

電気自動車用充電施設整備の課題と展望

電気自動車用充電施設の整備に関する研究プロジェクト

2023年8月

公益社団法人日本交通政策研究会

1. “日交研シリーズ”は、公益社団法人 日本交通政策研究会の実施するプロジェクトの研究
成果、本研究会の行う講演、座談会の記録、交通問題に関する内外文献の紹介、等々を印
刷に付して順次刊行するものである。
2. シリーズは A より E に至る 5 つの系列に分かれる。
シリーズ A は、本研究会のプロジェクトの成果である書き下ろし論文を収める。
シリーズ B は、シリーズ A に対比して、より時論的、啓蒙的な視点に立つものであり、折
にふれ、重要な問題を積極的にとりあげ、講演、座談会、討論会、その他の方法によってと
りまとめたものを収める。
シリーズ C は、交通問題に関する内外の資料、文献の翻訳、紹介を内容とする。
シリーズ D は、本研究会会員が他の雑誌等に公けにした論文にして、本研究会の研究調査
活動との関連において復刻の価値ありと認められるもののリプリントシリーズである。
シリーズ E は、本研究会が発表する政策上の諸提言を内容とする。
3. 論文等の内容についての責任はそれぞれの著者に存し、本研究会は責任を負わない。
4. 令和 2 年度以前のシリーズは印刷及び送料実費をもって希望の向きに頒布するものとする。

公益社団法人日本交通政策研究会

代表理事 山 内 弘 隆
同 原 田 昇

令和 2 年度以前のシリーズの入手をご希望の向きは系列番
号を明記の上、下記へお申し込み下さい。

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-12-6

守住ビル 4 階

公益社団法人日本交通政策研究会

電話 (03) 3263-1945 (代表)

Fax (03) 3234-4593

E-Mail:office@nikkoken.or.jp

日交研シリーズ A-875
令和4年度自主研究プロジェクト
電気自動車用充電施設の整備に関する研究
刊行：2023年8月

電気自動車用充電施設整備の課題と展望
Issues and Prospects for Expands of Charging Station for EV

主査：庭田 文近（城西大学現代政策学部教授）
NIWATA, Fumichika

要 旨

世界的に脱炭素社会が叫ばれ、自動車の電動化シフトが急速に進むなか、日本でも2021年1月の菅義偉総理大臣の施政方針演説において、「2035年までに新車販売で電動車100%を実現する」という発表がなされた。国内自動車メーカーにおいても、世界に先駆けて量産電気自動車の販売を行った日産をはじめ、これまでハイブリッド車に注力していた各社も、電気自動車の生産に力を入れ始めている。

しかしながら、蓄電池型の電気自動車の本格的な普及には、誰でも利用可能な急速充電施設の全国的な整備・拡充が不可欠である。また、日本の電力供給はそのほとんどを化石燃料を使った発電に頼っており、真の脱炭素社会のための電気自動車の普及を目指すには、再生可能エネルギーによる急速充電施設の導入・展開が求められる。

そこで、本研究では、脱炭素社会に向けた電気自動車用充電施設の整備に関して、その現状と課題、展望について整理するとともに、再生可能エネルギーの活用の意義を環境経済学の観点から探るとともに、充電施設普及に関する地方自治体の取り組みについて政治学の政策過程論の観点から検討を試みた。

第1章「日本のエネルギー政策からみた電気自動車用充電施設整備拡張の課題」は、運輸部門におけるEVシフトの意味を吟味し、EVシフトの現状と日本の電気自動車用充電施設整備拡張の課題に係る論点を整理している。第2章「再生可能エネルギーとコモンズ論」では、コモンズの悲劇を起こしうる再生可能エネルギーについて、その対策としての管理方法を検討している。第3章「地方自治体における電気自動車の充電設備設置の政策過程」では、東京都を事例に、EV充電設備の普及に資する取り組みとその政策決定過程を分析している。

キーワード：電気自動車、充電施設、再生可能エネルギー、共有地の悲劇、エネルギー政策
Key words : electric vehicle, charging station, renewable energy, tragedy of the commons, energy policy

目 次

第1章 日本エネルギー政策からみた電気自動車用充電施設整備拡張の課題	1
1.1 はじめに	1
1.2 日本エネルギー政策の変遷	2
1.3 国際エネルギー機関（IEA）による「2050年カーボンニュートラル」の見立て	7
1.4 IEAによる「世界のEVシフト」に関する調査分析の概要	10
1.5 日本が描く2050年カーボンニュートラルの「日本のエネルギー需給」の絵姿	24
1.6 日本エネルギー政策からみたEVシフトの意味	30
1.7 電気自動車用充電施設整備拡張の課題	39
1.8 まとめ	55
第2章 再生可能エネルギーとコモンズ論	59
2.1 はじめに	59
2.2 再生可能エネルギー	60
2.3 コモンズ	65
2.4 コモンズの悲劇の解決策	74
2.5 再生可能エネルギー利用とコモンズの悲劇	88
2.6 おわりに	90
第3章 地方自治体における電気自動車の充電設備設置の政策過程	
—東京都を事例として—	92
3.1 はじめに	92
3.2 改正東京都環境確保条例について	97
3.3 東京都におけるEV充電設備の設置施策に関する政策過程	98
3.4 おわりに—EV充電設備の設置施策に関する政策過程の特徴	101

令和4年度研究メンバーおよび執筆者

(敬称略・順不同、※執筆者)

主査 メンバー	庭田 文近	(城西大学 現代政策学部 教授)	
	臼井 功	(横浜国立大学 名誉教授)	※第2章
	關 哲雄	(立正大学 名誉教授)	
	朝日 讓治	(明海大学 名誉教授)	
	樋口 清秀	(早稲田大学 名誉教授)	
	上遠野武司	(大東文化大学 経済学部 教授)	
	倉橋 透	(獨協大学 経済学部 教授)	
	朝日ちさと	(東京都立大学 都市環境学部 教授)	
	藤井 秀昭	(京都産業大学 経済学部 教授)	※第1章
	村野 清文	(三井住友海上火災保険株式会社 顧問)	
	桶本 秀和	(城西大学 現代政策学部 非常勤講師)	※第3章

第1章 日本のエネルギー政策からみた

電気自動車用充電施設整備拡張の課題

1.1 はじめに

2016年発効のパリ協定¹を受けて、日本のエネルギー政策（2023年5月時点）は、従来の3E+S（安全性を前提とした経済発展、環境適合、エネルギー安定供給の同時追求）の基本的考え方を維持したうえで、世界共通の長期目標としての2°C目標設定及び1.5°Cに抑える努力を追求することに貢献しようと、とりわけ2020年10月以降、脱炭素社会移行に向けて大きく舵を切っている。

他方、同時に、技術覇権を巡る米中対立、新型コロナウイルス・パンデミックによるロックダウン及びロシアのウクライナ侵攻などが起きるなかで、エネルギー資源や重要鉱物資源をはじめ様々な中間財や最終財のグローバルサプライチェーンの分断化が進みつつある。欧州ではロシアからの天然ガスの供給途絶によるエネルギー危機やウクライナからの食料供給の減少により、エネルギー価格、食料価格及び原材料価格をはじめ物価の上昇が続いている。

こうした先行きが見通せない不確実な国際情勢に直面しながら、既存の炭化水素依存型経済社会システムからの脱却を図るべく経済行動の変革が要請されている。とりわけ、二次エネルギーのうち最も重要な電力の供給（電源構成）の脱炭素化と最終エネルギーベース（エネルギーミックス）での脱炭素化が同時に進んでいる²。

¹ 国連気候変動枠組み条約のもとで2015年に採択された世界の温室効果ガス排出量を抑制する目標を定めた合意文書であり、2020年に運用が開始された。京都議定書に代わる温室効果ガス排出削減等の新たな国際枠組みであり、すべての国が削減目標を5年ごと（次回は2025年）に提出・更新することが定められている。

² 2023年4月に北海道札幌市で開催された主要7ヵ国（G7）気候・エネルギー・環境相会合では、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2023年3月に示した「1.5度目標を達成するためには2035年の排出量を2019年比60%減らす必要がある」との提言を受けて、これを盛り込んだ共同声明を公表した。石炭、石油、天然ガスの化石燃料を段階的に使用禁止にすること、G7各国が保有する自動車からのCO₂を2000年比で2035年までに半減すること、洋上風力発電を2035年までに21年比約7倍、太陽光発電を現状に比べて約3倍に拡大すること、レアアースなどの重要鉱物資源の鉱山開発やリサイクルで安定した供給網を構築すること、などが共同声明に盛り込まれている。

本章では、最終エネルギーベースでの脱炭素化のうち、運輸部門³における EV シフト⁴の意味を吟味し、EV シフトの現状と日本の電気自動車用充電施設整備拡張の課題に係る論点を整理することを目的とする。

1.2 日本のエネルギー政策の変遷

最初に、1991 年米ソ冷戦構造終結後から現在に至るまでの日本のエネルギー政策の変遷をおおよそ 10 年ごとに分けて俯瞰する（図 1.1 と図 1.2）。どのような経緯で脱炭素社会移行と EV シフトが重要課題として注目されるように至ったかを明らかにするために、過去約 30 年間の期間を対象に整理することにする。

1.2.1 1990 年代

日本経済はバブル経済崩壊と不良債権処理の対応等により、1990 年からの 10 年間に於いて国内総生産（GDP）が年率平均 1.2% 増の低成長を記録するなかで、最終エネルギー消費が同 1.4% 増となった結果、最終エネルギー消費弾性値は 1.27 と 1 を超えた。最終エネルギー消費の GDP 弾性値が 1 を超えることの意味は、GDP を一単位産出するのにより多くの最終エネルギー消費を要したことになり、遡ってみると、高度経済成長時代（1965 年）から 1973 年の第一次石油危機までの時期（同弾性値 1.29）と同程度までにエネルギー多消費の経済構造になっていたことになる。

エネルギー政策関連では、1994 年に国連気候変動枠組み条約（UNFCCC）が発効し、1997 年の国連気候変動枠組み条約第 3 回締約国会議（COP3）で京都議定書が採択され、同年に経団連環境自主行動計画が策定公表された。1998 年に地球温暖化対策の推進に関する法律（温対法）が公布され、翌年 4 月に施行されている。

原油については、ニューヨーク商品取引所（NYMEX）原油先物市場の代表銘柄の WTI の

³ 2020 年度の日本の二酸化炭素排出量は約 10.44 億トン-CO₂であり、そのうち 17.7%（間接排出量）が運輸部門からの排出と推定されている（JCCCA 全国地球温暖化防止活動推進センターによる）。

⁴ 本稿において、EV シフトとは、ガソリン、軽油、LPG、水素等の燃料を使用する内燃機関搭載型エンジン自動車から、電気をエネルギー源とする電気モーター走行による自動車への移行のことをいう。電気自動車（もしくは電動車）には、バッテリー（蓄電池）を搭載して充電器で充電するバッテリーEV（Battery Electric Vehicle、BEV）、燃料電池で発電した電気を使用する燃料電池 EV（Fuel Cell Electric Vehicle、FCEV）、エンジンと電気モーターの両方を搭載したプラグインハイブリッド EV（Plug-in Hybrid Electric Vehicle、PHEV）、ハイブリッド EV（Hybrid Electric Vehicle、HEV）、REEV（Range Extender EV）がある。

スポット価格が湾岸危機の1990年に短期的に高騰したが、年平均では24.5ドル/バレルの水準となり、その後は国際原油需給が緩和されたことを主因として1999年まで20ドル割れの水準で推移し、原油以外の石炭、天然ガス等の資源価格も同様に低位安定して推移した。

1.2.2 2001年から2010年まで

この期間の日本経済はGDPが年率平均0.5%増の極めて低い成長が続くなかで、原油価格をはじめエネルギー資源価格の上昇があり、最終エネルギー消費は同1.0%の減少となった。

2002年にエネルギー政策基本法が制定され、日本のエネルギー政策の基本的考え方が明文化され、年次報告（エネルギー白書）が国会に提出されることになった。再生可能エネルギーを利用した発電を促進させるために、2003年に発電事業者に新エネルギー（再生可能エネルギー）利用発電の割合を要請するRPS（Renewable Portfolio Standard）制度が施行されたものの、その効果は小さいものにとどまった。

21世紀の最初の10年間で起きたエネルギー経済分野での特筆事項は、天然資源価格の高騰、それを受けてのロシア経済の復活（10年間でGDPが1.6倍に増加）とロシアの天然ガス輸出戦略の展開、経済規模・エネルギー消費・CO₂排出量における中国のプレゼンスの顕著な高まりである。WTI原油の先物価格は2003年の31.1ドル/バレルから年々上昇を続け、2008年には100.1ドル/バレル（7月に147.27ドル/バレルを瞬間的に記録）まで上昇した。同年秋のリーマンショックの金融危機で世界経済が減速したものの、その後も原油価格は高止まりを見せた。日本では2009年に住宅用太陽光発電の余剰買取制度が導入されている。また、山梨県が地方自治体で初めて2050年カーボンニュートラルを表明している。

⁵ RPS制度の当初計画では、2010年度の電気事業者による新エネルギーの基準利用量を122億kWhと設定しており、2010年度の総販売電力量の1.35%に相当する大きさを見込んでいた。日本では固定価格買取制度（FIT）施行により、日本のRPS制度は2017年度から5年間で段階的に廃止された。

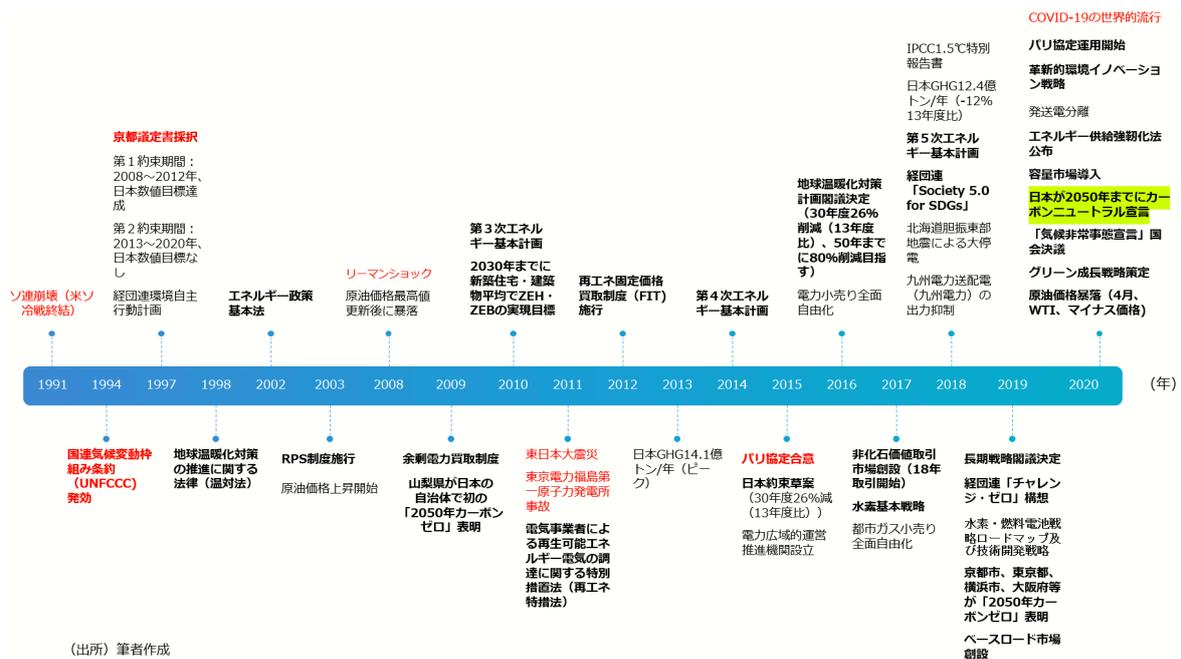


図 1.2-1 日本のエネ政策・温暖化対策関連の重要事象のクロノロジー（1991～2020年）

1.2.3 2011年から2020年まで

2011年3月11日の東日本大震災後に東京電力福島第一原子力発電所事故が起きたことにより、日本のエネルギー政策の抜本的見直しが行われ、その内容は2014年の第4次エネルギー基本計画で反映された。2011年8月の電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（法律第百八号）第二条で「再生可能エネルギー電気」「再生可能エネルギー源」等が日本の法律で初めて定義された。また、同法に基づき2012年7月に再生可能エネルギー固定価格買取制度（FIT：Feed-in Tariff）が施行された。

1970年代以降、日本では再生可能エネルギー利用の促進に向けての政策が実施されてきたが、その政策の主目的の差異により次の4つの時代区分が可能とみられる。つまり、第1期が1970年代の石油危機後の石油代替エネルギー開発、第2期が地球温暖化防止の国際的取り組み（1997年、京都議定書）のもとでのCO₂排出削減目的の低炭素化、第3期が東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所事故後（2011年）の原子力依存度の引き下げによる電力供給減少部分の代替（補填）、第4期が2050年カーボンニュートラル表明（2020年）に基づく再エネの主力電源化である。

大震災後の原発停止の電力供給減少分は実質的には石炭火力発電、液化天然ガス（LNG）火力発電及び石油火力発電で補填されたため、日本の温室効果ガス（GHG）排出量は大きく増加し、2013年に13.1億トン-CO₂/年のピークを記録したが、その後は減少傾向にある。

2015年のパリ協定合意を受けて、日本政府は2030年度のGHG排出量を2013年度比26%

削減、2050年までに80%削減する目標を掲げた地球温暖化対策計画を2016年に閣議決定した。そして、2020年10月に菅義偉内閣総理大臣が臨時国会所信表明演説で「2050年までにGHG排出を実質ゼロとするカーボンニュートラル宣言」を表明した。

一方、1995年の電気事業法改正から始まった日本の電力システム改革は、電力広域的運営推進機関設立（2015年）、電力小売り全面自由化（2016年）と進み、2020年4月の発送電分離で電力自由化に向けた制度面での電力システム改革が一通り完了している。既存の火力・水力・原子力発電による大規模集中型供給システムは、総括原価方式と規制料金による確実な投資回収が支える仕組みのもとで電力需要が旺盛な高度成長期に創られたものであるが、今後の電力システムは再エネの主力電源化を含めた電源多様化と競争市場の運用の監視⁶に移行することが期待されている。

脱炭素社会移行に向けては、再エネの主力電源化（2050年に再エネ比率を約5割とする）が必要であるが、2011年の東日本大震災後に東西連系線等の容量不足の制約により電力の地域間融通ができなかったことや、2018年に九州電力送配電（九州電力）管内で電力供給が電力需要を上回ることで事前に太陽光発電所に「出力抑制」を求める事態が起きたことに象徴されるように、既存の送電網（含む連系線）を増強させるための投資⁷が必要であると指摘されてきた。

1.2.4 2021年から2022年まで

国連気候変動枠組み条約第26回締約国会議（COP26）が2021年秋にスコットランドのグラスゴーで開催される前に、日本政府は「2030年度GHG排出量46%削減目標」を表明、グリーン成長戦略の具体化策定、第6次エネルギー基本計画と長期戦略の策定・決定を通して、

⁶ 「公正取引委員会は、中部電力株式会社、中部電力ミライズ株式会社、中国電力株式会社、九州電力株式会社及び九電みらいエナジー株式会社に対し、独占禁止法の規定に基づき排除措置命令及び課徴金納付命令（中部電力、中部電力ミライズ、中国電力及び九州電力は、2023年10月31日までに、総額1,010億3,399万円）を支払わなければならない」を行った」（公正取引委員会「旧一般電気事業者らに対する排除措置命令及び課徴金納付命令等について」、2023年3月30日）との報道があり、電力自由化による効果が十分に実現されるように制度運用面での監視が継続的に必要である。本件は、旧一般電気事業者ら（中部電力株式会社、中部電力ミライズ株式会社、中国電力株式会社、九州電力株式会社、九電みらいエナジー株式会社及び関西電力株式会社の6社）が、独占禁止法第3条（不当な取引制限の禁止）の規定に違反する行為を行っていたと公正取引委員会が認定したものである。

⁷ 2023年3月に電力広域的運営推進機関が2050年までの広域送電網の整備計画を公表し、「全国で1,150万～1,350万kWの送電網の増強を計画しており、導入が遅れる再生可能エネルギーの拡大に向け、6兆～7兆円を見込む巨額投資を円滑に進める環境をつくり、整備を加速することが必要」（日本経済新聞、2023年3月29日）としている。

日本の脱炭素に向けた政策転換をいっそう進めた。

2030年度GHG排出量46%削減目標の表明（4月）
グリーン成長戦略の具体化（6月）
第6次エネルギー基本計画の策定・閣議決定（10月）
地球温暖化対策計画の策定・閣議決定（10月）
長期戦略の策定・閣議決定（10月）
COP26（10月-11月）グラスゴー宣言



(出所) 筆者作成

図 1.2-2 日本のエネ政策・温暖化対策関連の重要事象のクロノロジー（2021～2022年）

2022年2月にロシアのウクライナ侵攻が始まり、欧州ではドイツを始め天然ガス供給に大きな障害が生じ、エネルギー危機を引き起こした。ロシアのウクライナ侵攻は2023年5月時点でも終結しておらず、戦争の長期化によるグローバルサプライチェーンの分断化の影響により資源・原材料の価格高騰とインフレ率の上昇を引き起こしている。

脱炭素社会に移行するには、これまでは電源構成において石炭・石油火力発電から再エネ発電にいきなりシフトするのではなく、天然ガス火力発電という「つなぎ」が入り、徐々に再エネ発電へと移行していくものと見られていた。しかしながら、2022年2月にロシアがウクライナに侵攻したため、EU（欧州連合）ではロシアからの天然ガス供給が途絶え、EUの電源構成は一気に石炭・石油・天然ガス火力発電から再エネ発電にシフトした。IEA（国際エネルギー機関）によると、2022年のEUの電源構成は再エネ発電が天然ガス火力発電（20%）を上回っている。また、2011年の東京電力福島第一原子力発電所事故後、欧米諸国を中心に原子力発電を抑制するエネルギー政策に修正されていたが、今回のエネルギー危機により、カーボンニュートラル実現への手段とも併せて、英国⁸、ドイツ、イタリア、北欧諸国などで原子力政策の見直しの議論が行われている。

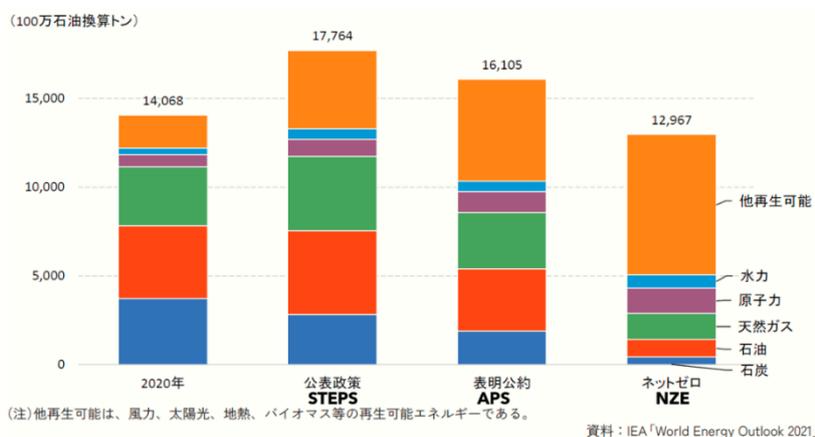
ウクライナ危機が起きたことで石炭や石油によるエネルギー安定供給が優先され、脱炭素の足かせとなるのではないかと、特に環境債や移行債などの金融市場で懸念されていたが、実際には、ウクライナ危機のなかで、脱ロシア（天然ガス）、原発推進の転換及び再エネ導入

⁸ 英国では2022年にエネルギー価格高騰を理由に原発新設を決定した。ドイツでは2023年4月15日に稼働中の3基の原子力発電所の稼働を停止して脱原発を実現したが、ドイツの国民世論調査（2023年4月）では回答者の過半数（52%）が「原発3基の稼働を停止するのは誤り」と回答している。

促進によって脱炭素へのエネルギー転換の動きは加速している。

1.3 国際エネルギー機関（IEA）による「2050年カーボンニュートラル」の見立て

2021年5月に、国際エネルギー機関（IEA）が *Net Zero by 2050 Roadmap for the Global Energy Sector* と題する報告書（政策決定者向けに意図した報告書も含まれる）を公表しており、その中でネットゼロ（NZE）シナリオとしての、「地球の気温上昇を産業革命前と比較して1.5°Cに抑え、その他のエネルギー関連の持続可能な開発目標を達成するための、狭いながらも達成可能なケース」（図1.3-1）を実現するための世界のエネルギー部門に対する詳細なロードマップを示した。



公表政策 (STEPS)シナリオ：世界各国政府が公表した現在の政策を反映したケース
表明公約 (APS)シナリオ：国が決定する貢献 (NDC) や長期的なネットゼロ目標を含む、世界中の政府による全ての気候変動への取組が完全かつ期限内に達成されることを前提としたケース
ネットゼロ (NZE)シナリオ：地球の気温上昇を1.5°Cに抑え、その他のエネルギー関連の持続可能な開発目標を達成するための、狭いながらも達成可能なケース

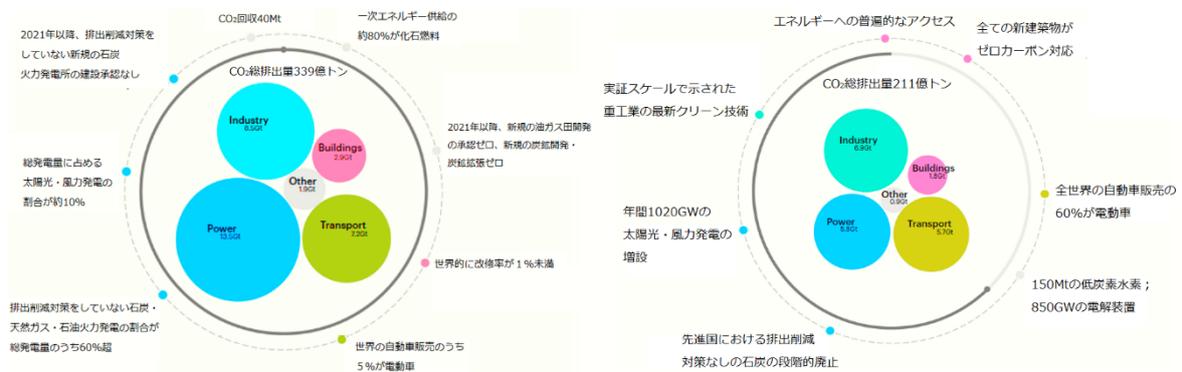
(出所) 経済産業省編『エネルギー白書2022年』より抜粋

図 1.3-1 2050年の世界のエネルギー供給シナリオ (IEA 予測)

NZEシナリオは、公共政策 (STEPS)シナリオ (世界各国政府が公表した現在の政策を反映したケース) や表明公約 (APS)シナリオ (国が決定する貢献 (NDC) や長期的なネットゼロ目標を含む、世界中の政府による全ての気候変動への取組が完全かつ期限内に達成されることを前提としたケース) と比較して、化石燃料依存度が低だけでなく、エネルギー供給量も2020年に比べて下回る水準とする目標である。

図1.3-2と図1.3-3は、NZEシナリオにおけるエネルギー部門から排出される二酸化炭素 (CO₂) の排出量と各部門のCO₂排出削減対応の具体的な技術例やマイルストーンが明記さ

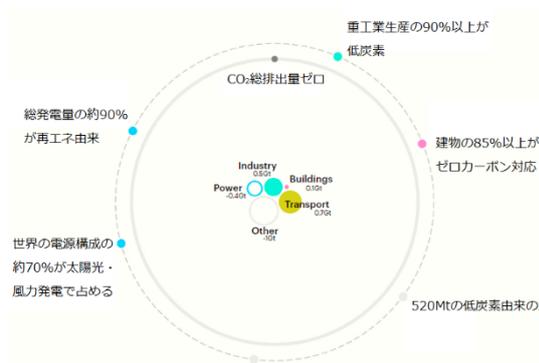
れており、各時点の経済社会活動の絵姿を描写する助けをねらいとしている。



(出所) IEA (2021) p.26 より抜粋 (日本語訳は筆者)

図 1.3-2 ネットゼロに向けた「世界のエネルギー需給」の絵姿

(左図：2020年実績見込み・右図：2030年予測)



カテゴリー	2035年には、世界中でICEの新車販売は終了 可能な限り早期に排出原単位の厳格な削減目標を実施		
カテゴリー	2020	2030	2050
道路輸送			
航空・船舶			
道路輸送			
新車販売に占めるプラグインHV、EV、FC車の割合			
乗用車	5%	64%	100%
二輪車・三輪車	40%	85%	100%
バス	3%	60%	100%
バン・軽トラック	0%	72%	100%
大型トラック	0%	30%	99%
石油製品に占めるバイオ燃料ブレンド割合	5%	13%	41%
鉄道			
鉄道エネルギー消費に占める電気と水素の割合	43%	65%	96%
モーダルシフトによる活動の増加 (2020年=100)	100	100	130
航空			
航空エネルギー消費に占める水素ベース合成燃料の割合	0%	2%	33%
航空エネルギー消費に占めるバイオ燃料の割合	0%	16%	45%
行動変容により回避された需要 (2020年=100)	0	20	38
船舶			
船舶エネルギー消費に占める割合:			
アンモニア	0%	8%	46%
水素	0%	2%	17%
バイオエネルギー	0%	7%	21%
インフラ			
公共EV充電設備 (100万基)	1.3	40	200
水素充填設備 (基)	540	18,000	90,000
完全電化の鉄道の割合	34%	47%	65%

(出所) 左図は IEA (2021) p.26 より抜粋 (日本語訳は筆者)、

右図は国際環境経済研究所 (<https://ieei.or.jp/2021/06/exp1210609/>) より抜粋

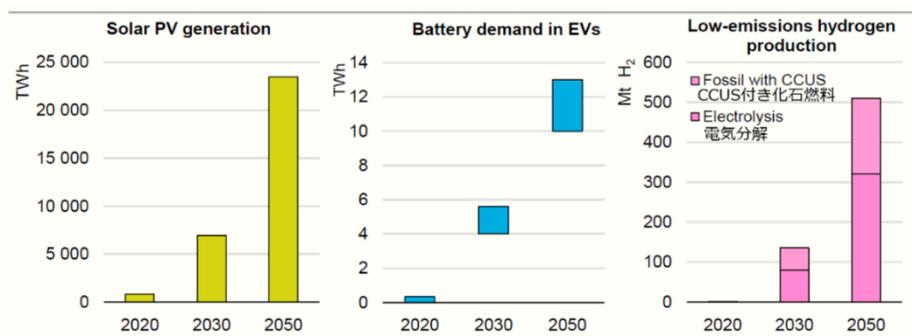
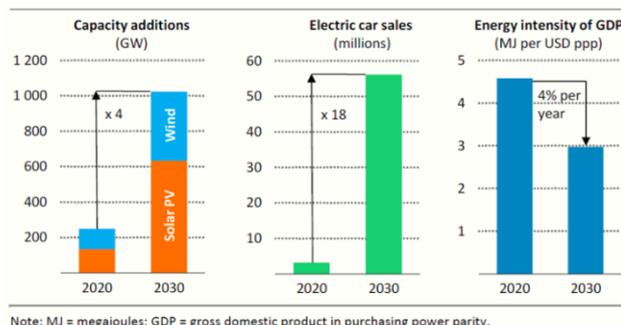
図 1.3-3 ネットゼロに向けた「世界のエネルギー需給」の絵姿 (2050年予測) と

NZE 達成のための輸送部門のロードマップ

NZE シナリオにおける道路輸送の絵姿をみると、2035年には世界の内燃機関 (ICE) 搭載型自動車の新車販売は終了するものとし、2030年の新車販売に占めるプラグインハイブリッドEV車・バッテリーEV・燃料電池車 (FC) の割合が乗用車で 64%、二輪車・三輪車で 85%、バスで 60%、バン・軽トラックで 72%、大型トラックで 30%としている。

NZE シナリオでは、2030年の風力発電と太陽光発電の発電能力を20年比4倍に拡大させ

(2050年に太陽光発電量を飛躍的に拡大)、電動車販売は20年比18倍に増加、GDP(購買力平価ベース)のエネルギー消費原単位を、2020年から2030年までの間、年率4%のペースで低減させる(図1.3-4)としている。



(出所) IEA (2021) p.5 及び p.15 より抜粋

図1.3-4 ネットゼロに向けて追加される重要なクリーン技術(2030年)と主要クリーンエネルギー技術(2030年・2050年)

これらの電動車普及拡大やエネルギー消費原単位の低減(エネルギー効率上昇)を実現するためには、EV用蓄電池の利用急増が必要であると同時に、省エネの推進が必要である。化石燃料(炭化水素)依存型社会から脱却し、水素の役割が重要となり、ブルー水素(化石燃料由来の水素)供給ではCCUS(二酸化炭素回収・有効利用・貯留)の技術の実装が求められ、再生可能エネルギー利用発電の電力による電気分解で生成されるグリーン水素の供給を要請している。今のところ、NZEシナリオの実現に関する蓋然性は、これらのクリーンエネルギー技術が技術的・経済的に社会実装できるか否かに大きく依存していると見たほうがよい。

以上のように、IEAが描く2050年カーボンニュートラル(CN)のNZEシナリオのもとで、2030年に世界の自動車販売の6割が電気自動車となり、2035年には内燃機関搭載車の販売

が禁止⁹され、大型車販売の5割を電気自動車と想定しているため、蓄電池需要の急増、太陽光発電・風力発電の大幅な発電能力の拡大の必要性、水素をエネルギー需給の中心に据える社会を構築するためのインフラ技術の要請を求めている。

1.4 IEAによる「世界のEVシフト」に関する調査分析¹⁰の概要

1.4.1 世界の電気自動車の新規販売台数（2021年）

図1.4-1は、2010年から2021年までのバッテリーEV（Battery Electric Vehicle、BEV）とプラグインハイブリッドEV（Plug-in Hybrid Electric Vehicle、PHEV）の新規販売台数の推移を世界と主要国別で図示したものである。2021年の世界のバッテリーEVの新規販売台数（470万台）のうち中国が57.4%と過半数を占めており、米国が10.0%、ドイツが7.7%、英国が4.0%、フランスが3.6%と欧米で増加している。日本は0.5%にすぎず、韓国（1.5%）よりも少ない。

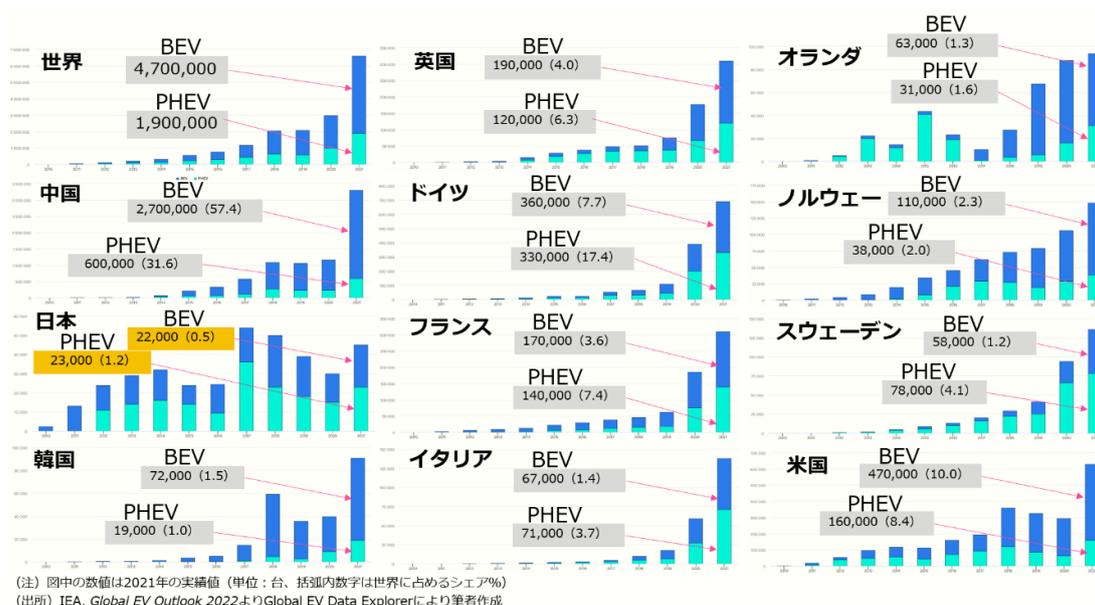


図 1.4-1 主要国のBEVとPHEVの新規販売台数（2010～2021年）

⁹ 欧州連合（EU）は2023年3月、2035年以降の内燃機関（エンジン）車の新車販売を原則禁止するこれまでの方針を撤回し、合成燃料を使う場合に限り、2035年以降も内燃機関車の新車販売を認めることで合意したと発表している（日経速報ニュース（2023年3月29日））。

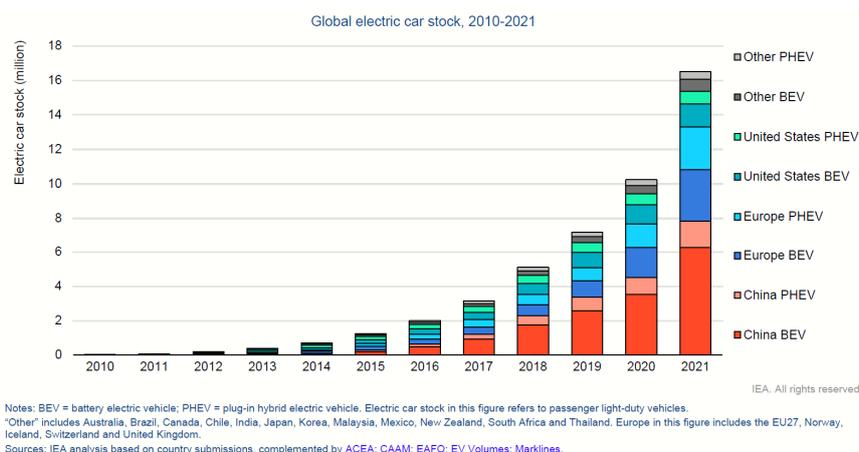
¹⁰ 本節の部分はIEA, Global EV Outlook 2022, May 2022の内容から重要と認識した部分を抽出して、データ情報を加筆するなどして整理したものである。

2021年のプラグインハイブリッドEVの新規販売台数(190万台)のうち、中国が31.6%、ドイツが17.4%、米国が8.4%、フランスが7.4%、英国が6.3%、スウェーデンが4.1%であり、日本は1.2%と2017年水準よりも減少している。

図1.4-2と図1.4-3は、主要国のBEVとPHEVのストック台数(2010~2021年)の推移をみたものである。2021年の世界のBEVとPHEVのストック台数の合計は1,620万台で近年急速に増加している。中国と欧米のBEVとPHEVのストック台数が指数関数的に増加しているのに対して、日本のストック台数が線形的に増加しているのが対照的である。



図 1.4-2 主要国のBEVとPHEVのストック台数(2010~2021年)

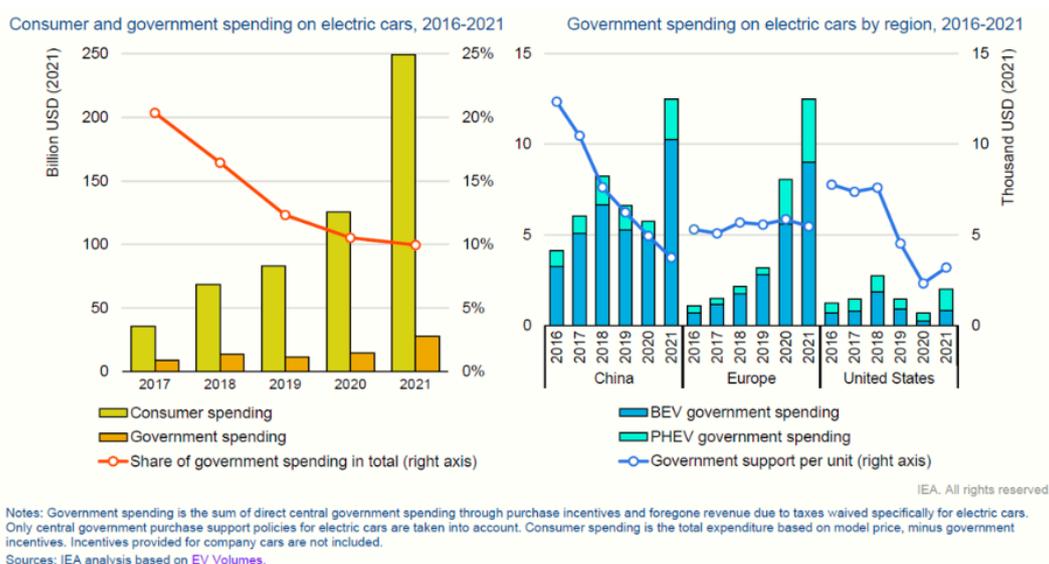


(出所) IEA, Global EV Outlook 2022, May 2022 より抜粋

図 1.4-3 世界の地域別のBEVとPHEVのストック台数の推移(2010~2021年)

以上のように、2021年の世界の電気自動車（BEVとPHEV）の新規販売台数は6.6百万台（前年比2倍）であり、世界の自動車販売台数の約10%（2019年比4倍）が電気自動車の販売である。新規販売台数の約半分は中国（3.3百万台、2020年の世界年間販売台数よりも大きい）である一方、IEA（2022）では日本のEV販売が低調である点を指摘している。また、ストックベースで世界の電気自動車台数は16.2百万台であり、2018年に比べて3倍に拡大している。

中国でのEVの新規販売台数の増加は、政府による継続的な導入支援策が主因であるが、政府支出（2021年のEV補助金やインセンティブへの公的支出が約300億ドル）による支援の割合は年々低下傾向を辿っている。電動車購入における政府からの購入インセンティブや税額控除の支援策は、2016年から2021年まで、中国と米国において引き下げられている（図1.4-4）。とりわけ、中国では5年間で新エネ車の購入補助金が大幅に引き下げられている（後掲の図1.4-24を参照）。



（出所） IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022より抜粋

図 1.4-4 電気自動車への消費支出・政府支出と地域別の電気自動車への政府支出

近年の中国と欧米におけるEV販売の増加はEVモデル数の増加が寄与している。図1.4-5は主要国のEV販売シェアに対する利用可能なEVモデル数の変化を図示している。2021年の世界のEV市場では2015年比5倍超の約450のEVモデルが利用可能となっており、利用可能なモデル数が増加している国でEV販売シェアが顕著に増加していることが見て取れる。

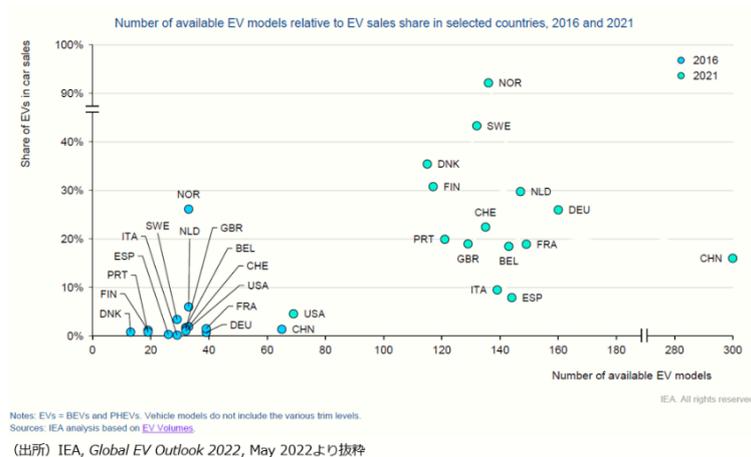


図 1.4-5 主要国の EV 販売シェアに対する利用可能な EV モデル数

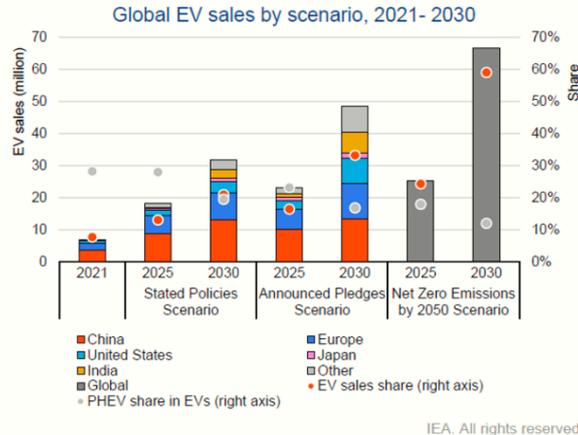
1.4.2 EV シフトの展望と課題

前掲 1.3 で説明したように、IEA では複数シナリオに基づき分析を行っている。以下の EV シフトの展望においても、3 つのシナリオごとに分析が行われている。ネットゼロ (NZE) シナリオは「地球の気温上昇を産業革命前と比較して 1.5°C に抑え、その他のエネルギー関連の持続可能な開発目標を達成するための、狭いながらも達成可能なケース」、公共政策 (STEPS) シナリオは「世界各国政府が公表した現在の政策を反映したケース」、表明公約 (APS) シナリオは「国が決定する貢献 (NDC) や長期的なネットゼロ目標を含む、世界中の政府による全ての気候変動への取組が完全かつ期限内に達成されることを前提としたケース」である(前掲の図 1.3-1 参照)。

世界中の政府による全ての気候変動への取組みが完全かつ期限内に達成されることを前提とした APS シナリオにおいても、2030 年の世界の EV 販売シェアは 30% にとどまる (NZE シナリオの 60% に比べて不足)。ただし、近年の EV 販売実績と政府の政策は NZE シナリオの軌道に近づいていると IEA は評価する。STEPS シナリオでは、2030 年に EV 販売シェアが 20% を超え、ストックベースで現在の 11 倍となり、2 億台に達すると予測する。また、IEA が描く 2050 年カーボンニュートラルに向けた「世界の EV シフト」では、2030 年の EV 販売は中国が牽引すると見ており、自動車メーカーのほうが政策目標よりも積極的と評価している。

コロナ禍とロシアのウクライナ侵攻によりグローバルサプライチェーンが崩壊し、自動車産業は深刻な影響を受けてきた。EV の納車の遅れがいくつかの市場で販売台数の伸びを鈍化させる可能性があるが、長期的には政府や企業努力で EV 販売台数の増加はいつそう進むと IEA (2022) はみている。

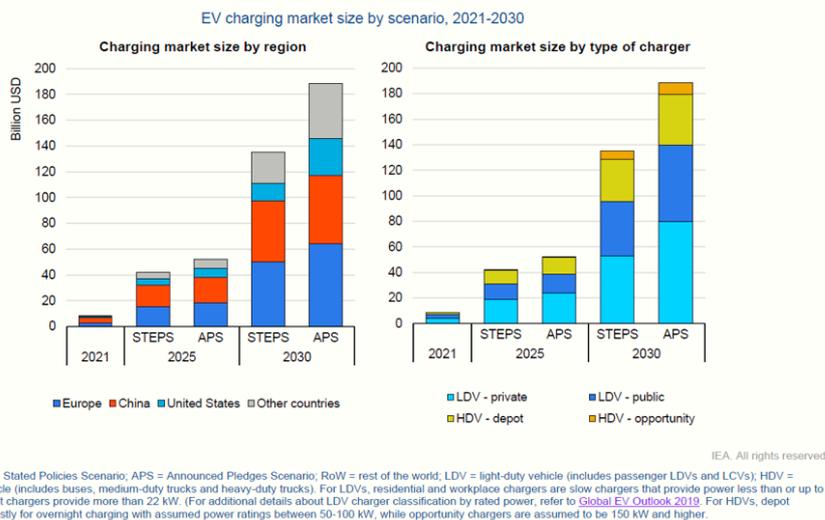
日本のEV販売は僅かとの見通し（2030年まで）



(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋（日本語コメントは筆者追記）

図 1.4-6 シナリオ別の世界のEV販売台数

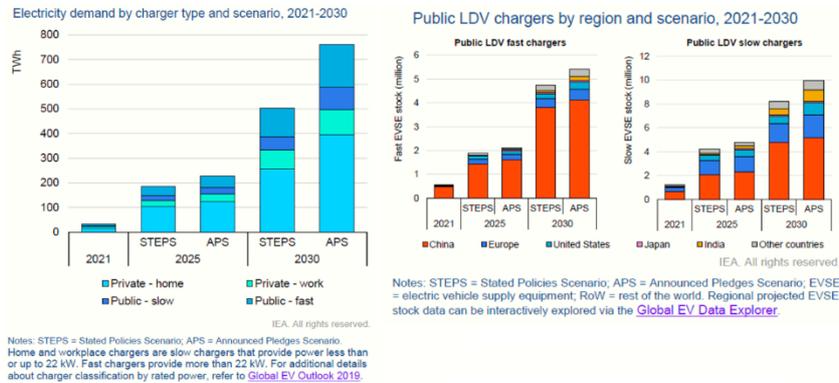
APS シナリオでは、2030 年までに EV 充電により世界の電力市場価値が現在の 20 倍超の 1,900 億ドル（約 26 兆円）となるが（図 1.4-7）、この市場価値の大きさは現在のディーゼル・ガソリンの市場価値の 10 分の 1 に相当する大きさにすぎないと予測している。また、公共用充電施設（家庭充電を除く）では電力供給が不十分となるおそれがあるとし、2030 年には公共用充電設備を現在の約 9 倍（1,500 万ユニット）の大きさに拡大させる必要があるとする。



(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋

図 1.4-7 EV 充電市場規模の実績とシナリオ別の予測

世界の EV 乗用車では基礎充電（家庭充電）が大宗を占め、公共用充電も増加（急速充電が増加）するものとみている（図 1.4-8）。



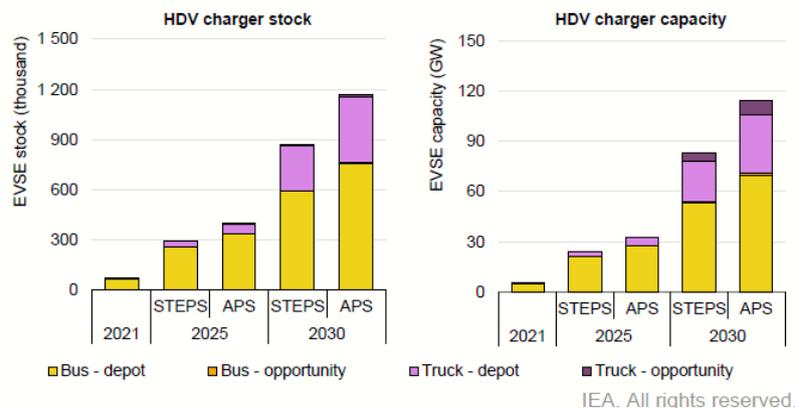
（出所） IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋

図 1.4-8 充電タイプ別の電力需要の実績とシナリオ別予測（左図）

国・地域別の公共用・LDV 用充電拠点数の実績とシナリオ別予測（右図）

世界の EV 大型車では目的地充電が大宗を占め、経路充電も増加するとみている（図 1.4-9）。長距離輸送トラックは高価な高圧充電が必要であり、系統のアップグレード投資が必要となるが、2030 年まではストックベースでほとんどの地域の EV シェアが 20%未満であるため（図 1.4-10）、EV 充電で大きな問題になる可能性は小さい（2030 年以降の対策が必要）と評価している。EV あたりの適切な充電施設数は地域特性（①住宅ストック、②移動距離、③人口密度、④家庭充電の依存度）に依存することを指摘している。

Charger stock and capacity by type and scenario, 2021-2030



Notes: GW = gigawatts; STEPS = Stated Policies Scenario; APS = Announced Pledges Scenario.

（出所） IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋

図 1.4-9 タイプ別の大型車用充電器ストックと充電能力の実績とシナリオ別予測

Country/region	2021	Stated Policies Scenario 2030	Announced Pledges Scenario 2030
China	0.5%	3.3%	3.6%
Europe	0.3%	5.5%	6.5%
India	0.0%	1.9%	3.9%
Japan	0.0%	1.3%	2.6%
United States	0.2%	3.0%	5.7%
Global	0.2%	2.7%	3.9%

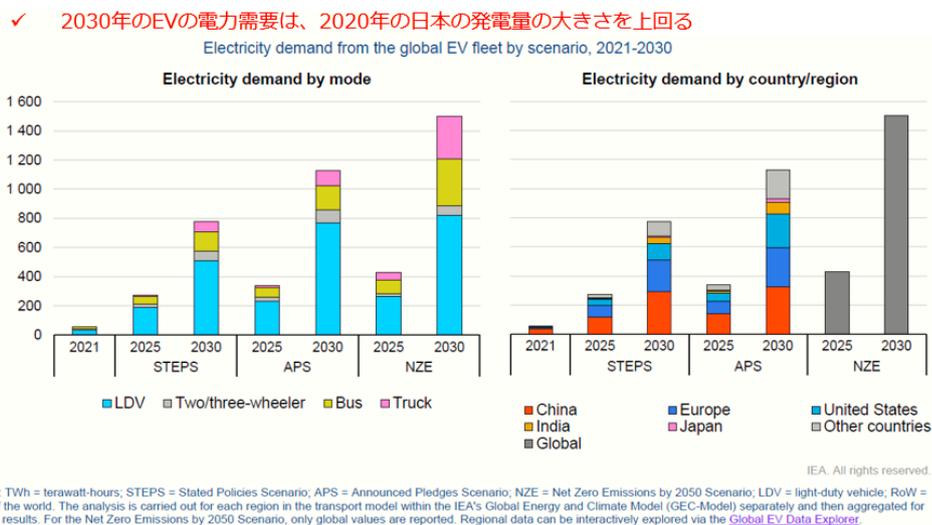
Sources: Electricity demand from EVs was derived with the road transport model of IEA's GEC-Model, total final electricity consumption from the [World Energy Outlook 2021](#).

(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋

図 1.4-10 EV の電力消費割合（最終ベース）の実績とシナリオ別予測

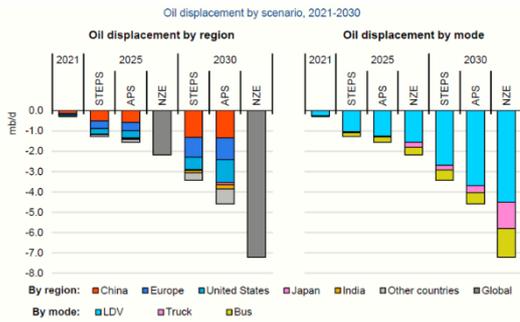
1.4.3 EV シフトによる影響

APS シナリオでは、EV シフトにより、(i) 2030 年までに 460 万バレル/日の石油需要を削減、(ii) 580 百万トン-CO₂ 換算/年の正味の GHG を削減、(iii) 2030 年の EV の電力需要が 2020 年の日本の発電量の大きさを上回る、(iv) 2030 年までに世界の EV は世界の最終電力消費の約 4% となると予測している。また、輸送用電力需要がガソリン・軽油等の輸送燃料需要を代替するため、2030 年において STEPS・APS シナリオとも大幅な税収減少を予測する（図 1.4-13）。

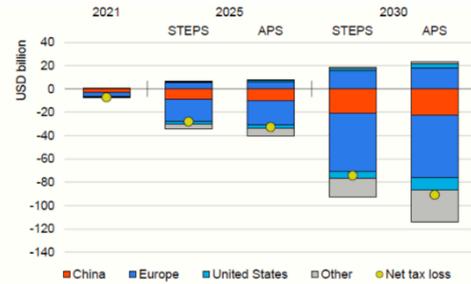


(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋（日本語コメントは筆者追記）

図 1.4-11 EV 車両からの電力需要の実績とシナリオ別予測



Notes: mbd = million barrels per day. STEPS = Stated Policies Scenario; APS = Announced Pledges Scenario; NZE = Net Zero Emissions by 2050 Scenario. LDV = light-duty vehicle. For reference, today's global car stock consumes about 20 mbd of oil products. The analysis is carried out for each region in the road transport model of IEA's GEC-Model separately and then aggregated for global results. Regional data can be interactively explored via the [Global EV Data Explorer](#).

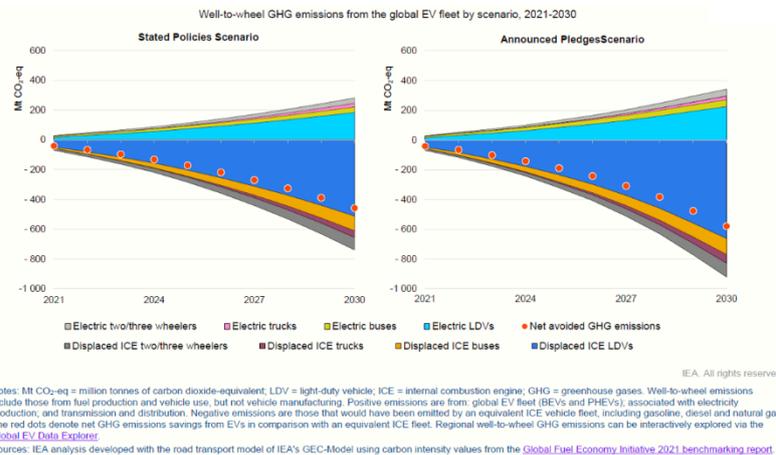


Notes: STEPS = Stated Policies Scenario; APS = Announced Pledges Scenario. Fuel tax rates are assumed to remain constant after 2021. Sources: IEA analysis developed with the road transport model of IEA's GEC-Model using taxes from [IEA Energy Prices](#).

(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋

図 1.4-12 EV による石油代替量の実績とシナリオ別予測 (左図)

図 1.4-13 国・地域別の電力税收増加と石油代替による税收減少の実績とシナリオ別予測 (右図)



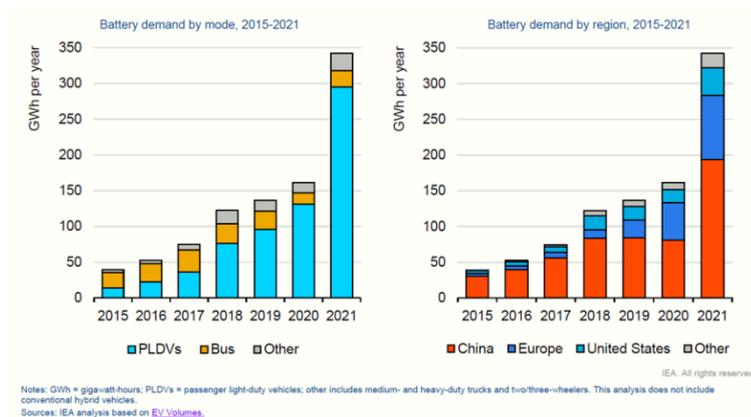
(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋

図 1.4-14 世界の EV 車両からの GHG 排出量 (WTW) の実績とシナリオ別予測

1.4.4 EV シフトによる重要鉱物資源の安定供給問題

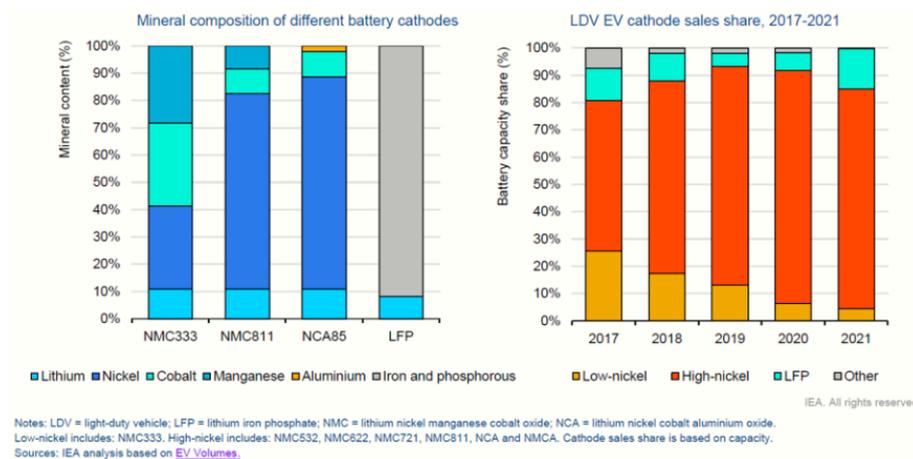
2015 年から 2021 年までの電気自動車用バッテリー (HEV のバッテリーを含まず) の需要実績の推移をみると、小型乗用車の需要を中心に、中国、欧州、米国で増加傾向を辿っており (6 年間で 7 倍強の増加)、特に 2021 年に大きく増加している (図 1.4-15)。

車載用リチウムイオン電池は、各種バッテリーごとに使用されている正極材の鉱物の構成が異なっており、低ニッケル正極材の NMC (ニッケル・マンガン・コバルト酸リチウム) 333、高ニッケル正極材の NMC (ニッケル・マンガン・コバルト酸リチウム) 811 と NCA (ニッケル・コバルト・アルミニウム酸リチウム) 85、リン酸鉄リチウム (LFP) がある (図 1.4-16 左図)。小型車の EV 正極材の販売シェアをみると、低ニッケル正極材のシェアが低下し、高ニッケル正極材のシェアがさらに上昇している (図 1.4-16 右図)。



(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋

図 1.4-15 モード別・地域別の世界のバッテリー需要の推移



(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋

図 1.4-16 各種バッテリー正極材の鉱物の構成比と乗用車 EV の正極材の販売シェア

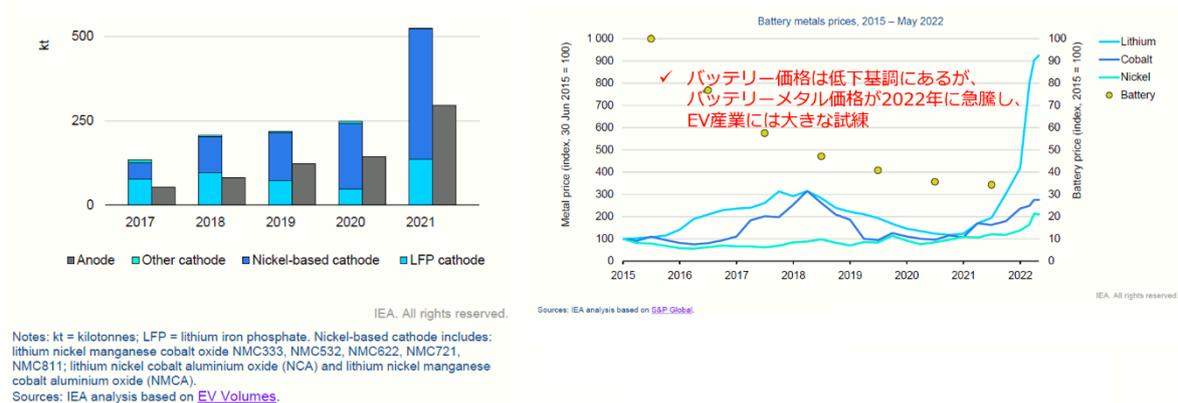
コロナ禍とロシアのウクライナ侵攻のもとで、急速な EV 販売台数の増加を実現したことは、結果的に、バッテリー供給網にとって強靱な供給網かどうかを確かめる耐性テストとなった。ただし、IEA (2022) は、現行の原油価格水準であれば、EV の相対的な競争力に影響を与えないと評価している。

EV 増産に伴い、リチウム、コバルト、ニッケル等の原材料需要の急増 (図 1.4-17、図 1.4-18) と新規供給能力への構造的投資不足を要因として、リチウム、コバルト、ニッケル等の原材料価格が高騰した。2022 年 5 月にリチウム価格は 2021 年初比 7 倍に上昇した。高純度ニッケルの 20% がロシア産である。

一方、蓄電池 (バッテリー) の平均価格は 2021 年に前年比 132 ドル/kWh (6% 下落) の下落となったが、前年の 13% 下落から下落幅を縮小させている。仮に 2022 年の金属価格水準

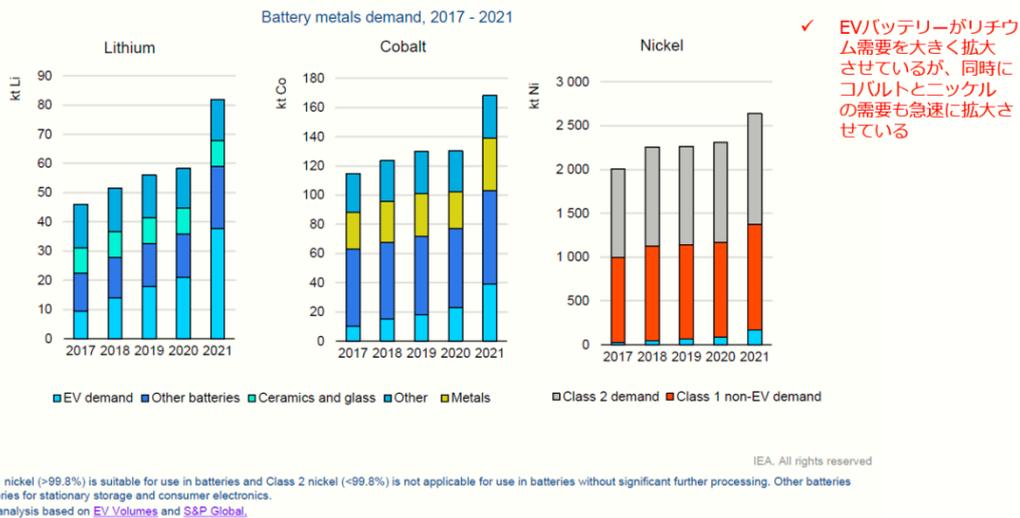
であれば、2021年のバッテリー価格は15%高い水準になっていたと試算されている。

つまり、バッテリー価格は2015年の価格と比較すると2022年には60%超の下落となっているが（図1.4-17）、今後はリチウム、コバルト、ニッケル等の原材料価格の急騰によりバッテリー価格の下落傾向は下げ止まるとみている。



（出所） IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋（日本語コメントは筆者追記）

図 1.4-17 バッテリー正極材・負極材の需要（左図）と
バッテリーメタル価格（右図）の推移



（出所） IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋（日本語コメントは筆者追記）

図 1.4-18 バッテリーメタルの需要推移

図 1.4-19 は EV バッテリーの供給網を図示している。EV バッテリーの供給網は、①採掘（鉱山開発）、②原材料の加工、③電池部品の生産、④バッテリーセル/パックの生産、⑤EV 生産、⑥リサイクル/リユースの 6 つのステージ（段階）から成る。

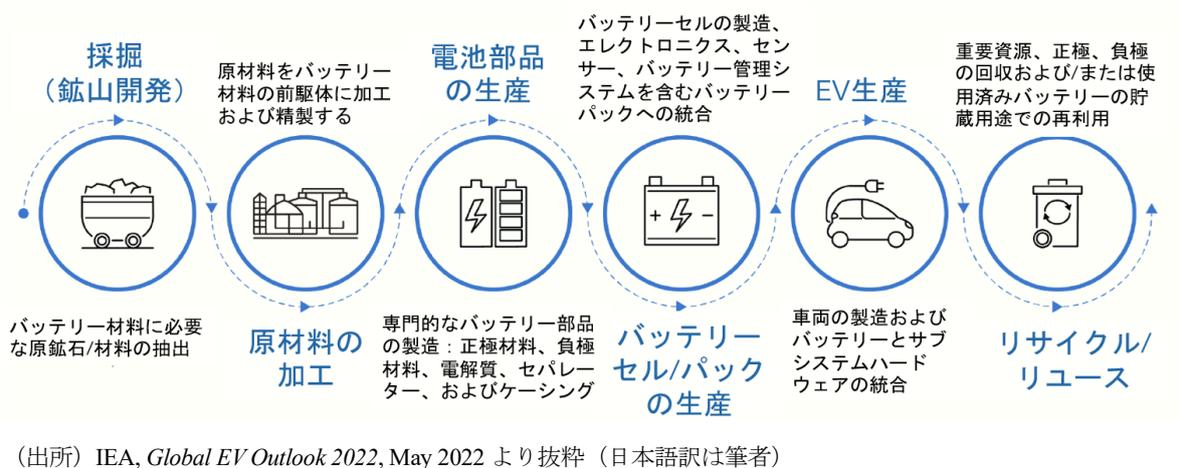
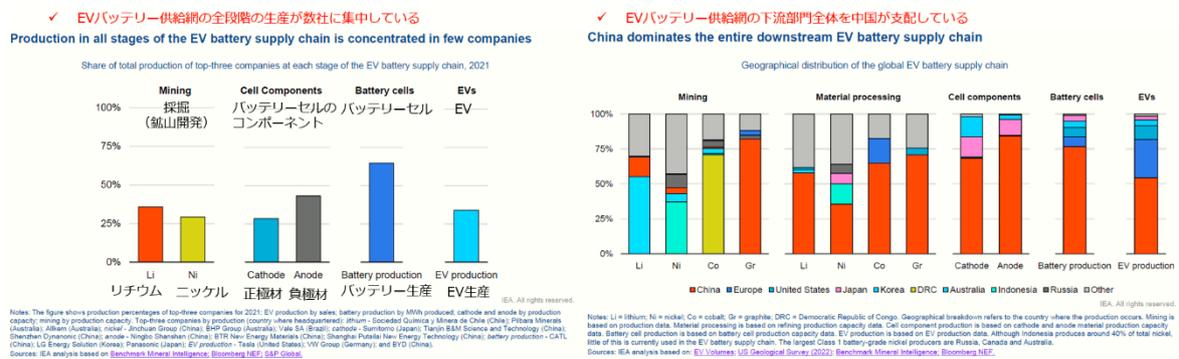


図 1.4-19 EV バッテリーの供給網



(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋 (日本語コメントは筆者追記)

図 1.4-20 2021 年時点の EV バッテリー供給網の各段階における上位 3 社の全体に占める割合 (供給寡占度) (左図) と世界の EV バッテリー供給網の地理的分布 (右図)

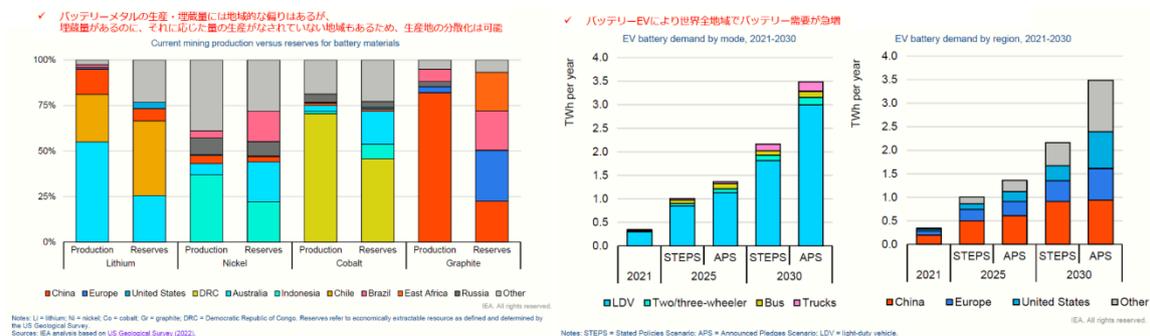
現在のバッテリー供給網¹¹は中国に集中しており、リチウムイオン電池生産の 3 分の 2 が中国で生産され、正極材と負極材の生産能力のほとんどが中国にあり、リチウム、コバルト、グラファイトの処理・精製能力の半分以上が中国にある (図 1.4-20)。

欧州 (EU) はコバルト処理の 20%以外に拠点はないが、世界の EV 生産の 4 分の 1 を担っている。米国は世界の EV 市場の 10%、EV バッテリー生産能力の 7%を占めているにすぎない。韓国と日本は原材料処理 (高度に技術的な正極材・負極材の生産) における下流の供給網の相当部分を占めており、日韓企業は電解液やセパレータの生産に大きく関与している。

バッテリーメタルの採掘 (鉱山開発) は中国、オーストラリア、チリ、コンゴ民主共和国

¹¹ 世界における車載用リチウムイオン電池と車載用リチウムイオン電池正極材・負極材・電解液・セパレーター・モーター用磁石のサプライチェーン、リチウム・コバルト・ニッケル・グラファイト・レアアースの取引フローの実態については、三菱総合研究所 (2018) が詳しい。

等で行われ、少数の企業で操業されている（図 1.4-20、図 1.4-21）。ただし、バッテリーメタルの生産・埋蔵量には地域的な偏りはあるが、埋蔵量があるのに、それに応じた量の生産がなされていない地域もあるため、生産地の分散化は可能と指摘する（図 1.4-21）。

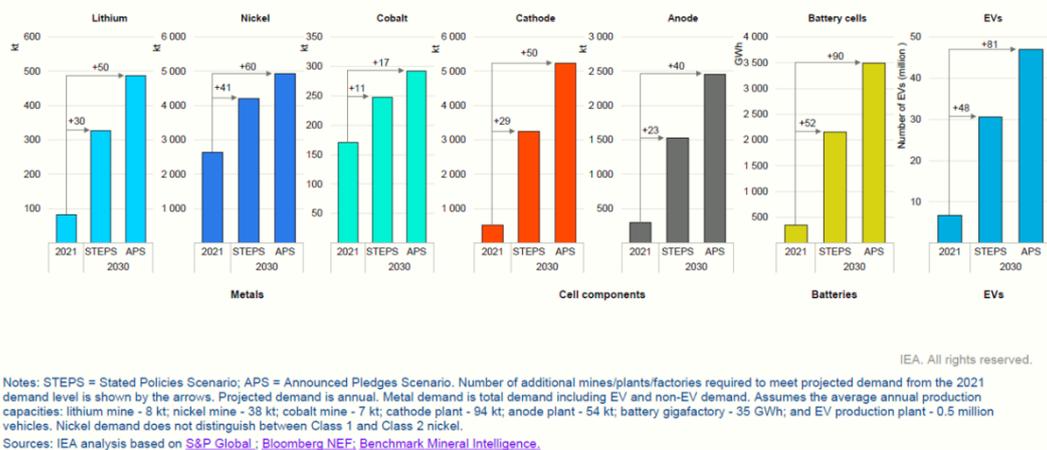


(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋（日本語コメントは筆者追記）

図 1.4-21 バッテリーメタルの採掘生産と埋蔵量

図 1.4-22 モード別（左図）地域別（右図）のEVバッテリー需要の実績とシナリオ別予測

✓ バッテリーEVの想定需要を満たすためにEVバッテリー供給網のすべての要素が大きく拡大
 Number of mines to produce required levels of metals, anode/cathode production plants, battery gigafactories and EV plants required to meet projected demand in 2030 relative to 2021



(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋（日本語コメントは筆者追記）

図 1.4-23 2030年シナリオ別のEV需要に必要な各部材のEVバッテリー供給網の大きさ（2021年比）

IEA (2022) は、欧米は政府主導で国内及び同盟国間におけるバッテリー供給網の構築を推進しているが、供給網の大部分は、2030年までに計画されているバッテリー生産能力の70%が中国であることから、2030年まで中国製が大宗を占める公算が大きいと予測する。

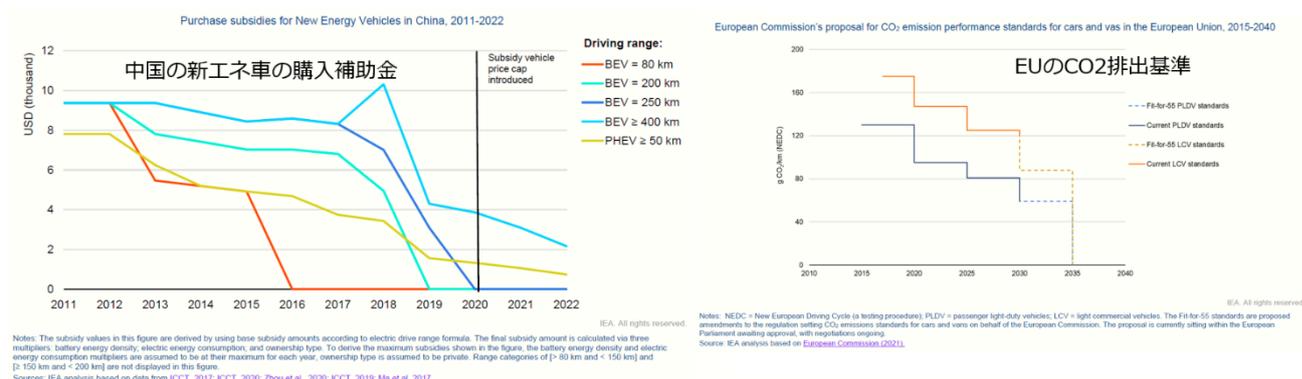
2030年までリチウムの需給ギャップが最大（6倍に拡大し500キロトン、50の新規鉱山が

必要) となると見込まれ、バッテリーメタルの採掘 (鉱山開発) はリードタイムが長いので、早めの追加投資が必要であると強調する。また、レアメタル価格が高止まりすると、化学メーカーはコバルトやニッケルを使用しなくなり、その結果、エネルギー密度の低いものにシフトさせることになれば短距離移動向けの自動車に合うものしか作れないことになる。

1.4.5 EV を世界に普及させるための 5 つの提言

以上の調査研究をもとに、IEA (2022) では世界の EV 普及のために次の 5 つの提言を行っている。

第一に、電動車市場の成熟に伴い直接的な政府補助金 (購入補助金や税額控除など) への依存を低減させ、フェイドアウトする必要があるとあり、移行期は非効率な内燃機関に課税することと低炭素車や EV に補助金を与えることを組み合わせた財政中立プログラムが有効ではないかと提言する。中国では新エネルギー車の購入補助金を、航続距離の短い車両から順次引き下げ (図 1.4-24 左図)、2022 年 12 月末で廃止している。EU では小型乗用車の CO₂ 排出基準の厳格化を進めており (図 1.4-24 右図)、EV 普及に繋がっている。



(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋

図 1.4-24 中国の新エネ車への購入補助金の推移 (左図) と自動車の CO₂ 排出基準に関する EU 提案 (右図)

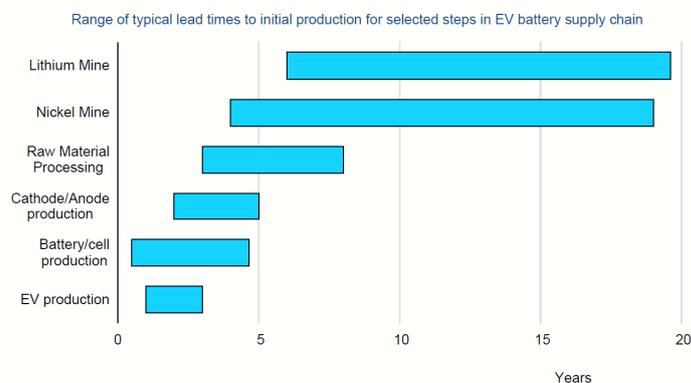
第二に、EV の大型車市場をいっそう促進させることを提言する。多くの大型電動車モデルが利用可能になってきており、ゼロエミ車販売の義務化、購買インセンティブ、CO₂ 基準などにより、電動バス・トラックが総保有コスト (TCO : Total Cost of Ownership) ベースで競争的になってきていると報告している。

第三に、新興発展途上国における道路輸送の電動化は、最もコスト競争的な二輪車・三輪車と都市バスを優先的に行うべきと提言する (価格シグナルと充電施設の利用可能性が電動化の経済的根拠として役立つ)。

第四に、充電ネットワークが維持確保されるまでは、政府が公共用充電施設の展開をサポートすべきであると提言する。既存の駐車場における家庭充電施設が重要であることを指摘し、新築建物に EV 充電を義務づけること、既存建物には地方政府が充電施設設置支援を行うこと、両方向情報伝達のデジタル技術や EV と系統接続（グリッド）間のプライシングを含む系統接続の拡張増強を行うことで、EV が系統接続の安定性に貢献するようになると分析している。

第五に、道路輸送を電動化するには広範囲の原材料の投入が必要であるが、採掘（鉱山開発）や原材料の加工において長いリードタイム（図 1.4-25）が必要であり、供給網の規模拡大のなかで特に重要な部分であるとする。政府は、これらの潜在的な供給のボトルネックを回避するために、バッテリーメタルの持続可能な採掘に民間投資を呼び込み、明確で迅速な手続きを発出する必要がある点を強調している。また、バッテリーリサイクルと併せて、重要鉱物資源が少量で済むような技術進歩や代替化学、さらにはバッテリーの適正規模と小型車への採用を促進することが必要であり、EV 部品のトレーサビリティ（追跡可能性）を確かなものとし、あらゆる段階のバッテリーと EV 供給網における環境社会目標の進展を監視することが必要だと提言する。

Meeting battery metal demand in 2030 and beyond requires investment to be mobilised now, particularly in new mining capacity



Notes: Lead times for mines are calculated from completion of the preliminary feasibility study to the start of production. For other elements, lead times are calculated from investment decision to production.
Sources: IEA analysis based on Heijnen et al. (2021), Benchmark Mineral Intelligence, S&P Global.

(出所) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022 より抜粋

図 1.4-25 EV バッテリー供給網の各種段階の初期生産のリードタイムの範囲

1.5 日本が描く 2050 年カーボンニュートラルの「日本のエネルギー需給」の絵姿

次に、2020 年 10 月に菅義偉内閣総理大臣が臨時国会所信表明演説で「2050 年カーボンニュートラル (CN) 宣言」を表明した日本のエネルギー需給の現状と展望をみることにする。

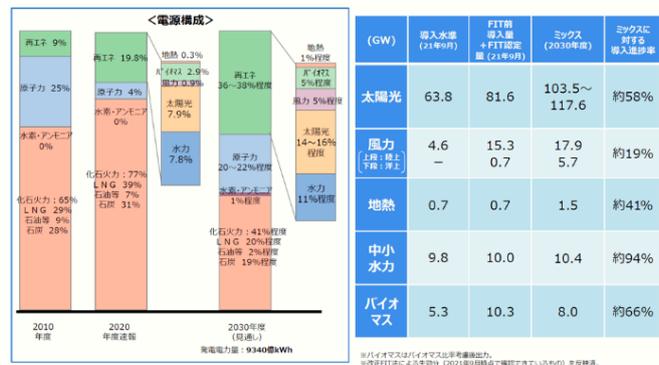
1.5.1 日本のエネルギーミックスと電源構成の現状

2021 年の日本のエネルギーミックスに占める炭化水素の割合は 85.3% であり (図 1.5-1 左図)、世界平均 (82.3%) を上回っている。東日本大震災前の 2010 年の日本のエネルギーミックスに占める炭化水素依存度は 81.3% であった。一方、2020 年度の電源構成に占める火力発電 (液化天然ガス (LNG) 39%、石炭 31%、石油等 7%) の割合は 77%、原子力発電が 4%、再エネ発電が 19.8% である。

日本の第 6 次エネルギー基本計画 (2021 年) では、2030 年度の電源構成を 41% 程度の化石火力 (LNG20% 程度、石炭 19% 程度、石油等 2% 程度)、58% 程度の非化石電源 (再エネ 36~38% 程度、原子力 20~22% 程度)、水素・アンモニア (1% 程度) と見込んでいる (図 1.5-1 右図)。再エネ電源には中小水力を含む水力発電 (11% 程度) が含まれており、太陽光発電 (14~16% 程度)、風力発電 (5% 程度)、バイオマス発電 (5% 程度)、地熱発電 (1% 程度) を見込んでいる。

	石油	天然ガス	石炭	原子力	水力	再生可能エネルギー	計
日本	37.3	21.0	27.0	3.1	4.1	7.4	100.0
日本 (2010年)	39.8	16.9	24.6	13.2	4.1	1.4	100.0
世界	31.0	24.4	26.9	4.3	6.8	6.7	100.0
北米	37.0	32.7	9.9	7.3	5.6	7.4	100.0
アメリカ合衆国	38.0	32.0	11.4	8.0	2.6	8.0	100.0
カナダ	29.9	30.8	3.4	6.0	25.7	4.1	100.0
中国	39.8	20.7	5.1	0.8	21.8	11.8	100.0
欧州	33.5	25.0	12.2	9.7	7.4	12.3	100.0
イギリス	34.8	38.6	2.9	5.8	0.7	17.3	100.0
ドイツ	33.1	25.8	16.7	4.9	1.4	18.0	100.0
フランス	30.9	16.5	2.5	36.5	5.8	7.9	100.0
イタリア	37.0	41.1	3.6	0.0	6.4	12.0	100.0
ロシア	21.4	54.6	10.9	6.4	6.5	0.2	100.0
中東	43.1	54.7	0.9	0.3	0.5	0.5	100.0
サウジアラビア	60.9	39.0	0.0	0.0	0.0	0.1	100.0
イラン	26.6	71.2	0.6	0.3	1.2	0.1	100.0
アフリカ	39.3	29.6	21.0	0.5	7.2	2.3	100.0
アジア大洋州	25.9	12.1	46.8	2.4	6.4	6.3	100.0
中国	19.4	8.6	54.7	2.3	7.8	7.2	100.0
韓国	42.9	17.9	24.1	11.4	0.2	3.5	100.0
インド	26.5	6.3	56.7	1.1	4.3	5.0	100.0

(出所) BP, Statistical Review of World Energy 2022 をもとに筆者作成



(出所) 経済産業省産業技術環境局・資源エネルギー庁「クリーンエネルギー戦略の策定に向けた検討①」2022年4月14日より抜粋

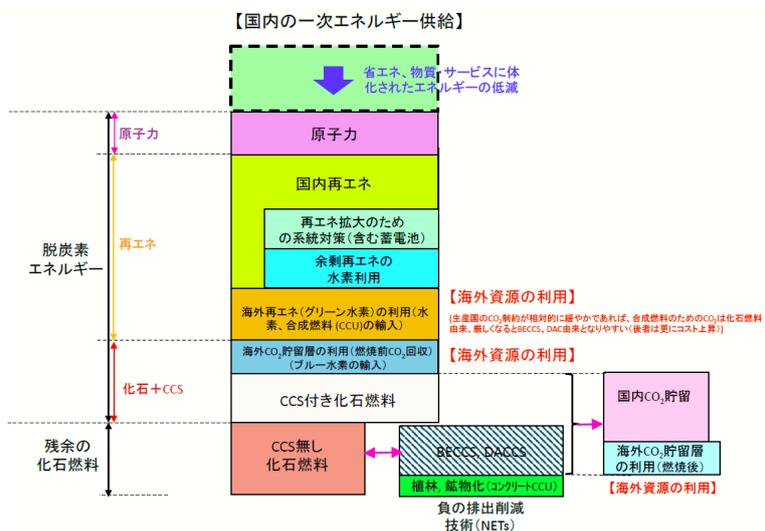
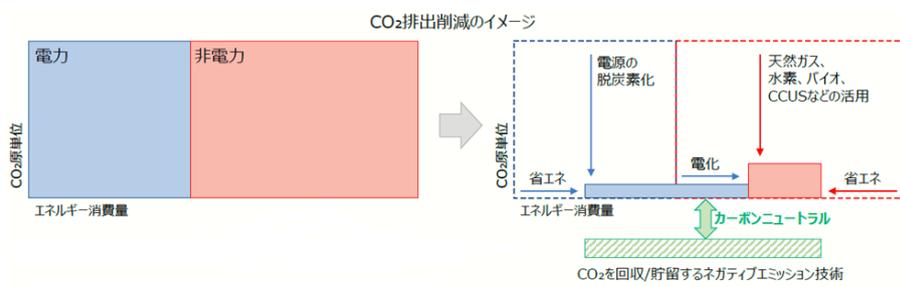
図 1.5-1 世界と日本のエネルギーミックス (2021 年、一次エネルギー源別構成比) (左図) と日本の電源構成 (2020 年度 (実績) と 2030 年度 (見通し)) (右図)

1.5.2 日本のグリーンイノベーションの方向性

日本のグリーンイノベーションの方向性は、2020 年 11 月に首相官邸統合イノベーション戦略推進会議が取り纏めた資料 (図 1.5-2 の一部) によれば、「電源の脱炭素化」の推進と併せて、エネルギー消費におけるいっそうの「電化」の推進と「省エネ」の推進を行うことに

より、CO₂ 排出量の削減を実現するものである。つまり、CO₂ 排出量は排出原単位にエネルギー消費量を掛け合わせて計算されるものであり、まず排出原単位を縮小化するために天然ガス・水素・バイオ・CCUS（二酸化炭素回収・有効利用・貯留）等の活用を図り、同時にエネルギー消費においては省エネを推進するとともに電化の比率を大幅に引き上げることを前提としている。それでも CO₂ 排出量をすべてゼロにすることは不可能であるため、CO₂ の直接回収や植林吸収等による NETs（ネガティブエミッション技術）を用いて実質排出ゼロのカーボンニュートラルの達成を目指すというものである。

2020 年度の日本の部門別 CO₂ 排出量は産業部門（34.0%）が最も多く、次いで運輸部門（17.7%）、業務その他部門（17.4%）、家庭部門（15.9%）、エネルギー転換部門（7.5%）の順であり、全体の排出量の 10.4 億トン-CO₂/年のうち運輸部門からは約 1.8 億トン-CO₂/年であった¹²。



（出所）首相官邸 統合イノベーション戦略推進会議事務局資料「2050 年カーボンニュートラルに向けたグリーンイノベーションの方向性」2020 年 11 月より抜粋

図 1.5-2 日本のグリーンイノベーションの方向性

¹² 環境省によれば（2023 年 4 月公表）、2021 年度の日本の温室効果ガス総排出量（確定値）は 11.7 億トン-CO₂で前年度比 2%増と 8 年ぶりに増加に転じた。コロナ禍の一時的な収束過程における経済回復により産業部門（5.4%増）と運輸部門（0.8%増）を中心に増加している。

1.5.3 2050年のCN転換とクライメート・イノベーションの重要性

上述のとおり、日本のエネルギーミックスに占める炭化水素の割合は85.3%（2021年）であり、電源構成に占める火力発電の割合も77%（2020年度）と脱炭素のハードルは高い。図1.5-3では、現在の炭化水素依存型経済（ブラウン・エコノミー）から脱炭素移行のために日本企業が獲得しなければならない技術と、そのためのファイナンスの必要性を示している。トランジション技術としてハイブリッドEV、非連続イノベーションに電気自動車（バッテリーEV）¹³を挙げている。

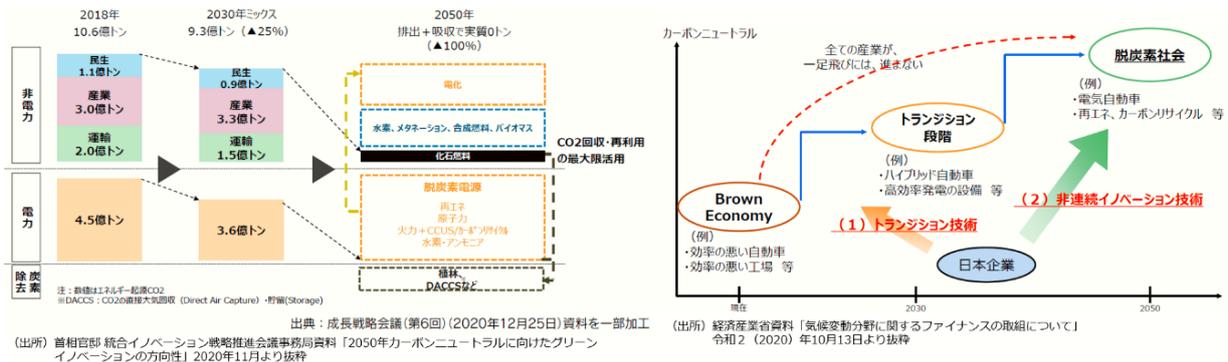


図 1.5-3 2050年のCN転換とクライメート・イノベーションの重要性

現在のブラウン・エコノミーからトランジション段階（移行期）を経て脱炭素社会にシフトすることを考えているわけであるが、この点に関しては、少なくとも以下の二つの点を追加的に検討することが必要であり、具体的な対策を取る必要があると筆者は考える。

第一に、脱炭素社会移行期は、物質資源としての石油（主にナフサ）を代替する資源の開発、電気利用デバイス等の生産に不可欠のレアアース・レアメタルの安定供給確保が必要となる点である。

より具体的には、①石油精製量の減少に伴い、石油連産品のうちナフサ（石油化学原料）の生産が減少すると、原材料全般に及ぶ費用増加が予測されること、②太陽光発電設備、電気自動車、電化製品等に必要なレアメタルやレアアース（中国に偏在）の調達費用と安定供給対策費用の増加により、日本の製造業は国際競争上、不利な環境に置かれる可能性があることである。

第二に、発電設備（太陽光発電）や送配電網に係る主要部品部材調達・再調達の安定供給が、エネルギー安定供給での最優先課題となるという点である。

¹³ 2020（令和2）年1月に決定された革新的環境イノベーション戦略では、5分野16課題39テーマを掲げており、このうち運輸部門では「自動車・航空機等の電動化の拡大（高性能蓄電池等）と環境性能の大幅向上」のテーマがイノベーション・アクションプランの重点領域に指定されていた。

で不可欠な技術であるだけでなく、電力消費の抑制が期待される。

ただし、経済産業省「半導体戦略（概略）」（2021）によれば、日本の半導体産業の売上高は1988年に世界の50.3%を占めていたが、その後、日米の半導体に関する日米貿易摩擦を解決するために締結された1986年の日米半導体協定等の影響もあり、日本の半導体産業は台湾、韓国、米国との競争激化のもとで凋落の一途を辿り、2019年の売上高シェアは10.0%まで低下した。

半導体産業は、半導体製造装置産業¹⁴と材料・部材産業¹⁵とも強く関係しており、現時点では、塗布装置で日系企業の売上高シェアが約9割であるほか、CVD装置、エッチング装置、シリコンウエハー¹⁶、レジスト、封止材¹⁷でも依然として日系企業の売上高シェアは高い。米中技術覇権対立のもとで、こうした製造装置メーカーや素材メーカーが台湾、韓国、米国へ海外移転してしまうと、日本国内の産業空洞化が懸念されていた。日本国内で強靱な半導体企業の存在が求められていたことから、日本政府主導で先端半導体の量産を目指す次世代製造受託会社であり、国内有力企業連合が出資の新会社ラピダス（Rapidus）が2022年8月に設立された。

1.5.5 「自由貿易」のアップグレードの要請

国際的なグローバルバリューチェーン（GVC）の構築の動きは、企業活動に重要な影響を及ぼすものとなっている。とりわけ、地球温暖化対策としてのパリ協定の要請や、持続可能な開発目標（SDGs）やESG（環境、社会、企業統治）に基づく国際的な取組みが進むなかで、国際規範として、持続可能性（Sustainability）、公正（Fairness）、社会正義（Social Justice）を国際貿易やグローバルサプライチェーン¹⁸の中にビルトインしようとする動きが伝播してい

¹⁴ 東京エレクトロン株式会社、株式会社 SCREEN ホールディングスなどがある。

¹⁵ 株式会社レゾナック（昭和電工株式会社と昭和電工マテリアルズ株式会社（旧日立化成株式会社）が統合）などがある。

¹⁶ 株式会社 SUMCO などがある。

¹⁷ 信越化学工業株式会社などがある。

¹⁸ 日本政府は、2023年4月24日、「サプライチェーン保全等のためのコア業種の追加に関する外国為替及び外国貿易法関連告示の改正について」により、肥料（塩化カリウム等）、永久磁石、工作機械・産業用ロボット、半導体、蓄電池、天然ガス、金属鉱産物、船舶の部品、金属 3D プリンターの業種を「コア業種（外国投資家（非居住者、外国会社等）による対内直接投資等に関し事前届出が必要となる業種（指定業種）のうち、国の安全を損なう等のおそれ大きいものとして株式取得等に関する事前届出免除を原則利用できない業種）」へ追加した。併せて、ドローンを航空機製造業に含まれることを明確化し、抗菌性物質製剤製造業、石油精製業等を特定取得の対象（外国投資家からの非上場株の取得も要事前届出）に追加した。これにより、経済安全保障推進法（2022年5月公布）で「特定重要物資」と指定したもののすべてをコア業種としてカバーしたとしている（2023年5月より適用）。

る（経済産業省『通商白書』（2021）ほか）。

たとえば、温室効果ガス排出削減に取り組む企業においては、自社が排出する温室効果ガスのうち、自社がエネルギー消費により直接的に排出した量だけを削減対象とする Scope1（スコープ 1）だけでなく、他社から供給されたエネルギーの消費に伴う間接排出までを削減対象とする Scope2（スコープ 2）や、その他の事業活動に関連する他社の排出量までを削減対象とする Scope3（スコープ 3）までの温室効果ガス排出削減を要請されるとなると、GVCの中で企業活動を展開するには、企業自らがビジネスの姿を本規範に従って変えざるをえないことを要請している。

さらに、環境保護や気候変動のグリーン分野だけでなく、生産拠点の集中回避や自然災害の備えに加えて国家間の対立に伴う取引障害に対するレジリエンスを含む経済安全保障分野、人権配慮の要請の人権分野における企業活動の把握と可視化（見える化）の動きが、グローバル企業に大きな影響を与えるようになっている。

こうした「自由貿易」のアップグレード（レジリエンス、グリーン、人権）の要請は、米中技術覇権対立、新型コロナ・パンデミックによるロックダウン、ロシアのウクライナ侵攻のもとで、グローバルサプライチェーン分断の危機の可能性を強める側面を有している。

他方、海外事業を展開する日本企業（全産業）26,233社のうち中国で事業を展開する企業数は6,534社であり（2018年度）、日中間の経済相互依存の強まりと日系企業の中国での事業展開の増加ぶりを示している。中国市場における日本の自動車関連企業の進出状況をみると（経済産業省製造産業局（2020））、上海市2,291社、広東省1,587社、江蘇省1,560社、浙江省283社、湖北省159社、重慶市93社となっている。

このため、GVCによるグローバルサプライチェーンの分断の危機は、実際にエネルギー分野に大きな影響を与え始めている。図 1.5-5 で示すとおり、オーストラリアにおけるバッテリーEV用電池の主要材料の生産を巡り、オーストラリアでリチウム鉱石の採掘だけでなく、リチウム鉱石を精製・加工する電池材生産を米国企業と提携してオーストラリアで行う動きも出始めている。2022年の世界の水酸化リチウムの生産量の77%は中国であり、中国が加工技術と生産能力を持ち、圧倒的なシェアを占めている。

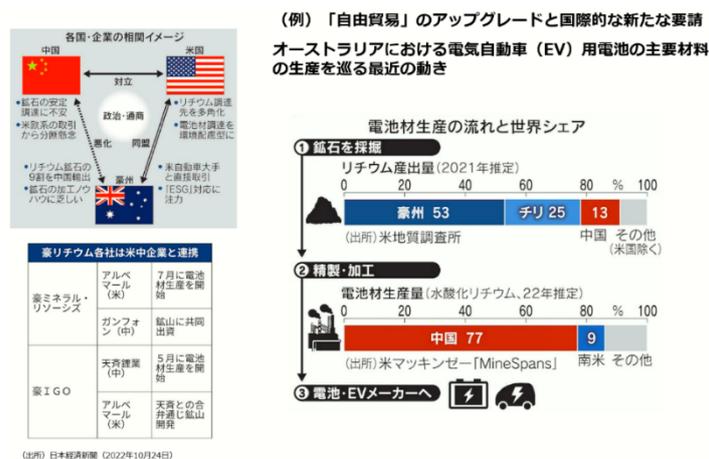


図 1.5-5 「自由貿易」のアップグレードと国際的な新たな要請に関連した事例

1.6 日本のエネルギー政策からみた EV シフトの意味

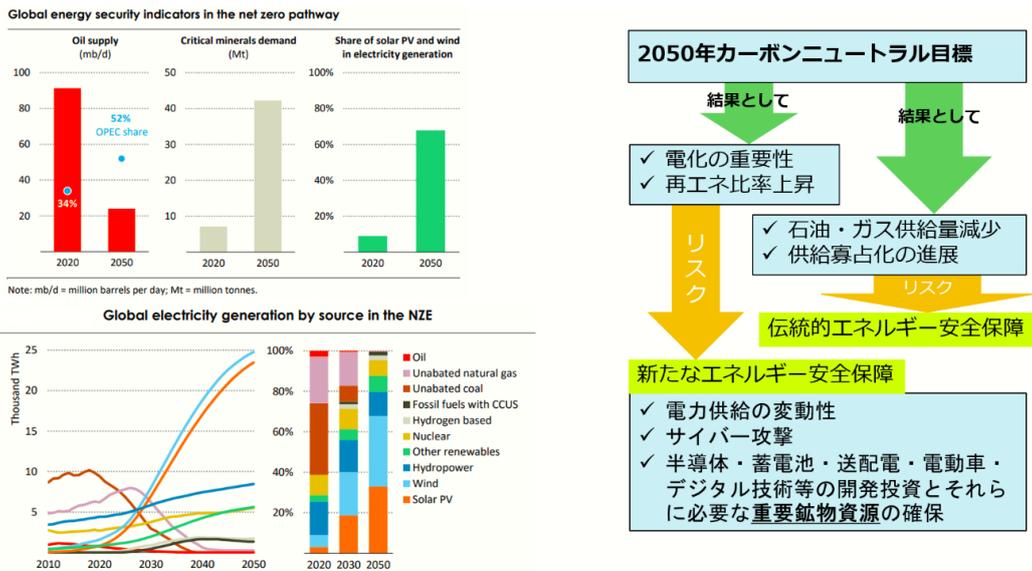
1.6.1 エネルギー安全保障と経済安全保障の観点からの EV シフトの意味

前述の 1.3 で整理したように、IEA（2021）は 2050 年カーボンニュートラルを目指す NZE シナリオが順調に進展していくと、同時に地球規模でのエネルギー安全保障¹⁹の環境においても重要な変化が生じるとみている（図 1.6-1 左図）。

つまり、IEA（2021）は、脱炭素の浸透により、世界の石油需要は削減されていき、2050 年の石油供給量は 2020 年の約 4 分の 1 に縮小するが、石油輸出国機構（OPEC）の市場占有率が 34%から 52%へ上昇していくとみており、石油市場の寡占化を予測している。

また、2050 年の世界の電源構成は、非化石エネルギー源である太陽光、風力、水素、その他再エネ、原子力でほぼ全量の電力が供給されるとみており、この結果、太陽光発電と風力発電のみで 6 割強を占めるとみている。

¹⁹ エネルギー安全保障の概念の定義と変遷、それに対する課題・対策に関する議論については、藤井（2005）、Fujii（2019）を参照されたい。



(出所) 左図は IEA (2021) より抜粋、右図のフロー図は筆者作成

図 1.6-1 エネルギー安全保障と経済安全保障の 2 つの視点

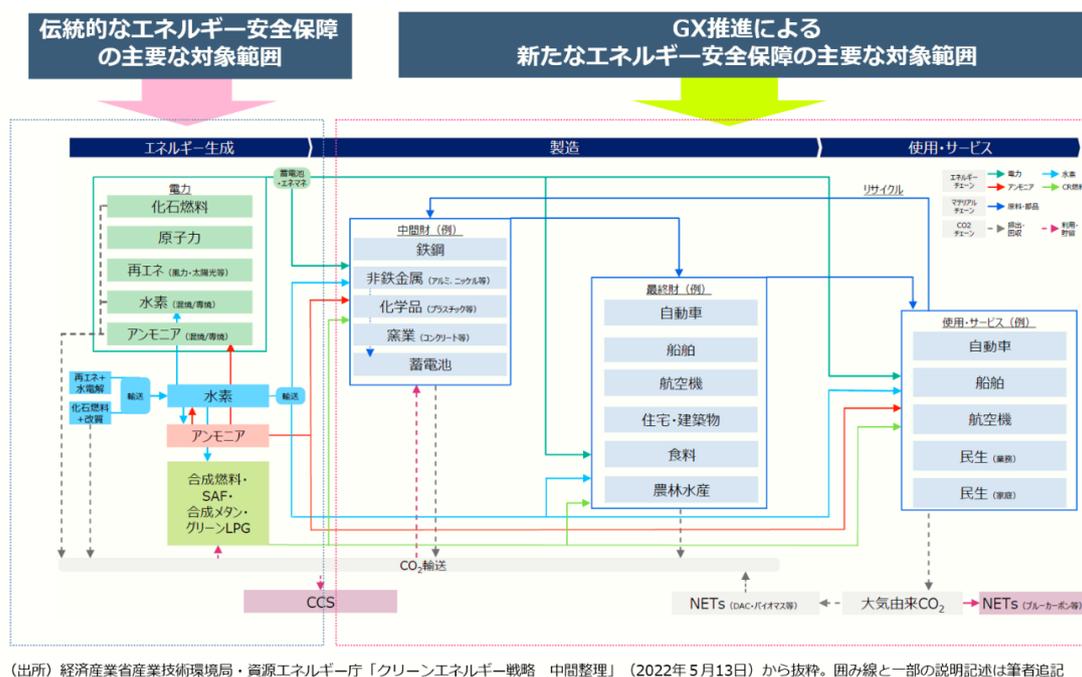
さらに、太陽光発電や風力発電及び貯蔵用蓄電池等だけでなく、脱炭素の展開を受けて最終エネルギー消費の側でも電化の動きが進むことにより、電動車（モーター、車載用蓄電池等）、次世代パワー半導体等、送配電、その他のさまざまなデジタル機器の需要の拡大に不可欠な重要鉱物資源（ベースメタルの銅などや、レアメタルのリチウム、コバルト、ニッケル、レアアース等）の需要の急拡大を予測している。重要鉱物資源の供給量の大きさだけでなく、供給地が一部の地域に偏っている点を懸念しており、鉱山開発や原材料の加工等のリードタイムの期間の長さを考慮すると、残された時間は多くないとみている²⁰。

こうした IEA (2021) の指摘を踏まえて、図 1.6-1 右図で、2050 年カーボンニュートラルの実現を目指す移行期において予測されるエネルギー安全保障と経済安全保障への影響を図式化した。供給量削減が予測される石油天然ガス市場では寡占化による伝統的エネルギー安全保障のリスクが強まると同時に、電力率上昇や再エネの主力電源化に伴って発生するリスクなどの新たなエネルギー安全保障問題に取り組む方策を考える必要がある。

2050 年カーボンニュートラルの推進により、エネルギー安全保障の対象範囲が、一次エネルギー供給から二次エネルギー供給及び最終エネルギー需要へシフトする点に留意すべきである。図 1.6-2 は、GX 推進が、エネルギーフロー（電力、水素、アンモニア、CR（カーボンリサイクル）燃料）、マテリアルフロー（原料・部品）及び CO₂ フロー（排出・回収、利用・

²⁰ たとえば、IEA (2022) が指摘する EV バッテリー供給網とリードタイムの議論がある（図 1.4-19 と図 1.4-25 をみよ）。

貯留)において、どのような影響を与えるかを示すために、エネルギー生成、製造、使用・サービスの各段階に分けて図示している。この図を用いると、GX 推進によりエネルギー安全保障の主要な対象範囲がシフトすることになるとみる。つまり、伝統的エネルギー安全保障ではリスクの対象がエネルギー生成の段階を中心とするものであったが、GX 推進により製造、使用・サービスの段階におけるエネルギー、マテリアル、CO₂に係るリスクを対象範囲とする新たなエネルギー安全保障へと変容していくことになるとみる。



(出所) 経済産業省産業技術環境局・資源エネルギー庁「クリーンエネルギー戦略 中間整理」(2022年5月13日)から抜粋。囲み線と一部の説明記述は筆者追記

図 1.6-2 エネルギーミックスと GX 推進によるエネルギー安全保障の主要範囲のシフト

1.6.2 EV シフトと日本の重要鉱物資源確保

IEA (2021) と IEA (2022) で分析されているとおり、NZE (ネットゼロ) シナリオだけでなく、STEPS (公表政策) シナリオ及び APS (表明公約) シナリオにおいても EV シフトが進む。IEA (2022) が強く問題提起しているように、EV シフトによりレアメタルやベースメタルの銅などの重要鉱物資源の安定供給確保の対策が、EV 供給網のリードタイムを考慮したうえで、速やかに実施されることが必要である。

図 1.6-3 は、日本の「新国際資源戦略」(2020年3月)と「第6次エネルギー基本計画」(2021年10月)の概要を整理したものである。

【経済産業省「新国際資源戦略」2020年3月】
 産業競争力の要となるレアメタルのセキュリティ強化が必要
 (現状認識)
 ①EVやIoT等の脱炭素社会の先端産業において重要性を増す多様なレアメタルと銅などのベースメタルの安定供給確保が重要
 ②寡占化の進展と需給ギャップの懸念(コバルト、タングステン、蛍石、銅(ベースメタル))
 (対応方針)
 ①鉱種ごとの戦略的な資源確保策の構築、②供給源多角化の促進、③備蓄制度の見直し等によるセキュリティ強化、④資源確保に向けた国際協力、⑤産業基盤等の強化

【経済産業省資源エネルギー庁「第6次エネルギー基本計画」2021年10月】
 鉱物資源について、供給途絶が懸念されるレアメタル等へのリスクマネー支援を強化。海外権益確保とベースメタルのリサイクル促進により2050年までに国内需要量相当の確保を目指す。また、海底熱水鉱床やレアアース泥等の国産海洋鉱物資源開発などに取り組む。

(出所) 経済産業省「新国際資源戦略」令和2(2020)年3月および経済産業省資源エネルギー庁「第6次エネルギー基本計画」2021年10月をもとに筆者作成

図 1.6-3 最近の日本の鉱物資源戦略

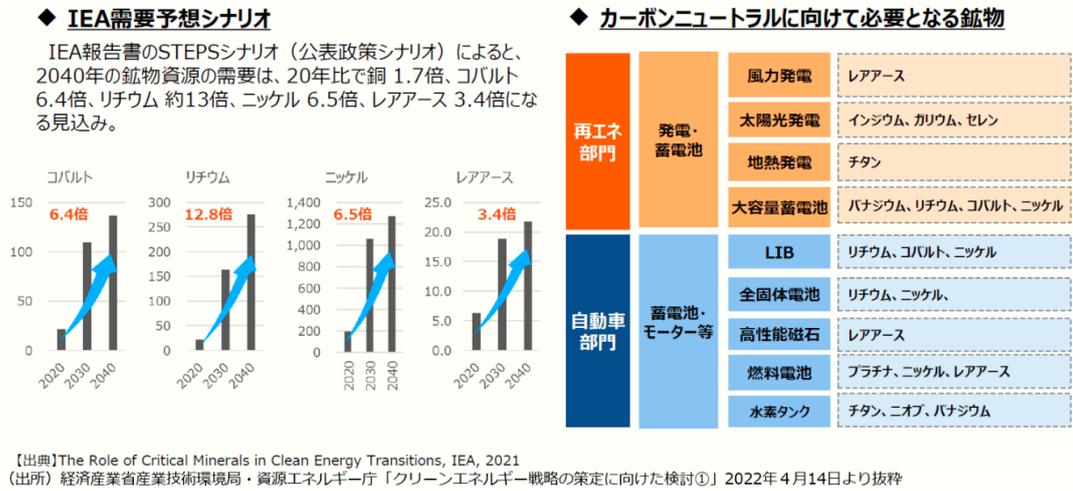
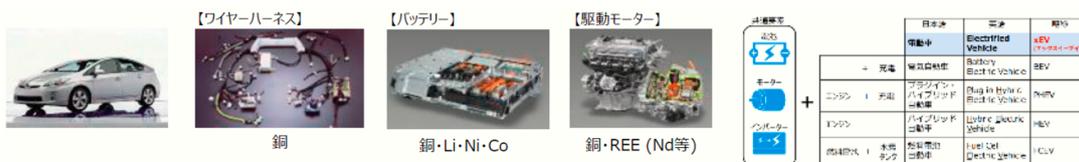
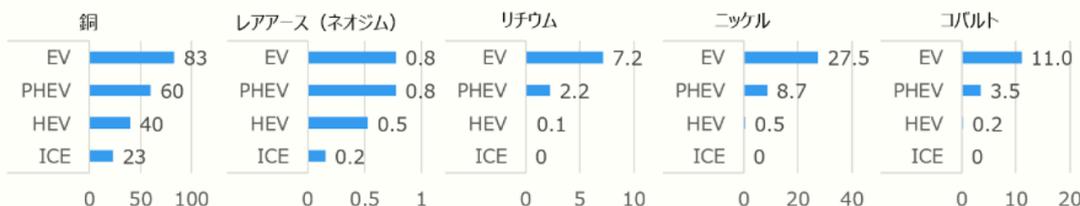


図 1.6-4 CN 実現に必要なレアメタルの安定供給確保

IEA の STEPS シナリオ(現時点で各国政府が公表している政策に基づくケース)では、2020年からの20年間で、再エネ発電・蓄電池、自動車及び車載用蓄電池やモーター等向けに、ベースメタルの銅やレアメタルの需要の増加を予測している。世界の自動車部門の車載用リチウムバッテリー(LIB)等に必要なコバルトが6.4倍、リチウムが12.8倍、ニッケルが6.5倍、高性能磁石等に必要なレアアースが3.4倍と見込んでいる(図1.6-4)。



自動車一台当たりの資源使用量 (kg)



EV100万台*の製造に必要な資源量 *2030年次世代自動車普及目標20~30% (EV及びPHEV) 水産

	銅	ネオジム	リチウム	ニッケル	コバルト
必要資源量 (EV100万台分)	8.3万 t	775 t	7,150 t	2.8万 t	1.1万 t
国内総需要量 (2018)	106.3万 t	4,624 t	7,939 t	11.3万 t	1.1万 t

出典：JME Vehicle Gonzalez IDTechEx IEA, JOGMECマテリアルフォー2019, 有識者ヒアリングより経済産業省にて算出

(出所) 経済産業省産業技術環境局・資源エネルギー庁「クリーンエネルギー戦略の策定に向けた検討①」2022年4月14日より抜粋

図 1.6-5 電動車に必要な鉱物資源

バッテリーEV と内燃機関搭載型エンジン (ICE) 車を比較して、自動車一台当たりの資源使用量をみると (図 1.6-5)、バッテリーEV はICE 車と比べて約 4 倍の銅とレアアース (ネオジム) に加えて、ICE 車では使用していない蓄電池やモーター等で必要なリチウム、ニッケル、コバルト等が必要となる。EV を追加的に 100 万台増やすときに必要なリチウムとコバルトの需要量は、それぞれの 2018 年時点の日本国内の総需要量の大きさに相当すると試算されている (図 1.6-5)。

さらに、EV シフトにより、多くの鉱物資源の安定供給確保が必要となるという課題に加えて、車両の重量化の問題がある。バッテリーEV とICE 車を同サイズで比較すると、200kg ~300kg ほどバッテリーEV のほうがICE 車よりも重くなっている。車両の重量化により、車両走行による道路の摩耗劣化が早くなる可能性が高まるが、EV シフトはガソリン税・軽油引取税の税収を減少させ、道路補修維持の財源確保が難しくなる可能性がある。

このように、今後のEV シフトや情報通信技術 (ICT) の利用普及により、重要鉱物資源の需要の増加が予測されることから、日本では上述の「新国際資源戦略」(2020 年 3 月) や「第 6 次エネルギー基本計画」(2021 年 10 月) において重要鉱物資源の安定供給確保の対応措置の重要性が強調されている。日本の鉱物資源戦略では、前掲の図 1.6-3 で示すとおり、鉱種ごとの戦略的資源確保策の構築を目指しており、この点では米国と EU (欧州連合) の鉱物資源戦略の考え方において共通性が認められる。

たとえば、図 1.6-6 と図 1.6-7 は、2017 年時点での、日本の鉱種ごとの鉱物資源のクリティ

クリティシティ評価の考え方と鉱種ごとのクリティシティ強度の試算例を示している。考え方としては、鉱種ごとに供給リスク（図 1.6-6 の TERP の要素と評価指標に基づき定量化）と国内産業への影響度（経済重要性）（図 1.6-6 の重要性・刷新能力と評価指標に基づき定量化）の二つの基準で評価を行い、総合的に評価するというものである。

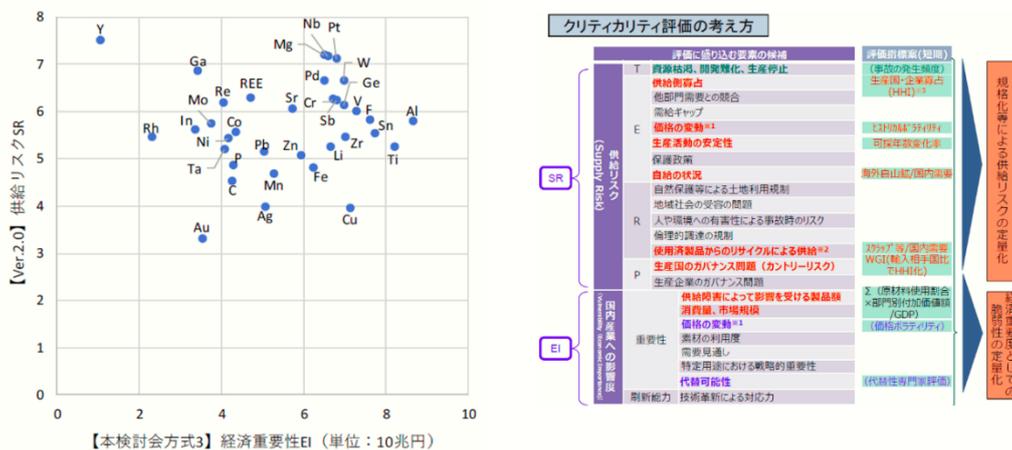


図 1.6-6 日本の鉱物資源のクリティシティ評価（2017年データ）

そして、鉱種ごとの鉱物資源のクリティシティ強度（数値が大きいほど、供給リスクと国内産業への影響度が大きい）に特定国（日本にとって、その鉱物資源供給国が安全国か、脅威国かの判別）スクリーニングを加えて図示したものが図 1.6-7 である。これはあくまで2017年データに基づく評価であって、データの更新により、鉱種ごとのクリティシティ強度も随時更新されていくことになる。

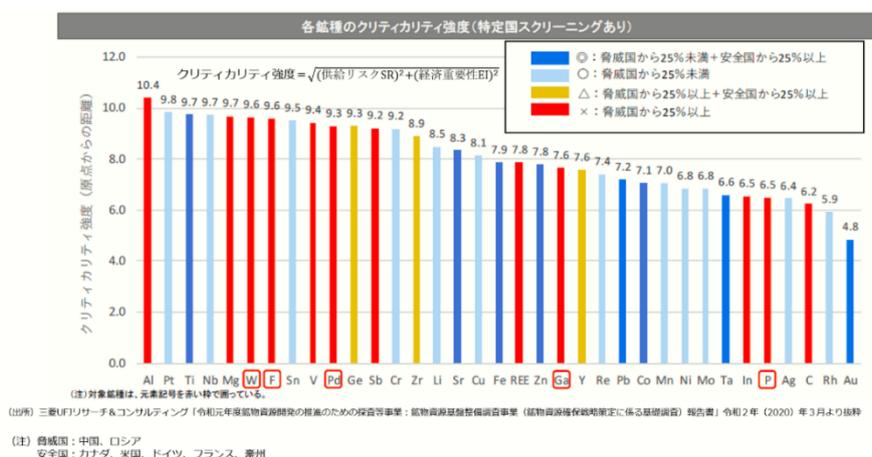


図 1.6-7 日本の鉱物資源のクリティシティ評価（2017年データ、スクリーニングあり）

1.6.3 米国の鉱物資源戦略の考え方

米国の鉱物資源戦略の考え方も、鉱種ごとの重要鉱物供給に基づいている。米国エネルギー省（DOE）主導で、Critical Materials Institute (CMI、重要物質研究所) が希少金属や戦略的に重要な鉱物資源の供給確保のための調達や再生に関する研究を行い、2019年度から2025年度までの重要物質としてガリウム（Ga）を含む8鉱種をリストに挙げている（図 1.6-8）。

重要鉱物の定義

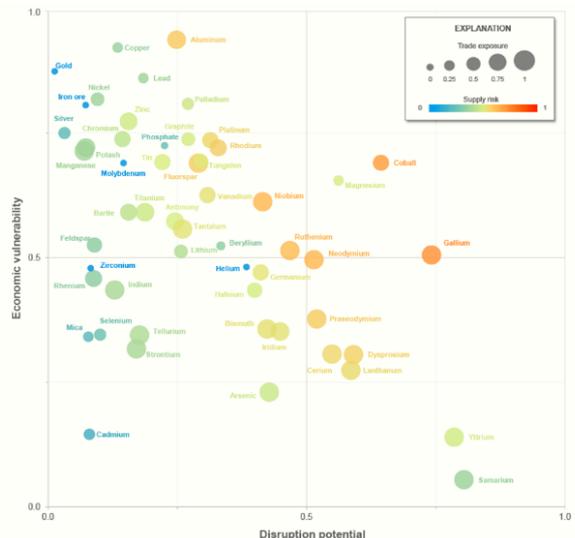
- Critical Materials Institute (CMI) (2003年～)
 - DOE主導
 - FY2019年～FY2025年のフェーズでは、ガリウムを含む8鉱種
- 大統領令13817 (2017年)
 - 2018年に内務省が重要鉱物リストを作成
 - ガリウム、螢石、パラジウム(白金族として)、タンクステンを含む35鉱種(群)

枠組	定義	リスト
CMI*	重要物質 (Critical Materials): ● 国内におけるグリーンエネルギー経済の推進に欠かせない物質(フェーズごとにリスト改定)	C, Co, Ga, Dr, Li, Mn, Pr, In (FY2019年～FY2025年)
大統領令13817 (内務省作成の重要鉱物リスト)	重要鉱物 (Critical Minerals): ● 米国の経済と安全保障上不可欠な非燃料鉱物 ● そのサプライチェーンが脆弱なもの ● 製品の製造に不可欠なため不足することによる経済または安全保障への影響が甚大なもの	Al, As, Be, Bi, Co, Cr, Cs, Ga, Ge, He, Hf, In, Li, Mg, Mn, Nb, PGM, Rb, Re, REE, Sb, Sc, Sn, Sr, Te, Ti, U, V, W, Zr, グラファイト、炭酸カリウム、パライト、螢石 (計35種)

(注) 本表の対象鉱種のガリウム、パラジウム(PGMとして)、タンクステン、フッ素(炭素として)は赤字で示した。リンは重要鉱物リストに含まれていない。
 * CMI: Ames国立研究所が代表を務め、重要物質に関する研究開発と人材育成を推進している。研究開発の次テーマは供給の多様化、リソース・サイクリング、代替物の開発、機能的な研究。FY2019年～FY2025年における重要物質はジスプロシウム(Dr)、テルビウム(Tb)、ユーロピウム(Eu)、ネオジウム(Nd)、イットリウム(Y)、リチウム(Li)、テルル(Te)。
 (資料) 各種公開情報よりイー・アンド・イーソリューションズにて作成

重要鉱物供給に係る連邦政府戦略

- 2017年12月、大統領令「安全で信頼できる重要鉱物の供給に向けた連邦政府戦略」(以下、「大統領令13817」)が発令
 - 各省連携の迅速な対応を要請
- 2018年5月、内務省が重要鉱物リストを発表
 - 作成主体は内務省傘下の米国地質調査所と土地管理局
 - 作成にあたり、国防総省、エネルギー省、国務省、全米科学技術評議会の重要鉱物分科委員会が協働
 - ガリウム、螢石、パラジウム(白金族として)、タンクステンを含む35鉱種(群)
- 2019年6月、商務省が重要鉱物リストに基づき連邦政府戦略を発表
 - 供給リスクの緩和に向けた省庁横断的かつ他国連携の実行計画
 - 作成にあたり、国防総省、内務省、農務省、エネルギー省、通商代表部が連携
 - 重要鉱物に関連する米国国内産業が再び世界市場に返り咲くための道筋
 - 具体的な取組み(行動喚起)6項目、目標24項目、提言61項目
 (出所) 二重UJリサーチ＆コンサルティング「令和元年度資源供給の推進のための探査等事業：鉱物資源基盤整備調査事業 (鉱物資源確保戦略策定に係る基礎調査) 報告書」令和2年(2020)年3月より抜粋



Source: Methodology and Technical Input for the 2021 Review and Revision of the U.S. Critical Minerals List, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, By Nedal T. Nassar and Steven M. Fortier

図 1.6-8 米国の鉱物資源戦略の考え方と供給リスク評価 (2018年)

Commodity	Supply risk										Recency-weighted mean	Leading producing countries		Byproduct status		
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		2017	2018	Names and process stages	Prodominantly produced as a byproduct	Host commodities
Gallium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.67	China	Yes	Bauxite, zinc
Niobium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.68	Brazil	No	—
Cobalt	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.65	DRC (mining), China (refining)	Yes	Copper, nickel
Neodymium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.65	China (mining and refining)	Yes	Iron ore, titanium, zirconium, other rare earths
Ruthenium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.63	South Africa	Yes	Platinum, nickel
Rhodium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.62	South Africa	Yes	Platinum, nickel
Dysprosium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.61	China (mining and refining)	Yes	Iron ore, titanium, zirconium, other rare earths
Aluminum	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.60	China (alumina and aluminum), Australia (bauxite)	No	—
Fluorspar	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.60	China	No	—
Platinum	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.60	South Africa	No	—
Iridium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.59	South Africa	Yes	Platinum, nickel
Praseodymium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.58	China (mining and refining)	Yes	Iron ore, titanium, zirconium, other rare earths
Corium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.56	China (mining and refining)	Yes	Iron ore, titanium, zirconium, other rare earths
Lanthanum	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.56	China (mining and refining)	Yes	Iron ore, titanium, zirconium, other rare earths
Bismuth	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.55	China	Yes	Lead, tungsten, copper, In, molybdenum, fluorspar, zinc
Yttrium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.54	China (mining and refining)	Yes	Iron ore, titanium, zirconium, other rare earths
Antimony	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.53	China	Yes	Lead, gold, other base and precious metals
Tantalum	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.53	DRC	No	—
Hafnium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.51	France	Yes	—
Tungsten	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.51	China	No	—
Vanadium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.51	China	Yes	Steel slag from vanadiferous iron ore, spent catalyst
Tin	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.50	China (mining and smelting)	No	—
Magnesium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.49	China	No	—
Germanium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.49	China	Yes	Zinc, coal flyash
Palladium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.48	Russia	Yes	Nickel, platinum
Titanium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.48	Australia (mineral concentrate), China (sponge)	No	—
Zinc	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.48	China (mining and smelting)	No	—
Graphite	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.47	China	No	—
Chromium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.47	South Africa	No	—
Arsenic	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.45	China	Yes	Copper, gold, lead, zinc
Barite	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.44	China	No	—
Indium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.41	China	Yes	Zinc
Samarium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.40	China (mining and refining)	Yes	Iron ore, titanium, zirconium, other rare earths
Manganese	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.40	South Africa	No	—
Lithium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.40	Australia (mining), China (refining)	No	—
Tellurium	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	0.40	China	Yes	Copper, lead, nickel, platinum, zinc

Source: Nedal T. Nassar and Steven M. Fortier, Methodology and Technical Input for the 2021 Review and Revision of the U.S. Critical Minerals List, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Open-File Report 2021-1045.

図 1.6-9 米国の鉱物資源の供給リスク総括表 (2007~2018年)

また、2017年12月に、大統領令13817（安全で信頼できる重要鉱物の供給に向けた連邦政府戦略）が発令され、2018年に内務省が重要鉱物（Critical Minerals）リスト（35鉱種）を発表（図1.6-9）、2019年に商務省が重要鉱物リストに基づき連邦政府戦略を発表している。

1.6.4 EUの鉱物資源戦略の考え方

EU（欧州連合）では欧州委員会が重要原材料（CRM: Critical Raw Materials）のリストを3年ごとに見直しを行い公表している。2020年は図1.6-10で示す30鉱種が選定されている。2020年リストには2017年リストにボーキサイト、リチウム、チタニウム（チタン）、ストロンチウムが追加された。

Novelties of the 2020 assessment ←欧州委員会（European Commission）が3年ごとに見直して公表

The 2020 assessment covers a larger number of materials: 83 individual materials or 66 candidate raw materials comprising 63 individual and 3 grouped materials (ten individual heavy rare earth elements (REEs), five light REEs, and five platinum-group metals (PGMs)). Five new materials (arsenic, cadmium, strontium, zirconium and hydrogen) have been assessed.

2020 CRMs vs. 2017 CRMs				2020年は30鉱種が選定された
Antimony アンチモン	Germanium ゲルマニウム	PGMs 白金族		Bauxite ボーキサイト
Baryte バライト	Hafnium ハフニウム	Phosphate rock リン鉱石		Lithium リチウム
Beryllium ベリリウム	HREEs 重希土類	Phosphorus リン		Titanium チタニウム (チタン)
Bismuth ビスマス	LREEs 軽希土類	Scandium スカンジウム		
Borate ホウ酸塩	Indium インジウム	Silicon metal 金属シリコン		
Cobalt コバルト	Magnesium マグネシウム	Tantalum タンタル		Strontium ストロンチウム
Coking Coal 原料炭	Natural Graphite 天然黒鉛	Tungsten タングステン		
Fluorspar 螢石	Natural Rubber 天然ゴム	Vanadium バナジウム		
Gallium ガリウム	Niobium ニオブ	Helium ヘリウム		

Legend:
 Black: CRMs in 2020 and 2017
 Red: CRMs in 2020, non-CRMs in 2017
 Green: CRMs assessed in 2020 that were not assessed in 2017
 Strike: Non-CRMs in 2020 that were critical in 2017

Source: European Commission, Study on the EU's list of Critical Raw Materials, Final Report (2020).

図1.6-10 EUの重要な原材料（Critical Raw Materials）

1.6.5 日本・EU・米国の資源確保戦略の比較

重要鉱物資源や重要原材料等の資源確保戦略を日本、EU、米国で比較してみると、国・地域の鉱物資源の賦存状況や採掘（鉱山開発）・原材料加工・製造・リサイクル等のサプライチェーンの差異があるため、資源戦略にも違いが認められる（図1.6-11）。たとえば、EUでは備蓄を政策オプションとして支持していないが、日米では備蓄制度の強化を図るとしている。

また、EUでは重要原材料（CRM）の見直しを3年ごとに行い、米国では重要鉱物リストを定期的に更新し、それに応じて連邦政府戦略を策定するというマイルストーンが構築されている。EUでは採掘（鉱山開発）・原材料加工・製造・リサイクル等のサプライチェーンに係る技術力強化と人材育成を図るとしており、米国ではリサイクル、代替材料開発、備蓄の分野における技術力強化と国内労働力育成を掲げている。これらの点において、日本は具体

的取組の特定化と明示化（行動計画等の策定と公表）が遅れているように見受けられる。

注目すべき最大の差異は、EU では、重要で希少な資源について、少なくとも 3 つの代替供給元を確保すべきとしている点である（2013 年の戦略的実行計画）。技術覇権を巡る米中対立の激化、新型コロナ・パンデミックに伴うロックダウン、2022 年 2 月以降のロシアによるウクライナ侵攻によって、資源・原材料・部材等のグローバルサプライチェーンの分断化が起きているなかで事業活動を行う今の企業においては、重要な資源・原材料・部材等の「サプライチェーンの複線化」は、むしろ当然のこととして、グローバル企業の事業戦略として組み込まれている。

一方、市場競争の中で経済性（低価格）が重視されてきたことにより、日本市場は電化製品等の供給において中国依存度を高めてきた。太陽光発電パネル等の部材再調達においては既に起きている「壊れたら直せない」問題が、今後は EV 充電器等の電力関連機器においても発生する可能性があり、日本政府は、この「新たなエネルギー安全保障問題」に可及的速やかに方策をとるべきである。

資源確保戦略・計画の柱	日 (新・国際資源戦略提言(案)、2019年)	EU (戦略的実行計画、2013年)	米 (連邦政府戦略、2017年)
海外資源確保	・ リスクマネー供給機能の強化 ・ 資源確保に向けた国際協力	・ 国家間・多国間の階層で積極的なEUの国際協力戦略を推す	・ 探査、鉱物処理、リサイクル、R&Dに関し、同盟国・安全保障関係諸国と連携構築
リサイクル	・ 備蓄制度の見直し等によるセキュリティ強化（サプライチェーンにおける代替可能性等を要素とする放出要件の明確化等のレアメタル備蓄制度の根本見直し、金属鉱物のリサイクルやレアメタルの使用量の削減に向けた技術開発等含む）	・ 循環経済行動計画による推進	・ R&Dロードマップ策定（供給源多様化、省資源、リサイクル、代替）
代替材料開発	・ 放出要件の明確化等のレアメタル備蓄制度の根本見直し、金属鉱物のリサイクルやレアメタルの使用量の削減に向けた技術開発等含む）	・ 重要で希少な資源について、少なくとも3つの利用先の代替	・ 民間産業ヘインセンティブ、税制優遇 ・ リサイクル設備の増強・近代化
備蓄	・ 放出要件の明確化等のレアメタル備蓄制度の根本見直し、金属鉱物のリサイクルやレアメタルの使用量の削減に向けた技術開発等含む）	・ 政策オプションとして備蓄を支持せず	・ 国防備蓄プログラムの即応力の安定化・強化（DOD緊急調達権限の見直し）
鉱種ごとの資源確保策の構築	・ 鉱種ごとの戦略的な資源確保策の構築	・ 3年ごとのCRMの評価	・ 重要鉱物リストの更新（分類と優先度検討）
資源分野の技術力強化	・ 産業基盤等の強化（ベースメタルの産業基盤・技術基盤の強化、海外での資源確保を支える人材の確保）	・ 探査、採鉱、鉱物処理、リサイクルにつき、最大10の試験的な取組実施	・ 「リサイクル」、「代替材料開発」、「備蓄」に記載のとおり
人材育成	・ 産業基盤等の強化（ベースメタルの産業基盤・技術基盤の強化、海外での資源確保を支える人材の確保）	・ 資源に関する欧州の知識の基礎の整備 ・ 研究・教育センターとのネットワークの構築	・ 重要鉱物に関する国内労働力育成 ・ 国民理解獲得に向けたアウトリーチ
重要鉱物の国内サプライチェーン強化	N/A	N/A	・ 重要鉱物サプライチェーン評議会設立 ・ 下流製造能力の増強
国防産業基盤強化	N/A	N/A	・ 国内国防産業へのインセンティブ
国内・域内からの資源確保促進	N/A	・ EU域内からの一次資源確保の視点での制度の改善	・ 国内の重要鉱物資源調査の実施 ・ 連邦政府からの許認可取得期間の短縮

出典：各種公開情報に基づきイー・アンド・イーソリューションズ株式会社にて作成

(出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング「令和元年度鉱物資源開発の推進のための探査等事業：鉱物資源基盤整備調査事業（鉱物資源確保戦略策定に係る基礎調査）報告書」令和2年（2020）年3月より抜粋、赤色枠線は筆者加筆

図 1.6-11 日本・EU・米国の資源確保戦略の比較

1.6.6 「日本のエネルギー政策からみた EV シフトの意味」のまとめ

以上のことから、2050 年カーボンニュートラル (CN) を表明している日本のエネルギー政策からみた EV シフトの意味について、以下の諸点を指摘することができる。

- (1) 2050年CNは、結果として石油・天然ガス需給量減少と供給寡占化の進展をもたらし、電化と再エネ比率上昇は電力供給の変動性、サイバー攻撃、半導体・蓄電池・送配電・電動車・デジタル技術等の開発投資と重要鉱物資源の安定供給確保という新たなエネルギー安全保障の問題を生み出している。
- (2) GX（グリーントランスフォーメーション）推進は、エネルギー安全保障の主要な対象範囲を、一次エネルギーの安定供給保障から、二次エネルギーや部材原材料等の中間財と機器等の最終財の安定供給保障へとシフトさせる。
- (3) 自動車の電動化の進展はバッテリーメタル等の鉱物資源戦略の重要性を高める。
- (4) EUと日本の資源確保戦略を比較すると、EUが重要希少資源について少なくとも3つの代替供給元を想定しているのに対して、日本は鉱種ごとの最適指向が強く脆弱な戦略ではないか。
- (5) 日本は経済性（低価格）重視により電化製品等の供給において中国依存を高めてきたが、今後起きうるEV充電器等の電力関連機器（既に太陽光発電パネル等で起きている）における「壊れたら直せない」問題という「新たなエネルギー安全保障問題」に可及的速やかに方策をとるべきである。

1.7 電気自動車用充電施設整備拡張の課題

1.7.1 EV充電施設の台数（基数、累計）の推移

2019年時点で、日本の公共用の電気自動車（EV）用充電器数は約3万基である（図1.7-1）。2016年以降、稼働中のEV用充電器²¹数の増加率が低調であり、IEA（2022）の調査によれば、2020年と2021年の数では減少に転じている（図1.7-2）。一方で、2021年10月に決定された国の第6次エネルギー基本計画では、EV充電施設の不足が電動車普及の妨げになるとして、老朽化設備の更新のほかに、既存インフラの有効活用としてSS（サービスステーション）で急速充電器1万基、公共用の急速充電器3万基を含む充電インフラを15万基設置することにより、遅くとも2030年までにガソリン車並みの利便性を目指すことを表明している。

²¹ 2008年に東京都港区のりんかい線品川シーサイド駅にある日本石油運営のガソリンスタンドにおいて、三菱自動車のiMiEVを利用するために、三菱自動車と三菱商事が共同で設置した施設が日本で最初のEV充電施設とされている。



・充電・充てんインフラの不足は、電動車普及の妨げとなる。したがって、充電インフラについては、老朽化設備を更新するほか、既存のインフラを有効に活用できるSSにおける急速充電器1万基等、公共用の急速充電器3万基を含む充電インフラを15万基設置し、遅くとも2030年までにガソリン車並みの利便性を実現することを目指す。この際、充電インフラの普及促進や規制緩和等により、最適な配置やビジネス性の向上を進めるとともに、充電設備の普及が遅れている集合住宅に対する導入を促進する。また、充てんインフラについては、燃料電池自動車・燃料電池バス及び燃料電池トラックの普及を見据え、2030年までに1,000基程度の水素ステーションについて、人流・物流を考慮しながら最適な配置となるよう整備するとともに、規制改革に取り組む。バスやトラック等の商用車向けの充電設備や水素ステーションについては、事業所専用の充電・充てん設備も含め、整備を推進する。

(出所) 経済産業省「第6次エネルギー基本計画」(2021年10月) 113頁より抜粋

出典：IEA Global EV Outlook 2020
 (出所) 経済産業省「移動制約ゼロのための取組について」(モビリティの構造変化と2030年以降に向けた自動車政策の方向性に関する検討会第3回事務局資料) 2020年12月より抜粋

図 1.7-1 日本のEV充電施設の台数(基数、稼働中)の推移

図 1.7-2 は 2010 年から 2021 年までの主要国における稼働中の EV 充電器(急速充電器、普通充電器)数の推移を図示したものである。2021 年の世界で稼働中の EV 充電器は約 176 万基(急速充電器約 56 万基、普通充電器約 120 万基)であり、特に 2019 年以降急速に増加している。このうち、中国が急速充電器で 83.9%、普通充電器で 56.7%を占めている。中国の EV 充電器数の変化が世界全体の動きを形作っているといってもよい。しかし、他の国でも、ここ数年間で増加しているなかで、日本のみが横這いしないしは減少している²²。

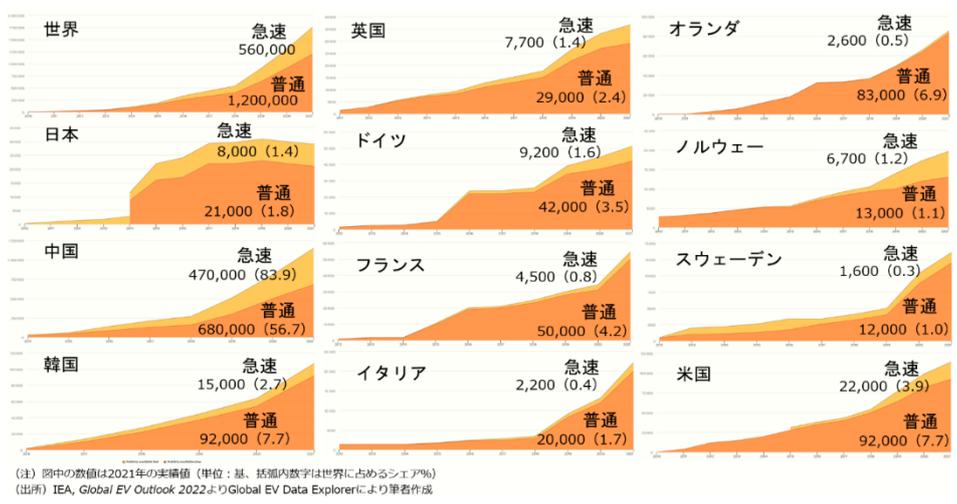


図 1.7-2 主要国のEV充電器数の推移(基、稼働中) 2010~2021年

²² 環境省「平成28年度~令和3年度エコカー普及促進・EV充電インフラ整備支援事業における取組状況」(2022年6月30日)によれば、2022年3月時点での急速充電器の設置台数は約3万9,000台、一般充電器(住宅用など)の設置台数は約18万9,000台、自治体や企業などが設置するEV充電施設も増えており、全国で10万台を超えると推計されている。

1.7.2 EV 充電施設とは

(1) EV 充電施設の分類

EV 充電施設を分類すると、プライベート EV 充電施設とパブリック EV 充電施設とに分類される。プライベート EV 充電施設は、自己が占有する駐車場において日常的に満充電する充電設備（家充電）であり、基礎充電と位置づけられる。

パブリック EV 充電施設は、公共 EV 充電や外充電とも言われることがあるが、目的地充電と経路充電²³から成る。目的地充電は移動先での滞在時間を利用して充電する設備であり、経路充電は電欠防止を目的として移動経路で利用する充電設備をさす。

(2) EV 充電器の分類

EV 充電器は普通充電器と急速充電器に大きく分類される。普通充電器は交流電源を使用し、電圧 200V、電流 15A が主となっている。3~6kW 程度の出力（車種によっては 10kW 超の充電も可能）のものが多い。たとえば、40kWh の蓄電池搭載の EV を 90% 充電するまでの時間を計算すると、3kW（6kW）出力の充電器で充電した場合 12 時間（6 時間）が必要である（ $36\text{kWh} \div 3\text{kW} = 12\text{h}$ （ $36\text{kWh} \div 6\text{kW} = 6\text{h}$ ））。

急速充電器は直流電源を使用し、日本はチャデモ（CHAdeMO）規格に準拠している。これまでは 20~50kW の出力が主となっていたが、EV 急速充電器の技術的仕様は日進月歩の勢いで進歩を続けており²⁴、EV バッテリーの大容量化に伴い、急速充電器も 350~400kW の高出力の動きがある（図 1.7-3）。日本国内の多くは、1 回で利用できる時間が原則「最大 30 分」というルールがある。また、CHAdeMO の仕様（2010 年の CHAdeMO Ver.1.0）では充電電圧を直流 500V 以下（図 1.7-3 では 450V（JIS D 61851-23））と規定しているが、一部の急速充電器では充電時の電圧や電流を調整することで、直流 500V を超える充電も可能な場合がある。500V-200A に対応した EV であれば、約 30 分間で 80% 程度の充電が可能となった。欧州における CCS 2 では、直流電圧を上限 1,000V、電流は上限を 200A から 500A に引き上げる動きがある。このように、普通充電器に比べて圧倒的に充電時間が短くなる急速充電器²⁵の普及

²³ 高速道路のサービスエリアやパーキングエリアにも充電器はあるものの台数が限られており、週末等の渋滞の要因の一つになっている。2022 年 11 月、EV が普及しやすい環境を整えることを目的として、政府は EV が充電のために高速道路から一時退出できるようにする制度緩和を検討し始めた（日経速報ニュース（2022 年 11 月 17 日）による）。

²⁴ 車載電池向けのシリコン負極材の米国の開発企業のシラ・ナノテクノロジーズは、米国政府の支援も受けて、これまでに累計 10 億ドル（約 1,300 億円）強の資金を調達し、急速充電時間を 3 分の 1 に短縮することを目指している。2025 年にワシントン州モーゼスレイクで本格稼働させ、年産能力は EV20 万台分を計画しているという（日経産業新聞（2023 年 4 月 3 日）による）。

²⁵ サステック（2021 年設立のソフトバンクグループの脱炭素スタートアップ、固定価格買取制度（FIT）

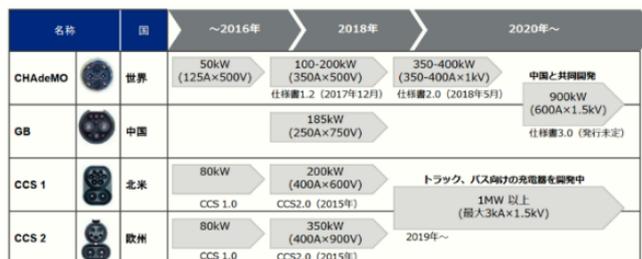
により、EV 普及をさらに後押ししている。

国内外のEV直流高速充電器の規格

直流高速充電器の規格				
	代表規格	直流電圧	直流電流	適用規格
	CHAdeMO	450V	200A	JIS D 61851-23
	CCS 1	600V	200A <small>※CherIN(CCS協議会)が500Aに引き上げるように働きかけている</small>	IEC 61851-23
	CCS 2	1000V		
				DIN EN 61851-23

(出所) JIS D 61851-23, JIS D 62196-3, CherIN - CherIN endorses increasing charging currents for battery electric passenger vehicles. 経高度産業-電気設備に関する技術基準を定める省令, NPPA-NPPA70(2015) 等

国内外のEV急速充電器の技術的仕様の推移



(出所) CHAdeMO協議会-超高速充電システムの共同開発に成功(2018年), Coordination Office Charging Interface, c/o Carmeq GmbH Combined Charging System 1.0 Specification - CCS 1.0, 等

(出所) 有限責任監査法人トーマツ「EV化社会を見据えた電力分野の論点」(次世代技術を活用した新たな電力プラットフォームの在り方研究会事務局資料) 2019年7月16日

図 1.7-3 EV 充電器の規格

V2H (Vehicle to Home) 機器を設置することにより、EV バッテリーを家庭用電源に変換して、家庭で使用する電気に利用することが可能である。災害時や停電時に EV バッテリーを利用して、家庭用電源を確保することができ、エネルギー供給におけるレジリエンスの強靱化に貢献できると期待されている²⁶。また、太陽光発電システムと連携させ、昼間に自動車のバッテリーに充電し、夜間に自宅で使用する電力を確保することもでき、電力需給バランスの調整に寄与できるようになれば、効率的なエネルギー利用に繋がるとも期待されている。

1.7.3 EV 充電施設に係る法規制

2022 年 11 月時点で、日本において EV 充電施設に係る法規制として、電気事業法、計量法、保安規制、急速充電設備等に関連する消防関連法令（2021（令和 3）年 4 月 1 日より、急速充電設備の全出力の上限を 200 キロワットまで拡大し、あわせて火災予防上必要な措置を定めるとともに、従前の規定についても火災予防上必要な措置の見直しを行うため、急速充電設備を設置する際の位置、構造及び管理に関する条例の制定基準について、所要の規定

の認証を受けない再生エネ発電の開発や運用に強みをもつ）は、2023 年 3 月、EV の急速充電器（出力 360 キロワット（現行の消防法では出力 200 キロワット超の充電器は変電設備として扱われ、EV 利用者は自分で充電できないが、2023 年中にも規制緩和の結論が出ることを見込んでいるという）の先行受注を始めたと発表した（日経速報ニュース（2023 年 3 月 15 日）による）。60kWh の EV を約 15 分間で満充電できるとしている。パワーエックスも高出力の EV 充電器の販売を予定している。

²⁶ 日立製作所は、日立のシステムに自動車販売店や運送会社が EV の台数や充電状況などを事前に登録することにより、大規模災害で停電した地域に EV を給電目的で迅速に派遣するシステムを自治体に提供し始めている。リサーチステーションの調査によると、V2H を含む、EV から建物などに送電する「V2X」の世界の市場規模は 2028 年に 195 億ドル（約 2 兆 6600 億円）と 6 年間で 7.5 倍に拡大すると予測している（日経速報ニュース（2023 年 3 月 9 日））。

の整備を行うなど)²⁷、急速充電設備等に関連する電気関係法令²⁸等がある。

(1) 電気事業法

まず、電気事業法との関係からみると、ガソリンスタンドやコンビニエンスストア等の敷地内での電気自動車への充電事業については、電気事業法における事業規制の対象外であり、経済産業省の許可等が不要である。不要である根拠として、当該事業は、電気事業法における「一の需要場所」（電気事業法施行規則第2条の2第1項）内における電気のやり取りであって「需要に応じた電気の供給」に当たらないと考えられることから、同法における事業規制の対象外と判断されている。電気自動車専用急速充電設備に限り、一定の条件（保安上の支障がないこと、工事費用は需要家が負担すること等）を満たせば、同一敷地内のそれ以外の電気使用とは別に、新たな電気需給契約を締結することを可能とする特例措置（「1 需要場所における2引き込み」特別措置の対象）もある。



図 1.7-4 電気事業法に基づく規制

(2) 計量法

計量法との関係を見ると、同法によれば、取引の対象となる電力量を従量制課金(円/kWh)とする場合、計量法の検定に合格した計量器の使用で取引する必要がある。これに対して、取引の対象となる電力量を時間制課金(円/時間もしくは回)とする場合、計量法の検定に合格した計量器の使用で取引する必要がないとされているため、現状はほとんどがこのケースとなっている。一般的に、EV充電器内蔵の電力量計は計量法検定を受けておらず、従量制課金への移行には検定料・計量器の取替えにハードルがある点が指摘されてきた。従量制課金

²⁷ <消防法> 昭和三十二年法律第八十六号、<消防法施行令> 昭和三十六年政令第三十七号(対象火気設備等の位置、構造及び管理に関する条例の基準)第五条、<対象火気設備等の位置、構造及び管理並びに対象火気器具等の取扱いに関する条例の制定に関する基準を定める省令>平成十四年総務省令第二十四号(対象火気設備等の種類)第三条 第十六条、<火災予防条例(例)> 昭和36年11月22日自消甲予発第73号消防庁長官(変電設備)第十一条、(急速充電設備)第十一条の二が該当する。

²⁸ <電気設備に関する技術基準を定める省令>平成9年3月27日通商産業省令第52号(電気設備における感電、火災等の防止)第四条(電路の絶縁)第五条(電気機械器具の熱的強度)第八条(電気設備の接地)第十条(電気設備の接地の方法)第十一条(過電流からの電線及び電気機械器具の保護対策)第十四条(地絡に対する保護対策)第十五条(電気使用場所に施設する電気機械器具の感電、火災等の防止)第五十九条が該当する。

の適用も可能となることで、消費者の選択肢の幅が増えることになるため、計量法の見直しが検討されるべきである。

(3) 保安規制

電気自動車専用急速充電設備の設置・運用について満たすべき保安規制は、充電器が接続されている電気工作物によって異なっている。当該電気工作物が「一般用電気工作物」、「電気事業の用に供する電気工作物」、「自家用電気工作物」のいずれかに該当するか判断することが必要である(図 1.7-5)。750V 超の電気工作物は周囲に柵設置・施錠が必要となる。また、高圧契約(50kW 超)の場合は主任技術者を置く必要がある。

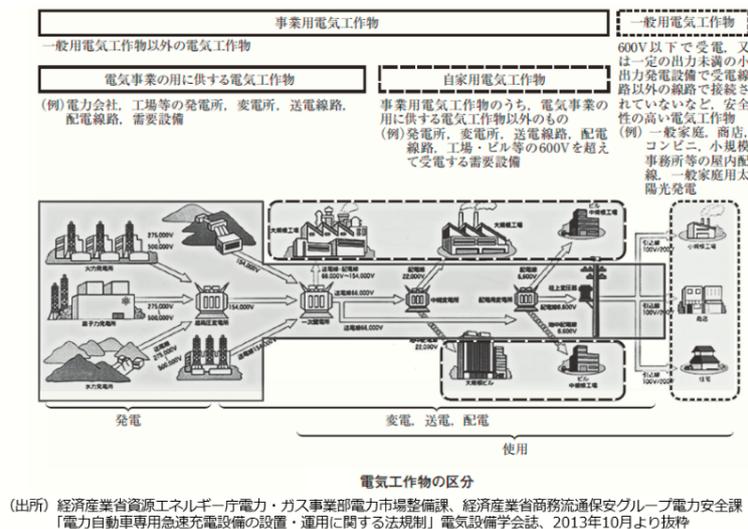


図 1.7-5 保安規制

直接には関係しないが、2022年5月の改正電気事業法(2023年4月施行)で、10MW以上の大型系統用蓄電池を発電事業と位置づけ、大型系統用蓄電池に関連する保安規制や電気主任技術者の選任、検査や事故報告のルール等の規制措置が検討されている(図 1.7-6)。

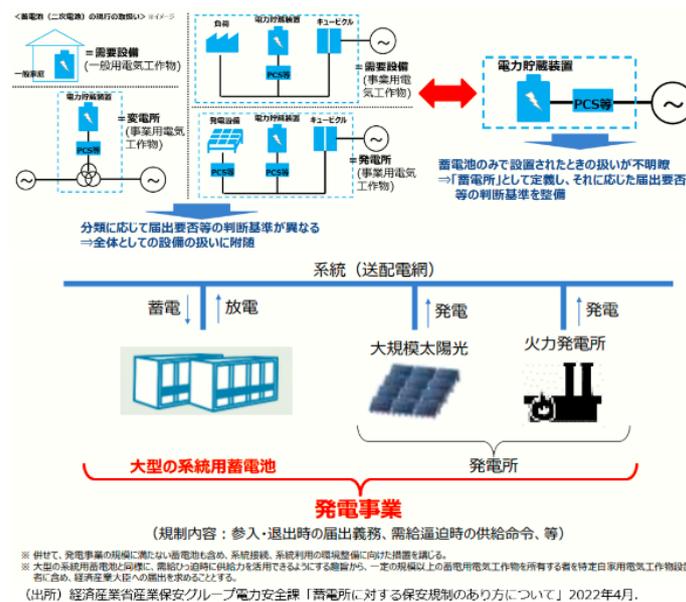


図 1.7-6 EV 充電施設に係る法規制

1.7.4 電気自動車 (BEV) の主要車種 (日本市場)

2022年11月時点の日本市場におけるバッテリーEVの主要車種は図1.7-7のとおりである。まず、日産リーフ（初代リーフは2010年発売）は日産自動車のEVでパイオニア的存在であり、その後、アリアとサクラを投入している。トヨタのバッテリーEVではbZ4Xとシー・ポッドの2車種（いずれもリース専用車）がある（プリウスはトヨタ自動車が生産するプラグインハイブリッド車（PHEV））。三菱 i-MiEV（初代モデルは2010年個人向け発売）は三菱自動車が生産するコンパクトEVである。ホンダ e はホンダが生産するコンパクトEVである。

今後、スズキが2023年度内に日本市場にEVを投入（2023年1月公表）する計画であるほか、日本自動車メーカーがバッテリーEVの新車種の投入を計画している。

上述の「1.4 IEAによる「世界のEVシフト」に関する調査分析の概要」でみたように、近年の中国と欧米におけるEV販売の増加はEVモデル数の増加が寄与している。2021年の世界のEV市場では2015年比5倍超の約450のEVモデルが利用可能となっており、利用可能なモデル数が増加している国でEV販売シェアが顕著に増加している。



図 1.7-7 日本市場における電気自動車 (BEV) の主要車種

電動車の普及については、第 6 次エネルギー基本計画 (2021 年 10 月) の中で、以下のよう
 に記述している。「2035 年までに、乗用車新車販売で電動車 100%を実現できるよう、包括
 的な措置を講じる。商用車については、8t 以下の小型の車について、2030 年までに、新車販
 売で電動車 20~30%、2040 年までに、新車販売で、電動車と合成燃料等の脱炭素燃料の利用
 に適した車両で合わせて 100%を目指し、車両の導入等の包括的な措置を講じる。8t 超の大
 型の車については、貨物・旅客事業等の商用用途に適する電動車の開発・利用促進に向けた
 技術実証を進めつつ、2020 年代に 5,000 台の先行導入を目指すとともに、水素や合成燃料等
 の価格低減に向けた技術開発・普及の取組の進捗も踏まえ、2030 年までに、2040 年の電動車
 の普及目標を設定する。」

図 1.7-8 は、2020 年の経済産業省の研究会資料である。2030 年までに新車販売台数に占め

る電気自動車とプラグインハイブリッド車のシェアを 20～30%に引き上げる計画を紹介している（2030 年までに 50～70%を次世代自動車とする次世代自動車戦略（2010）を踏襲）。第 6 次エネルギー基本計画では「2035 年までに乗用車新車販売で電動車 100%を実現できるよう、包括的な措置を講じる」とあり、図 1.7-8 と比べて電動車普及目標を大幅に引き上げていることがわかる。

<参考> 2019年新車乗用車販売台数：430万台

	2019年 (新車販売台数)	2030年
従来車	60.8% (261万台)	30～50%
次世代自動車	39.2% (169万台)	50～70% [※]
ハイブリッド自動車	34.2% (147万台)	30～40%
電気自動車 プラグイン・ハイブリッド自動車	0.49% (2.1万台) 0.41% (1.8万台)	20～30%
燃料電池自動車	0.02% (0.07万台)	～3%
グリーンディーゼル自動車	4.1% (17.5万台)	5～10%

※次世代自動車戦略2010(2010年4月次世代自動車研究会)における普及目標

(出所) 経済産業省「移動制約ゼロのための取組について」(モビリティの構造変化と 2030 年以降に向けた 自動車政策の方向性に関する検討会第 3 回事務局資料) 2020 年 12 月より抜粋

図 1.7-8 日本の次世代自動車の普及目標と現状

図 1.7-9 では主要各国の電動乗用車政策（2020 年時点）である。内燃機関車については、イギリスとフランスが早い時期から販売禁止を公表してきた。イギリスではエンジン車は 2030 年、ハイブリッド車は 2035 年に販売禁止とする。フランスは 2040 年にエンジン車の販売を禁止する。

ただし、欧州連合（EU）は 2023 年 3 月、2035 年以降の内燃機関（エンジン）車の新車販売を原則禁止するこれまでの方針を撤回し、合成燃料²⁹を使う場合に限り、2035 年以降も内燃機関車の新車販売を認めることで合意したと発表している（日経速報ニュース（2023 年 3 月 29 日））。

²⁹ 欧州では e-Fuel とも呼ばれており、大気中から回収した二酸化炭素（CO₂）と、再生可能エネルギー利用で発電した電気で水を分解してできる水素（グリーン水素）を合成して液体燃料を製造する。合成燃料を燃焼しても実質的には CO₂ 排出をゼロとみなすという考え方による。合成燃料は常温常圧のもとで液体であるため、水素で貯蔵するよりも長期間備蓄ができる利点がある。また、ガソリン車やディーゼル車の内燃機関が使用でき、ガソリンスタンド等の既存インフラを活用できる利点がある。ただし、合成燃料は水素価格に大きく依存し、リットル当たり約 300 円から 700 円（経済産業省試算）とコストが高いこと、内燃機関で燃焼した際に窒素酸化物（NOx）等が発生するために白金等を使用した浄化装置が必要であることなどの問題が残されている。

国・地域	内燃機関車の扱い	電動車義務化	燃費規制	乗り入れ規制	BEV/PHEV/FCEV 導入目標
 英国	2030年販売禁止 ※ハイブリッドは2035年販売禁止	義務付ける 規制はなし	2020年95g/kmから 2025年、2030年に 段階的に厳格化	ロンドン市内： 19年から排ガス車規制	2030年販売目標 BEV比率50～70%
 フランス	2040年販売禁止 ※ハイブリッドの扱い非公表	義務付ける 規制はなし	2020年95g/kmから 2025年、2030年に 段階的に厳格化	パリ市内： 15年から排ガス車規制	2028年ストック台数目標 BEV:300万台 PHEV:180万台
 中国	国の目標はなし ※自動車エンジニア学会： 2035年全車電動化 (HEV50%、BEV・PHEV ・FCEV50%)を発表	NEV規制により一定の 販売を義務化	2020年5ℓ/100km (=20km/ℓ)	一部地域で19年から検討中 (+ナンバープレート発行規制)	2025年販売目標 NEV(=BEV・FCEV・PHEV) 比率20%
 ドイツ	国の目標はなし ※連邦参議院：2030年販売禁止を決議	義務付ける 規制はなし	2020年95g/kmから 2025年、2030年に 段階的に厳格化	ベルリン市内： 10年から排ガス車規制	2030年ストック台数目標 BEV・FCEV: 700～1,000万台
 米国	国の目標はなし ※カリフォルニア州知事： 2035年BEV・FCEV100%	義務付ける 規制はなし ※カリフォルニア州は ZEV規制により 一定の販売を義務化	2025年54.5mpg ^(注) (=23.2km/ℓ) から40.4mpg (=17.2km/ℓ)へ変更 ※トランプ政権下の変更 (注) mpg=mile per gallon	カリフォルニア州： ZEV専用レーンを設置	国の目標はなし ※カリフォルニア州知事： 2035年販売目標 ZEV(=BEV・FCEV) 比率100%
 日本	国の目標はなし	義務付ける 規制はなし	2030年25.4km/ℓ	なし	2030年販売目標 BEV・PHEV比率20～30% FCEV比率～3%

各種公開資料より作成
(出所) 経済産業省「移動制約ゼロのための取組について」(モビリティの構造変化と2030年以降に向けた自動車政策の方向性に関する検討会第3回事務局資料) 2020年12月より抜粋

図 1.7-9 主要各国の電動乗用車政策

1.7.5 EV 充電サービスの課金方法と設備形成

(1) EV 充電サービスの課金方法と普通充電・急速充電

EV 充電サービスの課金方法には、時間制課金(円/分)と従量制課金(円/km)がある。

図 1.7-10 は EV 充電サービスの課金方法に伴う課題と利点について纏めている。

時間制課金(円/分)が普通充電に適用された場合、機器ごとに計量法上の検定を受けた計量器を用いなくて良いという利点がある一方で、充電時間が長くなり料金が高くなるという課題がある。時間制課金が急速充電に適用された場合、短時間のほうが安くなるため、より高出力の充電器が選好されるようになる効果があること、及び、機器ごとに計量法上の検定を受けた計量器を用いなくて良いことの利点がある一方で、高出力の充電器が増えると電力ネットワーク設備に過度の瞬間的負荷が掛かる可能性が高まること、急速充電器の出力差によって EV ユーザーの利便性に格差が生じること、充電器運用事業者が電力会社等に支払う電力料金(円/kWh)と整合性が取れていないこと等の課題がある。

普通充電(低速充電や家庭用充電器など)は、充電時間が長く、充電速度も遅いため、時間単位での定額制(時間制課金)が一般的であるのに対して、急速充電では充電に掛かる時間が短く、充電回数が限定される場合でも、効率的に充電できるため、従量制課金(円/km)が一般的である。現行の計量法により、従量制課金では機器ごとに計量法上の検定を受けた計量器を用いた計量が必要となり、導入コストの増加により導入しづらい点もあるが、「早くて割高の高出力の急速充電器」と「相対的に時間が掛かるが安い急速充電器」のメニューにより、EV ユーザーが選択できること、料金・充電時間の組み合わせメニューにより、電力ネ

ネットワークへの瞬間的負荷の平準化に寄与できることなどの利点がある。

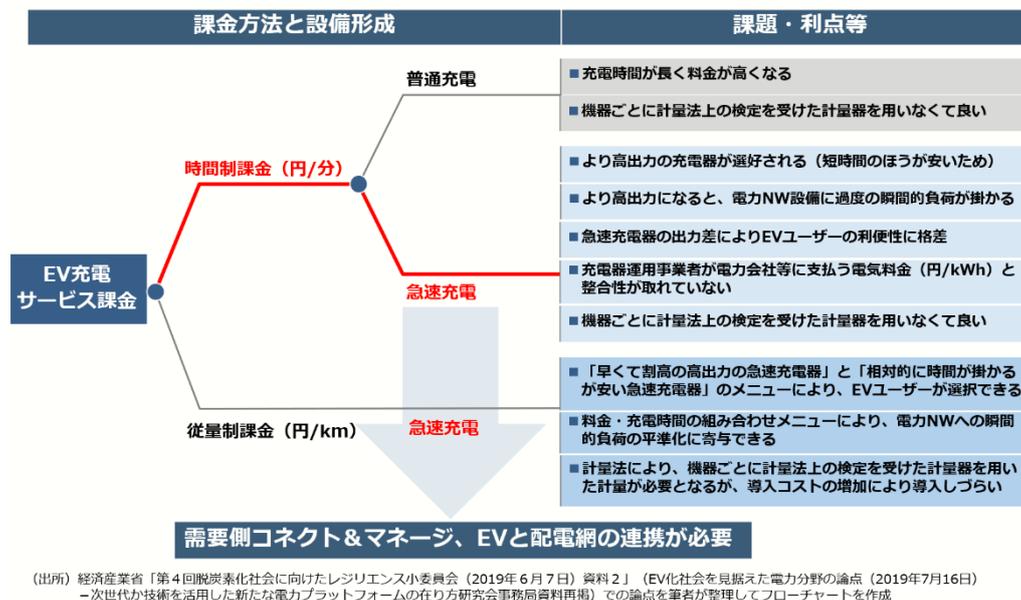


図 1.7-10 EV 充電サービスの課金方法と設備形成

(2) 急速充電器の普及による影響

EV 充電サービスの課金方法の長短及び利点・課題をみると、今後、EV バッテリーの大容量化と急速充電技術の進展により、急速充電器の普及のいっそうの増加が予測される。急速充電器の普及に伴う今後予測される影響として、二つ挙げられる。一つは、急速充電器が設置されるエリアにおいて、電力負荷の瞬間的増大を引き起こす可能性があることである。このため、配電系統設備等の電力インフラの増強が求められるようになる。

図 1.7-11 は、急速充電インフラのインパクトの考え方を紹介したものである。約 20 分で充電が可能な急速充電器 (150kW) を 4 基ずつ、全国で 7,000 ヲ所に追加的に設置すると、420 万 kW 相当の配電系統設備が必要であると試算している。1 基が約 100 万 kW 規模の出力の原子力発電所 4 基に相当する規模感である。

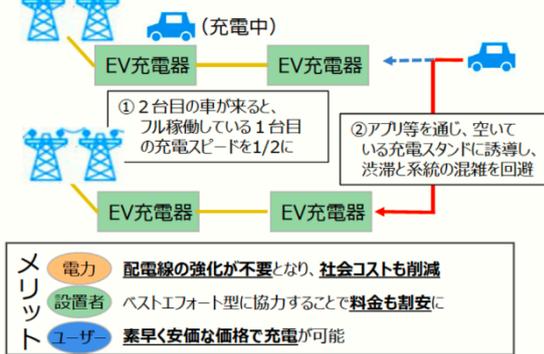
このため、電力負荷平準化を図ることにより、配電線の強化が少なくとも済むような EV 利用者側で急速充電器による電力需要を管理する技術である「需要側コネク&マネージ」の導入が期待されている (図 1.7-11)。

<急速充電インフラのインパクト>

	急速充電器容量 (EV充電時間)	配電線
現状	50kW×1機 (約1時間)	50kW (コンビニ相当)
今後 (開発中)	【超高速】 150kW×4機 (約20分)	600kW (中規模工場相当)

⇒現状：全国約7000箇所に急速充電器を設置
 ⇒仮に、これらの場所に急速充電器を4機ずつ設置し、
 制御なしに運用すると、7000×600=420万kW相当の
 配電系統設備が必要。

<需要側コネクト&マネージの例>



(出所) 経済産業省「第4回脱炭素化社会に向けたレジリエンス小委員会(2019年6月7日)資料2」(EV化社会を見据えた電力分野の論点(2019年7月16日)
 -次世代が技術を活用した新たな電力プラットフォームの在り方研究会事務局資料再掲)より抜粋

図 1.7-11 急速充電インフラのインパクトと需要側コネクト&マネージ

急速充電器の普及に伴い予測されるもう一つの影響は、EV 充電サービスの課金方法の選択メニューの多様化である。急速充電器による従量制課金の割合が大きくなると、EV 充電サービスの供給側が、電力需要の多寡の時間帯別で電力料金が異なることを利用した EV 充電サービスのさまざまな課金メニューの提供ができるようになる。これにより、一日の中でも電力需要の平準化が進み、安定した電力需給バランスを維持するのに貢献することになる。

<p>完全従量料金</p> <ul style="list-style-type: none"> 基本料金を0円とし、完全従量制の電気料金プランを提供。家族世帯、店舗・事務所など、契約アンペア数が高く、電力使用量の多い需要家に有利。 Loop、SBパワー、TRENDE、楽天などが提供。 	<p>時間帯別料金</p> <ul style="list-style-type: none"> 家庭で電気をよく使用する夜間の時間帯(例えば、夜10時から翌朝8時まで)で割安な料金を設定。 昭和シェル、シン・エナジーなどが提供。
<p>節電割引</p> <ul style="list-style-type: none"> 小売事業者が予め指定する日の最も需要が多い時間帯の節電実施状況に応じて電気料金を割引。 具体的には、①節電実施日の平均使用電力量と、②節電実施日の前平日5日間のうち、11時～14時の使用電力量が多い4日間の当該時間帯の平均使用電力量を比較し、節電した電力量に応じて電気料金を割引。 北陸電力が提供。 	<p>特定時間帯無料</p> <ul style="list-style-type: none"> 一定時間帯の電気料金を無料にするプランを導入。基本料金を2倍にするかわりに、特定の時間帯(例えば、朝6時～8時や、夜19時～21時)の従量料金を無料に。 HTBエナジーが提供。
<p>歩数連動割引</p> <ul style="list-style-type: none"> 健康志向の高まりを背景に、歩いた歩数に応じて電気料金を割引サービスが登場。例えば、1日8000歩のペースで歩くと、電気料金が大手電力より10%程度割安になる。 イーレックスが提供。 	<p>一段階料金</p> <ul style="list-style-type: none"> 消費者にとっての分かりやすさを重視し、一段階料金のメニューを提供。電気使用量の多い層がターゲット。 オプテージ、JXTGエネルギーなどが提供。
	<p>定額料金</p> <ul style="list-style-type: none"> 一定の使用量に達するまで定額となるメニュー。一定量を超えると、従量料金が加算。毎月の使用量が一定の方向向け。 F-Power、スマートテックなどが提供。

(出所) 各社ホームページ

(出所) 経済産業省「第4回脱炭素化社会に向けたレジリエンス小委員会(2019年6月7日)資料2」(EV化社会を見据えた電力分野の論点(2019年7月16日)
 -次世代が技術を活用した新たな電力プラットフォームの在り方研究会事務局資料再掲)より抜粋

図 1.7-12 EV 充電サービスの課金方法の例

(3) EV 充電サービス事業者 (EV 充電インフラ企業) の強靱性の問題

他方、EV が安定的に普及及び定着していくためには、充電需要に見合った電力の安定供給を維持していく能力を持つ EV 充電インフラ事業者 (EV 充電インフラ企業) の強靱性が求められる。国際石油資本のうち、英国シェル社は、米国の給油所・コンビニを展開するランドマーク・インダストリーズ、ドイツの充電器開発のユビトリシティ、オランダの EV 充電

拠点運営のニューモーションを買収する動きを見せている。英国 BP 社は英米の EV 充電器開発メーカーを買収し、中国の EV 充電網管理の企業に投資を行っている。米国シェブロン社は米国の EV 充電施設運営のチャージポイントに投資を行っており、フランスのトタルエナジーズ社³⁰はシンガポールの EV 充電器開発メーカーを買収している（図 1.7-13 左）。

また、米国の主要な EV 充電インフラ企業は証券市場（NY 証券取引所、ナスダック）に上場しており、EV メーカーのテスラをはじめ、時価総額も大きく、強靱な資本力を構築しようとしている（図 1.7-13 右）。

また、フランスの電機大手シュナイダーエレクトリック（送配電や発電など電力管理システムの世界的企業）は、21 年 1 月には EV 充電のハード機能の強化を目的にオランダの DC システムズを買収、21 年 7 月に米国のゼネラル・モーターズ（GM）と提携、22 年初に EV 充電スタンド管理ソフトウェアの活用目的に EV コネクトを買収した。

上述の 1.6.6 において、「日本は経済性（低価格）重視により電化製品等の供給において中国依存を高めてきたが、今後起きうる EV 充電器等の電力関連機器（既に太陽光発電パネル等で起きている）における「壊れたら直せない」問題という「新たなエネルギー安全保障問題」に可及的速やかに方策をとるべきである」と指摘したが、EV 充電インフラは「新たなエネルギー安全保障問題」における重要な保障対象となるリスクの一つとなるとみている。このため、日本国内に強靱な EV 充電インフラ企業が存在することの重要性は、日本のエネルギー安全保障にとっても益々高まっていくだろう。これからは二次エネルギーである電力の安定供給を担うのは送電網等の電力ネットワークだけでなく、EV 充電インフラが重要な役割を果たすことになるからである。EV 充電インフラ企業が国内に数多く存在しても、個々の企業の資本力が脆弱なままであれば、社会全体の充電インフラの脆弱性にもつながりうる。

³⁰ トタル（2021 年よりトタルエナジーズに社名変更）は、2018 年にフランスの業務用車両の運行管理ソフトウェア企業のウェイコネクトとフランスのスマート EV 充電ステーション開発企業の G2 モビリティを買収し、19 年に EV 充電事業を立ち上げ、EV テックを事業構成に組み入れた。20～21 年には英国のソースロンドン、ドイツのデジタルエナジーソリューションズ、シンガポールのブルーチャージをそれぞれ買収し、ロンドン、ドイツ、シンガポールに充電網を拡大している（日本経済新聞（2022 年 9 月 29 日）による）。

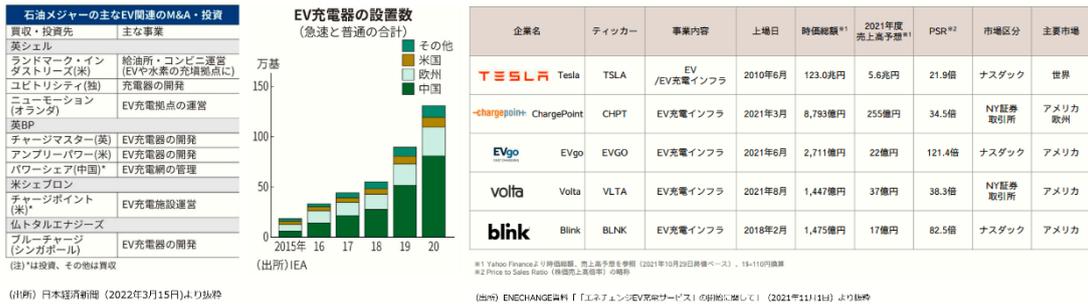
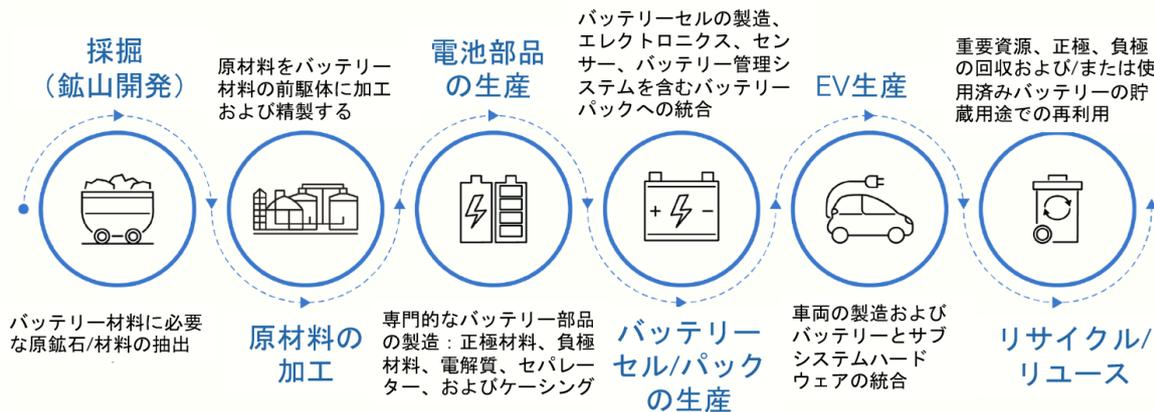


図 1.7-13 石油メジャーのEV関連投資と米国におけるEV充電インフラ企業

(4) EV 充電器/充電施設に係る重要鉱物資源等の部材原材料の長期的な安定調達確保問題

EV 充電器にはリチウム、コバルト、アルミニウム、銅、シリコン等の重要鉱物資源が利用されており、社会インフラの一つとなる充電インフラが長期に利用されることを前提に考えると、充電インフラの更新投資時期における部品や部材原材料の再調達が保証されていることが必要不可欠となる。

一方、EV 充電器/充電施設を普及・拡張していくには、EV バッテリーの供給網を安定的に維持していくことが必要である。図 1.7-14 はEV バッテリーの供給網（再掲）であり、採掘（鉱山開発）からリサイクル/リユースまでのサプライチェーンを示している。車載蓄電池の大容量化に対応してEV 充電器/充電施設の高出力化が求められ、EV 充電技術の国際規格の役割が、グローバルサプライチェーンの分断化の今後の展開次第では益々重要性を強めていくことになるだろう。



(出所) IEA, Global EV Outlook 2022, May 2022 より抜粋（日本語訳は筆者）

図 1.7-14 EV バッテリーの供給網（再掲）

(5) EV 電力インフラの国・地方自治体の財政支援の財源（揮発油税・地方揮発油税・軽油引取税等に相当する新たな電動車に対する課税等）の問題

上述の 1.6.2 でも指摘したように、EV 車の車両の重量化により、車両走行による道路の摩耗劣化が早くなる可能性が高まるが、EV シフトはガソリン税・軽油引取税の税収を減少させ、道路補修維持の財源確保が難しくなる可能性がある。このことは、EV 充電インフラの国・地方自治体の財政支援の財源にも言えることであり、EV シフトによるガソリン税・軽油引取税の税収の減少分を代替する新たな財源確保を検討することが必要になるだろう。

(6) EV 充電サービスの課金方法が設備形成に繋がる仕組みを支援する環境整備の必要性

EV 充電サービスの課金方法の多様化をはじめ、企業及び地方自治体レベルで EV 充電器/充電施設の利用促進・拡大に向けてさまざまな試みや事業が展開されている。ここでは、最近の日本国内の事例の一部を紹介してみたい。

①既設のマンション・宿泊施設・商業施設への EV 充電インフラの導入

2022 年 4 月にテラモーターズが既設分譲マンションでの合意形成課題を解決する目的で、導入無料の EV 充電インフラ「Terra Charge」事業をスタートし、2022 年 8 月には、導入にあたっての費用や手続きの課題が多いとされる郊外型レストランに対する EV 充電インフラの導入提案を開始するにあたり、RE100³¹参加企業を対象に先着で 100 基の EV 充電インフラ（スマートフォンアプリが利用可能）の無料提供を行なうと公表³²した。また 2022 年 10 月に日本自動車サービス開発（EV 社用車、駐車場、車両保険を提供）とテラモーターズ（EV 充電インフラを提供）が全国の法人向けに EV 社用車を提案している。

2022 年 9 月にオリックス自動車ユビ電（2019 年よりマンションやホテル・旅館、商業施設など、さまざまな施設の駐車場向けに、EV 充電サービスの管理・運営を展開し、すべての EV やプラグインハイブリッド車に対応し、利用手続きから料金精算までをスマートフォンのアプリで完結できる充電サービス「WeCharge」を提供）と提携し、法人客向けに EV のリースやレンタルでの車両調達や EV 充電設備の導入を提案し、導入後の充電利用の分析や車両メンテナンスなどの一元管理をワンストップで提供するサービスを開始した。

2022 年 9 月にアイ・グリッド・ソリューションズとバローホールディングスは、EV 充電サービスのプラゴと連携し、愛知県³³碧南市のスーパーマーケットバロー碧南城山店に設置済の太陽光発電を活用した再エネ 100%の EV 充電サービスを来店客向けに開始した。

³¹ 企業が事業活動に必要な電力の 100%を再生可能エネルギーで賄うことを目指す国際イニシアチブ。

³² 日経速報ニュース（2022 年 8 月 26 日）による。

³³ 都道府県別の EV 普及台数では愛知県が全国 1 位（2009～19 年度の都道府県別の普及状況（補助金

2022年11月に、NECは、ENEOSの電気自動車の経路充電における急速充電サービス「ENEOS Charge Plus」向けに、多様な認証手段と決済に対応したマルチ認証・課金システムを提供している。

②金融機関や企業の営業店舗へのEV充電インフラの導入

2022年11月に、群馬銀行は創立90周年記念事業の一環として、また脱炭素化への取り組みとして、駐車場にEV充電器を置けない店舗を除く全店に、計100台超のEVを導入する見込みとする。

2023年2月に、全国で賃貸住宅建設を手掛ける大東建託が同社が提供する賃貸住宅への電気自動車（EV）充電設備導入基準を社内で策定し、EV充電設備を備えた賃貸事業の提案を開始している。

③地方自治体等によるEV充電インフラの導入

地方自治体の動きとしては、2023年2月に横浜市が横浜市市営地下鉄センター南駅（都筑区）前のロータリーにEV充電スタンド（CHAdEMO規格の急速充電器2基、24時間使用可能、有料）を設置し、イーモビリティパワーと実証実験を実施した。駅前ロータリーの公道上にEV充電スタンドが設置されるのは国内初という。

東京電力ホールディングス系のイーモビリティパワーと実施し、CHAdEMO規格の急速充電器2基を設置した。24時間使用可能で、利用するには同社などが発行する充電カードが必要、料金は契約ごとに異なるが有料となる。

横浜市は2021年6月から、青葉区の公道にも急速充電器を設置する実証実験を実施したが、22年12月には月400回を超える利用があったという。

2023年3月に、福岡のスタートアップ企業のアークエルテクノロジーズ社が企業・自治体向け脱炭素化サービスとして、EVスマート充電と運行管理を一括自動化、遠隔制御する国内初「AAKEL eFleet」製品版の提供を開始した。同社のリリース資料によれば、「EVのスマート充電と複雑な運行管理（ガソリン車も含む）をすべて一括管理・自動化するサービスであり、「ダイナミックプライシング」「フリートマネジメント」「EMS」等のシステムと「スマート充電」を組み合わせ、EV充電と運行管理を最適化、自動で一括管理する国内初のシステム」であるという。

交付台数、次世代自動車振興センター調べ）である。

1.8 まとめ

(1) IEA が描く 2050 年 CN の「世界のエネルギー需給」と EV シフトの絵姿

- ① IEA が描く 2050 年 CN の NZE シナリオのもとで、2030 年に世界の自動車販売の 6 割が電気自動車、2035 年に内燃機関搭載車の販売禁止、大型車販売の 5 割が電気自動車と想定、このため蓄電池需要が急増
- ② 2021 年の世界の電気自動車の新規販売台数は 6.6 百万台（前年比 2 倍）、ストックベースで 16.5 百万台（2018 年比 3 倍）、販売台数の約半分は中国、IEA（2022）では日本の EV 販売が低調との指摘
- ③ 2021 年に世界の EV 市場で約 450（2015 年比 5 倍超）の EV モデルが利用可能
- ④ IEA の表明公約（APS）シナリオでは、2030 年に世界の EV 販売シェアは 30%にとどまる（NZE シナリオの 60%に比べて不足）
- ⑤ APS シナリオでは、2030 年までに EV 充電により世界の電力市場価値が 20 倍を超えて 1,900 億ドル（約 26 兆円）となるが、これは現在のディーゼル・ガソリンの市場価値の 10 分の 1 に相当、公共用充電施設（家庭充電を除く）では電力供給が不十分、公共用充電設備が 2030 年には現在の約 9 倍（1,500 万ユニット）が必要
- ⑥ IEA の公表政策（STEPS）シナリオでは、2030 年に EV 販売シェアが 20%を超え、ストックベースで現在の 11 倍となり、2 億台に達すると予測
- ⑦ IEA が描く 2050 年 CN に向けた「世界の EV シフト」では、2030 年の EV 販売は中国が牽引すると見ており、自動車メーカーのほう政策目標よりも積極的と評価
- ⑧ 世界の EV 乗用車では基礎充電（家庭充電）が大宗を占め、公共用充電も増加（急速充電が増加）
- ⑨ 世界の EV 大型車では目的地充電が大宗を占め、経路充電も増加
- ⑩ 長距離輸送トラックは高価な高圧充電が必要であり、システムのアップグレード投資が必要となるが、2030 年まではストックベースでほとんどの地域の EV シェアが 20%未満であるため、EV 充電で大きな問題になる可能性は小さい（2030 年以降は対策が必要）
- ⑪ IEA の APS シナリオでは、EV シフトにより、(i) 2030 年までに 460 万バレル/日の石油需要を節減、(ii) 580 百万トン-CO₂ 換算/年の正味の GHG を削減、(iii) 2030 年の EV の電力需要が 2020 年の日本の発電量の大きさを上回る、(iv) 2030 年までに世界の EV は世界の電力消費（最終ベース）の約 4%となると予測
- ⑫ バッテリー価格は低下基調にあるが、バッテリーメタル価格が 2022 年に急騰し、EV 産業には大きな試練
- ⑬ EV シフトによる重要鉱物資源の安定供給問題がある

- ⑭ レアメタルの価格が高止まりすると、化学メーカーはコバルトやニッケルを使用なくなり、エネルギー密度の低い短距離移動向けの自動車に合う蓄電池が増える
- ⑮ EV バッテリー供給網の全段階の生産が数社に集中しており、EV バッテリー供給網の下流部門全体を中国が支配している
- ⑯ バッテリーメタルの生産・埋蔵量には地域的な偏りはあるが、埋蔵量があるのに、それに応じた量の生産がなされていない地域もあるため、生産地の分散化は可能

(2) 日本が描く 2050 年カーボンニュートラルの「日本のエネルギー需給」の絵姿

- ① 日本のエネルギーミックスに占める炭化水素の割合は 85.3% (2021 年)、電源構成に占める火力発電 (化石燃料) の割合は 77% (2020 年度)、2030 年度の電源構成では化石火力 41%程度、非化石電源 58%程度、水素 1%程度を見込む
- ② 日本のグリーンイノベーションの方向性は、電源の脱炭素化と併せた電化の推進、省エネ推進、天然ガス・水素・バイオ・CCUS 等の活用、NETs (ネガティブエミッション技術) の同時遂行で CN の達成を目指す
- ③ 脱炭素の推進には半導体が不可欠、電力消費抑制のためにはパワー半導体が必要、日本の半導体産業の衰退により半導体サプライチェーンが脆弱化
- ④ 国は「自由貿易のアップグレードの要請」との認識を持っており、特に半導体や重要鉱物資源等のサプライチェーンの再編 (脱中国) の動向を注視する必要がある

(3) 日本のエネルギー政策からみた EV シフトの意味

- ① 2050 年 CN は、結果として石油・天然ガス需給量減少と供給寡占化の進展をもたらし、電化と再エネ比率上昇は電力供給の変動性、サイバー攻撃、半導体・蓄電池・送配電・電動車・デジタル技術等の開発投資と重要鉱物資源の安定供給確保という新たなエネルギー安全保障の問題を生み出している
- ② GX 推進は、エネルギー安全保障の主要な対象範囲を、一次エネルギーの安定供給保障から、二次エネルギーや部材原材料等の中間財と機器等の最終財の安定供給保障へとシフトさせる
- ③ 自動車の電動化の進展は、バッテリーメタル等の重要鉱物資源戦略の重要性を高める
- ④ EU と日本の資源確保戦略を比較すると、EU が重要希少資源について少なくとも 3 つの代替供給元を想定しているのに対して、日本は鉱種ごとの最適指向が強く脆弱な戦略
- ⑤ 日本は経済性 (低価格) 重視により電化製品等を中心に中国依存度を高めてきたが、今後起きうる EV 充電器等の電力関連機器 (既に太陽光発電パネル等で起きている) における「壊れたら直せない」問題という「新たなエネルギー安全保障問題」に可及的速やかに方

策をとるべき

(4) 電気自動車用充電施設整備拡張の課題

- ① EV 充電器（普通充電器・急速充電器）の技術（出力等）固有の問題
- ② EV 車普及率の問題
- ③ EV 充電器の規格の問題
- ④ EV 充電施設に係る法規制（電気事業法・計量法・保安規制・消防法・電気設備に関する技術基準）の問題
- ⑤ どの EV 車種が普及するのか/普及させるのかの問題（短距離/長距離、小型/大型）
- ⑥ 車載蓄電池の大容量化と急速充電器（高出力化）と系統接続（充放電、調整力、需要側コネクタ&マネージ、EV と配電網の連携）の問題
- ⑦ EV 充電サービス事業者の強靱性の問題
- ⑧ EV 充電器/充電施設に係る重要鉱物資源等の部材原材料の長期的な安定調達確保の問題
- ⑨ EV 充電インフラの国・地方自治体の財政支援の財源（揮発油税・地方揮発油税・軽油引取税等に相当する新たな電動車に対する課税等）の問題
- ⑩ EV 充電サービスの課金方法が設備形成に繋がる仕組みを支援する環境整備の必要性

<参考文献>

- 1) 経済産業省「第4回脱炭素化社会に向けたレジリエンス小委員会資料」2019年6月7日.
- 2) 経済産業省「新国際資源戦略」2020年3月.
- 3) 経済産業省「気候変動分野に関するファイナンスの取組について」2020年10月13日.
- 4) 経済産業省「令和3年版 通商白書」2021年6月.
- 5) 経済産業省「半導体戦略（概略）」2021年6月.
- 6) 経済産業省編『エネルギー白書2022』2022年6月.
- 7) 経済産業省産業技術環境局・資源エネルギー庁「クリーンエネルギー戦略の策定に向けた検討①」2022年4月.
- 8) 経済産業省産業技術環境局・資源エネルギー庁「クリーンエネルギー戦略 中間整理」2022年5月.
- 9) 経済産業省産業保安グループ電力安全課「蓄電所に対する保安規制のあり方について」2022年4月.
- 10) 経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部電力市場整備課、経済産業省商務流通保安グループ電力安全課「電力自動車専用急速充電設備の設置・運用に関する法規制」電気設備学会誌、2013年10月.
- 11) 経済産業省製造産業局「モビリティの構造変化と2030年以降に向けた自動車政策の方向性に関する検討会」第1回～第4回、2020年・2022年.

- 12) 首相官邸 統合イノベーション戦略推進会議事務局資料「2050年カーボンニュートラルに向けたグリーンイノベーションの方向性」2020年11月.
- 13) 有限責任監査法人トーマツ「EV化社会を見据えた電力分野の論点」(次世代技術を活用した新たな電力プラットフォームの在り方研究会事務局資料) 2019年7月16日.
- 14) 藤井秀昭『東アジアのエネルギーセキュリティ戦略』NTT出版、2005年.
- 15) 三菱総合研究所「平成29年度鉍物資源開発の推進のための探査等事業：鉍物資源基盤整備調査事業(鉍物資源確保戦略策定に係る基礎調査)報告書」2018年3月.
- 16) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング「令和元年度鉍物資源開発の推進のための探査等事業：鉍物資源基盤整備調査事業(鉍物資源確保戦略策定に係る基礎調査)報告書」令和2年(2020)年3月.
- 17) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング「令和元年度鉍物資源開発の推進のための探査等事業：鉍物資源基盤整備調査事業(鉍物資源の供給安定性評価調査)報告書」令和2年(2020)年3月.
- 18) European Commission, *Study on the EU's list of Critical Raw Materials*, Final Report (2020).
- 19) Hideaki Fujii, "The challenges and prospects of Japan's energy security in East Asia since the 1990s," 4th AIEE Energy Symposium - Current and Future Challenges to Energy Security - Conference Proceedings, pp.330-337, 10-12 December, in Rome, Italy. Published 2019 by: The Italian Association of Energy Economists (AIEE), Rome, Italy ISBN:978-88-942781-4-9.
- 20) IEA, *Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector*, May 2021.
- 21) IEA, *Global EV Outlook 2022*, May 2022.
- 22) U.S. Department of the Interior and U.S. Geological Survey, *Methodology and Technical Input for the 2021 Review and Revision of the U.S. Critical Minerals List*, Open-File Report 2021-1045.

第2章 再生可能エネルギーとコモンズ論

2.1 はじめに

Hanley & Barbier (2009) の第12章は、「費用便益分析と再生可能エネルギー」である。ここでは再生可能エネルギーとして、風力（陸上および海上）、潮力、波エネルギー施設、バイオマス施設（熱と電力を生産する）、河川上の水力発電施設、地熱および太陽エネルギーが挙げられており、それらの中の大豆とトウモロコシを用いたバイオマス発電、スウェーデンにおける潮力発電、原野を開発する水力発電、デンマークにおける風力発電、サケの遡上と水力発電について、その費用便益分析の実施例が紹介されている。

しかし、同書においては再生可能エネルギーの性格、利用状況など、再生可能エネルギーについての一般的議論はなされていない。そこで本章では再生可能エネルギーの性格について、それがコモンズ（commons、コモンプール財、共有資源とも呼ばれる。以下ではこの3者を交代的に用いる）の悲劇（tragedy of commons）と深く関連していることに注目して論じることとする。より具体的に言えば、次のようなことである。

再生可能エネルギーの最大のメリットの一つは後述するように、その利用が化石エネルギーの利用とは対照的に温室効果ガスを排出せず、地球温暖化問題の解決に資することである。地球温暖化問題は地球環境というコモンズに対する化石燃料による温室効果ガスの過剰な排出によって生じるもので、コモンズの悲劇と呼ばれる現象である。したがって、化石燃料に代えて再生可能エネルギーを利用すれば、コモンズの悲劇の発生を防ぐことができるのである。このように、再生可能エネルギーの利用はコモンズの悲劇に対してプラスの効果を持つ半面、後述する再生可能エネルギーのデメリットに関連するマイナスの効果も持っている。再生可能エネルギーのデメリットとして、潮力発電が水産資源の保全に悪影響を与えること、風力発電所の建設によって景観が悪化することなどが挙げられるが、水産資源や景観はコモンズであるので、これらのデメリットはコモンズの悲劇現象である。すなわち、再生可能エネルギーの利用はコモンズの悲劇を招くのである。このように再生可能エネルギーの利用はコモンズの悲劇と深く関連しているので、本章では再生可能エネルギーの利用をコモンズの視点から論じるということである。

本章の構成は次の通りである：2.2では再生可能エネルギーに焦点を当てて、その定義、種類、メリット・デメリットなどについて述べる。2.3では、再生可能エネルギーは上述のように、コモンズと関連を持つので、コモンズ、特にコモンズの悲劇について議論する。2.4では

コモンズの悲劇に陥らないための管理方法として、コモンズの国有化でも私有化でもない第3の方法、すなわち自主管理を提唱したエリノア・オストロム (Elinor Ostrom) の議論を紹介する。2.5では再生可能エネルギーの利用がコモンズの悲劇を起こし得ることと、その現実の対処法より、コモンズの悲劇に陥らないための第4の管理方法があり得ることを述べ、2.6で結論を述べる。

2.2 再生可能エネルギー

2.2.1 再生可能エネルギーの定義

再生可能エネルギーは広義・概念的・抽象的には、再生可能エネルギーの特徴を、①枯渇しない、②どこにでも存在する、③地球温暖化緩和に貢献するととらえて、「自然界によって利用する以上の速度で補充されるエネルギー全般」、「絶えず資源が補充されて枯渇することのないエネルギー」、「太陽・地球物理学的・生物学的資源に由来し、利用する以上の速度で自然に再生するエネルギー」(Wikipedia)などと定義される。

しかし、この定義は再生可能エネルギーの普及政策の推進や統計資料の作成においては抽象的すぎるので、実務的・具体的な狭義の定義が必要である。その定義は、組織・法規・資料などにより相異なる。この点について、国際エネルギー機関 (International Energy Agency, IEA, パリに本部を置き、政府や企業にエネルギー政策を提言する国際機関) は、IEA (2010) において次のように述べる (翻訳は筆者、以下、注記がない限り、同様) : 再生可能エネルギーの統計に関する一つの全般的な問題は、「再生可能エネルギー」という言葉の定義は多様であり、同じエネルギー源を指してはいないということである。国家的あるいは国際的組織体で用いられる再生可能エネルギーの定義の中には、大規模電力、地熱、泥炭、都市ごみあるいは産業ごみのような特殊な再生可能エネルギー技術を含むものもあれば含まないものもある。同様に、開発途上国の再生可能エネルギーのデータに関して重要な影響を持つ非商業用的バイオマスを含むかもしれないし、含まないかもしれない。

具体的には次のような相異がみられる。

・気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) によって合意され、公開された IPCC (2011) における定義 : 再生可能エネルギーは、利用ペースに等しい、あるいはそれを超えるペースで自然過程によって補充される、太陽源か地球物理学的あるいは生物学的源から得られる、あらゆる形態のエネルギーである。再生可能エネルギーは、自然環境で発生する連続的または反復的なエネルギーのフローから得られ、バイオマス、太陽エネルギー、地熱、水力、潮流と波、海洋温度差エネルギー、および風力エネルギーのよ

うな資源を含む。しかしながら、バイオマスを、それが成長しうるより速いペースで利用し、地熱帯から熱を、熱のフローが熱を補充するより速いペースで取り出すことは可能である。他方、直接的太陽エネルギー利用のペースは、それが地球に到達するペースと関係がない。化石燃料（石炭、石油、天然ガス）は、利用ペースと較べて短い時間枠内に補充されないため、この定義に当てはまらない（p.38）。

・IEAの再生可能エネルギー作業部会は次の大まかな定義を規定した：再生可能エネルギーは絶えず補充される自然の過程に由来する。それは様々な形態をとって太陽に、あるいは地球の深部で発生する熱に直接間接に由来する。定義には太陽、風、バイオマス、地熱、水力および海洋の資源と再生可能資源に由来するバイオ燃料と水素とから生成されるエネルギーが含まれる。それ故、IEA(2010)における再生可能エネルギーは水力（大、中、小）、太陽光電池、太陽熱、潮力、波力、海洋、風力、固形バイオマス、バイオマスに由来するガス、液体バイオマス、および再生可能な都市ごみである。かくして、再生可能エネルギーの全体は産業廃棄物、再生不可能な都市ごみ、廃棄物熱、ヒートポンプによる熱、および揚水発電による電力は含まれない。

なお、IEAは2021年5月18日に、2050年までに温室効果ガスの正味排出量をゼロ（ネットゼロ）にするための詳細なロードマップを示した報告書を発表し、その中でヒートポンプが重要な役割を担うべきことを強調した。具体的に言えば、2045年までに建物の暖房需要の50%をヒートポンプで賄うべきこと、そのためには、ヒートポンプの設置台数を2020年の1億8,000万台から2050年には18億台へと10倍以上に増やす必要があることなどを強調した。

・欧州連合（European Union, EU）の2009年5月の指令では次のように定義される。すなわち「再生可能資源に由来するエネルギーは、再生可能な非化石資源に由来するエネルギー、すなわち風力、太陽、大気熱、地熱、水熱、および海洋のエネルギー、水力、バイオマス、埋め立て地ガス、下水処理場ガス、およびバイオガスを意味する。」ヒートポンプについては性能次第で範疇に含めるかどうかを分け、「出力が投入したエネルギーより大きいもののみを統計に含めるべき」としている。2022年に欧州委員会は木質バイオマスに対して方針を転換し、再生可能エネルギーの枠組みから除外するという新たな指針を勧告した。森林破壊や大気汚染などの環境負荷の大きさを考慮したものである。

・日本の法令「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」では、第二条3項において次のように定義される：この法律において、再生可能エネルギー源とは、太陽光、風力その他非化石エネルギー源のうち、エネルギー源として永続的に利用することができると認められるものとして政令で定めるものをいう。

同施行令第四条：法第二条第三項の政令で定めるものは次のとおりとする。

- 一 太陽光
- 二 風力
- 三 水力
- 四 地熱
- 五 太陽熱
- 六 大気中の熱その他の自然界に存在する熱（前二号に掲げるものを除く。）
- 七 バイオマス（動植物に由来する有機物であってエネルギー源として利用することができるもの（法第二条第二項に規定する化石燃料を除く。）をいう）

上記の六には、冬場に降った雪や氷を夏場の冷房に利用する雪氷熱、水や空気の持つ熱をヒートポンプを用いて給湯や冷暖房に利用する温度差熱などが含まれ、七には乾燥させて燃料として利用する動物の糞も含まれる。

・水力発電の規模にはダム式の大規模なものから、ダムを作らず小河川や農業用水などの流れている水をそのまま利用する小規模なものまで様々あり、その規模に応じて行政上・統計上異なる対応をとる必要がある場合には明確な定義が必要である。しかし、世界的に見てみると明確な定義はなく、1万～5万kWの間に大規模発電と中小規模発電の境界を設けることが多いように思われる。なお、日本では一般的に次のように定義されることが多い：大規模発電（10万kW以上）、中規模発電（1万～10万kW）、小規模発電（1000～1万kW）、ミニ水力発電（100～1000kW）、マイクロ水力発電（100kW以下）。

発電の量や費用に関する統計データにおいて大水力発電と中小発電が区別されることがある。例えば、Renewable Energy Policy Network for 21st Century（21世紀のための再生可能エネルギー政策ネットワーク、REN21）の2010版（REN21, 2010, p.26）や2011年版（REN21, 2011, p.33）の表1「再生可能エネルギー技術の状況、特徴と費用」では、特徴と費用が大水力発電（10-18,000MW）、小水力（1-10MW）、ミニ水力（100-1000kW）、マイクロ水力（1-100kW）が別々に記述されている。また、日本のデータでは環境エネルギー政策研究所（Institute for Sustainable Energy Policies, ISEP, 2022 など）の図1「日本国内での自然エネルギーおよび原子力の発電のトレンド」では、年間発電電力量の割合を大規模発電と小水力で分けて図示している。さらに、REN21の2012版（p.27）や2018年版（p.47）の表1には再生可能エネルギーにおける直接・間接の雇用量の推定値のデータが記載されているが、前者においては小規模発電についてのみ、後者においては大規模発電は別記されている。これは前者では大規模発電のデータが不完全であったため記載されず、後者では大規模発電のデータが直接的雇用についてのみであったためである。

なお、大水力発電のうち大型のダムを用いるものについては、建設時に森林を破壊する、

魚のための栄養分が下流や海まで流れず生態系を破壊する、土砂がダムにたまり下流の地形を変形させるなどの環境破壊を引き起こすため、環境破壊の少ない小水力発電と区別されて、統計上再生可能エネルギーとは別扱いされることがある。因みに日本では、このようなダム式発電の別扱いはなく、水力発電はすべて再生可能エネルギーとされている（資源エネルギー庁、2018）。これはすぐ下に述べるように、日本ではダム式の大規模発電所建造の適地がないために、新たなダム建造による環境破壊は起こりにくい故と考えられる。

さて、ドイツ、スペイン、イギリス、フランス、イタリアなどの欧州の国々においては、再生可能エネルギーは採算性が悪くても積極的に推進すべきエネルギーであると位置づけて、固定価格買取制度（Feed-in Tariff, FIT）が導入されている。日本でも欧州の先行事例を参考に2012年に導入された。この制度は地球温暖化やエネルギー自給率向上に対する対策の一環として、再生可能エネルギーの普及・拡大と価格低減を目的に、事業者や一般家庭が再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で一定期間買い取ることを国が約束するものである。FITの対象となっている水力発電は3万kW未満の中小発電である。対象がこのように制限されているのは、3万kW以上の大規模発電は日本では建造の適地がないので、普及拡大させる余地がない故とされる。電力会社は買い取る費用の一部を電気の利用者から賦課金という形で集め、採算性の悪さを補っている。この賦課金は再生可能エネルギー発電促進賦課金と呼ばれる。

2.2.2 再生可能エネルギーのメリット・デメリット

再生可能エネルギーのメリット 再生可能エネルギーのメリットとして、次のようなことを挙げることができる：

- ① 人為的な補充の必要がなく半永久的な利用が可能である。
- ② 運用時の二酸化炭素などの温室効果ガスの排出量が化石燃料を用いた場合に比べ非常に少ないものが多い。
- ③ エネルギーを需要地近辺で調達できるので、エネルギー自給率の向上、燃料等の調達コストの削減、送電・輸送にかかるエネルギー消費量の縮減が可能となる。
- ④ 放射性廃棄物を出さない。
- ⑤ 焼却灰等の有害物質の排出を抑制できる。
- ⑥ 汽水発電ではコージェネレーションによる熱の有効利用によって全体的なエネルギー効率を高めコストを削減できる。
- ⑦ 小規模設備は移設・転売・修理・廃棄・リサイクルなどが容易である。
- ⑧ 小規模設備ほど工期が短くなり、需要量の予測のずれによるリスクを低減できる。

- ⑨ 設備が比較的単純な仕組みのため、修理等が比較的安価で容易であり稼働可能率が高くなる。
- ⑩ 多数設置する場合一部が使用不能になっても影響が小さく、全体的な信頼性が高くなる。災害などの有事においても影響（供給停止の範囲や期間）が抑制できる。
- ⑪ 化石燃料産業に代わる新たな産業としての経済効果を持ち、雇用増加に貢献する。

なお、Hanley & Barbier (2009) には再生可能エネルギーの非市場的便益として次が挙げられている (p.288) :

- ・化石燃料発電所からの CO₂の排出を追放できる。
- ・SO₂およびNO_xのような化石燃料発電からの地方的および地域的汚染物の排出を追放する。
- ・一国のエネルギー供給状況の分散化に役立つ。例えば、発電のための石油やガスの輸入への依存を低下させる点から。
- ・水力発電のダムは人造湖における水辺レクリエーションに対する新しい娯楽の機会を生み出し得る。
- ・水力発電計画は貯水池の下流の洪水の危険を低減させるように管理されうるであろう。

再生可能エネルギーのデメリット 再生可能エネルギーのデメリットとして、次のようなことを挙げられる :

- ① バイオエタノールへの転用によって穀物や果実の価格が高騰する。
- ② 地熱発電による温泉熱の利用は観光業と競合する。
- ③ 潮力発電・波力発電・海流発電の利用は漁業権と競合する。
- ④ 木質バイオマス資源調達には森林環境を破壊する。
- ⑤ 生産規模が小さいために温室ガス排出処理が不十分になり、環境負荷の増大や価格競争力の弱さを招く。
- ⑥ 風力発電や太陽光発電などにおける、時間帯や季節、天候による出力変動や、資源分布の地域的偏在によってエネルギー需給ギャップが生じる。
- ⑦ エネルギー密度が低いことによる物理的な制限、エネルギー収支比の低さは輸送コストを増大させる。
- ⑧ 風力発電所の建設によって景観の悪化やバードストライク問題が発生する。
- ⑨ ソーラーパネルのパネルの廃棄の際に放置されたり、不法投棄されたりして環境が悪化する。
- ⑩ 風力発電や太陽光発電などのための施設・設備・アクセス道路などの建設・製造が二酸化炭素を発生させるとともに土壌の浸食を引き起こす。

なお、Hanley & Barbier (2009) には再生可能発電 (renewable power) 投資の外部費用とし

て次が挙げられている (p.296) :

- ・ 風力発電：景観への影響、土壌侵食、鳥への影響
- ・ 水力発電：漁業とのコンフリクト、特にサケの移動
- ・ バイオマスの栽培：栽培する穀物のタイプ（例えば、早生ヤナギ）と立地に依存して外部費用と便益が混じる
- ・ 潮力発電：鳥の生息地への影響
- ・ 送電線の改良と再配置：景観の質に影響

これらは水力発電がサケの遡上に悪影響を及ぼすことを除いて上記の再生可能エネルギー利用のデメリットに含まれている。水力発電がサケの遡上に与える悪影響が再生可能エネルギー利用のデメリットに含まれていないのは、サケの遡上に悪影響を与える（大規模）水力発電は、上述のように再生可能エネルギーに含まれないことがある故と思われる。

なお、Hanley & Barbier (2009) には続けて次の叙述がある：最後に、もし再生可能電力のオンデマンド発電が当てにできなければ、経済の再生可能容量の拡大への動きは、（例えば、高気圧が気温と風速をともに低く保つ寒い朝の！）突然の要請にもかかわらずスタートできる化石燃料発電への投資が伴う必要がある。このバックアップ電源の費用が再生可能容量の拡大がないときの建造費用より高い限り、このバックアップ電源の建造および維持の増加費用もまた再生可能プログラムの費用に加える必要がある (p.289)。

2.3 コモンズ

2.3.1 コモンズとは

財はその利用（財の消費財としての消費だけでなく、その生産要素としての利用を含む）における2つの性質、すなわち競合性と排除可能性の有無あるいは強弱によって、表2.1のように4つのカテゴリーに分類される。ここに、排除可能性とは、（例えば料金を支払わないために）利用の権利を持たない経済主体が当該財を利用することを排除することが可能であるという性質である。なお、排除可能性の程度は排除費用の大小に依存するので、排除可能性は排除費用の面からも捉えることができる。また、競合性とは、ある利用者がその財をある量だけ利用すると、他の利用者がその財を利用できる量はその分だけ減るという性質である。この性質が成り立たず、他の利用者の利用量が減らないとき、多数の利用者が当該財を同時に同量だけ利用できるので、利用の非競合性は利用の集団性を意味する。しかし、（例えば一般道路のように）同時に利用する利用者が多すぎると混雑が発生し、その質が低下することがある。この質の低下は混雑費用と呼ばれるので、競合性の程度は混雑費用の面からも

捉えることができる。

さて、如上の2つの性質を基準にすると、財は、①競合性が高く（混雑費用が高く、競合的）、排除可能性も高い（排除費用は低い）私的財、②競合性が低く（非競合的）、排除可能性が高いクラブ財、③競合性が高く、排除可能性が低い（排除不能な）コモンズ、④競合性も排除可能性も低い純粋公共財の4つのカテゴリーに分類される。②と③の財はまとめて準公共財と呼ばれる。以上を表にまとめて示すと、表2.1のようになる。

なお、②の財がクラブ財と呼ばれるのは：ある人が会員制クラブに入るには資格審査に合格する／会費を支払うことなどが必要であるので、これらのことによって排除可能であるが、しかし入ってしまえば、クラブの設備を他の人と競合することなく利用できる故である。また、クラブ財の例として挙げられている電気や都市ガスは、その供給のためには膨大な装置を必要とするので、平均費用は通常の需要の範囲内では逡減し続ける。このような場合、複数の企業ではなく、単一の企業が供給する方が経済全体では総費用が低くなるので、供給は1企業に任せられる。このような独占は自然独占と呼ばれる。Mankiw（2017）がクラブ財を自然独占と呼んでいるのはこの故である。なお、コモンズは経済学以外でも、例えば国際コモンズ学会サイト第14回世界大会（北富士大会）メッセージ（<http://iasc2013.org/jp/>）において、「今日では、広く様々な『共有資源』をさす」とされている¹。

2.3.2 コモンズの悲劇

2.1で述べたように、再生可能エネルギーはコモンズの悲劇と深い関連を持つ。コモンズの利用において環境的なリスクが引き起こされるという考えは、生物学者ギャレット・ハーディンが1968年に発表した有名な論文「コモンズの悲劇」によって広く広まった（Hardin, 1968）。コモンズは私的財やクラブ財と異なり、無権利者の排除不可能性により自由にアクセスでき

¹ J. ギリガンは共有資源を次の3種類に区別している：①社会的、文化的、知的、デジタル的な共有資源：固有の文化と伝統、地域支援制度、隣近所、社会的連結性、ボランティアの交流、労使関係、女性と子供の権利、家庭生活、健康、教育、神聖さ、宗教、民族性、民族の価値観、休養、沈黙、創造活動、言語、言葉、数、象徴、祝日、カレンダー、人間の知識と知恵の蓄積、科学知識、伝承民族植物学的な知識、考え、知的財産、データ、情報、コミュニケーションの流れ、放送電波、インターネット、自由文化、スポーツ、ゲーム、遊び場、道路、街路、歩道、広場、公共空間、国立公園、史跡、博物館、図書館、大学、音楽、ダンス、芸術、工芸、金銭、購買力（これらは自己再生する）、②太陽と自然のもの、遺伝資源的な共有資源：太陽エネルギー、風力エネルギー、潮流、水力エネルギー、海洋、湖水、泉、小川、岸辺、漁業、農業、森林、湿原、生態系、流域、帯水層、土地、牧草地、公園、庭園、植物、種、藻、表土、食用作物、光合成、受粉、DNA、生命体、種（しゅ）、生き物（これらの多くは保護されなければ枯渇する）、③物質的な共有資源：元素、岩、鉱物、炭化水素、科学技術のハードウェア、建造物、無機質エネルギー、大気、オゾン層、成層圏（これらの多くは再生しない）。（出展：グローバル・コモンズ・トラスト、Web上の翻訳）

表 2.1 財の 4 カテゴリー

	排除可能	排除不能
競合的	カテゴリー呼称：私的財 例：市場において取引される多くの日 常用品、混雑している有料道路	カテゴリー呼称：コモンズ 例：共有林、共有放牧地、灌漑用水、漁場、 汚染されうる大気・河川・海洋、混雑して いる無料道路
非競合的	カテゴリー呼称：クラブ財（自然独占） 例：映画館の映画、ケーブルテレビ、 電気、都市ガス、混雑していない有料 道路	カテゴリー呼称：純粹公共財 例：国防、外交、治安、汚染されていない 大気・河川・海洋、混雑していない無料道 路

るので、乱用されやすく深刻な環境破壊につながることは、ハーディンの論文のずっと前から経済学者も認識していた。表 2.1 に挙げたコモンズや地下水盆、飲料水、灌漑用水、油田などへの無制限なアクセスが許されると、必然的に乱用されてしまうのである。本項と次項ではコモンズの悲劇について、コモンズ研究によって 2009 年度ノーベル経済学賞を、取引コストの経済学の研究のオリバー・ウィリアムソンと共同受賞したオストロムによる説明を紹介しよう。なお、両者の受賞理由は「経済的統治(governance)の分析、オストロムは特にコモンズに関して、ウィリアムソンは特に企業の限界に関して」である。オストロムはコモンズの悲劇を克服するための統治方法として、コモンズを私有化して管理を市場に任せる方法もなく、国有化やその他の方法によって国家が介入する方法でもない、自主管理という第 3 の統治方法の有効性を示した。ウィリアムソンは取引コストの経済学によって、市場取引による取引費用を節約するために企業が生まれる、すなわち市場による取引の統治の失敗を克服する理論を発展させた²。したがって、両受賞者の共通点は市場の失敗の克服法研究への貢献と言える。

なお、オストロムの受賞について、トーマス・カリアーは次のように述べる (Karier, 2010、小野恵理訳)：2009 年にオストロムの経済学賞受賞が発表されると、従来の範疇におさまらない人物の受賞に関係者は驚いた。…ケーススタディや学際的なアプローチを特徴とする研究スタイルも、過去の多くの受賞者とは異なった。さらにもうひとつ、競争より協力の研究に持つ意味でも、彼女は歴代受賞者のなかで際立っていた。… [コモンズ問題の解決策の 3 つ目の方法である自主管理] ([] 内は筆者が補った部分、以下同様) では、共有資源に利害関係を持つ当事者が自主的に保全管理を行うための組織を創設する。成功すれば資源の利用

² 拙著(2021)8 章付論参照。

が最適化され、長期的な持続性も保証される。結局、協力を通じて共有地の問題を解決するための組織がいくつも作られたが、成功の度合いは様々だった。…そこでオストロムは、保全活動が成功と失敗に分かれてしまう理由についての研究に取り組んだ。その結果わかったのは、成功が絶対約束されるようなルールなどは存在しないことである。ただし、成功の手がかりになるような原則はいくつか発見された。…これらの原則を実行に移せば、自主管理組織はうまくいくものと期待されたが、かならずしも成功しなかった。…結局、万能薬など存在しない。それなのに自主管理こそが成功の鍵だと解釈され、自分の研究がその秘訣を明かしているかのような印象を与えたことは、オストロムにとって気がかりだった。むしろ彼女は、どんなケースも固有の問題を伴うもので、それぞれの参加者が独自の解決策を探せばよいと認識していた。そして「万能薬が厄介なのは、人間には知恵を働かせる能力がないと決めつけてしまうことです。実際には法体系も裁判所もあって、工夫の余地はあるのですけれど」と語った。…[かかる] オストロム…のいわゆる帰納的なアプローチは歴代の経済学賞受賞者と一線を画した。オストロムはゲーム理論にも従来の経済学にも造詣が深かったが、政治学などほかの学問分野にも目を向けた。…

以上、オストロムのノーベル経済学賞受賞について述べた。以下では先ず、オストロムの主張を Ostrom(1990)によりながら紹介しよう。

共有資源システムと資源単位 オストロムはコモンズの研究において、共有資源システム (resource system) と資源単位 (resource units) という概念を用いた。共有資源システムは、漁場、共同利用の牧草地、灌漑施設などのストックである。一方、資源単位は魚、牧草、灌漑水といった、資源システムからフローとして得られるものである。漁場といった共有資源システムは、その利用者を排除することが難しい (排除不能性)。しかし、利用者が獲った魚などの資源単位は、所有権が発生し売買することが可能となる (競合性)。

オストロムはコモンプール資源 (common-pool resource, CPR) は、潜在的受益者がその利用から便益を得ることを排除するのに費用がかかる (しかし不可能ではない) ほど十分に大きい自然あるいは人工の資源システムを意味する、と述べる。続けて、CPRsを組織し、統治するプロセスを理解するためには、資源システムと、そのシステムによって生産される資源単位のフローとを、両者は互いに依存している一方、区別することが必須であると述べる。

オストロムは資源システムの例として次を挙げる：漁場、地下水盆、放牧地、灌漑用水路、橋梁、駐車場ビル、メインフレームコンピュータ、および河川、湖、海洋、およびその他の水域。資源単位は個人が資源システムから充当するあるいは利用するものであり、その典型は次であるとする：漁場から収穫される魚のトン、地下水盆あるいは灌漑用水路から取られる水のエイカー-フィート、動物が放牧地で食べる草のトン、一つの橋梁によって年当たりに

利用される橋梁横断の数、満杯の駐車スペース、コンピュータシステムをシェアする人々によって使われる中央処理ユニット、河川あるいは他の水路によって年当たりには吸収される生物学的廃棄物の量。ストックとしての資源と、フローとしての利用単位の収穫との区別は、再生可能資源との関係で特に有用である。再生可能資源については補充率 (replenishment rate) を定義するのが可能である。平均取出し率 (withdrawal rate) が平均補充率を超えない限り、再生可能資源は時間にわたって持続する (p.30)。

集合行為の論理 上述の共有地の悲劇は、個人をして個人の厚生より共同の厚生を追求させることは難しいという見方と密接に関係している。この見方は集合行為の論理 (logic of collective action) と呼ばれ、マンサー・オルソンが Olson (1965) において展開したものである。彼はそれまでのグループ理論において述べられていた壮麗な楽観主義、すなわち、共通の利益をもつ個人は自発的にそれを増進しようとする、への挑戦を試み、「ある一集団内の個人の数に少数でない場合、あるいは共通の利益のために個人を行為させる強制もしくは他の特別の工夫がない場合、合理的で利己的個人は、その共通のあるいは集団的利益の達成をめざして行為しない」 (p.2) と議論した。

モデルに共通する「ただ乗り問題」 オストロムはコモンズに関連して、コモンズの悲劇、囚人のジレンマ、集合行為の論理の3つの概念について説明した後、次のように述べる：「これらの3者は」個人が集合的便益の達成を企てる時に直面する多くの問題を考察する受け入れられた方法を説明するモデルにおいて、密接な関連を持つ概念である。これらのモデルの各々の核心にはただ乗り問題 (free-rider problem) が存在する。ある人が他人の提供した便益から排除されえないときはいつでも、人は共同便益に貢献する誘因を持たず、他人の努力にただ乗りする (p.6)。これに続けてオストロムはただ乗りの弊害について述べるが、周知のことと思われるので、ここではこれ以上立入らない。なお、上述したコモンズの悲劇や囚人のジレンマにおいて、ある人が協調戦略をとっているとき、他の人が共同便益に貢献する誘因を持たず裏切り戦略を採れば、その人は他人の努力にただ乗りすることになる。

オストロムは続けて次のように述べる：これらのモデルを非常に興味深くかつ強力にするものは、それが世界のすべての地域の多様な環境において発生する多くの異なった問題の重要な問題を捉えているということである。これらのモデルを非常に危険にする—それらが政策の基礎としてメタファー的に³用いられるとき—ものは、分析のために固定的であると仮定された制約が、経験的設定において、外部の権力が変えなければ固定されていると証拠なし

³ 元の英語は *metaphorically*. なお、脚注 6 を参照せよ。

でとられるということである。有名なジレンマにおける囚人たちは、地区法廷代理人によって課せられる制約を変えることはできない。彼らは刑務所にいる。自然資源の利用者も同様に、すべてが制約を変えることができないというわけではない。…私はむしろ、冷酷な悲劇ではない結果に導くように制約的なゲームのルールを変える関係する人々の可能性をいかにして高めるか、という問題に取り組もう (p.7~8)。

さらに、資源管理において「コモンズの悲劇」「集合行為の論理」「囚人のジレンマ」というモデルを用いる人々は、「利用者は資源を破壊する過程のなかで抗うことのできない無力な個人である」というイメージを植え付けることを望んでいると指摘した (p.8)。

2.3.3 囚人のジレンマゲーム

ハーディンのモデルはしばしば囚人のジレンマ (prisoners' dilemma, PD) ゲームとして定式化される。オストロムの定式化は次の通り：ゲームのプレイヤーは共有の放牧地を利用する牧畜家であるとする。この放牧地にとって、1 シーズン間に牧草地で飼育してシーズンの終わりによく太らせることができる動物の数には上限がある。その数を L とする。2人ゲームであるとする。協調 (cooperate, C) 戦略は各牧畜家が $L/2$ 頭を飼育することと考えられる。裏切り (defect, D) 戦略は各牧畜家が利潤を得て販売できると考える数 (この数は $L/2$ より大きいと仮定する) の動物を飼育することである。もし、双方の牧畜家が飼育数を $L/2$ に制限するならば、彼らは10単位の利潤を得るが、ともに裏切り戦略を選択すると、利潤は0である。彼らの中の1人は動物の数を $L/2$ に制限する一方、他方は望むだけ飼育するならば、裏切った者は11単位の利潤を得、だまされた者は-1を得る。もし彼らが互いに話し合うことはない、あるいは話し合っても合意が得られてもそれが守られるとは限らず、すなわち各々が拘束的契約を交わすことができず、独立に選択を行うならば、各々は支配戦略、すなわち裏切ることを選択する。彼らがともに裏切るとき、彼らの得る利潤は0である。これをハーディンの牧畜家ゲーム (Hardin herder game, Game 1 とする) と呼ぶ。それは囚人のジレンマゲームの構造を持っている。

囚人のジレンマゲームはすべてのプレイヤーが完備情報 (complete information) を持つ非協力ゲームとして概念化される。オストロムは完備情報がゲームの木 (game tree) の全構造と結果に付された利得を全プレイヤーが知っていることを意味するとする⁴。

⁴ ゲーム理論では完備情報ゲームと不完備情報ゲームは厳密には次のように定義される：プレイヤーは誰か、各プレイヤーの持つ戦略、プレイヤーの戦略選択の結果の利得などのゲームのルール全ての要素からなる集合を P とする。すべてのプレイヤーが P を知っていることを P_1 、すべてのプレイヤーが P_1 を知っていることを P_2 とし、 P_3 , P_4 , …、も同様とする。このとき、無限個の P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , …が成立すれば、ゲームのルール P はプレイヤーたちにとって共有知識 (common knowledge) であると言われ、 P がすべてのプレイヤーにとって共有知識であるゲームを完備情報ゲームと呼ぶ。完

展開形ゲーム オストロムは Game 1 を展開形ゲームとして表し、支配戦略の概念を用いて四人のジレンマゲームであることを説明する。Game 1 はプレイヤー1 と 2 が同時に選択を行う同時選択のゲームである。これを展開ゲームとして表すために、(例えば、) 最初にプレイヤー1 の手番 (move) が来て、C か D を選択し、次にプレイヤー2 の手番となって、2 は 1 の選択結果を知らずに C か D の選択を行うと想定する。この想定のもとに Game 1 を展開形ゲームとして図示すると次のようになる：まず最基部にプレイヤー1 の手番を示す分岐点を設け、1 と記して点線で囲む。この点線で囲まれた手番 (の集合) は情報集合 (information set) と呼ばれる。その情報集合より 1 の戦略を示す C と D の枝を伸ばし、その先に 2 の手番を示す分岐点を設ける。2 は 1 の選択結果を知らないため、情報集合は 2 と記された点線で囲まれた部分によって示される。この情報集合の各要素より 2 の戦略を示す C と D の枝を伸ばし、その上部に 1 と 2 の選択に対応する各プレイヤーの利潤を書き込む (上が 1 の、下が 2 の利潤)。

展開ゲームの均衡解は多くの場合、後ろ向き帰納法 (backward induction) によって求められるので、ここで、その方法で求めてみると次のようになる：まず、このゲームが最後の段階、すなわちプレイヤー2 の情報集合に達したとすると、2 は最初の段階、すなわちプレイヤー1 の情報集合で 1 が C をとろうと、D をとろうと、D をとる (D は 2 にとって支配戦略)。次に、このことを前提にすると、その前の段階、1 の情報集合では、プレイヤー1 は D を選択する。かくしてこのゲームの均衡は、1 も 2 も D を選択することとなる。これを (D, D) と表そう。

さて、上述の均衡においてプレイヤー1 と 2 の得る利潤の組 (0, 0) は、両者がともに C を採ったときに得る利潤の組 (10, 10) にパレート優越される。このようにパレート優位の利潤

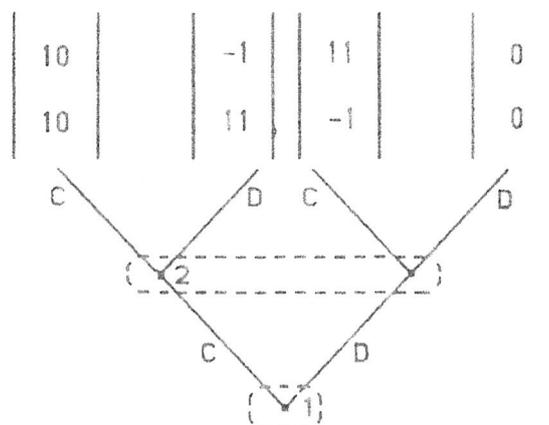


図 2.1 Game1 (牧畜家ゲーム)

備情報ゲームでないゲームは不完備情報ゲームと呼ばれる。

の組が存在にもかかわらず、プレイヤーの選択の結果それが実現しない状況は囚人のジレンマ状況と呼ばれる。

戦略形ゲーム さて、展開形ゲームは戦略形ゲームに変換することが可能である。ここで上述のオストロムの議論を戦略形ゲームとして表して議論してみよう。Game1 を戦略形ゲームとして表すと表 2.2 のようになる。ここに、表側（表頭）はプレイヤー1 (2) の戦略、その戦略に対応するセルの左側（右側）はプレイヤー1 (2) の利潤をそれぞれ表す。相手の採る戦略に対する最大利潤に下線を付しておく。この下線を付された利潤をもたらす戦略は、相手の戦略に対する最適反応戦略と呼ばれる。両者が互いにこの戦略を採れば両者はともに満足し、ゲームは均衡状態に達すると考えられる。この均衡状態をもたらす最適反応戦略の組、ここでは (D, D) はナッシュ均衡と呼ばれる。このナッシュ均衡は展開形ゲームで求めた均衡と一致しており、そこでは囚人のジレンマ状況に陥っていることも同様である。

表 2.2 Game 1 の戦略形

	C	D
C	10, 10	-1, <u>11</u>
D	<u>11</u> , -1	<u>0</u> , <u>0</u>

数理モデル 共有地の悲劇は簡単な数理モデルによっても示すことができる。牧畜家 1 (2) の飼育数を y_1 (y_2)、費用関数を $C(y_1) = c_1 y_1$ ($C(y_2) = c_2 y_2$)、市場の逆需要関数を $p = a - b(y_1 + y_2)$ とする。ここに、 c_i 、 a 、 b はそれぞれ正の定数である。このとき、牧畜家 i の利潤は

$$\pi_i = \{a - b(y_1 + y_2)\}y_i - c_i y_i, i = 1, 2 \quad (2.1)$$

であり、牧畜家 1 の利潤最大化の 1 階の条件は、牧畜家 1 は牧畜家 2 の飼育数 y_2 を所与と想定するとすると、

$$\partial \pi_1 / \partial y_1 = a - 2by_1 - by_2 - c_1 = 0$$

である。これを y_1 について解いた解

$$y_1 = \frac{-by_2 + a - c_1}{2b} \quad (2.2)$$

は牧畜家 2 の飼育数 y_2 に対する牧畜家 1 の最適な飼育数（最適反応戦略）を表し、反応関数と呼ばれる。同様にして、牧畜家 2 の反応関数は

$$y_2 = \frac{-by_1 + a - c_2}{2b} \quad (2.3)$$

である。

均衡は、ナッシュ均衡と同様に、互いに相手の飼育数に対して最適反応となっている飼育数と定義されるので、それは式(2.2)と(2.3)を同時に満たす y_1 と y_2 、すなわち

$$y_1 = \frac{a - 2c_1 + c_2}{3b}, \quad y_2 = \frac{a - 2c_2 + c_1}{3b}$$

である。これはクールノー均衡あるいはクールノー・ナッシュ均衡と呼ばれる。 $c_1 = c_2 = c$ を仮定すると、この2式は

$$y_1^* = y_2^* = \frac{a - c}{3b} \quad (2.4)$$

となり、このときの両牧畜家の利潤は、式(2.1)と(2.4)より

$$\pi_1^* = \pi_2^* = \frac{(a - c)^2}{9b} \quad (2.5)$$

である。

さて、囚人のジレンマゲームにおいては互いに裏切り戦略を採るより、互いに協調戦略を採った方が両者とも利潤が大きかった。このことは数理モデルでは、例えば共同利潤最大化モデルによって示すことができる。このモデルでは両牧畜家の協調は、両牧畜家が利潤の和（共同利潤）を最大化するように生産量（したがって価格）を決定し、得られる共同利潤は折半するということによって表される。

上と同じ記号を用いると、共同利潤は

$$\pi = \pi_1 + \pi_2 = \{a - b(y_1 + y_2)\}(y_1 + y_2) - c_1 y_1 - c_2 y_2$$

である。 $y_1 + y_2 = y$ とおき、 $c_1 = c_2 = c$ とすると、 $\pi = (a - by)y - cy$ と表される。 π 最大化の1階の条件より、 $y^* = (a - c)/2b$ 、 $\pi^* = (a - c)^2/4b$ を得る（この共同利潤を最大化する解は共謀の解とも呼ばれる）。この共同利潤を折半するとき、各牧畜家の生産量と利潤はそれぞれ、

$$y_1^* = y_2^* = \frac{a - c}{4b}, \quad \pi_1^* = \pi_2^* = \frac{(a - c)^2}{8b} \quad (2.6)$$

となる。この生産量と利潤(2.6)をクールノー均衡(2.4)および(2.5)と比較すると、両牧畜家とも前者は小さく、後者は大きい。

2.4 コモンズの悲劇の解決策

2.4.1 当局による介入

さて伝統的経済理論においては、純粋公共財は市場に任せているとパレート最適な供給はなされないの、国家（中央当局）の介入が必要とされている。コモンズは準公共財であるので、コモンズの悲劇を回避するためには国家の介入が必要とする議論が、純粋公共財とのアナロジーで存在する。オストロムはそのような議論のいくつかを紹介している。例えば、ディビッド・エーレンフェルドの次のような示唆である：もし私的な利害が公共的所有地を保護すると期待することができなければ、公共機関、政府、あるいは国際的権威による外部の規制が必要である（Ehrenfeld, 1972, p.322）。

オストロムは如上の議論を批判するために、まず、この政策勧告の基礎にある仮定を用いてハーディンの牧畜家ゲームを修正することによって、中央当局の統制の提案者のイメージを説明する。このゲームの仮定を具体的に言えば：①中央当局は牧草地の利用可能者、利用可能時期、動物の飼育可能数を決める、②中央当局は裏切り戦略を用いていると考えるあらゆる者に2利潤単位の罰金を科すと決定する、③中央当局は牧草地の維持可能な飼育数（ L ）を知っており、裏切り戦略を用いる牧畜家を間違いなく発見し、罰することができる。

オストロムは如上の仮定を置けば、game 1 は図 2.2 の展開形で表された game 2（オストロムはこのゲームを「完備情報を持つ中央当局ゲーム (central-authority game with complete information)」と呼ぶ）となり、解は（C, C）になるとする。そのとき、各牧畜家はそれぞれパレート最適な利潤 10 を得る。このことを戦略形ゲームを用いて確かめてみよう。図 2.2 の展開形ゲームを戦略形ゲームで表すと表 2.3 のようになる。表 2.3 には相手の採る戦略に対する最大利潤に下線を付してある。この表より、ナッシュ均衡は（C, C）である。

オストロムは如上の中央当局ゲームについて次のように批判する：そのような機関を創設・

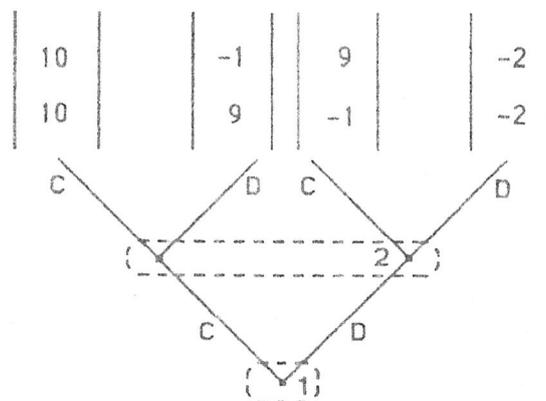


図 2.2 Game 2（完備情報を持つ中央当局ゲーム）

表 2.3 Game 2 の戦略形

	C	D
C	<u>10, 10</u>	<u>-1, 9</u>
D	9, <u>-1</u>	-2, -2

維持する費用がほとんど考慮されていない。この費用は問題に対して外生的と見られ、Game 2 のパラメータに含まれていない。中央制御への勧告に従うことによって達成される最適均衡は、情報の正確性、監視の可能性、制裁の信憑性、管理のゼロ費用に関する仮定に基づく。妥当でかつ信頼できる情報を欠くとき、中央当局はいくつかの誤りを犯す。

そのような例の一つとしてオストロムは、中央当局が牧草地の飼育容量に関しては完備情報を持っているが、牧畜家の特定の行動に関しては不完備な情報 (incomplete information) しか持っていないケースを考察する。そのケースを具体的に言えば：中央当局は裏切りを正しく罰することは常にはできず、確率 $1 - y$ で罰することに失敗する (正しく罰する確率は y)、また、中央当局は協調行動を正しく罰しない、ということは常にはできず、確率 x で誤って罰してしまう (正しく罰しない確率は $1 - x$)⁵。

上述のケースを展開形と戦略形で表すと、それぞれ図 2.3 と表 2.4 のようになる。 $x = 0.3$, $y = 0.7$ とすると、図 2.3 は図 2.4 となり、それを戦略形ゲームに変換して相手の採る戦略に対する最大利潤に下線を付すと、表 2.5 が得られる。

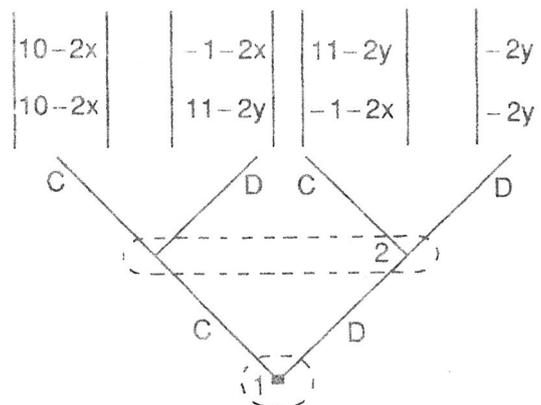


図 2.3 Game 3 (不完備情報を持つ中央当局ゲーム)

⁵ 注 4 の定義を鑑みれば、図 2.3 や表 2.4 にまとめて示されているゲームのルールはすべてのプレイヤーにとって共有知識であると考えられる (そうでなければ、各プレイヤーはゲームをプレイできない) ので、game 3 や game 4 を不完備情報ゲームと呼ぶのは不適切と思われる。

表 2.4 Game 3 の戦略形

	C	D
C	10 - 2x, 10 - 2x	-1 - 2x, 11 - 2y
D	11 - 2y, -1 - 2x	-2y, -2y

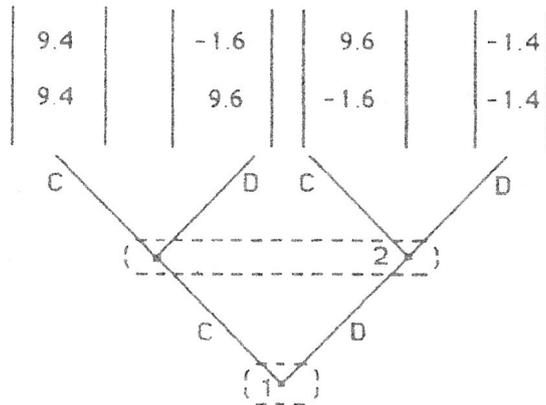


図 2.4 Game 4 (不完備情報を持つ中央当局ゲーム)

表 2.5 Game 4 の戦略形

	C	D
C	9.4, 9.4	-1.6, <u>9.6</u>
D	<u>9.6</u> , -1.6	<u>-1.4</u> , <u>-1.4</u>

このゲームのナッシュ均衡は (D, D) であるので、両牧畜家は再び囚人のジレンマに陥ってしまうことになり、しかも、このときのゲームの値 (-1.4, -1.4) は中央当局が介入しない場合のゲームの値 (0, 0) より悪い。なお、

$$x + 1 - y < 0.5 \leftrightarrow 10 - 2x > 11 - 2y \leftrightarrow -1 - 2x > -2y$$

であるので、 $x + 1 - y < 0.5$ 、すなわち、2つのタイプの誤る確率の和が 0.5 より小さいとき、しかもそのときにのみ、両者がともに協調戦略を採ることになり、囚人のジレンマから脱することができる。

2.4.2 私有化

唯一の方法としての私有化の提唱 資源の共同利用をやめてコモンズの悲劇を回避するため

のもう一つの政策は、共有地の共同所有をやめ、各個人ごとに財産権 (property right) を設定 (私有化、privatization) して資源を管理することである。このような私有化提唱者の1人口バート・スミスは次のように示唆する：自然資源と野生生物における共有地の悲劇を避ける唯一の方法は、私有財産権を創設することによって共有財産権を終了させることである。…我々が容赦のない破壊に閉じ込められるようになるのは、資源を共有財産として取り扱うことによってである (Smith, 1981, p.467)。

オストロムは私有化の強要を推奨する人々の主張を次のように説明する：牧草地を半分に分けて、牧草地の半分をある牧畜家に、残りの半分を第2の牧畜家に割り当てる。今や各牧畜家は、広い地域で他のプレイヤーに対するゲームをプレイするのではなく、狭い地域で自然に対するゲームをプレイする。今や牧畜家は、牧草地の分割を施行するために、柵とその維持と同様に、監視し制裁する行動に投資する必要がある。今や牧畜家は、自身の利潤動機の結果として、 $L/2$ 頭⁶の飼育を選ぶ。このことは、牧草地の利用可能な飼料の分布が時間を通して完全に同質であることを仮定している。もし降雨発生ブレが大きければ、飼育地の一部はある年成育に伴って青々となる一方、他の部分は $L/2$ 頭を支えられないかもしれない。…牧畜家達は「このような」不確実な環境のリスクを共有するために、保険のスキームを開設することは可能であろう。しかしながら、新しい市場あるいは保険のスキームの開設費用は相当であり、牧畜家がより大きな牧草地を共同でシェアすることによって飼料とリスクをシェアする限り、不必要であろう (pp.12~3)。

オストロムは私的権利を土地以外のコモンプール資源に展開することについて次のように述べる：分析家が私的権利をいくつかのコモンプール資源に展開する必要性に言及するとき、彼らが意味するものについて知ることは難しい。…水や漁場のような非定常の資源に関しては、所有権の設定が何を意味するか不明確である。コーリン・クラーク (Clark, 1980, p.117) が指摘したように「共有地の悲劇」は、個々の財産権の確立が実質的にまったく不可能な海洋漁業資源の場合、対抗するのが特に困難なことが分かってきた (p.13)。

2.4.3 自主管理

オストロムは共有地の悲劇を避けるための2つの方法、すなわち中央集権化と民営化について以上のように説明した後、それらについての実証研究から次のように述べる：①共有地のジレンマとみなされる構造を持つ実証的な状況を見出す分析家は、外部の行為者による解決策の押し付けをしばしば要求する。…中央集権化提唱者も私有化提唱者も、制度的変化は外部から来て影響を受ける個人に課さなければならないということを中心的な教義として受

⁶ 原文では $X/2$ であるが、このようにする理由は見当たらないので、上出の $L/2$ とした。以下同じ。

け入れている、②1つの問題に対して1つの解が存在するのではなく、多くの異なる問題をうまく処理するための多くの解が存在する。…新しい制度的装置は抽象的モデルのように動かない。③本書で討論するケースは、悲劇的結果から逃れるための努力には成功も不成功もともにあることを明らかにする。…なぜ共有地問題の解決に成功する努力もあれば、失敗する努力もあるのか？ 経験から何を学べるか？ ④制度が私的か公的か—「市場」か「国家」か—のどちらかであることは殆どない。多くの成功した CPR 制度は、私的な特徴と公的な特徴を併せ持つ制度の豊かな混合物である。…競争市場—私的制度の典型—自体が公共財である。…環境設定において、私的と公的な制度はしばしば噛み合い、互いに依存している (pp.14~15)。

オストロムは共有地のジレンマを解決する制度的選択肢の議論を始めるために、牧畜家自身もたらす協力戦略に身を委ねる拘束的契約をすることができる第5のゲームを提示する。この装置を非協力ゲームの枠組み内で表現するためには追加的な手番がゲームの構造の中に明白に含まなければならない。拘束的契約は非協力ゲーム理論内では外部の行為者によって間違いなく強制されるゲームである。このことを表す簡単な方法は、ペイオフに1つのパラメータと、双方の牧畜家の戦略の集合に1つの戦略を追加することである。そのパラメータは合意を守らせる費用で、 e で表す。今や、Game 5 の牧畜家は動物を牧草地に放つ前に交

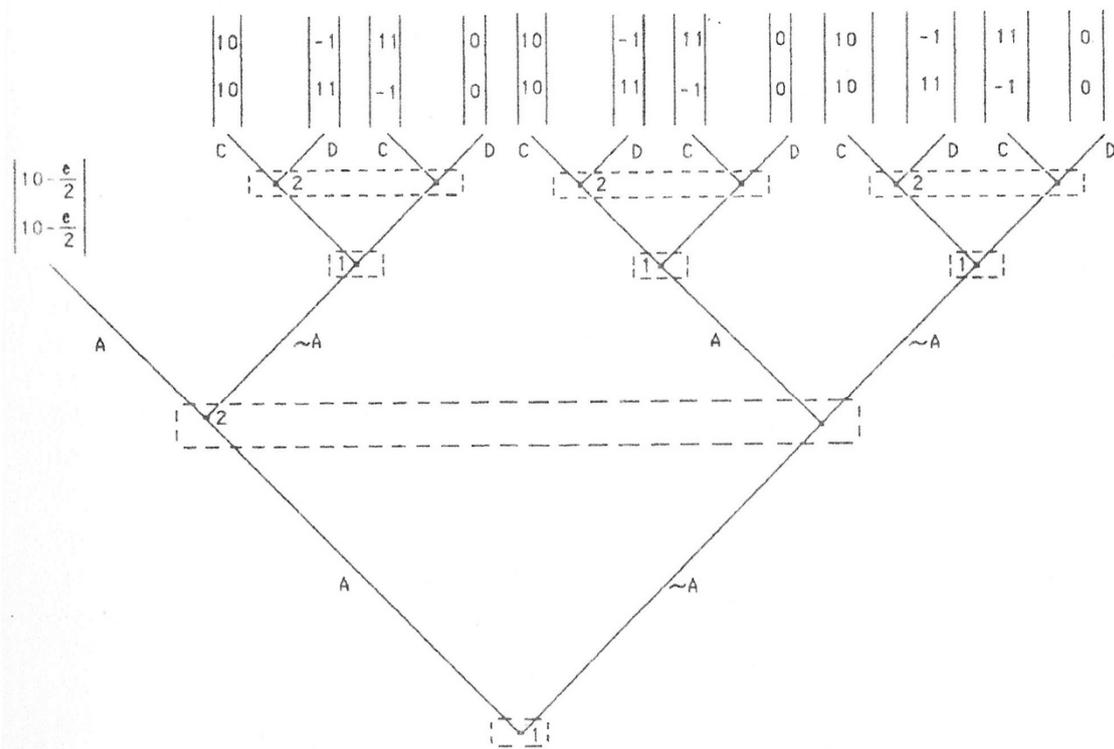


図 2.5 Game 5 (自己金融契約強制ゲーム)

渉しなければならぬ。交渉の間彼らは、牧草地の牧養力と合意を守らせるための費用とをシェアするための様々な戦略について議論する。しかしながら、契約は牧畜家が全員一致で合意しなければ守られない。ある牧畜家のいかなる提案も、牧養力と合意を守らせるための費用の平等なシェアを含まなければ、他方の牧畜家は拒否するであろう。したがって、唯一の実現可能な合意—および結果するゲームの均衡—は、各々の牧畜家の合意を守らせる費用のシェアが 10 より小さい限り、双方の牧畜家が維持可能な牧草地の収穫水準と合意を守らせる費用とを平等にシェアすること（以下ではこれを合意案と呼ぶ—筆者）である。なお、オストロムが Game 5 を、「自己金融される契約強制ゲーム (self-financed contract-enforcement game)」と呼ぶのは、合意を守らせる費用を牧畜家間でシェアする故と思われる。

以上、Game 5 についてのオストロム自身の説明を紹介した。しかし、その説明は必ずしも丁寧とは言えないので、ここで少し丁寧に説明しておこう。このゲームは大きく、①上述の合意案に同意する (A) か同意せず、拒否する (~A) かを選択する第 1 段階と、②第 1 段階の結果、同意が得られないと判明した後に、Game 1 の牧畜家ゲームをプレイする第 2 段階という 2 つの段階に分かれる。このゲームを展開形ゲームで表すには：第 1 段階ではまず牧畜家 1 がプレイするとすると、ゲームの木の本根に 1 の情報集合を置き、それより A と ~A の枝を伸ばす。次に牧畜家 2 の手番になるが、2 は 1 の選択結果を知らないため、情報集合は 2 と書かれた点線の部分となり、それに属す各々の手番より A と ~A の枝を伸ばしておく。これで第 1 段階が終了し、双方の牧畜家が合意案に同意してそれが実行されるか、どちらか（あるいは双方）の牧畜家が拒否して合意案が実行されないかが判明する。前者の場合、ゲームは第 2 段階に入ることなく終了し、ゲームの値が図 2.5 のように確定する。後者の場合、ゲームは第 2 段階に入る。そこでもまず牧畜家 1 がプレイするとすると、1 は第 1 段階のゲームの結果を知っているため、その情報集合は図 2.5 のようになる。そして、各々の情報集合より先のゲームは図 2.1 の牧畜家ゲームと同じであるため、第 2 段階のゲームの結果もそれと同じである。

以上、図 2.5 のゲームについて少し丁寧に説明した。この説明を踏まえて、図 2.5 の展開形ゲームを縮約して戦略形ゲームとして表すと、表 2.6 のようになる。同表には戦略の組 (A, A) に対応する利潤に下線が付してある。これは (A, A) が互いに相手の戦略に対して最適反応戦略になっている、すなわちナッシュ均衡であることを示す。このことが成立するのは、 $10 - e/2 > 0$ 、すなわち、各々の牧畜家の合意を守らせる費用のシェア ($e/2$) が利潤 (10) より小さいとき、かつそのときに限る。

以上、オストロムの Game 5 の内容について述べた。オストロムは続けて Game 5 の注釈というべきものについて次のように述べる：Game 5 と同様の手段を通じたコモンズ-ジレンマ

表 2.6 Game 5 の戦略形 (縮約済)

	A	~A
A	$\frac{10 - e/2}{2}, \frac{10 - e/2}{2}$	0, 0
~A	0, 0	0, 0

ゲームの「解決策」は、共有地のジレンマを解決するための「唯一の方法」として提案されたのではない。それは一つの方法に過ぎない。しかし、この方法は政策分析の文献でも形式的な理論の文献でもほぼ完全に無視されてきた。そのような選択肢について熟慮すると、多くの疑問が生じる。まず、牧畜家は強制者の役割を引き受ける私的な代理人を雇うことができるであろうか？ これは一見したほど無理なことではない。… 多くの長期的なビジネスのやり取りは囚人のジレンマの構造を持っている。ビジネスは強制可能な契約より将来の業績の約束を受け入れることをためらう。… しかしながら、強制費用を減らすために、強制を達成するメカニズムとしては、民事裁判よりむしろ私的仲裁者の利用がしばしば実行される。N人の設定において、すべてのプロスポーツリーグはここで説明した問題と同様の問題に直面する。… スポーツリーグはルールを強制するために私的な監視人を典型的に雇う。

次にオストロムは外部強制者の役割を引き受ける私的な団体の可能性を認めるや否や、Game 5 が提供する「解」の性質は代替的応用の豊かな組を生み始めるとして、そのことについて説明した後に次のように述べる：Game 5 と Game 2 および Game 3 との重要な相違は、Game 5 では参加者自身が手元にある情報を踏まえて自身の契約を設計することである。同じ牧草地を年々用いる牧畜家は、牧養力について詳細で相対的に正確な情報を持っている。彼らは他の牧畜家の行動を監視し、契約違反を報告する動機を持つ。仲裁者は契約集団の行為を観察する監視人を雇う必要はないかもしれない。契約を交渉した人々は利己心から相互監視し、観察した違反を報告するので、契約は強制される。他方、規制当局は常に自身の監視人を雇う必要がある。そのとき規制当局は、監視人が自身の義務を果たすことをいかに保証するかというプリンシパル・エージェント問題に直面する。

次いでオストロムは、規制当局は共有地の牧養力と協調的な行動に導くための適当な罰金とを正確に見積もるための十分な情報を得ることは難しい、という情報の偏在の問題に触れた後、さらなる問題について次のように述べる：考慮のためのさらなる問題は、アナリストや役人が、相互の同意により強制者が手配されているゲームを、協力と同意の強制の方法についての合意が存在していないゲームだと間違えることである。換言すれば、Game 5 のいくつかの例は Game 1 だと間違えられるかもしれない。… 強制の機関が外部の政府でないとき、アナリストは強制がないとみなす。これが Game 5 を Game 1 だと間違える理由である。

オストロムは次の節で Game 5 と同様に、中央規制でも民営化でもない特徴付けられ得

るトルコのアラニアでの解決策について考察する。それによると：1970年代初めまではアラニア近海の漁業には制約がなかったため、時には暴力行為に及んでいた。そこで、漁業者の半数が属している生産者協同組合のメンバーは、漁業者に漁区を割り当て、それをローテーションさせるというルールを作った。それは非組合員にも適用されたので、すべての漁船は最善の場所で漁をする機会を持っている。これは私有財産制度ではないけれども、漁場を利用する権利は明確である。また、それは中央集権的システムではないけれども、漁業組合に地域的協定に対する支配権を与えている国家の法律は協同組合の職員によって用いられている。

また、スペインバレンシアの灌漑施設の事例では、水利組合が調停者の役割を果たしているだけでなく、水利用の監視者を雇用する、灌漑施設の補修作業の統括を行う、などの責任を担った。

メタファー⁷としての政策指示 ここではオストロムは政策指示がメタファーであるとして次のように述べる：コモンズ問題に対して単一の指示を推奨する分析家は、さまざまな制度的協定が実地上いかに作用するかということに対してほとんど注意を払わない。…多くの政策指示はそれ自体メタファーに過ぎない。中央集権化推進者も民営化推進者も過度に単純化され、理想化された制度—逆説的に言えば、殆ど「制度のない (institution-free)」制度を頻繁に提唱する。中央による規制は必要であるという主張は、中央機関が設置されるべき方法、それはいかなる権威を持つべきか、その権威に対する制限はいかにして維持されるべきか、それはいかにして情報を得るか、…について何も語らない。私有財産権の強制は必要であるという

⁷ 英語は *metaphor*。例えばジーニアス英和辞典によると、その第一義の訳は隠喩、暗喩、メタファーであり、第二義は象徴である。隠喩は直喩と同様に比喩の一種であるが、両者は次のように異なる。隠喩は例えば、*He is a lion in business deals* (彼はビジネス取引ではライオンである) などのように、「…のようだ」「…のごとし」にあたる言葉を用いず、そのものの特徴を他のもので表現する修辞法である。これに対して直喩は、*He is like a lion in business deals* (彼はビジネス取引ではライオンのようである) などのように、ある物事を他の物事と「…のようだ」「…のごとし」などの語を用いて直接比較して示す修辞法である。このような *metaphor* の第一義の暗喩とそれの対義語の直喩の意味と、続く文章を考慮すれば、ここでの *metaphor* の意味が隠喩であることに違和感がある。そこで第二義の象徴を意味するとした方がよいかどうか考えてみよう。そのためには、象徴の内実を知る必要があるので、『ロングマン現代英英辞典』を見てみると、1 *a way of describing something by referring to it as something different and suggesting that it has similar qualities to that thing* 2 *mixed metaphor* 3 *something that represent a general idea or quality* とある。この第3の意味が象徴の内実を表しているとするれば、次の文章とも違和感なく続くと思われたので、*metaphor* を象徴と訳すのがよいと思われた。しかし、念のため、象徴をインターネット上の和英辞典で調べてみると、調べた10数冊の辞典の全てに載っていたのが *'symbol'*、ほとんど全てに載っていたのが *'emblem'*、次に多かったのが *'sign'* で、*metaphor* が載っていたのはわずか2冊であったので、*metaphor* はメタファーと訳出することにした。

主張は、そのような権利の束はいかに定義されるべきか、含まれる財の様々な属性はいかに測定されるか、非所有者の利用を排除する費用は誰が支払うのか、…について何も語らない。

メタファーに基づく政策は有害でありうる　ここではオストロムはメタファーに基づく政策は有害でありうるとして次のように述べる：政策助言の基礎としてメタファーに依存することは、可能性が高いと推定される結果とは本質的に異なる結果に導きうる。例えば、第3世界における森林所有権の国有化は、地域村民は森林の生産性と土壌浸食の価値とを維持するように森林を管理することはできないという理由に基づいて提唱されてきた。小さな村々が地域社会の森林を数世代にわたって所有し管理してきた国々においては、国有化は没収を意味した。以前のそのような地方では、村々は森林の生産物を収穫する割合と方法にかなりの制約を与えていた。これらの国々のいくつかにおける中央機関は、森林の利用に関して手の込んだ規制を公布したが、規制を執行するのに十分な数の森林監督官を雇えなかった。雇われた森林監督官の給与は非常に低かったので、賄賂を受け取ることが所得を補う共通の手段となった。その結果、国有化はアクセスが制限された共有財産の資源が存在したオープン-アクセスの資源を生み出したのである。以前は共有の森林の国有化の悲惨な影響は、タイ、ニジェール、ネパール、インドについて[多くの著者によって]きちんと記録されている(著者名は省略-筆者)。同様の問題は沿岸漁業に関して、国家機関が自分はずべての沿岸海域に対して排外的な管轄権を持っていると極込んだときに起った(著者名は省略-筆者)。

課題　ここではオストロムは次の趣旨のことを述べる：①政策科学者が直面する重要な課題は、最初に共有地の悲劇をシェアする様々な状況の処理における、人間の能力と限界の現実的な評価に基づく人的組織の理論を展開することである。人的組織について経験的に正当化された理論は、政策科学の不可欠の要素である。②すべての理論は限界を持っている。モデルでは多くのパラメータは変化が許されず、固定されなければならないので更に限定される。モデル-完全競争市場のモデルのような-と、モデルはその一つの表現である理論とを混同することは、応用可能性をさらに制限しうる。③科学的知識はその限界を理解することであると同じくらいに、理論あるいはそのモデルが妥当する状況の多様性を理解することである。不幸なことに、多くの分析家-学界、小研究グループ (special-interest group)、政府、報道機関-は依然として、コモン-プール問題は参加者自身が最適でない結果を、ある場合には悲惨な結果を、生み出すことを回避できないジレンマ以外の何物でもない、と極付ける。④政策科学者のツールキットに欠けているものは、集合的行為の十分明示的に述べられた理論である。自己組織化された集合的行為の十分な理論がなければ、いつ個人は自己組織化のみによっては共有地問題を解決できないのかを予言あるいは説明できないし、多くの仲裁戦略の中

のどれが特定の問題の解決に有効に役立つのか確かめ始めることもできない。⑤私は本書が集合行為の自己組織化と自己統治の形態についての、経験に支えられた理論の発展に貢献することを希望する。私が本書で企図することは、「新制度学派」に関連する多くの学者が用いる戦略と、生物学の世界のより良い理論的理解の発展に関連する実証研究を行うために生物学者が用いる戦略とを結びつけることである。⑥私が観察する問題が予測可能性、情報および信頼を欠くとき、私の説明の努力は問題がないと仮定することなく、それをはっきりと考慮に入れなければならない。⑦実証研究において私は、自己組織化と自己統治の仮定の理解に役立った重要な CPR のケースの概要を提供する。これらのケースの調査と分析から、CPR の統治・管理のために自己を組織化する個人もいれば、しない個人もいるということがいかにしてありうるのか、について一連の筋の通った推測を展開しようと試みる。私は成功事例と失敗事例において用いられた制度を比較して、個人の CPR 利用・統治の能力を邪魔するあるいは高めることができる内部要因と外部要因を同定しようと試みる。

以上、Ostrom (1990)の第1章の内容を解説を交えて紹介した。続く第2章では彼女は彼女が CPR 状況と CPR 状況における個人的選択によって意味するところを定義した後、集合行為が答えなければならない一連の重大な疑問を検討する。そして第2章の結論を下すために、以前の仕事を形作った2つの仮定を検討し、彼女の分析を形作る代案を論ずる。

Ostrom (1990)の第3～5章は実証の部分である。第3章では、2.4.3で紹介したトルコアラニア海の近海漁業、スペインバレンシアの灌漑施設のほか、13～20世紀のスイスの高山の牧草地と森林のコモンズ、日本の徳川時代の平野、長池、山中3村⁸の入会、20世紀のフィリピン⁹の灌漑、20世紀のアメリカの地下水、20世紀のスリランカの漁場、20世紀のカナダの漁場などを比較対象の事例として取り上げ、頑健な CPR の慣例 (institution) を特徴付ける7つの設計原則 (design principle) と、より大きく複雑な場合に用いられる第8の設計原則を導出した。ここに設計原則とは、慣例によって、CPRs を維持することと、代々にわたって用いられるルールの利用者⁹による順守を得ることとに成功したことの説明に役立つ重要な要因あるいは条件のことである。8点の設計原則は次の通りである。

1. 明確に定義された境界：CPR から資源単位を引き出す権利を持つ個人あるいは家計は明

⁸ いずれも現在の山梨県南都留郡山中湖村にあった村。なお、原著の一部では山中は'yamanoka'と記されているが、'yamanaka'が正しいと思われる。

⁹ 元の英語は appropriator。その訳は、プログレッシブ英和辞典によると、充当者、専用者、使用者、流用者であるが、これらのいずれもが、様々な様態を持つ CPRs の appropriator の内実を適切に表しているとは思われない。そこで、英英辞典を見てみると、someone who take for his or her own use (especially without permission) とあるので、一般的すぎるかもしれないが、利用者として扱った。

確に定義されなければならない。CPR の境界自体も同様である。

2. 利用 (appropriation) のルールと供給のルールおよび地域の条件との調和：時間、場所、技術および/あるいは資源単位を制限する利用のルールは、地域の条件と、労働、材料および/あるいは貨幣とに関連する。
3. 集合的選択の取り決め：運用ルールの影響を受ける大抵の人々はその運用ルールの修正に参加できる。
4. 監視：CPR の状態と利用者の行動を活動的に監査する監視者は、利用者に対して責任があるか、利用者である。
5. 段階的な制裁：運用ルールに違反する利用者は、他の利用者か、他の利用者に責任がある役員か、あるいはその両者かによって、(深刻さと、違反の状況に依存して) 段階的な制裁と判定されそうである。
6. 紛争解決メカニズム：利用者と役員には、利用者間、あるいは利用者と役員との間の紛争を解決するための、低費用の地方の紛争の場への素早い接近方法がある。
7. 組織化する権利の最小の承認：利用者が自身の制度を工夫する権利は外部の政治的当局によって異議を唱えられない。
8. 入れ子状の事業：利用、供給、監視、強制、紛争解決、および統治行為は、多層な入れ子状の事業に組織化される。

如上の設計原理を見出したことは Ostrom(1990)の大きな貢献である。

2.4.4 時間の経過と囚人のジレンマ

以上、ゲーム理論を用いてコモンズの管理に関する既成の考え方を説明した上で、コモンズの利用者による自主的な管理という考え方を示したオストロムの主張を紹介した。その際オストロムが用いたゲーム理論は時間の経過を考慮しない 1 回限りのそれであった。しかし、ゲーム理論にはそのような 1 回限りものだけではなく、時間の経過を考慮した複数回繰り返されるとする繰り返しゲーム理論もある。この繰り返しゲーム理論によるオストロムの貢献について岡田 (2010) は「1990 年代になると、[オストロム] 教授は…共有資源の自主管理に必要な協力行動を繰り返しゲームの実験研究によって説明し、ゲーム理論の新しい応用領域を開拓した。」と述べる。しかし、筆者にはこの岡田の叙述の内容は不明であるので、ここでは繰り返しゲーム理論によって、共有資源の自主管理に必要な協力行動が実現し、囚人のジレンマから脱却しうることを一般的に説明することにしよう。また、時間の経過を考慮すると、協力することによって各プレイヤーの戦略の選択が長期的安定状態になることを示す進化論的ゲーム理論についても触れる。

繰り返しゲーム さて、Game 1 の牧畜家ゲームにおいて、ある年に過放牧によって牧草が食べつくされたとしても、次の年の放牧期までには生えそろうとすると、毎年同じゲームが繰り返されることになる。このとき、繰り返しゲーム理論によれば、Game 2~4 のように中央当局の介入がなくても、また、Game 5 のように牧畜家が強制者の役割を引き受ける私的な代理人を雇わなくても、囚人のジレンマに陥ることなく協力関係が生じる。繰り返しゲームではプレイヤーは相手の過去の行動が協調的であったか敵対的であったかによって協調、裏切り、報復などの行動を選択できるので、これらの行動の利益と損失を比較することによって、協力行動が長期的な利益を生み出す可能性が生じるのである。特に繰り返しの回数が無限回であるようなゲームでは、常に次のプレイがあるので、長期の分析に適している。

表 2.2 のゲームが繰り返されることを考えよう。標準的な繰り返しゲームの理論では、各プレイヤーは前回までに選ばれた行動については 2 人とも観察によって知っているということが仮定される。表 2.2 のゲームにおいても相手が何頭放牧したか分かるとすれば、この仮定は満たされる。この仮定の下では、各プレイヤーはある年の行動を、それまでの自分と相手の行動を考慮して決定することができる。例えば、前々年まで 2 人とも $L/2$ 頭ずつ放牧してきたが、前年自分は従来通り $L/2$ 頭放牧したにも拘わらず、相手は $L/2$ 頭より多く放牧したので、これに対抗して今年も自分も $L/2$ より多く放牧する、というように決定できる。繰り返しゲームの開始から終了までのこのような決定の組が繰り返しゲームの戦略である。厳密にいうと、繰り返しゲームの戦略とは、前回までに 2 人がいかなる行動をとっても、それに応じた毎回の選択が指定されているような行動の計画書のことである。 t 回までに両者がとる行動の組は全部で 4^{t-1} 個あるので、 t が大きくなるとこの数は飛躍的に大きくなり、その各々に対して定義される戦略の数も膨大となる。そこで通常は次のような比較的単純な戦略を用いて議論される。

- ① 毎年 $L/2$ 頭ずつ放牧する (この戦略を〈毎年 $L/2$ 〉と表記する)。
- ② 毎年 $L/2$ 頭より多く放牧する (〈毎年 $L/2$ 超〉)。
- ③ 1 年目は $L/2$ 頭ずつ放牧し、もしある年に相手が $L/2$ 頭より多く放牧することがあるとすると、その場合に限って、それ以降は相手の行動に拘わらず毎年 $L/2$ 頭より多く放牧する (〈トリガー〉)。
- ④ 1 年目は $L/2$ 頭ずつ放牧し、それ以降は前年の相手の行動と同じ行動をとる (〈オウム返し〉)。

両者とも〈毎年 $L/2$ 〉をとるとすると、両者とも毎回 10 の利得が得られるが、一方がこの戦略をとっているときに、他方が〈毎年 $L/2$ 超〉に変えると、変えた方の牧畜家の利得は増えるので、両者の〈毎年 $L/2$ 〉という戦略の組はナッシュ均衡ではない。一方、両者とも〈毎年 $L/2$ 超〉をとっているとき、一方だけが戦略を変えると、変えた方の利得は減るので、両者の

〈毎年 $L/2$ 超〉という戦略の組はナッシュ均衡である。

両者がともに〈オウム返し〉をとると、1年目は $L/2$ 頭ずつ放牧するから、毎年それが続くことになり、両者の年あたりの平均利得は10である。牧畜家2が〈オウム返し〉をとっているとき、牧畜家1は1年目と2年目は $L/2$ 頭ずつ放牧するが、3年目は〈オウム返し〉から一時離脱して $L/2$ 頭より多く放牧し、4年目以降は再び〈オウム返し〉に戻るとしよう。このとき〈オウム返し〉に従う牧畜家2は3年目までは $L/2$ 頭ずつ放牧するが、4年目は $L/2$ 頭より多く放牧する。これに対応して、〈オウム返し〉に戻った牧畜家1は4年目は $L/2$ 頭放牧し、5年目は $L/2$ 頭より多く放牧する。したがって両者の利得の系列は次のようになる。

回	1	2	3	4	5	6	…
牧畜家1の利得	10	10	11	-1	11	-1	…
牧畜家2の利得	10	10	-1	11	-1	11	…

したがって両者の1年あたりの平均利益は11と-1の平均の5ということができ、毎年 $L/2$ 頭ずつ放牧することを続ける場合より小さいので、両者がともに〈オウム返し〉という戦略の組はナッシュ均衡であり、両者とも毎年 $L/2$ 頭ずつ放牧することを続けることになる。

以上のように、囚人のジレンマゲームが1回限りのときは、 $L/2$ 頭より多く放牧することがナッシュ均衡であったが、それが繰り返されるときは毎年 $L/2$ 頭ずつ放牧することも均衡となつて、協調が暗黙理に実現する。これが実現するのは、〈トリガー〉や〈オウム返し〉においては、一方が $L/2$ 頭より多く放牧すると、相手も $L/2$ 頭より多く放牧する。 $L/2$ 頭より多く放牧するということが、 $L/2$ 頭より多く放牧したことに対する処罰になっているからと言える。

進化論的ゲーム理論 次に、時間の経過を考慮したゲーム理論の他の一つの進化論的ゲーム理論による「協力」について見てみよう。山本(2022)ではオストロムとともに、長年にわたってコモンズを研究しているジャーナリストであり、活動家でもあるデビッド・ボリアー氏の主張に言及されている。彼は Bollier(2012)の中で次のように述べる：今日、進化生物学者、遺伝学者、人類学者は、協力は人類に生まれつき備わっていると教える。協力は「進化的に安定な戦略 (evolutionary stable strategy)」—進行中の生存競争においてホモサピエンスに競争上の優位性を与えるもの—と彼らは言う。科学者は言語、農業、利他主義、そして白眼までのような進化のイノベーションは、協力し、社会的信頼を発展させる私たちの生来の性向を反映すると言う。

さて、進化的に安定な戦略は進化生物学やゲーム理論の重要な概念で、Maynard Smith and Price(1973)がハトタカゲームと呼ばれるゲームを用いて提唱したものである。ハトタカゲームとは次のようなゲームである：同じ種に属す個体が獲物や交尾相手（以下、獲物で代表さ

せる)を求めて動き回っており、しばしば同じ獲物にランダムに遭遇する (random matching) とする。更にこのとき、各個体は闘う (しかし、勝負がつかないうちに闘いを中止する、タカ戦略と呼ぶ) か、闘わない (相手次第では逃げる、ハト戦略と呼ぶ) かの選択をするとする。このとき、タカ戦略を採る個体同士が遭遇したときは、両者は闘うが、勝負がつかないうちに闘いを中止し、獲物を分け合う。しかし、両者とも傷つくために両者の生命力は1に減少する。ハト戦略を採る個体同士が遭遇したときは、両者は闘うことなく獲物を分け合う。このとき、両者は傷つくことがないために両者の生命力は3になるとする。ハト戦略を採る個体とタカ戦略を採る個体が遭遇したときは、ハト戦略を採る個体は逃げてしまい、タカ戦略を採る個体は獲物を独占できるので、タカ戦略を採る個体の生命力は4、ハト戦略を採る個体の生命力は傷つくことがないために2とする。この状態を表にすると、表2.7のようになり、ゲームのナッシュ均衡は、(タカ、ハト)、(ハト、タカ)である。

表 2.7 ハトタカゲーム

	ハト	タカ
ハト	3, 3	<u>2</u> , 4
タカ	4, <u>2</u>	1, 1

如上の想定の下で時間の経過とともにハト戦略を採る個体とタカ戦略を採る個体の生息数がどのように変化するか考えよう。まず、すべての個体がハト戦略を採っている状況でタカ戦略を採る個体が現れると、ハト戦略の個体は逃げるので、タカ戦略を採る個体が圧倒的に有利となり、タカ戦略が広がることとなる。したがってすべての個体がハト戦略を採る状況は安定的ではない。逆にすべての個体がタカ戦略を採っている状況でハト戦略を採る個体が現れると、タカ戦略の個体は闘いの結果生命力が落ちているため、ハト戦略を採る個体が圧倒的に有利となり、ハト戦略が広がることとなる。したがってすべての個体がタカ戦略を採る状況も安定的ではない。かくして、ハト戦略の個体とタカ戦略の個体が混じり合った状態で安定する事になる。この安定状態が進化的に安定な状態であり、それに対応する (混合) 戦略が進化的に安定な戦略である。

表 2.7 の利得表の場合、ハト戦略を採る個体数とタカ戦略を採る個体数が半々のとき、進化的に安定な状態となる。何故なら：このとき、ハト戦略の個体の平均生命力は $3 \times 0.5 + 2 \times 0.5 = 2.5$ 、タカ戦略の個体の平均生命力は $4 \times 0.5 + 1 \times 0.5 = 2.5$ である。この状態から、ハト戦略の個体数が 51% に増えたとすると、ハト戦略の個体の平均生命力は $3 \times 0.51 + 2 \times 0.49 = 2.51$ 、タカ戦略の個体の平均生命力は $4 \times 0.51 + 1 \times 0.49 = 2.53$ となるので、タカ戦略の個体の平均生命力の方が上回り、タカ戦略の個体数が増える。しかし、もしタカ戦

略の個体数が 51%まで増えたとすると、タカ戦略の個体の平均生命力は $4 \times 0.49 + 1 \times 0.51 = 2.47$ 、ハト戦略の個体の平均生命力は $3 \times 0.49 + 2 \times 0.51 = 2.49$ となるので、ハト戦略の個体の平均生命力の方が上回り、タカ戦略の個体数は減る。かくして、ハト戦略を採る個体数とタカ戦略を採る個体数が半々というバランスが崩れると、元の状態に戻るため、ハト戦略を採る個体数とタカ戦略を採る個体数が半々という状態は、進化的に安定な状態である。詳しくは松井（1996）などを参照せよ。

以上、進化的に安定な戦略について説明した。協力がそのような戦略であることについてはここでは立入らない。

2.5 再生可能エネルギー利用とコモンズの悲劇

2.1 で再生可能エネルギーのデメリットの中の、潮力発電が水産資源の保全に悪影響を与えることや、風力発電所の建設によって景観が悪化することなどはコモンズの悲劇現象であると述べた。ここで、この現象の発生を防ぐための日本での取り組みをいくつか紹介して、コモンズの悲劇に対する対処法に新たな知見が得られ得る可能性があることを示そう。

先ず、風力発電について見てみよう。風力発電には陸上風力発電と海上風力発電がある。陸上風力発電事業に対しては海上風力発電事業に対するよりも、環境や景観への影響を懸念する首長や地元住民の反対が強くあり、計画の撤回や縮小に追い込まれた例も多くある。その一方で着工に至った例もある。前者の例として青森県七戸町、宮城県川崎町の建設計画があり、後者の例として福島県田村市などの4市町村の建設計画がある。後者の建設計画が着工に至ったのは、環境影響評価開始から7年をかけて地元と調整した結果とされ、前者で計画が挫折したのはこのような調整を行わなかった故とされる。

海上風力発電事業が地元との調整を経て着工に至った例として、秋田・能代両港の港湾区域内への風力発電所建設がある。秋田県は日本海に面し、年間を通じて風況が安定しているため、国内でも有数の風力発電の適地とされてきた。そのような中で秋田県の再生可能エネルギー導入計画の一環として、秋田・能代両港の港湾区域内への風力発電の導入構想が持ち上がった。秋田県は、港湾区域内に風力発電施設が設置される場合には、船舶の航行安全、港湾施設や漁業活動への影響などを考慮する必要があるとして、「秋田港・能代港再生可能エネルギー導入検討協議会」を設置し、適地の選定、風車の設置構想、予想される課題の洗い出し等を行うことになった。協議会は有識者、港湾利用者、漁業関係者、法曹関係者、行政関係者らで構成され、それぞれの意向を調整する場であった。そして、そこで調整が整った後、県は事業者の公募を行い、応募者の中から事業者を決定したのである。

如上のプロセスにおいて秋田県は協議会の協議を経て事業者を決定しているので、中央当局（この場合は秋田県）の介入によるコモンズの悲劇の解決のように見えるが、協議会で合意が得られない可能性があることを考えれば、必ずしもそうでないように思われる。何故なら、協議会で合意が得られなければ、「自治体側に事業計画を止める仕組みはない」（村井嘉浩宮城県知事）、「[事業者が]自分たちのビジネスベースで何をやってもよいということとはありえない」（三村申吾青森県知事）という2人の知事の発言より分かるように、事業者は勝手に事業を開始できると考えられるので、当局は介入することができないからである。また、如上のプロセスが漁業資源や景観などの共有資源の市場化を示していないことは明らかである。さらにそれが風力発電業者の自主管理を示していないことも明らかである。かくして、協議会による調整方式による共有資源の管理は、市場化、政府による管理、自主管理の3方式とは異なる第4の管理方式と言えらると思われるが、この点については更なる検討が必要である。

次に、地熱発電によるコモンズの悲劇現象の発生とその対策について、大分県別府市の別府温泉における事例を見てみよう。別府温泉は湧出量、温泉数とも日本一を誇っているが、近年の泉温は低下傾向にある。その原因は通常の温泉利用だけでなく、地熱発電の開発にもあると見られている—これは地熱発電がコモンズの悲劇現象を引き起こしていることを意味する。なお、大分県の地熱発電量は7,600万kWhで、全国の総発電量の43%を占めている。そこで大分県は別府市に3ヶ所指定されている特別保護地域に「西武」と「南立石」の2ヶ所を新たに指定した。特別保護地域では地熱発電利用を含む温泉の新規掘削が認められないので、これはコモンズの悲劇の発生を防ぐことになる。

さて、もし私的な利害が公共的所有地を保護すると期待することができなければ、公共機関、政府、あるいは国際的権威による外部の規制が必要となるかもしれない。その場合、ゲームはGame 2の中央当局ゲームとなる。Ostrom(1990)は中央当局ゲームについて次のように批判する：そのような機関を創設・維持する費用がほとんど考慮されていない。この費用は問題に対して外生的と見られ、Game 2のパラメータに含まれていない。中央制御への勧告に従うことによって達成される最適均衡は、情報の正確性、監視の可能性、制裁の信憑性、管理のゼロ費用に関する仮定に基づく。妥当でかつ信頼できる情報を欠くとき、中央当局はいくつかの誤りを犯す。(p.10)

特別保護地域の指定による地熱発電の新規開発の禁止は上記の仮定を容易に満たすと考えられるので、それは地熱発電のコモンズの悲劇を防ぐ有効な手段と考えられる。

2.6 おわりに

地球温暖化問題は地球環境というコモンズに対する化石燃料による温室効果ガスの過剰な排出によって生じるもので、コモンズの悲劇と呼ばれる現象である。そこで、化石燃料に代えて再生可能エネルギーを利用すれば、コモンズの悲劇の発生を防ぐことができるので、再生可能エネルギーの利用はコモンズの悲劇に対してプラスの効果を持つ。その反面、潮力発電や風力発電はコモンズである水産資源や景観に悪影響を与えるので、再生可能エネルギーの利用はコモンズの悲劇を招くというマイナスの効果も持っている。このように再生可能エネルギーの利用はコモンズの悲劇と深く関連しているので、本章では再生可能エネルギーの利用をコモンズの悲劇の視点から論じた。具体的に言えば、再生可能エネルギーの定義、種類、メリット・デメリット、オストロムによるゲーム理論を用いたコモンズの悲劇と第1と第2の解決法の説明、同じくオストロムによる第3の解決法、すなわち自主管理の提唱について説明した。また、ゲーム理論を用いたコモンズの悲劇の解決法の説明としては、繰り返しゲーム理論や進化論的ゲーム理論による説明もありうることや、日本の風力発電の開発における事前の関係者による調整や、地熱発電のための泉源掘削の地方自治体による規制は、再生可能エネルギーの開発がコモンズの悲劇を引き起こさないための第4の方法になりうることなど、筆者の愚考したことも示した。この筆者の愚考したことはアイデア程度なので、さらに検討すべきと考えている。

<参考文献>

- 1) Bollier, D. (2012), *Can the Commons Move from Margins to Mainstream? Our World* (国連大学ウェブマガジン).
- 2) Clark, C. W. (1980) *Restricted Access to Common-Property Fishery Resources: A-Game Theoretic Analysis*, in P. T. Liu (ed) *Dynamic Optimization and Mathematical Economics*, Plenum Press, 117-32.
- 3) Ehrenfeld, D. W. (1972), *Conserving Life on Earth*, Oxford University Press.
- 4) Hanley, N. and E. B. Barbier (2009), *Pricing Nature: Cost-Benefit Analysis and Environmental Policy*, Edward Elgar.
- 5) Hardin, G. (1968), *The Tragedy of Commons*, *Science* 162, 1243-8.
- 6) IEA (2010) *Renewables Information (REInfo) 2010*, OECD Publishing.
- 7) IPCC (2011), *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation (Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Changes) (SRREN)* .
- 8) 環境エネルギー政策研究所 (2022), 国内の 2021 年度の自然エネルギー電力の割合と導入状況 (Web).
- 9) Karier, T. (2010), *Intellectual Capital: Forty Years of the Nobel Prize in Economics*, Cambridge University Press (邦訳: 小野恵理訳『ノーベル経済学賞の40年(下) - 20世紀経済思想史入門』筑摩書房).

- 10) Mankiw, N. G. (2017), *Principles of Economics*, 8th ed. South-Western Pub. (邦訳：安立英之他訳(2019)『マンキュー経済学 I ミクロ編』第4版, 東洋経済新報社.
- 11) 松井彰彦 (1996), 「進化論的ゲーム論—生物学を超えて—」『オペレーションズ・リサーチ』 1996年12月号, 671-6.
- 12) Maynard Smith, J. and G. R. Price (1973), The Logic of Animal Conflict, *Nature*, vol.246, 15-8.
- 13) Olson, M. (1965), *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory Groups*, Harvard University Press.
- 14) Ostrom, E. (1990), *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press.
- 15) REN21 (2010, 2011, 2012, 2018), *RENEWABLES 2010 (2011, 2012, 2018) GLOBAL STATUS REVIEW*.
- 16) 資源エネルギー庁 (2018), 「水力発電は安定供給性に優れた再生可能エネルギー」(Web) .
- 17) Smith, R. J. (1981), Resolving the Tragedy of the Commons by Creating Private Property Rights in Wildlife, *CATO Journal* 1, 439-68.
- 18) 臼井功 (2021), 『ビジネスエコノミクス—ミクロ経済学・経営科学の応用』日本経営数学会叢書, 専修大学出版局.
- 19) 山本真人 (2022), 『コモンズ思想をマッピングする—ポスト資本主義的ガバナンスへ』BMFT 出版部.

第3章 地方自治体における電気自動車の充電設備¹設置の政策過程

－東京都を事例として－

3.1 はじめに

近年、バッテリー式電気自動車（BEV）、ハイブリッド自動車（HEV）、プラグインハイブリッド自動車（PHEV）、燃料電池自動車（FCEV）といった各種の電気自動車（以下ではこれらの各種の電気自動車について「EV」と総称²）のように、従来の内燃機関を用いずに電動モーターを活用したEVの保有台数が世界的に増えている。EVは、2010年頃からヨーロッパで徐々に普及が進むと、その後10年で急速に保有台数が増加した。表3.1は世界のEV等保有台数の推移を示している。世界的に保有台数の増加傾向は続いているが、なかでも中国の普及台数の増加は目を見張る物がある。表3.2は日本のEV等保有台数の推移を示している。日本でもEVの保有台数は拡大しているものの、その主力はHEVであり、BEVが多く普及している世界的潮流とは異なっている。2022年におけるEVの世界における販売割合は、BEVが約7割を占めていたが、日本では2021年のEV販売の内訳は、そのほとんどがHEVだった。このように、BEVの普及が進む世界各国とHEVの普及が進む日本のように、EVの普及にはその内訳において違いがある。

¹ EVに関する充電のための施設は、EV充電設備、充電スタンド、充電施設など様々な呼び方があるが、本稿では、比較的多くの自治体を用いている呼び方である充電設備で統一する。

² EVや充電設備に関する補助施策の詳細については、「一般社団法人次世代自動車振興センター」のHP（<https://www.cev-pc.or.jp/>、最終閲覧日2023年5月13日）を参考にした。

表 3.1 世界のEV等保有台数

	中国	欧州	米国	その他	合計
2010年	0	0.01	0	0	0.01
2011年	0.01	0.02	0.02	0.02	0.07
2012年	0.03	0.06	0.08	0.05	0.22
2013年	0.05	0.12	0.17	0.09	0.43
2014年	0.13	0.23	0.29	0.14	0.79
2015年	0.46	0.42	0.41	0.18	1.47
2016年	0.94	0.64	0.57	0.22	2.37
2017年	1.69	0.93	0.77	0.32	3.71
2018年	2.94	1.33	1.13	0.45	5.85
2019年	4.12	1.86	1.46	0.6	8.04
2020年	5.37	3.32	1.79	0.78	11.26

単位：百万。

出典：IEA (<https://www.iea.org/termsandconditions/>、最終閲覧日 2023 年 5 月 18 日)。

表 3.2 日本のEV等保有台数

年度末		2016	2017	2018	2019	2020	2021
EV	乗用車	73,378	91,357	105,919	117,315	123,706	138,325
	その他	1,640	1,514	1,512	1,563	1,871	1,877
	軽自動車	18,555	18,808	18,858	19,242	20,186	21,161
PHV	乗用車	70,323	103,211	122,008	136,208	151,241	174,231
FCV	乗用車	1,807	2,440	3,009	3,695	5,170	6,981
HEV	乗用車	6,473,943	7,409,635	8,331,443	9,145,172	9,862,987	10,630,750
	その他	24,687	26,244	31,493	45,190	58,115	73,211
	軽自動車	476,433	775,507	1,106,347	1,498,064	1,954,926	2,322,201

* EV:電気自動車 PHV:プラグインハイブリッド自動車 FCV:燃料電池自動車 HEV:ハイブリッド自動車

出典：一般社団法人次世代自動車振興センター

(<https://www.cev-pc.or.jp/tokei/hoyuudaisu.html>、最終閲覧日 2023 年 5 月 18 日)

こうした日本と世界におけるEV普及の違いの背景として、充電設備の設置状況が要因として挙げられる。EVの充電設備は、普通（交流）充電設備と急速充電設備という2つに分けられるが、2020年末時点で、世界的に前者は約140万基、後者が約93万基である。一方、日本においては、普通充電設備が2022年時点で約2万基、急速充電設備が約8000基であった³。普通充電設備は、一般的な家庭用のコンセントを利用することで、数千円から50万円

³ 経済産業省（2022）「充電インフラの普及に向けた取組について」

(<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/kisei/conference/energy/20221111/221111energy13.pdf>、最終閲覧日 2023 年 5 月 18 日)。

程度の設備費用である。ただし、普通充電設備は 80km を移動するために約 8 時間の充電時間が必要となる。これに対して、急速充電設備は、180 万円～1250 万円の設備費用が必要となるが、充電時間は 80km を移動するために約 15 分と普通充電設備と比較して短時間で終えられる。

この充電設備の設置に対して各国が補助を行っている。例えば、EV の普及が急速に進む中国では、国家が充電設備の普及に主導的な役割を果たしており、単純な充電設備の普及にとどまらず、太陽光発電などの関連産業とも関連付けた政策を行っている (Xin、Jinfeng、Chunqiu、Ke and Guo、2023)。日本においても経産省が主導して補助は行われてきた。近年では、これらと併用可能な独自の補助制度を設ける自治体が増えている。2022 年度には、経産省が「クリーンエネルギー自動車の普及促進に向けた充電・充てんインフラ等導入促進補助金」として、①約 50 億円の家庭に対する設備導入への補助、②約 175 億円の民間事業者への充電インフラ整備の補助、③約 75 億円の水素ステーション整備への補助、と合計で約 300 億円の予算措置が取られた。充電設備は、主に首都圏や関西圏に密集しており、東北地方や中国地方は設備数が少ない傾向にある。表 3.3 は都道府県別の充電設備補助金交付台数の推移を示している。表から解るように、補助金の交付台数は、東京都や神奈川県、大阪府や兵庫県のような人口規模の多い自治体に偏っている傾向がある。そのため、全国的に見ると、充電設備の普及が進んでいない空白地域が多く点在している。こうした状況下では、BEV のように充電設備が必須の車種の普及が進まないことになる。ただし、日本における EV の普及は、充電設備の普及だけでなく、ガソリン等給油所が減少している地域で先行している⁴。寒冷地や過疎地では、ガソリン等給油所は地域のエネルギー拠点であったが、1994 年の約 6 万基をピークに減り続けており、充電設備さえ設置できる環境を整えば、ホテルやレジャー施設などにも普及を促すことができる。こうした点からも、EV 充電設備は地域の重要なインフラとなっている。この点は、人口が多くガソリン等給油所が整備された都市部ではなく、地方において人口 1 万人あたりの EV 充電設備普及がより進んでいることから解る⁵。

上記のような背景において、なかでも、東京都は 2025 年度に向けて、新築マンションに対する充電設備の義務づけを表明した。これに先んじて、2023 年度には、充電設備導入の補助金の予算を大幅に拡充することで、国の補助金と合わせて設置費用の大半をまかなえる施策を打ちだした。2015 年時点では、こうした充電設備に関する何らかの補助を行っていた自治体は、静岡県、栃木県、新潟県、鳥取県の 4 県、市区町村レベルでは 25 自治体であった。充電設備の普及において、郊外では充電設備を設置や併設するための用地の確保が容易である。

⁴ 日本経済新聞、2022 年 1 月 22 日。

⁵ 同上。

これに対して、都市部では、充電設備を併設しやすい大型ショッピングセンターや外食店の立地が難しい。また、都市部において既存のマンションや団地に充電設備を設置する場合、EV への乗り換えに対する住民の抵抗感が存在したり、設置費用の負担に懸念を示す例がある。都市部では、ガソリン等給油所の減少が緩やかであるため、自ら費用負担をしてまで新しく EV に乗り換える動機を持ちにくいと考えられる。そのため、都市部では新規に建設されるマンションや住宅団地などに補助金を活用することで、設置が進められている。これらに焦点を当てて、EV 普及とその充電設備を促すことを目的としたのが、2022 年の東京都の「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例（以下、東京都環境確保条例）」の改正に伴う新築建築物に EV（電気自動車）充電設備の設置を義務づける取組である。

表 3.3 都道府県別の充電設備補助金交付台数

都道府県	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	総計
北海道	3	28	63	60	95	168	502	199	24	12	7	3	33	1,197
青森県	1	6	17	15	10	40	137	82	10	18	0	0	2	338
岩手県	0	6	24	21	22	52	159	102	17	9	0	2	1	415
宮城県	0	5	51	51	27	96	270	76	35	3	2	3	11	630
秋田県	0	6	42	27	14	29	91	35	8	18	1	0	4	275
山形県	0	4	22	12	16	70	137	71	18	0	0	2	3	355
福島県	0	10	57	46	43	109	349	56	5	4	8	4	52	743
茨城県	2	6	50	54	37	183	491	171	24	20	3	1	2	1,044
栃木県	4	13	27	80	34	100	610	97	27	4	1	3	8	1,008
群馬県	3	6	37	67	46	159	335	101	5	3	3	1	3	769
埼玉県	8	32	32	134	102	295	1,280	175	94	23	5	2	9	2,191
千葉県	7	17	47	82	51	339	866	568	40	34	11	1	48	2,111
東京都	37	66	122	150	101	413	2,010	337	41	130	124	186	201	3,918
神奈川県	33	92	160	204	135	332	1,445	534	116	11	10	17	98	3,187
新潟県	1	24	41	41	21	106	189	70	25	7	0	3	1	529
山梨県	1	8	11	17	11	105	172	38	2	15	1	0	3	384
長野県	0	20	28	33	23	138	453	97	20	15	3	1	19	850
静岡県	2	29	47	90	104	183	657	96	33	11	5	1	29	1,287
富山県	0	4	19	35	7	55	116	39	11	8	6	1	5	306
石川県	0	8	37	49	20	99	220	83	30	10	4	0	6	566
岐阜県	0	8	39	37	64	123	391	100	56	13	7	0	10	848
愛知県	2	18	177	236	181	388	1,654	300	122	31	12	6	28	3,155
三重県	0	8	42	42	34	99	436	66	27	27	10	3	8	802
福井県	0	4	23	21	15	49	129	64	4	1	2	0	0	312
滋賀県	1	3	35	31	17	80	483	35	28	8	3	1	4	729
京都府	3	7	29	42	15	74	506	82	21	8	6	1	10	804
大阪府	8	65	87	94	55	192	777	239	57	21	6	1	26	1,628
兵庫県	2	10	48	114	42	169	696	156	65	22	14	3	16	1,357
奈良県	1	2	7	24	13	39	205	47	24	29	2	0	5	398
和歌山県	1	3	13	8	12	60	183	40	6	1	0	0	0	327
鳥取県	0	9	22	12	9	25	69	14	17	6	1	0	3	187
島根県	1	16	17	12	5	34	61	28	21	2	0	2	0	199
岡山県	9	18	35	37	23	74	554	51	4	6	5	4	0	820
広島県	5	28	39	31	31	85	286	72	9	21	8	0	28	643
山口県	0	14	48	28	9	127	147	63	2	1	0	0	3	442
徳島県	1	6	11	10	4	28	118	20	10	2	1	0	0	211
香川県	0	3	20	8	3	49	99	21	17	0	0	0	3	223
愛媛県	1	9	28	15	2	46	163	26	24	6	0	1	1	322
高知県	0	2	12	11	7	32	114	24	6	6	5	0	0	219
福岡県	1	12	56	126	68	144	587	217	38	29	3	0	55	1,336
佐賀県	0	3	12	13	14	68	132	13	1	0	0	0	0	256
長崎県	0	8	14	17	10	24	144	18	1	2	1	1	2	242
熊本県	0	8	19	31	15	101	411	46	25	0	0	4	8	668
大分県	0	7	21	30	11	46	234	59	7	12	5	1	11	444
宮崎県	0	4	16	25	5	38	110	58	8	6	9	0	1	280
鹿児島県	2	11	30	26	32	100	206	63	7	2	11	0	1	491
沖縄県	1	48	12	14	9	19	80	24	7	3	1	0	3	221
総計	141	724	1,846	2,363	1,624	5,384	19,464	4,973	1,199	620	306	259	764	39,667

出典：一般社団法人次世代自動車振興センター「都道府県別の充電設備補助金交付台数」

(<https://www.cev-pc.or.jp/tokei/koufu3.html>、最終閲覧日 2023 年 5 月 18 日)。

東京都は充電設備の設置に関する補助金の交付額でも第 1 位であるが、再生可能エネルギーの利用の促進のためにも、また EV の普及を進めるためにも、より踏み込んだ施策を実施

するに至った。本稿は、上記を背景として、具体的な自治体の取組及びその決定過程を検討する。これにより、他の自治体においてどのような条件が整うことでEV充電設備の普及がより進むかに関する知見を獲得することを目指す。

3.2 改正東京都環境確保条例について

東京都環境確保条例は、その前身の東京都公害防止条例が2000年に全面改正されることで現在の形となっている。東京都の公害が工場を中心とする産業型公害から、都民生活や都市における事業活動に関連した都市・生活型公害へと変化し、さらに地球環境問題に対応するために改正された。特に2005年には気候変動対策のため、東京都特有の高層ビルに代表される大規模建築物に由来する二酸化炭素の排出量を減らすべく改正を行った。これにより、大規模事業所などに排出量の削減義務や排出量取引制度の活用を促すなど、先進的な取組を盛り込んだ。また、太陽光発電を含む再生利用可能エネルギーの普及を進めることにも焦点があった。しかしながら、東京都に限らず日本における再生利用可能エネルギーの利用、EVやEV充電設備の普及は十分とは言えない状況にあった。そこで、東京都はさらに条例を改正することで、これらの課題に対処しようとした。

2022年に改正された東京都環境確保条例は、本稿が対象とするEV充電設備に限定して見ていくと、新築建築物へのEV充電設備への設置義務化を基本として、EVの普及を促進することが目的である。その内容は、①延べ床面積2000㎡以上のビルやマンションなどの大規模新築建築物について、駐車場が一定数以上の建物について、普通充電設備を設置する、②延べ床面積2000㎡未満の中規模ビルや戸建て住宅などの中小建築物について、戸建て住宅については普通充電用の配線を整備すること、中規模マンションなどには充電設備を実装整備することが主な内容である⁶。これに対して、充電設備の設置補助を国の補助と合わせて全額補助することが盛り込まれた。これらによって、EVとその充電設備の普及を促すものである。

東京都のこれらの動きの背景として、2022年に公表された「「未来の東京」戦略 version up 2022」⁷がある。これは、2021年3月に策定された東京都の未来像をまとめた物で、コロ

⁶ 東京都「環境確保条例改正「中間のまとめ」のポイント（ZEV充電関連施設）」(chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/basic/conference/council/public_comment/public_comment_jourei.files/ZEV_kaisei_point.pdf、最終閲覧日2023年5月18日)。

⁷ 東京都(2022)「「未来の東京」戦略 version up 2022」
(https://www.seisakukikaku.metro.tokyo.lg.jp/basic-plan/versionup2022/index.html#page=1、最終閲覧日

ナ禍や東京オリンピック・パラリンピック以降について、持続可能な都市像を示すと共に、その実効性を高めるために各種の取組を策定・改訂した。そのなかで、「「サステナブル・リカバリー」の取組を推進」する上で、脱炭素化に向けた東京の取組の一環として、EV や PHV といった車両導入の支援メニューを拡充し、それらの普及に不可欠な充電インフラの整備を促進する旨が掲げられていた。この取組をより実現可能にするために、急速充電設備や戸建て住宅への充電設備設置に対する補助が打ち出された。また、この時点で住宅などに太陽光発電設備の設置を義務化する制度の創設が記載されており、東京都として、脱炭素化や持続可能性という新たな価値を生み出す方向へ舵を切っていたことが解る。

3.3 東京都における EV 充電設備の設置施策に関する政策過程⁸

東京都において EV 充電設備に関する取組が積極的に取りあげられるのは、小池百合子が知事を務めていた 2021 年頃からであった。もともと小池は知事選挙の際のマニフェストに「7 つのゼロ」を掲げていたことや環境大臣であったこともあり、従来から環境問題に積極的な姿勢を見せていた。そうした小池は、住宅などへの太陽光発電施設の義務化と共に EV 充電設備の普及に関しても議論を進めていた。この議論は、2021 年 10 月、東京都環境審議会に 2030 年の「カーボンハーフ」の実現に向けた東京都環境確保条例の改正を諮問したことから始まる。カーボンハーフとは、2030 年までに東京都における温室効果ガス排出量を 2000 年比で 50%削減する事を指す。東京都は、2019 年に「ゼロエミッション東京戦略」という温室効果ガスの排出削減策を示していたが、これをより確実な取組とするために、カーボンハーフというさらなる取組の検討が始まった。

2021 年 11 月 29 日に開催された「第 1 回カーボンハーフ実現に向けた条例改正のあり方検討会（以下、検討会）」では、カーボンハーフ実現に向けた実効性のある制度について、①新築建築物、②既存建物、③地域のエネルギーの有効利用とエネルギーマネジメントの推進、④再生可能エネルギーの利用拡大が主な検討事項であった。この検討会には、学術関係者や国連関係者などが 14 人、東京商工会議所エネルギー環境委員会委員が 1 名、他に臨時委員が 5 名という構成であり、EV や太陽光発電施設の設置が求められる対象となる委員が少な

2023 年 5 月 18 日)。

⁸ 東京都の政策過程は、条例改正のあり方検討会 HP

(<https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/basic/conference/council/joureikentoukai.html>、最終閲覧日 2023 年 5 月 18 日) および「東京都議会会議録・速記録」(<https://www.gikai.metro.tokyo.jp/record/>、最終閲覧日 2023 年 5 月 18 日) を基に作成した。

い状況であった。同年 10 月 22 日に開かれた第 51 回東京都環境審議会では、検討会に向けた意見として、審議会としては実現に向けて積極姿勢ではあるが、事業者の意見を設ける機会の設置、規制のあり方や違反への対応などのインセンティブについての意見があった。第 1 回検討会は、基本的に、カーボンハーフを実現するために新規や既存を問わずに太陽光発電施設の設置や省エネルギー化を促進することが議論された。これについて、東京都としては、2030 年にカーボンハーフ、そして 2050 年にゼロエミッションという目標を示して、その達成のための実効性ある取組や施策の検討に重点が置かれた。

第 2 回目の検討会は 2021 年 12 月 15 日に行われた。東京都における二酸化炭素の排出は、約 7 割が家庭や業務関係の建物からの排出であることから、既存・新築の両方に新しい排出規制を課すことが提案された。すでに東京都では既存建物に対しては、2010 年から二酸化炭素排出総量の削減義務制度が創設され、新築建物についても 2002 年から建築物環境計画書制度、2010 年から地域におけるエネルギー有効利用制度が活用されていた。これらに加えて、排出量の削減をより確実にするために、従来の制度の改正や新しい排出規制が検討された。規制については、排出量に関する報告や再生可能エネルギーの利用に関する報告などが焦点であった。委員からは、再生可能エネルギーの活用と共に EV 充電設備の普及を促進する旨が検討された。しかしながら、各委員からは、再生可能エネルギーの利用などの促進という全体的な目標に対しては好意的な姿勢だったが、個別に各事業所などがどのように対応するか、また費用負担についてはどうするかなどが議論となった。2021 年は、コロナウイルス感染拡大という環境要因もあり、売上げが減少していた中小企業などからは大規模建築物で進めてほしいという意見もあった。

2022 年 1 月 26 日に開かれた第 3 回検討会では、これまでの議論にあった新築や既存の建物に対して具体的にどのような施策を実施するか、さらに再生可能エネルギーの利用拡大に向けた実効性のある取組が検討された。こうしたなかで、東京都の政策調整担当課長から、カーボンニュートラルなどの二酸化炭素の排出削減は重要であるが、様々な規模の事業者に対して細かい制度設計が必要である旨が説明された。ここで、制度対象の事業者や団体の意見を聞く時間がとられた。7 つの事業者・団体からは、制度の改正という総論は賛成だが、個別の施策についてはそれぞれの意見が異なっていた。例えば、環境系の団体は、当然であるが再生可能エネルギーの持続可能性やバイオマス燃料の輸入の問題などを指摘して、より実効性のある取組を訴えた。これに対して、住宅生産団体連合会は、再生可能エネルギーの住宅設備への導入を拡大しているものの、すでに普及が進んでいるため、これ以上高い導入目標の設定が難しい点や導入しないことに対する規制措置ではなく助成措置の方が望ましい旨が示された。関係者間では、制度改正には賛成ではあるが、その具体的な内容に対して、特に住宅生産団体連合会が規制的性質を持つ施策へ反発しており、議論は具体的な施策の妥

協点をどのように形成するかにあった。特に、規制措置ではなく助成措置となる場合、その財源が問題となった。この時点まで、検討会の議論は住宅に対する太陽光発電設備の設置に重点が置かれており、EV 充電設備に関しては、ほとんど議論の俎上に上がらなかった。

2022年2月8日に開かれた第4回検討会では、条例の改正に対する各事業者・団体がどのような制度について、どのような考えを持っているかが具体的に示された。表3.4は第4回検討会で示された意見表明の対象制度をまとめた物である。各事業者・団体は、条例の改正には賛成ではあるが、個別の制度については意見を示していた。議論の経過を見ると、第3回と同様に、規制や新しい制度を求める環境系団体と助成措置を求める事業者との対立があった。各事業者は、条例改正に伴う太陽光発電設備の設置義務が消費者の費用負担を伴うため、新規の建築物への事業者や消費者の費用負担を問題視していた。こうした状況で、二酸化炭素の排出削減という総論に反対はないが、事業者らは規制措置以外の手法を模索することを示していた。

表 3.4 第4回検討会における各事業者・団体の意見表明

検討会 開催日程	意見表明者	意見表明の対象制度					
		建築物環境 計画書制度	中小規模 新築建物 の新制度	キャブ&トード 制度	中小報告書 制度	地域エネルギー 有効利用計画 制度	エネルギー環境 計画書制度
1月26日 (第3回)	1 特定非営利活動法人 FoE Japan		○				○
	2 一般社団法人 住宅生産団体連合会		○				
	3 一般社団法人 ZEH推進協議会		○				
	4 一般社団法人 太陽光発電協会 (JPEA)	○	○				
	5 一般社団法人 東京都建築士事務所協会	○	○	○	○	○	
	6 一般社団法人 不動産協会	○	○	○		○	
	7 株式会社 LIXIL TEPCO スマートパートナーズ		○				
2月8日 (第4回)	1 国際環境NGO グリーンピース・ジャパン			○			
	2 東京電力エナジーパートナー 株式会社	○		○	○	○	○
	3 東京冷蔵倉庫協会			○	○		
	4 虎ノ門エネルギーネットワーク 株式会社					○	
	5 一般社団法人 日本熱供給事業協会			○		○	
	6 丸の内熱供給 株式会社			○		○	

出典：東京都「制度のあり方に関する意見表明」(chrome-extension://efaidnbmninnipocajpbgiclfndmkaj/https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/basic/conference/council/jourei-kentoukai.files/kentoukai0208_2-2.pdf、最終閲覧日 2023年5月18日)。

2022年3月23日の第5回検討会の議論は、東京都におけるカーボンハーフを実現するための施策や事業が議論された。この時点で、ZEV (ゼロエミッション・ビークル) について

の議論が本格化した。どのようにして EV の普及とその充電設備の設置を促すかという点に視点が移った。しかしながら、このあとも同じであるが、議論としてはカーボンニュートラルや ZEV を実現することに対して、補助のあり方を議論することに力点が置かれていた。各委員は、EV 普及には賛成として、どのような形で充電設備を設置するべきかという議論に移った。

2022 年 5 月 11 日の第 6 回検討会では、太陽光発電などの再生可能エネルギーの利用と共に EV に関する充電設備についての議論があった。ここで、議論の内容は、新築建築物に対しての充電設備の設置基準が話し合われた。EV に関しては、行政から太陽光発電施設の設置に伴う形で充電器の設置が示された。こうした点に各委員からの批判などはなく、従来設備と新規に設置する設備との間で、より多くの EV 充電設備が普及することが望ましいのではないかという意見があった。

2022 年 5 月 24 日の第 7 回検討会では、カーボンニュートラルや脱炭素化という点では各委員から意見があったが、EV 充電設備の普及については、建築物の新築に付随する形で設備の整備を求める意見があった。この時点では、EV 充電設備について、各委員からの意見は特になく、行政側が示した物を進める形に反対がなかった。この後の第 8 回（2022 年 8 月 1 日）や第 9 回（2022 年 8 月 3 日）では、EV 充電設備について、委員からの意見表明はなかった。

2022 年 8 月 8 日に行われた第 10 回の検討会では、これまでの議論を踏まえた答申案が示された。検討会では、EV 充電設備についての議論はなかったが、答申案において「ZEV 充電設備の設置に関する整備基準について」という形で、制度対象の事業者が供給する駐車場付き新築建物 1 棟ごとに充電設備を整備するものとし、戸建て住宅には将来的に充電設備を設置することが可能となるための普通充電用の配管などを駐車場に整備することが盛り込まれた。

2022 年 12 月の第 4 回定例会において、東京都環境確保条例の改正案が示された。太陽光発電などの再生可能エネルギーの利用推進に対しては、基本的に進めることに反対はなかったが、対象事業者などに対する支援策の必要性が自民党、都民ファーストの会、公明党から示された。大きな反対や意見表明もなく、第 4 回定例会で改正案が可決された。

3.4 おわりに——EV 充電設備の設置施策に関する政策過程の特徴

以上の東京都における EV 充電設備の設置施策に関する政策過程をまとめると次のようになる。まず、東京都が東京都環境確保条例の改正に着手して、EV 充電設備の普及を進めよう

とした背景には、世界的な EV 普及があり、BEV よりも HEV の普及が進んでいた日本では EV 充電設備の普及の必要性が少なかったという背景があった。しかしながら、太陽光発電などの再生可能エネルギーの利用推進のためにも、BEV の普及も重要であった。

そこで、東京都は太陽光発電などの再生可能エネルギーの利用と EV 充電設備の普及を一体となって進める考えを示した。従来、温室効果ガスの排出削減策は民間事業所に対する施策が多かったが、東京都は戸建て住宅だけでなく大型マンションが多いという地域特性があるため、これらも含めた東京都全体としての取組の模索が始まった。2021 年に小池知事の諮問を受けて、「カーボンハーフ実現に向けた条例改正のあり方検討会」が開催され、2021 年 11 月から 2022 年 8 月までの間に合計 10 回の検討会が開催された。条例の改正とは言え、1 年に満たない間に合計 10 回の検討会が開催された点は、行政側がスピード感を持って改正に取り組んでいたことがわかる。さらに、条例の制定や改正の過程において開かれる検討会では、多くの場合で利害関係者から意見表明が行われ、賛成側と反対側とが対立することがある。しかし、この検討会では表だってそうした対立が生じたことはなかった。この理由としては、①条例改正の議題が温室効果ガスの排出削減などの環境問題であった点、②検討会では費用負担が発生する事業者や団体の意見を表明する場はあったものの、委員として参加していたのが東京商工会議所エネルギー環境委員会委員のみであった点の 2 つである。①については、いわゆる合意争点であり、環境問題だけでなく EV 普及といった世界的潮流の中でそれらに反対することは難しいということである。②については、検討会が条例改正に賛成の委員でほぼ占められており、反対もしくは何らかの対応を表明する場が非常に限られていたということである。これらは、政治学において選択肢の制度と参加の制度（真淵、1994）が話し合いの過程を決めていたことを意味する。選択肢の制度という点からは、太陽光発電施設や EV 充電設備の設置義務のように住民や事業者に費用負担を強制する政策だけでなく、充電設備の設置に関する啓蒙のように、より穏健な政策も選択肢としては存在する。しかしながら、世界的な環境問題や EV 普及、さらには国レベルにおいてもカーボンニュートラルが示すように温室効果ガスの排出削減策に積極的な姿勢を示していた環境下では、日本の首都であり他の自治体を先導してきた東京都が穏健な政策を示すという選択が難しかったと言える。参加の制度という点からは、条例改正の検討会に費用負担側の参加が難しく、意見表明も限られていたということである。費用負担が発生するような政策の場合は、負担側の参加者の意見を十分にくみ取り、改正案とのすりあわせを行い、負担側が納得できるような環境を作り出すことが条例の実効性を確保する上で必要である。東京都の条例改正の検討会においては、費用負担側の委員の参加も少なく、負担側の意見表明の機会も限られており、負担側が十分に納得できるような環境を作り出したとは言えない。それでも委員会から改正案が示されて、議会で大きな反対もなく可決されたのは、選択肢の制度の影響が大きかったと

言える。議会においても、先ほどのような選択肢を取り巻く状況下で、条例の改正案に反対することは、環境問題に否定的な姿勢と有権者にうつるため、各議員の再選機会を減少させる可能性を含んでいる。

以上からは、東京都のEV充電設備の設置施策については、環境問題やEV普及といった世界的潮流という環境要因が政策の選択肢を大きく決めていたことが明らかとなった。さらに、委員会において費用負担側の参加が制限されていたという参加の制度の影響も見過ごすことはできない。ただし、条例改正を主導した知事や委員会を積極的に運営した行政組織の存在も重要と言える。他の自治体においてもEV充電設備の設置だけでなく環境問題に対する政策を打ち出していくためには、知事や行政組織の積極性が重要と言える。

<参考文献・参考資料>

- 1) IEA (2021) *Global EV Outlook 2021*
(<https://iea.blob.core.windows.net/assets/ed5f4484-f556-4110-8c5c-4ede8bcba637/GlobalEVO Outlook2021.pdf>、最終閲覧日 2023年5月18日)。
- 2) Xin Wang, Jinfeng Wang, Chunqiu Xu, Ke Zhang and Guo Li, 2023, "Electric Vehicle Charging Infrastructure Policy Analysis in China: A Framework of Policy Instrumentation and Industrial Chain", *Sustainability*, NO.15。
- 3) 真淵勝 (1994) 『大蔵省統制の政治経済学』、中央公論社。

日交研シリーズ目録は、日交研ホームページ

http://www.nikkoken.or.jp/publication_A.html を参照してください

A-875 電気自動車用充電施設整備の課題と展望

電気自動車用充電施設の整備に関する研究プロジェクト

2023年8月 発行

公益社団法人日本交通政策研究会