

TALレポート

# 電気自動車・再生可能エネルギーのELSI

2024年3月

脱炭素化技術ELSIプロジェクト

JST-RISTEX RInCAプログラム「脱炭素化技術の日本での開発/普及推進戦略におけるELSIの確立」研究開発プロジェクト



## はじめに

私たち脱炭素化技術 ELSI プロジェクト（JST-RISTEX RInCA プログラム「脱炭素化技術の日本での開発/普及推進戦略における ELSI の確立」研究開発プロジェクト、代表：江守正多）では、今後の気候変動対策やエネルギー政策の議論に寄与するツールを提供することを目指して、2020 年度から 23 年度にかけて、主に日本における脱炭素化技術の社会的な影響を多面的に検討するのに役立つ「評価枠組」の開発に取り組みました。

本プロジェクトでは、活動の一環として、多様な関係者との対話を通じて脱炭素化技術の倫理的・法制度的・社会的課題（ELSI）を明らかにし、評価枠組の開発に際して考慮すべき観点を把握するため、参加型のテクノロジーアセスメント（TA）を実施しました。

TA の第 1 ラウンド（2021 年度）では、議論に参加していただくフロントランナーの選定や予備的なインタビュー、脱炭素化技術の開発利用の将来シナリオを主なテーマとしたフロントランナーワークショップなどの活動を行いました。その内容は先に、『TA レポート 脱炭素化技術の ELSI とその評価枠組』として報告しています。本レポートはその続編として、第 2 ラウンド（2022 年度）の TA の活動をご報告します。

第 2 ラウンドでは個別の脱炭素化技術の ELSI をテーマとし、具体的には、バッテリー駆動の電気自動車（BEV）と大規模集中型の再生可能エネルギーの電源という 2 つの技術を取り上げました。第 1 ラウンドに引き続き、社会の諸分野で変革をリードしているフロントランナーの方々などにご参加いただいてワークショップを行い、議論を重ねました。

TA の結果は、評価枠組の検討・作成を始めとして、本プロジェクトの研究開発に活かしてきました。加えて、その内容をプロジェクト外に広く公開し、脱炭素化技術の開発や利用に伴う社会的影響に関する議論に活用していただければと考え、プロジェクトが終了するのを機に、第 1 ラウンドと同様に TA レポートとして発行することにしました。

フロントランナーワークショップにご参画くださったフロントランナーや脱炭素化技術等の専門家の方々、EV に関するインクルーシブデザインワークショップの参加者や、企画運営をご支援くださった NPO 法人 Collable のの方々、本プロジェクト全体の推進に多大なお力添えを頂いた RInCA プログラムの唐沢かおり総括、野口和彦アドバイザー、水野祐アドバイザー、事務局を始めとする関係者の皆様方に厚くお礼を申し上げます。

2024 年 3 月

著者一同

# 目次

---

はじめに .....	1
<b>1. TAの趣旨と方法 .....</b>	<b>4</b>
1.1 TA全体のテーマと本レポートの目的 .....	4
1.2 TA第2ラウンドで取り上げたテーマ .....	4
1.3 ワークショップの参加者と日程 .....	5
<b>2. 2050年排出実質ゼロに向けた日本の戦略と脱炭素化技術 .....</b>	<b>7</b>
<b>3. BEV（バッテリー式EV）の普及と移動分野の脱炭素化 .....</b>	<b>10</b>
3.1 日本国内の乗用車による温室効果ガス排出 .....	10
3.2 BEVの利用イメージ .....	13
3.2.1 充電のパターン .....	13
3.2.2 走行距離と車種 .....	15
3.2.3 蓄電池としてのBEV .....	16
3.3 BEVの社会的特性 .....	17
3.3.1 普及状況 .....	17
3.3.2 BEVの構成部品 .....	18
3.3.3 BEVのCO <sub>2</sub> 排出、電力需要 .....	19
3.3.4 政策動向 .....	20
3.4 関連する論点 .....	21
3.4.1 自動運転 .....	21
3.4.2 無駄な空間利用と格差の拡大 .....	21
3.4.3 異なるシナリオ .....	22

4. フロントランナーによる電気自動車の ELSI に関する議論	25
4.1 A 日程（2022 年 12 月 12 日）の結果	25
4.2 B 日程（2022 年 12 月 14 日）の結果	35
Column：インクルーシブデザインワークショップにおける BEV（バッテリー式 EV）の ELSI に関する議論	44
5. 大規模集中型再生可能エネルギーの現状と課題	48
5.1 世界的に再生可能エネルギーのコストは低下	48
5.2 2030 年までの日本の再生可能エネルギー導入計画	49
5.3 再生可能エネルギー導入ポテンシャル	50
5.4 大規模太陽光発電（メガソーラー）：現状、メリット、課題	51
5.5 洋上風力発電：現状、メリット、課題	53
5.6 地域主導型・分散型エネルギーモデル	55
5.6.1 地域主導型：シュタットベルケ	55
5.6.2 分散型エネルギーモデル	56
5.6.3 まとめ	56
6. フロントランナーによる大規模集中型再生可能エネルギーの ELSI に関する議論	58
6.1 A 日程（2023 年 1 月 16 日）の結果	58
6.2 B 日程（2023 年 1 月 19 日）の結果	66

---

---

# 1. TA の趣旨と方法

---

---

## 1.1 TA 全体のテーマと本レポートの目的

---

「脱炭素化技術の日本での開発/普及推進戦略における ELSI の確立」研究開発プロジェクト（以下、「本プロジェクト」とする）では、エネルギー技術を中心とした脱炭素化技術の評価枠組開発の一環として、幅広い分野の関係者との対話を行うため、参加型のテクノロジーアセスメント (TA) を実施した。TA とは「科学技術の開発や利用に関する社会的意思決定を支援するため、科学技術の社会的影響を多面的に予測し評価する活動や、そのための制度」<sup>1</sup>のことである。本プロジェクトでは、TA に関する既存の研究や、実践のためのノウハウの蓄積を生かして、脱炭素化技術の ELSI の評価に TA の考え方や方法を活用すべく、この参加型 TA を行ってきた。その目的やプロジェクト全体における位置付けなどは、2021 年度の TA の活動について報告するため先に発行した『TA レポート 脱炭素化技術の ELSI とその評価枠組』<sup>2</sup>を参照されたい。

本プロジェクトの TA では、当初から次の 3 つを議論すべきテーマとして設定してきた。

第 1 は、脱炭素化に向けた研究開発に関する全般的な戦略やシナリオである。これは、異なる技術の組み合わせからなる複数の脱炭素シナリオを比較し、日本においてそれぞれのシナリオが選択された場合の影響を検討するもので、第 1 ラウンドとなる 2021 年度に実施した。その結果は、すでに上述のレポート『脱炭素化技術の ELSI とその評価枠組』で報告している。

第 2 は、個別の脱炭素化技術の倫理的・法制度的・社会的な影響である。第 2 ラウンドとなる 2022 年度は、主にこの第 2 のテーマに関して、バッテリーで駆動する電気自動車 (BEV) と大規模集中型の再生可能エネルギーを取り上げて議論を行った。本レポートでは、この 2022 年度の活動について報告する。

第 3 は、本プロジェクトにおいて開発している評価枠組そのものである。プロジェクトで作成中の評価枠組の案を、上記の 2 テーマの議論に実際に使いつつ、枠組としての妥当性を検討し、ブラッシュアップすることも TA の目的の一部として取り組んだ。

## 1.2 TA 第 2 ラウンドで取り上げたテーマ

---

TA の第 2 ラウンドとなる 2022 年度は、上述のように、TA の 3 テーマのうち特に 2 番目の個別の脱炭素化技術を取り上げて、その倫理的・法制度的・社会的影響を検討する議論を行った。2021 年度までの活動も踏まえて、2022 年 6 月から 7 月にかけてプロジェクト内で集中的にミー

---

<sup>1</sup> 三上直之 (2020) 「テクノロジーアセスメント」藤垣裕子編『科学技術社会論の挑戦 2 科学技術と社会：具体的問題群』東京大学出版会, 127-148.

<sup>2</sup> 脱炭素化技術 ELSI プロジェクト (2022) 『TA レポート 脱炭素化技術の ELSI とその評価枠組』(<http://hdl.handle.net/2115/84398>).

ティングを行い、個別の脱炭素化技術として何を議論の対象とすべきかを検討した。その結果、エネルギーに関連する異なる分野から2つの技術を取り上げることとし、最終的に、移動分野と電力分野の脱炭素化においてそれぞれ主要な役割を果たすことになると考えられる、BEV（バッテリー式電気自動車）と大規模集中型の再生可能エネルギーの電源の2つを選んだ。

両技術の概要や、倫理的・法制度的・社会的な影響をめぐって考慮すべきポイントなどの基礎的な情報は研究プロジェクトにおいて資料を作成し、ワークショップの事前情報資料として活用できるように、それぞれ約30分ずつの動画にまとめた。その内容については、本レポートの第3章（BEV）と第5章（大規模集中型の再生可能エネルギー）で報告した。

### 1.3 ワークショップの参加者と日程

2021年度の第1ラウンドに引き続き、この第2ラウンドでも社会の諸分野で変革をリードしているフロントランナーにオンライン上で集まってもらい、BEVと大規模集中型の再生可能エネルギーの倫理的・法制度的・社会的影響について議論してもらった。本プロジェクトにおけるフロントランナーとは「持続可能な未来社会における新たな常識や価値観を構想し、その実現に向けて活動する人たち」であり、2021年度に本TAの活動の一環として、エネルギーや気候変動の分野に限らず、幅広い分野から系統的に人選を行った。第2ラウンドのワークショップでも、このフロントランナーの方々にご参加いただいた。

表 1-1 フロントランナーによるワークショップの日程（いずれもオンライン）

	日時	テーマ
第1回 移動編	2022年12月12日	19:00～21:00 BEV（バッテリー式電気自動車）
	12月14日	
第2回 電力編	2023年1月16日	19:00～21:00 大規模集中型の再生可能エネルギーの電源
	1月19日	

ワークショップは表1-1の通り、2022年12月に「移動編」としてBEVを、23年1月に「電力編」として大規模集中型の再生可能エネルギーを取り上げて議論を行った。参加者には、移動編・電力編それぞれへの参加に先立って、上述の基礎情報の動画を視聴してもらった。それを踏まえて、BEVと大規模集中型の再生可能エネルギーの電源のそれぞれが、「日本の2050年脱炭素化の手段として幅広く用いられるようになったときに、どのような倫理的・法制度的・社会的な影響が想定されるか」をテーマとして、自由に話し合ってもらった。

なるべく多くのフロントランナーが参加できるように、移動編・電力編とも同内容で2日程ずつ実施し、都合の付く日程に参加してもらった。また、プロジェクト全体の研究協力者である脱炭素化技術等の専門家にはライブで傍聴するか、録画を視聴してもらい、後日、コメントを寄せてもらった。

本レポートでは、第4章に移動編（BEV）、第6章に電力編（大規模集中型の再生可能エネルギー）のワークショップの議論内容と専門家からのコメントを取めた。

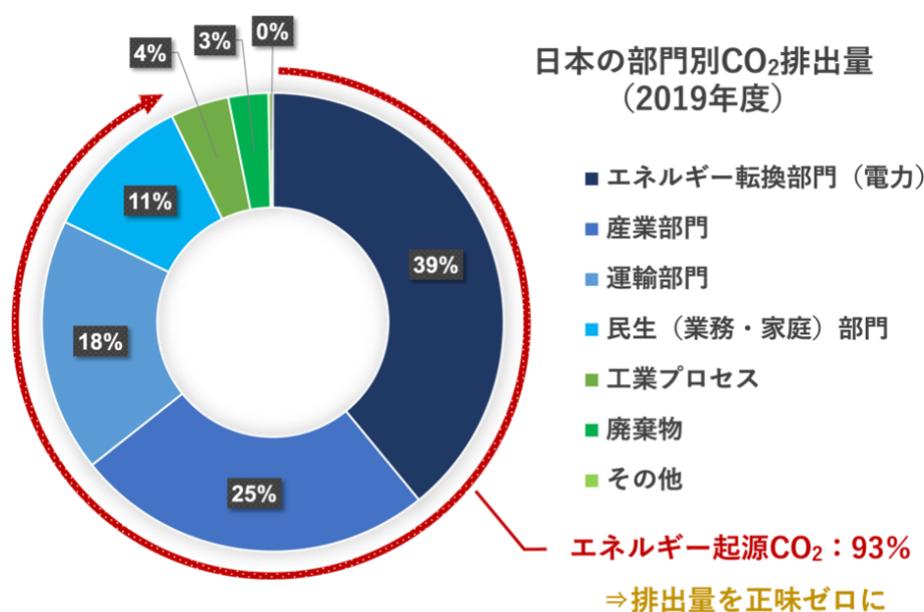
BEVについては、フロントランナーによるワークショップの他に、NPO 法人 Collable の協力により、障害者やその家族などが参加する「インクルーシブデザインワークショップ」を、2023年3月に実施した。これにより、脱炭素化技術の導入に伴う変化の影響を受けやすい当事者の人たちの議論を、技術の倫理的・法制度的・社会的影響の評価に導入する可能性を探った。このインクルーシブデザインワークショップについてはコラムで報告した。

表 1-2 フロントランナーワークショップ参加者一覧（敬称略、所属・職は当時）

区分	移動編		電力編		氏名	所属・職など
	2022年		2023年			
	12月12日	12月14日	1月16日	1月19日		
フロントランナー		○		○	有坂 美紀	RCE 北海道道央圏協議会事務局長
		○	○		岩田 紘宜	東京大学未来ビジョン研究センター リサーチアシスタント、CIC Tokyo 環境エネルギーイノベーションコミュニティ事務局等
	○			○	上田 假奈代	特定非営利活動法人こえとことばとこころの部屋代表
		○	○		上田 壮一	一般社団法人シンク・ジ・アース理事
		○			岡田 亜希子	株式会社シグマックス リサーチ/インサイト スペシャリスト
		○		○	白木 朋子	特定非営利活動法人 ACE 副代表/共同創業者
	○			○	田中 宏隆	株式会社シグマックス 常務執行役員
	○		○		前田 雄大	株式会社シグマックス プリンシパル、GX チャンセル発行人兼統括編集長
		○	○		松島 倫明	『WIRED』日本版編集長
	○		○		山田 小百合	特定非営利活動法人 Collable 代表
脱炭素化技術等の専門家	○		○		功刀 基	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 主任
	○			○	黒沢 厚志	一般財団法人エネルギー総合工学研究所 研究理事・主席研究員
	○		○		田川 明広	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究推進室 技術主幹
		◇		◇	田崎 智宏	国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環領域 室長
		◇		○	長野 浩司	一般財団法人電力中央研究所 特任役員
		◇		◇	樋山 千冬	国立国会図書館 調査及び立法考査局 外交防衛課長
プロジェクトメンバー	○		○		森 俊介	国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター 研究統括
	○	○	○	○	江守 正多**	国立環境研究所上級主席研究員/東京大学教授
	○	○	○	○	三上 直之*	北海道大学高等教育推進機構 准教授
	○	○	○	○	八木 絵香	大阪大学 CO デザインセンター/社会技術共創研究センター 教授
	○	○	○	○	松浦 正浩	明治大学専門職大学院ガバナンス研究科 専任教授
	○	○	○	○	ハルトヴィツヒ・マヌエラ	国立研究開発法人国立環境研究所 地球システム領域 特別研究員
○	○	○	○	郡 伸子	北海道大学高等教育推進機構 技術補佐員	

## 2. 2050年排出実質ゼロに向けた日本の戦略と脱炭素化技術

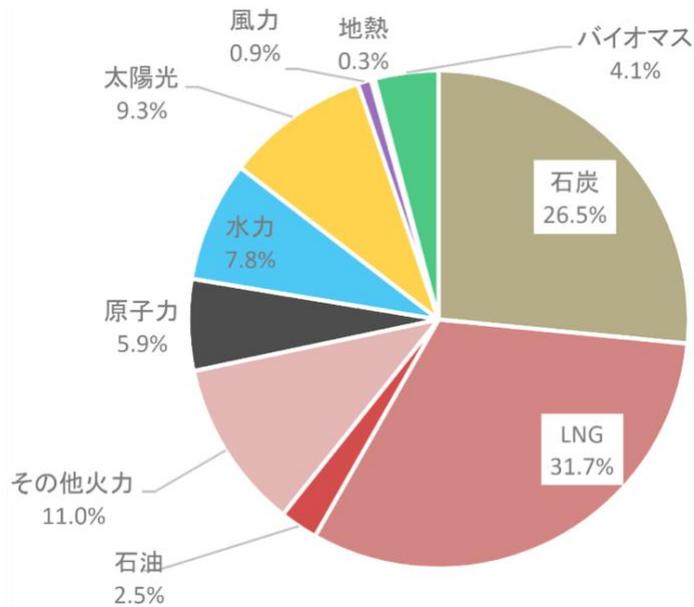
日本の脱炭素化戦略全体の中での、エネルギー転換部門（電力）と運輸部門の位置付けを確認しておきたい。まず現状（2019年）において、日本のCO<sub>2</sub>排出量全体の中で、エネルギー転換部門は39%、運輸部門は18%を占める（図2-1）。



（出典：国立環境研究所 温室効果ガス排出インベントリオフィス）

図2-1 日本の脱炭素化戦略における各セクターの位置づけ

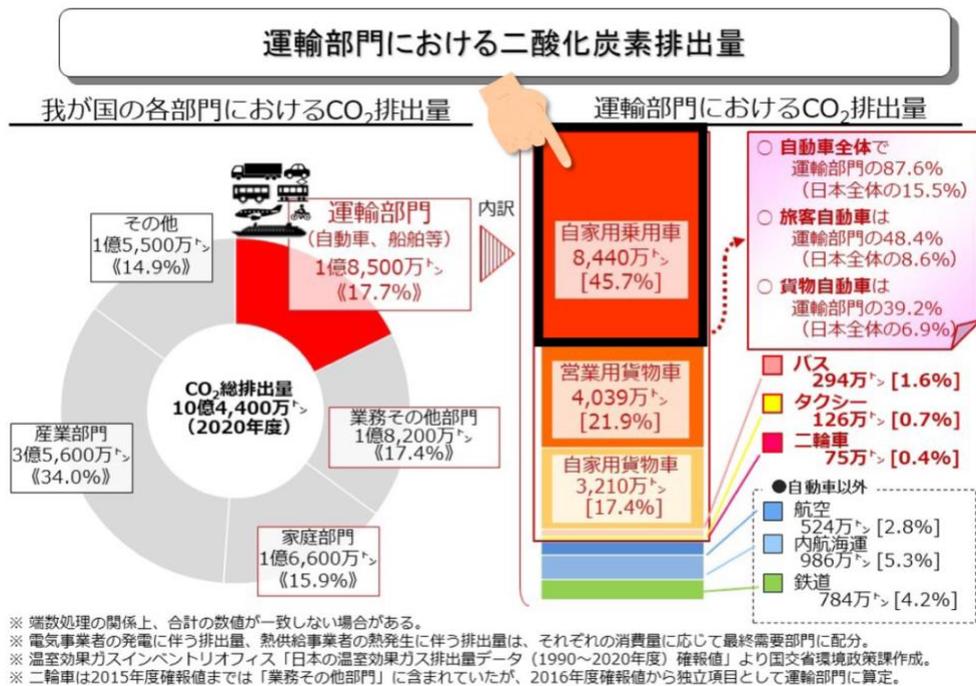
日本の電源構成で見ると、石炭（26.5%）、LNG（31.7%）をはじめとする火力発電が全体のおよそ7割を占める。つまり、7割の電力はCO<sub>2</sub>を排出しながらつくられているということである。基本的に、この部分を太陽光・風力をはじめとする脱炭素電源に置き換えていくことになる。また、運輸、民生、産業などで燃料を使用していた部分を電力に置き換える電化（電気自動車、ヒートポンプ等）を進めることにより電力需要が追加されるが、当然その分も脱炭素電源で賄っていく必要がある。



(出典：環境エネルギー政策研究所)

図 2-2 日本の電源構成 (2021)

運輸部門における CO<sub>2</sub> 排出量の内訳を見ると、自動車全体で 87.6%、そのうち自家用乗用車は 45.7%である。それ以外に、営業用貨物車、自家用貨物車航空、内船海運、鉄道が挙げられる (図 2-3)。本プロジェクトで注目する自家用乗用車は、運輸部門 18%の中の 45.7%ということなので、日本全体の排出量では約 8%を占める。



(出典：国土交通省)

図 2-3 運輸部門における二酸化炭素排出量

脱炭素化を実現するエネルギーシステム全体（図 2-4）の中で見ると、太陽光・風力の再生可能エネルギーの位置づけは明瞭である。自家用乗用車に関連する脱炭素化は、エネルギー需要側としての運輸部門の技術の転換（自動車の電化）のみならず、供給される電力の脱炭素化を含む点に注意が必要である。さらに、産業部門の一部である自動車製造過程の脱炭素化が関係している。特に、バッテリーの製造には多くの電力を消費するため、そこに供給される電力の脱炭素化が注目される。

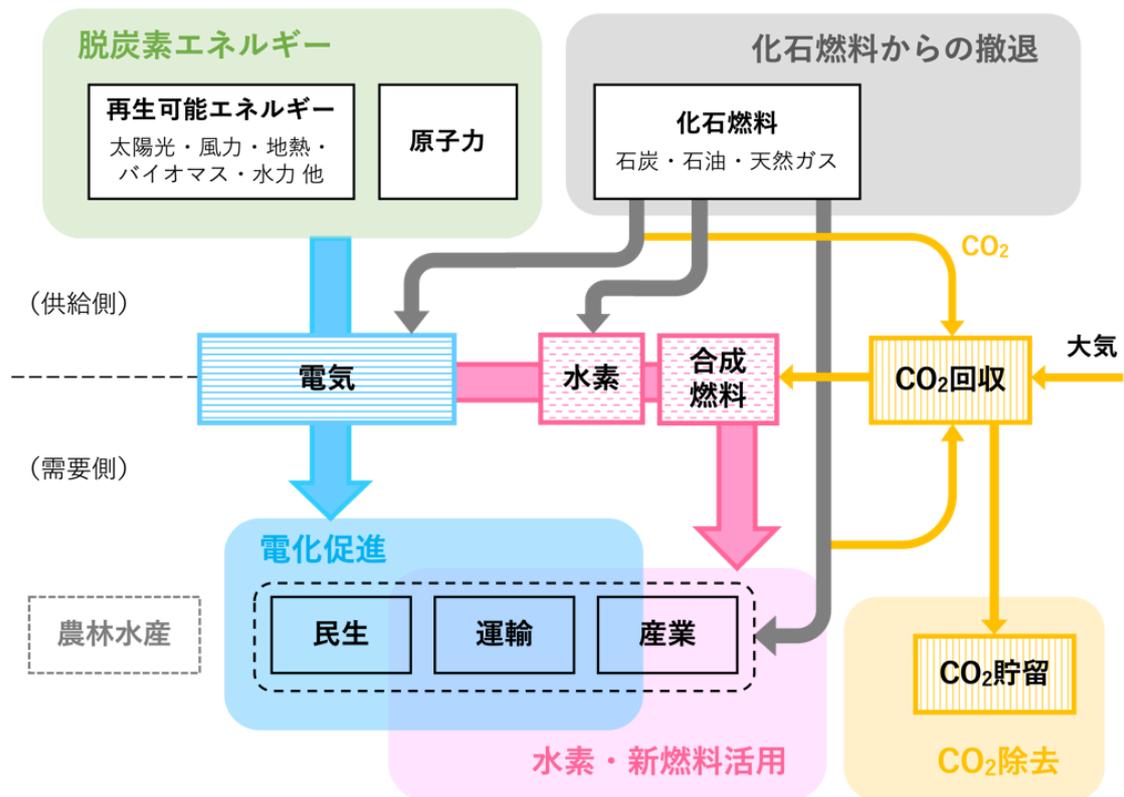
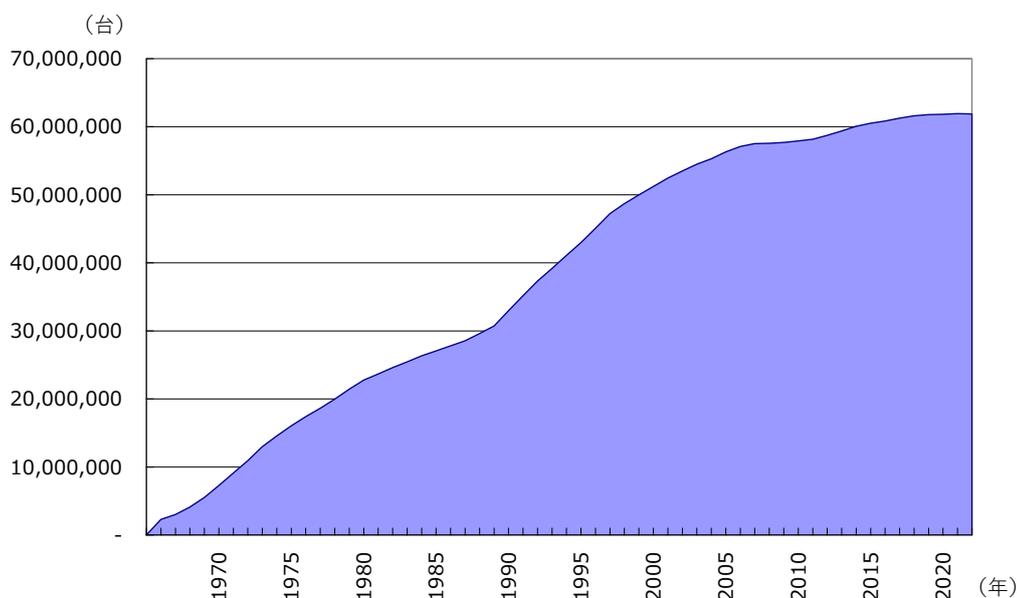


図 2-4 エネルギーシステムの概念図

### 3. BEV（バッテリー式EV）の普及と移動分野の脱炭素化

#### 3.1 日本国内の乗用車による温室効果ガス排出

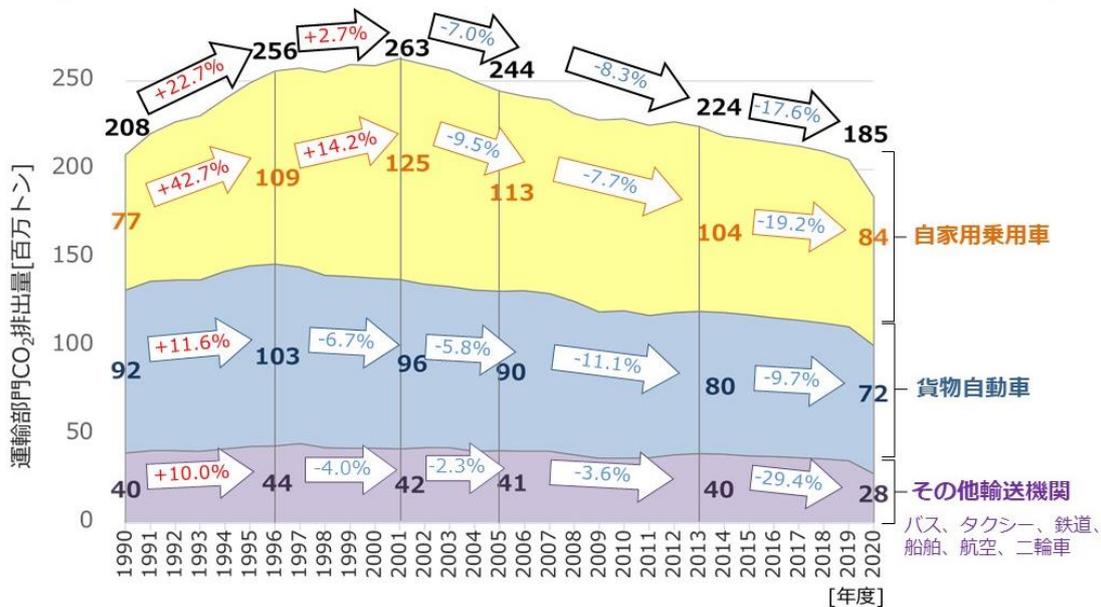
日本の乗用車の保有台数の推移についてみると、1960年代にはまだ数百万台しか日本には存在しなかったものの、1970年代からモータリゼーションが急激に進み、2010年代まで増加を続け、最近少し落ち着いてきたものの、現在6,000万台を超えている。人口も増加したが、保有台数の伸びのほうに著しく、保有台数1台あたりの人口で見ると、1966年には43人で1台、1981年には5人に1台だったのが、2021年（昨年）には2人で1台にまで減っている。



(出典：自動車検査登録情報協会資料 <https://www.airia.or.jp/publish/statistics/ub83e100000000wo-att/hoyuudaisuusui05.pdf>)

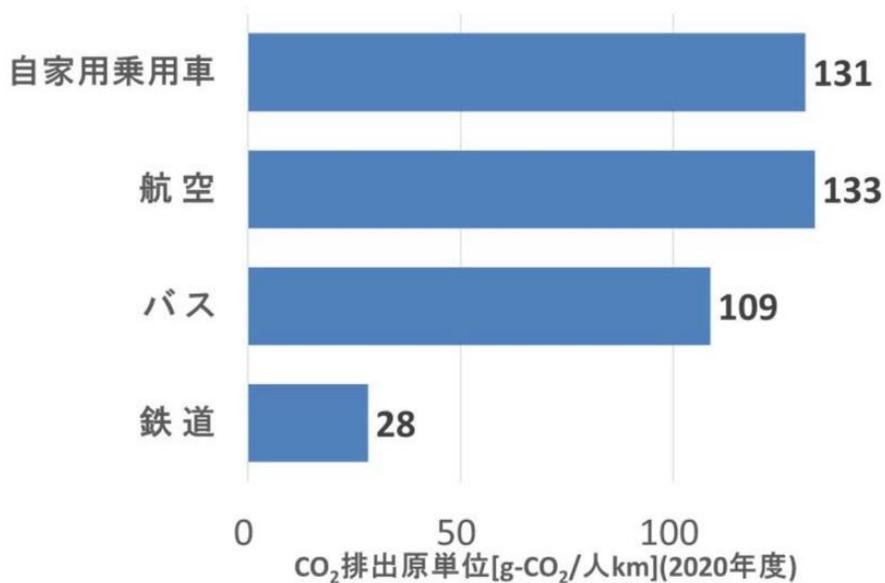
図 3-1 乗用車保有台数の推移

CO<sub>2</sub>の排出には、燃費の改善やハイブリッド自動車の導入により、2001年に約1億2,500万トンでピークを迎えた後、2020年度には8,400万トンにまで減少した。しかし、輸送量当たりの二酸化炭素の排出量（1人の人間が1km移動するのにどれだけのCO<sub>2</sub>を排出するのか）をみると、自家用乗用車は131g-CO<sub>2</sub>と比較的多く、飛行機とほぼ同じ、それに比べると鉄道は28g-CO<sub>2</sub>で圧倒的に少ない。



(出典：国土交通省 [https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei\\_environment\\_tk\\_000007.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html))

図 3-2 運輸部門における二酸化炭素排出量の推移



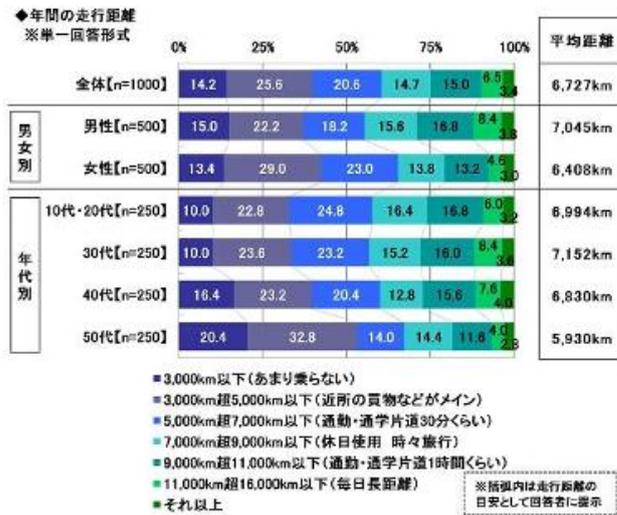
※温室効果ガスインベントリオフィス：「日本の温室効果ガス排出量データ」、国土交通省：「自動車輸送統計」、「航空輸送統計」、「鉄道輸送統計」より、国土交通省 環境政策課作成

(出典：国土交通省 [https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei\\_environment\\_tk\\_000007.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html))

図 3-3 輸送量当たりの二酸化炭素の排出量（旅客）

ドライバー個人についてみれば、車種や年間走行距離により、排出量はかなり違う。ガソリン 1 リットルの燃焼で 2.3kg-CO<sub>2</sub> を排出することは一律であるが、1 リットルで 7km しか走らない車で年間 1 万 5,000km 走行する人は、年間 4.98 トン排出する。他方、1 リットルで 20km 走る車で年間 1,500km しか走行しない人は、年間 0.174 トンしか排出しない。乗っている車や走行距離によって、個人の排出量は大きく異なる。また、居住地によっても移動に伴う排出量は異なる。

つまり、車がないと生活できないような場所では、どうしても自家用車の利用による排出が多くなるし、東京のように、自転車、鉄道、徒歩等で移動できるところの住民は平均して自家用車による排出は少ない。



(出典：ソニー損保「2022年全国カーライフ実態調査」  
[https://from.sonysonpo.co.jp/topics/pr/2022/07/20220728\\_01.html](https://from.sonysonpo.co.jp/topics/pr/2022/07/20220728_01.html))

**ガソリンの排出係数**  
 2.322 kg-CO<sub>2</sub>/リットル

燃費の悪いクルマ  
 7km/リットル

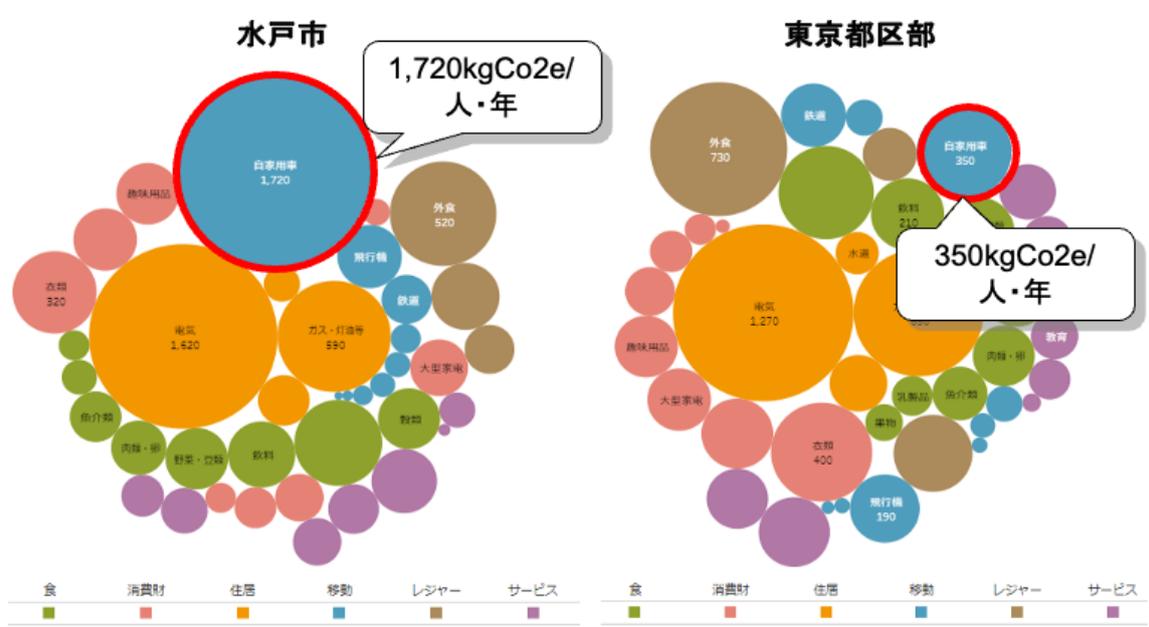
燃費のよいクルマ  
 20km/リットル

燃費の悪いクルマに  
 年間15,000km乗る人  
 = 15,000 ÷ 7 × 2.322  
 = **4.98トン/年**

燃費のよいクルマに  
 年間1,500km乗る人  
 = 1,500 ÷ 20 × 2.322  
 = **0.174トン/年**

(注：一人あたり CO<sub>2</sub> 排出量は約 9 トン/年程度)

図 3-4 車種や距離による排出量の違い



(出典：国立環境研究所「脱炭素型ライフスタイルの選択肢 地域別データ可視化インタラクティブツール」  
<https://lifestyle.nies.go.jp/html/interactive.html>)

図 3-5 住む場所による排出量の違い

## 3.2 BEV の利用イメージ

### 3.2.1 充電のパターン

大半のドライバーは昼間に自家用車を利用する。よって夜間に、自宅あるいは旅行先で駐車している間に充電するのが一般的になると考えられる。電力需要も夜間は低いため、比較的電気が余っている時間帯に充電することが社会的に望ましい。また、充電の頻度が多いと蓄電池の耐久性が低下するため、夜間にまとめて充電するほうが蓄電池にもやさしい。

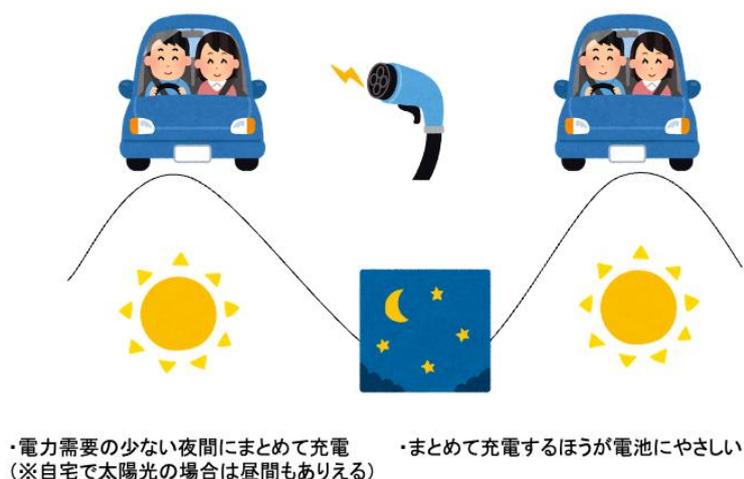


図 3-6 理想的な EV の利用サイクル

このような充電パターンを実現するためには、自宅に充電インフラが必要になる。戸建住宅居住者は 200V のコンセントを 10 万円以下で容易に設置できる。共同住宅の場合、共用の駐車場に 200V のコンセントまたはより容量の大きな充電設備を設置することが必要になる。戸建住宅に比べ、設置費用が高くつくほか、EV 所有者と非所有者が集住する共同住宅では、費用負担等について管理組合での合意形成が課題となる。自宅に充電インフラがなくても、自宅近くのディーラー等の急速充電設備で充電することも可能ではあるが、30 分程度待機しなければならない。

- ・ 駐車場のある**戸建住宅**なら  
200Vコンセント増設  
(約10万円)で容易に対応可  
- 6kW充電の場合、契約変更など
- ・ 駐車場共有の**マンション等**は  
充電設備または200V  
コンセントの設置が必要  
- 受電設備、管理組合の  
合意形成問題
- ・ 近所のディーラー等で  
急速充電も可(ガソリンスタンド代替)



図 3-7 自宅の充電インフラ

長距離移動の場合の充電であるが、普通自動車の BEV（バッテリー式 EV）の大半が満充電で少なくとも 200～300km の走行距離があり、また 2～3 時間運転したら休憩するのが一般的であることから、200～300km 程度の走行ごとに、サービスエリア(SA)、パーキングエリア(PA)等で充電するのが一般的になる。SA/PA での急速充電は混雑緩和のため 30 分を限度と設定しているところが大半で、30 分充電し、また 200～300km 走り、30 分充電するというサイクルになる。

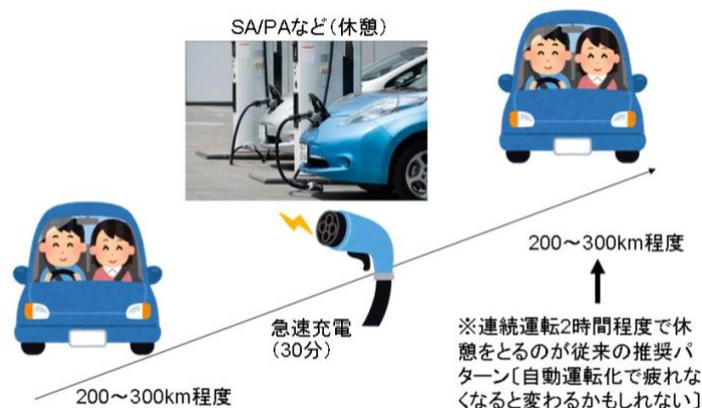


図 3-8 長距離移動時の充電サイクル

長距離移動者を支えるインフラとして SA/PA における急速充電器設置が重要であるが、その増設が遅れていることが、いま問題になっている。急速充電器は高圧の電力が必要で、送電線の引き込みなど容易に整備できない。また、既存の急速充電器がすでに更新の時期を迎えており、その対応でも時間を要している。さらに、急速充電器の課金制度が複雑で、eMP (e-Mobility Power) 社の規格の IC カードでほぼ統一できてはいるものの、カード自体は自動車メーカー各社が発行していて、課金体系が各社バラバラで、かつ、急速充電器を全く使わなくても毎月数千円の会費を徴収するシステムとなっている。この利便性の悪さに対応すべく、複数のベンチャー企業がもっとシンプルな課金システムに基づく新たな充電インフラ構築を始めている。

- 高速道路のSA/PA等の急速充電器は増設ペースが遅い
  - 整備コスト高(高圧送電)
  - 旧型の設備更新も必要
- スタンドは課金システムが複雑
  - 自動車メーカー各社が発行するカード(eMP社規格)が必要
    - 月会費制、料金体系バラバラ
- 充電インフラ企業が急増中
  - 宿泊施設向け
  - クレジットカード課金



図 3-9 長距離移動対応の充電インフラ

### 3.2.2 走行距離と車種

自家用車で1日に走行できる距離は、疲労等を考慮すると、高速道路上で最大500km程度だと日本自動車連盟（JAF）は推奨している（2022年12月時点）。なお、東京駅から大阪駅までを道路で移動すると、ちょうど500km程度になる。

- 高速道路なら**約500km**、一般道なら約250km程度を目安にしましょう。



図 3-10 1日の走行距離

国内で最も販売台数の多いBEVである日産のLEAFの走行可能距離についてみると、2010年発売の初代では200kmであったものの、2017年発売の現行型では400kmとなり、しかも蓄電池の容量を大型化したe+モデルでは550kmにまで伸びている。つまり、満充電しておけば、ほぼ1日走っても電欠にはならない。また、海外のBEVでは走行可能距離が600km超のモデルが一般化してきており、TESLAのModel 3では689km、韓国のヒョンデのIONIQは618kmとなっている。



図 3-11 日産 LEAF（左）と 600km 超航続可の海外車種（右）

また、日常的に長距離走行するドライバーよりも、買い物等で近所を移動できれば十分というドライバーのうほうが多いと考えられる。2022年には日産 SAKURA、三菱の eK クロス EV という軽自動車が発売されたが、走行距離は180kmとなっている。SAKURAは定価で239万円。補

助金により実質 200 万円以下となり、内燃機関エンジンの軽自動車とほぼ同じ価格で購入できる BEV となる。



図 3-12 BEV の新型軽自動車

### 3.2.3 蓄電池としての BEV

BEV には大容量の蓄電池が搭載されており、サンデードライバーのように自宅に駐車している時間が長いドライバーは、BEV を蓄電池として利用することができる。屋根上に太陽光発電があれば、昼間に車に蓄電して夜間に無料で電気を使うことができる。また、災害等による停電時には非常電源にもなり、LEAF の e+モデル (60kWh) では約 4 日分の家庭の電気を賄うことができる。蓄電池に貯めた電力を家庭の電源として利用するシステムは Vehicle-to-Home (V2H) と呼ばれ、設置には 100 万円程度の費用がかかる。また、家庭内にとどまらず、電力グリッドの需給調整のために利用することも理論的には可能で、夜間の余剰電力を BEV に充電し、昼間にグリッドに供給することも検討されている。

- BEVの巨大な蓄電池を、戸建住宅での蓄電に活用
  - 60kWhなら4日分くらいの電力
  - 停電時・災害時に利用可
  - グリッドの電力需要の調整にも使える(需要の少ない時間に蓄電)
- ほとんどの車種がV2H対応
- 住宅側にV2H接続用の機器(50~100万円程度)が必要
- マイクログリッドに利用する事例も登場(V2G)

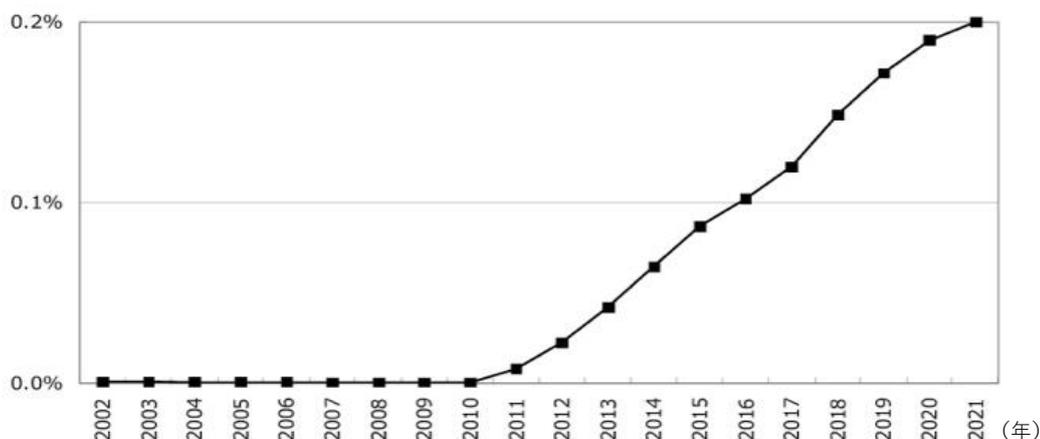


図 3-13 V2H(Vehicle-to-Home)

### 3.3 BEV の社会的特性

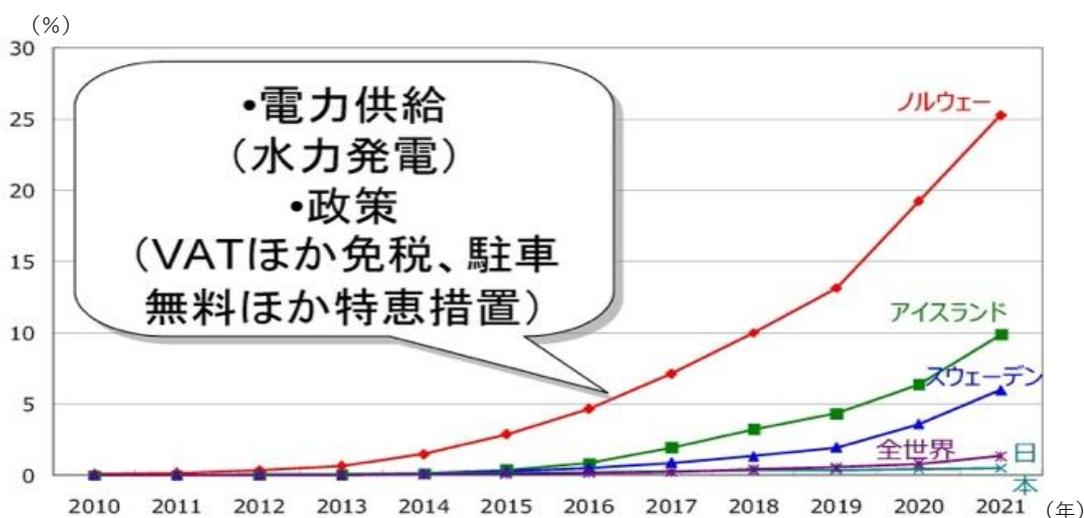
#### 3.3.1 普及状況

日本国内では、日産 LEAF が登場した 2010 年頃から徐々に伸びてはいるが、保有台数ペースで 0.2% (1,000 台の乗用車のうち 2 台) で、まだまだ普及していない。しかし海外では日本よりも大きく普及が進んでいる。ノルウェーが最も普及しており、全体の 1/4 が BEV と PHEV に転換しています。ただしノルウェーは若干特殊で、水力による電力供給に余裕がある点と、税制で EV を優遇しつつ内燃機関の自動車に高税を課すことで、消費者にとって EV のほうが安い状況となっている点があげられる。その他普及率が高い国を見ると、アイスランド、スウェーデンと北欧諸国が占め、オランダ、中国、英国が続く。全世界平均で 1.5% に達しているが、日本は PHEV を含めても 0.5% で、圧倒的に後れを取っている。



(出典：自動車検査登録情報協会資料 (<https://www.airia.or.jp/publish/statistics/trend.html>) より作成)

図 3-14 乗用車の保有台数に占める電気自動車 (BEV) の割合



(IEA Global EV Outlook 2022 (<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>) より作成)

図 3-15 乗用車 EV (BEV/PHEV) の保有台数に占めるシェア (トップ 3)

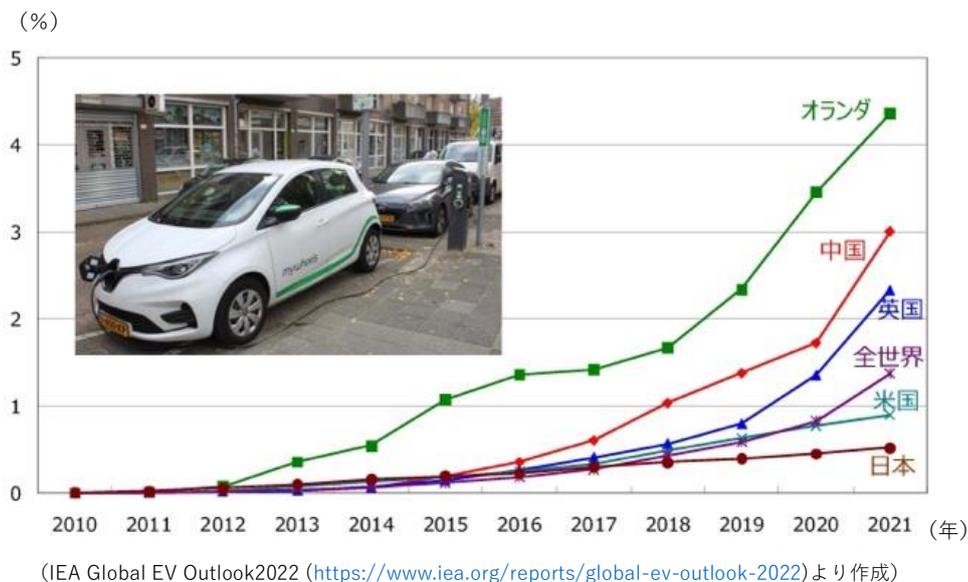


図 3-16 乗用車 EV (BEV/PHEV) の保有台数に占めるシェア

### 3.3.2 BEV の構成部品

従来の内燃機関による自動車と BEV は工業製品として大きな違いがある。諸説あるが、内燃機関の自動車では 3 万点くらいの部品から構成されるが、BEV では 2 万点に減るといわれている。燃料関係、エンジン関係の部品が不要になり、蓄電池やモーターなどに置換されるが、その構成は大幅にシンプルになる。これまで内燃機関に必要な部品を専門に製造していたメーカーは、BEV への転換で部品の需要がゼロになるため、転換が必須となる。

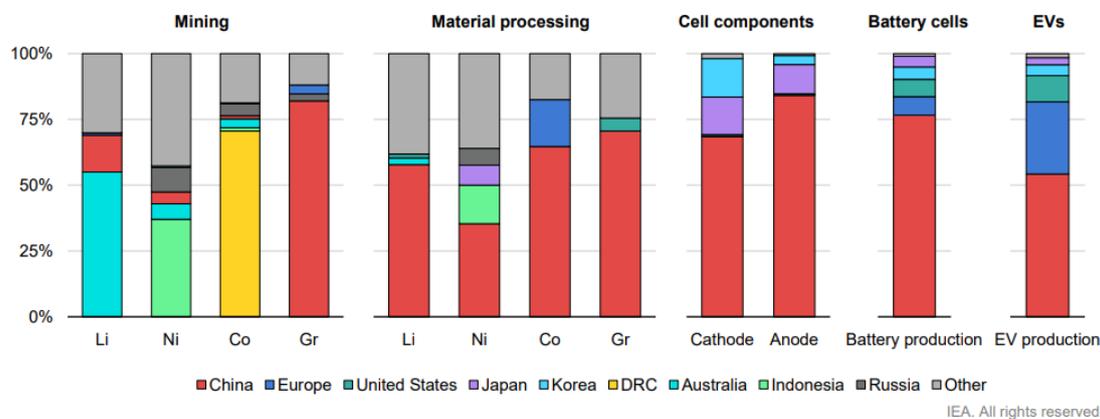
- エンジン・駆動系の部品が大幅に減る
  - 3万点→2万点(諸説あり)
  - ICEの部品メーカーは転換必須
- バッテリーの進化がこれからの鍵
  - 小型化、信頼性向上
- 中国大陸の新興企業が台頭中
  - バッテリー開発の技術力の強み、エンジン関係の技術は不要

図 3-17 工業製品としての BEV

BEV では、構成部品の中で蓄電池が特に重要な意味を持つ。蓄電池の体積・重量ともに課題で、BEV の車重は内燃機関車に比べてかなり重くなってしまっており、蓄電池の小型化、軽量化、そして信頼性向上が BEV にとって大きな課題である。BEV 用の蓄電池に関しては CATL など複数の新興企業が中国で急成長を見せており、その技術力も世界的にトップになってきている。これまで日本が得意としてきたエンジン関係の技術が不要になる代わりに、中国大陸の企業が BEV の普及とともに大躍進しているような状況にある。

蓄電池の製造にはさまざまな金属資源が必要となる。リチウムやニッケルなどの鉱物資源は、オーストラリア、インドネシアなどにも分散しているが、それらを処理して蓄電池として製造す

る過程を見ると、中国が圧倒的なシェアを握っており、最終的な蓄電池の製造については 3/4 以上のシェアを中国が握っている。これは中国がバッテリーの輸出を止めると、世界的に BEV の生産が止まるリスクを意味しており、米国政府は蓄電池製造拠点の国内立地促進の動きを見せている。



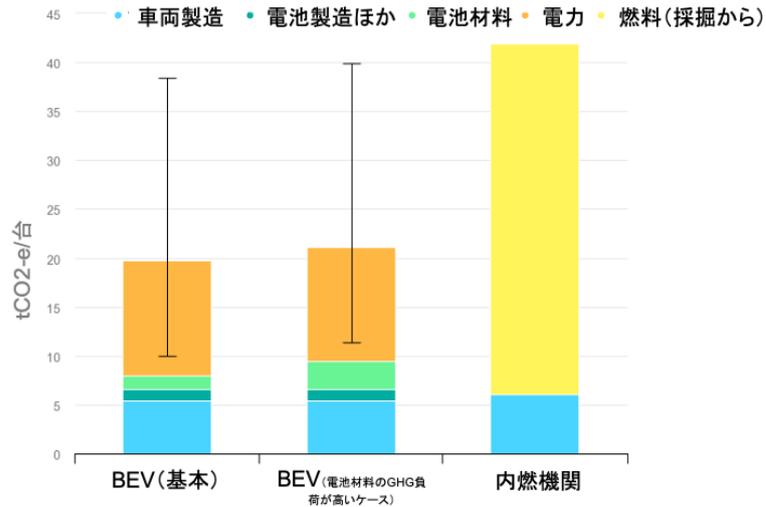
Notes: Li = lithium; Ni = nickel; Co = cobalt; Gr = graphite; DRC = Democratic Republic of Congo. Geographical breakdown refers to the country where the production occurs. Mining is based on production data. Material processing is based on refining production capacity data. Cell component production is based on cathode and anode material production capacity data. Battery cell production is based on battery cell production capacity data. EV production is based on EV production data. Although Indonesia produces around 40% of total nickel, little of this is currently used in the EV battery supply chain. The largest Class 1 battery-grade nickel producers are Russia, Canada and Australia.  
Sources: IEA analysis based on: [EV Volumes](#); [US Geological Survey \(2022\)](#); [Benchmark Mineral Intelligence](#); [Bloomberg NEF](#).

(出典：IEA (2022). Global Supply Chains of EV Batteries, p. 27)

図 3-18 EV および EV 用バッテリーのサプライチェーンに占める世界各国のシェア

### 3.3.3 BEV の CO<sub>2</sub> 排出、電力需要

内燃機関車の製造には 5 トン程度の CO<sub>2</sub> が発生し、さらにガソリンを燃焼に伴う CO<sub>2</sub> が発生する（※グラフを参照して数値に言及）。他方、BEV については、車両製造に加え、蓄電池の製造で CO<sub>2</sub> が発生するために、実は製造段階だけで見ると内燃機関車よりも CO<sub>2</sub> の排出は多い。もちろん、BEV は走行中に車両から CO<sub>2</sub> は排出しない。ただし、充電に用いる電力が火力発電で賄われていれば、発電時に CO<sub>2</sub> が排出される。しかし、内燃機関に比べて効率がよいこと、再生可能エネルギーが利用されることなどから、内燃機関車に比べれば、電力利用に伴う CO<sub>2</sub> 発生量は圧倒的に小さいと考えられる。ただし、発電の方法によっては走行（電力消費）に伴う CO<sub>2</sub> の排出量に大きな違いが生じるために、ここに BEV 導入の効果の不確実性がある。



(出典：IEA, Comparative life-cycle greenhouse gas emissions of a mid-size BEV and ICE vehicle, IEA, Paris  
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/comparative-life-cycle-greenhouse-gas-emissions-of-a-mid-size-bev-and-ice-vehicle>)

図 3-19 脱炭素の効果 (ライフサイクル)

ここで、BEV 導入に伴う電力需要の増加であるが、もしも日本のガソリン車が全て BEV に置き換わった場合のシナリオを検討してみよう。自家用・旅客用ガソリン車は年間約 4,450 億 km 走行しているが、電気自動車の電費はおおよそ 6km/kWh と言われており、結果として、約 743 億 kWh が必要になるという計算になる。日本の年間発電量が約 1 兆 kWh なので、約 7%、追加が必要になるという計算になる。

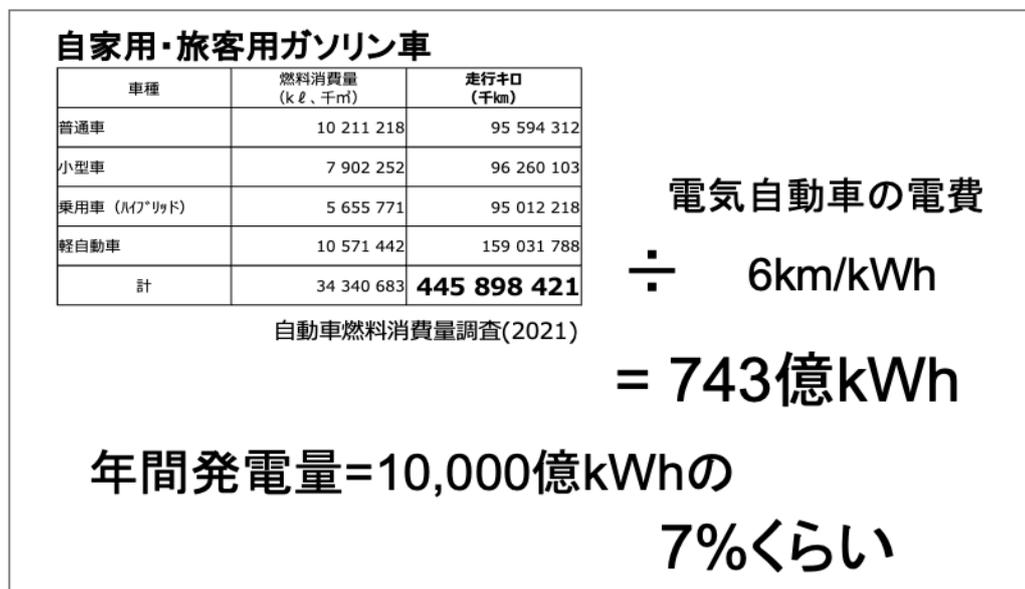


図 3-20 BEV 導入に伴う電力需要

### 3.3.4 政策動向

世界各地で内燃機関車の販売禁止の動きが出てきている。EU(※e-fuel 車は除外する方向性が 3 月末に決まった)や米国カリフォルニア州などが 2035 年までにハイブリッド車を含めて禁止とい

う方向性を打ち出しているが、日本と中国はハイブリッドと PHEV は対象外とされている。ただし、日本の自動車メーカーも世界中で同一車種を販売しているため、2035 年くらいまでにかかなりの部分を BEV に転換していかざるを得ない状況に至っている。

- **内燃機関車(ハイブリッド、PHEV含む)販売禁止の動き**
  - EU=2035年
  - 米国(CA州ほか)=2035年
  - 日本・中国=2035年  
(ハイブリッド、PHEVは対象外)
- **主要自動車メーカーのBEV転換は必至**

図 3-21 国際規制 (ICE 禁止)

### 3.4 関連する論点

#### 3.4.1 自動運転

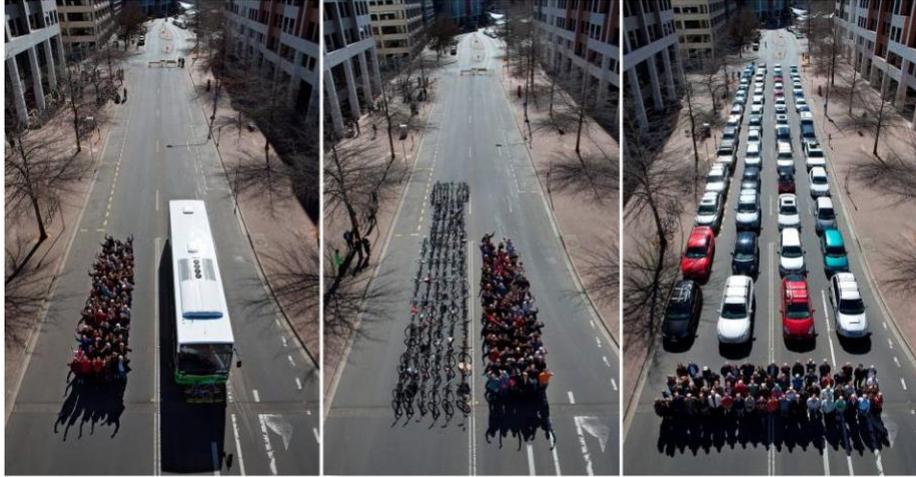
BEV と自動運転は技術としては全く異なる。今回の TA においても、自動運転そのものは評価の対象外とした。ただし、内燃機関に比べ、電気モーターのほうが電子制御に対する反応性がよく、BEV と自動運転の相性は確かによい。テスラ社はこれらを統合したパッケージで成功している。

- **BEVと自動運転は異なる技術**
  - テスラのイメージで混同されやすいので要注意
- **今回の社会影響評価では自動運転そのものは評価対象外**
  - トロツク問題(自動運転の操縦規範、事故時の法的責任)などは扱わない
- **BEVと自動運転の相性は確かによい**
  - 電気で直接制御しやすい

図 3-22 自動運転と BEV

#### 3.4.2 無駄な空間利用と格差の拡大

脱炭素化とは別の文脈で、マイカーを都市から排除しようという動きがある。1 人の人間を移動させるために道路を占有する面積を考えると、マイカーはバスや自転車に比べて広い。また駐車場を用意しておかなければならず、駐車されているだけで人間が活動しない空間が都市のなかで多くの面積を占めることにさえなる。よって、BEV に転換しようがしまいが、そもそもマイカーは基本的に限られた都市空間(面積)を無駄に浪費しているという批判が出てきている。



(出典：<https://www.weride.org.au/events/the-power-of-an-image-the-canberra-transport-photo/>)

図 3-23 自動車走行・駐車空間と都市

また、マイカーのなかには、必要最低限の移動以上の機能を提供する大型車（SUV、ピックアップトラック等）も多く、マイカー社会は貧富の格差によって移動の安全性・快適性の格差ももたらす。最近発売されている BEV のなかには GM のハマーEV のように、明らかに必要以上にサイズの大きい SUV が存在し、BEV への転換を疑問視する声もある。ただし、公共交通機関でも客室・座席等に等級があるので、格差が消滅するわけではない点には留意すべきであろう。

・ 「人間の移動」の「格差」をどう考えるか？

- 移動の快適性、安全性の格差
  - ・ でも税で内部化できているのかも？

・ 公共交通機関であれば「格差」はなくなる？

- 1等車～2等車、ファースト～エコノミー

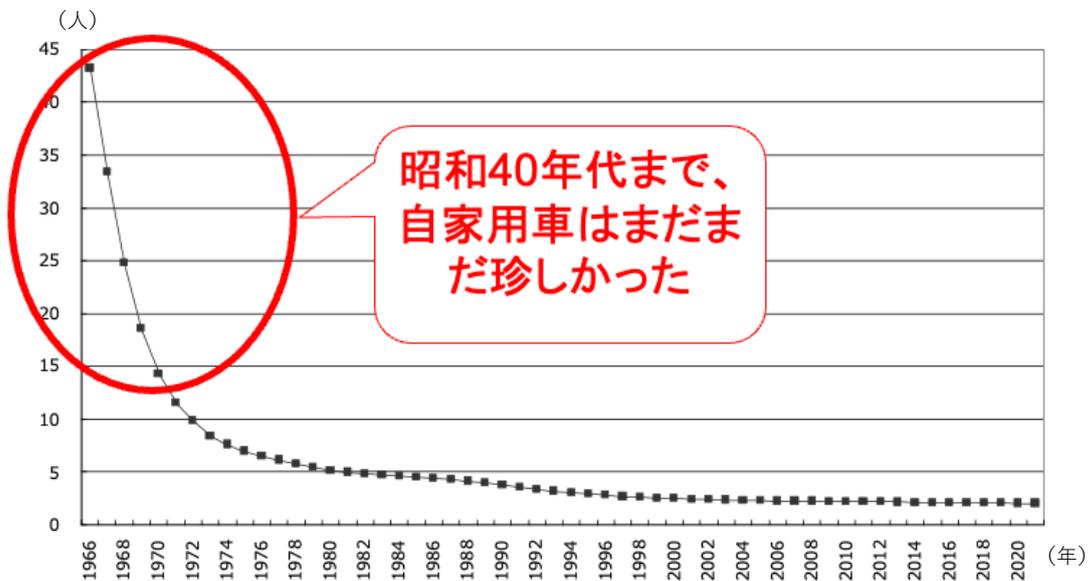


図 3-24 電動化しても、そもそも SUV・高級車は間違い？

### 3.4.3 異なるシナリオ

BEV 化ではなく、人びとがマイカーを持たず、電車・バス等の公共交通機関や、自転車・徒歩等で移動する社会への転換、すなわち移動手段を転換(Shift)するほうが望ましいという考えもある。また、自動車がどうしても必要な場合には、カーシェアを利用することも考えられる。公共交通サービスの脆弱な地域については、自動運転タクシーやデマンドバス、超未来では空飛ぶク

ルマというようなもので対応すればいいのではないかというようなシナリオも対案として考えられている。



(出典：自動車検査登録情報協会資料 (<https://www.airia.or.jp/publish/statistics/trend.html>) および国勢調査より作成)

図 3-25 乗用車 1 台あたりの人口 (総人口 / 乗用車保有台数) の推移

- 自家用車を持たせない
  - 増税、総量規制、車線削減、道路廃止、その他諸々...
- 電車、バス、自転車などに移行
- シェアリング(非所有)の時代へ
- 「乗り恥」の時代へ
  - クルマがカッコいいから、カッコ悪いへ
- 公共交通サービスのない地域は、自動運転タクシー・デマンドバス等(電動)で対応へ(MaaS)
  - 空飛ぶクルマも？



図 3-26 移動を Shift (移行) する / させる

また、他の移動手段への転換ではなく、そもそも人間の移動を回避(Avoid)できる都市に転換するというシナリオもある。人びとが郊外や田園地帯には居住せず、都市内に集住し、日々の活動に伴う移動距離を最小化するシナリオである。パリ市長のイダルゴは「15分都市」、すなわち自宅から徒歩 15 分以内で全て事足りるような都市への転換を訴えている。遠距離移動を縮減するため、出張ではなくオンライン会議を徹底化すること、レジャー目的の移動に重課を課すなどの施策も考えられなくはない。

- 市街地・高密居住への誘導
  - 区域区分制度、立地適正化計画制度
  - 「ウォーカービリティ」施策
  - 郊外居住への重課
- 15分都市
  - イダルゴ・パリ市長
  - 移動は徒歩と自転車ですべて事足りる都市
- 遠距離移動の抑制
  - オンライン会議の徹底化
  - レジャー目的の移動の重課



図 3-27 移動を Avoid (回避) する／させる

これらのシナリオは CO<sub>2</sub> 排出削減の効果が高いかもしれないが、同時に多くの問題点もある。例えば、雨で強風の真冬に自転車に乗らざるを得なくなるかもしれないなど、マイカーに比べて利便性・快適水準の低下は避けられない。また、地方部では移動が困難になり、新たな交通弱者が発生する可能性もある。なお、憲法では居住移転の自由が保障されているため都市居住を強制することは違憲ではないか、また地方部を住みにくくすることが財産権の保障を侵害しているのではないかという論考は以前から存在する。

- 不便になる、疲れる
- 快適さがなくなる(例:雨天強風時の自転車)
- 新たな交通弱者の発生
- 地方、過疎地に住みにくくなる
- 憲法との関係
  - 居住移転の自由(22条)、財産権(29条)

図 3-28 移動の Shift (移行) や Avoid (回避) のマイナス点

---

## 4. フロントランナーによる 電気自動車の ELSI に関する議論

---

電気自動車の ELSI をテーマとしたフロントランナーのワークショップは、11 人のフロントランナーが参加し、A 日程（2022 年 12 月 12 日）と B 日程（同 12 月 14 日）の 2 組に分かれてそれぞれ 2 時間ずつオンラインで議論した。次のような問いを提示して、プロジェクト側が進行役を務め、自由に議論してもらった。

バッテリー式電気自動車（BEV）が日本の 2050 年脱炭素化の手段として幅広く用いられるようになったときに、どのような倫理的・法制的・社会的な影響が想定されるでしょうか？

- ・ 情報資料で主に取り上げた、内燃機関の乗用車が全面的にバッテリー式の電気自動車に置き換わったシナリオを参考に、想定される影響や問題点を、幅広く議論してください。
- ・ 乗用車の利用を削減するシナリオ（の特に難点）も考慮に入れつつお考えください。

参加者には、ワークショップに先立って、BEV をめぐる動向に関して、プロジェクト側で作成した約 30 分の情報提供の動画を事前に視聴してもらった。動画では、自動車を多用する現在のライフスタイルはそのままにして、内燃機関の乗用車を BEV に置き換えるシナリオのほか、乗用車の利用を大幅に削減するシナリオもありうることも解説した。

各回の主な発言内容は次の通りである（各発言末尾のカッコ内は発言者名、敬称略）。議論を聞いた脱炭素化技術等の専門家から事後に寄せてもらったコメントも掲載する。

### 4.1 A 日程（2022 年 12 月 12 日）の結果

---

#### EV への移行と自動車産業への影響

- 評価枠組のマトリックスも見ながら、まず思い浮かぶのは、電気自動車に大きくシフトした時に、今、自動車関係のビジネスに関連している人たちの雇用やスキルのトランスファーなどの面で、混乱が生じるのではないかということ。さらに所得格差が生まれて社会不安が起きていくような問題も起こりうる。（田中）
- 僕自身も家では EV を 2 台（PHEV と BEV）持っている。トヨタが EV 戦略を見直すというような話をしている中で、産業構造の移行リスクとしては、ガソリンエンジンの部品を作っている人たちの雇用がどうなるかといった話もあるが、それだけでなく、ガソリンスタンド

の廃業などの話も当然出てくる。地域の設計自体が変わるのが脱炭素であり、設計の波で得をする人もいれば、損してしまう人たちもいる。このEV化に関しても充電だけでない様々なサービスが、付随して出てくると思うが、その中にビジネスチャンスもある一方で、現状では化石燃料のセクターで自動車に関わって生計を立てられている方々もいる。自動車整備の資格を持っているが、EVになったら途端に直せなくなってしまい、町の中の整備工場が廃業して、自動車修理ができなくなってしまうという話も起こりうる。また、ガソリンの場合、税金がものすごくかかっているが、それが電気自動車になると、捕捉できなくなってしまう。税収の問題として、「では電気により大きな税をかけるのか」というような話も出てくる。(前田)

- 私が一番気になるのは、日本の基幹産業である自動車産業が衰退するおそれがあるのではないかと。(内燃機関の)エンジンを使わない自動車になった場合、そのシステムを作っている会社が軒並みばたばたと倒れる心配がある。日本の自動車関連産業の就業人口は500万人以上いらっしゃると思うが、ここがどうなっていくのかというのが一番大きい。(流郷)
- 2021年の新車の販売台数では、世界三大市場と言われる中国、アメリカ、ヨーロッパのうち、中国とヨーロッパはすでに6台に1台がEVになっている。2035年までにはCO2を出す車は売ってはいけないというのが、ヨーロッパ全体で、またアメリカでもカリフォルニア州などではそうなっていて、流れとしては確定してしまっている。そこで売れる商品を作らないと、日本だけでは売れても世界に車が売れなくなってしまう。影響は必至だとすると、その流れの中で先手を打って、むしろパイを取りに行った方がよいのではないかと議論は成り立つと、個人的には思う。(前田)
- ものづくりの振興という面では、BEVは産業優位性が非常に低い技術、新興企業が作りやすい技術である。日本の自動車産業はエンジンの技術のように他にはまねできない優位性を今まで培ってきたが、それが今後失われ、売り先がなくなってくる中で、日本の自動車産業がどのようにシフトしていくか。今、自動車産業に従事している人たちをどうシフトさせていくかが非常に重要である。また、エンジン技術が失われていくということは、自動車以外のモビリティにも影響する。水素の活用も含めて、エンジン技術が失われていくということについてどう捉えるのかについても、考えなければいけないところにきている。(流郷)

### 障害者などマイノリティの人々への影響

- 色々な当事者の方、例えば障害のある方とか、ご高齢の方、外国人の方など、新しいアイデアを検討するプロセスに巻き込まれにくい人たちに、ワークショップ形式であえてまなざしを入れてもらう「インクルーシブデザイン」という取り組みを10年以上行っている。脱炭素のために電気自動車が増えていく場合、私がまず考えるのは、車椅子ユーザーの人たちの移動がどうなるのかという問題。手動の車椅子のユーザーには車を運転する人が意外と多い。日本では、公共交通機関のバリアフリーが整っているが、ソフト面では難しさがあって移動が大変な中で、地方では車がマストになるし、都内で働いている人などでも移動はあえて車でしているという方も結構いらっしゃる。心理的安全性も担保できるという意味で自家用車

は重要なインフラである。自家用車が自分たちの思うように使えなくなるかもしれない未来が来た時に、車椅子ユーザーの人たちはどうするのか。電動の車椅子ユーザーにとっては、福祉車両なども生きていく上で非常に大事なインフラとなっている。そのあたりと脱炭素の取り組みがどういうふうに相まっていくのかに関心がある。(山田)

- 電動車椅子は電動自転車のように夜間などに充電するのだが、大規模災害が起こって停電した時にも、電気自動車から充電すればよいといったことになるのかもしれない。だが、やっぱり蓄電された電気もなくなったとしたら、大規模災害で取り残されるのはマイノリティの人たちである。大きな産業の話も大事だが、マイノリティの人たちからすると、自分たちの命は大丈夫なのかが、やはり気になると思う。例えば医療ケア児には、電池で動く吸引器や呼吸器を備え付けた大きな車椅子に乗っている人もいる。そういう人たちからすると、命と引き換えに不安なことがいっぱいあるだろう。技術で何とか解決していくという話はあるかもしれないが、それが見えないと当事者は不安だと思う。(山田)

### サプライチェーンの安定性、地政学上のリスク

- 地政学上のリスクもある。実際に半導体などでも起こったことだが、一つの産業がどんどん一つの国に握られてしまうと、じわじわと生命線を断たれるようなことが起こる。今まさに分断が起きている世界の中で、本当に喉元を押さえられるような恐怖はある。移動手段が一つの国に握られるという支配が起きてしまうことは怖い。電気自動車と自動運転で、スマホで操作するようになると、ハッキングによるコントロールなども怖い。データに対するオーナーシップなどにも問題が広がり、特定の財力がある所にますます富が集中する方向に行かないとよいのだが、という懸念がある。(田中)
- 特にEVの部品の中でも、蓄電池は中国のシェアが大きい。EVだけでなく脱炭素全般で、蓄電能力はこれからとても重要になるが、そこを中国が取っている。しかも太陽光も中国が取っているというのは危機的な状況である。アメリカなどは、これはまずいということで、すでに自分たちの国でサプライチェーンを作らなければという話をまさにしている。中国に頼らないとEV化できなくなるというリスクは、もう顕在化していて、ちゃんと考えなければいけない。企業同士が連携し合い、多様性を持ちながらポートフォリオを組むようなサプライチェーンをつくれるかが大事だと思う。(前田)
- 自給率は結構、大事な問題だと思う。万が一、台湾有事などが起こって燃料が日本に届かなくなり、火力系の供給が滞った場合、電力も車も滞ることになる。なぜ脱炭素を進めるのかは、CO<sub>2</sub>を減らすことも必要だが、再生可能エネルギーなどでエネルギーが自給できる状況に転換するということが、結構大きいと思っている。僕自身、群馬に移住したのだが、自宅の平屋の屋根を大きくして、産業用のように大きな太陽光パネルを屋根上に乗せている。車もEVに切り替えているので、周りが停電しても僕の家は電気がつくし、仮にガソリンがなくなったとしても、EVでどこにでも移動できる。しかも経済コスト的には安い。これが各家で起きれば、送電線が仮に倒れたとしても、各家は自分たちの家で発電したもので自分たちの車を賄えるし、これが積み重なっていけば、日本のエネルギー自給率も上げることができる。災害時にも強くなる。分断された世界になっていく中で、自国の中でどれだけ完結でき

るかは、結構重要になると思う。(前田)

## 充電の問題

- 実際に EV を使っているが、ランニングコストは電気の方が安く、充電用のコンセントも、自分の場合、新築の時に 1 個 2 万円程度で付けることができ、2 個付けた。後から付けても電気工事も含めて 10 万円と資料にあったが、そこまで大きな負担ではないと思う。地方では自宅で充電するという点では、そんなにハードルは高くないのではないかと。僕が実害として感じているのは、2 台同時に充電ができないこと。一般家庭用の電気の上限が 60 アンペアなので、2 台同時に充電するとブレーカーが落ちる。2 つコンセントがあってケーブルもつないでいるのに、同時に充電ができない。日本の電気の仕組みが、EV を複数台充電することを想定していない。これは変えていけば済む話だが、充電に関する論点は結構あると思う。また、これから EV が増えると、公共施設などで充電したい人が増えると思うが、現在はそういった外出先での EV の充電は高い。元が取れないから電気代を高くするとか、設置費が高いから更新できないといったことが起こっている。さらに、地域間格差は結構出るのでないか。地方では自宅で充電できるかもしれないが、都市部のマンションなどに住んでいる方には問題がある。EV じゃなきゃ駄目というような法律が仮にできたとして、EV を持ったとしても、マンションの立体駐車場に充電施設が付いていないとすると、どこで充電するかという話になってしまう。都市部における充電は結構難しい論点ではないかと思っている。(前田)

## 地域間格差や社会的分断の問題

- 地方では、太陽光パネルを屋根上に乗せれば電気代は下げられるが、都市部でそうした選択肢がない場合や、地方でも山の中で太陽光発電が難しいような所はアクセスがなくなってしまい、電気代の格差、地域間格差が出てしまうのではないかと。そうした公平性の論点は出てきうと思う。地域間格差で言うと、寒冷地では EV は冬は明らかに効率が悪い。同じ軽自動車なのに、九州では全然問題ないけれど北海道では入れづらいといった地域間格差は、寒さの問題で出てくると思う。(前田)
- 例えば介護をしている親を運びたいとか、小さい子どもがいる親御さんとか、今まで、ライフスタイルに合わせて柔軟に移動手段を獲得できていたところが獲得できなくなり、苦しい状況に追い込まれる方々が一定数出てくる可能性はある。結果として、緊急時の対応だけでなく、例えば週末に気分転換のために出掛けるといったことができなくなり、家族の時間の過ごし方が変わるなどして、人の関係が変わってしまうような悪影響が玉突き的に起きて、結果的にウェルビーイングが低下するということが起こるかもしれない。EV にシフトした町とそうではない町とでライフスタイルの水準の差が出るとか、場合によっては隠れてガソリン車に乗る人たちが出てきて、それに対する差別が起こったり、分断が生まれたりとか。SNS などで「まだ乗っている人見つけた」「ガソリン車見つけた、マジヤバイ」というような書き込みが行われたり。妄想し過ぎかもしれないが、そういうことだって起きるかもしれない。マッターホルンがある(スイスの)ツェルマットは電気自動車の町で、すごくよい感じ

だが、ああいう所が各地にできて、そこに EV で入れる人はよいのだが、富める人とそうでない人たちが分かれる社会になってしまうかもしれない。(田中)

- 段階的なシフトをどう組むのかが、やはりキーイシューになる。個人の経済力に依存しながらシフトしていくのは、多分土台無理な話である。前田さんからあったマンションの話も社会インフラの話であって、大きな差を生まないようにするためには、どの単位でどういうふうに移行していくのかというイシューが顕在化するだろう。数パーセントの世界だったら、共存できるかもしれないが、全部移行するとなった瞬間に、移行の方法を間違えると、それによって少数の人たちがとんでもないダメージを受けることにもなりかねないと思う。(田中)

### 働き方の転換、人材のシフトの可能性

- 私自身は詩人で、自分の仕事を自分でつくりたいと思ってやってきている身なので、社会が変わっていく中で、仕事も常に変わっていっていると思う。急な転換はとても大変なことだが、働くということをクリエイティブに考えていくことによって、異なる働き方から異なる人生観とか、異なる生活へ変わっていくことも面白いのではないか。また、山田さんが話してくださった障害のある方の移動について、やはりなかなか気がつかないことが多いから、そうした多様な人たちの幸せや、一緒に生きていける道筋を見つけていく契機になればいいと思う。(上田 (假))
- 来るものは来るという前提に立った時に、産業に対して国全体のリスクリングが必要で、教育の在り方ががらっと変わる必要があるのではないかと、というのは一つ大きな論点としてある。この動きの中でどうやって日本の人材をシフトしていくのか。IT 業界でよく言われている課題でもあって、IT 戦略がなくて日本の DX が進まないという問題がある。それと同じように、自動車産業のシフトに対して、教育まで含めた、人材の再シフトや、他の産業との融合などを考える必要があると思う。(田中)

### 車の新しいデザイン、マイカーの使い方の変化の可能性

- EV 化によるポジティブな面として、例えば EV 化するとエンジンがなくなって、車のフロント部分にスペースが空く。今までのバリューチェーンの中になかった新しいスペースができると考えると、それをどうやって活用するかという話も出てくる。そのスペースに、備蓄のものを入れておいて災害時に活用するなど、今までになかったところがアセット化して、使えるものになっていく。EV 化のリスクもあるが、色々なイシューをサポートできる可能性もある。その時のキーテーマが、やはり「フードセキュリティ」や「エネルギーセキュリティ」などの「セキュリティ」だと思う。(田中)
- ポジティブな面を考えると、地方だと長距離移動しなきゃいけない当事者の人たちもいっぱいいるだろう。福祉事業所や病院などが EV チャージの拠点になったりすると、福祉事業所なども新しいビジネス、サービスができるようになる可能性が広げられるかもしれない。車の中のスペースについては、その中に医療ケアができる機能を入れて、福祉車両がアップデートしていく可能性も、大いにあると思った。高齢化社会を止められない日本の状況の中で、何かそちらにもイノベーションを起こしにいったらいいのではないかとといった議論も、ゆく

ゆくどこかでできるとよい。(山田)

- 過疎エリアでは、自動車だけが足で、それ以外の公共の交通手段がないという状態がある。過疎エリアの方々の中には、新車を買えない方も恐らく出てくるとすれば、カーシェアリングを公共のサービスとしていくような社会になるだろうし、また公共施設や医療機関などにも充電のインフラを置いておく必要性がかなり出てくると思う。行政の方々とお話ししている、ガソリンスタンドでEVや水素燃料電池車に対応できるようにしようという話が出てきている。(流郷)
- 多機能車のような使い方はあり得そうだなと思う。ペースメーカーや吸引器などの医療機器など、電源がないと命に関わるようなものを日々積んでいたり、動かさなければならなかったりする人にとって、車に乗っていればある程度その電気は担保される。タイヤの付いた小さい家、小さい部屋のようなものになりうるかもしれない。例えば私のきょうだいは知的障害があって、兄は結構、叫んでしまうタイプの人なのだが、家の中で「わー」と言っている人がクールダウンするための場所として、何か閉じ込めるみたいな意味ではなく、家の中でストレスが溜まっているときに、ある種の逃げ場として車を利用するようなことも考えられるのではないか。車の内装自体もちょっと雰囲気を変えたり、ライトを暗めにしたりとするか、移動できる別部屋のような利用の仕方でもできるだろう。このように、当事者発信で、それこそインクルーシブデザイン的に、EVの価値を新しくリフレーミングして考え直すことはできるかもしれない。(山田)

### 優先順位の付け方

- 産業が急に転換した時に就業されている人たちがどうなるかという問題について、それぞれが蓄えた知恵が生かされるようにしていきたいと思う。だから、優先順位としては、権力を持っている人やお金持ちではなく、本当に底辺で支えている人たちを優先したい。(上田(假))
- 利便性が上がる人たちは結構いると思う。そこは放置しておいて構わない。逆にEV化の進展で、生活のレベルで不便になってしまう方々がいるとすると、そこの手当てをしなないといけないというのが大前提。EV化を進める方の手当てではなく不便になる方々、マイナスを被る方々の手当てを優先的に考える。EVは、端的に言うとモーターと電池で走るので参入障壁が低い。そこで、本当に簡素化しようと思えばものすごく簡素化できてしまうので、バリエーションが増える。そのバリエーションを持たせることを阻害しないようにした方がよいと、個人的には考えている。ゴージャスにしたい人はゴージャスにとか、本当に安く、単なる足として使いたい人はそれに合ったものを、バリエーションとして用意できるような制度設計にすると、不便になる人は、より減らせるかなと思う。(前田)
- 優先順位を考える上では、3つの観点があると思う。一つ目は、困っている人たちの深刻さと規模、頻度。二つ目は、代替手段へのアクセス。このケースの場合、これで代替できるのか、この人だったら、こういうソリューションがあるよねということがあるか、それとも本当に無理だというケースなのか。同じ課題を抱えていても、例えば所得条件によって代替手段へのアクセシビリティは変わってくる。もう一つ、最後のポイントとして、これは結構ドライだが、その人たちをサポートすることによる社会へのインパクト。経済的なインパクト

というよりは、その人たちをサポートすることによって世の中のウェルビーイング、幸せの量が大きくなるかどうか。基本的には全員を対象にした方がいいのだけれど、あえて優先順位付するとしたら、そのセグメントをサポートすることによる社会的なインパクトを考える必要もあると思う。(田中)

- 産業に与えるインパクトが非常に大きいと思うので、それに対する支援策を何かしら持っていないと怖い。特に今、ロケット開発に関わっているのだが、中国などの新興国もロケットに参入してきて、技術面での追い越しが非常に早いことを感じているので、そうしたことへのちゃんとした手立てが必要だと思う。要は将来、今は小学生の私の子どもたちが大きくなった時、日本の産業がどうなっているのが単純に怖い。ただ、山田さんや田中さんのお話を聞くと、色々なモビリティの形があるのではないかとこのところでも明るさも感じた。もうちょっと楽しんでテクノロジーの発展を考えたらいいのではないかとこのところは、非常にポジティブな面だと思う。日本では、デザインセンスに乏しい自動車が多かったりするので、もう少し素敵な、欲しいなって思えるものに変えてくれたらいいなと思っている。(流郷)
- 私の立場だとどうしても、絶対的にいつまでも置いていかれる人たちのことを想像する。ポイントだと思うのは、環境が変わることによってどれくらい命に関わり得るのかということに加えて、その人たちに対してどれくらいサポートする人がいるのかによって、結構コントロールできるという観点はあると思う。また、新しいものを広げていく上でのスピード感のようなものもポイントだと思う。スピード感をもって広がっていくと、マイノリティの観点もいろいろと議論できるという期待感もある。そうしたインパクトがどれくらいあるのかというのも一つ重要な指標かと思う。(山田)

#### 【脱炭素化技術等の専門家によるコメント】

A 日程の議論を傍聴（または録画を視聴）した脱炭素化技術等の専門家に、事後にコメントを寄せてもらった（所属・肩書は当時のもの）。

#### ● 功刀基氏（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 主任）

まず、今回のテーマに対しては、2050年に電気自動車を幅広く用いることができるためのエネルギー源を日本が確保できているのかどうかは大きな問題であると思う。電気自動車が幅広く導入されることによって、必要な発電エネルギーが増えることが予想され、その増加分をどのエネルギー源を用いて補うのか、ということは検討すべきことであると考え。例えばその増加分を化石燃料で補ってしまうと内燃機関車を電気自動車に切り替えたメリットがどれくらい残るのか。では安全面が不安視されている原子力で補うことを享受できるのか。はたまた電気料金が上がることが予想される再生可能エネルギーで補う（補うことができるのかどうかの問題もあるが）のかなどが考えられる。

また、産業面からすると、電気自動車関連の産業として内燃機関車の時の様に日本が競争力を保つことができるのかどうかは、日本の産業を支えるという意味でも大きな問題であると考え。もし日本が競争力を保てていなければ、日本の産業全体に与える影響は非常に大きく、産業構造の見直しや、世界における日本の地位の低下などが起こっていると考えられる。

さらに地域性の問題も発生すると考えられる。例えば電気自動車は、低温環境下では移動ツールとしての能力が下がるため、冬においては一部地域で利用が制限される可能性が高くなり、利用に対して地域差が発生する可能性が高い。それが、地域での人口差などを発生させる一つの要因になる可能性がある。そのため、どの地域・環境下でも同様の能力を発揮できる技術の発展が望まれる。

今回の議論の難しさとしては、電気自動車の普及想定が 2050 年であることに対して、社会状況や技術、法などが現時点の情報しかないため、いま考えられる影響・問題のいくつかは、想定シナリオを実行するために 2050 年には解決されている可能性もある。そのため、どこまでを影響・問題として取り上げるのが難しいと感じた。また、今回の想定であれば自動車だけでなくバイクや自転車などの自動車以外の移動ツールも電気に置き換わることが容易に考えられ、上記であげた問題は、移動ツール全体の問題として考えるべきことであろう。

● **黒沢厚志氏（一般財団法人エネルギー総合工学研究所 研究理事・主席研究員）**

バッテリーEV（乗用車に限定）と ESLI の関係についての議論であった。

産業論（日本からの自動車産業の海外移転などの可能性）は、重要。海外勢は日本のハイブリッド車潰しを狙っている。欧州でもハイブリッド車やクリーンディーゼルの動きがあったが、日本製に勝る性能（環境性能を含む）が出せなかったのが、一足飛びに EV に移行しようという背景があったと聞いている。

現在のテスラ製大型 EV 乗用車は、電池の重量がほとんどであり、電池を運んでいるようなものである。電池の性能が大幅に上がり、価格が下がらない限り、EV 価格は下がらないので、ファーストカーとしては普及しない可能性が高い。

電池や車の IT 化に伴い、重要金属の供給不足が懸念されている。生産国、精製国（中国が多い）の集中リスクは国際政治問題化している。

内燃機関車はハイブリッド化し、EV は小型のものから導入を進めるべき。ワイヤレス充電インフラやパーソナルカーについても、着目すべき。下記参考文献をご参照いただきたい。

（参考文献）堀洋一（2023）「未来のクルマとエネルギー」石油学会誌『ペトロテック』46(1): 1-8.

● **田川明広氏（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究推進室 技術主幹）**

専門家視点と極私的視点でコメントしたい。

BEV 化については、その大きな目的が、二酸化炭素排出量の削減である場合、端末となる自動車等の電化だけでは目標達成できず、その発電方法にまで言及しなければフェアではない。

次に検討しなければいけないのは、内燃機関として化石燃料を利用する場合のエネルギー変換効率と発電所による電気を利用した際のエネルギー変換効率の悪さがある。発電所で電気に変換される割合は化石燃料を燃焼した際の約 30~60%であり電気自動車に必要な電力を一次エネルギーではなく二次エネルギーで賄う場合、化石燃料量は増える方向に向かう。また、日本は火力発電のエネルギー効率は世界一だと思うが、その技術の輸出を進めることも世界が BEV 化する中で脱炭素抑制に向けた日本の役割で原子力とセットで世界の先端にいたはずが、政策上は見えない。よって、電力に化石燃料を使う場合、発電時のエネルギー効率の低さは評価上、考慮するべ

きだと思う。

その他、人口減少とモビリティ保有台数の予測は？ 自転車や近距離移動手段としての一人用 BEV 普及の予測によっては、電力不足もありうるのでは？ また、規制の課題は？ バッテリー交換による長寿命化は可能か？ バッテリー処分の課題は？ などの疑問もある。一方で災害時の移動手段／避難居住空間として内燃機関自動車と BEV のメリットデメリットもまとめて欲しい。

BEV 化により家庭のオール電化が進んだ場合、影響はガス会社にも及ぶ。火を使う文化の衰退やリテラシーの衰退が懸念され、火を使えない世代が出てくる懸念もある。

ちなみに超私的視点で、私が BEV 化に乗り出す条件を考えてみた。

<現状>

- ・コロナ以降、自動車移動が主となった
- ・現在、ハイブリットカー（燃費 20km/L）所有
- ・自宅ー単身赴任先往復（片道約 650km）が多く、月に 5000 から 1 万キロ走行
- ・移動時間、金曜日 17 時出発（単身赴任先）-24 時到着（自宅）、高速料金深夜割適用
- ・24 時以降到着は、年齢的にも事故確率高まるため避けたい
- ・休憩は 0 から 2 回程度（トイレ休憩程度）
- ・現状：ハイブリッドであれば 1 回給油で自宅ー単身赴任先間移動可
- ・単身赴任先に給電設備ない
- ・現状、PHEV が現実解だが初期コスト高く、車種も少ない（全車種 PHEV 化に期待）

<乗り換え条件>

- ・超私的 BEV 化の条件、1 回給電 650km 欲しい。もしくは、急速充電時間 15 分×2 回で 650km 走行できれば実用的。車種が増え、初期費用抑えられれば乗り換え対象
- ・現状では一番理想に近い車種がある。もう少しコストダウンして欲しい

## ● 森俊介氏（国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター 研究統括）

移動は社会生活のための基本的なインフラである。今回は、EV 化がどのようなインパクトを生み、何が懸念されるのかについて、各分野のフロントランナーが意見を交わした。

森は、この問題について、次のような視点から考えることにしている。

移動は誰のために何のために？ → 自明な問いであると同時に、「移動」の技術による代替の可能性を考えるうえでのヒントになる。もし、移動が単なる目的地への到着であり、本来の目的が移動先での行動にあるなら、移動は所要時間 0 であることが望ましい。または、移動先がこちらへ来るなら、自分は移動しない方が好ましい。移動が必要なら、他者が運転と送迎してくれれば次善となる。この場合、代替手段は通信、あるいは運転者の存在であり、「居ながらにして」が理想の状態となる。ただ、現状では移動先までの時間やコストを考えただけで、自動車が選択されている、あるいは自動車以外に選択肢がない状況があることが問題である。この視点では、時間と費用からの移動コストが障壁になる。この理想状態への過渡期の手段として自動運転があるといえよう。

しかし、移動自体が別の価値を持つことがある。なぜ、日本だけでなく世界市場で SUV が最も

売れているのか？ 明らかに都市部での移動ではオーバークォリティである。またほかのクラスに比べ特に移動時間が早くなるわけではない。移動目的なら軽自動車ですら十分であるが、その中で最も安価な車種が選ばれているわけでは、必ずしもない。これは、移動手段に別の価値を見出していることを意味する。そこで次の問いにたどり着く。

自動車が何のメタファーであるのか？ → いまだに「人馬一体」という言葉が自動車インプレッションで用いられることがある。移動の手段としての自動車は、自分の肉体機能の拡張ともなる。そのため、自動車の運転そのものが目的となるケースはある。メタファーの例は、ロボット漫画のタイプを見るとかなり明確になる。SF やコミックに出てくるロボットは、自立型ロボット（能力ある仲間。時に人間以上の存在）、遠隔操縦型（分身または群制御を含む場合は式神）、搭乗操縦型（肉体の機能の拡張）とメタファーは比較的是っきりしている。自動車は、これまでもロボットと同じメタファーでもあり、またディスカッションにもあったように、シェルターという外界と区分し自分を守るメタファーでもあった（現実的には雨露や小動物程度はしのげても寒さ暑さはあまり防げない）。この意味では、ロボットとは異なる存在となりえた。これは、EV あるいは移動手段に期待する機能が本来の意味を超えて多様化する、ということでもある。EV に関して中国のある研究者が、「中国ではEV をスマホと考えているが、日本ではガラケーの延長である」と指摘するのを聞いたことがある。ガラケーとスマホの機能の違いだけでなく、それがもたらした社会的インパクトにさかのぼっての考察が必要となる。これにより、ガラケーの場合の通話機能の拡大にとらわれていては生まれられないような新たな EV の設計思想と市場開拓が必要となる。自動車産業の将来への懸念については、避けられないものとする、これによる市場構造変革が不可欠であろうし、その際は、ICT とロボットとの統合化による市場開拓が不可欠になると思われる。

現実の問題として、背景となるのは少子高齢化と地域活性化の関連である。ディスカッションにもあったよう、地方では自動車なしでは生活できず、その結果公共交通インフラも衰える。しかし、高齢化が進むと運転者がいなくなり、移動インフラを支える人もいなくなる。他方の地方活性化からは、ある程度の居住地区の集中化はあっても移動をなくすことはできない。しかし人口減少の中では人口密度の低下は避けられない地域が現れる。ガソリンスタンドの存続そのものが危ぶまれる地域は今後も増加しよう。

ディスカッションでは、災害時に EV が有用か、また雇用問題からは EV はどうみられるのか、という重要な論点も現れた。ここで、3.11 で寸断されたインフラの中で、最も早く回復したのが通信、次いで電力であり、燃料輸送、ガス、水道の普及はかなり遅れたこと、さらに発電手段は事業者からの給電以外にも PV をはじめいろいろありうることを考えると、EV はむしろ災害に強い、といえるのではないか。他方、PV の普及は、倒壊した建物に PV があると感電や火災のリスク要因にもなることは記憶すべきである（阪神大震災の際の分散エネルギー専門家の指摘）。電力は、供給手段が多様であり、設備さえあれば 1 次エネルギー源は広く選べる点はメリットが大きい。

EV の課題に、充電の機器費用だけでなく、充電可能な場所は多くとも充電時間が長いことがある。急速充電では 1 時間弱でフル充電が可能でも、ガソリン満タンまでの時間よりはるかに長く、充電ステーションの顧客の回転率はガソリンスタンドよりはるかに低下する。チャージアウ

トレットを増設しても、自動車が場所を占有するため、 $m^2$ あたりの売上は向上させられない。経済産業省は、2020年の小売業売上を150兆円、小売業売り場面積を1億2800万 $m^2$ としており、 $m^2$ あたりでは年間117万円の売上となる。充電施設は仮に1台2m×8mのスペース、20台/日、充電量20kWh/台、電気代30円/kWhとすると、年間で438万円/アウトレット=27万円/ $m^2$ にしかない。

電灯線からの充電であると時間はかかるものの充電可能な個所はきわめて多くなる。この場合は、現在のように電力代を設置場所から徴収するのではなく、実際に使用した人から徴収する方法が必要となり、ICTによる課金が必須となる。この点は、SmartMeter導入の議論の当初からあったが、まだ実現していない。これが普及すると、「EV用電力からは燃料税を徴収する」ことも容易にできることになる。

また、普及率が高まり、同時刻帯に充電需要が集中すると電力システムに対するピーク負荷も急増するので、平準化のための広域制御も不可欠となろう。

EVのように、単なる製品置き換えにはとどまらない大きな転換を含むマクロな移行策の実装には、様々な個別的なマイクロレベルの課題が発生する。普及率が低い時点でのメリットデメリットの議論は、普及率の上昇につれ新たな局面と課題が発生することを今から想定しておき、対策案を検討すべきである。

自動車を巡っては、このほか資源問題、コスト低下などいろいろな可能性が考えられるが、過去、幾度も提案されていながらなかなかコモーターが普及しなかった理由は真剣に考えるべきと思う。

## 4.2 B 日程（2022年12月14日）の結果

### 資源の有限性、循環経済の問題

- 懸念が一つあるとすると、バッテリーの資源の採掘からリサイクルに至る問題はやはり気になる。原発と一緒に、廃棄バッテリーをきちんとリサイクルできる技術がない中で急速に作られてしまうから、どんどん普及した時に、最後にバッテリーの山に困って途方に暮れている人類、というようなことが、どこかの時点で出てくるのではないかと。（松島）
- サーキュラーエコノミーがこれから大きなテーマになってくる。自動車の台数が増えても、資源が廃棄されず循環する社会がつくられればよいという議論もあるが、次々と戻して新しい商品を作るという、究極的にファストな社会がやって来ることを懸念している。スマホのように、頻繁にアップデートする車を、すごい勢いで次々と買い替える時代がやってきまうのかもしれない。一人が車を買替えるよりも、社会で少しずつアップデートしていくような、少しスローサーキュラーなやり方での普及のさせ方、ゆっくり普及させるための戦略や法制度が必要ではないかと思う。（上田（壮））
- 驚いたのは、日本の自家用車の保有台数が二人に1台、6,000万台になっているという話。その数字を知らなかったのだから、いつの間になんかふうになっていたのかと思った。世界全体の数字を見ると、今はまだ15億台ぐらいのことだが、今後、みんなが世界中で電気自動車を保有するとなると、ガソリン車でも同じことだが、100億人の時代に50億台とか60億台

の車が世界にあることになる。脱炭素のことは別にしても、材料も含めて、膨大な資源を使った世界になると思った。単純に、乗用車の台数を減らしていかなければいけないと思う。乗ることは減らさずに、近距離は WHILL のようなパーソナルモビリティも使い、遠距離はカーシェアリングを利用するなどする。サンデードライバーが結構多いと思うので、利用量は変わらず、もしくは増えていくが、台数は減らず。そこをどうやって最適化していくのかの議論が、大事だと思う。(上田 (壮))

- 今ガソリンで動いている自動車が電気をエネルギー源とするとなった時に、電気の取り合いになることもあるかもしれない。例えば、災害が起こった時などに、何を電気で動かすのかの優先順位をどのように考えるのか。病院か、消防自動車か、人が自由に動けるということか。電気自動車がコミュニティーの中にあるのは、蓄電池としての側面もあると思うが、これも何に優先的に使うのかは考えどころかもしれない。(岡田)
- そもそもエネルギーや資源が無制限にあるような感覚で、今のライフスタイルを変えずにどう代替するかという議論が続けられているのではないか。あるレベルでは限りがあると思って臨まないといけないという前提を、どのように作れるかが大事だと思う。無限にあると思うと、公平性というところがすり抜けられてしまう。有限だと考えて初めて、どうバランスよく配分するかという思考が働く。(白木)
- 私たちの議論は、A から B に代替するという観点が多くなりがちだと思うが、最終的にライフスタイルの変化、行動変容まで持っていかないと、やっぱり同じことの繰り返しになるということだと思う。(岡田)
- 最近バッテリー技術に取り組む企業とお話させていただいたのだが、方向性としては、国と連携して希少資源を取りに行くという流れと同時に、希少資源をいかに使わずに代替していくか、有機物由来の材料にいかに変えていくかといったことに取り組まれている。ビジネス側での解決手段も増えていくことを期待し、テクノロジーイノベーションを支援する身としては、バッテリーの資源に関する課題は技術的に解決するのではないかと考えている。(岩田)

### ガソリンスタンドがなくなる

- ガソリンの売り上げが下がると、ガソリンスタンドの経営は苦しくなる。石油元売り会社は売上の減少を補うべく、今後は、地方のインフラであるガソリンスタンドで野菜を売ったり、ヘルスケアのサービスを提供したりといったビジネスの構想もある。商売を維持しつつ、段階的に脱炭素化していくかという話だが、地方の立場だとガソリンスタンドが1軒つぶれると、結構大変な方々もいらっしゃるだろう。社会のインフラをどう維持していくかというところは、重要な議論だと思う。(岩田)
- トランジション (移行) のところが大変ということだと思う。ビジネスとして成り立たないからガソリンスタンドはつぶれてしまうのだが、まだガソリン車が要するという状況は、2030年代かもう少し早い時期に起こるのではないか。(松島)

### 格差や搾取の問題

- 資源の問題に関して、私の立場から言いたいのは、バッテリーの原料の話。レアメタルが使

われていて、そのほとんどがコンゴ民主共和国で産出されていて、そこにも子どもたちの労働や紛争が関わっている。日本で電気自動車が普及するということは、おそらく世界中でも普及するという状態だと思うので、その原料が足りるのか。バッテリー以外の資源も相当使うと思うので、そもそも成り立つのかというのが、私は十分な情報を持ち得ていないが、まず真っ先に気になった。格差があるグローバル社会がより深刻化していっている中で、製品が作られるプロセスにおける人権課題が、恐らく解消されないまま作られていく。情報資料のビデオの中でも、電気自動車に乗れる人と乗れない人の格差の話が出ていたが、資源を生み出すところ、使うところでの経済格差ができるだけ生じないようにするためのプロセスをどうつくれるかが、私自身が一番気になる。(白木)

- 児童労働、児童搾取については、ものすごく気になっている。『WIRED』でもつい先週、エシカル購入ガイドのような記事を出したところだった。要するに、電子機器を買う限りは、100%クリーンなものを買える選択肢がない中で、ある種の妥協として、どういうところから買うのがベターなのかという話がある。(松島)
- 児童労働や強制労働が関わっている原材料だから使わないという選択よりも、そこがよくなるようにエンゲージしていくことを進めないといけないというのが、今では基本的なルールになっている。使っているからこそ関与できる、今の状況をよくすることの一部にもなれる。最初からどういうふうに物づくりをし、物づくりに関与している人たちの生活をよくするために、どのようにバランスを取って何をすべきなのか。壮大な話で大変ではあるが、こうしたことを本来的には考えないといけない。競争的観点になると、できるだけ安く、できるだけ自分たちの負担を減らして自分たちのベネフィットを大きくしようと思ってしまうのだが、その辺りの思考の前提をシフトしていかないといけない。そうしないと、結局、持ちつ持たれつなので、自分たちにしわ寄せが来てしまうということになりかねないと思う。(白木)
- 僕はすごく楽観的に考えているところもある。2050年には、電気が相当潤沢に使えるようになっていのではないかという前提で考えている。色々問題はあっても、環境ジャーナリストのビル・マッキベンのような人も、技術的には、もうそろそろ電気が使い切れないほど潤沢にできる社会になると言っていて、技術的には多分いけると思う。ただ、あらゆる技術がそうだったように、社会の中で不均衡が起こって、結局それを享受できる人と享受できない人が出てくる。でも、それは電気やEVだけの話ではなくもう少し根本的な話だとすると、技術を普及する時に、それが社会を平等に改善していかなければいけないというところまでが、普及の前提とならなければいけないのか。ニュートラルだったらよいのか、逆に、格差があったとしても、何かを改善しているということはあるか。インターネットで世界の8分の1ぐらいの資産を持っているようなビリオネアが生まれた一方で、情報へのアクセスへのレベリング(平準化)も起こったことを思うと、2050年に電気が潤沢に使えるようになったら何が起きているのか、ということに改めて考えている。(松島)
- 2050年に、いろんな決済方法とかビジネスモデルがつくる自由度も生まれるとすると、テクニカルには搾取されない労働の環境ができるかもしれない。例えば私が今この車を運転していることに対して、誰がどういうふうに寄与してきたかといった情報が明らかになっていると、私がお金を払う相手は、ディーラーや充電サービスだけではなく、原料を作っ

っている人とか、もしかしたらちょっと関わった人たちに対しても、私から還元する自由度が高まるようにはならないか、と考えたりもする。(岡田)

- 例えば EV がサブスクになったとして、毎月払うお金がロイヤルティとして、レアメタルなどを産出している人たちの所へ、EV が普及すればするほど還元される仕組みがつかれるとよいのではないか。その行き先も毎月の請求書に出てきて、アクセスできたりすると面白い。インターネットも、最初は単純にプロトコルだったけれど、そこから生まれてきたものが世界を変えたように、EV が普及することで、エネルギー以外の革命が起きる可能性があると思う。今とは全然違う形や機能を持ったものが登場するなど、20 年後、30 年後は全然違う世界になっているかもしれない。理想的な話としては、そこにこれまでは搾取されていた人たちが得するような仕組みがつかれるとよいと思う。(上田 (壮))

### 都市と地方の格差

- 「技術的に解決できる」という話は、都市にいる人たちが、自分たちの周りの生活だけを見た時に「できそう」と思う、という話ではないか。日本の大部分は地方だから、車に対する依存度が都会と地方とで圧倒的に違うという前提で、EV への転換政策を、都市部と地方とで分けて考えないといけない。私自身、東京に住んでいたこともあるが、今、埼玉県内の群馬県に近い、周囲が田んぼばかりの環境に住んでいることもあって、最先端のところに議論が偏っているのではないかということが気になる。(白木)
- 地方の方が車社会で、結局、車を手放せない生活だとすると、資料にもあったように、都市に住んでいる人の方が自家用車の排出量は少ないわけなので、政策的には地方の方から速やかに EV に取り換えていく方がいいのではないかと思える。ガソリンスタンドや、それにコミュニティ機能がもしあるとするなら、それらについては困ると思うが、単純に内燃機関がバッテリーに積み換わるだけであれば、地方の生活において機能的に困ることはあまりないのではないか。(松島)
- 地方の車依存が高いところほど、EV に転換していく必要があるということ自体は問題ではないと思うが、資源を無限に使えないという前提で、車を減らしていくことを考えなければならぬとすると、その減らし方については都会と地方で分けて考えた方がよいと思う。カーシェアリングも減らしていくための手段としてはあるけれども、それはやはり都市部での話であって、地方ではちょっと難しい。そういうふうに分けて考えないといけないのかなと思う。(白木)

### 移動の自由、権利への制約

- 私が携わっている食の領域では、料理ができる方がウェルビーイングが高く、健康寿命が長いという話がある。車が他の手段と何が違うかということ、自分の意思で動けるといところだと思う。車を使うと、圧倒的に長距離を自分で動くことができる。それが、電気自動車になって、またはデジタル化してなのかもしれないが、今までだったらハンドルを握ってレバーを動かせば、とりあえず動いたというようなところから、充電も含めて、急に難しくなっ

分が人の気兼ねなく動けてきたことで得てきた幸福度を、実は知らず知らずのうちに破壊する可能性がある。電気自動車に移行していく中で、今まで自分が得ていた、主体性を持って行動する自由度が急になくなるのではないかということが、特に気になる。(岡田)

- 電気自動車が、というよりは、MaaS 的なものが出てきた時に、移動する自由を奪われるかもしれない、という話はある。Uber のライバルにあたる Lyft は、元々車を所有するという概念をなくすことをミッションに掲げていたが、それを諦めたという記事が『WIRED』に出ていた。そのミッションは結局全然進まなくて、マイカーのサポートサービスのようなところに力を入れ始めているとのことだった。ちょっとした揺り戻しは常にあると思う。そこも今、実験中という感じだと思う。(松島)
- 今回、移動とは何かということを考えさせられた。公共的な側面と、非常にプライベートな側面とがある。例えば、山奥に住んでいる高齢者の医療アクセスをどうするのかというような話もある。何があってもアクセスを自分で守れる人たちだけの話ではなく、そうではない人のモビリティの権利を保障しつつ、どのようにイノベーションを起こしていくのか。自分たちのライフスタイルをどうしていくかという問題や、下手をすると本当に取り残されてしまう人たちのことを忘れずに考えていく機会になるとよいと思う。(白木)

### ビジネスとしての難しさ

- EV や MaaS、CASE の分野でスタートアップは数多いが、この領域はビジネスのパターンは多くなく、ビジネスモデルやマネタイズで難易度があると思う。10 年ぐらい前から EV メーカーが出てきて、今は EV を使ったカーシェアリングのようなビジネスなどの形でスタートアップが出てきているものの、日本では社会実装する上で政策や法規制の部分も含めて大変であり、伸びている会社が多くはない。海外では、北米の EV メーカーが出てきたり、中国は国策で EV と蓄電池をやっていたりして、製造業の大企業が取り組むマーケットなのかもしれない。テスラも上場から時間が経って黒字化できたということで、新興企業がやるには体力がないとできない分野であり、日本のキャピタルマーケットで新興企業がやるのは大変だろう。(岩田)

### 産業構造の変化

- フィンランドのスタートアップイベントに参加した時、国を代表する大企業であるノキアが、スマホの普及により経営危機に陥ったというノキアショックについて聞いた。フィンランドではその後、ノキアのような大企業で安定的に働くのではなく、積極的に起業しようという文化になって、スタートアップのエコシステムが開花したという。フィンランドにとってのノキアは、日本にとってのトヨタ自動車に当たるだろう。もし万が一日本を代表する大企業が本当につらい状況になるとかすれば、日本の労働市場も一気に変わるのかなとも思う。優秀な方であれば会社や産業が変わってもいろいろなことに挑戦できる。もし現在の基幹産業である自動車産業が仮に崩壊したとしても、新しいものが日本には生まれるかもしれないし、今回の EV シフトはその大きなきっかけになるかもしれないと個人的には思う。(岩田)
- テスラ車には、使っていない時に他人がシェアできる機能とか、呼べば駐車場から来る機能

なども付いているのだが、テスラの人が言うには、トヨタがその機能を実装して認可が下りない限りは、日本では認可が下りないのだという。トヨタができること以外は、他の企業ができてやれない。その意味で、このままいくと、トヨタ村の人たちと一緒に、ある種の技術は心中しかねないというのが、日本の現状だと思う。(松島)

- トヨタも、富士の裾野でやっている「Woven City」のように、モビリティを相当拡大解釈して、都市そのものがモビリティだという実験をしている。人々も動くし、物も動くし、情報も動く。店舗や道も移動する。都市というものをモビリティの観点から捉え直している感じがある。少し抽象的だが、都市のインフラを、もう一度整えて街を変えていくところに関わっていけるとすると、モビリティ企業というのはよいのではないかと思う。(松島)
- 食の分野でも、自動車産業で、ものすごく効率的な生産ラインをつくっていたエンジニアの方々が設計した植物工場の例がある。自動車産業は大きな転換を余儀なくされることは間違いないかもしれないが、そこで培われてきた技術は、実は色々なところに使える希望があると思う。少なくとも食の世界はそれを求めている。(岡田)
- EV へのシフトはエネルギーと自動車だけではなく、ライフスタイルの変化にもつながっていく全体的な話だと思うので、関係ある人たちが、どのようにシフトし得るのかを一緒に話すことが必要だと思っている。自分の関わっている範囲だと、企業も NPO も政府もそれぞれの立場で役割があり、一緒に話す必要があるということでプラットフォームを作ったりしている。これは一つの産業の中での話なのだが、EV シフトは、分野を超えた幅広い話になってくる。そういう人たちがどう、ちょっとずつ変えたらうまくフィットするか。それを個別に議論するのではなく、全体がハーモナイズされるように、いろんなどころにまたがっている人たち同士がどうやって語り合えるか。(白木)
- 産業がトランジションしていく中で起こる影響について、一つ思い出すのは、北欧でのリカレント教育の話。例えば、かつての携帯電話や、コロナで航空産業が非常に厳しい状態になって大量の雇用が失われ、その人たちが次にどこへ行くかという時に、日本では自己責任という話になりかねないが、北欧では、元々あったスキルを別の産業にシフトして生かすための教育が、全て無料で充実していると聞いた。これは、国を挙げて産業転換をする際のものすごくよいサポートである。解雇されても、自分が今まで培ったスキルやノウハウをさらに生かす形で、次の職業、新しい人生が待っているというのは、非常にポジティブだと思う。こうした教育は日本でも今後、力を入れていかなければならない。(上田 (壮))
- 一番悪い手は、政府が直接今の自動車産業の人を保護してしまうこと。国がやるべきことは、上田さんがおっしゃったように転換する、その先をちょっと見せてあげることだと思う。例えば、国策で何かやるとしたら、宇宙開発へのシフトはあるかもしれない。今後、宇宙での運輸が普通になってきた時に、日本のロケットがないと、結局、運ぶのを他国に頼まなきゃいけないのは困る。電気だと、あまり宇宙の遠くまで行けないので、まだロケットの技術が必要だとすると、そこにはストレートにつながるのではないかと思った。(松島)
- EV シフトはおそらく避けられず、再エネとセットでバッテリーが普及すれば EV も同時に安くなってくる。日本が後から欧米をキャッチアップして自動車産業をこれだけ大きい産業にしたということから、他の産業でも当然できる力があると思っている。一方で、保守的な国

民性だから、自分たちで産業を一回築いてしまうとそれが崩せないというところがあると思う。電動化によって社会が変われば、産業界でも人材が色々な所に移動する。新しい所に注力するタイミングとしてはちょうどよい。国としても人口減少で苦しい時期に入るかもしれないが、そのタイミングだからこそ EV シフトをよい機会にしないといけないのではないか。(岩田)

- 難しいが、今はまだチャンスがあると思う。すぐに自動車会社がつぶれることはないと思うので、経営判断として、社員の方々にも少し今の仕事を離れて挑戦をしてもらうことなどができるのは、逆に言うと、今のうちだと思う。企業の中でも、身近なところから、もう少し視野や自分の優先事項を広げる取り組みをしていく必要があると思う。(岡田)

### 社会の変化の中で考える

- 『WIRED』でも SF プロトタイピングをやっているのだが、そこでよく議論するのは、ある技術だけを対象に 20~30 年後に進化した姿を考えてはいけないということ。EV についても、2050 年にはロボットが普通に街を歩いているかもしれないし、AI がほとんど全てのことを都市単位でコントロールしているかもしれないし、僕らもそもそもアバターでしか人と会ってないかもしれない。他のことがものすごく変化している中で、EV についても考えないと、変な未来像ができてしまうのではないか。例えば、もしバッテリーのリサイクルができるようになり、再エネも 30 年あれば相当程度つくれるようになって、高速道路は路面給電が全部できて充電は要らない、というような世界が、30 年後にありそうだとこのことを考えたときに、どうなるだろうかというのを想像する。(松島)
- 2 年前に、テスラで鎌倉から日本海側を通って福岡まで行ったことがあるのだが、充電が大変で、残り 1% の危機を 2 回ぐらいぐり抜けた。充電が大変だった地域でも、どんな小さな町にもガソリンスタンドはある。田舎だからこそガソリンスタンドが絶対に必要なので、どこにでもある。石油はタンクローリーで物理的に運ばなければならないのだが、電気は電線通っているのでも運ぶ必要はない。EV が普及すると、こういうことも大きく変わる。(松島)
- 地政学的な問題として、中国から 30 万円とかの安い EV が日本には全然入ってこなくなって、結局、日本はめちゃくちゃ EV 後進国になってしまう可能性もあるかもしれないと想像した。(松島)
- 基本的に社会は常に変わっていくものであり、海外を見ているとどんどん新しい分野に投資をしている。前提として、世の中もインフラも変わっていくという前提で、その中で人々の幸せは減らさないようにしながら、トランジションとかシフトが起きていけばよいと思う。(岩田)
- 今普通に暮らしている人たちの想像力が変わらないと、結局技術とか産業が変わっても、未来は変わらず、同じ課題だけ繰り返し現れてしまう気がする。せっかくこれから大きなトランジションとかトランスフォーメーションが起きるのだとしたら、そこを変えてほしい。EV 産業へのシフトによって、白木さんが挙げられていた児童労働の問題も起こりうるし、今の雇用が変わることで泣く人も出てくる。そうした問題も、また明るい未来も含めて、みんな

一遍に見える状態にできるかが大事だと思う。これは車だけに限らないことだが、特に大きな影響を持っているモビリティの分野が率先してやれば、面白い社会になるのではないかと思う。(上田(壮))

- 技術を何とか進歩させて、脱炭素だったら脱炭素のソリューションを考えている人たちを僕は常にバックアップしたいと思っている。それに対しては、今のような傲慢なライフスタイルを続けるためのイノベーションなのかという批判もある。人間は常にその両軸でやっているとこがあるって、EVが普及することは全然ゴールでも何でもない。現実の技術の方が割と先に行った時に、でもそこで目指したい社会は、どんな社会だったのかという議論を続けていく必要があるのだと思う。(松島)

### 【脱炭素化技術等の専門家によるコメント】

B 日程の議論を傍聴（または録画を視聴）した脱炭素化技術等の専門家に、事後にコメントを寄せてもらった（所属・肩書は当時のもの）。

#### ● 田崎智宏氏（国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環領域 室長）

第一に、どういう社会にしていくかの議論と、ある社会条件が前提となったうえでの個人がどう判断するか議論があり、頭が混乱しました。今回の4×4の評価マトリックスを、これら2つそれぞれに適用するのか、それともまとめて適用するのかを明確にされた方がよいと思います。

第二に、前提とする社会のコンテクストによって ELSI 評価で異なる影響が着眼されるという議論だったと思います。想定する地域、集団、所有形態、製品とエネルギーインフラの関係形態をきちんと網羅したうえで、ELSI の評価枠組みにあてはめるのだと思います。

第三に、ライフステージを全て想定しようということが議論からは抜けていたと思います。資源利用の環境負荷を考える場合、ライフサイクル思考をもとに、資源採取段階、製造段階、利用段階、廃棄段階の各段階をきちんと網羅し、環境汚染や児童労働などが生じていないかなどを確認することは大切です。リチウムの資源採取段階でいえば、「かん水」精製による水枯渇と汚染、炭酸リチウム精錬段階での水・土壌汚染は議論にでていなかったと思います。関連して ELSI を考えないことで国際的な競争優位性を獲得しているという状況もあります。この意味では、評価項目間のトレードオフをどう扱うかは大切な論点だと思いました。

第四に、市場競争をよしとしつつも BEV についての競争で失業や倒産が起こることを問題とすること、自給率を高めてコントローラビリティを高めようというのに各国のコントローラビリティを低下させるグローバル化を支持し続けることには、ある種の不整合があると考えます。マクロレベルでの評価項目の優先順位が、ELSI で評価したいことの優先順位と異なる場合には、ELSI 評価結果の受け止め方に大きな違いが生じると考えられます。

第五に、BEV の技術のなかでも、リチウム採取には（環境影響などの程度が異なる）複数の技術があるのに、それらがあまり明確にされずに議論をしていてよいか気になりました。

#### ● 長野浩司氏（一般財団法人電力中央研究所 特任役員）

もともと私はモビリティの専門とは言えず、内容についてあれこれ申すべきでないと思いつつ、

お互いに批判し合うようなことのない建設的なよい議論だったと思う一方で、ミクロの視点とマクロの視点が錯綜してしまった印象が強いです。個人レベルの好悪や用途と、国レベルでの脱炭素化と公共福祉の相克とが行ったり来たりしてしまい、難しいなと思いつつ拝聴しました。

● 樋山千冬氏（国立国会図書館 調査及び立法考査局 外交防衛課長）

議論の中で、熱帯作物の生産過程における公正さの問題が指摘されました。類似の問題が蓄電池の製造についても存在すると考えられる点について改めて確認したいと思います。リチウムイオン電池の生産に必要なリチウム、ニッケルやコバルトの採鉱や精製の拠点は世界的に遍在し、リチウムの増産が期待されている地域には塩湖のようなユニークな自然環境も見られますので、金銭的な利益配分の公正さを担保することに加えて、環境の汚染や破壊のリスクを特定の地域に負担させることを避けるべきではないかという問題です。

EV を利用しておられる立場からは充電拠点の整備を進める必要性が指摘されましたが、個人単位での自家用車の利用というモビリティのあり方を変えないという前提であれば、道路等の交通インフラの開発や維持に伴う諸問題が存在し続けると考えられます。現在の生活スタイルの是非や MaaS の可能性への言及もありましたが、脱炭素との関連性は見えにくいためか議論は深まりませんでした。

蓄電池の原材料となる資源の量も有限であり、ニッケルやコバルトを使用しない正極の開発や普及が進まなければ、再生利用を行うとしてもこのまま EV の普及が進めば 2050 年までに飽和状態になると考えられているようです。「イノベーションでなるようになる」旨の意見を伺い、当然に期待される場所でもあるのですが、要素技術の改善だけでは適応は難しく、社会や交通のシステムのイノベーションと組み合わせることが必要になってくるかもしれません。

## インクルーシブデザインワークショップにおける BEV（バッテリー式EV）のELSIに関する議論

### ワークショップの概要

フロントランナーに加え、より当事者性の高い人たちの議論を個別の脱炭素化技術の ELSI の評価に導入する可能性を探るため、2つの技術のうち電気自動車に絞って、NPO 法人 Collable の協力により、自動車以外での移動が困難な障害者やその家族など 8 人の参加を得て、「インクルーシブデザインワークショップ」を実施した。

本ワークショップ実施の目的は次の 2 つである。まず第一の目的は、当事者の視点から評価枠組の再検討を行い、フロントランナー以外の知見を反映することである。ただし、普通の市民に近い「当事者」の方々に、直接的に評価枠組を利用した議論をしていただくことは困難であると判断し、評価枠組そのものはワークショップでは利用せず、簡易的な情報提供ツール（図 1 参照）を作成し、それを一読したのち、自動車（自家用車）による移動をメインテーマとして

- ライフスタイルは現在のまま、内燃機関の乗用車をすべて、バッテリー駆動の電気自動車 (BEV) に置き換える。
- 自家用車にほとんど乗らないライフスタイル (= 乗れない社会) へと移行する。

という 2 つを組み合わせた社会変革の中で、どのような ELSI 課題が生じるか。特に、自家用車での移動が不可欠な状況にある当事者にとって、どのような ELSI 課題が生じるかについて議論してもらった。

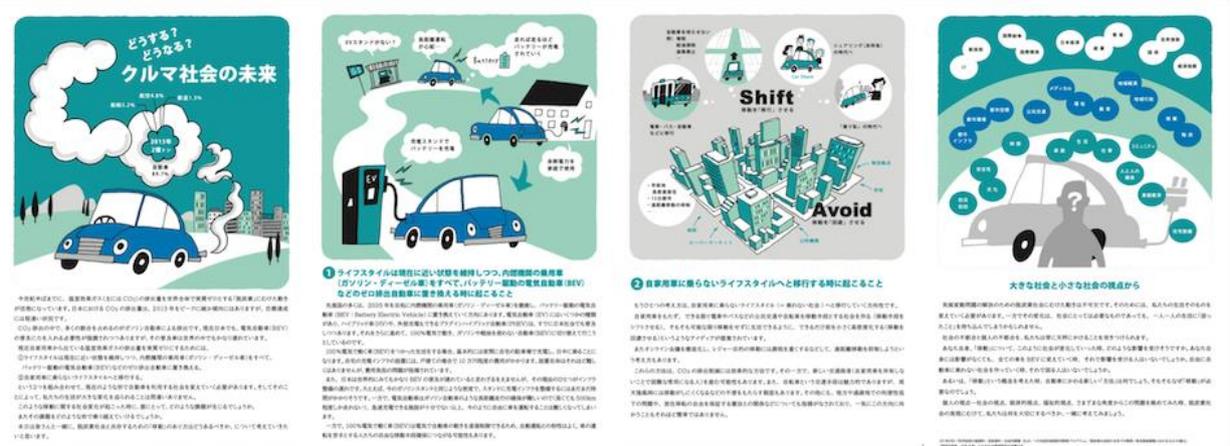


図 1 情報提供ツール

目的の2つめは、この実践を通じて、TAにおいて当事者参画の方法論をどのように位置付けるかについて検討することであった。

実施概要は、以下のとおりである。

- 実施日時：2023年3月4日（土）13:00-16:00
- 場所：霞ヶ関ナレッジスクウェア スタジオ
- 参加者

グループ	参加者の属性
A 自分で運転をする 車椅子ユーザー	車椅子ユーザー（自ら運転可）/元日本代表パラアイスホッケープレイヤー 車椅子ユーザー（自ら運転可）/ヘルパーさん同席
B 自分で運転をする 障害児の保護者	障害のあるお子さんの保護者（自ら運転可） 障害のあるお子さんの保護者（自ら運転可） 障害のあるお子さんの保護者（自ら運転可）/お子さんも同席
C 自家用車を利用しない 車椅子ユーザー 及び介助者等	車椅子ユーザー（自ら運転不可） 障害のあるお子さんの保護者（自ら運転はせず福祉タクシー利用） 訪問医療専門の医師（高齢者の移動の観点から発言）

- プログラム（全体ディスカッションとグループディスカッションが交互に展開する方式で運用した）
  - [全体] 趣旨説明と自己紹介（20分）
  - [グループ] 知る活動①プロフィールシートの作成と自己紹介（25分）
  - [グループ] 知る活動②資料の読み込みと疑問点の解消、および脱炭素社会における期待と不安の整理（45分）
  - [グループ] 脱炭素社会における移動を構想する（60分）
  - [全体] 講師からの共有と講評、振り返り（20分）
  - [グループ] 振り返り（10分）



図2 実施風景

## 実施結果

### 抽出された論点と評価枠組①

- 「経済」×「生活の質」や「公平性」への具体的な着目
- 一般的な導入コスト補助のみでは、対応できない可能性
- 現状の障害者に対する支援策そのものも、脱炭素社会にむけて拡充しなければ、負担増になる可能性
- 例：ガソリン券補助等
- 現状の脱炭素社会にむけた各種制度設計は「一般の人」を念頭にしかおいていないのでは？という疑念

脱炭素化戦略・各技術の推進

評価基準 影響領域	経済的価値 (GDP)	生活の質 (QOL)・健康 well-being	公平性 ・ 権利	文化・伝統・ 自然などの 内在的価値
環境 を通じた影響	気候変動・環境汚染・生態系破壊・廃棄物等の環境影響 (環境正義)	発電所等事故時の環境影響		(自然の内在的価値)
経済 を通じた影響	国家財政 産業競争力 停電時の産業影響	家計 雇用	コスト・受益分配 エネルギー貧困	発電所等事故時の経済影響・事故予防コスト
社会 を通じた影響		地域コミュニティ・社会関係等への影響 (リスク分配)		停電時の社会影響 発電所等事故時の社会影響 (地域コミュニティの内在的価値)
政治 を通じた影響	エネルギー 地政学リスク	民主主義・地方自治等への影響 (選択における自己決定 地域の自立)		発電所等事故時の政治影響 (国家の内在的価値)

安定供給  
環境  
経済効率  
安全

### 抽出された論点と評価枠組②

- そもそも障害のある方のモビリティの権利が損なわれているという本質的な問題が改めて浮き彫りに
- 公共交通機関がつかえるのであれば、使い易ければ、自家用車の移動には拘らないケースも
- そのほかにも、限られた選択肢のなかから選ばされているという状況にあり（車種が選べない）、移動の自己決定が阻害されている状況にある。
- 現状の評価枠組では、「地域の自立」「地方自治の保証」という文言があるが、この地域や地方自治のところを、障害者と置き換えるなど、さまざまなマイノリティの視点として組み込む必要があるのではないか？という示唆が得られた。

脱炭素化戦略・各技術の推進

評価基準 影響領域	経済的価値 (GDP)	生活の質 (QOL)・健康 well-being	公平性 ・ 権利	文化・伝統・ 自然などの 内在的価値
環境 を通じた影響	気候変動・環境汚染・生態系破壊・廃棄物等の環境影響 (環境正義)	発電所等事故時の環境影響		(自然の内在的価値)
経済 を通じた影響	国家財政 産業競争力 停電時の産業影響	家計 雇用	コスト・受益分配 エネルギー貧困	発電所等事故時の経済影響・事故予防コスト
社会 を通じた影響		地域コミュニティ・社会関係等への影響 (リスク分配)		停電時の社会影響 発電所等事故時の社会影響 (地域コミュニティの内在的価値)
政治 を通じた影響	エネルギー 地政学リスク	民主主義・地方自治等への影響 (選択における自己決定 地域の自立)		発電所等事故時の政治影響 (国家の内在的価値)

安定供給  
環境  
経済効率  
安全

### 抽出された論点と評価枠組③

- 「脱炭素社会」にむけた変革を逆手にとった発想の転換。
- 今は、健常者の目が気になって、公共交通機関に乗りにくいという感じている障害者が、「車に乗るのはダメ」というムーブメントができることで、堂々と乗ることができるようになる可能性がある。
- 障害者と健常者が空間的に分断されていることこそが問題であるという本質に切り込むアプローチになりうる可能性がある。

評価基準 影響領域	経済的価値 (GDP)	生活の質 (QOL)・健康 well-being	公平性・ 権利	文化・伝統・ 自然などの 内在的価値
環境 を通じた影響	気候変動・環境汚染・生態系破壊・廃棄物等の環境影響 (環境正義) (自然の内在的価値)			
経済 を通じた影響	国家財政 産業競争力 停電時の産業影響	家計 雇用	コスト・受益分配 エネルギー貧困	
社会 を通じた影響	地域コミュニティ・社会関係等への影響 (リスク分配) (地域コミュニティの内在的価値)			
政治 を通じた影響	エネルギー 地政学リスク	民主主義・地方自治等への影響 (選択における自己決定 地域の自立) (憲法決定への参加 地方自治の保証) (国家の内在的価値)		

脱炭素化戦略・各技術の推進

安定供給  
環境  
経済効率  
安全

### フロントランナーの視点との違いについて

こうした議論を、評価枠組を使って整理すると、インクルーシブデザインワークショップでは、フロントランナーとの比較ではより色濃く「公平性・権利」の領域への言及があることを特徴としてあげることができる。

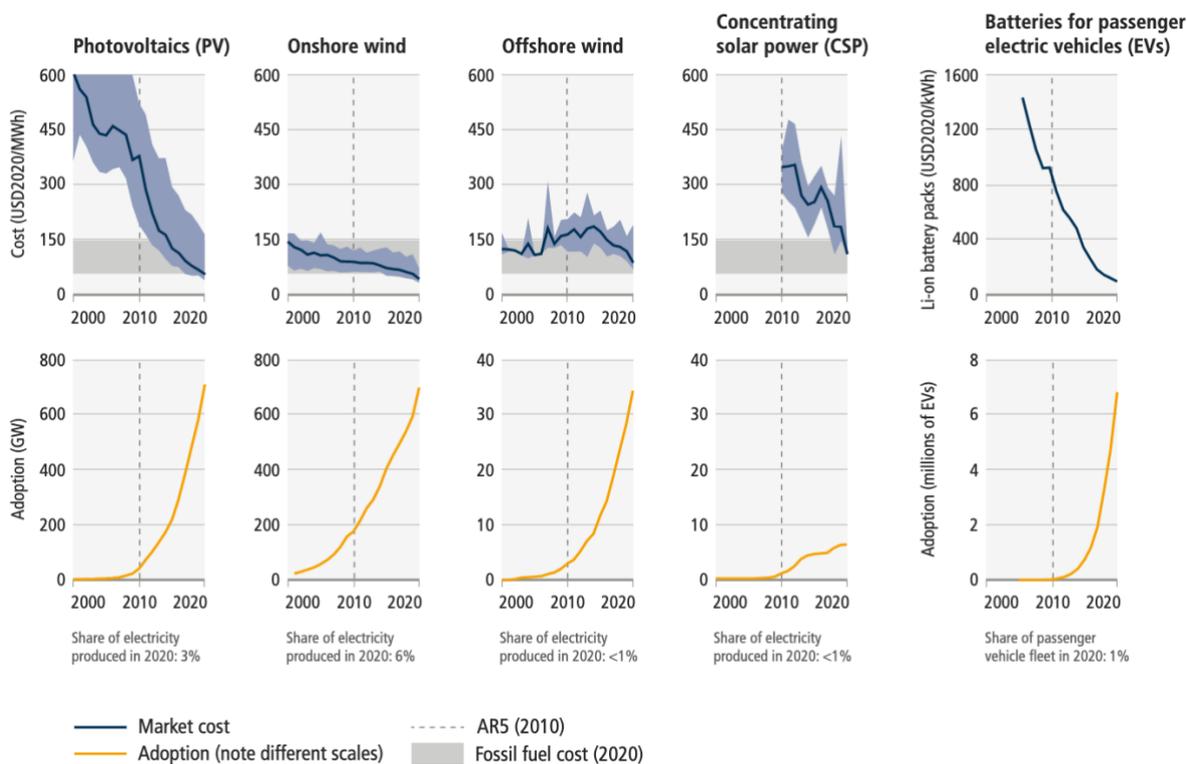
議論では、一般的な導入コストの補助のみでは対応できない可能性が指摘されると同時に、現状の障害者に対する支援策そのものも、脱炭素社会に向けて拡充しなければ、障害者やその家族にとっては負担増になるという危惧が示され、「生活の質」や「公平性」をめぐる論点が浮き彫りになった。そもそも、障害者のモビリティの権利が損なわれているという現実や、脱炭素技術に向けた変化を後押ししていくことが、別の社会課題を浮き彫りにし、そしてその根本原因の解決につながる可能性（車に乗るのはダメというムーブメントが障害者と健常者の分断を乗り越える後押しになる可能性）にも議論が及んだ。

その意味では、健常者/障害者、性別、エスニシティ、地方/都市部…多様な当事者（マイノリティ）の声を可視化できるような枠組みを作ること自体が、従来の審議会の議論では出てきにくかった多様な ELSI の論点が議論されうることに繋がると言えるだろう。

## 5. 大規模集中型再生可能エネルギーの現状と課題

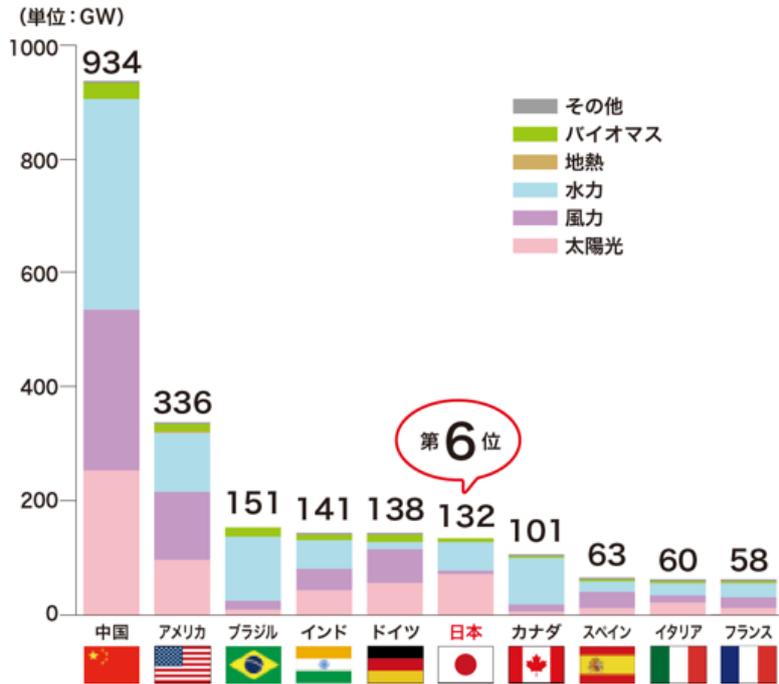
### 5.1 世界的に再生可能エネルギーのコストは低下

世界的に再生可能エネルギー（再エネ）のコストが低下している（図 5-1）。IPCC によると特に太陽光発電と蓄電池のコストが急激に低下しているが、風力発電も元から低いものがさらに低下した。これに伴い、再エネの導入が世界的に進んでいる。国毎の比較では、導入容量で日本は第 6 位、太陽光発電だけを見ると第 3 位である（図 5-2）。しかし、日本は電力需要が大きいため、発電電力量に占める再エネの割合は欧州の国々と比べると小さい（図 5-3）。



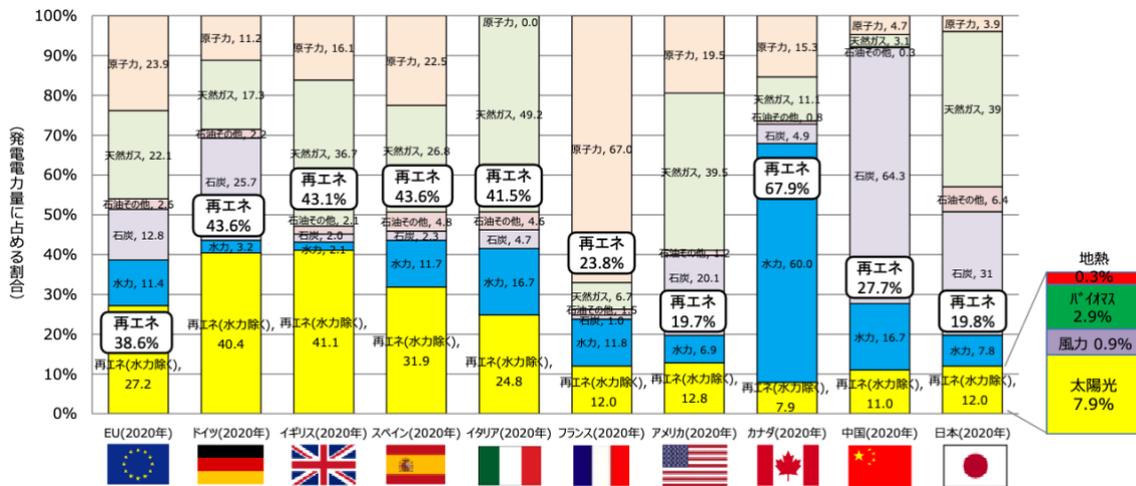
(出典：IPCC [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_FullReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf))

図 5-1 再エネおよび蓄電池のコストと導入量の推移



(出典：資源エネルギー庁 <https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2021/007/>)

図 5-2 各国の再エネ発電導入容量 (2020 年実績)



(出典：資源エネルギー庁 [https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/078\\_01\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/078_01_00.pdf))

図 5-3 再生可能エネルギー発電比率の国際比較

## 5.2 2030 年までの日本の再生可能エネルギー導入計画

日本でも再エネのさらなる導入拡大が目指されている。第六次エネルギー基本計画のエネルギーミックス電源構成の目標に基づくと、2030 年までに温室効果ガス排出量 46%削減を目指す中で、再エネの比率を 36~38%に増加させる計画である。再エネの種別毎にみると、太陽光は現在の導入量の 690 億 kWh から 1244 億 kWh に、陸上風力は 77 億 kWh から 302 億 kWh に、洋上

風力はほぼ0から107億kWhに、地熱は28億kWhから68億kWhに、水力は819億kWhから934億kWhに、バイオマスは262億kWhから471億kWhに、2030年までに増加させる目標である（図5-4）。2030年の目標に関する政策対応のポイントとしては、地域と共生する適地確保、事業規律の強化、コストの低減が重要視されている。

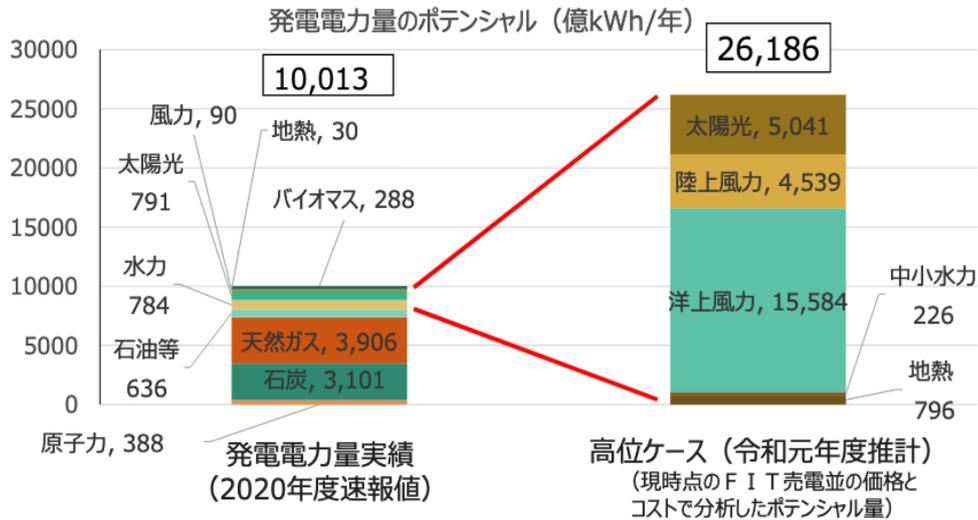


（出典：資源エネルギー庁 [https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/energyissue2021\\_2.html](https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/energyissue2021_2.html)）

図5-4 2030年度エネルギーミックスにおける再エネの目標導入量

### 5.3 再生可能エネルギー導入ポテンシャル

環境省の試算によると、近年の全電力供給量と比べると、現時点の経済性を考慮した再エネの導入ポテンシャルは約2.6倍ある（ただし高位ケース）。そのうち太陽光が約2割、陸上風力が2割弱、洋上風力は6割程度を占める。日本は海に囲まれているため洋上風力は2030年以降の大きなポテンシャルが期待される（図5-5）。ただし、太陽光、風力といった再エネの発電量は自然条件により変動するため、需要と供給を常にバランスさせるために工夫が必要になる。現状、需要も変動し、太陽光発電が天候により変動するのに対して、主に火力発電の出力を調整することによって対応している。加えて、揚水発電（電力が余っている時に水を高所に汲み上げて足りない時に落として水力発電する）の活用、太陽光発電の出力抑制も行われている。将来は、蓄電池の導入や、需要側を制御する「デマンド・レスポンス」も活用することでバランスさせていくことが考えられている。また、地域間融通のために電力ネットワークを強化していく必要がある。例えば、洋上風力を含む風力発電のポテンシャルが大きい北海道、東北から電力需要の大きい東京圏への送電線の強化が必要であり、大規模な整備が急務であるといった認識がある。



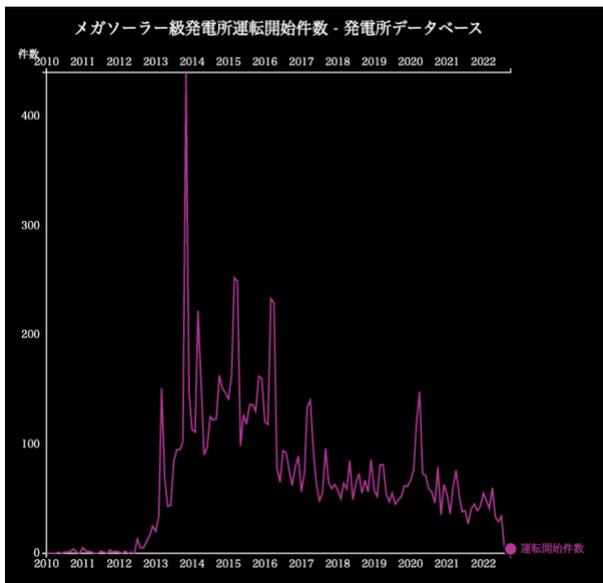
※出典：総合エネルギー統計  
 ※ポテンシャルは、賦存量（面積等から理論的に算出できるエネルギー資源量）から、法令等による制約や事業採算性などを除き環境省算出。導入可能量ではないため、技術や採算性などの課題を克服しながら、ポテンシャルを最大限に活かしていく必要がある。  
 ※この試算以外にも様々な試算あり。

(出典：環境省資料)

図 5-5 発電電力量のポテンシャル

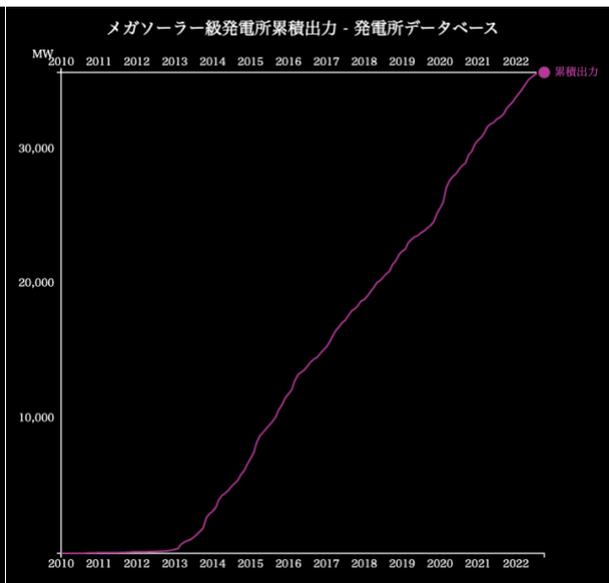
## 5.4 大規模太陽光発電（メガソーラー）：現状、メリット、課題

2022 年までに日本で設置されたメガソーラーの累計は 13,594 件、設備容量は 37909.9MW である。特に 2012 年の固定価格買取制度（全量買取）の影響で多くの事業者が参入し、2013 年に運転開始のピークがあった（図 5-6）。その後もメガソーラーの累積出力は順調に伸び続けている状況である（図 5-7）。



(出典：<http://agora.ex.nii.ac.jp/earthquake/201103-eastjapan/energy/electrical-japan/stat/19/>)

図 5-6 メガソーラー級発電所運転開始件数

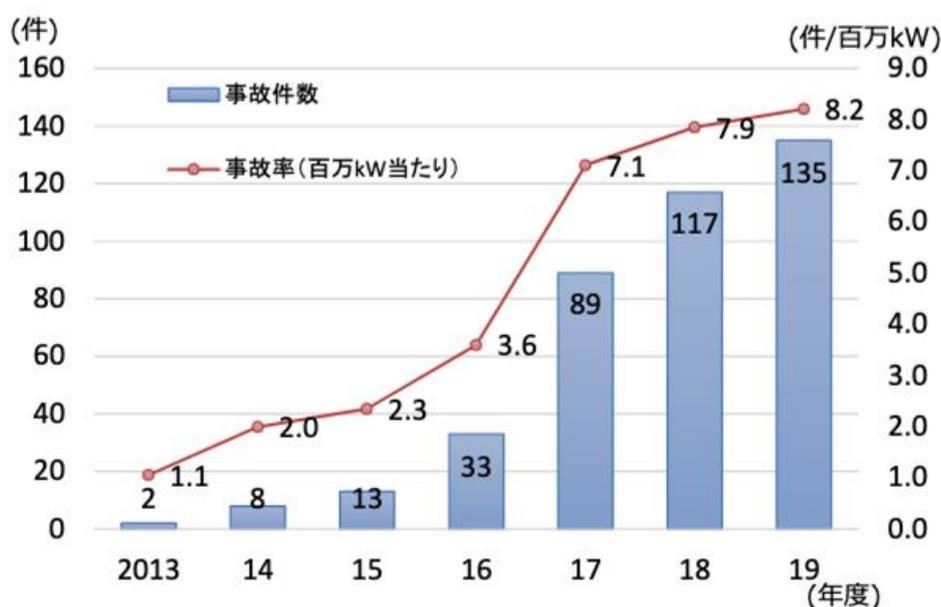


(出典：<http://agora.ex.nii.ac.jp/earthquake/201103-eastjapan/energy/electrical-japan/stat/19/>)

図 5-7 メガソーラー級発電所累積出力

メガソーラーのメリットとしては、火力や原子力の発電所と比較して、住民説明会や環境アセスメントを実施したとしても、短期間で大規模に導入可能である。遊休地を活用でき、営農型（ソーラーシェアリング）という形で農地にも導入できる。営農型太陽光発電では太陽光パネルを高い支柱の上に設置し、その下で農業機械も使用することができる。売電により農業者の収益が安定化するというメリットがある。

メガソーラーの課題としては、世界に比べると日本はまだコストが高い。また、事業者の乱開発により、自然破壊、事故リスク、廃棄物等への住民の懸念から反対運動などの地域トラブルが多く生じた。平成3年から一年間で発生した再エネ設備の事故459件のうち、435件が太陽光発電設備の事故であった。例えば大雨の時などに、設置や保守の不備もあって事故が起きてしまう事例がある。太陽光発電所の数が増加しているために事故件数も増加しているが、事故率も増加してきている（図5-8）。



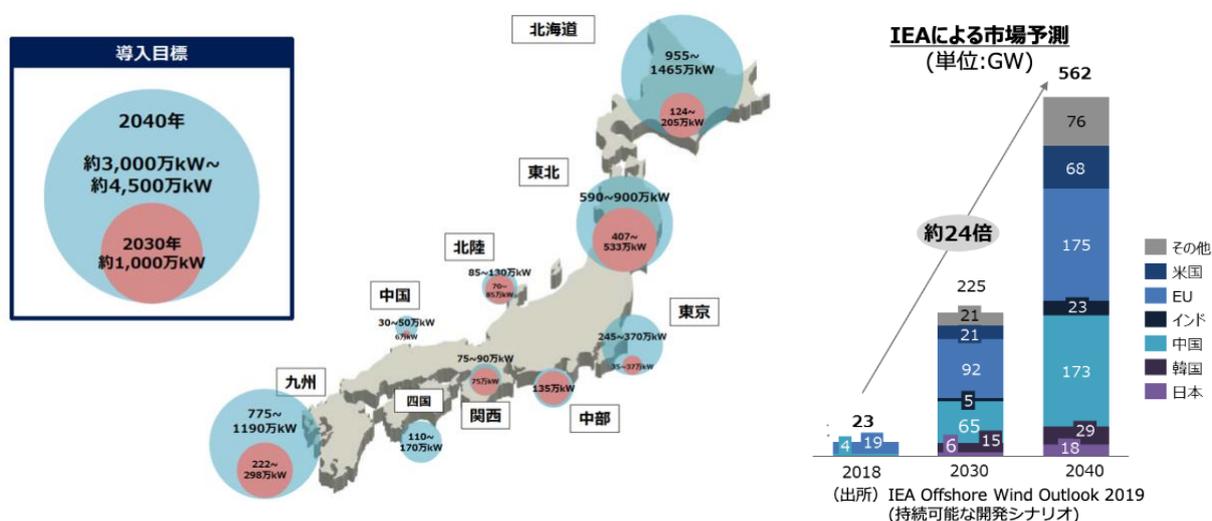
(出典：[https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/community/dl/05\\_06.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/community/dl/05_06.pdf))

図5-8 太陽電池発電設備の事故件数の推移（小出力発電設備は除く）

リユース、リサイクル、処分に関して、寿命を迎えた太陽光パネルは2035年頃から大量に排出され、産業廃棄物の最終処分場の年間処分量の6%に相当する見込みである。太陽光パネルのタイプによっては、鉛、セレン、カドミウムといった有害物質が使用されている場合があり、適正処分が必要になる。現在、環境省によりリサイクルの義務化が検討されている。リサイクルにあたっては、所有者（屋根上の場合には一般家庭）、収集運搬者、排出事業者、リサイクル処分業者といった関係者が、上手く連携するシステムの構築が必要である。

## 5.5 洋上風力発電：現状、メリット、課題

2022年時点で、日本全国の風力発電は458件、設備容量は4877.9MWだが、そのほとんどが陸上風力である。日本初の洋上風力発電の商業運転が開始されたのは2022年12月であった。太陽光と比べると、風力の方が設置に時間がかかり、ある程度の規制があるため、固定価格買取制度開始以降もあまり増加していない。一基当たりが大型化する傾向があり、設備容量は基数に比べてさらに増加している。今後特に増加が期待される洋上風力については、日本は海に囲まれているため、ポテンシャルが大きい。政府の計画では2030年に約1,000万kW、2040年に約3,000~4,500万kWの設備容量を目指す。洋上風力の適地は主に北海道、東北、九州、千葉等に集中している。世界的にも洋上風力が今後増加する見通しであり、特に大きく増えるのが欧州と中国である(図5-9)。



(出典：洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会

[https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/yojo\\_furyoku/dl/vision/vision\\_first\\_overview.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/vision/vision_first_overview.pdf))

図5-9 日本における洋上風力のエリア別導入イメージ(左)とIEAによる市場予測(右)

洋上風力発電の仕組みは基本的に陸上風力と同じである。着床式と浮体式という二つのタイプがあり、着床式は比較的浅い海底に直接設置し、浮体式は深めの海底に係留する。コストは陸上風力が一番安く、次いで着床式洋上、一番高いのが浮体式洋上である。コスト面から着床式の開発が先行している。日本は着床式に適する浅瀬の海域が狭く、浮体式を深めの海域に設置していくことが期待されている。また、海底送電ケーブルや基地港湾の整備が必要である。

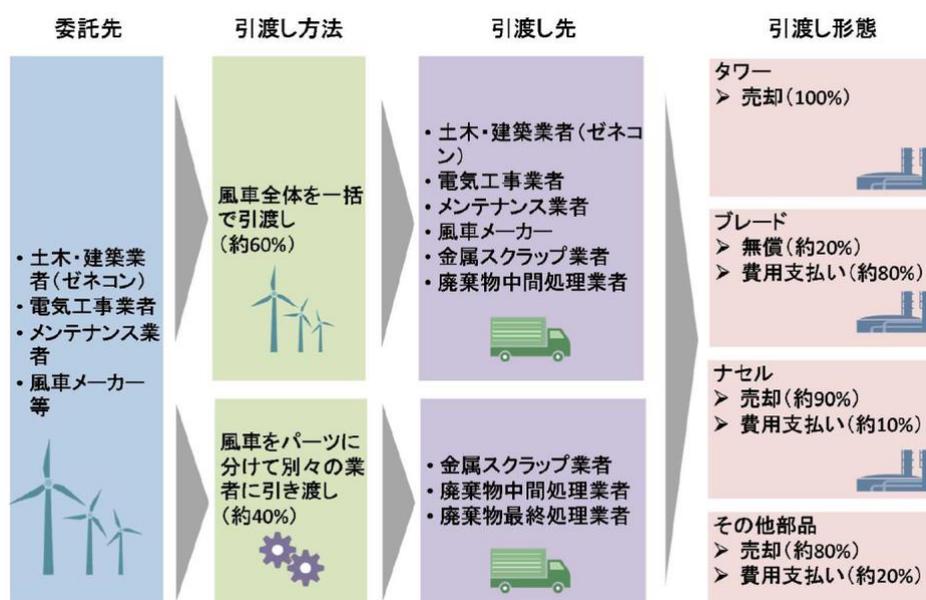
洋上風力発電のメリットとしては、大量の導入が可能であり、陸上に比べると風況が良く、風の乱れが小さい。設置場所が生活エリアから離れているため、騒音や景観による人間活動への影響が少ない。土地や道路の制約が無いと大型風車の導入が比較的容易である。基地港湾など産業の裾野が広く、地元の雇用や産業誘致といった経済波及効果が大きいことが指摘される。

かつては日本国内に風車のメーカーがあったが、現在は存在していないため、海外のメーカーに頼ることになる。しかし、風車内部のコンポーネント、設置工事、メンテナンスなどの本体以外の部分で7、8割の国産化が目指されている。コストがまだ高いが、低コスト化の研究開発に重

点的な予算がついている。許認可プロセス等の障壁が大きいことが指摘されており、国がお膳立てして事業者を募集するセントラル方式が目指されている。

海洋生態系に与える悪影響はある程度懸念される。特に建設中に懸念があり、今後も引き続き研究が必要と考えられている。漁業に与える影響は操業範囲が制限される懸念もあるが、魚礁ができることによる好影響と両面があると考えられる。風力発電の事業者がその地域の漁業者との間で基金を設立することが通例になっているが、これを補償と捉えると関係構築にはむしろネガティブな面もある。基金を両方で公正に運用することで信頼関係が醸成できる可能性が指摘されている。

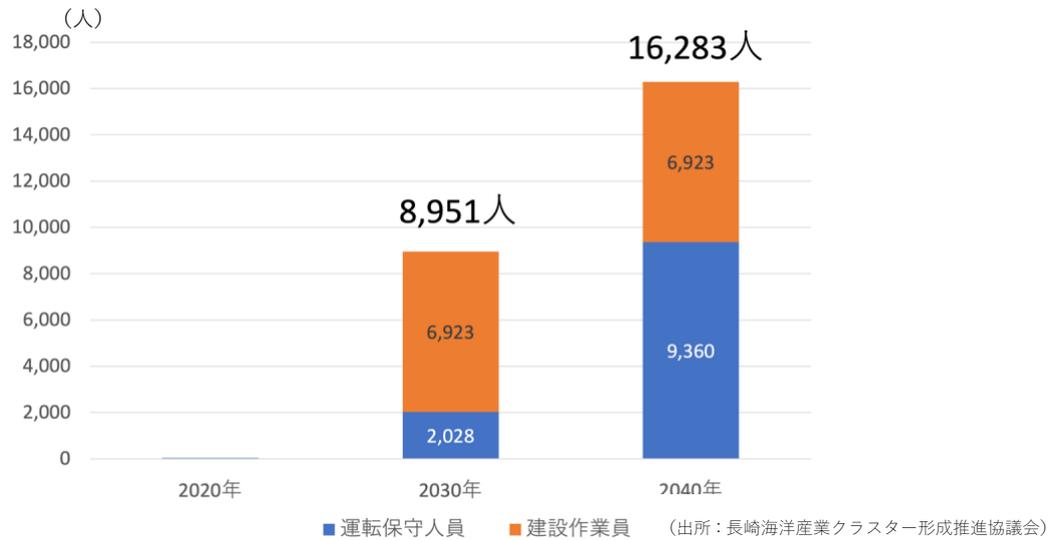
リユース・リサイクル・処分に関しては環境省が行った調査がある（図 5-10）。日本国内で風車が実際にどのように撤去引き渡しをされているかを調べると、ブレード部分は処分が難しく、料金を支払って処分してもらう必要がある。それ以外の部分はスクラップ業者等に売却できている。部品等のリユースは日本国内ではまだ市場が小さくて未成熟である。スクラップ業者が引き取る金属等はリサイクルが可能である。風車のブレードのリサイクルは非常に難しいが、リサイクルを可能とする技術開発は現在進んでいる。



(出典：環境省 <https://www.env.go.jp/content/900535821.pdf>)

図 5-10 風車の撤去・引き渡しフロー

作業員に関して、洋上の高所で建設や保守の作業を行う人材が必要になってくる。特別な訓練を受けた作業員の育成が必要である。2030年までに9000人程度、2040年までに16,000人程度の作業員が必要と見積もられている（図 5-11）。



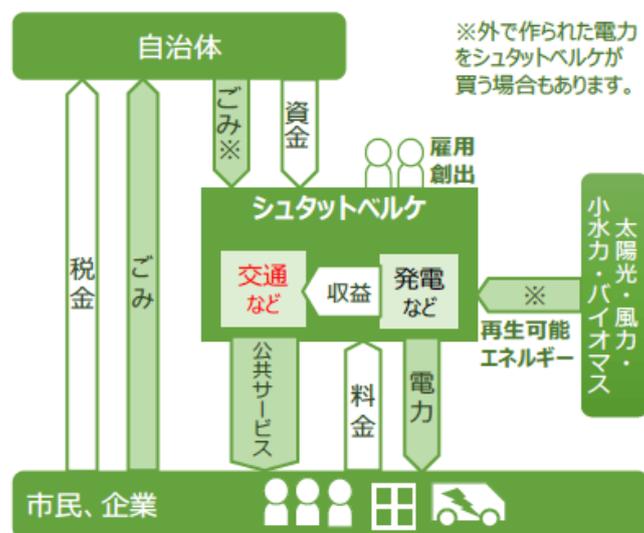
(出典：WIND JOURNAL <https://windjournal.jp/113189/>)

図 5-11 洋上風力発電の建設・運営に必要な作業員数の推計

## 5.6 地域主導型・分散型エネルギーモデル

### 5.6.1 地域主導型：シュタットベルケ

地域主導で開発される再生可能エネルギーの取り組みは分散型エネルギーの一つのモデルである。その一形態として、ドイツ語でシュタットベルケとよばれる、自治体が出資して作る公共サービスの事業者がある（図 5-12）。2022 年時点で、ドイツには約 1,000 件のシュタットベルケが存在し、日本でもそれを模したものが約 30 件できている。出資金の半分より多くは自治体が出資をする。シュタットベルケの公共サービスは電力サービスだけではなく、場合によって、ガス、地域熱供給、上下水道、ごみ処理、公共交通、公共施設などのサービスもある。自治体が電力事業の収益を使って、雇用を創出したり、高齢者のケアを行ったりすることもできる。



(出典：国立環境研究所 <https://www-cycle.nies.go.jp/magazine/kisokouza/202104.html>)

図 5-12 再エネと公共サービスを両立するシュタットベルケのしくみ

## 5.6.2 分散型エネルギーモデル

分散型エネルギーモデルは大規模集中型の再生可能エネルギーと別の路線として構想されている。現在、各家庭の屋根上に設置される太陽光パネルが増加している。様々な小規模な再エネ、電気自動車を含む蓄電池などの蓄エネ設備が今後、地域において増加してくることが考えられる。それらを束ねるアグリゲーターという技術によって、入出力の調整を最適化して行うことによって、あたかも一つの発電所（バーチャルパワープラント）のように電力事業を行うことができる。分散型エネルギーモデルが今後促進される要因として、デジタル技術の進展、エネルギーシステム改革の進展、レジリエンス（災害時の電源）、再エネを活用した地域経済の取り組みがあげられる。（図 5-13）。



（出典：資源エネルギー庁・環境省 <https://www.env.go.jp/content/000040012.pdf>）

図 5-13 分散型エネルギーモデルの構成要素

## 5.6.3 まとめ

大規模再生可能エネルギーのシナリオを中心に、その課題を考えていただきたい。つまり現状の火力や原子力の発電所が、ほとんどすべて大規模メガソーラーや大規模洋上風力に置き変わってしまうような一つの極端な場合をシナリオとして考えて、その場合にどういう問題があるかを考えていただきたい。この場合は、電力の供給地域、需給バランスの取り方、使用される技術などはある程度変化するが、電力を使用する側からすると、今まであるところから来ている電力が別のところから来るようになっただけで、あまり変化が感じられないかもしれない。いわゆる「電力業界」が従来と変わらず電力システムの中で影響力を持ち、地方で発電して都市に供給するという大きな構造はあまり変わらないシナリオになることが考えられる。

比較対象として分散型エネルギーモデルが普及したシナリオを念頭におくとどうだろうか。分散型エネルギーモデルが日本中で最大限増えていった場合でも、産業部門や高層住宅等で、引き続き大規模発電所から供給される電力が一定量必要になるだろう。しかし、それらの部分を除いて、ほとんど分散型エネルギーになった場合、各家庭の電力消費者が、屋根に太陽光が載ってい

れば電力生産者にもなる。地域の中の配電網が重要性を増す。また、電力業界に代わってデジタル技術産業が大きな影響力を持つと考えられる。

---

## 6. フロントランナーによる大規模集中型再生可能エネルギーの ELSI に関する議論

---

大規模集中型再生可能エネルギーの ELSI をテーマとしたフロントランナーのワークショップは、9人のフロントランナーが参加し、A日程（2023年1月16日）とB日程（同1月19日）の2組に分かれてそれぞれ2時間ずつオンラインで議論した。次のような問いを提示して、プロジェクト側が進行役を務め、自由に議論してもらった。

**大規模集中型の再生可能エネルギーの電源が日本の 2050 年脱炭素化の手段として幅広く用いられるようになったときに、どのような倫理的・法制的・社会的な影響が想定されるでしょうか？**

- ・ 情報資料で取り上げた、メガソーラーや洋上風力による「大規模再エネシナリオ」について、それが実現した場合に想定される影響や問題点を、幅広く議論してください。
- ・ 比較対象となる「分散型エネルギーシナリオ」（の特に難点）も考慮に入れつつお考えください。

参加者には、ワークショップに先立って、メガソーラーと洋上風力を中心とした日本の再生可能エネルギー導入の現状と将来シナリオに関して、プロジェクト側で作成した約30分の情報提供の動画を事前に視聴してもらった。

各回の主な発言内容は次の通りである（各発言末尾のカッコ内は発言者名、敬称略）。議論を聞いた脱炭素化技術等の専門家から事後に寄せてもらったコメントも掲載する。

### 6.1 A日程（2023年1月16日）の結果

---

#### 発電施設自体の環境問題、災害誘発などの問題

- メガソーラーに関しては、ニュースでも大きく取り上げられていることもあり、庶民的な感覚としては災害のことが心配だ。普及するのはよいが、管理の問題や、事故・災害につながる問題は気になる。私の分野に絡めると、障害当事者の方々は災害弱者になりやすい。例えば、家の近くにメガソーラーの施設が設置されたとすると、災害が心配な方は、あまり心地よく暮らせないのではないかと感じる。（山田）
- 日本でも固定価格買取制度の導入を受けて、当初、買取価格が高く設定されていたこともあり、ものすごいボリュームで再生可能エネルギーが入った。そこに関わった企業の中にはコンプライアンス意識の弱い企業もあり、かなり荒らす結果となった。当初 1kWh40 円の買取

価格が付いていたメガソーラーの開発のため、山を買って大規模に造成を行い、水の流れを変えるため水路も造るなどした。こうした大規模な土地造成は、土砂災害などのリスクも高める。太陽光パネルに台風が直撃して破損すると、有害金属が土中に入る恐れもある。今、環境省も旗を振って、地域脱炭素の先行地域を設定するという政策を進めているが、屋根置き以外の太陽光に関しては禁止する条例を作る自治体も出てきている。洋上風力に関しては、漁業関係者との調整の問題が大きく、それを民間企業だけでやることは不可能なので、これは政府が主導すべきということで「日本版セントラル方式」という形で進められている。(前田)

- 地球のため、人のためになるなら推し進めたらいいのではないかと、楽観的に思っている面はあるが、大規模な発電のための開発が、自分の町でいきなり行われることになったら、住民からすると、分からないことが多く、誰も不安になると思う。できるだけ情報をうまく届けるための工夫を早くから考えておけると、その先の開発や進行も含めてスムーズになる。まちづくり系のワークショップの仕事をしていた時期があった経験から、実は何年も前から決まっている開発計画も、住民にとっては唐突な情報だったりすることは、よくあると感じる。情報発信はしているが全然届いていない、届いていないので寝耳に水だった、それが大きな反発につながる、ということが起こりがちである。再生可能エネルギーについて、知っておいた方が得になる、自分が損にならないということを、日常の中に忍ばせてみんなに知ってもらふ工夫は、技術発展の取り組みと並行して重要ではないかと思う。最近流行っているリビングラボの取り組みも、こうした課題に合うかもしれない。(山田)
- テクノロジーが進化すると、今後、ものすごく効率のよい再生可能エネルギーの産出の仕方が出てきて、例えば 100 年後、「昔は山一面切り開かないと十分なエネルギーが得られなかった時代があったんだよね」という話になるかもしれない。とすれば、どう撤退するのかというところまでを考えに入れたいといけない。今はものすごく大きな風車を使っているけれど、将来的にはもっと小さいものでできるようになったときに、この大きいモノをどうするのか。「環境産業遺産」のようにそのままそこにあってよいのか、それとも撤去しなければならないのか。イノベーションは、みんなが思う以上に指数級数的に発展するので、ここは考えておかなければならない。(松島)

### 災害へのレジリエンス、国外依存のリスク

- 化石燃料を今ほぼ海外に依存している中で、再生可能エネルギーを拡大することは、エネルギーの安全保障を高めようとする動きである。だから、再エネをまた国外に依存するという方向は難しい。国内でも、都市部にエネルギーを使う人が集中しているから、完全な分散は現実的ではないが、今後予想されている地震などの災害を考えると、大規模だけという選択肢も怖い。地域ごとにエネルギーを、何割かがきちんと自給できる状態にしておくことで、3 日なり 1 週間なりサバイブできる状況をつくっておくことは、レジリエンスの観点から言うと、大事なポイントになる。(上田 (壮))
- 日本でも近隣の国々と送電網を結ぶ、「アジアスーパーグリッド」という構想がある。他の国と結ぶというのは当然リスクヘッジになる部分はあるが、電力を外国に依存するのは、かな

り運命共同体にならない限り難しいところがある。欧州でも、ロシアのウクライナ侵攻で、ガスパイプを直接ロシアから結んでいる国で、ロシアがガスの供給を絞ったため電力危機のような状態になってしまった。ああいうことが起きる可能性を考えると、自国の中である程度完結させないといけないという議論になるのかなと思う。(前田)

- 融通し合う範囲が、どの範囲になるのがよいのかは、気になるポイントである。分散型だと単体でここがつぶれたら終わりというリスクもあるが、融通し合うと、範囲が広がるほどリスクが高まるというのもある。そこをこれからどうやって考えていけばよいのか。基本的に国外と結ぶリスクを取るのには、日本にはあまり向いていないのではないかと感じる。(松島)

### メンテナンスの大変さ

- 再エネでは大規模集中型と言っても、例えば原発の1基分に相当する出力を得ようと思えば、面的に広がることになり、メンテナンスが結構大変になる。ドローンなどを活用する話もあるが、実際人が行って直さなければならないという話になった時に、発電所1個であれば人が常駐していれば済んでいたのに対して、メガソーラーだとそれが例えば8カ所になって、色々見て回らなきゃいけないという話が出てくる。特に洋上風力は海の上なので、メンテナンスはこれから結構、課題になってくる。(前田)

### 長距離の送電によるロス

- 再生可能エネルギーの適地を探していくと、最終的には北海道や東北など、特定の地域に偏在するという問題も出てくる。送電線が長くなるほど当然ロスも増えてくるので、経済的なロスも出てくる。(前田)

### 外部資本の開発による富の流出

- 火力発電の場合、最終的には化石燃料を輸入するために国富が産油国や産炭国に流出してしまうという問題があった。再生可能エネルギーへの転換は、地元で金が落ちるチャンスになる。地元の業者が手がけて電力を生み出し、東京など大都市圏にも送電することができれば、これまで域外からエネルギーを買っていた地方に域内で回る金が生まれるという意味で、地方創生、地方活性化につながる。ところが、これが洋上風力などの大規模なものになり、そこに外部の大規模な資本、それも海外の資本が入ってくると、金が結局外に流出してしまう。(前田)

### サプライチェーンの脆弱性

- 今、太陽光パネルは中国産が7割を占めているし、風力発電の風車のブレードも日本企業はほぼ撤退した形になっている。今後、太陽光や風力が大量に日本に入ってくる際に、そうした脆弱なサプライチェーンに依存せずに、いかに日本企業がシェアを取りにいけるかも大きな論点になる。(前田)

## 本当に需要を満たせるのか

- 再生可能エネルギーの大規模なものがたくさん導入されれば、自然条件による変動が大きくなるので、調整力の確保をどうするのかという問題も出てくる。米国のテキサス州などでも、再生可能エネルギーを増やした結果、停電につながったということも起こっている。需要に対して供給を合わせるオペレーションも結構難しくなる。(前田)
- 大規模集中型の再生可能エネルギーとして、ここで挙げられているような電源が、本当に日本で足りるのか。洋上風力でも、日本の近海は深い所が多く、浮体式でないといけないからコスト的に見合うのかなど、まだ色々な議論がある。そのあたり、日本独自の発展をしていかないと難しいだろう。結果的に化石燃料と同じく輸入で終わってしまうのなら、産業的な発展や国民負担の観点では厳しい。また、スタートアップ支援に関わっている視点からは、大規模な再生可能エネルギーの分野はスタートアップがあまり多くはない領域であり、日本があまり強くない分野でもある。今後さらに高齢化していく日本社会の中で、どのようなプレイヤーが牽引するのかという懸念がある。(岩田)
- 気になっているのは、産業の需要家向けの大規模な共有が大変なのではないかということ。そういう分野では、工場の屋根に太陽光パネルを乗せて賄える量でもないし、電気代が上がったら、そうした産業は国外に出て行ってしまう。製造業の現場では、コスト高につながる再生可能エネルギーに反対する意見もある。現状で相当量の電気を買っているので、結果的に電気が高くなる方向での取り組みは起用しがたいという本音もある。日本は社会の中でまだ製造業のウエートが大きくて、分散型エネルギーシステムへの移行においては難点になりうる点を意識しておく必要がある。(岩田)

## ガバナンスをどう効かせるか

- ちょっと衰退気味の日本国としては、大規模発電所への設備投資のような非常にお金がかかるよう意思決定は結構難しくなるかもしれない。結果的に、大規模なものよりは分散型電源の普及が進む。費用補助をすればPVなどもどんどん入ると思うが、一方で無秩序な開発のような方向に行きがちなところもある。トップダウンで大規模集中型の発電を入れるのがよいのか、分散型エネルギーでいくのがよいのかというのは別の問題として、ガバナンスをどう効かせるかというのが社会の合意形成として重要ではないか。(岩田)

## エネルギーの分散化・民主化や、他の課題解決の機会を失う

- 大規模集中型になることによって、エネルギーの分散化や民主化、自治化のチャンスを社会が失ってしまうのではないか。そのことが一番のデメリットであるように感じる。大規模集中型の発電にスケールメリットがあって、そちらが相当程度に安いとすると、分散化しようという機運がないままに、大規模集中型のインフラが整備されて終わり、という感じにもなりかねない。シュタットベルケのような地域の文脈に即したしくみは、ある種の志に裏書きされた経済性が必要だと思うが、大規模集中型の方があまりにも安いとなると、もうそちらでよいのではないかとなってしまいかねない。(松島)
- 10年前、震災と原発事故の後、福島沖に造られた洋上風力の発電所を取材したことがあった。

日本の 10 社ぐらいのコンソーシアムがわずか 1 年半ぐらいで造った。日本にはそういうことができるポテンシャルがある。一方で、例えば神奈川県相模原市の藤野電力のように、市民発のコミュニティー電力がある。自分たちの家の電気は自分たちでつくれるということをも多くの市民に共有し、これまで公的な主体から与えられてきた電気を、自分たちの手に取り戻そうというエネルギーデモクラシーの動きがある。そういう世界を両方とも見てきて、個人的にはどちらも進めてほしい。大規模集中型だけで進んでしまって、自分のエネルギーを自分たちでどのように作るかを学ばなくて済むような状態は嫌だと思ふ。エネルギーリテラシーが大事である。(上田 (壮))

- 脱炭素の一つの特徴は分散化にあるが、中央集権的なエネルギーシステムを維持されると、人々がエネルギーの問題に接するチャンスがなくなってしまう。(前田)
- 日本の場合、今の中央集権的なモデルに大きなプレーヤーがいて、それにひも付いている産業などが、自分の築いてきたアセットが毀損するような変化に対して、ネガティブにロビー活動をして、社会が変われないというジレンマを抱えている。分散型の方がプレーヤーが多い分、変化の可能性が出てくる。(前田)
- トヨタと一緒に日本が全部道連れで EV に遅れるという危惧と同じように、ビッグプレーヤーがプラットフォームをつくって、そこにあまりにも投資したり、コストをかけたりしたことによって変化できないということが起こっているのではないか。(松島)
- 選択肢がたくさんあることを、みんながちゃんと理解している社会であることがものすごく重要。日本でも電力の小売りが自由化され、大手の電力会社から簡単に移行できるはずなのに、選択や移行が進んでいなくて、新しい電力会社は経営が厳しいという話も聞く。電気を使う側が、電力、エネルギーに関しての知識を持ち、自分で使うエネルギーは自分で選んだり、減らしたりできる、使うだけではない色々なアクションができるという「エネルギー文化」が、とても重要だと感じている。そこで、教育がとても大事になる。小中学校や高校で SDGs は一生懸命取り上げるけれど、その中でエネルギーについて十分に時間をかけられているかは疑問である。(上田 (壮))
- 地域の脱炭素の取り組みをお手伝いしていると、単に CO<sub>2</sub> を減らすだけではなく、脱炭素の選択肢と絡めて地域に固有の課題を解決する話が出てくる。例えば、バイオマス利用が山林の適正な管理や獣害対策につながったり、出てくる炭を使って有機肥料にして農業に絡めたりといった、一粒で何回かおいしいということが考えられるチャンスである。大規模集中型だけで進んでしまうと、こういうことが考えられなくなるのももったいない。(前田)
- 脱炭素の一つの特徴は、分散化にある。屋根置き太陽光を乗せたお宅では、太陽光でどれくらい発電し、どれくらい使っているのかも見えるようになる。製品別の消費量なども見えてきたりすると、家電の買い替えにも意識が向かう。車も電気自動車にして、蓄電池を入れてということになると、自分の家のレジリエンスをいかに高め、災害に備えるかという話にもつながる。大規模集中型の電源を導入して再生可能エネルギーに転換するだけだと、こういう視点は出てこなくなってしまう。(前田)

## 需要側、蓄電の重要性

- 大規模になった時に出てくる不具合に関しては、水力やバイオマス、地熱、風力、そして太陽光など、多様な電源を生かしてポートフォリオを組むこと自体が、リスクの分散化につながる。調整力の話については、デジタル技術を生かしてしっかり管理をしていく。また、オペレーションを簡素化して、使いやすくすることも大事。デジタルは、発電側だけではなくて、人に届ける時にも、HEMSのように、ユーザーインターフェースを分かりやすくするところにも生きてくる。今までの再生可能エネルギーの議論は、どう発電をするかという論点为主になってきたが、世界の動きも含めて見ると、需要側の動きも重要である。教育の話にもつながるが、個人も含む需要側の喚起をうまくしていくことが、大規模集中型であれ分散型であれ、再生可能エネルギーを受け入れる土壌を耕すことになると思う。その上で、脱炭素時代においては、エネルギーを余らせてどう貯蔵するかというところが、多分恐らく一番重要になると思う。化石燃料は、地球が貯蔵していたエネルギーを今、掘り出して使っているわけだが、余った再生可能エネルギーを、例えば水素にしたり蓄電池に貯めたりして利活用を考えていくと、大規模発電でも分散型の発電でも、問題の解消につながるのではないかと。(前田)

## 大規模集中型と自立分散型は両方とも必要

- 大規模集中型と自立分散型は、両方必要であって、対立軸ではないと思う。例えば、沖縄の与那原では、中高生時代にエネルギーリテラシーの教育を受けた人たちが大学生になって、地域でエネルギー事業のシュタットベルケを起業している。再生可能エネルギーのビジネスは、割と収支の見通しが立てやすく、比較的起業しやすい面がある。彼らはエネルギーの仕事を一辺倒でやるわけではなく、例えば保育士をやりながら、シュタットベルケの役員をやるとか、働き方にも未来を先取りするようなビジョンを持っていて面白い。大規模集中型もあり、1軒単位の家でやる小規模なものもあり、また地域でのエネルギービジネスもあるような多層であることが大事だと思う。(上田(壮))

## 長期的な社会の変化の中で考える必要性

- 最近、核融合のスタートアップなどにお金が集まってきて、2040~2050年頃に実現できるのではないと言われてしている。核融合がもしも実現されるならば、ある意味無限のクリーンエネルギー源を手に入れられることになるかもしれない。太陽光や電気自動車がどれだけ普及するか予測できてこなかったことも考えると、現在の延長線上で将来の政策とかを描くには結構難しいと思う。太陽光では面積当たりエネルギー密度は低いので、山林などの土地利用の在り方として正しいのかとか、新しい技術が出てきて今の太陽光施設がリプレースされる時の廃棄についてどう考えるかといった点が、これから準備していかないといけない論点だと思う。(岩田)
- 長期的で大きな話をすると、21世紀は全面的なデジタル化が進む時代である。インターネットすらも本当はまだ始まったばかりかもしれない、3次元の今メタバースと言われていたようなものが、100年後から考えれば実はインターネットだった、というような話だと思う。モ

ノではなくデータ、情報を動かすことによって社会を動かしていく方向にどんどん変わっていく。クラウドの世界は、大量に電気を消費するから全然無料ではない。今まではモノでやっていたことを、例えば音楽もデータで聴く、ストリーミングで聴くようになると、どんどん電気を食う。デジタル資源は、使ったら終わりではなく、無限にコピーして誰にでも与えられる。それを裏側で支えるエネルギーも、有限なものから再生可能エネルギーという、ある種、潤沢なものに変化していく。この2つはあまり結びつけて考えられないけれど、両者をカップリングする議論は、もっとあってもよい。文明論的に、ある種の必然としてデジタル化と再エネ化は今一緒に進んでいる。こうした社会観、文明観について、僕ら人類が進んでいく方向として、社会の中である程度理解があった方が分かりやすいと思う。(松島)

- 北米や欧州のスタートアップやイノベーションの世界を見ていると、社会が変わっていくのは当たり前だと思っている。FIT(固定価格買取制度)の導入で再エネ賦課金が入り、電気代が上がったけれど、みんな何となくそれなりに暮らしている。結果的には再エネの導入が進み問題も起こっているけれど、よい点もあると思う。日本社会は、ネガティブな影響にフォーカスしがちな傾向にあるが、あまり保守的にならず、社会は常に変わるという前提でやっていくべきだと思う。例えば今、化石燃料をこれだけ輸入しているのはエネルギー安全保障の面でも危ういが、再エネが普及すればその問題が解決するなど、ポジティブな影響もあるだろう。そうした面も考えながら社会の変化を受容していくことになるのではないか。受け取り方の問題、スタンスの問題かもしれないが、再エネが普及してあまりネガティブな影響は多くはないと思うし、それに対して社会側が対応して変化していけばよいと思う。(岩田)

#### 【脱炭素化技術等の専門家によるコメント】

A 日程の議論を傍聴(または録画を視聴)した脱炭素化技術等の専門家に、事後にコメントを寄せてもらった(所属・肩書は当時のもの)。

- **功刀基氏(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 主任)**

必要なエネルギーをすべて再生可能エネルギーで発電しようとしたとき、現状から考えると安定的な発電が難しいことが予想される。特に災害が他国より発生しやすい日本では、発電できなくなる頻度が他国に比べても多いことが予想される。そのため、如何にして充電するのかといったことは、一つのポイントになってくると考えられる。

また、国内で発電した再生可能エネルギーで必要な電力の多くを賄うと想定すると、日本の至る所(海上も含めて)に発電用の装置を設置する必要がある。その場合、景観が損なわれることは容易に予想されるが、それだけでなく自然環境への影響も大きくなり日本の農林水産業への影響も大きくなると考えられる。

さらに、発電装置のサプライチェーンの多くは海外メーカーから構成される可能性が高く、日本の産業への影響も大きいと考えられる。

つまり再生可能エネルギーを大きく用いようとする電力構成比の問題だけでなく、日本の食料自給率や産業構造などとの関係も考慮していく必要があると考えられる。

一方で電力消費量を減らすことができれば、上記のような影響をより少なくできる。そのため、

如何に減らすかということも常に検討していく必要があると考えている。

● **田川明広氏（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究推進室 技術主幹）**

○エネルギー分散化について

WS の中で議論にならなかった視点を述べたいと思います。エネルギーの分散化を否定するものではなく、違う視点で述べるというものです。

エネルギーを分散化することがリスクを分散していくことになるということは、あくまで電力供給側視点では正しいと思いますが、電力需給側視点からはリスクを負わせられることとなります。

例えば、完全に分散化された電力でエネルギーが賄われる町を想像した際に、その町に災害があると、これまでのように大電力会社が数日で復旧させるというようなことはなくなる可能性があります。

そうすると、結局は、送電網をグリッド化してネットワーク化しておくことは必須だと思いますし、発電手法の議論だけでなく送電網の議論もセットで行わないと片手落ちになると思います。

また、現在の電力会社が実施しているような同時同量で電力供給することが最も効率的なはずですが、再生可能エネルギーがメインとなった場合、バッファとしての余剰電力を持つ必要があるか、火力発電所のような発電量をコントロールできる方法を持ち続ける必要があるため、逆に非効率である可能性があります。

その場合には、蓄電することになるのですが、結局はエネルギー効率をどんどん下げることにもなります。

○日本にあったエネルギーミックスの議論を

再生可能エネルギーとして太陽光や風力にスポットが当たりますが、それぞれメリット、デメリットがあります。また、世界の潮流が、日本に最適では必ずしもないことから、エネルギー資源、サプライチェーン等総合的な議論が必要で、本 WS はその視点で議論がなされ有意義であったと思います。

ただ、やはり原子力の視点を避けているようにも思われます。すでに米国では小型モジュール原子炉（SMR）の発注がなされ、原子力も地域分散可能な電源となっています。

オイルショック時の際に議論された、原子燃料のリサイクルによる資源確保という視点をもう一度、日本国内で真剣に議論する時期ではないかと思っています。

● **森俊介氏（国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター 研究統括）**

今回のテーマは、大規模集中型の再エネと、分散型の再エネであった。最初は大規模集中型（火力、原子力発電所など）と、再エネ分散型の比較を予想していたが、そうではなかった。両者のメリットデメリットの比較は、この問題の専門家以外には少し難しかったかもしれない。結果として、実際に導入の経験のある前田氏に議論のリードを任せる形となってしまったように思われる。

分散型再エネは、建物や市町村など地域に密着し、地産地消的な使い方をされるものが想定され、これに対して集中型再エネはメガソーラに代表されるよう、当初から系統への連携と遠隔地

への送電を想定している。細かなことを言えば、何 V の送電系統に接続するか、というテクニカルな問題があるが、これはこのワークショップの趣旨ではない。

集中型再エネの中でも太陽光や風力のような変動のある電源では、集中させると天候の変動がそのままいっせいに影響してしまうことになる。そのためこれを補償するような設備が必要になる。現在はガスタービンなど火力発電であるが、CO<sub>2</sub> 炭素中立化のためには蓄電池を大量に配置することになる。ここで、電力の専門家には、大規模蓄電池は重量もあり、立地条件が制約されることもある、という指摘もある。現在では蓄電池の設置も限られているので問題ではないが、今後、普及に従い土地資源の競合は念頭に置くべきであろう。

PV では、発電のための土地は放棄耕作地や、農地の上に設置するソーラーシェアリングを進めればよい、とする見解もある。実際、面積当たりの付加価値は、農業よりも売電の方が高い、とする試算も多い。これは、農作物は年数回の収穫であるが、売電はほぼ年間を通じて収入源となるためと思われる。しかし、それが望ましい姿かどうかは別の議論である。変動性のある電力の大量導入は、変動分を補償する手段もまた大量に必要となる。そのコストをどこまで受容可能かは、2022 年 3 月 21-23 日の節電要請に多くの企業や消費者がはらはらしたことを思い出すべきであるが、今回のワークショップではその話は出なかった。また、変動制電源があまりに多いと、価格の変動も大きくなってしまふことも忘れるべきではない。

では、「均し効果」のある分散型がよいのか、というと、これは地産地消が原則なため、地域での余剰電力を逆流して送電することになる。この余剰電力は安定的ではなく、地域の小規模事業者が他地域の電力不足を補えるほどの余剰設備はあまり抱えないのではないかと、と思われる。

両者を同時解決する方法があるとすると、事業の分散化による競争の促進とは逆行するが、電気事業者が基本的に再エネ発電設備を保有し、設置場所は地域からレンタルし、また設置料を設置場所に支払う、という配置、すなわち電源は分散型でも事業は集中型、という形であると全体マネジメントが容易になる。ただし、この形では、FIT でも指摘のあった「設置可能な資源を持つ富裕層がますます利益を得、設置のできない所得層の人々が賦課金を支払う」という格差拡大の歪を残す可能性も残す。

このように、技術の問題というより、安定性や分配の公平性の問題をクリアする制度設計をきちんと議論すべきである。

エネルギー供給の問題は、常に需要サイドの変化の問題と一体であることは忘れるべきではない。

## 6.2 B 日程（2023 年 1 月 19 日）の結果

### 発電施設自体の環境問題、災害誘発などの問題

- 北海道にいと、この問題は日常よく出る話題である。結局土地が広く、人が少ない所に集中することになる。例えば、国立公園やラムサール登録湿地として、非常に貴重な自然とされている釧路湿原の周りでも、メガソーラー開発のために土地が買われている。もし実際に、そこにソーラーパネルが置かれたとすると、釧路湿原の南側が全部真っ黒になるという状態になってしまう。道東でも、風景がどんどん変わっていて、道沿いの森は伐採されて、メガ

ソーラーだらけになっている。そういった中で、自然環境に関心を持つとか、危機感を感じる出発点になる原風景とか自然観といったものが、世代によって大きく変わってきてしまっている。倫理的に駄目かどうかとか、公平性や権利などの基準も、多分変わってきていて、かなりの速度で世代間ギャップができてしまっていると思う。(有坂)

- 太陽光パネルの廃棄に伴い、有害物質が不法に処理されたり、環境汚染につながったりといった影響も懸念される。洋上風力のように海に大規模に設備が造られるというのは、生態系にどこまでどのような影響があるのかは、計算し切れないだろう。海産資源に恩恵を受けている日本にとっては、経済的にどのように影響してくるかも気になる。(白木)
- 有坂さんが話してくれた「北海道では、もうすでに景観がどんどん変わってきている」という危機感と、私の周りでソーラーパネルが建って風景が変わっているという感覚とではレベルが全然違うと思う。主に電力の恩恵を受けている都会の人たちは、危機感を持ちにくいのではないか。大規模集中型のソーラーに対して反対運動が起こったとしても、一部のマイノリティーの人たちが声を上げているだけで、全国的な賛同を得て全国的な運動になることは想像しにくい。どういう価値基準を持ってこれからの世の中をつくっていきたいのかというところがもっと共有されれば、連帯するようなことが起こり得ると思う。そうならないと、分断や格差を助長し拡大していきだけになってしまうので、そうならないための市民の運動は大事だと思う。(白木)

### 災害へのレジリエンス

- 北海道では(2018年9月の胆振東部地震で)ブラックアウトを経験した。地域分散型ではなかったのが、大型の発電所が駄目になると全部アウトになってしまった。もし冬に起こっていたら、多数の死者が出ただろうとも言われている。(有坂)
- 災害とか非常時のレジリエンスもそうだし、需給のバランスをうまく取っていくためにも、中央集権的だと難しいと思う。全体が大きな仕組みになってしまうと、小さな単位で管理するのが難しくなり、レジリエンスのない、弱い感じになってしまうという懸念がある。(白木)
- 食の世界でも災害時の流通をどう構築するかが問題である。今、備蓄率が低いし、首都圏直下型地震や南海トラフ地震などが起こると、餓死者が出かねない。停電して冷蔵庫が使えなくなった瞬間に物流網が疎通しなくなり、今のサプライチェーンが崩れてしまう。80億人を食べさせられている要因の一つは、実は冷蔵庫ができたことだとも言われている。停電が一発起こると、一国がつぶれたり、グローバルサプライチェーンが壊れてしまったりするリスクがある。(田中)

### 長距離の送電によるロス

- 送電している間に、遠ければ遠いほどロスが出て不効率なのに、人口が少なくて文句を言われなさそうな所に発電所を造って、ロスを垂れ流しながら送電するというのは、非効率でもある。(有坂)

## 労働の問題

- まず考えたのは労働者のことである。再生可能エネルギーの開発や保守にたくさん的人数が必要だということで、釜ヶ崎のような寄せ場を想像した。労働者が技術を持ってしっかり自分自身の幸せを築きながら働ける環境になるのかどうか。現在、労働者は不足しており、外国人の人たちが私たちの電力をつくってくれるというようなことになるのをどう受け止めるのか、ということも気になった。評価枠組のマトリックスでは、公平性や権利でもあるし、生活の質の問題でもある。外国の人たちとも協力的に連携しながら経済や生活が回っていくようにするには、といったことを考えると、民主主義とか地方自治とかにも関わってくる話になる。(上田 (假))
- 建設やメンテナンスに労働者がたくさん必要だということで、本当にできるのかということを感じた。ものすごいコストがかかるとすると経済的な負担も増していくだろう。働く人たちの権利を守るために賃金を上げないと働き手がいなくなり、そうするとさらにコストは上がっていく。結局、負担が増えることにもつながっていく。(白木)
- 原発事故があったのでご存じだと思うが、日雇いの人たちがたくさん原発の労働に関わっている。雇用が生まれること自体はよいかもしれないが、1カ所に集中していると、私たちはその存在と随分切り離されてしまう。釜ヶ崎の日雇い労働者がどんな人生を歩み、どんな喜びを持っているかというようなことが知られずに、怖い人たちだとか、社会に不適合な人たちだと思われるような分断を生んできた。外国の人を働かせるようになると、また文化の違う人たちと分断を生むようなことにならなければいいのだが。大きな資本は、何段階もの間があって、途中で利益が抜かれていく。末端の人たちにはわずかなお金しか行かない、といういつもの仕組みを変えていかないと、どうにもならない。(上田 (假))

## 外発的開発の問題

- 北海道に限らず地方は大抵同じだが、本社は首都圏にあって、北海道にあるのはその支社とか中小企業ばかりで、決定権も資本も相対的に脆弱である。北海道内で洋上風力発電の開発をしようとしている企業は、北海道内の企業ではない。日本の企業だけではなく海外の企業もある。ポテンシャルが高いからと言って、北海道にお金が落ちるわけではない。結局は今お金を持っている人たちが巨大な投資をして、その人たちが自分たちのいない場所で得たお金が流れていくことになる。風景はその土地に住んでいる人の共有財産なのに、お金を持っている外部の人が土地を買って、いくら改変しようとも誰も文句も言えず、地域の人たちには一切お金が落ちないというのは、理不尽である。(有坂)
- 地域が草刈り場になってしまい、地域が活性化しないのは問題。社会的共通資本、コモンズに対する挑戦である。資本主義の負の側面が加速化していく可能性がある。民泊ビジネスでも同じ話があって、Airbnbのようなプラットフォームが各地で旅行客を取るが、宿がある田舎の町にはお金が全く落ちない。ある種、グローバルプラットフォーマーによる搾取が批判されている。それを受けて、最近では、オーナーがその土地に住んでいる人に限られるフェアビーアンドビー (Fairbnb) という新たなプラットフォームも出てきている。(田中)
- 電力やエネルギーの需要がどんどん増えていくという前提に立っているところも気になる。

需要が大きいのは都会で、生産している地域の需要は都会と比べたら割合が低いのだが、環境的にネガティブな負荷を受けるのは、そうした地域になる。開発の影響で原風景を壊されてしまっている地域の人たちにフィードバックされるシステムがないと、不公平感があると思う。(白木)

- お金でフィードバックするのではなく、そもそも壊してほしくない。それでも、やるのだったらフィードバックしてほしいが、地域には決定権がない。(有坂)
- 食の分野では、食料安全保障と食料主権という話がある。食料主権とは、食料を生み出している人たちの権利が守られているかという問題である。私が関わっているような途上国の生産者の人たちが貧困で食べられないというのは、他の人たちを食べさせる食料を作っているのに、自分たちが食べられないという問題であって、電力でも同じ話があるのだと思った。電力を生み出している地域の人たちや、電力施設を造る生産者・労働者の人たちが、自分たちの生活の質を享受できないという問題があるとすれば、格差はどんどん広がってしまう。(白木)

### 大量消費を是認する価値観の助長

- メガソーラーなどを大規模に開発するという時点で、電気はどんどん使っていいものだという価値観を発信しているのと同じことだと思う。価値観への影響が無意識的に埋め込まれてしまっている。私も、規制、キャップをかけることが必要だと思う。今、電気代がすごく高くなって、職場のスタッフも「電気を使いたくないから、着込んで仕事しています」と、毎日言っている。電力消費を変えないことが是であるという前提ではなく、そうではない方法があり得るということ、今、体感し始めているのではないか。脱炭素も地球の持続性を高めるためにやろうとしていることなのだが、大前提の価値観自体が見直されないと、本末転倒のようなことが起きてしまう。環境だけでなく、人の生活や調和、ウェルビーイングなど全て揃ってのサステナビリティなのだが、そこが包含されないままに、環境破壊を起こしてきた価値観のまま課題解決しようとする、結局課題は解決されない。大規模・メガソーラーなのか、分散型なのかを考えるには、大前提となる考え方や価値観の違いがあるから、それをもうちょっと明確に打ち出すべき。私たちは、どちらを選択するのかということを決めなければならない。(白木)
- 価値観ということでは、「なんで便座が温かくないといけないのか」という話を思い出す。別に便座は温かくなかったっていいんじゃないかというように、もっと自分の考えていること、思っていることをみんなと話していければと思う。(上田(假))
- よいことではないと思いつつ、あえて言うと、大規模に集中させることで一気に何か技術的なことが進むとか、世の中の変革が起きるということはある。多くの人にとってプラスになるような変化を起こすには、ある程度の資本が必要だということがあるとすれば、分散型ではそれが難しい、という問題があるのではないか。今の科学技術の開発の在り方や方向性が、分散型を許さないという面があるとすると、それをどうすればよいかということは、一方で必ず問われてくる。(有坂)

## エネルギーの作られ方が意識されなくなる

- 1カ所に大きな施設ができて電力が供給されると、あまりの見えなさゆえに、私たちはその電気がまるで魔法のように生み出されるように思ってしまうのではないか。地域のそれぞれの場所で、色々な仕方で電気がつくられていれば、「ああ、おひさまがあって、電気ができてるんだな」とか「ああ、あの車に貯まっていつているんだな」というように、暮らしと電気が近づくような形になって、電気を大事にしたり、みんなと分け合うことを考えたりするようになると思う。(上田(假))
- 食の問題でも、肉の塊のように出来上がってしまっていると、命がよく分からないということがあるのと似ている。多分、構造は一緒だと思う。(有坂)
- 生産と消費の分断が、種としての人類の平均寿命を延ばしたかもしれないけれど、それが個としては不安や脆弱性を生んだという話が、電力の世界でもあるのだと感じた。これは電気だけでないと思う。(田中)

## あるべき技術開発や社会の方向性

- 今年(2023年)のCES(コンシューマーエレクトロニクスショー)に行ったのだが、SHEMS(スマート・ホームエネルギーマネジメントシステム)などのエネルギーマネジメントの提案がますます増えていて、そこではサムスンやLG、SKなどの韓国勢が首2つぐらい抜けていた印象だった。それがメガの方に依存するのか、分散型の方に依存するのかは分からないが、今、家電などバラバラでつながっていないところが、一気に規格化してつながるようになってきている。韓国勢が、エネルギーマネジメントとエンターテインメント、ヘルスケア、フードなども絡めて、全部押さえにきているように感じた。日本企業の存在感はほぼなかった。CESでは“Human Security for All”というテーマが掲げられていて、人々の安全を守るために使うという方向、分断を生まないように使うという方向に、テクノロジーは進化していく兆しも感じた。そこに乗り遅れる企業・国と、そうではない企業・国でまた差が生まれる。(田中)
- 資源やエネルギーもかけないような技術開発、分散型でやれる範囲での技術開発が必要だという認識に向かうために、どのような基準や規制が必要なのかと考えることができるとよいと思う。日本も、例えば公害対策などで、規制の中でそれをクリアするために、ある種の技術がすごく進んだという経験は今までもしてきている。規制されることで初めてよいものが出てくる、その範囲内でやれる技術が開発され、それがサステナブルなものとして広がるような感覚をもう少し出せないか。(有坂)
- 今年(2023年)、G7の気候・エネルギー・環境大臣会合が札幌で開かれるのに合わせて市民側からの動きを準備しているが、日本以外の国のNGOの人などと話すと、もっと反対の意見をストレートにぶつけるべきだと言われる。それが多分国際NGOのスタンダードな在り方だと思いつつ、日本人の習性や感覚から言うと、ストレートにぶつけることへの居心地の悪さや、逆に(相手が)聞く耳を持たなくなってしまうのではないかという感じがある。ものはもちろんはっきり言っていくべきだが、言い方は考える必要がある。例えば北海道で気候変動の話をする時には、メガソーラーなどを生物多様性、自然環境との関わりの中でどう

進めるかを考えることによって人も豊かになる、というように、技術よりは、人々の価値観に訴える働きかけが市民としては重要だと思う。(有坂)

- その土地にずっと住んでいて移動する場所がない人たちにとっては死活問題だが、色々な所に移動できるサービスが増えてきて、何拠点かで住めるような社会に変わってくることもあれば、市民の動き方も変わってくるかもしれない。元からそこにいる人で動ける人、動けない人、これから来る人などと、これから市民の声はますます一枚岩にはなりづらく、単純な反対運動では抗えないだろうと思う。(田中)
- 釜ヶ崎は色々な運動があって、私は、本当に社会的に弱い立場の人たち、動けない人たち、あるいは動かざるを得ない人たちが、社会や未来のことを考えながら一緒にコミュニケーションを取っていくような運動をしていければと思っている。他にもっと大きく、経済と政治と環境を結び付けるようなことに注力する人たちも必要だし、そうした色々な立ち位置の人がその立場でできることをしながら、時々、今日のように集まって話す機会も作っていくことが今後必要なのではないかと思う。(上田(假))
- 市民の声を真面目に聞ける仕組みが必要なのだが、企業と市民が対話しても、企業には株主がいて四半期決算の中で動いているから、対話はすれども動けない可能性が高い。市民でもある資産家と、その資本を預かって運用しているファンドなどがぐるぐる回っている、ややこしい構図を平場に出せないかということは、みんなが考えていると思う。本当に市民の声を聞いて、それをちゃんとアクションにできるような新しい企業体、例えばシュタットベルケのような企業体が必要な気がする。(田中)
- 結局、新自由主義の中で、何でも OK となってしまうところが弊害になっている。規制と言うと聞こえが悪いかもしれないが、それを「OK じゃないよ」と言う市民の声が、そのルールを変えていくことになる。市民の色々な声をどう意思決定に反映させていくか。やっぱりその仕組みが大事で、日本は、その仕組みづくりが非常に遅れていて、それをつくっていかないといけないのだと思う。評価枠組のマトリックスでも、政治のところ民主主義の話が出てくるが、そこに直結する話だと思う。(有坂)
- 評価枠組のマトリックスの中でうまく当てはまらないと思うのが、人が自分で考えて、人がちゃんと人としてある、というような基準の話である。こうしたものは、評価枠組の中でどこに位置づけられるのか。自由意思で、自分が決めているように見えるものも、外からレコメンドされている結果だったりする時に、人間とは本来どうあるべきなのかを主張できる権利のように、人間が本来持つべき自分である権利が保たれるかどうかといったところは、「公平性・権利」の中に含まれるかもしれないが、評価枠組の中に含まれていた方がいいと思う。(田中)

#### 【脱炭素化技術等の専門家によるコメント】

B 日程の議論を傍聴（または録画を視聴）した脱炭素化技術等の専門家に、事後にコメントを寄せてもらった（所属・肩書は当時のもの）。

● **黒沢厚志氏（一般財団法人エネルギー総合工学研究所 研究理事・主席研究員）**

集中電源とは、大規模再エネ電源の意味と、分散型システムでない電源システムの両方の意味で使われていることを理解するのに時間がかかった。分散電源システムと、再エネの話は分けて議論をしたほうがよかったように思う。

地方の風景に再エネが大量導入されていることが日常になっているという意見には同感。また、都会の資本を持っている人が資源の豊富な（人口が少ないこともあり）地方に来て、資源だけをもっていき、お金を落とさないシステムになっていることにも同意する（エネルギーと食料の共通性を含め）。

インフラの点からは、集中型を前提として作った送電インフラは分散型にも使えるので、少なくとも当面の間は、集中型の発電設備と分散型の発電設備との共存を図るべき。

景観の問題や、エネルギー施設の社会受容には、興味をもって取り組んでいる。先日参加した学会でも、地方条例は、以前は再エネを促進するものが多かったが、現在は無秩序な開発を抑制するものが増えているという実証研究の報告があった。また、個人的な趣味でいろいろなところをウォーキングしているが、このようなところにまで太陽光パネルがあるのか、といつも驚いている。参考として、下記 WEB リンクもご参照いただきたい。

（参考）

- ・ PV や風力の社会受容 IEA EGRD ワークショップレポート（IEA の活動。日本代表をしています）

<https://userstcp.org/wp-content/uploads/2021/02/4-EGRD-Public-Acceptance-Executive-Summary-final.pdf>

- ・ 洋上風力 秋田での学生ワークショップ（間接的にお手伝いしています）

<http://akita-nct.coop-edu.jp/event/7787>

● **田崎智宏氏（国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環領域 室長）**

まず、「ELSI の観点から最も切実な問題」というのが実はあまり想定できなかったです。オペレーションが難しくなるとか、設置時の環境アセスが不十分で問題を引き起こすとか、そういった課題はありますが、いずれ経験により改善されていくので、過渡期の問題であり、大規模普及するまでに改善がされるのではないかと思えました。大規模普及ということに特有の問題としては、発電設備に必要となる資源の不足・独占・価格高騰などがありますが、これが一番の大きな問題かというところでもないと考えます。

おそらく大きな問題というのは、マクロな外部環境がどう変化するかによって異なるのだと思います。その意味では、再エネ大規模普及＋外部の不連続な変化の組合せによって、最もクリティカルになる問題が決まるのではないのでしょうか。とりわけ、外部の不連続な変化が同時に複数生じた場合に生じる問題のなかにクリティカルなものがありそうです。

また過渡期の問題だからといって捨象するという自分自身の意見もやや気がかりです。最初の 10 年フェーズで注意すべきこと、その次の 10 年フェーズで注意すべきこと。通時的に ELSI を評価するだけでなく、それらを時間フェーズに落とし込むことも大切そうです。

持続可能な消費と生産の観点からすれば、社会インフラの変容に対して適応していく人々の実

践行為があるため、先読みが難しい部分があります。ELSI では様々な評価軸があり、単純な TA とは異なって 1 回やって終わりではなく一定期間の間隔をおいて実施する必要があるように思えました。

(各論についての指摘)

- ・ 太陽光発電のリサイクルについては廃棄費用の積立が検討されたもの、家庭系の小規模なもの(10kW 未満)は対象外となったこと、取り外し・解体からリサイクル・残渣処分までの総費用をカバーできないという課題があります。
- ・ 日本の太陽光パネルは事業系が多く、この悪影響は小さいと考えられそうですが、都内など家庭系のものが多い(7割)地域もあります。地域的には廃製品の収集がうまく機能しなくなる懸念があります。
- ・ この意味では、大規模再エネ・シナリオの方が、分散型シナリオと比べて廃製品の回収・リサイクルの問題は緩和できると考えられます。一般論的にいえば、分散型、非画一性が増せば増すほど、静脈側を担う廃棄・リサイクルの困難が増し、資源の有効利用は限定的になりそうです。

● **長野浩司氏 (一般財団法人電力中央研究所 特任役員)**

本来の主題「電力(大規模再エネ大量導入)」から離れて、対象が「分断と格差」「市民とは」といった現代社会論になりましたので、これらの点については私ごときが「専門家」として何かを申し上げるべきではないと思っております。

ただ一点、ウォシュレットの話題が出ましたが、排出量低減にとっても省エネとしても、生活水準(効用)の切り下げというのは最終手段と考えるべきであって、他にできることを全て徹底的にやり尽くしてもなお足りず、それでもさらに何かやらなければならない、という決定的局面になって初めて考えるべきことだ、と思って聞いていました。

あと、強いて言えば、「分断と格差」の議論は気持ちの入った面白いものでしたが、いま一步の深さや広がりをも求めたい思いで聞いていました。大企業だからいろいろ中抜きされて無駄が増える、というのはよく聞く見解ではありますが、それが社会の各層に公平かつ効率的に広く分配されていくのであれば、同じことを小規模分散型でやるよりもはるかに効果的に働くはず。また、広域送電線や蓄電池など「運ぶ/貯める」だけで「何も生み出さない」設備の設置とその費用は誰がどう負担するのか、という Dimension での分断や格差に触れられなかったのはいかにも残念でした。

でも、2 時間があっという間でした。良質の議論を体験できたことについて御礼申し上げます。

● **樋山千冬氏 (国立国会図書館 調査及び立法考査局 外交防衛課長)**

太陽光発電の急速な拡大に伴う乱開発や景観の破壊のもたらす影響と意思決定や利益配分のあり方について議論されました。開発に地域社会が関与することの重要性は洋上風力発電にも当てはまりますが、「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律」の下における枠組みでは、地域との調和についてステークホルダーとされるのは基本的に漁業者や船舶の関係者であり、「市民」の関与は明確ではありません。また、漁業者といっても、沿岸と

沖合では操業のあり方が異なり、生態系への影響調査も異なったものが求められます。欧州では洋上風力発電が先行していますが、遠浅の地形、海底油田の開発が進んでいたこと、漁業のあり方が日本と異なるといった事情から、単純にその経験をなぞるのは難しい一方、地域における合意形成のあり方はなお参考になるところもあります（堀史郎・福岡大学教授らの研究による）。日本の洋上風力発電を進めるには、「市民」の間で客観的な知見が蓄積され共有される仕組みが必要になるでしょう。関連して、電力消費を地域で行うというアイデアが提示されました。洋上風力発電による電力を地域で利用する例としては、日本では千葉県銚子市等に例があるようですが、今後、送電線や基地港湾の建設を含めた洋上風力発電のための開発が避けられません。これらの経験を踏まえつつ、現在の合意形成の枠組みを超えていくことが不可欠でしょう。

TA レポート

# 電気自動車・再生可能エネルギーの ELSI

2024 年 3 月 31 日 発行

執筆者 三上直之（名古屋大学） 第 1 章・第 4 章・第 6 章

江守正多（国立環境研究所） 第 2 章・第 5 章

ハルトヴィッヒ・マヌエラ（国立環境研究所） 第 2 章・第 5 章

松浦正浩（明治大学） 第 3 章

八木絵香（大阪大学） コラム

表紙デザイン 上田寛人（coban.lab）

インクルーシブデザインワークショップ協力 NPO 法人 Collable

TA 企画運営 三上直之、八木絵香、松浦正浩、ハルトヴィッヒ・マヌエラ、江守正多

TA 運営事務局、レポート編集 郡伸子（名古屋大学）

脱炭素化技術 ELSI プロジェクト [\*研究代表者、\*\*グループリーダー]

江守正多\*、朝山慎一郎（国立環境研究所）、林岳彦（同）、ハルトヴィッヒ・マヌエラ、  
杉山昌広（東京大学）、佐野亘（京都大学）、三上直之\*\*、八木絵香、松浦正浩、  
渡邊理絵（青山学院大学）\*\*、森川想（東京大学）、佐藤圭一（一橋大学）

所属はいずれも 2024 年 3 月現在のものです。

編著者 脱炭素化技術 ELSI プロジェクト TA グループ

発行者 脱炭素化技術 ELSI プロジェクト

連絡先 〒464-8601 名古屋市千種区不老町

名古屋大学大学院環境学研究科社会環境学専攻環境政策論講座 三上研究室内

E-mail [info@citizensassembly.jp](mailto:info@citizensassembly.jp)

---

本レポートは脱炭素化技術 ELSI プロジェクト（JST-RISTEX RInCA プログラム「脱炭素化技術の日本での開発/普及推進戦略における ELSI の確立」研究開発プロジェクト、研究代表者・江守正多）の成果の一部です。本レポートの記述は、執筆者や発言者など個人の意見を含んでおり、必ずしもプロジェクト全体としての見解を示すものではありません。

