

途上国における持続可能な
再生可能エネルギー開発にかかる
社会経済研究完了報告書

2020年8月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

京都大学大学院総合生存学館（思修館）

社基
JR
20-018

**途上国における持続可能な
再生可能エネルギー開発にかかる
社会経済研究完了報告書**

2020年8月

**独立行政法人
国際協力機構（JICA）**

京都大学大学院総合生存学館（思修館）

編集者

櫻井 繁樹	京都大学大学院総合生存学館	教授
金村 宗	京都大学大学院総合生存学館	准教授

筆頭執筆

武田 秀太郎	京都大学大学院総合生存学館	特任助教
田中 勇伍	京都大学大学院総合生存学館	博士学生

執筆者

櫻井 繁樹	京都大学大学院総合生存学館	教授	はじめに・第7章・おわりに
奥井 剛	京都大学大学院総合生存学館	研究員	第1章
高島 宏明	京都大学大学院総合生存学館	特定教授	第2章
江崎 俊介	京都大学大学院総合生存学館	博士学生	第2章
羽尾 一樹	京都大学大学院総合生存学館	博士学生	第2章
周 敬棠	京都大学大学院総合生存学館	博士学生	第2章
ヤルナゾフ ディミター	京都大学大学院総合生存学館	教授	第3章
アレックス 竜太 キーリー	九州大学大学院工学研究科	特任助教	第3章
武田 秀太郎	京都大学大学院総合生存学館	特任助教	第3・5章
田中 勇伍	京都大学大学院総合生存学館	博士学生	第4章
金村 宗	京都大学大学院総合生存学館	准教授	第6章
橋本 道雄	大阪大学共創機構産学共創本部	教授	第7章
山崎 晃	千葉工業大学社会システム科学部	教授	第7章
吉田 朋央	京都大学大学院総合生存学館	特定准教授	第7章

執筆委員

小池 克明	京都大学大学院工学研究科	教授
手塚 哲央	京都大学大学院エネルギー科学研究科	教授
小西 哲之	京都大学エネルギー理工学研究所	教授
甲山 治	京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究科	教授
南 ヒヨソク	京都大学経済研究所	研究員
チャールズ ポリコ	京都大学大学院総合生存学館	博士学生
山本 駿	京都大学大学院総合生存学館	博士学生

(所属は執筆時)

目次

目次	ii
はじめに 調査研究の趣旨・体制等	1
調査研究の趣旨	1
調査研究の体制	1
「途上国再エネ開発研究推進委員会」の設置	2
本報告書の構成	4
第1章 発展途上国における再生可能エネルギー開発の本質を問う	5
1.1 序に代えて	5
1.2 ハイデガーの技術論	8
1.3 アーレントによるハイデガー批判の可能性	12
1.4 洞窟の比喻	13
1.5 権威主義	16
1.6 伝統の終焉	17

1.7 終わりに	21
第2章 東南アジア・アフリカ地域における再生可能エネルギーに係る開発動向調査	23
2.1 再生可能エネルギーに係る主な政策	23
2.1.1 エネルギー政策, 及び再生可能エネルギー関連政策に関する調査	23
2.1.2 東南アジアとサハラ以南アフリカの現況	24
2.2 再生可能エネルギー導入動向と, 導入に係る主要な課題の抽出	26
2.2.1 東南アジアとサハラ以南アフリカの再生可能エネルギー導入目標	26
2.2.2 東南アジアとサハラ以南アフリカでの再生可能エネルギー促進政策	28
2.3 気候変動対策と再生可能エネルギーの関係	33
2.4 再生可能エネルギー開発動向調査に係る今後の研究課題	35
2.4.1 本研究において取り上げる政策的, 技術的課題	36
2.4.2 再生エネルギーに関連する人材育成	36
第3章 研究対象国における現地調査	42
3.1 フィールド調査概要	42

3.2	第1回現地調査（インドネシア）	43
3.2.1	概要	43
3.2.2	予備調査内容	44
3.3	第2回現地調査（インドネシア）	45
3.3.1	概要	45
3.3.2	調査から得られた主要情報	46
3.4	第3回現地調査（インドネシア）	52
3.4.1	概要	52
3.4.2	調査から得られた主要情報	54
3.5	第4回現地調査（ベトナム）	58
3.5.1	調査概要	58
3.5.2	調査から得られた主要情報	59
3.6	第5回現地調査（ミャンマー）	61
3.6.1	調査概要	61
3.6.2	調査から得られた主要情報	62

3.7	第6回現地調査（ミャンマー）	70
3.7.1	調査概要	70
3.7.2	調査から得られた主要情報	70
3.8	第7回現地調査（ケニア）	73
3.8.1	調査概要	73
3.8.2	調査から得られた主要情報	78
3.9	現地調査に基づく考察 フィールド調査全体の「総括」	81
第4章	再生可能エネルギー導入に係る政策過程分析	88
4.1	本章の目的	88
4.2	本主題に関する理論的検討	89
4.2.1	悪構造と政策	89
4.2.2	政策形成における科学的知識及び分析の限界	90
4.2.3	政策過程における科学者の役割	91
4.3	再生可能エネルギー開発と社会技術システム	93
4.3.1	Multi Level Perspective (MLP)フレームワーク	93

4.3.2	インドネシアの再生可能エネルギー開発と社会技術システム	95
4.3.3	考察	100
4.4	政策デザインのアプローチの検討：東南アジアの事例から	100
4.4.1	国際エネルギー機関による発展途上国の政策デザインへの協力	101
4.4.2	現状の政策デザインへの関与方法の問題点	104
4.4.3	国際機関，科学者，ASEAN 関係者によるパネルディスカッション	107
4.4.4	考察	109
4.5	おわりに	110
第5章 再生可能エネルギー導入に係る社会構造分析		112
5.1	導入：再エネの導入は環境と同様に人間社会に対しても優しいのか？	112
5.1.1	背景	112
5.1.2	S-LCA 分析	113
5.2	S-LCA 分析の手法	114
5.2.1	Social Hotspot Database (SHDB)	114
5.2.2	データ収集ならびにモデリング	116

5.3	試算結果	117
5.3.1	影響分析結果 (Life Cycle Impact Assessment)	117
5.3.2	国・産業セクターごとの悪影響.....	119
5.4	議論.....	121
5.4.1	単位電力量あたり社会影響と単位発電コストあたり社会影響の比較.....	121
5.4.2	一部国家への人権負荷集中	124
5.5	結言：再エネの導入は環境と同様に人間社会に対しても優しいのか？	124
第6章 再生可能エネルギー導入に係るリスク分析.....		127
6.1	再生可能エネルギー事業投資に係る本リスク構造分析の意義.....	127
6.2	再生可能エネルギー事業投資に係る本リスク構造分析のポジション	128
6.3	研究成果	131
A.	新興国における再生可能エネルギー投資のリスクとリターンの検証：フィリピンのケース スタディ	131
B.	太陽光発電にかかるボリュームリスクのヘッジ戦略とベースリスク	132
C.	クリーンエネルギー指数とエネルギー商品間の価格相関分析.....	132
6.4	研究成果に基づくインプリケーション	133

第7章 再生可能エネルギー導入に係る政策提言の視座	134
7.1 3つの基本的な政策提言フレームワーク	134
7.2 再生可能エネルギーと産業政策	139
7.2.1 複雑化する現代	139
7.2.2 日本のエネルギーと産業の発展.....	140
7.2.3 エネルギーとイノベーション	145
7.2.4 地域にあった産業と省エネ化および再生可能エネルギーの導入事例.....	150
7.2.5 途上国における持続可能な再生可能エネルギーの導入に向けて	155
7.3 3つの研究効用最大化に向けての視点.....	157
7.4 政策エコシステム	162
おわりに	165
(別紙1) 研究進捗検討会及び中間成果報告会	173
(別紙2) 「途上国再エネ開発研究推進委員会」	174
(別紙3) 本研究プロジェクト関連論文等目録	183

図表一覧

図 1	プロジェクト体制図.....	2
図 2	東南アジア諸国の発電容量 (GWh) (IEA Database, 2017)	25
図 3	サハラ以南アフリカ諸国の発電容量 (GWh) (IEA Database, 2017)	26
図 4	2060 年までの気候変動から推定される GDP 変化 (IRENA 2016, OECD 2014)	34
図 5	汎アジアエネルギー・インフラストラクチャシナリオの 2 つの提唱ルート検討/開発： ISJ の伝送路 (a) 既存のタイ - マレーシア間 (b) 提唱ルート (c, d) アジアの電力網.....	35
図 6	再生可能エネルギースキル標準第二部キャリア・スキル体系編	38
図 7	再生可能エネルギースキル標準第二部キャリア・スキル体系編	38
図 8	インドネシアの各地域の FIT 価格設定 (2018 年時点)	50
図 9	インドネシアの各地域の電化率と今後の地方電化計画.....	51
図 10	JICA によるインドネシアにおける再生可能エネルギー支援状況.....	57
図 11	エネルギー源別の導入容量 - 他アジア諸国との比較.....	62
図 12	一人あたりエネルギー消費量と一人あたり GDP の推移 (1990 - 2016) - 他アジア諸国 との比較.....	63
図 13	電力需要予測 (2011-2030)	64
図 14	電力供給量及び電力源の内訳 (2008-2015)	64
図 15	電力セクターの財務状況: 供給価格及び販売価格 (左) 税抜前収支 (右) (2010-2016)	65
図 16	エネルギー導入容量(2018 年 3 月時点) (左) 及び発電量 (右) (2017 年度).....	66
図 17	年間発電量における各発電源の割合 (2017 年度)	66

図 18	風力発電（左）及び太陽光発電（右）の導入ポテンシャル	67
図 19	各シナリオの運転費用と二酸化炭素排出量の比較.....	103
図 20	各シナリオのシステムコストの比較	104
図 21	S-LCA が扱うサプライチェーンのアクターと社会影響（UNEP/SETAC, 2011）	113
図 22	Social Hotspot Data Base (SHDB)構造（Benoît-Norris et al., 2012）	114
図 23	Social Hotspot Index において推計される影響カテゴリー（New Earth, 2014 を基に筆者作図）	115
図 24	Social Hotspot Index 試算手法（Shemfe et al., 2018）	116
図 25	マレーシアにおける再生可能エネルギーのコスト構造データ（筆者による）	116
図 26	マレーシアにおける再生可能エネルギー発電にかかるカテゴリー別社会影響.....	117
図 27	小カテゴリーごとの社会影響	119
図 28	各国・産業セクターごと悪影響割合	121
図 29	マレーシアにおける再生可能エネルギー源による発電にかかる人権負荷比較.....	123
図 30	マレーシア・中国への人権負荷の集中.....	124
図 31	再エネ導入政策の持つ意味.....	135
図 32	A S E A N 1 0 各国における再生可能エネルギー発電設備容量.....	136
図 33	電源別の発電単価.....	139
図 34	主要輸入品の長期推移－輸入総額に占める構成比（1868～2018 年）	140
図 35	主要輸出品の長期推移－輸出総額に占める構成比（1868～2019 年）	141
図 36	エネファームの販売台数推移	146

図 37	エネルギーの変換.....	148
図 38	主要国における砂糖の生産および輸出货量.....	152
図 39	タイにおけるバイオエタノール生産目標値 (AEDP2015)	153
図 40	資源循環型エタノール生産とバイオマス発電におけるエネルギー回収の比較.....	154
図 41	バガスからセルロース糖やオリゴ糖, ポリフェノールを製造する工程フロー.....	155
図 42	再生可能エネルギーと産業・都市のデザイン.....	157
図 43	分析と課題解決における思考や行動ベクトルの違い.....	161
図 44	政策提言にあたっての基本的な考え方とメソッドロジー.....	162
図 45	政策エコシステムのイメージ.....	164
図 46	ホモサピエンスの歴史.....	165
図 47	経済社会の変化と Anthropocene.....	166
図 48	地球社会の受容性.....	168
図 49	デマンドサイドオリエンテッドのポリシーメイキング.....	169
図 50	重層的なポリシーデザイン.....	172
表 1	東南アジア・サハラ以南アフリカの再生可能エネルギー関連目標 (IRENA Database, 2015)	27
表 2	制度的な再生可能エネルギー促進策 (REN21, 2017)	29
表 3	財政的な再生可能エネルギー促進策 (REN21, 2017)	31
表 4	再生可能エネルギー開発動向調査に係る今後の研究課題.....	36
表 5	フィールド調査日程.....	42

表 6	第 1 回現地調査インタビュー日程・協議事項概要	43
表 7	第 2 回現地調査インタビュー日程・協議事項概要	45
表 8	インドネシアにおける 2026 年までの再生可能エネルギー導入計画	48
表 9	インドネシアにおける 2026 年までのエネルギー導入計画の導入事業者内訳	48
表 10	第 3 回現地調査概要	53
表 11	第 4 回現地調査概要	59
表 12	第 5 回現地調査概要	61
表 13	水力発電の理論的導入ポテンシャル及び適地	68
表 14	第 6 回現地調査概要	70
表 15	第 7 回現地調査概要（ナイロビの分）	73
表 16	10MW 以上の再エネプロジェクトにかかる FIT の買取価格	79
表 17	途上国において再生可能エネルギー開発を促進する要因（enabling factors）	81
表 18	途上国におけるエネルギー転換の阻害要因（Gabriel, 2016 に基づく）	83
表 19	意思決定における科学者の役割に関する 4 つの理念型	91
表 20	パネリストの概要	107
表 21	政策デザインへの専門家の関与方法についての質問票の集計結果	109
表 22	電燈普及率の推移	143
表 23	タイにおける粗糖の輸出国	152

はじめに 調査研究の趣旨・体制等

調査研究の趣旨

持続可能な発展の視点から、エネルギーミックスのリンチピンとなるのが「再生可能エネルギーの導入促進」であることは論をまたない。かかる観点から、世界の主要な成長センターを自認するアジア諸国において、各国が有する再生可能エネルギーのファクト・エビデンスを如何に掘り起こし、有効に活用していくかが導入推進の要となる。再生可能エネルギーの導入促進を各国の実経済社会ベースで実現するには、政策決定、技術導入、直接投資を中心とする資本導入、産業振興に至るまで、政策を総動員する必要がある。しかし、言うまでもなく再生可能エネルギーの導入促進を実際にマネージしうる人材の育成が必要不可欠であり、急務となる。

このためには、アジア諸国の中でもインドネシア等の先発国はもとより、今後、引き続き急速な経済成長が期待されるベトナム、ミャンマー等における再生可能エネルギー導入の現況・展望をつぶさに総括するとともに、課題の抽出・分析、各国の事情を踏まえたテーラーメードな政策提言に至るまで、人材育成をも包含した、シームレスに俯瞰した再生可能エネルギー導入に政策エコシステムの構築をイメージする必要がある。加えて、この結果を発展の途上にあるアフリカ諸国にも適用し、再生可能エネルギー導入のさらなるグローバル展開を促進する必要があるとの認識に立ち、本調査研究を推進した。

調査研究の体制

本調査研究は、京都大学大学院総合生存学館内の複合型研究会の一つである「資源・エネルギー政策研究会」の関連メンバーをコアに据えるとともに、以下の複合型研究会と有機的に連携することにより、トランスディシプリナリーかつ重層的な調査研究の実施体制をとった。

- ・途上国における国際開発の観点から、「国際開発研究会」
- ・途上国における持続的な社会経済分析の観点から、「持続可能な経済研究会」
- ・途上国における再生可能エネルギー開発投資に係るリスク分析の観点から、「グローバルコモディティ問題研究会」

(なお、図1の本研究プロジェクト体制・人員の所属、役職は2019年10月31日時点のものである。)

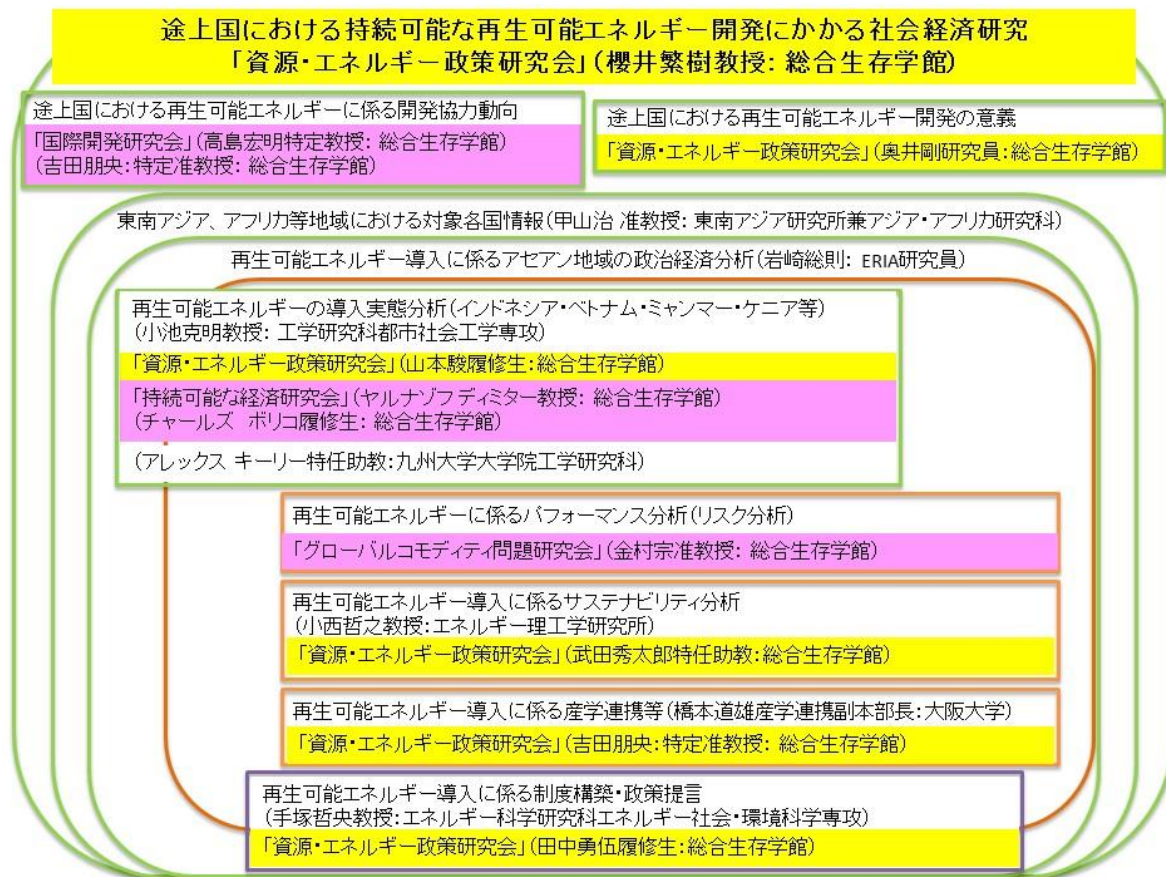


図 1 プロジェクト体制図

「途上国再エネ開発研究推進委員会」の設置

本研究を実施する際の留意点として特に、一方的に大学側が研究を進める従来の方式とは異なり、研究進捗状況検討会、年次中間報告会頭を実施すること等により、JICA 殿と大学（総合生存学館）との双方向の協働研究体制に心がけた。さらに、本研究のアウトカムである政策提言に向けた示唆の抽出という点を鑑み、政策担当政府機関、政策実施独立行政法人、実施企業等主要関係機関の実務者からなる「途上国再エネ開発研究推進委員会」を設置し、研究の進捗とも相まって、2 年次央の 2018 年 9 月、3 年次央の 2019 年 10 月のタイミングで、当委員会から忌憚のない議論、コメントを得つつ、研究を実施した（別紙）2. 参照）。これは、研究の実効性を高めるとの観点から、政策担当者、政策実施者、事業者、研究者等から得られた種々の視点、角度からのコメントを研究に反映させていくという双方向的な新たな試みである。上記推進委員会の方々から有益な示唆を多々得られたことに鑑み、あえてライブ感を醸成するために主要な生のコメントを順不同で以下に一部列記する。

- オン&オフグリッドの話は重要。エネルギーはもともと個人調達だったものが集団調達になった。再エネにより、再び個人調達に戻りつつある。最後の哲学的な話はそう

いうところに繋がる。

- S-LCAについて考えると、これから先、2030年だけじゃなく2050年まで見ていく必要があるのではないか。事業者にとっての最大のリスクは政策変更リスク。政策変更リスクはコントロールできない。安定をどう確保するかが重要な問題となる。
- 太陽光には経済合理性と便益がある。S-LCAについていえば、便益はSにも含まれる。なぜ重要かをしっかりと踏まえる必要がある。再エネインフラの有用性の研究を進めれば、途上国では先進国を飛び越えられる。先進国は過去の遺産に縛られてしまっているが、途上国は新たな発展の場になりうる。
- 系統整備は資金のない途上国では難しい、後回しになりやすい。再エネは系統のないところから始められ、ゆくゆく系統整備に繋がるかもしれない。資金以外のメリットについても提示するべき。
- 本研究のフィールド調査研究では、水力、風力はオングリッドで、太陽はオフグリッドということだった。水と風の課題は電力会社の課題、だが太陽光発電ではどうなるのか。また、パリ協定後、中国の影響等も含め、資金の流れがどう変わるのかにも関心がある。
- エネルギー開発は10年以上の単位で見ていかなければいけないという中で、アカデミアの知見を取り入れることで、中長期的な視野を取り入れたい。ASEANはまだ進んでいる方で、アフリカは更に進んでいない。デマンドを中心として対応していく必要がある。リスクの話でいえば、日射量というのは途上国では取りにくい。気温はエントリーになるという意味で、意義深い。
- 政策過程の話は、納得する一方で実際に、社会的必要性をマクロな点とミクロな点は分けて考える必要があると思っており、その包摂性が難しい。エコシステムという単語があるが、誰がキーストーンになるかが課題であると思っている。
- 太陽光だけは、プロでなくても取り扱えるため、分散化したローカルなものという方向に向かっていく。問題は、電池。コストが半分になれば、みんなEVになるし、地方や離島の電源確保は太陽光という話になる。現実問題として、どこまで値段が下がるかというのがドライビングフォースになると思われる。
- 需要側のエネルギー政策に適しているのは太陽光。エネルギー貯蔵がどのようなスピードで進むかで、途上国のエネルギーが太陽光で賄える時代が来る。先進国は、既存電力とのしがらみもあるが、途上国では太陽光の将来見通しをベースに社会発展は考えられる。
- 地球環境税、気候変動とどのように関連づけるかというところが関心事項だが、科学的に議論がされた上で政治判断がされているという風にはならず情緒的に動く場合がある。世代間の議論もあるが、途上国が成長する権利を奪わず、先進国が逃げ切ってしまうようにする必要がある。最適な経済成長を損ねない産業政策、エネルギー政策が求められる。これまでインドネシアのいろいろな歴史を検証することで、ベトナムなどの事例にも使える。

本報告書の構成

第1章では、発展途上国で再生可能エネルギー開発を行うことの意味を考えるため、具体的な調査研究に入る前に、哲学的アプローチから、発展途上国における再生可能エネルギー開発の本質を問う一つの試みを行う。第2章では、本研究でのフィールド調査、社会経済分析の為の基礎情報を収集するため、東南アジア・アフリカ地域の再生可能エネルギーに係る開発動向調査の報告を行う。第3章では、インドネシア、ベトナム、ミャンマーおよびケニアの4ヶ国を対象とし、再生可能エネルギーの導入に係る課題・障壁、解決策や支援方法について示唆を得ることを目的とした、再生可能エネルギー開発政策と制度の整備状況についての実務・学術両側面からのフィールド調査（または現地調査）の実施結果について纏める。第4章から第6章では、第2章の開発動向調査と第3章の現地調査結果を基礎として、研究対象国における再生可能エネルギー導入に係る社会構造の現況と展望について、マクロ・ミクロな視点から学術的社会経済分析を行う。第4章では、発展途上国へ技術協力としてエネルギー政策の提言を行う際、ホスト国の民主的な意思決定に技術的知見が活用されるための、政策提言の取りうるアプローチについて検討する。第5章では、マクロな視点から、再生可能エネルギーによる電力生産に関わる労働者への影響を調べるため、Social Life Cycle Assessmentを適用した再生可能エネルギー導入に係る社会構造分析を行う。加えて、再生可能エネルギー導入に係る社会構造は不確実であり、リスクを孕んでいる。第6章では、ミクロな視点から、投資リスク・天候リスク・エネルギーリスクといった再生可能エネルギー導入に係るリスク分析を行う。第7章では、再生可能エネルギー導入に係る政策提言の視座として、人材育成をも包含した自律・内生的なシステムとしての「政策エコシステム」の必要性について議論する。そしておわりに、本調査研究プロジェクトのまとめと今後の方向性について記す。

第1章 発展途上国における再生可能エネルギー開発の本質を問う

概要

本章では、発展途上国における再生可能エネルギー開発の本質を哲学の観点から問う。特にハイデガーの『技術への問い』の考察を通じ、近代技術の本質としての開蔵のしかたとして捉えた集-立という事態により、エネルギー開発における意思決定が如何に無自覚的に歪曲されうるかということを示す。さらに、ハイデガーの提示する不十分な解決策について、アーレントの全体主義批判と活動的生の洞察を導入することで、評議会制度におけるファシリテーターの批判的思考力の涵養という新たな解決策の可能性を提示する。

1.1 序に代えて

本研究を始めるにあたり、差し当たり途上国開発に纏わる状況を整理しておきたい。2015年9月17日第七回国連総会では「持続可能な発展のための2030アジェンダ」が採択された。ミレニアム開発目標の反省を踏まえ策定されたこの新しいアジェンダでは、十七の持続可能な発展目標が掲げられた訳だが、これまでの開発目標との本質的な違いはどこにあるのだろうか。

2000年に採択されたミレニアム開発目標(MDGs)では八つの目標が掲げられていた。これらの目標が設定された背景には80年代以降に世界銀行やIMFが採用したいわゆる「構造調整政策」に対する反省がある¹。構造調整アプローチの下では、開発途上国の経済の仕組みを新自由主義的な市場経済理論に適合させることが目指された。しかし、これらの政策は期待された効果を上げず、むしろ多くの国々で貧困の悪化を招いたことはよく知られている²。90年代に入ると、構造調整政策に対する反省の機運が高まった。人間開発指数やケイパビリティ・アプローチを提唱したアマルティア・センの理論的貢献なども相まって、それまでの所得の増大だけに着目した成長モデルからの脱却が目指されるようになった。生産性の向上という一義的な尺度に留まらない、「多次元的でより人間の福祉に直接的な尺度」を用いたアプローチが探求されるようになったのである³。このような国際潮流を背景として、90年代後半にかけて国連諸機関において国際援助活動の見直しが行われ、それらの諸施策を発展的に統合する形でMDGは策定された⁴。

¹ 外務省の2015年版開発協力白書参照 [外務省, 2016], pp. 2-3.

² Ibid.

³ 国連事務局の経済社会局(以下 DESA)が刊行している世界経済社会調査の2014/2015年版参照。 [DESA, 2016], p. 4.

⁴ 特に、日本が主導し1996年にOECD-DAC新開発戦略に採択された国際開発目標(IDGs)はMDGsの前身といえる性格を持つ。 [https://www.oecd.org/dac/environment-development/2669958.pdf]

MDGs の 15 年間の成果としては、諸目標達成における成果の他にも、実装の基礎として国家単位で諸目標が採用されたこと、さらには諸国家の諸地域や NGO などのイニシアチブが計画目標を策定する上で MDGs が参照点として反映されたことや、成果のモニタリングのために統計の基準や情報システムが整備されたことなどが挙げられる⁵。主な反省点としては、モニタリングがトップダウンで行われたため諸国の実情を十分に反映できなかったこと、人権への配慮、特にもっとも脆弱な立場にある人々や社会的に不遇な立場にある人々に対して人権的配慮が十分でなかったこと、経済学、社会学、環境科学などの各分野の専門家たちの間の連携がなされていなかったことなどがある⁶。

MDGs の反省を踏まえて策定された持続可能な開発目標 (SDGs) においては、広範なアジェンダに対してより総合的で包括的なアプローチが目指されている。さらに MDGs は先進国から開発途上国への援助が基本であったのに対して、SDGs ではそれに加えて、多様な利害関係者やアクターによる援助以外の参画も期待されている。

しかし SDGs が目指す総合的で包括的なアプローチとは、いかなるものなのであろうか。国際開発を巡る施策の国際的動向は刻々と変化している。この変遷の事実の前後関係を詳細に調査するだけでは、長期的な視点に立った洞察を得ることはできない。そこで、SDGs 策定の背景にある理論的状况を整理する必要がある。

そのために手掛かりとなるのは、SDGs 策定に向けた一連の議論の最初のきっかけとなった 2012 年 6 月の「リオ+20 (国連持続可能な開発会議)」である。この会議のために取りまとめられた報告書⁷は、MDGs についての上述のような反省点を踏えて、「新政治経済学」というビジョンを提示していた。気候変動などの地球規模課題に取り組むためには、グローバル社会の厚生観点から政策の諸前提の再検討する必要がある。このビジョンが示唆する理論的な立場上の変化は、新自由主義のパラダイムから厚生経済学のパラダイムへの移行であるといえる⁸。それはさらに、市場均衡とは異なる別の規範的な均衡点を想定することを含意する。しかし、この社会的厚生についての判断が規範的に妥当であるとされるのはいかにしてあろうか。この点は特に、社会選択理論の立場から問題が指摘されてきた点である。

この問題については、アローやギバード・サタースウェイトの定理を始めとする社会選択理論により、民主的な投票による意思決定の不可能性の問題が指摘されてきた。しかし近年、社会選択理論を熟議的民主主義による補完することで不可能性の問題を回避できる可能性が示されている。社会選択理論の提示した不可能性の問題に対する熟議的民主主義の立場からの応答は、まずミラー(1992)によってその道筋が提示され、ドライゼクとリスト(2006)によって発展的に

⁵ Ibid., pp. 7-14.

⁶ [UN System Task Team on the Post-2015 UN Development Agenda, 2012], pp. 3-15.

⁷ [United Nations Secretary-General's High-level Panel on Global Sustainability, 2012], p. 96.

⁸例えば二酸化炭素の排出量などについて社会的厚生観点から望ましいと考えられる財の供給量と市場の均衡点の間に相違があると認められる場合、ピグー税や補助金のような経済的規制によって、財の供給量を社会的厚生を反映した均衡点へと補正するなどの対策を取ることも視野に入れられるようになる。

展開された⁹。彼らの論証は、社会選択理論が前提としてきた意思決定を選好投票のみに限定する条件を緩め、それを成員の間の熟議ないし非戦略的コミュニケーションによって補完することで、社会選択理論によって提示された不可能性の問題、さらにそれに伴う集計民主主義の不安定性、選好の戦略的操作や独裁者に対する脆弱性などの諸問題が解決される可能性を示している。このことは、問題に直面する共同体の成員が民主的にその問題を解決するためには、単に投票によって意思表示をすればいいという訳でなく、その問題について公的に意見を交わすことができなければならないということの意味する。持続可能な開発において包括的 inclusive なアプローチが取られるべき理論的根拠はここにあるといえるだろう。しかし具体的にはどのようなコミュニケーションを想定するべきなのだろうか。

エネルギー開発は、地球温暖化対策、資源枯渇、安全保障、経済成長、安全性の問題など、多様な側面を有しているため、意思決定を巡る状況はその分一層複雑である。専門的な知識が意思形成に不可欠である一方、エネルギーは現代のあらゆる社会生活に関わるため、当事者である市民を意思決定プロセスから排除することは当然できない。よってエネルギー開発の政策立案へと市民の参画を促す取り組みは各国で行われつつある。エネルギー政策に関する意思決定への住民参加、デンマークの「コンセンサス会議」など、科学技術政策に専門的な知識を持たない市民が意思決定を主導した事例も少なくない¹⁰。しかしこのような作為的なミニ・パブリックにおけるコンセンサスに基づく合意形成も、市民参加という観点からみれば一つの手段にすぎない。エネルギーの社会意思決定プロセスは、その複雑さゆえにまだ不明瞭な部分が多く、「アウトサイダー」の介入による固定観念の打破という偶発的な出来事が重要な役割を果たすケースもある¹¹。社会選択理論に纏わる諸問題の回避するためには非戦略性コミュニケーションによる条件の補完が重要であったことを振り返れば、作為的な合意形成よりも自発的な介入の方が市民の意思形成に対してより決定的であることは明らかである。

開発をめぐる国際的な情勢とその理論的な背景の整理によって見えてくるのは、市民の間での非戦略的コミュニケーションに基づいた自律的な意思決定が、SDGs が掲げる包括的なアプローチには不可欠であるということである。だがここでわれわれはアポリアに陥る。自明のことながら、非戦略的コミュニケーションを戦略的に調達することはできないからだ。しかしあらゆる活動を技術的諸生産物に依存している現代社会にとっては、それが大きな問題となる。非戦略的とは、他者の利害関心や他律的な意思に操作されていないということ、すなわち自律的であるということを含意する。エネルギーは技術によって調達され、それを媒介する技術を通して現代のわれわれの生活を根源的に形作っている。技術に対するこのような身近さは、この問題の考察を一層困難にしている。われわれの生活を圧倒的な近さで条件づけている技術に対して自律的な関係を獲得し、政治的に妥当な判断を自律的に下すためにはいかにすればよいのだろうか。

⁹ [Miller, 1992], [Dryzek, 2003].

¹⁰ 鈴木達治郎・城山英明・松本三和夫共編著『エネルギー技術の社会意思決定』日本評論社、2007年。pp. 3-18.

¹¹ Ibid. pp. 37-59.

この問題について、本報告では「技術に関する哲学的考察の先駆的な業績」として称されてきたハイデガーの技術論を頼りに、エネルギー開発に関する予備的な考察を試みたい¹²。ハイデガーによれば、「技術との自由な関係を準備」するためには、技術の本質を問わなければならない¹³。そこで以下では、近代技術の本質に迫ったハイデガーの技術論の考察を行い、エネルギー開発と意思決定とに関する示唆の抽出を試みる¹⁴。

1.2 ハイデガーの技術論

技術は古代より目的のための手段であり、道具に関わるものであるといわれてきた。この規定は、通俗的には近代技術において依然正しいといえる。技術が人間によって道具的であるということは、それがわれわれの意のままであるということを含意する。しかし実際にわれわれが近代以降環境に及ぼし続けている影響を鑑みれば、近代技術とわれわれの関係においてはそれが困難になっていると言わざるを得ない。それでは道具的なものとは、そもそもどのようなものなのであろうか。ハイデガーによれば、道具的なものは、ものの因果性 *causality* に添って、「ある作用を結果として生じさせる」ものである¹⁵。アリストテレス以来、あらゆるものの存在には、質料因 *causa materialis*、形相因 *causa formalis*、目的因 *causa finalis*、動力因 *causa efficiens* の四つ原因があると哲学は教えてきた。例えばあるテーブルが存在するためには、木材や金属などの材料〔質料因〕、それらの材料に形を与える形態〔形相因〕、それが存在する目的〔目的因〕、そしてそれを制作する技術者〔動力因〕がそれぞれ必要となる。ハイデガーはまず、手段としての技術は「われわれが道具的なものを四重の因果性に帰する」ことであった点に注意を向ける¹⁶。

ハイデガーはさらに原因というものがそもそも何を意味していたのかということをも明らかにするため、その語源に焦点を当てる。原因のラテン語源 *causa* は元々、動詞の落ちる *cadere* の名詞形であり、ギリシア語のアイティオン *αἰτιον* の訳語として充てられたものである。アイティオンは「非難されるべき、責めを負うべき、責めにある、原因たる」などを意味する形容詞 *αἰτιος* に由来する¹⁷。つまり原因とは、一方のものが他方のものに対して「責めを負う」ことである¹⁸。そして四原因はそれらが「相互に働きあう」ことを意味する¹⁹。

¹² 轟孝夫『3, 技術と国家—ハイデガー技術論の射程』p. 59. [加藤尚武編『ハイデガーの技術論』理想社、二〇〇三年。]

¹³ Heidegger, Martin *Die Frage Nach der Technik*. 1953. (邦訳：『技術への問い』関口浩訳，平凡社，2009年)，以下の考察では，基本的にこのテキストの訳語を用い，適宜『技術とは何だろうか』における森一郎訳も参考にする。

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Ibid. p. 11.

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Ibid. p. 208.

¹⁸ Ibid. p. 13.

¹⁹ Ibid. p. 15.

この四つの責めの負いかたを、責めを負うもののほうから示すと、それらは、これまで現前 Anwesen していなかった何かを、「現前へともたらず」あるいは「現前することへと解放し、そのようにしてそれを誘い出すという根本特徴をもつ」ことが明らかになる²⁰。ハイデガーはこの特徴に「ギリシア的に考えられた因果性の本質」を見出し、それを誘-発すること〔ver-an-lassen〕と命名する²¹。さらにハイデガーはプラトンの『饗宴』のなかでの次の一節を引用し、以上の誘-発が製作 $\pi\omicron\iota\eta\sigma\iota\varsigma$ と深く関連していることを示す²²。この考察から、「現前して-いないものから現前へともたらず誘-発の働きに則って、製作 $\pi\omicron\iota\eta\sigma\iota\varsigma$ を顕現させること、つまり「こちらへと-前へと-もたらずこと Her-vor-bringen」と言い換えている²³。

技術の本質についての以上の考察は、技術と真理との密接な関係を含意する。真理のギリシア語源はアレーテアー- $\acute{\alpha}\lambda\eta\theta\epsilon\iota\alpha$ であるが、この語は形容詞 $\acute{\alpha}\lambda\eta\theta\eta\varsigma$ の派生語であり、 $\acute{\alpha}\lambda\eta\theta\eta\varsigma$ は元々、否定の $\acute{\alpha}$ -と「隠された、忘れられた」を意味する $\lambda\eta\theta\eta\varsigma$ の複合語である。ハイデガーは、隠されたものの否定としてのアレーテアーの意味を、存在 $\delta\upsilon$ との関係においてとらえ直し、その不伏蔵性 Unverborgenheit という性質に着目する²⁴。このような性質を持つアレーテアーは、存在を伏蔵性の状態から不伏蔵性へともたらずこととして理解される。このことからハイデガーはアレーテアーに開蔵 entbergen という造語を訳語として当てる。誘発することとして理解された因果性との関係において以上のように技術が理解される時、製作は技術によって「伏蔵されたもの」を「不伏蔵的なもの」へと至らすこととして捉えられる。

²⁰ Ibid. p. 16.

²¹ Ibid. 森一郎訳では、「始動のきっかけとなること」(p. 105)

²² この一節の原文は $\eta\ \gamma\acute{\alpha}\rho\ \tau\omicron\iota\ \acute{\epsilon}\kappa\ \tau\omicron\upsilon\ \mu\eta\ \delta\acute{\nu}\tau\omicron\varsigma\ \epsilon\iota\varsigma\ \tau\omicron\ \delta\acute{\nu}\ \iota\omicron\nu\tau\iota\ \acute{\omicron}\tau\omega\omicron\upsilon\nu\ \alpha\iota\tau\iota\alpha\ \pi\acute{\alpha}\sigma\acute{\alpha}\ \acute{\epsilon}\sigma\tau\iota\ \pi\omicron\iota\eta\sigma\iota\varsigma$ である (Plato, Symposia. 205 ξ)。この考察において使用しているテキストの訳者である関口がその訳注で示しているように、日本の代表的な古典研究者が次のように訳出してきた。

「いかなるものであれ非存在から存在へ移行する場合その以降の原因はすべて、創作です」(鈴木照雄訳『プラトン全集5』岩波書店)。「有らぬものからあるものへ進んでいくものが、たとえ何であれ、それにとってのすべての原因はすべて創作です」(山本光雄訳『改訳 饗宴——恋について』角川文庫 (p. 209))。

ハイデガーは、原因の語源 $\alpha\iota\tau\iota\omicron\nu$ の誘-発〔veranlassung〕という特徴に照らして、»Jede Veranlassung für das, was immer aus dem Nicht-Anwesenden über- und vorgeht in das Anwesen, ist ποιησις, ist Her-vor-bringen.«と訳出した(Unterwegs zur Sprache, Gesamausgabe Bd. 2, Vittorio Klostermann, 1985. p. 12)。関口訳はこの一節を「現前して-いないものから現前-へとつねに移り行き進み行くものにとってのあらゆる誘発は、ポイエーシス〔ποίησις〕であり、〈こちらへと-前へと-もたらずこと〔Her-vor-bringen (生み出すこと)〕〉である」と訳している (p. 17)。

²³ Ibid. p. 18. Hervorbringen は通常、「生み出す」や「作り出す」という意味でつかわれるが、関口は分節化の意図を汲み、her-vor-bringen を「こちらへと-前へと-もたらずこと」と読んでいる。

²⁴ 森は Unverborgenheit を「隠れなき真相」と訳している。

つまり技術の本質はその全体において開蔵と関わっているのである²⁵。つまり技術は単なる手段なのではなく、開蔵の一つのしかたなのである²⁶。

ハイデガーが近代技術として捉えていたものを、敢えて手段としての技術という観点から捉えたとすれば、それはエネルギー技術とそれによって可能となった産業技術全般がそれに当たるといえるだろう。しかし技術の本質への問いによって開示された近代技術における挑発とはいかなる開蔵なのであろうか。以上の考察は、エネルギー技術によって特徴づけられる近代技術は、もはや製作としての開蔵にとどまらないことを示唆している。そのような近代技術の開蔵は「一種の挑発 [Herausfordern]」であるとハイデガーは述べる²⁷。

「挑発」は「エネルギーそのものとして掘り出され貯蔵され得るようなものを引き渡せという要求を自然にせまる」のである²⁸。

伝統的に理解される意味での技術は、農夫が土地を耕作し、自然の恵みを調達するために、「育てること、手入れすることを意味した」²⁹。しかし挑発という意味で自然を調達する近代技術においては、自然と技術の間にこの関係は当てはまらない。近代技術の挑発という特徴は、エネルギー開発の考察から明らかにされる。

自然のエネルギーを挑発するこの調達 Stellen は、二重の意味で発掘である。すなわちそれは、運び出すことであり、また促進することでもある。調達は、開発し、外へ出すことによって、運び出す。しかしこの運び出しは、別のものを促進することを、すなわち最小の費用で最大限利用できるよう先へ先へ駆り立てることを、つねにあらかじめ目指している [abstellen]。炭鉱で採掘された石炭は、ただ一般的にどこかに現存するため調達されるのではない。石炭は貯蔵されるのであり、すなわちそれは、それに蓄えられた太陽エネルギーを用立てる bestellen ために、すぐ使えるようにその場にある [zur Stelle sein]。石炭のなかの熱エネルギーは高温へと挑発され、高温は蒸気を発するために用立てられ、そして蒸気の圧力が歯車を動かし、これによって工場が稼働し続ける。³⁰

つまり近代技術は自然のエネルギーを単に調達するだけでなく、さらに調達を促進するよう駆り立てる。このような近代技術の調達を、ハイデガーは挑発と呼ぶのである。この「挑発という意味での調達の性格」が「近代技術をくまなく支配している開蔵」なのである³¹。

挑発する調達も一種の開蔵である以上、それに固有な不伏蔵性が現前を伴わなければならない。挑発する調達が求めるのは、「即座に使えるように [auf der Stelle] 手許にあること [zur Stelle stehen]、しかもそれ自体さらなる用立て [Bestellen] のために用立てられうる

²⁵ Ibid. p. 19.

²⁶ Ibid. p. 22.

²⁷ Ibid. p. 23.

²⁸ Ibid.

²⁹ Ibid. p. 24.

³⁰ Ibid. p. 24-5.

³¹ Ibid. p. 26.

ようにあること」であり、対象そのものに固有の在り方ではない³²。ハイデガーはこのような不伏蔵性を徴用物資〔Bestand〕と名付ける³³。

徴用物資としての不伏蔵性を開蔵する挑発は、それを遂行する主体、つまり「人間のほうが自然エネルギーを開発するように挑発されている場合にのみ」起こりうる。このことは、人間の方が「自然よりいっそう根源的に、徴用物資に属す」ことを意味する³⁴。このように「それ自体を改造するものを徴用物資として用立てるように人間を収集するあの挑発しつつ呼びかけ、要求するもの」をハイデガーは集-立〔Ge-stell〕と名付ける³⁵。

集-立こそが、ハイデガーが技術の本質に見出した開蔵のしかたなのである。集-立は、技術の遂行者としての人間の行為者性をはく奪し、不断に徴用物資として駆り立て続ける。それは集-立は、人間から不伏蔵性を益々覆い隠してしまうことを意味する。つまり近代技術の発展と共に、われわれの生活を条件づけつつあるものに対して無自覚的になり、さらに無自覚的なものとして他者を巻き込みながら相互に条件づけ続けるのである。ハイデガーが集-立を最大の危機とみるのはこのためである³⁶。それでは集-立の支配の脅威にたいして、われわれはいかに向き合えばよいのだろうか。

その糸口は、開蔵の命運 *geschick* というあり方によって示される³⁷。近代技術の本質的な開蔵である集-立は、人間を相互に徴用物資として駆り立て合うように導く。しかしそれは単に人間を徴用物資として調達し合い収集するように導くのではない。集-立は原初的な開蔵を命運として含む。命運は、「開蔵するやうにと第一に人間を導く、収集しつつの派遣 *schicken*」である³⁸。人間の行為は、それが出来事として語り継がれるかぎりにおいて歴史的なもの *das Geschichtliche* となりうる。命運 *geschick* は、そのような出来事が後世の解釈に開かれているという事態を示しているといえるだろう。つまり「集-立は、開蔵のあらゆるしかたと同様に、命運のひとつの派遣」なのであり、その意味で、集-立における命運も「〈こちらへと-前へと-もたらずこと〉、すなわちポイエーシス」なのである³⁹。

開蔵の命運は人間をつねにくまなく支配する。だが、命運はけっして抗しがたい力としての宿命ではない。というのは、命運の領域に属し、そのことによって、隷属する者ではなく、傾聴する者になるならば、その場合にこそ人間ははじめて自由になるからである。

開蔵の命運は、集-立の支配のみを含意するのではなく、そこに属し「傾聴する者」に対して自由になる契機をもたらすのである。このとき、傾聴する者が耳を傾けるのは、原初的な開蔵

³² Ibid. p. 26-7.

³³ Ibid.

³⁴ Ibid. p. 28.

³⁵ Ibid. p. 31.

³⁶ Ibid. p. 45.

³⁷ Ibid. p. 39.

³⁸ Ibid.

³⁹ Ibid. p. 40

の命運としてのポイエーシスである。技術の本質への問いは、その原初的な活動であった芸術の本質へと至る道を照らす。ポイエーシスは原初的に、「美しいものにかかわるあらゆる芸術をくまなく支配するあの開蔵、すなわちポエジー〔die Poesie〕、詩人的なもの」を指していた⁴⁰。ハイデガーが最終的に提示するのは、技術の本質である、「真なるものを美しいもののうちに取り出すこと」を意味する「美しき技としてのポイエーシス」に、「思索の敬虔さ」をもってまなざしを向け続けることで、われわれを救うものの成長を保護し、その到来を準備することである⁴¹。

1.3 アーレントによるハイデガー批判の可能性

ハイデガーという名がアーレントの著作に出てくることは少ないが、両者間の書簡のやりとりや思索日記に目を向ければ、アーレントが主著である『人間の条件』およびその続編として想定されていた『精神の生活』に関しては、ハイデガーを少なくとも意識していたことは疑いようがない⁴²。難解で知られる『人間の条件』によってアーレントが提示しようとしたことは非常に単純であり、現代におけるさまざまな技術的發展を背景として、「活動しているときわれわれはなにをしているのか、をじっくり考えること」である⁴³。しかしなぜ、そのようなことに取

⁴⁰ Ibid. p. 57.

⁴¹ Ibid. p. 57-60.

⁴² アーレントは、一九六〇年十月の書簡に於て、『人間の条件』のドイツ語版、『活動的生』をハイデガーに進呈したことを伝えるとともに、次のように述べていた。「お気づきになるでしょうが、この本には献辞がありません。もしもわたしたちのあいだが尋常であったなら——わたしのいっているのはあいだ (zwischen) であって、わたしでもあなたでもありません——、あなたに献呈していいかどうか、お尋ねしていたでしょう。これは最初のフライクブルクの日々から直接に生まれた本で、あらゆる点でほとんどすべてをあなたに負っているのですから」(『アーレント＝ハイデガー書簡』, p.121-2.) さらにアーレントは、『精神の生活』の構想が纏まりつつあった、一九七一年三月の書簡では次のように述べている。「最後に一つ、とても口頭ではできそうもない質問をさせていただきます。私はいまある本を手がけていて——『活動的生』のいわば第二巻のようなものですが——、なんとかかなりそのような可能性はまだあります。人間の非活動的な活動である、思考と意志と判断についての本です。ほんとうに仕上がるのか、とりわけ、いつになるのかは、わかりません。ついに日の目を見ないということになるかもしれません。でも、もしも書き上げたら——それをあなたに献呈することをお許しただけでいいでしょうか」(『アーレント＝ハイデガー書簡』, p.171.)。遂に『精神の生活』の完成を待たずにアーレントは死を迎えたため、死後出版された『思考』と『意志』に献辞は遂になかった。しかしハイデガーはこの書簡の直後の返信で、献辞を載せることを快諾していた。

⁴³ ハンナ・アーレント、(2015)『活動的生』森一郎訳:みみず出版, p. 9 (原文では p. 14。以下では著作の略号の表記方法を使用し、「VA」とする。また、アーレントの著作からの引用ページの表記は、括弧内の左項に原著の略号と頁数を記し、右項に参照した邦訳箇所を出来る限り示す。また同一の著作において巻数が分かれるときは、頁数の前にローマ数字で巻号を示す。上述の例では (VA14:9) となる。他の著作の略号の表記方法は以下のとおりである。PhP:「哲学と政治」*Philosophy and Politics* (1954) ; HC:『人間の条件』*The Human Condition* (1958) ; VA:『活動的

り組む必要があったのだろうか。その背景には、ハイデガーとの対決があったと考えられる。アーレントは、ハイデガー技術論における、労働と技術の混同を指摘している⁴⁴。それは、原理的な問題を含むのみならず、「権力と暴力との混同」にも密接に結びついている⁴⁵。さらに、アーレントは、プラトンなどの大思想家の理論において認められる「専制的なものを好む傾向」、いわゆる哲学者の「職業的習慣」が、ハイデガーにおいても同様に認められることを指摘している⁴⁶。以上の状況を踏まえると、アーレントの全体主義批判を、ハイデガーの技術論にたいする批判として考えることができるのではないだろうか。下記の考察においては、その準備としてアーレントの全体主義論を活動的生の考察との関連においてとらえなおしたい。

1.4 洞窟の比喩

アーレントは西洋思想の伝統における活動的生への敵対視の始原を、ソクラテスの裁判における「哲学者とポリスのあいだの葛藤」に見ている。その葛藤の含意についての彼女の考えは、彼女が様々な著作の中で取り上げているプラトンの「洞窟の比喩」についての解釈の展開において端的に見て取ることができる (HC12:25)。そこでまずこの問題についての彼女の考えを確認するために、『過去と未来の間に』収録の1954年の論文、「権威とは何か」における「洞窟の比喩」についての記述を考察しておこう。

アーレントはプラトンの『国家』における「洞窟の比喩」や、ソクラテス裁判についての考察を中心に、「哲学者とポリスのあいだの葛藤」に暗示される政治的含意についての解釈を展開している⁴⁷。アーレントによれば、プラトンが哲学王の支配、つまり「哲学者がポリスの支配者になること」を望んだきっかけは、「ポリスが哲学者の生命に直接的な脅威」を示した「ソクラテスの裁判と死」という事件であった (BPF107:147)。アーレントの考えでは、プラトンはこの「哲学者とポリスの抗争」をきっかけに、哲学者の安全を確保するためには、「説得では人々を導くのに不十分」であると考え、「暴力という外的な手段を用いずに人々を強制できるものを探し始めた」のであり、その結果、行き着いたのがイデア論のである。なぜなら、イデアの真理による強制力は暴力を必要としないだけでなく、「説得や論議よりも強力であるこ

生』 *Vita Activa* (1960) ; BPF: 『過去と未来の間に』 *Between Past and Future* (1961) ; OR: 『革命について』 *On Revolution* (1963) ; LM: 『精神の生活』 *The Life of the Mind* (1971) ; LK: 『カント政治哲学講義録』 *Lectures on Kant's Political Philosophy* (1982) (但し、ベイナーの解釈試論からの引用も含む) ; EU: 『アーレント政治思想集成』 *Essays in Understanding* (1994) ; RJ: 『責任と判断』 *Responsibility and Judgment* (2003))。

⁴⁴ ルッツ, 『ハンナ・アーレント: 思索日記 II 1953-1973』, 2006, 青木孝嘉訳: 法政大学出版, p. 112。

⁴⁵ Ibid. p. 113。

⁴⁶ ルッツ編, 『アーレント=ハイデガー書簡』, 大島かおり・木田元訳, みすず書房, 1998, p.157

⁴⁷ アーレントは洞窟の比喩における解釈を大きくハイデガーに負っていることを「権威とは何か」の註で認めている。ただし「この比喩が政治的文脈で現れていることには気づいていない」として、ハイデガーを批判すると共に独自の解釈を展開する (BPF393:284)。

とを発見した」からである（BPF107:145-6）。その上でプラトンは、「強制の要素が関係そのものに内在し、実際に命令が発せられるのに先んじて服従が存在するような関係」、つまり不平等な強制の関係がシステムそのものに内在するような政治モデルの構築を模索した（BPF108-9:148）。そこで最終的に考案されたモデルが、「哲学者が観てとるアイデア」を「人間の行動の尺度」としてポリスに提供し、そのアイデアの真理による強制力によって支配する哲学王の僭主モデルであった（Ibid.）。

アーレントによれば、プラトンを政治対する「アイデアの超越的性格」の理解に導いたのは、「制作過程」のアナロジーである。制作過程においては、「職人が内なる目によって対象の『形相』を捉え、次いで模倣によってその『形相』をリアリティのうちにふたたび生み出す」のであるが、プラトンはこの制作過程におけるこの「形相」を、人間事象の領域におけるアイデアのアナロジーとして借用したのである（BPF110:149）。制作においては形相が諸対象の有用性の基準となるのと同様に、プラトンのアイデア論は人間事象の領域における行動と判断の絶対的な基準を提供する。さらにアーレントによれば、制作の過程には、例えば「木材を入手するために木を殺さねばならず、しかもテーブルを作るためには、素材となる木材に暴力を振るわなければならない」というように、常に自然の存在者に対する暴力の要素が付き纏う（Ibid.）。アーレントによれば、プラトンは、あくまで統治という技術を有した専門家としての統治者を置くことで、アイデアによって強制や暴力を用いずに人々を服従させる統治技術の専門家として僭主のモデルを構築しようとしたのである（Ibid.）。彼女がここで問題視するのは、政治を制作のアナロジーにおいて捉えることが内包する、人間事象の領域における暴力の正当化の危険性である。

しかし「洞窟の比喻」に着目してみれば、哲学者が真実を求めて洞窟を後にするとき、あるいは「観照されるべき真実在」、つまり「至高のアイデア」である「美のアイデア」をまさに観照しているそのとき、彼が王ではなく哲学者である限り、「彼は観てとるものを実践に適用することなどいささかも考えていない」のである（BPF112:152）。しかし共通世界である洞窟の中、つまり人間事象の領域に戻った時に直面する「同胞の敵意」によって安全が脅かされるとき、彼は「『真理』を他の人々の行動に適用できる基準と見做し始める」のである（Ibid.）。つまりこの「洞窟の比喻」によって暗示されるのは、観照におけるアイデアと人間事象の領域におけるアイデアという、アイデアの両義性であり、アーレントはこのアイデアの両義性にこそプラトンの政治哲学の核心的な意義があると考え（BPF113-4:154）。したがって哲学者の観照の副産物であるアイデアを多数性の領域である人間事象の領域で用いられる一つの尺度に転換した、プラトンのアイデア論におけるこのアイデアの二分法とその支配の側面にこそ、アーレントは西洋の伝統における「権威主義の統治形態に固有の本質的特徴」を認めたのである（BPF110:150）

⁴⁸。

⁴⁸ 「つまり、権力の行使を正当化する権威の源泉は権力の領域を超えたものでなければならず、自然法か神の戒律のように、人間の作ったものであってはならないという特徴」（Ibid.）。ここでの議論だけでなく、アーレントは権威主義に潜む自然法的な側面を憂慮していたことは明確である。それにも関わらず、ハーバーマスがアーレントの行為論に纏わる困難について、アーレントは最終的に「自然法的な契約理論」に落としどころを求めたとして退けようとしたのは誤解に基づく [Habermas,

『政治の約束』においてはこの「洞窟の比喩」の解釈が、共通感覚との連関において論述されている。哲学者は、地上の太陽の眩しい光の下で真実を観照した後戻った洞窟の闇の中で、彼は「方向感覚を喪失する」、つまり「共通な世界で自らを方向付けるのに必要な共通感覚 (common sense) を喪失する」のである (PP30:60)。つまり洞窟の住民たちの共通世界である洞窟の中では、共通感覚を欠いた唯一の者である哲学者が何を語ろうとも洞窟の中の住民たちにはすでに理解できないことになる (Ibid)。アーレントによれば、哲学の始まりは、「洞窟の比喩」における哲学者の地上での体験にみられるように、単独性の内に真理を観照することに伴う「驚愕 (*thaumaizein*)」である (PP36:66)。驚愕はその後に「一者の中の二者による思考上の対話」を伴うのであるが、このプロセスは「他者と共に存在し生きることの不可欠の要素」であり、この過程において哲学者は自分自身の「臆見 (*doxa*)」として他者と共有することのできる意見を形成しなければならないのである (Ibid)。しかしプラトンは臆見形成 (*doxadzein*) に伴う独断主義を避け、「言葉を喪失した驚愕 (speechless wonder)」を無限に引き延ばそう」として、それを「一つの生き方 (観照的生 (*the bios theoretikos*)) として仕立て上げようとした」 (Ibid)。そしてその観照的生における単独者としての在り方に「自分の全存在の基盤を据える」ために、「哲学者は、自身の中にある人間の条件の複数性を抹消してしまうのである」 (PP37:67)。しかしアーレントによれば、プラトンは観照的生に留まらず、「公的事柄の取り扱いとポリスの生活に一種の権威を導入しよう」とそこからさらに政治的領域に向かい、観照的生において観取されたアイデアを政治の領域に役立てようとした (BFP118:161)。プラトンにとってすれば、最高のアイデアは「他の全てのアイデアを分有しなければならない」ので当然「政治に適用可能」であり、「規則や基準」、または「法律」にもなり得ると考えられたのである (BPF113:153)。

アリストテレスもプラトンのアイデア論において示された階層的な支配の構造を踏襲した点において、やはりプラトンと共に同じ政治哲学の伝統の端緒に位置付けられている⁴⁹。アリストテレスは「行為と制作の差異をわきまえていた」ので制作のモデルによって政治的領域を説明しようとはしなかったが、「自然」に訴えることで「人間の事柄を扱う規則」を打ち立てようとした (BFP158)。アーレントはこのためにアリストテレスが陥った矛盾を指摘する。アリストテレスは私的領域と公的領域を区別し、前者を「一人の支配者 (monarchs)」の領域とし、後者を「多数の支配者 (many rulers)」の領域として位置付けた (BFP117:158)。後者の意味するところは、「寡頭制、貴族制、民主制」などの共同体の統治形態の比喩ではなく、私的領域における自然の必然性を克服した複数の支配者がいること、つまり「対等の原則」である⁵⁰。公

1977]。しかし両者の見解の相違については稿を変えて検討する必要がある。

⁴⁹ 『人間の条件』においてこの階層構造が端的に述べられている。「思想 (*dianoia*) と実践知 (*episteme praktike*)、実践的叡知と政治科学を自身の秩序の最下層に位置し、観照 (*theoria*) へと至らしめる製作知 (*episteme praktike*) をその直前に置く (HC301:473)。」つまりアリストテレスはプラトんに倣い「観照的生」と「政治的生」とを区別しただけでなく、プラトンがアイデア論で提示したような「階層的秩序を当然のごとく受け容れた」 (BPF115:157)。

⁵⁰ 原著では *principle of equality* であり、邦訳も「平等の原則」となっている (BPF117:159)。アーレントは『政治の約束』において、"equality"を「正義の概念 *concept of justice*」と結びつけられる

的領域における支配の関係は、私的領域である家共同体 (household community) において自然的必然を克服する必要から強制されるような関係から自由でなければならなかったはずである。しかしアリストテレスはアイデア論における制作の比喩を退けたものの、私的領域における営みである教育の比喩を用いて、私的な支配関係を公的領域における統治のあり方として肯定するに至った (BPF119:161)。アーレントは、アリストテレスが「当時の一般的意見」に倣ってこのように公的領域を私的領域から区別した点を評価する一方で、対等者の領域において「権威による教育のモデル」に内在する支配関係を肯定したことについての「あからさまな矛盾」を指摘する (BPF115-9:158-62)。

1.5 権威主義

アーレントによれば、プラトンとアリストテレスによって提示された権威主義は、ギリシアにおいては「直接的な政治の経験によって権威が自覚されることがなかったという事実」から、失敗に終わった (BPF119:162)。しかしギリシア哲学の権威主義はその後、ローマの政治思想において宗教や伝統と密接に結び付きながら、キリスト教の時代へと受け継がれていくことになる。そしてこのキリスト教の時代において、ギリシア哲学がキリスト教の「教理や教条上の信仰の構造」に取り込まれたことによって、はじめてプラトンのアイデア論が「政治的効果を完全に発揮」するに至るのである (BPF127:173)。つまり「ローマの政治的な権威概念 […] とギリシアの超越的な尺度と規則の概念」が融合されたことにより、「特殊なものと同内的なものが包摂されうる一般的で超越的な基準が、いまやいかなる政治的秩序によっても要求され、また人間相互の行動全体に道德規則が、そして個人のあらゆる判断を導くために合理的尺度が要求されるようになった」のである (BPF127-8:173-4)⁵¹。

アーレントはこのようにローマにおいて宗教と結びつきながら伝統として引き継がれていったギリシア起源の権威の概念に対して、「われわれの歴史のなかに権威を言葉や概念、リアリティとして導き入れた唯一の政治的経験」として、「ローマの創設の経験」の重要性を強調す

平等 equality と、政治的活動において対等であるという意味での「法の前での平等」を示す *isonomia* の二つに区別している。アーレントは、言論による活動における *isonomia* は、本質的には「平等な言論の権利」である *isegoria* と同じものであると捉えている (PP118:148)。本稿においてはこの区分を明確にするために、*equality* が *isonomia* の意味で使われている文脈においては、*equality* に「対等」を訳語として当てることとした。

⁵¹ アーレントによれば、これはローマ帝国の創設に伴って生まれた権威の概念と、伝統、宗教の概念が「三位一体」として確立したことを意味する (BPF128:174)。三位一体は、ローマの「創設という神聖さに対する確信」に由来する権威概念、伝統として受容された「ギリシアの超越的な尺度と規則の概念」、そしてカトリック教会が後者を教条に組み込むことによって、両者を融合するに至ったという事実を指している (BPF120-8:163-174)。この権威—伝統—宗教の三位一体は強固に融合したため、このうちのどれか一つを取り除こうとすることはできないし、実際にそうした試み、つまりルーターの宗教改革による教会からの権威の奪取や、人文主義者による宗教と権威からの伝統の保護などは結局すべて失敗に終わったとされる (BPF128:174)。

る（BFP136:185）。そこでフランス革命において創設の行為を政治的行為の中心に据えたロベスピエールは肯定的に評価されうる。しかし一方で、彼らはやはり引き継いだ伝統の重みにより、制作のイメージによって「創設の行為」を捉えていた。「木を切り倒さずにテーブルを作ることなどできない」という制作のアナロジーが技術的に革命に適用されると、「人民を殺さずに共和国をつくることはできない」という考えを許容してしまう（BFP139:189）。そのために革命における暴力を手段として正当化してしまうのである。このため、ギリシア的な権威の概念に訴えようとしたフランス革命をはじめとするような近代の諸改革は悲劇を招いた

（BPF139:190）。対照的に、唯一暴力によらず憲法により「まったく新しい政治体を創設した」アメリカ革命のみを、アーレントは近代において国家の創設に成功した唯一の例であると肯定的に評価する（BPF140:191）。いずれにしてもフランス革命をはじめとする、「ローマの創設の経験から成長しギリシアの政治哲学に照らして理解された権威」を没落から救い出し修復しようとした近代における諸革命はことごとく挫折したのであり、現在の世界において権威が再び設立されることはなかったのである（BPF141:192）。アーレントは現代においてこの事実がもつ含意を以下のように説明する。

権威なしに、あるいは権威に伴う意識、つまり権威の源泉は権力ならびに権力の座にある人々を超越しているという意識を抱くこともなく、政治の領域の中で生きていくということが意味するのは、神聖な始まりに対する宗教的な信頼なしに、あるいは伝統的なそれゆえ自明な行為の基準に庇護されることなく、人間が共に生きていることに纏わる基本的な諸問題に取り組まなければならないということである（Ibid）。

この引用の示唆は、われわれがこれまで見てきたようなプラトンのイデア論によって示されたような権威、つまり哲学者から政治体へと超越的に提供されるような権威による基準を手放さなければならない、ということに留まらない。なぜなら西洋の伝統の最終局面で、近代思想は「諸価値の転倒」、つまり「伝統の枠組みを採用すると同時にその権威は拒否する」という変化を経験したからである。それは西洋思想の伝統に含意される制作のアナロジーが留保する手段としての暴力の正当化が、権威による支配を受けなくなることを意味する。つまりそれによって、イデオロギーという「暴力装置が現実の制約をまったく被らない全体主義的諸体制の破壊的ロジック」が帰結したのである（PP73-4:102-3）。

1.6 伝統の終焉

アーレントは『人間の条件』において、近代における諸価値の転倒は「アルキメデスの点の発見とそれに伴うデカルト的懐疑の勃興に密着して起こった」と述べている（HC289:456）。近代哲学におけるこの変化は、ガリレイが自ら製作した望遠鏡を用いて行った天体観測に端を発する。ガリレイの発見は、「それまでは思弁と想像力の飛翔のうちでのみ見てとられたもの」を、望遠鏡という器具の力で感覚的知覚を拡張することにより、「現実的事実として確立してしまったのである」（VA332:343）。この出来事はわれわれに「この地上にいながら、また自然のただなかで、あたかも地球や自然を外から意のままに操り、アルキメデスの点を発見したかのようにふるまう」ことができるのだと思いがせられた（ibid.）。しかし一方で、それは「現

実を取り次いでくれるはずのわれわれの感覚または感官はじつはわれわれを欺くかもしれないという太古以来の恐れ」が現実であることを実証してしまったことを意味する (VA334:344)。あたかも共通の世界が目の前から消え去ってしまったかのように、人間の作り出す器具による実証を待たなければ、自分の目の前にある世界の現実性が保証されなくなってしまったのである。この近代科学の勃興を象徴する出来事と時代を共にした哲学者は、「起こった出来事の意味を妥協せずに考え抜き、それに内属する帰結へと突き進むことができたからこそ、その出来事の途方もない衝撃的な重みを、比類なき正確さで記録した」のである (VA347:357)。何であれその存在の確証を得るためには、彼らはそのつど精神の内へと押し戻されざるをえなかっただけではない。哲学において確実に共有されうるといえるものの根拠はもはや驚嘆における真理の観照に見出されることはなくなり、ひたすら懐疑の徹底に委ねられることになる。それはつまり、「近代哲学とその思考においては、懐疑が *thaumazein* つまり驚嘆に取って代わった」ことを意味するのである (VA348:358)。

近代世界においては、ガリレイの望遠鏡による「アルキメデスの点」の発見とそれに続くデカルトの懐疑に伴い、科学的真理と哲学的真理は袂を分かた (Ibid)。アルキメデスの点の発見は、ガリレイが天体望遠鏡を用いて宇宙を観察し地動説を確証付けた出来事を意味するが、この発見は衝撃と共に、近代哲学に懐疑をもたらした (HC258:416-7)。そしてデカルトはその「近代的な懐疑を概念付けた最初の人」と見なされる (HC275:437)。デカルトが取り組んだのは「疑いの余地なく、感覚知覚の錯覚を受けつけないような現実性をもったもの」を発見することであった (LMI47:57)。デカルトの提示した解決策は「内省」である。それは「何かを疑っている私は、その疑っているという過程に私の意識の中で気が付いているという端的な論理的確実性」から、「人間自身の精神の中で進行している過程」そのものを「内省の調査の対象」とすることを意味する (HC279-80:444)⁵²。内省とはつまり、「感覚と理性に与えられる世界のリアリティを確かめること」を代償に、「自分自身とのみ関わり合うこと」で得られる「精神の内部」の確証性にのみ関心を持つことである (HC280:444)。そしてそのような内省におけるこのデカルト的理性において「最高の理想」とされるのが「数学的知識」である (HC283:448)。アーレントは近代における共通感覚に対する、デカルト的理性の持つ含意について、次のように述べている。

共通感覚というのは、ちょうど視覚が人間を眼に見える世界に適合させたように、かつては、まったく私的な感覚作用をもつにすぎない他のすべての感覚を共通世界に適合させていた感覚である。ところが、この共通感覚は、今や世界となんの関係もない内部的能力になったのである。この感覚が共通と呼ばれたのは、単にそれがたまたま万人に共通であるからに過ぎなかった。しかし今や、人々が共有しているのは世界ではなく、自分たちの精神の構造である。〔…〕以後は、二足す二は幾つかという問題を与えられたとき、私たちはみな四という同じ答えを出すだろうという事実が、常識的推理 [common-sense reasoning] のほかならぬモデルとなる (HC283:449)。

⁵² Ibid., p. 444.

アーレントがここで示しているのは、感覚を共通世界に適合させていた共通感覚がデカルトの内省において「内部的能力」となり、「精神がすべてのリアリティから遮断され」、精神自身を「感覚する」常識的推論の能力へと帰結したことの含意である。(Ibid.)。この結果、「動物的な五感を万人に共通する世界に適合させる感覚」としての「共通感覚」は失われ、置き換えられたこの「常識的推論」のモデルを使って数学的論理によって「結果を計算する」ことができる、という事実のみが共有可能であるとみなされるようになる(HC238-4:449-50)。この共通感覚の内部感覚への転化が近代を特徴付ける一つのメルクマールとなる(HC283:513)⁵³。古代哲学において思考は「存在の真理を観照するときの侍女」であり、中世哲学では「神的真理を観照するときの侍女」であった(HC313-4:460)。しかし近代に至って思考は、ガリレイの発見とデカルトの懐疑という近代を特徴づける出来事を経て、「なすこと(doing)の侍女」となった。つまり思考は制作を通じて自然や人間事象に介入することで観察されるかぎりでは認識される真理に従属することになったのである。これは、「観想的生と活動的生との伝統的な位階秩序の転倒」を意味する(HC289:456; VA367:378)。この転倒は、「近代哲学とその思考において、懐疑が驚嘆に取って代わった」ことを意味する(VA367:378)。この転倒の結果、観想的哲学は善のアイデアを政治的領域に提供する意義を失い、今度は共通感覚を喪失した状態でも機能しうる、「二足す二は四になる」ことを示す常識的推論(common sense reasoning)の形式のみがわれわれの精神に共通のものとなる(HC283:449)。近代は共通感覚の喪失に根本的に特徴づけられているのである。そしてこのように共通世界を喪失した状態で進行する内省の常識的推論のモデルは近代の孤独な個人の経験に合致している。そのためそのような近代的な個人において、はじめてイデオロギーを受容する条件が整えられるのである(HC114-6:172-5)。

いいかえれば、産業革命や帝国主義を経て深刻さを益した人間の「孤独(loneliness)」なあり方においては、同語反復的な常識的推論の明証性のみしか自明なものが残されていなかったのである⁵⁴。そのため孤独は、「全体主義的統治の本質であるテロルの共通基盤であり、全体主義の執政者や被害者たちをイデオロギーやその論理性のために準備する」(OT475)。孤独は、「人間の条件の基礎的な必要条件と正反対」のものであり、「複数性」が欠如した状態である(Ibid.)。よって、複数性は「全ての政治的生の必要条件であるだけでなく、十分条件である」(HC7:20; VA17:12)。つまり、孤独が蔓延し複数性が喪失する事態は、政治的生活の喪失を意味し、全体主義的支配機構の台頭を招来する危険を孕んでいるのである。アーレントはさらに複数性と共通感覚の関係について、『全体主義の起源』において次のように述べている。

共通感覚とはそれ以外の全ての感覚を制御、管理するものであり、それなしではわれわれはそれぞれ、当てにならずに裏切ることのある彼自身の感覚情報の特殊性に引籠る。われ

⁵³ アーレントはカント講義録において、「共通感覚」の反対である「私的感覚」の「論理的能力」が含意するのは、「前提から結論を引き出すことを可能にする能力は、実際コミュニケーションなしでも機能し得る」ということであることから、「狂気の本質」は共通感覚の喪失にあると論じる(LK64:118-9)。

⁵⁴ [アーレント, 『全体主義の起源 III: 全体主義』, 1975], p. 299 (邦訳版のみ)。

われは共通感覚を持つ、つまり一人ではなく複数の人々が地球に生きるというただそれだけのことから、われわれはわれわれの直接の感覚経験を信じることができるのである (OT475-6)。

ここで「共通感覚を持つ」ということと、「複数の人々が地球に生きる」ということが互換的に位置付けられていることわかるように、複数性と共通感覚は、不可分に結びついている⁵⁵。共通感覚の欠如は孤独をもたらし、孤独は全体主義の基盤となるのである。アーレントは『人間の条件』において、共通感覚は「政治的属性のヒエラルキーの中で非常に高い順位を占める」と述べている (HC208:334)。共通感覚は、五感におけるそれぞれの感覚のように直接外界から知覚を得るものではないが、「それらの感覚を全体としてリアリティに適合させる唯一の感覚」であるため、「ある共同体で共通感覚」が失われていくということは、「世界から孤独へと疎外が進んでいる」ことの証左に他ならないのである (Ibid.)。

アーレントによれば、マルクスは「宗教に基づく権威を除外した上で」、つまり権威に含意されていた超越的性格の尺度を喪失し、「非拘束的」になった形式を伝統から受け継いだ (PP73-4:102-3)。マルクスはこのように伝統から受け継いだ諸価値を転換し、「弁証法を制限して実体的現実には縛り付けていた諸内容〔つまり権威〕から弁証法を解放」することによって、「十九世紀型イデオロギーに特有の、一種の過程的思考を可能にした」のである (PP74:103)。さらにこの近代の転倒は、「人間の全ての活動は、同一かつ中心的な一義的関心に支配されているに違いないと仮定する点で、伝統的なヒエラルキーと同じである」 (HC17:32)。しかしこの過程的思考が「ある理念」を前提とした途端に、「方法として弁証法からイデオロギーとしての弁証法への進展は完成される (PP74: 104)。」さらにこのイデオロギー化した思考過程は「暴力装置が現実の制約をまったく被らない全体主義的諸体制の破壊的ロジック」へと帰結する (PP74:103)。つまり転倒された弁証法的過程において「ある理念」が前提とされ、この理念の論理が大衆を捉えるときに、その発展概念は「全体主義的な強制的演繹」に転じる (Ibid.)。すると「伝統の権威に類似した拘束的真理を生成する」必要がなくなり、そこで伝統との繋がりが「断ち切られる」のである (PP73:102)。アーレントは『全体主義の起源』において、その具体的な現象に即して伝統の終焉を描出したのであるが、そこでその含意について以下のように説明している。

全体主義は暴力の体制と装置による外的な手段による支配だけで満足することはない。全体主義は特定のイデオロギーと強制装置においてそれに与えられた役割によってはじめて、人間を内側から威圧し恐怖に陥れる手段を発見するのである (OT325:III38-9)⁵⁶。

ここで「強制装置」が示唆するのは、アーレントが「全体主義的権力機構・組織機構の中核機関」と見なす「強制収容所・絶滅収容所」または、第三帝国における「ガス室」である

⁵⁵両者の結び付きの分析は最終章のカント講義録の考察において行う。

⁵⁶ 強制装置は apparatus of coercion の筆者訳。ドイツ語版からの翻訳版である日本語版では暴力装置となっている。

(OT449:III270)。全体主義が特定のイデオロギーと結びつくとき、このようなテロルの外的装置において「殺されたものは政権に対して何の罪も犯しておらず、殺害者は決して〈人殺し〉の動機で行動しているのではない」ということになるのである⁵⁷。この暴力装置はもはや伝統の概念によってもはや説明できない経験をもたらした。つまり全体主義の経験が「西洋の歴史の連続性を断ち切った」のであり、アーレントはここに西洋の伝統は終焉をみたのである⁵⁸。

ここで本論の関心に立ち戻れば、アーレントは「西洋の伝統の終焉」の考察によって、ハイデガーが「職業的習慣」によって結び付けられていた西洋哲学の伝統の限界を示そうとしたのだといえるだろう。

1.7 終わりに

ハイデガーの技術論は、そのメイン・テキストである『技術への問い』の高い抽象性のために、「没政治的で社会的文脈への顧慮を欠いたあまりに抽象的な議論」とみなされてきた⁵⁹。本報告における考察は、ハイデガーの『技術への問い』の考察にとどまったが、ハイデガーが近代技術の本質としての開蔵のしかたとして捉えた集-立という事態は、エネルギー開発における意思決定が如何に無自覚的に歪曲されるかということを示唆しているといえるだろう。一方でハイデガーの提示した解決策は、アーレントが示したような人間の諸活動の差異に対する考察が不十分であるといえる。ハイデガーの技術論の研究の進展により、その政治的意義はさらに明らかになるとしても、われわれの考察の主題、つまりエネルギー開発と意思決定に関しては、ハイデガーの技術論を踏まえた上でアーレントの活動的生の洞察を導入する方がより具体的な実践のあり方を導出できると思われる。そこでいかにその展望を簡単に示したい。

ハイデガーが近代技術の本質としての集-立における本質の伏蔵を指摘したように、アーレントは近代社会における「思考の欠如」が公共的領域の衰退の側面を成していることを指摘する。しかし一方で彼女を政治と哲学の間に一種の緊張関係が存在することを認める。ソクラテス裁判に見られるように哲学者が市民の間に分け入って彼らを刺激し思考へと誘うことができたとしても、思考する者は孤独(solitude)を思考の条件とせざるを得ない以上、思考が直接市民を政治的参加へと導くわけではない。そこで両者の間の深淵を架橋することのできるものがあるのかどうか問題となる。共通感覚に着目したこれまでの研究によって明らかになったのは、判断を媒介する思考の行為との密接な関係である。そしてその実践的な含意は、判断を伴う思考である批判的思考は、考えられたことが言論として現れる場がなければ判断の対象となりえない、ということである。傍観者なき思考は批判的足りえないのであり、批判的思考は言論を通じて具体的に政治に参加する傍観者がいなければ成立しえない。つまり、市民が批判的思考を養う場を設け、参加者の属性に関わらず平等な立場で意見を交換し合う契機を与えることが

⁵⁷ [アーレント, 『全体主義の起源 III: 全体主義』, 1975], p. 269 (邦訳版のみ)。

⁵⁸ Ibid., p. 270。

⁵⁹ 轟孝夫『3, 技術と国家—ハイデガー技術論の射程』p. 60. [加藤尚武編『ハイデガーの技術論』理想社, 二〇〇三年。]

できれば、公共的領域の復権に寄与しうるはずである。そしてそれは、具体的に彼らが政治的に実質的な決定をする場を設けることに他ならない。

そこでアーレントの評議会制度の考察が導きの糸となる。アーレントによって描き出される評議会制度はジェファーソンが構想した区（ward）のような小規模な自治体が政治の基本単位となり、それがピラミッド型に積み重なるような政治体制である。しかしフランス革命時の「革命協会」、1871年のパリ・コミューン、1905年、1917年のロシア革命におけるソヴィエト、1965年のハンガリー動乱における評議会など、彼女が例示した評議会はいずれも腐敗によって失敗に終わるか、もしくは次第に役割を終え消失していった一時的なものに過ぎなかった。そこで持続可能な住民参加の枠組みを考察する上で参考になるのは、近年バングラデシュにおいて成功を収めている、リンクモデルを用いた住民参加型農村開発プロジェクトにおける評議会制度である。この制度の特徴は、リンクモデルという名の通り、農村の自治と行政をファシリテーターが要としてつなぎ合わせる役目を担うことである。この評議会制度においてはファシリテーターが定期的に適切な訓練を経ることが、持続可能な市民参加の必要条件となっている。

本報告は予備的な考察に留まるが、ファシリテーターの批判的思考能力を訓練するプログラムの構築などを通じてこのような制度的枠組みがエネルギー開発に応用できる可能性を示唆している。

第2章 東南アジア・アフリカ地域における再生可能エネルギーに係る 開発動向調査

概要

昨今の持続可能性に関する議論の中で、再生可能エネルギーが重要な議題であることは既に公知の事実と言ってよい。かつ環境問題の越境性を考慮すれば、再生可能エネルギーの活用が開発先進国だけではなく開発途上の国々でも意味を持っているのは論を待たない。世界の経済成長を牽引しているアジア諸国がどのように再生可能エネルギーと向き合い、どのような展望を描いているのかという問題は、同地域に属する日本にとっても興味深いものである。他方、アジアの開発途上国での事例分析を、将来的に経済成長が見込まれるサハラ以南アフリカの国々がどのように受容するのかという点も学術的、産業的な視点で面白みのある題材である。そこで本章においては、東南アジア・サハラ以南アフリカ諸国の再生可能エネルギー活用の傾向を通じ俯瞰する。特に関連する業務を行う国際機関の報告書などの文献を中心として背景情報を纏めることで、第3章におけるフィールド調査、第4章以降における社会経済分析の為の基礎情報を収集するものである。

2.1 再生可能エネルギーに係る主な政策

2.1.1 エネルギー政策、及び再生可能エネルギー関連政策に関する調査

再生可能エネルギーは、エネルギーの長期的安定確保の観点のみならず、気候変動対策 CO₂ 排出削減の観点からも国際社会でその重要性が確認されている。2030年に向けた持続可能な開発目標（SDGs）でもゴール7「すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する」の中で「2030年までに、世界のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合を大幅に拡大させる」というターゲット（7.2）が掲げられている。国連の2019年SDGs進捗報告によれば、2010年から2016年の間に再生可能エネルギーの消費量（従来型のバイオマス利用を含む）は18%拡大し、最終エネルギー消費に占める割合は16.6%から17.5%に拡大したものの、気候変動対策のゴールを満たすためにはより速い変化が必要とされている。

電力に着目し再生可能エネルギーによる発電の規模の変化をみると、容量（MW）ベースで2010年から2018年にかけて、世界合計が約1.93倍、ASEAN合計で約1.95倍に伸びたのに対し全アフリカでは約1.69倍の伸びに留まる。発電電力量（GWh）では、2010年から2017年にかけて、世界合計が約1.47倍、ASEAN合計が約1.87倍、全アフリカは約1.31倍の伸びであった（IRENA2019）。全世界で一定の再生可能エネルギーの開発が進み、東南アジアでも進展がみられるのに対して、今後の人口増や都市化を見据えて一層のエネルギー開発が期待されるアフリカでは開発がまだ十分に進められていない現状が伺える。

本節では、今後の研究において重要な基礎情報となる東南アジア・サハラ以南アフリカ各国のエネルギー政策、特に再生可能エネルギー政策の概要と変遷について、文献調査等により明らかにする。2018年度は、再生可能エネルギー導入に直接関わる政策を中心に文献の精査を行った。その結果を述べると共に、主要な政策課題をまとめる。

東南アジアの対象国はASEAN加盟の10カ国（ブルネイ、カンボジア、インドネシア、ラオス、マレーシア、ミャンマー、フィリピン、シンガポール、タイ、ヴェトナム）と東ティモールである。アフリカの対象国はサハラ以南の45カ国（アンゴラ、ベニン、ボツワナ、ブルキナファソ、ブルンジ、カーボベルデ、カメルーン、中央アフリカ、チャド、コモロ、コンゴ民主、コンゴ、コートジボワール、赤道ギニア、エリトリア、エチオピア、ガボン、ガンビア、ガーナ、ギニア、ギニアビサウ、ケニア、レソト、リベリア、マダガスカル、マラウイ、マリ、モーリシャス、モザンビーク、ナミビア、ニジェール、ナイジェリア、ルワンダ、サントメプリンシペ、セネガル、セーシェル、シエラレオネ、南アフリカ、南スーダン、スワジランド、タンザニア、トーゴ、ウガンダ、ザンビア、ジンバブエ）である。

文献調査は各種国際機関や関連する団体が作成しているデータベースや報告書に基づいて行なった。具体的には、国際エネルギー機関（IEA）の作成する東南アジアとアフリカを対象にしたエネルギー見通しの報告書やエネルギー関連の政策データベース、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）のエネルギー統計データベース、21世紀のための自然エネルギー政策ネットワーク（REN21）の報告書を中心にまとめる。前提として、両地域全体のエネルギー概況とその中で再生可能エネルギーの位置づけを簡潔に描写する。そののちに、各国の再生可能エネルギー関連目標の比較を行う。次に、再生可能エネルギーを導入促進するための政策的・制度的な支援の比較を行う。続けて、財政的支援および公共投資等の状況を比較する。最後に、今後の主要な課題を提示する。

2.1.2 東南アジアとサハラ以南アフリカの現況

東南アジアのエネルギー需要は今後大きく拡大すると予測されている。例えば、IEAは2017年の東南アジアエネルギー見通しの報告書で、東南アジアのエネルギー需要は2040年にかけて2/3程度増加すると述べている。しかしながら、その傾向は地域の経済成長の度合いと比べると小さいものである。東南アジアの経済規模は2040年までに3倍程度になると予測されている。つまり、この地域においてはエネルギーと経済成長の連関が弱まることを見いだせる。効率的なエネルギー使用を同地域が目指しているからである。同報告書は、化石燃料の拡大も描写している。東南アジアの2000年以降のエネルギー消費量の伸びは石炭が最も大きく、2016年時点で18%を占めている（IEA, 2017）。

以下に示す図2は、同地域でデータが存在する国の発電容量とその内訳を示したものである。東南アジアの国々の中で発電容量が多い国は、インドネシア、タイ、ベトナム、マレーシアである。インドネシアはエネルギー資源が豊富であるものの、近年の経済成長に伴ってエネルギー需要を増加させているため、エネルギー安全保障の観点からもエネルギー問題には大きな関心を寄せる。他方、タイは経済規模が東南アジアの中では2番目に大きい、エネルギー

資源には乏しく、天然ガスの輸入に頼っているため、再生可能エネルギーを含むエネルギー安全保障政策に力を入れている。本研究で対象としているベトナムは3番目にエネルギー発電容量が大きい。しかし1/3以上を大規模水力発電が占めており、季節間の変動が大きい。安定的な供給と電力需要を満たすために、化石燃料を大幅に増やしている段階である。ベトナムとともに東南アジアでの後進開発国のグループにまとめられることの多いカンボジア・ミャンマー・ラオスは、地方電化を進めている段階にある。なお、ラオスはIEAのデータベースにはデータがなく、IRENAのデータとラオス政府の資料のデータが一致しないなど、その精度に問題がある。また東ティモールに関してもデータがなかった。そのため、図2では表示していない。

一方で、サハラ以南のアフリカ諸国は、東南アジアと比べて経済発展の度合いが遅く、国家的なエネルギーインフラの整備が充分ではないことや、関連するデータが不足していることが多い。そこで、IMFのデータベースで一人あたりGDPが上位20位の国を抽出し、その中でもエネルギー関連データが存在する国々について、発電容量を以下の図3 エラー! 参照元が見つかりません。のようにまとめた。

サハラ以南のアフリカでは、南アフリカとナイジェリアが経済の規模が大きいこともあり、電力容量も他の国々と比べると大きい。南アフリカはアフリカ大陸で唯一の原子力発電所をもつ。しかしながら同国は近年の経済成長にエネルギー投資が追いついておらず、需給が逼迫気味である。また、ナイジェリアはアフリカ大陸随一のエネルギー資源保有国である。経済は資源に頼るところが大きく、産業の多様化が求められている。

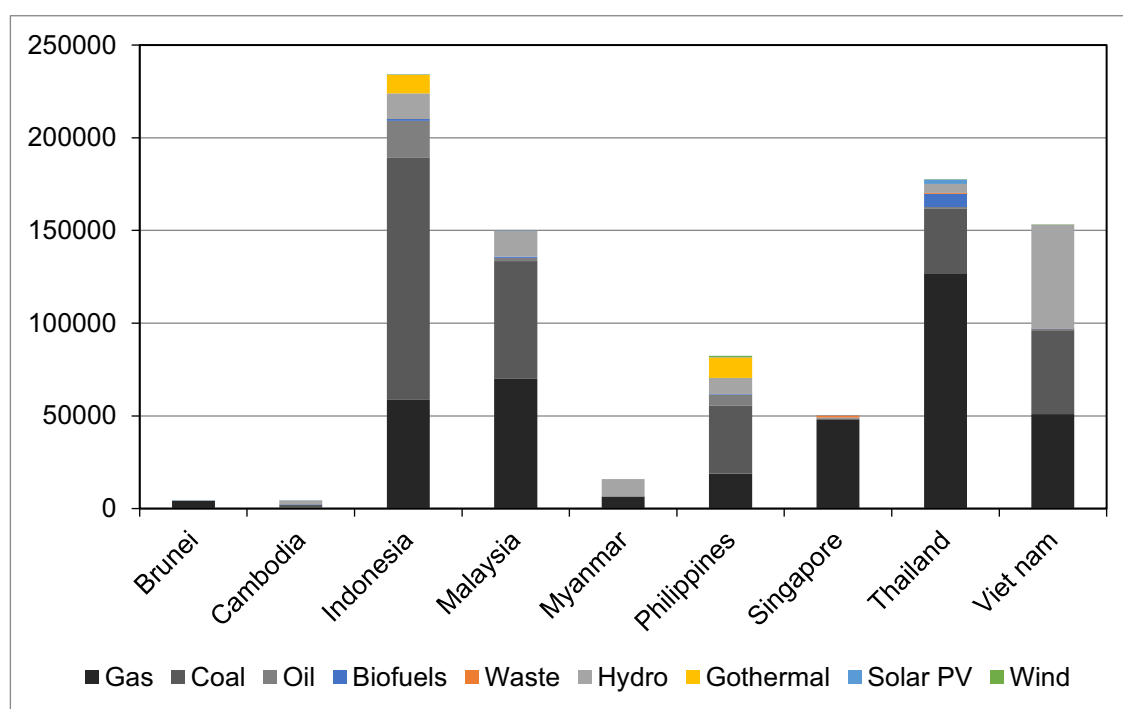


図2 東南アジア諸国の発電容量 (GWh) (IEA Database, 2017)

しかしながらこの地域は、すでに述べたように電力インフラが十分に整っていない。東南アジアの図と比較すればすぐわかるように、最も発電容量の大きな南アフリカですら、東南ア

ジア地域で6番目の発電容量のシンガポールに及ばない。そもそも、電化率の向上がまずは求められている国が多い。そこで、再生可能エネルギーは東南アジアでの場合と異なり、エネルギー安全保障上といった国家レベルの次元ではなく、オフグリッドでの農村の電化といった対象に対する解決策として議論されることが多い。

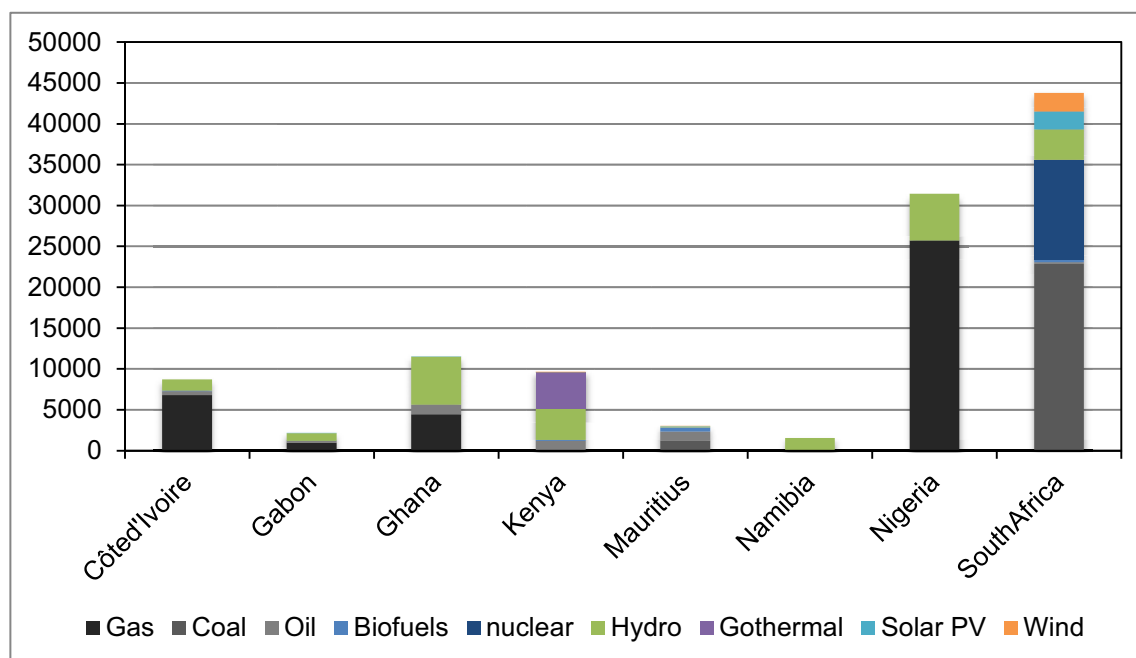


図 3 サハラ以南アフリカ諸国の発電容量 (GWh) (IEA Database, 2017)

*2017年の一人あたりGDPが上位20位の国のうち電気の導入目標量が存在し、データがIEAのデータベースに存在する国

2.2 再生可能エネルギー導入動向と、導入に係る主要な課題の抽出

2.2.1 東南アジアとサハラ以南アフリカの再生可能エネルギー導入目標

本節では両地域の国々の再生可能エネルギー導入目標の調査結果を概観する。

表1は、IRENAのデータベースから抽出した東南アジア・サハラ以南アフリカ諸国の再生可能エネルギー関連目標の有無に関する表である。東南アジアに関してはアルファベット順に、アフリカに関してはIMFのデータベースで2017年の1人あたりGDPの高い順番に並べた。これを見ると、両地域の多くの国が発電量ベースでの目標を設定している。

その結果、再生可能エネルギー発電に関するなんらかの目標を設定している国は69.6%にのぼることがわかった。続いて、運輸関連分野での再生可能エネルギーの導入を目標にしている国が41.1%ある。

しかしながら、これらの比較をより詳細に行うことは困難が伴うことも判明してきた。それはまず、具体的な数値や政策の仔細はデータベース化されておらず、それぞれの国の性格を調

べていく必要があるからである。それだけでなく、全発電容量中の再生可能エネルギーの割合を目標にしている国もあれば、全発電量中の割合を目標値にしている国もあり、一律な比較ができない。また、各国の目標設定についても、モデルを構築して算出している国もあれば、開発のプロジェクトベースで算出している国もあり、そのそれらを単純比較することはできない。

表 1 東南アジア・サハラ以南アフリカの再生可能エネルギー関連目標 (IRENA Database, 2015)

	Total Primary Energy Supply	Total Final Energy Consumption	Electricity	Heating & Cooling	Transport
SOUTHEAST ASIA					
Brunei			○		
Cambodia			○		
East Timor			○		
Indonesia	○		○		○
Laos		○			
Malaysia			○		
Myanmar			○		○
Philippines			○		○
Singapore			○	○	
Thailand		○	○	○	○
Viet Nam	○		○		○
AFRICA					
Equatorial Guinea					
Seychelles			○		
Mauritius	○		○		
Gabon		○	○		
Botswana		○			
South Africa			○		○
Namibia			○		
Angola					
Swaziland					
Cabo Verde			○		○
Nigeria			○		○
Republic of Congo					
São Tomé and Príncipe					
Kenya			○	○	
Côte d'Ivoire	○		○		○
Ghana			○		○

Zambia					
Lesotho			○		
Cameroon					
Zimbabwe					○
South Sudan					
Tanzania			○		
Chad					
Senegal			○		○
Benin		○			
Eritrea			○		
Mali	○		○		○
Comoros					
Rwanda			○		
Ethiopia			○		
Uganda			○	○	○
Guinea			○		○
Sierra Leone			○	○	○
Guinea - Bissau			○		○
Burkina Faso			○		○
Togo		○	○		○
Mozambique			○	○	
Liberia			○		○
Democratic Republic of the Congo					
The Gambia			○		○
Niger	○		○		○
Madagascar		○	○		○
Malawi	○		○		
Central African Republic					
Burundi		○			

2.2.2 東南アジアとサハラ以南アフリカでの再生可能エネルギー促進政策

本節では、2018年度の調査で見えてきた両地域の再生可能エネルギー促進策の特徴を、大きく二つの項目に分けて分析する。第一は、制度・政策的な支援策である。第二は財政的インセンティブおよび公共投資政策に関するものである。

制度的な再生可能エネルギー促進策として、主要な以下の七つの政策を分析の対象とした。

1. 固定価格買取制度(FIT), プレミアム価格制度(FIP)
2. ネットメータリング(Net Metering)
3. 入札(Tendering)
4. 再生可能エネルギー利用割合基準制度
(RPS, Renewable Portfolio Standards)
5. グリーン電力証書(Tradable REC)
6. 運輸関連義務(Transport Obligation)
エネルギー効率向上, バイオ燃料導入, EV 導入を目的とした政策全て
7. 熱利用関連義務 (Heat Obligation)
熱利用を直接的に支援する政策(リベート, 税控除, FITs, 入札など)全て

表 2 は、これらの政策を東南アジアとサハラ以南アフリカの国々が行っているかどうかを示したものである。東南アジアでは、FIT, RPS, Transportation Obligation がそれぞれ 50% 程度の国で行われており、サハラ以南アフリカ諸国と比して多く導入されている。特に、インドネシア、フィリピン、ベトナムは 3 種の政策が全て存在するため、政策効果分析で取り上げることが可能であると思われる。アフリカでは特定の傾向は見出せないが、入札を行なった国が多い。4 つ以上の制度的支援策を有している、あるいは有した経験がある国は、南アフリカ、ナイジェリア、ケニア、ガーナ、セネガルである。もちろん、すでに指摘したように、国によって再生可能エネルギーが議論される文脈は大きく異なり、またその政策の内容にも大きな隔たりがある点には気をつける必要がある。

次に、両地域の財政的な再生可能エネルギー促進策の有無については、主な政策として、

1. 投資・生産税控除 (Investment and Tax Credit)
2. 減税 (Tax Reduction)
3. エネルギー生産支払い (Energy Production Payment)
4. 公共投資

の 4 つを取り上げた。

表 3 は東南アジアとサハラ以南アフリカの国々がこれら 4 つの財政的なインセンティブや支援策を行っているかを示したものである。再生可能エネルギー事業に対する減税を行っている国は 55% 程度と多数にのぼる。公共投資を行っている国も 4 割近くある。東南アジアでは投資・生産税控除もインドネシア、フィリピン、ベトナムで行われている。また、アフリカでは上記の図 2 に現れている国の中ではケニアが 3 種の支援策を行っている。

表 2 制度的な再生可能エネルギー促進策 (REN21, 2017)

* R: 2016 年に改訂された, H: 過去と同様, 2016 年に入札が行われた, ×: 過去と異なり, 2016 年に入札が行われなかった, ★: 2016 年に初めて入札が行われた

	FIT/FIP	Net Metering	Tendering	RPS	Tradable REC	Transport	Heat Obligation

						Obligati on	
SOUTHEAST ASIA							
Brunei							
Cambodia							
East Timor							
Indonesia	R		H	○		R	
Laos							
Malaysia	○			○		○	
Myanmar							
Philippines	R	○	×	○		○	
Singapore		○	×				
Thailand	○					○	
Viet Nam	○			○	○	R	
AFRICA							
Equatorial Guinea							
Seychelles							
Mauritius							
Gabon							
Botswana							
South Africa			H	○		○	○
Namibia							○
Angola						○	
Swaziland							
Cabo Verde		○	×				
Nigeria	○		★	○		○	
Republic of Congo							
São Tomé and Príncipe							
Kenya	R	○	×				○
Côte d'Ivoire			×				
Ghana	○	○		○	○	○	
Zambia			★				
Lesotho		○	×				
Cameroon							
Zimbabwe						R	
South Sudan							
Tanzania	○						
Chad							

Senegal	○	○	×	○			
Benin							
Eritrea							
Mali		○					
Comoros							
Rwanda	○		×				
Ethiopia						○	
Uganda	○		×				
Guinea							
Sierra Leone							
Guinea - Bissau							
Burkina Faso			×				
Togo							
Mozambique		○					
Liberia							
Democratic Republic of the Congo							
The Gambia							
Niger							
Madagascar							
Malawi			★			○	
Central African Republic							
Burundi							

表 3 財政的な再生可能エネルギー促進策 (REN21, 2017)

* R: 2016年に改訂された。

	Investment or Tax Credit	Tax Reduction	Energy Production Payment	Public Investment etc.
SOUTHEAST ASIA				
Brunei				
Cambodia				
East Timor				
Indonesia	○	○		○
Laos				
Malaysia		○		○
Myanmar		○		
Philippines	○	○	○	○

Singapore				○
Thailand		○	○	R
Viet Nam	○	○		○
AFRICA				
Equatorial Guinea				
Seychelles				
Mauritius				
Gabon				
Botswana		○		○
South Africa		○		○
Namibia				
Angola				○
Swaziland				
Cabo Verde	○		○	
Nigeria		○		○
Republic of Congo				
São Tomé and Príncipe				
Kenya		○	○	○
Côte d'Ivoire		○		
Ghana		○		○
Zambia		○		○
Lesotho	○		○	○
Cameroon		○		
Zimbabwe		○		○
South Sudan				
Tanzania		○	○	○
Chad				
Senegal		○		
Benin				
Eritrea				
Mali		○		○
Comoros				
Rwanda	○	○		○
Ethiopia		○		○
Uganda		○		○
Guinea		○		
Sierra Leone				
Guinea - Bissau				
Burkina Faso	○	○	○	
Togo		○		
Mozambique		○		○
Liberia		○		

Democratic Republic of the Congo				
The Gambia		○		
Niger		○		
Madagascar		○		
Malawi		○		○
Central African Republic				
Burundi				

2.3 気候変動対策と再生可能エネルギーの関係

2012年12月に195カ国が署名したパリ協定は、気候変動問題が人類の長期的生存にあたり如何に重要であり、それがなぜ世界が一丸となりそれに立ち向かわねばならないかを明確に示した。本協定では、増大する気候変動の脅威に対するグローバルな対応策を策定するため、国連気候変動枠組条約の下で各国が合意に至ったというでも世界の耳目を集めた。

気候変動は、特にASEAN加盟国にとって大きな脅威である。多くの発展途上地域はグリーン成長を追求した結果利益を享受するが、ASEAN地域については気候変動に対しては他地域と比して大変脆弱であり、特に地球温暖化は農民・沿岸のコミュニティだけでなく都市に住む人々にとっても深刻な損害になりうる。また、大気汚染にも脆弱であり、このまま汚染が進んだ場合数十万人の未熟児が毎年死に至り、何十億もの損害が齎されると予測される。(WHO 2016)

図4は、2060年までに気候変動が世界中の各地域にもたらすインパクトをまとめたものである。OECDの分析によれば、特に東南アジア(インドを含む)は、気候変動によって特に大きな経済的マイナス影響を受けことが報告されており、低炭素社会が実現された場合と比較すると高炭素シナリオでは2060年までにGDPが5%も低下する危険性があることが示唆されている

(OECD, 2014)。このマイナス影響の大部分は農業部門によるものである。農業で収量を維持するためには、予測可能な気候と安定した天候が不可欠であるのは言うまでもない。さらに、東南アジアは多くの沿岸地域や島で形成された社会でもあるため、上昇する海面の影響も世界で最も深刻である。

このような気候変動に対処するための方策の1つとして、再生エネルギーの積極的な活用が考えられている。ほとんどの再生可能エネルギー源は温室効果ガスの排出の一次的な排出が無く、ライフサイクルで見た排出量も非常に低い水準である。したがって、天然ガスまたは石炭に代表される化石燃料に頼るのではなく、再生可能エネルギーを活用することで低炭素社会を実現しようという構想が長年進められてきた。IRENAの分析によると、世界規模では再生可能エネルギーの高水準と経済成長の間には正の相関があることが指摘されている。(IRENA, 2016c) 特にインドネシアを対象とした分析に置いては、GDPは0.2%~1.3%の増加が期待でき、30~110万人の雇用増加が見込まれるとされる。

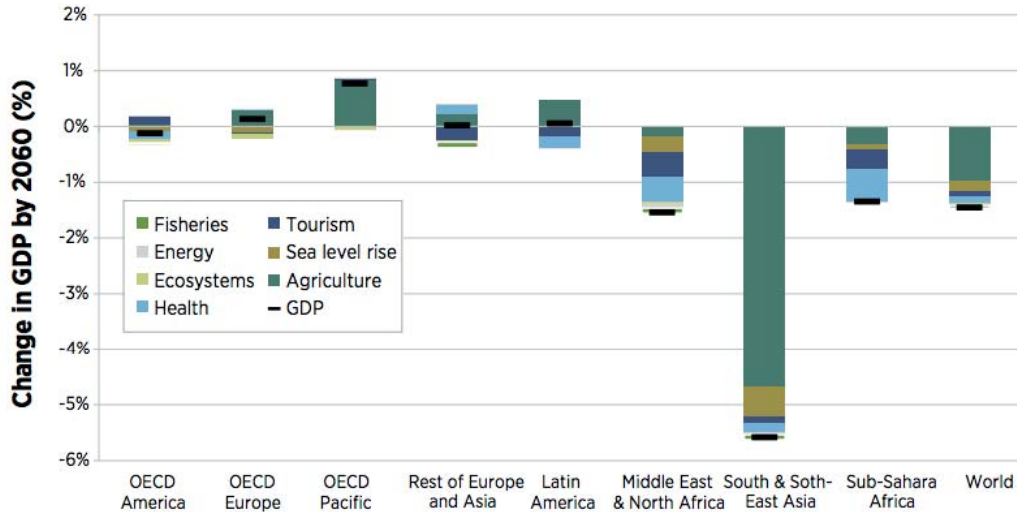


図 4 2060 年までの気候変動から推定される GDP 変化 (IRENA 2016, OECD 2014)

*東南アジアは ASEAN 加盟国にインドとその他の発展途上のアジア諸国を含む。

ASEAN は、2018 年 9 月に ASEAN と IRENA が共同で発表した共同声明において、2025 年までに一次エネルギーの 23%を再生可能エネルギーにより確保する目標を宣言した。23%という目標は野心的かもしれないが、ASEAN 加盟国間のより良い協力があれば、実現の可能性も十分にあると考えられている。ASEAN エネルギーセンター (ACE) は、2018 年 5 月 ASEAN における地域再生可能エネルギー協力に関する研究を発表し、地域内の再生可能エネルギー協力に関する討議を強化することを今後期待するとしている。ここで ASEAN における再生可能エネルギー協力の大きなメリットの 1 つは、再生可能エネルギー導入のコスト削減であることがしばしば強調される。加盟国間の協力が増すにつれ、再生可能エネルギー開発の遅れの主な原因の 1 つである認可取得までの障壁が緩和される。これにより、導入コストが削減され、導入コスト削減は、地域内の再生可能エネルギーへの投資を増加させるという相乗効果を生む。本 ACE の調査によれば、地域の再生可能エネルギー導入は輸入依存を軽減するため、エネルギー安全保障を強化できる。エネルギー安全保障上の課題が類似している ASEAN メンバーは、地域における再生可能エネルギーの開発を諸国間で協調することができるであろう。全体として、これは ASEAN 加盟国でのエネルギーミックスを改善し、エネルギー安全保障を高めると考えられる。

ASEAN が 2025 年の再生可能エネルギー目標の達成を本気で志向する場合、地域協力は不可欠である。再生可能エネルギーに関する ASEAN 諸国の協力のメリットの 1 つは、対話と協調のための機会を創出することである。実際、EU にも同様の枠組みが存在し、EU 諸国が知識や再生可能エネルギー政策実装の実施例を共有するための「CA-RES」プログラムが機能していることから地域内での協調の重要性が推察できる。ASEAN は、再生可能エネルギー導入のため、すでに積極的な協力体制を構築している。ASEAN と IRENA は、2018 年 9 月、両機関の長期的な協力と ASEAN の再生可能エネルギーのポテンシャルを活用するための覚書に署名した。

ASEAN はまた、電力需要の増加を補完する目的で、地域境界線を越えた電力取引を強化することを目指す ASEAN 電力グリッド (ASEAN Power Grid: APG) を実装しようとしている。この ASEAN 電力グリッドでは、国家間の送電網を構築することで、クリーンで持続可能なインフラを統合することを目指す。ASEAN 電力網のプロジェクトの 1 つは、ラオス - タイ - マレーシア - シ

ンガポール電力統合プロジェクトである。このプロジェクトは、マレーシアがラオスからタイの送電網を介して最大 100MW の水力発電を購入することも含む。マレーシアの全体的なエネルギーミックス持続可能なエネルギーのシェアを改善するため、本取り組みはマレーシアにとっても有益である。

ASEAN 地域を超えた地域からの電力グリッドについては、近年南オーストラリア大学を含むグループが、オーストラリア - アジア電力グリッド(AAG)に焦点を当てた報告をしている (図 5 Halawa, E., et al, *Energies*, 2018, 11(1), 200)。この報告では、電力グリッド相互接続によるメリットは 地域エネルギー安全保障の確保, エネルギーの紛争の削減, 気候変動への解決策, 低炭素社会への道筋, 地域の持つリソース優位性の最大化, 地域のパートナーシップ構築, エネルギー削減であると詳述されている。しかし, AAG は, 技術的に実行可能であり, 機能が実証された技術である一方で, 経済的, 社会的, 政治的, 行政的に挑戦的であると指摘される。ASEAN 地域内そしてその他の地域との電力相互接続の可能性をこれからも探求すること, そして東南アジアにおける再生エネルギー導入を見据えたエネルギーミックスについては今後もさらなる研究と議論が必要である。



図 5 汎アジアエネルギー・インフラストラクチャシナリオの 2 つの提唱ルート検討/開発：ISJ の伝送路 (a) 既存のタイ - マレーシア間 (b) 提唱ルート (c, d) アジアの電力網

2.4 再生可能エネルギー開発動向調査に係る今後の研究課題

最後に本節では、本研究プロジェクトの完遂までに残された調査課題を述べる。来年度以降も調査を継続すべき課題として、表 4 に示す政策関連の 2 つと技術関連の 2 つが指摘できる。

表 4 再生可能エネルギー開発動向調査に係る今後の研究課題

政策的な課題	技術的な課題
政策の過不足の明示	導入可能性（経済性）
政策の効果分析	人材育成

2.4.1 本研究において取り上げる政策的、技術的課題

政策関連の課題として挙げられるのは、まず、ここまで参照してきた国際機関の政策データは政策や制度の重複について適切に表現できていない場合があり、故に分析が不完全である可能性である。特に、制度的な枠組みは財政的な支援と密接に関連している。例えば、固定価格買取制度は多分に財政的な面を含むものである。国レベルで調査を行うとき、それぞれの政策がカバーする範囲を明確にし、過不足ない政策が提示されているのかを明らかにすることが今後重要であると考えられる。

加えて、その政策が実際に再生可能エネルギーの導入にどの程度役立っているのかを実証的に分析することも不可欠である。なぜなら、定量的・実証的な効果分析こそ、その国の将来のエネルギー関連政策を効率的に立案していくための根拠となる指針であるからである。

再生可能エネルギーの技術的な制約に関する調査が不可欠なことも忘れてはならない。特に再生可能エネルギーは、原子力発電と同様に、地球温暖化問題の解決に繋がることへの期待に起因して机上の空論になりがちである。経済性の側面を含めて、どこまで技術的に可能であるのかを、実際に現地に入り分析することは不可欠である。

以上のように、政策と技術に関連して研究を深めていく課題が複数残っていることが指摘でき、本研究プロジェクトにおいてはかかる分野におけるギャップを埋めるべく、途上国における持続可能な再生可能エネルギー開発にかかる社会経済研究を実施するものである。具体的には、政策の過不足、効果の観点について、第3章の研究対象国現地調査において各国の実情から検討し考察を加える、また、技術的な導入可能性に関しては、第4章の政策過程分析においてインドネシアを例に再生エネルギー導入に影響を及ぼす政策過程を検証しあるべき政策提言のあり方を検討するとともに、第5章の社会構造分析で再生エネルギーが電力生産に関わる労働者への影響という観点から人間社会に対して優しいのか定量的手法で分析を行う。さらに経済性の観点から、第6章では、太陽光発電デリバティブのプライシングを例にリスク分析の検討を行う。

2.4.2 再生エネルギーに関連する人材育成

最後にこれまで見落とされがちであった点として、再生可能エネルギーに関連する人材育成の問題について言及したい。人材育成は時間のかかる複雑な問題であり、その効果測定は極めて難しい。従って、これまでは再生可能エネルギーに関連する発電量などの数値が議論の中心であった。しかしながら、優秀な現地人材の多寡は技術の導入可能性に大きく影響を与える要素である。再生可能エネルギーの遍在性を考慮すれば、人材の育成を広く行うことは肝要であろう。東南アジアでは、再生可能エネルギーに関連するフォーラム（アジア再生可能エネルギー

ワークショップ、AREW)が3回行われた。こうした超国家的な取り組みを拡大していくことは人材育成に寄与すると考えられる。一方、国家レベルでの地域の人材育成については議論が遅れているように思われる。

以降の章でも取り上げるが、先行研究として、Gabrielは、再生可能エネルギー事業に取り組む起業家にとっての課題として、制度金融へのアクセスの不十分さ、事業技術の価格、技術者の不足、低いインフラ・物流水準、既存事業者の影響力、不十分な政府(政策)の支援を挙げている。また、Senらは、世界各国の再生可能エネルギー開発における主要な障害として、市場の失敗、人々や社会、組織の情報・理解(不足)、社会文化への配慮(不足)、政策的障害等を挙げ、情報・理解不足の例として、再生可能エネルギーの運営・維持管理に関する技能を備えた人材の必要性を事業成功のための重要な課題として挙げるほか、社会や組織の理解不足も障害となっているとする。そのうえで、必要な行動として、再生可能エネルギーの展開のための組織、技術、人的能力の向上、地域的取り組みと国際協力の強化を掲げる。同様に、Yaqootらは、グリッドに連結されない分散型再生可能エネルギーシステムの拡大に対する障壁を技術的、経済的、制度的、社会文化的障壁として整理し、問題の例として、施設の設計、設置、出力等の技術、設計・開発、製造、設置、運営管理等の技能要件や経験、技能を備えた人材の不足による運営維持管理コストの高さ等を列挙、その対応策として、技術の現地化や製品開発に関連した技能研修、教育訓練、製品開発時の標準・規則の導入等を挙げている。さらに、REN21の再生可能エネルギーアジア太平洋現状報告(2019)では、オフ・グリッドの太陽光発電事業者の資金アクセスの主要障壁のひとつとして、サービス提供者及び投資家側双方の能力の欠如が挙げられている。これら既存研究が取り上げる課題は、再生可能エネルギー開発のプロセス全般にわたる広範な内容であるが、技術や人的能力の問題を中心に、最終的には適切な人材の不足が直接、間接の原因となっているものが多い。

日本では、再生可能エネルギー分野の専門人材を育成し、エネルギー関連産業の健全な成長を促進するために、2014年に経済産業省が、再生可能エネルギー分野に必要な人材像と、人材が習得すべきスキル・知識等を体系的に整理した「再生可能エネルギースキル標準(GPSS)」を策定した。これは、2012年に開始された固定価格買取制度を契機に新規参入する事業者が増えた一方、事業を適切かつ効率的に進めるために必要な人材やその人材が保有すべきスキル・知識の全体像が把握しづらく体系的な教育が難しいという課題があったこと、また、高等教育機関に再生可能エネルギーを学ぶ体制はあり産業界でも個別の企業や団体等で教育・訓練が実施されているものの、再生可能エネルギー普及の上で、事業化に取り組む人材と効率的効果的な設備運用を保證できる人材の育成が欠けているという認識があったことによるものである。

同標準では、再生可能エネルギー発電事業のプロセスを、予備調査から詳細検討、発電所設計、工事、発電所運営、同撤去として一般化し、そのプロセスで必要となる人材を事業統括的職種(エネルギーアーキテクト、プロジェクトマネジメント)と専門的職種(コンサルタント、エネルギー技術スペシャリスト、基盤技術スペシャリスト、オペレーション&メンテナンス、ビジネススペシャリスト)に分けて整理、それぞれの職種について、新人・見習い人材等(レベル1)から世界トップクラスの人材(レベル7)までの職務・専門分野のレベル基準と、人材を育成する際の参考指標としてスキル項目を提示している。また、これら人材が最低限習得しておくべき知識を資源別(再生可能エネルギーの種類別)に、事業プロセス・タスクマトリクスと資源別・学習項目マトリクスの2種類の形式でまとめており、発電事業者、再生可能

エネルギー人材向け研修事業者、高等教育機関等において、人材育成戦略の検討、育成指標、教育・研修カリキュラム作成に活用することが想定されている。

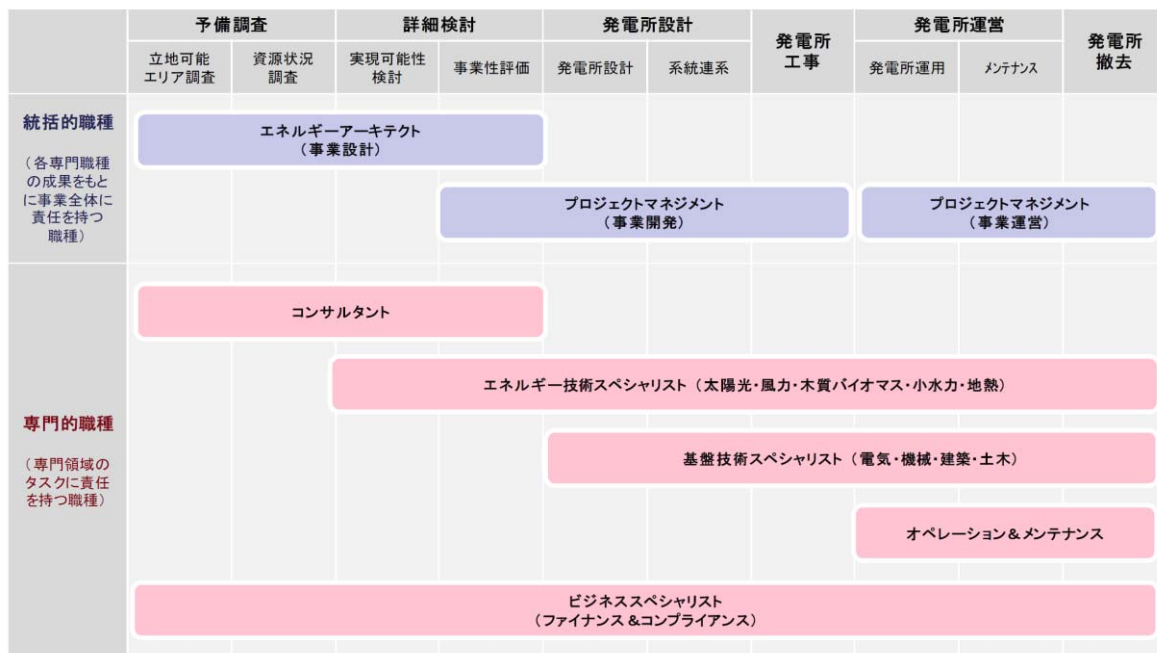


図 6 再生可能エネルギースキル標準第二部キャリア・スキル体系編

p. 6 図 2-2 事業プロセス・機能フレームワーク (事業プロセスと職種の関係)

職種	エネルギーアーキテクト		プロジェクトマネジメント		コンサルタント		エネルギー技術スペシャリスト				基盤技術スペシャリスト				オペレーション&メンテナンス		ビジネススペシャリスト		
	ビジネス	テクノロジ	事業開発	事業運営	事業化支援	各種計画・環境アセスメント	太陽光	風力	木質バイオマス	小水力	地熱	電気	機械	建築	土木	オペレーション	メンテナンス	ファイナンス	コンプライアンス(法対応)
レベル7											(未定義)								
レベル6																			
レベル5																			
レベル4																			
レベル3																			
レベル2																			
レベル1																			

図 7 再生可能エネルギースキル標準第二部キャリア・スキル体系編

p. 4 図 2-1 GPSS キャリアフレームワーク (職種・専門分野・レベルの一覧)

途上国の再生可能エネルギー開発においても、事業を担う適格な人材をいかに確保するかが大きな課題となっていることから、中長期的には本基準が示すような体系的な人材育成が求められることになる。もちろん、国によって高等教育の整備状況や人材育成の度合いは大きく異なり、日本のように再生可能エネルギーの高等教育修了人材が一定数存在する状況を前提とすることはできない。多くの途上国の現状からすれば、本基準の人材レベル1、2の段階の人材の確保、教育をどう進めるかが重要であろうし、本基準が対象とする発電事業者における人材以前に、中央、地方政府のエネルギー担当部門において、再生可能エネルギーをめぐる国際情勢と当該国が抱える課題を的確に理解し、再生可能エネルギーの国家戦略や産業政策、さらには必要な技術基準の整備や認証制度の導入のような技術面での制度を含めて立案、実行できる能力を有するテクノクラートの育成が必要との状況もあろう。しかし、国際社会の求める持続可能な社会を形成するために再生可能エネルギー開発を推進する観点では、こうした事業実施主体レベルでの人材育成にも十分目配りをした包括的、総合的な人づくりの取組みが重要となる。

エネルギー、電力セクターでは、世界的にも官主体の事業実施態勢から民間主体の事業運営方式への移行が進んでおり、再生可能エネルギー開発は、民間事業者が自ら事業の運営と維持管理等を担う方式が多く取り入れられてきている。だが、適格な参入事業者の質・量、事業マネジメントの適切さ、設備・建設等の技術、日常的運営・維持管理の態勢等の課題がみられ、事業導入、事業進出を担う起業家レベル、事業を運営するマネジメントレベル、実際の事業を支える技術レベル、日々のオペレーションを支える運営・維持管理レベルのいずれにおいても、それらを担う優秀な人材の不足が途上国のより一層の再生可能エネルギー発展を妨げる要因となっている。途上国が再生可能エネルギー導入拡大を進めていくためには、事業を担う民間事業者のサービスが住民等利用者にとって真に持続可能な形で提供されること、そして、それを支える的確な人材が確保、育成されることが不可欠であり、各国政府として、これらを担保する政策、施策をとることが求められている。

日本は、これまでも政府機関を主な対象に、エネルギー、電力分野における途上国の人づくりを支援してきた。上記の視点からすれば、日本の本分野における国際協力の在り方として、民間事業者のサービスが真に持続可能な形で利用者に提供されることを目指して、政府の政策から民間部門までを含む国全体の再生可能エネルギー分野の包括的、体系的な人材育成策を支援することが重要であろう。国際協力機構(JICA)においても再生可能エネルギーに関する人材育成の重要性については分析、認識が進んでおり（「JICA 課題別指針エネルギー」

(2013)）、具体的な支援事業（例：フィリピン地方電化プロジェクト、ケニア再生可能エネルギーによる地方電化推進のための人材育成プロジェクト等）も複数実施されている。JICAはその支援の特性（日本が優位性を持つ分野の高い技術、豊富な資金力）を生かすべく、電力分野では基本的にはナショナル・グリッドに焦点を当て、オフ・グリッドはそれに取り組む者への側面支援と相互補完関係の構築を追求する（同課題別指針）としているが、上記の人材育成支援はオフ・グリッドを含めた事業者の側面支援として効果が期待され齟齬はない。

ただし、国全体の再生可能エネルギー分野の人材育成を個別の援助国、機関が直接担うことは現実的ではない。個別的な取り組みとしては、これまで実施されてきた案件のようにオフ・グリッド地域において太陽光発電など具体的なパイロット・プロジェクトを展開しつつ関連す

る人材育成を図る構成の支援が今後もありうるが、包括的、体系的な人材育成の支援に当たっては、基本的に、途上国政府や当該国の民間事業者が人材育成の政策立案、技術制度整備、具体的な教育・訓練活動の運営、実施を主体的に進めるのを側面から支援するスタンスとなろう。こうした支援のありかたのひとつが、上で例を挙げた地域的（超国家的）な取り組みへの支援である。途上国政府にとっては、先行する欧米や日本の政策経験もさることながら、類似の社会経済、政策環境下にある近隣国の経験と事例が自国の政策・施策を検討する上で有効であり、前述のアジア再生可能エネルギーワークショップのような形で各国の経験を共有、検討する場を積極的に設定、支援することにより、地域全体で再生可能エネルギー開発を一層進展させることにつながる。東南アジアではすでにASEAN等で再生可能エネルギーを地域で考える枠組みが形成されており、こうした既存の枠組みをうまく活用しながら一国にとどまらず地域全体の再生可能エネルギー開発の人材育成を支援することが有効と考えられる。

地域的（超国家的）な取り組みへの支援は、途上国からの要請に基づき行われる従来の二国間協力とは趣を異にし、その運用には工夫も必要となろうが、グローバル化が進む国際社会にある意味適合した支援のあり方とも考えられ、今後の再生可能エネルギーを巡る政策課題の検討におけるひとつの視点として提示しておきたい。

参考文献

- IEA: Southeast Asia Energy Outlook 2017, 2017
IEA: Africa Energy Outlook 2014, 2014
IEA: World Energy Outlook 2019
IRENA: Energy Statistics Database, 2015
IRENA: Renewable Energy Statistics 2019
WB: The World Bank Africa Database African Development Indicators, 2009
IMF: World Economic Outlook Database, 2017
United Nations: Report of the Secretary-General on SDG Progress 2019
REN21: Renewables 2017, 2019, Global Status Report, 2017
REN21: Renewable Energy Status Report Asia and the Pacific 2019
Republic of Kenya: Kenya Action Agenda, 2016
Secretariat General of Indonesia: Indonesia Energy Outlook, 2016
MEMR, Indonesia: Renewable Energy and Energy Conservation, 2017
NREB, Philippine: Roadmap for Renewable Energy in the Philippines, 2017
DOE, Philippine: Philippine Energy Plan, 2016-2030
DEA, Vietnam: Vietnam Energy Outlook Report 2017, 2017
EVN, Vietnam: Vietnam Electricity Annual Report, 2016
IEEJ, Sustainable Development and Electricity Policy In Cambodia, 2015
HALAWA, Edward, et al. The Prospect for an Australian-Asian Power Grid: A Critical Appraisal. *Energies*, 2018, 11.1: 200.
JICA: 太陽光発電プロジェクト利用 地方電化の課題と可能性に関する調査（プロジェクト研究）報告書, 2005

- JICA: 課題別指針 エネルギー, 2013
- JICA: ASEAN 長期エネルギー政策に関する情報収集・確認調査(モデル構築), 2014
- JICA: フィリピン共和国地方電化プロジェクト終了時評価報告書, 2009
- JICA: ケニア共和国再生可能エネルギーによる地方電化推進のための人材育成プロジェクト運営指導調査報告書, 2013
- JICA: ケニア共和国再生可能エネルギーによる地方電化モデル構築プロジェクト終了時評価調査報告書, 2014
- JOGMEC: IEA のアフリカエネルギー見通し(“Africa Energy Outlook”)について, 2013
- 環境省: 低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策検討会, 2009
-
- Souvik Sen, Sourav Ganguly (2017) . Opportunities, barriers and issues with renewable energy development - A discussion, Renewable and Sustainable Energy Reviews 69, pp. 1170-1181.
- Mohammed Yaqoot, Parag Diwan (2016). Review of barriers to the dissemination of decentralized renewable energy systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews 58, pp. 477-490.
- Gabriel, Cle-Anne (2016). What is challenging renewable energy entrepreneurs in developing countries?, Renewable and Sustainable Energy Reviews 64, pp. 362-371.

第3章 研究対象国における現地調査

概要

本研究プロジェクトでは、インドネシア、ベトナム、ミャンマーおよびケニアの4ヶ国を対象とし、再生可能エネルギー開発政策および制度の整備状況についてフィールド調査（または現地調査）を実施した。2017年度～2018年度はインドネシア、ベトナム並びにミャンマー、2019年度にケニアを調査対象国とし、電力セクターにおける再生可能エネルギー分野の主要なステークホルダーへの聞き取り調査を行い、前述の4ヶ国における再生可能エネルギーの導入に係る課題・障壁、解決策や支援方法について示唆を得ることを目的とした。本章ではフィールド調査の2017年度～2019年度の成果を簡潔に既述する。

3.1 フィールド調査概要

初年度（2017年7月～2018年7月）は、インドネシアにおける再生可能エネルギー開発政策及び制度について、再生可能エネルギー導入政策の経済的手法、系統連系に関わる政策、および資金調達政策に主眼を置いてフィールド調査を実施した。加えて、再生可能エネルギー技術の現地への技術移転政策、産業政策を含む技術発展政策、人材育成政策についても併せて調査を行うことで、将来の再生可能エネルギー産業促進政策に資する示唆を得た。本調査においては、国・地方自治体双方のレベルにおける調査を実施し、首都であるジャカルタならびに地方部（バリ島）の双方での調査を実施した。

次年度（2018年7月～2019年7月）はベトナムならびにミャンマーの電力セクター、特に官公庁における再生可能エネルギー分野の主要なステークホルダーへの聞き取り調査を行い、再生可能エネルギーの開発状況、今後の開発動向に係る最新の定量データ及び定性情報を入手することを通して、これらの国々における再生可能エネルギーの導入に係る課題・障壁、解決策や支援方法について示唆を得ることを目的とした。

実施した現地調査日程を表5に示す。

表5 フィールド調査日程

第1回現地調査(予備調査)	2017年7月6日—2017年7月7日
第2回現地調査	2017年10月15日—2017年11月1日
第3回現地調査	2018年5月15日—2018年5月26日
第4回現地調査	2018年11月12日—2018年11月16日
第5回現地調査	2018年12月25日—2018年12月29日
第6回現地調査	2019年7月8日—2019年7月11日
第7回現地調査	2019年9月23日—2019年10月13日*

* 2019年9月23日 - 27日はナイロビで、9月28日 - 10月13日にケニアの農村部で現地調査を実施した。

以下、各現地調査について調査概要及びインタビュー日程・協議事項の概要を示した後に、各ステークホルダーへの聞き取り調査より得られた情報について簡潔に記述する。得られた情報に基づいた具体的な社会経済分析については、次の第4章以降において記述する。

3.2 第1回現地調査（インドネシア）

3.2.1 概要

第1回現地調査は本研究における現地調査全体の予備調査として短期間ジャカルタに渡航し、現地カウンターパートでのディスカッションを通じ現地政府の情報を収集するとともに、現地機関のニーズの把握を行った。さらに、日本大使館、JOGMEC ならびに JICA の現地事務所にも訪問し、インドネシアの基礎情報並びに現況の聞き取り調査を実施した。

インタビュー日程・聞き取り事項の概要を示す。

表 6 第1回現地調査インタビュー日程・協議事項概要

インタビュー日程	インタビュイー	協議事項
2017年7月6日	在インドネシア日本大使館 (中山文博 二等書記官)	インドネシアのエネルギー情勢の近況にかかるヒアリング
7月6日	エネルギー鉱物資源総局 (Rida Mulyana 総局長, Gita Lestari 局長, Dadan Kusdiana 局長, Edi Sartono 局長, Maritje Hutapea 局 長)	本研究プロジェクトの概要説明とともに、インドネシアエネルギー鉱物資源総局としての研究ニーズの聴取。また、エネルギー情勢の近況に関するヒアリング
7月7日	JOGMEC ジャカルタ事務所 (南 博志 所長, 三宅勇治 次長, 山本耕次 前所長)	インドネシアのエネルギー情勢にかかるヒアリング
7月7日	JICA インドネシア事務所 (安 藤直樹 所長)	本研究プロジェクトの概要説明とともに、インドネシアのエネルギー情勢の近況にかかるヒアリング
7月7日	ASEAN Centre for Energy (Dr. Sanjayan Velautham 事 務総長, Christopher G. Zamora 局長, Badariah Yosiyana 局長, Kusananto 局 長)	本研究プロジェクトの概要説明とともに、ASEAN としての研究ニーズの聴取。また、エネルギー情勢の近況に関するヒアリング

3.2.2 予備調査内容

7月6日 在インドネシア日本大使館（中山文博 二等書記官）

概要：インドネシアのエネルギー情勢の近況にかかる意見交換

- 再エネは我々としてもウェルカムである。
- 再生可能エネルギーの固定価格買い取り (FIT) に関し今年1月にインドネシアでは新たな省令が発令したが、価格が安く事業者は大ブーイングである。
- 前回の FIT については PLN が大反対したために、廃止された模様。
- 次回以降の現地調査における聞き取り先のご紹介。

7月6日 エネルギー鉱物資源総局 (Rida Mulyana 総局長, Gita Lestari 局長, Dadan Kusdiana 局長, Edi Sartono 局長, Maritje Hutapea 局長)

概要：インドネシアエネルギー鉱物資源総局としての研究ニーズの聴取

- 研究プロジェクトの中から、インドネシアに関係する部分だけでも早めに私達に提供ができないかとの打診。
- データが必要な場合には、具体的に必要なデータのリストを送って貰えれば協力頂けるとのこと。
- 次回以降の現地調査における聞き取り先のご紹介。

7月7日 JOGMEC ジャカルタ事務所 (南博志 所長, 三宅勇治 次長, 山本耕次 前所長)

概要：インドネシアのエネルギー情勢にかかるヒアリング

- インドネシアは油については完全に輸入国となった。半分は中東から輸入。資源はあるが、開発を止めてしまった。長期プロジェクトが難しく、短期的に輸入に頼っている。
- ガスは、沖合の新規プロジェクトがある。かなり大きな海上油田を INPEX が進めてきたのだが、最後に政府にひっくり返された。雇用を創出したい地元政治家が大統領に圧力。液化施設は陸上に建設することで妥協。INPEX さんも苦勞をしている。
- 2009年より鉱石輸出ができないため、今は終わってしまった。鉱物石炭総局の管轄。金属については外国に搾取された意識があり、このような政策となったか。

7月7日 JICA インドネシア事務所 (安藤直樹 所長)

概要：本研究の概要説明ならびに協力のお願い

- 調査に付き、主に人の紹介の面でご協力頂けることのお申し出を頂く。特に、現地雇用の優秀な若手など。

7月7日 ASEAN Centre for Energy (Dr. Sanjayan Velautham 事務総長,
Christopher G. Zamora 局長, Badariah Yosiyana 局長, Kusananto 局長)

概要：本研究プロジェクトの概要説明とともに、ASEAN としての研究ニーズの聴取

- ASEAN Centre for Energy としても、ASEAN Interconnection Master Plan の策定開始が来年に迫るなど、再生可能エネルギーの研究にはタイミングが良い。
- 実施が決まれば、他の ASEAN Centre for Energy の研究とのオーバーラップを ACE の方でコンサルテーションして研究に貢献できる可能性。
- ASEAN では再生可能エネルギーとして現在 64 のプロジェクトが進行中とのこと。次回以降の現地調査における聞き取り先としてご紹介頂く。
- この先、具体的なデータが必要な場合には MOU の締結に進む意志がある旨の確認。

3.3 第2回現地調査（インドネシア）

3.3.1 概要

第2回現地調査では、第1回調査で得られた予備情報に基づき、インドネシアの電力セクター、特に官公庁及び国有電力会社における再生可能エネルギー分野の主要なステークホルダーへの聞き取り調査を行い、再生可能エネルギーの開発状況、今後の開発動向に係る最新の定量データ及び定性情報を入手することを第一の目的とし、加えて現地で再生可能エネルギーの開発に取り組んでいる民間会社や JETRO, JICA へのインタビュー調査を通じて、インドネシアにおける再生可能エネルギーの導入に係る課題・障壁、解決策や支援方法について示唆を得ることを目的とした。

インタビュー日程・協議事項の概要を表7に示す。

表7 第2回現地調査インタビュー日程・協議事項概要

インタビュー日程	インタビューイ	協議事項
2017年10月16日	JETRO ブリーフィング担当 NEWJEC ジャカルタ事務所長 (伊澤氏)	インドネシアのエネルギー事情全般及び近年の再生可能エネルギーの開発動向に関して
10月16日	日本工営チカエンガン社社長 (若林氏)	日本工営が開発中の小水力発電の経験を踏まえたインドネシアの再生可能エネルギー全般における導入に係る課題、とりわけ小水力発電事業に係る現地の事情について
10月17日	インドネシア国有電力会社 PT Perusahaan Listrik Negara	再生可能エネルギーの地域毎の計画について (Yoga 氏), 今後の

	(Persero) 社 (以下 PLN) 再生可能エネルギー部 (Yoga 氏), Corporate Secretary (Muhammad 氏)	PLN からのデータ提供について (Muhammad 氏)
10月18日	Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia (以下 MEMR) Special Staff (アドバイザー) 兼インドネシア小水力発電協会会長 (Faisal 氏)	インドネシアの再生可能エネルギー事情 (特に太陽光と小水力に関する開発状況や開発における課題について)
10月19日	MEMR 再生可能エネルギー部事務局長 (Wawan 氏)	インドネシアの再生可能エネルギー事情全般 (特に各再生可能エネルギー源の位置づけやガバナンス体制, 地方電化の政策等について)
10月19日	JICA インドネシア事務所エネルギー担当者 (布施氏)	インドネシアのエネルギーセクター, 特には再生可能エネルギー分野に係る JICA による支援状況について
11月1日	JBIC インドネシア事務所 (渋谷氏)	インドネシアのエネルギーセクター, 特には再生可能エネルギー分野に係る現状について
11月1日	PLN 本社 (Karyawan Aji 局長, Ira Savitri 課長)	本研究プロジェクトにかかる今後の協力関係の打診

3.3.2 調査から得られた主要情報

10月16日 JETRO ブリーフィング担当 NEWJEC ジャカルタ事務局長 (伊澤氏)

概要: インドネシアのエネルギー事情全般及び近年の再生可能エネルギーの開発動向に関するインタビュー調査

- インドネシアの近年の経済成長率は年率平均 6%を超えており, 高い経済成長に伴い, 電力需要も年率 8%に及ぶ増加を示している。
- 電力は根本的に不足しており, 2019 年完成予定の 35.5GW 増強計画があるものの予定期間での実現はかなり難しくなっている。
- インドネシアの国有電力会社 PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) 社 (以下 PLN) の収入 (売電収入) は, 民間に対する低く抑えられた電気料金によって慢性的な赤字状態にある。IPP 事業者への支払いを含む発電コストを補てんするために政府からの補助金を 10 年以上にわたり受けている。
- 従来はエネルギー開発の大部分が国有電力である PLN によって担われていたが, 今後 IPP による再生可能エネルギーを含むエネルギープラントの導入が大きく期待されている。

10月16日 日本工営チカエンガン社社長（若林氏）

概要：日本工営が開発中の小水力発電の経験を踏まえたインドネシアの再生可能エネルギー全般における導入に係る課題，とりわけ小水力発電事業に係る現地の事情に関するインタビュー調査

- 地方分権化の進んでいるインドネシアでは，複雑かつ不明瞭なガバナンス体系によって再生可能エネルギーの導入に係る許認可の取得が大きな課題となっている。
- 投資調整丁（BKPM）で再生可能エネルギーの許認可取得プロセス緩和のための部署が設置され改善が図られている部分も見られるが，再生可能エネルギー一般で約14の許認可取得が必要となる中でその多く（9つ程）を地方政府から取得する必要があり，地方政府の認識や意向の違いが依然として障壁となっている。
- インドネシアにおける電力事業は基本的に PLN のみが可能，IPP 事業者は PLN との間で PPA を結ぶことになる。
- Feed-in Tariff (FIT) の改定が度々行われており，近年の改定（詳細については Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia 再生可能エネルギー部事務局長 Wawan 氏への聞き取り調査欄で後述）では，FIT 価格の大幅な低下がみられた。
- FIT 価格が低下した一方で，新しい FIT の下では保証電力量の設定が義務付けられたこと，Take and Pay（実質売電量に対する支払い）から Take or Pay（発電量に対する支払い）への変更が起きており，これらの改定は IPP 対してプラスに働くと考えられる。

10月17日 インドネシア国有電力会社 PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)
社（以下 PLN）再生可能エネルギー部（Yoga 氏），Corporate
Secretary（Muhammad 氏）

概要：再生可能エネルギーの地域毎の計画についてのインタビュー調査及び今後の PLN からのデータ提供について交渉

- 用地取得問題等による電力開発計画の遅れにより、電力需給は逼迫しており、北スマトラ州等では一部計画停電で対応している状況である。
- 発電・送電事業コストは政府と PLN 独自資金では当然不足しており、2 国間援助や多国間援助資金、民間による IPP 事業に頼るところが大きくなっており、再生可能エネルギーの導入においても同様である。
- 表 8、表 9 はそれぞれ 2026 年までの再生可能エネルギーの導入計画と、エネルギー導入計画における導入事業者 (PLN, IPP) の内訳を示している。



PLN ジャカルタ本社

表 8 インドネシアにおける 2026 年までの再生可能エネルギー導入計画

Source	Capacity	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Total
Geothermal	MW	305	165	315	186	365	790	345	1015	2510	294	6290
Large-hydro	MW	18	87	323	154	1800	1701	2035	1697	3675	1000	12488
Mini-hydro	MW	68	112	168	198	388	326	178	178	144	81	1964
Solar	MWp	55	12	20	-	-	-	-	-	-	-	87
Wind	MW	-	-	235	170	60	-	-	-	-	-	465
Biomass/Waste	MW	186	78	225	10	11	6	10	10	-	-	536
Marine	MW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bio-fuel	Thousand kl	780	1129	809	661	563	519	519	525	531	536	6572
Total	MW	632	454	1286	718	2624	2822	2567	2752	6329	1375	21560

Source: RUPTL 2017-2026

表 9 インドネシアにおける 2026 年までのエネルギー導入計画の導入事業者内訳

Owner	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Total
PLN	1,332	4,451	3,773	1,502	2,943	1,715	1,904	1,527	1,787	60	20,983
IPP	1,366	1,506	14,839	5,000	4,390	4,373	2,673	2,595	2,290	2,975	42,061
Unallocated	-	-	-	81	581	1,773	971	3,170	7,228	1,025	14,829

Unit: MW

Source: RUPTL 2017-2026

- 現状 (2017 時点) IPP が保有するエネルギープラントの設備容量はインドネシア全体の約 1/4 であるが、表 1、2 が示す通り、今後より一層 IPP によるエネルギー開発が期待されている。

- 国有電力である PLN にとって、地方電化は重要な課題である。政府の方針もあり、急速に地方電化が進められているが、投資コストや地方へのインパクトをより考慮した地方電化を行う必要性が叫ばれている。
- インドネシアは住民が居住している島だけでも 5000 以上、地理的条件から各々の発電コストは大きく異なっている。
 - 政府が制定する発電コスト（2017 年度平均で約 7.39 セント/kWh）も地域ごとに大きく異なり 2 倍以上の差がある。
 - ジャワ-バリ以外においてはディーゼル発電の容量が大きく、多くの地方村落の電力はディーゼル発電によって賄われている

10 月 18 日 Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of
Indonesia Special Staff (アドバイザー) 兼インドネシア小水力発電協
会会長 (Faisal 氏)

概要：インドネシアの再生可能エネルギー事情（特に太陽光と小水力に関する開発状況や開発における課題について）

- IPP の活用を促進したい一方で FIT による赤字拡大を避けたい PLN 意向もある。そのようななかで FIT は度々変更されている： 2015 年 No. 44 2016 年 No. 21 2017 年 No. 12, 43, 47 (水力関連), 50 (手続き関連)
- 現在の FIT は一般的な FIT 制度とは実態が異なるものとなっている。
- 現在の FIT では、下図の通り BPP と呼ばれる各地域の平均発電価格をベースに設定されており、太陽光、風力、バイオマス等の買取価格は、全国の発電価格平均（7.39 セント/kWh）以下であれば、事業実施地域の BPP の 100%、全国平均の BPP 以上の地域の場合は事業実施地域の BPP の 85%となっている。
- 改定前の FIT 下では、財務状況の悪化を懸念し、再生可能エネルギーの買取を控えようとする PLN の意向から、IPP と PLN との間で PPA を結ぶのにかなりの時間を要していた。場合によっては許認可関係をクリアしていても PPA を結ばず事業の運転開始に移れない事業者も見られていた。現在の FIT は、IPP にとって価格設定は改悪となったものの、PLN は IPP との PPA 締結においてかなり早い対応をするようになってきたという点では IPP にとって事業実施のリスクを下げるものとなっている。



Faisal 氏と MEMR Jakarta 事務所にて

太陽光、風力、バイオマス、バイオガス、潮流発電



Source: MEMR プレゼンテーション資料

図 8 インドネシアの各地域の FIT 価格設定 (2018 年時点)

10 月 19 日 Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia 再生可能エネルギー部事務局長 (Wawan 氏)

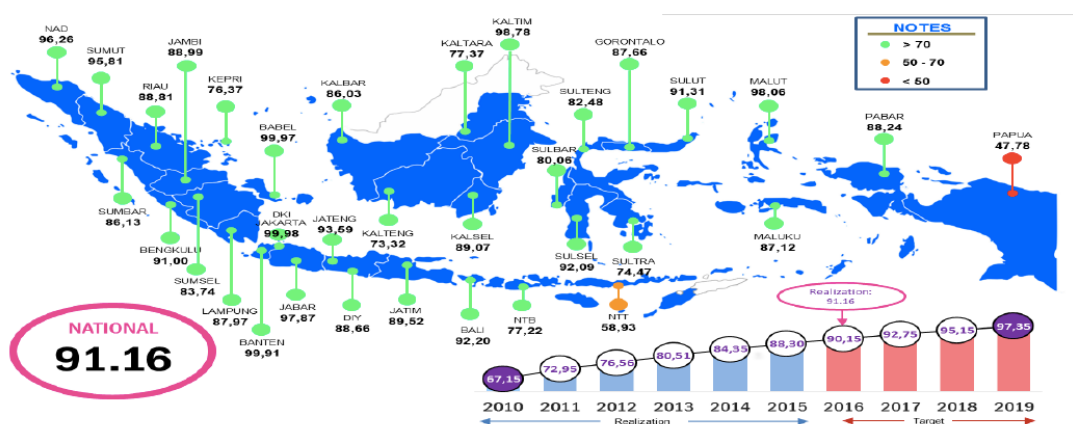
概要: インドネシアの再生可能エネルギー事情全般 (特に各再生可能エネルギー源の位置づけやガバナンス体制, 地方電化の政策等について)

- インドネシア政府は, 2019 年までに 10, 300 の村に電気を供給し, 国全体の電化率を 97. 35%に引き上げることを目標にしている。
- 特に西ヌサ・トゥンガラ州, 東ヌサ・トゥンガラ州, マルク州, 北マルク州, 西パプア州, パプア州の 6 州については, 9. 4MW の電力を供給するために, 電力系統の整備, 再生可能エネルギー導入のための補助金に 4, 410 億ルピー (35 億円) を配分したことを MEMR 大臣が 2016 年 4 月 22 日に西パプア州で発表した。



Wawan 氏と MEMR Jakarta 事務所にて

- 地方電化の主要政策として太陽光発電を用いたオフグリッドの Solar Home System (SHS) の普及が実施されており、2017 年には 80,000、2018 年には 175,000 の SHS が供給される予定である。



Source: MEMR プレゼンテーション資料

図 9 インドネシアの各地域の電化率と今後の地方電化計画

- インドネシアの電化率で留意しなければならない点は、政府は村落電化率という特殊な定義の下電化率を測定しており、ある村落で一つの家庭に電力が供給されればその村落は電化されたとみなされる。実際の家屋電化率は 60%程度と予測されている
- 政府は短期的には地熱、小水力発電を急増する電力需要を満たすための電力源（オングリッド）として、そして太陽光発電は主に地方電化のための電力源（オフグリッド）として捉えている。

10月19日 JICA インドネシア事務所エネルギー担当者（布施氏）

概要：インドネシアのエネルギーセクター、特に再生可能エネルギー分野に係る JICA による支援状況について

- インドネシアの電力セクターの支援の中で、地方電化に関しては JICA 現地事務所も取り組みを進めていきたいという意向があるが、現時点では地方電化支援の取り組みは少なく、政府や他のステークホルダーからの要請次第ではこの分野における支援は一つの重要な支援事業となり得る。

11月1日 JBIC インドネシア事務所 ジャカルタ上席駐在員（渋谷氏）

概要：インドネシアのエネルギーセクター、特に再生可能エネルギー分野に係る現状についてのヒアリング

- インドネシアは特に日系企業の観点からは再エネ事業は苦しいと思う。特に IPP は地熱であれば探査段階の補助が出ず、その分をタリフに転嫁する構造。PLN との交渉が上手く行っていない。水力も、細かいインドネシアの地権者を押さえることが大変とのこと。太陽光は、現在の大臣がバックグラウンドの無い中で中東の安価な COE に感化され色々推進しようとしているが、具体的に進んでいるという話は聞かない。そもそも太陽光に向かない気候なのではないか。
- PLN 推計では、2026 年で Coal 半分、Gas25%。原発は言っているが、そもそもどこでやるのか。Gas は三菱重工と GE が一騎打ち。
- 35GW 計画が遅れる中で、達成しなくても問題ない状況が出来つつある。ジャワ島などでは需要が伸びていない。電力需要伸びは 2%で、経済成長 5%に製造業が貢献していない。豊かな中間層の消費が成長に貢献。
- 発電所建設から街づくりまで中国は中国人を連れてくる。15 年前に中国が建設した発電所が全然動いておらず、そのリペアの時期。
- JBIC は OECD の取り決めで超超臨界以外 Coal はやれない中、離島では山本発電が必要。PLN はすぐ、プラントが高いとかタリフが高いと主張する傾向があるとのこと。
- JBIC は去年だけで 5GW、超超臨界 3 件貸付をしたため、当行としては一巡の感。

11 月 1 日 PLN 本社 (Karyawan Aji 局長, Ira Savitri 課長)

概要：本研究プロジェクトにかかる今後の協力関係の打診

- 本プロジェクトは歓迎したい。ASEAN 国際電力網実現の最大の難所は実務的な運用で、我々 HAPUA に実権は無いのが現状。
- 再生可能エネルギーについては大きな関心があり、本研究プロジェクトにあたっては、是非とも相互的に情報交換ができればと考えている。もし非公開情報が必要な場合には、MOU を結んで欲しい。

3.4 第 3 回現地調査 (インドネシア)

3.4.1 概要

第 3 回現地調査では、インドネシアに実際に導入されている再生可能エネルギープラントの現地視察とプラントオーナーへのインタビュー調査を行い、事業実施者の観点から見たインドネシアにおける再生可能エネルギー導入の課題等に関する情報を得ることを目的とした。また、実際に導入されている再生可能エネルギープラントが、どのような社会・環境的影響を与えているかに関する分析 (S-LCA 分析) を行うことを目的として、必要な開発・運転コストのデータを提供頂くために各事業者と Non-Disclosure Agreement を結び交渉を行うことを目的とした。

加えて、第2回現地調査に引き続き、インドネシアの電力セクター、特に官公庁及び国有電力会社における再生可能エネルギー分野の主要なステークホルダーにインタビュー調査を行い開発動向に係る最新の定量データ及び定性情報を入手することを目的とした。

表10にインタビュー日程・協議事項の概要を示す。

表10 第3回現地調査概要

インタビュー日程	インタビュイー	協議事項
2018年5月15日	ASEAN Centre for Energy (Yosiyana 氏)	ASEAN Power Gridを通じた国際連携の状況ヒアリング、及び研究協力に向けたMOUの締結の交渉
5月16日	Heads of ASEAN Power Utility Companies (Aji 氏, Sasmita 氏)	データ受領に向けたMOUの締結の交渉
5月21日	PLN System Planning Division (Ira 氏, Jefri 氏)	① 主要なステークホルダーであるPLNの観点から再生可能エネルギーの導入促進がどのように考えられているか ② 稼働中の再生可能エネルギープラントの現地視察のコーディネーション及びデータの提供に係る交渉
5月22日	MEMR 再生可能エネルギー部 (Ezrom 氏)	再生可能エネルギー導入促進に向けての課題、国際援助や外資による事業によってどのような課題の解決に繋がる可能性があるかに関して
5月22日	MEMR Special Staff (アドバイザー) 兼インドネシア小水力発電協会会長 (Faisal 氏)	① 再生可能エネルギー導入促進に向けての課題 ② 稼働中の再生可能エネルギープラントの現地視察のコーディネーション及びデータの提供に係る交渉
5月22日	JICA インドネシア事務所エネルギー担当者 (布施氏)	再生可能エネルギー分野に係るJICAによる支援状況、今後の支援内容の可能性について
5月24日	PLTM Muara Mini-Hydro PP CEO 兼 Indonesian Electrical Society (MKI) 副会長 (Andri 氏)	① 小水力発電事業実施者の観点から見たインドネシアにおける再生可能エネルギー導入の課題について ② S-LCA分析のためのデータ提供に関する交渉

5月25日	Kayubih Solar PV Plant プロジェクトマネージャー (Wira 氏)	① 太陽光発電事業管理者の観点から見たインドネシアにおける再生可能エネルギー導入の課題について ② S-LCA 分析のためのデータ提供に関する交渉
-------	--	--

3.4.2 調査から得られた主要情報

5月15日 ASEAN Centre for Energy (Yosiyana 氏)

概要：ASEAN Power Grid を通じた国際連携の状況ヒアリング，及び研究協力に向けた MOU の締結の交渉

- ASEAN で進行している ASEAN Power Grid 事業については，マスタープランの第三期の策定を行っている最中であり，外部からのインプットはありがたい状況。
- 具体的な社会経済分析に必要なデータに付き提供を受けるため，第1回での予備交渉に基づき，京都大学—ASEAN Centre for Energy 間での MOU の締結に関する具体的な交渉を実施，文面を確定の上で早期に署名を実施することを確認した。

5月16日 Heads of ASEAN Power Utility Companies (Aji 氏, Sasmita 氏)

概要：データ受領に向けた MOU の締結の交渉

- 同じく，具体的な社会経済分析に必要なデータを受領するため必要となる MOU ならびに NDA について，契約書の文面を含めた協議を行い，帰国後も協議を継続することで合意した。

5月21日 PLN System Planning Division (Ira 氏, Jefri 氏)

概要：PLN の観点から見た再生可能エネルギーの導入促進の課題，稼働中の再生可能エネルギープラントの現地視察のコーディネーション及びデータの提供に係る交渉

- 国有電力会社である PLN の観点からは，オングリッドの再生可能エネルギーの導入は財務に悪影響を与えることに加え，オペレーションにおける負担が増大することから積極的に導入を進めたいという意向は社内では感じられない。
- 実際に，Sulawesi では外資によってオングリッドの風力発電の導入が進められているが，電力系統へのインパクトを考慮して，導入量を小さくするよう要求している。

- インドネシアは離島や遠隔地域が多く、そのような地域においては電力供給がまだ行われていないか、行われていてもそのほとんどがディーゼル発電によるものである。地域によっては（e. g. Papua）きちんとした輸送経路がないためディーゼル発電のための燃料をヘリコプターで運んでいる状況である。このような地域においては、再生可能エネルギーを活用したオフグリッド、ミニグリッドによる電力供給は大きな意義を持つと考えられている。
- オングリッドの太陽光発電については、HEBA と呼ばれる政府によるグラントプロジェクトによって導入が進められている。しかしながら、HEBA による太陽光発電所は使用している機器や設計等の品質が高くなく、より質の高いプラントを導入していく必要がある。
- 再生可能エネルギーによる地方電化は、太陽光発電を用いた SHS が主要な取り組みとなっているが、導入後の O&M はきちんとなされておらず、持続可能性の観点から見ると大きな問題であると認識されており、より効率的かつ持続可能な地方電化のスキームが必要とされている。
- Bali にある稼働中の HEBA によるインドネシア初の MW スケールの太陽光発電所、同じく Bali にある民間事業者による小水力発電所の紹介を受け、それぞれ Non-Disclosure Agreement (NDA) を締結し、情報・データ提供をして頂けるようになった。

5月22日 MEMR 再生可能エネルギー部（Ezrom 氏）

概要：再生可能エネルギー導入促進に向けての課題、国際援助や外資による事業によってどのような課題の解決に繋がる可能性があるかに関して

- 再生可能エネルギーの導入において、PLN の観点から主要な課題として挙げられていた系統へのインパクトについて、実際に系統へのインパクトがどの程度あるのか、より現実的な分析を行ったうえで、どの程度まで系統連携できるか、そしてどのような設備投資やキャパシティビルディングによって導入量を増やせるかについて見ていく必要がある。
- PLN との間で導入量について交渉が続いている Sulawesi の風力発電については、USAID がグリッドインパクト分析を行い、実際にどの程度まで導入可能か分析を行っている。このような形で、PLN が独自でグリッドインパクト分析を行うだけでなく、ドナー機関等第三者によってグリッドインパクト分析が行われることによって PLN の再生可能エネルギーの受容性を高めることができる。
- 南カリマンタンでは 75MW の風力発電事業の実施について既に LoI を結んでいるが、Sulawesi と同様で PLN が系統への影響を心配し事業が進められていない状態にある。
- 投資調整丁（BKPM）で再生可能エネルギーの許認可取得プロセス緩和のための部署が設置され許認可関係の課題を解消しようと政策がうたれているが、許認可関係は依然として再生可能エネルギー導入の課題となっており、特に地方における許認可に係る認識や条例等の有無、相違が今後解消していくべき点と見られている。
- 政府によるグラント事業である HEBA は今後も担当省庁は変わる可能性はあるが継続して行われる予定である。予定として、年間約 100 億円の財源を元に 8-10MW の HEBA による再生可能エネルギーの導入を行っていくとされている。

5月22日 MEMR Special Staff (アドバイザー) 兼インドネシア小水力発電協会会長 (Faisal 氏)

概要：再生可能エネルギー導入促進に向けての課題，稼働中の再生可能エネルギープラントの現地視察のコーディネーション及びデータの提供に係る交渉

- 地方政府は再生可能エネルギー導入促進のための財源をそれぞれ持っており，中央政府による HEBA 事業を受けようとする際には，地方政府はフィージビリティスタディーを行ったうえで中央省庁にプロポーザルをあげる必要がある。
- HEBA によるプロジェクトはオングリッドの再生可能エネルギーのこれからの導入促進において貴重なモデルとなるものであるが，実際は地方政府には大規模な再生可能エネルギープラントの O&M を行うキャパシティが十分に備わっていない場合が多く，キャパシティービルディングの必要性が叫ばれている。

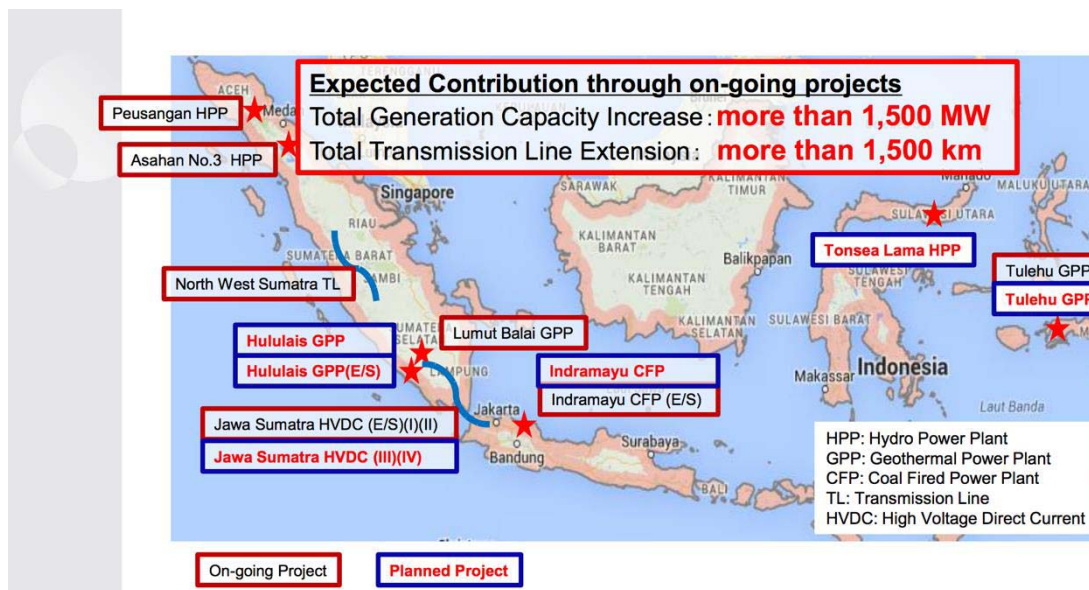


Faisal 氏と MEMR Jakarta 事務所にて

5月22日 JICA インドネシア事務所エネルギー担当者 (布施氏)

概要：再生可能エネルギー分野に係る JICA による支援状況，今後の支援内容の可能性について

- 現状は再生可能エネルギーに係る支援は，大規模水力発電，地熱発電，系統強化等が主なものとなっている (図 10)。



Source: JICA インドネシア事務所提供資料

図 10 JICA によるインドネシアにおける再生可能エネルギー支援状況

- PLN や MEMR から話が出ていたグリッドインパクト分析について、再生可能エネルギー支援の一環として取り組める可能性は考えられる。

5月24日

PLTM Muara Mini-Hydro PP CEO 兼 Indonesian Electrical Society (MKI) 副会長 (Andri 氏)

概要：小水力発電事業実施者の観点から見たインドネシアにおける再生可能エネルギー導入の課題について、S-LCA 分析のためのデータ提供に関する交渉



PLTM Muara Mini-Hydro PP 取水構造



Andri 氏と小水力発電所内にて

- 既存の農業用水路を活用する形で設計された 2MW の小水力発電所。

- 地元地域への貢献を考慮し、建設から O&M まで、可能な限り現地の住民、企業に仕事を委託し建設・運営されている。
- 投資調整丁（BKPM）で再生可能エネルギーの許認可取得プロセス緩和のための部署が設置されたことによって許認可取得のプロセスは早くなったものの、許認可数は実施地域の地方政府の要求等によって相違があり、取得においても地方政府の認識や条例の有無等が事業実施において大きな課題であった。他の地域における事業においてもこれらは依然として大きな課題となっている。

5月25日 Kayubih Solar PV Plant プロジェクトマネージャー（Wira 氏）



Wira 氏と太陽光発電所内にて



Wira 氏と PLN 職員へのインタビュー調査の様子

概要：太陽光発電事業管理者の観点から見たインドネシアにおける再生可能エネルギー導入の課題について、S-LCA 分析のためのデータ提供に関する交渉

- 2012 年に建設が開始されたインドネシア初の MW スケールの太陽光発電所。HEBA プロジェクトによって行われた事業で、現在は Bhukti Mukti Bhakti という発電所がある Bangli 地方の自治体の法人が管理・運営を行っている。
- HEBA プロジェクトは実証事業的側面が強く、Kayubih Solar PV Plant はオングリッドの太陽光発電所の系統連系、O&M 方法等の側面において大きなレッスンを提供している。
- HEBA プロジェクトである本発電所について、その環境・社会的インパクトを分析するために、Bhukti Mukti Bhakti と Non-Disclosure Agreement (NDA) を締結し、情報・データ提供をして頂けるようになった。

3.5 第4回現地調査（ベトナム）

3.5.1 調査概要

第4回現地調査では、ベトナムにおける再生可能エネルギー分野の主要なステークホルダーとして特に官公庁や国際協力機関において聞き取り調査を行うとともに、JETRO・JICA 事務所においてインタビューを実施した。

さらに、国民経済大学 National Economics University (NEU) ならびに計画投資省 Ministry of Planning and Investment (MPI) の2機関において、ヤルナゾフが「持続可能な開発と発展途上国におけるエネルギー転換」に関する招聘講演を実施した。本講演資料については、別添1として本報告書末に添付している。

表11 に現地調査日程・機関ならびにインタビューを示す。

表 11 第4回現地調査概要

インタビュー日程	用務先機関	インタビュイー
2018年11月10日	Faculty of Business Management, National Economics University (NEU)	(招聘講演)
11月12日	JETRO ハノイ事務所	佐藤進氏 (ディレクター補佐)
11月12日	JICA ベトナム事務所	小中铁雄氏 (所長), 粕谷泰洋氏, 清水浩二氏
11月13日	Electricity Regulatory Authority of Vietnam (ERAV), Ministry of Industry and Trade (MOIT)	Mr. Le Anh Duc (Director of the Electricity Market Development Research Center)
11月14日	Department of New and Renewable Energy (DNRE), Electricity and Renewable Energy Authority (EREA), Ministry of Industry and Trade (MOIT)	Ms. Pham Huong Giang (Deputy Director of DNRE)
11月14日	Vietnam Institute for Development Strategy, Ministry of Planning and Investment (MPI)	(招聘講演)

3.5.2 調査から得られた主要情報

(1) 現状の確認, 及び再生可能エネルギー促進の動機 (モチベーション)

- 現在, 改定 PDP7 通りに石炭火力の割合は増加しているが, それに伴う環境汚染問題と廃棄物 (例えば, 石炭灰) 処理問題に対する商工省 (MOIT) と国有電力会社 (EVN, Vietnam Electricity) の懸念が高まっている。
- 再生可能エネルギー促進の主要な動機は以下の3つである。
 - (a) 世界的な潮流, 環境汚染対策, および気候変動政策との連携

- (b) ベトナムにおける再生可能エネルギーのポテンシャルが大きい（特に、太陽光、風力、バイオマス）
- (c) エネルギー安全保障の問題：改定 PDP7 通り石炭火力開発が進めば、石炭を大量に輸入しなければならない
- エネルギー安全保障を強化するために、再生可能エネルギーのような国内資源を使うべきである

(2) 再生可能エネルギー開発目標を達成するための技術と資金はどのように入手できるか？

- 太陽光と風力の場合、国内技術はなく、また、多額の初期投資資金が必要である。しかし、現在以下のような障壁が存在している。
 - (a) 国内銀行からの融資の場合、金利は高すぎる（10%以上）。また、国内銀行は再生可能エネルギープロジェクトへの融資に必要なノウハウを持っていない。
 - (b) 外国の金融機関からの融資の場合、政府保証が必要である。
 - (c) 海外投資の誘致は中途半端である。他方では、政府は国内企業をサポートしたい。
 - (d) 海外援助
 - (e) EVN が国際市場で投資資金を調達する予定がある

(3) 再生可能エネルギー普及への障壁

(a) 海外投資家から見た障壁

- 発電する事業者と EVN の間で結ばれる PPA（電力販売契約）の問題。以下の通り、様々な法的リスクが存在している。

例 1：“The PPA is not bankable”（EVN が PPA で決まった料金のお支払いをしなかった場合、事業者への弁償は無し）

例 2：Curtailment（再生可能エネルギー出力抑制）の場合も同じ

例 3：FIT 買取価格はベトナムの通貨（ドン）で設定されているため、インフレ率に応じて調節するメカニズムは不明確である。

例 4：紛争が発生した場合、仲裁（arbitration）は第 3 国ではなく、ベトナムで行われる。

- 太陽光発電に関する FIT の期限は 2019 年 6 月末までとなっているため、かなり短い時間で全ての許認可を取得して、EVN と PPA を締結して、発電を始めることは本当に可能なのか。

(b) 商工省（MOIT）の視点

- 前述の法的リスクにもかかわらず、韓国、中国、シンガポールのような東アジア系の投資家は既にベトナムでの再生可能エネルギープロジェクトに投資している。
- 法的リスクよりもビジネス・チャンスを重視している。ベトナム市場の魅力を評価している。
- MOIT の主な懸念事項は太陽光と風力の出力不安定さ及び高いコストである。
- Draft PDP 8（現在、Institute of Energy で作成中）によれば、総発電量における再生可能エネルギーの割合を 20%以上まで引き上げる予定である。

- しかし、太陽光と風力のシェアを増やすために蓄電池（storage）が必要である。
- ベトナムにおける蓄電池の実施について、現在 USAID と GIZ に調査をお願いしている。

(c) EVN のインセンティブの問題

- ベトナムの電気料金は政府の規制により意図的に低く定められている。これは低電気料金政策とも呼ばれる。
- 電気料金は 2017 年 12 月に平均で 1,720.7 ドン/kWh（ドルベースでは 7.7US セント/kWh）であった。
- 低電気料金政策（low electricity price policy）も再生可能エネルギー普及への障害となっているのか。
- 低電気料金を維持するため、EVN が比較的低いコストの大規模水力発電と石炭火力発電を優先している。
- もし EVN がコストの高い再生可能エネルギーを購入すれば、EVN の利益が減少して赤字に陥る懸念もある。
- しかし、近年（2017 年～2018 年）EVN が太陽光発電と風力発電に投資をし始めているため、EVN のインセンティブが変化している可能性がある。

3.6 第 5 回現地調査（ミャンマー）

3.6.1 調査概要

第 5 回現地調査では、ミャンマーの電力セクター、特に官公庁における再生可能エネルギー分野の主要なステークホルダーへの聞き取り調査を行い、再生可能エネルギーの開発状況、今後の開発動向に係る最新の定量データ及び定性情報を入手することを通して、ミャンマーにおける再生可能エネルギーの導入に係る課題・障壁、解決策や支援方法について示唆を得ることを目的とした。

表 12 にインタビュー日程・協議事項の概要を示す。

表 12 第 5 回現地調査概要

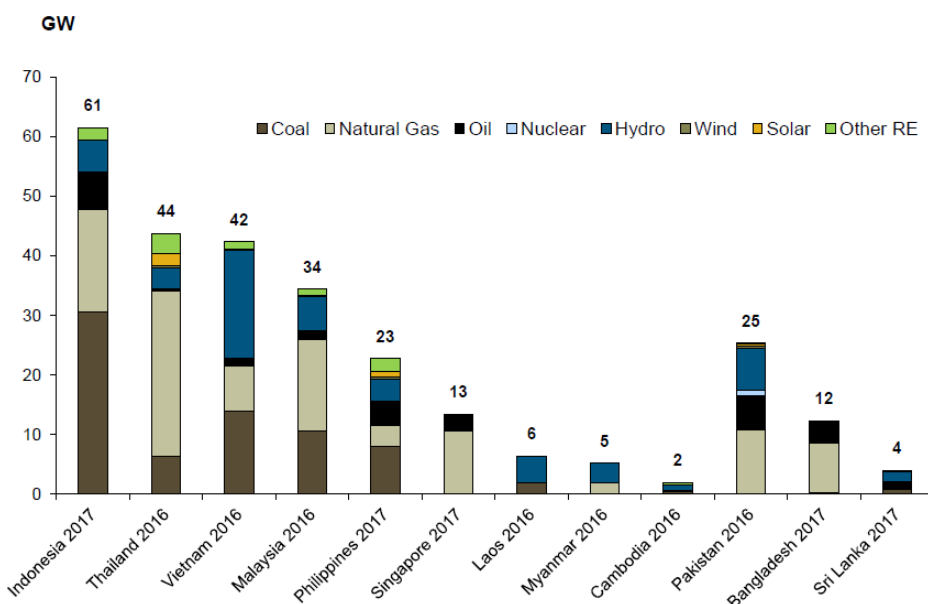
インタビュー日程	インタビューイ	協議事項
2018 年 12 月 26 日	Ministry of Electricity and Energy (MOEE) - Power Sector Advisor (JICA Expert): Mr. Masaki Takahashi	ミャンマー電力事情の概観に関して
12 月 27 日	Electric Power Generation Enterprise, MOEE - Deputy Chief Engineer: Dr. Win Myint	ミャンマー電力事情の概観及びステークホルダー構造に関して

12月27日	Department of Electric Power Planning, MOEE – Director: Mr. Tint Lwin Oo	再生可能エネルギーの開発動向及び各再生可能エネルギー源の導入可能性について
12月28日	Ministry of Agriculture, Livestock & Irrigation, Department of Rural Development – Deputy Director General: Mr. Maung Win; Director: Dr. Soe Soe Ohn	ミャンマーの再生可能エネルギー事情、特に Department of Rural Development が主担当の電化政策における再生可能エネルギーの活用状況及び今後の方向性について。

3.6.2 調査から得られた主要情報

12月26日 Ministry of Electricity and Energy (MOEE) - Power Sector Advisor (JICA Expert): Mr. Masaki Takahashi

概要：ミャンマーにおける年間電力消費量は 300kWh/capita (2016 年度) であり、図 11 から明らかな通り、他アジア諸国と比較してカンボジア、スリランカに次いで低い水準となっている。



Source: The Lantau Group/World Bank, provided by Mr. Takahashi

図 11 エネルギー源別の導入容量 - 他アジア諸国との比較

- ミャンマーの GDP (一人あたり) は、2017 時点で日本の GDP (一人あたり) の 3.4%程度であるが、GDP 成長率は 5.9% (2016/2017) であり、今後も更なる経済成長が見込まれている。

- から明らかなように、他のアジア諸国含め、エネルギー消費量は GDP（それぞれ一人あたり）の増加とともに、およそ線形で増加しており、ミャンマーにおいても経済成長に伴い電力需要の大幅な増加が予想される。

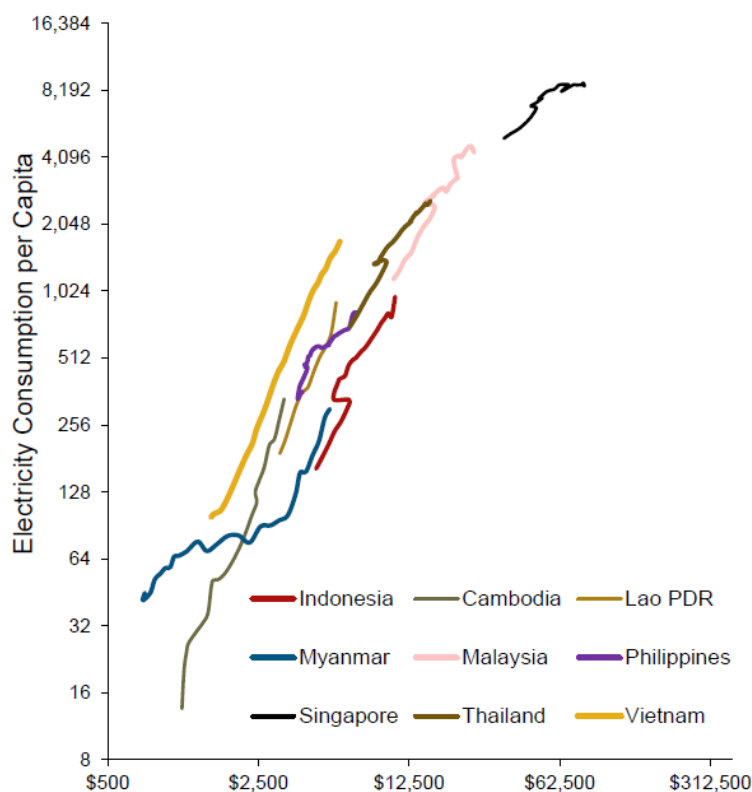
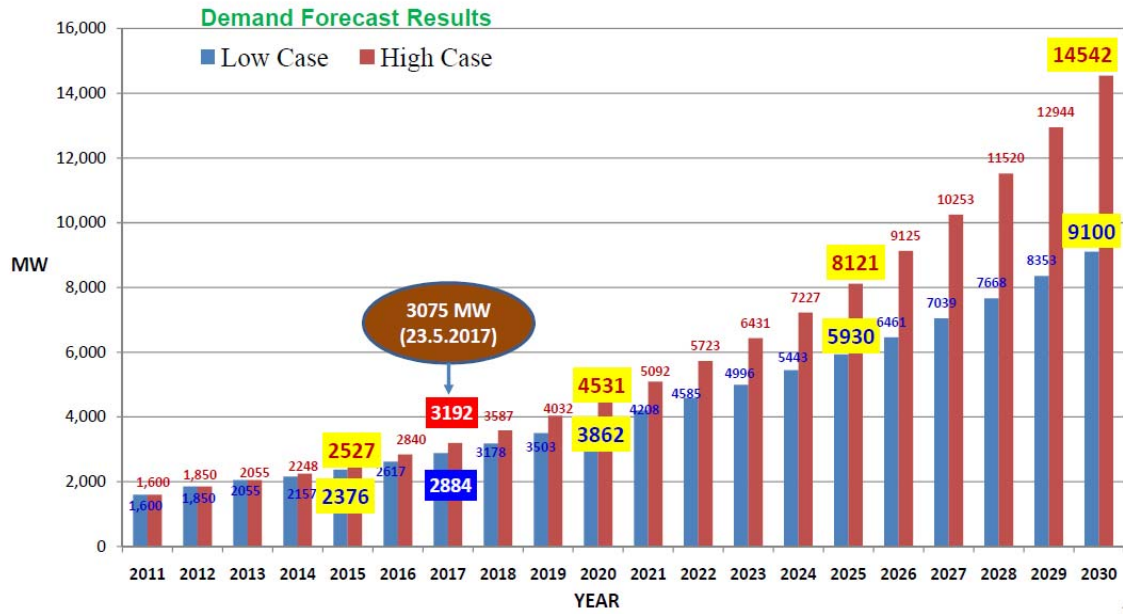


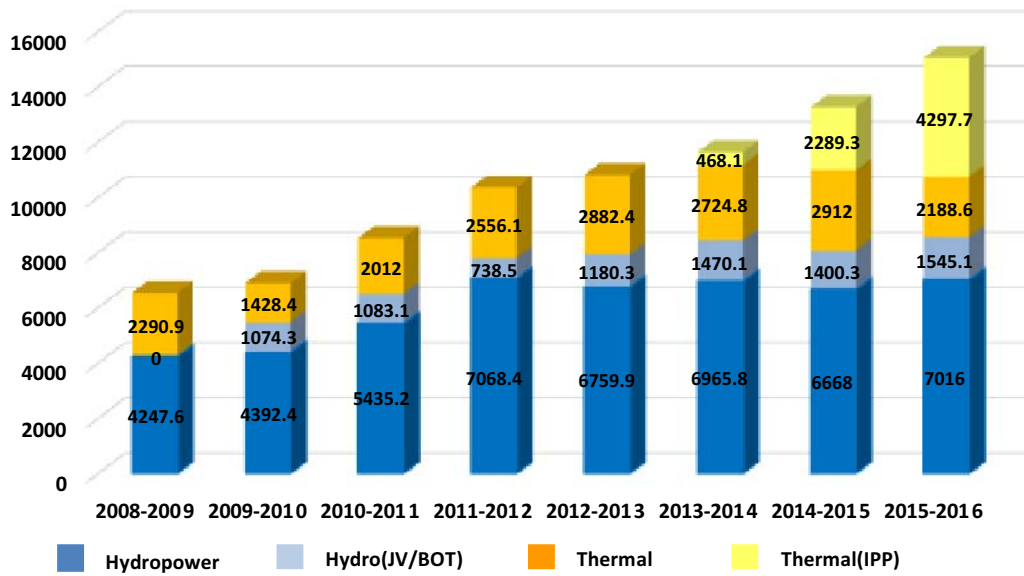
図 12 一人あたりエネルギー消費量と一人あたり GDP の推移（1990 - 2016） - 他アジア諸国との比較

- 今後、電力需要は右肩上がりに増加し、2030年までに4倍以上の増加（2017年比）が予測されている（図13参照）。そのため、電力網等送電インフラの整備及び効率的かつ環境負荷の低い電力源の確保が急務の課題となっている。
- Source: Based on materials provided by MOEE Working Group
- 図14が示す通り、2008年から2015年までの間に電力供給量は2.5倍の急速な増加をみせている。また、同図から明らかなように、特に近年は共同企業体（JV）、建設・運営・譲渡方式（BOT）、独立電気事業者（IPP）による供給量が拡大しており、今後もこの傾向は続く予想されている。
- 図14に示す通り、IPPによる供給量の拡大、高価なレンタル型ディーゼル発電の導入増加等によって、電力供給コストは増加しており、結果的に電力セクターの財務状況は2012年以降悪化傾向にある（図15参照）。



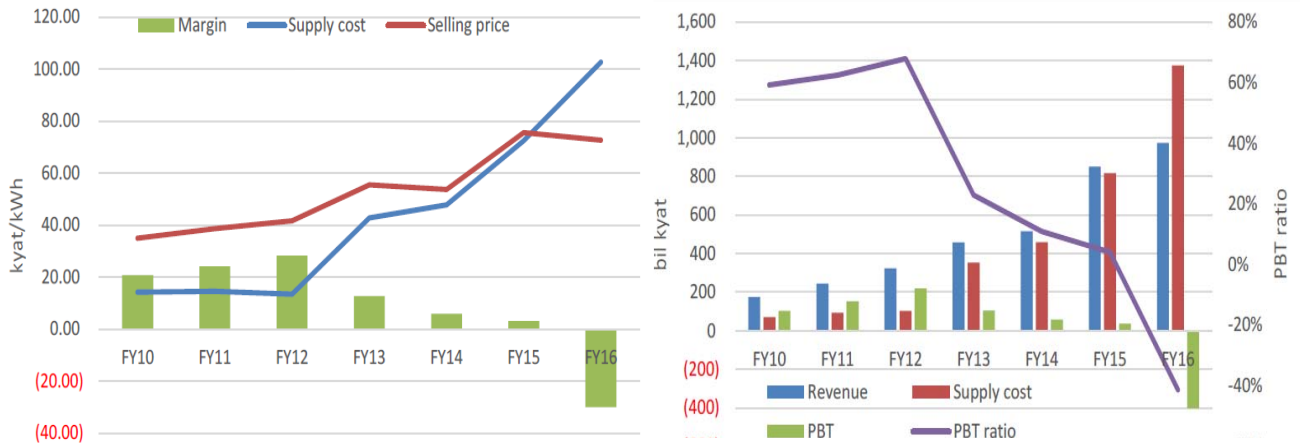
Source: MOEE Working Group

図 13 電力需要予測 (2011-2030)



Source: Based on materials provided by MOEE Working Group

図 14 電力供給量及び電力源の内訳 (2008-2015)



Source: Provided by Mr. Takahashi

図 15 電力セクターの財務状況:供給価格及び販売価格 (左) 税抜前収支 (右) (2010-2016)

12月27日 Electric Power Generation Enterprise, MOEE – Deputy Chief Engineer: Dr. Win Myint

概要: ミャンマー電力事情の概観及びステークホルダー構造に関して

- 新政権下では統合等を経て省庁の数が減り、電力省とエネルギー省が統合され、電力エネルギー省となった。
- 前政権下では国内のエネルギーセクター問題解決の為、省庁間を横断的に見渡す国家エネルギー管理委員会 (National Energy Management Committee) が設立され、国家エネルギー管理委員会のもとに設置されたエネルギー開発委員会 (Energy Development Committee) がミャンマーのエネルギー政策の実施の調整・促進の中核を担っていたが、新政権で国家エネルギー管理委員会は廃止され、それに代わる省庁間を統合するような委員会は未だ設立されていない。現実的なエネルギー政策・目標の策定及びそのスムーズな遂行においては省庁間を統合するような委員会の設立は重要であり、特に再生可能エネルギーについては省庁間で権限が分散しているので再生可能エネルギーに特化した委員会の設置は更なる再生可能エネルギーの導入において非常に重要となる。
- 図 16 及び図 17 が示す通り、2018 年初旬時点でのエネルギー導入容量をエネルギー源別にみると、発電設備は水力発電 (主に中規模・大規模水力) とガス発電に大きく依存しており、近隣諸国のように石炭、再生可能エネルギー等を含めた電源の多様化が進んでいないことが明らかである。



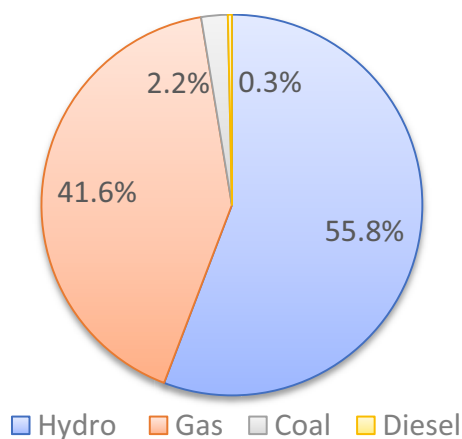
Dr. Win Myint と MOEE 事務所にて

- 中規模・大規模水力発電は、乾期には水不足で発電量が設備容量の半分以下に低下してしまい、中規模・大規模水力発電への依存度の高さから、乾季・雨季の発電量の変動は大きな課題となっている。
- さらに、送配電システムの整備も遅れており、周波数や電圧の不安定な状況を考慮すると、特に太陽光や風力といった変動電源の導入には送配電システムの整備不足が障壁となっている。

Installed Capacity (MW)			Generation (GWh)		
Energy source	On-grid	Off-grid	Total	Energy source	Generation
Hydro	3,221	34	3,255	Hydro	11,190.32
Gas	2,163	12	2,175	Gas	8,344.46
Coal	120	none	120	Coal	451.086
Diesel	none	92	92	Diesel	68.87
Total	5,504	138	5,642	Total	20,054.73

Source: Created based on materials provided by MOEE

図 16 エネルギー導入容量(2018年3月時点) (左) 及び発電量 (右) (2017年度)



Source: Created based on materials provided by MOEE

図 17 年間発電量における各発電源の割合 (2017年度)

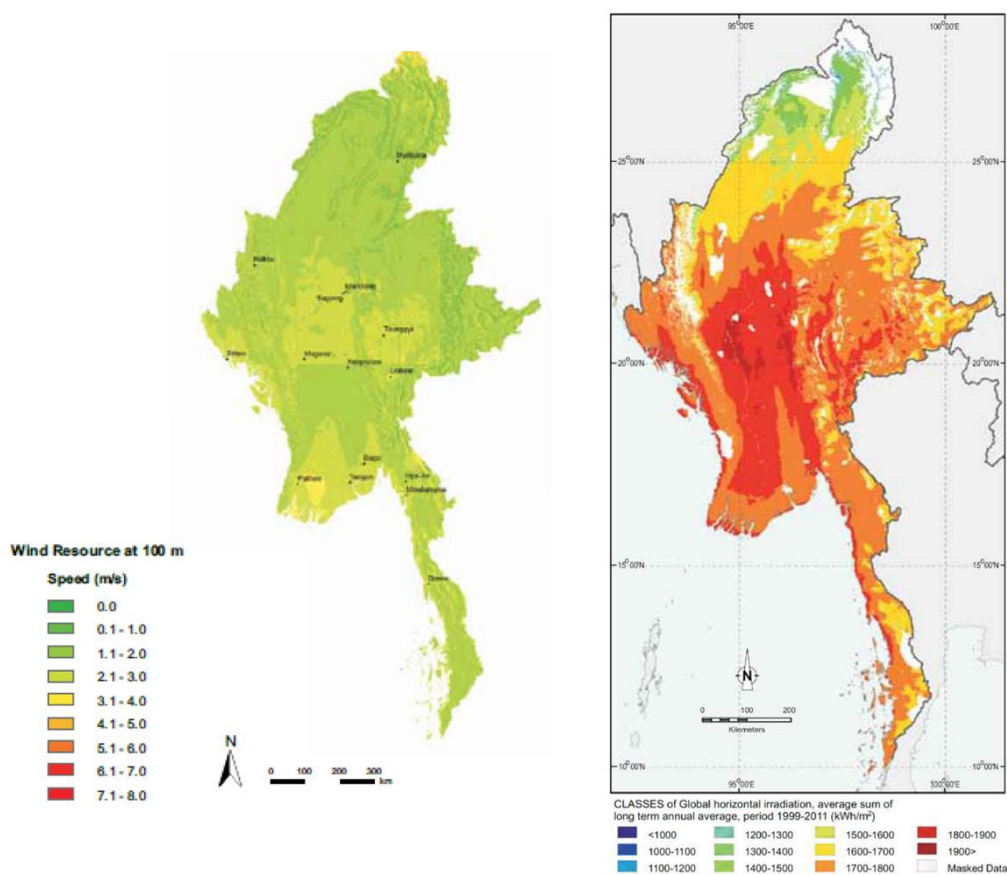
12月27日 Department of Electric Power Planning, MOEE – Director: Mr. Tint Lwin Oo

概要：再生可能エネルギーの開発動向及び各再生可能エネルギー源の導入可能性について

- 図 18 にも示されている通り、ミャンマーにおける風力発電の導入ポテンシャルは低く、99%の土地において風速 6m/s 以下となっている。理論的には 33.8 GW のポテンシャルがあると言えるが、実質的には導入可能な場所のほとんどにおいて、例え導入したとしても高効率な風力発電設備として機能することは期待できない。またポテンシャルが比較的

高い場所は山間地域に固まっており，系統連系の観点から短・中期的な導入は現実的ではない地点が多い。

- 一方，太陽光発電については，そのポテンシャルは高く，図 18 が示す通り全天日射量はミャンマー全域において 1,600 から 2,000 kWh/m²/yr 程度となっており，日射量の観点からは 60%以上が太陽光発電の適地となっている。理論的には 26.9GW の導入ポテンシャルがあると言える。



Source: Renewable Energy Developments and Potential in the Greater Mekong Subregion, 2015

図 18 風力発電（左）及び太陽光発電（右）の導入ポテンシャル

- 水力発電については理論的には 82 GW のポテンシャルと 187,864 箇所 of 適地があると推定されており，Department of Electric Power Planning (DEPP) によると，環境負荷が比較的低い小規模水力（<10MW）については 231MW のポテンシャルがあり 210 箇所において積極的な導入が進められる可能性があるとのことであるが，表 13 に示す通り他の推計では小規模水力の理論的導入ポテンシャルと導入適地は格段に多い可能性が高く，再生可能エネルギー源の中でも高い導入可能性を有していると言える。

表 13 水力発電の理論的導入ポテンシャル及び適地

Type of Hydropower	Power Range	Capacity (MW)	Distribution (%)	No. of Location
Micro	5kW <P ≤ 100 kW	3941	5	121,648
Mini	100 kW ≤ P < 1 MW	16827	20	53,691
Small	1 MW ≤ P < 20 MW	37059	45	12,162
Medium	20 MW ≤ P < 100 MW	12193	15	310
Large	P ≥ 100 MW	12754	15	53
Total		82774	100	187,864

Source: Dim, A. B. H., Rutten, M., Zin, W. W., & Hoes, O. A. (2017). Global Journal of Engineering and Technology Review. *Global Journal of Engineering and Technology Review*, 2(4), 78-85.

- MOEE は 2030 年までにエネルギー発電容量の 10%を再生可能エネルギーによって賄うことを目標としているが、現実的には 8%でも厳しいのではないかという声があがっている。
- 中・長期の再生可能エネルギー導入計画は策定されておらず、FIT, RPS といった再生可能エネルギー導入支援政策も導入されていない。導入計画の策定、支援政策の実施には、前述の通り再生可能エネルギーについては省庁間で権限が分散しているため、再生可能エネルギーに特化した委員会の設置が導入促進において非常に重要となると言える。

12月28日 Ministry of Agriculture, Livestock & Irrigation, Department of Rural Development – Deputy Director General: Mr. Maung Win;
Director: Dr. Soe Soe Ohn

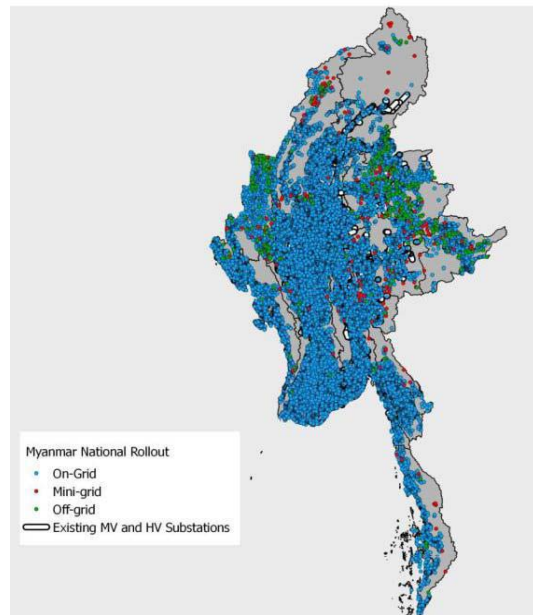
概要：ミャンマーの再生可能エネルギー事情、特に Department of Rural Development (DRD) が主担当の地方電化政策における再生可能エネルギーの利活用状況及び今後の方向性について。

- オングリッドの再生可能エネルギーについては、現状小規模水力発電の導入が主であり、その他再生可能エネルギーでは太陽光発電が唯一進展を見せており、調査時点で2019年度中にマグウェ地方域等における5つの大規模プロジェクト（1)150MW 2)150MW 3)880MW 4)10MW 5)100MW）が計画されていた。風力発電についても検討は行われていたが調査時点では本格的な進展のあるプロジェクトは無いとされていた。



Mr. Maung Win, Dr. Soe Soe Ohn と

- また、ミャンマーは近隣諸国と比較してその電化率が低く、2018年7月時点で40.7%となっており、世界銀行等の国際機関・援助機関による支援によって、2030年までの電化計画が策定されている（右図参照）。その中でも、山間地域や遠隔地域における再生可能エネルギーを活用したミニグリッド、オフグリッド型発電の導入は電化政策の核の一つとなっており、ミャンマー省庁の中では、DRDが主担当としてミニグリッド、オフグリッド型発電の促進を行なっている。



2030年までの電化計画

- 特にミニグリッドにおける再生可能エネルギーの活用について、現状では太陽光発電と蓄電池を活用したもの、小規模水力発電と蓄電池を活用したもの、太陽光発電とディーゼル

Source: Presentation material by Ministry of

発電、蓄電池を活用したハイブリッド型のものが主であり、導入が進んでいる。しかし、そのコストは高く、特に遠隔地域になると、ハイブリッド型のコストが上がり、また太陽光発電ベース、小規模水力発電ベースのミニグリッドについても乾季雨季の日照量、降水量の差によって、不安定なミニグリッドとなり、安定したミニグリッドにするためには蓄電池を含めた追加投資が必要となるため、どのようなミニグリッドの設計がより効率的か答えが出ていない状況である。乾季雨季の日照量、降水量の差を考慮すると、太陽光発電と小規模水力発電を組み合わせたハイブリッド型のミニグリッドの導入がより効率的である可能性が高く、議論の結果、現地データを含めDRDからデータの提供を受け、

太陽光発電と小規模水力発電を組み合わせたハイブリッド型のミニグリッドについて、LCOE 分析を行う予定となっている。

3.7 第6回現地調査（ミャンマー）

3.7.1 調査概要

第6回現地調査のインタビュー日程・協議事項概要は以下の表 14 に示す。

表 14 第6回現地調査概要

インタビュー日程	インタビュイー	協議事項
2019年7月9日	Ministry of Electricity and Energy (MOEE), Deputy Director General of the Department of Electric Power Planning: Mr. U Hein Htet	ミャンマーにおける電力セクターの概観，および再生可能エネルギー開発の現状と課題
7月9日	Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation, Department of Rural Development (DRD), Deputy Director General: Mr. Maung Win and Director: Dr. Soe Soe Ohn	太陽光発電と小規模水力発電を組み合わせたハイブリッド型のミニグリッドについて LCOE 分析を行うために必要なデータの提供
7月10日	Renewable Energy Association Myanmar (REAM), Founder: Mr. Sayar U Aung Myint	ミャンマーにおける再生可能エネルギーの開発動向及び各再生可能エネルギー源の導入可能性について
7月10日	Department of Electric Power Engineering, Yangon Technological University (YTU): Professor Aung Ze Ya	ミャンマーにおける再生可能エネルギーの開発動向及び，再生可能エネルギー開発の課題と解決策について
7月11日	Yangon Technological University (YTU)で開催されたワークショップでの報告 (YTUのDr. Thein Min Htikeが主要なオーガナイザーであった)	ミャンマーにおける再生可能エネルギーの開発動向及び，再生可能エネルギー開発の課題と解決策について

3.7.2 調査から得られた主要情報

7月9日に行った Mr. U Hein Htet (MOEE) へのインタビューの概要：

- ・ 少なくとも8つの省庁が再生可能エネルギー開発に関する意思決定に関わっており、意思決定を統一させる機関がなかったため、2019年2月に National Renewable Energy Committee (NREC) の設置が承認された。これから NREC は再生可能エネルギー開発に関する意思決定を調整する役割を担う。2020年に再生可能エネルギー開発促進のための法律が制定できると予想されている。
- ・ JICA が作成した National Electricity Master Plan (NEMP) では、ミャンマーにおける（水力を含まない）再生可能エネルギーのシェアは2030年に9%（2,000MW）まで増やす目標を掲げている。
- ・ 現在、発電のために大規模水力に頼っているが、電力供給は不安定であるために、今後ベースロード電源として石炭発電と天然ガス発電を開発する予定。
- ・ 再生可能エネルギー開発への海外投資が少ない理由は次の4つである。(1) インドネシアとベトナムのように固定価格買取制度 (FIT) はまだ導入されていない；(2) 海外投資家から政府保証を求められるケースが多いが、財務省は政府保証をすべきではないと主張する；(3) 為替リスクの存在（電力消費者はミャンマーの通貨、チャット、で行われているため）；(4) エネルギー・セクターに関する法規を執行する機関はまだ設置されていないため、法的ルールがあってもきちんと執行されないという不安がある。
- ・ JICA による支援について、島の発電を担う100%再エネミニグリッドの開発、および水上太陽光発電に関する日本の技術やノウハウを移転したらどうか。

7月9日に行った Mr. Maung Win and Dr. Soe Soe Ohn (DRD) へのインタビューの概要：

- ・ 2014年に世界銀行がミャンマーの National Electrification Program (NEP) を発表し、2030年までに100%電力アクセスの確保という目標を掲げた。また、100%電力アクセスを確保するために、ミャンマー政府指導ミニグリッドの開発を計画している。
- ・ DRD はミャンマー政府主導のミニグリッドプロジェクトを担当する部局である。2016年～2018年に34のプロジェクトを完成させることができた。2019年に（10万の農村部家庭を対象とする）60-70のプロジェクトを軌道に乗せることを目標としている。その他に、民間主導のミニグリッドもあるが、それらはDRDの管轄外。
- ・ 政府主導のミニグリッドプロジェクトに必要な資金の60%はミャンマー政府が（世界銀行のローンから）出す。残りの40%はミニグリッドを開発する企業（20%）と地元コミュニティ（20%）が賄う。BOT方式を活用して、ミャンマー政府と開発企業がミニグリッド開発のために10年～15年のコンセッション契約を結ぶ。10年～15年が経過した後に、開発企業はミニグリッドの所有権と運営を地元コミュニティに譲る。
- ・ 10年～15年のコンセッション契約期間中、国の電力系統に接続している家庭と比べれば、ミニグリッドに接続している家庭は3～4倍高い電気料金を支払わなければならない。10年～15年が経過した後に、ミニグリッドは国の電力系統に接続されるため、電気料金は電力系統並みの料金まで下がるだろう。10年～15年後にミニグリッドは国の電力系統に接続されることについてまだ準備は始まっていない。
- ・ ミャンマー政府主導のミニグリッドの殆どは（太陽光発電とディーゼル発電を組み合わせた）ハイブリッド型である。

- ・ キーリー氏は、太陽光発電とディーゼル発電を組み合わせたハイブリッド型の代わりに、太陽光発電と小水力発電を組み合わせた新しいハイブリッド型ミニグリッドの開発を提案する。また、こういった新しいハイブリッド型ミニグリッドの均等化発電原価（LCOE）を計算するために必要なデータの提供をお願いした。

7月10日に行った Mr. Sayar U Aung Myint (REAM)へのインタビューの概要：

- ・ REAMは1993年に設立された環境NGOである。JICAのNEMPおよび世界銀行のNEPを強く批判している。
- ・ NEPに対する批判の理由は次の2つである。(1) 2014年以前に電化された農村への支援はないことと、(2) 世界銀行が計画している国の電力系統拡張よりも、オフグリッド電化の方が農村部に住んでいる住民の生活を守る。なぜなら、電力系統による電力供給は不安定である、かつ全く安くない。また、ミニグリッドは将来、国の電力系統に接続されるという期待は現在ミニグリッドへの民間投資を妨げる要因となっている。
- ・ JICAが作成したNEMPに対する批判の理由は、(水力を含まない)再生可能エネルギーのシェアは2030年に9%まで増やす目標は低すぎることである。NEMPで計画されている石炭発電と天然ガス発電への大規模投資よりも、REAMは太陽光発電、風力発電およびバイオマス発電への投資を促進することが必要だと考えている。特に、石炭発電によりベースロード電源を確保することは古い考え方である。太陽光発電コストは高いとされているが、ミャンマーの地理的条件を考慮すれば、将来太陽光発電コストはかなり低くなる。
- ・ JICAによる支援について、ミニグリッド開発国内企業（中小企業）に対する日本の低金利少額ローン（一つの企業に対して10万米ドル；ローン期間は10年間）を提供したらどうか。

7月10日に行った Prof. Aung Ze Ya (YTU)へのインタビューの概要：

- ・ 世界銀行のNEPについて：送電・配電インフラ建設に必要な熟練エンジニア等が不足しているため、計画通りに国の電力系統拡張は進まないだろう。
- ・ 再エネの普及を妨げる要因について：(1) ミャンマーの政治経済エリートの考え方は古くて、彼らは再エネ開発による様々なメリットを知らないために、化石燃料をベースロード電源として位置づけている；(2) 再エネ開発の促進に必要な固定価格買取制度（FIT）はまだ導入されていない；(3) 再エネ関連製品の多くは中国から輸入されるが、統一した技術・製品標準がないため、混乱が発生している。
- ・ JICAによる支援について、島の発電を担う100%再エネミニグリッドの開発、ミャンマーにおける再エネの促進に必要な固定価格買取制度（FIT）の開発、およびミャンマーの再エネセクターを対象とするキャパシティ・ビルディングという提案をいただきました。

さらに、7月11日にYangon Technological University (YTU)で「ミャンマーにおける再生可能エネルギーの開発」に関するワークショップを開催し、ヤルナゾフが「発展途上国における再生可能エネルギー開発の動機、促進要因および阻害要因について - インドネシアとベトナムのケース」について報告を行った。

3.8 第7回現地調査（ケニア）

3.8.1 調査概要

第7回現地調査のインタビュー日程・協議事項概要は以下の表 15 に示す。

表 15 第7回現地調査概要（ナイロビの分）

インタビュー日程	インタビュイー	協議事項
2019年9月23日	UN Habitat, Head of the Urban Energy Unit: Dr. Vincent Kitio	ケニアにおける再生可能エネルギー開発の現状と課題
9月23日	Strathmore University, Deputy Vice Chancellor for Research and Innovation: Prof. Izael Da Silva	ケニアでのフィールド調査に必要なアポイントメント確保への支援
9月24日	Kenya Government, Energy Regulatory Commission (ERC) Principle Officer: Ms. Caroline Kimathi	ケニアにおける再生可能エネルギー関連の監督規制について
9月24日	Japan International Cooperation Agency (JICA) Kenya Office Representative: Mr. Yukio Takahashi	ケニアにおける再生可能エネルギーの開発動向、及び再生可能エネルギー開発の課題と解決策について
9月24日	Kenya Government, Ministry of Energy, Renewable Energy Department, Deputy Director: Mr. Stephen Nzioka	ケニアにおける再生可能エネルギーの開発動向、及び再生可能エネルギー開発の課題と解決策について
9月25日	SunKing, Greenlight Planet Kenya Limited, Vice President for Corporate Affairs: Ms. Radhika Thakkar	ケニアにおける電力ビジネス環境の現状と課題について
9月25日	Kenya Power, Institute for Energy Studies and Research, Deputy Director: Dr. Patrick Karimi	ケニアの国有電力会社に所属するエネルギー研究所の研究活動の紹介
9月26日	Kenya Power, Institute for Energy Studies and Research, Deputy Director: Dr. Patrick Karimi	上述したエネルギー研究所で開催されたワークショップへの参加。ケニアにおけるネットメータリング*に対して国有電力会社はどう対応できるのかについて議論
9月26日	Kenya Power, Renewable Energy Department: Ms. Cecilia Mwatu	KOSAP**という世界銀行が支援している農村部電化プロジェクト実施により予

		定されている太陽光発電ミニグリッドの現状と課題について
9月27日	Kenya Government, Rural Electrification and Renewable Energy Corporation (RREC), Representative in charge of renewable energy: Mr. James Muriithi	KOSAP**という世界銀行が支援している農村部電化プロジェクト実施により予定されている太陽光発電ミニグリッドの現状と課題について

* ネットメータリングとは国有電力会社が自家消費分を除いた余剰分の電力を買い取る制度

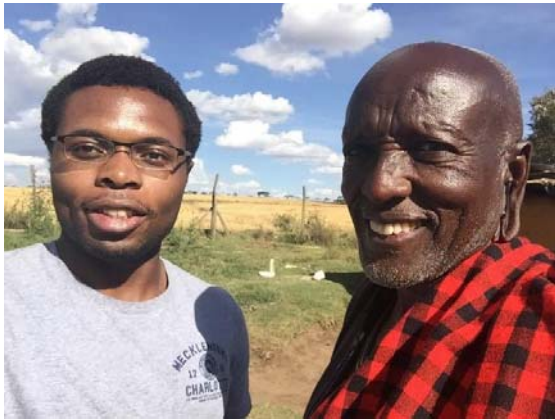
** KOSAP: Kenya Off-grid Solar Access Project



上は 2019 年 9 月 23 日に UN Habitat ナイロビでのインタビュー調査の前に撮影した写真

第 7 回現地調査では、ケニアの首都であるナイロビだけではなく、農村部でのインタビュー調査も行った。そのために、総合生存学館 5 年生であるポリコ氏は 9 月 28 日～10 月 13 日に Narok, Kisii, Homa Bay, Kisumu, および Mfangano 島を訪問した。その結果、ケニアにおける再生可能エネルギーを活用したオフグリッド農村部電化の課題への理解が深まったと言える。以下の写真から農村部でのインタビュー調査の様子がわかる。







3.8.2 調査から得られた主要情報

ケニアにおける再生可能エネルギー開発を促進する主要な法律や政策は以下の通りである。

1. コストを最小化する電力開発計画 2017年～2037年/ The Least Cost Power Development Plan (LCPDP) 2017-2037

2. 2019年3月に制定されたエネルギー法/ The Energy Act of March 2019

3. 2018年12月に採択されたケニアの電化戦略/ Kenya's National Electrification Strategy (KNES) of December 2018

- ・ 2022年までに100%電力アクセスの実現はKNESの目標である。

4. 2008年に採択されたケニアにおける固定価格買取制度に関する規制（2012年に改正された）/ Regulations about the feed-in-tariff (FIT) system in Kenya by the Ministry of Energy (since 2008; revised in 2012)

- ・ FIT制度の仕組みはインドネシアやベトナムとは異なり、再生可能エネルギーの買取りから発生するコストの70%は消費者が負担する
- ・ 再生可能エネルギーの5つの種類に対する固定買取価格が設定されている（以下の参照）
- ・ 10MW以上の太陽光発電の場合、固定買取価格は12USセント/ kWhである。それと比べれば、電気料金は15 - 20 USセント/ kWhである。

表 16 10MW 以上の再エネプロジェクトにかかる FIT の買取価格

The FiT values for renewable projects above 10 MW of installed capacity

	Installed capacity (MW)	Standard FiT (US \$/kWh)	Percentage Escalable portion of the Tariff	Min. capacity (MW)	Max. capacity (MW)	Max. Cumulative capacity (MW)
Wind	10.1-50	0.11	12%	10.1	50	500
Geothermal	35-70	0.088	20% for first 12 years and 15% after	35	70	500
Hydro	10.1-20	0.0825	8%	10.1	20	200
Biomass	10.1-40	0.10	15%	10.1	40	200
Solar (Grid)	10.1-40	0.12	12%	10.1	40	100

出典: Ministry of Energy (2012). Feed-in Tariff Policy on Wind, Biomass, Small Hydro, Geothermal, Biogas and Solar Resource Generated Electricity, https://www.renewableenergy.go.ke/downloads/policy-docs/Feed_in_Tariff_Policy_2012.pdf

ケニアにおける再生可能エネルギー開発促進の動機は以下の通りである。

(1) ベトナムと同様、ケニアは化石燃料（特に石油）の純輸入国であるため、エネルギー安全保障への大きな懸念を持っている。

- 再生可能エネルギーのような国内資源を使うべきという考え方が普及している。

(2) ケニアにおける再生可能エネルギー開発のポテンシャルは大きい（特に、地熱、太陽光、及び風力）

- 地熱の場合、2019年6月の時点で発電設備容量は745MWだが、ポテンシャルは10,000MWだと推定されている。

(3) ケニアにおける再生可能エネルギーの発電コストはディーゼルによる発電コストより低い

- ケニアは石油を輸入し、国内でディーゼルの生産しているが、ディーゼルによる発電コストが高い。

(4) オフグリッド農村部電化に太陽光発電を使用できる。

ケニアの電化戦略（KNES）では、2022年までに100%電力アクセスを実現するとなっているが、具体的に以下の2つの方法を用いて実現する計画である。

(1) 国の電力システムの拡張

(2) 電力システムから遠く離れている地域の場合、ミニグリッドや住宅用太陽光発電システム

(SHS)の設置により100%電力アクセスを確保する計画である。ミニグリッドの電源は太陽光の

み、または太陽光とディーゼルを組み合わせたもの（ハイブリッド・ミニグリッドとも呼ばれる）がある。また、太陽光発電を使う電動ポンプ・システム開発により、電力系統から遠く離れている地域住民に水も供給できる。

再生可能エネルギー開発の阻害要因（または障壁）は以下の2つのグループに分類できる。

第一グループ：途上国に共通する一般的な要因

- (1) 資金、技術力、および熟練人材の不足
- (2) 法制度の不透明な運用、および行政手続きの煩雑さ
- (3) 土地へのアクセス

第二グループ：ケニアにおける再生可能エネルギーを活用したオフグリッド農村部電化の課題

- (1) 生活水準の向上という効果はあるが、貧困削減や環境負荷軽減という効果は限定的である。
- (2) 民間企業のミニグリッドとケニア政府のミニグリッドの間の格差が大きい。
 - ・ ケニア政府のミニグリッドの電気料金は電力系統の電気料金と同等である（15-20 USセント/ kWh）

国有電力会社 Kenya Power が直面している問題は以下の通りである。

- ・ ケニアは電力需要を上回る発電能力を持っているが、系統電力供給は依然として不安定である（停電が多発している）。
- ・ スラム街における電力系統への違法な接続が続いている。
- ・ ピーク時の過負荷により変成器（transformers）の故障が多発している。

考えられる主な原因は次の3つである。

- (1) 送配電のロスは大い
- (2) 配電ネットワークが老朽化している
- (3) 干ばつの場合、水力発電による電力供給が激減する

考えられる支援方法の一つは、ケニアの配電ネットワークへの新規設備投資およびメンテナンスに必要な資金を提供することである。

また、課題解決のために、JICA に対して以下のような提言ができる。

- (1) 今後、太陽光ミニグリッド、及び太陽光発電を使う電動ポンプ・システムの運転やメンテナンスのニーズが拡大するため、オフグリッド再生可能エネルギープロジェクトに対する支援を行う。
 - ・ 例えば、オフグリッド再生可能エネルギープロジェクトに関連する能力開発（エンジニアの訓練への支援）を行う。
 - ・ 例えば、太陽光ミニグリッド、及び太陽光発電を使う電動ポンプ・システムの現地生産に必要な技術・ノウハウを移転する。

(2) 太陽光発電や風力発電の拡大により、今後大量の廃棄物が発生することを見込んで、廃棄物リサイクルに関する取り組みへの支援を行う。

3.9 現地調査に基づく考察 フィールド調査全体の「総括」

本現地調査により得られた知見に立脚した社会経済分析に関しては、次章以降に詳述する。本節においては、7回の現地調査により得られた知見に基づき、特に再生可能エネルギー開発の動機 (motivations), 促進要因 (enabling factors), および障壁 (barriers) について論じる。

本点にかかる結論は以下の通り集約可能である。はじめに途上国政府の再生可能エネルギー開発に対する動機であるが、これについては先行文献にて汎く論じられている通り、エネルギーセキュリティ並びにエネルギーアクセスの向上、並びに経済発展の3点に起因するものである事が確認された。しかしながら、先行文献に論じられていない点として、特にベトナム政府やケニア政府は次の動機を有することを記したい。それは(1)再生可能エネルギー開発ポテンシャルの大きさに関する認識、(2)再生可能エネルギー発電コストの大幅な減少に関する認識、の2点である。

次に、現地調査により判明したエネルギー転換を促進する要因 (enabling factors) ならびに障壁 (阻害要因) について述べる。先行研究において述べられているエネルギー転換を促進する要因を筆者ら (ヤルナゾフとキーリー) がまとめたものを表17に示す。

表 17 途上国において再生可能エネルギー開発を促進する要因 (enabling factors)

項目	簡単な説明
1. 制度的環境 ・ 政治的リスク ・ 法の支配 ・ 行政手続き	1.1 政権交代の頻度や暴動・ストライキの頻度 1.2 事業実施に係る行政手続きの効率性と透明性 1.3 事業実施に必要な許認可の件数や取得の容易度
2. マクロ経済環境 ・ 為替変動 ・ 現地における資金調達 ・ 人件費	2.1 為替の変動性 2.2 現地の金融市場の発展度合いと再生可能エネルギーに対する融資へのアクセスの容易度 2.3 施工費、維持管理費に係る人件費の相場
3. 自然環境とデータ ・ 利用可能な資源のポテンシャル ・ データの有無	3.1 年間平均降水量, 山・河川の敵地 3.2 雨量・地質データの有無と正確さ 3.3 太陽光, 風力, 地熱, バイオマスのポテンシャルに関するデータ
4. 再生可能エネルギー開発への経済的支援策	4.1 固定価格買取制度 (FIT), 競争入札, など 4.2 税制優遇の整備状況
5. 再生可能エネルギー開発への規制面の支援策	5.1 電力系統への優先接続 5.2 電力市場自由化の度合い

	5.3 現地調達規制の有無
6. 再生可能エネルギー開発への政治的支援策	6.1 再生可能エネルギーの達成目標 6.2 国, または国有電力会社の再生可能エネルギー開発計画の有無 6.3 社会的受容性

また, Pfeiffer and Mulder [2013] は 108 カ国の 1980 年～2010 年のデータを用いて, 水力を含まない再生可能エネルギーの普及 (non-hydro renewable energy) について定量分析を行った結果, 次のような促進要因と阻害要因が統計的に優位であると結論づけている。促進要因は (1) FIT のような経済的支援策, および規制面の支援策; (2) 一人当たりの所得; (3) 教育水準; (4) 安定した民主主義体制, の 4 つである [Ibid, p. 291]。 (1) FIT のような経済的支援策, および規制面の支援策はインドネシアのケース・スタディの結果の一部に類似している。また, 水力を含まない再生可能エネルギーの普及を妨げている要因として (1) 電力消費の増加率と (2) 一人当たりの石炭・天然ガス生産量を挙げている。

一人当たりの石炭・天然ガス生産量の大きさは, 国内の化石燃料資源が豊富であることを意味している。Pfeiffer and Mulder [2013] によれば, 国内化石燃料資源が豊富である国において, 水力を含まない再生可能エネルギーの発電コストは国内化石燃料の発電コストと比べれば割高である。従って, 再生可能エネルギーに投資するインセンティブが弱くなる [Ibid, p. 291]。

また, 国内化石燃料資源が豊富であること, 欠如していることは, その国のエネルギー安全保障への懸念の度合いに強い影響を及ぼす。例えば, 化石燃料資源を持たない日本は化石燃料資源の輸入依存度が高く, エネルギー資源の安定した供給リスクや価格変動リスクに極めて敏感である。日本のような国の場合, 化石燃料資源の輸入を減らし, 国内エネルギー資源である再生可能エネルギーへの投資を増やすことはエネルギー安全保障の向上をもたらす。しかし, 石炭や天然ガスが国内に豊富であるインドネシアではエネルギー安全保障への懸念の度合いが低いため, 一人当たりの石炭・天然ガス生産量の大きさは再生可能エネルギーへの転換を妨げる要因となる。

次に, 先行研究により示されたエネルギー転換の阻害要因 (障壁) を表 18 に示す。

表 18 途上国におけるエネルギー転換の阻害要因 (Gabriel, 2016 に基づく)

項目	簡単な説明
1. 融資へのアクセスが不十分である	再生可能エネルギー投資家/再生可能エネルギー発電事業者が容易に融資を受けられない
2. 再生可能エネルギーの発電コストが高い	系統接続に必要な追加コスト, および化石燃料補助金のために, 太陽光・風力の発電コストは比較的割高である
3. 熟練労働者が不足している	(水力を除く) 再生可能エネルギー開発に必要なノウハウが不足している
4. 系統インフラは未発達である	技術的な問題のため, 電力供給が不安定であるケースが多い
5. 既存組織/既得権益 (incumbents) の影響力が強い	再生可能エネルギーの普及に消極的である国有電力会社のロビイング力は, 民間の再生可能エネルギー発電事業者のそれに比べれば強い
6. 政策支援が不十分である	再生可能エネルギーの普及を促進する支援政策はあるが, その効果は弱い。実際に民間の再生可能エネルギー事業者が直面するリスクの緩和は達成できていない

表 18 に表示されている再生可能エネルギー普及の阻害要因 (障壁) 5. と 6. について IISD [2018] ⁶⁰ の調査結果に基づいて詳しく説明しよう。障壁 6. は不十分な支援政策についてである。2017 年にインドネシアで行われた FIT 制度改訂の結果, 民間の再生可能エネルギー投資家/再生可能エネルギー発電事業者への経済的支援政策の効果が弱体化した。再エネ投資家からすれば, 投資資金を回収して適切な利益率を達成できない事業リスクが高まったと言える。他方では, 国有電力会社である PLN にとって 2017 年の FIT 制度改訂は財政赤字リスクを緩和できるといふ恩恵をもたらした。

2017 年以前, FIT の買取価格は現在より高いレベルに設定されていたために, 再生可能エネルギーの普及により PLN の財政赤字リスクが高まっていた。その理由はインドネシアにおける FIT 制度の特有な仕組みである。日本では電気料金に含まれる再エネ賦課金 (renewable energy surcharge) 制度により, 再生可能エネルギーシェア拡大の負担は消費者が被るが, 再エネを買い取る電力会社には追加コストという負担はない。インドネシアでは, 再エネ賦課金という制度はなく, かつ電気料金は政府の統制により低く抑えられているため, 再生可能エネルギーシ

⁶⁰ IISD はカナダにある「持続可能な開発のための国際研究所」 (International Institute for Sustainable Development) というシンクタンクである。インドネシアの政治家, 政府高官, 業界団体代表者, 再エネ投資家, 及び国際協力機関代表者, 総計 26 人を対象に行ったインタビュー調査に基づいて作成した報告書を公表している。

シェア拡大はそれを買取る国有電力会社（PLN）にとって財務状況の悪化をもたらす。その結果、2017年以前のFIT制度ではPLNは再生可能エネルギーの普及に消極的であったと言える

次に、表18に表示されている再生可能エネルギー普及の障壁5.は既得権益の強い影響力について言及している。IISD〔2018〕によれば、インドネシアの電力システムにおける国有電力会社（PLN）の影響力やロビイング力は極めて強力である。現在、PLNは化石燃料発電事業者、発電された電力の唯一の買い手（single buyer）、システムの運営、送配電・小売担当といった役割のすべてを果たしている。インドネシアにおける電力システムのこういった特有の構造は次のような利益相反を生み出している。

唯一の買い手として、PLNは発電された再生可能なエネルギーをすべて買い取る義務はあるが、再生可能なエネルギーの普及が進めば進むほど、自らの化石燃料発電事業の遊休生産能力が増え利益率が下がってしまうことを懸念している。また、太陽光・風力発電の場合、その発電量は気候により強く左右されるため、太陽光・風力発電のシェア拡大はPLNにとって系統連携関連の追加コストをもたらす。結局、PLNは化石燃料発電に有利な既存体制の維持を支えるインセンティブが強く再生可能エネルギーへの転換を促進するアクターにはなれない。

再生可能エネルギー開発の阻害要因（障壁）に関してインドネシアとベトナムに以下の類似点を見出すことができた。

- (1) 両国においてエネルギー需要が急上昇しており、それに対応するために、両政府は化石燃料発電（特に石炭）のシェアを増やしている。
- (2) 両政府は電気料金を統制し低く抑えられている。
- (3) 両国においてFIT制度の仕組みは同様であり、再生可能エネルギーのシェアを増やせば増やすほど再エネを買取る国有電力会社（PLN, EVN）の財務負担増となる。
- (4) 化石燃料開発に既得権益を持つ国有電力会社（PLN, EVN）はエネルギー政策に関する意思決定への強い影響力を持っている。

しかし、インドネシアは国内の化石燃料資源が豊富な国であり、上述のPfeiffer and Mulder（2013）の論述は適正であるとすれば、再生可能エネルギーに投資するインセンティブは弱い。インドネシアとは異なり、ベトナムおよびケニアは化石燃料の純輸入国であるため、エネルギー安全保障への懸念の度合いは高い。従って、インドネシアよりも再生可能エネルギー開発のインセンティブが強いはずである。近年、ベトナムおよびケニアにおいて太陽光発電や風力発電への投資が増加傾向にあることの一因であると思われる。

本フィールド調査の実践的な貢献は次の2点にまとめることができる。第一に、先行研究では再生可能エネルギーへの転換の促進要因および阻害要因を別々のカテゴリーに分け、こういった要因の相互関係について十分に論じていない。しかし、インドネシア、ベトナム、ミャンマーおよびケニアで行ったフィールド調査の結果、阻害要因が促進要因に変わったりすることもあるし、その逆の展開もあり得ることがわかった。また、主要なステークホルダーとの対話を通じて各自の利害や懸念事項を鮮明にし、再生可能エネルギー開発の促進要因および阻害要因の相互関係をより深く理解できたことは本フィールド調査の一つの成果である。

第二に、先行研究は再生可能エネルギーの普及の障壁について考察しているが、障壁をどう乗り越えることができるかとの問題解決方法について十分に論じていない。実際、現場に足を運び、PLNやEVNのような国有電力会社と再エネ投資家／再エネ発電事業者の間の利害対立を把握しても打開策を打ち出せない先行研究も多い。上述しているように化石燃料発電に有利な既

存体制を温存したいというステークホルダーの影響力は圧倒的に強い。再生可能エネルギーの普及を促すFITのような経済的支援策を導入しても、政策効果は殆どない。

既得権益や強い影響力を持っているステークホルダーのインセンティブを変更することで問題解決策を模索できることは本フィールド調査のもう一つの成果である。実際に、出力の不安定な電源である太陽光・風力発電に関するベトナムおよびケニアの両政府や国有電力会社（EVN, Kenya Power）の意識は変化してきている。化石燃料発電に有利な既存体制を転換できるまで至っていないが、その意識の変化で2018年以降ベトナムは太陽光・風力発電に大きく前進したと言える。また、太陽光・風力発電に関するベトナムおよびケニアの両政府や国有電力会社（EVN, Kenya Power）の意識の変化を可能にしたのは世界銀行、ドイツのGIZ、アメリカのUSAIDなどの国際協力機関の努力である。

最後に、本フィールド調査を通じて途上国における再生可能エネルギー開発への日本の支援方法について様々な提案をいただいた。未電化人口がまだ多いミャンマーおよびケニアの場合、上述したようにオフグリッド再生可能エネルギープロジェクトへの支援が期待されている。特に、100%再生可能エネルギーを活用して島の電力供給に関するプロジェクトが有望であろう。インドネシアおよびベトナムの場合、再生可能エネルギープロジェクトへの民間投資の支援を行うと同時に、両政府の懸念に応じて、出力が変動する再生可能エネルギー（太陽光や風力）の電力系統への連携、蓄電池の導入、および入札制度への変更等についての技術協力を行うべきである。

2020年2月24日～26日ハノイで開催されるはずだった国際学会（ICERE2020）*は、コロナウイルスの影響で延期されたが、ヤルナゾフとキーリーが執筆した論文を基に「インドネシアとベトナムにおけるエネルギー転換の動機、促進要因および障壁」に関するビデオ・プレゼンテーションを実施した。執筆した論文は今年中にIOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES) (ISSN: 1755-1315) に公表されることが決まっている。ICERE2020でのプレゼンテーションのスライドおよび論文は、別添2として本報告書末に添付している。

* Sixth International Conference on Environment and Renewable Energy (ICERE 2020), 24-26 Feb. 2020, Hanoi. Dimiter S. Ialnazov and Alexander R. Keeley, “Motivations, Enabling Factors and Barriers to the Energy Transition in Indonesia and Vietnam” .

参考文献

- Aklin, Michael and Johannes Urpelainen (2018). *Renewables: The Politics of a Global Energy Transition*, The MIT Press.
- Climatescope (2018). *Emerging Markets Outlook 2018: Energy Transition in the World's Fastest Growing Economies*, Bloomberg NEF, available at: <http://global-climatescope.org/assets/data/reports/climatescope-2018-report-en.pdf>
- Dent, Christopher (2014). *Renewable Energy in East Asia: Towards a New Developmentalism*, Routledge.
- Fischer, Remco, Jenny Lopez, and Sunyoung Suh (2011). “Barriers and Drivers to Renewable Energy Investment in Sub-Saharan Africa”, *Journal of Environmental*

- Investing 2*, No. 1, available at: <http://www.thejei.com/wp-content/uploads/2015/01/132-463-1-PB.pdf>
- Gabriel, Cle-Anne (2016). What is challenging renewable energy entrepreneurs in developing countries?, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 64, pp. 362-371.
- IEA (2017). Energy Access Outlook 2017, International Energy Agency, available at: <https://www.iea.org/access2017/>
- IEA (2019). Africa Energy Outlook, <http://www.iea.org/africa2019>
- IISD (2018). Missing the 23 Percent Target: Roadblocks to the development of renewable energy in Indonesia, International Institute for Sustainable Development, available at: <https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/roadblocks-indonesia-renewable-energy.pdf>
- IPCC (2018). Global warming of 1.5° C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Intergovernmental Panel on Climate Change, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Keeley, Alexander Ryota (2018). Foreign Direct Investment in Renewable Energy in Developing Countries, PhD dissertation, Kyoto University, March 2018, 147 pages.
- Kenya Off-Grid Solar Access Project (KOSAP),
https://www.rerec.co.ke/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=151
- Ministry of Industry and Trade (MOIT) and Danish Energy Agency, Vietnam Energy Outlook 2017, available at: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/Official_docs/Vietnam/vietnam-energy-outlook-report-2017-eng.pdf
- Pfeiffer, Birte and Peter Mulder (2013). “Explaining the diffusion of renewable energy technology in developing countries”, *Energy Economics* 40, pp. 285-296.
- Republic of Kenya (2018). Updated Least Cost Power Development Plan 2017-2031, <https://www.epra.go.ke/download/updated-least-cost-power-development-plan-2017-2022/>
- Republic of Kenya, Ministry of Energy (2012). Feed-in Tariff Policy on Wind, Biomass, Small Hydro, Geothermal, Biogas and Solar Resource Generated Electricity, https://www.renewableenergy.go.ke/downloads/policy-docs/Feed_in_Tariff_Policy_2012.pdf
- UNEP (2017). Renewable Energy and Energy Efficiency in Developing Countries: Contributions to Reducing Global Emissions, UN Environmental Program, available at: <http://www.lgigatoncoalition.org/wp-content/uploads/2017/10/1-gigaton-coalition-third-report-english.pdf>

Vietnam Electricity (EVN), Annual Report 2017, available at:

<https://en.evn.com.vn/c3/gioi-thieu-1/Annual-Report-6-13.aspx>

World Bank (2018). Kenya National Electrification Strategy: Key Highlights,

<http://pubdocs.worldbank.org/en/413001554284496731/Kenya-National-Electrification-Strategy-KNES-Key-Highlights-2018.pdf>

Yadoo, Annabel and Heather Cruickshank (2012). “The role of low carbon

electrification technologies in poverty reduction and climate change strategies: A focus on renewable energy mini-grids with case studies in Nepal, Peru, and Kenya” .

Energy Policy 42.

Zimmer, Anne, Michael Jakob and Jan Christoph Steckel (2015). “What motivates

Vietnam to strive for a low-carbon economy? – On the drivers of climate policy in a developing country” , *Energy for Sustainable Development* 24, pp. 19-32.

第4章 再生可能エネルギー導入に係る政策過程分析

概要

第4章から第6章においては、第2章における開発動向調査ならびに第3章における現地調査の結果に基づき実施した、研究対象国における再生可能エネルギー導入に係る社会構造についてマクロ・ミクロな視点から学術的社会経済分析の検討結果を示す。第4章では、発展途上国への技術協力としてエネルギー政策の提言を行う際、ホスト国の民主的な意思決定のために技術的知見が活用されるために、政策提言において取りうるアプローチについて検討した。まず、理論的な検討を行い、対象国が直面している政治的文脈を理解したうえで採用しうる選択肢の幅を広げるように政策提言を行うことが重要であることを示した。次に、再生可能エネルギー開発についての政策提言において対象国が直面する政治的文脈を理解するため、技術と社会技術システムとの相互作用について分析するフレームワークを導入し、インドネシアを対象として分析を行った。最後に、専門家が政策デザインに関与する際のアプローチについて、東南アジアにおける事例に即して問題点を検討し、克服の方向性を考察した。発展途上国に対する技術協力として政策提言を行う際に、協力者が主観的に設定した問題の枠組みが前提になってしまうことが多く、それが再エネ開発を妨げている可能性もあることから、問題設定が適切に行えているかどうかを外部の専門家が批評すること、そのうえで取りうる複数の選択肢を提示すること、の重要性を述べた。

4.1 本章の目的

多くの国際機関が、各国政府に対して、政策デザインのための技術的支援を実施している。例えば、国際エネルギー機関（IEA）は、最先端の知見とデータに基づく分析を踏まえて、クリーンなエネルギーシステムへの転換をサポートするためのアクションプログラムを唱道することで、新興国におけるエネルギー政策デザインへの影響力を強化している⁶¹。

⁶¹ 2015年のIEAの閣僚会合において「アソシエーション(Association)」という枠組みの設立が宣言され、「将来的に更なる相互協力関係を深めていくうえで基礎となりうる、非拘束的かつ革新的な関係」を非加盟国との間で構築しうることが合意された。この枠組みに参加しアソシエーション国となった非加盟国は、IEA関係会合への参加、スタッフのIEA本部への出向、トレーニングやキャパシティビルディングのプログラムや専門家ネットワークへの優先的な参加が可能であり、様々な機会をこの枠組みから得ることができるようになっている。2018年末時点で、中国、タイ、インドネシア、ブラジル、インド、モロッコ、シンガポール、南アフリカがアソシエーション国となり、加盟国と合わせると地球全体のエネルギー消費量の約70%以上を網羅することになる。さらに、2017年のIEA閣僚会合において、これらの国々との関係をさらに深化させるため、30百万ユーロの追加予算を「ク

一方、こうした国際機関による開発援助の弊害、とりわけホスト国のドナーへの援助依存と、多くの省庁と援助機関が個々別々の観点から同じドメインに関わることにより、首尾一貫性を欠いた細分化された開発、あるいは政策デザインが往々にして行われてしまうこと、に関する報告事例が数多くある。なかでも、横山(2018)は、観察可能な「事実」に依拠して「客観性」を見出す「科学」が、政策に関与する人々の標準的な思考の形となっていること、にその根本的な要因を見出している⁶²。本章では、こうした技術協力の問題点について考察することで、よりよい政策提言のアプローチの方向性を考察することを目的とする。本章の4.2節では理論的検討を行い、4.3節では再生可能エネルギー普及におけるステークホルダーの利害関係について分析したうえで、4.4節では専門家が政策デザインに関与する際に起こりうる問題とその克服の方向性を考察する。

4.2 本主題に関する理論的検討

4.2.1 悪構造と政策

人間の生活、及び社会の存続に不可欠なエネルギーを巡って、化石燃料資源の枯渇、化石燃料から排出される二酸化炭素によって促進される地球温暖化、エネルギーアクセスの改善、といった重大な課題に人類社会は直面している。特に、これまで化石燃料に依存しないエネルギーシステムへの転換の必要性が共有され、代替エネルギーの研究開発のため多くの努力が割かれてきたが、未だ課題解決の見通しは立っていない。原子力や再生可能エネルギーといった、現状で利用可能な代替エネルギーによって、安全性への不安や放射性廃棄物の処理、電力品質の低下や立地問題といった新たな社会問題が生み出されることが多いことも大きな要因である。また、発展途上国においても、大規模発電所の開発に伴う地域環境・地域コミュニティの破壊、化石燃料への補助金撤廃による低所得者の生活困窮など、エネルギー政策は他の政策領域の様々な社会問題と密接に関わっている。

このように、エネルギー問題は複雑に他の様々な問題とつながり合っており、問題をどのようなものと解釈・同定するかが、すでにして解の在り方を規定してしまう。さらに、相互に対立する様々な解の背後には利益や価値の容易に調停しがたい相克が潜んでおり、各々の解の真偽や相互間の優劣を判定するための客観的な尺度はない(足立, 2009)。

リーンエネルギー・トランジションプログラム (Clean Energy Transitions Program)」として掲出することが合意された。IEAはこうした枠組みのもとで、2018年にはタイ、2019年には中国及びASEANの電力システムにおける、太陽光・風力といった変動性の再生可能エネルギー (variable renewable energy) の導入可能性について、独自の分析と専門家ネットワーク、世界各国の成功事例を踏まえて提言を行い、実際にそれぞれの国の電源開発計画においてその提言が考慮されている (IEAのホームページを参照)

⁶² 横山泰三「第二章 開発ガバナンス細分化に関する理論的考察 ウェーバーの『客観性』を手がかりに」、 「セルフヘルプグループにおける対話の研究」京都大学博士学位論文

ここで、こうした「悪構造 (wicked)」の問題に対処するための戦略を「政策(policy)」と呼び、公共的諸問題に対する行為戦略を「公共政策」、その中でも政府の行動指針として選択され制度化された公共政策を「政府政策」と定義する。様々な公共政策のなかからある一つのものが有力となり、あるいはアクター間の相互交渉を通してある一つの折衷案が紡ぎ出され、それが政府政策として制度的裏付けを与えられ実施されるに至るプロセスは「政策過程」と定義することができる。ここで、政府政策は、知的・合理的な要素と、政治的な要素(平和的手段による他者説得、あるいは合意形成に向けた多数派工作)の両方を併せ持つ政策過程の産物である(足立, 2009)。

幅広い分野の専門知識を活用して構成された複雑な技術システムを扱うエネルギー政策の策定に当たって、先進国(ドナー国)の開発援助機関(ホスト国)による発展途上国に対する技術協力は一般的に行われている。しかし、ホスト国における電力開発に係るマスタープランの策定など、技術的知見(ここでは、AはBであるか、AをすればBになるか、といった事実・因果関係に関する知識)の提供のみに止まらずホスト国の行為戦略(AのためにBすべき、といった行動に関する助言)に関する具体的な提言を行っている例が多く見られる。ここで、ドナー国は如何にしてホスト国の行為戦略の策定に関与しうるのであるのか、が問題となる。例えば、ホスト国の政府政策が対処しようとする公共的問題をドナー国が如何にして解釈し同定しうるのであるのか。また、政府政策が政治システムを通してアクターの支持を得て初めて政府の行為戦略としての裏付けを得ることができるのであれば、ホスト国はドナー国の政治と無関係ではいられないはずである。では、エネルギー政策の策定にあたって技術的知見の提供者は政治とどのような関係を持つことができ、それがどのような帰結をもたらしうるのであるのか。

4.2.2 政策形成における科学的知識及び分析の限界

政策形成に科学者が関わった歴史は古い。そもそも社会科学の起源は、政策問題に関連した経験的、数量的情報に対する社会のニーズに応えることにあったと言われている。そしてそのニーズは当時の社会の支配階層のニーズであり、自然や社会に対する人間の理性の行使に対する制約を撤去するという西洋文明の基本的モチーフに沿ったものであった(宮川, 1994)。19世紀末頃からのアメリカの進歩主義の時期においても、テクノクラシーの父とも言われるサン＝シモンや、科学的管理法の父と言われるフレデリック・テーラーからの強い影響を受け、公共的計画の科学的方法及び合理的政策決定によって政治的非合理性を除去しようとする考え方が主流になっていった(宮川, 1994)。またこれを背景に、アメリカでは、ルーズベルト政権のニューディール時代、ジョンソン政権の「偉大な社会」プログラムなど、政策形成に多くの社会学者を動員し、合理的に社会的問題を解決しようとする試みがあった。しかし、これらが明らかにしたことは、複雑な社会問題解決における政策決定のための社会科学および社会学者の能力は十分ではない、ということであった(宮川, 1994)。

これは、少なくともその一部は、政策形成における科学的な分析の限界に由来するものであると考えられる。上記の考え方は、所与の目的に対して、取り得る選択肢の中から、最も効果的なものを選択する、という完全合理性を前提とするものである。しかし、問題は多くの場合所与ではなく政治的に発見・設定される必要がある。また、取り得る選択肢やその効果に関しても、完全に認識できるわけではない。

リンドブロムは、政策形成に多くの情報と分析を取り入れる意義を認めつつも、以下の理由から政策形成は政治的でなければならないと主張する。第一に、分析は誤りを免れず、情報と推論のみで合意に到達することはできない。すなわち、事実や論理に関して意見の相違が存在し続ける限り、また自分自身で分析を行わない人々が分析を行う人々の無謬性を「信じ」ない限り、政治的手続きを経ることなく合意に至ることはない。第二に、分析によって個人あるいは集団の間の利害や価値の対立を完全に解消することはできない。すなわち、価値観の異なるすべての人々の同意が得られる決定的な基準は存在せず、従って分析によってすべての人にとって無条件に良い政策が見つげ出されることは皆無に近い。第三に、分析はそれを限られた時間と資源の範囲内で完成させなければならないという必要性と衝突する。そのため、政策的課題の殆どは、分析よりも時間と費用の掛からない手段、すなわち公務員に決定の責任を委任することによって解決される。最後に、分析はどの問題に取り組むべきかを確定的に提示することができない。すなわち、問題をどのように位置づけるかという課題は、選択行為、あるいは意思を必要とし、政治によって判断される必要がある (Lindblom, 1992)。以上から、社会問題解決の実践としての政策決定において、科学的な情報や分析が限界を有し、必然的に政治が介入する余地を認めなければならないことは、明らかであると言える。

4.2.3 政策過程における科学者の役割

エネルギーシステムの検討に科学は不可欠であり、科学なしでエネルギー政策を議論することはできない。しかし一方で、科学のみによって、将来の望ましいエネルギーシステム、あるいはエネルギー問題に対して採用すべき行動指針を決定することはできない。前項で述べた通り、本質的に悪構造の問題である公共的諸問題の解決に科学は限定的な役割しか果たすことができないこと、政治による問題解決を拒絶する社会計画の思想と実践に公共的諸問題の解決を期待することができないこと、また、公共政策のデザインにおける規範を究極の公共的価値から演繹しようとする試みに成算がないこと、は明らかだからである (足立, 2009)。ここで、エネルギーシステムの転換に関する政策過程において、科学と政治とがどのような接点を持つことが適切か、が問題になる。

この点について R. A. Pielke は、健全な民主主義と政策形成に科学がより大きな貢献をするために、以下の研究を行った。すなわち、科学者 (研究機関を含む) が政治及び政策形成において果たす役割に関する 4 つの選択肢 (表 19) について、想定される政治と科学の状況 (望ましい結果や手段に合意が存在するか、科学的知識に不確実性が存在するか) ごとに、それぞれの選択の帰結を考察した。

表 19 意思決定における科学者の役割に関する 4 つの理念型

		科学者が持つ科学観	
		線形モデル	ステークホルダーモデル
科学者が持つ民主主義観	マディソンのモデル (利益集団多元主義)	純粋科学者 (Pure Scientist)	課題提唱者 (Issue Advocate)
	シャットシュナイダーのモデル (全国政党政治)	科学の調停者 (Science Arbiter)	代替政策の誠実な仲介者 (Honest Broker of Policy Alternative)

Pielke は、民主主義（政治）における科学者の役割は、科学者自身の民主主義の捉え方、さらに社会の中における科学の役割の捉え方、によって分類できると考えた。前者に関して「マディソンの利益集団多元主義モデル（James Madison, 1787）」と「シャットシュナイダーの全国政党政治モデル（E. E. Schattschneider, 1975）」の2つの概念を対置し、後者に関して「線形モデル（liner model）」と「ステークホルダーモデル（stakeholder model）」を対置した。

「利益集団多元主義モデル」では、専門家は好みの派閥や利益集団と提携し、自らの専門性を政治闘争のための資産として提供することで社会の利益に最も貢献することができると思う。一方、「全国政党政治モデル」では、代替案が提示され、それに対して公衆が自らの意見を表明することで政治過程に参加し、競争させる仕組みが民主主義であり、そのような代替案は専門家によって生み出される、と考える。すなわち、ここでは専門家は、取るべき行動に関して自らの知識がもつ含意を明示的に示し、意思決定者に対してその含意を代替政策案という形で提供することが期待されている。また、「線形モデル」は、基礎研究・応用研究・技術開発・社会への便益、という知識の一連の流れによって社会の中での科学の役割を捉えるもので、ここでは基礎研究と、科学者の政治的な独立性が重要視される。さらにこのモデルからは、政治的な合意形成の前提条件として科学的な合意実現が必要であり、科学的知識が確立すればそれによって取るべき政策的対応が決まる、といった主張がなされることがある。一方、「ステークホルダーモデル」は、科学的知識の利用者がその知識生産にも一定の役割を果たすべきである、さらに、意思決定における科学の用いられ方を考慮することが重要である、と考える。これらの概念の組み合わせにより、意思決定における科学者の役割の4つの理念型を得ることができる。

「純粋科学者」は、政治や意思決定者との接点を持たず、自身の研究成果は、誰もが利用することができる知識のタンクの中に置かれる。「課題提唱者」は、特定の政治課題に対して自らの研究が持つ含意に関心があり、他の関係者と連携して特定の利益を推進しようとする。

「科学の調停者」は、純粋科学者と同様に政治や政策に関与しようとしませんが、意思決定者と直接的な接点を持ち、意思決定者から質問されれば、科学的事実に基づいて答えられる問いのみについて答えようとする。「代替政策の誠実な仲介者」は、意思決定者が採用しようとする選択肢の幅を明確に示し、その幅を広げようとする科学者である。また、ステークホルダーの懸念と科学的知見を明示的に考慮し、代替の対応案を探そうとする科学者である。

その結果、4つの役割のうち、「代替政策の誠実な仲介者（Honest Broker of Policy Alternative）」だけが「意識的に意思決定者の権利を擁護しよう」とことを示した。特に、望ましい結果とそれを達成するための望ましい手段について社会に合意が存在せず、利害対立が存在する場合、このような状況下で科学者にできることは、対立する関係者が妥協しようとする新たな政策オプションを生み出すことにより、利益や価値の対立を乗り越えて実践的行動が起こることに貢献することであり、ここで「代替政策の誠実な仲介者」が重要な役割を果たすのである（Pielke, 2007）。

無論、政治と科学との関係性に関する洞察が、そのまま発展途上国に対する技術協力に妥当するわけではない。上記の「代替政策の誠実な仲介者」においても、科学者は自ら新たな知識を生み出す存在として定義されており、例えば自らの経験や入手可能な情報を元に助言を行うコンサルタントとは性質の異なる存在である。また、ドナー国による技術協力はあくまで要請

に基づき技術的知見，あるいはそれに基づく行為戦略の素案を提供しているに過ぎず，政策形成に関与しているわけではない，すなわち，知見を取り入れるか否かの意思決定はホスト国が実施すれば良い，と割り切ることは可能であろう。しかし，技術的助言がホスト国の課題解決に現実に貢献するものであることを志向するものであるならば，政治と関係を持つことを拒絶するのではなく，ホスト国の政治の文脈を考慮し，実行可能な選択肢を提示することが有効であると考えられる。

4.3 再生可能エネルギー開発と社会技術システム

再生可能エネルギー開発における政治の文脈，あるいはステークホルダーの利害関係を考慮することは，技術と社会との相互関係について考察することであるとも言える。ここで，社会的機能を提供するシステムは，相互依存的かつ共進化的なサブシステム要素の組み合わせからなる社会技術的システムとして概念化することができる。技術，サプライチェーン，インフラ，市場，規制，ユーザーの習慣，そして文化的な意味合い，がその要素としてあげられる (Geels et al., 2017)。社会技術システムは数十年かけて発展し，これらの要素の相互作用によって，経路依存性と変化に対する抵抗が生まれる。既存のシステムは，根深く定着したルールや制度にしたがって行動する既存のアクターによって，維持，防御，および徐々に (incremental に) 改善される。そのような体制はロックインを特徴としており，別の体制への移行は，現体制と体制の外側との間の長い相互作用の過程を必要とする。そのプロセスは，1) 新たな革新的技術が内的に勢い (internal momentum) をもつ，2) 外的なトレンドや衝撃的な出来事によって現体制に対して変化を求める圧力が生じる，3) 体制の不安定化が革新的技術にとって「機会の窓」を生み出し，革新的技術と既存体制の闘争が生じる，4) 革新的技術が広く採用されて既存体制にとってかわり，全ての要素が調整されて制度化され，当然のものと受け止められるようになる (詳細については Geels, 2011; Geels et. al., 2017 を参照)。

したがって，再生可能エネルギーの開発と，電力システムへの統合は，社会技術システムを構成するすべての要素に対するアプローチを必要とし，それらがうまく調整されて初めて実現されると理解することができる。このプロセスには必然的にステークホルダーが介在し，既存体制 (レジーム) を構成するステークホルダーを理解し，その利害関係を調整することを念頭において政策提言を行うことが有効であると言える。以下では，社会技術システムの変化プロセスの概要を説明し，その後，インドネシアを対象に再生可能エネルギー開発における社会技術システムとの相互作用について分析した結果を示す。

4.3.1 Multi Level Perspective (MLP) フレームワーク

Multi Level Perspective (MLP) は，社会技術システムの転換の全体的かつ動的なプロセスを概念化する理論である。MLP は，システム転換を 3 つの分析レベルでの発展の相互作用から生じる非線形プロセスであると考えられる。ニッチ (抜本的な技術革新の動向)，社会技術システムの体制 (レジーム；既存のシステムを安定化させる確立された慣行と関連する規則の動向)，そして外因的な社会技術的ランドスケープである (Rip and Kemp, 1998; Geels, 2002, 2005a)。各レベルは異なる要素によって構成される。システム転換は，ある体制から別の体制への移行

と定義されるため、体制のレベルが特に重要である。ニッチとランドスケープのレベルは、体制に由来して定義されている、つまり既存の体制から大きく逸脱している技術や実践として、あるいはニッチと体制の相互作用に影響を与える外部環境として定義される。

4.3.1.1 社会技術システムの体制 (レジーム)

社会技術システムの体制は、社会技術システムの要素やアクターの行動を調整し導く概ね一貫したルールを持つ。例えば、認知的なルーティン、共有された信念、能力、ライフスタイル、ユーザーの慣習、有利な制度および規制、そして法的拘束力のある契約などがその例である。既存の体制はロックインによって特徴づけられているため、安定した軌道に微修正を重ねていく形で技術革新は徐々に (incremental に) 生じる。こうした変化は技術だけではなく、文化、政治、科学、市場そして産業の面でも生じる。科学、技術、政治、市場、ユーザーの嗜好や文化的意味が、それぞれ独自のダイナミクスを持ちながら、異なるサブシステムとの間で調整され、相互に進化していく。社会技術システムの体制 (レジーム) の概念は、異なるサブシステム間のメタな調整を捉えることを目的としている (Geels, 2004)。サブシステム間の調整によってさらに安定性が増すこともあるが、緊張が生じることもある。

4.3.1.2 ニッチ

ニッチは、研究所や補助金による実証プロジェクト、またはユーザーが特別な要求を抱えていて新しいイノベーションを後押ししてくれる小さな市場のニッチなど、「保護されたスペース」を持つ。ニッチアクター (起業家、新興企業、スピンオフなど) は、既存の体制から逸脱するような根本的な技術革新に取り組んでいる。ニッチアクターは、彼らの有望で目新しい技術が体制で使用され、最終的に体制を置き換えることを願っている。しかしながら、これは容易なことではない。これは、既存の体制は多くのロックインのメカニズムによって安定化されており、ニッチイノベーションと既存の体制の次元との間にミスマッチが生じるためである (例えば、適切なインフラ、規制または消費者慣行の欠如)。ニッチイノベーションに関する文献 (Kemp et al., 1998; Schot and Geels, 2008) は、ニッチイノベーションにおける3つの重要なプロセスを整理している。

- ビジョンや期待に関する調整・修正によって、イノベーション活動に指針を与え、外部の関係者からの注目と資金を集めることを目指す。
- ネットワークの構築とより多くのアクターの関与によってニッチイノベーションのリソース基盤を拡大する。
- 技術設計、市場の需要とユーザーの嗜好、必要なインフラ、組織の課題、ビジネスモデル、政策手段、象徴的な意味など、さまざまな次元において学習と調整を行う。

期待がより明確になり広く受け入れられるようになるとき、あるいは、さまざまな学習プロセスと調整の結果として安定的な構成が生じるとき、また、ネットワークが大きくなったとき (特に、強力なアクターの参加は正当性とリソースをもたらす)、ニッチイノベーションは勢いを得る。

4.3.1.3 社会技術的なランドスケープ

ランドスケープはより広い文脈であり、それはニッチと体制の動態に影響を与える（Rip and Kemp, 1998）。これは歴史家 ブローデルによって提案された長期持続「long durée」の概念と類似性を持ち、社会を維持する技術的・物的な背景要因のみならず、人口動態、政治的イデオロギー、社会的価値、マクロ経済パターンなどをも含む。この多様な要因が組み合わせられて「ランドスケープ」を構成する。それらはニッチおよび体制レベルのアクターが短期的には影響を持ち得ない外部の文脈を形成する。通常、ランドスケープレベルはゆっくりと変化する。

図1は、社会技術的システムの転換において3つのレベルが動的にどのように相互作用するかを示す概念図である。システムごとに異なるものの、一般的な動的パターンは、異なるレベルでのプロセス間の相互作用から生じる転換によって特徴付けられる。(a) ニッチイノベーションが内的な勢いを増し、(b) ランドスケープレベルでの変化が体制に圧力をかけ、(c) 体制の不安定化がニッチイノベーションにとっての「機会の窓」を生み出す。これらの相互作用はさらにいくつかの段階、例えば出現、離陸、加速および安定化、に細分化することができる（Rotmans et al., 2001）。

重要なことは、MLPはシステム転換を唯一の「原因」やドライバーに起因すると考えるのではなく、複数の次元における複数の側面において、相互に結びつき強化し合う多くのプロセスによって理解しようとすることである。

4.3.2 インドネシアの再生可能エネルギー開発と社会技術システム

4.3.2.1 インドネシアの電力供給に関わる社会技術システムの体制（レジーム）

ここで、インドネシアの電力供給に関わる社会技術システムを構成する要素を整理する。社会技術システムは技術（あるいは科学）、サプライチェーン・インフラ（あるいは産業）、市場、規制（あるいは政策）、ユーザーの習慣、そして文化的な意味合いを構成要素とし、それぞれが独自のダイナミクスを持ちながらも共進化的な相互関係を持つ。

①科学・技術

インドネシアでは、国内における原油精製技術が発達していないため、採掘された原油を近隣諸国に輸出して精製し、より高い価格で再輸入している。政府は、輸入されたガソリンを低価格に抑えるため補助金を付してきたが、補助金が国家予算の3割～4割を占めたため、ジョコ・ウィドド新政権は2015年1月から補助金を撤廃した。その結果、ガソリン等の価格が約3割値上がりし国民の一部からは不満の声も上がっているが、国内企業は補助金廃止を歓迎している。補助金で安くなったガソリンを他国の企業が買い占めるという事態を、補助金廃止により阻止できるからである。このような現状を踏まえると、国内における原油精製技術の開発・高度化が、将来的にインドネシアに課せられている重要な技術開発課題の一つであると想定される。

2004年、国家社会経済の発展に向けて「2005年～2025年の国家長期開発計画（National Long-Term Development Plan：RPJPN 2005-2025）」が策定された。これは、それ以前の国家計画を刷新し、あらゆる分野の基本計画となるものである。RPJPN 2005-2025における科学技術の方向性については、知識集約型経済の確立、科学技術力の確立の2点が掲げられている。長期計画であるRPJPN 2005-2025は、5年間ごとに「国家中期開発計画（National Medium-Term Development Plan：RPJMN）」と呼ばれる4つの中期計画に分けられている。科学技術に関する記述を見ると、第2次RPJMN（2010年～2014年）では、人的資源の質の向上、科学技術力の確立、経済的競争力の強化に焦点を当てており、重点分野として、食料安全保障、新・再生エネルギー、運輸、情報通信、防衛と安全、健康と医薬、材料の7分野が列挙されていた。次の第3次RPJMN（2015年～2019年）では、利用可能な天然資源の重視、質の高い人的資源の確保、科学技術力の強化と経済競争力の確立を重視した総合的かつ安定的開発の実現という目標を記述している。第3次RPJMNでは、グリーン・エコノミーの観点を重視しており、例えば環境分野関連の戦略課題として、食料の安全保障、エネルギー安全保障、水の安全保障、環境、海洋・海事の問題が取り上げられている。

一方で、研究の実施には多くの課題を抱えている。インドネシア最高レベルの研究機関であるインドネシア科学院（LIPI）は、約4600人の職員を抱えながらも予算は1.2兆ルピア（90億円）であり、その大半は給与などの固定経費に充当されるため、研究費の大幅な増額が期待されている。また、技術評価・応用を担う技術評価応用庁（BPPT）をはじめとし、航空宇宙庁（LAPAN）、国家標準庁（BSN）、原子力庁（BATAN）、原子力規制庁（BAPETEN）といった国立研究所が存在する。これらの研究所の予算は100%政府拠出である。

研究開発の中心は大学ではなく上記の国家研究所である。研究施設の質も低く、大学の教員は教育、社会貢献、研究の3つを担うため、研究に十分な時間を割くことができない。大学で主として研究を行っているのは教授ではなく、博士号取得の要件に学術誌への論文掲載や学会発表を求められる大学院生であると考えられる。（以上、JST, 2016）

2016年のClean Energy関連の研究開発予算は16.7MUSDであり、その大半は化石燃料利用の効率化（Cleaner fossil fuel）に充てられている。また、再生可能エネルギーに関する研究予算の大半は地熱開発に充てられている。（Mission Innovation, 2016）

② サプライチェーン

石油に関して、インドネシア国内には9ヶ所の製油所があり、インドネシアの製油所が作り出す石油製品のほとんどは国内市場向けであるが、現在の精製能力は成長している内需に対し不十分である。国内の製油所からの石油製品は内需の約6割程度を満たすに過ぎず、残りの不足分は輸入に依存している。シェブロンがインドネシア最大の原油生産企業であり、同国の全原油生産量の約4割を占有している。2番目に大きい原油生産企業はインドネシアの国営石油会社プルタミナで約2割を占めている。プルタミナは上流側の活動に加えインドネシアの製油所のほとんど全てを運営し、且つ原油の調達・石油製品の輸入・国内市場への石油製品の供給を行っている。又、同社の国内石油小売市場の独占は2004年に終わったが、2010年初頭まで助成金を支給された燃料に対する独占販売業者であり続けた。2001年に制定された石油ガス法（2001 Oil and Gas Law）によって、石油と天然ガスの上流側を規制する役割はプルタミナからエネルギー&鉱物資源省の石油・ガス規制局（BPMigas）へ移行された。いくつかの要素がイ

インドネシアの石油生産量を押し下げている。地方レベルでの探査認可 や土地買収、油田とインフラの老朽化、未探査堆積層への不十分な投資、スマトラ島南部 地域での石油泥棒などが要因である。 プルタミナは現在、石油生産量の減衰を食い止め且つ内需を満たすべく難局に直面している。同社の支配下にある油田の多くは国内企業の所有技術よりも高度な石油増進回収 (EOR) 技術を必要としている。又、国内の遠隔地における基本インフラの開発も必要となっている。国内企業を支援する規制と対策が不確定なため、これらの油田から石油を回収するための外国投資は僅かなままとなっている。加えて、インドネシアの石油プロジェクトは、同国内で操業している国際石油企業間の不和によっても制限されてきた。

天然ガスに関して、生産される乾性ガスのほとんどは、石油生産時の随伴ガスではなく、オフショアのガス田からである。インドネシア最大級のガス田はスマトラ島南部とカリマンタン島東部に位置している。1970 年以来トタルが操業しているカリマンタン島東部沖の Mahakam 鉱区は現在、インドネシアの乾性天然ガス生産量の約 1/5 を生産している。また、インドネシアの地形が資源開発に課題を呈している。最も豊富な天然ガス鉱区は主要な市場から遠く離れている。又、規制の曖昧さが開発に必要な投資を遅らせている。そのため、2012 年における外国投資は落ち込んでいる。2013 年には、エクソンモービルとスタットオイルは経済的に実行可能なガス田を発見できなかったため深海鉱区の権益を放棄した。インドネシアの天然ガス輸出の大部分は LNG として出荷されているが、約 1/4 は 2 本のパイプラインを経由してシンガポールとマレーシアへ輸出されている。インドネシアの LNG プラントはスマトラ島北部の Arun、カリマンタン島東部のボンタン (Bontang)、ニューギニア島西部の Tangguh に位置している。インドネシアは天然ガスの生産量の低下と国内消費量の増加により、輸出契約義務を果たすため LNG のスポット買いを強いられたため、政府は国内需要に対処するため LNG 受入れ基地と天然ガス移送パイプラインの新設に踏み切った。このように、天然ガス内需の予想される伸びは、政府に内需向けの国産天然ガスを確保する政策を取らせている。

石炭に関して、国内石炭販売量合計の約 2/3 は発電プラントが買い占めている。インドネシアの国営電力会社は国内供給義務 (DMO) の石炭の 70%を購入しており、発電分野が国内炭の最大の消費者である。今後も石炭火力発電能力が増える結果として発電分野の石炭需要はさらに増え続けると考えられる。石炭の使用量の増加により高価なディーゼル燃料や重油の使用量を減らすことができるため、政府は発電プラントで豊富に産する国内炭を使用するよう奨励している。政府は石炭生産者に対し 24%の国内供給義務 (DMO) を設定しているため、石炭の全生産量の約 3/4 が輸出されている。(以上、JPEC, 2014)

③市場

インドネシアの電力市場は、新電力法(2009)の施行以降、スマトラ島・ジャワ〜バリ島に関しては発電部門および小売部門が自由化されているが、その他の地域は国営電力会社 PLN が独占している。電力需要の伸びと資金調達の困難性から、発電部門への外資・民間企業の参入が政策的に特に促進されている。人口増加と経済発展に伴って電力需要は堅調に増加しており、需要の 3/4 がジャワ〜バリ系統に集中している。電気料金はこれまで補助金により電気料金が低く抑えられてきたが、増大する補助金による財政負担を抑制するため、2013 年 1 月、電気料金の値上げが国会で採択された。電気料金を 3 カ月毎に 3~4%値上げすることとされ、2013 年 10 月で合計 15%の料金値上げが行われた。電気料金に対する補助金は PLN の電気料金収入等では

賄いきれない発電コスト等の赤字分の補填をしており、PLN は一括してこの補助金を受領する。これにより燃料費が高騰しても電気料金が安く抑えられるようにしている。なお、政府補助金は財務省令により計算方法が決められており、料金区分ごとに電力販売価格と発電コストを比較し、電力販売価格が小さい場合に、その差額に基づき補助金を算定している。

④規制・政策

本研究の他の章において詳述されているため省略するが、インドネシア政府は成長する電力需要への対応、そのための投資の確保を最優先するため、「クラッシュプログラム」の設定など、化石燃料を中心とするレジーム技術の発展を政策的に支援している。温暖化対策や地方電化などの目標により、ニッチ技術である再生可能エネルギーへの政策的な支援も存在するが、送電網が十分に発展していないこと、電力系統運用者である PLN は再エネの開発に消極的であると言わざるをえず、電力系統への統合がうまく進まないこと、固定価格買取制度も存在するが収益性を確保できない水準で買取価格が設定されており、投資家にとって魅力がないこと、などニッチ技術の成長を阻む規制・政策が多数存在している。

⑤ユーザーの慣習

先行研究(P. Fithuri, et. al., 2015)によると、特に電力消費量の多い中・高所得者は、電力料金が安いと感じている人が多く、省エネの選択肢について理解も高くないため、省エネ行動に結びつかないと分析されている。一部地域の調査であること、また、補助金撤廃前の調査であることに注意は必要であるが、ユーザーの慣習として、長期間にわたる補助金政策の影響によって、省エネ行動が慣習化されていないことは想像に難くない。ユーザーの慣習に関する情報は限定的であり、今後調査の余地があると考えられる。

⑥文化的意味

各技術が社会的にどのような意味を持つのか、を調査した事例は見当たらなかった。そこで本研究の次のステップとして、テキストマイニング手法を用いて公共的な場での議論（新聞の社説、NGO の主張や政府の資料など）においてどのような価値と結びつけて議論されているかを分析することを検討している。例えば石炭火力発電が「大気汚染の源」と捉えられるか「雇用促進」「安価」と捉えられるか、あるいは風力発電が「グリーン」と捉えられるか「漁業の障害」と捉えられるかは人によって、あるいは社会によって異なるため、それによってとりうる政策や普及する技術も異なると考えられる。

⑦サブシステム間の相互関係に関する分析

上記のサブシステムは相互に調整され、進化することで安定的な構造を生み出し、変化に対する抵抗を生み出す。

インドネシアの場合は、化石資源に恵まれた国であり、その開発によって外貨を取得するとともに国内産業・雇用を発展させ、経済成長を実現してきた。科学研究・技術開発はその大部分を僅かな国家予算に依存し、その大半はレジーム技術である化石燃料に関する技術開発に充てられる。これは化石燃料に関する巨大産業、特に国営企業を抱え、これらが研究予算を所管する政府に対する影響力を持つことも大きな要因であると考えられる。市場は一部が自由化さ

れたとはいえ料金規制は残っており、柔軟な料金設定が行えない一方で、政策面では発電側で再生可能エネルギーに対する買取価格が低く抑えられ、化石燃料による発電が有利となる構造になっている。さらに、長期間の補助金政策によって電力消費者には「電力は安いもの」という認識が浸透している可能性があり、これも技術開発においては比較的高価な新エネルギーの開発よりも既存技術の効率化を志向させ、規制・政策においては電力料金設定と再生可能エネルギーに対するインセンティブの低さに影響していえると考えられる。

4.3.2.2 ニッチ

インドネシアにおいても、ニッチ技術である再生可能エネルギーに対する期待は高い。政府は2025年までにエネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合を23%まで高める目標を掲げており、国営電力会社であるPLNはそれを上回る25%を掲げている(IEEJ, 2016)。導入の中心は地熱と水力であるが、バイオマス・太陽光・風力にも取り組もうとしている。また、無電化地域の電化に対しても、再生可能エネルギーが活用されようとしている。これらのビジョンは再エネ開発に対する期待を高めている。前述の通り国内での技術開発・研究がほとんど行われていないこと、事業経験が少なくノウハウが蓄積していないことなどから、国内産業は未熟であると考えられるが、近年JCM(二国間クレジット制度)を利用するなどにより、日本をはじめとする海外企業が現地企業と共同で再生可能エネルギー事業に投資する事例が増えている(日経, 2018)。

4.3.2.3 ランドスケープ

重要な外部環境の要因としては、世界的な地球温暖化問題への関心の高まり、国家の財政運営などがあげられる。

世界的な地球温暖化問題への関心が高まるにつれ、国際金融機関が石炭火力発電所プロジェクトに対する融資をしない方針を決定したこと、また各国の脱化石燃料化を志向するエネルギー政策によって上流資源開発への投資が進まないことや、外貨獲得源である石炭輸出が減少すること、など様々な要素が考えられる。これらの要因は、既存レジームに変化の圧力をかけており、エネルギー源の多様化、再生可能エネルギー開発の推進、へと向かわせている。一方、国営電力会社の財政的な持続可能性、化石燃料補助金が一時期25%をしめていた国家財政の健全性回復、なども喫緊の課題として存在している。これらの外部環境要因は必ずしも既存レジームに変化を求める方向には作用しておらず、むしろ、既存レジームの安定性を強化する方向に作用すると考えられる。

4.3.2.4 再生可能エネルギーによるシステム転換の課題

以上を踏まえると、再生可能エネルギーが既存レジームを相当規模で置き換えるためには、ランドスケープレベルで存在している国家・電力会社の財政面の課題にある程度の目処が付き、ニッチ技術の発展の機運がさらに高まった状況で、レジームを形成する各サブシステムの総合的な変化が実現される必要がある。そのためには、それらに対して異なる意見をもつステークホルダーの認知構造を比較し、対立を調停しうる方策を検討することが有効である。つまり、

「再生可能エネルギー開発を促進する政策を提言する」という前提にたてば、こうした対立の調停が可能な政策案の設計を行うことが望ましい。ただし、後述する通り、この前提については十分に吟味する必要がある。

- ・ 新エネルギー開発に係る研究予算の拡大
- ・ 新エネルギー産業およびサプライチェーンの確立
- ・ 再生可能エネルギーの価値が価格に反映される市場の確立
- ・ 再生可能エネルギー事業に関する適切な用地取得・許認可・買取価格の制度設計
- ・ エネルギー消費を節約し、グリーンエネルギーの価値を認識する消費者の嗜好
- ・ 再エネが燃料を節約し持続可能な社会構築に貢献する、とのシンボル性の確立

4.3.3 考察

以上では、政策提言に必要な政治的文脈への理解を促進するアプローチを検討するため、インドネシアを対象として、Geelsらが提唱するMLP(Multi Level Perspective)を用いて検討を行なった。具体的には、電力供給に関わる社会技術システムについて分析し、化石燃料を用いた既存レジーム技術へのロックイン構造によってニッチ技術である再生可能エネルギー開発が妨げられている可能性について考察した。

第4.2節で検討した通り、望ましい結果とそれを達成するための望ましい手段について社会に合意が存在せず、利害対立が存在する場合、「意識的に意思決定者の権利を擁護しうる」政策提言を行うためには、科学者が「代替政策の誠実な仲介者(Honest Broker of Policy Alternative)」として機能し、対立する関係者が妥協しうる新たな政策オプションを生み出すことにより、利益や価値の対立を乗り越えて実践的行動が起こることに貢献することが有効である。ここで、インドネシアの電力政策が対処しようとする課題として、「(急増する電力需要に対する)電力安定供給確保」「電化率向上」「温暖化対策」「輸入燃料への依存低下」などがあげられるが、これらの問題構造を同定してそれに対処する最善の方策を検討するというアプローチを取れないという前提に立つと、問題の広がりがある程度把握した上で、大きく検討しうる対処の方向性を分類し、そのそれぞれについてステークホルダーが合意し実践しうる方策を新たにデザインすることが有効であると考えられる。ここで、対処の方向性は「既存のレジームの強化」、例えば化石燃料を用いた発電所を中心とし、原子力やCCSといった既存のレジームと親和的な新技術の導入による対処、あるいは「ニッチ技術によるシステム転換」、例えば再生可能エネルギーを最大限に活用した分散型のエネルギーシステムの構築など、の二つの根本的に異なる方向性が存在すると考えられ、これらのそれぞれについて、合意し実践しうる方策が実際にデザインできるかどうか、提言される政策の有効性を左右すると考えられる。

4.4 政策デザインのアプローチの検討：東南アジアの事例から

前節では、再生可能エネルギーの普及を進める政策提言において、技術と社会との相互作用を考慮すること、特にステークホルダーの利害関係を考慮することが重要であるとの認識のもと、分析のためのフレームワークとその適用例を示した。本節では、政策デザインにおけるア

アプローチを検討し、その問題点と克服の方向性を検討する。ここでは、国際エネルギー機関による東南アジアへの関与事例を詳細に分析し、国際的な政策デザインへの技術協力における政策過程について議論したワークショップの討論内容を参照したうえで、よりよい政策デザインのアプローチを検討する。

4.4.1 国際エネルギー機関による発展途上国の政策デザインへの協力

(1) タイ国の再生可能エネルギー政策デザインへの協力

a) 関与内容

発電コスト低下や政策的な支援による、国内での太陽光発電を中心とする変動性再生可能エネルギー (Variable Renewable Energy: VRE) の増加を背景として、2017年7月、タイ政府エネルギー省 (Ministry of Energy: MoEN) は IEA に対して、電力系統への短期的・長期的な影響の評価を支援するよう依頼した。資金は国営電力会社 (Electricity Generation Authority of Thailand: EGAT) から拠出された。プロジェクトは IEA の再生可能エネルギー課の内部にある再生可能エネルギーシステム統合ユニット (System Integration of Renewables: SIR) が所管し、Mr. Simon Mueller を筆頭とし、Dr. Peerapat Vithayasrichareon, Mr. Craig Hart, Ms. Zoe Hungerford, Mr. Enrique Gutierrez, Mr. Oliver Schmidt, Mr. Yugo Tanaka というチームが評価にあたった。なお、チームのメンバーの7名中5名が、博士号を取得しているか博士課程を修了または在籍中で、科学的な思考形式を共有するチームであったとよい。

当時、タイ政府は2015年に策定された電力開発計画 (Power Development Plan: PDP) を改訂中であり、本影響評価を踏まえて新計画における再生可能エネルギー目標を設定する予定であった。そこで、IEA は PDP2015 における2034年時点の電源構成を Baseline シナリオ (太陽光: 6GW, 風力: 3GW)、それをもとに変動性再生可能エネルギーを増加させたものを RE1 (太陽光: 12GW, 風力: 5GW)、RE2 (太陽光: 17GW, 風力: 6GW) シナリオと設定し、PLEXOS⁶³ という商用ソフトウェアを用いてタイの電力システムモデルを構築し、ディマンドレスポンスや燃料引取契約の有無などその他の詳細な条件設定とあわせて、異なる前提条件の組み合わせにおいて電力システム全体への技術的、経済的影響を分析した。また、その結果に基づいて、より多くの変動性再生可能エネルギーを導入するため、電力システムの柔軟性向上のための具体的方策に関する政策提言を行った。

b) 関与プロセス

モデル構築、分析は全て IEA 側で行われた。モデルの概要やシナリオの内容については、タイ政府関係各省と EGAT の同意を得て決定された。ただし、モデルの詳細や分析結果のデータへのアクセスは、タイ側の関係者にはなかった。プロジェクトの公式の経過報告会が数回行われ、関係者からのフィードバックを得てシナリオの修正が行われた。分析結果はレポートとしてま

⁶³ Energy Exemplar 社がライセンス提供する発電コストモデル構築のためのソフトウェア。

とめられ、IEAの専門家ネットワークと、タイ政府・EGAT関係者からのレビューを経て、2018年10月に出版された⁶⁴。

関係者へのヒアリングによると、IEAに評価を依頼する理由は、IEAは中立性が高い機関であると考えられているために、評価結果に信頼が得られやすいから、とのことであった。また、IEAから国際的なベストプラクティスに関する知見が得られる、との期待も表明された。

なお、IEAからの提言を受けて、タイ政府は電源開発計画を見直し、PDP2018では、2037年時点で太陽光15GW、風力3GWという目標を設定した。タイ政府内でどのように分析結果が取り扱われ、どのように目標設定に至ったかは不明であるが、レポートは関係者から高い評価を受けており、一定の影響を与えていたものと考えられる。

(2) ASEAN Power Grid 構想に関する政策デザインへの協力

a) 関与内容

東南アジア諸国連合(ASEAN)は、増加する電力需要に効率的かつ確実に対応することを狙いとして、各国の電力システムを相互に連係接続する、ASEAN Power Grid 構想を1997年から進めている。その一環として、一部の地域において国家間を結ぶ連係線が建設され、電力取引が行われているが、ごく限られた取引量にとどまっており、構想の実現にはほど遠い状況である。こうした背景において、2018年度のASEAN議長国のタイ政府は、本構想の具体的な進展を狙いとして、ASEANにおける国家間連係線と電力取引の実現可能性について、分析を行うようIEAに依頼した。そこで、IEAは、国家間連係線建設と電力取引による費用対効果を定量的に評価することとし⁶⁵、上述の再生可能エネルギーシステム統合ユニットが担当することとなった。

ここでもPLEXOS®を用いて、東(ベトナム、カンボジア、ラオス)・中央(タイ)・南(マレーシア、シンガポール)・北西(ミャンマー)の4地域の電力システムとその間の連係線がモデル化され、2035年時点における連係線の容量、取引の形態(長期売買契約に基づく取引か、市場価格に基づく取引か、等)、再生可能エネルギーの導入量、デマンドレスポンスの有無、といった異なる前提条件の組み合わせによるシステムの総費用について比較分析が行われた。

b) 関与プロセス

モデル構築、分析は全てIEA側で行われた。モデルの概要やシナリオの内容については、ASEAN Power Gridを所管する事務局の一員であるEGATの同意を得て決定された。また、ASEAN各国の担当局長クラスの会議において分析の途中経過が報告され、フィードバックを得てシナリオの修正が行われた。なお、モデルの詳細や分析結果のデータへのアクセスは、ASEAN側の関係者にはなかった。

分析結果を踏まえて政策提言がまとめられ(文書は非公開)、2019年9月に開催された第37回ASEANエネルギー大臣会合においてIEA事務局長より説明が行われた。その結果、本会合において採択された声明文には、「IEAとタイ政府が主導した分析において、増加する風力や太陽光な

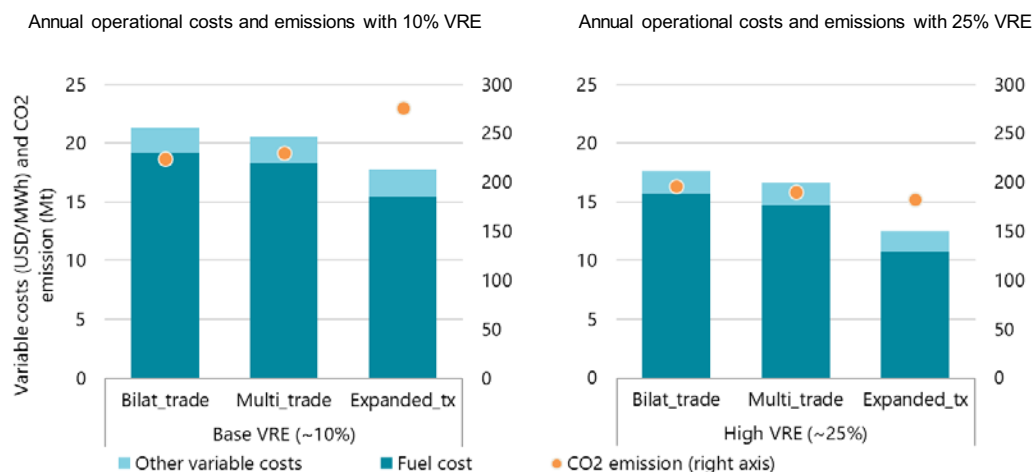
⁶⁴ IEA, 2018. “Thailand Renewable Grid Integration Assessment,” IEA/OECD, Paris, 2018.
<https://www.iea.org/reports/partner-country-series-thailand-renewable-grid-integration-assessment>

⁶⁵ このほか、ガス・石炭・電力市場課が、国際的な知見をもとに国家間電力取引市場の設計について具体的な提言を行った。

どの再生可能エネルギーを電力システムに経済的かつ安定性を維持して統合するうえで、ASEAN Power Gridが便益をもたらす可能性があることが定量的に示された。「ASEAN Power Gridの推進に関して提言された内容についてのフォローアップを各国政府に要請し、次回のエネルギー大臣会合において報告することを求める」と記された⁶⁶。また、分析結果についてはレポートにまとめられ、2019年10月に出版された⁶⁷。

c) 主な分析結果

図27は、モデル化された電力システムにおける、単位当たりの総運転費用と、CO2総排出量を、比較したものである。左側の図は電力システムの発電容量における変動性再生可能エネルギーの比率が10%の場合、右側の図は25%の場合である。それぞれの場合において、「Bilat_trade」「Multi_trade」「Expanded_tx」、すなわち、現状の連係線容量で現状通りの相対取引を行う(Bilateral trade)、現状の連係線容量で経済合理性に基づいて市場取引を行う(Multilateral trade)、最適化された連係線容量で経済合理性に基づいて市場取引を行う(Expanded transmission)、という3つのケースが想定されている。ここで、再生可能エネルギー比率が低い場合、連係線容量の拡大と市場取引は、運転費用の減少をもたらすが、二酸化炭素排出量の増加を引き起こす。これは、域内の石炭火力発電所の発電量が大幅に拡大するためである。一方、変動性再生可能エネルギーの比率が高い場合は、現状の連係線容量と取引形態では、電力システムにこれらの電源を完全に統合することができず、出力抑制が発生する。そのため、連係線容量と取引の拡大によってこれらの電源を統合することにより、運転費用と二酸化炭素排出量の両方の減少を可能にする⁶⁸。



(出所) IEA, 2019

図19 各シナリオの運転費用と二酸化炭素排出量の比較

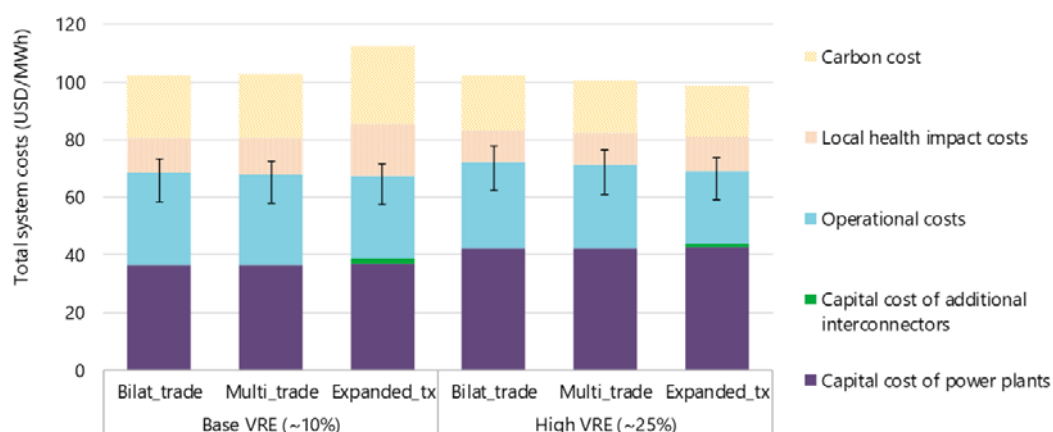
⁶⁶ Joint Ministerial Statement of the 37th ASEAN Ministers on Energy Meeting. 4 September 2019, Bangkok, Thailand. URL: https://asean.org/storage/2019/09/AMEM37_JMS-Final.pdf

⁶⁷ IEA, 2019. "ASEAN Renewable Energy Integration Analysis," IEA/OECD, Paris, 2019.

<https://www.iea.org/reports/asean-renewable-energy-integration-analysis>

⁶⁸ Ibid. pp.21

また図 28 は、電力システムの固定費用や大気汚染による健康被害といった外部費用を含めてシナリオ間の比較を行ったものである。なお、図中のエラーバーは、総システム費用の算出において、燃料費・投資コストの不確実性を利用可能なエビデンスに基づいて考慮した場合の誤差範囲を示す。この分析をもとに、いずれの再生可能エネルギー比率の場合も、連係線への投資費用は運転費用の減少に比べて小さく、連係線と市場取引の拡大が便益をもたらすことが示された。また、再生可能エネルギー比率が 10%と 25%の場合を比較すると、再生可能エネルギー比率の増加は総システム費用を増加させるが、燃料費や投資コストの不確実性による誤差範囲と比較すれば大きな増加とは言えず、外部費用まで考慮に入れば便益をもたらすことが示された⁶⁹。



(出所) IEA, 2019

図 20 各シナリオのシステムコストの比較

4.4.2 現状の政策デザインへの関与方法の問題点

本節では、上記で取り上げた例について、本研究の本論で論じた視点から批判的に捉え直すことによって、国際機関による発展途上国の政策デザインへの関与において、一般的に見落とされている可能性が高い側面を指摘する。

まず、分析過程のブラックボックス化が挙げられる。使用されたモデルを含め、分析がいかなる前提に基づいて行われたかが十分に示されないことが多い。上記の事例では、方法や結果の概要については関係者に確認が行われたものの、あらゆる前提条件やデータ諸元などについて、関係者が理解しているわけではない。また、出版されたレポートにも、あらゆる前提条件やデータ諸元、その参照元が公開されているわけではない。商用ソフトウェアやデータを使用していることや、他機関・他組織における分析結果を用いていること（すなわちそのデータを作るために別の前提に基づくモデルが使われている可能性もあるが、すべては把握できない）により、公開できない情報が多いことが要因として考えられる。また、詳細に前提条件を記述しよ

⁶⁹ Ibid. pp.35

うとしても、出版物を読者にとって読みやすく簡潔に保つ必要があることから、主要な情報のみに絞らざるを得ないことも要因の一つであると考えられる。

こうした分析過程においては、結果の有用性に関する政府関係者からのフィードバックを踏まえて、前提諸元を含む分析方法が微修正される。このようにして、ブラックボックス化した分析において、発展途上国の政策デザインにおいて実質的に大きな影響力を有しているエリートの期待や意向が、分析結果に少なからず反映される。こうした結果が価値中立的に行われたものとして用いられることで、エリート主義の権力構造を一層強化する恐れがあるように思われる。

例えば、上記のASEANの事例では、分析対象の地域を限定し、前提とする価格諸元を操作することで、結果として費用対効果が得られるようにすることは、いくらでも可能なのである。つまり、ASEAN Power Gridを推進する必要がある、という示唆を得るために分析方法を操作することは、分析過程がブラックボックスとなってしまうれば理論上は容易にできるのである。実際にそのようなことが行われたかは明らかではないが、こうした危険性にさらされていることを視野に入れずに、半ばブラックボックスとなった分析結果が、価値中立的なものとして信じられて利用される可能性は否定できない、と言える。

一方、こうしたモデル分析が、社会全体の発展を最大化させることを目指すトップダウンの視点を色濃く反映させたものである、という批判も存在する。国際連合の「持続可能な開発のための2030アジェンダ」において、193か国の加盟国は「地球上の誰一人取り残さない」ことを誓っている。これは、極度の貧困からの脱却、不平等の是正、差別の撤廃、最も取り残されている人々のために最優先で取り組む、といったことについて明確な行動を起こすことを意味する⁷⁰。特に、「持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals: SDGs)」の目標16は「持続可能な開発に向けて平和で包摂的な社会を推進し、．．．(中略)．．．あらゆるレベルにおいて効果的で責任ある包摂的な制度を構築する」ことを定めており、政策策定の当初から包摂性を評価・監視する仕組みを組み込むことが重要であるとされている⁷¹。これは、採算の取りやすい地域から整備していく通常のインフラ整備の考え方を逆転させ、最も取り残されている地域に最優先で対応する方法をまず検討することを求めるものである。しかしながら、上記のモデル分析によるアプローチでは、最も費用対効果が得られやすい範囲のみを評価しており、その範囲外に多く存在する「最も取り残されている人々」に対して優先的に考慮するものではない。また、モデルの評価範囲内に存在する無電化地域についても、こうした地域では十分な送電インフラが整備されておらず、国家間の送電システムの整備によってその状況が改善されるわけではないことが、考慮されていない⁷²。こうした批判は、モデル構築において必要になる問題構造の定義が、政策決定に大きな影響力を有する少数のエリートの意向に基づいて行われることによって、暗黙のうちに優先順位づけ(最も取り残されている少数の利益よりも、全体の利益を優先する)がされてしまっていることへの批判と受け取ることができる。

⁷⁰ United Nations Development Programme (UNDP), 2018. What does it mean to leave no one behind?: A UNDP discussion paper and framework for implementation. 2018.

⁷¹ United Nations (UN), 2019. Leaving No One Behind: A UNSDG Operational Guide for UN Country Teams (Interim draft). 2019.

⁷² Crowley, J., 2019. Consideration of alternative sustainability strategies. Presented at the 2nd East Asia Energy Forum on 2nd September 2019. Bangkok, 2019

さらに、こうしたモデル分析の前提となる、電力需要の予測についても批判の余地がある。上記のタイの分析において、将来の電力需要は、過去の需要増加のトレンドや想定される人口・GDP 成長率に基づいてタイ政府によって算定された電力需要の予測値を用いている。30 分毎の需要変動については、同じくタイ政府によって算定された最大電力需要の予測値にもとづき、ソフトウェアの機能（標準化された架空の需要カーブを適用）を利用して作成されている。ASEAN の分析においては、同じく過去の需要増加のトレンドや、想定される人口・GDP 成長率及びエネルギー効率の改善率、に基づいて他研究機関⁷³が予測した数値を用いている。1 時間ごとの需要変動については、過去の実績データから得られた需要カーブを、年間電力需要にあわせて修正したものをを用いている。いずれの場合においても、エネルギーの需要量及び 1 時間（30 分）毎の需要変動、に大きな影響を与えらると思われる、ライフスタイル⁷⁴に本質的な変化が起こる可能性は想定されていない。

しかし、こうしたライフスタイルの要素を想定することは本来困難である。筆者が 2016 年 8 月にミャンマーにおいて実施したフィールドワークでは、首都 Nay Piy Taw から 30 分程度の距離であるにも関わらず送電線が延伸されてきていない Zay Kone 村の 64 世帯のうち 31 世帯にインタビューを行い、村民のライフスタイルを調査した。その結果、低～中所得層の住民の多くは、小さな太陽光パネル（数世帯で共用）と鉛蓄電池、LED ランプと携帯電話を所有していた⁷⁵。また、彼らの多くは「今の暮らしは幸せだ」と答えた。一方、高所得層の家庭にはテレビ、冷蔵庫、オーディオ機器、ディーゼル発電機等を所有している家庭もあり、「常時使える電気が欲しい」と述べていた。こうした事例は、同一地域内にも多様なライフスタイルが存在するうえ、必ずしもエネルギーの消費量が多いほど幸福であるとは限らない、という忘れられがちな事実改めて目を向けさせる。経済成長にしたがって広い家に住み、多くの家電を保有し、多くの電力消費をするようになる、という仮定をもとにエネルギー消費を想定し、それにあわせてインフラ整備を行うことは、持続可能なライフスタイルに向けた積極的な変化によってエネルギー消費量の削減を目指そうとする方向性とは逆行する。しかしながら、別のライフスタイルを想定することまでは、通常分析では考慮されないのである。

以上の考察を踏まえると、政策デザインに対する技術協力において、専門家や意思決定者の前提認識に基づいて分析が行われることや、無意識に優先順位付けが行われてしまうことを、客観的に批判し是正する機能が必要であると言える。特に、通常政策過程では見落とされがちな、「最も取り残されている人々」への対応やライフスタイル変化の可能性についても、考慮される必要があると言える。

⁷³ ASEAN Center for Energy, 2017. “The 5th ASEAN Energy Outlook,” Jakarta.

⁷⁴ 例えば、一般的に、家庭部門のエネルギー消費量は、世帯人数や気温などのほか、世帯所得、床面積、家電保有数などの要因によって規定されていると考えられる。こうした要因は GDP の増加関数として想定されることが多い。

⁷⁵ この村落は、世界銀行の CDD(Community Driven Development)プロジェクト(2012-2021)による支援を既に受けていた。世帯ごとの所得区分も、同プログラムの一環で分類されたものを使用した。

4.4.3 国際機関，科学者，ASEAN 関係者によるパネルディスカッション

上記の観点について関係者の認識を聴取し，また共有するため，筆者は，2019年9月2日にバンコクにおいて，第37回ASEANエネルギー大臣会合の公式サイドイベントとして開催された，第2回東アジアエネルギーフォーラム（主催：東アジア・ASEAN経済研究センター）において，”Renewable Energy Development Strategy for ASEAN”と題するセッションを企画した。ここで，ASEANの優先順位に即した電力セクターにおける再生可能エネルギー開発戦略を作るために，どのように国際機関や科学者が関与すべきか，というテーマについて国際機関，科学者，ASEAN関係者による討論が行われた。なお，ASEAN関係者を代表して，ASEAN Center for EnergyからDr. Tharinya Supasa，ベトナム政府からMs. Nguyen Thi Thuyがパネリストとして参加した（表20）。また，ASEAN各国政府の高官，企業や研究機関を含む，80名程度が聴衆として参加した。

表20 パネリストの概要

氏名	所属 ⁷⁶ ；専門性
Dr Peerapat VITHAYASRICHAREON	IEA；再生可能エネルギー，電力システムモデル
Dr John CROWLEY	UNESCO；持続可能な発展，政策過程
Dr Shutaro TAKEDA	Kyoto University；電力システムモデル
Dr Tharinya SUPASA	ASEAN Centre for Energy；エネルギーモデル
Ms Nguyen Thi Thuy	Government of Vietnam；再生可能エネルギー政策

（出所）筆者作成

議論の要点は以下の5点にまとめられる。

（1）関係者の間で問題認識を共有することの重要性

再生可能エネルギーの電力システムへの統合と導入促進を進める上で，関係者間で問題のフレーミングを共有することが重要であることについては，パネリストの間で概ね合意が存在していた。例えば，国家間の双方向の電力取引の実現には，税制度や技術基準など，国家間で多くの合意が必要になる。それぞれの国が異なる関心，経済状況，政策をもっているために，こうした交渉は非常に時間がかかり困難である。一方，国家間で取引を行うことのメリットは国家間の違いによるのであり，国家間で共有されている問題にしたがって，どのレベルの市場統合を目指すのが適切か判断すべき，との意見もあった。

また，新たな技術の普及には，既存の市場，政策，組織のあらゆる面において再調整が必要になるのであり，異なる省庁，規制機関，その他の関係者が，再生可能エネルギーの普及に向けた課題を共有し，協働しなければならない，との指摘があった。さらに，一般市民にもこうした問題認識は共有されなければならない，タイが設置した再生可能エネルギー広報センターなどは良い例となるとの意見もあった。

⁷⁶ パネリストは個人の立場で参加しており，所属組織の見解を代表するわけではない。

(2) 特に、ファイナンスが最も悩ましい課題

上記の問題認識の共有について、どのような形で再生可能エネルギーを普及させるにしても、ファイナンスが最も大きな課題になっているとの認識が、パネリストの間で共有されていた。ASEAN 関係者の 2 名のパネリストは、ASEAN 電力セクターにおける再生可能エネルギー開発において、最も障害になっているのはファイナンスの問題であると述べた。投資判断に必要なデータの不足や、不透明で長期間にわたる許認可プロセスが、海外の投資家にとって障害になっていると述べた。また、大規模な国家間の連係線の建設は困難であるように思われる、と指摘した。一方、「最も取り残されている人々」への対応を優先させるために有効であると考えられる分散型エネルギーシステムの構築についても、既存の大規模集中型のエネルギーシステムと比較して小規模で多数の取引を行わなければならないことなどから、ファイナンスが大きな障害となると指摘された。

(3) 政策デザインのためのデータや分析手法の不足

多くのパネリストが、ASEAN の政策デザインを支援する上で、データの利用可能性が最も大きな障害になっていると述べた。新たなデータベースが構築され、国家間でデータが比較可能になり、現在共有されていないデータが共有されれば、分析の際に多くの仮定を置く必要がなくなり、分析の質を高められる。さらに、ある機関が行った分析を他の人が批判して客観性を高めることができるようになる、と指摘された。また、包摂性といった要素を従来のモデルの中で扱うことの技術的な難しさについても指摘があった。

(4) 異分野融合と組織間の協業が不可欠

すべてのパネリストが、よりよい政策デザインのために異なる組織間の協業が重要性であると述べた。第一に、科学者と政策立案者との協業である。特に、科学者は論文誌に研究結果を掲載するだけでなく、研究成果にもとづいて政策立案者にとって参考になる提言を行うべき、との主張があった。また、科学者と政策立案者の双方がお互いのニーズを理解しあうことが必要との意見もあった。さらに、政策立案者が前提にしている問題認識、あるいはフレーミングを、科学者が批判し政策立案者に再考を促すことが有効ではないか、との提案があった。第二に、より広い専門分野の融合である。異なるライフスタイルや社会構造への積極的な変化を追求することによってエネルギー需要構造を変化させようとする取り組み、特にこの取り組みに「最も取り残されている人々」をさらに取り残さないようにするための取り組みは、もはや技術・経済的な問題ではない。例えば文化人類学者や社会学者などが関与すべき問題である。政策デザインにはこうしたより広い分野の専門家が関わるべきであり、大学はこうした学際融合を生み出す人的ネットワークのハブにもなりうる、との指摘もあった。

(5) 専門家は「政策代替案の誠実な仲介者」であるべき

なお、パネルディスカッション終了後、聴衆に対して事前に配布した質問票への回答を依頼した。ASEAN の電力セクターにおける再生可能エネルギー開発、という文脈に限定したうえで、政策デザインに専門家がどのように関与すべきと考えるか、聴衆の認識を確認した。分析枠組みはピールケの科学者の関与方法の分類を用い、(1) 専門家は知識だけを提示すべきか意思決定者が取りうる行動案を提示すべきか、(2) 専門家は意思決定者の選択の幅を広げるべきか狭める

べきか、という2つの質問への回答を求めた。その結果、「政策代替案の誠実な仲介者」としての関与方法が、聴衆が望ましいと考える関与方法であることが分かった（表 21）。

表 21 政策デザインへの専門家の関与方法についての質問票の集計結果

専門家の政策デザインに対する望ましい関与方法は …	知識のみを提供する	知識だけでなく行動案を提案する
意思決定者の選択の幅を狭める	2	4
意思決定者の選択の幅を広げる	3	11

※有効回答数：20

（出所）筆者作成

このデータからは、東南アジアにおける持続可能なエネルギーシステムを目指した政策デザインにおいても、「政策代替案の誠実な仲介者」としての科学者の関与は歓迎される可能性が高い、と言える。もちろん、質問票への回答数は少なく、回答者には意思決定者も専門家も含まれており、政策デザインの文脈について同一の理解を共有しているか不明である、といった限界があり、留意が必要である。

1 つめの質問について、「知識のみを提供する」と回答した理由として、行動案を提案すべきかどうかは意思決定者に判断を仰ぐべき、といった回答があった。また、「行動案を提案する」と回答した理由として、専門家は取りうる解決策の方向性とその利点・欠点を示すことが期待されているため、また、意思決定の効率を高めるため、といった回答があった。

2 つ目の質問について、「選択の幅を狭める」と回答した理由は、専門家は最も良い選択肢を決定することを助けるべき、との回答であった。一方、「選択の幅を広げる」と回答した理由は、選択の幅を狭めるのは意思決定者の役割であり、専門家は選択肢とその長所・短所を示すことが役割であるため、といった回答であった。

4.4.4 考察

以上から、発展途上国における持続可能なエネルギーシステムを目指した政策デザインに対する技術協力、という文脈において、科学者が如何に政策デザインに関与できるかを考察したい。

要請主義の立場からは、政府が課題への技術的知見の供与を要請していることが前提になるため、その課題設定に即して専門家が分析を行い、政策提言を行うことは如何にも正当であるように思われる。しかしながら上記の事例から、専門家が関与する際にはその専門的視角から分析対象とする課題を絞り込まざるを得ないため、暗黙のうちに専門家の主観が分析結果に表れざるを得ないことが指摘できる。その際、意思決定者の選択の幅を広げるように関与することが、有効であると考えられるが、これが有効に機能するためには、幅広く選択肢が検討されているかどうか、についての外部からの批判が重要であると考えられる。そのため、外部の科学者が、技術支援にあたる専門家の分析の前提認識や政策の問題設定のフレーミングを批判的に捉

え直し、異なる前提認識や問題設定の可能性について検討する機会を設けることが有効であると考えられる。

4.5 おわりに

本章では、技術協力としての政策提言に伴う問題点を克服し、より良い政策提言のアプローチを検討することを目的として考察を行った。まずは理論的に検討を行い、Pielke の「代替政策の誠実な仲介者」を参照し、対象国が直面する政治の文脈を理解したうえで実行可能な政策選択肢を提示することと、選択肢の幅を広げるように関与することが重要であることを述べた。そのうえで、再生可能エネルギー普及におけるステークホルダーの利害関係について分析する MLP フレームワークを導入し、インドネシアに適用して分析を行った。最後に、専門家が政策デザインに関与する際に起こりうる問題とその克服の方向性を、東南アジアを対象として考察した。

以上から、MLP フレームワークなどを活用して分析を行ったうえで専門家が実行可能性を考慮して政策デザインを行うこと、さらに、外部の科学者が、技術支援にあたる専門家の分析の前提認識や政策の問題設定のフレーミングを批判的に捉え直し、異なる前提認識や問題設定の可能性について検討する機会を設けること、それらによってホスト国が取りうる選択肢の幅を広げること、が有効であると考えられる。

ただし、そもそもホスト国政府（あるいは、より狭い行政所管箇所）が選択肢を狭めてもらいたい（予め具体的に決められた政策方向性を裏付けるようなエビデンスを集めるべく技術協力を求めている）場合、この政策提言のアプローチ自体が合意可能な選択肢にはならないだろう、という批判は可能であろう。しかしながら、こうした発展途上国の民主的意思決定プロセスの未熟さや細分化された政府組織間の調整が往々にして新たな社会課題を生み出している現状を鑑みると、問題設定の枠組みを批判的にとらえなおし、ホスト国が希望する選択肢の他にもとりうる選択肢を提示していくというアプローチの意義は全く否定されうるものではなく、たとえホスト国の合意を得られずとも、国際社会の責務として取り組んでいく意義のあるものであるように思われる。

参考文献

足立幸男, 2009, 公共政策学とは何か, ミネルヴァ書房

宮川公男, 1994, 政策科学の基礎, 東経

Charles E. Lindblom, Edward J. Woodhouse, 1992, Policy Making Process, the 3rd ed., Prentice Hall.

Roger A. Pielke, Jr., 2007, The Honest Broker - Making Sense of Science in Policy and Politics, Cambridge University Press

Ailawadi, V.S. and S.C. Bhattacharyya, 2006, Access to energy services by the poor in India: current situation and need for alternative strategies, Natural Resources Forum, 30(1), pp.2-14.

- S.C. Bhattacharyya and G.R. Timilsina, 2009, Energy Demand Models for Policy Formulation – A Comparative Study of Energy Demand Models, The World Bank Development Research Group Environment and Energy Team
- Urban, F., R. G. M. Benders and H.C. Moll, 2007, Modelling energy systems for developing countries, Energy Policy, 35, pp. 3473-82.
- Berrah, N., F. Feng, R. Priddle and L. Wan, 2007, Sustainable energy in China: the closing window of opportunity, The World Bank, Washington, D.C.

第5章 再生可能エネルギー導入に係る社会構造分析

概要

再生可能エネルギーの導入はエネルギーセクターにおける環境負荷を低減する手法として汎く認識されている。一方で再生可能エネルギーは労働集約的エネルギーであり、果たしてサプライチェーン全体を俯瞰した時、その電力生産に関わる労働者への影響は従来電源と比してどうなのだろうか？本章では、マレーシアを例にとり、従来顧みられてこなかったこの問いに対する答えを得るため、学術的見地から定量的な分析を行う。試算手法として、Benoit-Norris らにより提唱されている新たなフレームワークである Social Life Cycle Assessment を適用する。現地統計に基づく試算結果では、電力生産に係る労働者への負荷は、太陽光の場合で 95%、バイオマスの場合で 127%、従来電源と比して増大することを示唆した。故に現時点において、再生可能エネルギーは、特に途上国においては労働者に対しては優しくない電源であると結論できる。しかし一方で、こうした高い負荷は今後の各コンポーネントの価格低下と共に低減していくことが推計され、特に太陽光発電がグリッドパリティを達した場合、太陽光発電の労働者への負荷は従来電源より 60%低くなる。故に再生可能エネルギーは、いずれは環境と同様、労働者に対してもまた優しいエネルギー源となることが予測される。

5.1 導入：再エネの導入は環境と同様に人間社会に対しても優しいのか？

5.1.1 背景

再生可能エネルギーは一般に低炭素電源であり、ライフサイクルでの環境影響を見た場合であっても、その環境への悪影響が低いことは汎く研究により示された事実である。その一方で、再生可能エネルギーの導入が社会に与える影響については様々な考察が存在する。特に、経済的な影響以外の面において、電力を既存電源から再生可能エネルギーに入れ替えることによってサプライチェーンに生じる影響を評価した研究はほぼ存在しないと言ってよい。現在、特に欧米では企業の CSR（企業の社会的責任）の追求が進み、自社の製品について、人権への配慮がなされた環境下で製造が為されることを担保することは個々の企業の責任だとする論調が高まっている。としてこの議論は、発展途上国に対し外部から再生可能エネルギーを支援として導入する場合にも当然当てはまると考えられる。即ち、「再生可能エネルギーの導入が、環境と同様に人間社会に対しても優しいのか」を追求することなしに、再生可能エネルギー開発を推進することはあってはならない。故に本章が目的とするのは、この重要な問いを定量的に考察することにある。

5.1.2 S-LCA 分析

本章の分析が目的とするのは、「再生可能エネルギーによる発電が、環境と同様に人間社会に対しても優しいのか」という大きな問いの答えを導くことであるが、近年まで、このようなサプライチェーン全体を通じた社会影響の推計は非常に難しく、直接聞き取り調査以外の手法はほぼ存在しなかった。しかしながら、サプライチェーンのグローバル化により製品の生産過程が全世界的なネットワークによって行われるようになった今日、世界規模の聞き取り調査を行うことは現実的でなく、このことがサプライチェーン全体での社会影響の推計を困難にしていた。そこで、数年前から発達した手法が、環境工学の分野で発展したライフサイクルアセスメント (LCA) の手法を CSR に援用する「ソーシャル・ライフサイクルアセスメント (S-LCA)」という手法である。本手法は、ある製品の製造にかかる社会影響を、ライフサイクルアセスメントの手法によりサプライチェーンの最上流まで積み上げることにより包括的に推計するものである。本手法は国連環境計画により 2005 年よりガイドラインの策定が始まり、2009 年に Benoit-Norris らにより初めてガイドラインが出版された、学術的にも新しいものである。本ガイドラインに含まれている社会影響を図 21 に示す。

Stakeholder categories	Subcategories
Stakeholder "worker"	Freedom of Association and Collective Bargaining Child Labour Fair Salary Working Hours Forced Labour Equal opportunities/Discrimination Health and Safety Social Benefits/Social Security
Stakeholder "consumer"	Health & Safety Feedback Mechanism Consumer Privacy Transparency End of life responsibility
Stakeholder "local community"	Access to material resources Access to immaterial resources Delocalization and Migration Cultural Heritage Safe & healthy living conditions Respect of indigenous rights Community engagement Local employment Secure living conditions
Stakeholder "society"	Public commitments to sustainability issues Contribution to economic development Prevention & mitigation of armed conflicts Technology development Corruption
Value chain actors* not including consumers	Fair competition Promoting social responsibility Supplier relationships Respect of intellectual property rights

図 21 S-LCA が扱うサプライチェーンのアクターと社会影響 (UNEP/SETAC, 2011)

S-LCA は未だ発展途上の手法であり、その定量化の困難さから推計結果には荒い部分も多い。従って、その計算結果は絶対的な推計として扱われるべきものではなく、あくまで政策決定におけるツールの一つとしてステークホルダーミーティング等を補完する手法であることに注意する必要がある。一方で、CSR に絡む複雑な意思決定に科学的かつ定量的な材料を提供できる点においては有用性が大きく、現在期待を集めている。

5.2 S-LCA 分析の手法

5.2.1 Social Hotspot Database (SHDB)

本研究では具体的に、対象国としてマレーシアを選定し、実プロジェクトのデータに基づき太陽光発電、水力発電、バイオマス発電の 1 kWh あたりにおけるサプライチェーン全体での労働者の人権への負荷を、既存電源と比較することを目的とする。ここで対象国としてマレーシアを選定したのは、フィールド調査の結果、実プロジェクトデータが最も入手容易であるのが当該国であると判断されたためである。

先に述べた通り S-LCA は新しい試算手法であり、国連環境計画 (UNEP) により最初のガイドラインが 2011 年に出版されているものの、未だ国際規格は策定されていない。そこで本研究において筆者は、環境 LCA における国際規格である ISO14040/44 に準拠することで、その試算手法の妥当性の担保に努めている。

S-LCA 分析に必要となるデータベースについては Social Hotspot Data Base (SHDB) を用いた。本データベースは図 22 に示す通り Global IO モデルである GTAP 均衡モデルに基づいて構築されたデータベースであり、133 カ国の 57 産業セクターの労働者への影響データを網羅的に収録したものである。Social Hotspot Data Base は (1) 単価生産あたりの労働者人権へのリスク、(2) 人権負荷が集中する国家またはカテゴリーの同定、(3) 問題の重大さを S-LCA を通じ定量的に推計するための基礎データを提供する。

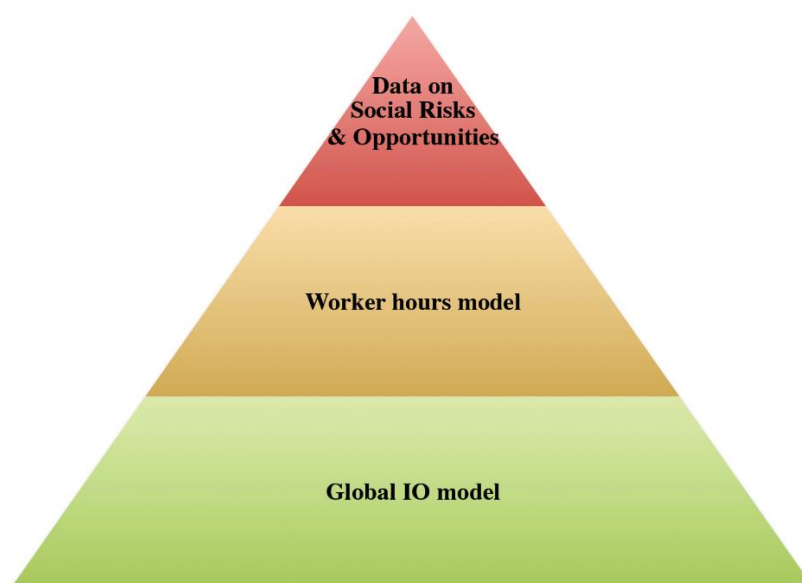


図 22 Social Hotspot Data Base (SHDB) 構造 (Benoit-Norris et al., 2012)

Social Hotspot Data Baseは労働者がある特定の人権リスクにさらされて労働する時間をRisk Hours (RH)として表現する。この Risk Hours の推計手法 (Life Cycle Impact Assessment Method) は Social Hotspot Index と呼ばれ、図 23 に示される5つの大カテゴリー (Social Categories) と22の小カテゴリー (Social Themes) ごとに影響を定量的に算定する。

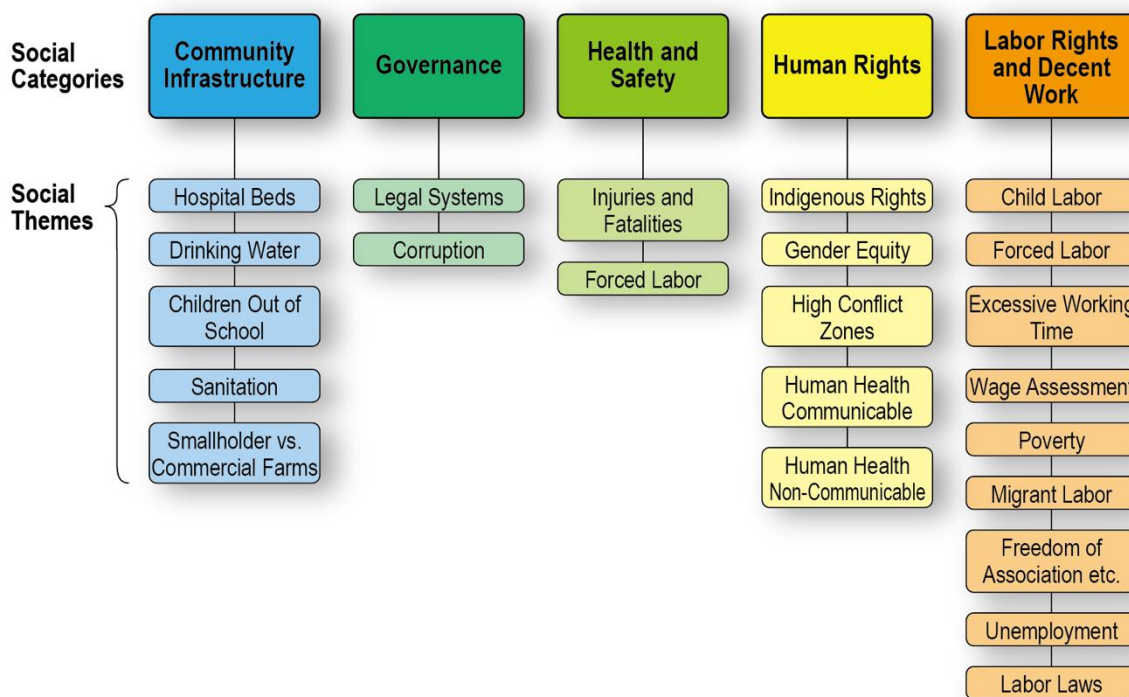


図 23 Social Hotspot Index において推計される影響カテゴリー (New Earth, 2014 を基に筆者作図)

ここで、こうした影響カテゴリーは UNEP/SETAC ガイドラインに沿っているのみならず、労働環境に関する国際認証フレームワークである SA8000 に準拠しているとともに、LCA に関する国際規格 ISO 14040/44 に準拠した分析が可能ないように設計されている。この試算の概要を 図 24 に示す。

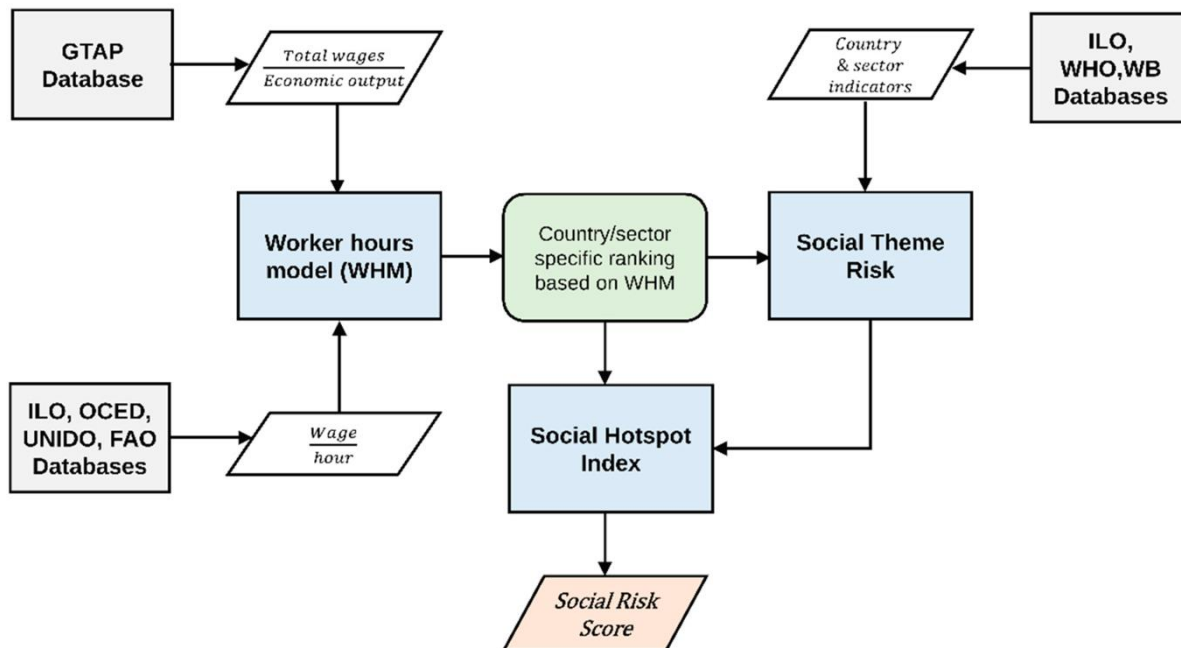


図 24 Social Hotspot Index 試算手法 (Shemfe et al., 2018)

5.2.2 データ収集ならびにモデリング

S-LCA のモデリングに必要なマレーシアにおける再生可能エネルギープロジェクトの実データについては、ASEAN Centre for Energy (ACE)のデータに基づいた。構築されたモデルの概要を図 25 に示す。ここで、太陽光についてはその規模に応じ、1000 kW 以上を大規模 (Large) , 100 kW 以下を小規模 (Small) , その中間を中規模 (Medium) と分類した。

S-LCA ならびにモデリングの詳細な手法については、別添 3 の出版論文を参照のこと。

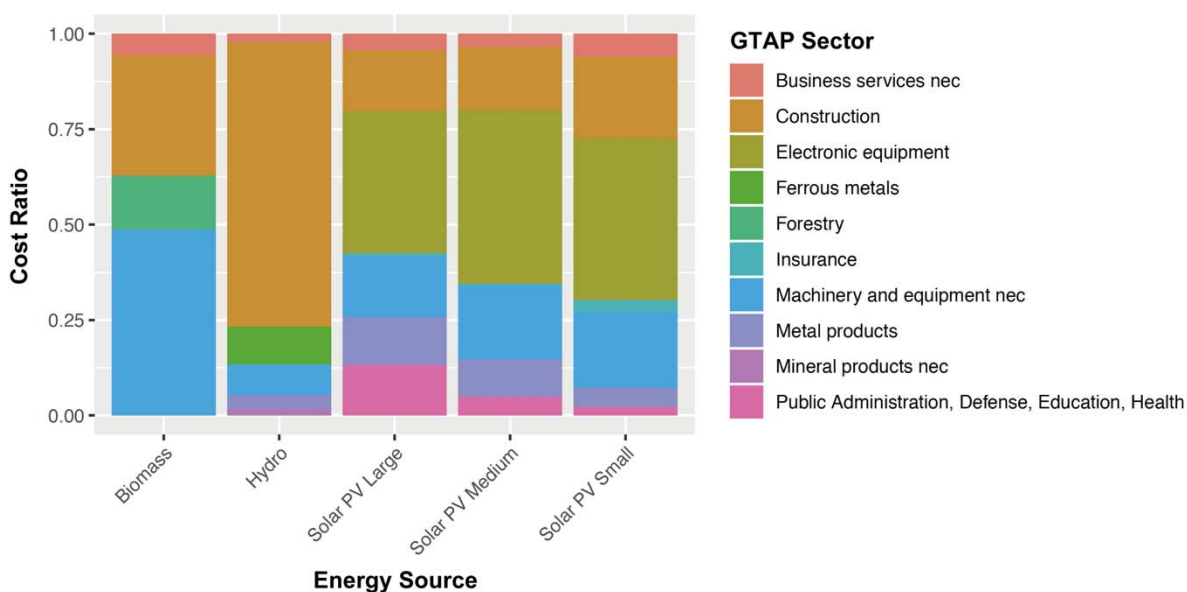


図 25 マレーシアにおける再生可能エネルギーのコスト構造データ (筆者による)

5.3 試算結果

5.3.1 影響分析結果 (Life Cycle Impact Assessment)

マレーシアにおいて同じ量の電力を発電する際における太陽光・水力・バイオマスの3種類の再生可能エネルギー電源の社会影響の試算は、現在の電源構成で発電された電力と比べ、図26の通りと試算された。ここで、高いスコアは、より労働者への悪影響が大きいことを示す。図26において社会影響は「労働者の権利および労働環境」「健康と安全」「人権」「ガバナンス」「コミュニティインフラストラクチャー」の5つの大カテゴリー (Social Category) ごとに示されている。

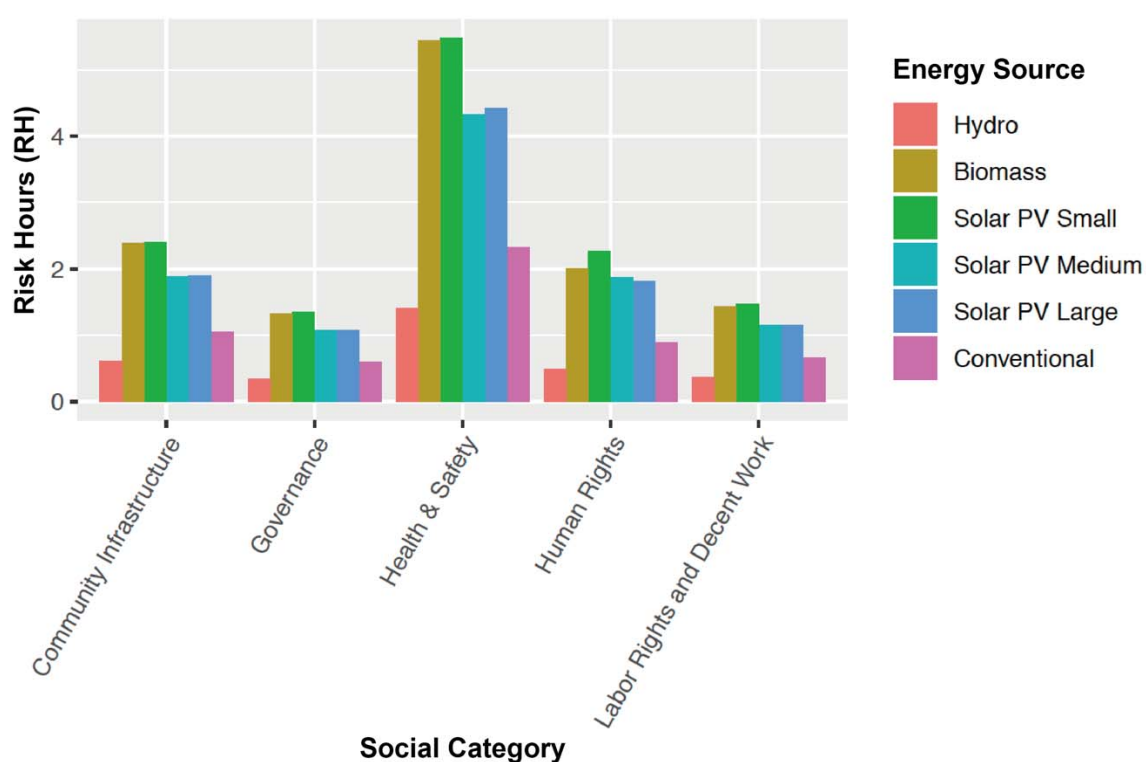
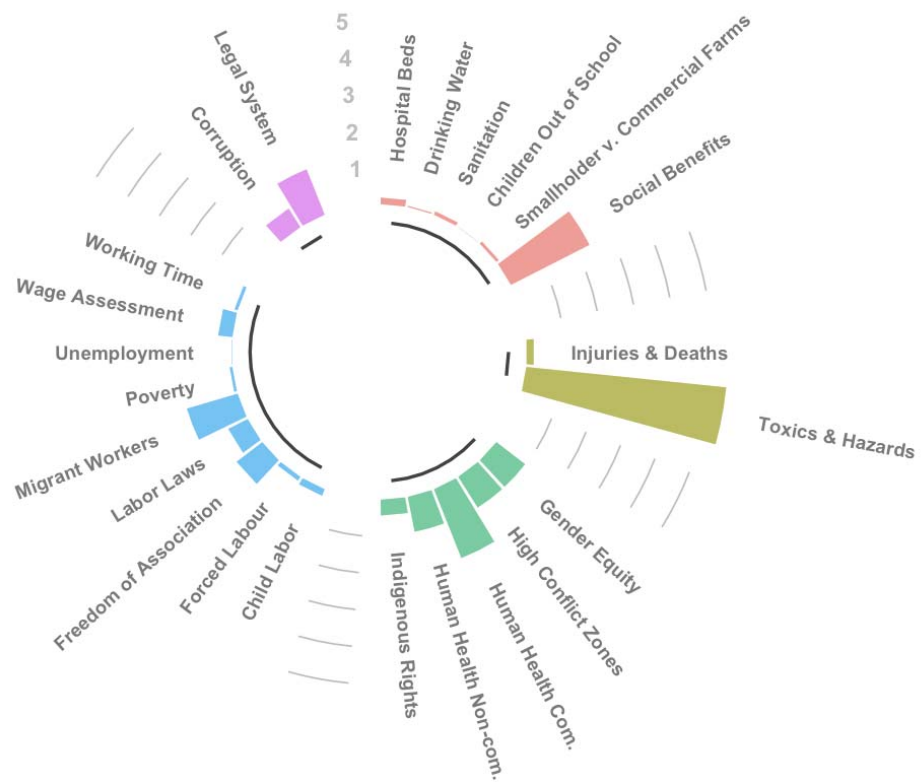
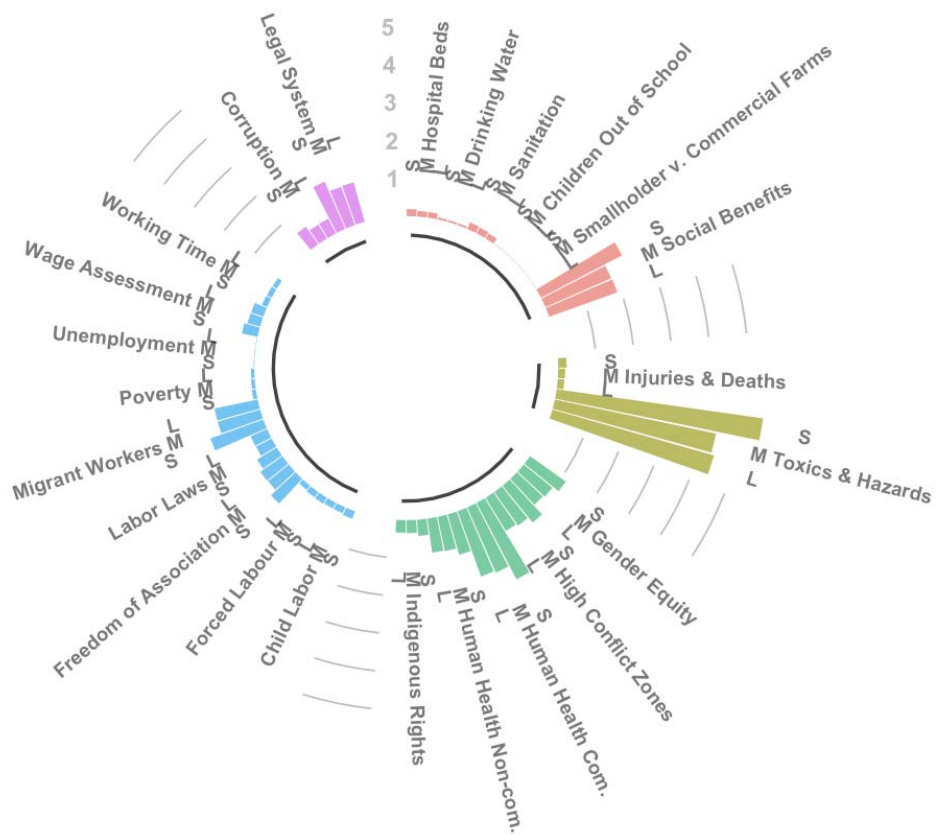


図 26 マレーシアにおける再生可能エネルギー発電にかかるカテゴリー別社会影響

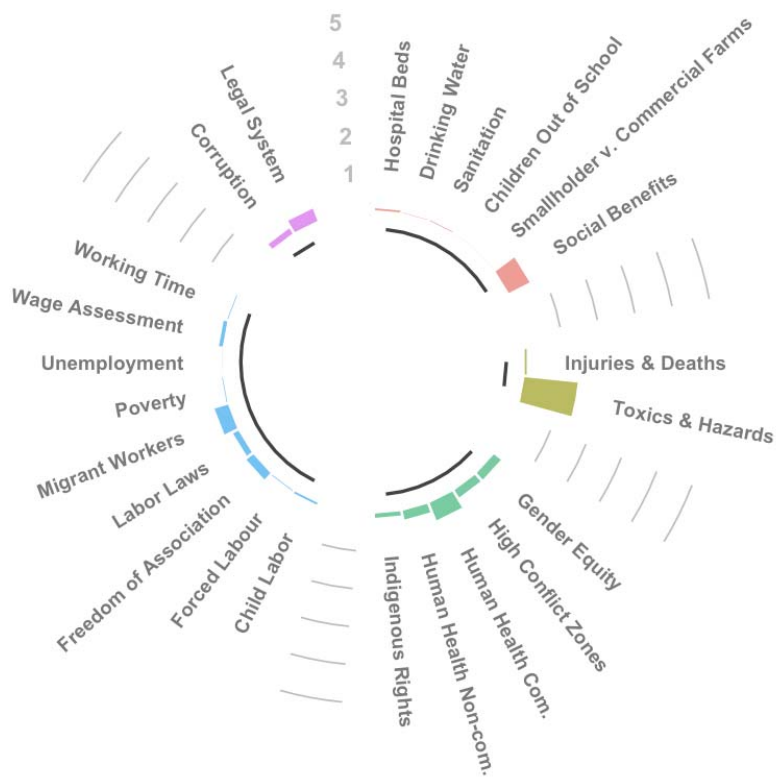
次にバイオマス、太陽光、水力のそれぞれについて、22の小カテゴリーごとの結果を示したものが図27である。ここでは、どの発電源においても全体的に発電にかかるToxics & Hazardsに労働者が暴露されるリスクが高いことが示されている。



(a) バイオマス発電



(b) 太陽光発電 (S: 100 kW 以下, M: 100-1,000 kW, L: 1,000 kW 以上)

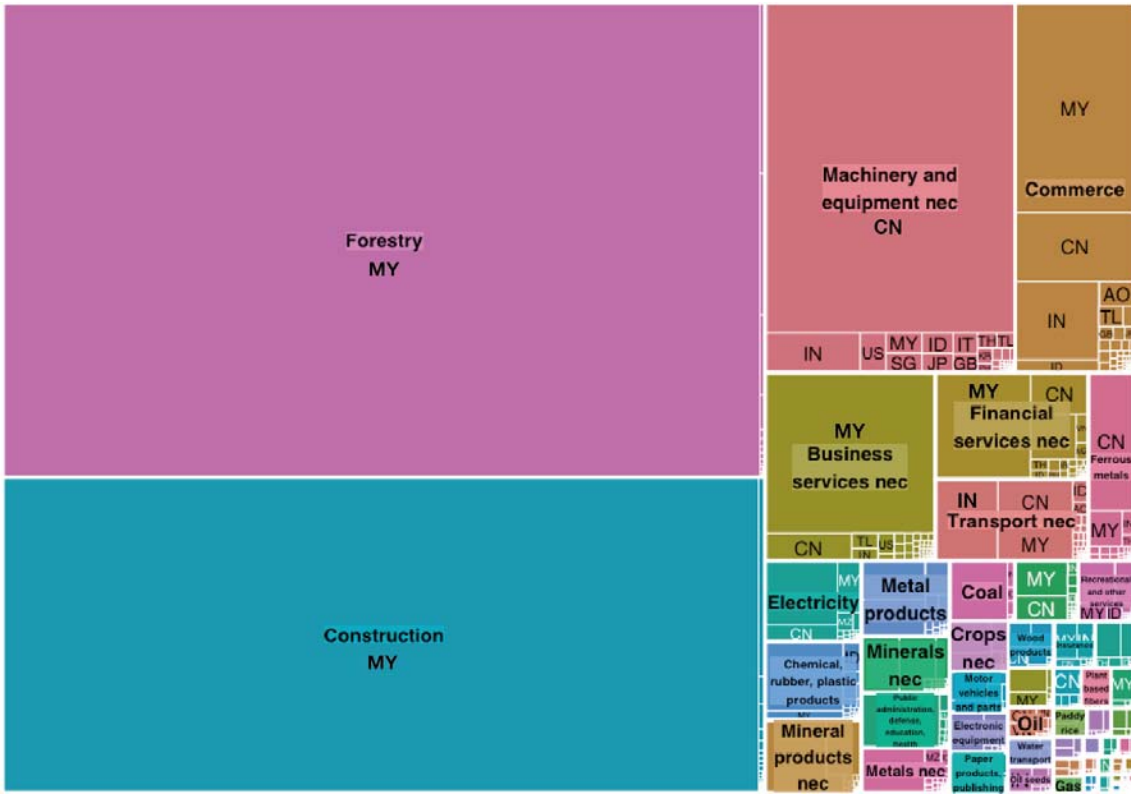


(c) 水量発電

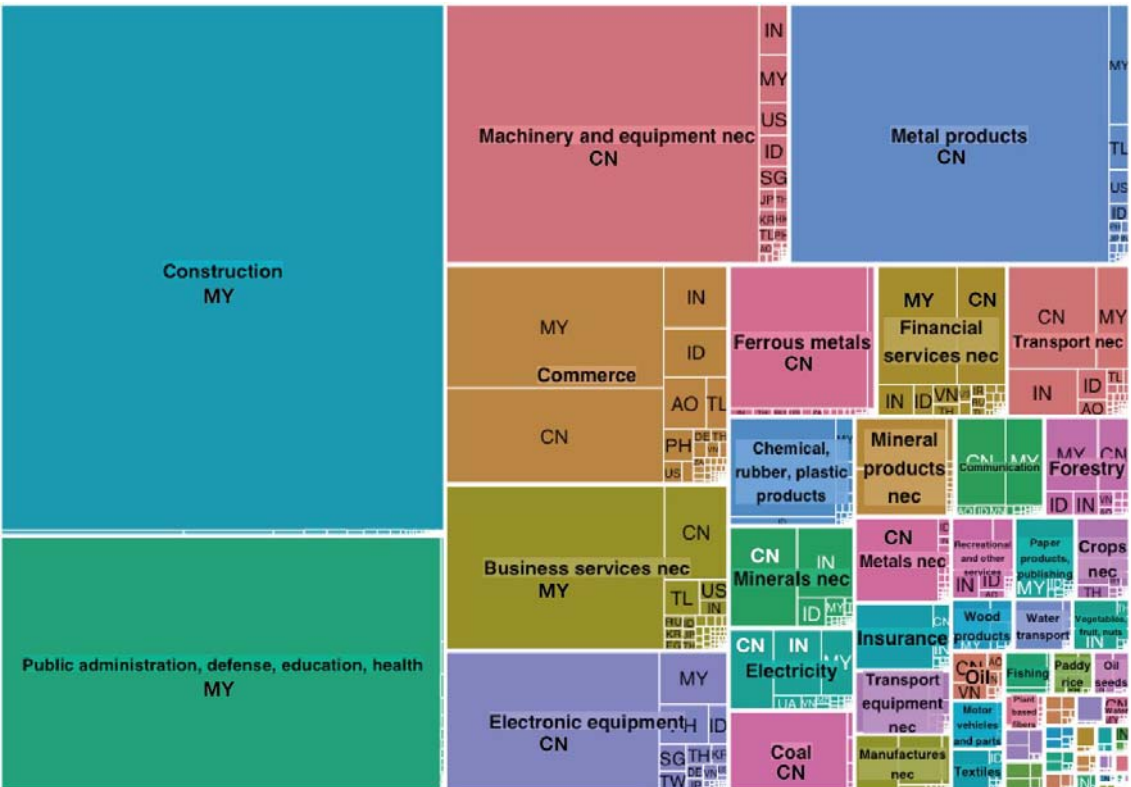
図 27 小カテゴリーごとの社会影響

5.3.2 国・産業セクターごとの悪影響

各発電源について、国・産業セクターごとの悪影響の割合を面積で示したのが図 28 である。



(a) バイオマス発電



(b) 太陽光発電（大規模）

図 29 (a) は、水力発電の例外を除き、再生可能エネルギー（太陽光・バイオマス）発電によるサプライチェーン労働者の人権への負荷は既存電源よりも大きいことを示している。例えば、既存電源による人権負荷は 8.6 RH/kWh であるのに対し、バイオマス発電による人権負荷は 19.6 RH/kWh に上っている。太陽光発電による人権負荷はその規模により異なるものの、何れも既存電源より大きな負荷を示した。水力発電のみが 4.9 RH/kWh と既存電源よりも低い人権負荷を示している。

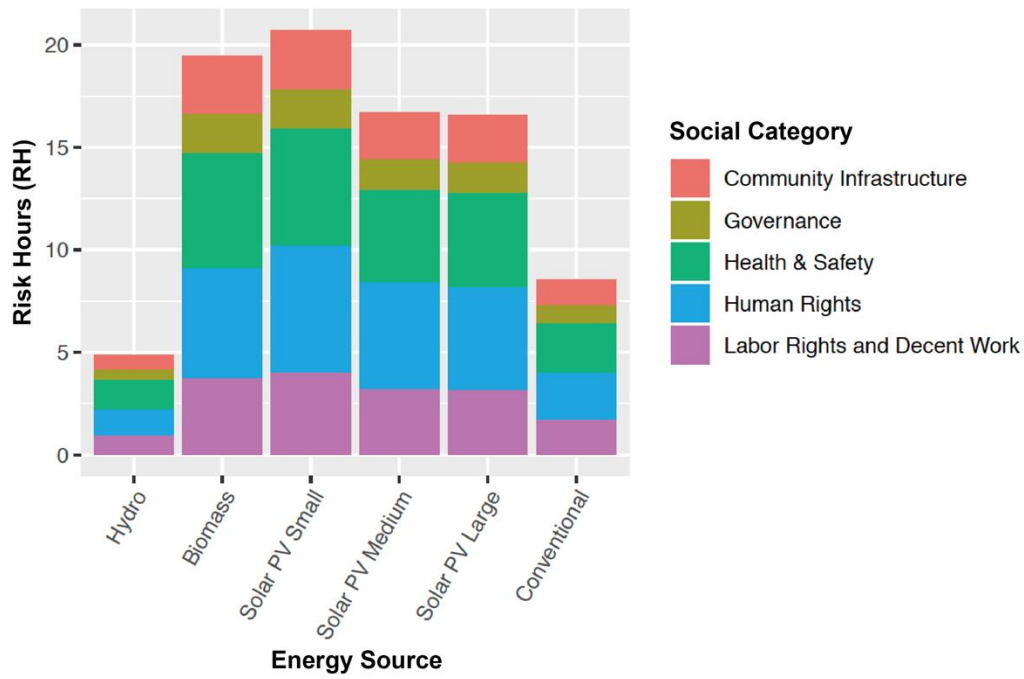
こうした結果は、太陽光・バイオマスが労働集約的エネルギー源であり、かつ高コストであることに起因すると考えられる。ASEAN Centre for Energy に拠れば、マレーシアにおける再生可能エネルギー源の発電コストは次の通りである。

小規模太陽光(\$0.20/kWh) > 中規模太陽光(\$0.17/kWh) > 大規模太陽光(\$0.15/kWh) >> バイオマス (\$0.10/kWh) >> 既存電源 (\$0.03/kWh) ~ 水力 (\$0.03/kWh)

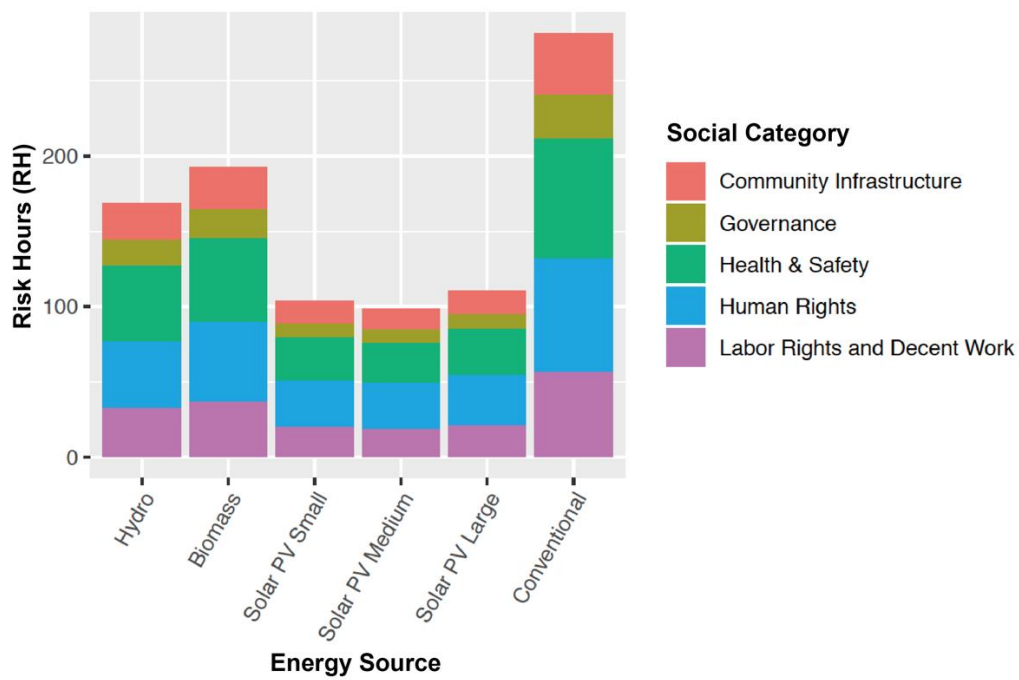
故に単位発電量を比較するのではなく、単位発電コストを比較したのならば、こうした人権負荷の様相も異なるものとなる。こうして描画されたグラフが図 29 (b) であり、ここでは単位コストあたりの人権負荷において太陽光発電は、既存電源と比して逆に 60%人権負荷が軽減されていることが確認できる。単位コストあたり人権負荷を示すと次の通りである。

既存電源 (281.5 RH/\$) >> バイオマス (192.6 RH/\$) > 水力 (168.6 RH/\$) >> 大規模太陽光 (110.5 RH/\$) > 小規模太陽光(103.5 RH/\$) > 中規模太陽光(98.2 RH/\$)

この単位電力量あたり社会影響と単位発電コストあたり社会影響の比較は、現在のマレーシアにおいては太陽光・バイオマスは既存電源より高い人権負荷を有している一方、もし将来的にこうした電源のコストが低減し、再生可能エネルギーがグリッドパリティを獲得した場合には、これらの再生可能エネルギー電源の人権負荷は既存電源以下に低下するという事を示唆している。



(a) 1 kWh 発電あたり人権負荷



(b) 1 USD 発電コストあたり人権負荷

図 29 マレーシアにおける再生可能エネルギー源による発電にかかる人権負荷比較

5.4.2 一部国家への人権負荷集中

国家ごと・産業セクターごと人権負荷については図 28 に示した通りであるが、この中から特に負荷が集中しているマレーシア・中国の2カ国に着眼し、その負荷割合を示したものが図 30 である。

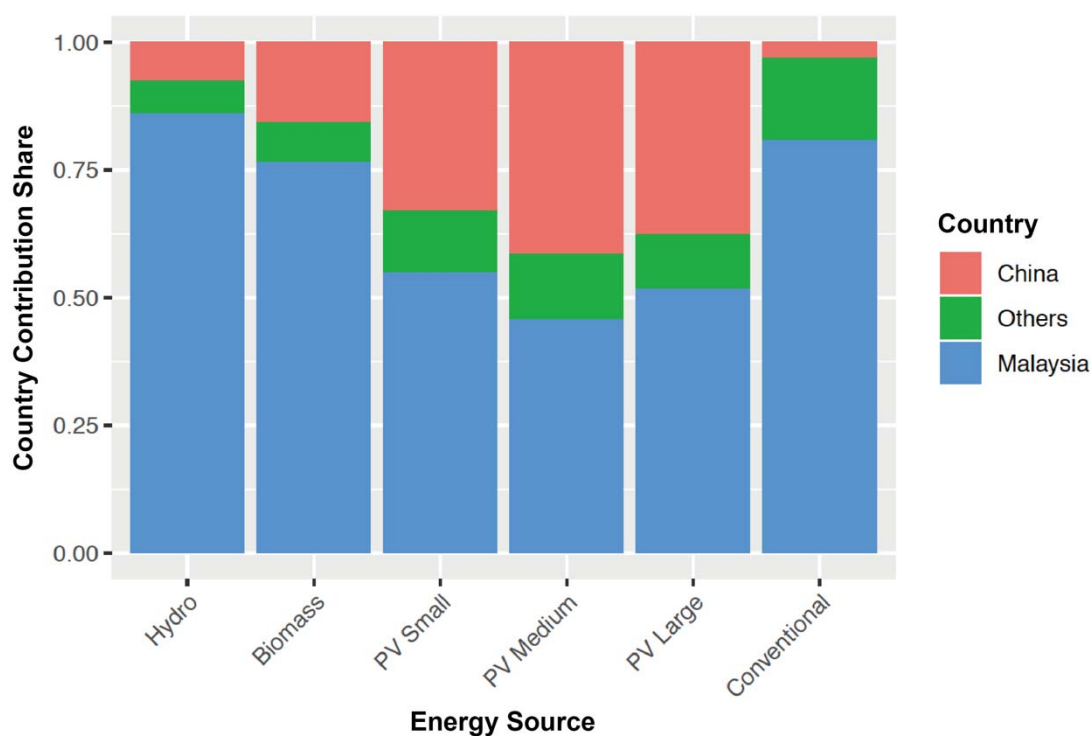


図 30 マレーシア・中国への人権負荷の集中

図 30 は、再生可能エネルギー源による発電はマレーシア国内における人権負荷割合が既存電源と比べて低いことを示している。その一方で中国における負荷割合が大幅に向上しており、このことは人権負荷の高い労働が一部の輸出国に集中するという再生可能エネルギー源による発電の性質を示すものであると言える。

5.5 結言：再エネの導入は環境と同様に人間社会に対しても優しいのか？

では、こうした分析結果は何を指し示しているのだろうか。第一に図 29 (a) は、再生可能エネルギー源による発電はそのサプライチェーンに従事する労働者に対し、既存電源より大きな人権負荷をかけることを明確に示唆する。その一方で図 29 (b) は、もし全ての電源の発電コストが同一であったならば、逆に再生可能エネルギーは既存電源より大きく人権負荷が低いことを示唆するものである。

さらに、こうした人権負荷が中国など一部の輸出に集中しているという図 28・図 30 の結果は、こうした国家における労働環境の改善により、再生可能エネルギーによる発電にかかるサ

プライチェーン全体での人権負荷を大きく改善できるという将来の可能性を併せて示すものである。

このことから、以下が結論できる。再生可能エネルギー源は、現状においては環境と同様に人間社会に対しても優しいエネルギー源であるとは言えない。しかしながら今後の発電コストの低下とともに、近い将来には既存電源より人間社会より優しい電源となるポテンシャルを有した電源である。

参考文献

- Chattri, F.; Yahoo, M.; Othman, J. The economic effects of renewable energy expansion in the electricity sector: A CGE analysis for Malaysia. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, 95, 203-216; DOI:10.1016/j.rser.2018.07.022
- Dong, K.; Hochman, G.; Zhang, Y.; Sun, R.; Li, H.; Liao, H. CO2 emissions, economic and population growth, and renewable energy: Empirical evidence across regions. *Energy Econ.* 2018, 75, 180-192; DOI: 10.1016/j.eneco.2018.08.017
- Isik, C.; Dogru, T.; Turk, E.S. A nexus of linear and non-linear relationships between tourism demand, renewable energy consumption, and economic growth: Theory and evidence. *Int. J. Tour. Res.* 2018, 20, 38-49; DOI: 10.1002/jtr.2151
- Ludin, N.A.; Mustafa, N.I.; Hanafiah, M.M.; Ibrahim, M.A.; Asri Mat Teridi, M.; Sepeai, S.; Zaharim, A.; Sopian, K. Prospects of life cycle assessment of renewable energy from solar photovoltaic technologies: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, 96, 11-28; DOI: 10.1016/j.rser.2018.07.048
- Oh, T.H.; Hasanuzzaman, M.; Selvaraj, J.; Teo, S.C.; Chua, S.C. Energy policy and alternative energy in Malaysia: Issues and challenges for sustainable growth—An update. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, 81, 3021-3031; DOI: 10.1016/j.rser.2017.06.112
- United Nations Environmental Programme and Society of Environmental Toxicology and Chemistry. *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products*; UNEP: Nairobi, Kenya, 2011.
- Aparcana, S.; Salhofer, S. Development of a social impact assessment methodology for recycling systems in low-income countries. *Int. J. Life Cycle Assess.* 2013, 18, 1106-1115; DOI: 10.1007/s11367-013-0546-8
- Arcese, G.; Lucchetti, M.C.; Merli, R. Social life cycle assessment as a management tool: Methodology for application in tourism. *Sustainability* 2013, 5, 3275-3287; DOI: 10.3390/su5083275
- De Luca, A.I.; Iofrida, N.; Strano, A.; Falcone, G.; Gulisano, G. Social life cycle assessment and participatory approaches: A methodological proposal applied to citrus farming in Southern Italy. *Integr. Environ. Assess. Manag.* 2015, 11, 383-396; DOI: 10.1002/ieam.1611

- Macombe, C. ; Leskinen, P. ; Feschet, P. ; Antikainen, R. Social life cycle assessment of biodiesel production at three levels: A literature review and development needs. *J. Clean. Prod.* 2013, 52, 205-216; DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.03.026
- Benoît-Norris, C. ; Vickery-Niederman, G. ; Valdivia, S. ; Franze, J. ; Traverso, M. ; Cirotto, A. ; Mazijn, B. Introducing the UNEP/SETAC methodological sheets for subcategories of social LCA. *Int. J. Life Cycle Assess.* 2011, 16, 682-690; DOI: 10.1007/s11367-011-0301-y
- Mattila, T.J. ; Judl, J. ; Macombe, C. ; Leskinen, P. Evaluating social sustainability of bioeconomy value chains through integrated use of local and global methods. *Biomass Bioenergy* 2018, 109, 276-283; DOI: 10.1016/j.biombioe.2017.12.019
- Benoît-Norris, C. ; Cavan, D.A. ; Norris, G. Identifying social impacts in product supply chains: Overview and application of the social hotspot database. *Sustainability* 2012, 4, 1946-1965; DOI: 10.3390/su4091946
- New Earth. Introductory User Tutorial for Social Hotspots Database; New Earth Maine: York Beach, ME, USA, 2014.
- Hashim, H. ; Ho, W.S. Renewable energy policies and initiatives for a sustainable energy future in Malaysia. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2011, 15, 4780-4787; DOI: 10.1016/j.rser.2011.07.073
- Murray, J. (Ed.); McBain, D. (Ed.); Wiedmass, T. (Ed.) *The Sustainability Practitioner's Guide to Social Analysis and Assessment*, Common Ground Publishing: Champaign, IL, USA, 2015.
- Shemfe, M. ; Gadkari, S. ; Sadhukhan, J. Social Hotspot Analysis and Trade Policy Implications of the Use of Bioelectrochemical Systems for Resource Recovery from Wastewater. *Sustainability* 2018, 10, 3193; DOI: 10.3390/su10093193
- Holger, S. ; Jan, K. ; Petra, Z. ; Andrea, S. ; Jürgen-Friedrich, H. The Social Footprint of Hydrogen Production—A Social Life Cycle Assessment (S-LCA) of Alkaline Water Electrolysis. *Energy Procedia* 2017, 105, 3038-3044; DOI: 10.1016/j.egypro.2017.03.626
- Muthu, S.S. (Ed.) *Social Life Cycle Assessment: An Insight*; Springer: Berlin, Germany, 2014.
- ASEAN Centre for Energy. *Levelised Cost of Electricity of Selected Renewable Technologies in the ASEAN Member States*; ASEAN Centre for Energy: Jakarta, Indonesia, 2016.
- Hausmann, R. ; Hidalgo, C.A. ; Bustos, S. ; Coscia, M. ; Chung, S. ; Jimenez, J. ; Simoes, A. ; Yildirim, M. *The Atlas of Economic Complexity*; Puritan Press: Cambridge, UK, 2011.

第6章 再生可能エネルギー導入に係るリスク分析

概要

再生可能エネルギーを取り巻く環境はその普及と相まって急速に変化している。補助金によって手厚く保護されたこれまでの事業環境から、リスクを踏まえてリターンを追求するビジネス環境へと移行している。それは先進国のみならず発展途上国にも当てはまる。再生可能エネルギーのリスクとして、まずプロジェクトリスク・カントリーリスクといった投資リスクがある。リスクとリターンの観点から再生可能エネルギービジネスの投資判断を行う必要がある。次に再生可能エネルギーはその駆動力が自然現象であり、天候のリスクを受ける。天候リスクをうまくコントロールしながらビジネスを遂行することは実務上急務である。最後に、再生可能エネルギーは環境に優しいエネルギーであるものの、既存のエネルギー市場、すなわちエネルギーリスクの影響は否めない。本章はこれら3つの視点から、再生可能エネルギー導入に係るリスク分析を行う。第一の分析では、フィリピンを国別ケーススタディとして、新興国における再生可能エネルギー投資に関するエネルギー企業のリスクとリターンの関係性を実証的に検証する。その結果、リスクとリターンの観点からフィリピンでの再生可能エネルギービジネスには投資機会が存在することが示される。第二の分析では、天候リスクをヘッジするための太陽光発電デリバティブを扱う。このデリバティブプライシングに対して気温ベースと太陽光発電量ベースの2つのモデルを提案し、不完備な市場環境下での太陽光発電のボリュームリスクのヘッジ戦略を研究するとともに、気温による太陽光発電のボリュームリスクヘッジから生じるベースリスクについて論じる。その結果、ヘッジに用いる金融商品において、金融側が求めるプライシングのし易さと事業者が求めるヘッジ効率の高さのバランスが重要であることが示される。第三の分析では、再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギービジネスへのエネルギーリスクの影響に焦点を当て、クリーンエナジーインデックスに埋め込まれた環境価値とエネルギー価格から取得したエネルギー価値との関係を理論的および経験的に調べる。その結果、再生可能エネルギーの持つ環境価値は化石燃料のもつエネルギー価値と相反するものではなく、同じベクトルを持っており、両者の存在が不可欠であるとのインプリケーションが得られる。

6.1 再生可能エネルギー事業投資に係る本リスク構造分析の意義

世界中で脱炭素化された発電を達成するため、再生可能エネルギーが最近加速度的に促進されている。しかし、この加速に伴って、従来の国によって手厚く保護された産業から、自らリスクを評価して行うビジネスへと先進国のみならず途上国においても環境が変化してきた。今後の再生可能エネルギー事業の投資においては、リスクを適切に評価してそのリスク構造を詳らかにすることが喫緊の課題である。まず、再生可能エネルギー事業そのものが持つ事業リス

くと実施国でのカントリーリスクが投資リスクの重要なコンポーネントとなる。第一の研究として、フィリピンを国別ケーススタディとした、新興国における再生可能エネルギー投資に関し、プロジェクトリスクとカントリーリスクの観点からエネルギー企業のリスクとリターンの関係性を実証的に検証する。途上国での再生可能エネルギーの投資機会を詳らかにすることは今後の途上国での再生可能エネルギー導入促進において意義深い。続いて、再生可能エネルギーは天候の影響を受けるため、常に天候のリスクにさらされている。これら再生可能エネルギーの推進には、再生可能エネルギーのリスク管理を行うことが重要である。第二の研究では、再生可能エネルギーのリスクマネジメントを検討するため、主要な再生可能エネルギーの1つである太陽光発電を取り上げる。太陽光発電出力は通常、日射量を使って計算され、太陽日射量または太陽光発電量に基づいて太陽光発電のボリュームリスク管理を行うことが自然である。しかし、金融機関などの太陽光発電会社のリスクテイクは、日射量や太陽光発電量のモデル化に慣れていない。彼らは、天候デリバティブ商品のような気温ベースの天候リスク商品をポートフォリオに組み込んでいることが多く、気温のモデル化に精通しているのが一般的である。日射量あるいは太陽光発電量は気温に対して正の線形関係を有することが知られており、太陽光発電のボリュームリスク管理に対する間接的な気温ベースのモデル化は、リスクテイクの存在という観点からうまく機能しているものの、太陽光発電量に基づきボリュームリスクを直接モデル化する場合に比べヘッジ誤差は大きくなる。したがって、太陽光発電量ベースのモデルはリスクヘッジの観点から効果的と言える。このように、太陽光発電のリスク管理を考える上で、ヘッジ対象とヘッジ商品との不一致によるリスク、すなわちベースリスクが存在する。ベースリスクの特性を詳述することは、今後の太陽光発電導入促進に欠かせない、ボリュームリスク管理のためのヘッジ商品の開発において重要な情報となる点で意義深い。そして、環境価値を持つ再生可能エネルギーは常に既存のエネルギー市場から影響を受ける。最後の研究として、エネルギーリスクに焦点を当て、環境価値を持つ再生可能エネルギーのビジネス価値とエネルギー価値との連関性に関する研究を行う。エネルギーミックスを考える上で欠かせない化石燃料と再生可能エネルギーの連関性について一つの示唆を与えることは今後の再生可能エネルギー導入促進において意義がある。これによって電源構成における100%再生可能エネルギーの実現可能性についても一つの方向性を示すことができると考える。

6.2 再生可能エネルギー事業投資に係る本リスク構造分析のポジション

本章の分析では、既存のアカデミックな研究とのギャップを埋めることに主眼が置かれている。第一の研究に関して、再生可能エネルギー企業のリスクとリターンの関係は、金融市場で評価されるため、金融市場における再生可能エネルギー会社のパフォーマンスに関する研究がある。さらに株価に基づく再生可能エネルギー企業の価値は、エネルギー価格との関係でしばしば議論される。Sadorsky (2012a) は、多変量GARCHおよび動的条件相関(DCC)モデルを使用して、石油価格とクリーンエネルギー企業およびテクノロジー企業の株価との間の変動スピロオーバーを分析している。Managi and Okimoto (2013) は、マルコフスイッチングVARモデルを使用して、2008年の初め頃に構造破綻後の石油とクリーンエネルギーの価格に正の関係があることを発見した。これらの研究は非常に興味深いものの、再生可能エネルギー会社のパフォーマンスそのものに焦点を当てた研究は限られている。Inchauspe, Ripple, および Trück (2015)

は、WilderHill New Energy グローバルイノベーションインデックスの超過収益のダイナミクスを調査し、金融危機後に再生可能エネルギーセクターのパフォーマンスが低いという証拠を見つけた。他方、Sadorsky (2012b) は、可変ベータモデルを使用して、WilderHill Clean Energy Index に基づいてグローバルファンドにリストされている再生可能エネルギー企業のリスクの決定要因を調査している。実証分析の結果、原油価格の上昇が会社のリスクにプラスの影響を与える一方で、会社の売上高の増加が会社のリスクにマイナスの影響を与えることを示している。これらの研究は、世界の再生可能エネルギー企業のリスクとリターンの関係が世界のクリーンエネルギー指標に基づいて検討されるという意味で重要であるものの、彼らは発展途上国、特にフィリピンの再生可能エネルギーといったローカルな市場に焦点を合わせていない。第一の研究は、再生可能エネルギー企業のパフォーマンスに関して、この点で既存の研究とのギャップを埋めることを試みる。

第二の研究について、再生可能エネルギーのリスクヘッジに供する天候デリバティブの価格付けには多数の文献がある。Cao and Wei (2000) は、効用関数から得られた確率的割引ファクター(SDF)と代表的経済主体の最適消費量に基づいて、天候デリバティブの価格を計算している。Davis (2001) は、最適消費量がデリバティブのペイオフに比例する対数効用関数を持つ代表的経済主体のSDFを使用して、累積ヒーティングディグリーデイズの上にかかれたデリバティブのプライシングを行っている。Platen and West (2004) は、成長最適ポートフォリオをベンチマークとして使用する場合の、天候デリバティブのフェア価格の設定を提案している。Brockett, Wang, Yang, and Zou (2006) は、天候デリバティブの評価に対してインディファレンスプライシングのアプローチを適用している。Kanamura and Ōhashi (2009) は、不完備な市場価格設定として、Cochrane and Saa-Requejo (2000) のグッドディールバウンズを適用している。Lee and Oren (2009) は、複数商品設定における天候デリバティブの均衡価格モデルを導出した。これらの研究は、天候デリバティブのプライシングの新たな発展という意味で非常に興味深いものである。それにもかかわらず、再生可能エネルギー、特に太陽光発電への応用は、我々の知る範囲では限定的である。太陽光発電のリスクヘッジに関して、Bhattacharya, Gupta, Kar, and Owusu (2016) は、気温ベースの天候デリバティブを用いて、天候リスクを軽減するために太陽光発電のクロスヘッジ戦略を構築するフレームワークを開発した。そして気温デリバティブベースのリスクヘッジは夏に効果的であることを発見した。しかし、Bhattacharya, Gupta, Kar, and Owusu (2016) は、デリバティブの価格設定にとって最も重要で解決の難しい問題の一つである、天候デリバティブの不完備性を考慮していない。第二の研究では、このギャップを埋めるため、太陽光発電デリバティブの不完備市場でのプライシングを試みるとともにそれをベースとしたベシスリスクの実証分析を行う。

第三の研究に関連して、計量経済学モデルを用いた、再生可能エネルギーなどのクリーンエネルギーの価値とエネルギー価格との関係についての実証的研究が、過去十年の間に盛んに行われてきた。Henriques and Sadorsky (2008) は、ベクトル自己回帰(Vector Auto Regressive: VAR) モデルを援用して、代替エネルギー企業の株価、原油価格、金利、そしてテクノロジー指数間の動的な関係について研究を行った。Huang, Cheng, Hu, and Chen (2011) は、原油価格と代替エネルギー企業の株価間の相互関係を調査し、2006 年後半以降、代替エネルギー企業の株価のパフォーマンスに原油が大きな影響を与えたことを示した。Kumar, Managi, and Masuda (2012) は、既存の計量経済学的 VAR モデルを用いて、クリーンエネルギー企業の株価と石油価

格との関係を実証的に検証している。Sadorsky (2012a) は、多変量 GARCH モデルと動的条件付き相関(Dynamic Conditional Correlation: DCC)モデルを使用して、石油価格とクリーンエネルギー企業およびテクノロジー企業の株価との間のボラティリティスピルオーバーを分析した。Sadorsky (2012b) は、変動ベータモデルを用いることで、原油価格の上昇が再生可能エネルギー企業のリスクに正の影響を与えることを示した。Managi and Okimoto (2013) は、マルコフスイッチング VAR モデルを利用することによって、2008 年初めごろの市場構造の分断後に、石油とクリーンエネルギーとの価格間に正の関係を見出した。Inchauspe, Ripple, and Trück (2015) は、時間変動係数を含む多要素資産価格モデルを提案することで、エネルギー価格と株式市場指数が再生可能エネルギーに与える影響を研究した。Reboredo (2015) は、原油価格のリターンといくつかのグローバルおよびセクター別の再生可能エネルギー指数との間に、時間変動型の平均依存性および対称テイル依存性が顕著に存在することを見出した。Gupta (2017) は経験的に、ローカルな市場のリターン、原油価格、またはテクノロジー株価の上昇が代替エネルギー会社の株価に正の影響を与えることを発見した。Ahmad (2017) は、一般化ベクトル自己回帰の枠組みに基づき、Diebold and Yilmaz (2012) の方法を援用して、原油価格とクリーンエネルギー企業の株価との間の方向性スピルオーバーを調査した。Dutta (2017) は、代替エネルギー部門の株価リターンの実現ボラティリティ (RV) を評価する、いくつかの方法を採用することで、再生可能エネルギーの株価リターンの分散が原油ボラティリティ指数 (OVX) を用いて説明できるかどうかを調査し、クリーンエネルギーの株価リターンは石油のボラティリティショックに非常に敏感であることを示した。Reboredo, Rivera-Castro, and Ugolini (2017) は、連続および離散ウェーブレットを使用して、石油と再生可能エネルギーの株価リターン間の因果関係の依存性と方向性を研究し、短期的には原油価格と再生可能エネルギーリターン間の動的相互作用は弱いものの、長期的には動的相互作用が徐々に強まっていることを示した。Paiva, Rivera-Castro, and Andrade (2018) は、トレンド除去相互相関解析(Detrended Cross-Correlation Analysis: DCCA)の枠組みに基づいて、原油価格といくつかの再生可能エネルギー指数との間の相互相関について詳細な調査を行った。Ferrer, Shahzad, Lopez, and Jareno (2018) は、VAR モデルを用いて、米国の代替エネルギー企業の株価、原油価格、および多数の影響力のある金融変数間の関連性について時間と頻度のダイナミクスを調べ、ほとんどのリターンとボラティリティは非常に短期間で接続性を持つことを示した。最近、Reboredo and Ugolini (2018) は、多変量ヴァインコピュラ依存モデルを使用して、石油、ガス、石炭および電力の分位価格変動がクリーンエネルギー株価リターンの分位数に与える影響を評価し、2009 から 2016 年の期間に石油と電気の価格が、それぞれ米国と EU のクリーンエネルギー企業の株価リターンのダイナミクスに大きく貢献していたことが分かった。クリーンエネルギーと従来型エネルギーの間にポジティブな関係が市場データから得られるという意味で、これらの研究は非常に興味深いものである。しかし、エネルギー価格とクリーンエネルギー指数の関係において、需給といった経済的な基本構造を組み入れた新たなモデルの提案には至っていない。加えて、エネルギー価格とクリーンエネルギー指数との間の関係の構造を組み込んだモデルを用いることなしに、再生可能エネルギーなどクリーンエネルギー企業の株式に対するマーケットリスクの管理を適切に行うことは困難であろう。第三の研究では既存の研究とのギャップを埋めるべく、再生可能エネルギーなどのクリーンエネルギー事業におけるエネルギーリスクの影響に着目し、

クリーンエネルギービジネス価値を通して表現されるクリーンエナジー指標の環境価値とエネルギー価格から得られるエネルギー価値との関係を理論的かつ実証的に検証する。

6.3 研究成果

本研究では下記の成果が得られた。その概要を以下の通り示す。ただし、具体的な内容と参考文献については、添付資料を参照して頂きたい。

A. 新興国における再生可能エネルギー投資のリスクとリターンの検証：フィリピンのケーススタディ

本研究では、フィリピンを国別ケーススタディとして、新興国における再生可能エネルギー投資に関するエネルギー企業のリスクとリターンの関係性を実証的に検証する。まず、シンプルな資本資産価格モデル（Capital Asset Pricing Model：CAPM）を援用し、再生可能エネルギーに関して、プロジェクト固有リスクとカントリーリスクが各国の再生可能エネルギープロジェクトに及ぼす影響について調べる。再生可能エネルギーへの投資を行うフィリピンのエネルギー企業の株価リターンを、S&P グローバル・クリーン・エネルギー（S&PGCE）指数とフィリピン証券取引所（PSE）指数にそれぞれベンチマークすることで、CAPM におけるベータ値を具体的に算出する。計算結果から、短期的・中長期的投資において、「純粋な」再生可能エネルギー会社である EDC（Energy Development Corporation）社がプロジェクト固有リスクとカントリーリスクの両方の影響を受けていることが示される。他方、再生可能エネルギーに部分的に投資する企業は、短期的投資の場合のみ、プロジェクト固有リスクとカントリーリスクの両方の影響を受ける。次にジェンセンのアルファを使って、これらの企業のアブノーマルリターンを計算する。結果、EDCのアルファ値がすべての短期および中長期の投資と両方のインデックスで正の値を示しており、フィリピンの RE 企業はグローバル RE 市場とフィリピンの株式市場の両方で過小評価されている可能性があることを示唆している。最後に、EDC 社のベータ値を援用することで、固定価格買取制度（Feed-in Tariff：FIT）上の、再生可能エネルギーへの投資インセンティブの有無を調べる。フィリピンの太陽光発電の固定価格買取制度をケーススタディとして、プロジェクト固有リスクおよびフィリピンのカントリーリスクの両方について、リスクとリターンの観点から、現在のフィリピンの固定価格買取制度が投資家に利益を齎していることが示される。本稿から得られるこれらの洞察は、再生可能エネルギーへの投資意思決定において投資家と政策立案者に有益な情報を齎すと伴に、新興国経済における再生可能エネルギーの推進に役立つ可能性がある。詳細は別添 4 参照。

B. 太陽光発電にかかるボリュームリスクのヘッジ戦略とベシスリスク

本研究では、太陽光発電デリバティブのプライシングに対して気温ベースと太陽光発電量ベースの2つのモデルを提案し、不完備な市場環境下での太陽光発電のボリュームリスクのヘッジ戦略を研究するとともに、気温による太陽光発電のボリュームリスクヘッジから生じるベシスリスクについて論じる。気温を用いた太陽光発電量の間接的モデリングと太陽光発電量の直接的モデリングに基づいて、累積非クーリングデグリーデイズ(Accumulated Non Cooling Degree Days: ANCDD)と累積低太陽光発電日数(Accumulated Low Solar Power Generation Days: ALSPGD)の2種類のコールオプションを設計する。これらはそれぞれ、よく知られている累積クーリングデグリーデイズのコールオプションよりも適切に冷夏のボリュームリスクをヘッジすることができる。本研究では、太陽光発電デリバティブ市場の不完備性を考慮することができるグッドディールバウンド(Good Deal Bounds: GDB)の枠組みの下、2つのオプションの価格設定式を提供する。オプション価格を数値計算するため、GDBを使用して2つのオプションの偏微分方程式を導く。チェコの太陽光発電量とブラハの気温を用いた実証研究では、それぞれ気温ベースと太陽光発電量ベースのモデルのパラメーターを推定する。有限差分法を使用して、上限と下限の価格境界として、それぞれ ANCDD と ALSPGD のコールオプション価格を数値計算で求める。結果、太陽光発電量プロセスに基づくコールオプション価格は気温プロセスに基づくコールオプション価格より大きいことが示される。これは、太陽光発電量アプローチが気温アプローチよりも包括的なリスクを考慮しているため、太陽光発電量アプローチの価格が高くなるという事実と一致している。最後に、ベシスリスクプレミアム、すなわち太陽光発電量ベースのコールオプション価格から気温ベースのコールオプション価格を引いた値が、気温の上昇につれて増加するものの、初期気温が約 25°Cを超えると低下することが示される。25°Cを超えると日射量の増加による太陽光発電量の増加と太陽電池パネルの効率低下による太陽光発電量の減少との相殺により、気温による太陽光発電量への影響の不確実性が減少するためと考えられる。詳細は別添5参照。

C. クリーンエネルギー指数とエネルギー商品間の価格相関分析

本研究では、再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギービジネスへのエネルギーリスクの影響に焦点を当て、クリーンエネルギーインデックスに埋め込まれた環境価値とエネルギー価格から取得したエネルギー値の関係を理論的および経験的に調べる。まず、再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギービジネスへのエネルギーの影響を考慮した、クリーンエネルギーインデックスとエネルギー価格の需給ベースの相関(CR)モデルを提案する。また、CRモデルに基づく市場リスクモデルを提案して、クリーンエネルギー企業の株式のリスク管理を実施する。実証研究では、S&P グローバルクリーンエネルギーインデックス(GCE)、Wilderhillクリーンエネルギーインデックス(ECO)、S&P / TSX 再生可能エネルギーおよびクリーンテクノロジーインデックス(TXCT)、S&P 500、WTI原油およびヘンリーハブ(HH)天然ガス価格などの株価指数

とエネルギー価格を使用してモデルパラメーターを推定する。GCE または ECO と WTI 原油または HH 天然ガス価格との相関関係は正であり、対応するエネルギー価格の増加関数であることを示す。電気スポット価格はエネルギー価格に応じて上昇する傾向があることを考慮すると、スポット市場で電力を販売する再生可能エネルギー事業の価値はエネルギー価格の上昇によって高められるため、結果は合理的と思われる。対照的に、S&P 500 と WTI または HH の価格との相関関係は依然として正であるが、エネルギー価格の減少関数であることも示される。このシャープな対比は、GCE および ECO 企業には適用できないが、高エネルギー価格によって S&P 500 上場企業の事業が損害を受ける可能性があるという事実から生じる可能性がある。TXCT に関して、WTI との相関は正であり WTI の減少関数であるが、HH の相関は正である傾向があり HH の増加関数である。GCE と ECO の結果を考慮すると、TXCT は完全には機能しておらず、クリーンエネルギーインデックスとして開発中であることを示唆している可能性がある。最後に CR モデルは既存の動的条件付き相関 (DCC) モデルと同じレベルの相関関係を示すため、CR モデルは相関モデルとしてうまく機能していると言える。詳細は別添 6 参照。

6.4 研究成果に基づくインプリケーション

第一の研究テーマである、途上国での再生可能エネルギー推進における投資リスクの分析から、フィリピンといった特定国のケーススタディではあるものの、リスクとリターンの観点から途上国での再生可能エネルギーへの投資機会の存在が浮き彫りとなった。投資家にとって、途上国での再生可能エネルギーへの投資が魅力的である可能性を秘めているとともに、FIT の水準を設定する政府側から見れば逆に、国益の損失が生じている可能性があるとのインプリケーションが得られた。続いて、第二の研究テーマである、天候リスクのヘッジ戦略では、ヘッジ手段とヘッジ対象の差によるベースリスクの存在が示され、これを解決するためには、主にヘッジ商品の売り手である金融と主にヘッジ商品の買い手である事業者との間のバランス（歩み寄り）が必要であるとのインプリケーションが得られた。第三の研究テーマである、エネルギーリスクによる再生可能エネルギービジネスへの影響分析から、エネルギーリスクは再生可能エネルギービジネスリスクと同調するものであって、相反するものではないとの結果が得られた。これは、世界が目指す 100%再生可能エネルギーワールドの実現に対して、一石を投じるものとなる可能性があるとの示唆が得られた。より一層不確実性の増す途上国での再生可能エネルギー事業を指向する上で今後、様々な角度からの更なるリスク分析に加えて、事業環境の複雑化によるリスク分析の高度化が不可欠となるであろう。

第7章 再生可能エネルギー導入に係る政策提言の視座

概要

再生可能エネルギー導入促進に係る政策提言を検討するにあたっては、エネルギー自給率向上；安全保障，「新産業開拓；産業政策」及び「気候変動；国際責務」の3つの基本的なフレームワークの最適化による経済社会の効用の最大化を図る必要があるところ、本章においては、これらのフレームワークについての位置づけ（持つ意味）について再確認するとともに、「現場主義」，「多様モデル」，「トランスディシプリン」の3つの視点についても言及した。とりわけ、発展途上国は今後の経済成長が見込まれることに鑑み、再生可能エネルギーと産業政策の関係につき、日本の経済成長の足跡も顧みつつ少し掘り下げて検討した。また、刻々と変化する経済社会の中で上記政策提言をサステイナブルなものするためには、上記の「3つの基本的な政策提言フレームワークの最適化」及び「3つの研究効用最大化に向けての視点」をベースに、これに加えて時点時点における不断の定期的な「政策の評価及び見直し」が実施される仕組みが政策自身の中に組み込まれている事が必要となるとの観点から、自律・内生的なシステムとしての「政策エコシステム」が不可欠との認識を示した。さらに、実際の政策形成・導入にあたっては、これを担い、実施しうる人材が不可欠となることから、政策の形成過程からこれと並行して、ODAを有効に活用するなど所要の「人材育成施策」を実施していく施策も上記「政策エコシステム」に組み込んでおく必要があることは言うまでもない（具体的な人材育成施策の言及については、「2.4.2 再生可能エネルギーに関連する人材育成」を参照）。

7.1 3つの基本的な政策提言フレームワーク

東南アジア・アフリカ地域等の発展途上国における再生可能エネルギーの導入促進にかかる政策を提言するにあたり、以下の3つの基本的なフレームワークを考慮する必要がある。その上で再生可能エネルギー導入がもたらす経済的社会的な効用の最大化が図られるよう、政策形成が行われる必要がある。

再生可能エネルギーの導入は、一義的にはエネルギー対策であり、また、ライフサイクルを通して単位エネルギー量当たりのCO₂排出量が少ないという再生可能エネルギーの特徴を加味して、地球温暖化対策として位置付けられている。しかし、経済規模が比較的小さく、産業における技術力が未だ十分ではない発展途上国においては、再生可能エネルギーの導入は、新たな産業の発展の機会であり、また高度な技術力を持った人材育成の機会としても期待されている。

このような視点は、経済規模が大きく、かつ産業技術力が比較的高い先進諸国においては、あまり大きな課題とはなっていない。さらには、先進国においてはエネルギー政策担当組織と地域経済開発担当組織が分かれていることも多いため、政策的な対応が手薄になるという実態もあった。こういった背景から、先進諸国のエネルギー政策当局者にはこの点を軽視する傾向が見られることもあった。しかしながら発展途上国においては、先進国に比べて経済開発、技術力向上、人材育成といった政策に対するニーズは高く、たとえエネルギー対策として開始されたものであったとしても、地域開発への貢献、技術力向上・人材育成への貢献が求められている。UNFCCC等における議論においてTechnology Transferが重要な論点となり、途上国からの強い要請で2010年にTechnology Mechanismが設立され、その一環としてClimate Technology Centre and Network (CTCN)が設立されているのは、その一つ証左と言えよう。

実際に、技術力は、再生可能エネルギー設備の設置、運転、維持の観点からも必要となり、諸外国からの支援が終了した後、自ら設備を運転・維持して、クリーンなエネルギー源として活用していくためには技術力が必要であり、そのためには人材育成の面での協力が不可欠である。このように、技術力の確保・人材育成の拡大は、エネルギー・環境対策としての再生可能エネルギー導入を進めるためにも不可欠であり、この3つの視点は一体的に考えられる必要がある。

政策提言あたっの再エネ導入政策の位置づけ(持つ意味)再確認

◎ エネルギー自給率向上;安全保障

;再エネ導入によりエネルギー自給率の向上(3E+Sの達成・検証)

◎ 新産業開拓;産業政策

;産業政策的観点からの再エネに係る新たな産業の先駆的な開拓

◎ 気候変動;国際責務

;締約国会議(COP; Conference of the Parties)に則った国際責務の履行

図 31 再エネ導入政策の持つ意味

エネルギーの安定供給の確保

発展途上国におけるエネルギー安定供給確保のための対策としての再生可能エネルギーの導入に関して、ASEAN 10か国を例にとりて現状を整理すると、ASEAN 10か国全てにおいてエネルギー政策上ながしかの再生可能エネルギー導入目標が設定されている。しかし目標水準については、10か国の中でもばらつきが大きく、野心的な目標を掲げる国から、コンベンション

ナルな水力発電の拡大目標を掲げる国まで多様である。具体的には、インドネシアを例にとると、2025年までに太陽光発電を8GW、地熱発電を7.1GW、バイオマスを5.4GWまで拡大する目標を立てている。同様に、タイでは、2036年までに太陽光発電を6GW、風力発電を3GW、バイオマスを5.6GWまで拡大する目標を立てている。一方で、ベトナムにおける目標は、太陽光が0.85GW、風力が0.8GWに留まる一方で、水力発電については、21.6GWと大幅増を狙ったものとなっている。また、ミャンマーの場合は、中小水力が0.5GW、バイオマスが0.3GWと小規模な目標となっている。

このような水準のバラつきは各加盟国間での再生可能エネルギー導入の実態の差に依るところが大きい。図32にASEAN10か国における再生可能エネルギー発電の設備容量を示す。タイやインドネシアのような比較的再生可能エネルギーの導入が進んでいる国では、タイで太陽光発電が1.3GW、インドネシア、フィリピンで地熱発電がそれぞれ1.4GW、1.9GWと大規模に導入されている。一方でベトナムのような国では太陽光や風力といったいわゆる現代的なタイプの再生可能エネルギーの導入は統計上現れておらず、水力発電が17GWと大規模に導入されている。ミャンマーにおいても同様であり、3.2GWの水力発電の他には15MWとMWクラスの太陽光発電が導入されているに過ぎない。

Table 46: RE-based installed capacity (in MW) by RE technology and by AMS in 2014

CoCountry	Biomass power	Biogas power	Geo-thermal power	Solar power	Wind power	Hydro	Waste-to-Energy	Total (MW)
Brunei Darussalam	-	-	-	1.24	-	-	-	1.24
Cambodia	22.64	-	-	-	-	929.43	-	952.07
Indonesia	-	-	1,405.00	9.02	1.12	5,229.39	36.00	6,680.53
Lao	39.70	-	-	3.08	-	3,305.27	-	3,348.05
Malaysia	836.21	511.52	-	170.58	-	4,767.83	-	6,286.14
Myanmar	-	-	-	14.55	-	3,189.84	-	3,204.39
The Philippines	131.00	-	1,918.00	23.00	282.90	3,543.00	-	5,897.90
Singapore	-	-	-	33.10	-	-	256.80	289.90
Thailand	2,451.80	311.50	0.30	1,298.50	224.75	3,548.40	65.70	7,900.95
Vietnam	-	-	-	-	-	17,072.73	-	17,072.73
Total	3,481.35	823.02	3,323.30	1,553.07	508.77	41,585.89	358.50	51,633.91

Source: ACE

図 32 ASEAN10か国における再生可能エネルギー発電設備容量

これらの国において掲げられた目標を達成するためには様々な対策が必要となる。その一部を列記すると、

- 明確な目標設定と具体化
- 再生可能エネルギーポテンシャルの明確化とポテンシャルのマッピングを通じた情報共有
- FIT等の再生可能エネルギーにより発電された電力の買い取りスキームの確立
- 補助金や税制等の再生可能エネルギー投資に対する財政的支援スキームの確立
- 金融機関における再生可能エネルギー投資のノウハウ蓄積
- 技術基準及びガイドライン等の必要となる基準の明確化

- 政策実施に関する透明性の確保と安定性の確保
- 地方政府・自治体における理解促進と政策実施体制の整備
- 環境規制や土地利用規制等の周辺規制の整備
- 電力系統の整備と安定化
- 実証事業を通じた技術・経験の確立と蓄積
- 地域の電化計画の作成と実施
- 国際的な開発援助の活用による資金調達
- 同様な状況にある国々の政府との間での情報交換

等があげられる。これらの中には、導入の水準により必要となる対策が異なるものがあり、それぞれの国において自らの水準を見極めた上で適切な対策を講じていくことが重要となる。

気候変動への対応

気候変動の問題は全地球的な課題であり、発展途上国においても先進諸国同様に、その状況に応じて必要な対策を実施していく必要がある。一方で、発展途上国における温暖化対策、特に対策の前提となるCO₂排出の状況については、経済発展の規模やエネルギー源多様化、さらには社会的・地域的な要因もあって先進諸国とは異なる状況にあり、こういった背景の違いを考慮して対策を考えていく必要がある。

ASEAN諸国を例にとると、ASEAN全体の温室効果ガス（GHG）排出量の3割近くがインドネシアにおける森林や泥炭地からのCO₂排出に基づくものであり、化石燃料の燃焼などのエネルギー起源のCO₂が太宗を占める先進国とでは事情がかなり異なってくる。また、ASEAN諸国内においても、例えば、シンガポールではエネルギー起源のCO₂の割合が80%弱と、先進国と同様な構造にある一方で、ラオスでは約1%と大きくことなっている。タイやマレーシア、フィリピンなど、既に再生可能エネルギーの導入に取り組んでいる国々では、エネルギー起源CO₂の比率が概ね50%前後となっており、温暖化対策としての再生可能エネルギー導入は一定の意義があると言える。

同様に、ASEAN10か国における排出量の国別比率を見ると、インドネシアが37%と最も多く、次にタイが20%、マレーシアが18%、ベトナムが11%、フィリピンが7%、シンガポールが5%と続く。それ以外の国々については概ね1%以下である。インドネシアについては、前述のとおり森林の減少によるCO₂吸収源の減少や泥炭地域での火災などによるCO₂排出が大きな割合を占めているので、これは別途対策を要するものであるが、他の国々については、再生可能エネルギーの導入がエネルギー起源のCO₂排出の削減に対して効果的な対策となっている。

技術移転・地域開発への貢献

発展途上国においては、エネルギー安定供給の確保、気候変動への対応と並び、あるいはそれ以上に重要な政策課題として、産業の育成・技術力の向上・人材育成がある。したがって、エネルギー分野における国際協力であったとしても、技術移転・人材育成への貢献が求められ

ることが多い。実際に海外の支援機関では、エネルギー安定供給対策と人材育成を組み合わせることで、協力の効果を一層高めている例がある。

ドイツの国際協力機関である GIZ が、ドイツ連邦経済協力開発省及びインドネシアエネルギー・鉱物資源省の協力の一環として、2009年から2013年にかけて実施した小水力発電に関する人材育成プロジェクト（Mini Hydro Power Project for Capacity Development: MHPP2）では、インドネシアにおける小水力発電の普及に加え、水力発電に関するノウハウの交換、持続的な設備の建設に関する優良事例の共有などを行っている。さらには、インドネシアのエネルギー・鉱物資源省に対して、村落電化対策に関する助言を実施している。

本プロジェクトの実施に際しては、GIZはドイツ連邦環境安全省の新・再生可能エネルギー・省エネルギー局と協力して、下記の5つの支援プロジェクトを実施している。

- 政策アドバイス
- 小水力発電政策に関するモニタリングと評価
- 人材育成
- 情報提供と普及
- 持続可能性に関するパイロットプロジェクト

このプロジェクトでは、一部においてオランダの国際協力局も参加をしている。



本プロジェクトでは、小水力発電の普及のみならず、インドネシアの地元企業が独自で水力発電装置を開発し、運転のみならずメンテナンスまでできるよう技術移転を進めている。その結果、地元企業が独自の製品開発に成功するに至っている（上記は独自開発した水力発電機の写真）。

7.2 再生可能エネルギーと産業政策

7.2.1 複雑化する現代

再生可能エネルギーは、途上国におけるエネルギーアクセスの改善や急速な経済発展に伴い増加するCO₂の排出抑制など、持続可能なエネルギー源として期待されている。一方で、太陽光や風力発電は気象条件により出力が大きく変動する不安定な電源であるとともに、技術進歩やコモディティー化によって以前よりは大幅に発電コストが下がったとは言え、それでも既存の電源と比べると割高な電源である（図33）。特に、途上国においてはCO₂の排出抑制以上に、「いかに安く、技術的にもシンプルで、エネルギー安全保障の観点からも安定した電源を手に入れ、経済発展するか」ということが最も優先される関心事項ではなかろうか。もちろん、地熱や水力発電であれば、これらの要素も含めて要求を満たす可能性はあるが、発電所を設置できる地理的条件が限定的であるという問題もある。それでは、安くて技術的にもシンプルであり、エネルギー安全保障の観点からも比較的安定している石炭火力発電であれば途上国が望むかと言えば、必ずしもそうではない。昨今、途上国においても大気汚染（NO_x, SO_x, PM_{2.5}）の問題から地元住民の反対運動を受け、建設または操業が中止される例もみられる⁷⁷。もちろん、これらの問題に対しては煤塵除去装置を取り付けたり石炭ガス化複合発電（IGCC）を用いたりすることによって劇的に状況が改善するものの、建設コストの上昇は避けられない。いずれにしても、現代は、自国の発展に関係する「経済的便益とエネルギー」、地域住民の健康に関係する「公害」、そして、国際的な枠組みで解決しなければならない「地球環境問題（地球温暖化、気候変動）」が相まって、より、政策的な意思決定も難しくなっている。

そこで、明治維新以降、急速な近代化と経済発展を遂げ、その過程においては公害やオイルショックを乗り越えてきた日本を振り返りながら、途上国における持続可能な再生可能エネルギーの導入について考えてみたい。

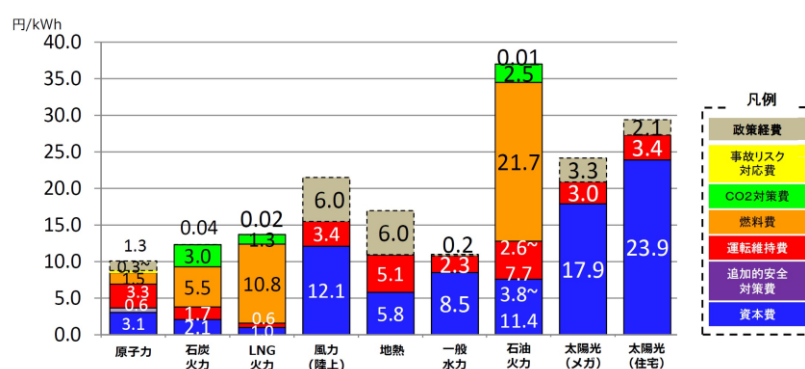


図 33 電源別の発電単価⁷⁸

⁷⁷ <https://influencemap.org/site/data/000/420/アジアにおける石炭火力発電所への投資リスクの分析.pdf> (最終アクセス, 2019/2/14)

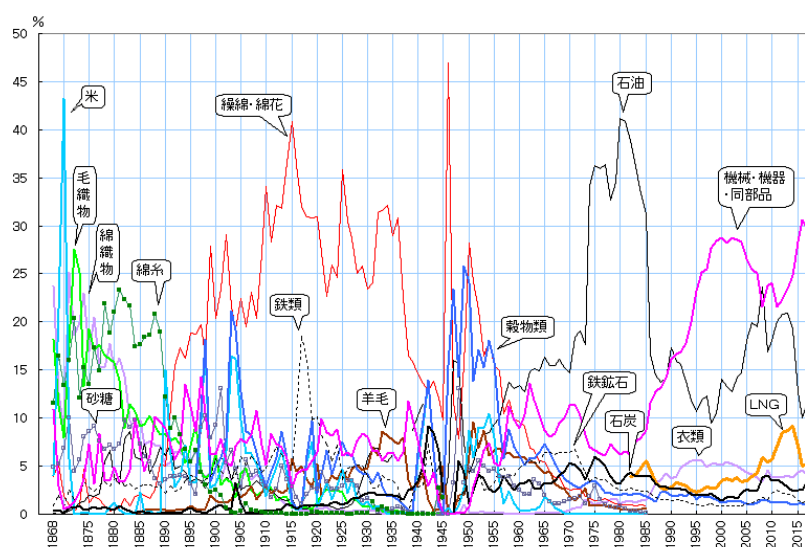
⁷⁸ <https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/nuclear/nuclearcost.html> (最終アクセス, 2019/2/12)

7.2.2 日本のエネルギーと産業の発展

7.2.2.1 産業と流通インフラのための分散型エネルギー

日本においてエネルギー開発が盛んになったのは明治初期からである。江戸時代においても筑前・長門地区では石炭が採掘され、製塩業者や家庭用の燃料として使われていたが⁷⁹、これらは薪の代替として熱エネルギーのみを得ることが目的であるため、熱エネルギーから力学的エネルギーへの変換を伴う蒸気機関や発電所が営利目的で本格的に普及し始めた明治時代から振り返ることとする。なお、日本初の蒸気機関という意味では幕末（1855年）に建造された雲行丸のようである⁸⁰。

日本において蒸気機関が本格的に普及し始めたのは明治5年（1872年）頃からであり、主な用途は鉄道や船舶、製糸業や紡績業などのエンジンである⁸¹。明治初期の日本は、近代化に向けた流通インフラの整備も行われた時期であり、鉄道や船舶は人や物資・郵便（情報）を劇的に大量かつ短時間で輸送可能とするイノベーションそのものでもある。また、産業に目を向けると、これまで手工業であった製糸や紡績は軽工業化され、繊維産業として大量生産が可能になった。これに伴い、日本では養蚕業や牧羊などの一次産業も盛んになる。なお、この時代においても綿花は中国やインドからの輸入が主であったが、日本において長繊維として加工された後に海外へと輸出されている（図34、35参照）。



(注) 機械・機器・同部品は「機械類及び輸送用機器類」(1985年以前)又は「一般機械」「電気機器」「輸送用機器」の計(1988年以降、86-87は精密も)。鉄類は鉄鉄及び各種鉄鋼製品。穀物類は1987年まで米・小麦・とうもろこし(戦前は小麦粉も)
 (資料) 財務省貿易統計、日本長期統計総覧、日本の長期統計系列(HP)、日本統計月報、外国貿易概況平成5年6月号

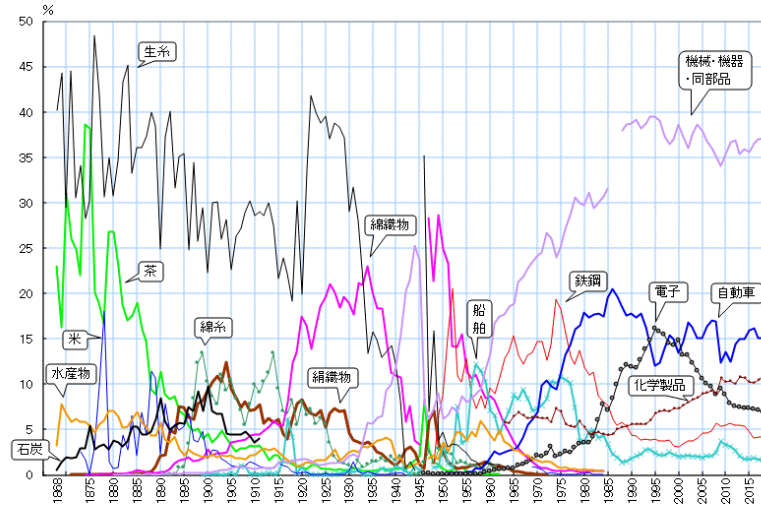
図 34 主要輸入品の長期推移—輸入総額に占める構成比（1868～2018年）⁸²

⁷⁹ <http://www.jcoal.or.jp/worldheritage/03/05/> (最終アクセス, 2019/2/12)

⁸⁰ 長尾克子, 『幕末日本の造船造機技術教育』, 日本造船学会誌 第 848 号, (2000).

⁸¹ http://www.archives.go.jp/exhibition/digital/moderan_state/contents/meiji-industry/index.html (最終アクセス, 2019/2/12)

⁸² <https://honkawa2.sakura.ne.jp/4760.html> (最終アクセス, 2019/2/12)



(注) 機械・機器・同部品は「機械類及び輸送用機器類」(1985年以前)又は「一般機械」「電気機器」「輸送用機器」の計(1988年以降)から電子、自動車、船舶を除いたもの。電子=事務用機器(コンピューターを含む)+半導体等電子部品(ICなど)、水産物(1908-45年)=塩蔵・乾燥魚介類+缶・罐詰魚介類、水産物(1947年以降)=生鮮魚介類+魚介類調整品
 (資料) 財務省貿易統計、日本長期統計総覧、日本の長期統計系列(HIP)、外国貿易概況平成5年6月号、明治以降本邦主要経済統計

図 35 主要輸出品の長期推移—輸出総額に占める構成比 (1868～2019年) ⁸³

7.2.2.2 公共のための分散型エネルギー

日本で電力の供給が開始されたのは、明治20年(1887年)、現在の東京都中央区茅場町に建設された石炭火力発電所(25kW)が最初である⁸⁴。このときの主な電力用途は街路灯(アーク灯)である。なお、日本初の街路灯は明治5年(1872年)、横浜に建てられたガス灯が最初であるが、当時、ガスは高価であることに加え(1本のガス灯にかかるひと月の料金は、現在の貨幣価値に換算すると数万円)火災の危険性もあることから、最終的には電気によるアーク灯が街路灯として広まることとなる。ただし、どちらの場合においても民生用ではなく公共用として普及したものである。なお、1890年代になるとガスマントル(発光剤をしみこませた綿糸や人造絹糸の袋を裸火にかぶせたもの)が登場し、これまでの約5倍の明るさが出せるようになる。これにより、ガス灯は室内照明として民生用としても使われるようになるとともに明治末期にかけて全国各地にガス事業者が登場するようになる。その一方で、家庭における灯りについては、配管や送電が不要の灯油ランプが主流であった。

7.2.2.3 民生向けの電力供給と集中型電源への転換

民生向けに電力供給が開始されたのは明治24年(1891年)、京都市に建設された日本初の水力発電所(160kW)からである。このときの電力の用途も街路灯がメインではあったが、電力の供給量が増えるにつれ、製糸業や紡績業などの軽工業や医療施設を中心に民生向けにも電力が

⁸³ <https://honkawa2.sakura.ne.jp/4750.html> (最終アクセス, 2019/2/12)

⁸⁴ <https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/history1meiji.html> (最終アクセス, 2019/2/12)

供給され始める。そして、明治 28 年（1895 年）には日本初となる路面電車が京都市で営業を開始する⁸⁵。

ここまでは地産地消の分散型のエネルギー開発が主流であったが、明治 32 年（1899 年）に郡山絹糸紡績が猪苗代湖の水を利用して建設した水力発電所（30kW）から郡山までの 22.5km を 11kV で送電したのを切っ掛けに、明治 40 年（1907 年）には電力会社においても山梨県に 15MW の水力発電所を建設し、東京向けに 76km の長距離送電を 55kV で行うようになる⁸⁶。この頃から、石油やガスなどのエネルギー資源に乏しかった日本は、1960 年代まで水力発電と長距離送電を主力とした電源開発が盛んに行われるようになる⁸⁷。水力発電も徐々に大型化され、電力供給量の増加とともに蒸気機関を用いていた軽工業は電化されるようになる。また、昭和 38 年（1963 年）には黒部ダムが完成（25.8 万 kW）し、これによって大阪の電力の約 50%が賄われるようになるとともに、軽工業から重工業へと産業が転換するようになる。

ちなみに、昭和 27 年（1952 年）と昭和 47 年（1972 年）における都市勤労者世帯の月平均収入、GNP、1kWh 当たりの電気料金をそれぞれ比較すると、都市勤労者世帯の月平均収入は昭和 27 年（1952 年）に 20,822 円であったものが昭和 47 年（1972 年）には約 7 倍の 140,062 円、GNP は昭和 27 年（1952 年）に 52,160 億円であったものが昭和 47 年（1972 年）には約 2 倍の 965,390 億円と増加しているのに対して電気料金の上昇は小さく、昭和 27 年（1952 年）に 9 円 69 銭/kWh であったものが昭和 47 年（1972 年）においても 11 円 76 銭/kWh と 1.2 倍程度の上昇で抑えられている⁸⁸。つまり、この時代の電気料金は日本の経済成長率に対して相対的に安くなった時代とも言える。

7.2.2.4 一般家庭への電力の普及

日本において、一般家庭も含めた電化率が 100%になった時期は定かではないが、最も初期に普及し始めた電燈の普及率をみると、昭和 10 年（1935 年）時点で約 90%となっている（表 22）⁸⁹。一方で、電化が遅れていた地域の一つである岩手県⁹⁰の普及率をみると、昭和 40 年（1965 年）に 99.8%、昭和 43 年（1968 年）に 99.97%となり、恐らくこのあたりで全国の未電化もほぼ解消されたのであろう⁹¹。日本で発電が開始されてから約 80 年後、終戦（1945 年）からは 23 年、高度経済成長期の始まり（1954 年）から数えても 14 年後のことである。

⁸⁵ https://crd.ndl.go.jp/reference/modules/d3ndlcrdentry/index.php?page=ref_view&id=1000170052 (最終アクセス, 2019/2/12)

⁸⁶ 田中宏, 『発電用水車の技術発展の系統化調査』, かはく技術史大系.

⁸⁷ <http://agora.ex.nii.ac.jp/earthquake/201103-eastjapan/energy/electrical-japan/start.html.ja> (最終アクセス, 2019/2/12)

⁸⁸ <https://shouwashi.com/> (最終アクセス, 2019/2/12)

⁸⁹ 石崎有義, 『白熱電球の技術の系統化調査』, かはく技術史大系.

⁹⁰ 山内二郎 他, 『我國に於ける白熱電燈普及の變遷』, 逓信省電気試験所第三部.

⁹¹ 西野寿章, 『戦後の岩手県における山村地域の電化過程についての覚え書き』, 地域政策研究 第 19 巻第 4 号, (2017).

表 22 電燈普及率の推移⁹²

	大正元年	大正9年	大正14年	昭和5年	昭和10年
世帯数(1,000世帯)	10,136	11,101	11,879	12,582	13,378
電燈需要家数(1,000口)	1,595	6,424	9,652	11,352	12,098
電燈数(1,000燈)	4,095	16,138	27,321	36,840	43,231
普及率(%)	15.7	57.9	81.3	90.2	90.4
1需要家当たり燈数(燈)	2.6	2.5	2.8	3.2	3.5

現在の東芝や三菱電機など、日本における家電メーカーは大正5年（1916年）頃から小規模ながらも国産扇風機の大量製造を行い海外にも輸出している⁹³。しかしながら、日本において当時の電気料金は他の燃料と比較すると割高であったため、なかなか家電製品は一般家庭には普及しなかったようである。このような状況の中、昭和初期には電力会社は経営難となる。加えて、余剰電力の消費も急務の課題となった。そこで、前述の通り、水力発電と長距離送電を主力とした電源開発により発電コストの抑制を図るとともに、政策的に産業を刺激し、蒸気機関から電化へ、軽工業は重工業へと産業構造の転換を進めるとともに内需および外需（輸出）の両面から拡大を行っていった。

なお、一般家庭に電気を普及させるための啓蒙活動は大正14年（1925年）頃から東京や大阪、京都などの大都市では行われており、この時代から単に経済的な便益のみならず、燃料問題（薪や石炭の値上がりと資源保護）や保健衛生問題（生活改善）のための電気の価値も市民に対して説いていたようである。

7.2.2.5 高度経済成長とエネルギー安全保障

日本が高度経済成長（昭和29年～昭和48年（1954年～1973年））を迎えると、産業用および家庭用の電力需要も伸びる一方で、地理的条件が限定的である水力発電の開発は頭打ちを迎えることとなる。その結果、日本では、石油火力を中心とした大規模な集中型電源にシフトし始めることとなる。しかし、昭和48年（1973年）の第一次オイルショックを契機にエネルギー安全保障の観点からLNG火力、石炭火力、原子力など多様な電源構成によるベストミックスが検討されるようになる。その後、昭和54年（1979年）に第二次オイルショックが起き、自国の安定したエネルギー源を確保する目的で昭和55年（1979年）に再生可能エネルギーの研究開発を専門に取り扱う新エネルギー総合開発機構（現：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO））が設立される⁹⁴。

なお、この頃になると明治初期に勃興した製糸業や紡績業などの繊維産業は日本からの輸出品目ベースでは衰退し、機械や自動車産業が増加するようになる。

⁹² <https://www.issshikipub.co.jp/2019/04/04/web-book-energy-chap08column/> (最終アクセス, 2019/2/12)

⁹³ 前島正裕, 『電力技術の発達から見た我が国の家庭電化に関する一考察』, 国立科学博物館研究報告 E 類 (理工学) 第16巻, (1993).

⁹⁴ NEDO 20年史

7.2.2.6 公害から環境問題、集中型電源から分散型電源へ

日本が高度経済成長を迎えている 1950 年代～1960 年代、日本では公害が社会問題となる。この時点において、公害とエネルギー問題とは直接的には結びついてはいないが、日本において産業や経済の発展と環境保全との両立を考える契機になったと考えられる。その後、世界的には平成 4 年（1992 年）にリオデジャネイロで開催された地球サミットにより、産業活動と地球温暖化や気候変動との関係が注目されるようになる。公害の場合、特定の地域にその影響が限定される特徴があるが、地球環境問題の場合は世界規模で影響を及ぼすといった違いはある。しかし、CO₂ や PM2.5 等の問題の多くは産業活動に起因するため、その解決策としては共通するところがある。このような世界的な流れもあり、経済産業省・NEDO では、平成 5 年（1993 年）からサンシャイン計画（新エネルギー技術の開発）、ムーンライト計画（省エネルギー技術の開発）、地球環境技術計画（環境問題に係る技術の開発）の 3 つを統合したニューサンシャイン計画をスタートさせることとなる⁹⁵。

このような流れの中、経済産業省・NEDO では平成 14 年（2002 年）～平成 20 年（2008 年）には群馬県太田市の住宅に約 550 台の太陽電池を設置し、系統への逆潮も含めて実証する「集中連系型太陽光発電システム実証研究」が行われた他、平成 15 年（2003 年）～平成 19 年（2007 年）には青森県八戸市にて太陽光発電や風力発電など天候等に左右される自然変動エネルギーと下水処理場の汚泥ガスを利用したガスエンジン発電、蓄電池などを組み合わせ、更には自営線を用いて実証試験地域内の市役所や小中学校など実際の需要に対応したエネルギー供給を行う日本初のマイクログリッド実証試験（新エネルギー等地域集中実証研究）も実施された。平成 18 年（2006 年）～平成 23 年（2011 年）には、山梨県北杜市および北海道稚内市にて日本初のメガソーラーによる実証試験（1.8MW）を実施。平成 17 年（2005 年）～平成 22 年（2010 年）には全国の一般家庭に 4 年間で約 3300 台の固体高分子型燃料電池（PEFC）を設置し、実際の使用状況における実測データを取得するなど、再生可能エネルギーの大規模導入に向けた課題抽出がステップバイステップで進行していった⁹⁶。

このような日本国内における実証試験と同時に、市場環境や法律上の問題などにより日本国内では実証試験ができないような課題については、諸外国と共同して研究開発が進められるようになる。この流れの先駆けは、平成 21 年（2009 年）～平成 27 年（2015 年）米国ニューメキシコ州ロスアラモスにおいて実施されたスマートコミュニティ（マイクログリッド+IoT 機器による需要側の機器の制御）の日米共同実証試験である⁹⁷。これを皮切りに、世界各地でステップバイステップの実証試験が実施されるようになる。特に、平成 23 年（2011 年）～平成 29 年（2017 年）にかけてハワイ州で行われた日米共同実証試験では、再生可能エネルギーの出力変動吸収のために用いられている蓄電池を減らして全体コスト低減させるために島民が普段の生活に使用する電気自動車（EV）が用いられた⁹⁸。これは、単に島民の生活に必要な自動車が環境に優しい EV へと置き換わっただけではなく、出力変動がある再生可能エネルギーを同じく使用状況が不規則な民生用の EV を用いて調整電源とすることが出来ることを示したものであり、民

⁹⁵ https://www.meti.go.jp/committee/summary/0001620/031_05_00.pdf (最終アクセス, 2019/2/12)

⁹⁶ NEDO 30 年史

⁹⁷ <https://www.nedo.go.jp/content/100762757.pdf> (最終アクセス, 2019/2/12)

⁹⁸ <https://www.nedo.go.jp/content/100864935.pdf> (最終アクセス, 2019/2/12)

生用の機器であってもストレスなくエネルギーインフラとして活用できる新たなエネルギーマネジメント技術を獲得したのもであった。ここまで来て、ようやく本格的に再生可能エネルギーを用いたスマートコミュニティが技術的には現実的なものとなったと言っても良い。ただし、これはハワイ州の電気料金が米国本土の電気料金よりも高いため成立するものでもある（2015年平均 ハワイ州：26 cents/kWh，ニューヨーク州：15 cents/kWh）。さらに、平成23年（2011年）～平成29年（2017年）フランスのリヨン市との共同実証試験においては、これまでの新エネルギー技術や省エネルギー技術、エネルギーマネジメント技術を駆使して再生可能エネルギー自体を生み出すポジティブエナジービルディング（PEB）の実証試験も実施され⁹⁹、2019年の国際イニシアティブ「ミッションイノベーション」において「革新的なクリーンエネルギープロジェクト100」にも選ばれている¹⁰⁰。

7.2.3 エネルギーとイノベーション

7.2.3.1 ドライビング・フォース ～価値観の変化～

ここまで、日本のエネルギーと産業発展の流れを振り返ってきたが、いくつか流れが転換するポイントがあった。イノベーションの世界では、世の中の流れが変わる力をドライビング・フォースと言い、PESTEL（Political Forces：政治，Economic Forces：経済，Social Forces：社会，Technological Forces：技術，Environmental Forces：環境，Legislative Forces：法律）の観点から総合的に流れを捉える。

大正時代の電気料金は、薪や石炭など既存の燃料と比べても割高なエネルギーであり、東京などの都市部においても一般家庭の電力需要は旺盛ではなかった。しかし、大正12年（1923年）に関東大震災が発生し、これに伴う大規模火災も発生した。これを契機に、電気の安全性が再認識されるようになり、一般家庭における契約容量が伸びることとなる。つまり、コストには絶対額としての多寡のみならず需要者側の価値観も加味されていることを示している。このような現象は、平成23年（2011年）に起きた東日本大震災でもみられる。当時、割安な深夜電力の活用やエコなエネルギーとしてオール電化の普及が進んでいた一方で、総合的なエネルギー効率の良さを売りにしていた家庭用燃料電池（エネファーム）の普及は堅調であった。しかし、東日本大震災の発生に伴い、広域にわたる大規模停電が続いたことから自立電源としてのエネファームの需要が高まったのである（図36）。当時、エネファームの販売価格は政府や自治体の補助金を活用しても150万円～200万円であり、一般的な家庭における電気やガスの使用料金およびこれらに付随する給湯器などの機器の設置費用と耐用年数を勘案しても割高な機器であった。しかし、その割高さよりも自立電源による「安心」を得る方が勝り需要を伸ばす結果となっている。

同じく、東日本大震災においては固定価格買取制度（FIT）がスタートする切っ掛けともなっている。ただし、前述のエネファームも同じであるが、突然、技術や制度が出来上がったわけ

⁹⁹ <https://www.nedo.go.jp/content/100871964.pdf> (最終アクセス, 2019/2/12)

¹⁰⁰ <https://www.misolutionframework.net/Innovations/country?page=10> (最終アクセス, 2019/2/12)

ではない。事前に様々な技術開発や制度検討、場合によっては法律上の整備がされていたからこそ実現できたものである。では、なぜ日本においてこれらの事前準備がされていたのだろうか。そのドライビング・フォースは間違いなくオイルショックであろう。これにより、日本ではエネルギー安全保障の観点から政策的に新エネルギー技術、省エネルギー技術、環境関連技術に加え、これらに用いられる産業技術の開発も推し進めるようになった。

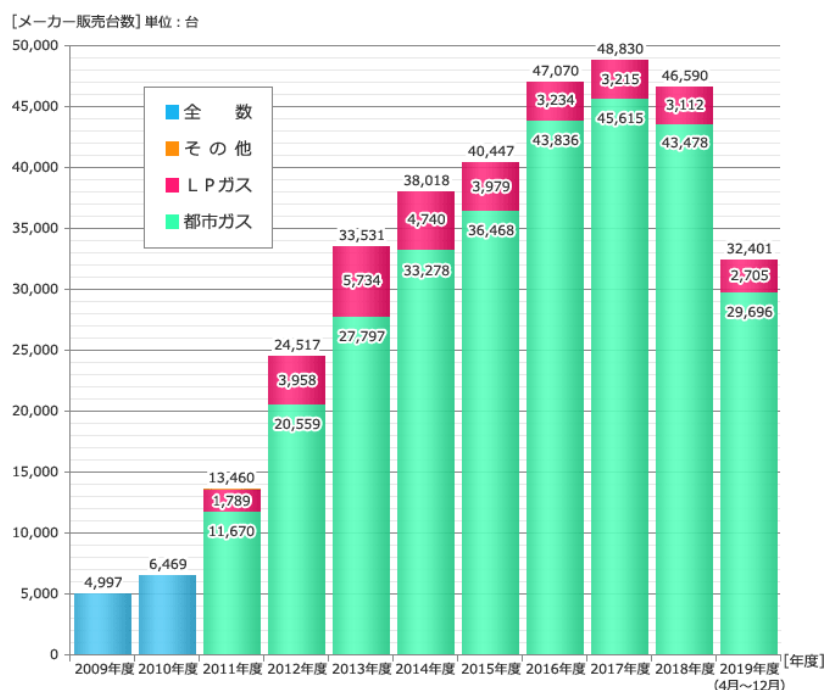


図 36 エネファームの販売台数推移¹⁰¹

7.2.3.2 エネルギーと社会経済

「持続可能な再生可能エネルギー」をテーマとしながらも、明治初期に導入された蒸気機関から書き始めた理由は「途上国に再生可能エネルギーを導入する理由を見つめ直すこと」にある。日本で生活をしていると電気がある生活は当たり前であり、その電気を生むためにCO₂が発生する。また、このCO₂が一因となり地球温暖化や気候変動を引き起こしてしまうとされるが故に再生可能エネルギーを是とすることになる。これも正しいのではあるが、再生可能エネルギーは無料ではない。一昔前よりも発電コストが下がったとは言え、石炭やLNG火力などと比べると、まだ割高なエネルギーである。割高なエネルギーであるからこそ、「何に電気を使うのか」「その電気がもたらす価値は何か」をもう一度考え直す必要があるのではないだろうか。

人類が蒸気機関を手に入れた最大の恩恵は、ひとりの人間が出せるパワーやスピードを機械が代替ないし凌駕することができたことにある。これによって、生産性が飛躍的に向上し、そこから生まれる生産物（衣食住に必要なモノ・道具）の恩恵を多くの人を受け取れるようにな

¹⁰¹ https://www.ace.or.jp/fc/works_0010.html (最終アクセス, 2019/2/12)

ったことにある。裏を返せば、この産業革命が大量生産・大量消費による経済循環と環境破壊の始まりでもある。産業革命以前は、風車や水車、ヒトや馬、牛などがエネルギー供給源となり機械を動かしていた時代である。この時代においても、現代における再生可能エネルギーが持つ課題と同様に、風車は気象条件に左右され、水車は地理的条件が限定されていた。そこに、新たな安定的エネルギー供給源として石炭や石油などが登場し、そこから生まれる熱エネルギーを力学的エネルギーに変換する装置が蒸気機関（熱機関）である。また、その力学的エネルギーを機械に接続し、一定の仕事を繰り返す装置が産業革命以降の産業機械である。安くて無機質な石炭や石油さえ投入すれば、その出力として人間の能力を凌駕する生産性の良い仕事を産業機械がやってくれるので画期的なのである。よって、この話を突き詰めると「エネルギーとは仕事」であり、現代においては安くてクリーンなインプット（エネルギー供給源）とアウトプットとしての産業（インプットよりも高い便益）とをワンセットで議論を進めないと成立しないのである。

それでは、蒸気機関の次に出てきた「電気」にはどのような意味があったのであろうか。一言でいえば「簡素化」である。最終的には、多くの仕事に利用される力学的エネルギーが得られれば良く、その際に「電気+モーター（回転運動）」で駆動する組み合わせは蒸気機関（往復運動）の機構よりもシンプルで汎用的なのである。また、ここで言う「汎用的」とは、電気エネルギーさえ供給されれば、そのエネルギー源は石油でも石炭でも水力でも構わなくなり、安くて安定的に供給されれば良いということである。電気が安くて安定的に供給されるのであれば、所有している蒸気機関に対応するエネルギー源を自分で確保する必要性がなくなるとともに蒸気機関のメンテナンスも不要となる。工場にとっては、エネルギー源の相場変動リスクを自社だけで抱え込む必要性が無くなるとともに、工場のスペースも節約でき、火災の危険性も低減できるといった便益まで生まれる。これが電線1本さえ引ければ、必要な時に必要な量のエネルギーを瞬時に移動できるのであるから、電気はエネルギー輸送の簡素化とも言えるものである。もちろん、電気には「灯りのある生活」や「健康的な生活を送るために」としての意味もあるが、その電気料金やサービス料金を支払うためには、やはり経済的基盤が必要となる。故に、その経済的基盤を確保する産業政策も同時に考えなければ、再生可能エネルギーの導入も難しいのではないだろうか。現に、明治政府が最初に行ったのは「鉄道やエネルギーインフラの整備」「海外の産業技術を移植」「貿易の促進」の3点セットである。

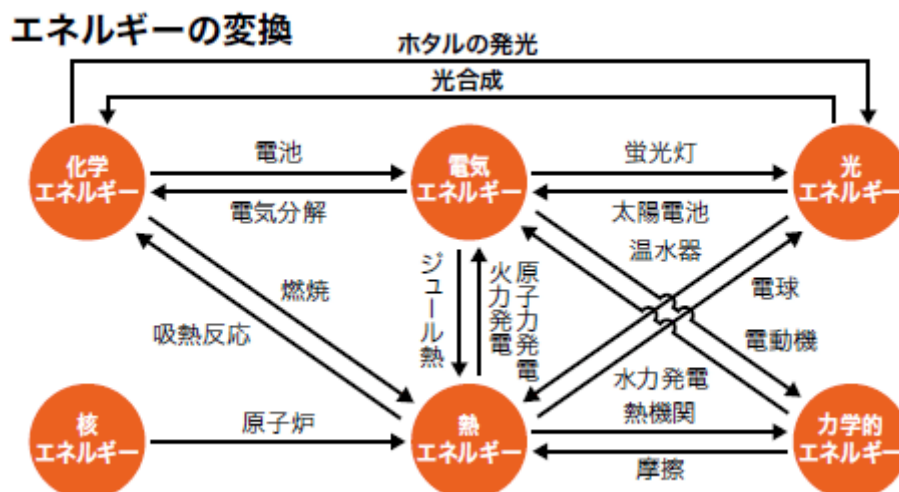


図 37 エネルギーの変換¹⁰²

人類が蒸気機関によって機械的なパワーやスピードなどを手にし、電力によってそのエネルギー源の輸送を可能にしたとするならば、第四次産業革命と言われている現代は「情報」の輸送である。途上国において携帯電話（スマートフォン）が瞬く間に広がったのも、そもそものスイッチングコストがないことに加え、少ないインフラ整備で多くの人々が通話やメールといった古典的な情報のみならず、インターネットを通じて教育や金融、医療、娯楽などにも必要な時に必要なコンテンツにアクセスできるようになるからである。明治初期の日本が欧米よりも先に最新の水力発電や電車等を導入できたものスイッチングコストがないからである。当然、これらの導入は輸入から始まるのであるが、おそらく現代の途上国においても同じであろう。ただし、国の発展に向けて何に投資しなければいけないかという産業政策は必須であり、現代における最先端技術とその国が持つ資源（人的資源、天然資源、観光資源など）とを見比べながらインプットとしてのエネルギー選択とアウトプットとしての産業政策をデザインする必要があるのではないか。

7.2.3.3 電力品質とグリッドはケースバイケース

再生可能エネルギー100%のマイクログリッドで自立させることは技術的には可能であるが、電力品質を確保するのであれば必ず調整電源やバックアップ電源を用意する必要がある一方でこれらの稼働率は低く、加えてITを駆使したエネルギーマネジメント技術も導入する必要があることから総じてコストは高くなる。よって、どのような産業（用途）に電力を供給するかによっても求められる電力の品質は変わってくる。

¹⁰² <https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/tyousakouhou/kyouikuhukyu/fukukyouzai/sk/1-1.html> (最終アクセス, 2019/2/13)

例えば、数 nm レベルでの配線制御が求められる半導体産業の場合は、微妙な電圧や周波数の降下・上昇でもモーターの制御に影響を及ぼすため、非常に高いレベルの電力品質が求められる。一方で、食品の加工・製造工場の場合は、半導体産業ほど高品質な電力品質は求められない。仮に、HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) 基準の食品工場であった場合でも、殺菌や貯蔵に関する温度コントロールさえ適切に管理できていればよく、それには多少の電圧や周波数の降下・上昇および瞬停などは問題にはならない。

マイクログリッドは、その電力を必要とする限られた地域のみで設計されるので、送電に係るインフラ整備は安く済むメリットがある。一方で、そのエネルギー源が太陽光や風力などの不安定な再生可能エネルギーとなった場合、最低でも蓄電池と組み合わせる必要があることに加え、総コストを抑えるために需要と供給がバランスする最低限の投資となってしまうのが一般的である。つまり、マイクログリッドの場合は供給力に余剰がないため、新たな産業を次々に追加しながら発展するにはフレキシブル性に欠けるのである。これに電力品質も問題も加わるとなおさらである。再生可能エネルギーでありながらも高品質な電力供給を担保すると産業によっては過剰品質（コスト増）になる場合もあれば、低品質な電力供給しかできないのであれば半導体産業のような工場の誘致は不可能となる。

それでは、ナショナルグリッドの方が再生可能エネルギーの導入に優れているかと言えば、必ずしもそうではない。広域にわたって多くの需要者に電力供給することができるぶん、高品質な電力供給に必要な稼働率の低い設備を導入したとしても、その費用は多くの需要者に薄く分散させられるメリットがある一方で、発電所から需要者までの距離とその需要量（電気料金としての収入）次第で送電コストがペイできるか否かが決まる。なぜなら、送電距離が長くなるほど送電ロスも発生するので理想的にはやはり地産地消が良いのである。日本の電力が分散型電源から始まり、集中型電源へと移行し、そして再び分散型電源へと移行し始めているもの。需要量と電力品質とコストとのバランスの問題である。ただし、現在、再び分散型電源へと移行している背景にはナショナルグリッドがあることが前提になっているものでもある。ちなみに、送電コストについては、電圧や送電方法（交流・直流）、設置場所の条件（山岳、平野、都市）などによってもコストが変わるので一概には言えないが、27.5 万 V～50 万 V の送電線を 1km 設置するコストは 4 億円～6 億円程度である¹⁰³。仮に 50km 送電するとすれば、その設置費用は 200 億円～300 億円である。なお、1kW の太陽光パネルの設置費用を 50 万円と仮定すると、200 億円～300 億円あれば単純計算で 40MW～60MW の太陽光パネルを設置できる計算となる。

よって、途上国において再生可能エネルギーを導入する際も、各種設置コストと消費量を勘案しつつ供給調整や電力品質の調整ができる設計（マイクログリッドとナショナルグリッドの組み合わせ）が必要であると考えている。その際、産業政策とともに工業地区、商業地区、住宅地区といった都市設計も含めてデザインし、概ね、その地域に必要な品質の電力を供給することが途上国に再生可能エネルギーを適切に導入するポイントになるのではないだろうか。

¹⁰³ <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/npu/policy09/sentakushi/pdf/2142.pdf> (最終アクセス, 2019/2/13)

7.2.3.4 エネルギー安全保障

ASEAN パワーグリッド構想のように国境を越えて電力を融通しあい、願わくは全ての電力を再生可能エネルギーで賄うことも技術的には不可能ではない。国境を越えて電力を融通しあうということは、日本国内において地域が異なる電力会社同士が電力を融通しあっている状況と一緒にあり、コスト増を厭わなければ、多くの国の国境線である山岳や河川を越えて送電線を設置し、周波数や電圧、送電方法が異なっても変電所で調整すればグリッドとしては成立する。

しかし、問題は系統が繋がることによる安全保障上のリスクである。電力が現代の産業や国民生活の向上をもたらしている時代においては、電力の遮断はその国のエネルギー安全保障上のリスクでもある。石炭や石油などストック可能なエネルギー資源の場合、万が一、エネルギー源を遮断されたとしても、備蓄開放や輸入先の変更、電力の使用制限などで対応することも可能である。しかし、瞬時にエネルギーが移動し、エネルギー資源ほどのストックもできない電力の場合では、その海外依存度が大きくなればなるほど安全保障上のリスクも上昇する。またグリッドが繋がれば、故意に相手国の発電所にダメージを与えることも可能となるため、相手国と相当な信頼関係か戦略的互惠関係（お互いが発展するためには、お互いのリソースを融通しあわなければ達成できないようなもの）を有しているか、国際的な条約等がない限り、他国と系統を結ぶことは容易ではないであろう。仮に、他国と系統を繋いだとしても、あくまでも自国で電力を確保することが前提となるであろうし、万が一、電力が不足しそうな場合のみ一時的に電力を融通しあうレベルが限界ではなかろうか。その際に、山岳地帯や河川を越えて送電線を結ぶコストとメリット及びそのリスクを考えると、国全同士で電力を融通しあうというよりは、国境を接している地域間での電力融通が現実的ではなかろうか。

7.2.4 地域にあった産業と省エネ化および再生可能エネルギーの導入事例

ここで紹介する事例は、タイ王国における2つのNEDOプロジェクトである。1つは、2011年度から2016年度にかけて実施された「酵素法によるバガスからのバイオエタノール製造技術実証事業」であり、もう一つは2016年度～2022年度にかけて実施中の「余剰バガス原料からの省エネ型セルロース糖製造システム実証事業」である。前者は、月島機械株式会社、JFE エンジンアリング株式会社、Thai Roong Ruang Energy Co. Ltd.、が主要な研究開発主体となっており、後者は東レ株式会社、三井製糖株式会社、三井物産株式会社、Cellulosic Biomass Technology Co., Ltd.にて実施される実証事業である。どちらの事例においてもNEDOとタイ政府との共同事業であり、タイ側の企業の母体は製糖会社である。

タイは、世界有数のサトウキビ産出国であり（図38）、政策的にもタイにおける重要な産業の一つとして位置付けられている。タイでは、1990年代まで政策的にサトウキビ畑を拡大し続けたが、この拡大も現在ではほぼ限界に達したとされている¹⁰⁴。また、サトウキビとキャッサバやトウモロコシは競合関係にあり、農家は生産コストや販売価格を勘案しながら転作を繰り返

¹⁰⁴ https://www.alic.go.jp/joho-s/joho07_000239.html (最終アクセス, 2019/2/13)

しているため、必ずしも政策通りにサトウキビ産業が成長しているわけでもないのが現状である。加えて、国際砂糖価格の低迷時に製糖企業を通じてタイ政府から生産者に支払われる補てん金などが WTO 協定に抵触する（間接的な輸出補助金）との疑義が生じブラジルが WTO に提訴したり、ASEAN 経済共同体の発足に伴い非関税障壁の撤廃が求められたりするなど、タイのサトウキビ産業には逆風が吹いていた。更には、電力需要の増加に伴い深刻化する大気汚染や国内天然ガス資源の枯渇、環境問題に対する国民の意識の高まりなども加わり、タイ政府は全体的な政策転換にも迫られていた¹⁰⁵。このような状況の中、タイはパリ協定において 2030 年までに CO₂ を 110～140 百万 t 削減することをコミットしており、その要としてサトウキビ由来のバイオエタノールを位置付けたが、サトウキビの減産により計画通りにバイオエタノールを生産できない事態も発生していた¹⁰⁶。そこで、非可食性のセルロースやモラセス（食用に適さない廃糖蜜）を活用してバイオエタノールや高付加価値製品の製造を試みるのが上記のプロジェクトである。

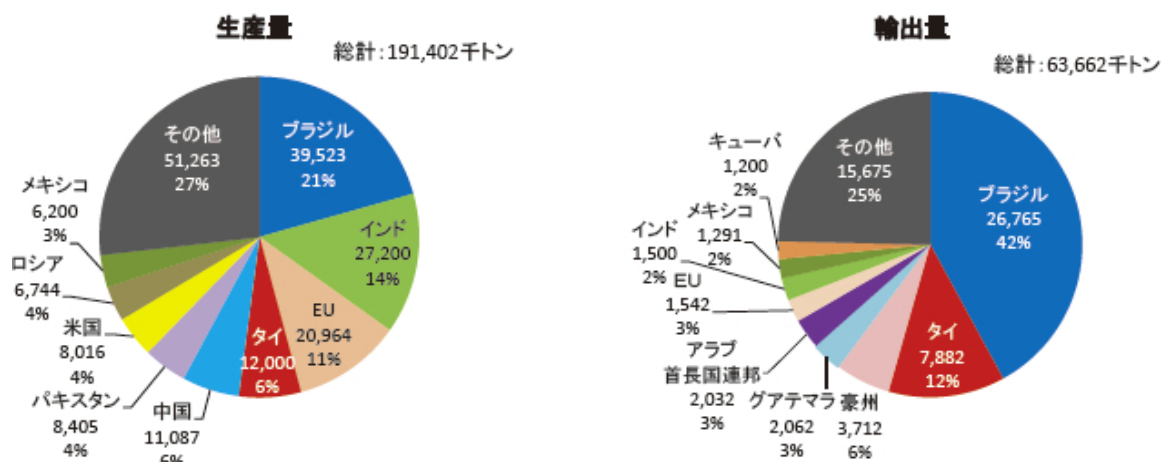
ここで紹介するプロジェクトの時系列とは少々前後するが、政府全体の政策転換としてタイ政府は 2015 年に「タイランド 4.0」という政策を掲げた。これは、タイ経済が中所得国の罫（天然資源の活用や外資企業の誘致などによって中所得国へと成長してきた途上国が、それまでの成長路線に固執して、産業構造転換の努力を怠れば、成長率は次第に鈍化し、高所得国に移行するのが困難になる）に陥っているのではないかというタイ政府の危機感を反映したものであり、ここから抜け出すための次世代産業として、①次世代自動車、②スマート・エレクトロニクス、③医療・健康ツーリズム、④農業・バイオテクノロジー、⑤未来食品、⑥ロボット産業、⑦航空・ロジスティック、⑧バイオ燃料とバイオ化学、⑨デジタル産業、⑩医療ハブの 10 産業が育成ターゲットとなっている¹⁰⁷。ちなみに、1.0 は農村社会の時代、2.0 は天然資源や安価な労働力を活用した軽工業をテコに成長した時代、3.0 は外資企業の進出をテコにした重化学工業が中心となった時代、そして 4.0 は「イノベーション」、「生産性」、「サービス貿易」をキーワードとした持続的な付加価値を創造できる社会経済と位置付けている。この流れをみても、明治以降、日本が発展してきた流れと近いものがある。

ここで紹介する 2 つの事例は、タイの一次産業であるサトウキビを最大限に活用しつつタイランド 4.0 の文脈に照らし合わせると「④農業・バイオテクノロジー」と「⑧バイオ燃料とバイオ化学」の 2 つに関係するものである。

¹⁰⁵ <https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/researchfocus/pdf/10938.pdf> (最終アクセス, 2019/2/13)

¹⁰⁶ https://www.meti.go.jp/medi_lib/report/H30FY/000306.pdf (最終アクセス, 2019/2/13)

¹⁰⁷ <https://www.jri.co.jp/page.jsp?id=31010> (最終アクセス, 2019/2/13)



資料：Agra CEAS Consulting 「World Sugar :Supply Balance and Policy Trend Analysis, December 2017」
注：年度は国際砂糖年度（10月～翌9月）。

図 38 主要国における砂糖の生産および輸出量¹⁰⁸

表 23 タイにおける粗糖の輸出国¹⁰⁹

(単位：トン)

年	2014	2015	2016	2017	割合
インドネシア	1,333,001	1,639,363	1,989,795	1,867,357	69.3%
日本	769,248	654,350	567,000	299,200	11.1%
ケニア	40,279	18,245	19,398	104,125	3.9%
中国	330,709	223,706	14,050	96,441	3.6%
マレーシア	287,014	190,364	34,417	81,027	3.0%
ベトナム	80,400	196,605	142,790	60,735	2.3%
韓国	402,010	384,679	77,947	60,707	2.3%
台湾	133,350	188,248	76,945	27,572	1.0%
その他	147,030	110,384	143,458	95,686	3.6%
計	3,523,041	3,605,944	3,065,800	2,692,850	100.0%

資料：「Global Trade Atlas」
注：HSコード1701.14の数値。

はじめに、2011年からスタートした「酵素法によるバガスからのバイオエタノール製造技術実証事業」から概要を紹介する。前述した通り、タイではバイオエタノールの導入を政策的に進めており、2030年の目標として最大E85の導入と日産11.3百万L/dayのバイオエタノールの製造を目指している。タイ政府は、競合関係にあるサトウキビとキャッサバにおいて、キャッサバの栽培面積を拡大することによってバイオエタノールの生産量を増やす計画を立てている(図39)。しかし、キャッサバは単位面積当たりの収穫量はサトウキビよりも少ないため、キ

¹⁰⁸ https://www.alic.go.jp/joho-s/joho07_001683.html (最終アクセス, 2019/2/13)

¹⁰⁹ https://www.alic.go.jp/joho-s/joho07_001683.html (最終アクセス, 2019/2/13)

キャッサバの栽培面積の拡大と単収増の両立は難しいとも考えられた。ちなみに、タイにおける単位面積当たりの収穫量（2004年時点）をサトウキビとキャッサバとで比較すると、サトウキビは9,270kg/rai に対してキャッサバは3,244kg/rai である¹¹⁰。一方、農家から工場への販売価格（2006～2007年時点）で比較すると、サトウキビを製糖工場に出荷する場合は800THB/t、キャッサバをスターチ工場に出荷する場合は1,400 THB/t となっている。サトウキビは気象条件や病害虫等の影響により単収が大きく減る場合もあり、農家は常に生産コストや販売価格を勘案しながら転作を繰り返している。

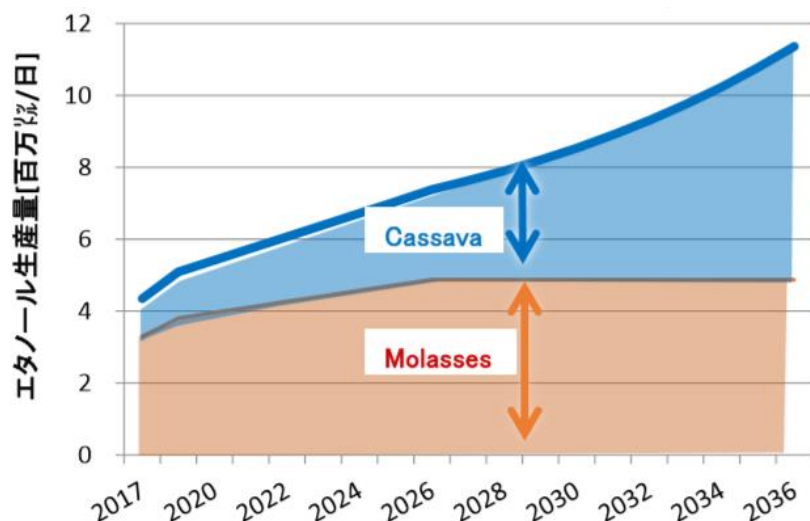


図 39 タイにおけるバイオエタノール生産目標値 (AEDP2015)

そこで、日本から提案したのがサトウキビの搾りかすである「バガス」を活用する案であった。通常、バイオマスの欠点として挙げられる課題は、エネルギー密度が低い植物を集め、そこからエネルギーのみを取り出そうとすると収集や輸送にコストがかかりすぎてしまい収支が合わなくなることが一般的である。しかし、バガスは製糖のために集められるサトウキビの搾りかすであり、基本的に収集から廃棄までの全コストは製糖価格に転嫁されている。よって、製糖工場から発生するバガスの原料単価は0である。むしろ、バガスからエネルギー回収や機能性材料を生産することができればバガスを廃棄する費用も不要となるので経済的にもさらに成立しやすくなる。なお、タイにおいて5,000万t/年発生するバガスのうち1,000万t/年が未利用であり（利用されている4,000万tは焼却によるバイオマス発電や熱利用等）そこからエタノールを取り出せばタイ政府が2030年に目標としている日産11.3百万L/dayの10%に相当するエタノールを生産できる可能性があった。そこで、タイの気候にも適した耐熱性のある酵素生産菌や酵母等の微生物を日本から輸出し、可能な限り資源循環できる設計を行ったのが図40である。なお、耐熱性のある微生物を使うことによって発酵槽の冷却を抑えることができるため、ここでも製造工程における省エネ化が図られるものとなっている。通常、バガスをバ

¹¹⁰ http://www.hondo.ynu.ac.jp/hiroki/bioethanol_J_1.pdf (最終アクセス, 2019/2/13)

イオマス発電のみに利用した場合、エネルギー収上は26%しか回収できない。これに対して当該実証試験では、エタノール製造時に発生する有機物を液肥や肥料として利用するとともに、この工程において発生する熱も回収してエタノールの製造に活用することによって合計で54%のエネルギー回収をすることができる。ちなみに、このプロセスで生産されるエタノールの価格は20.6THB/Lであり、キャッサバを原料とした場合の22.7THB/Lやモラセス（食用に適さない廃糖蜜）を原料とした場合の21.1THB/Lよりも安く製造することができる。また、2013年～2016年におけるタイ政府のエタノール参照価格（平均価格）は25.6THB/Lであり、事業ベースとしても十分に成立するものである。なお、ここで製造された肥料は再びサトウキビの生産に使われる。

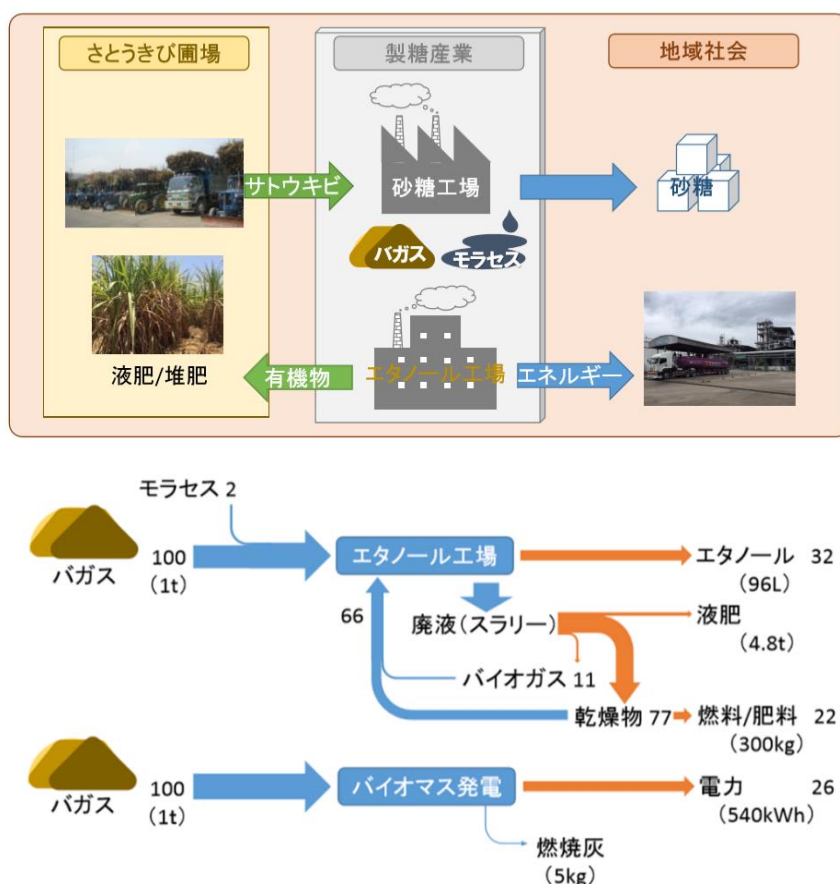


図 40 資源循環型エタノール生産とバイオマス発電におけるエネルギー回収の比較¹¹¹

次に、2016年度からスタートした「余剰バガス原料からの省エネ型セルロース糖製造システム実証事業」の概要を紹介する。基本的な考え方は前者と同じであるが、このプロセスではエタノールには変換せず、エタノールの原料となるセルロース糖を膜分離技術によってバガスを原料とした混合糖から分離することにある。この膜分離技術を使うことによって、従来の蒸発

¹¹¹ <https://www.nedo.go.jp/content/100870327.pdf> (最終アクセス, 2019/2/13)

法よりもエネルギー消費量を50%以上も削減できるようになるだけでなく、ポリフェノールやオリゴ糖といった高付加価値品も効率よく併産することも狙っているものである（図41）。なお、分離されたセルロース糖からはエタノール以外にも乳酸やコハク酸も製造できるようになる。この乳酸やコハク酸からは、ポリ乳酸やポリエステルといったバイオプラスチックを合成することも可能である。

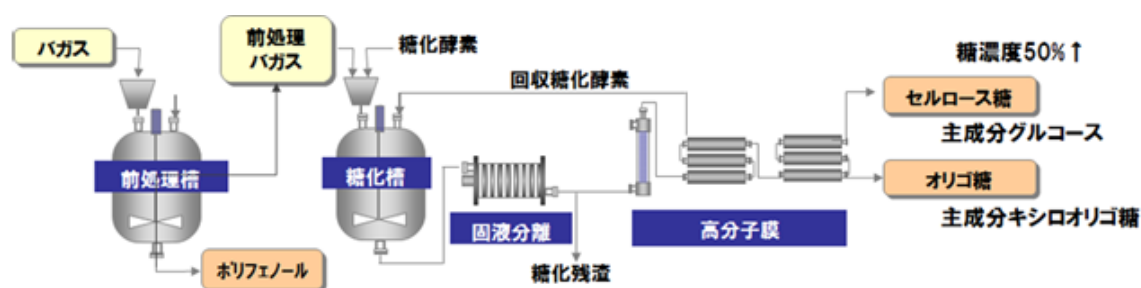


図 41 バガスからセルロース糖やオリゴ糖，ポリフェノールを製造する工程フロー¹¹²

7.2.5 途上国における持続可能な再生可能エネルギーの導入に向けて

「途上国における持続可能な再生可能エネルギーの導入に向けて」というテーマで議論を進めると産業用も家庭用も全て一緒に再生可能エネルギーによる発電を考えてしまいがちではあるが、最も重要なことは化石燃料由来のCO₂をどのようにして減らすかである。もちろん、世界のCO₂排出量331億t/年のうち電力由来のものは約130億t/年（全体の約40%）を占めるので発電を無視することはできない¹¹³。しかしながら、既存の発電所の耐用年数は約30年～50年程度であり、これらの電源をベースとした安い電力を基に産業も発展してきただけに、全ての産業と家庭にも影響を及ぼす電源に対して不安定かつ割高である再生可能エネルギーの議論を拙速に進めることは現実的ではないと思われる。もちろん、各電力会社も世界的なCO₂削減の流れの中で削減に向けた努力はしていると思うが、安定供給責任との兼ね合いの中でドラスティックに再生可能エネルギーの導入を進められないのも現実である。それよりも、タイの事例のように、その国々の資源を生かした産業活動を通じてより付加価値の高い製品の製造とその過程における効率的なエネルギー（電力や熱など）の生産と使用を個別最適で設計しながら、再生可能エネルギーの導入によるコスト増を吸収できるようにする方がファーストステップとしては現実的ではなかろうか。

ちなみに、カナダにはAlpac社という製紙およびパルプの製造企業があり、ここで生産されたパルプは日本にも輸入されている。Alpac社はカナダ政府から約640万haの森林管理を委託されており、ここから伐採される木材によって製紙・パルプ事業を行っている。事業に使う木

¹¹² https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100989.html (最終アクセス, 2019/2/13)

¹¹³ IEA (2019), "Global Energy & CO2 Status Report", OECD/IEA, Paris.

材は、生態系に影響を及ぼさないよう毎年 0.5%のみが分散的に伐採され、約 200 年で一巡するようになっている。2007 年までの Alpac 社の事業ポートフォリオは、約 75%が紙の製造によるものであったが世界的な紙需要の減少による影響を受けていた。このような状況の中、Alpac 社はパルプから結晶性のナノセルロースを製造し、これを使った高機能製品の事業へとポートフォリオの構造転換を図った。ちなみに、結晶性のナノセルロースはポリマーのフィラーとして使うことによりプラスチックの強度を上げる効果がある。なお、バイオマス由来のプラスチックについては研究開発要素が残ってはいないものの、鉄鋼製品の一部はバイオマス及びセルロース由来の製品に置き換えられる可能性があり、例えば自動車に用いられた場合には軽量化に伴う燃費向上 (CO₂ 排出量の削減) や鉄鋼の製造工程において発生する CO₂ の削減も期待できるものである。また、Alpac 社はこれらの製造工程において排出される木質資源も使い、年間約 2,000Mt/年のバイオエタノールの製造と約 860,000MW/年のバイオマス発電を行っている。このうち、電力については約 2 万件の近隣住宅に供給している。Alpac 社は決してエネルギー企業ではないが、産業活動を通じて持続可能な化学製品の製造と再生可能エネルギーの導入にも貢献している会社でもある。

このように、途上国においても持続可能な再生可能エネルギーの導入を促そうとするならば産業政策とワンセットでエネルギー政策も考える必要があるのではなからうか。これにより、内需と外需を刺激し、経済を循環させ、そこで再生可能エネルギーのコスト増を合理的に吸収し、その結果として既存の集中型電源は水力や地熱+ α の再生可能エネルギーをベースとした調整電源へとシフトさせていくといったシナリオも必要ではなからうか。

最後に、現時点において水素は高くても物質としても扱いにくいエネルギー源ではあるが、現在の化石燃料と同様に「運べて」「ストック可能」なエネルギー源としての魅力もある。また、水素は酸化還元反応を伴う産業にとっては利用価値の高い物質でもあり、近年では水素と二酸化炭素からメタンやメタノール等も合成できるようになってきた。これを直接的に発電に利用しようとする、やはりハードルが高くなるのであるが、メタンやメタノールからは更に別の化合物を合成することもできるため、まずは高付加価値を付けられる産業利用を前提として考えつつ、水素の用途拡大を促し、安くて大量かつ安定的に水素を製造できるようになれば、現在の技術でも水素 100%の直接燃焼はガスタービンおよび内燃機関でも可能であるため、ここまで来て、ようやく実用的な電力供給も可能になるのではなからうか。いずれにしても、このような最先端の技術の組み合わせも見据えながら、それぞれの途上国の事情に合わせた再生可能エネルギーと産業・都市のデザインをカスタムメイドで提案し、それぞれの政府自らの意思で選択させていくことも必要ではなからうか。

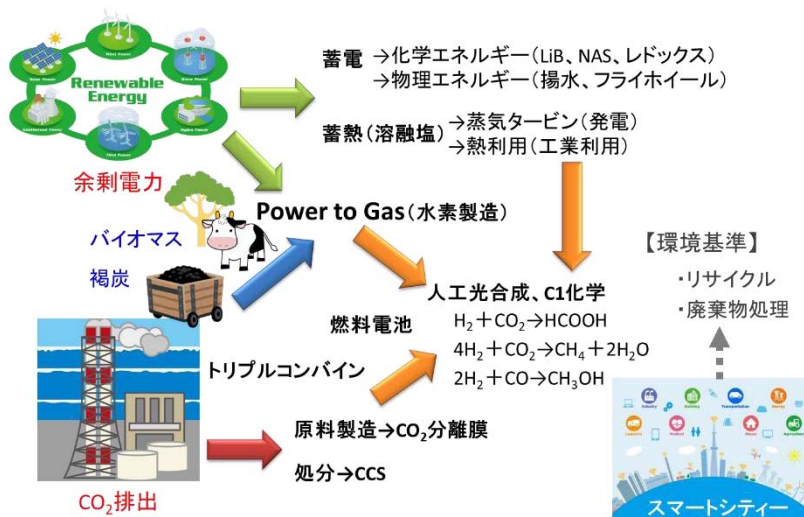


図 42 再生可能エネルギーと産業・都市のデザイン

7.3 3つの研究効用最大化に向けての視点

再生可能エネルギー導入促進に係る政策提言を検討するにあたっては、そのための研究効用最大化を図るため、以下の3つの視点に留意し実施する必要がある。

- ・現場主義；現地に赴いてのヒアリングベースの課題・実態分析

実際に現地に赴いてみると、地域の慣習も含めて日本では想定できなかった事実を見つけることがある。例えば、変圧器の低さや配電線の乱雑さもその一つである。低い位置に変圧器があると保守点検しやすいメリットがあるものの、途上国の場合は、その変圧器を囲む柵の高さも低いままであり、容易に一般人のアクセスを許してしまう状態である。この場合、人が感電するリスクがあることはさることながらも、野生動物が接触する可能性もあり、これによって停電を引き起こすこともある。また、配電線も乱雑であり、盗電によって電力会社の収益を圧迫する要因の一つにもなっている。事実、NEDOがインドで行ったスマートグリッド関連のプロジェクトでは、スマートグリッド化する以前に、このような変圧器を建物で囲うとともに改竄できない電力メーターを取り付けて供給量と消費量の収支を合わせることによって盗電箇所の発見や、電力料金の徴収漏れを防ぎ、技術的・商業的ロスに対策前の34%から18.6%へと改善することができている。

途上国の場合、このような基本的な措置を講ずることも重要であり、それによって生まれた余力を活用しつつ再生可能エネルギーの導入を検討することも必要である。



ミャンマーの変圧器（左：ネピドー郊外の村，中央：ヤンゴン）と配電線（右：ヤンゴン）

途上国では、電力インフラ以外のインフラについても脆弱性な点が目に付く。前述では、再生可能エネルギーの導入とともに産業振興の必要性についても触れたが、実際に無電化地域に赴いてみると電力以外にも上下水道や道路など基礎的なインフラも整っていないのが現実である。ちなみに、配電線が引かれる直前のミャンマーの村落にて「電気が届いたら何が欲しいか」を尋ねてみると、「テレビ」「冷蔵庫」「洗濯機」といった、いわゆる家電の三種の神器であった。一方、このような無電化地域では井戸水を使用しており、その水を目の細かい砂が入った壺に入れて濾過し、料理や皿洗いなどに利用している。問題は、利用後の排水をその場に垂れ流して処理をしている点にある。このような地域では住宅と井戸、家畜との距離が極めて近く、それだけでも衛生上の懸念があることに加え、排水処理をせずに「その場に捨てる」という慣習が残ったまま洗濯機が導入されると、洗濯に伴って排出される洗剤（化学物質）の影響に曝される危険性は極めて高い。無電化地域であってもスマートフォンが普及しているように、地域住民の生活ニーズや経済状況によっては、電化と同時に一足飛びに他のインフラも必要な家電製品が導入される可能性もある。よって、電化と同時に発生しうる負の側面も同時に検討し、これらを解消する技術や制度（例えば、洗濯機の場合では浄化槽の設置、冷蔵庫であればフロン回収の仕組み）も並行して整備する必要がある。なお、浄化槽も循環ポンプや送風機を動かすために電力が必要となるが、このようなものであれば不安定な再生可能エネルギーであっても十分に活用することが可能である。また、一次産業の振興と併せ、バイオパーク水耕栽培浄化を併用することも一案である。なお、バイオパーク水耕栽培浄化は排水処理の規模も小さく極度なまでの経済合理性が求められない途上国の集落であるからこそ適用可能な技術でもある。また、自然と人間社会との共存のあり方が模索されている現代においては、スイッチングコストが少ない途上国にて新たなエネルギーのあり方と社会デザインを模索して世界に発信することも重要である。



(左) 配電線が引かれる直前の電柱 (中央) 水を濾過する壺 (右) 住宅と家畜

・多様モデル；統計データ，収集データ等をベースとする訂正，定量等多様なモデル分析

上記のように現地に行くからこそわかる実態がある一方で，統計データ等のエビデンスに基づいて客観的・合理的に全体設計することも重要である。その際，大きくは2つの観点に分かれる。1つは発電や系統制御，需給予測などエネルギー技術に係るもの。もう1つは，本調査でも用いているソーシャルLCA (Social Life Cycle Assessment) の他，ESG (環境：Environment，社会：Social，ガバナンス：Governance) またはPES (Payment for Ecosystem Services) など，社会や環境に与える影響評価とビジネスモデルの評価である。ただし，途上国の場合，統計データが整備されていない場合も多く，新たに統計データを整備するとともに分析モデルも構築するところから始めなければならない場合もある。

技術的な分析については，様々な機関から再生可能エネルギー導入に向けた分析モデルやガイドラインなどが出ているので，それらを参照すれば良い。それよりも，世界的に集められる気象データは気温と降水量くらいしかなく，実際に途上国にメガソーラーや大型風車を設置する際には，日射量や日照時間，風向，風速などの気象データを現地にて再収集し，設計する必要がある。多くの途上国の場合，気象データの観測地点は全国で十数カ所程度というレベルであり，これではメッシュが荒すぎるのが実態である。日本でも「回らない風車」というのが一時期話題になったこともあったが，これは，ちょっとした標高の違いや周辺の地理的条件によって風速（想定よりも遅い・速い）や風の状態（乱流の発生状況や突風発生頻度など）が異なり，シミュレーション通りに風車の運営ができなかったものである。また，太陽電池についてもパネルの表面温度と発電効率は相反関係にあるため，その点についても個別に考慮しなければならない。なお，途上国の場合，再生可能エネルギー導入の為にのみ気象観測地点を増やすのも非効率である。そこで，太陽光パネル1枚または小型風車1基と鉛蓄電池，デジタルメーターとをワンセットにしたシンプルな機器を無電化地域に設置し，これを用いてスマートフォンへの充電サービスを行うなど簡易的なビジネス展開をしつつ，実質的な気象データ（発電状況）の取得や現地における電力ニーズ，ビジネスモデル等の検証を行い，最適な電力システムを導入する方法も一案である。

次に，ESG や PES など社会や環境に与える影響評価についてであるが，現在，そのガイドラインである自然資本プロトコルが自然資本コアリション (Natural Capital Coalition: 本部イギリス) から公開されている。自然資本プロトコルには，企業活動が自然に与える影響度や依存度を定性的，定量的に計測・評価する枠組みが提示されており，それぞれの目的や観点に応じて

データベースや分析モデルを組み合わせ活用することを推奨している。しかしながら、このような手法についても確固たる評価・分析手法が確立されているわけではなく、やはり既存の手法やデータベースを参照しながら個別にカスタマイズしなければならないのが実態である。

<自然資本プロトコルに用いられる統計データ等の一例>

・ ENVALUE

オーストラリアで価値評価の調査を行うためのメイン・データベース。400件の調査が収められており、そのうち3分の1はオーストラリアの調査。9種類の環境財をカバーしているが、2001年以降はアップデートされていない。

(www.environment.nsw.gov.au/envalueapp/)

・ 環境評価資料集 (Environmental Valuation Reference Inventory : EVRI)

イギリスの調査を最も網羅している、現在最も包括的なデータベース

(www.evri.ca/en/home)

・ 米農務省自然資源保全局

各種レクリエーション活動に対する単位価値評価のデータベースとリスト

(www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/technical/econ/tools/)

・ 生態系と生物多様性の経済学に関する価値評価データベース

生態系サービスの金銭的価値について1310件の評価を検索可能なデータベース

(http://img.teebweb.org/wp-content/uploads/2014/03/TEEB-Database-and-Valuation-Manual_2013.pdf)

(<https://www.es-partnership.org/services/data-knowledge-sharing/ecosystem-service-valuation-database/>)

出典) 自然資本プロトコル

・ トランスディシプリン ; トランスディシプリンベースの研究

上記では、フィールドワークベースの実態分析と統計データに基づくモデル分析の2つについて触れたが、重要なことは「課題を解決すること」である。フィールドワークベースの分析ではデータに現れない人の価値観などを加味した分析ができる一方で、部分最適になりがちである。統計データに基づく分析では、一定の法則性があるものについては将来予測も含めて分析可能であるが、統計データに現れない部分については無視することとなる。よって、この2つの分析は補完関係として取り扱うのが良い。ただし、分析と課題解決は似て非なる思考であるため注意が必要である。

分析とは、ある事象が成立している要素を明らかにする分化のプロセスであり、サイエンス領域の活動である。分析では既存の知識を活用し、物事を分解して事象を理解したり要素間の関係性を明らかにしたりすることが主となり、新たな発見があれば知識としてストックされることとなる。一方で、課題解決は社会的な欲求(社会課題)に応じる統合のプロセスであり、エンジニアリング領域の活動となる。ここでは、課題解決のためにあらゆる知識や技術を統合し、社会と技術とを調整することが求められる。なお、エンジニアリングとサイエンスとの結節点にはテクノロジーがあり、情報を系統的に整理・検索するデータベースや条件に応じてモデルを可視化するシミュレーション等のツールはテクノロジーとなる。

サイエンスとエンジニアリングとの大きな違いは、エンジニアリングには「人の感性や価値観」が加味されることであり、サイエンスとしては是であっても社会や個人の感性または価値観的に否であれば、社会課題を解決する良い方策であっても導入することは難しくなる。例えば、アンドロイドもその一例であり、アンドロイドの様が人間に近づくほど嫌悪感を覚える

「不気味の谷」という現象が発生する。アンドロイドが単なる人形であり無害であると頭では理解をしていたとしても、感性的に拒否反応を示せば受け入れることができなくなる。再生可能エネルギーの導入においても、大自然の中に建設される地熱発電やメガソーラーの場合では、科学的な問題よりも景観に対する違和感の問題で否となる場合もある。このような課題の解決には、特定の分野に固執しないトランスディシプリンの思考が必要であり、それには人類が長年にわたり築き上げてきた知識や知恵の集合体である「リベラルアーツ」と人間の感性や価値観が含まれる「社会」とを繋ぐ架け橋としての倫理や規範、道徳など哲学的な要素も重要となる。

なお、広大な牧草地に再生可能エネルギーを導入する場合でも、メガソーラーよりも風力発電の方が雄大さを感じてしまうのは不思議なものである。ドイツ語にはラントシャフト

(Landschaft) という言葉があり、人工的な手が加わった自然（風景）に地域の風土や土地柄、五感も含めた意味合いで「景観」として使われている。哲学者の中でも風景や景観を取り上げている者もあり、その中では「自然と技術」、「空間と認識」といったものにも触れていることから、このような観点も人類の生存にとっては必要なものであろう。

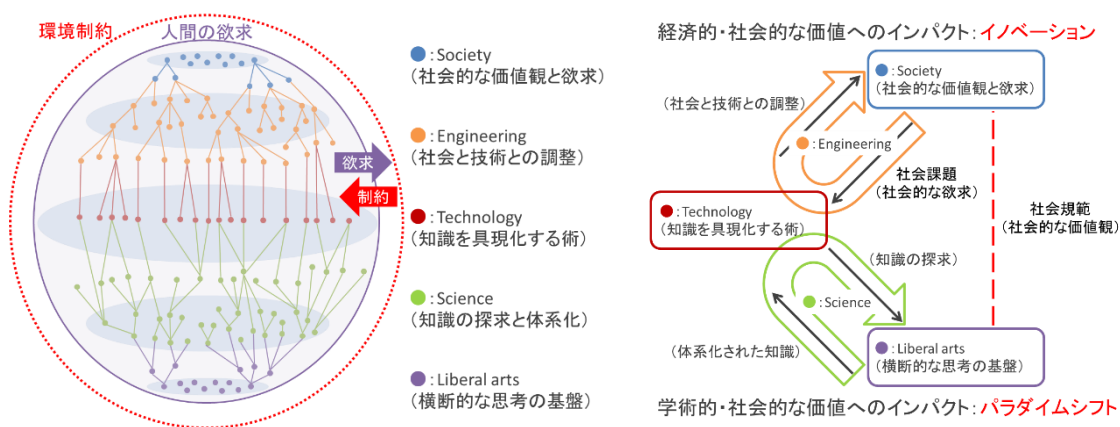


図 43 分析と課題解決における思考や行動ベクトルの違い

「3つの研究効用最大化に向けての視点：メソドロジー」と「政策エコシステム」

- ◎ **現場主義**：ヒアリングベースの課題・実態分析
- ◎ **多様モデル**：収集データをベースとする多様なモデル分析
- ◎ **トランスディシプリン**：トランスディシプリンベースの政策検討
- ◎ **政策エコシステム**：人材育成も組み込んだ
政策エコシステム構築の政策提言
(自立・内生的なシステム)

図 44 政策提言にあたっての基本的な考え方とメソドロジー

7.4 政策エコシステム

刻々と変化する経済社会の中で上記政策提言をサステイナブルなものするためには、上記の「3つの基本的な政策提言フレームワークの最適化」及び「3つの研究効用最大化に向けての視点」をベースに、これに加えて時点時点における不断のS-LCA等による「政策の影響評価分析」、並びに、これらに基づく定期的な「政策の評価及び見直し」が実施される仕組みが政策自身の中に組み込まれている事が必要となる。すなわち、自律・内生的なシステムとしての「政策エコシステム」が不可欠となる。

エコシステムを構築するためには、ハブとなる役割を担う存在を規定し、その役割を担う存在が提供したプラットフォームにおいて、ニッチャーがそれぞれの立場で利得を最大化することによって、システム全体が高度化することが理想である。したがって、プラットフォームの役割を担う存在を、どの組織が担うのかを考え、その組織が全体最適なプラットフォームを提供していくことが重要となる。ここで、アジア大で考えるのか、国レベルで考えるのか、あるいは地域コミュニティで考えるのか、それぞれによって想定されるシステムに違いはあり得る。その際、今回収集された現地ベースでの情報や、コスト分析、S-LCAの手法など、こうしたツールを活用することにより、その実現を図っていくことが一つのプロセスとして考えられる。もちろん、ツールとしてはこれらが必要十分ということではなく、様々なツールが現地の実情に合わせて採られることが求められる。

また、ステークホルダーが多様化する中で、社会的受容性の重要性は増してきている。特に、受益者である需要サイドに属する集団と、供給サイドに属するどちらかというとながティブな影響を受けやすい集団で利益相反が発生する状況においては、一層注意を要する。つまり、社会的受容性について、マクロレベルの観点とミクロレベルの観点について、事前に十分

に対応しておくことが、持続可能な形で再生可能エネルギーをスムーズに導入していくことにつながると考えられる。すなわち、再生可能エネルギーが地球温暖化に対してポジティブな効果がある観点からマクロレベルで社会的に受容可能であることと、実際に発電設備が設置される地域におけるミクロレベルでの社会的受容性は、必ずしも同じ方向を向くとは限らないことに留意する必要がある。（丸山 康司 「再生可能エネルギーの社会化 ― 社会的受容性から問いなおす」、有斐閣、2014）（本巢 芽美 「風力発電の社会的受容」、ナカニシヤ出版、2016）

日本をはじめとした他国や国際機関からの支援によって、全てを永続的に支えることは不可能である。実際の政策形成・導入にあたっては、これを担い、実施しうる人材が不可欠となることから、政策の形成過程からこれと並行して、ODA を有効に活用するなど所要の「人材育成施策」を実施していく施策も上記「政策エコシステム」に組み込んでおく必要があることは言うまでもない。したがって、プラットフォームを適切に選定し、人材育成を効果的に絡めつつ、支援のための資源を集中的に投入することが必要である。

先にも述べたように、この際、プラットフォームをどのような規模で誰に担わせるのか、という選定プロセスが極めて重要となる。その適切な選定を前提に、ニッチプレイヤーたちが、自らの利益を最大化する活動が、そのままシステム全体の利益を最大化することに直結するように制度設計していくことが求められる。

我が国においても、必ずしも現時点で適切なプラットフォームが提供されている状況にはなっていないように思われる。しかし、これは、日本の場合は既に電力分野における様々な事柄が、自由化が進められているとは言え、相当部分固定化されてしまっていることに起因するところがあると思われる。逆に言えば、まだこれから電力分野の発展の余地が大きいアジア地域であれば、適切な制度設計の余地が大きく残されていると言える。日本やドイツ、スペインなど、マクロレベルでの社会的受容性への影響（賦課金のレベルと社会的に許容可能なレベルとの関係）が少なからず認められる前例を参考にする一方で、北欧のノルドプールや米国での事例など、大数の法則により、再生可能エネルギー特有の不安定性が相互に相殺されるようなシステムの実現に向けてシステムを構築することが一つの方策であると考えられる。

システムとしての最適化は、インフラの整備や社会の発展その他様々な要因の変化のスピードが大きくなる中、リニアな形で進行するものではなく、PDCA サイクルを効果的に回す形で、必要な見直しを躊躇なく遂行できることが望ましい。しかしながら、我が国においても、いったん動き始めたものを途中で変更を加えることは、必ずしも容易ではない。それ故に、これから動き始めるものであればこそ、再生可能エネルギー導入の初期の段階で、必要な見直しについては、速やかに実行していくことを関係者で事前に合意形成しておくことも重要であると考えられる。

さまざまな社会的レイヤーにおいてエコシステムが構築され、健全な競争が促進されながら、社会的利益が最大化されるよう、今回の研究成果が活用されることを期待したい。

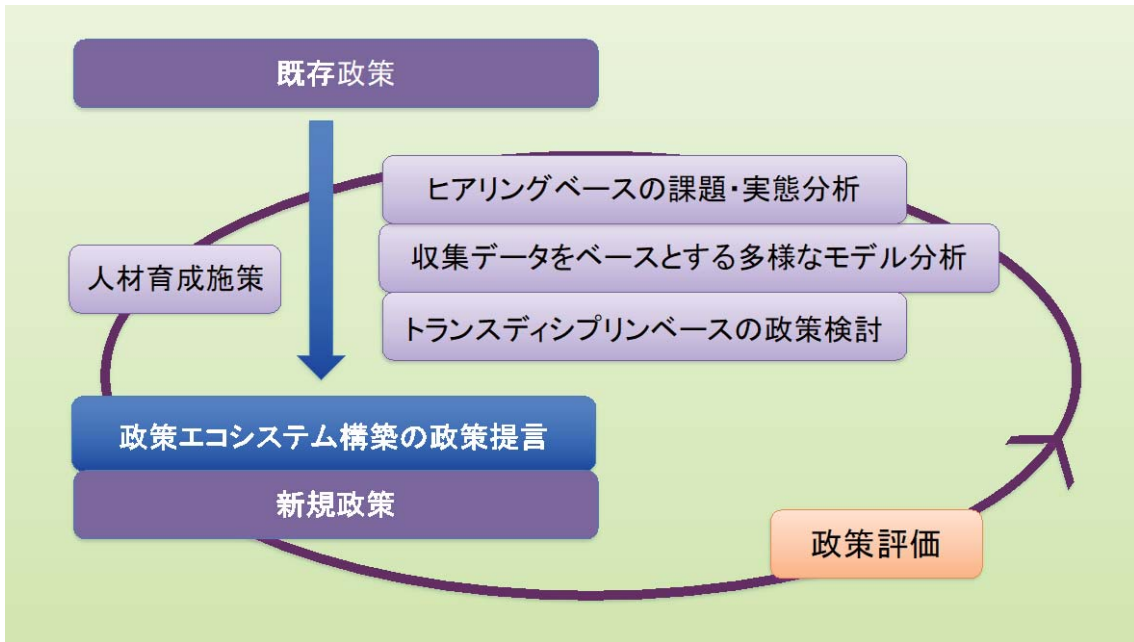


図 45 政策エコシステムのイメージ

おわりに

本研究「途上国における持続可能な再生可能エネルギー開発にかかる社会経済研究」においては、途上国における再生可能エネルギーの開発ならびにその導入促進について、「そもそもエネルギー開発とは何ぞや」との哲学的な問から始めて、先行調査レポートをベースとする「途上国全般における再生可能エネルギー開発の現状等の「動向調査」、インドネシア、ベトナム、ミャンマー及びケニアにおける「フィールド調査」、この調査も踏まえた「政策過程分析」、「社会構造分析」及び「リスク分析」を実施するとともに、政策の提言・構築に際しての示唆・視座について言及した。

本章においては、先進国、新興国及び発展途上国の枠組みを超えて、「人類にとっての、ひいては地球社会にとっての再生可能エネルギーの導入促進を取り巻く環境」について俯瞰的に言及するとともに、今後の本研究のさらなる展開について祈念するところをもって、本研究の「おわりに」としたい。

アントロポセン (Anthropocene: 人新世)

人類そのものを含めて、地球社会の変化が予想以上に激しく進んでいる。すなわち、その進む速度について加速度感を伴っていることはもとより、上下・前後に大きな正負の振幅を伴って進んでいることを強く感じる。人類を中心に据えて、この問題について思索するとき、まず

◎ 経済社会の変化

ホモ・サピエンスの歴史に引き戻してみると・・・

- ・45億稔前;地球の誕生
- ・38億年前;生命誕生
- ・250万年前;アフリカで人類が進化(石器の使用)
- ・30万年前;(火の使用)
- ・20万年前;東アフリカでホモ・サピエンスが進化
- ・7万年前;認知革命(虚構言語の出現)
- ・1万2千年前;農業革命(植物栽培、動物家畜化、定住)
- ・5千年前;最初の王国
- ・2千5百年前;(普遍的な貨幣)の発明
 - 「ペルシャ帝国」・・・普遍的な政治秩序(全人類のため)
 - 「インド仏教」・・・普遍的な真理(衆生の苦しみからの開放)
- ・500年前;科学革命
- ・200年前;産業革命
- ・現代;(第2次認知革命(モバイルオンライン、バーチャルリアリティ、デジタルテクノロジー)
生物の知的設計、惑星探索(地球外活動))

(出所;サピエンス全史(ユヴァル・ノア・ハラリ著)をベースに櫻井加筆作成)

図 46 ホモサピエンスの歴史

は、人類を取り巻く事象として地球温暖化問題を始めとする地球環境問題、さらには、冷夏・暖冬から大洪水、大干ばつ、超大型ハリケーン等の異常気象などが検討対象になる。他方、人類そのものについて思索するとき、アントロポセン（Anthropocene：人新世）という概念提示、すなわち、種の1種類である人類そのものその1種の生命活動が今後の地球社会に重大な影響を及ぼす（既に及ぼしている）という概念事象がある。さらに一步進めて、欧米の最近の研究によれば、人類そのものの寿命が2007年生まれの日本人の場合、107歳まで生存する、それも半数以上の者がである。すなわち、人類の持つ一人ひとりの生存期間そのものが変化しているとの発想を持つ必要があり、このことは、従来の寿命延長をベースとした経済社会変化の漸進的な延長ではなく、人類自身が活動人口として、100歳ベースでの経済社会システムを新たに構築する必要があることを示唆しているともいえる。

経済社会の変化（3つのイノベーション）

他方、人類を取り巻く経済社会そのものの変化についてみると、第4次産業革命、Society 5.0に向けた取り組みが進展する中で、虚構を理解する人類社会の変化（第1次認知革命）から、Digital technology Innovation, Mobile Online Innovation 及びVirtual Reality Innovation の3つのInnovationをベースとする第2次認知革命ともいえる変革が起こっているとの見方もできる。ミレニアルズ、Z世代、アルファ世代からすれば、世界で最大の国は、アメリカ、中国、インドではなくて人口20億人のフェイスブック帝国であるということである。少し大げさに言えば、人類が生活を営む経済社会において、ある意味、空間制約からの開放

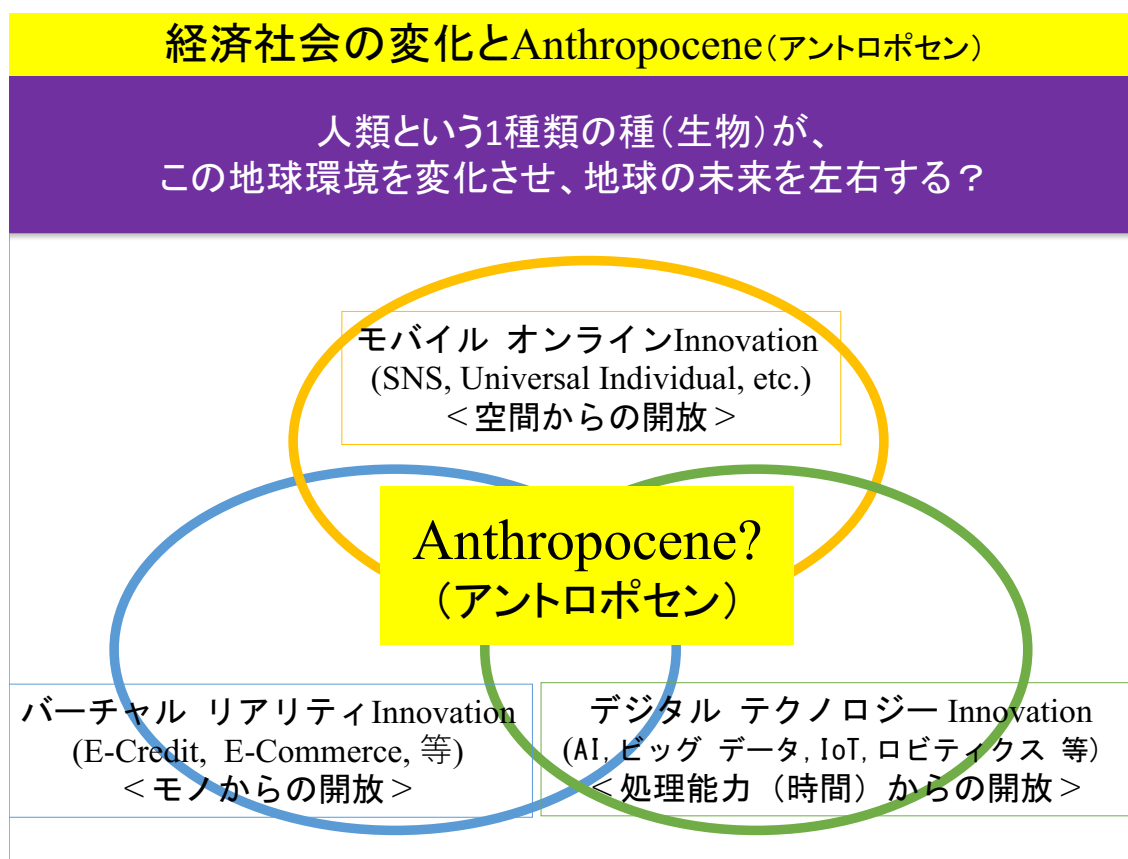


図 47 経済社会の変化と Anthropocene

(Mobile Online Innovation) , 実物制約からの開放 (Virtual Reality Innovation) 及び時間制約から開放 (Digital technology Innovation) として捉えることができる。

“On The Same Boat”

以下は、「総合生存学」第13章（資源・エネルギーの問題）からの引用である。

3 (1) 基本的な視点：“On The Same Boat”

化石燃料資源、金属鉱物資源などの多様な資源・エネルギーについては、資源ごとに賦存地域が偏っているもの、賦存量がそもそも少ないものがある一方で、必ずしも消費される国でそれらが採掘されるというわけでもない。しかしながら、地球上どこであろうとも、これらの採掘、製錬、加工、消費の段階でCO2を排出し地球環境問題を引き起こしていることには違いはない。また、太陽光発電、風力発電、水力発電等の再生可能エネルギーに至っては地勢的・気候的に向き不向きがある。先進国、新興国、発展途上国を問わず、各国各様に自国の生産活動、社会システム維持のために所要の資源・エネルギーを確保するとともに、地球環境問題に意を用いつつ更なる社会発展に向けて経済成長を図っている。しかしながら、その一方で、財、サービス、金融、情報等の多国間交流が量的に拡大するとともに、国際的なルール作りも含めて複雑化、深化して来ており、各国相互間の影響から逃れることはできない状況にある。

“We are on the same boat”：第1部第2章においても記述されているように、我々人類が自覚しなければならない最重要事項は、地球号という一つの船に乗っており、各国間の勝ち負けの問題ではなくグローバルに共存共栄を図って行かざるを得ない、この船から降りることはできないということである。すなわち、この船、地球号のサバイバビリティが最重要課題となる。

地球社会の受容性 “Community Earth” and “Humanity”

アントロポセン (Anthropocene: 人新世)

II

人口増加 X 人間の基本的欲求増大
⇔ 地球生態系の維持能力

『地球のエコ』と『人類のエゴ』との折り合い
をどうつけるかということについての
究極の問いかけ

図 48 地球社会の受容性

サプライ&デマンドサイド オリエンテッドのポリシーメイキング

上記で引用した総合生存学概論・第13章においては、On the Same Boat をキーワードに、サバイバビリティプロジェクト等の政策提言を展開したところであるが、一読いただければおわかりのように、同章全般に渡ってサプライサイド・オリエンテッドの政策提言に止まっていた感は否めない。このため、本研究においては、デマンドサイド・オリエンテッドの政策提言への配慮を十分に検討した。

地球温暖化問題は、IPCCにおいて議論がなされ、今次のCOP24によって約束事項が取り決められたところであるが、あくまでも国際約束としてのガバナンスであり、これはサプライサイドオリエンテッドな政策の国際的な展開とみることもできよう。言い換えれば、それぞれに主権を有する参画する国々のコンプライアンスがキーとなる。すなわち、各国における、コミュニティ、住民の自主遵守、コンプライアンス、受容性をベースとしたデマンドサイドオリエンテッドな政策構築等が実効性の確保を左右する重要なファクターとなる。

また、温暖化問題を始めとする地球温暖化問題のみならず、人類がアントロポセンと呼ばれる新地質世紀に突入していると言われていた中であって、人口問題、食糧問題、エネルギー問題等のグローバルイシューがますます多様化、複雑化するとともに深刻化して来ようことは衆目の一致するところであろう。

一方、このような状況下で、経済社会を取り巻く趨勢は、第4次産業革命の進展を背景に、Society 5.0 (超スマート社会化) が展望される中で、社会を構成する人口構成においてミレニ

アルズさらにはZ世代と呼ばれるようなデジタルネイティブが伸長し、SNS、モバイルオンライン革命の進展している。さらに言えば、ある種のソーシャルイノベーションが情報の垣根、社会の垣根をトランスして行く状況、すなわち、ある意味国家主権を超えた政策の受容者側の環境変化（政策需要者の情報に対するアクセスのグローバルベースのフラット化）が起こっていることを意味し、このことにも留意することが肝要となる。このことは、政策の需要側が政策に敏感になるとともに、これらに対する自己責任も含めた自主的なリアクションのグローバルベースでの影響力増大に寄与することを意味する。

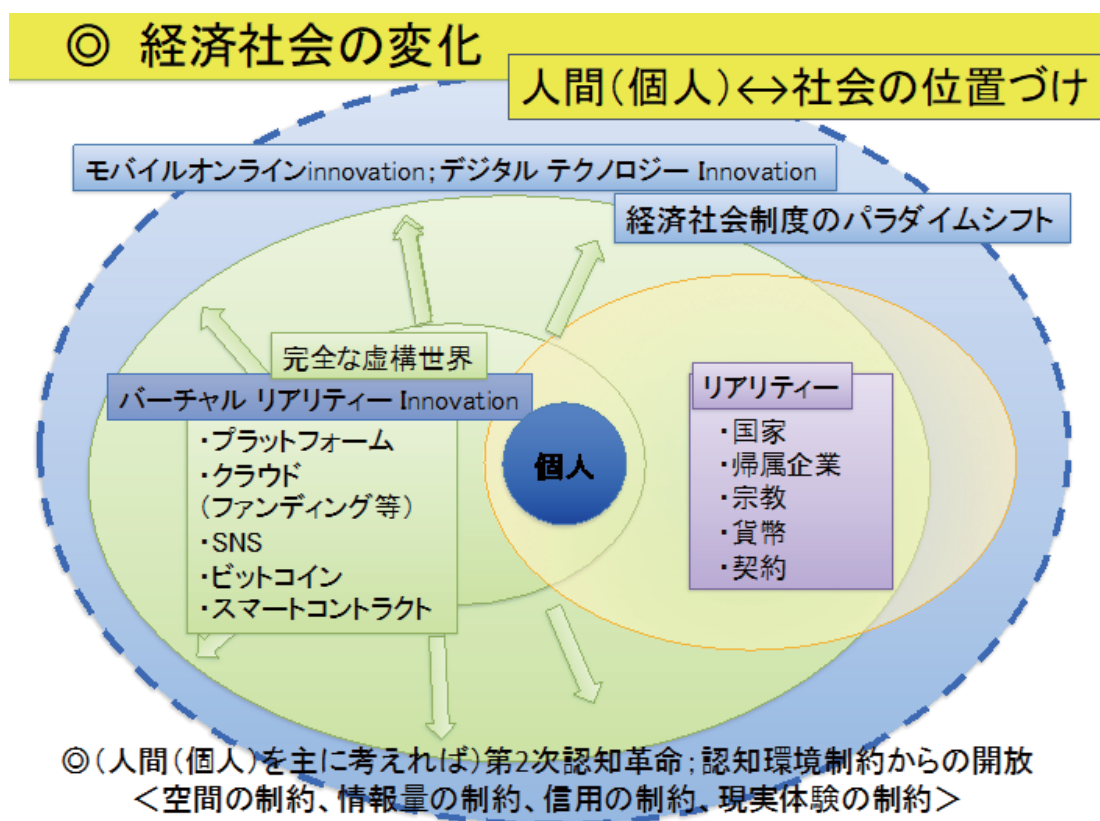


図 49 デマンドサイドオリエンテッドのポリシーメイキング

「ステークホルダー分析」及び「S-LCA分析」

本研究においては、「政策のデマンドサイド」の視点を念頭に、一步踏み込んで「経済社会の受容性」の観点から、これにアプローチするための一つの試みとして、第4章「再生可能エネルギー導入に係る政策過程分析」及び第5章「再生可能エネルギー導入に係る社会構造分析」において言及している。

第4章における「再生可能エネルギー導入に係る政策過程分析」についてみると、再生可能エネルギーの開発とその電力システム全体への統合は、社会技術システムを構成するすべての要素に対するアプローチを必要とし、それらがうまく調整されて初めて実現される、言い換えれば、経済社会の受容性が満たされるというふうに理解することができよう。もとより、この政策過程分析プロセスには、必然的に政策のサプライサイド、デマンドサイド、両サイドの

テークホルダーが介在することに留意する必要があることは言を待たない（「ステークホルダー分析」）。

また、第5章「再生可能エネルギー導入に係る社会構造分析」における「S-LCA分析」についてみても、再生可能エネルギー源による発電は、そのサプライチェーンに従事する労働者に対し、既存電源より大きな人権負荷をかけていること、すなわち、経済社会の受容性、さらに言えば、政策のデマンドサイドの視点にたてば、必ずしも満たされたものになっていないことを明確に示唆しているとの指摘もある。

すなわち、「ステークホルダー分析」、「S-LCA分析」等を試みることにより社会の受容性に言及したものであり、サプライ/デマンド両サイドからの政策構築、提言への一助となることを念頭に置いたものである。

受容性の担保としての「安全保障」

先に述べてきた、社会の受容性、さらには地球社会の受容性について、これらを担保するための政策体系としての「安全保障」について、今一度、包括的に概括してみる必要があるのではなかろうかとの念を強くするところ、今後の俯瞰的な研究展開に期待したい。すなわち、「国家安全保障」、「エネルギー安全保障」、「食料安全保障」、「労働安全保障」、「人間の安全保障」等については周知のとおりであるが、たとえば、近年その重要性が増している環境というワードを冠した「環境安全保障」については、経済社会、地球社会の受容性を担保するとの観点は言うに及ばず、我が国においては全般的に十分には研究がなされていないようであるが、関山によれば、以下のように分類するとともに、所要の研究を進めている（関山、2020）。

脅威の種類とも関連して、人間、国家、生態系という3つのレベルが含まれうる。筆者は、そうした広義の環境安全保障論を、その対象と脅威の違いから、環境紛争論、環境被害論、生態系破壊論の3つに分類することにする。

環境紛争論は、環境によって引き起こされる紛争に着目する環境安全保障論である（e. g. Homer-Dixon, 1999）。国家の安全や軍事的な領域を主たる関心とする伝統的安全保障論と密接に関連するものである。この論における中心的な関心は、後述するとおり、環境変化によって資源の需給関係や配分に変化が生じる紛争である。こうした紛争に個人、集団、あるいは複数の国家が巻き込まれれば、これらアクターの安全を脅かす事態となる。

環境の変化が人間社会に与える悪影響に注目するのが、環境被害論である。この論は、人間の安全保障と同様、軍事的領域における国家中心的な伝統的安全保障の概念を否定し、代わりに個人やコミュニティの健康と幸福に関心を寄せるものである。すなわち、この論は、環境の変化により、感染症、災害、食料危機、生活不安などを個人や社会が経験するリスクに関心を寄せるものである（Barnett, 2001）。

生態系破壊論は、環境の変化が生態系に与える悪影響を脅威と捉える環境安全保障論である。この生態系中心の論は、環境悪化に対する人間の関わりを主に議論するものと言える。したがって、この論において安全保障の対象は生態系そのものであり、人間は生態系の一部として包含されることになる。つまり、人間は自然の一部であって、自然と切り離すことはできないことを前提としている（Swatuk, 2014）。この論は、安全保障の伝統的な概念に挑戦し、人間と環境との関係を再評価するものと言える。

受容性検証の視点からの「リスク分析」

本研究においては、途上国における再生可能エネルギー開発、さらにはその導入促進という切り口でリスク分析を試みたところであるが、今後の地球社会の受容性ということに目を向ければ、グローバルリスク分析、特にグローバルコミュニティ、コミュニティーアース（地球社会）ベースのリスク分析まで俯瞰したものの見方が不可欠となっている。では、具体的にグローバルリスク分析を実施するという観点にたてば、少しターゲットを切り口で絞って、たとえば、「ESG 投資に係るリスク分析」という研究課題も興味深いものと思料される。

周知の通り、ESG とは、環境、社会、ガバナンスとのことであり、これに係る投資活動が、近年の地球環境問題、少子高齢化等の社会問題、企業の不祥事問題等ともあいまって、急速に注目を浴びつつある。係る問題への対応は、国ベース、企業ベース、コミュニティベース等様々なレイヤーにおいて鋭意進められてきているが、これを単なる CSR の一環としての活動ではなく、新たな投資機会と捉え、リスク分析の切り口で、受容性の検証と実効性の担保の観点から取り上げてみるとどのような含意・示唆が得られるのであろうか。すなわち、国、企業、コミュニティの各レイヤーが ESG 活動にどのように取り組んでおり、どのような成果を得ているのかをキャッシュフロー（CF）の観点から定量的に分析することで、現状の評価及び今後の取組に対する処方箋を得る試みである。さらに、ESG 活動について、経済協力・技術協力の視点に立てば、相手国への援助資金が国ベースからコミュニティベースに流れ、この過程で企業ベースでの経済社会活動（時として、CSR 活動の一環としてなされることもあるが）が表裏一体をなす。いずれにせよ、ESG は、その本来の意味づけから、中央集権型の政府主導というよりは、企業、コミュニティをベースとした分散・ボトムアップ型によるものであることから、企業等の ESG 投資の CF に注目して分析（ESG 投資に係るリスク分析）を進めてみるのも一案といえよう。すなわち、ESG に係る経済協力・技術協力の効用、実効性の確保（社会受容性）を「ESG 投資に係るリスク分析」により読み解くという試みである。たとえば、以下の引用文において、「日本企業」の文言を「日本の ODA」に置き換えてみてはどうであろうか。

ESG 対策は、効果が直接的・短期的には見えづらいという特徴がある。たとえば、発電事業者が CO2 排出量を昨年より 10%削減したとしよう。これは相当な企業努力であるにもかかわらず、CF への評価はただちには表れない。即時性がないので中長期的な視点に立った企業活動への落とし込みが必要である。中長期的な時間軸での CF に影響を与える ESG 問題と短期的には効果の見えにくい ESG 重視の企業活動との間に大きなギャップがある。

このギャップを無駄なものとして捉えるのか、あるいはビジネスチャンスと捉えるのかによって、日本企業そして日本社会の将来は大きく変わってくる。かつて日本企業はオイルショックによるエネルギー問題に対して省エネで世界をリードした。燃費効率の高い自動車や省エネ機能を持つ電化製品などは現在の日本企業を支えるコアテクノロジーとなっている。同様に排出削減やガバナンス強化などを自らに課すことで、ESG 問題に日本企業が率先して取り組み、世界をリードすれば、革命は将来の日本企業を支えるコアシステムとなるに違いない。過去の省エネ対策時代との違いは、中央集権型の政府主導ではなく、分散型のネットワーク社会において企業が自律的に問題に取り組む点である。日本企業は、枠組み作りに比してオペレーションに強みを持っている。ESG 革命を日本企業の所与とすれば、日本企業は企業価値を損なわずに、かつ ESG 問題についての方策を導くであろう。この結果が日本企業の将来の強みとなるのではないか。

今年9月、SDGsに関する国連サミットがニューヨークで行われた。SDGsの根本は、これまでの経済発展のみならず、環境的・社会的側面も踏まえた、世界の持続可能な発展を目指すことにある。日本企業の自律的なESG革命が、世界のSDGs達成を促進するうえでのドライビングフォースとなることを強く期待する（金村，2019）。

重層的な分析をベースとするポリシーデザイン

上述してきたように従前からの分析に加えて、今後のSDGs達成に向けて、途上国への経済協力・技術協力に係る政策の企画・構築及びその実施・展開を検討するにあたっては、以下の2つの研究課題につき所要の研究を実施しておくことが必要不可欠となろう。

- ・地球社会の受容性を念頭に置いた環境安全保障
- ・グローバルリスク分析を展望したESG投資に係るリスク分析

いずれにせよ、今後は、上記の経済社会の受容性（サプライサイド／デマンドサイド）はもとより、

- ・政策の実効性確保（ガバナンス／コンプライアンス）
- ・政策の自立持続性（エコシステム）

など、重層的な視点で「ポリシーデザイン」を指向していく必要がある。

重層的なポリシーデザイン

政策構築に係るキーエレメント

- ・政策の経済社会受容性（サプライサイド／デマンドサイド）
→「ステークホルダー分析」及び「S-LCA分析」
 - ・政策の実効性（ガバナンス／コンプライアンス）
 - ・政策の自立持続性（エコシステム）
-
- ・受容性の担保としての「安全保障」
→地球社会の受容性を念頭に置いた「環境安全保障」の研究
 - ・受容性検証の視点からの「リスク分析」
→グローバルリスク分析を展望した「ESG投資に係るリスク分析」の研究

図 50 重層的なポリシーデザイン

(別紙 1) 研究進捗検討会及び中間成果報告会

- (1) 第 1 回研究進捗検討会 (2018 年 1 月)
(於, 京都大学東一条館会議室)
- (2) 第 1 年次中間成果報告会 (2018 年 5 月)
(於, 京都大学東一条館会議室)
- (3) 第 2 回研究進捗検討会 (2019 年 1 月)
(於, 京都大学東一条館会議室)
- (4) 第 2 年次中間成果報告会 (2019 年 5 月)
(於, 京都大学東一条館会議室)
- (5) 最終年次研究進捗及び中間成果報告会 (2020 年 2 月)
(於, 京都大学東一条館会議室)

(別紙2) 「途上国再エネ開発研究推進委員会」

途上国再エネ開発研究推進委員会について

1. 設置趣旨

「途上国における持続可能な再生可能エネルギー開発にかかる社会経済研究」の実効性を確保するとともに、これを推進するとの観点から、産学官等からの有識者及び研究実施者からなる対面対話型の途上国再エネ開発研究推進委員会（以下、「委員会」という。）を設置する。

2. 実施概要

第1回；2019年9月5日（15:00-17:00）

（於、一般財団法人エネルギー総合工学研究所会議室）

第2回；2019年10月15日（16:00-18:20）

（於、一般財団法人エネルギー総合工学研究所会議室）

3. 事務局

京都大学大学院総合生存学館（思修館） 櫻井研究室

4. 委員会メンバー（順不同、敬称略）

<有識者>

高林 宏樹	外務省経済局経済安全保障課長
甲木 浩太郎	外務省国際協力局地球規模課題総括課長（第1回開催時）
吉田 綾	外務省国際協力局地球規模課題総括課長（第2回開催時）
徳増 伸二	経済産業省製造産業局参事官
川口 征洋	経済産業省産業技術環境局地球環境連携室長
田中 将吾	経済産業省資源エネルギー庁長官官房総務課 戦略企画室長
村上 裕道	独立行政法人国際協力機構地球環境部審議役
佐藤 勉	株式会社国際協力銀行インフラ・環境ファイナンス部門 電力・新エネルギー第2部次長
西川 信康	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構地部部長
竹廣 克	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 国際 部長
堀尾 容康	公益財団法人地球環境産業技術研究機構地球環境産業技術研究 所企画調査グループリーダー・主席研究員

小野崎 正樹	一般財団法人エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部長特任参事
橋本 道雄	大阪大学共創機構産学共創本部副本部長・教授
山崎 晃	千葉工業大学社会システム科学部 金融・経営リスク科学科教授
本郷 尚	株式会社三井物産戦略研究所国際情報部 メガトレンド調査センターシニア研究フェロー
一木 修	株式会社資源総合システム代表取締役社長
石井 義朗	国際石油開発帝石株式会社 再生可能エネルギー・電力事業本部長
尾ノ井 芳樹	電源開発株式会社副社長
原田 英一	川崎重工業株式会社技術開発本部副本部長 兼 水素チェーン開発センター長

<研究実施者>

- ・ 櫻井 繁樹（京都大学総合生存学館教授）
- ・ ヤルナゾフ・ディミター（京都大学大学総合生存学館教授）
- ・ 高島 宏明（京都大学総合生存学館特定教授）
- ・ 手塚 哲央（京都大学エネルギー科学研究科教授）
- ・ 小西 哲之（京都大学エネルギー理化学研究所教授）
- ・ 小池 克明（京都大学工学研究科教授）
- ・ 金村 宗（京都大学大学総合生存学館准教授）
- ・ 甲山 治（京都大学アジア・アフリカ研究研究科准教授）
- ・ 吉田 朋央（京都大学総合生存学館特定准教授）
- ・ 武田 秀太郎（京都大学総合生存学館特任助教）

（注；上記メンバーの所属・役職は、上記推進委員会実施時点のもの）

5. その他留意事項

本委員会には、JICA 本研究関係者、櫻井研究室拡大ゼミ所属学生等がオブザーバーとして出席し、適宜参画の機会を得る。

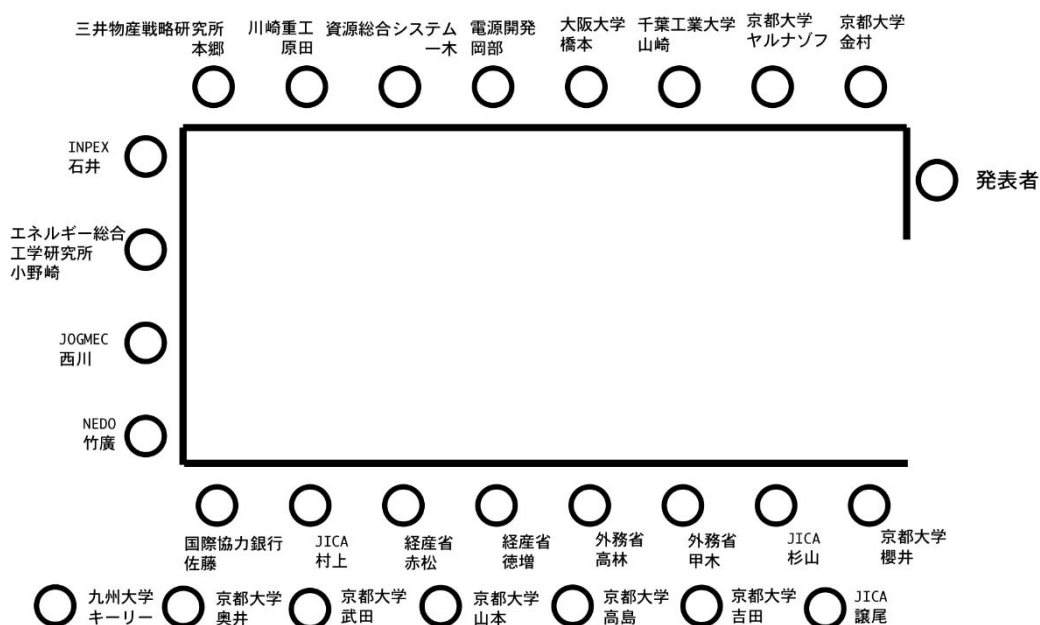
以上

第1回 途上国再エネ開発研究推進委員会

日時：2018年9月5日 15時から17時まで

場所：エネルギー総合工学研究所会議室

出席者：下記座席表の通り（敬称略）



議事次第：

- ・開会挨拶等（15:00-15:10），櫻井教授
- ・ム及びミャンマーのフィールド調査（16:10-16:30），ヤルナゾフ教授
- ・能エネルギー開発におけるリスク分析（16:30-17:05），教授
- ・能エネルギー開発におけるS-LCA分析（17:05-17:20），助教
- ・能エネルギー開発における政策過程分析（17:20-17:40），博士課程学生
- ・委員会委員コメント，質疑応答（17:40-18:15）
- ・閉会挨拶等（16:55-17:00），杉山グループ長

質疑応答，コメント等（Q；Question，A；Answer，C；Comment）；

C；SDGs，ポストSDGsの関連で議論がある。S-LCAは定量的でよい。国際協力の連関において文脈的な意味があるファクトファインディングになるとよい。

C；本研究のフィールド調査研究では，水力，風力はオングリッドで，太陽はオフグリッドということだった。水と風の課題は電力会社の課題，だが太陽光発電ではどうなるのか。また，パリ協定後，中国の影響等も含め，資金の流れがどう変わるのかにも関心がある。

C；本研究の視点・観点は豊富だが、網羅的になっているのかはよく検討しておく必要がある。また、省エネは技術革新が早い。導入のタイミングとの関係をよく検討しておく必要がある。

C；産業開発部から研究手法の説明が必要だといわれている。各発表者に対するコメントは次の通り。

- ・キーリー氏：他国を同じ手法で調査してほしい。比較したい。
- ・武田氏：斬新な研究だ。しかし定量的研究の限界の説明が必要。
- ・奥井氏：事務の世界ではないので、深掘りしてほしい。技術と人間の関わりは、IT、AIなどでさらに変わってきている。コンセンサス主義としてのパリ協定なども引き合いに出してほしい。

C；今回の対象は途上国だが、対象を後発国にするとどうか。電力セクターと話しをしてほしい。気候変動を踏まえるとどうか。パリ協定はトップダウンだった。途上国はどうとらえているのか。そのあたりも踏まえて欲しい。

C；APEC の場で「質の高い電力ガイドライン」が策定された。労働環境も含め、なるべく質の高い電力、つまり日本のものを買ってもらおうとした。入札制度ではコストを選ばざるをえず、日本は勝てない。日本独自の観点を提示していかなければ、勝てなくなっている。哲学的な意思決定のメカニズムも含めて、社会的に最適な意思決定をするには、どういう仕組みがあり得るのかというところを提示いただきたい。

C；地熱には土地の取得問題がある。インドネシアしかり日本にもあるが、地熱は余熱を使うこともでき、地域興しができる。しかし事業所では出せない。地元、自治体の主体性が重要。S-LCA には、興味ある。地熱も入れて欲しい。

C；インドネシアは地熱盛んである。しかし風、太陽もある。さまざまな可能性を考慮してほしい。島が多いが、火山も多い。地熱のポテンシャルは確かに大きい。

C；インドネシアについて、地熱開発に力を入れている。IPP を望んでおり、Project をはじめた。厳しい PPA、売電契約の元ではじめた。いざつなごうとすると、系統ができていない。とりあえずつなぐが、周波数の違いによるシャットダウンは、発電源にダメージを与えるため望ましくない。向こうの受け入れ体制がないために起こる問題である。しかし国内となると事情が異なる。ところが、使えないかもしれない。東北にはさまざまな動きがあるが、しかし見つけているのに繋げない。オン&オフグリッドの話は重要。エネルギーはもともと個人調達だったものが集団調達になった。再エネにより、再び個人調達に戻りつつある。最後の哲学的な話はそういうところに繋がる。

C；S-LCA について考えると、これから先、2030 年だけじゃなく 2050 年まで見ていく必要があるのではないか。事業者にとっての最大のリスクは政策変更リスク。政策変更リスクはコントロールできない。安定をどう確保するかが重要な問題となる。

C；今日の話は、実は発展途上国だけでなく、世界全体のかかわる普遍的なテーマだ。技術開発は時間がかかる。そのためなるべく長期目標を立てなければならず、政策意思決定において変更のない政策が必要となる。その意味で意義のある研究になるといい。S-LCA についていえば、やはりコストではだめでSDGsの深堀が必要になる。国別の分析についても知りたい。

C；太陽光には経済合理性と便益がある。S-LCA についていえば、便益はSにも含まれる。なぜ重要かをしっかりと踏まえる必要がある。再エネインフラの有用性の研究を進めれば、途上国では先進国を飛び越えられる。先進国は過去の遺産に縛られてしまっているが、途上国は新たな発展の場になりうる。

C；系統整備は資金のない途上国では難しい、後回しになりやすい。再エネは系統のないところから始められ、ゆくゆく系統整備に繋がるかもしれない。資金以外のメリットについても提示すべき。

C；途上国が、電力について国際協力から得たいと思っているのは、電気が半分で技術が半分。しかし、日本でこれに関わるのは、電気だけになっているので残念。ドイツは両方をセットにしてうまくやっている。例えば、小水力であれば、電気だけでなく、技術者も送り込んでい。太陽電池はモジュール化しないともうからない。そういうところは切り出していいのでは。途上国にまわして垂直連携的にするとウィンウィンになる。それからS-LCAの観点から見れば確かに太陽光は労働環境がよくない。しかし製造と設置、メンテナンスも含めて考えると、質はさておき、途上国においては貴重な雇用を生み出しているという点において、過小評価はできない。

C；日本自身の再エネ導入に興味あり。検証するさいに日本の材料を例にとれば、信憑性が増す。各プレゼンターへのコメントは次の通り。キーリー→PELとの関係および阻害要因を明確に。金村→FITがまだ高いということだが、日本ではどうか。武田→直観とデータが逆だ。データの精査が肝になる。奥井→実利と幸福感との繋がりに興味がある。電気の質の問題につながる。

C；途上国に再エネを入れるときの課題はコストだけじゃない。技術がなければ系統は不安定になる。

以上

第2回 途上国再エネ開発研究推進委員会

日時：10/15/16:00-18:00（+小1時間の意見交換会）>

場所：（一財）エネルギー総合工学研究所会議室

議事次第：

- ・開会挨拶等（16:00-16:10），櫻井教授
- ・ベトナム及びミャンマーのフィールド調査（16:10-16:30），ヤルナゾフ教授（別添7）
- ・再生可能エネルギー開発におけるリスク分析（16:30-17:05），金村准教授（別添8）
- ・再生可能エネルギー開発におけるS-LCA分析（17:05-17:20），武田助教（別添9）
- ・再生可能エネルギー開発における政策過程分析（17:20-17:40），田中博士課程学生（別添10）
- ・委員会委員コメント，質疑応答（17:40-18:15）
- ・閉会挨拶等（18:15-18:20），上石グループ長

座席表（敬称略）：

	山崎 (千葉大学)	一木 (資源総合システム)	佐藤 (国際協力銀行)	橋本 (大阪大学)	尾ノ井 (電源開発)	村上 (JICA)	
田中 (京都大学)	スクリーン						
奥井 (京都大学)							
武田 (京都大学)							
吉田 (京都大学)							
	小野崎 (エネ総工研)	金村 (京都大学)	高島 (京都大学)	ヤルナゾフ (京都大学)	石井 (NPEX)	上石 (JICA)	櫻井 (京都大学)

<質疑応答等（敬称略）>（Q; Question, A; Answer, C; Comment）

ベトナム及びミャンマーのフィールド調査（16:10-16:30）

Q：グリッド（送配電）はEVNがやっているということだが，再エネに対応する計画を進めているのか？

A：EVNはグリッドの拡張や最新化も検討している。まだ具体的にはなっていないが，最近は太陽光の発電設備が出来ている。太陽光発電設備を認可する前にグリッドの調査を行うので，再エネに対応したものになるのではないかな。

再生可能エネルギー開発におけるリスク分析（16:30-16:55）

Q：気温に発電量が依存するのではなく，日射によって発電量は依存するので，日射をベースにすべきではないか。

A：それが本当はできたら良いが、金融側が自分らのポートフォリオに日射量のリスクをとることが出来ないのではないかとこのところから始めている。ある種の強い仮定がある。気温のモデル化には実績があるので、採用されやすいと考えた。

Q：地域ごとの差があるのではないかと。場所で、商品になる場合とならない場合があるということか。

A：売り手側が、このようなデータをどの程度扱えるのかという点がある。日射量を扱うことで、割引率を決めるというのが難しい。気温で近似することができれば、気温を元に割引率を決めている商品はすでにあるので、商品になりやすい。

Q：ヘッジ誤差がどうだったというのが結論か？

A：25度を超えると、発電量で評価した場合とのヘッジ誤差が小さくなる。

Q：一年中30度を超えるような地域だとこのような商品は売れないということか。

A：そうなる。

C：曇りの日の25度と晴れの25度ではセルの温度が違い比べられない。日本ベースの場合、雨季乾季があるような国の場合でも異なる。

A：今回はチェコ共和国のデータを使っている。ヘッジの誤差とモデルの簡略性との関連性を示す一例として、気温でのモデル化に取り組んだ。実際の商品化までには、モデル化をする上でもう少しパラメータについて検討する部分はあると考えている。

再生可能エネルギー開発における S-LCA 分析 (17:05-17:20)

Q：バイオマスの方がソーラーよりも値が大きかったように記憶しているが、なぜ結果が変わったのか。

A：太陽光についての値を単純平均ではなく、加重平均したことによるもの。

C：労働の分配のことを考えると、水力よりもガスタービンの方が先進国ないし産油国の利益になる。労働負荷の問題だけでなく、他の問題もある中で、政策が作られている。

A：負の側面だけを考えているが、労働時間があるだけ労働による経済効果があるという認識でいる。

Q：先進国の技術を使えば、負荷が少ないと思われる。従来電力では、化石燃料などは採掘のリスクがあると思うがどうなのか。

A：先進国労働セクターは負荷が少ない。採掘のリスクも入った上での値になっている。

再生可能エネルギー開発における政策過程分析 (17:20-17:40)

Q：inclusive であるという点は現実的に厳しい点に思われる。具体的なアプローチはあるか。

A：SDGs で掲げられているが忘れられている点。指標を用意することなどが必要となる。広域的な電力システムの運用による全体をよくする、ミニグリットによりボトムアップを行うという二つの観点がある。APGを進めるのではなく、包摂性という観点からはミニグリットからという方が自然体ということも言える。

Q：包摂性が大事というだけでなく、そこにくさびを打ち込む方法を考える必要がある。意見を言われると困る人がステークホルダーから排除されるような事例が日本でもあるので参考になるのではないかと。

C：包摂性ばかり考慮すると何も決まらない場合があるかもしれない。

C: あまりに気にしてもいけないし、あまりに無視してもいけないということが言える。

<コメント>

C: 地球環境税、気候変動とどのように関連づけるかというところが関心事項だが、科学的に議論がされた上で政治判断がされているという風にはならず情緒的に動く場合がある。世代間の議論もあるが、途上国が成長する権利を奪わず、先進国が逃げ切ってしまうようにする必要はある。最適な経済成長を損ねない産業政策、エネルギー政策が求められる。これまでインドネシアのいろいろな歴史を検証することで、ベトナムなどの事例にも使える。アカデミアにおける意見の対立は成長のためには好ましい。

C: 太陽光発電の立場としては、単純でコストが2セント/kWhを切っている時代になっている。エネルギーの変革は、電話の発展が黒電話を飛ばして、携帯電話になったような変化が起きると考えられる。需要側のエネルギー政策に適しているのは太陽光。エネルギー貯蔵がどのようなスピードで進むかで、途上国のエネルギーが太陽光で賄える時代が来る。先進国は、既存電力とのしがらみもあるが、途上国では太陽光の将来見通しをベースに社会発展は考えられる。

C: グリッドパリティは、太陽光に関しては達しているというよりも一部地域では下回っている。太陽光だけは、プロでなくても取り扱えるため、分散化したローカルなものという方向に向かっていく。問題は、電池。コストが半分になれば、みんなEVになるし、地方や離島の電源確保は太陽光という話になる。現実問題として、どこまで値段が下がるかというのがドライビングフォースになると思われる。

C: リスク分析、S-LCA分析は参考になる部分が多かった。PVが入るには、水素などの不安定電源を安定化するためのものが必要となる。ベトナムやインドネシアに拘らず、より広くオーストラリアなどのより太陽光の良いところから、輸送するというような世界的な連携についても折り込まれると良いのではないか。

C: いろいろな角度から成果を出されていると感じた。ミャンマーやベトナムでは石炭のウェイトが高く、ASEANの中でも温度差があるので難しいという印象を感じた。リスクヘッジもシステムとして組み込まれていくのかもという印象があるが、どこでも使えるかは要検討と感じた。S-LCA分析のキロワットアワーあたりのものは説得力を感じたが、単純な割り算で良いのかという点は少し疑問に感じた。政策過程の話は、納得する一方で実際に、社会的必要性をマクロな点とミクロな点は分けて考える必要があると思っており、その包摂性が難しい。エコシステムという単語があるが、誰がキーストーンになるかが課題であると思っている。

C: エネ研の2000アウトルックでは再エネは厳しいと言われていた。投入コストが、電力セクターとして負担が大きく、国全体では電力コスト以上にコストがかかるという現状がある。まだ難しい課題が残っている。ガバナンス問題もあり、政策の意思決定が課題。他方で、ファイナンスの側からすると欧米のプレイヤーは試験的に動かしてみても、安いお金で政策を引っ張っている場合やグジャグジャにしていることがある。プレイヤーのノウハウやリスク分配を経て、経験値を高める必要がある。

C: 1990年代の初めの頃に、K社などの事例で、太陽光はだめだということになってしまった事例がある。物事は点で見えてはいけない。プロセスで見ないといけない。発電所としての部分だけを見るのではなく、地域との関わりまで見ないといけない。プロセス全体を見るのが良いの

ではないかと感じた。まだ現在の分析は点になっているので、プロセスになると良いと感じた。

C：蓄電とセットで無いといけないという話があるが、蓄電＝バッテリーではないと思う。貯水池の温度を変える手法や系統を太くする、ガスで需給調整するなどいろいろある。ミャンマーの電荷率が40パーセントを切っているという話があったが、分散電源の時代が来るとすれば、先進国の事例をバイパスして達成されるかもしれない。ただし、財政面での問題がある。リチウムイオンが売れば、日本の企業は儲かるが、開発する権利を奪わないということも考えるとフィールドワーク的にやることも重要であると思う。後々に送電線が来ると分散システムが瓦解する可能性もあるという点も重要である。

C：エネルギー開発は10年以上の単位で見なければいけないという中で、アカデミアの知見を取り入れることで、中長期的な視野を取り入れたい。ASEANはまだ進んでいる方で、アフリカは更に進んでいない。デマンドを中心として対応していく必要がある。リスクの話でいえば、日射量というのは途上国では取りにくい。気温はエントリーになるという意味で、意義深い。政策形成について、人材育成という観点からは、どのようにすれば納得してもらえるのが重要。最終的には、誰が代表になるのか、不利を被った人々にどのようにコンペンセーションをするのか、という二つが課題になってきた。それは特殊解であって、一般解はないかもしれない。しかし示唆をいただきたい。人権リスクの話については、死のリスクと許容できるリスクをどう考えていくかという点、それからキロワットアワーについては、太陽光との関係において、化石燃料のキャピタルとオペレーションが今後どうなっていくのかという点を検討いただきたい。

以上

(別紙3) 本研究プロジェクト関連論文等目録

別添1：ベトナム国立経済大学における講演資料「Sustainable Development and the Energy Transition」(非公開)

別添2：The 6th International Conference on Environment and Renewable Energy (ICERE 2020)における講演論文及び発表資料「Motivations, Enabling Factors and barriers to the Energy Transition in Indonesia and Vietnam」(非公開)

別添3：Sustainability誌掲載論文「Are Renewables as Friendly to Humans as to the Environment?: A Social Life Cycle Assessment of Renewable Electricity」(公開可)

別添4：「新興国における再生可能エネルギー投資のリスクとリターンの検証：フィリピンのケーススタディ」Saculsan, P. G. and T. Kanamura (2020) Examining risk and return profiles of renewable energy investment in developing countries: the case of the Philippines. Green Finance, 2, 2, 135-150 (公開可)

別添5：「太陽光発電にかかるボリュームリスクのヘッジ戦略とベースリスク」Kanamura, T. (2020) Volumetric Risk Hedging Strategies and Basis Risk Premium for Solar Power. The Journal of Alternative Investments (非公開)

別添6：「クリーンエネルギー指数とエネルギー商品間の価格相関分析」Kanamura, T. (2020) A model of price correlations between clean energy indices and energy commodities. Journal of Sustainable Finance and Investment (非公開)

別添7：第2回途上国再エネ開発研究推進委員会(2019年10月15日)発表資料「ベトナム及びミャンマーへのフィールド調査について」(公開可)

別添8：第2回途上国再エネ開発研究推進委員会(2019年10月15日)発表資料「再生可能エネルギー導入に係るリスク分析」(公開可)

別添9：第2回途上国再エネ開発研究推進委員会(2019年10月15日)発表資料「マレーシアにおける再生可能エネルギーにかかる Social LCA」(公開可)

別添10：第2回途上国再エネ開発研究推進委員会(2019年10月15日)発表資料「再生可能エネルギー導入にかかる政策提言に向けた政策過程分析」(公開可)