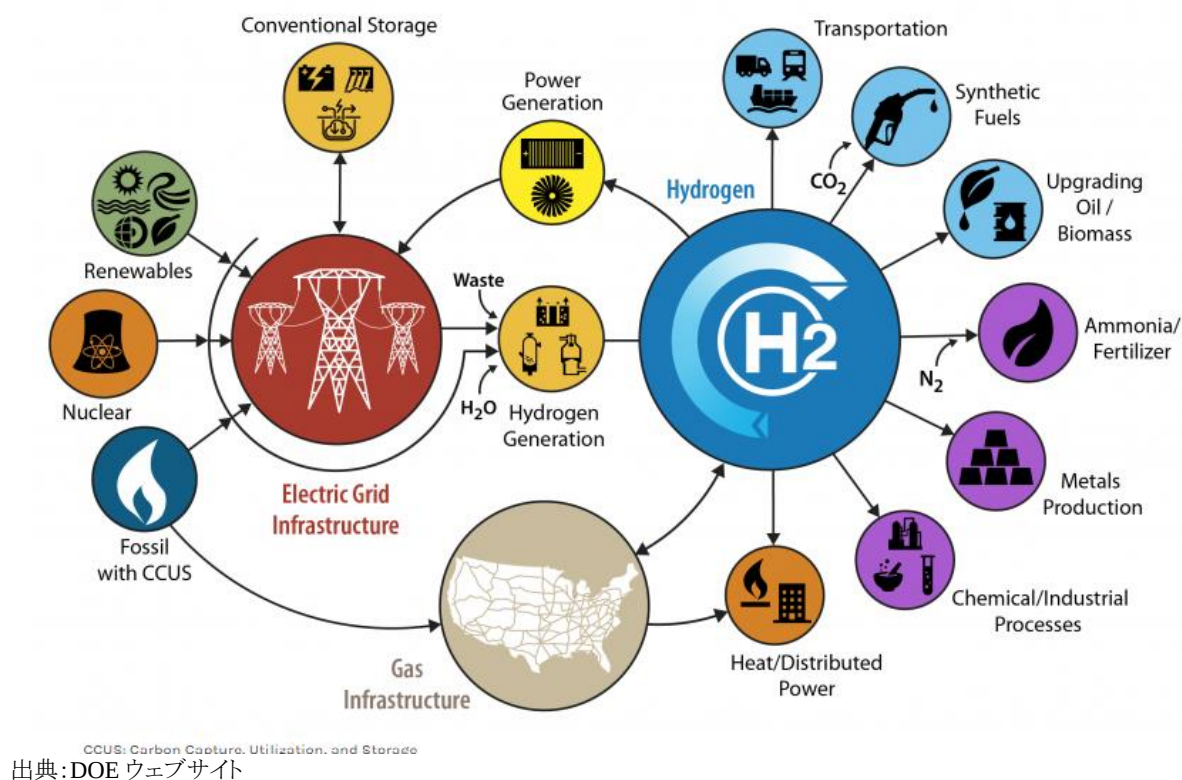


図 3.2 H2@Scale のイメージ図

オーストラリアでは2019年11月、オーストラリア国家水素戦略（Australia's National Hydrogen Strategy）が策定された。同戦略では、2025年までと2025年以降の2つのフェーズに分け、各施策が記されている。以下に、各施策の概要を示す。

【2025 年まで】

「クリーン水素サプライチェーンを構築・試験・実証による、世界市場の拡大」

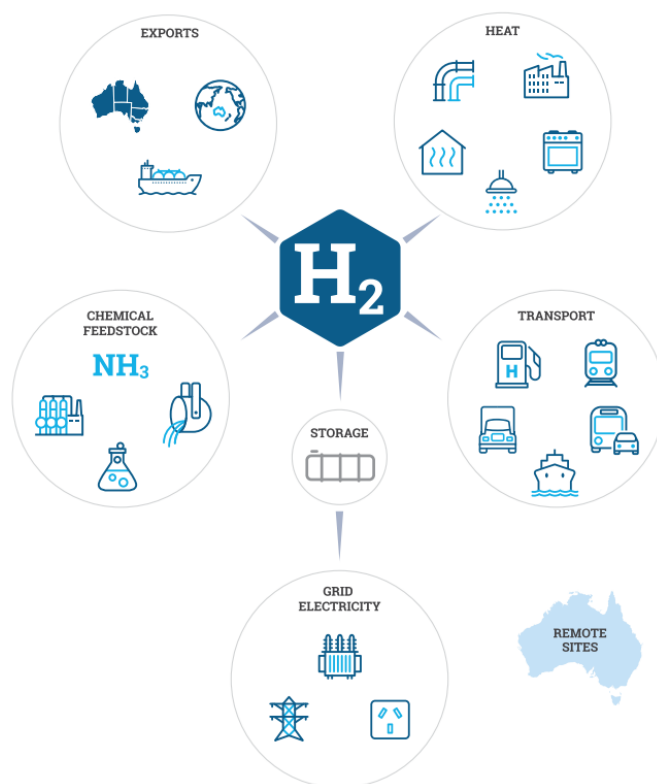
- 優先的各種案件（パイロット・実験・実証）の推進
- 実証規模の水素ハブの建設
- 水素ハブ予定地におけるサプライチェーン構築 他

【2025 年以降】

「クリーン水素サプライチェーンを構築・試験・実証による、世界市場の拡大」

- 輸出・国内需要を喚起する案件の推進
- 国内の水素サプライチェーンおよび大規模輸出産業インフラの建設 他

なお、オーストラリアでは2030年までの水素に係る一括した投資予算の明示はないものの、2015年から2019年の投資実績（総額1億4,600万A\$・116億円以上）が強調されている。

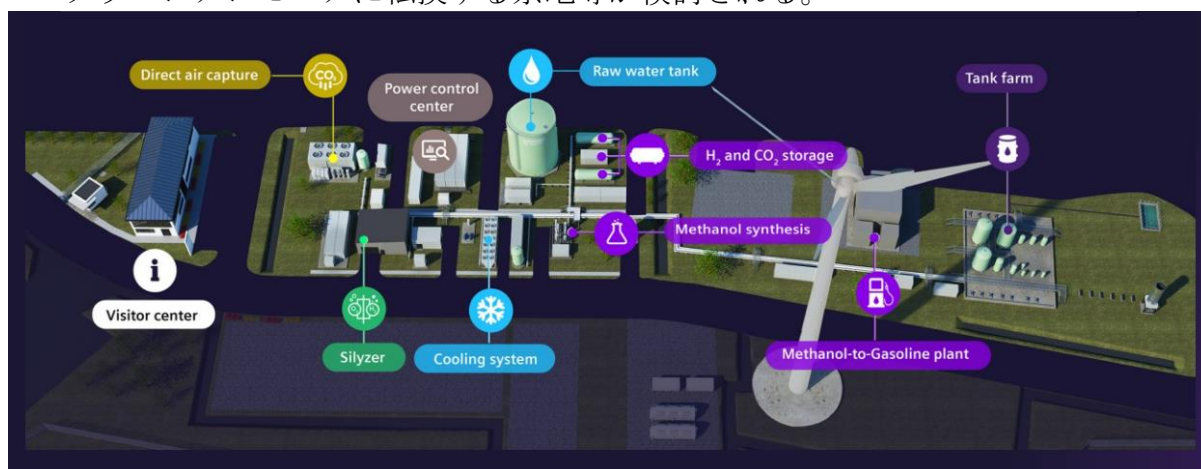


出典: Australia's National Hydrogen Strategy

図 3.3 オーストラリアにおける水素活用ポテンシャル図

以下に、欧米・豪州による対象国への水素に係る参入状況を示す。

- ・ 【チリ】 オランダのロッテルダム港湾局は 2021 年 3 月にチリエネルギー省、オーストラリア南オーストラリア州との間で、グリーン水素の輸出入に関する実現可能性調査についての覚書を締結した。ロッテルダム港は、化石燃料から再生可能エネルギーへの転換と北西ヨーロッパの水素輸入のハブになることを目指しており、世界各国から船で水素を受け入れ、欧州の近隣諸国に供給するためのインフラ整備や供給ネットワークの構築を進めている。
- ・ 【ブラジル】 ロッテルダム港湾局は 2021 年より、ブラジル北東部セアラ州において風力由来のグリーン水素の生産及びブラジルでの消費、EU への輸出を実施するプロジェクトを開始する予定である。
- ・ 【チリ】 独シーメンス社はドイツ政府の支援を受け、イタリアの大手電力会社エネルのチリ子会社であるエネルグリーンパワーチリ、チリの電力大手 AME、エネルギー大手の ENAP、さらにポルシェ等と共に、チリ南部のパタゴニア地方で「Haru Oni プロジェクト」を進めている。同プロジェクトは風力発電で発生させた電力で PEM 電解槽を用いて水素を製造し、さらにその水素を活用し合成気候中性燃料「eFuel」を製造する計画である。2022 年に世界初の商業用大規模プラントを完成させることを目標としている。同プロジェクトではパイロットプロジェクトとして、2022 年に約 13 万 L の eFuel の生産が計画されている。さらにフェーズ 1 では、2024 年までに年間約 5,500 万 L、フェーズ 2 では 2026 年までに約 5 億 5,000 万 L まで生産量を増加する予定である。なお、ドイツ政府はこれまでに水素に関連する 2 件の海外事業への支援を公表しており、本件がそのうちの 1 件である（もう 1 件はサウジアラビアにおける事業）。
- ・ 【チリ】 米州開発銀行（IDB）は 2021 年 3 月、チリを対象に水素ステーションの規定等を検討・策定する事業等の公募を開始した。
- ・ 【チリ】 世界銀行は 2021 年 3 月、チリを対象にグリーン水素導入の機会と障壁等を評価する事業の公募を開始した。
- ・ 【メキシコ】 その他対象国以外の中南米を対象としたプロジェクトでは、2021 年 3 月、世界銀行はメキシコを対象に、アンモニアのサプライチェーン調査に係る公募を開始した。同調査では現状のメキシコにおけるアンモニア需要からグリーンアンモニアに転換する余地等が検討される。



出典: Siemens Energy のホームページ

図 3.4 Haru Oni プロジェクトのプラントイメージ図

3.2.2 韓国・中国の参入状況

韓国及び中国の政府、企業による中南米地域の水素分野への参入については、現状確認されていないが、近年、水素に関するそれぞれの政府、企業動向が活発化している。

韓国では、2019年に「水素経済活性化ロードマップ」、2020年に「水素経済の育成および水素安全管理に関する法律」（水素法）が策定されている。ロードマップは、水素自動車の生産拡大と流通システムの確立、燃料電池の普及拡大などを柱としており、タクシーやトラック、水素供給量・価格等の定量目標を定めている（図3.5）。一方の水素法では、支援施策、基盤構築、安全管理等を定めており、支援施策には、水素専用企業に対する海外進出支援も含まれている。

また、2020年6月に水素サプライチェーン構築に向けた「水素輸入タスクフォース」の発足、同年7月には、政府が燃料電池の普及に向けた「水素経済委員会」を発足させており、丁世均（チョン・セギョン）首相は10月15日に開催した「第2回水素経済委員会」において、水素経済の拡大を図るべく「水素発電義務化制度（HPS：Hydrogen Energy Portfolio Standard）」を2022年に導入すると発表している。同制度は、太陽光、風力などを含む既存の「新再生エネルギー供給義務化制度（RPS：Renewable Energy Portfolio Standard）」から水素発電を切り離し、安定した普及体制を構築することを目指すものとなる予定である。

	2018	2022	2040
水素車両	1,800台 (内需:900台)	8.1万台 (内需:6.7万台)	620万台 (内需:290万台)
乗用車	1,800台 (内需:900台)	7.9万台 (内需:6.5万台)	590万台 (内需:275万台)
バス	2台	2,000台	6万台 (内需:4万台)
タクシー	—	—	12万台 (内需:8万台)
トラック	—	10tトラック ^{*1}	12万台 (内需:3万台)
水素ステーション	14か所	310か所	1,200か所
水素供給量	13万t/年	47万t/年	526万t/年
水素価格	水素価格	6,000₩(567円)/kg	3,000₩(284円)/kg

出典：韓国政府(2019)水素経済活性化ロードマップ
*1: 10tトラックを開発、または導入する、との目標と考えられる

出典：環境省 脱炭素化に向けた水素サプライチェーン・プラットフォーム

図 3.5 水素経済活性化ロードマップにおける数値目標

表 3.1 韓国の水素法の主な内容

区分	内容
推進体制	水素経済委員会(委員長:国務総理)の構成および運営、水素の振興・流通・安全を担う機関の指定、基本計画の策定など (法第5条～第6条、第33条～第35条)
支援施策	水素専門企業の確認・育成・支援、水素経済支援(人材育成、標準化、技術開発、

区分	内容
	国際協力など、統計調査など (法第11条、法第26条～第31条)
基盤構築	水素ステーションおよび燃料電池の設置要請、水素特化工業団地の指定、モデル事業(試作品、実証など)の発掘・支援など(法第19条、第21条～24条)
安全管理	水素用品(燃料電池、水電解装置、水素抽出機)および水素燃料の使用施設などの安全管理など(法第36条～第49条)
その他	水素流通の秩序を確立するための水素価格の報告・公開、禁止行為、保険加入および権限の委任など(法第50条～第52条)

出典:JETRO(産業通商資源部より)

一方の中国では、2016年に策定、2020年に改定された「新エネ・省エネ車技術ロードマップ」をもとに、モビリティに特化した水素・燃料電池政策を推進しているが、燃料電池自動車の開発や実証走行試験だけでなく、燃料電池スタック部材(MEA(膜・電極接合体)、GDL(ガス拡散層)、セパレータ、触媒など)、周辺機器(空気圧縮機、水素循環ポンプなど)、高圧水素タンクなどの主要部材のサプライチェーン構築も政府主導の産業政策として推進していく方針である。

		2020年	2025年	2030年
燃料電池システム	製造能力	1,000ユニット/企業	1万ユニット/企業	10万ユニット/企業
	FCVの導入台数	5,000台 (公共交通における小規模実証)	5万台 (公共・民間双方における大規模実証)	100万台 (商業ベースでの大規模導入)
モビリティ	性能・価格目標			
	商用車	耐久性:40万km 価格:150万円(2,250万円)	耐久性:80万km 価格:100万円(1,500万円)	耐久性:100万km 価格:60万円(900万円)
	乗用車	耐久性:20万km 価格:30万円(450万円)	耐久性:25万km 価格:20万円(300万円)	耐久性:30万km 価格:18万円(270万円)
水素インフラ	主な水素源	再エネ由来水素及び副生水素		再エネ由来水素
	輸送	圧縮貯蔵・輸送	液化水素貯蔵・輸送	有機ハイドライド貯蔵・輸送
	水素ST	100力所	300力所	1,000力所

出典:“Hydrogen Fuel Cell Vehicle Technology Roadmap”, Strategy Advisory Committee of the Technology Roadmap for Energy Saving and New Energy Vehicles
注:1元=15円として換算 *1:新エネ・省エネ車技術ロードマップ1.0の一環

出典:環境省 脱炭素化に向けた水素サプライチェーン・プラットフォーム

図 3.6 FCV 技術ロードマップの主要な定量目標

また、中国水素エネルギー連合(China Hydrogen Alliance)は、低炭素水素・クリーン水素・再生可能水素の規格を2020年12月に制定している。制定規格では、低炭素水素の閾値は14.51 kgCO₂/kgH₂、クリーン水素と再生可能水素は4.9 kgCO₂/kgH₂となっている。

韓国の3企業、中国の6企業が水素協議会(Hydrogen Council)に加盟しており、国内外で水素事業を進めている。両国企業の水素に係る活動を下表に示す。

表 3.2 韓国・中国企業の水素に係る活動

韓国		
韓国ガス公社 (Korea Gas, KOGAS)	輸送・ 利用	韓国の国営ガスサプライヤーであり、水素についても独占販売者に指定されている。 2018年に2025年までに10兆ウォン(8億8400万米ドル)を投資し、天然ガス供給容量及び水素自動車などのクリーンエネルギー源インフラを拡大すると発表しており、国内における水素インフラ開発のために政府により設立されたHyNetの株主として活動を先導している。 また、HYUNDAIとの連携により、コンバージェンスタイプの水素ステーションの建設、運営事業を進めている。
Hyundai Motor	利用	中国広東省に燃料電池製造拠点建設を計画、2022年に稼働開始予定。韓国、米国、中国、EUのパートナーを介して、世界での燃料電池事業の拡大を目指している。
ILJIN	貯蔵	車載水素タンクのサプライヤー。HyundaiのFCVに搭載されている。政府のロードマップに従い、製造容量を増加させている。
現代重工業 (Hyundai Heavy Industry) (非会員)	輸送	現代重工業グループは現代グロービス(Hyundai Glovis)との連携により液化水素運搬船の共同開発することを2020年10月に発表、同月に韓国船級と船舶登録機関であるリベリア旗国より基本認証書を受けている。
SK (非会員)	生産・ 輸送	SKグループは2021年3月、水素インフラ整備に今後5年間で18兆ウォン(約1兆7000億円)を投資することを発表。液化水素の生成プラントを建設し、年間28万トンの生産能力を確保。燃料電池車(FCV)に水素燃料を充填する水素ステーションを韓国内に100カ所設置する計画であり、まず2023年までに、SKが仁川(インチョン)市に持つ石油化学プラントの敷地内に約5000億ウォンかけ、液化水素プラントを建設する予定。
中国		
国家能源投資 集団(CHN ENERGY)	生産	中国最大のエネルギー事業者であり、中国で初めて水素ステーションを建設した。 2021年1月に複数社との連携によりChina Energy New Energy Industry Investment Fundを設立し、100億元を水素含む新エネルギー産業に投資することを発表している。
Great Wall Motors	利用	自動車メーカーであり、FCV(SUV、トラック等)の開発、製造、販売を進めている。一方、2018年にドイツの水素ステーション運営会社H2 MobilityとのMOUを締結。EU、中国を中心に全世界での水素エネルギーインフラの普及に取り組む方針である。
中国石油化工 (Sinopec)	生産・ 貯蔵・ 輸送	中国第二のエネルギー事業者であり、最大の水素供給者(石油・ガス精製により得られるグレー水素を中心とする)。グレー水素からブルー水素への転換を進めるとともに、グリーン水素開発として、国内の陸上風力からの水素製造事業を実施している。 また、2025年までに全世界で1,000の水素ステーションを建設する目標を立てている。
Weichai Power	利用	エンジンメーカー。年間20,000のFCエンジンユニットを製造可能な工場を2020年4月に稼働開始。
Sinocat Environmental Technology	生産	電気触媒、MEAメーカー。具体的な事業等については、確認されていない。

Sinoma Science & Technology (Chengdu)	貯蔵	ガスシリンダーメーカーであり、水素シリンダーも取り扱っている。FCバス、FCドローンへの搭載実績あり。
---------------------------------------	----	---

出典：日本工営作成

3.2.3 日本企業の持つ強み及び弱みの抽出

水素技術において日本が強みとして持つ技術の例を以下に示す。

表 3.3 水素技術に係る日本が強みとする技術例

技術例		概要
水素製造装置	生産	- 旭化成は自社の食塩電解技術をベースにしたアルカリ水電解水素製造システムを製造・販売している。日本国内だけでなく、欧州でも実証実験に参加しており、グリーン水素製造のための電解槽事業を展開する方針である。NEDO、東芝エネルギーシステムズ（株）、東北電力（株）、岩谷産業（株）は、2018年から福島県浪江町で建設を進めてきた、再生可能エネルギーを利用した世界最大級となる10MWの水素製造装置を備えた水素製造施設「福島水素エネルギー研究フィールド（Fukushima Hydrogen Energy Research Field（FH2R）」を2020年2月末に完成させ、同設備の稼働を開始した。同施設は再生可能エネルギーなどから毎時1,200Nm³（定格運転時）の水素を製造する能力を持つ。 - 東芝エネルギーシステムズは自立型水素エネルギー供給システム「H2One」を開発・製造している。国内で複数の導入事例を有し、アジア地域でも政府・企業と連携して普及を目指している。
液化水素運搬船	輸送	- 水素サプライチェーン構築実証において、液化水素の輸送手段として、川崎重工業が液化水素運搬船すいそふろんていあ号を建造した。 - 液化水素の海上輸送は世界初の試みであり、日本がグローバルで先行した。 - 圧縮、液化時に大きなエネルギーが必要。
有機ケミカルハイドライド法	輸送	- トルエンに水素を反応させて液体のメチルシクロヘキサン（MCH）に変換し、海上輸送する。 - 千代田化工建設や三菱商事等が参画し、ブルネイで実証事業を成功裏に実施した。 - 効率向上等が求められているものの、現時点で大規模に活用可能な技術である。
アンモニア活用（グリーンアンモニア）	輸送	- 水素輸送手段の一つであると同時に、発電用燃料として直接燃焼が可能となる。 - 内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「エネルギーキャリア」において最も有望な水素キャリアとして評価された。 - JGCと産業技術総合研究所が福島再生可能エネルギー研究所（FREA）においてグリーンアンモニアの

技術例		概要
		製造と同アンモニアを使用したガスタービン発電に世界で初めて成功した。 • JERA・IHI・丸紅は、Woodside（豪）とともに、アンモニアサプライチェーン構築、及びアンモニア混焼火力発電の実現に向けたフィージビリティスタディを NEDO より受託し実施中である。 • 石炭火力発電における混焼の実現可能性が高い一方、水素キャリアとしてはアンモニアから水素を取り出すクラッキング技術や、直接利用技術の発展、大型化等が不可欠である。が
燃料電池	利用	• 東芝、三菱パワー、大阪ガスが固体酸化物形燃料電池（SOFC）に係る技術を有する。 • 大阪ガスが固体高分子形燃料電池（PEFC）に係る技術を有する。 • 富士電機がリン酸形燃料電池（PAFC）に係る技術を有する。 • 熔融炭酸塩型燃料電池（MCFC） • 日本国内ではエネファームが 20 万台以上出荷されており、非常に多くの燃料電池（SOFC、PEFC）が使用されている。

出典：日本工営作成

また、水素利用の一つとなる燃料電池において、日本の有する各技術の概要及び強みと弱みを以下に示す。

表 3.4 燃料電池の概要及び強み・弱み

特徴	固体酸化物形 燃料電池 (SOFC)	固体高分子形 燃料電池 (PEFC)	熔融炭酸塩型 燃料電池 (MCFC)	リン酸形 燃料電池 (PAFC)
発電容量	1～100,000 kw	～50kw	1～100,000 kw	～1,000kw
効率	40～65%	30～40%	40～60%	35～42%
全体効率	85%	---	高温の廃熱を利用可能	---
オペレーション 温度	1,000℃	外気温～90℃	650℃	200℃
強み	最も耐硫黄性が高く、コジェネレーション効率が低い	耐久性が高い 起動時間が短い 重量出力比が良い	コジェネレーション効率の良さに対して低コスト	PEFCに比べ、化石燃料中の不純物に対する耐性がある
弱み	起動時間が長い 耐久性が低い	触媒（通常はプラチナ）と装置が高価	耐久性が低い	触媒が高価 重量及び体積が大きい

出典：日本工営作成

3.3 対象国における同分野のビジネス参入の可能性、及びビジネス環境に係る調査

対象国におけるビジネス環境として、対象国にて活用可能な補助金や支援策、規格等につき調査した。

3.3.1 補助金及び支援策

水素活用に関する事業は、JCM 設備補助事業の対象であり、当スキームを活用したチリでの事業化についてこれまで調査等が実施されている。しかしながら、JCM 設備時補助事業では、補助金額が CO2 削減にかかる費用対効果(4,000 円/tCO2 以下)により決められることから、CO2 削減効果に対し導入コストの高い水素案件にとってのメリットは小さく、これまで事業化に至った案件はない。

上記の状況を踏まえ、環境省は 2021 年度より水素案件に特化した新たな資金スキームを開始する予定である。2021 年 3 月現在で実施要領等は公表されていないが、中南米地域での水素インフラ案件への適用が期待できる。

3.3.2 水素技術に係る規格・規制等

国際標準化機構（ISO）は、これまでに個別の水素技術、製品の規格を定めてきた。これまでに構築済みの主な水素関連ISO規格は以下の通りであり、これらの標準化活動においては、19880-2: Dispenser for hydrogen ST等いくつかのワーキンググループで日本主導による国際標準化が推進された。

表 3.5 水素関連の ISO 規格

規格番号	規格タイトル
14687	Hydrogen fuel quality — Product specification
14687-2:2012	Hydrogen fuel — Product specification — Part 2: Proton exchange membrane fuel cell applications for road vehicles
15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
16111	Transportable gas storage devices – Hydrogen absorbed in reversible metal hydride
16110.1	Hydrogen generators using fuel processing technologies, Part 1: Safety
16110.2	Hydrogen generators using fuel processing technologies, Part 2: Test methods for performance
17268	Connector for hydrogen fill-up
19880-1	General requirement for hydrogen ST
19880-2	Dispenser for hydrogen ST
19880-3	Valve for hydrogen ST
19880-5	Hose for hydrogen ST
19880-6	Fitting for hydrogen ST
19880-8	Hydrogen quality control
19880-54	Compressor for hydrogen ST
19881, 19882	Gaseous hydrogen – Land vehicle fuel containers, Pressure Relief Device
19883	Safety of pressure swing adsorption systems for hydrogen separation and purification
19884	pressure accumulator
22734	Hydrogen generators using water electrolysis – Industrial, commercial, and residential applications
22734	Water electrolyzer

出典: 日本工営作成

現状、対象国において国内水素関連規制等は策定されていないが、前述の通り、チリにおいては、IDBより2021年3月に、チリを対象に水素ステーションの規制等を策定・検討する事業の公募が開始されており、そのためチリにおける規定等は米国の規定等を基にした提案がなされる可能性が高い。そのため今後の日本企業による参入可能性を確保するためには、共通認証制度の提案等にも積極的に行う必要があると示唆される。

参考として、水素ステーション関連の日米規制比較例を下表に示す。

表 3.6 日米の水素ステーション関連規則比較例

項目	日本	米国
使用鋼材		
圧縮機 ディスペンサー 配管	・ステンレス鋼(SUS316、SUS316Lの2種) Ni当量=12.6×C+0.35×Si+1.05×Mn+0.65×Cr+0.98×Moが-10℃以下の場合は28.5%以上、-10～20℃で27.4%以上、20℃～は26.3%以上	・SUS316、SUS316Lに加え、より強度の高い(汎用)ステンレス鋼や、クロムモリブデン鋼等が安全性を評価した上で製造者責任において広く使用可能
蓄圧器	①ステンレス鋼(SUS316、SUS316Lの2種) Ni当量規制(上記と同じ)付き。 ②クロム・モリブデン鋼(常用40MPa以下かつSCM435に限る)	・ASME Sec.Ⅷ Div3 KD-10(KCS-1、KHA-1A6061-T6A6061-T651)に鋼材を定め、解析等による適合性評価結果を第三者機関が認証、ASMEマーク付与。
設計係数(耐圧係数)		
圧縮機、ディスペンサー、配管	・引張応力 4.0 ・20MPa以下では3.5 ・2.4の特認例あり	・引張応力3.0
蓄圧器		・引張応力3.5——公式による肉厚算定 ・引張応力2.4——解析による設計
距離規制		
高圧ガス設備～敷地境界	8m以上(障壁による短縮可能)	10.38m以上(障壁による短縮可能)
設備間距離	6m以上	4.7m以上
公道～ディスペンサー	8m以上	—
液水タンク保安距離	—	15m以上

出典:JXリサーチ株式会社「カリフォルニア州を中心とした米国における水素関連ビジネス動向」

3.4 新たなエネルギーシステム導入に向けた社会構築に向けた課題抽出(サプライチェーンにおける上流・下流)、エネルギー市場への参入可能性の調査及び提言

3.4.1 サプライチェーンにおける課題抽出

対象国(チリ、アルゼンチン、ブラジル)における水素サプライチェーンに係る現状を以下に示す。

表 3.7 対象国における水素サプライチェーンに係る現状

	サプライチェーン上流 (生産)	サプライチェーン中流 (輸送・貯蔵)	サプライチェーン下流 (利用)
チリ	太陽光、風力を中心とした安価な再生エネルギー資源が豊富。水素生産ポテンシャルとして、\$1.5/kg以下で生産が可能と推定される。	太陽光が豊富な北部地域においては鉱山が多く立地しているため港湾が整備済。	グリーンアンモニアの利用、グリーン水素のガスへの混入等が検討されている。
アルゼンチン	太陽光、風力、天然ガス、原子力等エネルギー資源が豊富。	鉄道輸送網が利用可能。一方、日本への輸送を考慮すると距離が比較的長い。	主力産業である農業・牧畜業でエネルギーの需要が高いと考えられる。明確な需要量等は推定されていない。

	サプライチェーン上流 (生産)	サプライチェーン中流 (輸送・貯蔵)	サプライチェーン下流 (利用)
ブラジル	バイオマス残渣（特にサトウキビ）が豊富である。石油等のブルー水素源も豊富。太陽光、風力が急速に伸びている。	沿岸部にはガスパイプラインが敷設されているが、内陸部については、未だ開発段階である地域が多い。	通常のエネルギー源、燃料としての利用に加え、同国で盛んな鉄鋼業における利用も可能である。

出典：日本工営作成

3.4.2 エネルギー市場への参入可能性

エネルギー市場への参入可能性日系商社他への聞き取りを通じ、近年水素分野への関心が急速に高まっており、社内で担当の組織の立ち上げ等が行われていることが確認できた。

参入検討の条件として、技術プロバイダや総合商社からは様々な言及があった。またチリ政府からは、日本企業の誘致のために、どのような点に注力して改善すべきなのかとの質問も受けた。このような相互の条件のすり合わせが事業の早期実施に欠かせない考える。

第4章 調査結果と今後の活動提案

4.1 エネルギー分野における協力の可能性

本調査を通じ調査を行ったエネルギー分野における協力可能性について、まずFOIPの観点からは、ブラジルとチリが重要と考える。

ブラジルについては、2020年11月に第1回日米伯協議（JUSBE）が開催され、日本、米国、ブラジル3カ国が「ポスト・コロナへの新たな道筋を形成するために協働するコミットメントを全会一致で強く確認した」との共同声明を発表した。この達成のため、JUSBEは以下を3本柱に位置づけた。

- ・ 地域情勢に係る政策の強化
- ・ 共有される経済的繁栄の追求
- ・ 民主的ガバナンスの強化

また協議の開会あいさつで、米国国務次官から「3カ国のサプライチェーンを中国に依存せずに多様化する必要性」と「中国の5G（第5世代移動通信システム）技術による影響への懸念」について言及されており、FOIPの観点から緊密な連携が可能であると考えている。

チリは中南米において経済統合やアジア太平洋地域との政治経済関係の強化を目標としている太平洋同盟のメンバー国であり、自由経済や民主主義の価値観を共有しやすいと考えられる。2020年12月に開催された第15回太平洋同盟首脳会合では、同盟国地域におけるデジタル市場の発展、ジェンダーの平等、新型コロナウイルス対策の3つを主なテーマに議論し、首脳宣言を発表した¹¹。またチリ政府関係者への聞き取りでも、水素に関する地域間協力の場として太平洋同盟の重要性に触れていた。

次に、エネルギーセクターの案件リストの分析を通じ、各国において引続き多くの事業の実施が予定されており、協力ニーズも高いことが判明した。

特に、国の面積や経済・人口規模に応じ、ブラジルにおいて候補となる案件が最も多い。ブラジルはバイオマス由来の再エネが多く以前より再エネ率は高かったが、化石燃料資源も有していること、また風力、太陽光の分野が急速に伸びており多くの事業が計画実施されていることが特徴である。

チリにおいても、石炭火力発電所の全廃と再生可能エネルギー、水素エネルギーの導入などが進められている。豊富な太陽光、風力、水力などの資源を活かすことに加え、既存の石炭火力の代替として集光型太陽熱発電のポテンシャルに期待が寄せられている。聞き取りを通じ、既に一部の発電・送配電を担うチリ国内の大企業が中国に買収されていることが同国内でも問題視されており、政治的にインド太平洋の安全を重視しているとの発言も聞かれた。海底通信ケーブルの敷設等については、オーストラリアと共同歩調を取り、中国の影響の排除についても考えているとのことであった。

11 <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/12/bd3bc486252b4dc6.html>

アルゼンチンについては、再エネ率の低さ、送配電インフラ等の不備が指摘されており、協力ニーズが高いと考えられる。同国南部の風力資源は質量ともに世界有数といえるため、活用が期待されている。

一方でビジネスの難しさについては、ブラジルは「ブラジル・コスト」とも呼ばれる様々な課題により外資企業によるビジネスの展開が難しい国としても知られていることがあげられる。チリは中南米においては優等生として考えられていたが、2019年には国内で暴動が起きCOP25やOECC3国の中で国内市場が小さいことがあげられる。アルゼンチンは2014年、2020年に債務不履行（デフォルト）となっており、経済の安定性に疑問の目が向けられている。

4.2 水素等の新エネルギー分野における協力の可能性

水素分野については対象とした三カ国ともに高い関心を寄せているが、その中でもチリは国家水素戦略を2020年に発表し、世界の中で見てもパイオニアとして積極的に進めていることから最も重要なパートナーになりうると考えられる。チリは豊富な再エネ資源を背景に、最も競争力のあるグリーン水素を生産できる国の一つであると様々な国際機関等が報告している。アルゼンチンもチリと同等の風力資源を南部パタゴニア地方に有している。ブラジルもバイオマス由来の再エネ資源に加え、風力や太陽光の発電容量が急速に増加しており、将来的にさらなる電力価格の低下が見込まれている。Hydrogen Councilは、平均的な地域において水素製造コストが2020年の\$5.4/kgから2030年に\$2.3/kgに、理想的な地域では2020年の\$3.9/kgから\$1.4/kgに下がることを予想している¹²。チリはこのうちでも最も理想的な地域として例示されている。

有望な水素の供給源を複数確保することは日本の将来のエネルギー安全保障にとっても重要であると考えられるところ、初期から南米からのサプライチェーンを見据えて政策や事業を検討することを提案する。

また、各日系企業からの聞き取りの結果、水素等の新エネルギーの導入を進めるためには、以下が重要であると考えられる。

- ・ 相手国における政策面でのコミット
- ・ 基準、規制等が確定していること
- ・ 許認可手続きが明快であること
- ・ 資金調達

チリは既述の通り国家水素戦略を有している。国内のエネルギー需要が大きいことから将来的にグリーン水素やグリーンアンモニアを輸出したいと考えていることから、同戦略の具体化のために需要先である日本をはじめとしたアジアや欧米の動向に高い関心を持っている。将来にわたっての水素需要を喚起できるように需要側、生産側に両国政府による政策コミット及び同支援（上下流における水素／商業特区の設

12 <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021.pdf> (Exhibit 8: Breakdown of renewable hydrogen production cost trajectory)

定可能性など)を進めることができれば、日本、チリ、また欧米などの民間投資を強く後押し、また、既に現地の生産側で進められている事業に日本企業が参画する機会を創出できると考えられる。

またチリはコロンビア、シンガポールなどと水素分野での協力について覚書を交わしているが、日本政府とも同様の覚書を交わしたいと希望していることから、これを進め、事業に繋げていくことが期待される。

ブラジルについては、化石燃料を由来としたブルー水素生産のポテンシャルも有するため、CCSやCCUSなどの面でも協力の可能性がある。ブラジルからのサプライチェーンは、距離の問題から欧州、米国東海岸向けが形成しやすい一方で、ブラジルの水素協議会は、南米大陸におけるパイプラインによる接続等にも期待を寄せている。例えば、パイプラインで太平洋側まで繋がっていれば、チリ他にある太平洋側の港を活用することができる。

なお、水素関連技術の進歩による低価格化の見通しに加え、炭素税の設定等によって、グリーン水素の経済性が高まることはHydrogen Councilも指摘している¹³が、現時点ではまだ高価であるため、経済性の慎重な検討とともに、政府による資金調達の支援を検討することが不可欠である。また既にチリやブラジルにおいてはプロジェクトの規模も初期から大規模なものが想定されていることから、プロジェクトと資金調達のファンドギャップが発生していることが想定され、日本としても実証支援ファイナンス策やハイスpekク借款（政府劣後ローンなど）の検討が喫緊の課題である。

アルゼンチンにおいては豊富な風力リソースが期待される一方で、デフォルトが複数回発生していることから民間投資を進めるためには焦付リスクの回避や保護スキームの構築を併せ検討する必要がある。このような国別のリスクに応じた対応も不可欠である。

また、いずれの国においても、EUや米国バイデン政権が進めているグリーンディールは非常に規模が大きいことから、これら資金の動き、特に中南米の水素分野に積極的である多国籍金融機関（IDB、WB、EIB）や二国間援助機関（GIZ）の動きを注視し、コファイナンスなどの協力を行い案件を実現させていくことが肝要である。

日本へのサプライチェーンの観点からは、Hydrogen Councilが示している中¹⁴で、液化水素、アンモニア、液体有機水素キャリアが重要である。日本での利用技術も含め、いずれも一長一短の特徴を有しているが、中南米においては、港湾や船舶に投資を要することを考えると、現時点ではアンモニアと液体有機水素キャリアが有望と考えている¹⁵。アンモニアについては石炭火力発電での混焼、液体有機水素キャリアでは水素を取り出しての利用が考えられるため、日本側の利用の方法、規模に応じた選択肢

13 <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021.pdf> (Exhibit 7: Hydrogen production pathways, including carbon costs)

14 <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021.pdf> (Exhibit 12: Overview of distribution options および Exhibit 16: Landed costs of hydrogen at port for selected global transport routes)

15 本調査では、液体水素については、まずオーストラリアでの実証に注力されると理解している。同地域での結果に基づき、中南米での適用可能性の議論に進むと考えた。

が想定される。また、水素の輸送ネットワークとして中東から欧州、中南米から米国、豪州から日本が示されているが、チリの水素戦略によれば、水素の生産コストと日本までの輸送コストの合計で、チリはオーストラリアを下回るとの試算を示していることから、中南米から日本へのサプライチェーンも今後十分に検討の価値があると考ええる。

また、中南米におけるグリーン水素の地産地消の観点からの協力も考えられる。Hydrogen Councilは車輛、列車、製鉄、発電、熱供給、船舶、航空などの利用先をヨーロッパ内で想定しており、炭素価格の設定の有無に基づく在来技術との比較を行っている¹⁶。チリやアルゼンチンの南部においては熱供給を含めた安定したエネルギー供給源として変動性再エネ（風力、太陽光）を水素に変換することが考えられる。またブラジルなど製鉄等が盛んな国における活用も考えられる。多くの中南米諸国において、農業分野でも多くのアンモニアが消費されている。また鉱山も多く、超大型の重機や精錬に使われるエネルギーをグリーン化する点で水素のポテンシャルも期待される。このように地産地消の観点からは地域、国のコンテクストに即した検討が必要である。

なお、アンモニアについては化学分野や農業分野での直接利用や石炭火力発電での混焼は実証済みである一方、直接燃焼技術の大型化や、水素キャリアとしてのクラッキング技術（アンモニアから水素を取り出すプロセス）についてはさらなる技術開発が必要とされており、利用方法や時期を考えた供給計画づくりが重要である。ヨーロッパにおいては、従来のアンモニアも炭素税の設定によってグリーンアンモニアに置き換わる可能性があるとされている¹⁷。

また今後の活動として、本年度調査を実施した3か国に加え、水素分野に関心が高い、または日本企業進出に関するポテンシャルが高い、また再エネのポテンシャルが高い国としてメキシコ、コスタリカ、コロンビア、パラグアイ、ウルグアイ等が重要であると考ええる。

以上

16 <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021.pdf> (Exhibit 18: Required hydrogen production cost for breakeven with conventional solutions, without carbon costs および Exhibit 19: Required hydrogen production cost for breakeven with conventional solutions, with 100 USD/t CO₂e)

17 <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021.pdf> (Exhibit 22: Total cost of ownership of gray H₂ versus green and low-carbon for ammonia in Europe)

二次利用未承諾リスト

報告書の題名：令和２年度内外一体の
経済成長戦略構築にかかる国際経済調
査事業（中南米地域における新たなエ
ネルギーシステムの導入・社会実装に
向けた経済関係の強化に関する調査）

委託事業名：同上

受注事業者名：日本工営株式会社

[illegible]