

電気自動車と環境

中村 都

Electric Vehicles: The Not-so-green Reality behind the Green Agenda

Miyako NAKAMURA

1. はじめに

日本政府は2021年6月、「2035年までに、乗用車の新車販売における電動車比率を100%にする」という目標を掲げた（「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」）¹。電動車とは広義の電気自動車（EV [Electric Vehicles]）を指し、日本も締約国である気候変動枠組条約・パリ協定（2015年採択、2016年発効）²に則り、CO₂など温室効果ガスの排出量を減らすため、日本政府は自動車に関し、CO₂排出量の多い内燃機関自動車、いわゆるガソリン自動車から、走行時にCO₂排出のない電動モーターを利用する電動車への転換という目標を設定したのである³。

ここで、電動車の概要をみておこう。電動車（広義の電動車）には、100%電気で走るEV（狭義の電動車）——他の電動車と区別する際には、BEV [Battery Electric Vehicles] と呼ばれる——、ハイブリッド車（HEV [Hybrid Electric Vehicles] またはHV）、プラグインハイブリッド車（PHEV

1 商用車は、小型車については、新車販売で、2030年までに電動車20~30%、2040年までに電動車・脱炭素燃料車100%を目指す、大型車に関しては、2020年代に数千台の先行導入、そして2030年代に2040年代の電動化の普及目標を設定、等としている（経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」）。

2 2020年以降の気候変動問題に関する国際的な枠組みで、世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力を世界共通目標に掲げる。各国が自主的に設定した削減目標を作成・提出・維持する義務と、目標達成のための国内対策をとる義務がある。外務省「気候変動に関する国際枠組み 2020年以降の枠組み：パリ協定」（2022年2月24日）等参照。

3 脱炭素化における電動車の重要性について、「自動車の“脱炭素化”のいま（前編）」資源エネルギー庁、2022年10月28日。

本稿の焦点はEV（BEV）に関わる諸問題であるため、本稿においては、気候変動枠組条約の前提となっている、人為起源のCO₂による地球温暖化という、国連傘下の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の見解——科学的に未決着である——については議論の対象としない。

IPCCの見解および議論の質に疑問を呈する議論として、例えば、渡辺『「地球温暖化」神話』2012年；丸山『21世紀地球寒冷化と国際変動予測』2015年；Koonin, 2024, *Unsettled: What Climate Science Tells Us, What it Doesn't, And What It Matters*, Updated and Expanded Edition [First Published April 2021]（クーニン著、三木訳『気候変動の真実—科学は何を語り、何を語っていないか？』2022年）[原著の“unsettled”とは、温暖化についての議論が決着していないことを意味する]；ジョン・クロザー（John F. Clauser）氏（2022年ノーベル物理学賞受賞）や元IPCC科学者らが署名する「気候緊急事態は存在しない（There Is No Climate Emergency）」宣言について、Climate Intelligence（CLINTEL）参照。

[Plug-in Hybrid Electric Vehicles] または PHV)、燃料電池車 (FCV [Fuel Cell Electric Vehicles]) が含まれる。〈表 1 電気自動車の種類と動力源〉は、広義の EV の動力源を表にしたものである。

表 1 電気自動車の種類と動力源

電気自動車の種類	動力源
電気自動車、EV (BEV)	外部電源から給電可能な電池
ハイブリッド車、HV (HEV)	ガソリンと走行時の発電による電気
プラグインハイブリッド車、PHV (PHEV)	ガソリンと外部電源から給電できる電池
燃料電池車、FCV (FCEV)	水素ガスをエネルギー源に、燃料電池内で水素と酸素の化学反応により発電した電気

現在、電動車の販売状況、すなわち、日本の新車販売台数（乗用車）に占める電動車比率は、どのようなものか。「2024 年版 日本の自動車工業」（日本自動車工業会）によれば、次世代自動車——HV、PHV、EV、FCV、クリーンディーゼル乗用車など——の新車販売台数（乗用車）は、2023 年時点で 53% であった⁴。次世代自動車には、クリーンディーゼル乗用車——従来のディーゼル車より排気ガスを大幅に削減した乗用車——などが含まれるため、新車販売台数（乗用車）に占める電動車のみの数値は不明ではあるものの、日本政府の「2030 年までに新車販売に占める次世代自動車の比率を 50～70% にするという目標」⁵ はほぼ達成していると思われる⁶。

しかも、「2023 年度 乗用車市場動向調査」（日本自動車工業会調）⁷によれば、購入したい車として、「環境に配慮した車」は 86%（「非常にそう思う」と「そう思う」の合計）と上位にあり、次世代自動車のなかでの購入意向は HV、EV、PHV の順となっている。なかでも、EV を 1 位に選択した層は、「家庭用コンセントで充電できる」、「環境に優しいイメージ」、「最先端の技術を取り入れた車」を理由にあげる。この回答からは、今後、EV を含む電動車の販売の伸びも見込まれると言ってよい。

もっとも、国際環境 NGO グリーンピースは、脱炭素化の取り組み——内燃機関の段階的廃止・サプライチェーンの脱炭素化・資源の削減及び効率化——を評価した『自動車環境ガイド 2023 改訂版 世界の自動車メーカーにおける脱炭素化の分析』（2023 年 11 月）において、日本の自動車メーカー（4 社）の BEV 販売実績（2022 年）が世界の従来型自動車メーカー上位 15 社のなかで良好とはほど遠く——ホンダが 10 位で最上位、日産は 11 位、トヨタは 13 位、スズキは 15 位である——、世界最大級の自動車会社であるトヨタの BEV 基軸化への取り組みが非常に遅いと指摘する⁸。グリーンピースは 2022 年にも、トヨタを大手自動車メーカー 10 社の脱炭素化の取り組み

4 「2024 年版 日本の自動車工業」日本自動車工業会。

5 「EV/PHV の普及の現状について」国土交通省・経済産業省。

6 電動車の販売状況には、日本自動車工業会の統計に含まれない輸入 EV 車販売台数を加えれば、より正確な状況把握が可能となる。たとえば、2024 年の輸入 EV 車販売台数は、輸入車全体の 1 割を初めて超え、前年比 6% 増の 2 万 4198 台で過去最高と報道されている、『日本経済新聞』2025 年 1 月 9 日。

7 日本自動車工業会、2024 年 4 月 17 日。

8 グリーンピース・ジャパン、2023 年 10 月（2023 年 11 月一部改訂）。トヨタの環境への取り組みについて、中西 ノ

ランキングで2年連続最下位に位置づけている⁹。しかし、これらのグリーンピースによる順位づけは、BEVの市場がほぼ中国、欧州、米国である（2022年）¹⁰という、市場と自動車メーカーの関係を考慮していないことに注意すべきではないかと思われる。

2022年度における日本の二酸化炭素排出量をみると、運輸部門からの排出量は18.5%である。自動車全体では運輸部門の85.8%を占め、うち、旅客自動車が運輸部門の47.8%、貨物自動車が運輸部門の38.0%を排出している¹¹。したがって、自動車産業と二酸化炭素排出量との関係を否定することはできない。

グリーンピースは、気候変動の原因は温室効果ガスの排出であり¹²、上述の『自動車環境ガイド2023』において温室効果ガスの削減にはBEVの普及が肝要との見解を掲げる。グリーンピースとしては、日本の自動車産業には問題が少なくないのである。

本稿は、狭義の電気自動車であるBEVに焦点を当て、電気自動車におけるエネルギー技術の利用を踏まえ、政府や政府間国際組織¹³、グリーンピースなどのNGO¹⁴が主張するように、電気自動車の利用は脱炭素化、環境の保全に役立つのか、電気自動車と環境との関わりを検討する。

2. 電気自動車とエネルギー技術¹⁵

本章は、電気自動車への注目の要因、そして電気自動車の実用化を導いたりリチウムイオン電池について検討する。

2-1. 電気自動車への注目

電気自動車への政治的・社会的な注目には、2つの要因が存在する。ひとつは、人為起源CO₂による地球温暖化説によりCO₂排出削減が要請されるなか、電気自動車は「走行時にCO₂を排出しない」点である（上述）。例えば、町で見かける電気バスの車体に「環境にやさしい電気バス」と大きな掲示があるのはこの点を踏まえたものであり、電気バスの、市内を走る民間路線バスへの導入を地方自治体が広報に掲載している場合も同様である¹⁶。

もうひとつは、国策である原子力発電——「発電時にCO₂を排出しない」として地球温暖化対策のひとつとされてきた¹⁷——の積極的利用である¹⁸。原子力発電で生じる夜間余剰電力の利用を

ゝ 『トヨタのEV戦争』2023年、など参照。

9 「トヨタが脱炭素化ランキングで再び最下位、グリーンピース調査で」、2022年9月8日、ブルームバーグ。

10 “Battery Bloat Could Backfire on Electric Vehicle Manufacturers,” *BloombergNEF*, August 7, 2023.

11 「運輸部門における二酸化炭素排出量」国土交通省、2024年4月26日。

12 「気候変動」グリーンピース・ジャパン。

13 例 えば、IEA, 2020, *Energy Technology Perspectives 2020: Special Report On Clean Energy Innovation – Accelerating technology progress for a sustainable future*,; European Commission, 2020, *Communication: A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age*.

14 例 えば、気候変動ネットワーク。

15 「リチウムイオン電池 第1回～第3回、第5回」2021年11月29日・12月6日、村田製作所（技術記事）参照。

16 例 えば、大阪府茨木市は、民間バス会社2社による、同市内路線バスへの電気バスの導入（2023年3月27日）を広報に掲載した（2023年3月29日）。

17 原子力発電で冷却に使用した排水は、温排水となり、排水口周辺水域を数℃暖める。すなわち、原子力発電所は排

電気自動車の普及による充電で困ろうとした。すなわち、日本政府・電力会社（原子力発電所を管内に持たない沖縄電力を除く）は出力調整の困難な原子力発電を基礎的電源と位置づけているため、電力需要の減少する夜間の余剰電力を電力会社が設置する揚水発電所による利用、家庭での電気温水器利用に伴う需要に加え、新たに電気自動車の普及による充電という需要の創出を狙ったのである。もっとも、東日本大震災に伴う東京電力・福島第一原子力発電所（福島県大熊町・双葉町）の核惨事（2011年3月）——国際的な原子力事故評価尺度（INES）で最も「深刻な事故」とされるレベル7——により、原子力発電の利用・推進は一時中断されることになった¹⁹。

2-2. エネルギー技術の進歩

他方、こうした政治的・社会的注目を支えた要因は、エネルギー技術の進歩であった。電気自動車は送電網から独立した移動体であり、その動力源は電気エネルギーを貯蔵した蓄電池である。蓄電池——鉛蓄電池など——は貯蔵エネルギー量＝出力に対して重量が過大であるため、従来、その利用は電気エネルギー消費量の少ない電子機器などの小型装置への利用に限定されていた。

電気自動車は当初、ニッケル水素電池を搭載していた。しかし、リチウムイオン電池の実用化²⁰に伴う蓄電池の能力の飛躍的向上——1985年に原型完成、1991年に世界初の商品化、1995年以降のパソコンの普及²¹、1995年～2002年および2007年以降にリチウムイオン電池関連の特許出願件数急増——により、大容量リチウムイオン車載電池での本格的な電気自動車の登場が可能になったのである。

ㄨ 水口周辺水域の暖め装置と化し、局所的な温暖化を引き起こす。このため、同周辺水域の生態系に異変が生じたり、温排水を利用した養殖が行われたりしている。例えば、関西電力・高浜原子力発電所（福井県高浜町）では、稼働に伴い南方系の生物が定着したり、停止に伴い南方系の生物が衰弱したり姿を消したりした（「高浜原発運転停止で海に異変」『舞鶴市民新聞』2012年5月11日）。また、水口『原発に侵される海』2015年、参照。

18 上岡『「走る原発」エコカー』2015年。

19 東京電力・福島第一原子力発電所は事故後、廃止となり、東京電力ウェブサイトによれば、全6基の原子炉は2050年を目処に廃炉中であるが、実際には被災原子炉の廃炉の見通しは立っていない。日本は2025年1月現在、原子力緊急事態宣言（2011年3月11日発出）のもとにあるものの、2024年12月時点で、8発電所12基が運転中である（「原子力発電所の現在の運転状況」原子力規制委員会、2024年12月23日）。

また、国連気候変動枠組条約・第28回締約国会議（COP28）・首脳級会合「世界気候行動サミット」（於：アラブ首長国連邦[UAE]・ドバイ）において、日本や米国、フランス、英国、ウクライナ、韓国など22カ国が「2050年までに原子力発電設備容量を3倍に拡大する」旨を宣言した（2023年12月）（経済産業省「原子力3倍宣言（仮訳）」）。

20 リチウムイオン電池の開発に貢献した吉野彰（よしの あきら）氏（日本）ら3人は、2019年、ノーベル化学賞を共同受賞している（「世界を変えた電池にノーベル賞」『nature ダイジェスト』Vol.16, No.12, 世界をかえた電池にノーベル賞（“Chemistry Nobel honours world-changing batteries,” *Nature*.））。

同電池の原型を完成した吉野氏によれば、受賞理由は大きく二つあり、現在のIT社会実現への大きな貢献、および、環境・エネルギー問題の解決に向けての大きな可能性を秘めた技術のひとつ、ということである（「ノーベル化学賞受賞までの道のりと未来の産業革命ーリチウムイオン電池の開発経緯とこれから」サイエンス・ポータル、2019年11月1日）。

21 パソコン等の普及にはリチウムイオン電池の価格の下落が伴っていた。消費者向け電気機器用リチウムイオン電池（cells）価格は、1995年からの20年間に、6745.8USD/kWh（1995年）から、522.4USD/kWh（2016年）へと大きく下落している（“Evolution of Li-ion battery price, 1995-2019,” IEA, July 2, 2020）。

2-3. リチウムイオン電池の特徴

リチウムイオン電池とはどのようなものか。リチウムイオン電池とは、化学反応により発電し、充電して繰り返し使える 2 次電池——対する 1 次電池とは、使い捨ての電池＝アルカリ乾電池やマンガン乾電池——であり、負極材は黒鉛が一般的で、正極に使用する金属の違いによって、いくつかの種類に分かれる。最初にリチウムイオン電池の正極に使われたコバルトはリチウムと同じく希少金属であって価格が高くなるため、代わりに、エネルギー密度は妥協して、安価で環境負荷が少ない材料としてマンガンやニッケル、鉄なども使用されている。リチウムイオン電池は、鉛蓄電池——1 世紀以上の歴史があり、ほぼ技術が確立していて信頼性が高い——と比較すると、価格が高く、非常に軽いという特徴がある。

こうしたリチウムイオン電池使用の長所は何か。

- ①小型・軽量で高電圧が出せる——鉛蓄電池は 2.1 ボルト (V)、ニッケル・水素電池は 1.2V、ニッケル・カドミウム——略称で「ニッカド」とも呼ばれる——電池は 1.25V に対し、リチウムイオン電池は 3.2～3.7V という高電圧を出すことができる。
- ②充電・放電の繰り返しに強い——ほかの 2 次電池——鉛蓄電池、ニッケル・鉄蓄電池、ニッケル・水素電池やニッケル・カドミウム電池、ニッケル・亜鉛蓄電池など——のような化学反応を利用しないことから、ほかの 2 次電池に比べて電極の劣化が少ない。
- ③急速充電が可能——ニッケル・水素電池やニッケル・カドミウム電池では充電の終了判定が難しかったため、実用化されなかったが、リチウムイオン電池では充電器側で終了判定が可能になったため、急速充電が実用化された。
- ④無線充電に対応——リチウムイオン電池以外の二次電池でも可能であるが、無線充電技術の確立が 2007 年であり、既に普及が見込まれていたリチウムイオン電池で採用された。
- ⑤自然放電（自己放電）しない——電気自動車の場合、長期間不使用であっても、いわゆる「バッテリーがあがった」状態が起きない。

リチウムイオン電池には、言うまでもなく短所もある。どのような問題点か。

- ①安全性が低い——過充電や外部からの衝撃によって熱暴走、すなわち、破裂・発火の可能性がある [後述]。高電圧での作動、異常時に正極活性物質から爆発につながる酸素が出る可能性、電解液に引火性液体の使用が理由である。
- ②経年劣化する——充電の繰り返しなどで、容量と効率が低下する。蓄電量が減っても電池自体の重量は変化しない。
- ③再生利用（リサイクル）体制が確立されていない——鉛蓄電池は再生利用体制が確立しているが、リチウムイオン電池の場合、希少金属 [後述] を高収率で取り出す技術が発展していない。
- ④生産コストが高い——コバルトなど高価な希少金属を使い、また、すべて輸入に頼らざるを得ないため、国際情勢の影響を受けやすく、生産コストは安くならない。

2-4. リチウムイオン電池の用途

リチウムイオン電池が持つ、上述の長所は、電気自動車以外に、どのような用途を導いているのか。

日常生活においては、パソコン、スマートフォン、デジタルカメラ、コードレスの掃除機、コードレスのアイロン、電動自転車、電動スクーターなどに使われている。

産業分野においては、電動工具やエレベーター、電動カートなどの産業機械、通信用中継基地局、データ・センターなどの無停電電源装置、IoT センサーやウェアラブルデバイスなどの携帯機器分野、地球軌道周回衛星や惑星間衛星、潜水艦などの先端技術分野において使われている。

リチウムイオン電池は現代社会に不可欠の存在と言って過言ではない。

次節は、リチウムイオン電池製造に使用される資源をめぐる問題を検討する。

3. 電気自動車の動力源と社会・環境

本章は、電気自動車の動力源＝車載電池であるリチウムイオン電池の中核をなすリチウムの供給ならびに同電池向けの鉱物採取が社会と環境に及ぼす影響を検討する。

3-1. 車載電池用リチウムの供給²² および確保

車載電池にはどれくらいのリチウムが使われているのか。テスラ社（Tesla）の「テスラモデル S」——航続距離 634km、重量 2,100kg²³——の場合、12kg のリチウムが使われている²⁴。

リチウムは医薬品（双極性障害用薬品）や窯業（耐熱ガラス・陶磁器の製造）で使われてきたが、温室効果ガスの削減政策に端を発する、車載電池への利用で、需要が急増した²⁵。

そのリチウムの主要生産国は豪州²⁶、チリ、中国、アルゼンチン——2017 年以降は豪州と中国の生産のシェアが拡大し、2023 年にはこれら上位 4 カ国で 8 割弱を生産——であり、豪州は鉱石から、中国は鹹（かん）水と鉱石、チリとアルゼンチンは鹹水から採取している。主要埋蔵国はチリ、豪州、アルゼンチン、中国——上位 4 カ国で世界の 8 割弱——とされ、生産国・埋蔵国ともに偏在性が高い。

英豪系のリオ・ティント社（Rio Tinto）やサバンナ・リソーシーズ社（Savannah Resources）など世界的な金属鉱物採取企業が、リチウムの埋蔵地・推定埋蔵地に進出している。進出先は例え

22 「リチウムの需給動向と最近のトピックス」エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）、2023 年 4 月 26 日、同「南米のリチウムプロジェクトの開発・生産状況及び将来の生産予測」2024 年 8 月 27 日参照。

23 テスラ社日本ウェブサイト。

24 “The spiralling environmental cost of our lithium battery addiction,” *Wired*, August 5, 2018.

25 リチウムの需要急増は電気自動車の性能の向上とも関係する。車載用リチウムイオン電池パックの大きさは 2018 年から 2022 年の 5 年間で、年 10% 拡大し、バッテリー容量は平均で 40kWh（kilowatt hours）から 60kWh となった。この結果、電気自動車の平均航続距離は同時期、230 キロから 337 キロとなっている。なお、ここでの数値は、2022 年の世界市場の 93% を占める中国、欧州、米国で販売の電気自動車モデルに基づく（“Battery Bloat Could Backfire on Electric Vehicle Manufacturers,” *BloombergNEF*, August 7, 2023

26 豪州は、リチウムに加え、アルミニウム鉱石、コバルト、銅、鉄鉱石、鉛、希土類元素、ウラン、亜鉛の、世界的な主要生産国のひとつである。

ば、ボリビア・アルゼンチン・チリ国境地帯の「リチウムの三角形（Lithium Triangle）」と呼ばれる南米のアンデス高地やイベリア半島西端に位置するポルトガル、伝統的にロシアの盟友である東欧のセルビアなどである。世界の自動車メーカーもこうした資源確保の動きに加わっており、日本のトヨタやホンダも例外ではない（南米アルゼンチンや米国ネバダ州）。

西側諸国の政府や政府系機関もリチウム資源確保のため、積極的に動き、資源保有国との協定を結ぶなどしている。欧州連合（EU）は供給源の多様化に向け、基軸的に重要な鉱物資源（critical minerals）の入手のため豪州政府と貿易協定を結ぶ（2024年5月）²⁷ 一方、EU 圏内のポルトガルや EU 圏外のセルビアという、ともに欧州域内でのリチウム採掘も推進の方向にある²⁸。「ウクライナのドンバス（Donbass）地方のリチウム資源が欧州のエネルギー移行に必要」という、ウクライナ戦争をめぐるドイツの国会議員の発言もあった²⁹。当のドイツは同国内に、ブラジル産リチウムを利用し年に電気自動車 5 万台分の水酸化リチウムを生産する、欧州初のリチウム製錬所を開設した³⁰。日本政府は他方、カナダ政府と包括的な蓄電池サプライチェーンに関する協力覚書に署名し（2023年9月）、日本のエネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）はカナダでのニッケル共同探鉱契約を締結した（2023年3月）³¹。米国の場合、米国エネルギー省（DOE）はカリフォルニア州南東部の浅い塩湖ソルトン湖（Salton Sea）が豊かなりチウム資源に恵まれていることを確認し³²、米国地質調査所（USGS）はアーカンサス州南西部に巨大なりチウム鉱床の可能性を発見し³³、米国・内務省はネバダ州でのリチウム採掘計画を承認するなどした³⁴。米国はリチウムで中国依存からの脱却を目指す、とこうした米国の動きを日本の経済紙は報じている³⁵。

リチウム生産に携わる企業は、米国のアルベマール社（Albemarle）、チリの SQM 社（Sociedad Quimica y Minera de Chile）、豪州のピリバイラ・ミネラルズ社（Pilbara Minerals）・アルケム社（Allkem）、中国のタンキー・リチウム社（Tianqi Lithium）・ゲンフェン・リチウム社（Genfeng Lithium）などで、世界のリチウム生産の 5 割以上は、上述の米国・チリ・豪州の計 4 社によるも

27 “Commission clinches raw materials deal with Australia,” *Euronews*, May 28, 2024.

28 “Potugal’s government approves lithium mining despite growing concerns,” *Euronews*, February 5, 2022 ; “EU moves to secure lithium supplies from Serbia against backdrop of protests,” *Euronews*, July 19, 2024.

29 “German MP accidentally reveals secret about Germany’s goal in Donbass,” *Global Euronews*, December 23, 2022.

30 “Europe’s first lithium refinery opens in Germany,” *Euronews*, September 19, 2024.

31 「カナダ、日本とバッテリーサプライチェーン、産業科学技術協力の 2 つの協力覚書締結」ジェトロ・ビジネス短信、2023 年 9 月 22 日、；「カナダでのニッケル共同探鉱契約を締結 ～カーボンニュートラル社会の実現に向けて、電池材料向けにニッケルの供給を目指す～」エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）、2023 年 4 月 5 日。

32 “U.S. Department of Energy analysis confirms California’s Salton Sea region to be a rich domestic Lithium Resource,” Department of Energy, November 28, 2023.

33 “Unlocking Arkansas’ hidden treasure: USGS uses machine learning to show large lithium potential in the Smackover Formation,” USGS, October 21, 2024.

34 「米内務省、ネバダ州シルバークでリチウム採掘プロジェクト承認」ジェトロ・ビジネス短信、2024 年 10 月 28 日。

35 「米、リチウムで脱中国依存 60 年ぶりに新鉱山承認」『日本経済新聞』2024 年 10 月 27 日。中国によるガリウム（Ga）やゲルマニウム（Ge）など希少金属の米国への原則輸出禁止の発表（2024 年 12 月 3 日）は、米国では自国の採掘業発展の契機と受け止められた（“China’s ban on rare earth exports good news for huge Wyoming projects,” *Cowboy State Daily*, December 4, 2024.）。

のである。

リチウム精製過程——鹹水・鉍石⇒炭酸リチウム⇒水酸化リチウム——は、5割以上が中国に集中している。中国においては、安価な人件費および環境コスト——石炭火力発電の利用、硫酸処理時の廃棄物をセメント原料に利用可能——という条件が、国策による電気自動車導入とも相俟って精製事業の発達を支え、リチウム生産国から中国へのリチウム輸出が大規模になっているためである。例えば、豪州から精鉍の96.1%が中国に輸出されている（2021-2022年度）。中国はまた、アルゼンチンにおけるリチウム関連投資に積極的である。

3-2. 車載電池用鉍物採取と社会・環境³⁶

リチウムイオン電池生産のための鉍物採取は、採取現場で働く人々、採取地やその周辺に住む人々、そして生態系に影響を及ぼさずにはおかない。

車載電池の原料となるリチウムは主として、①または②の方法で採取される。①鹹水からの採取：塩原（salt flat）から地下水を大量に汲み上げ、蒸発プールで濃縮し、採取——この方法が経済的かつ技術的に実現できるのは、適切な塩水資源や好ましい気象条件、インフラとなる蒸発池のための広大な用地が揃った場所に限定される——、②鉍石からの採取。埋蔵資源としては鹹水が大部分を占めているものの、生産は鉍石からが6割以上となっている。また、採取法としては、③リチウムを含む粘土からの採取、という方法もある。但し、粘土からの採取に関しては、商業規模の生産はなされていない。

鉍物採取の社会や環境への影響はどのようなものか。リチウムイオン電池に不可欠のリチウム、コバルト、ニッケルを順に検討する³⁷。

3-2-1. リチウム³⁸

「リチウムの三角形」における鹹水によるリチウム採取は、水資源など環境問題を引き起こしている。世界で最も乾燥した地域の塩原の地下水を汲み上げ、塩分とミネラル分の多い鹹水を1年～1年半または2年、太陽光で濃縮させ（2段階）、濃度3.5%に達すれば、リチウム抽出（化学処理）となるため、リチウム1トンにつき190万リットルの水が必要となる。鹹水利用は企業にとり

36 *Child labour in mining and global supply chains*, ILO, 2019 ; “Why electric cars aren’t as environmentally-friendly as you think,” *Euronews*, August, 18, 2019 参照。

37 ここでは、現在、電気自動車の車載電池で主流であるニッケル（Ni）、マンガン（Mn）コバルト（Co）、の希少金属を正極材に使用した「三元系（NMC）」と呼ばれるするリチウムイオン二次電池について検討する。

近年、希少金属を使用しない、LFP電池（リン酸鉄リチウムイオン電池）と呼ばれる正極材がリチウム（Li）、鉄（Fe）、リン（P）から構成されるリチウムイオン二次電池搭載の電気自動車——標準走行距離モデル車である「テスラ モデル3」や「テスラ モデルY」——に導入されている。

テスラ社（日本）ウェブサイトによれば、航続距離は、「テスラ モデル3」が573km（RWD）または706km（ロングレンジAWD）（ともに、国土交通省審査値）、「テスラ モデルY」が547km（RWD）または635km（ロングレンジAWD）（ともに、自社測定値）である。

38 “The spiralling environmental cost of our lithium battery addiction,” *Wired*, August 5, 2018 ; “Why the rush to mine lithium could dry up the high Andes,” *Yale Environment 360*, September 19, 2022 ; “Children as young as five-years-old were found to be working in one illegal mine,” *Euronews*, December 13, 2024.

安価かつ効果的ではあるが、乾燥地域での水の大量使用と鹹水濃縮により、地元の水資源（供給量や水質）・土壌・大気や景観、すなわち、先住民の生業——農業（キヌアなどの生産）や牧畜業（ラマやアルパカの飼育）——や観光業関係者——塩原（ウユニ湖など）の劣化——に破壊的な影響をもたらしている³⁹。リチウム抽出に使われる塩酸が蒸発プールから水源へ流れ込むという問題もある。米国ネバダ州のリチウム加工施設から 240km 下流の魚への影響は、同種の問題である。

南米アルゼンチンの塩原（Hombre Muerto salt flat）は 25 年間の水汲み上げにより、牧畜の主要水源である川（Trapiche River）が枯れ、放牧地が消滅し、生業を失った人々は移住せざるを得なくなった。蒸発した水は決して元の生態系に戻らず、「リチウムの三角形」の窪地は水生態学上、地下とつながり、水は徐々に枯渇するため、高地アンデスの特異な生物多様性、先住民の豊かな文化も危機に瀕しているのである。

西アフリカ、ナイジェリア北部にある、機械化の進んでいない、小規模な、違法リチウム採掘場——政府の管理が行き届かず、非公認の売買業者が中心——では、5 歳の子どもまで働いていると報告されている。採掘現場で働く子どもたちは孤児であったり、貧困のため学校に行っていない、あるいは、学校に行かなくなった子どもであり、数フィートの暗く狭い手掘りの立て坑を降り、貴重な断片を掘り出すために、立て坑の壁に斧を振るうという危険かつ消耗する作業に従事する。地元のリチウム売買業者は、6 人 1 組の子どもが 1 日に 25kg 入りの袋を最大 10 袋を詰めるという。

3-2-2. コバルト⁴⁰

コバルトは、コンゴ民主共和国が世界の 5～7 割以上を生産する。コンゴでの生産の 2 割は、手掘りによる、殆ど無認可地域での採掘であり、大人に混じって 7 歳の子どもも働いている。子どもたちは 12 時間労働の場合もあるが、1 日の賃金はせいぜい 2 米ドルである。国連児童基金（ユニセフ）によれば、コンゴ南部で 4 万人の子どもがコバルト採掘場で働いていた（2014 年）。国際労働機関（ILO）は、子どもの債務労働や人身売買による労働も報告する。

上述のナイジェリアのリチウム採掘同様、手袋や顔面保護用マスク、作業服がなく、落盤事故が珍しくない 40～50m の深さの立て杭での危険な労働である。2014 年 9 月～2015 年 12 月期、少なくとも 80 人の手掘り労働者がコンゴ南部の落盤事故で死亡したことが判明しているが、多くの事故は記録されず死体は埋められてしまうため、事故も死者数も実態は不明である。コバルトの粉塵に常に晒されている労働者は喘息や肺疾患、皮膚病、癌などになったり、先天性奇形児の誕生に見舞われたりしている。

コバルトの採掘から電池としての販売までの流れをみておこう。

コバルト採掘労働者は、鉱石を選別し、洗浄し、粉碎して、買い取り所に運ぶ。コンゴのある鉱

39 “Society watch: Across the globe, indigenous rights are being trampled in lithium gold rush,” Reuters, January 3, 2024.

40 “This is what we die for”: Human rights abuses in the Democratic Republic of Congo power the global trade in cobalt, Amnesty International, 2016（『命を削って掘る鉱石 コンゴ民主共和国における人権侵害とコバルトの国際取引』報告書概要部翻訳、2016 年）；Child labour in mining and global supply chains, ILO, 2019；“For your phone and EVs, a cobalt supply chain to a hell on earth, Yale Environment 360, March 30, 2023.

山の場合、取引業者の大半は中国人で、世界有数のコバルト製品メーカーである中国の華友コバルト（Huayou Cobalt）の100%子会社コンゴ国際鉱業（CDM）に売る。コンゴ国際鉱業（CDM）はコンゴ国内で精錬し、中国・華友コバルトに輸出する。華友コバルト——コバルトの4割以上をコンゴから調達——は再度精錬し、バッテリー部品メーカー（中国国内の2社、韓国の1社）に売る。その3社が電池完成品をアップル社やマイクロソフト社、あるいは、テスラ社など最終製品メーカーに売る、という仕組みになっている。

3-2-3. ニッケル⁴¹

ニッケルは、インドネシアが世界のほぼ3分の1を生産する鉱物で、その9割が南東スラウェシ州、中部スラウェシ州、南スラウェシ州、およびマルク州に埋蔵されている。

インドネシアほぼ中央部スラウェシ島の透明度の高い海と白い砂浜が美しい漁村（Tapunggaeya）は10年以上続くニッケル露天掘りにより、美しい海辺は鉱山からの廃液で赤茶けた泥のぬかるみとなり、命に関わる土砂崩れ——村の学校が閉鎖された——や海岸・川の汚染で工業地帯と化し、漁民は生計を立てる手段を奪われ、鉱山で働く労働者——トラック運転手も——となった。

森林伐採による鉱山開発は、インドネシアやフィリピンの当該地域住民——パラワン人など先住民を含む——の生活と豊かな生物多様性を犠牲にすると同時に、洪水や崖崩れを多発させ、住宅の流出や水没、水田の陥没、橋・道路・電力網などインフラ損失を引き起こしている。採掘・製錬に伴う莫大な鉱滓——目的鉱物を僅かに含む鉱石から目的鉱物を取り出した後のヘドロ状の泥水——のダムの決壊による死傷事故、鉱石運搬船の転覆による海洋汚染も起こり、鉱山・製錬所からの廃液は毒性の強い六価クロムを含むため、皮膚病や頭痛など健康被害の報告も少なくない。フィリピンの製錬所は隣国インドネシアから輸入する石炭による火力発電で操業する。

インドネシアでは住民の抗議に対する厳罰化、フィリピンでは抗議活動指導者の「超法規的殺害」の多発に対し、両国とも鉱山開発に関わる進出企業は法律や税制で保護あるいは優遇されている。

3-3. 電気自動車の動力源と社会・環境—小括

電気自動車の動力源に関わるリチウムやコバルトなどの鉱物採取は、当該地域の企業・関連企業や関係者が採取労働に関わる人々、採取地やその周辺に住む人々とその暮らし（社会や文化）、言い換えれば、人権に配慮することなく、また、鉱物採取のあり方は生態系に壊滅的・不可逆的な影響を及ぼしている。

特定鉱物に対する需要の継続は、採取労働者には人権の侵害の継続を、生態系には破壊の継続を

41 「フィリピンのニッケル鉱山開発で何が起きているのか?」『長周新聞』2021年2月9日；「インドネシアのニッケル鉱山開発による環境破壊」『長周新聞』2021年2月14日；「低炭素技術がフィリピンに何をもたらしているのか 住友金属鉱山のニッケル精錬をめぐる」『長周新聞』2022年4月1日；“In Indonesian mining region, the EV boom takes a heavy toll,” *Yale Environment* 360, August 22, 2022.

意味する。子どもたちが学校に行けずに過酷な鉱物採取労働に携わることは当面の生活を乗り切るという意味があっても、子どもたちの将来を限定するだけでなく、家族や地域社会、さらには国家社会の今後にも大きく影響せざるを得ない。

電気自動車の動力源となる鉱物の採取が社会・環境に否定的影響を及ぼしているならば、電気自動車本体の社会・環境との関係はどうか。次章はこの課題について検討する。

4. 電気自動車の利用と社会・環境

電気自動車は、二酸化炭素排出削減策の一環として行政機関が優遇措置⁴²——購入補助金や税金控除——を導入し、普及を図ってきた車である。

本章は、ガソリン自動車と電気自動車との基本的な違いをまず確認し、電気自動車の利用と社会・環境との関わりを検討する。

4-1. 電気自動車とガソリン自動車

近年の電気自動車は、ガソリン自動車とどのような点で異なっているのか。〈表2・電気自動車とガソリン自動車の比較〉は、動力源、走行時発生有害物質と音、車体の重量、航続距離、エネルギー補給の所要時間と利便性、車両本体価格について、相違点をまとめたものである。

表2 電気自動車とガソリン自動車の比較

	ガソリン自動車	電気自動車
駆動に使う動力源	ガソリンエンジン	電気モーター
走行時発生有害物質	あり	なし
走行時発生音	大きい	小さい
車体重量	軽い	重い (車載電池の重量に関連)
航続距離★	長い	短い
エネルギー補給の所要時間★	短い	長い (急速充電で、30～60分)
エネルギー補給の利便性★	高い (ガソリンスタンド)	低い (充電スタンド)
車両本体価格★	安い	高い

〈表2 電気自動車とガソリン自動車の比較〉の4つの項目(★)は、「2023年度 乗用車市場動向調査」(日本自動車工業会)——「はじめに」参照——における電気自動車(EV)についての懸念点と回答者の割合と、次に示すように重なっている。

42 日本の場合、「クリーンエネルギー自動車導入促進補助金」(国の補助金)やエコカー減税、自治体の補助金がある。「(別表1) 銘柄ごとの補助金交付額 車両登録日」(経済産業省)、自動車メーカーのウェブサイトなど参照。

- * 「車両価格が高い」・・・6割、
- * 「1回の充電での走行距離が短い」・・・3割以上、
- * 「充電するのに時間がかかる」・・・3割以上⁴³。

動力源と環境性能——静粛性や有害物質の発生——以外の諸点は、実用性への疑問にはかならない。実用性は移動装置である車として決定的に重要な要素である。

ガソリン自動車と電気自動車の非常に大きな違いとして、車体の重量があげられる。電気自動車の重さは主として、車載電池の重さに起因し、車載電池は通常 500kg 以上で、航続距離が長いほど電池も大型化・重量化する。同じ車格の日産デイズ（ガソリン自動車）は 940kg、日産サクラ（電気自動車）は 1,080kg と 150kg の差があり⁴⁴、フォード（Ford）の F-150 Lightning 電動ピックアップトラック——航続距離 515km⁴⁵——は同モデルのガソリン自動車より 900～1,350kg 重く、ボルボ（Volvo）XC40 電気自動車は同モデルのガソリン自動車よりほぼ 33% 重い⁴⁶。ゼネラル・モーターズ（GM）の GMC Hummer 電動多目的スポーツ車——ピックアップトラックもあり——の重量は約 4,000kg、その車載電池だけで 1,300kg、すなわち車載電池だけで典型的なホンダ・シビック 1 台の重量に匹敵する⁴⁷。英国・リーズ大学（2023 年発表）によれば、電気自動車はガソリン自動車より、平均 312kg 重い⁴⁸。

過去に遡って、ガソリン自動車の重量をみると、1970 年代の英国の大衆文化の象徴となった車 Mini 1000——小型の 2 ドア 4 人乗り乗用車——の場合、620kg であった⁴⁹。

リチウムイオン電池搭載による車体の重さには長所もある。車体が重いことでの利点は、静粛性や滑らかな走りであり、軽くアクセルペダルを踏むだけで滑らかかつ十分な発信加速を得られることである⁵⁰。

次に、電気自動車の利用に関わる諸問題を検討する。

4-2. 電気自動車の利用と社会・環境

電気自動車の実用性は社会・環境との関わりのなかで、どのように現れているのか。電気自動車の利用に関わる事例を概観する。

①タイヤの摩耗の激しさ（車体の重さに起因）：米フロリダ州の電気自動車利用者、摩耗の早さに

43 日本自動車工業会、2024 年 4 月 17 日。

44 「クルマは軽量化が命じゃなかった？ EV はかなり重いのにネガとして語られないワケ」Webcartop、2022 年 12 月 26 日。

45 フォード社ウェブサイト。

46 同上。

47 同上。

48 “Study: electric vehicles accelerate road deterioration,” *ERR*, July 8, 2023.

49 “Call for car park designs to evolve due to heavier electric cars,” *Independent*, June 7, 2023.

50 「クルマは軽量化が命じゃなかった？ EV はかなり重いのにネガとして語られないワケ」Webcartop、2022 年 12 月 26 日。

衝撃、11,300km でタイヤ交換⁵¹。

- ②車載電池交換費用の高さ：車両価格に占める車載電池価格の割合は3～4割程度とされ、交換費用——電池の交換だけでは済まず、システムの再セットアップも必要——は決して安くはない⁵²。

20kWh の車載電池の軽乗用車（車載電池を含む車両価格は260～310万円程度車体重量1,070kg）——カタログ航続距離（国土交通省審査値）は180km だが、実際の航続距離は150km 程度——の場合、50万～80万円、または100万円以内という推測がある（公式には未発表⁵³）。

何らかの事情による車載電池の交換より、新車の購入を薦めているウェブサイトも存在する。

- ③寒気での電池の劣化：米国シカゴ、寒気によるリチウムイオン電池の劣化で充電スタンドに長蛇の列⁵⁴、ノルウェーで、電気バスが立ち往生⁵⁵。

- ④充電の制限：米カリフォルニア州、電力不足により、EV 充電制限⁵⁶。

- ⑤事故時の人身事故の重大さ・車体の損傷の大きさ（車体の重さに起因）⁵⁷——死亡率は特斯拉車が最も高い⁵⁸、自動運転機能利用者の居眠り運転で轢かれ死亡⁵⁹、公道で特斯拉社サイバートラック（乗員3人）が他車（トヨタ・カローラ、エンジン自動車、乗員1人）と初めて衝突しサイバートラックの運転手が軽傷⁶⁰、道路標識に激突・炎上で全乗員4人焼死⁶¹、衝突で電動ドアが開かず4人焼死・1人救助⁶²、など多数——。

スポーツ多目的電気自動車（電動 SUV）は車高が高く、視界が狭まるため、小型車や

51 “Electric vehicles: high mileage . . . except for the tires,” *Miami Herald*, January 24, 2024; “New tires every 7,000 miles? Electric cars save gas but tire wear shock some Florida drivers,” *Miami Herald*, January 30, 2024.

52 “Owner blows up his Tesla and incinerates an effigy of Elon Musk inside in protest at £17,000 cost of replacing the battery in Finland,” *Daily Mail*, December 23, 2021.

53 日産ウェブサイトによれば、公式のバッテリー保証期間は、新車購入から8年または16万 km である（但し、年1回の診断やバッテリー損傷回避などが条件）。

54 “Electric vehicle owners face huge challenges amid Chicago cold snap,” *NBC Chicago*, January 16, 2024.

55 “Electric buses stand still due to cold weather,” *Nordic Times*, January 5, 2024.

56 “California is the first state to make electric cars mandatory. Now it’s telling owners not to charge them,” *Fortune*, September 2, 2022; 「米カリフォルニア州、『EV 充電制限を』電力逼迫懸念で」『日本経済新聞』2022年9月3日；電力逼迫を避けるための提案もあった。“Charging cars at home at night is not the way to go, Stanford study finds,” *Stanford Report*, September 22, 2022.

57 “US official warns of risks posed by heavy electric vehicles,” *AP News*, January 11, 2023.

58 “Tesla tops list of brands with highest fatal accident rate in new study,” *Spectrum News 1*, November 14, 2024. なお、“Tesla Deaths: Every Tesla Accident Resulting in Death”と名付けられた、特斯拉車の関与する死亡事故を記録するウェブサイトも存在する。

59 “Tesla is sued by family of man, 44, who was run over and killed by a car on Autopilot after driver fell asleep behind the wheel,” *Daily Mail*, April 30, 2020.

60 “Here is the first Tesla Cybertruck crash on a public road: the driver of the cybertruck was the only person injured in the crash,” *Autoblog*, December 29, 2023.

61 “A Tesla car crashes and catches fire in France, killing 4,” *AP News*, October 14, 2024.

62 “Four friends tragically burn to death in Tesla after electric doors reportedly left them trapped inside,” *UniladTech*, November 12, 2024.

歩行者にとって脅威となり、また車体が約 500kg 重いと衝突で 47% 死亡率が上昇する⁶³。

- ⑥火災の多発・突発：ガソリン車やディーゼル車よりも電気自動車の方が火災が多い⁶⁴——ノルウェーの船社は電気自動車積載を禁止⁶⁵、英国ロンドンで電気バスが発火、2 週間で 3 回目⁶⁶、韓国の地下駐車場、火災防止に電気自動車の 9 割以上の充電を禁止⁶⁷、台風の洪水で浸水した電気自動車の電池が徐々に自己発熱を引き起こし火災発生⁶⁸ など、火災は非常に多い。

しかも、消火が困難である⁶⁹。消火に必要な水はガソリン自動車の通常 1,400 リットル以下に対し、車載電池が強靱な容器に入っている電気自動車には 2,000～30,000 リットル必要うえ、煙は危険物質——酸化炭素（CO）やシアン化水素（＝青酸ガス、HCN）、フッ化水素（HF）、コバルト（Co）——を含んでいる⁷⁰ ため、吸入すれば死に至る場合もある。テスラ 1 台の火災の鎮火に 90,000 リットルの水を使用との米カリフォルニア州での報告もある⁷¹。

- ⑦需要の低迷：電気自動車利用後、再びガソリン車に⁷²、中古車が売れない⁷³、世界的な需要減速⁷⁴、購入補助金廃止で販売減⁷⁵ など。こうした需要の低迷の結果、欧州ではバッテリーメーカーが倒産し⁷⁶、メルセデスやフォード、トヨタなど自動車メーカーは電気自動車減産や開発延期の方向にある⁷⁷。

- ⑧緊急時の利用はガソリン自動車以上に不適格：米・ロサンゼルス大火（2025 年 1 月）などで、航続距離・エネルギー補給問題が浮上⁷⁸。

63 “US official warns of risks posed by heavy electric vehicles,” AP News, January 11, 2023.

64 “Vehicle fire data suggests higher incident rate for EVs,” *Fleet News*, November 27, 2020.

65 “Havila bans electric and hydrogen vehicle transport due to fire danger,” *Maritime Executive*, January 13, 2023.

66 “Third electric London bus catches fire in the space of two weeks – as operator launches probe and starts urgent check of 380 similar vehicles in its fleet,” *Daily Mail*, January 25, 2024.

67 “Seoul moves to ban overcharged EVs from underground parking,” *Korea Herald*, August 9, 2024.

68 “Electric vehicles are exploding in Florida – country’s second biggest EV market – because Hurricane Ian’s water damage has caused batteries to corrode and catch fire,” *Daily Mail*, October 7, 2022.

69 “Firefighters union calls for government action on EV fire risks,” *Car Expert*, November 11, 2022.

70 米カリフォルニア州サンフランシスコの南方、モスランディング（Moss Landing）の天然ガス発電所兼リチウムイオン電池によるエネルギー貯蔵施設——世界最大規模のリチウムイオン電池によるエネルギー貯蔵施設のひとつ——での火災（2025 年 1 月）による 2,000 人以上の住民避難はこの例に該当する（“‘This is a disaster’: fire erupts at California battery storage plant,” *ZeroHedge*, January 17, 2025.）。

71 “Up to 150000 liters of water needed to put out a fire in an electric car,” CTIF, September 18, 2022.

72 “HUK Coburg analysis: one third switches back from electric car to combustion engine,” *Vision Mobility*, October, 15, 2024.

73 “No one wants to buy used EVs and they are piling up in weed-infested graveyards,” *Fortune*, December 22, 2023 ; “The EV graveyard reckoning, hardly anyone wants to buy a used one,” *Citizen Watch Report*, December 27, 2023.

74 「EV の世界的需要減速、自動車メーカーの経営に重大な影響」ロイター、2024 年 1 月 31 日。

75 「欧州 EV 販売が初の前年割れ 24 年 1% 減、補助金停止響く」『日本経済新聞』2025 年 1 月 21 日。

76 「欧州電池 ノースボルト、米で破産法申請 資金繰り悪化で」『日本経済新聞』2024 年 11 月 22 日 ; “Northvolt files for bankruptcy in major blow to European EV sector,” *Euronews*, November 22, 2024.

77 「メルセデス、『2030 年完全 EV 化撤回』、新規エンジン開発中」『日経クロステック』2024 年 2 月 26 日 ; “Report: Ford will soon pause F-150 Lightning production until 2025,” *Car and Driver*, November 2, 2024 ; 「トヨタ、次世代の EV 生産を 2027 年半ばに延期へ 開発期間確保か」NHK、2024 年 11 月 26 日。

78 “Biden-Newsom’s EV push has added another wrinkle to Californians’ wildfire evacuation plans,” *Daily Caller*, January 15, 2025.

確かに、他の電気機器へのごく一時的な給電は可能ではあるものの、車体に損傷がない場合などに限られる。

⑨古い駐車場の安全性問題の浮上（車体の重さに起因）⁷⁹。

⑩道路の舗装の損傷（車体の重さに起因）：ガソリン車に比べ、2～4割大きい⁸⁰、ガソリン車の2倍、道路を損傷⁸¹。

⑪中国製電気自動車に関わる安全保障上の懸念（中国以外）：各種データの収集や送信、遠隔操作の可能性など⁸²。

要約しよう。電気自動車はガソリン車に比べ、乗り心地は別として、維持費が高くつくなど使い勝手がよくないため、中古車が売れず、購入補助金の縮小で需要が低迷している⁸³。消費者調査報告（2023年）も、電気自動車への信頼性はガソリン車より低く、過去3年のモデルで8割近く問題が多いと記述する⁸⁴。

使い勝手の悪さに加え、電気自動車は火災が多く、車体の重さが人身・物損事故の水準を悪化させると同時に、走行時に排気ガスは出さないものの、タイヤの摩耗や道路の舗装の損傷を速める。タイヤの摩耗による粉塵発生——ガソリン自動車より電気自動車の方が20%多い⁸⁵——は、大気や海洋のマイクロプラスチック——直径5mm以下のプラスチック——や化学物質による汚染の原因であり⁸⁶、人間の健康や野生生物への被害に繋がり⁸⁷、道路の舗装の損傷は交通事故につながる可能性があるのみならず、公的管理下にある道路の補修費用を上乗せすることになる。

しかも、場合によっては、国境を越えた遠隔操作やデータの送信など安全保障上の懸念も存在する。

したがって、電気自動車利用の環境と社会への影響は多方面にわたり大きく、その社会的費用は見過ごすことができない水準にあると結論づけられる。

79 “Call for car park designs to evolve due to heavier electric cars,” *Independent*, June 7, 2023.

80 “The hidden cost of road maintenance due to the increased weight of battery and hydrogen trucks and buses – a perspective,” *Clean Technologies and Environmental Policy*, No.25, 2023 (in ScienceDirect).

81 “Pothole damage from electric cars is double that of petrol,” *Telegraph* data show,” *Telegraph*, June 26, 2023.

82 “Security concerns around Chinese electric vehicles,” European Parliament, September 26, 2023; “Report raises alarm over Chinese electric vehicle data collection,” *OilPrice*, September 16, 2024.

83 使い勝手の悪さは、10年以上前の状況ではあるが、補助金でタクシーに電気自動車を導入した際の事例に如実に示されている。具体的には、航続距離の短さ、充電場所の不足、電池が消耗するため暖房など使用不可能、リチウムイオン電池の劣化の激しさ——新車時は1回の充電で100km以上走行できたが、2年後には50km程度に；急速充電所要時間は電池容量半分が15分から40分と倍以上の時間に——についての指摘がある。「運転手たちが明かす『EVタクシーはツライよ』」週プレニュース、2013年2月17日。

84 “Electric vehicles are less reliable than conventional cars,” *Consumer Reports*, November 29, 2023.

85 “Road hazard: evidence mounts on toxic pollution from tires,” *Yale Environment* 360, September 19, 2023.

86 「タイヤ摩耗粉塵に関する動向および環境研究総合推進費での研究概要」『交通政策研究』2023年；「重くなるEV、環境にも重荷 タイヤ摩耗の粉じん3割増」『日本経済新聞』2024年5月18日；「タイヤの摩耗とは クルマの重さが左右、大気・海洋汚染の原因」『日本経済新聞』2024年5月19日。

87 “Road hazard: evidence mounts on toxic pollution from tires,” *Yale Environment* 360, September 19, 2023; “Microplastics/nanoplastics and neurological health: an overview of neurological defects and mechanisms,” *Toxicology*, Volume 511, February 2025 (in ScienceDirect).

5. 電気自動車と環境

本稿は、電気自動車（EV [BEV]）の利用が脱炭素化、環境の保全に役立つのかを、リチウムイオン電池の供給に関わる状況、すなわち必要な鉱物資源の採掘や社会・環境への影響も含めて検討した。

電気自動車（EV [BEV]）はクリーンエネルギーとされるリチウムイオン電池を動力源として使い CO₂ を排出しないため、環境に優しいとされている。しかし、第3章、第4章で検討したように、鉱物資源採掘による生態系・生物多様性の破壊、すなわち、環境への不可逆的な影響はもちろんのこと、鉱山で採掘に従事する人々、周辺に生活する人々、そして電気自動車が利用されている社会に生活する人々の日常にもさまざまな形で影響を及ぼしている。それは、労働に関連する事故や疾病であったり、生業の破壊であったり、電気自動車の利用に関わる事故や火災、大気や海洋の汚染、それらに起因する疾病であったりする。また、リチウムイオン電池の再利用は限られ、再生利用も非常に難しく、環境への影響は極めて大きい。企業が本来果たすべき責任は、果たされずのままである。こうした社会・環境への影響（人権を含む）に対しては、国連人権高等弁務官事務所（OHCHR）や国連貿易開発会議（UNCTAD）が問題提起をしている⁸⁸。

電気自動車に関わる CO₂ だけをとってみても、鉱物資源の精製や電気自動車の充電設備、鉱物の運搬——ガソリン自動車か船——には化石燃料が使われている。電気自動車の充電設備に太陽光や風力といった再生可能エネルギーが利用されているならば、よりクリーンとされるが、再生可能エネルギーは供給が不安定なため充電施設での利用は不可能であり⁸⁹、太陽光・風力発電といった再生可能エネルギー発電施設は化石燃料を大量に使用する工業製品そのものである。電気自動車の充電が原子力発電からの電気であっても、原子力発電では発電時に CO₂ が発生しないだけであって、核燃料製造や発電所など建設の最初から最後まで CO₂ の発生が関係する。電気自動車が CO₂ を発生しないというのは、走行時の CO₂ 排出のみに着目しているからであって、結局、どの部分での CO₂ の発生を捉えるかという問題に行き着く。

ある研究は、電気自動車用の 454 キロの電池を作るには 226,800kg の鉱物を掘り出す必要があり、1 バレル=159 リットルの石油と同等のエネルギーを持つ電池を作るには 100~300 バレルの石油が必要であることを明らかにした⁹⁰。

フィンランドにおける、およそ 4,000 人を対象とした自家用車の所有・住宅・移動についての研究は、電気自動車所有者の CO₂ 排出量（年 8.66 トン；性能・車格重視派は年 10.25 トン）の方がガソリン自動車所有者（年 8.05 トン）より多いことを明らかにし（自家用車非所有の場合は年

88 *Commodities at a glance: special issue on strategic battery raw materials*, UNCTAD, 2020; “UN highlights urgent need to tackle impact of likely electric car battery production boom,” UN News, June 29, 2020; “Energy transition should not replicate or create new violations of human rights and environmental abuses: UN experts,” OHCHR, October 13, 2023.

89 テスラ社のカリフォルニア州にある太陽光発電利用の大規模充電施設がディーゼル機関によって稼働していたことが発覚した。“Largest EV charging station in world powered by diesel-powered generators,” *Cowboy State Daily*, October 1, 2023.

90 “The ‘Energy Transition’ ‘delusion: a reality reset,” *MI Report* (Manhattan Institute), August, 2022.

5.75 トン)、裕福な電気自動車所有者の贅沢な消費生活が CO2 排出量の増加に関連づけられると結論した⁹¹。

電気自動車の CO2 排出水準＝クリーン度は「表」に集約され、裏にはさまざまなクリーンでない部分が隠されていると言って過言ではない。電気自動車は CO2 排出に無縁ではなく、言い換えれば、政府や主流メディアが主張するようにクリーンではなく、上に引用した電池生産などに必要な資源量の研究から、環境負荷は十分に高いと結論づけられる。フィンランドの研究は、電気自動車所有者の生活様式ゆえに電気自動車による CO2 削減が大きくなりにくいことを示している。国際政治に関わる安全保障上の懸念も払拭することはできない。

電気自動車は、脱炭素化にも環境の保全にも逆行する、環境負荷が非常に高い車両と位置づけられる。

参考文献

上岡直見『「走る原発」エコカー』コモンズ、2015 年。

——『自動車の社会的費用・再考』緑風出版、2022 年。

中西孝樹『トヨタの EV 戦争』講談社、2023 年。

丸山茂徳著、吉田勝訳『21 世紀地球寒冷化と国際変動予測』東信堂、2015 年。

水口憲哉『原発に侵される海 温廃水と漁業、そして海の生きものたち』南方新社、2015 年。

渡辺正『「地球温暖化」神話』丸善出版、2012 年。

Koonin, Steven, E. 2024, *Unsettled: What Climate Science Tells Us, What it Doesn't, And What It Matters*, Updated and Expanded Edition [First Published April 2021], BenBella Books (ス テ ィ ー ブ ン・E・クーニン著、三木俊哉訳『気候変動の真実－科学は何を語り、何を語っていないか？』日経 BP、2022 年)。

91 “Electric car owners have HIGHER than average carbon footprints, study reveals,” *Daily Mail*, October 2, 2024.