

令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業
エネルギー転換に関する日独エネルギー変革評議会
に係る調査

報 告 書

2024年3月

一般財団法人日本エネルギー経済研究所

目次

第1章 日独エネルギー変革評議会の運営.....	3
1.1 背景	3
1.2 評議会の組織.....	3
1.3 実施事項とスケジュール	5
1.4 研究分野.....	6
1.5 評議会等の記録.....	8
第2章 政策課題への効果的な対応策の検討.....	15
2.1 電力を中心としたエネルギー市場の在り方	15
2.2 省エネルギーの深掘に向けた政策強化の可能性	21
2.3 産業政策としてのエネルギー移行への取り組み例	28
第3章 日本のエネルギー政策への提言	36
3.1 ドイツの政策動向.....	36
3.2 日本のエネルギー政策への提言.....	41

第1章 日独エネルギー変革評議会の運営

1.1 背景

2020年10月、日本は2050年のカーボンニュートラルの実現を目指すことを表明した。2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画では、2030年度の温室効果ガス排出割合を46%削減する目標の実現に向けたエネルギー政策の道筋を示すべく、政策対応をまとめている。2050年のカーボンニュートラルの実現はいうまでもなく野心的な目標である。我が国の実現に向けた道筋の議論や取組は端緒についたところであるが、国内外の最新情勢を常に把握しつつ、柔軟かつ果敢に挑戦していくことが重要である。

ドイツでは2010年に中長期エネルギー供給の在り方を示した「エネルギー・コンセプト」を決定し、省エネルギーと再生可能エネルギーの利用拡大を中心にして2045年までにカーボンニュートラルを達成するという目標を掲げ、エネルギー移行に取り組んでいる。両国において立場の違いはあるが、共にエネルギー移行に取り組むドイツと二国間協力を進めるべく、資源エネルギー庁は、2016年に日本及びドイツのエネルギー専門家からなる日独エネルギー変革評議会（以下、「日独評議会」という。）を設置し、再生可能エネルギー・省エネルギー等導入促進の両国で共通する政策課題を中心に議論を深め、日本のエネルギー政策を企画・立案するうえで必要な情報調査・収集を行ってきた。

令和4年度の日独評議会では、既築を含む建物や石油化学産業の脱炭素化、廃熱の更なる有効活用に向けたアプローチなど多岐に渡る議論がなされた。他方、これまでの経緯を踏まえて議論を深化させるべき領域、具体的には日独ともに課題を抱える電力を中心としたエネルギー市場の在り方や、省エネルギーの更なる深掘り、産業政策としてのエネルギー移行への取り組み例などが残されている。こうした議論を引き続き専門家間で深めるとともに、政策担当者間の議論へと発展させていく必要がある。

本調査は、以上のような議論を通じて、日本の長期的なエネルギー移行・脱炭素化に向けた取組の推進に貢献することを目的とする。

1.2 評議会の組織

評議会は日独双方の共同議長を筆頭に、それぞれ評議員で構成する。事務局は、日本は日本エネルギー経済研究所が、ドイツはEcos Consult および Wuppatal Institute for Climate, Environment and Energy が担う。幅広い議論を行う目的から、委員には専門分野が異なる者を選任している。

日本		ドイツ	
経済産業省	支援	連邦経済・気候保護省 (BMWK)	
議長: 寺澤 達也	運営	議長: Stefan Thomas	
事務局: 日本エネルギー経済研究所		事務局 (研究関連): Wuppertal Institut 事務局 (ロジ): ECOS Consult	
評議委員			
有馬 純 (東京大学)	伊香賀 俊治 (慶応大学)	Kathrin Goldammer	Harry Lehmann
小笠原 潤一 (IEEJ)	高橋 康夫 (IGES)	Andreas Löschel	Felix C. Matthes
竹内 純子 (IEEI)	楡井 誠 (東京大学)	Manfred Rauschen	Carsten Rolle
藤井 康正 (東京大学)		Miranda Schreurs	Christine Wörlen

出所: 日本エネルギー経済研究所作成

図 1-1 評議会の構造

表 1-1 評議会のメンバー

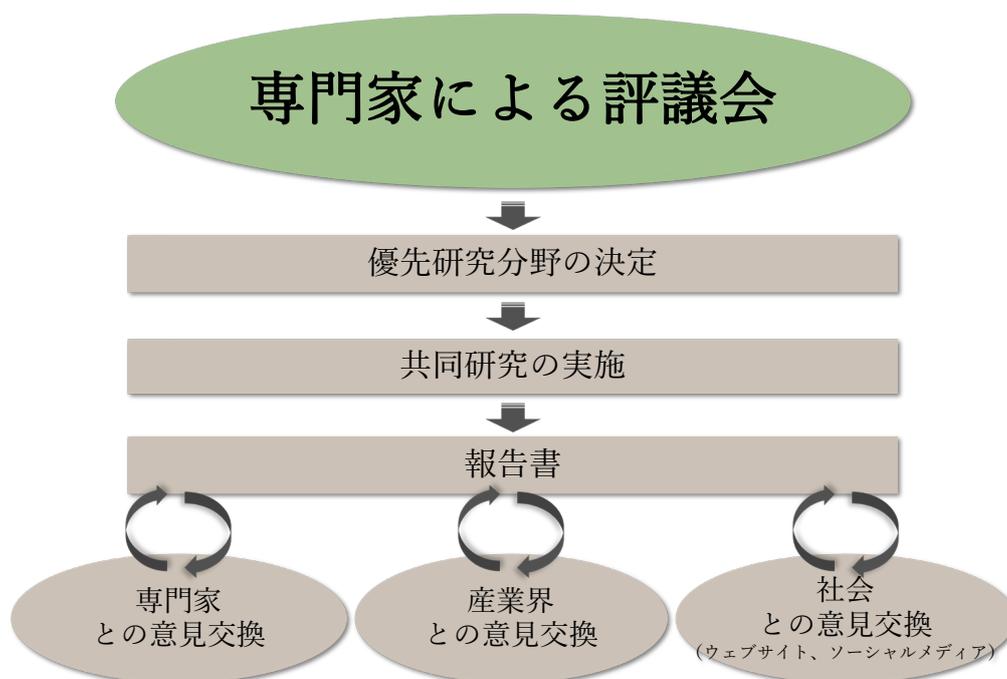
共同議長	
寺澤 達也	日本エネルギー経済研究所
Stefan Thomas	Wuppatal Institute for Climate, Environment and Energy
評議委員	
有馬 純	東京大学
伊香賀 俊治	慶応大学
小笠原 潤一	日本エネルギー経済研究所
高橋 康夫	地球環境戦略研究機関
竹内 純子	U3 イノベーションズ
楡井 誠	東京大学
藤井 康正	東京大学
Kathrin Goldammer	Reiner Lemoine Institute
Harry Lehmann	PTX Lab – Lausitz
Andreas Löschel	Ruhr University Bochum
Felix C. Matthes	Öeko-Institute
Manfred Rauschen	Öko-Zentrum NRW
Carsten Rolle	Federation of German Industries (BDI)
Miranda Schreurs	Bavarian School of Public Policy; Technical University of Munich
Christine Wörlen	Arepo

50 音、アルファベット順。敬称略。

出所: 日本エネルギー経済研究所作成

1.3 実施事項とスケジュール

評議会の主な活動は、優先研究分野の特定と関連する議論の実施、報告書の作成、そしてステークホルダーとのコミュニケーションである。



出所：日本エネルギー経済研究所作成

図 1-2 評議会の実施事項

2023 年度は次に挙げる活動を行った。専門家で構成する評議委員会において日独双方が共通に関心を持つ分野に関する議論を行ったことに加え、日独評議会の成果をウェビナーという形で発信、議論を行った。また、産業界や若手研究者との意見交換を行い、より幅広くエネルギー転換に係る議論を実施した。

表 1-2 2023 年度の活動実績

	開催時期	内容
ウェビナー	2023 年 10 月	2022 年度事業の成果報告 (石油化学産業の脱炭素化、既築の脱炭素化)
評議会 (その 1)	2023 年 11 月	2023 年度研究計画の議論
産業界との対話	2023 年 12 月	産業界との意見交換 (既築の脱炭素化)
評議会 (その 2)	2024 年 2 月	研究成果の議論 日独の最近の問題意識に関する議論 ドイツのステークホルダーとの対話
若手研究者との対話	2024 年 3 月	若手による研究成果の披露と議論

出所：日本エネルギー経済研究所作成

1.4 研究分野

評議会が選定した優先研究分野は、「電力を中心としたエネルギー市場の在り方」「省エネルギーの深堀に向けた政策強化の可能性」「産業政策としてのエネルギー移行への取り組み」の 3 つである。研究の目的は、日独両国が互いの経験や取り組みから学び合うことで、今後、それぞれが自国のエネルギー変革の達成を目指すうえで有意義な示唆を得ることにある。そのため、両国が共通して高い関心を持つ分野が選ばれている。

研究は日独が共同で実施したほか、評議会における議論の結果も反映している。

電力を中心としたエネルギー市場の在り方

(Electricity market design)

今後炭素中立（以下、「CN」という）を目指していくなか、太陽光や風力といった出力の変動する再生可能エネルギー（以下、「VRE」という）がさらに増えていくことは間違いない。そこで問題となるのが、電力の需給調整である。例えば日本では、関東を除く全ての地域で再エネの出力制御が増えており、特に九州では、2023 年度の出力制御の量（kWh）は VRE による総発電量の 6.7% にもなる見込みである¹。こうした状況から日本では、電力の安定供給を維持するための柔軟性、なかでも CN 目標と整合する非化石の柔軟性に対するニーズが高まっている。同じことはドイツについても言える。ドイツは周辺諸国との送電接

¹ 資源エネルギー庁 第 47 回系統ワーキンググループ 資料 1, 再生可能エネルギーの出力制御の抑制に向けた取組等について, 2023 年 8 月 3 日

続があることから、電力の輸出入によっても国内の需給をバランスさせることができる。しかし、今後は欧州全域で VRE の比率が高まっていくことから、国内で柔軟性を確保する必要性が増していく。

本テーマでは、脱炭素火力（CCS 火力、水素火力、等）や蓄電池、熱や水素への転換、デマンドレスポンスなど様々な形態の柔軟性を確保するための電力市場の仕組みについて、日独双方の取り組みを整理、分析することで両国に対する政策提言を導出する。

省エネルギーの深堀に向けた政策強化の可能性

(The more effective governance of energy efficiency policies)

CN を目指すうえで省エネルギーが重要であることは論を待たない。さらに、2023 年 11 月に UAE で開催された COP28 では、2030 年までに世界のエネルギー効率改善速度に 2 倍にするとの宣言がされた。一方で日本とドイツにとって、更にエネルギー効率を高めるのは容易でない。第一に、両国は既に世界の中でも高い水準のエネルギー効率を達成しており、対策の遅れている国と比較すると効率改善のコストは相対的に高くならざるを得ない。第二に、両国はエネルギー多消費の製造業を多く有しており、エネルギー効率の大幅な改善に向けては製造プロセスの革新が求められるためである。とはいえ、両国には更なる効率改善の可能性は残されている。日本では例えば、直接的な規制を施しにくい中小企業や一般住宅で対策を強化できる余地があり、それを実現するための政策が求められている。また日本とドイツでは政策の体系や手法が異なると考えられ、そのために双方が学びあう機会がある。

本テーマでは、両国の省エネルギー政策、制度の体系を整理、比較し、そのうえで各々の政策強化に向けた提言を導出する。

産業政策としてのエネルギー移行への取り組み

(Green industrial policy and trade)

新型コロナウイルスの蔓延による景気後退の打破を目的として、またその後起こったロシアによるウクライナ侵攻を契機としたインフレへの対策として、主要国は景気刺激策のメニューにエネルギー転換の実現に向けた投資を盛り込むようになった。先駆けとなったのは欧州で、European Green Deal (2019) から Fit for 55 (2021)、Green Industrial Plan (2023) へと、グリーン産業政策を強化、具体化してきた。これを猛追、あるいは追い越そうとしているのがアメリカの Inflation Reduction Act (2022) で、産業界にとってわかり易く使い勝手の良い支援策を整えたことで米国でのグリーン投資が拡大し、他国が自国産業の流出を懸念する事態にもなっている。日本でも、2023 年に成立したいわゆる GX 推進法によって、グリーン投資と関連する産業の発展を目指している。

本テーマでは、日本とドイツ（および EU）に加え、参考としてアメリカと中国のグリーン産業政策も整理、比較することで、日独のグリーン産業政策における協力の可能性を考察した。

1.5 評議会等の記録

ここでは、2023 年度に開催した評議会やステークホルダー会議、ウェビナーの議事次第を開催時期の順に整理する。

① ウェビナー（2023 年 10 月 26 日；オンライン）

16:30	Welcome by the GJETC Co-chairs
16:35	Roadmaps towards a climate neutral petrochemical production system – Comparative Analysis for Germany and Japan a. Presentation of findings by study team <i>Ylva Kloo (Wuppertal Institute) and Ichiro Kutani (Institute of Energy Economics Japan)</i> b. Discussion / Questions from the Audience
16:55	Decarbonization of the Building Stock a. Presentation of GJETC study: “Strategies, concepts and measures for decarbonizing the building stock by 2045/50” by the German-Japanese study team <i>Lotte Nawothnig (Wuppertal Institute) and Toshiyuki Kudo (Institute of Energy Economics Japan)</i> b. Comment by Council member Toshiharu Ikaga (Keio University) c. Recent developments in Germany, debate on Building Energy Law and municipal heat planning by Council member <i>Manfred Rauschen (Öko-Zentrum NRW)</i> d. Discussion / Questions from the Audience
17:25	Closing Remarks and Outlook
17:00	End

* 時刻は日本時間

② 評議会その1 (2023年11月28日; オンライン)

1日目

16:00	Greeting address / video messages <i>Falk Boemeke, Head Div. VB 1 General issues of bilateral climate and energy cooperation, BMWK</i> <i>Shinji Hirai, Deputy Commissioner for International Affairs, ANRE, METI</i>
16:10	Words of welcome <i>Tatsuya Terazawa and Stefan Thomas</i>
16:15	Introduction of new Council Members
16:25	S1: Electricity Market Design Presentation of draft outline and results from the scoping workshop <i>Fiona Bunge (Wuppertal Institut) and Mitsuaki Ota (IEEJ) (10 minutes)</i> Discussion on S1 between council members (20 minutes)
16:55	S2: The more effective governance on energy efficiency policies Presentation of draft outline and results from the scoping workshop <i>Frank Labunski (Wuppertal Institute) Akinari Takeda (IEEJ) (10 minutes)</i> Discussion on S2 between council members (20 minutes)
17:25	Coffee Break
17:35	Topical Paper: Green Industrial Policy and Trade: The European Green Deal and the Green Industrial Plan in comparison to the Japanese GX (Green Transformation) initiative Presentation of draft outline and results from the scoping workshop <i>Lotte Nawoethnig (Wuppertal Institute), Toshiyuki Kudo (IEEJ) (10 minutes)</i> Discussion on T3 between council members (20 minutes)
18:05	Look ahead to future GJETC program Innovation Roundtable Stakeholder dialogue with young scientists Room for open exchange on GJETC work
18:50	Closing Remarks and Farewell IEEJ, WI, ECOS

* 時刻は日本時間

③ 産業界との対話 (2023年12月12日; オンライン)

16:30	Welcome Technical instructions by the moderator <i>Johanna Schilling (ECOS)</i> Welcome and Introduction <i>Stefan Thomas (Wuppertal Institute / Co-Chair of the GJETC) and Ichiro Kutani (Institute of Energy Economics, Japan)</i>
16:35	Setting the scene <ul style="list-style-type: none">• Retrofitting the building stock as key to decarbonization efforts - results of GJETC study• Introduction of the purpose and goals of the Innovation Roundtable <i>Toshiyuki Kudo (IEEJ) and Lotte Nawothnig (WI)</i>
16:45	Input: Introduction to methods of insulation and airtightness renovation of houses <i>Yasuo Kuwasawa, Director of Environmental Engineering, Building Research Institute (BRI)</i>
16:55	Input: Innovative possibilities and potential benefits of prefabrication and Scan-to-BIM technology in retrofitting residential buildings – Insights into the “Energiesprong” project <i>Paula Baptista, Senior Expert International Building & Construction, dena (German Energy Agency)</i>
17:10	Participants’ View on the Challenges Short self-introduction of the participants and comment on the guiding question: <i>What do you think is the biggest challenge regarding energy efficiency retrofitting residential buildings in Germany and in Japan resp.?</i>
17:30	Discussion on Potentials and Complementary Competences Interactive discussion among participants following the guiding questions: <i>Do Scan-to-BIM and prefabrication hold the potential to use sustainable materials with low embedded carbon and circular design?</i> <i>And could the cost of energy efficiency renovation still be reduced compared to traditional practices?</i> <i>What type of collaboration would promote progress in the innovation process towards these objectives from your point of view?</i>

Objectives of the discussion:

- Identifying complementary competences
- Brainstorming on how stakeholders from different countries and companies can collaborate effectively
- Exploring potential synergies and opportunities for knowledge exchange, e.g. connecting the innovation fields “Energiesprong (Scan-to-BIM) process” and “building shell material R&D”; Connecting innovation in building shell and insulation materials with space and shape constraints in retrofitting
- Develop concrete ideas and concepts for joint projects

18:20 **Summary and Outlook**

- Summarize the key findings and collaboration opportunities identified during the dialogue
- Outlook on possible follow-up actions and next steps to be taken to enhance collaboration.

18:30 **Closing**

* 時刻は日本時間

④ 評議会その2 (2024年2月14日、15日；対面)

1日目

09:30	Greeting addresses <i>H.E. Hidenao Yanagi, Ambassador</i> <i>Anton Hufnagl, Div. VB 1 General issues of bilateral climate and energy cooperation, BMWK</i> <i>Shinji Hirai, Deputy Commissioner for International Affairs, ANRE, METI (on-line)</i>
09:40	Words of welcome <i>Tatsuya Terazawa and Stefan Thomas</i>
09:50	The GJETC's study program 2023 Study 1: Electricity Market Design <i>Presentation of the study results by Mitsuaki Ota (IEEJ) and Fiona Bunge (WI) (30 min.)</i> Discussion
10:50	<i>Coffee break</i>
11:05	Study 2: The more effective governance of energy efficiency policies <i>Presentation of the study results by Akinari Takeda (IEEJ) and Frank Labunski (WI) (30 min.)</i> Discussion
12:05	<i>Lunch Break / Group picture</i>
13:05	Topical Paper: Green Industrial Policy and Trade – The Green Industrial Plan of the EU in comparison to the Japanese GX (Green Transformation) Initiative <i>Presentation of the study results by Toshiyuki Kudo (IEEJ) and Lotte Nawoethnig (WI) (30 min.)</i> Discussion
14:30	Discussion rounds in small groups: Topics and formats for the next phase in English <i>First round of discussion: Japanese/German Council Members separately</i> <i>Second round of discussion: 2-3 mixed groups</i>

* 時刻はドイツ時間

2 日目

09:30	Report on the Innovation Roundtable “Scan to BIM Technology and Prefabrication of Innovative Insulation in Retrofitting of Residential Buildings” <i>Johanna Schilling (20 minutes)</i>
09:50	Current political topics in Germany and Japan <i>Input presentation by the Co-Chairs (30 minutes)</i> Open discussion
10:40	Conceptual Talk: Identifying potential topics and formats for the GJETC <i>Reports of the results of group discussions</i> General discussion
11:30	<i>Coffee Break</i>
11:45	Meet the Co-Chairs Outreach with insights into the council’s work open to press and the public
12:45	Joint Networking Lunch

* 時刻はドイツ時間

⑤ 若手研究者との対話 (2023年3月14日; オンライン)

16:30	Greeting addresses Co-Chairs <i>Stefan Thomas and Tatsuya Terazawa</i>
16:40	Part I: Socio-economic perspectives on energy-related policies Sufficiency policies in Germany: Status quo and future prospects (Dr. Susanne Kurowski, arepo Consult) A scenario analysis on the energy demand and supply aiming for the 1.5° C Climate Target (Yugo Tanaka, IGES) A call to consider inequality and justice in energy policy research (Martha M. Hoffmann, PhD Student, Graduate School “EnergySystemTransition” of the Reiner Lemoine Foundation, Europa-Universität Flensburg (EUF))
17:30	Coffee Break
17:35	Part II: Potential and barriers of switching to hydrogen Evaluation of economic and environmental performance of hydrogen carrier from overseas production to domestic final consumption (Sichao Kan, Senior Researcher, New Energy System Group, Clean Energy Unit, IEEJ) Technology framing and public support for measures to tackle climate change (Zarah Thiel, Doctoral Research Associate Environmental/Resource Economics & Sustainability, Ruhr University Bochum)
18:10	Formats and topics: How to foster the cooperation between Germany and Japan with regard to socio-ecological transformations Elevator pitch: DenkRaum - An interdisciplinary think tank at Kiel University (Dr. Daniela E. Winkler, Kiel University)
18:50	Closing remarks Stefan Thomas on behalf of the Co-Chairs of the GJETC

* 時刻は日本時間

第2章 政策課題への効果的な対応策の検討

本章では、日独評議会にて議論された4つの研究テーマの成果を示す。

2.1 電力を中心としたエネルギー市場の在り方

2.1.1 背景と目的

ドイツは2045年、日本は2050年までのカーボンニュートラルを目指しており、近年変動性再生可能エネルギー（以下、再エネ）の導入が加速している。再エネの発電量に占める割合をドイツでは2030年までに80%、日本では2030年までに36~38%とする目標を発表している。しかし、急速な再エネの導入は、電力システムや電力市場の設計に複雑な課題をもたらす。再エネの発電量は季節や天候に依存するため、需給を一致させるために、調整力の機能を果たす電源、すなわち「柔軟性」リソースが必要となる。本調査では、日独のカーボンニュートラル実現に向けて必要な柔軟性リソースの投資を促進するための政策オプションを検討し、日独における政策オプションの導入状況について比較検討を行った。

2.1.2 柔軟性の定義と柔軟性を提供するリソース

政策オプションの検討を行うにあたって、欧州の業界団体 Eurelectric の定義を基に、本調査における柔軟性を定義した。Eurelectric によれば、柔軟性とは、1)ポートフォリオの最適化 2)調整力 3)混雑管理からなる。1)は、ゲートクローズ²前の需給調整のことであり、日本では、発電事業者と小売事業者が、ゲートクローズ前時点で需給を一致させる運用を行っている。2)はゲートクローズ以降の需給調整のことであり、発電事業者と小売事業者の計画のズレ（インバランス）が発足した場合に、送配電事業者が調整力を用いて、インバランスを解消するように努める。その際に、送配電事業者は需給調整市場等を通じて、必要な調整力を調達する。3)は、基幹系統、ローカル系統、配電系統における、送配電事業者による混雑管理のことを表している。日本では、先着優先（後着者抑制型）から送電系統運用者主導によるメリットオーダーに基づいた出力抑制（再給電方式）に移行してきている。1)と2)は、ゲートクローズ前後の需給調整の運用に関するルールである。1)は、日本では30分単位での同時同量が義務付けられているのに対し、2)は、主に数分~数秒単位の応答が求められており、時間の粒度が異なる。3)は系統の混雑した場合の系統運用の運用ルールのことを表しており、1)2)とは目的が異なると考えられる。いずれにしても、本調査では、上記の3つの定義のいずれか又は全てに活用できるリソースを、支援対象とする柔軟性リソースと

² ゲートクローズとは、小売事業者や発電事業者が提出した計画値に対して過不足調整を行うことができるタイムリミットのこと。日本では実需給の1時間前に設定されており、ドイツでは小売事業者や発電事業者が計画値同時同量を達成しやすいように、実需給の5分前（国内取引）と30分前（国際取引）に設定されている。

した。

上記の定義に基づいて、柔軟性を提供するリソース、なかでも脱炭素のリソースを検討した。日独共通で検討されるものとしては、グリーン水素、ブルー水素、ガス火力（水素及びアンモニア混焼を含む）、ダイヤモンドレスポンス（DR）・蓄電池（車載用・住宅用・系統用）が挙げられる。他方で、ドイツでは、熱電併給（CHP）、ヒートポンプ、冷熱のように熱を活用したリソースも柔軟性リソースとして期待されている。また、バイオマス発電も、ドイツでは既に需給調整市場において活用されており、今後の活用拡大が期待されている。

2.1.3 柔軟性投資を促進するための政策オプション

上記で検討した柔軟性リソースの投資促進を促す政策オプションについて、日独間で協議し、本調査では6つのオプションを対象とすることとした。なお、オプション1)-4)は容量市場の類型に関するものであり、オプション4)と5)は間接的に柔軟性投資を促進するものとしてドイツ側より提案された。

オプション1) シングルプライス方式の容量市場

オプション2) シングルプライス方式の容量市場（新設と既存電源で契約期間等が異なる）

オプション3) マルチプライス方式の容量市場

オプション4) 容量支払制度

オプション5) 柔軟な託送料金設計

オプション6) 時間帯料金及びダイナミックプライシング

オプション1)は、新規電源と既存電源を対象とする、シングルプライス方式の容量市場である。シングルプライス方式とは、全国の需要曲線と供給曲線の交点の応札価格を約定価格とし、約定価格以下の電源をシングルプライスで一律に落札する方式である。日本の容量市場は、原則こちらの方式に該当する。本オプションのメリットは、将来の供給力を事前に確保できることで、需給調整ひっ迫のリスクの緩和や卸電力価格の安定化に寄与することが期待される。デメリットは、本形態において容量市場コストを負担するのは小売事業者となるが、小売事業者を通じて需要家に価格が転嫁される可能性があるため、最終的に需要家の負担が増大する可能性がある。

オプション2)は、新設電源と既設電源で契約条件が異なるシングルプライス方式の容量市場である。日本の容量市場は、新設、既設電源共に契約期間は1年間と設定されているが、例えば英国では、既設は1年、新設は最大15年の契約を認めることで、新設投資を促すことが期待されている。

オプション3)は、マルチプライス方式の容量市場であるが、3つのパターンが挙げられる。1点目は、電源種混合での入札を行い、入札価格の安い順に落札され、各電源の応札価格が約定価格となる方式である。本方式では、特定の電源に対する募集量を限定するこ

とがある。日本の長期脱炭素電源オークションは、原則本方式に該当する。2点目は、柔軟性の要件を満たす電源（応答時間、継続期間など）には、落札価格にプレミアムが上乘せされる仕組みである。柔軟性の要件を満たす電源と満たさない電源との間で価格が異なるという点で、マルチプライスの容量市場の仕組みとなる。本方式は、英国やベルギーの容量市場において検討されている。3点目は、電源種別にオークションを行い、電源種毎の落札価格が決まる仕組みである。本方式は、太陽光、風力、洋上風力など発電方式別にオークションを行う再エネのオークションに類似しているが、本方式による容量市場を導入した例は確認できない。3)のオプションのメリットは、特定の電源の募集量を定める、特定の電源に対するプレミアムを付与する、又は電源別にオークションを行うため、政策当局による電源種の管理が容易である。デメリットは、募集量やプレミアムの設定が適切でない場合に、経済性を損なう恐れがある。

オプション4)は、発電設備の容量に対して、公的機関により固定金額を定期的に支払う、補助金に近い仕組みである。本方式は、スペインで既に導入されている。4)のメリットとしては、政策当局にとって市場メカニズムよりも管理が簡単であること、現時点でコストの高い技術は市場メカニズムよりも早く市場展開に繋がる可能性があること、小規模分散リソースは必ずしもアグリゲーションする必要がないことが挙げられる。デメリットは、確保した容量に対して、稼働するインセンティブや要件を定めない限り、実際に供給されない可能性があること、市場メカニズムよりも競争的でないためコスト高になる可能性があることが挙げられる。

オプション5)は、送配電事業者が徴収する託送料金の中に柔軟性（蓄電池やDR）の投資コストを含める仕組みである。本オプションのメリットは、既存の託送料金のスキームの中で実施するものであるため、他の新たな制度よりも開始までのリードタイムが短いことが挙げられる。デメリットとしては、市場メカニズムとは異なり、競争的に安い電源が導入されるとは限らないことが挙げられる。

オプション6)は、電気料金、託送料金、賦課金に対して、時間帯別料金やダイナミックプライシングを導入することで、時間別の価格差により、蓄電池やDRなどの柔軟性リソースの投資回収を容易にすることが期待される仕組みである。本オプションのメリットは、価格シグナルをもとに需給調整を行うことで、グリッド増強と比較して、コスト減になる可能性が挙げられる。デメリットは、本メカニズムに参加する需要家は、必ずしも需給調整を目指して行動するとは限らないため、送配電事業者やアグリゲーターによるサポートが必要になる可能性があることが挙げられる。

2.1.4 日本において検討されている政策オプション

上記の6つのオプションのうち、日本で導入されているのは、オプション1)と3)となる。オプション1)は容量市場が該当し、オプション3)は長期脱炭素電源オークションが該当する。なお、オプション2)とオプション4)に関しては、オプション1)と3)の方式の容量市場

を導入したため、日本では導入されていない。オプション 5)に関しては、2023 年度より導入されたレベニューキャップ制度の下で、送配電事業者は収入上限の範囲で柔軟な料金設計を行うことが認められているが、現時点で柔軟性投資を促進するような仕組みは確認されていない。オプション 6)に関しては、一部の小売事業者は時間帯別の料金メニューなどを設定しているが、これらの取り組みは事業者の収益性を目的としており、柔軟性投資を促す目的では行われていないと考えられる。上記の点を踏まえて、日本からは、オプション 1) 容量市場及びオプション 3) 長期脱炭素電源オークションに関して、以下の通り紹介し、日本では柔軟性を提供する供給力確保の方向性が既に定まっていることを明らかにした。

オプション 1) 容量市場の背景、概要、課題

容量市場の導入背景として、日本では 2016 年の電力小売自由化以前は、既存の大手電力会社は規制料金制度によって発電投資コストを確実に回収することができた。しかし、全面自由化後は、卸電力市場 (kWh 市場) を通じて発電投資コストを回収する必要が生じている。同時に、近年限界費用の低い再エネ (FIT) 電源が卸電力市場に流入することで、卸電力市場価格が下落する時間帯が発生している。卸売市場価格の下落は、短期的には消費者に利益をもたらすが、他方で、火力発電所の設備利用率が低下し、発電事業者は卸電力市場で回収すべき固定費 (kW コスト) を回収できない状況となっている。

そこで、中長期的に適切な供給力を確保するために、市場メカニズムを通じて供給力に対して報奨を与える仕組みとして、2020 年度より容量市場 (kW 市場) が導入された。容量市場では、OCCTO (電力広域的運営推進機関) が、実需給年度の 4 年前にオークションを実施する。2020 年度に 2024 年度実需給向けのオークションが初めて開催され、2023 年度までに計 4 回開催されている。

しかしながら、日本の容量市場の仕組みには 2 つの課題がある。1 点目は、長期契約が締結できないことである、現在の容量市場では、発電事業者は 1 年間の契約しか結ぶことができない。そのため、年によってはオークションで落札されない場合もあるため、固定費回収に不確実がある。2 点目は、経過措置によって、容量収入の減少と減価償却費の回収ができない点である。現在の容量市場の枠組みでは、既存の電源 (2010 年以前に建設) は 2029 年まで容量収入が削減される経過措置の対象となる。この措置により、発電事業者が電源を維持するインセンティブが低下する可能性がある。また、容量市場に関するガイドラインでは、減価償却費を含めることは合理的ではないことが明確にされている。このルールでは、新設電源ではコストを回収できない可能性がある。

オプション 3) 長期脱炭素電源オークションの背景、概要、課題

上記のように、容量市場が導入されたとしても市場設計に課題があり、長期的な投資回収の見通しは不透明になっている。特に、建設期間が長く、多額の投資が必要な発電所への投資は停滞することが懸念される。また、2050 年のカーボンニュートラル実現のためには、

調整力としての火力を脱炭素電源に置き換えるとともに、脱炭素電源の新規・リプレイスへの投資も必要となる。そこで、発電事業の予見可能性を高め、脱炭素発電所への積極的な投資を促すため、長期的な脱炭素電源オークションが導入されることとなった。

長期脱炭素電源オークションは 2024 年 1 月に最初の入札が行われ、現在約定処理を行っているところである。本オークションでは、再エネ、水素/アンモニア、蓄電池、揚水発電、原子力などの脱炭素資源の新設およびリプレイス、ならびに既存の火力発電所の脱炭素発電所への改修を対象としている。落札者は 20 年間の固定費（建設費、運営維持費、資本費等）を受け取ることができる。本オークションでは、容量市場とは異なり、建設リードタイムを考慮し、電源ごとに個別の運転開始日を設定することができる。

長期脱炭素電源オークションでは、固定費が確保される一方、変動費による収入は他市場から得られる。変動費については、上限がなければ、発電会社はいくらでも追加収入を得ることができるため、本制度では返金を求めることとしている。具体的には、他市場収益の 90%は返金することとしている。しかし、他市場での収益を 90%返金するという条件は、一部の発電事業者にとっては投資インセンティブが働かない可能性がある。

2.1.5 ドイツにおいて検討されている政策オプション

ドイツでは、容量市場ではなく戦略的予備力が導入されており、オプション 1)-3)は存在しない。しかしながら、2024 年 2 月に発表された発電所戦略では、2028 年より容量市場を開設することを発表している。詳細は未定であるが、オプション 1)-3)に該当又は組み合わせの制度となる可能性が考えられる。また、同戦略では、水素レディの天然ガス火力のオークションを 2024 年から 2027 年の間に計 10GW(2.5GW×4 回)実施することを発表しており、オプション 3)のオークション方式に類似する仕組みと想定される。

オプション 4)に関しては、急速な再エネへの移行に備えて、既存発電所を維持するための制度が導入されている。例えば、石炭火力の急速な廃止による影響を軽減するために、一部の石炭発電所に対して特定価格を支払うことで待機を促す制度、収益性の悪化により閉鎖される発電所（主に南部に存在）を待機させる制度などが存在する。

オプション 5)に関しては、現状導入されていないが、EU の電力市場改革指令において奨励されている。EU 電力市場改革指令第 18 条の改訂では、EU 加盟国の送配電事業者が DR や蓄電池を推奨するためのインセンティブを策定すること奨励している。また、エネルギー効率指令の第 27 条および第 3 条の改訂により、エネルギー規制当局は、ネットワーク計画、ネットワーク開発、投資決定においてエネルギー効率第一原則を適用することが求められている。これによって、送配電事業者に対して、託送料金の中に柔軟性投資を促すよう求める可能性が高まっている。

オプション 6)に関しては、現時点では導入されていないが、様々な議論が行われている。エネルギー転換に向けたデジタル再始動法（the Law on the Restart of the Digitalization of the Energy Transition）では、スマートメーターの設置を前提に、2025 年からダイナミック

プライスを提供する必要があると定められている。また、エネルギー事業法(EnWG)では、2025 年からヒートポンプと車載用蓄電池の所有者に時間帯別の託送料金制度を提供することが定められているが、これらの計画についての進捗は不透明である。

2.1.6 日独のオプションの比較と今後の方向性

上述の日独で検討されている政策オプションをまとめると以下の表の通りとなる。主な違いは、日本では柔軟性を有する供給力確保のために、容量市場と長期脱炭素電源オークションを通じて確保する方向が明確となっているのに対して、ドイツではこれまで、Energy-only Market の考えから、容量市場は導入されていない。ただし、2028 年から容量市場開始の発表がされており、将来的には日本と類似する方向になっていく可能性はある。また、ドイツでは、柔軟な託送料金制度、時間帯別料金、ダイナミックプライシングによって、間接的に柔軟性リソースを調達する仕組みを検討していることも特徴である。

表 2.1-1 柔軟性リソースの類型と日独の導入状況

オプション	日本	ドイツ
オプション 1: シングルプライス方式の容量市場	導入済 2020 年に最初のオークション	未導入 2028 年より容量市場開始予定
オプション 2: シングルプライス方式の容量市場（新規と既存電源で、契約期間が異なる）	未導入 オプション 1 とオプション 3 を採用	未導入 2028 年より容量市場開始予定
オプション 3: マルチプライス方式の容量市場	導入済 2024 年 1 月より長期脱炭素電源オークションを開始	未導入 2028 年より容量市場開始予定 計 10GW の水素レディガス火力のオークション(2024~2027)
オプション 4: 容量支払制度	未導入 オプション 1 とオプション 3 を採用	導入済 既存発電所の維持策
オプション 5: 柔軟な託送料金設計	未導入 柔軟性投資を促進するメニューは確認されていない	未導入 EU 指令によって推奨
オプション 6: 時間帯料金及びダイナミックプライシング	部分的に導入 ただし、柔軟性投資という目的ではない	未導入 2025 年より導入開始予定

今後の日独の方向性をまとめると以下の通りとなる。日本の電気事業は、2016年の全面小売全面自由化以降、競争を重視する方向にシフトしてきた。近年、カーボンニュートラルが重要な政策課題となり、再エネの拡大はさらに加速すると予想される。他方で、限界費用の低い FIT 電源の卸電力市場への参入によって、従来調整力として機能してきた火力発電所のコスト回収が困難となっている。これは、調整力の確保、特に脱炭素電源の必要性を促している。しかしながら、自由競争の枠内では、必要な能力を計画的に調達できるとは限らない。そこで、政府による投資支援策が不可欠となる。日本はすでに容量市場や長期脱炭素電源オークションのように、柔軟性を確保するための支援策を開始している。これらの政策措置により、カーボンニュートラルに向けて必要な脱炭素の調整電源を計画的に確保することが期待される。

ドイツは、今後は EU のエネルギー効率第一原則を基に、まずは、需要側のリソース（蓄電池、CHP、ヒートポンプ、DR、水電解装置など）のコスト最小化を目指す。2028年開始予定の容量市場が機能するまでは、必要に応じて、需要側リソースの供給力に対する支援策を検討する。また、託送料金の制度を見直し、柔軟性をコストの中に統合できるようにしていく。電力価格、送電網料金、場合によっては税金や課徴金を時間帯別にすることで、需要側のリソースが投資回収を行いやすい仕組みも導入していく。

今後ドイツにおいて容量市場の開始が予定通りに進めば、両国の政策の方向性が重なる可能性はある。その際、日本の容量市場や長期脱炭素電源オークションの経験について、ドイツ側と共有することは有益と考えられる。日本としては、需要側の柔軟性投資を促す仕組みとして、ドイツで検討されている、柔軟な託送料金の設計や時間帯別料金、ダイナミックプライシングの仕組み等を参照することは有益となる可能性がある。

2.2 省エネルギーの深堀に向けた政策強化の可能性

2.2.1 背景

2023年ドバイで開催された COP28 において、2030年に向けて、再生可能エネルギー発電容量を3倍、エネルギー原単位の改善ペースを2倍にする世界的な合意がなされた。カーボンニュートラルに向けては、供給側での再生可能エネルギー導入のみでの実現は不可能であり、エネルギー需要自体を減らしていくために、エネルギー効率を上げていくことが不可欠だということが改めて認識された。

ACEEE(American Council for Energy-Efficient Economy)では、エネルギー多消費上位25カ国のエネルギー効率性能・政策を比較評価する国際エネルギー効率スコアカードを2年毎に発表している。評価は、国の取り組み、建築部門、産業部門、運輸部門の4部門となっており、2022年のスコアカードでは総合で、ドイツが3位、日本は7位と上位につけている。国の取り組みでは、ドイツは1位、日本は3位、産業部門では、日本は1位、ドイツは3位である。両国ともに、率先した政策を既に実施してきていることが解る。

また、ドイツと日本は地理的状況や気候が異なるが、経済は製造業に立脚しているとい

う共通の特徴がある。そのため製造業でのエネルギー効率の向上は重要であり、既に多くの政策が実施されてきた。これまでの長年の努力の結果、ドイツと日本は他国の支援にも供し得る高度な技術を持っている。両国とも国内外での更なる省エネルギー可能性があると同時に、世界の省エネルギー速度を倍増するという目標に貢献することもできる。既に構築された政策をさらに強化するためには、原則に立ち戻って概念を整理し政策の執行構造（ガバナンス）を分析することが有益である。また、エネルギー効率改善の主体は消費者にあるため、消費者の受け止めや行動原理を考えた分析を実施する必要がある。

2.2.2 政策の要素

政策目標達成のための「効果的なガバナンス」とは、定められたエネルギー効率の目標を期限内に達成することを可能にするガバナンスとして定義される。目標を確実に達成するための効果的なガバナンスの要素として以下の5つを挙げることができる。

- 1 目標設定
 - －明確で拘束力のある目標の設定
 - －コミュニケーションの増加による社会的受容性の向上
- 2 ステークホルダーの役割、権限、責任の明確な定義
 - －組織構築、リソースの集中
- 3 資金、透明性のある財務ガバナンス
- 4 目標の監視
 - －モニタリング、評価分析、フィードバック、問題の特定
- 5 政策評価

省エネ政策では、補助金など効率改善を目的とした手段と炭素価格など分野横断的な手段を組み合わせることで、より効果が高まることが期待できる。省エネの実績を妨げる障壁の一つに経済的なものがあるが、例えば炭素価格は脱炭素エネルギーの供給拡大と同時に、効率改善のインセンティブともなるためである。

なお、省エネルギーの障壁は経済的、制度的、行動的の3つ領域に分類することができる。潜在的な障壁は多々あり、適切な政策とそのガバナンス、支援のパッケージが不可欠となる。

表 2.2-1 省エネルギーの障壁の分類

障壁の種類	例
経済的	経済的インセンティブの欠如 金融へのアクセスの欠如/困難 投資家にとっての高いリスク 投資回収の不確実性 企業の短い償却期待（例：3年） 投資家と企業の優先順位の違い
制度的	立法手続きや規制・規定の欠如/複雑さ 政策や目標が統合されておらず矛盾している 既存のエネルギー供給インフラの限界 高効率機器の実効率の確実性
行動的	社会的集団の相互作用、惰性 「節約文化」の欠如、節約の可能性についての認識の欠如 信頼できる情報と知識へのアクセスの欠如 専門知識（スキルとトレーニング）と高度な資格を持つ専門家の欠如 習慣と関連する行動的側面 エネルギー効率の過小評価 新技術に対する不信感や否定的な認識。

出所：日独エネルギー変革協議会第2回資料，2024.2

省エネルギーは消費者（主に法人を想定）が行うもので、意思決定は消費者の組織内で行われる。そこで、消費者の意思決定がどう行われるか、および意思決定に影響する要素について整理する。省エネには多くの場合、設備投資などの行動を伴う。そのため、消費者はエネルギーコストや財務状況、各種規制などの状況を考慮して、予算を省エネルギーに投じるか生産能力など他の分野に向けるかを判断する。判断に影響する要素は以下の表の通りである。

表 2.2-2 消費者の判断に影響する要素

納得感	大義、比較（国間、業界間、同業種間）、評価 - 公平性
圧力	罰則、業界団体、検査、監視/補助金、社会啓蒙、比較、同調圧力
情報	技術、ファイナンス/誰が情報提供するのか？
知識	技術、ファイナンス、ライフサイクルコスト計算
実行者	有資格者、専門技術者、外部サポート（省エネ監査）

出所：日独エネルギー変革協議会第2回資料，2024.2

消費者の判断を行動経済学から見ると、人には「現状維持バイアス」がある。人は機会損失よりも行動の結果として生じ得る実際の損失をより明確に認識するためこれを重視する傾向があり、その結果、意思決定は現状維持に偏る³。したがって、省エネルギー投資を誘導するためには、現状維持バイアスを乗り越えるための、より強い情報提供と推進力が必要となる。

また、消費者の行動には他者の行動も大きく影響し、特に日本では同調圧力が強く作用すると言われている。すなわち、他者が実行していることが最も説得力を持って消費者の行動を促す推進力となる。この作用は「ナッジ (Nudge)」と言われ、行動変容を促すために同じ属性の他者のエネルギー消費量を示すことで、比較を通じて省エネ行動を誘導する手法として注目されている。ただし、起点となる他者の実行が見えてからの行動となるため、大きな潮流とするまでには時間を必要とする。

2.2.3 産業分野の政策

日本の政策

日本では、2度のオイルショックを経験し、省エネルギーの意識が国民に醸成されていた1979年に省エネルギーに関する法律が制定された。加えて現在は、エネルギー政策基本法に基づいて概ね3年毎に定める「エネルギー基本計画」において省エネルギーの方針と目標を示している。この方針に基づいて各省庁は省エネルギー政策を推進している。

日本では、最終エネルギー消費のおよそ半分が省エネルギー法により規制の対象となっている。対象の多い産業部門は、石油危機以降にエネルギー消費量の増加を抑え、2008年以降は減少に転じて石油危機当時と比較して20%の消費量削減を果たしている。対策の遅れている家庭や業務、運輸では、直接規制の範囲の拡大や、建築に特化した省エネルギー法制の策定と基準適合の義務化へと進化してきている。

直接規制の対象になると、1) エネルギー管理者(資格者)の専任、2) 中長期計画の提出、3) 使用状況の定期報告、4) 毎年1%の削減努力、という義務が課せられる。大規模な事業場では、知識のある専門技術者がおり、計画を立てて設備改善を行っているため、高度に管理されているケースが多い。一方、直接規制対象外の中小規模消費者は、多くの場合に専門技術者が不在で、自ら省エネ行動を起こすための知見や人的・資金的リソースに乏しい。そのため、中小事業者への働きかけが課題となっている。

³ ある設備を高効率なものに入れ替える投資を想定する。投資しないことを決めた場合、高効率設備への入れ替えによって得られたはずのエネルギー料金削減という利益を失う(機会損失)。一方で投資することを決めた場合、短期的にはキャッシュアウトによる損失が生じる(実際の損失)。例えばライフサイクルでは累積のエネルギー料金引き下げ額が短期の損失を上回るとしても、短期の損失がより強く認識されることで投資に踏み切れない場合がある。

直接規制の範囲外の中小事業者のエネルギー効率化政策としては、機器のトップランナー制度がある。エネルギーの消費は消費機器において行われるため、市場で流通する消費機器自体のエネルギー効率を向上させるプログラムである。消費機器の全体の効率を上げていくことを目的としている。

EU の政策

EU 加盟国のドイツは、EU が定める方針に従う必要がある。凡 EU では「エネルギー効率指令」(EED) があり、2030 年までにエネルギー消費量 11.7%削減 (2020 年基準)が義務付けられ、年間平均エネルギー削減率は 1.49% (最終エネルギー消費量の削減: 2024 年から 2025 年は 1.3%、2026 年から 2027 年は 1.5%、2028 年から 2030 年は 1.9%) が必要である。EU 諸国は、エネルギー効率に関する意識を高めること、エネルギー消費量が一定の閾値を超えた場合にすべての企業を対象にエネルギー監査を行うことが義務付けられている。エネルギー管理システムは、大規模産業にのみ義務付けられる。人口が 45,000 人を超える自治体では、地域冷暖房計画を定める必要がある。技能の拡大に関しては、新技術の技能を蓄積し、他国から熟練労働者を招聘する戦略を立てている。エネルギー効率化のための資金は、「欧州グリーンディール」の投資によって直接的または間接的に協調融資される。追加の具体的な資金プログラムには、2 億 6,500 万ユーロの「欧州エネルギー効率基金」(EEEF)がある。

ドイツの政策

ドイツでは「効率第一」の基本原則の下、多くの場合は再生可能エネルギーの拡大など関連政策と連動した措置が講じられている。

効率第一原則の追求を目的に、「エネルギー効率戦略 2045」(EffSTRA) では具体的なエネルギー効率目標、政策、分野横断的なエネルギー効率戦略のロードマップを定めている。2019 年に改定された「エネルギー効率法」(EnEfG) は、より野心的な 2030 年目標として最終エネルギー消費量の 26.5% (2008 年基準)、および一次エネルギー消費量の 39.3%削減、2045 年までに最終エネルギー消費量の 45%削減を示している。ドイツの産業向け省エネルギー政策は、エネルギー管理システム・エネルギー監査に関する規制、機器に対する EU の要件、および強力な財政的支援プログラムを組み合わせている。自治体を対象とした熱計画法も 2024 年に施行され、暖房ネットワークの省エネを含む脱炭素化と産業排熱やデータセンター排熱の暖房利用を推進している。

政策の策定や執行には複数の組織が関与する。連邦経済・気候変動省 (BMWK)が、国家エネルギー政策を策定し、部門横断的な法律や取り組みを作る。連邦経済輸出管理局 (BAFA)は、エネルギー効率プログラムと奨励金を管理してエネルギー効率化技術のサポートを提供している。エネルギー庁 (dena) は、戦略の策定、専門知識の提供、コンサルティングやプロジェクトの実施を担う。さらに、多くの連邦および地方のエネルギー機関が、

それぞれの州および地方レベルで関わっている。政府所有の開発銀行（KfW）は建築プロジェクトに財政支援を提供し、BAFA が暖房技術への資金提供で補完している。

2.2.4 日独比較

ドイツでは、複数の政策が導入されているものの、省エネルギーの目標(最終エネルギー消費 Δ 26.5%)と現在の実施経路(2021年 Δ 5.4%)との間にギャップがあるため、さらなる対策を講じる必要がある。日本においては、2030年の最終エネルギー消費目標 2.8 億kl に対して 2022年度は 3.1 億kl と、順調なペースで消費量の削減が進んでいる。しかし、COP28で掲げた効率改善速度 2 倍の為には、更なる対策が必要である。

日本においては、直接規制を長年続けてきた実績があり、計画的にエネルギー消費量を削減することが定着している。また、企業内に資格を持つ専門技術者の選任が義務付けられていることから、知識のある人物が中心となって活動ができる仕組みが構築されている。様々な専門技術者をサポートする仕組みもあり、消費者の判断に影響する要素や障壁に対処できるようにしている。

ドイツにおいては、省エネルギーはエネルギー及び気候政策の基本原則であるため、その他の政策と連動して扱われている。産業の中心的な工場の約 50%が今後 10 年で再投資される予定であり、支援によって新しい産業プロセスの確立を促している。エネルギー管理システムの導入を支援しており、実態の把握や認識、管理ができるようになってきている。また、業界の協会や組織など 399 のネットワーク(3,325 社)があり、知識の共有などネットワーク内での協力による省エネに努めている。加えて、EU を含めた多額の資金提供が用意されている。

2.2.5 提言

両国の省エネルギー政策の特徴を整理、比較することで、次の提言を導出した。

目標とロードマップの策定

政策の強化に向けて先ず必要なことは、新たな目標をしっかりと立てて、具体的に行動できるロードマップを作ることである。目標に対しての意思が確立しており、政策の方向性が明確となれば、支援のための予算や施策も明確となってくる。

組織や権限の集約（ドイツ）

ドイツでは、多数の異なる省庁や機関に責任が分散していることから、予算や人材が不足しており、目標達成の計画、監視、資金調達、支援、報告に対する明確な権限がない。この責任の細分化は、あらゆる非効率とコミュニケーションの衝突、透明性の低下につながる可能性があるため、目標達成に対して法的責任を負う強力な連邦エネルギー効率局に運営

と調整の責任を集中させる必要がある。省エネ政策の分析と実施に関して、DENA、BfEE、KfW などの既存の連邦機関の任務と制度設定をどうするか、あるいは「連邦エネルギー効率局」内で統合するかを評価する必要がある。

政策のモニタリングの改善

ドイツでは、立法期間の初めにエネルギー効率の状況をドイツ議会に報告するため、省エネ政策の調整は 4 年ごとになっており、より頻繁なモニタリングが必要である。日本では、経済産業省は毎年、前年のエネルギー需給と政策の記録であるエネルギー白書を国会に報告しており、省エネルギーに関わる審議会も毎年状況を見直している。より高い目標の達成に向けては、政策目標をよく表す指標の確立などによってモニタリングと政策へのフィードバックをさらに改善できる可能性がある。

企業間協力の強化

ドイツにおいては、産業で 21 の協会および組織（399 ネットワーク、3,325 社・拠点）によるエネルギー効率と気候保護の取り組みがある。このネットワークは参加企業の省エネルギーの底上げに貢献しており、活動を拡張していく。日本においては、各業界団体などで類似の活動があり、大企業から中小企業への知識・技術の移転が期待できる。また、中小企業の対策では、広範な顧客接点を持つエネルギー小売会社による情報提供が有効に機能する可能性が高い。また、ドイツでは「ドイツ企業エネルギー効率化イニシアチブ(DENEFF)」があり、エネルギー効率改善の強化を政治に強く訴える組織に発展した。日本でも各業界団体が、自身の業界の特性を踏まえた前向きな発信を続けていくことが期待される。

エネルギーサービスの活用

省エネルギーには初期投資を伴うため、その負担が障害となる場合がある。エネルギーサービスや ESCO は設備の利用期間を通じて初期投資を平準化することができる方法であり、利用の拡大が期待される。また、初期投資の回収期間が企業の投資基準を超えて長期に及ぶ場合がある。このような場合は、減価償却を前倒しするなど、税制によって支援を行うことができる。

その他

省エネに関する研究開発を更に進め、特にエネルギー多消費分野の主要プロセスや、横断的な技術の省エネの可能性、利点、コストに関する包括的な研究を進める必要がある。

省エネルギー政策と循環型社会・経済の統合アプローチは多くの相乗効果を生み出すと考えられる。エネルギー関連活動を資源節約（水、廃棄物の削減など）と組み合わせることで、省エネルギー効果が得られる可能性がある。

産業の排熱は利用されていることが少なく、それが可能な地域においては、地域の暖房ネットワークに利用することが有効となる。暖房需要の多いドイツでは非常に有効で、地域コージェネレーターを介して計画することが望ましい。

2.3 産業政策としてのエネルギー移行への取り組み例

2.3.1 目的と背景

猛威を振っていた新型コロナウイルスが収束に向かい、停滞していた世界の経済活動が息を吹き返し始めたところに、ロシアがウクライナへ侵攻したことで、エネルギー需給が逼迫しエネルギー価格が高騰した。この危機が、欧州を中心に、世界の共通課題である気候変動対策に加え自国のエネルギー安全保障強化も重大な課題と再認識する契機となった。一方で、米国はこの危機を好機ととらえ、急速に進んだインフレの抑制はもとより、気候変動目標やエネルギー安全保障強化へも寄与しうるグリーン産業育成を目指す産業政策を次々と打ち出した。その動きに欧州や日本も呼応する形で、自国の産業力強化、経済成長を目的とした産業政策を発表、その結果、先進国はもとより中国も巻き込んだカーボンニュートラル社会における産業の覇権争いの様相を呈している。

各国の産業政策は各々の事情により支援規模や手法、進捗に違いがある。2023年2月に「GX実現に向けた基本方針」を閣議決定した日本にとっても、先行する諸外国の対策や成果を参考にすることは、今後のGX実現と産業競争力強化実現に大いに寄与するものである。従い、本テーマでは、脱炭素社会実現に向けたエネルギー移行への取り組みとしての日独両国の産業政策を整理した。その上で、米国や中国の動向も踏まえながら両国の産業政策の特徴を比較分析し、そこから抽出される課題や示唆を以て日本の産業政策に援用可能な手法や政策提言を纏めた。

2.3.2 各国産業政策概況

日本

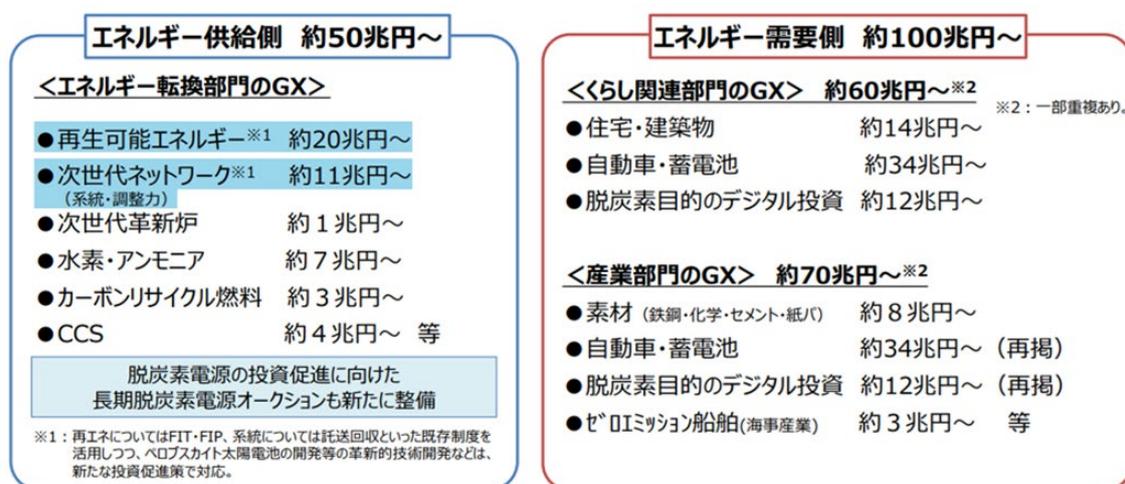
日本はエネルギー供給の多くを化石エネルギーに頼り、かつ化石エネルギーのほぼ全てを海外からの輸入に依存してきた。こうした中で、2050年のカーボンニュートラルを見据え、産業革命以来の化石エネルギー中心の産業構造・社会構造をクリーンエネルギー中心へと転換する「グリーントランスフォーメーション」（以下「GX」）は、戦後における産業・エネルギー政策の大転換を意味する。GXの加速はエネルギーの安定供給につながるとともに、日本経済を再び成長軌道へと戻す起爆剤としての可能性も秘めている。そのため、民間部門に蓄積された英知を活用し、世界各国のカーボンニュートラル実現に貢献するとともに、脱炭素分野で新たな需要・市場を創出し、日本の産業競争力を再び強化することを通じて、経済成長を実現していく必要がある。

2022年7月来のGX実行会議や各省における審議会等での議論を踏まえて、2023年2月

に「GX 実現に向けた基本方針」が閣議決定された。当該基本方針では「エネルギー安定供給の確保を大前提とした GX の取り組み」と「成長志向型カーボンプライシング構想」等の実現・実行の二つを方針の柱としている。

前者については、エネルギーの安定供給・世界の脱炭素化へ貢献と日本の産業競争力強化・経済成長との基本的考え方にに基づき、徹底した省エネや再エネの主力電源化、原子力の活用や、水素・アンモニア等、各重要分野における GX に向けた研究開発や設備投資・需要創出等の取り組みを支援していくものである。投資対象と想定される分野は水素・アンモニアや蓄電池産業など 22 分野に及び、その

表 2.3-1 GX 投資の投資規模



10

出所：経済産業省

後者については、GX 経済移行債を活用した先行投資支援を行うとともに、炭素排出者の行動変容を促すための規制と制度を導入し、国際公約達成と産業競争力強化・経済成長の同時実現を目指すものである。GX 実現に必要な投資規模は今後 10 年間で 150 兆円を超えると試算されているが、この大規模な GX 投資を官民で実現していくための「呼び水」として、政府は「GX 経済移行債」を発行の上、資金を調達、20 兆円規模の先行投資を支援していく。また、カーボンプライシングは、代替技術の有無や国際競争力への影響等を踏まえて実施しなければ、経済への悪影響や、国外への生産移転（カーボンリーケージ）が生じるおそれがある。従い、日本では当該施策を直ちに導入するのではなく、GX に集中的に取り組む期間を設けた上で導入することを基本方針としている。具体的な手法として、排出量取引制度と化石燃料賦課金という 2 つの制度が導入される。排出量取引制度については脱炭素に先進的に取り組む企業で構成する「GX リーグ」にて 2023 年 4 月より試行的に実施しており、2026 年度から本格的な運用が始まる。また、この排出量取引制度を段階的に発展させていき、2033 年度からは発電事業者に対する有償オークションを段階的に導入する予定

である。さらに2028年度からは化石燃料の輸入事業者等を対象に化石燃料賦課金を導入し、当初低い負担から徐々に引き上げていくこととしている。

これらの施策のほかに、環境に配慮した事業に特化したグリーンファイナンスや炭素を排出する事業活動を脱炭素型事業に移行させるためのトランジション・ファイナンス、公的資金と民間資金を組み合わせた金融手法（ブレンデッド・ファイナンス）の確立などに向けて、政府として官民での知見の共有に取り組むこととしている。

また、アジアのGX実現に貢献すべく、「アジア・ゼロエミッション共同体（AZEC）」構想を掲げ、「アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ」を通じて、脱炭素実現に向けたロードマップ策定支援やJBIC・NEXI・JOGMEC等の政府系機関を活用したファイナンスを実施していく。さらには日本全体の温室効果ガス排出量の約2割程度を占めている中小企業のGX実現に向けた支援を進めていく。

EU

2019年12月、EUは2050年まで気候変動に左右されないEUを目指すことを定めた「欧州グリーン・ディール」に合意した。その結果、EUは、金融、エネルギー供給、輸送、貿易、産業、農業の分野において、2030年までに温室効果ガス（GHG）排出量を55%削減するための対策を講じることを約束した。特に変革の課題に直面しやすい国々を支援するため、1,000億ユーロを拠出し、自国経済の脱排出努力を支援する。

化石燃料への依存度が高い地域の苦難を緩和するため、公正移行メカニズム（Just Transition Mechanism）では、より気候変動に配慮した経済部門への移行を促進するための財政的インセンティブ（2021年から2027年にかけて1,500億ユーロ）を創出する。

さらに、EUは、EU規制に拘束されない非EU加盟国からの輸入製品に関する競争上の不利益を防止するために、炭素国境調整メカニズム（CBAM）を設立した。また、産業が生産拠点を基準の低い他国へ流出してしまうこと（いわゆる、カーボンリーケージ）を防止することも目的としている。

2020年6月18日付のEUタクソノミー規則では、持続可能な経済活動のための世界初の「グリーンリスト」を創設した。これは、投資家が気候や環境に大きなプラスの影響を与えるプロジェクトや経済活動に投資する際に利用できる、統一された用語による新しい共通の分類システムである。この規制は、EUが2050年までに気候変動に左右されない地域になることを目指している。

2021年7月、欧州委員会は、欧州グリーン・ディールに盛り込まれた目標を達成するための施策に道を開くため、EU指令および規制の改正・新設を提示するFit for 55パッケージを発表した。

さらにEUは2023年2月に「グリーン産業計画」を発表、この計画では、①予測可能で簡素な規制環境、②能力開発、③開かれた貿易、④資金へのアクセスの迅速化の4つを政策の柱に据えて、クリーン技術・製品の生産能力を拡大し域内産業と製造業の変革プロセスを

加速させることを目的としている。

表 2.3-2 グリーン産業計画に基づく主な施策

予測可能で簡素な規制環境	能力開発
<ul style="list-style-type: none"> 関連技術の基準策定を進めるネットゼロ産業法 供給源の多様化等を図る重要原材料法 電力市場の改革 	<ul style="list-style-type: none"> ネットゼロ産業アカデミーを設立。重点産業(水素、太陽光等)における能力開発・向上プログラムを展開。 能力開発に対する官・民の投資を促進・連携させる。
開かれた貿易	資金へのアクセスの迅速化
<ul style="list-style-type: none"> 自由貿易協定(FTA)等の協力関係を更に進める。 供給源の多様化を図る重要原材料クラブの立ち上げ クリーン技術・ネットゼロ産業パートナーシップの検討 	<ul style="list-style-type: none"> グリーン投資を支援する税額控除・補助金等の導入 戦略的ネットゼロ分野への新たな生産設備投資(ついて、税額控除等による支援を可能に。

出所：経済産業省

ドイツ

ドイツ経済・気候保護省は、2023年10月に産業戦略を発表した。EUのグリーン産業計画と同様、この戦略もまた、ドイツの気候保護目標に沿った産業を目指すと同時に、世界的な情勢や危機に照らしてその経済的な回復力を確保・向上させることを目指している。経済的な回復力の確保・向上には、企業が生産拠点を他国へ移転しないように立地条件を改善することや、パンデミックやウクライナ戦争のような場合でも強固なサプライチェーンを維持し製造業が通常通り操業を継続できるような施策の検討が想定される。

当該戦略は、EUのグリーン産業計画と整合性を取った方針としており、認可プロセスのスピードアップ、海外からの熟練労働者誘致の奨励や高齢者のスキルアップ、カーボンニュートラルな新技術の開発等に向けた取り組みが検討されている。

当該戦略とは別に既に確立された制度としては、エネルギー効率化プログラムと差額炭素契約がある。エネルギー効率化プログラムは、エネルギー効率を改善することによって固定費（ランニングコスト）を削減する中小企業を支援するものである。エネルギー効率化のための投資を可能にするため、KfW銀行グループ（Kreditanstalt für Wiederaufbau: KfW）は、低金利で融資を行い、再エネの開発を支援している。

差額炭素契約は、エネルギー多消費産業における化石燃料の段階的廃止を加速させるとともに、グリーン生産への移行を可能にすることを目的としたものである。当該契約では、気候変動に配慮したプロセスに改善したことより企業側で発生した生産コスト上昇分の差額を国庫補助金でサポートするという仕組みで、企業の競争力を確保することを目的としている。

2.3.3 中国並びに米国の現状

中国

中国は、1980年代に始まった鄧小平の市場改革を経て、社会主義的な計画手法と民間企業や市場メカニズムを組み合わせる社会主義市場経済を導入している。このアプローチに基づき2000年代初頭、中国は技術的に諸外国から独立し、製造業をリードする大国になることを目指し、長期・中期計画を策定、これらの計画では、「新素材」、「電力設備」、「省エネルギー」など10の戦略部門を選択し、「イノベーション能力」、「品質と価値」、「ITと産業の統合」、「グリーン産業」の4つのカテゴリーに沿って主要業績評価指標を策定した。

これらの目標達成には、中国は主に中小企業に向けて、国の直接資金、減税、低利融資などの形で、直接補助金を大幅に活用してきた。支出総額は公開されていないものの、中国は2015年以降、このような形で3,000億円以上を費やしてきたと推定されている。また、共産党による直接指導する国営企業を産業政策の主な担い手として、グローバル市場での優位性を高めてきた。さらに中国は技術やノウハウの国内移転を積極的に進めるべく、外国企業に中国企業との合弁事業を行うことを義務づけた。

2010年代初頭からは、深刻化する環境問題へ対処すべく、脱炭素の方向に開発の目標を定め始めた。2021年、中国共産党は「新発展理念の完全かつ忠実な実施における二酸化炭素のピークカットとカーボンニュートラルのための作業指針」を発表し、2030年までに二酸化炭素のピークアウト、2060年までにカーボンニュートラルの目標を正式に表明した。近年では太陽光発電やバッテリーなど、グリーン経済の重要な分野で圧倒的な市場ポジションを獲得することに成功した。これにより、かつて唯一の超大国であった米国は、中国の経済力と政治的なプレゼンスの高まりによって世界のパワーバランスにおける地位を相対的に低下させただけでなく、グリーン産業とそのサプライ・チェーンに関して脆弱性を抱えることになった。

米国

中国の台頭に対し、トランプ前大統領率いる米国は保護主義的な方向に進み始め、事実上、最も極端な開放的貿易戦争を呼びかけた。その後、パンデミックによって米国経済の脆弱性が重要なセクターで露呈し、サプライチェーン問題によって引き起こされた次のインフレショックによってさらに増幅された。

この一連のショックにより、バイデン現政権は、インフレ抑制法（IRA）とChipプラス法という2つの主要産業政策パッケージを実施するに至った。これらは、経済の早期回復、危機の中で明らかになったサプライチェーンの問題への取り組み、米国を脱炭素の道へと導き、グリーン産業の育成を支援するなど、多くの目標を掲げていた。そのための主な手段がIRAであり、クリーン技術、製造業、クリーンエネルギー生産に向けられる資金総額は4,000億米ドルから7,500億米ドルと推定されている。IRAには、さまざまな税額控除、融資保証、非課税組織への直接支払いが含まれている。さらに、Chipsプラス法では、重要な

基盤製品のひとつである半導体チップの国内生産を促進するために、国が補助金と税額控除を使用している。この2つの措置は、国家が民間部門に規律を与え、統制を及ぼす可能性という重要な点で異なっている。IRA が非常にオープンであり、企業に対してさしたる規定もなく恩恵を提供するのに対し、Chips プラス法からの恩恵には、事前の Due Diligence、事業上のマイルストーン、自社株買いの制限など、厳しい条件が付随している。

2.3.4 比較

ここでは既述した日独や米国、中国のグリーン産業政策の特徴に焦点を当て比較したい。

米国 IRA 並びに Chips プラス法に共通する特徴は大きく二つある。第一に、支援対象先が投資、製造に留まらず EV などの購入者も含まれており、対象範囲が広く、支援の手法も税額控除や債務保証、直接給付など多岐に亘る。支援を受けるに当たっては、部品調達や製造・製品を国内に限定する内国要件が付与されることから、大規模な支援を狙って海外からも含めた投資を呼ぶ結果となっている。第二に、法案成立の時点で支援総額とともに支援対象分野ごとに享受できるメリットが具体的かつ詳細に明示されていることであり、企業の行動を促すうえで大きな効果を発揮している。すなわち、減税の率や期間など受けることのできるメリットが具体的に示されていることから実ビジネスへの効果を誰でも簡単に検討することができ、企業の意思決定を容易にしているのである。このことは、同法成立後早い段階から続々と米国での投資計画が発表されていることから分かる。また、支援を受ける企業に対し国内調達要件を課すことで、製造拠点の米国回帰を一層加速させる原動力となっている。さらにこうした動きは、産業政策を経済政策の議論の最前線に引き戻し、EU や日本、その他の国々に対し、グリーン産業の発展から取り残されないために、自国の産業政策戦略を見直す必要性を感じさせる状況を作り出している。

中国については、古くから補助金をベースに国内企業育成を図ってきており、2015 年に打ち出した産業政策「中国製造 2025」では、同政策で指定された 10 の重点分野を中心に、国有企業に限らず、民営企業を含め幅広い企業に支給され、赤字の補填や研究開発、設備投資に利用されている。さらに、「餡」と「ムチ」の両方を活用している。すなわち、一方では民間部門に多額の補助金と税制優遇を与え、他方では民間企業への党員の配置、大規模な公共部門、資本フローの規制などを通じて影響力と統制力を維持している。

加えて中国は近年、自国の豊富な重要鉱物資源の輸出規制やその精錬技術の囲い込みを強化している。中国は半導体産業の育成を進めているが、アメリカは関連する先端技術の中国への輸出規制を強めている。重要鉱物とその精錬技術の管理や、それらを利用した蓄電池や EV などグリーン技術における自国産業の競争優位性を高める背景には、こうしたアメリカの動きをけん制する狙いがあるとの指摘もある。

日本では、GX基本方針において道行きを示した22分野について大きくくり化等を行った、16の重点分野に関する「分野別投資戦略」が2023年12月に纏まり、対象分野別の投資規模や施策の概要・タイムラインが固まった。また、電気自動車やSAFなど温室効果ガス排出削減に寄与する製品の生産に対する税制優遇の検討も始まり、今後詳細を詰める段階にある。また150兆円の官民共同投資の起爆材となるGX経済移行債が本年2月より順次発行され、そこで得た資金が政府による先行投資支援の原資として活用される。

法制面では、2024年2月には、水素及びCCSに関する法律案（水素：水素社会推進法案、CCS：CCS事業法案）がそれぞれ閣議決定された。水素社会推進法案は、脱炭素化が難しい鉄鋼・化学等の産業や、モビリティ、発電といった分野に低炭素水素等の供給・利用を促進することで同分野でのGX実現を後押しすることを目的としている。CCS事業法案については、2030年迄に民間事業者が国内でのCCS事業を始めるための事業環境整備として、貯留事業・試掘に係る許可制度や貯留権・試掘権の創設、貯留事業者及び二酸化炭素の導管輸送事業に関する事業規制・保安規制を整備する目的で制定される。いずれも今国会で審議を経て成立予定である。

このように、一連のGX関連政策は先行するIRA等を参考に支援と規制をバランスよく組み合わされたコンセプトとなっており、現在制度の具体化が進行中である。

EUについては、グリーン産業の囲い込みともいえる自国への投資誘致策であるIRAに対抗する形で、グリーディール産業計画を発表した。太陽光発電やヒートポンプ、バッテリーなどのネットゼロ技術の域内生産強化を狙い、ネットゼロ産業法や重要原材料法などの法案を発表し、法制化に向け議論がされている。これらの法案はいずれも許認可プロセスの簡略化等の制度面や人材育成面といった競争力強化の為の環境整備に重点を置いており、新たな補助金の割り当てといった助成策を盛り込んだものではない点が特徴といえる。そのため、支援策の原資については、当面既存の支援スキーム（InvestEUやEU Innovation基金、復興基金等）を活用することが基本となるが、今後支援案件が増加した場合、財源確保の議論は避けて通れない。

ドイツでは、昨年ドイツ連邦憲法裁判所が、新型コロナウイルス対策のために予算上確保した600億ユーロを、気候変動対策など別の用途に転用する政府の措置を憲法違反とする判決を下した。このためEU同様ドイツも産業戦略への財源確保が急務である。

2.3.5 日独協力分野に関する提案

今後導入される日独両国の産業政策の目的達成に向けて、課題としては次の点があげられる。

まず、重要分野への支援策の具体化と周知・発信が必要である。日本に関していえば、2023年12月に「分野別投資戦略」がまとめられたものの、各投資対象に対する個別具体的

な施策やタイムラインが未決定なものもある。今後民間企業による利用度を高めるべく、継続的な支援策の具体化と発信が求められる。

施策実施成果の定量的・定性的な測定と分析も重要である。日本のGXの究極の目的は経済成長を伴うGHG削減とエネルギー自給率向上であることから、GX関連施策実施による効果を定量的に図り、必要に応じ追加措置（追加規制や財源確保など）を講ずる必要がある。定量的な評価指標（例えば、補助金1万円でCO₂が何グラム減ったか、分野別の利用状況とその削減効果など）を使い、政策の途中段階でも随時評価を行い、よりよい方向に軌道修正することが求められる。

化石燃料賦課金の制度設計についてもバランスの取れた詳細設計が必要である。化石燃料の輸入事業者等への賦課金がそのまま電気代へ転嫁されると電化促進への障害となる一方で、高い電気料金は消費者や産業の省エネや再エネ投資を促す効果もある。両方の作用に配慮した制度設計が必要である。

第3章 日本のエネルギー政策への提言

ここでは、ドイツの最近のエネルギー・環境政策動向を概観するとともに、ドイツとの共同研究成果も踏まえて日本のエネルギー政策への提言を検討する。

3.1 ドイツの政策動向

この1年、ドイツでも様々な政策の展開が見られた。ここでは、それらのうち特に注目すべきと考えられる幾つかを取り上げる。いずれの展開からも、産業の保護・強化、というドイツ政府の重要なメッセージを読み取ることができる。

産業界の反応と対応

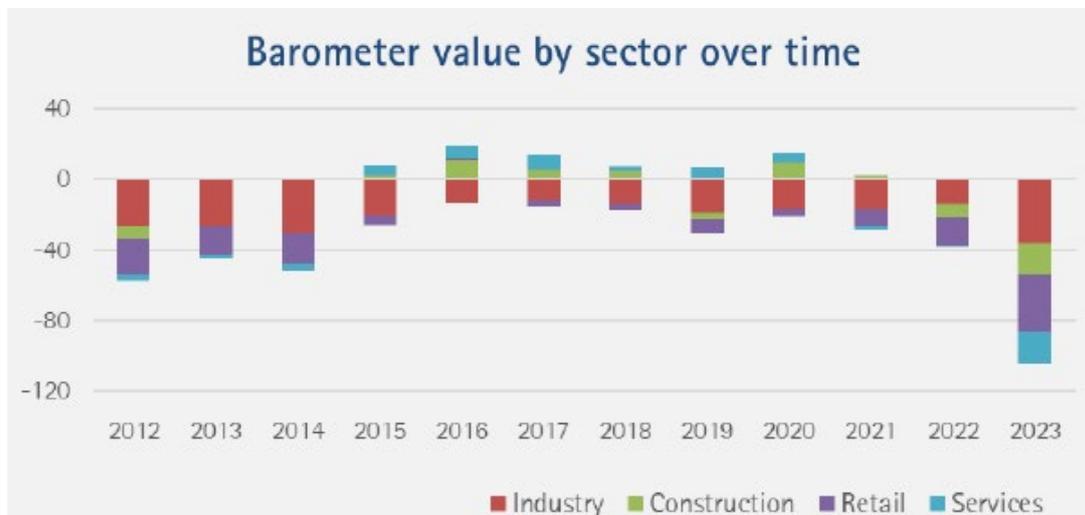
ドイツはあたかも全国一丸となってエネルギー転換に突き進んでいるかのような印象を持つかもしれないが、実はそうでもないようだ。2023年7月にDIHK（ドイツ商工会議所）が発表した「エネルギー転換バロメータ 2023」は、ドイツ産業界のエネルギー転換に対するリアルな反応を浮き彫りにしている。

「エネルギー転換バロメータ」はDIHKが毎年会員企業を対象に行っているアンケート調査である（2023年の回答数は3,572）。下図は、「エネルギー転換はあなたの会社の競争力にどのような影響を与えているか？」という問いに対して、「非常に良い影響（+100ポイント）」から「非常に悪い影響（-100ポイント）」の5段階で得た回答を集計したものである。

先ず指摘できるのは、過去13年間の調査を通じて、ネットでプラスになったのは2016年と2017年の2度だけであり、かつ両年ともその程度が+1ポイントにとどまったという点である。建設業やサービス業はプラスになったことも多々ある一方で、産業（industry）は一貫してマイナスでその程度も大きい。「産業」はエネルギー転換の利益を実感できておらず、逆に負担感の高いことが想像できる。

加えて、2023年調査の結果は過去13年間で最低の-27ポイントであった。業種別には特に産業で悲観的な回答が多くなっており、産業全体では-38ポイント、エネルギー多消費産業では-55ポイントという結果であった。分析では要因として、電力などエネルギーコストが高騰していることと、建築エネルギー法（Building Energy Act）や省エネルギー法（Energy Efficiency Act）など矢継ぎ早に打ち出される難易度の高い政策への対応に苦慮していることを挙げている。ただし、エネルギーコスト上昇の背景にはウクライナ戦争もあり、必ずしもエネルギー転換の影響とはいえないことに注意を要する。

図 3.1-1 業種ごとのバロメータの推移



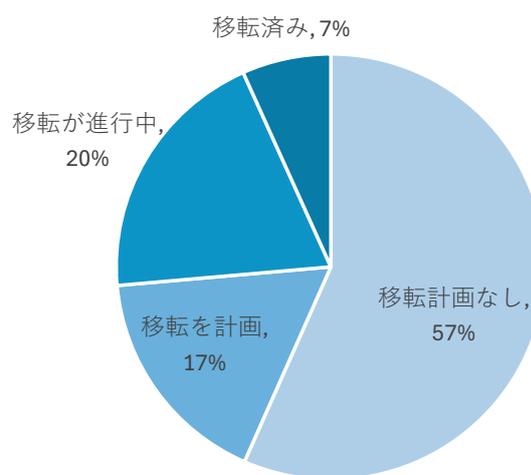
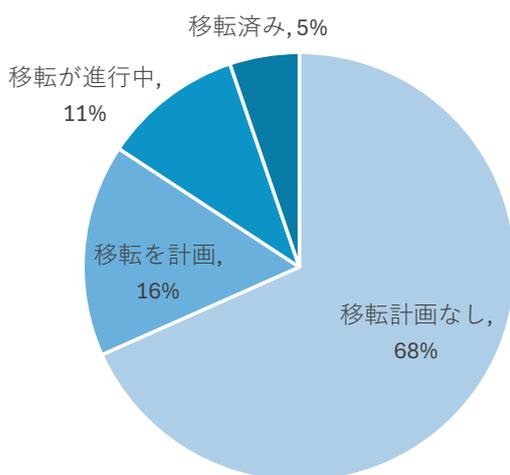
出所：DIHK, Energy transition Barometer 2023

そしてドイツにとって問題なのは、こうした厳しい事業環境への対応として、少なくない企業がドイツ国外への移転を考えていることである。特に大手企業（調査では従業員数 500 名以上と定義）では、四分の一以上が製造能力の国外への移転を実行に移しているという。こうした事態は今後日本でも起こり得るものであり、エネルギー転換のコストや政策対応の負担への考慮、政策形成のプロセスにおけるステークホルダーとの対話の重要性を示している。

図 3.1-2 産業のうちドイツ国外への移転を検討している企業

全産業

従業員数 500 名以上の大手

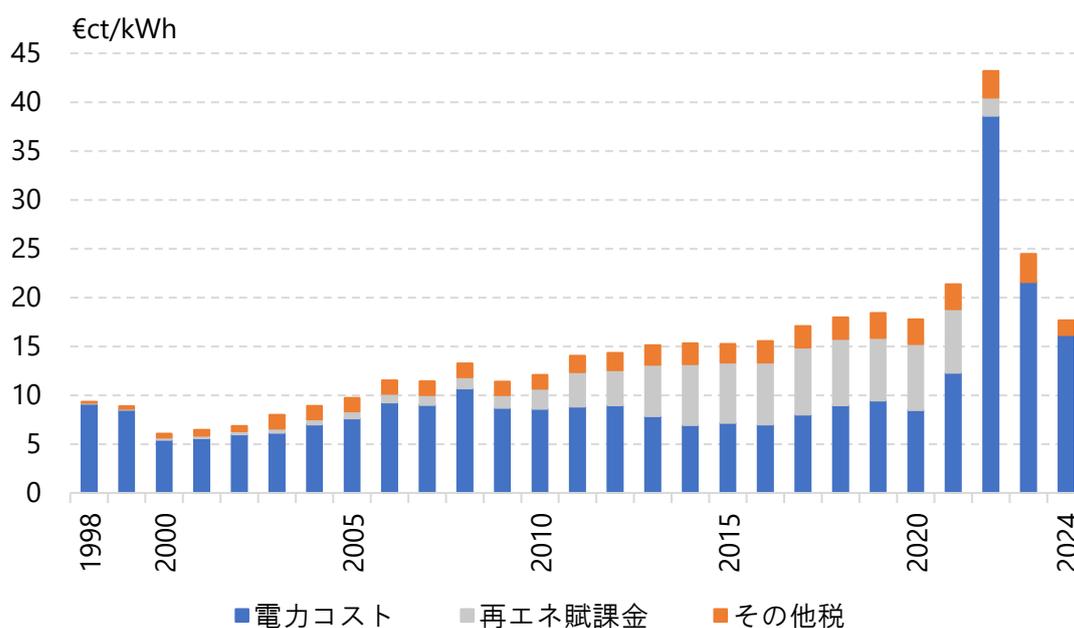


出所：DIHK, Energy transition Barometer 2023

このような状況に対してドイツ政府は手をこまねいている訳ではなく、1か月に及ぶ議論の末、連立政権で製造業向け電気料金の引き下げに合意した。産業用電気料金では2022年1月に再エネ賦課金を廃止したが（同年6月に家庭用でも廃止）、公租課税の負担をさらに減らすことで製造業を支える。具体的には次の措置からなる。支援の総額は、2024年だけでも120億ユーロ（約1兆9,200億円@160円/ユーロ）にもなる⁴。

- ・ 全製造業を対象に、電力税を2024年から2028年までの間は引き下げ。2024年と2025年は、現行の€ct1.537/kWhからEUが定める最低額の€ct0.05にする。
- ・ エネルギー多消費製造業を対象に、EU-ETSの下で課せられる電力のCO2コストに対する補填を5年間延長。
- ・ 特にエネルギー消費量の多い約90社を対象に、CO2排出取引コストに、当該企業の付加価値額に応じた上限を設定。
- ・ 2024年は、送電料金の値上げを抑制するために政府が補填。

図 3.1-3 ドイツの産業向け電気料金の推移（年間消費量 0.16-20GWh）



出所：BDEW, 2024年2月, “Strompreisanalyse Februar 2024”

⁴ Clean Energy Wire, 2023年11月10日, “German govt coalition agrees power price package to relieve energy-intensive industries”

LNG 供給力の拡大

ドイツのエネルギー転換も様々な課題に直面しており、社会やエネルギー需給、技術の現実を踏まえた対応を採っている。その最たるものが、天然ガスに係るものであろう。天然ガス供給の脱ロシアを決めたドイツは、それを補うために新たに大量の天然ガスを調達する必要に迫られている。ロシアに替わるパイプラインガスの供給源はノルウェーなどに限られていることから、LNG に多くを求めるようになってきている。2022 年 12 月にドイツ初の LNG 受入れ設備（浮体式）が Wilhelmshaven で稼働したが、その後 Lubmin（2023 年 1 月）と Brunsbüttel（2023 年 10 月）で同じく浮体式の受入れ設備が運転を始め、さらに Mukran と Stade でも 2024 年中の稼働が見込まれている。加えて、Wilhelmshaven などでは陸上の受入れ設備も計画されている。

輸入インフラの整備や LNG 契約の確保では、民間の力を活用しつつも政府が大きな役割を担った。現実のエネルギー供給危機に直面し、気候変動政策や競争政策を一時的に棚上げし、なりふり構わない措置に出たといえる。このとき問題となったのは、2045 年と定めたドイツの炭素中立目標である。残された時間は 20 年強しかなく、エネルギー設備の寿命との関係から、無駄な投資ではないか、将来不良資産化するのではないか、との批判があった。短中期的には不可欠な天然ガスインフラ投資と長期の不確実性の両方を勘案した選択が、移設が容易な浮体式 LNG 受入れ設備なのだろう。2023 年の冬はこれまでのところ需給ひっ迫や価格の高騰はみられず落ち着いているが、ドイツ政府の決断もこれに貢献した。仮に、気候変動対策を優先するスタンスを崩さず LNG 供給力の拡大に踏み切らなければ、結果としてエネルギー供給危機を招き、産業の流出を加速することになったかもしれない。

図 3.1-4 ドイツの LNG 受入れ設備（2024 年 3 月時点）

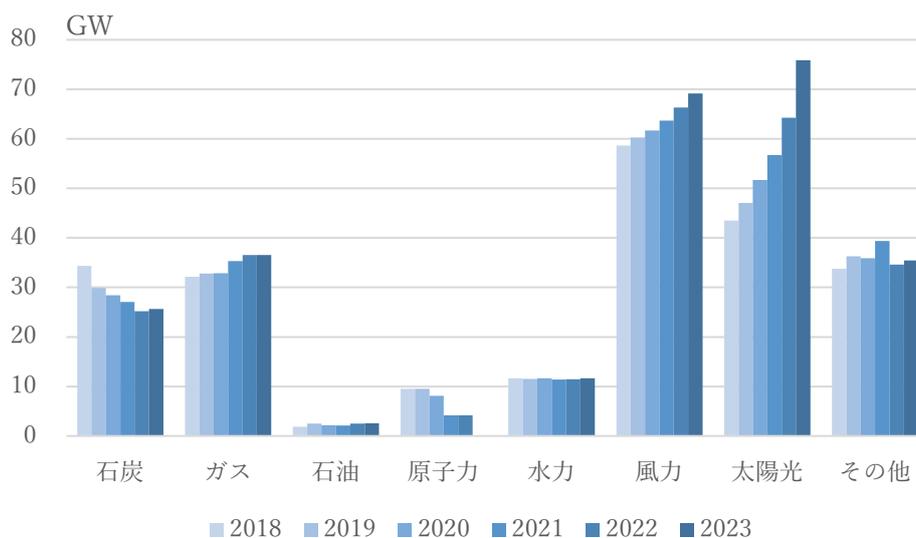


出所：各社 HP などをもとに作成

電力安定供給に向けたガス火力の増強

ドイツでは、2038 年末までに石炭火力を廃止するとの方針に向け、石炭火力の減少が既に始まっている。また、2023 年 4 月に最後に残っていた原子力発電所 3 基（計約 4.3GW）を完全に停止したことで、電力の安定供給やコストに対する懸念が高まっている。石炭火力は一部を予備力として維持するものの、温室効果ガスの排出が大きい石炭火力の稼働は最小に抑えようとすればガス火力を使うしかない。そこでドイツ政府は、将来の水素専焼への転換を前提としたガス火力発電所の募集を行うと発表した⁵。募集する容量は 2.5GW×4 基で、初期投資および運転費に対して 160 億ユーロ（約 2 兆 5,600 億円@160 円/ユーロ）の支援を用意する。2032 年までに水素専焼への転換計画を策定し、2035 年から 2040 年までの間に燃料転換を行わなければならない。将来の水素転換が義務付けられるとはいえ、電力の安定供給にはガス火力への大型投資が不可欠との現実的な認識が底流にある。

図 3.1-5 ドイツの発電設備容量の推移



出所：The Federal Statistical Office, World Nuclear Association を元に作成

炭素中立に不可欠な CCS/CCU の推進

CCS 政策でも進展があった。BMWk は 2023 年 10 月に新たな産業政策「Industrial policy in changed times」を発表した。世界の地政学環境の変化や国内産業が抱える様々な困難、炭素中立目標への貢献といった課題を踏まえ、ドイツ産業の強化に向けた処方箋を提示している。そして、産業を刷新するための処方箋として排出権取引や資金供給、グリーン市場

⁵ BMWk, 2024 年 2 月 5 日, “Agreement on Power Station Strategy”

の構築、自動車産業の強化とともに、CCS/CCU を取り上げている。自国の炭素中立実現に不可欠であり、また欧州域内のみならず世界で大型事業の実例があることを示し、ドイツでも CCS/CCU を追求するとしている。

BMWk はその後 2024 年 2 月に、炭素管理戦略（Carbon Management Strategy）の概要と CCS 法（Carbon Storage Act）の改正案を発表した⁶。CCS 法改正のポイントは、1）石炭火力の CO₂ パイプラインへのアクセスを認めないこと、2）貯留可能なのは海域のみであること、3）CO₂ パイプラインに関する新たな許可制度を設けること、である⁷。

ドイツでは一般的に、CCS に対する根強い反対があると言われている⁸。このような社会的背景を踏まえれば、今回の戦略と法改正案の提示から、炭素中立を目指すなかでドイツにとって産業競争力の維持強化は不可欠であり、またそれを実現するうえで CCS/CCU が重要との認識を改めて確認することができる。

3.2 日本のエネルギー政策への提言

3つの共同研究の成果および前述したドイツの政策展開を踏まえ、日本のエネルギー政策への提言を次のとおり提示したい。

① 電力市場の柔軟性確保に関する日本の経験を伝える

共同研究テーマのうち「電力を中心としたエネルギー市場の在り方」では、柔軟性確保に向けた具体的な制度構築という点で日本の方が先行していることが明らかとなった。日本は既に 2020 年から単年度ベースの容量市場の調達を開始したほか、2024 年 1 月には第 1 回の長期脱炭素電源オークションを行った。対するドイツは 2028 年までに容量市場を構築すべく検討を進めている段階にある。ドイツは周辺国との電力輸出入という簡便かつ低コストな需給調整手段を持つという優位性がある点や、容量市場は需要家のコスト増に繋がるという判断から、柔軟性確保に向けた制度構築の議論が積極的に行われてこなかったと想定される。他方で、ドイツでは再エネ大量導入や石炭火力の廃止などカーボンニュートラルに向けた電力供給構造の変化が現実のものとなってきており、国が計画的に柔軟性を確保することが必要との判断から、容量市場導入の検討が始まったと考えられる。

こうした状況から、まずは日本で始まった柔軟性確保の取り組みの成否を見極める必要がある。今後、調達した柔軟性が市場で実際に機能しはじめ、その過程では新たな問題が見出されることも考えられる。そうして日本で積み上げる経験を、ドイツで制度構築

⁶ BMWk, 2024 年 2 月 26 日, “Minister Habeck intends to make it possible to use CCS: “Without CCS, there is no way we can reach our climate targets.””

⁷ JNUS, 2024 年 3 月 11 日, 「ドイツ連邦政府、炭素管理戦略の概要と CCS 法の改正法案を策定」

⁸ Wuppatal Institut, “Chances for and Limitations of Public Acceptance of CCS in Germany”

に役立てて行くことが期待される。

② 省エネにおける非直接規制分野の対策強化

共同研究テーマのうち「省エネルギーの深堀に向けた政策強化の可能性」では、現行制度の下では直接規制の対象外となっている分野の対策強化が必要であり、特に日本にとっては「政策のモニタリングの改善」「企業間協力の強化」「エネルギーサービスの強化」が重要であるとの結論を得た。講じた政策がどの程度の効果を発揮したのかを把握し、それを改善に役立てていくことが重要であるのは論を待たない。

直接規制の対象外とはすなわち、事業規模の小さい企業を指す。それらの企業では省エネを実践するために必要な知見や人材、資金が不足する場合がある。日本には業種ごとに様々な団体があるが、類似の事業を行う企業間であれば、製造やビジネスのプロセスの類似性から省エネに係る問題意識や改善点への気づき、学びが得やすいただろう。また学びの機会も、異なる業種間であっても、同一地域の企業間でも生まれ得る。例えば気象やエネルギーコストには地域性があり、類似の外部環境の下で発想する省エネ機会もあるだろう。既にある業界団体や商工会の枠組みを活用して、こうした業界内、あるいは地域内の企業間の省エネ協力を強化していくことが期待される。

また、非規制部門に省エネを働きかけるという点で、ユーティリティ企業の力を活かすことも重要である。ユーティリティ企業は地域のあらゆる企業や個人と接点を持っていることが他にはない強みである。またエネルギーを取り扱う専門家でもあることから、省エネルギーを広めるうえで最適な立場にある。一方で、省エネルギーは電力や都市ガスといった商材の販売量減少につながるため、ユーティリティ企業側にインセンティブが働きにくい。そのため、ユーティリティ企業が省エネで役割を果たしていくうえでは、ユーティリティ企業自身の意識の変化が求められ、そのための仕組みが必要である。

③ 炭素中立戦略における産業競争力への考慮

共同研究テーマのうち「産業政策としてのエネルギー移行への取り組み例」では、日本や欧州、米国はもとより中国も加えて、熾烈なグリーン産業競争が行われていることを整理した。また本章の前段では、ドイツの企業はエネルギー転換の負担にあえており、少なくない企業がドイツから流出しようとしていることを明らかにした。また、ドイツ商工会議所の分析によると、ドイツ企業が国外移転を検討する背景にはエネルギーコストと難易度の高い政策対応がある。

こうした状況が日本で生まれることを回避すべきである。エネルギーコストという点では、ミックスと時間軸が重要である。化石燃料の値動きはそれぞれ異なり、相対的な価格優位性は変化していく。また契約形態（長期/短期、フォーミュラの参照指標、など）によって価格も様々である。最安値を選択し続けるのは不可能であることを前提とすれば、エネルギーの種類や契約形態でミックスを構築・維持することが次善策となる。ま

た、炭素中立に必要な技術には開発中のものもあるが、それらのコストは習熟や市場の拡大、すなわち時間とともに漸減する。そのため、新技術の習熟や市場規模の拡大を支援することによってコスト減を促すことが求められる。

政策対応の難易度という点では、政策形成のプロセスが重要である。長期目標からのバックキャストに基づく視点だけでは、現実を無視した規範的な措置が選択されやすくなる。野心を踏まえつつも、どの程度の変化速度であれば産業が現実に対応可能なのか、産業は何を困難と捉えその解決には何が必要なのかを、ステークホルダーとの対話を通じて探っていかなければならない。

