

令和 2 年度
新興国等におけるエネルギー使用合理化等
に資する事業
新エネルギー人材育成事業
事業報告書

令和 3 年 3 月

一 般 財 団 法 人 日 本 エ ネ ル ギ ー 経 済 研 究 所

はしがき

アジア地域やアフリカ地域の新興国等では、引き続き大幅なエネルギー需要の伸びが見込まれている。こうした国々における新エネルギー等の普及促進は、エネルギーアクセスの向上や気候変動対策上重要であることに加えて、我が国のエネルギー安全保障確保にも資するものである。

一方で、こうした国々では新エネルギー普及に足る制度・執行体制が十分整っていないことが多く、普及促進に向けた課題となっている。このため、各国に対して我が国の新エネルギー政策・制度の紹介等の各制度等導入に向けた研修や、我が国の優れた新エネルギー関連技術を有する企業との意見交換を通じて、相手国人材の新エネルギー政策・制度の整備や執行に関する能力育成を図ることは、各国のエネルギー政策の向上に加え、日本のエネルギー安全保障政策上も重要となる。

本事業では、日本の政策・制度・技術を効果的に紹介することで、各国の制度や政策を新エネルギー関連技術が導入されやすい仕様に整備し、日本の企業が当該国にビジネス参入しやすい環境づくりの構築を目指している。具体的には、事業実施対象国における政策構築に向けたニーズへの対応の一環として、研修生の招聘や専門家派遣をこれまで実施してきた。しかしながら、令和2年度事業では、コロナ禍の影響により、物理的な人材の往来が困難であったため、全てオンライン会議により研修を実施した。実施に当たり、コミュニケーションの不足がおきないよう質疑応答の時間を極力確保する等配慮した。

令和2年度事業では、ウズベキスタン、中国、ベトナム、中南米、インドネシア、タイ、マレーシア、東アフリカ、及びインドを対象に計9回のオンライン研修を開催した。それぞれの国におけるエネルギー政策担当者、電力会社や大学関係者等の政府、新エネルギー産業関係者、有識者等の参加により、対象国における再生可能エネルギーの拡大の課題解決につながる日本の新・再生可能エネルギー政策や関連技術を紹介するとともに、参加者間で、それぞれの経験や、今後の政策の方向性等に関する意見交換を行った。

本事業が新興国における新・再生可能エネルギーの普及に対する意欲を高め、導入促進の一助になることを祈念するとともに、本事業を実施するにあたって多大なご協力を賜った関係者各位に、この場を借りて御礼申し上げたい。

令和3年3月

一般財団法人 日本エネルギー経済研究所

目次

事業報告書.....	1
1.1. ウズベキスタン熱供給・利用の効率改善研修	1
1.1.1. 日時・期間.....	1
1.1.2. 主会場.....	1
1.1.3. 背景と目的	1
1.1.4. 参加者.....	4
1.1.5. 日程概要	5
1.1.6. プログラム概要	5
1.1.7. 成果/展望.....	6
1.1.8. 講演要旨	6
1.2. 中国水素・燃料電池研修	11
1.2.1. 日時・期間.....	11
1.2.2. 主会場.....	11
1.2.3. 背景と目的	11
1.2.4. 参加者.....	17
1.2.5. 日程概要	17
1.2.6. プログラム概要	17
1.2.7. 成果/展望.....	18
1.2.8. 講演要旨	18
1.3. ベトナム変動再エネ系統安定化研修.....	25
1.3.1. 日時・期間.....	25
1.3.2. 主会場.....	25
1.3.3. 背景と目的	25
1.3.4. 招聘者.....	30
1.3.5. 日程概要	30
1.3.6. プログラム概要	30
1.3.7. 成果/展望.....	31
1.3.8. 講演要旨	31
1.4. 中南米(アルゼンチン、ブラジル、チリ) 水素・系統安定化研修	36
1.4.1. 日時・期間.....	36
1.4.2. 主会場.....	36
1.4.3. 背景と目的	36

1.4.4. 招聘者.....	50
1.4.5. 日程概要	51
1.4.6. プログラム概要	51
1.4.7. 成果/展望.....	51
1.4.8. 講演要旨	52
2.1. インドネシア変動再エネ系統統合、水素及び低炭素技術研修	57
2.1.1. 日時・期間.....	57
2.1.2. 主会場.....	57
2.1.3. 背景と目的	57
2.1.4. 招聘者.....	62
2.1.5. 日程概要	62
2.1.6. プログラム概要	63
2.1.7. 成果/展望.....	63
2.1.8. 講演要旨	64
2.2. タイ系統化安定対策・スマートシティ研修	70
2.2.1. 日時・期間.....	70
2.2.2. 主会場.....	70
2.2.3. 背景と目的	70
2.2.4. 招聘者.....	76
2.2.5. 日程概要	76
2.2.6. プログラム概要	77
2.2.7. 成果/展望.....	77
2.2.8. 講演要旨	78
2.3. マレーシアデマンドレスポンス研修.....	83
2.3.1. 日時・期間.....	83
2.3.2. 主会場.....	83
2.3.3. 背景と目的	83
2.3.4. 招聘者.....	88
2.3.5. 日程概要	88
2.3.6. プログラム概要	88
2.3.7. 成果/展望.....	88
2.3.8. 講演要旨	88
2.4. 東アフリカ(ケニア、エチオピア、ジブチ)地熱発電研修.....	90
2.4.1. 日時・期間.....	90
2.4.2. 主会場.....	90
2.4.3. 背景と目的	90
2.4.4. 招聘者.....	99

2.4.5. 日程概要	99
2.4.6. プログラム概要	99
2.4.7. 成果/展望	100
2.4.8. 講演要旨	100
2.5. インド水素・燃料電池研修	104
2.5.1. 日時・期間	104
2.5.2. 主会場	104
2.5.3. 背景と目的	104
2.5.4. 招聘者	108
2.5.5. 日程概要	109
2.5.6. プログラム概要	109
2.5.7. 成果/展望	109
2.5.8. 講演要旨	110

表目次

表 1.1-1 参加登録者一覧	5
表 1.1-2 日程概要	5
表 1.2-1 2020 年までの再生可能エネルギー導入目標(十三次五カ年計画)	12
表 1.2-2 招聘者一覧	17
表 1.2-3 日程概要	17
表 1.3-1 改定 PDP7: 再生可能エネルギーの発電設備容量および電源構成比率目標	26
表 1.3-2 再生可能エネルギーに関する首相決定	26
表 1.3-3 ベトナム FIT における買取価格	27
表 1.3-4 2019 年 7 月 1 日～2020 年 12 月 31 日の太陽光発電 FIT 価格	28
表 1.3-5 招聘者一覧	30
表 1.3-6 日程概要	30
表 1.4-1 アルゼンチンにおける再生可能エネルギー政策の変遷	39
表 1.4-2 アルゼンチンの FIT 価格	39
表 1.4-3 ブラジルにおける再生可能エネルギー政策の変遷	40
表 1.4-4 バイオエタノール・バイオディーゼル混合率	41
表 1.4-5 チリにおける主な再生可能エネルギー政策の変遷	42
表 1.4-6 チリの入札制度概要	43

表 1.4-7	太陽光発電の普及拡大のための支援策	43
表 1.4-8	招聘者一覧	50
表 1.4-9	日程概要	51
表 2.1-1	PLN の再生可能エネルギー開発計画(RUPTL2019-2028)	58
表 2.1-2	新・再生可能エネルギー導入目標の詳細(2025 年)	59
表 2.1-3	招聘者一覧	62
表 2.1-4	日程概要	62
表 2.2-1	タイにおける再生可能エネルギー政策の変遷	71
表 2.2-2	AEDP2018 による再生可能エネルギー導入目標	72
表 2.2-3	ルーフトップ型太陽光発電の買取価格	72
表 2.2-4	地上設置型太陽光発電の買取価格	73
表 2.2-5	招聘者一覧	76
表 2.2-6	日程概要	76
表 2.3-1	マレーシアにおける再生可能エネルギー政策の変遷	85
表 2.3-2	「国家再生可能エネルギー政策および行動計画」の目標	86
表 2.3-3	「国家再生可能エネルギー政策および行動計画」による導入目標(MW)	86
表 2.3-4	招聘者一覧	88
表 2.3-5	日程概要	88
表 2.4-1	電力関連政策	91
表 2.4-2	最少費用電源開発計画－中期ケース	92
表 2.4-3	ケニアの地熱発電所(2019 年末)	93
表 2.4-4	エチオピアの電源構成(2019 年)	94
表 2.4-5	エチオピアの地熱発電の開發現状(2020 年 11 月現在)	95
表 2.4-6	中長期電源開発計画	96
表 2.4-7	ジブチの発電設備容量(2019 年)	97
表 2.4-8	招聘者一覧	99
表 2.4-9	日程概要	99
表 2.5-1	招聘者一覧	108
表 2.5-2	日程概要	109

図目次

図 1.1-1	ウズベキスタンの 1 次エネルギー供給構成・電源構成(発電量ベース)・再生可能 エネルギー構成	1
図 1.1-2	ウズベキスタンのエネルギー源別熱生産量の推移	2
図 1.2-1	中国の 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース)(2018 年)	11
図 1.2-2	2016 年中国の水素製造の原料シェア	15

図 1.3-1	ベトナムの 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース) (2018 年) ..	25
図 1.3-2	再生可能エネルギー電源構成および発電量に占める割合の推移	29
図 1.4-1	アルゼンチンの一次エネルギー供給構成および電源構成(2018 年)	36
図 1.4-2	ブラジルの一次エネルギー供給構成および電源構成(2018 年)	37
図 1.4-3	チリの一次エネルギー供給構成および電源構成(2018 年)	37
図 1.4-4	太陽光発電の累積設備容量と年間発電量	44
図 1.4-5	太陽光発電設備容量の推移	44
図 1.4-6	太陽光発電の設備容量と年間発電量の推移	45
図 1.4-7	風力発電の累積設備容量と年間発電量	46
図 1.4-8	風力発電の設備容量および発電量推移	46
図 1.4-9	風力発電の設備容量と年間発電量の推移	47
図 2.1-1	インドネシアの 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース) (2017 年)	57
図 2.2-1	タイの 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース) (2018 年)	70
図 2.2-2	変動再エネ設備容量および発電量の推移	73
図 2.2-3	風力、太陽光発電の設備利用率の推移	74
図 2.3-1	マレーシアの 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース) (2018 年)	83
図 2.3-2	太陽光発電の設備容量および発電量推移	87
図 2.4-1	ケニアの一次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース) (2018 年)	90
図 2.4-2	エチオピアのエネルギー源別のエネルギー供給と発電量の構成比(2018 年) ...	93
図 2.4-3	ジブチのエネルギー供給の構成比(2017 年)	96
図 2.5-1	インドの 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(2018 年)	104

1.1. ウズベキスタン熱供給・利用の効率改善研修

1.1.1. 日時・期間

2020/12/10(木)、11(金)、14(月)、15(火)、4日間

1.1.2. 主会場

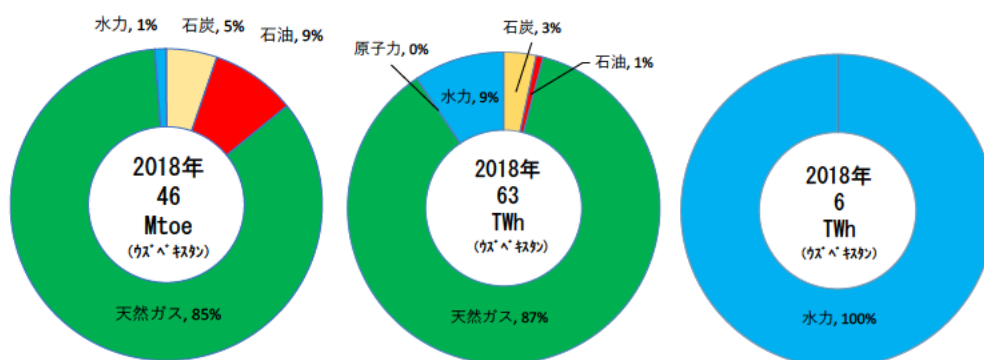
Zoom、一般財団法人日本エネルギー経済研究所 11 階大会議室

1.1.3. 背景と目的

【エネルギー構成】

IEA 統計によると、2018 年のウズベキスタンの一次エネルギー供給に占める天然ガスの比率は 85%である。同年の電源構成をみると、天然ガスが 87%と最大のシェアを占め、水力 9%、石炭 3%、石油 1%と続く。同国は原子力発電を持たず、近年、同国初の原子力発電建設に向けてロシアとの交渉を重ねている。2018 年時点では再生可能エネルギー由来の発電量の全量が水力である。

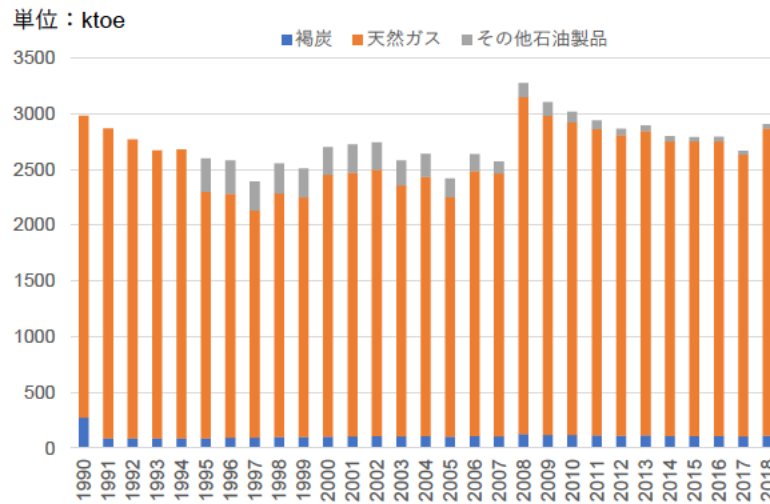
図 1.1-1 ウズベキスタンの 1 次エネルギー供給構成・電源構成(発電量ベース)・再生可能エネルギー構成



(出所) IEA, World Energy Statistics and Balances 2020 より作成

2018 年時点のウズベキスタンの熱生産のエネルギー構成は、天然ガス 95%、褐炭 4%、その他石油製品 1%である。熱生産部門において天然ガス利用効率が改善されれば、熱生産プラントの事業経済性が改善するのみならず、余剰となったガスを国内産業への供給に充てることも可能と考えられる。

図 1.1-2 ウズベキスタンのエネルギー源別熱生産量の推移



(出所) IEA, World Energy Statistics and Balances 2020 より作成

【再生可能エネルギー政策】

ウズベキスタン共和国法第 539 号「再生可能エネルギーの利用について」は、再生可能エネルギーに係る国家政策の方向性を定めている。同法は、再エネの活用を通じた国のエネルギー安全保障の強化と電気・熱部門の燃料エネルギーバランスの多様化を大きな目標と位置づけ、それを支援するためにイノベーションの普及促進や企業誘致のための組織・法制度の整備を実施する方針を定めている。

また、再エネ促進のインセンティブ確保のため、以下の租税免除措置が定められている。

- 再エネ設備製造者は国家登記後 5 年間すべての税金の免除
- 再エネ設備に対する固定資産税と関連する土地税は運転開始から 10 年間の免除
- 住居において既存の外部エネルギーを遮断して再生可能エネルギーを使用するものは使用した月から 3 年間土地税が免除

2017 年 11 月 5 日付の大統領決定第 3012 号「2017-2021 年の経済・社会部門における再エネ・エネルギー効率の更なる発展計画について」では、熱供給における天然ガス及びその他の炭化水素から太陽光、風力、水力等の再エネへと移行することが示された。

2019 年 8 月 22 日付の大統領決定第 4422 号「再生可能エネルギーの発展と省エネ技術の導入、経済・社会分野のエネルギー効率の向上における加速的方策について」においても、2019～2022 年の「複合プログラム」の目標の一環として、再エネ分野では、①現在、全発電量の 10%を占める再生可能エネルギーの比率を 2030 年までに 25%まで引き上げること、②個人住宅への太陽光パネル(平均 2kW)と太陽光温水器(平均容量 200L)の設置を推進すること、③指定施設への太陽光パネル・太陽光温水器の設置、などが列記された。2020 年 1 月からは政府予算を投入し、①太陽光パネル、太陽光温水器の購入費用の 30%の補填、②銀行ローンで購入した場合の利息分

補助、③国際基準の導入、などを実施することが計画されている。

【低炭素化政策】

2020 年 6 月、ウズベキスタンエネルギー省は「国家低炭素エネルギー発展戦略」を発表した¹。UNFCCC に提出した同国の NDC 目標 (2030 年までに温室効果ガス排出量を 2010 年水準比 10% 削減) に沿って、同国政府はエネルギー効率の改善、エネルギーミックスに占める再エネ比率の拡大を約束するものである。2030 年までに発電容量 30GW を追加し、そのうち、太陽光-5GW、水力-3.8GW、原子力-2.4GW、風力-3GW と、非化石エネルギーの導入拡大を計画している。

同戦略は低炭素なエネルギー生産システムへの移行およびエネルギー需要増大を満たすことを目的としている。スルタノフ (Sultanov) エネルギー相によれば、発電部門の炭素排出量を削減するため、太陽光、水力、風力といった代替エネルギーの開発を計画するほか、産業部門への絶え間ない高品質の電力供給のため、中央アジア初の原子力発電所を建設する計画である。

現在策定中である「2035 年に向けた開発戦略枠組み (Development Strategy Framework of the Republic of Uzbekistan by 2035)」のドラフトにおいても、2035 年までに注力すべき目標の一つとして低炭素化政策が強調されており、燃料・エネルギー部門の課題として、既設インフラの更新、発電所設備の修繕、供給におけるロスへの対処、専門的知識のある従業員の確保、石炭からの脱却と再エネ (主に風力と太陽光) への移行、電力グリッドのコネクションコスト等が挙げられている。

【熱供給部門の現状と課題】

ウズベキスタン共和国では、1991 年の旧ソ連邦独立後も長らく地方政府所有の地域熱供給公社 (District Heating Company) が住宅・建物への熱供給を公共サービスとして担ってきたが、設備老朽化や投資資金不足からサービス継続が難しくなっている。幾つかの都市では熱供給サービスが完全停止するまでに至った。また、完全停止に至らずとも頻回に熱供給サービスが中断される地方都市も多く、その間、代替手段としてガス・石炭ボイラーや家庭用電気ストーブが利用されており、その非効率性や大気汚染等が懸念されている。

2016 年 12 月にミルジヨエフ新大統領が就任して以降、ウズベキスタン政府は対外開放路線を打ち出し、天然ガスを中心としたエネルギー開発分野への積極的な外資誘致を図っているが、収益性の極めて低い公共サービス分野、特に地方の熱供給部門では十分な投資が行われない状況が続いている。こうした中、世界銀行、欧州復興開発銀行をはじめとする国際開発金融は、ウズベキスタンの社会基盤インフラ整備の一環として地域熱供給システムの発展の重要性に着目し、各種提言を行ってきている。

しかし当事者であるウズベキスタン政府に政策策定能力・実行力が備わっておらず、同国の熱供給システムの発展には、熱供給所等の効率改善のみならず、人材育成や制度構築などソフト面

¹ 同戦略は EBRD およびコンサルティング企業 Corporate Solutions の支援の下で作成された。

も含めた総合的な政策支援が必要と考えられる。わが国は石油危機以降、省エネルギー推進に向けた政策を推進し大きな成果を上げており、こうした知見のウズベキスタンへの活用も期待されている。

ウズベキスタンの熱供給部門は産業用、発電用に次いでガス需要が大きい。旧ソ連邦の時代から地域集中暖房および熱水供給事業は地方自治体傘下の地域熱供給公社が担ってきたが、2017年以降は地域熱供給公社 33 社の管理は住宅公共サービス省に移管されている。同国最大の地域熱供給システムは首都タシケント(Tashkent)に集中し、国内全土の地域熱供給サービスの約 7 割を占める。熱供給システムの開発が十分に進んでいない地域では、石炭やその他固形燃料、電力をエネルギー源とするストーブが利用されている。地域熱供給設備の大半は 1950～1970 年代に稼働開始し、当時の熱需要予測と工業的手法に基づいて設計されたため、オーバースペックな設備も多い。また、熱水に関して地域熱供給設備の大半はオープンシステムで設計されており、熱輸送・配送ネットワークの摩滅と非効率な熱利用をもたらしている。この 20 年ほど地域熱供給設備へのメンテナンス・リハビリ・近代化のための投資は十分に行われておらず、地域熱供給サービスの質は著しく低下している。タシケント以外の地方都市では、地域熱供給インフラの運転やメンテナンスのための投資も行われていない。

熱供給部門における天然ガス消費量を削減するための手段として、再生可能エネルギー導入拡大が計画されている。2020 年 7 月 10 日付大統領令 4779 号「経済のエネルギー効率向上と既存資源の活用による経済各分野の燃料エネルギー依存度を下げるとの追加的措置について」は、国内熱プラントの原水加温用にエネルギー効率の高い太陽光温水システムを導入するよう住公省に指示し、2021 年から 2026 年にかけてタシケント州、ブハラ州など各地で設計出力計 757.5Gcal/h の設置が計画されている。

【研修の目的】

- ・ ウ国の熱供給・利用における効率改善や課題解決に資する政策や事例、及び技術を紹介し、ウズベキスタン政策立案担当者・事業者との議論を深める。具体的には、日本の新エネルギーおよび省エネルギーに関する政策・制度、エネルギー効率の高い技術を有する日本企業からの技術・製品を紹介し、日本の熱供給事業団体、事業者による経験・知見を共有する。
- ・ ウズベキスタンの熱供給・利用の効率改善に向けて、日本の政策・技術・ノウハウをどのように適用できるか、障壁があるならばどうやって取り除くか、課題を解決・改善するための方策をもに検討する。

1.1.4. 参加者

以下、ウズベキスタン中央政府、地方政府、地方の熱供給公社から計 44 名が参加した。

表 1.1-1 参加登録者一覧

	対象国	所属機関	参加数
1	ウズベキスタン	住宅公共サービス省(MoHCS)	12
2		Fergana 住宅公共サービス庁(Kommunkhizmat Agency)	2
3		Karakalpakistan 住宅公共サービス省(MoHCS)	2
4		地方の熱供給公社	
		SUE “Kommunallik Issik Orayi”	4
		SUE “Issiklik Manbai” Andijan region	2
		SUE “Issiklik Manbai” Bukhara region	2
		SUE “Issiklik Manbai” Jizzah region	5
		LLC “KuqonEnergomarkaz”	2
		SUE “Issiklik Manbai” Namangan region	2
		SUE “Issiklik Manbai” Samarkand region	1
		FOGPU “Issiklik Manbai” Fergana region	4
		Kokand “Issiklik Manbai” IChDK	1
		SUE “Khoresm Issiklik Manbai”	5

1.1.5. 日程概要

表 1.1-2 日程概要

日程	実施内容
1 日目 12/10 (木)	日本側からの講義(1 件)、カントリーレポート(2 件)
2 日目 12/11 (金)	日本側からの講義(4 件)
3 日目 12/14 (月)	日本側からの講義(4 件)
4 日目 12/15 (火)	日本側からの講義(1 件)、ディスカッション

1.1.6. プログラム概要

日本側からの講義：

- (1)「日本における再生可能エネルギーの大規模統合に向けた課題と解決策」
- (2)「日本の省エネ政策の要点」
- (3)「札幌市内のビルと集合住宅への熱供給」
- (4)「熱生産部門における低炭素化技術の紹介(高効率ガスコジェネシステム)」
- (5)「熱生産部門における低炭素化技術の紹介(下水処理におけるウェット系バイオマス利活用システム)」
- (6)「日本における地域冷暖房の概要について」
- (7)「エネルギー管理システム・新エネ導入による省エネ」
- (8)「水素地産地消モデルにおける低炭素電気・熱供給の可能性」
- (9)「インバータエアコンとヒートポンプ式冷暖房・給湯設備『アルテルマ』のご紹介」

(10)「自動化による発電プラントの近代化」

カントリーレポート:

(11)「ウズベキスタン共和国の熱供給政策とその課題」

(12)「ウズベキスタンの熱供給システムへの再エネ導入計画とその課題～ウズベクにおける高効率ガスコジェネ導入拡大のための課題と展望」

ディスカッション:

「熱供給政策の現状、熱需給見通し、熱供給システム効率化」

1.1.7. 成果/展望

各講義における質疑応答やウズベキスタン住公省によるカントリーレポート報告、ディスカッション等において、参加者の関心の高さが伺われた。関係者への事前ヒアリングでは、省エネやエネルギー管理システムについての関心はさほど高くないと聞いていたが、住公省をはじめ、ウズベキスタン参加者から熱心な質問・コメントが寄せられた。昨今のガス不足、電力不足の深刻化を背景に、ミルジョエフ大統領がエネルギー消費量の削減、エネルギー消費効率改善を急ぐよう政府関係者に指示したことが影響したと考えられる。

初日のカントリーレポートにおいて、ウズベキスタン住公省は「熱事業は赤字が当然という立場」であった。北海道熱供給公社、日本熱供給事業協会によるご講演では、事業を黒字化するための価格設定のあり方、販売価格にメンテナンス・改修コストを織り込む考え方を学んだ。また、その他各企業のご講演では、省エネ機器・設備や新・再エネの導入拡大ならびにエネルギー管理システムの導入によってエネルギー消費を大幅に削減できる余地があると学び、関連情報を積極的に収集しようとする様子が伺われた。本研修をきっかけに、講師企業とウズベキスタン側参加者の交流、参加された企業間の交流も生まれた。

今回の研修では熱供給・利用の効率改善に焦点を当てて実施し、わが国の高効率な熱生産技術、エネルギー管理システムの有用性を認知してもらうと共に、収益性やコスト回収を考慮した熱料金設定のあり方を学んでもらうことに重点を置いた。ウズベキスタンの熱供給・利用システムは上流から下流まで老朽化が深刻であり、供給側(熱生産設備)のみならず、配送(熱供給導管)・需要側(受入機器)の設備改修・更新、熱料金システムの改善も同時並行で進める必要性を感じた。具体的には、熱供給導管を摩滅・減耗させる化学物質を含む原水の適切な処理、適切な素材の導管導入、配送区間内の熱供給導管の不具合を検知できるシステム・ノウハウの導入などである。ただし、実行にあたっては、工業水処理技術やエネルギー管理システム等を有する日本企業のニーズを組み合わせる研修スケジュールを検討、実施していく必要がある。

1.1.8. 講演要旨

1 日目 (12/10) 講義

講義 1:「日本における再生可能エネルギーの大規模統合に向けた課題と解決策」

講演者:経済産業省

【要旨】

本講義は、日本における新・再エネに関する諸政策の共有を通じて、ウズベキスタンにおける新・再エネ導入促進政策等への活用を目的としたものである。

講義では、日本における新・再エネ導入の現状・導入目標・課題および導入推進施策、カーボンニュートラル実現に向けた水素・蓄電池・カーボンリサイクル・洋上風力などの重点分野での取り組みが紹介された。

カントリーレポート1:「ウズベキスタン共和国の熱供給政策とその課題」

講演者:ウズベキスタン共和国住宅公共サービス省

【要旨】

本報告は、ウズベキスタンの熱供給政策とその課題等に関する最新情報の把握を目的としたものである。

報告では、ウズベキスタンにおける熱供給システムの現状や課題、熱供給政策、近代化プロジェクトに関する説明があった。

本報告後、わが国の技術・製品への関心表明、コスト構造等に関する質疑応答があった。

カントリーレポート 2:「ウズベキスタンの熱供給システムへの再生可能エネルギー導入計画とその課題～ウズベクにおける高効率ガスコジェネ導入拡大のための課題と展望」

講演者:ウズベキスタン共和国住宅公共サービス省

【要旨】

本報告は、ウズベキスタンの熱供給システムへの再エネ・高効率ガスコジェネの導入計画とその課題や展望に関する最新情報の把握を目的としたものである。

報告では、ウズベキスタンの熱供給システムにおける再エネ導入計画や関連法、熱プラントへのガスタービン技術導入の展望に関する説明があった。

本報告後、太陽熱利用、断熱等に関する質疑応答があった。

2日目(12/11)講義

講義1:「日本の省エネ政策の要点」

講演者:一般財団法人日本エネルギー経済研究所

【要旨】

本講義は、日本における省エネに関する諸政策の共有を通じて、ウズベキスタンにおける省エネ導入促進政策等への活用を目的としたものである。

講義では日本における省エネ制度、省エネをさらに進めるための取り組みや促進策、省エネ目標達成に向けた規制と経済インセンティブの付与等が紹介された。

講義2:「札幌市内のビルと集合住宅への熱供給」

講演者:株式会社北海道熱供給公社

【要旨】

本講義は、日本の熱供給事業者の経験・知見を共有し、ウズベキスタンにおける熱供給事業への活用を促すことを目的としたものである。

講義では、同社熱事業の展開状況、分散型コジェネの都市防災設備としての役割、集合住宅への熱供給の具体的事例等が紹介された。

講義後、熱生産におけるバイオマス利活用、熱料金滞納者対策等に関する質疑応答があった。

講義 3:「熱生産部門における低炭素化技術の紹介(高効率ガスジェネシステム)」

講演者:川崎重工業株式会社

【要旨】

本講義は、電力・熱供給システムにおけるガスコジェネシステムの役割と日本の高効率ガスコジェネシステム技術・経験の共有を通じて、ウズベキスタンにおける熱供給システムの高効率化・ガス節減政策への活用を目的としたものである。

講義ではガスコジェネシステムの機能とウズベキスタンの熱供給システムで期待される役割、川崎重工業の同分野における技術の説明が行われた。

講義後、想定されるガススペック、必要な設備等に関する質疑応答があった。

講義 4:「熱生産部門における低炭素化技術の紹介(下水処理におけるウェット系バイオマス利活用システム)」

講演者:川崎重工業株式会社

【要旨】

本講義は、エネルギーの最適化および持続可能な下水処理モデル構築における下水エネルギー統合制御システムの役割と日本のトータルエネルギーマネジメントシステム、大出力・高効率ブロワ技術の共有を通じて、ウズベキスタンにおける下水処理場近代化への活用を目的としたものである。

講義では、ウズベキスタンの下水処理場におけるエネルギー消費節減ポテンシャル、川崎重工業の大出力・高効率ブロワの機能と特性、下水エネルギー統合制御システム等の説明が行われた。

3 日目(12/14) 講義

講義 1:「日本における地域冷暖房の概要について」

講演者:一般財団法人日本熱供給事業協会

【要旨】

本講義は、日本の熱事業自由化、熱料金体系に関する経験・知見を共有し、ウズベキスタンの熱供給事業が抱える諸課題への活用を促すことを目的としたものである。

講義では、日本の熱事業の概要、熱料金算定方法、収益改善に向けた取り組み事例等の説明が行われた。

講義後、熱料金の仕組み等に関する質疑応答があった。

講義 2:「エネルギー管理システム・新エネ導入による省エネ」

講演者:九州電力株式会社

【要旨】

本講義は、日本のエネルギー管理システム・新エネ導入の経験・知見を共有し、ウズベキスタンにおける総合的なエネルギーシステム近代化への活用を促すことを目的としたものである。

講義では、エネルギー管理システムの概要、エネルギーマネジメントに必要な技術・設備、九州電力の熱供給分野における同システムおよび新エネ技術の活用案について説明が行われた。

講義後、熱導管の中間地点におけるモニタリング、EMS 導入の優先度に関する質疑応答があった。

講義 3:「水素地産地消モデルにおける低炭素電気・熱供給の可能性」

講演者:丸紅株式会社

【要旨】

本講義は、日本の水素利活用技術に関する経験・知見を共有し、ウズベキスタンにおける活用を促すことを目的としたものである。

講義では、水素の製造および利活用の現状と展望、同分野において丸紅が参加する実証事業・ポテンシャル調査に関する説明が行われた。

講義後、水素と燃料電池・太陽光システムを組み合わせた熱供給に関する質疑応答があった。

講義 4:「インバータエアコン、ヒートポンプ式冷暖房・給湯機『アルテルマ』のご紹介」

講演者:ダイキン工業株式会社

【要旨】

本講義は、冷暖房・給湯分野の省エネにおけるインバータおよびヒートポンプ技術の役割と日本のインバータエアコンおよびヒートポンプ式暖房・給湯機技術を共有し、ウズベキスタンにおける活用を目的としたものである。

講義では、インバータ・ヒートポンプ・冷媒制御の仕組み、ダイキンの同分野における技術の説明が行われた。

講義後、ウズベキスタンでの活用ポテンシャル等に関する質疑応答があった。

4 日目 (12/15) 講義

講義 1:「自動化による発電プラントの近代化」

講演者:横河電機株式会社

【要旨】

本講義は、熱電供給における自動化の役割と日本の自動制御システムの技術・経験を共有し、ウズベキスタンにおける活用を目的としたものである。

講義では、自動制御化の概要・利点、横河電機の同分野における技術、旧ソ連製の熱電併給所への導入実績について説明が行われた。

講義後、自動制御システムの導入に要する期間、計器の運用・メンテナンス、人材養成に関する質疑応答があった。

ディスカッション:コーカンドの熱供給政策の現状、熱需給見通し、熱供給システム効率化

参加者:一般財団法人日本エネルギー経済研究所、ウズベキスタン住宅公共サービス省ほか

【要旨】

住公省から提供された情報・データを元に、日本エネルギー経済研究所が整理・把握した内容を報告し、現状理解の正誤・不明点の確認を行った。次に、同研究所が作成したコーカンド市の熱エネルギー需要のシナリオについて報告。シナリオに基づいた熱の消費量見通し、天然ガス・電力・水の消費量とコストの見通しを提示した。最後に、ウズベキスタン住公省から共有された情報、文献調査に認識に基づき、コーカンドの熱供給システムがとるべき装置構成について同研究所が素案を説明した。

1.2. 中国水素・燃料電池研修

1.2.1. 日時・期間

2021/1/28(木) - 2021/1/29(金)、2日間

1.2.2. 主会場

web 研修

日本側会場: フクラシア品川クリスタル(港南)、但し、講師等日本側参加者は各自のオフィスや自宅から参加。

中国側会場: 中国側参加者は各自のオフィスや自宅から参加。

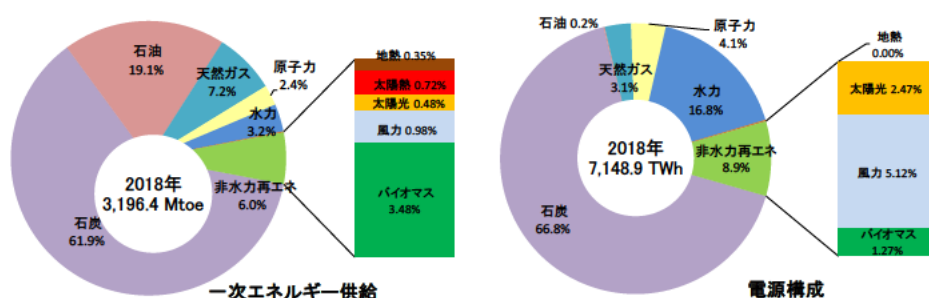
1.2.3. 背景と目的

【中国の一次エネルギー供給と電源構成】

IEA の統計によると、2018 年の中国の一次エネルギー供給の構成順位は、石炭が 61.9% で第 1 位、石油が 19.1% で第 2 位、非水力再生可能エネルギーの割合は 6.0% で天然ガスに次いで第 4 位となっている。

一方、電源構成を見ると、石炭火力が 66.8% を占め構成比第 1 位となっている。最近の報道では、2020 年上半年に完工した中国の石炭火力発電所の発電容量は 11.4GW で世界全体の 62% を占め、同期間に発表された中国の石炭火力発電所新設計画の発電容量は 53.2GW で世界全体の 90%、また、同期間に着工した中国の石炭発電火力発電所の発電容量は 12.8GW で世界全体の 86% を占めるといい、石炭火力発電所の増設が続いている模様である²。但し、低効率な石炭火力発電所の廃止も同時に進めている³。第 2 位は水力発電で 16.8% を占め、非水力再生可能エネルギーは第 3 位 8.9% である。内訳は風力発電(5.12%)と太陽光発電(2.47%)が殆どを占めている。(図 1.2-1 参照)

図 1.2-1 中国の 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース)(2018 年)



(出所) International Energy Agency (IEA), World Energy Statistics and Balances 2020 より作成

² <https://jp.reuters.com/article/china-coal-idJPKBN24Z0QM> (アクセス日: 2020 年 9 月 11 日)

³ http://zfxgk.nea.gov.cn/2020-07/14/c_139234797.htm (アクセス日: 2020 年 9 月 11 日)

【再生可能エネルギー政策】

中国政府は、近年大きな社会問題となっている大気汚染対策として、化石燃料消費量を抑制するため再生可能エネルギーの導入促進に積極的に取り組んでいる。

「エネルギー発展の十三次五カ年計画」および中国が「国連気候変動枠組条約」事務局に提出した自主的な約束草案(INDC)では、一次エネルギーに占める非化石燃料の導入量を、2020 年までに 15%、2030 年までに 20%に引き上げる目標を定めている。電力については、2020 年までに再生可能エネルギー発電が総発電量に占める割合を 27%にすることを目標としている。計画策定時の実績と 2020 年までの再生可能エネルギー導入目標の詳細を表 1.2-1 に示す。

表 1.2-1 2020 年までの再生可能エネルギー導入目標(十三次五カ年計画)

		2015年(実績)	2020年(目標)	一次エネルギー換算(MTOE)
発電	太陽エネルギー(グリッド接続分)	42GW	110GW ・うち分散型太陽光発電: 60GW ・うち太陽熱: 5GW	30
	風力(グリッド接続分)	131GW	210GW ・うち洋上: 5GW	87
	従来型水力	297GW	340GW	258
	揚水	23.03GW	40GW	-
	バイオマス発電	10.3GW ・うち都市ごみ発電: 4.7GW ・うち木質バイオマス: 5.3GW ・うちバイオガス: 0.3GW	15GW ・うち都市ごみ発電: 7.5GW ・うち木質バイオマス: 7GW ・うちバイオガス: 0.5GW	19
熱供給	太陽熱温水器		80,000万平米	67
	地中熱による熱供給		160,000万平米	28
	バイオマスの熱利用		1,500万TCE	11
燃料	バイオマスペレット(利用量)	800万トン	3,000万トン	-
	バイオエタノール(生産量)	210万トン	400万トン	2.7
	バイオディーゼル(生産量)	80万トン	200万トン	2.1
バイオガス	バイオガス		80億立米	6.7
合計				510

(出所)「再生可能エネルギー発展の十三次五カ年計画」「電力発展の十三次五カ年計画」「バイオマス発展の十三次五カ年計画」より作成

2006 年施行の「再生可能エネルギー法」に基づき、再生可能エネルギー発電に対して全量買取(FIT)が実施されたことにより、特に太陽光と風力発電の導入量が急速に伸びたが、FIT の費用負担⁴の急増に伴う買取補助金支払いの延滞、並びに高い出力抑制率が大きな課題となった。特に 2017 年の太陽光発電の新規導入量が政府の予想を大幅に上回ったため、2018 年 5 月、中国政府は補助金増加圧力の緩和を目的に、2018 年 6 月から年末まで大規模太陽光発電の FIT 認定を打ち切った。

更に中国政府は、風力と太陽光の発電コスト低減を背景に、風力発電(陸上と洋上)と太陽光発電の入札制を導入した。

2019 年 1 月、政府は風力発電と太陽光発電の補助金フェーズアウトに関する促進措置を発表し、FIT 補助金なしのプロジェクトに対する政策支援措置を打ち出し、2019 年 4 月、第 1 回目の補

⁴ 再生可能エネルギー由来電力の買取価格が各地域の石炭火力発電の卸価格を超えない場合は、通常の方法で、省の送配電会社が再生可能エネルギーの売電収入を精算する。再生可能エネルギーの買取価格が現地の石炭火力発電価格を超える場合、超過分は国家再生可能エネルギー発展基金で補填される。また、送配電会社が通常の電気料金で再生可能エネルギー電源の接続費用をカバーできない場合も、その超過部分は再生可能エネルギー発展基金より補償される。

助金なしの風力発電と太陽光発電の公募が実施された。

2019 年 5 月、「2019 年の風力発電と太陽光発電の建設ガイドライン」が公表され、政府の補助金が必要な新規の陸上風力発電、洋上風力発電、太陽光発電の買取価格は入札で決定するとした。

2019 年末時点の太陽光発電の設備容量は 205GW、前年比で 31GW 増。発電量は 224TWh、同 46TWh 増。同時点の風力発電の設備容量は 210GW、26GW 増。発電量は 406TWh、同 40TWh 増と、前述の 2020 年目標に前倒しで到達した。また、中国の洋上風力市場は世界的に注目されており、2020 年上半期の新規導入量は 1.4GW と同期間の世界の新規導入量 2.5GW の過半を占め、6.4GW に達した⁵。

中国では、日本と同様に、風力発電や太陽光発電の導入が一部の電力需要が少ない地域に集中している。そのため、吉林省、黒龍江省、遼寧省、内モンゴル自治区、新疆自治区、甘肅省などにおいて、風力発電や太陽光発電の出力抑制が深刻になっている。対応策として、地域間の高圧送電線の建設拡大や、出力抑制率が高い地域における新規プロジェクトの規模制限、自家消費の促進、買取義務の強化等の取組みがとられ、出力抑制率は低減してきている。また、2019 年に導入された再生可能エネルギーの割当制度では、電力消費に占める再生可能エネルギー電力の割合目標を地域毎に設定し、地域間の再生可能エネルギー電力融通を促進している。

【新エネルギー車導入促進策】

中国では、電気自動車(以下、EV)、プラグインハイブリッド車(PHEV)、燃料電池自動車(以下、FCEV)を新エネルギー自動車(以下、新エネ自動車)としている。政府は、再生可能エネルギーの他に大気汚染対策のもう一つの柱として、石油消費低減のために、新エネ自動車の製造と普及を積極的に推進している。2020 年上半期時点で、新エネ自動車の保有台数は 417 万台である⁶。

2020 年 4 月時点で、中国における EV 充電施設は約 122 万カ所であり、うち公共充電施設 52 万カ所、プライベートの充電施設は 70 万カ所である。中国では独自の EV 充電規格(GB/T)が定められているが、急速充電の日中共通規格(ChaoJi/チャオジ)について日本(CHAdeMO)と共同開発が進められている⁷。

新エネ自動車に対する補助制度は 2014 年に正式に施行された。また、2017 年には、乗用車メーカーに対して、一定台数の新エネ自動車の生産・輸入を義務付けるような新エネ自動車クレジット制度が導入された。新エネ自動車クレジット取引による収入は、一部 EV ベンチャー企業の成長を支える重要な資金源となっている。

⁵ <https://www.rechargenews.com/wind/china-eclipses-global-offshore-wind-build-out-with-1-4gw-in-first-half-of-2020/2-1-864463>(アクセス日:2020 年 9 月 3 日)

⁶ 前掲

⁷ <https://www.chademo.com/ja/chademo3-0/> (アクセス日:9 月 3 日)

2019 年、政府は新エネ自動車に対する補助金を減額し、2020 年末までに補助金を打ち切る方針に転換した。それにより2019 年の新エネ自動車の販売が低迷した。新型コロナ後の市場回復に弾みを付けるために、政府は 2020 年 4 月に新しい補助制度を公表し、新エネ自動車に対する補助を 2022 年まで延長した(補助枠は年間 200 万台⁸⁾)。

中国における FCEV の生産はバスやトラックなど大型商用車が中心となっている⁹。FCEV の販売台数は、2018、2019 年合計で 4,264 台。2019 年末時点の累計販売台数は 6,178 台¹⁰となり、「中国製造 2025」の「省エネ新エネ自動車ロードマップ」における 2020 年の累積普及台数目標 5,000 台を 1 年前倒しで達成した。因みに、同ロードマップにおける FCEV の 2025 年累積普及台数目標は 5 万台、2030 年の同目標は 100 万台となっている。

中央政府の支援は、水素サプライチェーンの技術開発に重点を置いている。FCEV の普及促進については、特定のモデル地域に限定する動きがある。2020 年 5 月に財政部より打ち出された「FCEV の普及促進のモデル都市に関する通知(パブリックコメント版)」(2020 年～2023 年)では、北京市、山西省、上海市、江蘇省、河南省、湖北省、広東省、四川省等がモデル地域候補として挙げられた(選定の最終結果はまだ決まっていない)。

尚、FCEV のモデル地域は、FCEV 関連産業基盤の構築や、一定の技術基準を満たした 1,000 台の FCEV の導入(少なくとも 500 台の運行)、水素ステーション 15 か所の建設等の目標を達成しなければならない¹¹。2019 年末時点で、中国における水素ステーションは 52 か所¹²である。中国では水素ステーション(500kg/日、35Mpa)の初期設備投資(土地利用費用除く)は 1,200 万人民币元前後であり、ガソリンスタンドの約 3 倍と言われている¹³。また、コストにも直接関係するが、殆どの水素ステーションの充填圧力が、日本の 70MPa と異なり 35MPa である等、水素貯蔵・輸送、監督に関する規制や基準が未整備であることも課題となっている。この点につき、2019 年 12 月に開催された日中省エネ環境フォーラムにおいて、中国政府側から日本の規制・基準や監督方法に関し、情報共有を求めるリクエストがあった。

【水素関連産業】

中国の水素生産量は、2012 年から 2017 年にかけて年間平均 6.8%で増加、2017 年には約 2,377 億 N m³(約 2,136 万トン)に達し、日本の約 15 倍の規模となっている。この中国の水素市場の成長は、主にアンモニア、メタノールの生産、石油精製等によって牽引されてきた。中国の水素

⁸ 中国工業信息化部, <http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n1146440/c7883068/content.html> (アクセス日:2020 年 9 月 3 日)

⁹ 上汽集団及びその傘下の上汽大通汽車による FCEV の自家用車市場導入計画の報道もある:
<https://www.nna.jp/news/result/2093797#%E4%B8%A%E6%B1%BD%E9%9B%86%E5%9B%A3%E3%80%8125%E5%B9%B4%E3%81%BE%E3%81%A7%E3%81%ABFCV10%E3%83%A2%E3%83%87%E3%83%AB%E6%8A%95%E5%85%A5%E3%81%B8%20> アクセス日:9 月 15 日)

¹⁰ 中国自動車工業協会 http://www.caam.org.cn/chn/4/cate_39/con_5228367.html (アクセス日:2020 年 9 月 3 日)、NEDO <https://www.nedo.go.jp/content/100902859.pdf> (アクセス日:2020 年 9 月 3 日)

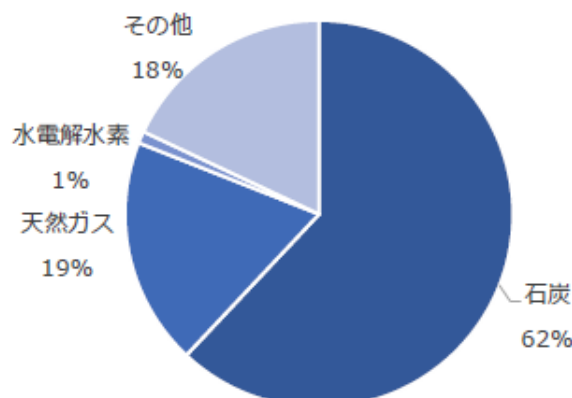
¹¹ <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/05/8ebe99641ceea26a.html> (アクセス日:2020 年 9 月 3 日)

¹² 前掲(NEDO)

¹³ 中国水素連盟, 「中国水素と燃料電池産業白書」

製造の原料は主に石炭(62%)であるのが特徴であり、次いで天然ガスが 19%を占めている¹⁴が、水電解水素も 1%を占めている。(図 1.2-2 参照)

図 1.2-2 2016 年中国の水素製造の原料シェア



(出所)NEDO 中国の水素・燃料電池産業の動向

国営大手石油会社各社は、積極的に水素ビジネスに参入している。中国石油化工集団(Sinopec)は自社のガソリンスタンドを活用し、広東省など地方政府と協力し、水素ステーションを展開している。2018 年、ENEOS は Sinopec と水素事業における協業検討に関する覚書を締結し、中国並びに第三国で水素事業を展開する機会を検討している¹⁵。Sinopec はまた、フランスの Air Liquide と中国の水素市場開拓について連携する覚書を交わした¹⁶。中国海洋石油集団(CNOOC)は Air Linde と連携し、中国の水素ビジネス(特に産業分野の水素利用)を展開している¹⁷。中国石油天然ガス集団(CNPC)は、地場企業と水素事業の合併会社を設立した。

一方、高純度の副生水素を供給可能な苛性ソーダの生産量は、2019 年で 2,887.7 万トンと日本の約 7 倍の規模¹⁸を誇る。工場は主に山東省、江蘇省、内モンゴル自治区、新疆ウイグル自治区等に立地している¹⁹。

国営大手電力会社も水素事業に参入している。ドイツの Siemens 社は、国営発電会社大手中国電力傘下のグリーン水素企業(北京グリーン水素科学技術発展会社)より PEM 型の水電解システム Silyzer 200 を受注した²⁰。Siemens 社はまた、国家電力投資集団ともグリーン水素の生産と利用

¹⁴ 前掲(NEDO)

¹⁵ https://www.eneos.co.jp/newsrelease/2018/20181026_01_01_1080071.html(アクセス日:2020 年 9 月 3 日)

¹⁶ <https://www.airliquide.com/mainland-china/air-liquide-and-sinopec-sign-mou-accelerate-deployment-hydrogen-mobility-solutions>(アクセス日:2020 年 9 月 3 日)

¹⁷ http://www.linde-gas.com.cn/zh/news_and_media/press_releases/2020-07-23-CNOOC(アクセス日:2020 年 9 月 3 日)

¹⁸ 中国産業情報 <https://www.chyxx.com/industry/202002/832602.html>(アクセス日:9 月 15 日)、日本ソーダ工業会 https://www.jsia.gr.jp/statistics/statistics_01.html(アクセス日:9 月 15 日)

¹⁹ 前掲(NEDO)

²⁰ <https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/siemens-energy-launches-its-first-megawatt-green->

について提携する覚書を締結した。中国では、風力や太陽光の発電コストが石炭発電と同水準になりつつあることから、現状の系統への接続制約による出力抑制を低減するための対策の一つとして、水素貯蔵という方向性もありうる。

【まとめ】

以上見てきたように、中国では、近年問題となっている大気汚染対策として再生可能エネルギーの導入を進めてきた。特に、太陽光と風力の変動再エネは、当初は FIT をはじめとする政府の各種支援策により、近年では発電コストの低減により政府の補助金なしでも導入が進むような段階にきている。しかしながら、現状では、系統側の制約による変動再エネの出力抑制も引き続き課題となっている。電力需要が少ない地域（吉林省、黒龍江省、遼寧省、内モンゴル自治区、新疆自治区、甘肅省等）においては、地域間の電力融通を促進するための高圧送電線の増強と並んで、変動再エネ電力による水素製造も、出力抑制を低減するための有力な手段となりうる。北京グリーン水素科学技術発展会社等、小規模ながら電力側における再エネ由来グリーン水素製造の動きも始まっている。

大気汚染対策のもう一つの柱である新エネ自動車については、中国政府は、自家用車では EV を、トラックやバスなどの大型商用車では FCEV を中心に導入支援策を講じている。この FCEV が中国における水素活用の中心施策となっている。

FCEV については、中央政府は地方政府を積極的に関与させる方針を取っている。地方政府単位で FCEV の台数や水素ステーションの設置目標等を掲げさせている。しかしながら、全国規模の水素貯蔵・輸送に関する規制や基準、及びその監督方法が未整備であることが課題となっている。

FCEV の燃料としての水素製造に関しては、副生水素を含めた化石燃料由来のグレー水素が中心となっている。再エネ由来のグリーン水素には、まだフォーカスされていないのが現状である。

【研修の目的】

中国政府側から、水素貯蔵・輸送に関する規制や基準、及びその監督方法に関する日本の現状を情報共有して欲しいというリクエストがあり、それが当研修実施の契機となった。

したがって、当研修では、上記の規制・基準に関する情報共有を第一義的に実施し、次いで、水素・燃料電池分野において双方で開発が進んでいる技術分野、並びに実証事業等の情報共有を行うこととする。そして、水素・燃料電池分野において世界をリードする両国が、水素利活用を更に推進すべく、今後の協力分野について議論を深めることも、当研修の目的とする。具体的には下記の項目に関し、講演やそれに基づく議論を行う。

- (1) 発電部門での水素利活用の観点不足しているため、日本の発電部門での水素を活用した低炭素化技術（水素コジェネやアンモニア混焼等）の紹介を行う。
- (2) 水素貯蔵・輸送、並びに監督に関する規制や基準が未整備であることが課題である。この課

題につき、日本の規制・基準や監督方法の紹介を行う。

- (3) 水素製造に関しては、化石燃料からの副生水素を含む水素製造に力点を置いており、再エネ水素活用の観点で不足している。一方で、水電解による水素製造技術は低コスト化も含め中国では進んでいる模様である。そこで、日本の再エネ水素製造技術やサプライチェーン構築実証事業の紹介を行いつつ、中国の水電解水素製造技術の情報共有も合わせて行う。

1.2.4. 参加者

以下の通り、中国側は中央地方政府関係者等計 78 名、日本側関係者 24 名が参加した。(重複や日本側及び中国側事務局を除く 2 日間計)

表 1.2-2 招聘者一覧

	招聘国	所属機関	参加数
1	中国(中国側)	中央政府	4
2	事務局 中国	地方政府	13
3	水素連盟を除く)	協会(中国自動車技術者協会等)	2
4		大学・研究機関	20
5		国営企業	17
6		民間企業	22
7	日本側関係者(講師、事務局を除く)	日本側講師関連(経済産業省他)	13
8		現地日本企業(中国水素連盟加盟社及び講師関連企業)等	11

1.2.5. 日程概要

表 1.2-3 日程概要

日程	実施内容
1 日目 1/28(木)	日本側からの講義(5 件) カントリーレポート(4 件)
2 日目 1/29(金)	日本側からの講義(5 件) カントリーレポート(4 件)

1.2.6. プログラム概要

- (1) 水素社会に向けた日本の取組み
- (2) 山梨県における CO2 フリーの水素社会構築を目指した P2G システム技術開発
- (3) 岩谷産業の水素インフラ整備における取組みと日本における水素輸送関連基準及び規制
- (4) 日本における水素ステーション関連技術と基準、規制について
- (5) 「SPERAHydrogen®」によるグローバル水素ネットワークの構築
- (6) 東芝の水素エネルギービジネス
- (7) 石炭火力ボイラー及びガスタービンのためのアンモニア混焼技術

- (8) 国際液化水素サプライチェーンと低炭素ガスタービン技術
- (9) 電動自動車の広範な応用のためのトヨタ自動車の戦略と貢献
- (10) 家庭用 CHP システム開発の現状

カントリーレポート

- (1) 中国のカーボンニュートラル目標下の水素エネルギー戦略と政策
- (2) 中国における再生可能エネルギー関連政策と水素・燃料電池の戦略に注目した課題
- (3) 中国における水素の貯蔵と輸送の技術及び基準
- (4) 中国の水素ステーション技術と基準
- (5) PERIC の水電解技術開発
- (6) 中国における水素還元製鉄
- (7) 中型及び大型トラックにおける燃料電池技術開発と応用のポテンシャル
- (8) 燃料電池技術の開発と応用

1.2.7. 成果/展望

日本では、2050 年カーボンニュートラル達成に向け、水素はグリーン成長戦略の重要分野 14 の内の一つとして位置づけられ、それに先立つ「水素基本戦略」「水素・燃料電池戦略ロードマップ」でも FCV の導入台数や水素ステーションの設置数、水素製造コスト等の目標設定がなされている。一方、中国でも、2060 年カーボンニュートラル、2030 年 CO₂ 排出ピークアウト達成に向け、2021 年起点の第 14 次五カ年計画において水素・燃料電池の技術開発と実証の強化が盛り込まれ、関連政策も策定中との発表があった。両国はカーボンニュートラルという目標達成に向け、水素を重要分野と位置付けており、水電解技術、燃料電池技術開発分野や FCV 及び水素ステーションの導入数においても世界をリードしている。この事実だけを取ってみても、両者の協力・協業関係のポテンシャルは大きいと当研修でも指摘された。

当研修においては、第一義的に水素ステーションや水素輸送における規制や基準に関する情報共有が目的であったが、それらに関する議論に留まらず、水電解のシステム効率や、水素需要を拡大するための方向性が議論された。また、中国では、ブルー水素の潜在的生産地、また再エネ発電所が集中している地域（グリーン水素の潜在的生産地）と需要地が離れていることから、効率的な水素輸送手段の開発も今後の鍵となることが議論された。

上述した水素・燃料電池の様々な分野の情報交換や議論の継続は、今後の両国の協力関係の構築にとって有効であると思われる。

1.2.8. 講演要旨

1 日目 (1/28) 講義

Session 1 Policy and Promotion

司会：中国水素連盟

講義 1「水素社会に向けた日本の取組み」

英題: Japan's actions toward hydrogen-based economy

講演者: 経済産業省 資源エネルギー庁

【要旨】

本講義は、日本の水素・燃料電池関連政策に関する情報を中国側参加者と共有し、同分野における日中の今後の協力関係の方向性を模索する材料を提供することを目的としたものである。

講義では、日本の水素関連政策である「水素基本戦略」「水素・燃料電池戦略ロードマップ」「技術開発戦略」が紹介され、日本における水素社会実現のための課題や世界各国の動きにも言及があった。

講義 2「中国のカーボンニュートラル目標下の水素エネルギー戦略と政策」

英題: Hydrogen energy strategy and Policy under China's carbon neutral target

講演者: Tongji University

【要旨】

本講義は、中国の水素関連政策や政府関連組織の水素研究に関する最新情報を、日本側及び中国側参加者と共有することを目的としたものである。

講義では、中国政府の水素関連施策、中国水素連盟の活動内容、グリーン水素のポテンシャル等に関する説明が行われた。

講義 3「山梨県における CO2 フリーの水素社会構築を目指した P2G システム技術開発」

英題: Approach to the Development of P2G System Technology Aiming to Build a CO2-Free Hydrogen Society in Yamanashi Prefecture

講演者: 山梨県 企業局

【要旨】

本講義は、日本の地方自治体における水素導入をはじめとする低炭素化施策に関する情報共有を通じて、中国の中央、地方政府における水素関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、山梨県企業局による再エネ導入や太陽光発電による Power to Gas 技術開発事業等に関する説明が行われた。

講義 4「中国における再生可能エネルギー関連政策と水素・燃料電池の戦略に注目した課題」

英題: Renewable energy related policies and challenges focusing on strategy for hydrogen and fuel cell in China

講演者: Deputy Secretary General, China Society of Automotive Engineers

【要旨】

本講義は、中国政府の再エネ及び水素・燃料電池関連政策とその課題に関する最新情報を、日本側及び中国側参加者と共有することを目的としたものである。

講義では、中央、地方政府による水素・FCV 実証事業の最新情報及びその課題等に関する説

明が行われた。

ディスカッション

司会: Beijing Institute of Low-carbon and Clean Energy

このディスカッションでは、水素・燃料電池の製造コストを下げるための方向性等、Session 1 で行われた講演に関する質疑応答や、関連する課題、日中の今後の協力の方向性等に関する議論が行われた。

Session 2 Delivery and Transportation System

司会: 日本エネルギー経済研究所

講義 5: 「岩谷産業の水素インフラ整備における取組みと日本における水素輸送関連基準及び規制」

英題: Iwatani's Activities on Hydrogen infrastructures and hydrogen transportation system related standards and regulations in Japan

講演者: 岩谷産業株式会社

【要旨】

本講義は、日本の水素輸送に関する規制・基準や関連技術等の情報共有を通じて、中国における同分野の施策への活用を目的としたものである。

講義では、日本の圧縮水素及び液化水素の輸送に関する規制・基準、また、岩谷産業の国内外の水素輸送への取り組み等に関する説明が行われた。

講義 6「中国における水素の貯蔵と輸送の技術及び基準」

英題: Technologies and Standards for Hydrogen Storage and Transportation in China

講演者: Youyan Technology Group

【要旨】

本講義は、中国における水素の貯蔵及び輸送の技術並びに関連規制・基準に関する最新情報を、日本側及び中国側参加者と共有することを目的としたものである。

講義では、中国における水素貯蔵及び輸送技術の現時点の水準や課題等に関する説明が行われた。

講義 7「日本における水素ステーション関連技術と基準、規制について」

英題: Status on Hydrogen Station related Technologies, Standards and Regulations in Japan

講演者: 一般社団法人水素供給利用技術協会

【要旨】

本講義は、日本の水素ステーションに関する規制・基準や関連技術等の情報共有を通じて、中国における同分野の施策への活用を目的としたものである。

講義では、日本の水素ステーションに関する規制・基準、また、同分野の技術水準等に関する説明が行われた。

講義 8「中国の水素ステーション技術と基準」

英題: Review of China HRS Technologies and Standards

講演者: National Institute of Clean and Low Carbon Energy

【要旨】

本講義は、中国における水素ステーションの技術水準や関連規制・基準に関する最新情報を、日本側及び中国側参加者と共有することを目的としたものである。

講義では、中国における水素ステーション技術の現時点の規格・認証制度や課題等に関する説明が行われた。

講義 9「SPERA Hydrogen によるグローバル水素ネットワークの構築」

英題: Building a Global Hydrogen Network through "SPERA Hydrogen®

講演者: 千代田化工建設株式会社

【要旨】

本講義は、日本の水素輸送関連技術等の情報共有を通じて、中国における同分野の施策への活用を目的としたものである。

講義では、千代田化工建設の LOHC 法による水素大量輸送技術の現状と今後の展開予定等に関する説明が行われた。

ディスカッション

司会: 日本エネルギー経済研究所

このディスカッションでは、水素の需給バランスの現状や水素を普及させるための課題等、Session 2 で行われた講演に関する質疑応答、特に水素ステーションの更なる普及や安全性確保に関する質疑応答や意見交換があった。

2 日目 (1/29) 講義

Session 3 Advanced Technologies and Their Applications

司会: 日本エネルギー経済研究所

講義 10「東芝の水素エネルギービジネス」

英題: TOSHIBA Hydrogen Energy Business

講演者: 東芝エネルギーシステムズ株式会社

【要旨】

本講義は、日本のグリーン水素エネルギー供給システム技術等の情報共有を通じて、中国における同分野の施策や研究開発への活用を目的としたものである。

講義では、東芝エネルギーシステムの純水素燃料電池や水素エネルギー供給システム、及び Powe 2 Gas 実証事業等に関する説明が行われた。

講義 11 「石炭火力ボイラー及びガスタービンのためのアンモニア混焼技術」

英題: Ammonia co-firing technology for coal fired boiler and gas turbine

講演者: 株式会社IHI

【要旨】

本講義は、既存インフラを活用可能なアンモニアを利用した水素輸送とグリーンアンモニア混焼技術等の共有を通じて、中国における水素関連施策や研究開発計画への活用を目的としたものである。

講義では、アンモニアを利用した水素輸送の利点、日本におけるアンモニア混焼技術を中心としたアンモニア関連技術開発の現状と今後の展望等に関する説明が行われた。

講義 12 「PERIC の水電解技術開発」

英題: PERIC's Development on Water Electrolysis Technology

講演者: Purification Equipment Research Institute of CSSC (PERIC)

【要旨】

本講義は、中国の国立研究所における水電解水素製造技術に関する最新情報を、日本側及び中国側参加者と共有することを目的としたものである。

講義では、PERIC における水電解水素製造技術の開発の現状や課題等に関する説明が行われた。

講義 13: 「国際液化水素サプライチェーンと低炭素ガスタービン技術」

英題 International liquefied hydrogen supply chain and Low carbon gas turbine technologies

講演者: 川崎重工業株式会社

【要旨】

本講義は、日本の国際的な水素サプライチェーン構築計画や水素を活用した火力発電技術の共有を通じて、中国における水素及び低炭素化関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、オーストラリアの褐炭及び CCS 技術を活用した CO₂ フリー水素サプライチェーン構築の実証事業、並びに水素を混焼/専焼する水素ガスタービン技術に関する説明が行われた。

講義 14 「中国における水素還元製鉄」

英題: Hydrogen metallurgy in China

講演者: China Iron & Steel Research Institute Group

【要旨】

本講義は、中国の製鉄業界における低炭素化技術開発の現状と課題に関する最新情報を、日本側及び中国側参加者と共有することを目的としたものである。

講義では、中国における水素還元製鉄技術開発の現状と課題、並びに今後の方向性等に関する説明が行われた。

ディスカッション

司会：日本エネルギー経済研究所

このディスカッションでは、アンモニア石炭混焼発電の安全基準や中国の水素輸送における課題等、Session 3 で行われた講演に関する質疑応答や、関連する課題、日中の今後の協力の方向性等に関する議論が行われた。

Session 4 Fuel Cell Technologies and Their Applications

司会：Tongji University

講義 15 「電動自動車の広範な応用のためのトヨタ自動車の戦略と貢献」

英題: Toyota's strategy and contribution for widespread application of electrified vehicle

講演者: トヨタ自動車開発センター中国有限会社

【要旨】

本講義は、日本自動車メーカーの低炭素化への取り組みに関する情報の共有を通じて、中国における水素及び燃料電池関連施策や研究開発計画への活用を目的としたものである。

講義では、トヨタ自動車の CO2 排出削減目標、新型 MIRAI の技術性能、中国における FCEV 分野での協力状況、並びに FCEV 普及のための課題等に関する説明が行われた。

講義 16 「中型及び大型トラックにおける燃料電池技術開発と応用のポテンシャル」

英題: Fuel Cell technology development and application potential in medium and heavy truck

講演者: Shanghai Hydrogen Propulsion Technology CO., Ltd.

【要旨】

本講義は、中国の自動車業界における FCEV 技術開発の現状と課題に関する最新情報を、日本側及び中国側参加者と共有することを目的としたものである。

講義では、中国における中型及び大型トラック FCEV 技術開発の現状と課題、並びに今後の開発の方向性等に関する説明が行われた。

講義 17 「家庭用 CHP システム開発の現状」

英題: Current Status of Residential CHP System Development

講演者: アイシン精機株式会社

【要旨】

本講義は、日本の家庭用燃料電池技術に関する情報の共有を通じて、中国における水素及び燃料電池関連施策や研究開発計画への活用を目的としたものである。

講義では、アイシン精機の SOFC 型家庭用燃料電池システムの技術性能、ダイヤモンドリスポンス (DR) への活用を含む中国における展開可能性等に関する説明が行われた。

講義 18: 「燃料電池技術の開発と応用」

英題: The development and application of Fuel Cell technology

講演者: Dongfang Electric (Chengdu) hydrogen fuel cell technology Co., Ltd

【要旨】

本講義は、中国における燃料電池技術開発の現状と課題に関する最新情報を、日本側及び中国側参加者と共有することを目的としたものである。

講義では、中国における車載用燃料電池技術開発の現状と課題、並びに今後の開発の方向性等に関する説明が行われた。

ディスカッション

司会: Tongji University

このディスカッションでは、電力料金よりガス料金の方が高い中国における CHP 普及の方向性や日本における FCEV 普及の現状等 Session 4 で行われた講演に関する質疑応答や、関連する課題、日中の今後の協力の方向性等に関する議論が行われた。

1.3. ベトナム変動再エネ系統安定化研修

1.3.1. 日時・期間

2021/3/2(火)

1.3.2. 主会場

現地側: ハノイ Hilton ホテルに大半の参加者が集合。一部リモート参加

日本側: 日本エネルギー経済研究所 11 階会議室(ただし講師はリモート参加)

1.3.3. 背景と目的

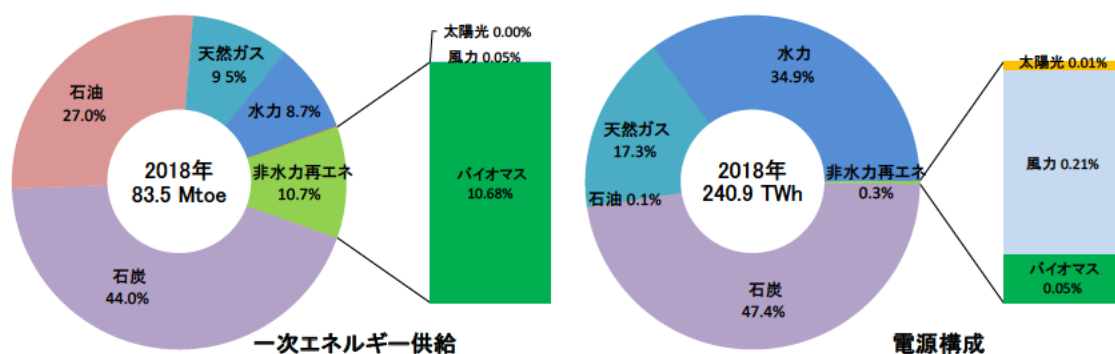
【ベトナムの一次エネルギー供給と電源構成】

IEA の統計による 2018 年における一次エネルギー供給構成と電源構成を図 1.3-1 に示す。

一次エネルギーの 80% 程度を化石燃料に負っており中でも石炭の比率が 44% と最も高い。また、再エネのほとんどすべてはバイオマスであり、そのほとんどは熱利用として使われている。

電源で一番多いのは石炭であり、全体の半分弱を占める、次いで水力が約 35% である。電源での水力以外の再エネ利用は 1% に満たず、その内訳は 2018 年時点では風力が中心である。

図 1.3-1 ベトナムの 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース) (2018 年)



(出所) International Energy Agency (IEA), World Energy Statistics and Balances 2020 より作成

【ベトナムのエネルギー/電力政策】

2020 年 2 月、ベトナムの新しいエネルギー政策方針として、「2045 年を見据えた 2030 年までの国家エネルギー開発戦略の方針 (Orientation of National Energy Development Strategy through 2030, with a Vision to 2045)」(以下「国家エネルギー開発戦略方針」)が公布された。この新たな方針は、エネルギーセキュリティの確保に向けて、迅速で持続可能なエネルギー開発を重視し、包括的で競争力・透明性のあるエネルギー市場発展の加速化、所有権・ビジネスモデルの多様化を目指している。特に、民間部門のエネルギー開発への参加が促されている。エネルギー分野における長期的な目標が明記されており、目標達成に必要な策として、エネルギーの自主開発と供給源の多様化、備蓄システムや大規模中継港の整備などが挙げられている。再生可能エネルギー

やクリーン・エネルギーの開発を行い、石炭火力発電の割合を抑制していくことも示されている。

またベトナム政府は5年ごとに電力マスタープランを策定し、安定した電力供給のために計画的な電源開発を目指している。2016年3月、「第7次国家電力マスタープラン(National Master Plan for Power Development for the 2011-2020 Period with the Vision to 2030)」(2011年7月策定、以下「PDP7」)の改定版(以下「改定PDP7」)が発表され、2021年2月には「第8次国家電力マスタープラン(National Master Plan for Power Development for the 2021-2030 Period with the Vision to 2045)」(以下、PDP8)の第1次草案が公表された。

【再生可能エネルギー政策】

PDP8の第1次草案では、水力を除く再生可能エネルギーの発展を奨励しており、電源比率(容量ベース)として20年の13%から30年に29%、45年に44%への引き上げる目標を示している。これは表1.3-1に示す改定PDP7の目標を大幅に上回るものである。

表 1.3-1 改定PDP7:再生可能エネルギーの発電設備容量および電源構成比率目標

	2020	2025	2030
水力 (小水力含む)	21,600MW (29.5%)	24,600MW (20.5%)	27,800MW (15.5%)
風力	800MW (0.8%)	2,000MW (1%)	6,000MW (2.1%)
太陽光	850MW (0.5%)	4,000MW (1.6%)	12,000MW (3.3%)
バイオマス	(1%)	(1.2%)	(2.1%)

(注) 下段()内の数値が電源構成比率。バイオマス発電は電源構成比率のみが記載。

(出所)「改定PDP7」に基づいて日本エネルギー経済研究所作成

ベトナムでは、風力、バイオマス、廃棄物、太陽光発電への支援について、再生可能エネルギー別にそれぞれ首相決定によって規定されている(表 1.3-2)。根拠となる首相決定は異なるが、固定価格買取制度(Feed-in Tariff, FIT)や優遇措置(法人税、輸入関税、土地使用料等)が共通した政策としてとられている。

表 1.3-2 再生可能エネルギーに関する首相決定

	首相決定	発効日
風力	Decision No. 39/2018/QĐ-TTg, Providing the Mechanism to Support the Development of Wind Power Projects in Vietnam	2018年11月1日
バイオマス	Decision No. 24/2014/QĐ-TTg, Support Mechanism for the Development of Biomass Power Projects in Vietnam	2014年5月10日
廃棄物	Decision No. 31/2014/QĐ-TTg, Support Mechanism for the Development of Power Generation Projects Using Solid Waste(s) in Vietnam	2014年6月20日

太陽光	Decision No. 11/2017/QĐ-TTg, Support Mechanisms for the Development of Solar Power Projects in Vietnam	2017 年 6 月 1 日 発効、2019 年 6 月 30 日終了
	Decision No. 13/2020/QĐ-TTg on the mechanism of encouraging development of solar power in Vietnam	2020 年 5 月 22 日 発効、2020 年 12 月 31 日終了

(出所) 日本エネルギー経済研究所作成

今年度のテーマと関係する変動再エネ(太陽光、風力)に関する主な導入促進政策について以下に記す。

(1) 固定価格買取制度

再生可能エネルギー支援策の柱は FIT の適用である(表 1.3-3)。対象となる再生可能エネルギー発電事業者の発電量に対してベトナム電力グループ(Electricity Vietnam, EVN)が 20 年間に亘って全量買取ることが義務付けられている。2018 年 11 月 1 日より風力発電の買取価格が引き上げられた。洋上風力は現行の \$0.098/kWh が維持されるが、陸上風力は、\$0.078/kWh から \$0.085/kWh となった。2021 年 11 月 1 日より前に商業運転を開始し、系統接続される風力発電に適用されることであったが、2020 年 6 月に首相は MOIT に対して、この買取価格を 2023 年 12 月末まで延長することを要求した。なお、改訂前から運転をしている風力発電所には、2018 年 11 月 1 日から締結済み電力売買契約の完了日まで新価格が適用される。また、風力については、ベトナム環境保護基金(Vietnam Environmental Protection Fund)を通じて買電側に VND207/kWh (\$0.01/kWh)の補助金が支給される。

2017 年 4 月に承認された太陽光発電に関する固定価格買取制度(首相決定 2017 年 11 号)は、2019 年 6 月 30 日までの時限立法となっていた。太陽光発電に関する固定価格買取制度は継続の方向で検討され、2020 年 4 月 6 日に首相決定 13 号(Decision No. 13/2020/QĐ-TTg)に首相が署名し、同年 5 月 22 日に発効となり、同年 7 月 1 日～12 月 31 日に運転開始する太陽光発電設備からの電力買取価格が表 1.3-4 のように決定された。なお、2019 年 11 月、太陽光発電については、将来的に入札制度を取り入れていく意向が明らかにされている。

表 1.3-3 ベトナム FIT における買取価格

種別	買取価格
風力	陸上 VND1,928/kWh(\$0.085/kWh)
	洋上 VND2,223/kWh(\$0.098/kWh)
バイオマス	熱電併給: VND1,634/kWh(\$0.0703/kWh)
	熱電併給以外: VND1,968/kWh(\$0.0847/kWh)
廃棄物	生だし: VND2,114/kWh(\$0.1005/kWh)
	埋立場から回収した燃焼ガス: VND1,532/kWh(\$0.0728/kWh)
太陽光	VND2,086/kWh(\$0.0935/kWh) 2019 年 6 月末まで

(注) 付加価値税は除く。為替レート(VND/USD)の変動に応じて調整される。

(出所) 日本エネルギー経済研究所作成

表 1.3-4 2019 年 7 月 1 日～2020 年 12 月 31 日の太陽光発電 FIT 価格

Solar power technology	FIT	
	VND/kWh	US cent/kWh
Floating solar power system	1,783	7.69
Ground solar power project	1,644	7.09
Grid-connected solar power project in Ninh Thuan province	2,086	9.35
Rooftop solar power project	1,943	8.38

(出所 2020 年 4 月 6 日にベトナム首相決定 (Decision No. 13/2020/QĐ-TTg)より日本エネルギー経済研究所作成)

(2) ネットメータリング

太陽光発電に関する 2017 年の首相決定 11 号において、ネットメータリングの導入が規定された (Article 12.2)。住宅などで利用されるルーフトップ型では、自家消費分を除く余剰電力を売電できる。余剰電力は次回取引に繰り越され、年末もしくは電力購入契約 (power purchase agreement, PPA) 終了時に余剰分を FIT 価格で売電できる。

(3) 屋根置き太陽光発電発展推進計画

2019 年 7 月、MOIT は 2019 年から 2025 年までの屋根置き太陽光発電発展推進計画を承認した。これは 2025 年末までに全国で、設備容量 1,000 メガワット・ピーク (MWp) に相当する 10 万セットの屋根置き太陽光発電装置を設置し、運転することを目標に掲げており、計画は下記の 5 項目から構成される。

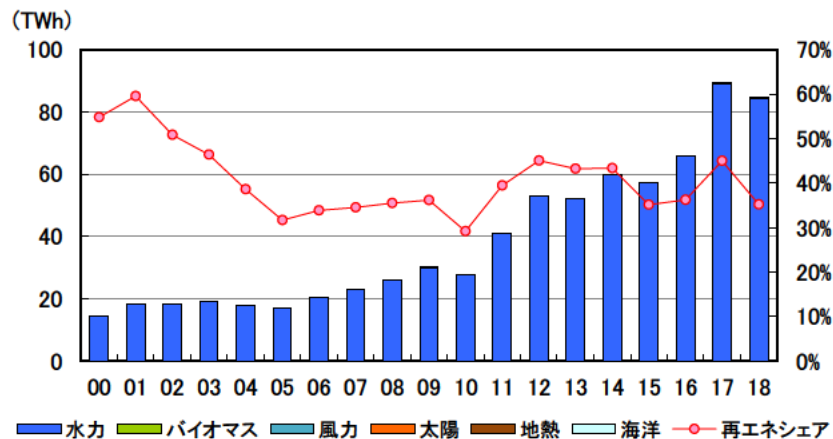
- 屋根置き太陽光発電を支援する規定や政策の策定
- 太陽光発電装置に関する基準や品質検査手順などの策定
- マーケティングや支援プログラムの実施
- 屋根置き太陽光発電認証の発給
- 屋根置き太陽光発電に関する情報システムと広報戦略の構築

【変動再生可能エネルギーの導入状況】

IEA のデータによれば、2018 年のベトナムの一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの比率は、19.4%である。その内、固体木質が 10.7%、水力が 8.7%を占める。固体木質はその殆どが伝統バイオマスである薪や木材である。固体木質バイオマスは 2017 年に比べ 6 割程度であり、2018 年はこれまでに比べ大きく減少した。

電源構成を見ると、2018 年の再生可能エネルギー (水力を含む) の比率は 35.2%と前年よりも減少した。この主な要因は、再生可能エネルギーの殆どを占める水力発電が前年に比べ 5%程度減少したためである。水力を除く再生可能エネルギーに関しては、バイオマス、風力、太陽光発電とも 2017 年に比べて増加した。

図 1.3-2 再生可能エネルギー電源構成および発電量に占める割合の推移



出所:IEA, World Energy Statistics and Balances 2020 より作成

【まとめ】

上述の通り、ベトナムでは最近急速に太陽光発電が普及しつつあり、また、洋上風力への取り組みもはじまってきている。また、草案段階ではあるが、PDP8 では 2045 年に向けてさらなる再生可能エネルギーの拡大が示されており、今後、一層の再生可能エネルギー普及が進むものと考えられる。我が国に対しては、大幅な変動再エネの普及に伴う系統安定化を図る技術や制度(系統への接続可能量算定、出力抑制指示等)への関心が高く、このような観点からベトナムのニーズに沿って、系統安定化を促すための俯瞰的な方策を見出し、関係を強化していくことが肝要と考える。

DR など需要側での動きも含めた電力市場における新たな市場創設への関心も高く、またこれらに関連して、スマートシティやスマートグリッドに関する制度や技術に関しても我が国の取り組みに対する関心も高い。

【研修の目的】

当研修は、上述したベトナムの課題解決に資する政策や事例及び技術を紹介し、ベトナム政策立案担当者やエネルギー関係者などとの議論を深め、両国間のより密接な関係構築や将来的にビジネス展開を促進することを目的として実施した。具体的には下記の項目に関し、講演やそれに基づく議論を行った。

- (1) 太陽光や風力などの再生可能エネルギーの普及状況や政策について、両国の状況を紹介し、他の研修参加者への情報提供を図るとともに、変動再エネ導入促進のための制度や支援策等について議論する。
- (2) 変動再エネの導入に伴い生じてくる系統の不安定性に関する制度設計や対策技術についての日本側からの紹介や、ベトナム側の系統運用の現状や今後の課題等を紹介し、系統安定化対策に関する協力分野を探る。
- (3) スマートシティやスマートグリッドに関する両国での取り組み状況や実際の事例等を紹介し、

本分野における両国間での一層の協力分野などについて意見交換する。

- (4) DR や VPP の現状や将来へ向けた検討状況などを共有し、ベトナム側の本分野における人材育成に対する我が国の貢献の可能性等について議論し、今後、進展が見込まれる本分野での協力分野を探る。

1.3.4. 招聘者

以下 3 機関計 18 名を招聘した。

表 1.3-5 招聘者一覧

	招聘国	所属機関		参加人数
1	ベトナム	Ministry of	Electricity and Renewable Energy Authority (EREA)	6
2		Industry and	Electricity Regulatory Agency of Vietnam (ERAV)	2
3		Trade (MOIT)	Sustainable Development and Energy Saving Department	3
4		Vietnam	Planning Department	2
5		Electricity	National Power Transmission (NPT)	1
6		(EVN)	Hanoi	2
7		HoChiMinh Power Company		2
		合計		18

1.3.5. 日程概要

表 1.3-6 日程概要

日程	実施内容
3/2 (火)	日本側からの講義(6 件) カントリーレポート(5 件)

1.3.6. プログラム概要

日本側からの講義：

- (1) 「日本での再生可能エネルギーの大量導入に向けた課題と解決策」
- (2) 「日本版コネクト&マネージの概要」
- (3) 「再エネの大量導入と高品質で信頼性の高い電力供給を可能にする TEPCO のマイクログリッド」
- (4) 「住友電工の VRE 向け T/D システム」
- (5) 「NEDO スマートコミュニティ実証プロジェクトの紹介」
- (6) 「日本における DR と VPP の現状と将来の展望」

カントリーレポート：

- (1) 「ベトナムの再生可能エネルギー開発」

- (2)「電力プロジェクト開発計画」
- (3)「ベトナムのスマートグリッド:現状と将来の展望」
- (4)「ベトナム中部における“ワンプラネットシティ・チャレンジ”プラットフォーム」
- (5)「ベトナムにおけるデマンドレスポンス(DR)と仮想発電所(VPP)」

1.3.7. 成果/展望

今回、研修では再エネ普及の制度関係、系統安定化の具体的な技術、DR/VPP に関する両国での取り組み状況などについて活発な議論が行われた。ベトナムにおいては、近年、特に太陽光発電の急速な普及が顕著であり、そのような状況を受けて、系統安定化に関するニーズが急速に高まってきていることを実感した。また、供給側だけでなく、需要側も含めたコントロールである DR や VPP への関心も高まってきている。

今回の研修ではベトナム側の参加人数は 18 人と、本年度の他の研修に比べると少人数であったが、EREA の円滑な会議運営もあり、活発な議論が展開され、今後の両国間での課題創出に向けて視野が広がり、実り多い研修となったと思う。

1.3.8. 講演要旨

セッション1: エネルギー全般及び再生可能エネルギーの概要

講義 1「日本での再生可能エネルギーの大量導入に向けた課題と解決策」

英題: Challenges and Solutions toward Massive Integration of Renewables in Japan

講演者: 経済産業省 資源エネルギー庁

【要旨】

本講義は、日本における電力市場の変遷、再エネ導入に関する課題や関連政策等の共有を通じて、タイにおける変動再エネ関連政策等への活用を目的としたものである。

講義では、日本における変動再エネをはじめとする再エネの導入目標と課題並びに導入推進施策、さらに水素社会実現のための取り組みや 2050 年カーボンニュートラル宣言等について説明が行われた。

カントリーレポート 1「ベトナムの再生可能エネルギー開発」

英題: Renewable Energy Development in Vietnam

講演者: Electricity and Renewable Energy Authority (EREA), MOIT

【要旨】

本報告は、ベトナムにおける再エネ政策を概説し、再エネ導入目標や導入の最新情報を、日本側及びベトナム側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、FIT や優先給電指令等の再エネ導入支援策や変動再エネの導入状況が説明され、再エネ普及に伴って発生してきている系統安定化等の課題やキャパシティー・ビルディングの重要性なども指摘された。

【質疑応答(セッション 1)】

セッション終了後、FIT/FIP 等の日本の再エネ政策や直接電力購入契約(DPPA)や今後のベトナムでの人材育成で有望なテーマ、そして洋上風力の取り組み状況等について質疑応答があった。

セッション 2: 電力事業の課題:グリッド安定化

講義2「日本版コネクト&マネージの概要」

英題: The General Overview of Japanese Connect & Manage

講演者: 電力広域的運営推進機関(OCCTO)

【要旨】

本講義は、系統の混雑状況によって送電を制御する「コネクト&マネージ」等について紹介し、変動再エネが急速に増加しつつあるベトナムにおいて、日本の考え方や制御方法への理解を深め、ベトナムにおける変動再エネ関連政策等への活用を目的としたものである。

講義では、電力事業における OCCTO の役割の概説に加え、「日本版コネクト&マネージ」に関して、主な手法や具体的な制御方法等について説明が行われた。

カンントリーレポート 2「電力プロジェクト開発計画」

英題: Power Projects Development Plan

講演者: Electricity of Vietnam (EVN)

【要旨】

本報告は、ベトナムにおける電力供給の現状や将来の目標など紹介し、特に変動再エネの導入目標や導入の最新情報を日本側及びベトナム側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、2020 年末のベトナムの電力構成や 2030 年に向けての変動再エネ導入目標などについて説明され、蓄電池や揚水発電などの調整力の必要性についても言及された。

講義 3「再エネの大量導入と高品質で信頼性の高い電力供給を可能にする TEPCO のマイクログリッド」

英題: TEPCO's Microgrid Enabling High-Penetration of Renewables and High-Quality/Reliability Electricity Supply

講演者: 東京電力パワーグリッド株式会社

【要旨】

本講義は、日本の離島でのマイクログリッドの実証を通して、マイクログリッドにおける変動再エネ拡大のための制御方法等について紹介し、ベトナムにおけるマイクログリッドでの変動再エネ導入拡大への活用を目的としたものである。

講義では、離島でのマイクログリッドの運用にあたっての、周波数制御や蓄電システム等によるエネルギー・マネジメント・システム(EMS)などに関する説明が行われた。

講義 4 「住友電工の VRE 向け T/D システム」

英題: Sumitomo Electric's T/D system for VRE

講演者: 住友電気工業株式会社

【要旨】

本講義は、日本の変動再エネ発電所における周波数や電圧の変動に対応したソリューションや直流海底ケーブル技術等の情報共有を通じて、ベトナムにおける変動再エネ導入拡大に伴い今後必要となる電力施策への活用を目的としたものである。

講義では、住友電工のベトナムでの FS 事業をはじめ、日本で蓄積した大規模風力発電所等における風車から系統接続までのトータルソリューション技術、直流海底ケーブル技術、大規模蓄電池等に関する説明が行われた。

【質疑応答(セッション 2)】

セッション終了後、蓄電池、マイクログリッドでの再エネ導入割合や電力価格、そして急速に再エネが普及してきているベトナムにおける系統安定化の課題や他国からの電力供給等について質疑応答があった。

セッション 3: スマートシティ

カントリーレポート 3「ベトナムのスマートグリッド:現状と将来の展望」

英題: Smart Grid in Viet Nam: Current Situation and Future Prospective

講演者: Electricity System Regulatory Agency of Vietnam (ERAV)

【要旨】

本報告は、ベトナムにおけるスマートグリッドプロジェクトへの取り組み状況等を紹介し、電力システムの効率的運用やスマートグリッド等の課題に関して、日本側及びベトナム側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、スマートグリッドプロジェクトの進捗状況、電力システムの信頼性示す各指標の改善状況、EVN の DR への取り組み等について説明され、無人変電所等の電力システムの効率的運用やスマートグリッド・モデルの導入、DSM/DR プログラムの実施などに関する展望が述べられた。

講義 5「NEDO スマートコミュニティ実証プロジェクトの紹介」

英題: Introduction of NEDO Smart Community Demonstration Projects

講演者: 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

【要旨】

本講義は、NEDO での世界各国におけるスマートコミュニティ実証プロジェクトの紹介を通して、今後のベトナムでのスマートグリッド等の取り組みへの活用を図っていくことを目的としたものである。

講義では、NEDO が世界各国の政府・地方自治体と共同で実施したスマートコミュニティ実証プロジェクトを通して、ヒートポンプ、蓄電池、HEMS 等の技術の活用方法や蓄電池と系統制御との連携等について説明が行われた。

カントリーレポート 4「ベトナム中部における“ワンプラネットシティ・チャレンジ”プラットフォーム」

英題: “One Planet City Challenge” Platform in Central Vietnam

講演者: Hue University

【要旨】

本報告は、WWF(世界自然保護基金)が ICLEI(持続可能性をめざす自治体協議会)と協力して実施しているエコシティの開発に向けた取り組みを紹介し、ベトナムでの取り組み状況について、日本側及びベトナム側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、「ワンプラネットシティ・チャレンジ」(OPCC)と称するエコシティの開発に向けたグローバルな取り組み状況の紹介やベトナムの都市における実施状況について説明があった。

【質疑応答(セッション 3)】

セッション終了後、OPCC に対する中央政府の関わり、100%再エネのマイクログリッド導入時における電力系統の制御方法、電力系統整備に関する計画立案等について質疑応答があった。

セッション 4: デマンドレスポンスとバーチャル・パワープラント

カントリーレポート 5「ベトナムにおけるデマンドレスポンス(DR)と仮想発電所(VPP)」

英題: Demand Response & Virtual Power Plant in Viet Nam

講演者: National Power Transmission, EVN

【要旨】

本報告は、ベトナムの DR に関する法的枠組みに加え、DR の取り組み現状や将来計画等を紹介し、日本側及びベトナム側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、DR に関連する主な法的枠組み、現在、取り組んでいる DR の内容と方法、将来的な DR の新たなアプローチ、VPP 政策・コンセプトについて説明があり、COVID-19 の影響についても言及があった。

講義 6「日本における DR と VPP の現状と将来の展望」

英題: Current Status and Future Prospective for DR & VPP in Japan

講演者: 早稲田大学 スマート社会技術融合研究機構

【要旨】

本講義は、早稲田大学の ACROSS(スマート社会技術融合研究機構)でのスマートグリッド、EMS、DR、VPP などに関する研究開発について紹介し、ベトナムにおける DR や VPP の今後の展開での活用を図っていくことを目的としたものである。

講義では、日本初の取り組みである通信規格の標準化、日本ですでに実用化の段階に入っている DR や VPP の取り組み、自由市場への移行に伴い創設された需給調整市場等での取引等について説明が行われた。

【質疑応答(セッション 4)】

セッション終了後、DR での電力取引の実施方法、COVID-19 の影響、自動化の状況、アグリゲーターの役割等について質疑応答があった。

セッション 5: 全体のまとめと将来の協力関係に向けた議論

モデレーター: 一般財団法人日本エネルギー経済研究所

ディスカッションでは、各講演の要点を総括し、今後の協力分野等について意見交換を行った。ベトナム側から、ベトナムが再エネ導入の初期段階において今後直面する課題に対する日本の経験を踏まえた助言や VPP 通信技術や新しい技術開発などが挙げられ、ワークショップの継続的な共催が望まれた。

1.4. 中南米(アルゼンチン、ブラジル、チリ) 水素・系統安定化研修

1.4.1. 日時・期間

2021/3/4(木)-2021/3/5(金)、2 日間

1.4.2. 主会場

現地側: 各自リモート参加

日本側: 日本エネルギー経済研究所 11 階会議室(ただし講師はリモート参加)

1.4.3. 背景と目的

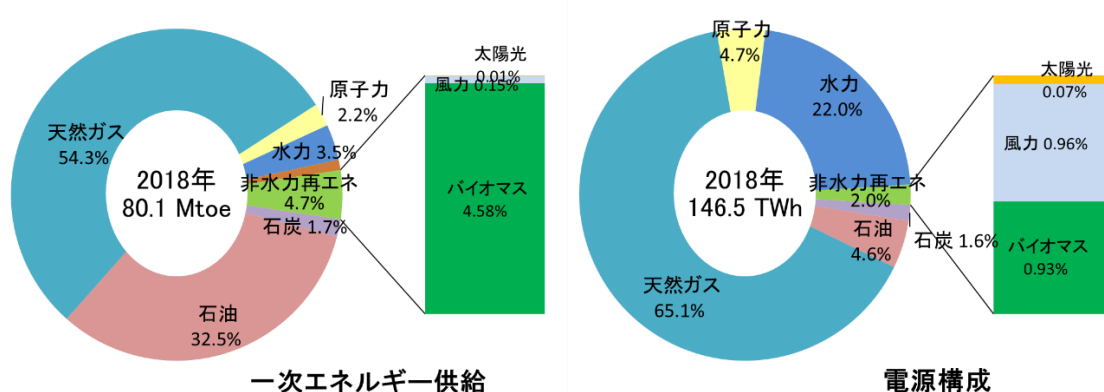
【一次エネルギー供給と電源構成】

アルゼンチン

アルゼンチンは国内に天然ガスや石油等の化石エネルギーが賦存しており、エネルギー自給率は 87.8%(2016)と国内資源に恵まれている。石油とガスの余剰分はブラジル、チリなどの周辺諸国に輸出されている。

2018 年の一次エネルギー供給量は 80.1Mtoe で、そのうち天然ガス 54.3%、石油 32.5%であった。また、電源構成では天然ガスが 65.1%と一番高く、次いで、水力発電が 22.0%占めており、水力を除く再生可能エネルギーは 2.0%と発展途上である。

図 1.4-1 アルゼンチンの一次エネルギー供給構成および電源構成(2018 年)

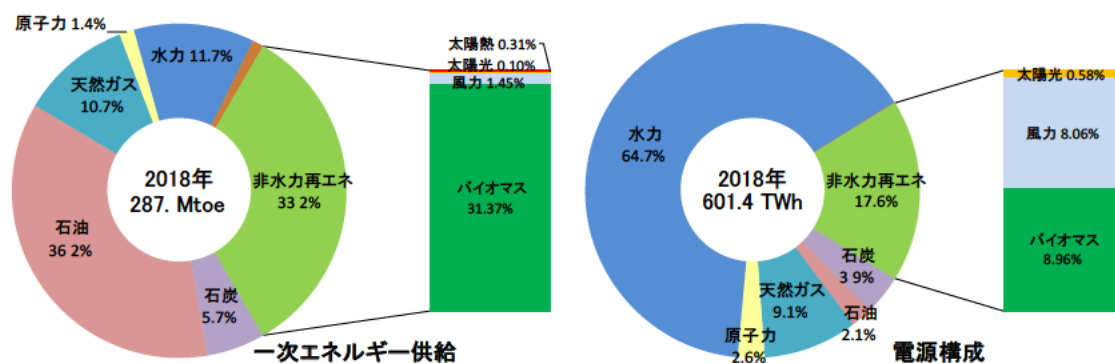


(出所) IEA, World Energy Statistics and Balances 2020 より作成

ブラジル

一次エネルギーに占める化石燃料の割合は約半分であり、再エネ(水力以外)の割合は石油とほぼ同等である。また、近年はバイオ燃料以外に発電分野での再エネ導入拡大にも力を入れている。ブラジルはすでに電力需要の 80%以上を、水力を中心とした再エネ(水力を含む)によって賄っており、ラテンアメリカ最大の再エネ市場である。2007 年以降は再エネの競争入札を通じて、風力、太陽光、バイオマスなどの非水力再エネ電源の導入を増やしており、今後もこの傾向は継続すると考えられる。

図 1.4-2 ブラジルの一次エネルギー供給構成および電源構成(2018 年)

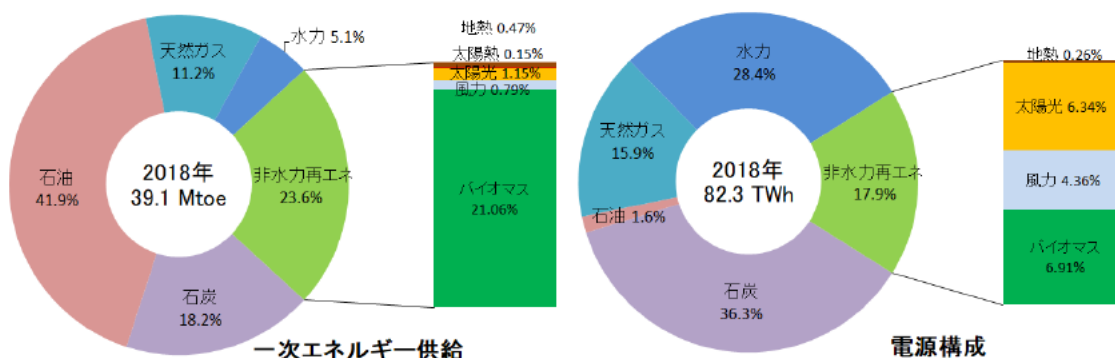


(出所) IEA, World Energy Statistics and Balances 2020 より作成

チリ

チリの一次エネルギーに占める再エネの割合は水力が 5.1%、非水力再エネは 23.6%でその大半はバイオマスである。また、電源構成では水力が 28.4%と依然として高い割合であるが、その他の再エネで太陽光や風力などが伸びてきている。

図 1.4-3 チリの一次エネルギー供給構成および電源構成(2018 年)



(出所) IEA, World Energy Statistics and Balances 2020 より作成

【エネルギー/電力政策】

アルゼンチン

アルゼンチンは、2001 年 12 月に経済危機に陥り対外債務不履行を起こし、2002 年にエネルギー法を制定した。これによりガスと電力の料金を凍結し、通貨切り下げによる末端価格への波及の最小限化を図った。また、原油、石油製品、ガスの輸出に大きな税を課し、国内のエネルギー価格上昇を抑え政府歳入を増やそうとした。この価格抑制政策の結果、民間エネルギー会社の投資意欲が減退し、アルゼンチンの原油、天然ガス生産量は減少を続けている。

2018 年 6 月、エネルギー省は Plataforma Escenarios Energéticos Argentina と共同で、エネルギー転換 2050 と呼ばれる政策を発表した。300 億ドルの PPP(Public Private Partnership)計画の環境で、エネルギー安全保障改善と投資を遅らせていたボトルネックを解消し、再生可能エネルギー

資源の活用を図るために、アルゼンチンは 3,000km の高圧送電線網の建設を計画している。

ブラジル

ブラジルは 1970 年代の第一次および第二次石油危機時、石油の 90%を輸入に依存していたため、政府の資源・エネルギー安全保障政策は、国内資源の開発促進によるエネルギー輸入への依存の軽減に焦点を当てる。そのため、国内の石油開発・生産を積極的に拡大し自給率 100%以上を維持し、政情不安定なボリビアからの天然ガスの輸入依存度を減らすこと、さらにバイオ燃料の利用拡大によって石油の消費量を抑えることが重要とされる。電力については、積極的な電源開発を行いながらも、降水量に左右される水力発電の比率を減らすことが肝要となる。

チリ

チリのエネルギー政策は、2004 年のアルゼンチンからのガス供給の途絶および 2010 年の大地震を契機に、2010 年のエネルギー省 (Ministerio de Energía) の創設に代表される大胆な行政機関および政策の見直しが行われた。

ミシェル・バチエレ (Michelle Bachelet) 大統領のもと、エネルギー省を中心に進められた 2015 年 12 月の「国家エネルギー政策 (National Energy Policy 2050, NEP 2050) は、世界で初めて市民との対話を経て策定された 2050 年までの長期的なエネルギー計画である。

NEP 2050 では次の 4 項目をエネルギー政策の重要な柱としている: 1) エネルギー供給の質と量の追求、2) 社会発展の原動力としてのエネルギー利用、3) 環境に優しいエネルギー利用、4) エネルギー効率およびエネルギー教育。

また、2018 年 5 月、Sebastián Piñera 大統領と Jiménez エネルギー大臣は 2022 年に向けてのエネルギー政策のロードマップ (Energy Road Map 2018-2022, ERM 2018-2022) を発表した。

チリには 4 系統の電力供給システムが存在する。2017 年に北部と中央のグリッドの接続が完了し、同国人口の 97%以上が電力にアクセス可能となるとともに、北部に集積する太陽光発電所で発電した電力の需要地である中央部へ送電することが可能となった。

【再生可能エネルギー政策】

アルゼンチン

アルゼンチンのエネルギー政策の基本方針は国内の原油、天然ガス生産を増加させて、石油製品や LNG の輸入を抑制することにより外貨流出を減少させ、純輸出国としての地位を確保することであり、再生可能エネルギーはその目的達成のための役割を担うことが期待されている。そのため、政府は 2015 年に再生可能エネルギー法 (Law 27.191) を制定し、再生可能エネルギーの導入拡大を図っている。なお、本法律が再生可能エネルギー源として認めているものは風力・太陽熱・太陽光・地熱・潮力・波力・海流・水力・バイオマス・埋立地ガス・プラント処理ガス・バイオガス・バイオ燃料・小規模水力(50MW 以下)である。

また、アルゼンチンの地方では非電化世帯が多く(120,000 世帯(2010))、地方の電化率向上のため再生可能エネルギーを利用するプログラム PERMER も展開している。

表 1.4-1 アルゼンチンにおける再生可能エネルギー政策の変遷

年	法令等	概要
1998	風力・太陽光エネルギー促進法 (Law 25.019)	風力・太陽光エネルギーの規制・促進
1999	地方電化推進プログラム (PERMER)	農村部の低所得者層にグリッドに頼らない電力の供給。～2012
2005	国家風力エネルギー戦略計画	3 年以内に合計約 300MW の風力発電設備の導入を計画するものであったが達成されず。
2006	再生エネルギー発電促進法 (Law 26.190)	風力・太陽光エネルギー法を拡大。 →10 年間で再エネ発電のシェアを 8%にする目標、FIT の導入。
2008	再生可能エネルギー生成プログラム (GENREN)	再エネにより発電された電力を対象とした入札を実施。15 年間の PPA によって電力を購入。
2015	再生可能エネルギー法 (Law 27.191)	Law 26.190 の改定版。 →再エネ発電のシェアを 2018 年までに 8%、2025 年までに 20%とする目標。
2015	PERMER- II	家庭、学校、生産活動への電力供給およびマイクログリッドの構築を中心に農村地域の電化促進。
2016	国際入札プログラム RenovAr	外国投資の呼び込みにより、2025 年までに再生エネ発電能力を 10GW に増加させる。
2017	分散型再生可能エネルギー発電の促進に関する法律 (Law 27.424)	余剰再エネ電力をグリッドに送ることが可能に。
2017	通達 Resolución 28	大規模電力消費者が再エネ電力供給者と直接、自由に再エネ電力の売買契約の締結が可能に。

(出所) 関連資料等より作成

<固定価格買取制度>

1999 年にアルゼンチンは太陽光・風力発電に関して固定価格買取制度を導入し、その後、2006 年に再エネを促進することにより雇用を創出し、国産エネルギーの使用により国力を高めることを目的として再生可能エネルギー発電促進法 (Law 26.190) 制定し、その中でその他のエネルギー源も追加した固定価格買取制度が規定された。(現在は、後述の再生可能エネルギー法 (Law 27.191) に基づく国際入札プログラム (RenovAr) へ移行)。

表 1.4-2 アルゼンチンの FIT 価格

エネルギー源	発電容量	買取期間	買取価格 (ペソ/kWh)
太陽光	制限なし	15 年間	0.9
風力	制限なし		0.015
地熱・潮力・バイオガス バイオマス・小水力	30MW 未満		0.015

(出所) 関連資料等より作成

<再生可能エネルギー法 (Law 27.191)>

2015 年に政府は再生可能エネルギー法を制定し、国内の再生可能エネルギー比率を 2018 年に 8%、2025 年にまでに 20%とする目標を設定した。本法律に基づき政府は FODER を設立し、該当する再生可能エネルギー発電事業者の支払い能力に対する政府保証やプロジェクトファイナンスを提供している。

また同法律では電力需要が 300kW 以上の中規模・大規模電力消費者に対して一定の割合で再エネから電力調達することを義務付けており、その量は 2018 年の 8%から 2025 年には 20%に引き上げられていくこととなっている。

ブラジル

ブラジルの国家エネルギー政策の基本原則を定めた 1997 年の法律 9478 において、再エネをエネルギー政策の柱に据えることが定められている。ブラジルの再エネ政策において重要な位置を占めてきたバイオ燃料については、国家バイオディーゼル生産利用プログラムのもとで、その利用量を義務付けている。一方、発電分野では、政府の主導による再エネ発電入札が実施されている。

表 1.4-3 ブラジルにおける再生可能エネルギー政策の変遷

年	法令等	概要
1993	法律 8723 号	ガソリンへのバイオエタノール混合の義務化
2002	代替エネルギー源振興計画	再エネ発電の買取制度(2012 年まで)
2004	法律 11097 号	ディーゼルへのバイオディーゼル混合の義務化
2007	再生可能エネルギー発電入札	再エネ発電の電力供給入札(2007 年以降)
2012	ネットメーティング法	小規模分散型発電設備に対する支援策の導入
2015	ProDG	分散型発電に対するインセンティブ・プログラム
2016	ネットメーティング改正法	制度の改善・強化
2017	法律 13576 号	ブラジルバイオ燃料政策(RenovaBio)
2019	RenovaBio	年毎の低炭素化目標の個別割り当て、温室効果ガス排出削減証書(CBio)の発行、LCA に基づくバイオ燃料生産認証

(出所)各法令等より作成

<再生可能エネルギー発電入札制度>

ブラジルでは 2004 年から電力市場は非規制市場(unregulated market or free market, ACL)と規制市場(regulated market, ACR)の二つの市場に分かれており、規制市場において競争入札制度が導入されている。

非規制市場における電力の取引量は全体の約 25～30%を占め、この市場で認められた需要家(設備容量 3MW 以上、グリッドとの接続 69kV 以上)は、入札を介さずに発電事業者や電力トレーダーと直接売電契約を結ぶことが可能である。また、再エネ発電を促進するため、非規制市場では需要負荷が 500kW 以上の「特別需要家」という枠が設けられており、これに該当する需要家は、再エネ発電事業者から直接購入することが認められている。なお、この市場での売電契約は一般的に 3～5 年間の短期契約であるため、再エネ事業者にとってこの市場は規制市場と比べ予測可能性が低く事業リスクが相対的に高いと言える。

一方、規制市場では、配電会社が長期契約のプール市場から電力を調達し、需要家へ電力を供給する。規制市場における電源開発は、国家電力庁(ANEEL)主催の集中調達プロセス(競争入札)によって決定される。具体的には、配電会社によって予測された負荷に基づき、一定期間の電力契約を発電事業者に競売するという方法をとる。再エネ発電プロジェクトも同規制市場におい

て政府主導の電力供給入札の一貫として取り扱われている。

＜バイオ燃料政策＞

ブラジルのバイオ燃料の中心的役割を担っているのは、サトウキビを原料とするバイオエタノールである。独自に開発したエタノール車の技術を保持し、広大な土地に恵まれているブラジルでは、エタノール燃料の拡大が再エネ政策の中心となっている。バイオエタノール、バイオディーゼルの混合率は下表の通りである。

表 1.4-4 バイオエタノール・バイオディーゼル混合率

適用開始	バイオエタノール	適用開始	バイオディーゼル
1993 年	22%	2008 年	2%
2002 年	20-25%	2009 年	4%
2011 年	18-25%	2014 年 7 月	6%
2013 年	25%	2014 年 11 月	7%
2015 年	27%	2017 年 3 月	8%
2016 年	27%	2018 年 3 月	10%
2017 年	27%	-	-
2018 年	27%	2019 年 9 月	11%
		2020 年 3 月	12%
		2021 年 3 月(予定)	13%
		2022 年 3 月(予定)	14%
		2023 年 3 月(予定)	15%

(出所)IRENA 資料、USDA 資料、RenovaBio ウェブサイトより作成

＜RenovaBio プログラム＞

ブラジル政府は、2015 年末の第 21 回気候変動枠組条約締約国会議(COP21)において国が提示した約束草案(INDC)の一環として、2016 年 12 月、RenovaBio プログラムを発表し、2017 年 12 月に法律 13576 号が成立し、2019 年 12 月より実施している。ブラジルの INDC は、バイオ燃料(バイオエタノール、第 2 世代バイオ燃料、バイオディーゼル)の利用を増やすことによって、エネルギーミックスに占めるバイオエネルギーの割合を 2030 年までに約 18%に引き上げる目標を掲げている。上記の目標を達成するために、RenovaBio プログラムはバイオ燃料部門の再活性化に向けた法的枠組みの作成、およびバイオ燃料の生産と利用におけるエネルギー効率の改善を目指すとしている。

具体的な方策として、政府(CNPE)による 10 年間以上の年毎の低炭素化目標、温室効果ガス排出削減証書(CBio)の発行、及び LCA に基づくバイオ燃料生産認証の 3 本柱が挙げられる。2019 年 6 月に運輸部門の炭素原単位を 2029 年までに 10.2%下げる目標が設定された(MME/CNPE 決定 15)。

チリ

太陽光・風力発電等の再エネ設備コストの大幅低減のトレンド、非常に恵まれた再エネ資源量ポテンシャルにより、チリでは再エネ電源は補助金なしで在来型電源と競合できており、補助金等に依存している他の多くの国々のモデルケースとなっている。

また、地熱発電のポテンシャルを 16 GW と見積もられており、2010 年より Mariposa を含めた 50 箇所を超えるエリアでの地熱開発が検討されている。

表 1.4-5 チリにおける主な再生可能エネルギー政策の変遷

年	概要
2004	再エネのグリッドアクセスの促進(法令 19940 号, “Short Law I”)
2005	入札制度導入(法令 20018 号, “Short Law II”)
2008	非在来型再生可能エネルギー法(Non-Conventional Renewable Energy Law, 法令 20257 号)制定。再エネ導入目標(2024 年 10%)、割当義務量の導入
2012	エネルギーセクターのための国家戦略(National Strategy for the Energy Sector 2012-30)制定。再エネ導入目標を 2024 年までに”最低”10%に引き上げ
	非在来型エネルギー電源開発プログラム(Non-Conventional Energy Development Program)導入
2013	非在来型再生可能エネルギー開発法(法令 20698 号, “Law 20/25”)の施行 再エネ導入目標を 2025 年までに 20%に引き上げ
2014	2014-2018 エネルギーアジェンダ(Energy Agenda for the period 2014-2018)を発表
2014	炭素税導入(法令 20780 号。CO ₂ , SO ₂ , NO _x , PM も対象)。2017 年より設備容量 50 MW 以上の火力発電(バイオマス発電は除く)に年間で 5 ドル/CO ₂ -t 課税
2015	国家エネルギー政策(National Energy Policy 2050)を発表
2018	エネルギーロードマップ 2018-2022(Energy Road Map 2018-2022)を発表

(出所) IRENA Renewable Energy Policy Brief Chile June 2015 より作成

<割当義務量>

チリは 2008 年に非在来型再生可能エネルギー法(Non-Conventional Renewable Energy Law)を制定し、同国初めての再エネ導入目標として、2024 年までに全発電量に占める再エネ電源の比率を 10%とする目標が定められた。同時に、再エネ電源からの電力利用に関する割当義務量(Quota Obligation)が導入され、初年度の 2014 年の再エネ電力の割当義務量を 5%/年とし、2024 年まで毎年 0.5%/年ずつ引き上げることが定められた。割当義務量は全ての電力に適用され、不履行時にはペナルティとして 32 ドル/MWh が課される(3 年間不履行が継続した場合、47 ドル/MWh に増額)。2013 年には Law 20/25(法令 20698 号)により割当義務量が引き上げられ、2013 年 7 月以降に締結される契約については、初年度(2013 年度)の割当義務量を 5%/年、その後、1.0%/年ずつ増加させ、2020 年に 12%、2024 年に 18%(2021 年以降は 1.5%/年ずつ増加)、2025 年に 20%(2024-2025 年以降の 1 年間は 2%/年増加)となった。

<入札制度>

チリでは 2006 年以降、民間投資の促進を目的とした再生可能エネルギーの競争入札が行われてきた。2017 年 11 月に実施された入札の最低落札価格は 25.4ドル/MWh と世界でも最も競争力のある価格の 1 つとなっている。なお、入札の実施主体は国家エネルギー委員会(Comisión

Nacional de Energía, CNE)であり、前述の法令 20805 号のもと、在来型・再エネ発電事業者は技術的に中立な競争入札に参加し、落札した発電事業者は配電会社との間で長期 PPA を締結する。なお、当初 2020 年 5 月末応札締切であった 2020 年度の入札は、2020 年 2 月に CNE より延期が発表されて、11 月に提案書の提出、12 月に落札者決定の見通しであったが、COVID-19 の影響により 2020 年 11 月に改めて延期された。

表 1.4-6 チリの入札制度概要

年	制度・法令	概要
2005	入札制度の導入 (法令 20018 号, “Short Law II”)	配電事業者に以下を義務付け; ・技術的に中立な入札を通じた電力調達 ・再エネ発電事業者との長期電力販売契約の締結
2013	非在来型再エネ開発法 (法令 20698 号, “Law 20/25”)	・再エネ割当義務量の達成が困難と予測される場合に競争入札(技術的に中立)の実施が可能となる ・10 年間の PPA 締結
2015	入札法 (法令 20805 号)	・時間別供給ブロックの導入 ・PPA の 20 年間への延長 ・重大事象・予期不能な法令・規制・物理的変化による価格調整メカニズムの導入 ・入札評価における平準化価格の導入

(出所) 関連法規等より作成

<太陽光に関する一連の支援策>

チリでは、有望な再エネ資源である太陽光発電の普及を促進するための各種支援策が導入されている。

表 1.4-7 太陽光発電の普及拡大のための支援策

年	概要
2000	再エネによる地方電化プログラム(Programme for Rural Electrification with Renewable Energy, CHI/00/G32) 導入
2008	地方・社会エネルギープログラム(Program for Rural and Social Energy, PERYS) 導入
2012	国家太陽光発電促進プラン 2012 (The 2012 national plan for PV pumping) 導入
2015	公共ビル向け屋根設置型太陽光発電支援制度(2014-2018 Energy Programme) 導入
2016	Solar Energy Programme 2016-25 導入
	小規模分散型発電システム支援制度 (Pequeños Medios de Generación Distribuida, PMGD)導入

(出所) 関連資料等より作成

【変動再生可能エネルギーの導入状況】

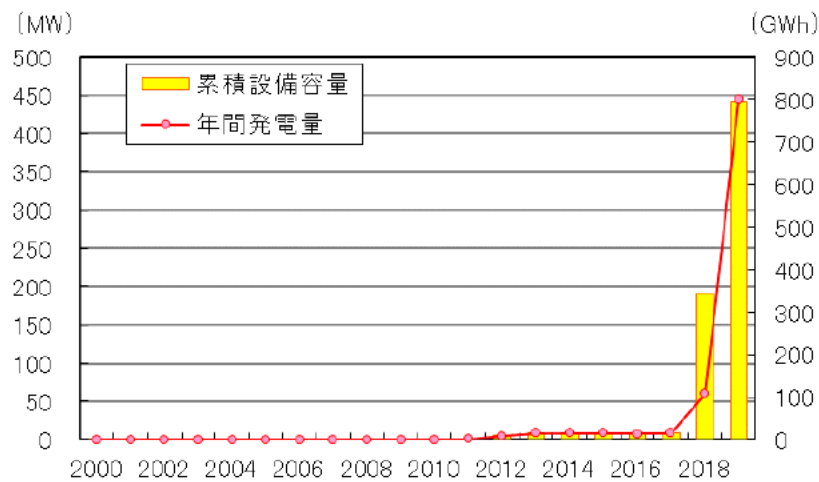
<太陽光>

アルゼンチン

アルゼンチンでは 2017 年までほとんど太陽光発電は導入されていなかったが、アルゼンチンにおける太陽光発電は 2016 年より開催されている国際入札プログラム RenovAr で落札されたプロジェクトが 2018 年より順次稼働を開始し、導入設備容量が大幅に増加してきている。Round 1~3 で

落札されたプロジェクトが順調に稼働開始すれば合計約 2GW となる。

図 1.4-4 太陽光発電の累積設備容量と年間発電量

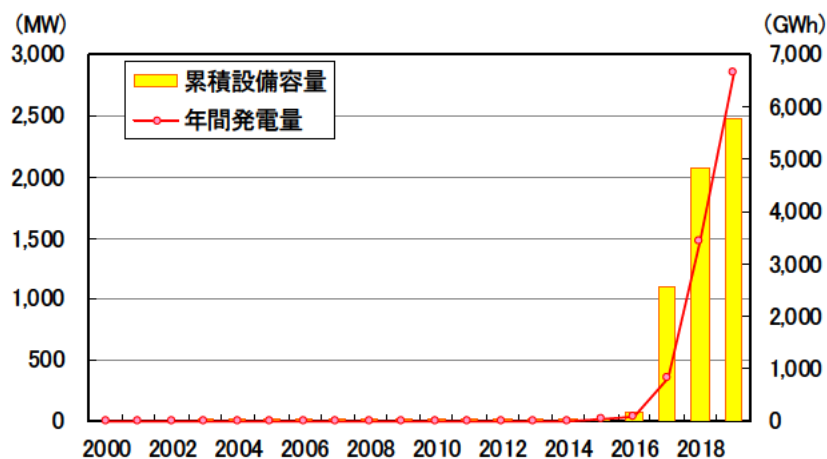


(出所)設備容量:IRENA, Renewable Energy Statistics 2020、発電量:IEA, World Energy Statistics and Balances 2020より作成

ブラジル

太陽光発電は、2014 年 6～7 月のサッカー・ワールドカップ開催に向けて数カ所のスタジアムに大規模太陽光発電設備が設置されたのを機に漸増したが、全般的に低い水準にとどまった。2017 年に経済が回復基調となり、同年末にエネルギー入札が再開されたことにより、導入量は 1,097MW と急増し、2019 年には 2,485MW とさらに倍増している。

図 1.4-5 太陽光発電設備容量の推移



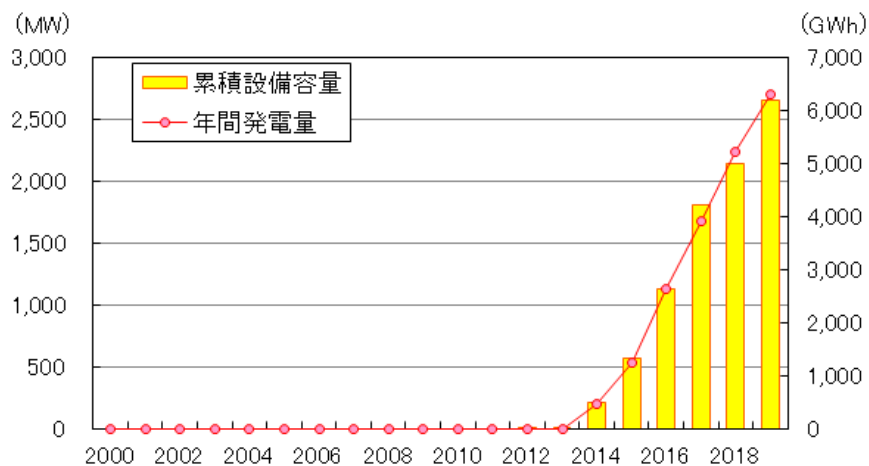
(出所)IEA, World Energy Statistics and Balances 2020、IRENA, Renewable Capacity Statistics 2020 より作成。

チリ

チリの 2019 年の PV の発電量は 6,304GWh(前年比 1.2 倍)、設備容量は 2,648MW(前年比 1.2

倍)となっている。

図 1.4-6 太陽光発電の設備容量と年間発電量の推移



(出所)IEA, World Energy Statistics and Balances 2020、IRENA, Renewable Energy Statistics 2020 より作成

NEP 2050 では、全ての電源構成のうち、2035 年までに 60%、2050 年までに少なくとも 70%を再エネとする方針であり、PV は 2050 年までに 20GW 超の発電設備容量の追加導入が想定されている。

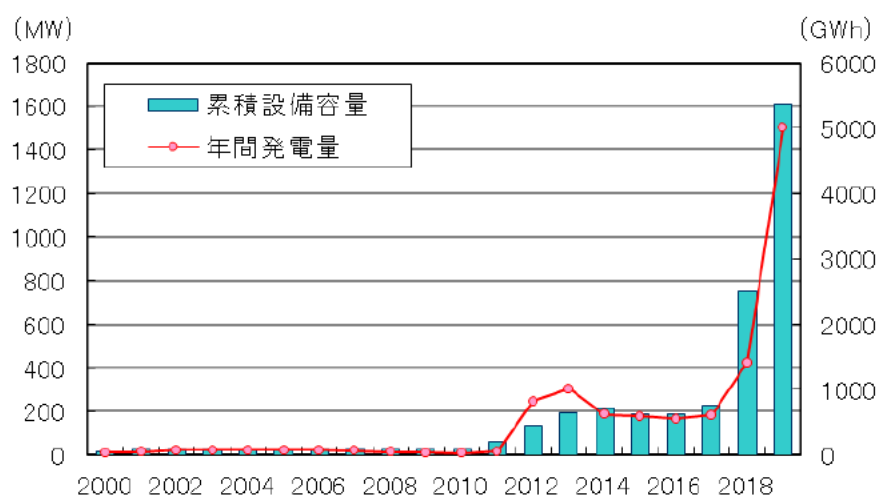
市場動向としては、主に北部 Atacama 砂漠において 100MW 以上の大規模 PV プラントが既に多数稼動している。

<風力>

アルゼンチン

アルゼンチンにおける風力発電の導入は 2012 年ごろから本格的に始まり、2018 年に大きく増加した。発電電力量は 2018 年が 1,413GWh、2019 年は 4,997GWh、発電設備容量は 2018 年が 750MW、2019 年は 1,609MW であった。

図 1.4-7 風力発電の累積設備容量と年間発電量



(出所)IRENA, Renewable Capacity Statistics 2020 より作成

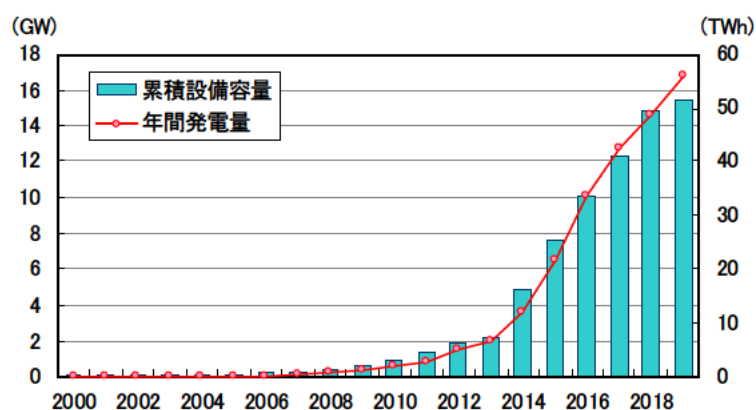
アルゼンチンにおける風力発電は2016年より開催されている国際入札プログラム RenovAr で落札されたプロジェクトが2018年より順次稼働を開始し、導入設備容量が大幅に増加してきている。これまでに落札されたプロジェクトが順調に稼働開始すれば合計約2.6GWの増加となる。

ブラジル

2020年2月、EPEは洋上風力発電に関する初めての報告書を発表した。それによると、水深50mの海域における風力発電のポテンシャルは700GWであり、現在ブラジルでは、6件(9,715 MW)のプロジェクトが環境ライセンスの決定を申請する段階にある。一方、港湾整備や法整備など洋上風力の導入にはまだハード、ソフト両面の課題が残る。

ブラジルの風力発電の2019年の設備容量は15,464MWで、2015年7,633MWから約倍増している。2018年時点で約85%が北東部の各州に位置している。

図 1.4-8 風力発電の設備容量および発電量推移



(出所)IEA, World Energy Statistics and Balances 2020、IRENA, Renewable Capacity Statistics 2020 より作成

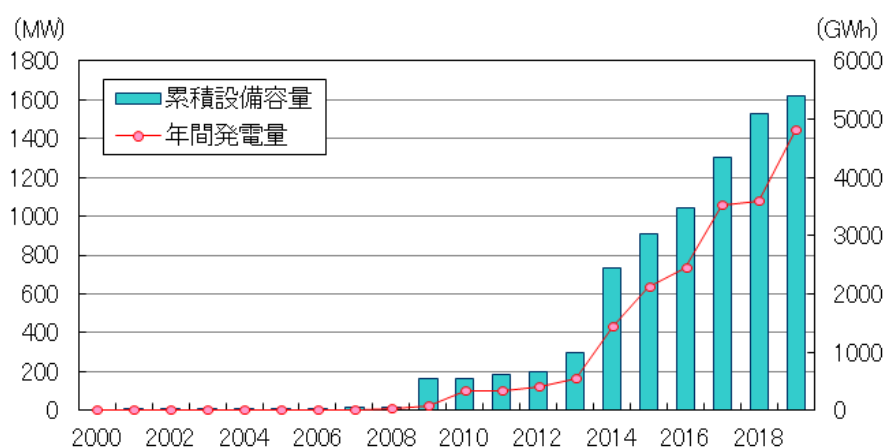
2020年に発表された「エネルギー拡大10年計画(PDE 2029)」の見通しによると、風力発電の

導入量は 2029 年には 40GW に増えるとされている。2020 年 10 月に発表された「国家エネルギー計画 2050」の見通しによると、2050 年には現在(16GW)の約 10 倍の 110～195GW に増える。導入量の増加に伴い、出力抑制の頻度も増えており、風力発電事業者が ANEEL に補償を求めるケースが数件あった。

チリ

チリにおける風力発電の導入は 2007 年から本格化し、導入済の発電設備容量は 2019 年には 1,620MW に達した(前年比 6.3%増)。同年の風力発電量は 4,809GWh であった(図 1.4-9)。

図 1.4-9 風力発電の設備容量と年間発電量の推移



(出所)IEA, World Energy Statistics and Balances 2020、IRENA, Renewable Energy Statistics 2020 より作成

NEP 2050 においては、2030 年までに 60%、2050 年までに少なくとも 70%まで再エネ比率を高めることを目標としており、風力については 2050 年までに 20GW 超の発電設備容量の導入が想定されている。

【水素に関する動向】

アルゼンチン

2020 年 10 月現在、具体的な導入計画や支援策は存在しないが、IRENA が 2019 年 9 月に発行した「The Future of Hydrogen」で同国はオーストラリア、チリ、中国と並び、水素エネルギーが好機を見いだせるとされている。

2005 年にアルゼンチン南部のサンタクルス州の Pico Truncado で 1995 年に建設された Jorge Romanutti 風力発電所の電力を利用した水素製造試験を開始し、水素に関する生産、研究、開発、普及を推進している。同地区は年間を通して風力エネルギーに恵まれている。また、同地区は 2012 年 Pico Truncado を「National Hydrogen Capital」として宣言し、国内の水素燃料促進をけん引することを目指していた。

2019 年 9 月に開催された「第 2 回水素閣僚会議」において日本とアルゼンチンは再生可能エネルギーによる水素製造、水素戦略ロードマップの整備、中・長期的なコスト低減の方策などについて

て、専門家間による情報交換、知見の共有などを推奨していくための協力覚書を締結している。

また、2020年7月には国営石油会社YPF傘下のY-TECと国立科学技術研究評議会CONICETが水素バリューチェーンを統合する企業間での共同ビジネスプラットフォームの構築を目指す水素経済開発コンソーシアム(H2ar)を立ち上げた。同団体によると今日の国内の水素製造量は年間約328千トンでそのうち97.7%が産業界での自家消費であり、発電用は0.3%であるとされている。

ブラジル

ブラジルは、国家水素戦略はまだ策定していないが、中南米で唯一の「国際水素・燃料電池パートナーシップ(IPHE)」のメンバーであり、早期から水素の研究を進めてきた。現在は、科学技術イノベーション省(MSTI)とブラジル水素協会(ABH2)が中心となり、MME、ANEEL、ブラジルエネルギー研究公社、学术界、産業界ブラジルのエネルギーミックスに水素を導入することについて議論を継続中である。ブラジルではバイオマス由来の水素の製造も検討されており、2018年に同国が主催した第22回世界水素エネルギー会議でも議題にしている。

現在、水素の実証実験が2件進行中である。いずれも2016年にANEELによって採択された。一つは水素を利用したエネルギー貯蔵設備、もう一つは太陽光と水力の大型ハイブリッド型発電所の調整を水素エネルギーの貯蔵システムを利用して行うものである。

また、2020年末に公表予定の長期エネルギー計画にもグリーン水素が含まれる。2020年7月には水素燃料に関する規制枠組みの策定に向けて公聴会の開催を開始している。リオデジャネイロ連邦大学の資産によると2050年にはブラジルの総エネルギー消費量の8%を賄うポテンシャルを有する。ドイツとは、バイオマスから水素を製造し、欧州に輸出する検討を進めており、水素を運搬するパイプラインなどのインフラ整備や船舶の開発なども今後の課題として指摘される。また、2021年2月中旬には、太陽光と風力を利用したグリーン水素製造設備(年間6億kgの製造能力を予定)を北東部のペセム港の近くに建設する事業について豪Energex EnergyとCeara州知事が覚書を締結している。

チリ

チリでは水素の導入実績はないが、NEP 2050では、2050年までに少なくとも65%の発電はGHG排出量の少ない燃料によりなされる必要があるとしており、それを実現する発電源の1つに水素を挙げている。2020年8月現在、具体的な導入計画や支援策は存在しないが、低GHG排出量かつ費用対効果の高い燃料源として水素の技術開発動向に着目している。また、同国における再エネ発電の高い競争力を踏まえ、日本や韓国といった水素輸入国向けの輸出の可能性を視野に、オーストラリア・ノルウェー・サウジアラビア・カタールと水素輸出市場での競合国になり得るとの見方もある。

水素関連の市場動向として、イタリアEnelは同社の40GWにのぼる再エネ開発スケジュールに沿い1年以内にグリーン水素の生産を目指すことを表明しており、その最有力候補地の一つとしてチリを挙げている。300-400MW規模の太陽光・風力発電と100MW規模の水電解槽の組み合わせにより生産されるグリーン水素は鉱山への供給が想定されている。

また、前述の通り 2020 年 10 月にフアン・カルロス・ジョベット・エネルギー相は、「2050 年までに水素や関連製品の輸出額で年 300 億ドル(約 3 兆 1000 億円)を目指す」と述べている。太陽光や風力発電で水から生成した水素を海外に輸出し、「日本の技術や金融に期待している」同国の水素経済の構築における日本勢の参画に期待を示している。

【まとめ】

以上の通り、ブラジル、チリ、アルゼンチンの 3 カ国は、豊富な再エネ資源を利用した水素のサプライチェーンを構築し、水素輸出国としての発展する大きなポテンシャルを有する。各国とも政府がグリーン水素の導入に積極的な姿勢を示しており、国際協力への期待も表明している。一方、わが国の水素普及にあたっては、自国での水素生産を検討するとともに、有望な海外各国との間で水素チェーンを検討していくことは極めて重要であり、水素輸出国として期待できる中南米諸国との連携を強化することは意義がある。

各国の再エネの導入状況にはばらつきが見られる。3 カ国とも水力発電が再エネ発電量に占める割合が多いが、干ばつによる電力供給の不安定化が課題である。また、ブラジルとチリは、化石燃料依存度を下げするために発電部門でも運輸部門でもバイオマスの導入を積極的に行ってきたが、食料生産との競合問題が依然としてある。風力発電や太陽光発電は今後積極的な導入が期待され、ヨーロッパを中心に外国企業の進出が活発になっている。チリは世界で最も競争力のある価格で国際入札が行われている市場の一つとして日本企業を含む世界中の企業が既に市場に参入しており、アルゼンチンも、2015 年の再生可能エネルギー法(Law27.191)に基づき国際入札プログラム(RenovAr)を導入している。

ブラジルでは、再エネを積極的に導入していく上で、送電網の不備が最大のボトルネックとなっており、送電インフラの整備と拡充は喫緊の課題である。特に、水力により生産された電力の需要地への輸送、干ばつによる地域的な電力供給逼迫を緩和するための電力融通、および風力などの変動電源導入拡大に伴う系統安定化対応などが求められており、送電システムの近代化およびスマートグリッドの導入の必要性が高くなっている。チリやアルゼンチンも急速に増加する再エネ発電のため送電網の整備が追い付いていないため、送電網の整備に対する投資の促進策も必要である。

したがって、日本は今後、これらの国の送電システムの更新・近代化に関する実証プロジェクトを官民パートナーシップ体制のもとで実施することに国際協力のニーズを見出せると考えられる。まずは再エネ導入状況や電力系統の状況を把握し、特に変動再エネの大量導入が及ぼす影響などについて相手国側の理解を促し、送電ロスを抑えながら大容量再エネ電力の送電を可能にする高電圧直流送電線(HVDC)技術や、デマンドレスポンスなどのスマートグリッド技術、大型蓄電池などのエネルギー貯蔵技術などに関して日本の技術を紹介し、我が国企業の進出等を検討していくことが考えられる。

【研修の目的】

当研修では、上述した水素や再エネ普及に関する中南米諸国の状況を踏まえ、水素と系統安定

化を2つのテーマとし、中南米各国の課題解決に資する政策や事例及び技術を紹介し、中南米政策立案担当者やエネルギー関係者などとの議論を深め、お互いのより密接な関係構築や将来的な水素サプライチェーンの構築や再エネ関係のビジネス展開を促進することを目的として実施した。具体的には下記の項目に関し、講演やそれに基づく議論を行った。

- (1) 水素に関する各国の政策動向や取り組み状況などを紹介し、他の研修参加者への情報提供を図る。
- (2) 水素サプライチェーンや需要側の水素技術などについて日本側から紹介を行い、将来的な水素サプライチェーンの可能性等について議論を行い、将来的な水素サプライチェーンへの展開を促進することを目指す。
- (3) 再生可能エネルギーの政策や普及動向などをお互いに紹介し、また、系統安定化に関する日本の取り組み状況を紹介することにより、中南米で変動再エネが一層普及した場合の課題等の認識を図り、将来的に我が国が有する系統安定化等の技術の中南米での展開を模索する。

1.4.4. 招聘者

以下 10 機関計 37 名を招聘した。(アルゼンチン:21、ブラジル:3、チリ:13)

表 1.4-8 招聘者一覧

	招聘国	所属機関	参加人数
1	アルゼンチン	経済省 (Ministerio de Economía)	14
2		駐日アルゼンチン大使館	7
		小計	21
3	ブラジル	Energy Research Company (EPE)	2
4		水素協会 (Brazilian Association of Hydrogen)	1
		小計	3
5	チリ	エネルギー省 (Ministry of Energy)	7
6		国家エネルギー委員会 (National Energy Commission)	2
7		水素協会 (Chilean Hydrogen Association)	1
8		独立系統運協機関 (ISO)	1
9		駐日チリ大使館	1
10		InvestChile	1
		小計	13
合計			37

1.4.5. 日程概要

表 1.4-9 日程概要

日程		実施内容
1 日目	3/4 (木)	日本側からの講義(5 件) カントリーレポート(3 件)
2 日目	3/5 (金)	日本側からの講義(2 件) カントリーレポート(3 件)

1.4.6. プログラム概要

日本側からの講義：

- (1) 「日本の水素戦略：新たな課題と展望」
- (2) 「液体水素の国際サプライチェーンと低炭素ガスタービン技術」
- (3) 「燃料アンモニアのバリューチェーン」
- (4) 「SPERA 水素による国際水素ネットワークの構築」
- (5) 「東芝の水素エネルギー事業」
- (6) 「日本における再生可能エネルギーと導入の状況」
- (7) 「日本におけるグリッド管理のトレンドと関連スキーム」

カントリーレポート：

- (1) 「アルゼンチンにおける水素開発の展望」
- (2) 「ブラジルの水素の動向」
- (3) 「チリの国家グリーン水素戦略」
- (4) 「チリのエネルギートレンド」
- (5) 「中央集中型発電：ブラジルのエネルギー10 年計画 2030-PDE2030」
- (6) 「アルゼンチンのエネルギー転換と再生可能エネルギーの役割」

1.4.7. 成果/展望

今回、研修では水素と系統安定化を 2 つのテーマとして取り上げた。特に水素に関しては、参加各国（特にアルゼンチン、チリ）の関心が高く、日本の状況や各企業の取り組みに関して、多くの質問が出た。アルゼンチン、チリは駐日大使館からの参加者（アルゼンチンは大使を含む）もあり、本研修への関心の高さがわかった。また、水素関係で参加した日本企業からも、「中南米各国の水素に関する取り組み状況などがわかり、有用であった」とのことであった。

水素に関する着目度は世界的に広がる「2050 年のネットゼロ」の流れを受けて、今後、一層高まるものと考えられ、将来的な水素サプライチェーン構築に向けた取り組みの一環として、本研修事業を活用して、継続的に情報交換等を行っていくことは意義が高いと思われる。

今回は中南米からの参加者は政府機関が多数を占めたが、今後は水素に関連する有力な企業等も含めた形で実施できれば、更に良いのではないかと思料する。

1.4.8. 講演要旨

1 日目 (3/4) 講義: 水素

セッション1: 水素一般

講義 1 「日本の水素戦略: 新たな課題と展望」

英題: Japan's Hydrogen Strategy: New Challenges and Prospects

講演者: 一般財団法人日本エネルギー経済研究所 (IEEJ)

【要旨】

本講義は、日本の水素戦略の動向を概説し、CO₂ フリー水素に対する最近の状況を紹介することにより、中南米の参加者が、水素に関する日本との将来的な関係構築等について検討することを目的としたものである。

講義では、「水素基本戦略」や「水素・燃料電池戦略技術開発戦略」などの政策的な動向に加え、CO₂ フリーの水素に対する海外との連携や国内でのモデル事業に関する取り組みなどを説明し、将来的な水素の目標価格についても言及した。

カントリーレポート1 「アルゼンチンにおける水素開発の展望」

英題: Hydrogen Development Perspectives in Argentina

講演者: Ministerio de Economía, Argentina

【要旨】

本報告は、アルゼンチンでのエネルギー供給の変遷を踏まえ、水素が注目されつつある状況を紹介し、水素開発の今後のステップなど、アルゼンチンにおける水素への取り組みについて、日本側及び中南米側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、アルゼンチンでの再エネ普及状況に基づいた水素開発ポテンシャル、グレー水素からグリーン水素に至る将来的なステップ等について説明され、短期的目標として、政府省庁間の協力促進、水素製造への民間部門の参入などについても言及された。

カントリーレポート2 「ブラジルの水素の動向」

英題: Hydrogen in Brazil

講演者: Brazilian Association of Hydrogen

【要旨】

本報告は、ブラジルでの水素ロードマップやグリーン水素製造の取り組み状況などを説明し、ブラジルにおける水素への取り組みについて、日本側及び中南米側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、ブラジルの水素ロードマップや世界最大規模のグリーン水素製造施設の紹介に加え、水素への投資状況やブラジル水素協会の水素プロジェクトマッピング等の取り組みが説明された。

カントリーレポート3 「チリの国家グリーン水素戦略」

英題: The National Green Hydrogen Strategy of Chile

講演者: Ministry of Energy, Chile

【要旨】

本報告は、チリでの膨大な再エネポテンシャルとそれを活用した安価な水素製造の可能性などについて説明し、チリにおける水素の可能性等について、日本側及び中南米側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、チリの 1,800GW 超に及ぶ再エネポテンシャル、それを基にした安価な水素製造の可能性、2030 年に至る水素への投資や価格目標などについて説明が行われ、水素関連の法整備・許可についても説明があった。

【セッション1 質疑応答】

セッション後、アルゼンチンの YPF(石油公社)の役割等について質疑応答が行われた。

セッション 2: 水素ネットワークと利用技術

講義 2 「液体水素の国際サプライチェーンと低炭素ガスタービン技術」

英題: International liquified hydrogen supply chain and Low carbon turbine technologies

講演者: 川崎重工業株式会社

【要旨】

本講義は、液化水素に関する川崎重工の取り組みに関して、液化水素運搬船による海外からの輸送や水素ガスタービンシステムの技術開発状況などの説明を行い、中南米との将来的な水素サプライチェーンの検討を目的としたものである。

講義では、豪州の褐炭から水素製造し、それを日本に運搬するプロジェクトの紹介や低 NOx 水素ガスタービンシステムの開発状況等について説明された。

講義 3 「燃料アンモニアのバリューチェーン」

英題: Fuel Ammonia Value Chain

講演者: 三菱商事株式会社

【要旨】

本講義は、三菱商事の燃料アンモニアのサプライチェーン構築に向けた取り組みの紹介を通し、中南米との将来的な水素サプライチェーンの検討を目的としたものである。

講義では、脱水素しなくてもアンモニアのまま直接使用できることなどのアンモニアの利点や石炭火力へのアンモニア混焼の検討状況、燃料アンモニア導入に係る官民協議会の発足などについて説明された。

講義 4 「SPERA 水素による国際水素ネットワークの構築」

英題: Building Global Hydrogen Network through SPERA Hydrogen (TBD)

講演者: 千代田化工建設株式会社

【要旨】

本講義は、千代田化工建設のメチルシクロヘキサン(MCH)(=「SPERA 水素」)による大容量の水素貯蔵・輸送に関する取り組みの紹介を通し、中南米との将来的な水素サプライチェーンの検討を目的としたものである。

講義では、常温・常圧の液体であり、安全性が高く、商業規模での利用が可能であるといった SPERA 水素の利点やブルネイとの国際水素サプライチェーン実証等について説明された。

講義 5 「東芝の水素エネルギー事業」

英題: TOSHIBA Hydrogen Energy Business

講演者: 東芝エネルギーシステムズ株式会社

【要旨】

本講義は、水素を「つくる」(Power-to-gas)、「ためる」(水素電力貯蔵)、「つかう」(燃料電池)の3分野での取り組みについて説明し、中南米における将来的な水素活用を目的としたものである。

講義では、純水素燃料電池システム、自立型水素エネルギー供給システム等の東芝エネルギーシステムズが取り組んでいる技術の紹介や、福島県での再エネ水素プロジェクトに取り組みについて説明された。

【セッション2 質疑応答】

セッション後、CCS に関する日本の取り組み、水素ネットワーク構築に関する中南米との取り組み状況、日本の水素関係技術の中南米での展開等について質疑応答や意見交換が行われた。に対する

2 日目 (3/5) 講義: 系統安定化

セッション 3: 再生可能エネルギーと電力グリッドの概要

講義 6 「日本における再生可能エネルギーと導入の状況」

英題: Status of renewable energy policies and deployment in Japan

講演者: 経済産業省(METI) 資源エネルギー庁

【要旨】

本講義は、日本における電力市場の変遷、再エネ導入に関する課題や関連政策等の共有を通じて、中南米における変動再エネ関連政策等への活用を目的としたものである。

講義では、日本における変動再エネをはじめとする再エネの導入目標と課題並びに導入推進施策、さらに 2050 年カーボンニュートラル宣言等について説明が行われた。

講義 7 「日本におけるグリッド管理のトレンドと関連スキーム」

英題: Grid management trends in Japan and relevant schemes

講演者: 日本エネルギー経済研究所(IEEJ)

【要旨】

本講義は、電力系統管理のスキームを市場ベースに転換しようとしている日本の動向や再エネ普及に対応した系統接続に関する取り組みについて説明し、中南米での今後の系統運用への活用を目的としたものである。

講義では、連系線の運用、系統接続での「電力フローの確率的評価」や「日本版コネクト&マネージ」の取り組みなどが説明された。

カントリーレポート4 「チリのエネルギートレンド」

英題: Energy Trends in Chile

講演者: Ministry of Energy, Chile

【要旨】

本報告は、チリにおけるエネルギー部門の特徴や 2050 年のカーボンニュートラルに向けた取り組み等を説明し、チリでの発電部門での脱炭素化や再エネ普及について日本側及び中南米側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、気候変動対策としての石炭火力発電所の閉鎖、エネルギー効率の改善、水素の導入等の取り組みや再エネ発電所の建設への投資などに関する説明が行われた。

カントリーレポート5 「中央集中型発電:ブラジルのエネルギー10年計画 2030-PDE2030」

英題: Centralized Power Generation: Brazilian Ten Year Energy Expansion Plan 2030-PDE 2030

講演者: Energy Research Company (EPE), Brazil

【要旨】

本報告は、ブラジルにおける電力システムの変遷や今後の再エネ発電への取り組みなどが紹介され、ブラジルの電力システムや再エネの状況について日本側及び中南米側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、ブラジルの電力システムの変遷や今後 10 年間の発電計画などが紹介され、再エネ拡大に伴う、ガス火力での補完等についても言及された。

カントリーレポート6 「アルゼンチンのエネルギー転換と再生可能エネルギーの役割」

英題: Energy Transitions in Argentina and the Role of Renewable Energy

講演者: Ministerio de Economia, Argentina

【要旨】

本報告は、アルゼンチンにおける電力構成や 2050 年に向けたエネルギーの長期ビジョンなどの説明を通し、アルゼンチンでのエネルギーの現状と将来について、日本側及び中南米側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、2020 年の電力構成、温室効果ガスの部門別排出状況、2050 年までのエネルギーの長期計画などが説明され、水素利用の検討についても言及された。

【セッション3 質疑応答】

セッション終了後、チリやアルゼンチンでの電力市場整備の状況や変動再エネ普及のための政策、日本におけるバイオエネルギーや海洋エネルギーの活用等について質疑応答が行われた。

セッション 4: 全体のまとめと議論

モデレーター: 日本エネルギー経済研究所 (IEEJ)

全体のまとめとして、変動再エネの系統統合における系統管理や電力市場の開設の重要性や、蓄電池や Power to Gas (水素など) の役割が指摘された。また、各国のエネルギー事情等を考慮した水素への取り組みが重要であることも述べられた。

また、中南米各国での再エネ普及を見据えた系統運用、水素チェーンに関する日本と中南米の連携、研究開発組織等について意見交換が行われた。

2.1. インドネシア変動再エネ系統統合、水素及び低炭素技術研修

2.1.1. 日時・期間

2021/1/12(火)-2021/1/13(水)、2日間

2.1.2. 主会場

現地側: Grand Savero Bogor (他にオンライン参加者も受入れ実施)

日本側: フクラシア八重洲

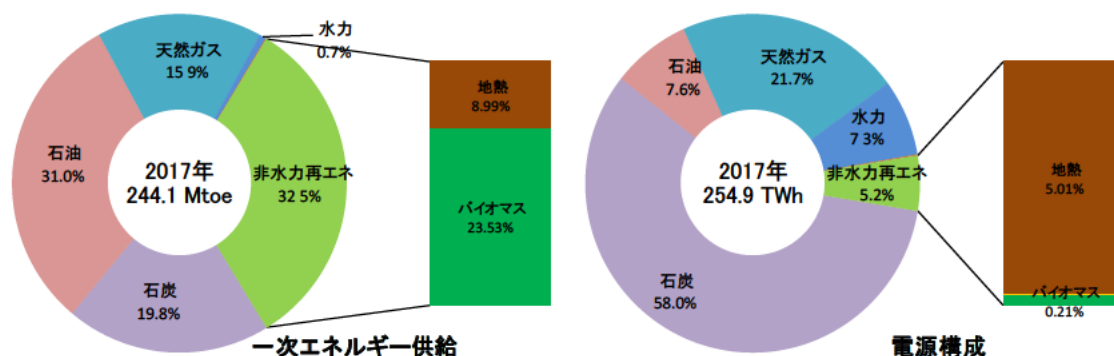
2.1.3. 背景と目的

【インドネシアの一次エネルギー供給と電源構成】

IEA の統計によると、2017 年インドネシアの一次エネルギー供給に占める非水力再生可能エネルギーの割合は 32.5%となっている。しかしこの内訳は、地熱を除けばその殆どが固体バイオマスである(図 2.1-1 参照)。この固体バイオマスのエネルギー利用形態の大半は農業廃棄物、薪、木材などの直接燃焼、いわゆる非商業用エネルギー消費であり、インドネシアエネルギー鉱物資源省(以下 MEMR)の分類によると再生可能エネルギーには含まれない。

一方、電源構成を見ると、石炭火力が 58.0%を占め構成比第 1 位となっている。第 2 位は豊富な国内資源を持つ天然ガスで 21.7%、第 3 位が石油で 7.6%を占める。再生可能エネルギーは計 12.5%で、水力発電(7.3%)と地熱発電(5.0%)が殆どを占めている。

図 2.1-1 インドネシアの 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース)(2017 年)



(出所) International Energy Agency (IEA), World Energy Statistics and Balances 2019 より作成

【インドネシアのエネルギー/電力政策】

インドネシアのエネルギー政策は、「国家エネルギー政策(NEP)」を基本方針としている。最新の NEP は 2014 年に国会で承認された NEP2014 である。NEP2014 の主な骨子は、①燃料と電力部門への補助金を段階的に廃止すること、②石炭と天然ガスの輸出量を減らし、国内の需要を優先させること、③原子力については、導入目標値を定めず最終的な選択肢として残し、再生可能エネルギー開発が限界に達した時に導入を検討すること、の 3 点に集約することができる。

NEP2014 の作成を担当する「国家エネルギー審議会 (DEWAN Energi Nasional (National Energy Council), DEN)」は、エネルギー構成の 2025 年中期目標および 2050 年長期目標を提示し、インドネシアのエネルギー資源に関する長期的かつ持続可能な供給確保を強く意識して今回の政策を打ち出した。

インドネシアの電力政策は 2009 年 9 月に施行された電力法 No.30/2009 に基づいて、MEMR 電力総局が電力分野の計画と規則を立案し、主として国営電力公社 (Perusahaan Listrik Negara (PLN)) が執行する。同電力法では、電力総局が全国レベルと地方レベルの双方について「国家電力総合計画 (Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional, RUKN)」を策定することを義務付けている。また、電力供給事業活動に関する政府規定 (No.14/2012) によると PLN は RUKN に沿って「電力供給事業計画 (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik, RUPTL)」を作成、実施する義務があると規定している。MEMR は 2019 年 8 月に最新の RUKN2019-2038 を発表した。一方、PLN は RUPTL2019-2028 (表 2.1-1 の目標値を参照) を公表している。

表 2.1-1 PLN の再生可能エネルギー開発計画 (RUPTL2019-2028)

POWER SUPPLY BUSINESS PLAN BY PT PLN (PERSERO) (RUPTL 2019 – 2028)

No	RE Power Plant	Kap.	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	Total
1	Geothermal	MW	190	151	147	455	245	415	2759	45	145	55	4,607
2	Large Hydro	MW	154	326	755	-	182	1484	3047	129	466	1467	8,009
3	Mini Hydro	MW	140	238	479	200	168	232	27	20	20	10	1,534
4	Solar PV	MWp	63	78	219	129	160	4	250	-	2	2	908
5	Wind	MW	-	-	30	360	260	50	150	-	-	5	855
6	Biomass/Municipal Waste	MW	12	139	60	357	50	103	19	5	15	35	794
7	Ocean	MW	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	7
8	BIOFUEL	Ribu KL	520	487	291	167	151	146	154	159	166	175	2,415
Total			560	933	1,697	1,501	1,065	2,287	6,251	199	648	1,574	16,714

Ministerial Decree of MEMR No. 39K/20/MEM/2019 on Ratification Power Supply Business Plan of PT PLN (Persero) 2019-2028

(出所) インドネシア エネルギー鉱物資源省資料より抜粋

【再生可能エネルギー政策】

前述した NEP2014 では、一次エネルギーに占める新・再生可能エネルギーの割合を 2025 年までに 23%、2050 年までに 31%に引き上げる目標が掲げられている。NEP2014 では目標の詳細が示されていなかったが、MEMR が 2015 年に作成した新・再生可能エネルギーロードマップでは、表 2.1-2 のように 2025 年までの再生可能エネルギー目標を示した。新・再生可能エネルギーの中では、バイオ燃料や廃棄物、地熱、水力の利用が最も重要な役割を果たすと期待されている。

表 2.1-2 新・再生可能エネルギー導入目標の詳細(2025 年)

新・再エネ技術	割合	一次エネルギー (MTOE)
地熱	7%	28
バイオ燃料	5%	20
都市ゴミ	5%	20
水力	3%	12
その他	3%	12
合計	23%	92

(出所) Ministry of Energy and Mineral Resources, Indonesia, “Roadmap for Accelerated Development of New and Renewable Energy 2015-2025,” Jakarta, May 2015 より作成

インドネシアではこれまで、再生可能エネルギー発電の促進策は、固定価格買取制度(FIT)を中心とし、他にも、法人税優遇政策や加速減価償却などの政策も実施されてきたが、2017 年に再エネ電力の買取に関する新たな規則(MEMR Regulation No. 12/2017、MEMR Regulation No.43/2017、MEMR Regulation No.50/2017)を相次いで打ち出し、再生可能エネルギー買取価格の決定方式が変更となった。新規則では、再生可能エネルギーの買取価格は各地域の PLN の平均発電コストを超えてはならないとしている。具体的には、再エネ発電コストが、PLN の発電コストの全国平均水準(7.39 セント/kWh)を上回る地域では、当該地域の発電コストの 100%または 85% (電源による)を再生可能エネルギー発電買取価格の上限とする。

新たな買取制度では、再生可能エネルギーの買取価格は PLN の平均発電コストに大きく影響される。ジャワバリなどの中心地域では電力の供給コストが 7 セント/kWh 未満に留まる一方、最も高いコストは 17.5 セント/kWh ほどになっている。そのため、ジャワバリ、スマトラなど安価な石炭発電が大量に導入されている地域では、再生可能エネルギーの買取価格は低い。

【地方電化】

2019 年末時点で、インドネシアトータルの電化率は約 98%に達しているが、地域毎にバラつきがある。電化率が低い地域は NTT 州(86%)、マルク州(92%)、パプア州(94%)、スルトラ州(94%)と東部に偏っている。そのほか多くの地域で未電化世帯が残っており、電化 100%を達成している州は、バリ州のみである。

MEMR は地方電化への民間投資を促進するために、2016 年 12 月に新たな規則(MEMR Regulation No.38/2016)を発表した。本規則は離島や僻地など、既存の送配電網のない村落に対し、PLN 以外の事業者も電力供給(発電と送配電)事業に参加できる仕組みを整備したものである。本規則に基づき、地方政府は一箇所 50MW 以下の電力供給事業を PLN 以外の事業者へ委託することが可能となった。但し、PLN が当該地域の電化を行う余裕がないと判断することが実施の条件とされている。本規則では再生可能エネルギーを活用した電力供給が推奨されている。地方では、ディーゼル発電の燃料費が高いため、ライフサイクルの総発電コストを比較すると、太陽光発電は比較的安価である。電力供給コストと電気料金との差額は政府予算で補填されるため、ディーゼル発電を太陽光発電で置き換えることは政府の補助金削減にも繋がる。しかしながら、地方電化

に早急に対応するために、予算制約から初期投資が安いディーゼル発電が選択されてしまうことが課題となっている。

【変動再生可能エネルギーの導入状況】

インドネシアの再生可能エネルギーは、これまで水力と地熱を柱として導入されてきた。最新の RUPTL 2019-2028（表 2.1-1）に示されている通り、2019 年からの 10 年間も地熱と水力を中心として開発して行く予定である。太陽光と風力は、それぞれ 908MW と 855MW 導入する計画が含まれているが、後述する MEMR の導入目標により遥かに低い計画値となっている。また、2019 年度の新エネ人材育成事業におけるインドネシア対象受入研修では、外資 IPP にとって、政策の不連続性や情報不足、原料・パーツ・労働力の 3 分野で 40%以上というローカルコンテンツ規制、土地の取得コスト等が投資に対する障害となっているという見解が示された。こうした政策上の問題点も、太陽光や風力発電の導入が進まない原因となっている模様である。

2018 年末に公表された MEMR の省令 (MEMR Regulation No. 49/2018) により、PLN の系統と接続した全ての消費者（一般世帯や政府官庁、さらに産業顧客）が、ルーフトップ太陽光発電を設置した場合、太陽光発電の余剰電力を PLN に売電することが可能になった。同省令では、送電網に接続したオングリッド発電の場合、顧客番号、パネルの規格などの必要事項を事前に PLN に申請することが義務化され、一方で PLN は申請から 15 日以内に許可を発行しなければならないことが定められた。売電の価格は PLN からの購入価格の 65%とされ、定期的に電気料金に反映される仕組みとなっている。

ただし、産業顧客の場合、ルーフトップ太陽光発電施設は自家発電設備とし、ルーフトップ太陽光発電施設に対して Parallel Operation 費用 が課されることになる。

PLN では、次項で述べる風力発電も同様であるが、十分な事前検討を欠いて変動再エネの系統接続を認め、系統の不安定化を招いているという懸念がある。

2018 年に南スラウェシ州の Sidrap 風力発電所が運転を開始（第 1 期:75MW）したが、不安定な発電量と予測との乖離等により、同州の電力系統に甚大な影響を与えている。昨年度のインドネシア対象の専門家派遣研修では、発電機毎の風速/風向データといった基本のデータの欠如や制御の欠如が指摘された。PLN も認識している出力予測と実際の出力との大幅な乖離は、この基本データの欠如にも基づいている。Sidrap ではさらに第 2 期工事(30MW)も進められている。また、同州の Tolo (Jeneponto) でも 2019 年 5 月に第 1 期 72MW の風力発電所が運開し、第 2 期工事も同規模の 72MW で準備が進んでいる。MEMR は、ジャワバリ、スマトラ、カリマンタン、スラウェシの各電力系統において、グリッドコード及びグリッド配分ルールの発行を行っているとしているが、この南スラウェシの事例で明らかになったように、変動再エネ導入時の電力品質確保に関する詳細規定が欠如している模様である。インドネシア初の変動再エネの大量導入の事例となった南スラウェシの対応が、今後のインドネシアにおける系統安定化対策の試金石となる。そこでは、系統安定化のための技術的な対策のみならず、安定化対策の費用負担のあり方 (PLN 負担なのか、発電事業者負担なのか) も含めたグリッドコードの見直しが検討課題となる。

【EV 導入促進策】

2019 年 8 月に、国産 EV の現地調達率について四輪以上の場合は 2021 年までに現地調達率を 35%以上とする大統領令 55 号が公布された。これに関連して、関係省庁は EV 導入を促進するための法案を準備しているものと見られている。

エネ鉦省としては、将来の EV 大量導入を見据えた電力計画、即ち、急速充電と普通充電の併用や、急速充電器の導入に伴う系統増強策、また、変動再エネ導入時のピークデマンド対策として、EV を活用する V2X 関連施策も必要となって来る。

【水素・燃料電池】

2018 年 8 月、東芝はインドネシアの技術評価応用庁 (BPPT) と、さらに 2019 年 10 月には PLN と、自立型水素エネルギーシステム「H2One™」の同国内への普及に向けた協業に合意した。また、同社は 2019 年 10 月には PLN と両者間の覚書によると、インドネシア国内における「H2One™」の普及に向けた技術・制度を検討し、2023 年までにインドネシアの島々への商用機導入を目指すとしている。

【まとめ】

インドネシアでは、エネルギーセキュリティ、CO2 排出抑制、並びにベースロード電源確保の観点から、再生可能エネルギーの導入は、これまで水力と地熱を中心に行われてきた。MEMR は、2025 年までに太陽光や風力といった変動再エネ電源もそれぞれ 6.4GW と 1.8GW と設備容量を増やす目標を立てているが、PLN の RUPTL2019-2028 では、それらを下回る計画となっている。これらの目標値/計画値は、太陽光や風力の発電価格が全世界的に低減している背景や、他の ASEAN 諸国の現状と比較しても、決して高いものとは言えない。また、変動再エネの大量導入の経験が乏しいインドネシアでは、変動再エネの導入とセットで、グリッドコードの見直し、系統の増強、及び系統安定化対策が必要となって来る。さらに言えば、今後の EV 大量導入も視野に入れた都市インフラやエネルギーインフラの将来像といったビジョンも必要となる。

また、これまで初期投資が比較的安価なディーゼル発電を中心に実施されてきた地方電化対策に関しても、インドネシア政府は、太陽光をはじめとする再生可能エネルギーにシフトしたい意向である。地方政府レベルでも、ライフサイクルコストで比較検討した上で導入技術を決定するという視点を取り入れた事業計画の立案が課題となる。

【研修の目的】

当研修は、上述したインドネシアの課題解決に資する政策や事例及び技術を紹介し、インドネシア政策立案担当者との議論を深めることを目的として実施するものとする。具体的には下記の項目に関し、講演やそれに基づく議論を行う。

- (1) 太陽光や風力といった世界の主流となっている再エネ電源の導入が進んでいないことが課題である。変動再エネ導入促進のための制度の見直しや支援策が必要であり、日本の政策や

支援策について情報共有を行う。

- (2) 変動再エネの導入に伴う系統安定化対策が不十分であることが課題である。系統安定化対策に関する知識の共有を行う。
- (3) 系統に負荷を与えない V2X 施策、あるいは系統増強施策が課題である。日本の V2X に関連した実証事業や技術に関する情報共有を行う。
- (4) 離島電化策としてディーゼル単体による電化がまだまだ主流であり、ライフサイクルコストの低減と地球温暖化ガス排出抑制の両方の観点から課題となっている。太陽光＋ディーゼルのハイブリッドシステムや太陽光＋蓄電池、また、水素発電システムへの置換を促進するための制度設計が必要であり、そのための情報共有を行う。
- (5) 一方、今回の研修を準備する中で、鉱物資源省側から、化石燃料による発電所における低炭素化技術に興味があり、日本における関連技術の紹介を行って欲しいという要望があった。その要望に従い、火力発電所における混焼技術についても情報共有を行うこととした。

2.1.4. 招聘者

以下インドネシア中央省庁等から計 45 名を招聘した。(日本側参加者及び、インドネシア側事務局を除く)

表 2.1-3 招聘者一覧

	招聘国	所属機関	参加数
1	インドネシア	エネルギー・鉱物資源省(MEMR) 電力総局、再エネ省エネ総局、R&D 庁、人材開発庁等	21
2		国家エネルギー審議会(DEN)	2
3		海洋漁業省(Ministry of Marine and Fisheries)	3
4		PLN	3
5		PT Indonesia Power	8
6		大学等研究機関	6
7		インドネシア電力協会(MKI)	1
8		インドネシア再エネ協会(METI)	1

2.1.5. 日程概要

表 2.1-4 日程概要

日程	実施内容
1 日目 1/12 (火)	日本側からの講義(3 件) カントリーレポート(2 件)
2 日目 1/13 (水)	日本側からの講義(10 件) カントリーレポート(2 件)

2.1.6. プログラム概要

日本側からの講義：

- (1)「日本における再生可能エネルギーの大規模統合に向けた課題と解決策」
- (2)「V2X のアクティビティの紹介」
- (3)「ニチコンの V2H 技術」
- (4)「水素エネルギーと持続可能なエネルギー社会の実現に向けた解決策」
- (5)「国際液化水素サプライチェーンと低炭素ガスタービン技術」
- (6)「アンモニアバリューチェーン」
- (7)「アンモニアを使用した発電所における CO2 削減技術」
- (8)「三菱パワー バイオマス混焼技術」
- (9)「日本版コネクト&マネージの概要」
- (10)「再エネ大規模導入のための電力系統安定化対策(Rooftop PV)」
- (11)「デジタルエネルギーグリッドをサポートする ICT テクノロジー」
- (12)「住友電工の VRE 用 T / D システム」
- (13)「再生可能エネルギー発電による離島マイクログリッドの安定化制御」

カントリーレポート：

- (1)インドネシアの再生可能エネルギー関連政策
- (2)インドネシアの再生可能エネルギー関連の電力政策
- (3)インドネシアの再生可能エネルギー開発計画
- (4)再生可能エネルギーミックスを改善するための混焼技術

2.1.7. 成果/展望

今回、研修で確認できたのは、インドネシア政府の方針が、大きく脱炭素化に向け舵を切ろうとしていることである。また、系統安定化に向け、各グリッドにおける系統安定化施策と共に、グリッド間の連携も検討し始めていることが確認できた。

石炭火力発電所等におけるアンモニア混焼やバイオマス混焼技術は、今後インドネシアで直ぐにでも取り入れることのできる技術として注目される。また、系統安定化技術や海底ケーブル技術においても、日本企業の技術が採用される可能性が高く、今回の研修をきっかけに、参加日本企業がより密にインドネシア政府や企業と対話を深めることが期待される。

また、国産 EV の普及並びに国内調達率を規定した 2019 年大統領令 55 号に基づいて、EV は元より、EV より台数が多い電動バイクの普及にむしろ焦点を当てた施策を検討していることも確認できた。

一方、インドネシア全体の電化率は向上しているものの、東部離島地域における電化対策は、今もなお大きな課題となっていることが確認された。この地域での水素を含む電化対策における日本-インドネシア間の協力も今後の課題である。

2.1.8. 講演要旨

1 日目 (1/12) 講義

講義 1「日本における再生可能エネルギーの大規模統合に向けた課題と解決策」

英題: Challenges and Solutions toward Massive Integration of Renewables in Japan

講演者: 経済産業省 資源エネルギー庁

【要旨】

本講義は、日本における電力市場の変遷、再エネ導入にまつわる課題や関連政策等の共有を通じて、インドネシアにおける変動再エネ関連政策等への活用を目的としたものである。

講義では、日本における変動再エネをはじめとする再エネの導入目標と課題並びに導入推進施策、さらに水素社会実現のための取り組みや 2050 年カーボンニュートラル宣言等について説明が行われた。

カントリーレポート 1「インドネシアの再生可能エネルギー関連政策」

英題: Renewable energy related policy in Indonesia

講演者: エネルギー・鉱物資源省 (MEMR) 再エネ省エネ総局

【要旨】

本報告は、インドネシアにおける再エネ政策、変動再エネ導入状況及びその課題等に関する最新情報を、日本側及びインドネシア側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、インドネシアにおける再エネ導入目標、導入の現状、並びに導入促進施策等に関する説明があった。

カントリーレポート 2「インドネシアの再生可能エネルギー関連の電力政策」

英題: Renewable energy related electricity policy in Indonesia

講演者: Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR)

【要旨】

本報告は、インドネシアの電力政策の現状とその課題に関する最新情報を、日本側及びインドネシア側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、インドネシアの電力政策の課題や電力インフラ整備の重点目標、COVID19 の影響による電力需要の落ち込みや投資の減少等に関する説明があった。

本講義後、COVID-19 の影響で減少した投資分野等に関する質疑応答があった。

講義 2「V2X のアクティビティの紹介」

英題: Introduction of Activities for V2X

講演者: 三菱自動車工業株式会社

【要旨】

本講義は、日本の EV 及び V2X 技術の共有を通じて、今後 EV 導入促進を図っていくインドネシアにおける EV 関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、三菱自動車の EV/PHEV 開発の歴史や、同社が実施している V2G 実証事業の内容に関する説明が行われた。

本講義後、急速充電器の系統に対する影響等に関する質疑応答があった。

講義 3「ニチコンの V2H 技術」

英題: Nichicon Vehicle to Home (V2H) Technology

講演者: ニチコン株式会社

【要旨】

本講義は、日本の V2H 関連技術の共有を通じて、インドネシアにおける EV 関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、ニチコンの家庭用 EV パワーステーション技術、並びに同ステーションをスタンドアロンで使用する場合と、オンラインでグリッドに接続した場合に享受できるメリットについての説明が行われた。

2 日目 (1/13) 講義

講義 4「水素エネルギーと持続可能なエネルギー社会の実現に向けた解決策」

英題: Hydrogen energy and solutions towards realization of sustainable energy society

講演者: 東芝エネルギーシステムズ株式会社

【要旨】

本講義は、水素エネルギー利活用のメリット、及び水素エネルギーシステム関連技術の共有を通じて、インドネシアにおける低炭素化や離島電化施策への活用を目的としたものである。

講義では、水素エネルギーの特徴、同社製品 H2One の特長、並びにインドネシアで行っている実証事業、さらに、福島で行っている Power to Gas 実証事業に関する説明があった。

講義 5「国際液化水素サプライチェーンと低炭素ガスタービン技術」

英題: International liquefied hydrogen supply chain and Low carbon gas turbine technologies

講演者: 川崎重工業株式会社

【要旨】

本講義は、日本の国際的な水素サプライチェーン構築計画や水素を活用した火力発電技術の共有を通じて、インドネシアにおける水素及び低炭素化関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、オーストラリアの褐炭及び CCS 技術を活用した CO2 フリー水素サプライチェーン構築の実証事業、並びに水素を混焼/専焼する水素ガスタービン技術に関する説明が行われた。

本講義後、水素を液化する際の費用等に関する質疑応答があった。

講義 6「アンモニアバリューチェーン」

英題: Fuel Ammonia Value Chain

講演者:三菱商事株式会社

【要旨】

本講義は、燃焼しても CO2 が発生しない水素キャリアとしてのアンモニアを活用するインドネシアの民間会社との共同事業の説明を通じて、インドネシア政府関係者レベルにおいても、アンモニアに着目した施策への活用を目的としたものである。

講義では、グリーンアンモニアやブルーアンモニアの位置づけや、三菱商事がインドネシアで出資しているアンモニア製造会社における、今後のブルーアンモニアサプライチェーン計画に関する説明が行われた。

本講義後、尼国との協力可能性等に関する質疑応答があった。

講義 7「アンモニアを使用した発電所における CO2 削減技術」

英題:CO2 reduction from power plant by using fuel ammonia

講演者:株式会社 IHI

【要旨】

本講義は、既存インフラを活用可能なアンモニアを利用した水素輸送とグリーンアンモニア混焼技術等の共有を通じて、インドネシアにおける水素関連施策や研究開発計画への活用を目的としたものである。

講義では、アンモニアを利用した水素輸送の利点、日本におけるアンモニア混焼技術を中心としたグリーンアンモニア関連技術開発の現状と今後の展望等に関する説明が行われた。

本講義後、インドネシアでの実証事業の可能性やアンモニアの混焼比率等に関する質疑応答があった。

講義 8「三菱パワーバイオマス混焼技術」

英題:Mitsubishi Power Biomass co-firing technologies

講演者:三菱パワー株式会社

【要旨】

本講義は、化石燃料発電所におけるバイオマス混焼技術の情報共有を通じて、インドネシアにおける低炭素化施策への活用を目的としたものである。

本講義では、様々な混焼比率やその他異なる条件下で経験を積み重ねてきた三菱パワーのバイオマス混焼技術やその導入事例等に関する説明が行われた

本講義後、混焼率の違いによる課題等に関する質疑応答があった。

カントリーレポート 3「インドネシアの再生可能エネルギー開発計画」

英題:Renewable Energy Development Plan in Indonesia

講演者:PT PLN

【要旨】

本報告は、MEMR が策定する国家電力総合計画(RUKN)の主たる実行主体であり、RUKN に基づき電力供給事業計画(RUPTL)を策定する国営電力会社 PLN の最新の再エネ導入計画とその課題を、日本側及びインドネシア側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、PLN の再エネ開発における 4 つの戦略、「グリーントランスフォーメーション」、PUPTL2021-2030 における重点再エネ導入計画や、課題について説明が行われた。

本報告後、RUKN と RUPTL における再エネ導入目標量の差異等に関する質疑応答があった。

カントリーレポート 4「再生可能エネルギーミックスを改善するための混焼技術」

英題:Cofiring Technology to Improve Renewable Energy Mix

講演者:PT Indonesia Power

【要旨】

本報告は、PLN の子会社である Indonesia Power が行っている混焼技術に関する実証事業、その目標や課題等を、日本側及びインドネシア側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、化石燃料の削減やそれによる CO2 削減、都市ごみの削減に寄与する混焼技術の 2025 年までの導入目標や課題等に関する説明が行われた。

本報告後、廃棄物発電等に関する質疑応答があった。

講義 9「日本版コネクト&マネージの概要」

英題:The general overview of Japanese Connect & Manage

講演者:電力広域的運営推進機関

【要旨】

本講義は、既存の電力系統設備の効率的利用を可能とする「日本版コネクト&マネージ」の上表共有を通じて、インドネシアにおける今後の電力施策への活用を目的としたものである。

講義では、電力潮流の確率的評価、N-1 電制、ノンファーム型接続等、「日本版コネクト&マネージ」の導入目的や効果等に関する説明が行われた。

講義 10「再エネ大規模導入のための電力系統安定化対策(Rooftop PV)」

英題:Power System Stabilization Measures for a Large-Scale Introduction of Renewable Energy(Rooftop PV)

講演者:東京電力パワーグリッド株式会社

【要旨】

本講義は、日本の送配電会社におけるルーフトップ太陽光発電の逆潮流対策の共有を通じて、インドネシアが初めて直面するルーフトップ太陽光買取時の逆潮流対策をはじめとする系統安定化対策への活用を目的としたものである。

講義では、東京電力パワーグリッドの太陽光発電受け入れ時の電圧上昇問題を解決するための機器や、電圧集中制御等に関する説明が行われた。

本講義後、東電パワーグリッドの逆潮流制御技術のインドネシアへの導入可能性等に関する質

疑応答があった。

講義 11「デジタルエネルギーグリッドをサポートする ICT テクノロジー」

英題: ICT Technology to support Digital Energy Grid

講演者: 三菱電機株式会社

【要旨】

本講義は、日本のスマートメーター通信システム(AMI)や蓄電池、並びに VPP 関連技術等に関する情報共有を通じて、インドネシアにおける変動再エネ導入拡大に伴い今後必要となる電力施策への活用を目的としたものである。

講義では、三菱電機の AMI や蓄電池を活用した系統運用ソリューションや、VPP の個々のリソースを監視制御可能なアプリケーション開発等に関する説明が行われた。

本講義後、AMI の活用範囲や送電ロスへの対応等に関する質疑応答があった。

講義 12「住友電工の VRE 用 T / D システム」

英題: Sumitomo Electric's T/D system for VRE

講演者: 住友電気工業株式会社

【要旨】

本講義は、日本の変動再エネ発電所における周波数や電圧の変動に対応したソリューションや直流海底ケーブル技術等の情報共有を通じて、インドネシアにおける変動再エネ導入拡大に伴い今後必要となる電力施策への活用を目的としたものである。

講義では、住友電工のインドネシアでの事業をはじめ、日本で蓄積した大規模風力発電所等における風車から系統接続までのトータルソリューション技術、直流海底ケーブル技術等に関する説明が行われた。

本講義後、インドネシアに海底ケーブルを導入した場合の費用等に関する質疑応答等があった。

講義 13「再生可能エネルギー発電による離島マイクログリッドの安定化制御」

英題: Stabilization Control at remote island microgrids by renewable energy power generation

講演者: 株式会社九電工

【要旨】

本講義は、インドネシア離島でのディーゼル発電への依存を削減することを目的とした、再エネを活用したマイクログリッドの事例紹介を通じて、インドネシアにおける未電化地域や離島における電化及び低炭素化施策への活用を目的としたものである。

講義では、九電工による再エネ電源、鉛蓄電池等を活用し、低炭素化及び安定稼働を実現した離島マイクログリッドに関する説明が行われた。

ディスカッション

モデレーター：一般財団法人日本エネルギー経済研究所

ディスカッションでは、2 日間に渡る講義や報告全体に関する質疑応答や、東部離島の電化や都市部でのスマートグリッドの導入等、今後、インドネシアが取り組むべき分野等に関する議論が行われた。

2.2. タイ系統化安定対策・スマートシティ研修

2.2.1. 日時・期間

2021/1/25(月)-2021/1/26(火)、2日間

2.2.2. 主会場

現地側:各自リモート参加

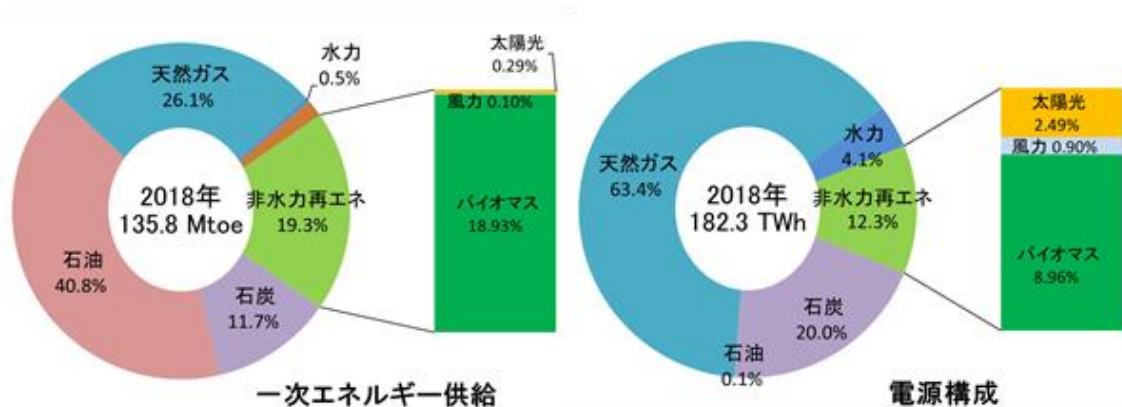
日本側:日本エネルギー経済研究所 11 階会議室(ただし講演者はリモート参加)

2.2.3. 背景と目的

【タイの一次エネルギー供給と電源構成】

IEA の統計による 2018 年における一次エネルギー供給構成と電源構成を図 2.2-1 に示す。一次エネルギーの 8 割弱を化石燃料の依存しており、また発電についても天然ガスをはじめとした化石燃料により 8 割以上の電力を作っている。再生可能エネルギーについては、一次エネルギーベースでは、そのほとんどがバイオマスである(18.9%)。電力分野においても太陽光発電などが伸びてきてはいるが、2018年時点では依然として、バイオマス(8.96%)と水力(4.1%)が再エネ発電の中心である。なお、環境面において GHG 排出量を 2030 年までに 20-25%減らすことを COP21 にて表明していることから、今後、再エネの拡大等により地球温暖化対策の強化を図っていく必要があると考えられる。

図 2.2-1 タイの 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース) (2018 年)



(出所)International Energy Agency (IEA), World Energy Statistics and Balances 2019 より作成

【タイのエネルギー/電力政策】

タイのエネルギー政策は、2015 年 6 月、タイのプラユット暫定政権が、2036 年に向けた政策方針や目標を定めた「タイ統合エネルギー計画(Thailand Integrated Energy Blueprint, TIEB)」が基本となる。TIEB は「電源開発計画 2015-2036(Power Development Plan 2015-2036, PDP2015)」、「代替エネルギー開発計画 2015-2036(Alternative Energy Development Plan 2015-2036,

AEDP2015)」、「エネルギー効率計画 2015-2036 (Energy Efficiency Plan 2015-2036, EEP2015)」、「石油計画 2015-2036 (Oil Plan 2015-2036)」、「ガス計画 2015-2036 (Gas Plan 2015-2036)」の 5 つの計画からなる。また、同年には「タイ国家スマートグリッド開発基本計画 (Thailand National Smart Grid Development Master Plan)」も発表されており、2036 年に向けて先進的なエネルギーマネジメント技術の活用による電力サービスの品質向上や低炭素化を目指す方針を示している。

タイの電力政策である「電源開発計画」(Power Development Plan, PDP)については見直しがなされ、2019 年 4 月に内閣にて PDP2018 として承認された。PDP 2018 では、2037 年に向けた電源開発計画が示されており、発電容量の目標は 77GW に設定された。この目標値は、その前の PDP2015 より 1 割程度引き上げられており、その背景には、国内景気の改善、経済のデジタル化、電気自動車の普及等が電力需要を押し上げる想定が存在する。また、PDP 2018 では、2037 年の電源構成比率に関し、石炭火力を 12% (PDP 2015 では 23%)、天然ガス火力を 53% (PDP 2015 では 37%)、再エネ 20%、外国の水力発電所からの電力購入 9%とする方針も掲げられている。なお、PDP 2018 では、PDP 2015 で計画されていた原子力の導入は撤回された。

【再生可能エネルギー政策】

タイでの再生可能エネルギー政策の変遷を`表 2.2-1 に示す。古くは 1994 年の小規模事業者からの電力買取に遡る。2012 年からは代替エネルギー開発計画 (Alternative Energy Development Plan: AEDP) が策定されるようになり、最新の AEDP2018 では`表 2.2-2 のとおり、太陽光 15,574MW、バイオマス 5,786MW、風力 2,989MW、大型水力 2,918MW、その他再エネが 2,091MW とされており、特に太陽光とバイオマス発電の大幅な拡大を図ろうとしていることが分かる。

表 2.2-1 タイにおける再生可能エネルギー政策の変遷

年	法令等	概要
1994	電力購入プログラム (SPP)	小規模、極小規模事業者からの電力買取
2002	電力購入プログラム (VSPP)	
2004	再生可能エネルギー開発戦略計画	2011年目標: 再エネシェア8% RPS導入
2007	Adder	SPP, VSPPからの買取価格に上乗せ RPS廃止
2012	AEDP 2012-2021	2021年目標: 再エネシェア25%
2013	FIT (太陽光)	Adderより移行
2014	FIT (VSPP)	
2015	AEDP2015	2036年目標: 再エネシェア30%
2017	SPP Hybrid-Firm VSPP Semi-Firm	発電事業者に所定の出力を要求

(出所) 各種資料より作成

表 2.2-2 AEDP2018 による再生可能エネルギー導入目標

Alternative Energy Development Plan 2018 - 2037

Electricity (MW)	AEDP2015		AEDP2018		Difference
	Target*	Existing	PDP2018	Sum Target	2018-2015
Solar	6,000	2,849	12,725	15,574	9,574
Biomass	5,570	2,290	3,496	5,786	216
Wind	3,002	1,504	1,485	2,989	-13
Biogas	600	382	546	928	328
Municipal Solid Waste	500	500	400	900	400
Industrial Waste	50	31	44	75	25
Small Hydro	376	188	-	188	-188
Large Hydro	2,906	2,918	-	2,918	12
Biogas (Energy Crop)	680		-	-	-680
Sum. (MW)	19,684	10,662	18,696	29,358	9,674
Electricity from AE (%)	20%	10%	20%	33%	13%

(出所)Energy Transition & Thailand Energy Policy, Ministry of Energy, Thailandより引用

タイでの最近の再生可能エネルギー発電の促進策は、固定価格買取制度(FIT) が中心であり、2013 年から、ルーフトップ型および、地方自治体もしくは農業組合所有の地上設置型太陽光設備が対象となり、翌年の制度改正により、地方自治体所有以外の地上設置型設備も対象となった。

ルーフトップ型については、表 2.2-3 の通り、設備容量に応じて買取価格が三段階に分かれ、買取期間は 25 年とされている。また、買い取りの対象となる設備容量の累計に上限が設定されており、家庭用(0-10kW)と非家庭用(10-1,000kW)各々につき 100MW とされた。

表 2.2-3 ルーフトップ型太陽光発電の買取価格

設備容量	買取価格（パーツ/kWh）		対象 設備容量	買取期間
	フェイズ1	フェイズ2		
0-10kW	6.96	6.85	100MW	25年
10-250kW	6.55	6.40	100MW	
250-1,000kW	6.16	6.01		

(出所)Energy Research Institute (2015) などより作成

公共機関もしくは農業・漁業組合所有地における地上設置型設備については、表 2.2-4 の通り 2013 年には稼働開始からの年数によって買取価格が低減される仕組みとなっていたが、翌年の制度改正で買取期間中(25 年)一律で 5.66 バーツ/kWh とされた。また、設備容量の上限は 1 件あたり 5MW とされ、設備利用率 16%の発電量までが買取対象とされた。

表 2.2-4 地上設置型太陽光発電の買取価格

	稼働期間	買取価格（バーツ/kWh）		対象 設備容量	買取期間
		2013年	2014年以降		
地上設置型（≤ 90MW）		(Adder) 6.50	5.66	2,800MW	25年
地上設置型* （公共機関もしくは農業・漁業組合所有地）	1-3年	9.75		800MW	
	4-10年	6.50			
	11-25年	4.50			

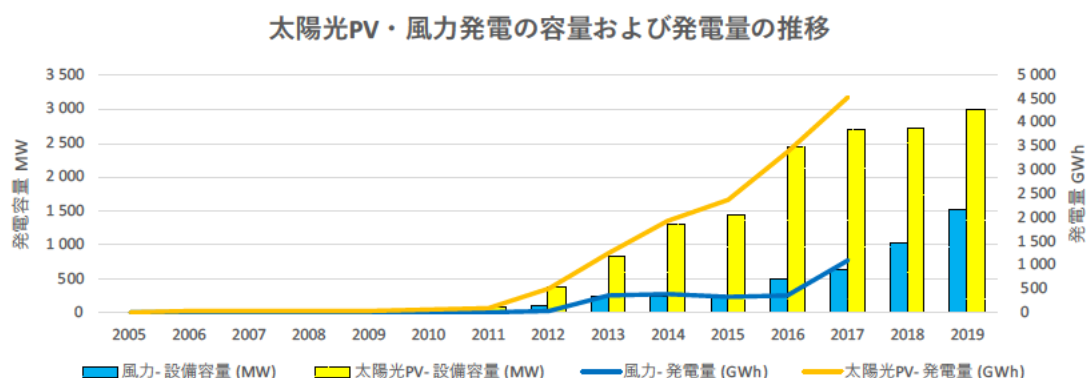
* 2013年は1MW以下、2014年以降は5MW以下

(出所) Energy Research Institute (2015) などより作成

【変動再生可能エネルギーの導入状況】

タイは日射量が比較的多い(平均 1,825kWh/m²/year: (参考)ドイツは 1,055kWh/m²/year)こと等により変動再エネの中でも PV の導入容量が最も多い。2011 年の FIT 導入を契機に急速に普及し、2019 年末時点で約 3GW に達している。図 2.2-2 に示す通り 2016 年以降は設備容量の伸びが鈍化しているが、この背景は、PV 導入促進につき様々な制度見直しを実施しているものの、売電したい発電者側と、不安定電源の受入を好まない送配電者側との間で生じるコンフリクトなどに起因するものと考えられる。

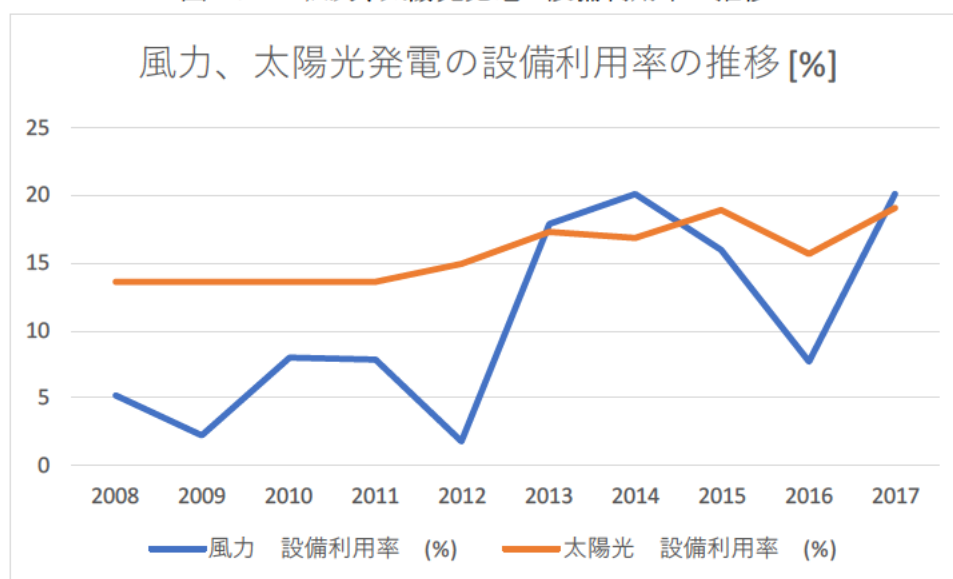
図 2.2-2 変動再エネ設備容量および発電量の推移



出所: IRENA ウェブサイトの Statistics Query Tool より独自に作成

図 2.2-3 に 2018 年度以降の太陽光と風力の設備利用率を示す。わが国では太陽光及び風力の設備利用率はそれぞれ 13%、20%程度であるのに対し、タイでは風力の設備利用率は悪く、かつ不安定であり、それに対し太陽光は最近の 2012 年以降は 15%以上で安定して推移しており、タイは PV により適した国であると言える。ルーフトップ式や浮体式(ダム水面)など更なる PV 拡大のポテンシャルはあり、政府は実現に向けた制度設計や投資促進策につき検討中である。同時に、変動再エネ増加による系統の不安定化が顕在化しており、スマートグリッド/シティに関する技術の研究開発・実証が行われている。

図 2.2-3 風力、太陽光発電の設備利用率の推移



出所:IRENA ウェブサイトの Statistics Query Tool より作成

【スマートシティ】

タイでのスマートシティの概要に関しては、2019 年 8 月に JETRO バンコク事務所がまとめた、地域・分析レポート「スマートシティ開発の要件・恩典が明確に」が良くまとまっている。以下の、当該レポートでのポイントを列挙する。

- タイのスマートシティ開発は、同国の産業高度化政策である「タイランド 4.0」に位置付けられる。副首相が委員長を務めるスマートシティ委員会の下で、計画が進められ、2018 年以降に本格化した。同年 1 月にはスマートシティ基本計画およびその目標が合意され、具体的な恩典・施策が整備されている。
- タイのスマートシティ開発構想は、2017 年 10 月の「国家スマートシティ委員会の設立にかかる首相府令 No.267/2560」を機に立ち上がった。同令により、首相が委員長を務める国家スマートシティ委員会が設立されるとともに、運輸省、デジタル経済社会省(MDES)、エネルギー省が共同事務局を務めることが規定された。特にデジタル分野では、MDES 傘下のソフトウェア産業振興公社(SIPA)をデジタル経済振興公社(Digital Economy Promotion Agency: DEPA)に改組するなど、スマートシティ開発を行う枠組みが整備された。
- スマートシティ計画の都市選定に当たっては、当初はタイランド 4.0 構想の下で、タイ南部・ブーケット、北部・チェンマイ、東北部・コンケーの 3 都市において整備することとしていた。しかし、2017 年 11 月には、プラジン副首相(当時)が今後 20 年間で 100 のスマートシティを整備することを表明し、3 都市に加え、バンコク都、東部経済回廊(EEC)地域 3 県(チャチュンサオ、チョンブリ、ラヨーン)を加えた 7 県・10 都市が振興地域として選定された。スマートシティ委員会の第 1 回会合では、既存の 10 都市に加え、2020 年までにさらに 24 県・30 都市を認定し、2022 年までに全 76 都県に 100 のスマートシティを整備することが定められた。

以下に、スマートシティに関連する主な制度を整理する。

➤ Thailand Smart Grid Development Master Plan (2015-2036)

プロシューマー出現による電力の流れの変化や電力システムの信頼性と品質の課題がある状況において、分散化電源・EV開発・地域間を跨ぐ電力供給などグローバルなエネルギー変化に対応する電力システムの向上を目的とし、2015年に策定。準備期間(2015-16)、短期計画(2017-21)、中期計画(2022-31)、長期計画(2032-36)より構成される。政府が策定した National Economics and Social Plan、Energy Efficiency Plan、PDP、AEDP および地域の政策とも連携・調整する。

➤ Thailand Smart Action Plan (2017-2021)

Demand Response および Energy Management System の導入による 350MW のピークカット、変動再エネの予測技術の導入、3-5 か所のマイクログリッドとエネルギー貯蔵設備設置につき、研究開発および実証を行う計画。規制除外の特例地域を設け(Sand Box)、次世代メータリング設備(Advanced Metering Infrastructure:AMI)やマイクログリッドを開発する。

➤ Thailand Smart City Development Plan

タイ国内全都市(76 自治体およびバンコク)にスマートシティを導入することを目的に 2017 年に策定。チェンマイ、コンケン、バンコク、プーケット含む 7 都市で 10 の実証(2018-2019)、24 都市以上で 30 以上の実証(2019-20)を行い、2036 年にスマートシティにおいて世界で上位 10 位以内に入ることが最終目標とする。

【まとめ】

上述の通り、タイ政府は再エネ開発を拡大する方針であり、太陽光発電などの不安定電源の拡大に応じて、系統安定化を図っていく必要がある。また、バンコク・プーケット等でのスマートシティの普及も重点施策のひとつと設定し、DR や V2X、さらには VPP 等の技術を特定地域に導入することにより、マイクログリッド内での変動再エネの統合を実現しようとしている。

このような背景を踏まえ、昨年度は変動再エネ(VRE)の拡大・グリッドインテグレーション、分散型再エネ(VPP)の拡大、スマートシティの三つのテーマで招聘研修を行い、参加者からは高い評価を得て、日本の最新の状況を踏まえた継続的な情報交換を望む声が寄せられた。

そこで、今年度の研修では昨年度のテーマを深化させ、電力取引のための VPP 等の関連技術・制度設計や家電/V2H 通信規格の標準化なども織り込んだ形で研修を実施した。

これらの取り組みを通し、適正な制度設計や規格の下に、タイでの電力取引やスマートコミュニティの事業化が進展し、我が国の関係する技術の普及に資するものとなることを目指した。

【研修の目的】

当研修は、上述したタイの課題解決に資する政策や事例及び技術を紹介し、タイ政策立案担当者やエネルギー関係者などとの議論を深め、両国間のより密接な関係構築や将来的にビジネス展開を促進することを目的として実施した。具体的には下記の項目に関し、講演やそれに基づく議論を行った。

- (1) 太陽光や風力などの再生可能エネルギーの普及状況や政策について、両国の状況を紹介し、他の研修参加者への情報提供を図るとともに、変動再エネ導入促進のための制度や支援策等について議論する。
- (2) 変動再エネの導入に伴い生じてくる系統の不安定性に関する対策技術についての紹介や、タイ側の系統運用の現状や今後の課題等を紹介し、系統安定化対策に関する協力分野を探る。
- (3) タイでの展開が活発なスマートシティに関して、両国での展開方策や具体的な事例紹介などを行い、本分野における両国間での一層の協力分野などについて意見交換する。
- (4) タイでのエネルギー政策の一つの柱である Digital 分野に注目し、IoT を活用したエネルギー制御などの分野における取り組みを互いに紹介し、この分野での技術共有を図る。

2.2.4. 招聘者

以下 11 機関計 50 名を招聘した。

表 2.2-5 招聘者一覧

	招聘国	所属機関	参加人数
1	タイ	EGTA	24
2		PEA	7
3		DEDE	5
4		DEPA	2
5		National Energy Technology Center	2
6		Yasothon Provincial Energy Office	2
7		Provincial Energy Office of Chiang Mai	1
8		Provincial Energy Office of Ubonratchathani	1
9		Naresuan University	1
10		AltoTech, Co. Ltd.	1
11		CMRU	4
		合計	50

2.2.5. 日程概要

表 2.2-6 日程概要

日程	実施内容
1 日目 1/26 (火)	日本側からの講義(3 件) カントリーレポート(3 件)
2 日目 1/27 (水)	日本側からの講義(4 件) カントリーレポート(3 件)

2.2.6. プログラム概要

日本側からの講義：

- (1)「日本における再生可能エネルギーの大規模統合に向けた課題と解決策」
- (2)「住友電工の VRE 用 T / D システム」
- (3)「再エネの大量導入と高品質で信頼性の高い電力供給を可能にする TEPCO のマイクログリッド」
- (4)「NEDO のスマートコミュニティ・プロジェクト」
- (5)「横浜市のスマートシティ開発」
- (6)「ニチコンの V2H 技術」
- (7)「エネルギー資源集約のための NEC クラウドサービス」

カントリーレポート：

- (1)「タイの再生可能エネルギーの開発と政策」
- (2)「近代的で自由な取引への移行に向けた電力業界の準備」
- (3)「グリッド安定化と分散型発電システム」
- (4) スマートシティの開発に向けた道筋」
- (5)「マイクログリッドサービスソリューション -スマートシティのためのスマートエネルギーのベストプラクティス-」
- (6)「AI と IoT によるホテルのエネルギー管理」

2.2.7. 成果/展望

今回、研修では系統安定化の具体的な技術である、ダイナミック・レーティングや蓄電池技術に関して、突っ込んだ質問が出た。太陽光発電などの普及によりタイにおいても系統安定化は喫緊の課題となってきたと思われる。もう一つのメインテーマであるスマートシティに関しても、NEDO の実証要件に関する質問や、横浜市に対して企業との連携をどのように図っているかなど、実際のスマートシティの展開を促進することへの関心の高さが伺えた。スマートシティに関しては、JETRO とタイのエネルギー省との間でもワークショップ開催が企画されており、本分野をより掘り下げていくことも来年度のテーマとして考えられるのではないかと感じた。

また、今回のワークショップでは EGAT から多数の参加者を得て、デジタル化に向けた様々な取り組みや規制緩和後の電力取引市場を睨んだ取り組みに関して、あらためて情報を共有でき、電力市場自由化で先行する日本の取り組み、スマートシティを加速するための日本でのインセンティブの付与やさらには水素に関する情報交換といった、将来に向けた様々な提案がされ、今後の本研修の展開を考える上で大変参考になった。

一方、エネルギー政策企画局 (EPPO) からの参加がなく、根本的なエネルギー政策に関するディスカッションを行うことが難しかった。来年度は是非、EPPO の参加を促すよう進めたい。

2.2.8. 講演要旨

1 日目 (1/26) 講義

セッション：エネルギー全般及び再生可能エネルギーの概要

講義 1「日本における再生可能エネルギーの大規模統合に向けた課題と解決策」

英題: Challenges and Solutions toward Massive Integration of Renewables in Japan

講演者: 経済産業省 資源エネルギー庁

【要旨】

本講義は、日本における電力市場の変遷、再エネ導入に関する課題や関連政策等の共有を通じて、タイにおける変動再エネ関連政策等への活用を目的としたものである。

講義では、日本における変動再エネをはじめとする再エネの導入目標と課題並びに導入推進施策、さらに水素社会実現のための取り組みや 2050 年カーボンニュートラル宣言等について説明が行われた。

カントリーレポート 1「タイの再生可能エネルギー開発と政策」

英題: Thailand's Renewable Energy Development and Policies

講演者: エネルギー省 省エネ・新エネ部 (DEDE)

【要旨】

本報告は、タイにおけるエネルギー政策、再エネ政策を概説し、再エネ導入目標や導入の最新情報を、日本側及びタイ側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、再エネ導入目標や導入の最新情報やエネルギー関連計画や、浮体式太陽光発電への取り組みや再エネ買取価格の改定など具体的な再エネ普及策に関する説明があった。

【質疑応答】

セッション終了後、両国で注目分野や、特に重視する政策等について質疑応答があった。

セッション：グリッド近代化とグリッド安定化

講義 2「住友電工の変動再エネ (VRE) 向け送配電 (T/D) システム」

英題: Sumitomo Electric's T/D system for VRE

講演者: 住友電気工業株式会社

【要旨】

本講義は、日本の変動再エネ発電所における周波数や電圧の変動に対応したソリューションや直流海底ケーブル技術等の情報共有を通じて、タイにおける変動再エネ導入拡大に伴い今後必要となる電力施策への活用を目的としたものである。

講義では、住友電工のタイでの事業をはじめ、日本で蓄積した大規模風力発電所等における風車から系統接続までのトータルソリューション技術、直流海底ケーブル技術、大規模蓄電池等に関する説明が行われた。

本講義後、送電線の運用や大規模蓄電池に関して質疑応答があった。

カントリーレポート 2「近代的で自由な取引への移行に向けた電力業界の準備」

英題: Preparation of Electrical Industry for the Transition into Modern Free Trade

講演者: タイ国発電公社 (EGAT)

【要旨】

本報告は、送電網の適正な運用を図るための施策や電力市場の規制緩和に向けた取り組み等について、日本側及びタイ側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、基幹送電網を管轄する EGAT の系統運用、マイクログリッド、浮体式水上太陽光ハイブリッド発電について説明が行われ、また、電力市場の規制緩和に向けた EGAT のロードマップが紹介された。

講義 3「再エネの大量導入と高品質で信頼性の高い電力供給を可能にする TEPCO のマイクログリッド」

英題: TEPCO's Microgrid Enabling High-Penetration of Renewables and High-Quality/Reliability Electricity Supply

講演者: 東京電力パワーグリッド株式会社

【要旨】

本講義は、日本の離島でのマイクログリッドの実証を通して、マイクログリッドにおける変動再エネ拡大のための制御方法等について紹介し、タイにおけるマイクログリッドでの変動再エネ導入拡大への活用を目的としたものである。

講義では、離島でのマイクログリッドの運用にあたっての、周波数制御や蓄電システム等によるエネルギー・マネジメント・システム (EMS) などに関する説明が行われた。

カントリーレポート 3「グリッド安定化と分散型発電システム」

英題: Grid Stabilization and Distributed Power Generation System

講演者: 地方配電公社 (PEA)

【要旨】

本報告は、都市部及び農村部でのマイクログリッド等の実証等について、日本側及びタイ側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、都市部でのスマートモビリティ実証や大学構内での P2P 電力取引の取り組み、農村部でのマイクログリッド・プロジェクト等について紹介し、出力制御、ブラックアウトスタート等に関する課題が述べられた。

【質疑応答】

セッション終了後、タイでの浮体式水上 PV やルーフトップ PV の導入状況・計画や自由化市場への移行等について質疑応答があった。

2 日目 (1/27) 講義

セッション: スマートエネルギーの側面から見たスマートシティ

講義 4「NEDO のスマートコミュニティ・プロジェクト」

英題: NEDO Smart Community Projects

講演者: 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

【要旨】

本講義は、NEDO が世界各国で実施しているスマートコミュニティ実証を通して、特に EV や充電システム等について紹介し、タイにおけるスマートコミュニティへの活用を目的としたものである。

講義では、マレーシアやインドネシア等で行っているスマートコミュニティ実証を通じて、EV バス、電動二輪、超高速充電システム等の紹介をするとともに、スマートフォンアプリを活用したバッテリーのシェアの取り組みについても説明が行われた。

カントリーレポート 4「スマートシティの開発に向けた道筋」

英題: Pathways for Smart City Development

講演者: タイ・デジタル経済振興庁 (DEPA)

【要旨】

本報告は、タイにおけるスマートシティに関する取り組みについて、ロードマップやプロジェクト提案のための重要な要素などについて説明し、タイでのスマートシティ実施のための情報を日本側参加者とも共有することを目的としたものである。

報告では、環境、エネルギー等のスマートシティの各分野やインフラ計画、マネジメント・モデル等のプロジェクト提案にあたって重要な要素について説明が行われ、また、プーケット市のプロジェクトなどについても紹介された。

報告後、基礎研究への支援やスマートシティを建設するための基準等について質疑応答があった。

講義 5「横浜市のスマートシティ開発」

英題: Development of “Smart City in Yokohama”

講演者: 横浜市

【要旨】

本講義は、横浜スマートシティ・プロジェクト (YSCP) 及びその後の横浜市での VPP の実装事例の紹介を通し、タイにおける同様の事業展開への活用を目的としたものである。

講義では、横浜スマートシティ・プロジェクト (YSCP) の内容や横浜市での BEMS (ビル・エネルギー管理システム) や VPP の実装事例が紹介され、エリア・エネルギーネットワークへの取り組みが説明された。

講義後、事業への民間企業の誘致について質疑応答が行われた。

カントリーレポート 5「マイクログリッド・サービス・ソリューション ― “スマートシティ向けスマートエネルギーのベストプラクティス”」

英題: Microgrid Service Solutions “Best Practices of Smart Energy for Smart City”

講演者: Naresuan University

【要旨】

本報告は、タイにおけるエネルギーの分野の変革として、マイクログリッド導入実績などを説明し、タイでのマイクログリッドの状況について日本側及びタイ側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、EV なども含むマイクログリッド導入実績、ブロックチェーンを利用した電力取引などについて説明が行われ、また、電力需給予測や DR と VPP によるコストの最適化への取り組みも紹介された。

報告後、EV の活用等について質疑応答が行われた。

【質疑応答】

セッション後、スマートシティの選定基準やデータ管理、系統安定化に関する取り組みやマイクログリッドでの蓄電池の活用について質疑応答が行われた。

セッション: IoTとエネルギー支援技術 ― グリッド安定化とスマートシティのソリューション

講義 6「ニチコンの V2H 技術」

英題: Nichicon Vehicle to Home (V2H) Technology

講演者: ニチコン株式会社

【要旨】

本講義は、V2H 関連技術の共有を通じて、タイにおける EV 関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、ニチコンの家庭用 EV パワーステーション技術、並びに同ステーションをスタンドアロンで使用する場合と、オンラインでグリッドに接続した場合に享受できるメリットについての説明が行われた。

講義後、EV の電源としての機能、パワームーバーの経済性などについて質疑応答が行われた。

カントリーレポート 6「AI と IoT によるホテルのエネルギー管理」

英題: Hotel Energy Management with AI and IoT

講演者: Alto Tech Co.

【要旨】

本報告は、タイのホテルにおけるエネルギー・マネジメントの状況について日本側及びタイ側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、タイのホテルにおける AI と IoT 技術を活用したエネルギー・マネジメントの実施にあ

たつての詳細ステップ等が説明され、実際にホテルで運用した場合の省エネ効果などについても紹介された。

講義7「エネルギー資源集約のための NEC クラウドサービス」

英題: NEC Cloud Service for Energy Resource Aggregation

講演者: 日本電気株式会社

【要旨】

本講義は、需給調整市場を睨んだ、NEC のクラウドを活用した VPP 実証などの紹介を通し、タイにおける将来的な本分野での活用を目指したものである。

講義では、エネルギーリソースをクラウド上に登録し、蓄電池の充電状況など様々な情報を受け取りながら、最適な制御するサービス等が説明された。

講義後、NEC の本サービスの海外展開について質疑応答が行われた。

【質疑応答】

セッション後、Alto Tech システムのホテル以外での活用、NEC サービスの実証状況等について質疑応答が行われた。

セッション: 全体のまとめ

■経済産業省 資源エネルギー庁からの案内

2021 年 3 月に実施予定のジェトロ・バンコク主催のスマートシティに関する官民のワークショップの予告があった。

■研修のまとめと将来の協力関係についての議論

モデレーター: 一般財団法人日本エネルギー経済研究所

ディスカッションでは、2 日間に渡る講義や報告全体に関係する総括と質疑応答により、両国での再エネ普及制度、スマートシティに関する取組などについて確認し、系統の近代化・安定化等について議論した。そして、水素や DR、V2X、AI・IoT など、今後、タイとの同様の研修で取り組むべき分野等に関する議論が行われた。

2.3. マレーシア デマンドレスポンス研修

2.3.1. 日時・期間

2021/2/22(月)

2.3.2. 主会場

現地側:各自リモート参加

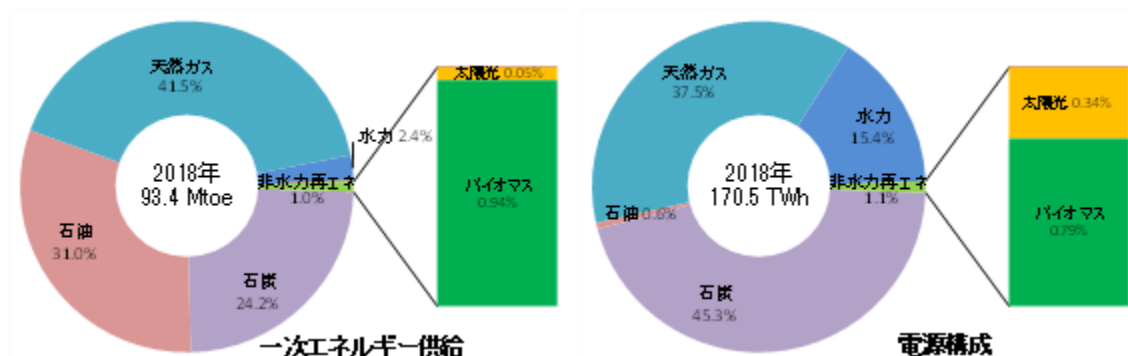
日本側:各自リモート参加

2.3.3. 背景と目的

【マレーシアの一次エネルギー供給と電源構成】

IEA の統計による 2018 年における一次エネルギー供給構成と電源構成を図 2.3-1 に示す。一次エネルギー供給のほぼすべて(約 97%)は化石燃料によるものであり、水力を含む再エネの割合は 3%程度にすぎない。電源構成を見ても、石炭火力及び天然ガス火力で 8 割強を占め、水力は 15%程度あるものの、水力以外の再エネは 1%程度しかない状況である。

図 2.3-1 マレーシアの 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース)(2018 年)



(出所)International Energy Agency (IEA), World Energy Statistics and Balances 2020 より作成

【マレーシアのエネルギー/電力政策】

マレーシアは、石油・ガス資源に恵まれたエネルギー輸出国である。しかし、2013 年には石油の純輸入国に転じており、天然ガスも生産量が減少する一方で需要は増加するため、今後は純輸出力が減少することが予想されている。マレーシア政府は、エネルギーセキュリティを確保するため、エネルギー源の多様化とエネルギー利用効率の向上に努めている。

マレーシアの基本的なエネルギー政策は 1979 年に公布された「国家エネルギー政策 (National Energy Policy)」となる。エネルギー部門の開発を導く方針は、3 つの目的であるエネルギーの供給、エネルギーの有効利用、環境保護に基づいている。

また、2 回(1973 年、1979 年)のオイルショックを経て、燃料供給の多様化に焦点を当てたエネルギー政策も制定された。1980 年の「国家石油枯渇政策 (National Depletion Policy)」では、石油依

存体質から脱却し、国内石油・ガスの温存を図ることが明示された。1981 年の「4 燃料多様化政策 (Four-Fuel Diversification Policy)」では、燃料の多様化(石油、ガス、水力、石炭)によってエネルギー供給の信頼性・確実性を高めることを目指した。1999 年には「第 5 燃料、再生可能エネルギー戦略 (Strategy for Renewable Energy as the Fifth Fuel)」にて、第 5 の燃料としての再生可能エネルギー(バイオマス、バイオガス、太陽光、小水力)の定義を明確にし、2001 年に「5 燃料多様化政策 (Five-Fuel Diversification Policy)」がとりまとめられた。

さらに、マレーシアのエネルギー政策方針は、経済発展の指針となる 5 ヶ年計画の中にも示される。2001 年、再生可能エネルギーを第 5 の燃料として「第 8 次マレーシア計画 (Eighth Malaysia Plan, 2001-2005)」の中に組み込み、再生可能エネルギーの活用を推奨した。2015 年 5 月に発表された最新の 5 ヶ年計画である「第 11 次マレーシア計画 (Eleventh Malaysia Plan, 2016-2020)」では、政策方針の焦点を持続可能なエネルギー利用とし、以下の 4 点を重点分野としている：

- グリーン成長の法整備を強化する
- 持続可能な消費と生産を行う
- 現在および未来の世代に天然資源を温存する
- 気候変動と自然災害に対するレジリエンス(resilience)を強化する

なお、2019 年 9 月、電力市場自由化を図るマスタープランとして「マレーシア電力供給産業 2.0 (Malaysia Electricity Supply Industry 2.0, MESI 2.0)」が内閣によって承認された。以下の点が主要な改革点として挙げられている。

- 独立系発電事業者 (Independent Power Producers, IPP) に燃料の供給元の選択を認可(現時点では、IPP は、PPA の下、石炭は電力公社テナガ・ナショナル社 (Tenaga Nasional Berhad, TNB)、ガスは Petronas から購入している。)
- 電力販売契約 (Power Purchase Agreement, PPA) を廃止し、容量市場へ移行
- 第三者アクセスの枠組みや接続費用の確立
- グリーンエネルギーの促進

この改革によって、再エネ発電事業者は TNB への売電義務が免除され、最大 100MW までは直接消費者への販売が可能となる。

【再生可能エネルギー政策】

マレーシアでは 1999 年に再生可能エネルギーが第 5 の燃料として国家計画に組み込まれたこともあり、2000 年に入ってからバイオマスや太陽光を中心に再生可能エネルギー導入を促進するプログラムが行われてきた。

2009 年には電力供給の確保および持続可能な社会経済発展に向けて、国内の再生可能エネルギー資源の活用を推進するため、「国家再生可能エネルギー政策および行動計画 (National Renewable Energy Policy & Action Plan)」が作成された。再生可能エネルギー推進に必要な対策として、

- ①適切な規制の枠組みの導入
- ②再生可能エネルギービジネスを支援する環境の整備

- ③人材育成・開発
 - ④再生可能エネルギーに関する研究開発
 - ⑤再生可能エネルギー・アドボカシー (advocacy) プログラムの実施
- の 5 点が挙げられた。

そして、2011 年 6 月、「再生可能エネルギー法 (Renewable Energy Act 2011)」が公布された。FIT の運用に関する規定が中心であり、応募資格、適用対象となる再生可能エネルギー別 (バイオガス、バイオマス、小水力、太陽光) の価格や期間、賦課金の回収・管理・運用のための「再生可能エネルギー基金」の創設、系統への接続、違反に対する罰則などが定められている。

表 2.3-1 マレーシアにおける再生可能エネルギー政策の変遷

年	法令等	概要
2001	小規模再生可能エネルギー発電プログラム	グリッド接続が可能な地域での再生可能エネルギー小規模発電 (10MW 以下) 建設の奨励・促進
2006	国家バイオ燃料政策	輸送・産業・輸出に向けたバイオディーゼル生産の拡大、国内でのバイオ燃料技術の開発を支援
2007	バイオ燃料産業法	バイオディーゼル混合義務の推進
2009	国家再生可能エネルギー政策および行動計画	国内の再エネ資源を活用するための対策を提案
2011	再生可能エネルギー法	FIT 運用規定

(出所) 各種資料より作成

なお、再生可能エネルギーの具体的な普及策としては、固定価格買取制度 (FIT) が導入されている。マレーシアの FIT では、30MW までの再エネ電源を設置する個人・法人は SEDA に申請書を提出し、技術別に 6 カ月ごとに設定された発電設備導入量の上限 (RE Quota) まで設置が認可される。TNB などの電気事業者 (Distribution Licensees) は認可保有者 (Feed-in Approval Holder) と再生可能エネルギー電力販売契約 (Renewable Energy Power Purchase Agreement, REPPA) を締結し、電源別に定められた買取価格、期間で買い取る。SEDA が FIT の原資となる「再生可能エネルギー基金」を管理し、FIT の実施に係る経費や電力事業者に対して買取価格と市場価格との差額分が支払われる。電力消費量が月間 300kWh を超えた消費者の電気料金に対しては 1.6% の賦課金が増加され、これが「再生可能エネルギー基金」に納められる仕組みとなっている。

また、太陽光発電に関しては、2016 年 11 月 1 日より、余剰電力の買取制度 (Net Energy Metering, NEM) が開始された。NEM は、FIT に代わり、自宅などに設置した太陽光発電パネルなどによって発電した分から、使用した分を差し引いた残りを、国が買い取る。2020 年までに 500MW 分の余剰電力買取が行われる計画で、4 分野 (家庭、商業、産業、農業) に分れている。2019 年は NEM で承認された発電量は 102MW で、政府は 2020 年の発電量目標を 300MW と設定した。2019 年 1 月 1 日、マレー半島の TNB の顧客を対象に NEM が改訂され、余剰電力を電気料金と同じレートでグリッドに戻せるようにして NEM の促進が図られる。

また、2019 年 1 月 1 日よりソーラーリース契約の形をとる Supply Agreement for Renewable Energy

(SARE)も導入された。第三者である投資家が PV システムに投資をし、住宅所有者や電力事業者と合意をする。住宅所有者には初期費用が発生せず電気代を節約でき、投資家はリターンを確保できる。

【再生可能エネルギー導入目標・導入状況】

「国家再生可能エネルギー政策および行動計画」の導入目標では、表 2.3-2 の通り、2050 年までに導入する再生可能エネルギーの発電設備容量を 11,544MW、発電量に占める割合を 13%にするとしている。また、表 2.3-3 は、再生可能エネルギー源別に設備容量の導入目標を示している。長期的には太陽光が拡大する見通しとなっている。なお、現政権は、2025 年までの目標として設備容量に占める再エネの割合を 20%としている。また、電力市場改革計画である MESI 2.0 が再エネ導入を後押しすると期待される。

表 2.3-2 「国家再生可能エネルギー政策および行動計画」の目標

	単位	2011	2015	2020	2030	2040	2050
RE 設備容量	MW	217	975	2,065	3,484	5,729	11,544
設備容量に占める RE 比率	%	1	6	10	13	19	34
RE 年間発電量	GWh	1,228	5,374	11,227	16,512	19,082	25,579
電源構成に占める RE 比率	%	1	5	9	10	10	13
CO2 年間排出削減量	千トン	773	3,385	7,073	10,402	12,022	16,115

(出所) Ministry of Energy, Green Technology and Water,

“National Renewable Energy Policy and Action Plan,” 2009, p.70 より作成

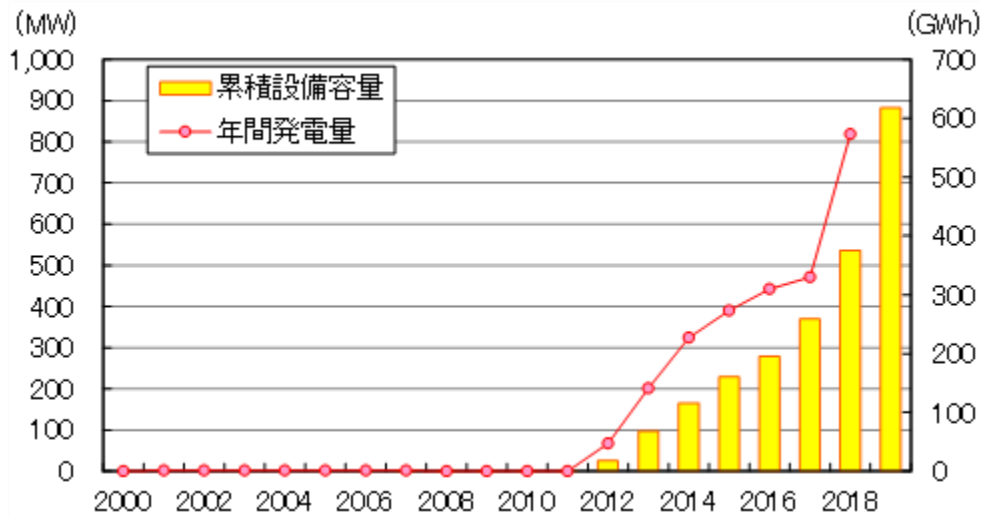
表 2.3-3 「国家再生可能エネルギー政策および行動計画」による導入目標 (MW)

	2011	2015	2020	2030	2040	2050
バイオマス	110	330	800	1,340	1,340	1,340
バイオガス	20	100	240	410	410	410
小水力	60	290	490	490	490	490
太陽光	7	55	175	854	3,079	8,874
廃棄物	20	200	360	390	410	430
合計	217	975	2,065	3,484	5,729	11,544

(出所) Ministry of Energy, Green Technology and Water (2009), p.38 より作成

国の高い目標や政策などのため、近年、太陽光発電の導入は著しく伸びており、2019 年の設備容量は 882MW に達し、前年に比べ約 1.6 倍になっている(図 2.3-2)

図 2.3-2 太陽光発電の設備容量および発電量推移



(出所) 設備容量: IRENA, Renewable Energy Statistics 2020、発電量: IEA, World Energy Statistics and Balances

2020 より作成

【まとめ】

上述の通り、マレーシアにおける新エネルギー分野での日本企業のビジネス展開はそれほど目立ったものはない。しかしながら、マレーシア政府は 2019 年 11 月に、2025 年までに発電用燃料全体に占める再生可能エネルギーの比率を 20%に引き上げる目標を発表し、特に太陽光発電に関して、近年、積極的な普及展開を図っており、また、2020 年 3 月には、持続可能エネルギー開発庁(SED)が、国内に太陽光パネルの新規設置が可能な建物が約 410 万棟あるとの試算を公表、2020 年 5 月には電力・天然資源省が、出力計 1,000 メガワット(MW)分の事業者選定を目指し、大規模太陽光発電の競争入札を 5 月 31 日から開始するなどの動きがある。今後、大規模な太陽光発電の普及に伴って、系統安定化に関する技術・政策や VPP など需要側の制御なども含んだ電力市場への関心は高くなると考えられ、この分野での研修を行うことが有効と考えられる。

【研修の目的】

系統安定化や VPP など需要側の制御なども含んだ電力市場での我が国の企業がビジネス展開を図っていくためには、DR や VPP サービスなどを含んだ ERAB(Energy Resource Aggregation Business)に関する、我が国の取り組みや関連する技術・制度の在り方について両国間で共通の考え方を持っていくことは有効な手段である。

そこで本年度のマレーシア研修では、マレーシア政府や大学とのつながりが深い慶応大学の梅嶋教授を中心に、ERAB を中心とした DR や VPP に関する我が国の取り組みをマレーシアの電力会社 TNB の系統運用部門(Grid Service Operation:GSO)に紹介する「教育プログラム」を集中的に実施することとした。

2.3.4. 招聘者

以下 2 機関計 6 名を招聘した。(EWIS は講演者として)

表 2.3-4 招聘者一覧

	招聘国	所属機関	参加人数
1	マレーシア	Grid System Operator (GSO), Tenaga Nasional Berhad, (TNB)	5
2		East West Innovative Solutions Asia (EWIS)	1
		合計	6

2.3.5. 日程概要

表 2.3-5 日程概要

日程	実施内容
2/22 (月)	デマンドレスポンスに関する講義とそれに対する質疑応答

2.3.6. プログラム概要

EWIS, 慶應義塾大学より、「次世代デマンドレスポンスにむけた能力開発」に関する講義を実施し、参加したGSOメンバーと質疑応答や今後の取り組みの方向性について協議した。

2.3.7. 成果/展望

今回の研修では ERAB (Energy Resource Aggregation Business) に関する、我が国の取り組みや関連する技術・制度の在り方について、マレーシア政府ともつながりの強い一方、慶応大学の梅嶋教授に講習内容をお任せし、TNB の GSO メンバーと集中した講習を実施し、今後の共同 PJ に関する意見交換なども実施した。

GSO メンバーからは「今後の共同 PJ の実施を期待する」といった前向きな発言もあり、パイロット PJ 実施に向けた準備として有効であった。

2.3.8. 講演要旨

講義: 次世代デマンドレスポンスにむけた能力開発

英題: Capacity Development Program toward new generation Demand Response

講演者: EWIS, 慶應義塾大学

Part 1: The Grand Architecture for VPP at Policy Level

【要旨】

本講義は、日本における電力自由化、再エネ導入のための施策、DR やスマートメーター活用に関する取り組み等の共有を通じて、マレーシア電力の系統運用部門での DR、VPP 取り組みの基盤を構築することを目的としたものである。

講義では、日本における電力自由化市場における JPEX の機能、FIT 等の施策、DR サービスでのアグリゲーションコーディネーターの位置づけ、スマートメーターの役割、サイバーセキュリティ等について説明が行われた。

本講義に関連して、JPEX の取り組み状況、取引電力価格、スマートメーターを使用しない DR 等に関して質疑応答が行われた。

Part 2: System implementation for VPP

【要旨】

本講義は、具体的なプロジェクトの実施例の説明を通じて、マレーシア電力の系統運用部門での今後の DR、VPP 取り組みのイメージを構築することを目的としたものである。

講義では、コンビニエンスストアでの冷蔵庫、照明、エアコンなどの自動制御方法や DER システムにおける円滑なコミュニケーションにおける共有言語（規格化）の重要性等について説明が行われた。

Part 3: Interim conclusion of Japan DR as of end 2020

【要旨】

本講義は、需給調整市場における周波数制御を必要としない電源について取引状況の紹介を行い、マレーシア電力の系統運用部門での取引市場に関する理解を促進することを目的としたものである。

講義では、需給調整市場における周波数制御を必要としない電源についての 2020 年実績について説明が行われた。

Part 4: Suggestions for a new type of cooperation

【要旨】

本講義は、今後の協業について日本側から提案を行い、マレーシア電力の系統運用部門とその方向性について協議することを目的としたものである。

講義では、DR と VPP の新しいトレンドの共有理解の醸成、TENAGA のニーズに対応した DR&VPP 計画に向けたロードマップの共同策定等について説明が行われ、マレーシアの文脈を反映したマニュアルの更新について提案がなされた。

講義後、本パート及び全体についての質疑応答が行われた。具体的にはマニュアル更新の手順、マレーシアでの DR 実施におけるエネルギープールの活用、日本での DR 実施事例のマレーシアの状況に合わせた活用方法等について質疑応答が行われた。

2.4. 東アフリカ(ケニア、エチオピア、ジブチ)地熱発電研修

2.4.1. 日時・期間

2021/2/25(木)-2021/2/26(金)、2日間

2.4.2. 主会場

現地側:各自リモート参加

日本側:日本エネルギー経済研究所 11 階会議室(ただし講師はリモート参加)

2.4.3. 背景と目的

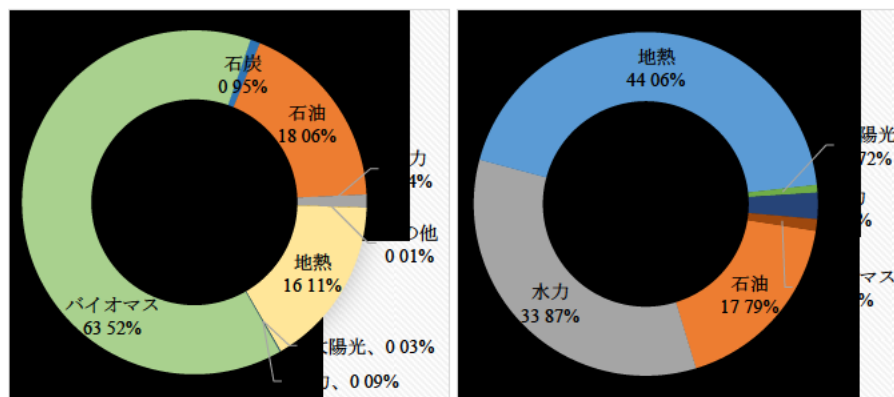
(1) ケニア

【ケニアの一次エネルギー供給と電源構成】

IEA の統計によると、2018 年ケニアの一次エネルギー供給に占める非水力再生可能エネルギーの割合は 78.75%となっている。その内訳は、地熱を除けばその殆どが固体バイオマスである(図 2.4-1 参照)。国全体でのバイオマス供給量は、一次エネルギー供給の 63.52%を占め、続いて石油 18.06%、電力 17.48%(その内地熱が 16.11%)、石炭を含むその他が 1%以下となっている。

一方、発電量のエネルギー源別を見ると、地熱発電が 44.06%を占め構成比第 1 位となっている。第 2 位は豊富な国内資源を持つ水力発電で 33.87%、第 3 位が石油で 17.79%、再生可能エネルギーは計 82.21%を占めている。

図 2.4-1 ケニアの一次エネルギー供給構成及び電源構成(発電量ベース)(2018 年)



(出所) International Energy Agency (IEA), World Energy Statistics and Balances 2020 より作成

【ケニアのエネルギー政策】

エネルギー政策は、中長期的な国家経済政策とエネルギーに特化した政策に基づく。国家経済政策は貧困削減に主眼を置いた「経済再生戦略(Economic Recovery Strategy, ERS)」が 2003 年から 2007 年の政策の主軸を担っていた。2007 年 7 月には“2030 年までに中所得国になる”との目標を掲げた長期経済開発戦略「ビジョン 2030」が発表され、その後に続く全ての政策の根幹をなしている。「ビジョン 2030」の具体的な政策は 5 年ごとに改定される中期計画(Medium Term Plan,

MTP)に掲げられている。現在は 2018 年から 2022 年を対象とした第 3 中期計画が進められている。第 3 中期計画の中で、発電設備容量を 2018 年の 2,699MW から 2022 年の 5,221MW まで増加することが盛り込まれている。

【ケニアの電力政策】

ケニアの電力部門は、1997 年の改革で発電部門、送配電部門及び電力小売部門が分離されており、2004 年の国家エネルギー政策 (NEP: National Energy Policy) の採択後、2006 年エネルギー法 No.12 の制定が行われ、多くのプレイヤーが電源開発に参加できるように電力分野が再構築された。現在は発電、送電、配電、監視および政策の各機能に分離されている。発電部門は自由化が進んでおり、電力公社 KenGen が全体の発電設備容量の約 80%を所有するものの、残りの約 20%は IPP が所有している。送配電および小売部門は、ケニア電力電灯公社 (KPLC: Kenya Power & Lighting Company Limited) が担っている。

表 2.4-1. は、2008 年以降に実施された固定価格買取制度 (FIT) と最小費用電源開発計画の推移を示す。

表 2.4-1 電力関連政策

年	法令等	概要
2008	固定価格買取制度 (FIT) 導入	対象：風力、バイオマス、小水力
2010	第一次 FIT 改定	買取価格改正、買取対象追加
2011	最少費用電源開発計画 (2011-2031年)	2031年目標：地熱5,500MWなど
2012	第二次 FIT 改定	買取価格改正
2013	最少費用電源開発計画 (2013-2033年)	2033年目標：地熱7,264MWなど
2018	最少費用電源開発計画 (2018-2037年)	2037年目標：地熱2,647MWなど

(出所) 各種資料より作成

表 2.4-2. は、2018 年 6 月に改定した最少費用電源開発計画 (2018-2037 年) を示す。この最新の電源開発計画によれば、2037 年の発電設備容量は、2017 年の実績 (2,235MW) に比べて 4.4 倍に拡大し、9,932MW となる。特徴的な点は 2030 年に石炭火力 (981MW) と輸入電力 (400MW、主にエチオピアの水力発電)、2037 年にガス火力 (750MW) が新たな電源として追加されることである。地熱については、2017 年の 651MW に比べ、2037 年では 2,647MW と約 4.1 倍の拡大である。

表 2.4-2 最少費用電源開発計画－中期ケース

エネルギー 源別	発電設備容量 (MW)			比率 (%)		
	2017	2030	2037	2017	2030	2037
水力	805	1,522	1,783	36.0	21.1	17.9
石炭	0	981	1,941	0.0	13.6	19.5
天然ガス	0	0	750	0.0	0.0	7.6
石油	752	418	0	33.6	5.8	0.0
コジェネ	2	220	278	0.1	3.1	2.8
地熱	651	1,869	2,647	29.1	25.9	26.7
風力	26	861	841	1.1	11.9	8.5
太陽光	1	782	852	0.0	10.8	8.6
輸入	0	400	400	0.0	5.5	4.0
バックアップ	0	160	440	0.0	2.2	4.4
	2,235	7,214	9,932	100.0	100.0	100.0

(出所)ERC, “Updated Least Cost Power Development Plan Study Period 2017-2037”より作成

【地熱資源】

ケニア地溝帯(Kenya Rift Valley)は、アフリカ大地溝帯の一部で、北部のトゥルカナ(Turkana)湖から南部のナトロン(Natron)湖に至っている。それは平均 40～80 km の幅を持つ古典的な地溝を形成している。この地溝は、激しい火山活動を伴う地殻変動が第三紀後半から現在にかけて発生し、アフリカ大陸の分離ゾーンの一部となっている。殆どの火山は、カルデラ崩壊も含め数回の爆発期を持っている。これらの中心地には、熱水活動が点在し、強い地熱地帯となっている。アフリカ大地溝帯がケニアの国土の中央を縦断し、約 20 箇所の地熱地帯が分布し、地熱資源のポテンシャルは非常に大きく 7,000～10,000MW と推定されている。

【地熱開発状況】

ケニアにおける地熱探査は、1960 年代の地表調査に始まり、その地表調査の結果、オルカリアで 2 本の地熱井を掘削している。1970 年代初期にオルカリアとボゴリア湖の間で地質および地球物理調査が行われた。この探査で数カ所の地熱有望地点が選出され、国連開発計画(UNDP)の資金提供によりオルカリアで深部探査井が掘削されている。1981 年アフリカで最初の地熱発電所がオルカリアで建設された。KenGen がオルカリア地熱発電所の建設を進め、現在に至るまで運転を行っている。オルカリア地区における新規の拡張建設も KenGen が主体となって進めている。

その後、ケニアの地熱開発はオルカリア地熱帯を中心に開発が進み、オルカリア I(1981 年)、オルカリア II(2003 年)、オルカリア III(2000 年)、オルカリア IV(2014 年)、オルカリア V(2019 年)などの地熱発電所が建設された。オルカリア III は、IPP 事業者 OrPower 4 社が主導して開発したバイナリー地熱発電所と Oserian 社(民間農場)が投資した 4 MW(2MW×2 基)バイナリー地熱発電が 2004 年に稼働している。

2019 年末のデータによると、ケニアの地熱発電設備容量は合計 840.6 MW である。

表 2.4-3 ケニアの地熱発電所(2019 年末)

事業者	発電所	運開年	出力 (MW)
KenGen	オルカリアⅠ	1981-2014	185.0
	オルカリアⅡ	2003-2010	105.0
	オルカリアⅣ	2014	140.0
	オルカリアⅤ	2019	173.2
	坑口発電	2013	81.0
	エブツル	2012	2.4
OrPower 4	オルカリアⅢ	2000-2018	150.0
Oserian	Oserian	2004-2006	4.0
合計			840.6

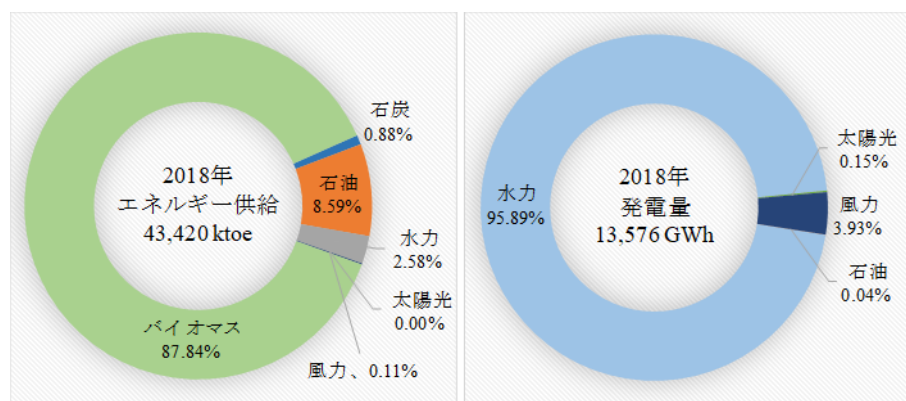
(出所) KenGen ホームページ、<https://kengen.co.ke/index.php/business/power-generation/geothermal.html> に
より作成

(2) エチオピア

【エチオピアの一次エネルギー供給と電源構成】

2018 年エチオピアのエネルギー消費は、人口一人当たりでは低く、構造的に未発達の状態にある。エネルギー消費に占める割合は、電力が 3%以下、化石燃料が 9.5%で、残りは伝統的なバイオマス燃料(87.8%)となっている(図 2.4-2.参照)。石油製品は交通部門において消費されており、家庭用エネルギーは殆どバイオマスに依っている。2018 年の発電量では、その殆どが水力発電(95.9%)で、太陽光と風力はそれぞれ 0.2%と 3.9%を占めている。

図 2.4-2 エチオピアのエネルギー源別のエネルギー供給と発電量の構成比(2018 年)



(出所) IEA, World Energy Statistics and Balances 2020 より作成

【エチオピアのエネルギー政策】

1994 年 3 月に発表された「国家エネルギー政策(National Energy Policy of Ethiopia)」が、基本政策として位置付けられる。水力を中心としたエネルギー資源の開発、伝統的バイオマスから近代的エネルギーへの転換、省エネ政策の導入、人材育成・エネルギーに関する機関の設立、エネルギー開発における民間部門の参加の奨励、エネルギー開発と環境の調和が重視されている。

2013 年の「エネルギー法令 (Energy Proclamation) No.810/2013」では、PPA (Power Purchase Agreement) の普及、オフグリッドシステムの整備、グリッド管理が定められた。また、2018 年に発表された「官民パートナーシップ法令 (Public Private Partnership) No.1076/2018」は、電力部門を含む大型インフラ事業に関して、入札によって民間部門に参加させることを奨励している。

【エチオピアの電力政策】

エチオピアでは、外貨獲得のため、豊富な水資源を活用し、安価な水力発電によって電力輸出を行い、東アフリカにおいて電力輸出国としての地位確立を目指している。2018 年末、ジブチ、スーダン、ケニアの国境地域に向けて電力を輸出しており、今後はケニアやスーダンへの電力輸出を拡大し、エジプトへも輸出する予定である。また、タンザニア、ルワンダ、ブルンジ、南スーダン、イエメンとも電力輸出について覚書 (Memorandum of Understanding, MOU) を交わしている。しかし、水力発電は乾季に電力供給が不安定となる問題を抱えており、国内の電化率は 58% (2018 年 11 月時点) と低く (電力へのアクセスを持つ人口の割合でみると 2017 年時点で 44.3%)、安定した電力供給や電化率の向上が課題として指摘される。

2019 年における全国の発電設備容量は 4,522 MW で、そのうちの 90.2% が水力発電となっている。地熱と水力を除いた再生可能エネルギー発電設備容量 (349 MW) は、太陽光発電 (100 MW) とバイオマス発電 (バガス) である。

表 2.4-4 エチオピアの電源構成 (2019 年)

	2019年 (MW)	比率
水力	4,077	90.2
石油	89	2.0
地熱	7	0.2
その他再エネ	349	7.7
合計	4,522	100.0

(出所) Solomon K., Fikru Wet al., "Status of Geothermal Exploration and Development in Ethiopia", Proceedings World Geothermal Congress 2020

電力系統拡大のマスタープランとして、エチオピア電力公社 (当時 Ethiopian Electric Power Corporation, EEPCo) が、2014 年に 25 年間 (2013-2037 年) の発電・送電システム開発のための「Ethiopian Power System Expansion Master Plan Study-Final Report」を作成した。このマスタープランでは、水力発電設備容量は 2025 年頃から微増に止まり、2037 年までに水力発電への依存を 50% 強に低減すると想定している。一方で、地熱発電を水力に次ぐベース電源の候補として捉えており、2037 年までに 5,000MW の開発する見通しとなっている。

【地熱資源】

エチオピアは 1969 年に地熱探査を開始している。これまでに、標高の高い地域を除く東アフリ

カ地溝帯内で地表熱水活動のある地域が抽出されている。1969 年に行われた地科学研究で数多くの地点の地熱資源が研究され、約 120 カ所の地熱地域を確認し、24 地域が高エンタルピーを有していると評価している。地熱発電に適している評価されたのは 16 地域で、これらの地域の地熱資源量はおよそ 5,000 MW という結果であった。この資源量はケニアに次ぎアフリカ大陸で 2 番目に高いものである。近年では地熱資源への再評価が行われ、最新の評価結果では、現在約 25 箇所の地熱帯が存在し、地熱資源量は約 10,800 MW と推定されている。

【地熱開発状況】

地熱発電は、水力発電に続いて第二の代替エネルギー資源を国内で提供するものとして期待されている。エチオピアの地熱開発は、1970 年代の初期から、国連開発計画とエチオピア政府により推進されているが、開発は進んでいない。現在既設の地熱発電設備は、1998 年にアルトランガノに設置された 7.3 MW のバイナリーのみである。この発電設備は、米国の Omat 社が製造したバイナリー発電を採用している。2011 年、同発電設備は技術的なトラブルにより発電を停止して以降、現在まで稼働していない。

表 2.4-5 エチオピアの地熱発電の開發現状(2020 年 11 月現在)

地熱 開発区	設備 容量 (MW)	運転 開始	発電方式	事業者	備考
アルト ランガノ	7.3	1998年	バイナリー (Omat製)	EEP/GSE	・ 2011年技術的なトラブルにより現在は中止中。 ・ コンサルタント/コントラクター：Omat社
	70	開発中	フラッシュ式	EEP	・ フェーズI-35MWの開発を進めている。 ・ 世銀：掘削支援 ・ JICA：発電所支援（円借款予定）、西技FS実施。
	5	開発中	坑口発電 (東芝)	EEP	・ JICA：無償資金協力 ・ EPC契約：豊田通商 ・ 事業主：EEP
合計	82.3				

(注)EEP:エチオピア電力会社、GSE:エチオピア地質調査所

(出所) Solomon K., Fikru Wet al., "Status of Geothermal Exploration and Development in Ethiopia", 26 April-2 May 2020, Proceedings World Geothermal Congress 2020, The World Bank ホームページ

(<https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P13361>), JICA ホームページ (https://www.jica.go.jp/usa/english/office/others/newsletter/2014/1401_02_05.html) 東芝エネルギーシステムズ株式会社、ホームページ (https://www.toshiba-energy.com/info/info2020_0228.htm) より作成

エチオピア政府が 2014 年に策定された中長期電源開発計画によれば、地熱は 2015 年の 77 MW から 2030 年には 2,000 MW に増大する目標を掲げている(表 2.4-6)。同目標を達成するために、2016 年に地熱法が制定され、2019 年に同施行令も制定された。

表 2.4-6 中長期電源開発計画

エネルギー源別	2015年		2030年	
	MW	%	MW	%
火力	89	0.8	89	0.3
水力	10,640	91.0	21,000	83.4
風力	773	6.6	2,000	8.0
地熱	77	0.7	2,000	8.0
パガス	103	0.9	103	0.3
合計	11,682	100.0	25,192	100.0

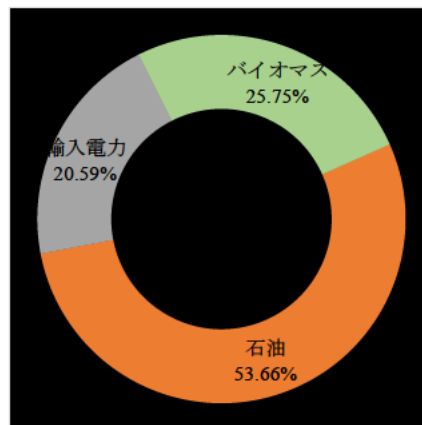
(出所)エチオピア鉱物省(MOM 2014) (現在ではエチオピア鉱物・石油省である。)

(3) ジブチ

【ジブチの一次エネルギー供給と電源構成】

国連の統計によると、2017 年のエネルギー供給量は 212 ktoe で、前年比 5 %で増加している。エネルギー源別で見ると、石油 53.7 %、バイオマス 25.8 %、輸入電力 20.6 %、バイオマスを除けば殆どのエネルギーは輸入に依存している。石油は主に輸送部門の燃料消費と発電に用いるディーゼルである。電力については、エチオピアから輸入している電力量は国内需要の全体の 86.9%に達し、国内発電量は僅か 59 GWh に留まっている。世界銀行のデータによると、2019 年の電化率は 60.4 %に留まっており、11 万世帯が未電化である。

図 2.4-3 ジブチのエネルギー供給の構成比(2017 年)



(出所) UN Statistic より作成

【ジブチのエネルギー政策】

ジブチは包括的なエネルギー政策を策定していないが、2014 年に策定した「The Republic of Djibouti's Vision 2035」の中に再生可能エネルギー源による発電を推進する政策目標を盛り込んでいる。具体的な目標は以下の通りである。

- ・2015 年までに電化率を 60%に引き上げる。
- ・エネルギーミックスに占める再生可能エネルギーの比率は 87～100%にする。
- ・電力部門の改革

・パワーグリッドの最適化と拡張

【ジブチの電力政策】

ジブチでは、包括的な電源開発計画は策定されていないが、再生可能エネルギーによる発電設備の導入を推進している。近年では、エチオピアからの水力発電の輸入量を拡大し、国内のディーゼル発電を縮小している。電力は主にジブチ港の周辺施設、空港、自由貿易区の企業、軍地基地と民生に消費される。2010 年～2017 年まで電力需要量は年平均 6.9%で増加している。

電力供給では、2017 年のエチオピアからの輸入電力量が 508 GWh に達し、同年のジブチ全国電力量供給量(567 GWh)の 89.6%を占めている。同年のジブチ国内の発電量は僅か 59 GWh で、そのほとんどがディーゼル発電である。

2019 年ジブチの発電設備容量は合計で 126 MW である。Boulaos 発電所はジブチにとって最大の発電設備で、合計設備容量は 108.2 MW で、全部で 15 基のディーゼルエンジンが設置されており、重油を燃料としている。Marabout 発電所は 6 基のディーゼルエンジンが設置され、合計 14.4 MW で、軽油を焚いている。この 2 つ発電所はグリッドに接続されている。この他、分散電源として Tadjoura(2.2 MW)と Obock(1.2 MW)があり、いずれもディーゼルエンジンである。

表 2.4-7 ジブチの発電設備容量(2019 年)

発電所名	ユニット数	設置年	合計設備容量(MW)	燃料
Boulaos 1	8	1976～2004年	44.0	重油
Boulaos 2	7	1984～2007年	64.2	重油
Marabout	6	1999年	14.4	軽油
Tadjoura	6		2.2	軽油
Obock	5		1.2	軽油
合計			126	

(出所) Africa-EU Energy Partnership, "Country Power Market Brief: Djibouti"

【地熱資源】

1970 年代から 1980 年代にかけて、フランス、世界銀行、UNEP などの国際機関の支援で Asal Rift 地区に計 6 本の調査井を掘削した。その当時の調査では、Asal Rift 地区を含め地熱有望地域が 6 ヲ所ある。1980 年代に Hanle 地区に世界銀行とイタリアの支援で 2 本の調査井が掘削され、2014～2017 年に JICA による地表調査支援事業が実施され、地熱資源の探査事業が実施されてきた。これら近年の地熱資源の調査が進み、現在ではジブチには約 22 箇所の地熱地帯が存在することが確認され、推計ポテンシャルは約 1,000 MW と想定されている。

【地熱開発状況】

1970 年代と 1980 年代では、フランス、イタリア、世界銀行などを中心に地熱資源の探査調査が進められてきたが、近年では、地熱リスク回避機関(GRMF)や JICA の支援が活発となり、日本政

府の支援が増えてきた。2014 年、ジブチ政府は地熱開発を進めるために「ジブチ地熱エネルギー開発局、ODDEG」を大統領の直下機関として設置した。ODDEG は、民間の開発を誘引し、地上調査から蒸気開発まで実施し、その後の発電事業はIPPに委ねるビジネスモデルを展開している。

【まとめ】

東アフリカの中でも最も地熱資源量の高いケニア、エチオピア、ジブチの 3 カ国に焦点をあて、各国のエネルギー需給を概観した上で、地熱開発に関わる特徴を下記の通りに整理した。

- 東アフリカの大地溝帯に分布しているケニア(10,000 MW 以上)、エチオピア(10,800 MW)、ジブチ(1,000 MW)の 3 ヶ国は、地熱発電のポテンシャルが高い。
- これら 3 カ国では、近年は社会・政治が安定しており、経済成長が進み、電力への需要が旺盛である。また、この地域の電化率は低く、電力需要の拡大は都市部だけではなく、農村部でも同様に進んでいる。
- 地熱資源は有効な国産資源であり、電源の多様化は環境への負担も低いことから国内外の注目を集めている。
- 3 ヶ国では、地熱開発分野における財源ならびに人材(技術)が不足しているため、自国の財政および技術による地熱開発推進は、限定的なものとならざるを得ない。現時点での地熱発電開発は、国際支援機関および外国籍企業の参加による融資および技術支援が不可欠である。

【研修の目的】

対象 3 ヶ国の地熱開発の現状から以下 3 つ課題の整理し、今回の研修の目的を明確にする。

(1) 地熱分野における人材育成

東アフリカの地熱開発における人材育成支援事業は、今まで国連をはじめ、アイスランド、JICA など多くの国際機関が行ってきている。ケニアは各国際機関の支援から徐々にこの地域の地熱開発の中心地となり、同国の地熱産業の規模も拡大した。今後の人材育成(研修)体制は、ケニアをこの地域のハブ(ショーケース化)として支援し、周辺国への支援を展開する。

(2) 小型地熱発電(バイナリー、坑口発電(Wellhead System))

小型発電機は、生産井の掘削状況に合わせ、導入する基数(規模)を柔軟に対応させることができ、且つ早く商業運転を開始できるため、事業開発のキャッシュフローを大幅に改善することができ、総事業費を抑える効果が高い。特にエチオピアとジブチでは、事業費の調達が困難であるケースが多く、小型地熱発電設備の導入はよりスムーズに行うことができる。

(3) エネルギー安定供給

対象 3 ヶ国のエネルギー供給は主に伝統バイオマス(薪・木炭)、水力、輸入石油に依存している。エチオピアの場合は、水力が天候に依存し、ジブチでは輸入石油で外貨が流出、ケニアでは経済成長により電力需要が高いなど、いずれもエネルギー供給安全保障という側面でリスクが高い。

このため、再生可能エネルギー（特に地熱）開発への期待が高まっており、関連インフラ設備への投資の重要性が認識され、支援が求められている。

日本は東アフリカ地熱開発において、上流資源探査から下流発電プラントの建設まで多くの支援を行ってきた。日本はタービン技術に強みを持っていることだけでなく、地熱資源開発コンサル分野においても世界トップレベルにある。今回の研修の目的は、対象3ヶ国の地熱分野における人材育成を中心に支援し、日本企業が地熱コンサル、発電設備製造などの強みを示すこと共に東アフリカ地域における地熱開発への支援を示すことが重要である。

2.4.4. 招聘者

以下 9 機関計 23 名を招聘した。

表 2.4-8 招聘者一覧

	招聘国	所属機関	参加人数
1	ケニア	エネルギー省 (Ministry of Energy, MoE)	1
2		発電公社 (Kenya Electricity Generating Company, KenGen)	3
3		地熱開発公社 (Geothermal Development Company, GDC)	5
4	エチオピア	水・灌漑・エネルギー省 (Ministry of Water, Irrigation, and Energy, MoWIE)	2
5		地質調査庁 (Geological Survey of Ethiopia, GSE)	1
6		エチオピア電力公社 (Ethiopian Electric Power, EEP)	3
7		エチオピアエネルギー庁 (Ethiopian Energy Agency, EEA)	2
8	ジブチ	エネルギー資源省 (Ministry of Energy and Natural Resources)	1
9		ジブチ地熱開発局 (Djiboutian Development Office of Geothermal Energy, ODDEG)	5
		合計	23

2.4.5. 日程概要

表 2.4-9 日程概要

日程	実施内容
1 日目 2/25 (木)	日本側からの講義(4 件) カントリーレポート(1 件)
2 日目 2/26 (金)	日本側からの講義(3 件) カントリーレポート(2 件)

2.4.6. プログラム概要

日本側からの講義：

- (1)「日本における再生可能エネルギー政策」
- (2)「JICA の東部アフリカにおける地熱開発支援」
- (3)「地熱開発の成功要因と東アフリカにおける地熱開発モデル」
- (4)「長期的視点での設備管理・貯留層管理」
- (5)「富士電機の地熱発電ビジネス」
- (6)「東芝 地熱発電への取り組み」
- (7)「三菱パワー(株) 地熱タービンに関するご紹介」

カントリーレポート:

- (1)「ジブチの地熱開発の現状」
- (2)「地熱部門への投資機会」
- (3)「エチオピアの地熱調査及び開発」

2.4.7. 成果/展望

今回、対象 3 カ国(ケニア、エチオピア、ジブチ)の地熱の行政部門、電力部門、開発部門の関係者を集め、お互いに情報交換ができた。特にジブチは、対象国として初めてこの地熱研修に参加した。ジブチのカントリーレポートについて、ケニアとエチオピアの参加者から多くの質問が出て、活発に議論を行った。

特筆すべき点は、昨年度来日したケニアの参加者からバイナリー発電所の運転管理について講義に取り入れてほしいとコメントがあり、今年度はバイナリー発電の運転管理についてビデオ教材を作成した。参加者が新型コロナの影響で地熱施設などへの見学ができず、ビデオ教材はその補完的役割を担った。特にケニアでは、地熱開発産業がかなり進んでおり、研修内容は地熱開発の初期段階よりむしろ、地熱発電導入後の運営管理(地熱貯留層の蒸気の維持・モニタリング)等より技術的、応用的な講義レベルが求められている。

2.4.8. 講演要旨

1 日目(2/25)講義

講義 1:「日本における再生可能エネルギー政策」

英題:Renewable energy policy in Japan

講演者:経済産業省 資源エネルギー庁

【要旨】

本講義は、日本における再エネ導入促進に関連する政策の変遷、規制改革等に関する情報共有を通じて、研修対象国における施策への活用を目的としたものである。

講義では、日本第 5 次エネルギー基本計画における 2030 年の再エネ導入目標達成のための施策や、日本が直面している地熱導入に関する課題及び障壁への対策、さらに、2050 年にカーボンニュートラルを目指す方針等に関する説明が行われた。

講義 2:「JICA の東部アフリカにおける地熱開発支援」

英題: JICA's Cooperation in Geothermal Development

講演者: JICA 社会基盤部 資源・エネルギーグループ

【要旨】

本講義は、JICA による海外の地熱開発支援の現状や課題等に関する情報共有を通じて、研修対象国における地熱関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、地熱開発の特徴である高いコストとハイリスクを低減するためのコンセSSIONALローンや ODA 等の活用や人材開発の重要性が強調され、JICA による海外地熱開発の全段階における支援活動(上流のマスタープラン作成、地表調査、試掘から、下流の発電所建設、人材開発に至るまで)等に関する説明が行われた。

講義 3:「地熱開発の成功要因と東アフリカにおける地熱開発モデル」

英題: Key Success Factors and Development Models of Geothermal Power for Eastern African Countries

講演者: 西日本技術開発株式会社

【要旨】

本講義は、世界における地熱開発の成功事例の紹介等を通じて、研修対象国における地熱開発関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、地熱開発の成功モデルとしてケニアとトルコの二つモデルが紹介され、ケニアの地熱開発モデルの優位点(ODA を活用した開発コストの低減や人材育成による経験・知識の蓄積)や今後の改善ポイント(民間企業へのライセンスの過剰発行の抑制や BOT モデルの採用)等に関する説明が行われた。

講義 4「長期的視点での設備管理・貯留層管理」

英題: Long-Term Perspective of Geothermal Facilities and Reservoir Management

講演者: 西日本技術開発株式会社

【要旨】

本講義は、長期的な視点での地熱発電所の運営管理の重要性に関する情報共有を通じて、研修対象国における地熱関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、貯留層の過剰開発による減衰スパイラルを防止するためのモニタリングや、発電所効率向上のための時間基準保全(TBM)及び状態基準保全(CBM)による管理の重要性等に関する説明が行われた。さらに、ビデオ教材を通して、具体的な地熱発電所の維持管理及びモニタリング方法等が説明された。

カントリーレポート 1:「ジブチの地熱開発の現状」

英題: State of Djibouti Geothermal Development

講演者: Djiboutian Development Office of Geothermal Energy, ODDEG

【要旨】

本報告は、研修対象国における地熱開発の現状と関連政策に関する最新情報を、日本側を含む研修参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、ジブチの地熱開発の歴史をはじめ、地熱資源の潜在サイトの分布、Asal 地熱サイトにおける発電所計画や、Hanlé 地熱サイトにおける JICA の支援による掘削調査等に関する説明が行われた。

2 日目 (2/26) 講義

カントリーレポート 2: 「地熱部門への投資機会」ケニア

英題: Investment Opportunities in Geothermal Sector

講演者: Ministry of Energy

【要旨】

本報告は、研修対象国における地熱開発の現状と関連政策に関する最新情報を、日本側を含む研修参加者と共有することを目的としたものである。

ケニアのエネルギー法に基づいてエネルギー政策を 5 年ごとに見直し、電源開発計画「最小費用電力開発計画 (LCPDP)」は 2 年ごとに見直されることで再エネの導入促進を進める方針を説明し、同国の地熱開発状況を紹介した。

報告では、ケニアにおけるエネルギー政策、電源開発計画、並びに地熱開発計画の現状等に関する説明が行われた。

カントリーレポート 3: 「エチオピアの地熱調査及び開発」

英題: Geothermal Exploration and Development in Ethiopia

講演者: Ethiopia Electric Power

【要旨】

本報告は、研修対象国における地熱開発の現状と関連政策に関する最新情報を、日本側を含む研修参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、エチオピアにおける 100%再エネ発電を目指すエネルギー政策、発電と電力小売部門の民営化、地熱開発関連する法整備、並びに、地熱の直接利用、農業利用促進など今後の地熱開発の方針等に関する説明が行われた。

講義 5: 「富士電機の地熱発電ビジネス」

英題: Fuji's Geothermal Power Plant Business

講演者: 富士電機株式会社

【要旨】

本講義は、日本のタービンメーカーの地熱タービン技術や導入事例等に関する情報共有を通じて、研修対象国における地熱開発施策への活用を目的としたものである。

講義では、富士電機の地熱タービンの世界市場シェア、並びに同社のフラッシュ式蒸気タービ

ンの優位性、さらに、同社の ORC 事業の現状等に関する説明が行われた。

講義 6:「東芝 地熱発電への取り組み」

英題:Toshiba Geothermal Power Systems

講演者:東芝エネルギーシステムズ株式会社

【要旨】

本講義は、日本のタービンメーカーの地熱タービン技術や導入事例等に関する情報共有を通じて、研修対象国における地熱開発施策への活用を目的としたものである。

講義では、東芝の地熱タービンのケニアにおける導入事例や現在進行中のエチオピアにおける導入事例をはじめ、世界各国における導入実績、また、小型地熱発電設備 Geoportable を含む同社フラッシュ式地熱タービンラインナップ等に関する説明が行われた。

講義 7:「三菱パワー(株) 地熱タービンに関するご紹介」

英題:Geothermal Steam Turbine of Mitsubishi Power, Ltd.

講演者:三菱パワー株式会社

【要旨】

本講義は、日本のタービンメーカーの地熱タービン技術や導入事例等に関する情報共有を通じて、研修対象国における地熱開発施策への活用を目的としたものである。

講義では、三菱パワーのケニアを含む世界市場での地熱タービンの導入事例の紹介や、O&M最適化、性能向上、運用性改善が図れる同社のデジタルソリューション技術、並びに三菱重工の子会社であるターボデン社の ORC システム等に関する説明が行われた。

2.5. インド水素・燃料電池研修

2.5.1. 日時・期間

2021/3/8(月)

2.5.2. 主会場

現地側:各自リモート参加

日本側:日本エネルギー経済研究所 11 階会議室(但し、一部講演者はリモート参加)

2.5.3. 背景と目的

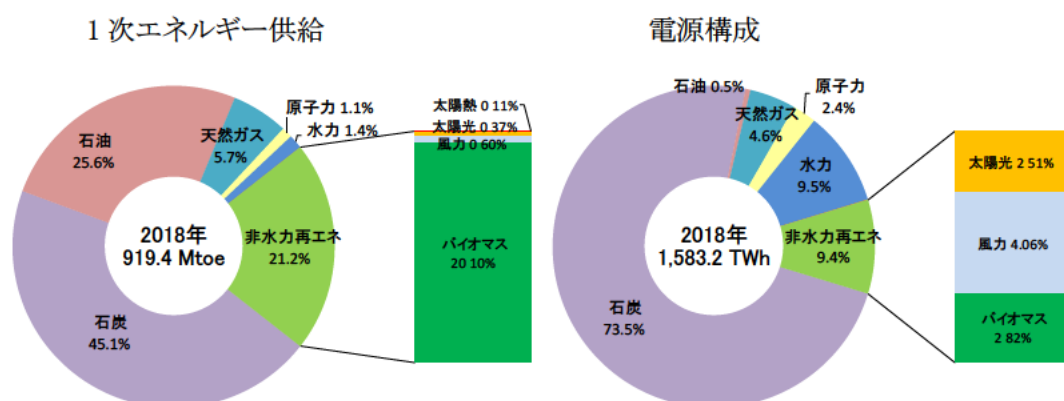
【インドのエネルギー政策】

インドにおけるエネルギー政策を含む経済政策の立案主体は、モディ現政権により、インド連邦政府計画委員会から新設の NITI Aayog(National Institute for Transforming India)に移行した。NITI Aayog は 2018 年に Draft National Energy Policy 2018 を策定し、次の 4 項目を基本方針とした。

1. 合理的価格でのアクセス
2. セキュリティと自給率の改善
3. 持続可能性と経済成長の推進
4. インドの経済競争力強化と増大する需要に対する効率的な供給確保

一方、インドにおける 2018 年の 1 次エネルギー供給や電源構成は、図 2.5-1 の通りとなっており、まだまだ化石燃料への依存度が高い。

図 2.5-1 インドの 1 次エネルギー供給構成及び電源構成(2018 年)



(出所) IEA World Energy Statistics and Balances 2019 より作成

【インドの再生可能エネルギー政策】

インドでは電力法(Electricity Act 2003(EA 2003))により、各州政府に対する州電力庁(State

Electricity Board (SEB)) の垂直統合事業の分割 (発送電分離) の要請、各州政府に対する州電力規制局 (State Electricity Regulatory Commission (SERC)) の設置義務付け、発電部門の免許制度廃止 (ただし、大規模水力を除く) = 発電事業の自由化、自家発電の自由化、送電および配電へのオープンアクセス、発電事業者と最終需要者との電力売買 (電力取引) の自由化などを法制化し、電力部門への民間事業者の参入を推進して来た。

さらにこの EA 2003 に基づく National Electricity Policy 2005 や National Tariff Policy 2006 は、(1) 売電価格 (Tariff) の決定、(2) RPO (Renewable Purchase Obligation) 制度の導入、(3) 市場開発の促進、(4) 系統連系の促進等の規制的措置を規定し、再生可能エネルギーの導入を促進して来た²¹。

この流れに加え、モディ政権により 2015 年 UNFCCC 事務局に対して提出されたインドの INDC (India's Intended Nationally Determined Contribution: Working Towards Climate Justice) (INDC はそのままインドの NDC として 2016 年 10 月に UNFCCC 事務局に提出) では、2022 年までに太陽光 100GW、風力 60GW、バイオマス 10GW、小水力²²5GW の合計 175GW という高い再生可能エネルギー発電設備の導入目標を設定した。

上記 (1) の売電価格の決定に関しては、2004 年から Feed in Tariff (FIT) が州単位で導入され、太陽光、太陽熱、風力、小水力に関しては 2009 年から全国レベルの基準価格も設定された。太陽光や風力は、発電価格の低減により入札による価格決定に移行しており、現在も FIT が適用されているのは小水力とバイオマスのみである。

中央政府による入札の主体は国営ソーラーエネルギー会社 (SECI: Solar Energy Corporation of India) である。2010 年では 11 ルピー/kWh 前後であったものが 2017 年 5 月には 500MW 分の入札に対して 2.44 ルピー/kWh (Rajasthan 州 Bhadla ソーラーパーク) という落札案件が現れ、一気に 3.0 ルピー/kWh を切る水準まで低下した。

また、風力発電に関しても SECI により 2017 年から入札が開始され、最初の 1GW の落札価格は 3.46 ルピー/kWh であったが、同年に実施された入札では 2.43 ルピー/kWh まで価格が低下した。しかしながら、SECI や地方政府による入札のスピードは 2017 年 11 月の Singh 大臣発表のスケジュール²³に追いついておらず、用地取得の難航や送電線の不備等によりこのままでは 2022 年 60GW の目標から 5GW ショートし、54.7GW となる予想も出ている²⁴。

とは言え、インドでの新設石炭火力の売電価格は概ね 4-6 ルピー/kWh であることから、インドにおける太陽光発電や風力発電が新設石炭火力発電を上回るコスト競争力を持つ電源になりつつあると言える。

²¹ <https://mnre.gov.in/renewable-energy-regulatory-framework> (2020 年 10 月アクセス)

²² インドにおいては、25MW 以下の中小水力発電施設のみ再生可能エネルギーに分類される。

²³ 2017 年 11 月、MNRE の Singh 大臣は、MNRE は再エネ分野における「Make in India」キャンペーンを推進するため、20GW 規模の太陽光発電 (PV) モジュールの生産設備の国内導入や、計 10GW を超える発電規模となるダム湖での浮体式太陽光発電プラント、洋上風力発電システム、太陽光-風力ハイブリッドシステムを計画中であると発表した。

²⁴ <https://www.thehindubusinessline.com/economy/india-to-install-547-gw-wind-capacity-by-2022-fit-solutions/article26971723.ece> (2020 年 10 月アクセス)

【インドの水素・燃料電池関連政策】

MNRE(The Ministry of New and Renewable Energy:新再生可能エネルギー省)は、2003 年に National Hydrogen Energy Board (NHEB)を設置し、NHEB の運営委員会が作成した“National Hydrogen Energy Road Map²⁵⁾”が MNRE により 2006 年に公表された。同ロードマップに基づき、生物化学的水素生成プロジェクト、水素化合物や炭素素材による水素貯蔵プロジェクト、水素内燃エンジンの開発プロジェクト等、多数の R&D プロジェクトが MNRE の支援下で実施された。しかしながら、商業ベースとなったプロジェクトはなく、同ロードマップが目標として設定した 2020 年までに 100 万台の水素自動車(水素内燃機関と燃料電池)と 1,000MW の水素発電(燃料電池と水素燃焼)、及び大規模貯蔵とパイプラインネットワークの導入の実現は、現状では難しい状況である。

その後 2016 年に、MNRE の「水素エネルギー及び燃料電池に関する運営委員会」が”Draft-Hydrogen Energy and Fuel Cells in India-A Way Forward²⁶⁾”を公表した。

一方、2019 年度新エネ人材育成事業で実施した「インド対象水素及び燃料電池専門家派遣研修」における MNRE や IOCL R&D 等のインド側発表により明らかになったことは以下のような点であった。

1. MNRE が水素・燃料電池分野の主管省庁になったとの発表があった。
2. MNRE はじめ各所から、水素の輸送や貯蔵時、また、燃料電池の基準や規制等の策定を急ぐべきとの指摘があった。
3. 2018 年 7 月、インド最高裁判所がデリー-NCR の環境汚染対策庁(EPCA)の EV バス導入計画に対し、水素燃料バスの導入検討を指示したことから、インド国内で水素に対する関心が急激に高まった。
4. インドでは、バイオマス年間生産量 6.8 億トン中 1.7 億トンが余剰と見ており、水素の原料として有望視している。IOCL R&D によると余剰バイオマスのガス化による水素製造コストは、USD2-2.5/kg で、技術的にも経済的にも実現可能としている。
5. IOCL は、デリー-NCR の圧縮天然ガス(CNG)バス 50 台を水素圧縮天然ガス(H-CNG)バスに代替する取り組みを行っている。
6. インド北部で NTPC と Siemens が、太陽光電力による水素製造及び燃料電池による 100kW レベルのマイクログリッド実証事業を開始した。

さらに、MNRE は 2020 年 12 月、「Draft National Hydrogen Energy Mission Document」を公表し、今後 10 年間を第 1 フェーズ (2021-2024)と第 2 フェーズに分け、第 1 フェーズは、政策や規制・基準の枠組、パイロットプロジェクト、水素の生産・供給インフラ、R&D、及びグリーン水素マー

²⁵⁾ <https://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/abridged-nherm.pdf#search=%27national+hydrogen+energy+roadmap+india%27> (2020 年 10 月アクセス)

²⁶⁾ <https://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/Draft-Report-on-Hydrogen-Energy-and-Fuel-Cells-A-Way-Forward.pdf#search=%27draft+hydrogen+energy+and+fuel+cells+in+india++a+way+forward%27> (2020 年 10 月アクセス)

ケットの創出等のグリーン水素の価格競争力をつけるための準備期間と位置付けた。尚、同 Mission は近々正式に発表される予定である。

【当研修の目的】

これまで見てきたように、インドでは、太陽光と風力を中心に再生可能エネルギーの導入促進を国際公約としており、政府はその達成に自信を持っている。しかしながら、個々の電力インフラの導入状況を見てみると、その目標達成は決して万全とはいえない状況である。

グリーン水素は、中長期的に、インドにおける分散型電源として、また、電力の系統安定化のための有力な手段として、近々 MNRE が発表する予定の「National Hydrogen Energy Mission」にも位置付けられている。MNRE の一歩後ろに位置しているように見える電力省を含む電力関係者の積極的関与が必要となるため、今後もこれら関係者への働きかけが重要であると考ええる。

一方、昨年、第 10 回日印エネルギー対話で「両国は、水素及び燃料電池分野、特に、定置・輸送目的の価格競争力のある適用、規制、規則及び標準の整備、共同研究開発、鉄鋼業等の業種における水素の利活用において、更なる協力の可能性を追求する。」という内容が合意された。この方針に基づき、日印両国の水素分野における協力関係の構築及び意見交換の機会として当研修を位置付ける。

【当研修における課題】

当研修で対応する課題は、以下の通りである。

課題 1 水素導入促進に関する課題(総論)

インドでは、水素エネルギーに関する R&D 支援はあるものの、エネルギーシステムの低炭素化やエネルギーセキュリティ向上という観点での水素利活用の政策的方向付けがなされていない。従って、水素エネルギーの普及のためには、現状フォーカスされている運輸部門に限らず電力部門等も含めた社会全体を見渡したエネルギー政策における水素の位置付けの明確化と社会実装のための政策的支援が不可欠である。特に水素製造のコスト低減のためには、化石燃料由来や再エネ由来を問わず水素需要を創出・拡大していき、その中で再エネ由来水素の製造を拡大していくという政策的観点が不可欠である。

課題 2 2022 年再生可能エネルギー導入目標 175GW 達成に関わる課題

インド政府は上記の再エネ導入目標を掲げているが、これまで見て来た通り、太陽光発電にしろ、風力発電にしろ、導入スピードが減速しかねない要因が幾つかある。その中でも、今後大量に導入される変動再エネの稼動を可能にする送電線や変電所の建設の遅れや、電圧対策、調整電源並びに電力貯蔵施設の確保、さらには調整力市場の整備等系統安定化対策の遅れが懸念される。水素エネルギーは、変動再エネの余剰電力による水素製造・発電等、系統安定化対策の手段として活用できるが、現状、インド側にはその視点がない。また、余剰バイオマスによる水素製造という方向性もあり得る。

課題3 FCV 導入促進に関する課題

インドでは、自動車の排ガス規制に関してはEUの規制に準拠し、現状 Euro 4 に準拠した Bharat 4 を採用しているが、2020 年 4 月からは Euro 5 を飛ばして一挙に Euro 6 に準拠した Bharat 6 を採用した²⁷。電気自動車のみならず燃料電池車にも政府補助を導入するかどうかの判断に、自家用燃料電池車の普及スピードは大きく依存する。

また、米国で政府補助により普及した FC フォークリフトといった特定マーケットの開拓や、中国のように、FC バスや FC トラックから FCV の導入を図って行くという方向性はより現実的であり、CO₂ 排出削減の国際公約の実現に大きく貢献する。水素価格の低減を待つのではなく、こうした社会実装に向けた政策的ステップを踏めるかが課題となる。

課題4 未利用水素の活用と鉄鋼産業等産業部門における CO₂ 削減に関する課題

2008 年頃と少し古い数字になるが、日本の石油産業における水素供給余力、即ち、水素需要の不足やインフラ未整備といった理由により使用されなかった水素は、年間 47 億 Nm³ と水素製造量の約 25% を占めていた²⁸。インドでも同様に、水素需要が余り期待できないということとインフラ整備に投資が必要であるという理由でこの未利用水素が活用されていない可能性がある。この未利用水素の活用も水素製造コストを問題視するインドにおいては有効である可能性がある。

また、鉄鋼産業や肥料製造産業における化石燃料の削減も大きな課題である。この分野における低炭素化技術の共有も有効である。

2.5.4. 招聘者

以下、関係省庁、国営企業等、計 34 名を招聘した。(日本側参加者、及びインド側事務局を除く)

表 2.5-1 招聘者一覧

	招聘国	所属機関	参加数
1	インド	省庁(MoPNG、BEE (MOP)、CEA)及び在京インド大使館	6
2		政府系電力機関(POSOCO)	2
3		国営企業(IOCL R&D、NTPC、BHEL、GAIL)	19
4		大学・研究機関(PDPU、ARCI 等)	3
5		協会(ARAI)	1
7		民間企業(BSES、TATA Steel 等)	3

²⁷ <https://www.thehindu.com/news/national/amid-lockdown-india-switches-to-bs-vi-emission-norms/article31231973.ece> (2020 年 10 月アクセス)

²⁸ <http://www.hess.jp/Search/data/33-02-026.pdf#search=%27%E8%A3%BD%E6%B2%B9%E6%89%80%E3%81%A7%E3%81%AE%E6%B0%B4%E7%B4%A0%E3%81%AE%E8%A3%BD%E9%80%A0%E3%81%A8%E5%88%A9%E7%94%A8%27> (2020 年 10 月アクセス)

2.5.5. 日程概要

表 2.5-2 日程概要

日程	実施内容
3/8 (月)	日本側からの講義(7件) カントリーレポート(4件)

2.5.6. プログラム概要

日本側からの講義:

- (1)「水素経済社会に向けた日本の取り組み」
- (2)「日本における水素ステーション関連技術と基準、規制について」
- (3)「岩谷産業の水素インフラ整備における取り組みと水素輸送の関連法規」
- (4)「山梨県における CO2 フリーの水素社会構築を目指した P2G システム技術開発」
- (5)「東芝の水素エネルギービジネス」
- (6)「国際水素サプライチェーンと低炭素ガスタービン技術」
- (7)「水素を活用した低炭素製鉄技術－COURSE50 プロジェクトの概要－」

カントリーレポート:

- (1)「IOCL が取り組む様々なグリーン水素イニシアティブの紹介」
- (2)「インドの水素経済の幕開け」
- (3)「インドの”National Hydrogen Mission”における NTPC の役割」
- (4)「インドにおける水素経済を先導する BHEL の取り組み」

2.5.7. 成果/展望

今回、研修で確認できたのは、これまで、インド政府の R&D 支援政策により国立の研究機関や大学に集中していた水素関連技術開発が、BHEL や NTPC といった国営会社レベルでも研究開発が進んでいるという事実であり、特に BHEL からは燃料電池分野でのパートナーを探しているという発言があった。

また、グリーン水素製造コストについて、日本の 2030 年 3 ドル/kg という目標に対し、根拠が明確でないながらも、インドでは 2 ドル/kg も可能ではないかといった発言や、IOCL R&D からは、バイオマスのガス化により、2-2.5 ドル/kg での水素製造は十分可能といった発言もあった。

一方、MoPNG の Kapoor 次官からは、現状高コストであるグリーン水素の低コスト化を図りながらも、天然ガスからの低コストな水素製造に目を向け、早く動きたいという発言もあった。

インドのみならず、水素需要の喚起は、世界各国で早急に検討すべき課題で、低炭素化実現のために、まずは、グレー水素やブルー水素も含め、水素の利活用をどう段階を踏んでいけばよいかという具体的な検討が、電力分野をはじめ、輸送分野や産業分野のそれぞれで行われなければならない。

インドでも、MNRE が「Draft National Hydrogen Energy Mission Document」を策定し、近々正式に発表予定である。また、財務大臣が水素を含むグリーンエネルギーへの予算化を図るという見解を

発表している。当研修でも、水素ステーションの低コスト化や、アンモニア関連技術、水素の国際サプライチェーン等での日印の協力関係を望む意見が多くあった。

2.5.8. 講演要旨

講義 1:「水素経済社会に向けた日本の取り組み」

英題:Japan's actions toward hydrogen-based economy

講演者:経済産業省 資源エネルギー庁

【要旨】

本講義は、日本の水素・燃料電池関連政策に関する情報共有を通じて、インドにおける同分野関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、日本の水素関連政策である「水素基本戦略」「水素・燃料電池戦略ロードマップ」「技術開発戦略」が紹介され、日本における水素社会実現のための課題や世界各国の動向等に関する説明が行われた。

カントリーレポート 1:「IOCL が取り組む様々なグリーン水素イニシアティブの紹介」

英題:Hydrogen Economy in India – Initiatives by Indian Oil

講演者:Indian Oil Corporation Limited, Research & Development Centre (IOCL R & D)

【要旨】

本報告は、インド最大の水素製造会社でもある国営石油会社 IOCL における水素製造技術や水素モビリティ開発関連の最新情報を、日本側及びインド側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、IOCL におけるバイオマスガス化や太陽光水電解、水蒸気メタン改質 (SMR)、バイオメタネーション等の水素製造技術開発とそれらのコスト比較、及び今後の展望、並びに CNG から HCNG バスに転換する実証事業等に関する説明が行われた。

講義 2:「日本における水素ステーション関連技術と基準、規制について」

英題:Status on Hydrogen Station related Technologies, Standards and Regulations in Japan

講演者:一般社団法人水素供給利用技術協会

【要旨】

本講義は、日本の水素ステーションに関する規制・基準や関連技術等の情報共有を通じて、インドにおける同分野関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、日本の水素ステーションに関する規制・基準、また、同分野の技術水準等に関する説明が行われた。

講義 3:「岩谷産業の水素インフラ整備における取り組みと水素輸送の関連法規」

英題:Iwatani's Activities on Hydrogen infrastructures and hydrogen transportation system related standards and regulations in Japan

講演者:岩谷産業株式会社

【要旨】

本講義は、日本の水素輸送に関する規制・基準や関連技術等の情報共有を通じて、インドにおける同分野関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、日本の圧縮水素及び液化水素の輸送に関する規制・基準、また、岩谷産業の国内外の水素輸送への取り組み等に関する説明が行われた。

基調講演

講演者:Ministry of Petroleum and Natural Gas (MoPNG)

【要旨】

本講演は、インドの石油・天然ガス省における水素関連政策に関する最新情報を、日本側及びインド側参加者と共有することを目的としたものである。

講演では、IOCL による HCNG バスの実証事業で利用している水素の 80%が天然ガスから製造されていること、天然ガス由来水素製造も活用しつつ、今後、民間部門を巻き込み、グリーン水素の製造コストを下げていく方向性等が示された。また、日本との協力関係構築を歓迎する旨の発言があった。

【質疑応答】

司会:一般財団法人日本エネルギー経済研究所

この質疑応答セッションでは、インド時間午前に行われた講演に関する質疑応答や、関連する課題、日印の今後の協力の方向性等に関する議論が行われた。

カントリーレポート 2:「インドの水素経済の幕開け」

英題:Unlocking the Hydrogen Economy of India

講演者:The Energy and Resources Institute (TERI)

【要旨】

本報告は、インドの研究機関によるインドにおける水素社会の展望と課題等に関する最新情報を、日本側及びインド側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、産業部門、運輸部門、並びに電力部門毎に水素導入のタイムフレームが異なること、しかしながら、セクター横断的な協働、政策や基準を通じた市場形成、及び研究開発から商業化に移行するための政府支援の必要性等の説明が行われた。

カントリーレポート 3:「インドの”National Hydrogen Mission”における NTPC の役割」

英題:NTPC's Role in Indian Hydrogen Economy

講演者:National Thermal Power Corporation Limited (NTPC Ltd.)

【要旨】

本報告は、インド国営発電会社 NTPC におけるグリーン水素製造技術開発関連の最新情報を、

日本側及びインド側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、NTPC の「グリーン水素ビジョン」、並びに、グリーンメタノール・グリーンアンモニア、マイクログリッド、モビリティ、天然ガス混入等の分野でのグリーン水素を利用した実証事業等に関する説明が行われた。

講義 4:「山梨県における CO2 フリーの水素社会構築を目指した P2G システム技術開発」

英題: Approach to the Development of P2G System Technology Aiming to Build a CO2-Free Hydrogen Society in Yamanashi Prefecture

講演者: 山梨県 企業局

【要旨】

本講義は、日本の地方自治体における水素導入をはじめとする低炭素化施策に関する情報共有を通じて、インドの中央、地方政府における水素関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、山梨県企業局による再エネ導入や太陽光発電による Power to Gas 技術開発事業等に関する説明が行われた。

カントリーレポート 4:「インドにおける水素経済を先導する BHEL の取り組み」

英題: BHEL's approach to usher Hydrogen Economy in India

講演者: Bharat Heavy Electricals Limited (BHEL)

【要旨】

本報告は、インド国営重電会社 BHEL における水素製造技術や水素モビリティ開発関連の最新情報を、日本側及びインド側参加者と共有することを目的としたものである。

報告では、インドグリーン水素市場の展望、並びに、BHEL の水素サプライチェーンにおける製造、エンドユース(貯蔵)分野での参入意向、特に燃料電池開発への注力等に関する説明が行われた。

講義 5:「東芝の水素エネルギービジネス」

英題: TOSHIBA Hydrogen Energy Business

講演者: 東芝エネルギーシステムズ株式会社

【要旨】

本講義は、日本のグリーン水素エネルギー供給システム技術等の情報共有を通じて、インドにおける同分野の施策や研究開発への活用を目的としたものである。

講義では、東芝エネルギーシステムのインドにおける製造拠点、純水素燃料電池や水素エネルギー供給システム、及び Power 2 Gas 実証事業等に関する説明が行われた。

講義 6:「国際水素サプライチェーンと低炭素ガスタービン技術」

英題: International liquefied hydrogen supply chain and low carbon gas turbine technologies

講演者: 川崎重工業株式会社

【要旨】

本講義は、日本の国際的な水素サプライチェーン構築計画や水素を活用した火力発電技術の共有を通じて、インドにおける水素及び低炭素化関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、オーストラリアの褐炭及び CCS 技術を活用した CO₂ フリー水素サプライチェーン構築の実証事業、並びに水素を混焼/専焼する水素ガスタービン技術等に関する説明が行われた。

講義 7:「水素を活用した低炭素製鉄技術－COURSE50 プロジェクトの概要－」

英題:Low CO₂ steel making technology using hydrogen -COURSE50-

講演者: 日本製鉄株式会社

【要旨】

本講義は、日本の製鉄業界における低炭素化技術開発の現状と課題等に関する情報共有を通じて、インドにおける同分野関連施策への活用を目的としたものである。

講義では、日本における水素還元製鉄技術による CO₂ 削減プロジェクト COURSE50 等に関する説明が行われた。

【質疑応答】

司会: 日本エネルギー経済研究所

この質疑応答セッションでは、インド時間午後に行われた講演に関する質疑応答や、関連する課題、日印の今後の協力の方向性等に関する議論が行われた。

以上

二次利用未承諾リスト

報告書の題名:令和2年度新興国等におけるエネルギー使用合理化等に資する事業(新エネルギー人材育成事業)事業報告書

委託事業名:令和2年度新興国等におけるエネルギー使用合理化等に資する事業(新エネルギー人材育成事業)

受注事業者名:一般財団法人日本エネルギー経済研究所

[illegible]