

ドイツ再生可能エネルギー転換に及ぼす生命保険会社による投資の役割*

序（問題設定）

本稿の課題は、ドイツにおけるエネルギー転換（Energiewende、化石燃料・原発から再生可能エネルギーへの転換、以下、意味を明瞭にするため再生可能エネルギー転換と表記）と、それが進行した時期におけるドイツ生命保険会社のこの間の構造変化との有機的な関連を解き明かすことである。

以下のいくつかの客観的背景が、ドイツ生命保険会社が再生可能エネルギー投資に向かうメカニズムを用意している。

第1に、再生可能エネルギー転換やインフラ整備という国家的課題に民間資金が求められたため、それに対応した規制緩和が行われたり、新たなしくみが広がったことである。

第2に、ドイツの老齢保障において公的年金制度の役割低下に伴いこれに代わるものが求められ、老齢保障を担うビジネスがそれに対応したことである。

第3に、ドイツの生命保険がこの時期、経営上の構造的問題に直面し、資金運用の新展開が必然化していたことである。

これら社会経済的課題と保険会社の事情が、相互補完的に、ドイツ生命保険の再生可能エネルギー投資への傾倒につながっていった流れを描く。とりわけ、設備投資が大規模であり、資金の出し手として機関投資家を想定せねばならない洋上風力発電に焦点を当て、この分野においてドイツの生命保険が、どのような背景から有力な資金の出し手として伸びていくかを論じる。

本編の編成は以下の通りである。まず、再生可能エネルギー転換の中での洋上風力発電、水素製造・水素ガスパイプラインの役割を位置付ける（ドイツで、洋上風力発電は陸上風力発電や太陽光発電と異なる特別な性格がある）、という視点から叙述するため、1章では、ドイツの再生可能エネルギー転換全体について鳥瞰し、その中での洋上風力発電の位置付けを見た。2章は、その中でのドイツの洋上風力発電の位置付けと保険会社による洋上風力発電への投資形態を資料から割り出し、5章につながる保険会社グループ内資本投資会社による投資ファンドの重要な役割に導いた。その際、電力大口相対契約-PPAが必須であることも示した。ドイツで再生可能エネルギー転換が順調に進んだ要因の1つに再生可能エネルギーのコスト低下があり、その源には中国製ソーラーパネルや風車設備における中国の圧倒的低価格・国際競争力があることについてもここで論じた。

3章ではドイツ再生可能エネルギー転換の障害として南北間電力偏在に対応すべき全国送電網の敷設が遅滞していることがあり、その解決策の1つとして4章で、Power-to-Xとしての水素ガスパイプラインの位置付け、電力以外の熱・交通での水素の潜在的役割、政府の補助金プロジェクト、水素投資にまだドイツの保険会社は本格的に乗り出していないことを論じた。

5章では、ドイツ生命保険業界を巡る環境変化から、ドイツの保険会社が再生可能エネルギー投資に向かった背景を解いていった。5-1では第1に財政逼迫、第2に私的年金制度改革において生命保険の位置付けが他の年金商品と並べた場合、従来より相対的に低くなったという背景から、生命保険のインフラ投資が必須化した流れ、保険会社のインフラ投資促進に寄与する必要自己資本規制：ソルベンシーIIの緩和について、5-2ではドイツ生命保険の資金運用の長期変化を説明、5-3では、ゼロ金利/マイナス金利の中で資金運用の問題を抱え新たな資金運用先を求めたドイツ生命保険が、グループ内の専門投資ファンド（以前の“Spezialfonds”が近代化し Spezial-AIF に）を最大限活用し、インフラ、再生可能エネルギーのようなオルタナティブ投資で長期・安定した利回りの投資先を拡大させていったこと、この Spezial-AIF が他保険会社・年金基金のような機関投資家からの投資も受け入れ、このビジネスを伸ばしていることを論じた。総じて、ドイツの保険会社は、資金運用の問題を解決するだけでなく、新たなビジネスに伸びる力を得たこと、これが国民経済的課題解決にも平仄が合っていたという構造を描く。

最後の6章で、世界的に拡大している PPA が日本の洋上風力発電では難しい環境にあるこ

*本研究の学術論文としての成果（本稿）は『生命保険論集』第232号、pp.1~156に記載しております。

と、しかし、PPAを当初からプロジェクトファイナンスに組み込めるような条件を整えるなどの方法、そして、ドイツの水素ガスプロジェクトで行われている「償却勘定」を日本の洋上風力発電で応用、という示唆が得られることを叙述した。さらに、世界でトレンドとなっている保険会社グループによる専門投資ファンドの拡大についても、日本でも、海外のこうしたファンドへの投資だけでなく、日本の生命保険会社やDBJ証券がファンド立上げを手がけるケースが徐々に見られるようになってきていることを指摘した。

なお、本稿の議論の前提となる第1章での再生可能エネルギー転換の具体的状況、第2-4節での中国の国際競争力、そして第3、4章で詳述する全国送電網や水素戦略に関する技術的叙述は、一見すると生命保険という中心テーマから離れるように見えるかもしれない。しかし、これらは論理的には本稿の結論を導く上で必然的な構成要素であるため、各章の冒頭でその論理的接続を明示することで、技術的部分に付き合う必要が無い読者も全体の論理だけ追えるよう配慮した。

1 電力において再生可能エネルギーが過半になったことが経済・社会を変える

直近の2024年全体のドイツのデータでは、電力については再生可能エネルギーが59%を占めている。電力の過半を火力や原発のような集中的発電ではなく、地域分散した再生可能エネルギーが担うようになったことは、社会・経済の仕組みを変えるインパクトを持つと考えられる。その点を押さえた上で、本稿でドイツ生命保険会社投資先として主として考察の対象とする洋上風力発電を、この再生可能エネルギー転換の中のどこに位置付けるのか、まず論じる必要がある。

荒く見取り図を概観するため、ドイツの再生可能エネルギーを発電主体のベースで捉えたと、以下の3つに分類することが出来る。①第1のグループは、発電側は大エネルギー企業、ファイナンスは機関投資家、需要家側は大企業とりわけITデータセンターが主体（「地域集中大規模」グループ）となる。再生可能エネルギーの発電方法で言えば、洋上風力発電やメガソーラーがここに当たる。

②第2のグループは、一定の規模や国際展開もしている独立系発電業者（IPP）と地域需用者（「地域分散中規模」グループ）がプレイヤーとなり、個々の事業体の規模は①ほどではないが③のように小さくはない。再生可能エネルギーの発電方法は、陸上風力発電、メガソーラーがメインとなる。

③第3のグループは、地域の市町村や^{シュタットヴェルケ}（都市公社と訳されることもあり、市が一定比率の持分を所有する半市営公益企業）、エネルギー協同組合（発電のため個人や地域小事業主によって組織）、そして個人の屋根に乗せたソーラーやペラングPVに至るまで、主として陸上風力発電、小～中規模ソーラーが中心となる（「地域分散小規模」グループ）。ここでは、生産者＝消費者の「プロシューマー」が大きな役割を果たす。地域のエネルギーシステムではあるが、ドイツの再生可能エネルギー（電力）の所有者構造（2020年）を見ると、個人が30.2%と、この第3のグループが最大の比率を占めている。この地域のエネルギーシステムが、ドイツの再生可能エネルギーの中核と位置付けられるのである。

このうち①には、ドイツ生命保険会社の有力な新しい投資先として登場する洋上風力発電が含まれる。本稿ではこの保険会社の洋上風力発電投資について主として分析するが、それに際して論じておかなければならない比較的新しい現象がある。第1に、電力取引におけるPPA（Power Purchase Agreement）という大口相対取引が投資の絶対の前提となること（2-3で叙述）、第2に、かつてのロシア産天然ガスの代替エネルギーのように浮かび上がってきた水素ガスが洋上風力発電と関係付くこと（4章で叙述）、である。

第1のPPA（長期大口相対取引）については、ドイツの生命保険会社が洋上風力発電に投資を行うについて、重要な役割を果たしている。洋上風力発電プロジェクトは、発電容量からしても非常に大きく、本来ならば安定した顧客を確保出来るかにおいてリスクが大きいはずである。しかし、この大型案件が安定したビジネスとして位置付けられるようになったポイントは、このPPAにある。PPAは、多くの場合発電された電力を直接需要家が使うのではなく、再生可能エネルギー由来の電力価格を固定する一種の金融取引として機能する。

第2の水素については、まずは洋上風力発電のPower-to-Xとして位置付けたが、遅々として進まない電力以外の再生可能エネルギー転換の旗手としての脈絡でも、注目すべき分野である。水素製造プロジェクトについても、水素ガスパイプラインプロジェクトについても、ドイ

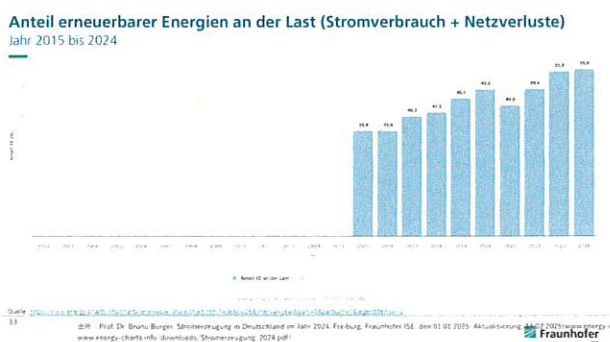
ツ生命保険会社の投資先としてまだ確実な対象にはなっていない。が、これらについても、ドイツ生命保険会社グループは損害保険ビジネスとしてはすでに乗り出しており、建設計画、政府による促進策の枠組みも出来た。海外の案件には既に投資を行っている。条件が整えばドイツ国内の水素事業もドイツ保険会社による将来の投資対象となり得る。

以下、このようなドイツの再生可能エネルギー転換の現状について、ドイツの洋上風力発電を位置付けるのに必要な限りで、全体像を論じよう。

1-1 発電量の 59%¹が再生可能エネルギーに（2024 年）²

直近のデータ（2024 年全年）³によるドイツにおける電源構成を見ると、59%が再生可能エネルギーで占められるようになった。再生可能エネルギー（その範囲については1-2で整理）においてこれだけ大きな変化が起こったことは、社会・経済に影響を与えないはずはない（本章では電力を扱うため、再生可能エネルギーと言った場合、ほとんどの場合、電力における再生可能エネルギーを指している）⁴。電源構成における再生可能エネルギー比率の2015～2024の推移は、【図表 1】のとおりである（ソースが異なるため個々の数値は今までの叙述と若干ずれる）。

【図表 1】 電力消費量+送電ロスを 100 とした場合の再生可能エネルギー発電比率の推移



BURGER, B., *Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2024*, Freiburg, Fraunhofer ISE, den 01.01.2025, Aktualisierung: 11.02.2025, S.33, (www.energy-charts.info (https://www.energy-charts.info/downloads/Stromerzeugung_2024.pdf)) (2025/06/29 閲覧)

「エネルギー転換が社会・経済に影響を与えないはずはない」の答えとして、筆者は、以下のポ

¹ BUNDESNETZAGENTUR, 03.01.2025

„Bundesnetzagentur veröffentlicht Daten zum Strommarkt 2024“ (https://www.bundesnetzagentur.de/Shared-Docs/Pressemitteilungen/DE/2025/20250103_smarkd.html) なお、この数字は、後掲【図表 4】の電力消費量ベースの再生可能エネルギー比率と数値が異なる。上掲の Bundesnetzagentur（連邦ネットワーク庁）のサイトには、「総発電量に占める再生可能エネルギーによる発電の割合は、ドイツ政府が EEG に従って再生可能エネルギー拡大のために定めている総電力消費量に基づく計算基準とは異なる。連邦環境庁（UBA）の再生可能エネルギー統計作業部会（AGEE-Stat）の初期計算によると、2024 年 12 月の総電力消費量に占める再生可能エネルギーの割合は約 54%であった」との注がついている。なお、これらの比率については、統計のソースや時期によって若干の違いが見られる。

² 「1-1 発電量の 59%が再生可能エネルギーに（2024 年）」としたが、発電量ではなく消費量を 100 とすると、2024 年のデータは 55%となっており、送電ロスを勘案した別データでは（【図表 1】）56.0%が再生可能エネルギーになっている。また、日々の電源構成のグラフを NDR（Norddeutscher Rundfunk - ドイツの公共放送局）のサイト（NDR, (<https://www.ndr.de/nachrichten/info/Strommix-Deutschland-Wie-ist-der-Anteil-erneuerbarer-Energien,strommix102.html>)) 原資料：Daten des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) (<https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2025/oeffentliche-stromerzeugung-2024-deutscher-strommix-so-sauber-wie-nie.html>))³ から見る事ができる。日によっては、電源構成として石炭が突出して多い日などもある。

³ BURGER, PROF.DR.BRUNO, *Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2024*, Freiburg, Fraunhofer ISE, den 01.01.2025, Aktualisierung: 11.02.2025(www.energy-charts.info (https://www.energy-charts.info/downloads/Stromerzeugung_2024.pdf))

⁴2-4 で論じるが、ドイツ Energiewende が予定を前倒しして順調に進行した背景には、中国における再生可能エネルギー関連産業の発達、劇的な価格低下が大きな役割を果たしていると考えている。ドイツエネルギー転換の中国依存（太陽光パネルや風力タービン、電気自動車のバッテリーなどは価格破壊を起こした中国製の機器に依存して初めて圧倒的なコスト上のメリットが成り立つ）という点は、Energiewende を一国の基礎戦略としたドイツの構造上の弱点と言える。

イントを重要と考えている。①「地域分散型経済」への移行（再生可能エネルギーは地域賦存という意味で地域分散的であるとされている）が新たな経済編成システム移行への流れを作る点、②電力自由化以降の「電力取引の金融商品化」（デリバティブズ的性格を持ったもの）と再生可能エネルギーが市場に大量に流入することによる変動性の増大は、市場原理適用のメリットとともに安定的電力供給のマイナス面も伴った。これに対応して、その変動性から安定した取引を守るための長期大口相対取引（PPA）が拡大した。これも一種の金融取引である。③再生可能エネルギー事業に対する投資が、長期・そこそこの利回り・金融市場の変動性に影響されにくい安定を求める老齢保障の性格と非常に相性が良いことから、拡大する再生可能エネルギー投資に老齢保障資金が流入する構造（生命保険資金の運用、機関投資家向けファンドの拡大のみならず、個人の地域再生可能エネルギー投資や自家発電によるプロシューマ化も一種老齢保障的性格を持っている）、である。

筆者は、この再生可能エネルギー転換が、グローバル経済の流れを反転させる作用を及ぼすと考えている。それについては別稿に譲ることとして、本稿では、再生可能エネルギー転換、という波を見出したドイツの生命保険が、21世紀初に突きつけられた構造的な課題を、この波をうまく捉えることで新たなビジネスに転回させていく構造を描くことに集中する。

1-2 「エネルギー」全体での電気の位置付け

ここまで、電気だけを見てきたが、石油、天然ガス、石炭など1次エネルギー消費全体の内訳を見ると、【図表 2】のように、エネルギーの原料別に整理される。この中で再生可能エネルギーは2023年に2割も占めていない。

【図表 2】ドイツの一次エネルギーの構成（2023）

ドイツ連邦共和国における一次エネルギー消費（暫定） 2022/2023 (*)									
Energieträger	年間値 Jahreswerte				変化			Anteile in %	
	2022	2023	2022	2023	2022/2023			2022	2023
	Petajoule		Mio. t SKE		Petajoule	Mio. t SKE	%		
石油	4 102	3 822	140,0	130,4	-280	-9,6	-6,8	35,1	35,6
天然ガス	2 721	2 655	92,8	90,6	-66	-2,3	-2,4	23,3	24,7
石炭	1 142	931	39,0	31,8	-211	-7,2	-18,5	9,8	8,7
褐炭	1 168	895	39,9	30,5	-273	-9,3	-23,4	10,0	8,3
原子力	379	79	12,9	2,7	-300	-10,2	-79,2	3,2	0,7
再生可能エネルギー	2 044	2 107	69,7	71,9	+63	+2,1	+3,1	17,5	19,6
電力輸出入残高	-98	42	-3,3	1,4	+140	+4,8	..	-0,8	0,4
その他	218	204	7,4	7,0	-14	-0,5	-6,4	1,9	1,9
合計	11 676	10 735	398,4	366,3	-941	-32,1	-8,1	100,0	100,0

AGEB
AG Energiebilanzen e.V.
Stand: März 2024

1 PJ (Petajoule) = 1015 Joule ペタジュール
1 Mio. t SKE entsprechen 29,308 PJ 百万t SKE
(*) vorläufig

出所：BDEW BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT, *Die Energieversorgung 2023 – Jahresbericht* –, 31.Mai 2024, Aktualisierte Fassung, S.5

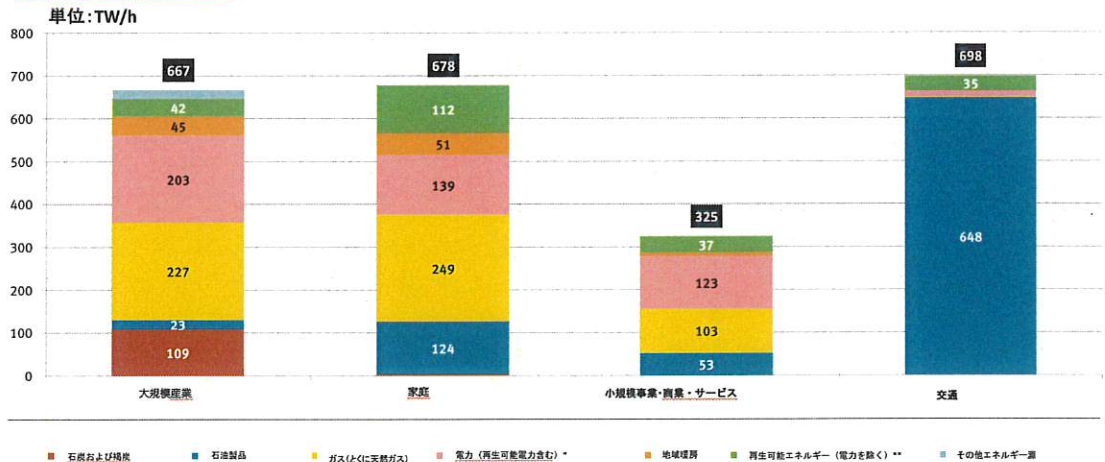
一次エネルギーを消費して電気やガソリンのような二次エネルギーを作り、最終消費する。その最終エネルギー消費の内訳グラフが、【図表 3】である。このグラフは、最終エネルギー消費を「工業」「家計」「小規模事業・商業・サービス」「交通」の部門に分けており、各部門が、「石炭・褐炭」、「鉱物油」、「ガス（含む天然ガス）」、「電気（再生可能を含む）」、「地域暖房」⁵、「電気以外の再生可能エネルギー」、その他のエネルギーをどれだけ使っているかを見たものである。これによると、ピンク色の電気はむしろ少ない。交通に至っては電気は極少で93%が青の鉱物油となっている。ドイツでも電気自動車化は進んでいる印象が強いが、その割には、EV（乗用車）の比率はストック（現有登録台数）で見れば6.5%にしか達せず、2024年のフロー（新規登録台数）でもEVのみで16.6%、PHEVを加えても25.1%にしかっていない（もっとも各々1%、2.8%の日本と比べると段違いに高い）。トラックや

⁵ 「地域暖房」は、他の項目と同列ではなく、地域暖房そのもの、天然ガスなどを消費した結果ではないかとの疑問が湧くが、数値が小さいので、これ以上追究しないこととする。

Van、バスはより低い⁶。そのため、ドイツの Energiewende について論じるとき電気だけを対象にすると全体像を間違える。しかし、【図表 4】に見るように、電力についてだけ突出して Energiewende が進んでいることから、議論の上で重要性が高い。そのため、ここでは3章の水素のほかには電力についてのみ論じる。

【図表 3】部門別最終エネルギー消費

2022年最終エネルギー消費
部門およびエネルギー源別

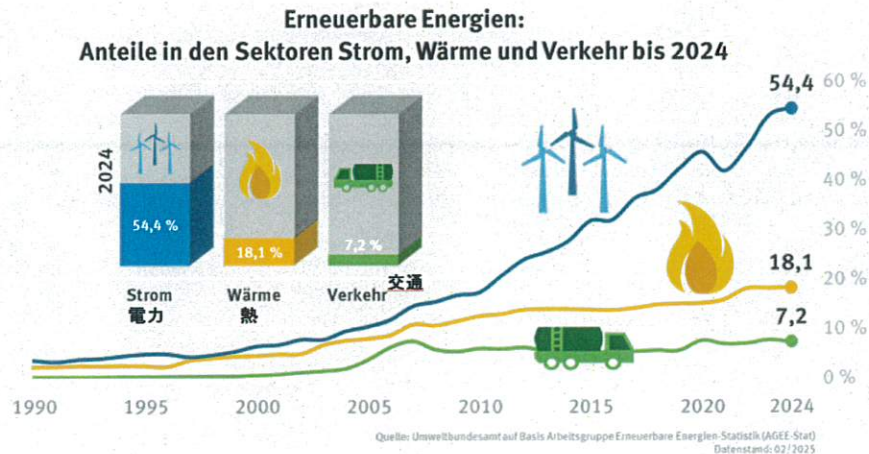


* 電力消費はエネルギー統計上、エネルギー源別にこれ以上区別できない。ドイツの電力は主に再生可能エネルギー、石炭、ガスから供給されている。
** 再生可能な燃料と熱。再生可能エネルギーからの電力は「電力」に含まれる。
出典: 連邦環境庁 (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen に基づく)

出所: DAS UMWELTBUNDESAMT, „Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren“ (<https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren#entwicklung-des-endenergieverbrauchs-nach-sektoren-und-energietraegern>)

【図表 4】電気・熱・交通部門の消費ベースでの再生可能エネルギー比率

再生可能エネルギー: 電力・熱・交通部門の比率 (2024年まで)



UMWELTBUNDESAMT, „Erneuerbare Energien in Zahlen“, 07.03.2025

(<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>) (データは 2025 年 2 月)

【図表 4】では、青の電気、黄色の熱、緑の交通に分けて再生可能エネルギー比率を示している。再生可能エネルギー比率は、前掲注 1 の Bundesnetzagentur によるものと異なっている。

⁶出所: THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA), „Global EV Data Explorer“ (<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>) (2025/05/19 閲覧) による。なお、「交通」には飛行機、船舶、トラックなどが入っている。

る。前掲注 1 では、発電容量ベースであるのに対し、【図表 4】では消費ベースであり、元データは、Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)⁶によるものである。しかし、いずれにしても、電力では再生可能エネルギー比率は 50%を超えている。

これに対し、他の部門（熱・交通）の再生可能エネルギー比率は 18.1%、7.2%とずっと低くなっている。他部門の消費エネルギーを電力に変えていくことによって脱炭素が進むとされる（例えば電気自動車など）所以である。そのため、発電における再生可能エネルギーへの転換が重視される。

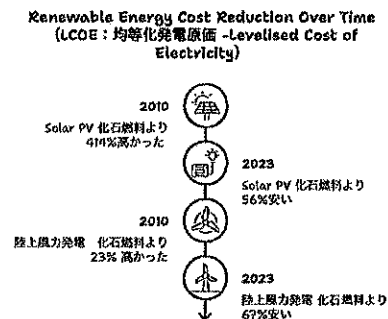
1-3 再生可能エネルギーが急拡大した理由

【再生可能エネルギーは化石燃料よりコスト減】

Energiewende が進行している理由は、第 1 に地球温暖化の科学的根拠が社会に浸透したこと、第 2 に機関投資家の長期的視点による投資方針の修正⁷という理由が大きい⁸、その他に、再生可能エネルギーを使うことによる経済的メリットが大きい。

【図表 5】は、International Renewable Energy Agency (IRENE) が計算した化石燃料と陸上風量発電とソーラー発電のコスト比較⁹を図解したものである。これを見ると、2010 年には化石燃料のコストが両方の再生可能エネルギーより低かったものが、2023 年には逆転している。ソーラー発電のコストは、2010 年には化石燃料より 414%高かったのが、2023 年には化石燃料より 56%安くなっている。陸上風力発電では同年 23%高かったものが 67%安くなっている。その理由は機材の価格が下がったことが大きい⁹、それについては 2-4（中国要因）で説明する（ソーラーパネルの価格推移は【図表 6】参照）。

【図表 5】再生可能エネルギーコスト vs 化石燃料コスト



IRENA - International Renewable Energy Agency, „Renewable Power Generation Costs in 2023“, September

⁷ 責任投資原則 (PRI) 「責任投資原則 (Principles for Responsible Investment: PRI) は、国連環境計画・金融イニシアティブと国連グローバルコンパクトのパートナーシップによる投資家ネットワーク。機関投資家が実践する原則として、「投資分析と意思決定のプロセスに ESG（環境・社会・ガバナンス）課題を組み込む」「投資対象の企業に対して ESG 課題についての適切な開示を求める」など 6 つを提示し、原則への署名と原則実践のための協力を促す。機関投資家には受益者のために長期的視点に立ち最大限の利益を追求する義務があり、ESG の課題が運用資産のパフォーマンスに影響を及ぼす可能性があるという考え方が根底にある」（日経 ESG、用語解説）
(<https://project.nikkeibp.co.jp/ESG/atcl/column/00020/062100021/>)

淵田 康之「短期主義問題と資本市場」『野村資本市場クォーターリー 2012 Autumn』

(<http://www.nicmr.com/nicmr/report/repo/2012/2012aut06.pdf>) は、この PRI に結実する投資の視点変更を「サブプライムローン証券化商品に、投資した側も、組成した側も、短期的視点で利益を上げることを目指しており、長期のリスクは勘案していなかった」とし、世界金融危機の影響を指摘する。これは、短期的視点による経営で、単年度単位の株主価値を要求される余りに、それが長期的視点による利益を毀損していても数値レートを追求せざるを得ない状態を、一挙に変えようとした機関投資家の利益視点、と言えるのではないかと。2015 年に SDGs が国連で全会一致で決議される背景には、高齢化社会→老齢保障→機関投資家の長期的利回り確保の必要性があったのではないかと。

⁸ これら第 1、第 2 の要因について、また家庭用ソーラー設置の経済面でのメリットについては、拙著、「ドイツ再生可能エネルギー転換の地域分散性と再公営化」、Amazon Kindle Direct Publishing, ASIN : B0CZJMP76S, 2024 年 3 月参照。

⁹ IRENA - International Renewable Energy Agency, „Renewable Power Generation Costs in 2023“, September 2024 (<https://www.irena.org/Publications/2024/Sep/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2023>)

2024 (<https://www.irena.org/Publications/2024/Sep/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2023>) 公表の説明文より図を作成

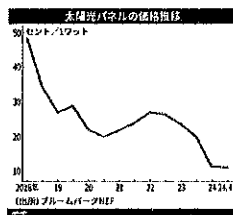
【再生可能エネルギーvs 原発】

ドイツでの原発再開は現実的ではないものの、再生可能エネルギーと原発をコスト面で比較すると、再生可能エネルギーの方が原発よりコスト安とする説と、コスト高だとする説が混在している。

再生可能エネルギーの方がコスト安とする説によると、ずっとコストが安いと言われてきた原発との比較においても、ここ数10年の基調としては、再生可能エネルギーコストが下がり続け、一方原発コストは上がる傾向にあるという。現在では、原発コストが再生可能エネルギーコストを上回っており、再生可能エネルギーより原発を多く利用するシナリオだと12億€/年コスト高になるとの試算もある¹⁰。

【図表 6】は、2018年～2024年までのソーラーパネルの価格推移を示したグラフであるが、この6年の間に中国でのコスト低下により1/5近くまで価格低下していることがわかる。それは2-4で説明するように、主として中国の広大な国内市場と政府の強い産業政策に負うところが多い。

【図表 6】ソーラーパネルの価格推移



日本経済新聞、「太陽光パネルが半値に 中国過剰生産で、欧州工場停止も」2024年5月31日

いずれにせよ、化石エネルギーと再生可能エネルギーを比べると、コスト面で再生可能エネルギーの優位ははっきりしているようだ。Power-to-X（蓄電・水素等）¹¹をVPP（【図表 7】）に組み込んで再生可能エネルギーのヴォラティリティを均すことでデメリットを小さくすれば、再生可能エネルギーはコスト面で優位、設備の中国依存という点を抜かせば、自給自足を以て海外要因価格変動リスクを縮小させエネルギー安全保障が計れる。また原発事故リスク・核ゴミ問題を避けられることを含めれば、一国経済にとってメリットとなる。

化石燃料より再生可能エネルギーの方がコスト安になり、しかも長期的にビジネス環境を崩り崩してしまうCO₂を削減出来るということであれば、Energiewendeは、長期的な利害視点に立てば、むしろ自然な選択になるう。

さらに、再生可能エネルギーへの移行はEUレベル、参加国レベルの法令で定められた既定の方向であるから、長期の投資家にとって再生可能エネルギー周りへの投資は、枠組みとしては安全性が高く、しかも経済的に見合う投資先となるのである。

ドイツの保険会社がその投資先として再生可能エネルギーに狙いを定める根拠は、結局の所その経済的メリットにあると言え、決して自社や保険契約者、株主の利益を減じてもCO₂削減という大所高所の目的に殉じる、というわけではないのである。

¹⁰ JAKOB ZINCK THELLUFSEN, HENRIK LUND, BRIAN VAD MATHIESEN, POUL ALBERG ØSTERGAARD, PETER SORKNÆS, STEFFEN NIELSEN, POUL THØIS MADSEN, GORM BRUUN ANDRESEN, *Cost and system effects of nuclear power in carbon-neutral energy systems*, 1 October 2024 の Abstract (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261924010882>)

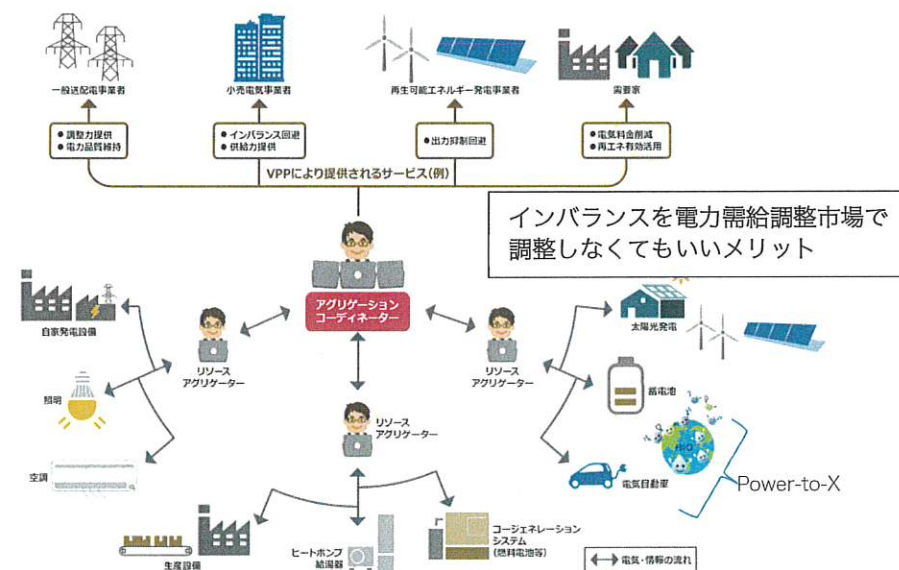
¹¹ Power-to-Xにおいて、現在はリチウムバッテリーが主流だが、資源制約が小さくコストの安い新しい技術開発が進もうとしている。例えば、NHK、「MITと挑む！発熱・蓄電するコンクリート」では、MITがコンクリートにカーボンブラックという炭素を加えると発熱する／蓄電される技術を生み出したことを報じている。これが普及すれば、例えば道路を蓄電媒体に変えることが出来る。

(https://www3.nhk.or.jp/news/contents/ohabiz/articles/2025_0307.html)、JETRO、「米MIT、日本企業との蓄電コンクリートの社会実装共同プロジェクト開始」2024年09月26日 (<https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/09/b7b090366fc92033.html>)

言葉を替えば、人類の目的のために、あるいは EU、連邦、州などの政府が掲げた脱炭素目標に賛同するために再生可能エネルギーに投資を進めているのではなく、長期に安定した利益のために投資を進めている、というのが本質と考えて良からう¹²。

むしろ、後に4-2-7の水素の叙述で紹介する言葉のように、「エネルギー転換への投資は、今世紀最大のグローバルテーマ」、つまり、長期運用の機関投資家にとって、まさに千載一遇の投資対象が現れた、と見て良いであろう。

【図表 7】 VPP 概念図



経済産業省資源エネルギー庁「VPP・DRとは」

(https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/vpp_dr/about.html) に画像等を付け足した

1-4 再生可能エネルギーの3極分解

1章冒頭で、国民経済の中でEnergiewendeが起こっている部門を、需要・供給主体の規模に留意して3つに分けた。この3極について、もう少し説明を加えよう。

①「地域集中大規模」グループは、発電側は大エネルギー企業、ファイナンスは機関投資家、需要家側は大企業とりわけITデータセンターが主体である。発電規模も需要規模も大きく、2-2-2-3で後述のHe Dreihtの場合は1基あたり15MW、それを64基建設予定であり、総容量960MW、既に需要家側との相対売買契約 - PPA 契約が行われている)である。発電地と消費地は一致しない。再生可能エネルギーの発電方法で言えば、洋上風力発電やメガソーラーがここに当たる。

②「地域分散中規模」グループは、事業体の規模は①ほどではないが一定の規模や国際展開もしている独立系発電業者 (IPP) と地域の企業・家計からなる地域需用者である。再生可能エネルギーの発電方法は、陸上風力発電、メガソーラーがメインとなる。この第2の独立系発電業者を主体とするグループの位置づけは、【図表 8】でIPPの1社であるEncavis社^{エンカヴィス}が示しているように、発電コスト (LCOE)¹³が最安の分野で、Stadtwerkeなどの電力販売会社に販売す

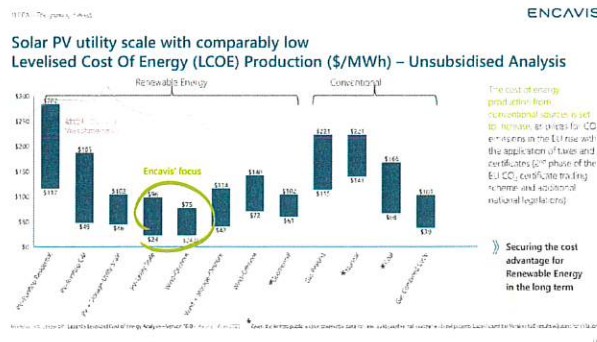
¹² 再生可能エネルギー転換がエネルギーコストや安定した供給、安全保障の点で化石燃料より優れているため、仮に米国が政策的に反エネルギー転換を進めようとしても、米国のエネルギー業者も、欧州も、中国も、それに従うのは困難であろう。この点は、ユーラシアン・グループの2025年1月のレポート、*Eurasia Group's Top Risks For 2025* (<https://www.eurasiagroup.net/issues/top-risks-2025#whitepaper>) p.40-41、(日本語版は [https://www.eurasiagroup.net/siteFiles/Media/files/TopRisks2025JPN\(1\).pd](https://www.eurasiagroup.net/siteFiles/Media/files/TopRisks2025JPN(1).pd)) p.44-45 (2025/05/16 閲覧) でも、同様のことを明言している。

¹³ 均等化発電原価(LCOE)の定義は、標準的な発電所を立地条件等を考慮せずに新規に建設し所定期間運用した場合の「総発電コスト」の試算値 (出所: 経済産業省発電コスト検証ワーキンググループ「基本政策分科会に対する発電コスト検証に関する報告」2021年9月、p.3など。計算式と詳細な定義は、p.8。

る規模の (Utility Scale) 発電事業を専ら行っている。

ここでは論じないが、このグループが地域の Stadtwerke などと積極的に連携するケースが見られ¹⁴、Stadtwerke に出資する第 3 の個人グループとの一定の融合が予想できる点興味深い。

【図表 8】独立系発電業者 (IPP) の位置付け



ENCAVIS Factbook 2023 (<https://www.encavis.com/Dokumente/IR/Encavis-Factbook.pdf>) September, 2024, p.131 より

③「地域分散小規模」グループは、地域の市町村や Stadtwerke、エネルギー協同組合（発電のために個人や地域小事業主によって組織）、そして個人の屋根に乗せたソーラーやペラング PV に至るまで、主として陸上風力発電と小～中規模ソーラーが中心となる。ここでは、生産者＝消費者の「プロシューマー」が大きな役割を果たす¹⁵。

このグループの再生可能エネルギー発電における重要な特徴として、個人の役割が大きいことが挙げられる。そもそも、再生可能エネルギー全体の所有者構造を【図表 9】によって見ると、「個人」が 30.2%と（主として個人から構成されるエネルギー協同組合所有も含む¹⁶）最大のシェア主体であることに気付く。【図表 9】は、不定期的に調査によるものであるため、年次は 2020 年末と古いデータであるが、発電設備容量で再生可能エネルギーの所有主体別に分けたシェアを示した調査としてはこれ以降は存在しない。その中で、③「地域分散小規模」グループに分類した再生可能エネルギー発電主体が最も多いのである¹⁷。日本について同様の発電主体別シェアの調査は無いようだが、太陽光発電についてだけ IEA 資料からざっくり計算すれば、個人 18%、産業・商業 26%、メガソーラー 56%程度と推計できる¹⁸。個人が参入する再生可能エネルギー発電は日本の場合ほぼソーラーと見られるので、そのソーラーにして低比率であることから、ドイツのような「市民の手にある再生可能エネルギー」という特徴は出にくいと考えられる。

この調査の中で、本編が対象とする洋上風力発電は、「エネルギー企業 (Energieversorger)

(https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mito-shi/cost_wg/pdf/cost_wg_20210908_01.pdf) 2025/04/20 閲覧

¹⁴ 2024 年 9 月 30 日、Encavis 社長 Dr. C. Husmann 氏ヒアリングより

¹⁵ 筆者は、物的側面から見た「グローバル経済」からの転換という視覚から、経済構造の大きな変化が起きようとしていると考えている。ペースにあるのは、知財社会への転換である。知財はますますグローバル化するが、物的生産では、もはやコストが安い国での大量生産にも、グローバルサプライチェーンにも依存せず、地域での生産がベース、地域で難しいものだけ地域外からの調達、といういわば補完性原則で物が供給されるのが基本、という経済構造である（CAD データは世界共通とし、物はこのデータを使って 3D プリンタで出力、修理や修正は現地でされる。物を地球上のどこかで大量生産することによってコストを安くする経済はもはや基本ではなくなる）。この構造が一般化するには時間がかかるが、エネルギーにおいて最も早く見られるようになった。すなわち、再生可能エネルギーのコスト低下を前提とすれば、エネルギーは基本、地域賦存性に従って地域で生産され消費される。その枠を超える時だけ外郭地域で需給を均し、それでも不足する場合に輸出入が行われる。その際中心になるのは、③第 3 タイプの発電形態であるが、その枠を超える部分について①第 1 タイプの洋上風力発電が登場するという位置づけである。

¹⁶ trend;research での電話照会による回答（2024 年 9 月）による。

¹⁷ 拙著、「ドイツ再生可能エネルギー転換の地域分散性と再公営化」、Amazon Kindle Direct Publishing, ASIN : BOCZJMP76S, 2024 年 3 月、pp.3-7 参照

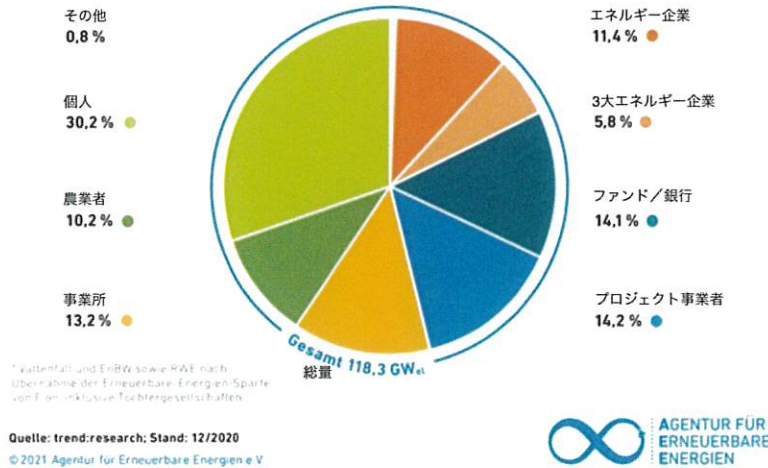
¹⁸ IEA, National Survey Report of PV Power Applications in Japan – 2022, (<https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2024/02/IEA-PVPS-Task1-NSR-Japan-2022.pdf>) , p.5

とファンド・銀行が所有者となっている。2/3 がエネルギー企業、1/3 がファンド・銀行である」、とされている。個人も独立系エネルギー企業もそこには足を踏み入れることは出来ない。プロジェクトの規模がごく大きいからである。洋上風力発電の所有者をエネルギー企業とするか、ファンド・銀行であるとするかは、2 章で実態を見る限り、単なる機械的分類と言ってもよく、洋上風力発電というのは、大エネルギー企業と、生命保険会社グループ内ファンドなどのオルタナティブ投資ファンドとそれに投資する機関投資家が一体となったプロジェクトなのである。

【図表 9】 再生可能エネルギー発電の連邦全体の設備容量に占める所有者別シェア 2019 年

市民の手にある再生可能エネルギー

再生可能エネルギー発電の連邦全体の設備容量に占める所有者別シェア 2019年



DIE AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN, „Neue Studie zeigt: Bürgerenergie bleibt zentrale Säule der Energiewende“ (<https://www.unendlich-viel-energie.de/erneuerbare-energie/wind/onshore/studie-buergerenergie-bleibt-zentrale-saeule-der-energiewende>) より筆者が日本語を加えた。

再生可能エネルギーへの移行は、当初、市民運動的な性格を持った③から広がる。しかし、小規模発電は、当然ながら大企業の工場やデータセンターなどの需要を満たせない。そこで、大口需要家が再生可能エネルギーの電力を利用するのであれば、①や②などでその膨大な需要の一部を満たすこととなる。その際、後で論じるように（2-3 参照）、多くのケースで相対売買契約（PPA）を結び、量的にも価格的にも安定した供給を確保しようとする。PPA は発電した電力を物理的に渡す（オンサイト、オフサイト双方あり）ケースと、vPPA のような価格ヘッジだけのケースがある。とりわけ前者のケースでは、設備容量としては大企業のベースロード電源として釣り合うものの、短期的に見ると電力取引所での mW 取引価格が通常の 9 倍を超えた 2024 年秋のDunkelflaute（太陽光も不足し風も凪ぐ現象）の時のように、日照・風量に規定される再生可能エネルギーのヴォラティリティは、本来ベースロード電源としての要件を満たさない。しかし、近年、洋上風力発電はその変動性を均す蓄電など Power-to-X (P-2-X)、とりわけグリーン水素と組み合わせて供給する傾向が見られる。ただし、洋上風力発電+水素の場合、水素を再び電力に変換する Power-to-X-to-power (P2X2P)は極めて歩留まりが悪く非効率なため現実的でない。水素に電解したらそのまま水素として利用する方法で、貯留分と合わせて、化石エネルギーに代わるベースロードエネルギー源と位置付けて良いだろう。

以上を簡単にまとめれば、①～③のようになる。

- ① 「地域集中大規模」グループ：洋上風力発電（発電主体は大電力会社、資金は機関投資家、需要家は大企業とりわけ IT データセンター、発電量@巨大）生産地≠消費地域、Power-to-X とセットでベースロードエネルギー源となる

- | | |
|-------|--|
| 地域で循環 | ② 「地域分散中規模」グループ：陸上風力発電、メガソーラー（独立系発電業者 IPP） <u>生産地＝消費地域(?)</u> |
| | ③ 「地域分散小規模」グループ：屋根等小規模ソーラー、陸上風力発電（地域の家庭・中小企業・市町村） <u>生産地＝消費地</u> （「プロシューマー」、シェア最大） |

筆者は、ドイツの再生可能エネルギー発電を以上のように3つに分類したのであるが、この中で本編のテーマである洋上風力発電の所有者は、【図表 9】と同じ元資料¹⁹によると、さきに見たように、洋上風力発電キャパシティの2/3はエネルギー企業、残りの1/3はファンド／銀行であるし、さらに、その年の新規建設だけ見ると、徐々に、個人所有の太陽光や陸上風力発電より、大規模な洋上風力発電などの方が容量でみて大きくなってきているという²⁰。

この洋上風力発電がドイツにおいて占める位置づけについて、次の2章で見ていこう。

2 ドイツの洋上風力発電（大規模事業）

2-1 洋上風力発電の位置付け

2-1-1 ドイツの再生可能エネルギー全体の中での洋上風力発電の位置付け

本稿で、再生可能エネルギーのなかでも洋上風力発電を取り上げた意味は、その特別な位置付けにある。

第1に、1-4で「再生可能エネルギーの3極」と位置付けたように、洋上風力発電は、その1基あたりの発電量が巨大であり、2-2-2-3で後述のHe Dreihtの場合は1基あたり15mW、それを64基建設予定であり、総容量960 MWとなる。規模がずば抜けていること（洋上風力発電と陸上風力発電の規模の差については【図表 10】、【図表 11】参照）、そして、それらがドイツの場合ほぼ北海（Nordsee）に集中していることである。それで「地域集中大規模」グループとした。

洋上風力発電の規模は、大規模な発電能力→再生可能エネルギー供給を増やせる。因みに日本の陸上風力発電設備の大きさは、現在は4～5MW（最頂部≒150～160m）程度（→【図表 11】日本の例）に対し、He Dreihtだと15MW、ローター直径236m、陸上風力タービンの平均定格出力が約3.5mWであるのに対し、洋上風力タービンの例は【図表 10】では12MWと大きい²¹。

【図表 10】規模見当（洋上風力発電）



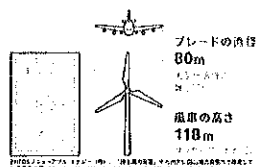
Port Esbjerg のサイト, „Offshore wind turbine number 4,000 shipped from Port Esbjerg. Preparations for the next 4,000 are under way“, (<https://portesbjerg.dk/en/news/offshore-wind-turbine-number-4-000-shipped-from-port-esbjerg-preparations-for-the-next-4-000-are-under-way>) (2025/06/23 閲覧)

¹⁹ DIE AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN, „Neue Studie zeigt: Bürgerenergie bleibt zentrale Säule der Energiewende“ (<https://www.unendlich-viel-energie.de/erneuerbare-energie/wind/onshore/studie-buergerenergie-bleibt-zentrale-saeule-der-energiewende>)

²⁰ DIE AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN, „Neue Studie zeigt: Bürgerenergie bleibt zentrale Säule der Energiewende“ (<https://www.unendlich-viel-energie.de/erneuerbare-energie/wind/onshore/studie-buergerenergie-bleibt-zentrale-saeule-der-energiewende>)

²¹ BUNDESMINISTERIUM FÜR FORSCHUNG, TECHNOLOGIE UND RAUMFAHRT- BMFTR, „Wie H2Mare Wasserstoff direkt auf hoher See produzieren will“, (<https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte/h2mare>) (2025/05/27 閲覧)

【図表 11】 規模見当（日本の陸上風力発電）



ENEOS、「世界を変える?再生可能エネルギー」陸上風力発電 (<https://energy.eneos-re.com/re-energy-book/ons-hore-wind-power/>) (2025/06/23 閲覧)

北海洋上風力発電での大規模な発電方法のメリットとしては、以下のような点がある。

- 一定方向から夜もコンスタントに風が吹く地域での高効率性
- 海域は狭いが計画的に区割りされ効率的に配置されている
- 現地でグリーン水素を作るプラントを建設中²²であり、これと組み合わせると非原発のベースロードエネルギー源になり得る（産業用などコンスタントな電力供給が可能であるものの、北海近接地の陸上は工業地域としては狭く、オンサイトでの供給には限界がある）。

一方、洋上風力発電による発電方法のデメリットには以下のような点がある。

- 海域が狭い
- 近接地に工業立地が不可（→オンサイト PPA が不可能→オフサイトの vPPA が主体に→配送電負荷がかかる／地域の物理的需給ギャップはそのまま）
- 海中から陸上への配送電コスト
- 海上のメンテコスト

このような特異性を持つ洋上風力発電の特徴は、第1に、さきに分類した②、③の地域分散で規模が比較的小さいタイプ、地域の実需と結びついた発電とは大きく異なる性格を持つことである。言わば、地方分散型の再生可能エネルギータイプと補完的棲み分けを行っているとも表現できる。地域的集中、発電量の巨大さから地域市場への組入れはミスマッチとなるが、全体の再生可能エネルギー供給量は、洋上風力発電によって激増する。発電された電力量は、PPA（大口相対電力売買契約）によって需要家に売り渡されるが、物理的に発電された電力がそのまま需要家に直接送電されるわけではない。PPA については、2-3 で論じる。

第2に、洋上風力発電は「地産地消」のエネルギーではないから、消費地への「移送」が必要となる。しかし、ドイツにおいても送電網が未整備のため、生産地の北ドイツから消費地の南ドイツの工業地域への送電が充分出来ない（送電線未整備の問題については3章参照）。

そこで、第3の特徴として、典型的には水素ガスパイプライン計画のような Power-to-X とのペアリングが必要となる（3～4 章で論じる）。この補完があって初めて、ベースロード電源化

²² AQUA VENTUS, „Helgoland soll CO2-neutraler Wasserstoff-Hub in der Nordsee und Ausgangspunkt für eine LOHC-Lieferkette werden“ (<https://aquaventus.org/pressemitteilungen/helgoland-soll-co2-neutraler-wasserstoff-hub-in-der-nordsee-und-ausgangspunkt-fuer-eine-lohc-lieferkette-werden/>) (2024/10/26)
BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ „der Aufbau der Zukunftsinfrastruktur kann beginnen“ (<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2024/10/20241022-wasserstoff-kernnetz.html>) (2024/10/26)。

承認された水素ガスコア・ネットワークは、総延長 9040 キロメートルのパイプラインで構成され、そのうちの約 60 パーセントは、以前の天然ガス事業から転用され、残りは新たに建設される。目標年である 2032 年には、フィードイン容量が 101GW、フィードアウト容量が 87GW となる（FNB-Gas, „Hydrogen core network“ (<https://fnb-gas.de/en/hydrogen-core-network/>))。

ここでフィードイン、フィードアウトの値が異なるのは、圧縮損失の補填のため（Fleer, A., Sciancalepore, M., Spreckelsen, E., Verbücheln, R., *Verdichtung und Wasserstofftransport: Eine technische und wirtschaftliche Analyse*, S.10）

これらによって、不効率・環境問題を生じる高圧線配置の代替・補完、天然ガスのパイプラインの再利用で、ガス状態のまま水素を全土に輸送し、天候・風に左右されないベースロードエネルギー源・エネルギー蓄積の確保を目指している。

が可能となる。

2-1-2 洋上風力発電をとりあげる意味

以上のような特徴を持つ洋上風力発電を本研究で取り上げる意味として、以下のような点がある。

第1に、ドイツの個人・自治体（含む Stadtwerke）の小規模 PV、陸上風力発電については、比較的日本でも紹介されている²³。ここから漏れるベースロード電源（例えば IT 企業のデータセンター等需要への対応）の研究が必要である。

第2に、大規模プロジェクトなので、機関投資家による投資が必須となる点である。巨大なリスクを伴うプロジェクトに機関投資家が投資するには、それに対応した仕組み（PPA、コンソーシアム組成）が必要となり、この投資環境が出来て「バンカブル」になった案件に対しては、長期安定的で一定の利回りが見込める投資を行っている構造を明らかにする。

第3に、洋上という不安定で海水の影響を受けやすく高リスク条件での大規模な発電パークを開発・運営するには、技術的ノウハウとリスク管理のノウハウが必要となる。ドイツの保険会社がグループ内に、これらに関する十分なノウハウを持つ子会社、再生可能エネルギーやプライベート・エクイティ、インフラ専門に投資する資産運用子会社を保有し、この資本投資会社が世界有数の専門ファンドとして、他の機関投資家の運用引受まで行うビジネスを拡大させてきた点が目覚ましいからである。以前、Spezialfonds として多くは銀行系の専門ファンドが生命保険の運用先として有力だったが、2013 年のドイツ資本投資法でインフラ投資等の Alternative Investmentfonds (AIF) が定義されると、Spezialfonds は Spezial-AIF に置き換わっていく（→5-3）

第4に、機関投資家、とくに生命保険の存在維持に関わる投資先が、低金利環境等のため失われ、さらに、従来は生命保険だけが対象だった税制上の優遇特権がドイツ老齢保障の制度改革によってなくなり、年金投信との競争にさらされるようになったことが、洋上風力発電のような長期・安定的投資先開拓のニーズを強めている状況を明らかにする。

第5に、洋上風力発電が大規模な Power-to-X としての水素開発に結びついていることを示す。

第6に、ドイツの Energiewende 進展に対する中国の機材低価供給力による大きな寄与と、それが同時にドイツの再生可能エネルギー産業を「絶滅」させてしまう負の側面をどう評価するかは大きな解くべき問題だが、本稿では問題の指摘に留まった。

2-2 ドイツの洋上風力発電における機関投資家によるプロジェクトファイナンス

2-1-2 に挙げたような洋上風力発電研究の目的からして、本来、ドイツの生命保険全体で、洋上風力発電にどれだけの額を投資したか、また再生可能エネルギー分野にどれだけ投資したかのトータルな数字が必要である。生命保険業界全体のトータルな数字を公表する主体があるならば、それは GDV (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. - ドイツ保険協会) であろうが、GDV は総投資額は算出しておらず、そもそも、加算のベースとなる個々の生命保険会社の総投資額も、会社が開示した資料から知ることは出来ないのである。

しかし、ドイツの大手保険会社の投資の仕組みを紐解き、具体的なケースを見ると、表向き「責任準備金を何%洋上風力発電に投資している」とは公表しないものの、保険会社のグループ傘下にある資本投資会社（ファンド）が、グループ内保険会社の投資業務を引き受けていることがわかる。しかも、グループ内のこれら資本投資会社は、単なる「保険会社の下請け機関」という位置付けではなく、再生可能エネルギー投資の専門性を有し、他の機関投資家向けの再生可能エネルギーファンドを兼ね、ファンドランキングの上位に入るようなビジネスを展開していることがわかる。

このような構造を、以下、2-2-1 で、Allianz 生命保険を例に取り、グループ傘下の資本投資会社、ACP (Allianz Capital Partners)、AGI (Allianz Global Investors) の働きとともに詳細に見ていこう。同様のグループ内の分担構造を持つのは Allianz だけではない。例えば Munich

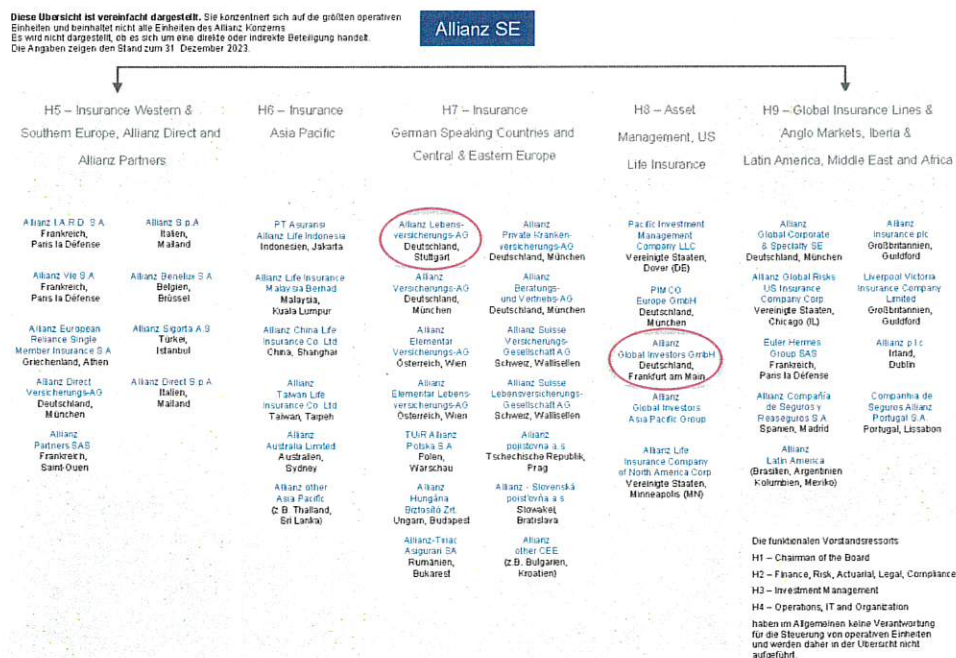
²³拙著、「ドイツ再生可能エネルギー転換の地域分散性と再公営化」、Amazon Kindle Direct Publishing, ASIN : B0CZJMP76S, 2024 年 3 月で説明

Re の場合は、グループ傘下の資本投資会社 MEAG が同様の働きをしている。

2-2-1 Allianz の生命保険責任準備金投資の仕組み

そこで、ドイツ最大の保険会社である Allianz に例を取り、洋上風力発電のような再生可能エネルギーを含むインフラ投資が、Allianz グループの協力関係の中でどのような仕組みで行われるのか、見てみよう。Allianz 生命保険は、【図表 12】の Allianz グループ組織図にある“Allianz Lebensversicherungs-AG Deutschland, Stuttgart”（本稿では Allianz 生命保険と記載、筆者が赤丸をつけている）である。一方、この Allianz コンツェルン組織図の中には、Asset Management（資産管理）業務を行う（図中の H8 の部分）Allianz Global Investors GmbH Deutschland（略称 AGI、筆者が赤丸をつけている）や債券運用部門の PIMCO Europe GmbH Deutschland, München などが入っている。AGI の下に Allianz Capital Partners（略称 ACP）があり、再生可能エネルギー部門への投資は、AGI と ACP が Allianz グループの再生可能エネルギー投資機能を担当する組織として行う²⁴。

【図表 12】Allianz グループの組織図



ALLIANZ, „Konzernstruktur“, Vereinfachte Struktur der Allianz Gruppe zum 31.12.2024,

(https://www.allianz.com/content/dam/onemarketing/azcom/Allianz_com/about-us/who-we-are/documents/de-2024-Allianz-simplified-structure.pdf) (2025/06/24 閲覧)

Allianz 生命保険の年次報告書から、責任準備金総額²⁵を見ると、2024 年末に 2,294 億 5,302 万 9 千€となっており²⁶、その構造を 2024 年ソルベンシーおよび財務状況報告書²⁷から見る

²⁴ Allianz Capital Partners は組織図には出て来ないが、Allianz グループの企業リストには記載されている。ALLIANZ KONZERN, *Geschäftsbericht 2024*, - 8.20 _ Aufstellung des Anteilsbesitzes des Allianz Konzerns zum 31. Dezember 2024 gemäß § 313 Absatz 2 HGB の箇所 (S. 358-370) (https://www.allianz.com/content/dam/onemarketing/azcom/Allianz_com/investor-relations/en/results-reports/annual-report/ar-2024/de-allianz-gruppe-geschaeftsbericht-2024.pdf) 参照

²⁵ 責任準備金は、 Versicherungstechnische Rückstellungen – Lebensversicherung (außer fonds- und indexgebundenen Versicherungen)の項目

²⁶ ALLIANZ LEBENSVERSICHERUNG-AG, „Geschäftsbericht 2024“ S.59

(https://www.allianz.de/content/dam/onemarketing/azde/azd/unternehmenskommunikation/pdfs/unternehmen/zahlen-daten-fakten/geschaeftsberichte/AZL_Geschaeftsbericht-2024_websafe.pdf) 2025/04/22 閲覧。

²⁷ ALLIANZ LEBENSVERSICHERUNG-AG, *Bericht über Solvabilität und Finanzlage 2024*, S.44. Allianz 生命保険全体の資金運用総額（【図表 13】の資産（インデックス型およびファンド連動型契約の資産を除く）（ドイツ語項目名は “Anlagen (außer Vermögenswerten für Index- und fondsgebundene Verträge)”）の項目は、2,322 億 4,112 万€な

と、最大は「共同投資のための機関」（ドイツ語では„Organismen für gemeinsame Anlagen“）であり、この項目の定義は「共同投資対象の組織とは、投資信託を指す。投資信託とは、資本投資会社が管理する特別資産をいう。この特別資産は、株式、債券、不動産、商品、および/またはデリバティブなどの有価証券に投資される。投資信託は、譲渡可能な有価証券および/またはその他の資本投資への共同投資を唯一の目的とする企業として定義される」²⁸とある。要するに、この項目は投資ファンドであることを意味する。この報告書の限りでは、このファンドがAllianz グループの投資ファンド運営会社である AGI ないし ACP が管理するものであるとの限定はされていないが、AGI、ACP 側の Web 資料による記述からは、これら Allianz グループは Allianz 保険のために（on behalf of）投資を行うとされている²⁹。ファンド経由のインフラ投資の多くは、従って、この項目に入り、この運用を実際に行っているのは、ファンドを運営する AGI、ACP であると考えて間違えはなからう。AGI、ACP はさらに、大口の投資ファンドとして他の保険会社の資金運用も引き受けている³⁰。

第2の責任準備金の資金運用先には、「関連会社への資本参加」³¹がある。この項目は、欧州保険・職業年金監督局（European Insurance and Occupational Pensions Authority）の解説³²から Allianz のケースに当てはめて解釈すると、グループ内の投資会社である AGI や ACP という「関連会社」に「資本参加」、ないしは AGI、ACP のファンドではなく（ファンドの場合は Unter Organismen für gemeinsame Anlagen の分類に入る）AGI、ACP が作った SPC などに投資するケースがこれに該当する。

これを、【図表 13】の Allianz 生命保険の資金運用表によって確認してみよう。

ので、責任準備金の総額と若干の差異がある）

²⁸ ドイツ語では、"Unter Organismen für gemeinsame Anlagen sind Investment Fonds zu verstehen. Ein Investmentfonds bezeichnet ein von einer Kapitalanlagegesellschaft verwaltetes Sondervermögen. Dieses Sondervermögen wird in Wertgegenständen wie Aktien, Anleihen, Immobilien, Rohstoffen und/oder in Derivaten angelegt. Die Investmentfonds sind definiert als Unternehmen, deren alleiniger Zweck in gemeinsamen Investments in übertragbare Wertpapiere und/oder andere Kapitalanlagen liegt" (ALLIANZ LEBENSVERSICHERUNG-AG, *Bericht über Solvabilität und Finanzlage 2024*, S.46) (https://www.allianz.de/content/dam/onemarketing/azde/azd/unternehmenskommunikation/pdfs/unternehmen/zahlen-daten-fakten/solvabilitaet/SFCR_2024_AZL-AG_websafe.pdf) (2025/06/24 閲覧)

²⁹ 例えば、"ACP, which is part of AllianzGI, has been investing on behalf of Allianz insurance companies in private equity for 25 years and is one of the largest private equity investors globally". (Allianz Se, "Allianz Private Equity Fund holds first close at approx. EUR 520 million", Oct 26, 2021) (https://www.allianz.com/en/media-center/news/business/asset_management/211026_Allianz-private-equity-fund-holds-first-close-at-approx-EUR-520-million.html) (2025/06/24 閲覧) など、AGI や ACP のホームページで短く組織の紹介をする際には、"invest... on behalf of Allianz insurance companies" は枕詞のように使われている。

³⁰ ALLIANZ GLOBAL INVESTORS（日本語ホームページ）「保険資産管理」のページでは、「外部の保険会社や世界最大規模の保険会社であり親会社のアリアンツ SE の保険資金を運用受託することで、アクティブな運用能力を培ってきました」とし、主として Allianz 生命保険の資金運用を行うだけでなく、他保険会社の資金運用も業務として行っている (<https://jp.allianzgi.com/ja-jp/capability-landing/insurance-asset-management>)

³¹ ドイツ語では、"Anteile an verbundenen Unternehmen, einschließlich Beteiligungen"

³² EUROPEAN INSURANCE AND OCCUPATIONAL PENSIONS AUTHORITY, "DIRECTIVE 138/2009/EC (SOLVENCY II DIRECTIVE), Definitions, Part TITLE III > CHAPTER I > SECTION 1, Article number:212" (https://www.eiopa.europa.eu/rulebook/solvency-ii/article-2299_en) 2025/04/22 閲覧、

【図表 13】 Allianz 生命保険の資金運用 (2024 年末) (単位千€)

千€	Solvency II	商法	準拠
有形固定資産		139 764	-139 764
無形固定資産		989 566	-989 566
退職給付引当金の超過額	5 221		5 221
自己使用不動産	10 675	3 464	7 211
インデックス連動・ファンド連動以外の資産	232 241 126	239 759 950	-7 518 830
自己使用以外の不動産	1 900 930	1 280 738	620 192
関連会社株式 (資本参加含む)	81 051 249	68 593 380	12 457 869
株式	415 340	410 918	4 422
株式 (上場)	65 031	66 333	-1 302
株式 (非上場)	350 309	342 585	7 724
債券	31 089 368	31 793 287	-703 919
公債	8 496 532	8 947 402	-450 869
社債	21 853 987	22 115 994	-262 007
ストラクチャー・証券	607 973	607 970	3
担保証券	130 816	121 921	8 895
Organismen für gemeinsame Anlagen (共同投資のための組織)	117 765 301	137 669 618	-19 904 317
決済手段債以外の現金	18 992	12 002	6 991
インデックス型およびファンド連動型投資資産	17 302 913	17 302 913	
貸付金・預金	31 017 698	33 228 607	-2 210 909
保険契約者貸付	352 494	352 494	
個人・匿名貸付	20 302 653	21 945 660	-1 643 006
その他貸付・預金	10 362 551	10 930 454	-567 902
保険契約からの未収請求権	555 189	554 830	359
預託資産	3 784 909	4 151 350	-366 441
保険契約者および特許者に貸する債権	535 195	1 036 515	-501 320
再保険者に対する債権	2 903	2 903	
債権 (取引、非稼働)	3 273 683	3 116 543	157 140
決済手段及び決済手段担保	658 497	658 497	0
その他勘定に表されない資産	24 473	31 014	-6 541
総資産	289 410 477	300 975 517	-11 565 040

ALLIANZ LEBENSVERSICHERUNG-AG, Bericht über Solvabilität und Finanzlage 2024* (2024 年ソルベンシーおよび財務状況報告書), S.44 (https://www.allianz.de/content/dam/onemarketing/azde/azd/unternehmenskommunikation/pdfs/unternehmen/zahlen-daten-fakten/solvabilitaet/SFCR_2024_AZL-AG_websafe.pdf) (2025/06/24 閲覧)

さきに説明した「共同投資のための機関」、実態はグループ内「投資ファンド」

(Organismen für gemeinsame Anlagen) の項目が Allianz の資金運用全体に占める比率は、2024 年末に 41%を占め、関連会社への資本参加 (Anteile an verbundenen Unternehmen, einschließlich Beteiligungen) が占める比率は 28%となる。合計、69%に上る。このうち再生可能エネルギーがどれだけ占めるかは不明であるが、他の資金運用先、かつては多かった債券は 11%と少数派になっている (その背景については 5-2 で説明)。ただ、投資ファンドも、ACP のようにオールタナティブ投資を担当するものだけではなく、PIMCO のように債券専門のものもあり、投資ファンドに運用資金が配分されたからと言ってそれがインフラや再生可能エネルギーにまわるとは限らず、その中には債券に投資される部分もある。しかし、債券運用と言ってもそれはかつてのようにシンプルに自治体債券や抵当債券、連邦債に多くがまわり、それらに運用してさえすれば安定的に利回りが得られるという形ではなくなっていることは確かである。

ACP の数字によれば、ACP の投資先は、プライベート・エクイティ 315 億€、再生可能エネルギー 56 億€、インフラ 246 億€となっており³³、この 3 つを総額とするとそれぞれの比率はプライベート・エクイティ 51%、再生可能エネルギー 9%、インフラ 40%となる。ACP は、Allianz の投資会社の中で、alternative な投資をする役割を担っているので、これらが運用資産の全額ないしはほとんどと見て良からう。

上部組織の AGI については、ACP と横並びの数値は出ていないものの、グループのトータルの運用資産 (Assets under management (AuM)、顧客からの預かり資産分については B/S には出ない) は 5,330 億€に及び³⁴、うちインフラ投資は、2023 年第 IV 四半期で 512 億€となっている³⁵。この規模は、「アリアンツ GI は現在、… (中略) …約 900 億€のプライベート・

³³ ALLIANZ CAPITAL PARTNERS トップページ (<https://www.allianzcapitalpartners.com/>) 2025/04/22 閲覧

³⁴ ALLIANZ GLOBAL INVESTORS, „Shaping the future of investing“ (<https://www.allianzgi.com/en/our-firm>) 2025/04/23 閲覧

³⁵ ALLIANZ GLOBAL INVESTORS, „AllianzGI with over EUR 50 billion AuM in infrastructure“ (<https://www.allianzcapitalpartners.com/en/media/news/20240321-allianzgi-with-over-eur-50-billion-aum-in-infrastructure>) 2025/04/23

マーケット資産を運用しており、このうち 50%超をインフラに投資している」³⁶とあるように、インフラ投資を重視している。2018 年第Ⅳ四半期から 2023 年第Ⅳ四半期の 5 年間に、トータルのインフラ投資の AuM は 1.8 倍に増えている。この期間はほぼマイナス金利の時期と重なる。

AGI が他の箇所で引用している数値および自社の投資先を説明する文言では、再生可能エネルギー投資はインフラ投資の内訳に入っているため³⁷、AGI 自身の再生可能エネルギー関係の投資も上に挙げたインフラ投資の中に含めていると考えてよいだろう。AGI の場合、株式、債券の形式での投資が多い³⁸。AGI ホームページで自社が直接的なインフラ投資をしているとの叙述もあるが³⁹、そのうち再生可能エネルギーに関しては AGI 下部組織の ACP のことを説明しているので、AGI のインフラ投資については証券投資形態が多く、SPC を作るなどの直接的資本参加形態は ACP に委ねる形の棲み分けをしている可能性が高いと思われる。

なお、SPC について付記すれば、Allianz SE の年次報告書を見ると、子会社・関連会社一覧の「海外子会社、連結子会社」（“Ausländische Unternehmen, Konsolidierte verbundene Unternehmen”）の欄に、多くの再生可能エネルギー関連 SPC の存在が報告されている。“Allianz Renewable Energy Partners I LP, London”などとなっており、ナンバリングだけが異なるロンドン法人が 9 件も、同様にルクセンブルク法人が 11 件も、類似の名称の子会社がさらに列記されている。これらは、主として陸上風力発電やソーラーパークの形式的な 100%所有会社としている SPC、SPV であると見てよからう。陸上風力発電・ソーラーのプロジェクトは概して手堅い長期安定的な投資先ではあるが、損失の場合のリスクを SPC に封じ込めるために利用されていると考えられる。これらは形式的な有限会社等であり、実際の運営は ACP などが行っていると思われる。

このインフラ投資のうちどれだけが再生可能エネルギー投資かは公表されていないため推測するしかないが、仮に ACP のインフラ投資対再生可能エネルギー投資の配分比率と同じだとすれば、95 億€程度となる。

以上、「Allianz の再生可能エネルギー投資部隊」とも言える Allianz Global Investors (AGI) と Allianz Capital Partners (ACP) による運用資産の直近の大雑把な投資規模を、少々込み入ったやり方で推測した。Allianz グループ全体では、2,322 億€の運用資産の中で、再生可能エネルギー投資は、ACP が 56 億€、AGI が推計で 95 億€とすれば、計約 150 億€程度が再生可能エネルギーに投資された可能性が考えられる。であれば、Allianz グループ全体の運用資産の約 6.5%程度が再生可能エネルギー投資に振り当てられたとの推測が成り立つ。運用資産は、Allianz 生命保険責任準備金の額 2,294 億€と若干食い違っているが、Allianz グループのうち巨大な運用資産を抱えるのは生命保険であるから、上記の結果を言い換えると、Allianz 生命保険の顧客が払い込んだ長期の生命保険掛け金の 6%程度、150 億€程度が再生可能エネルギー分野に投資され運用されている、という大雑把な図が浮かび上がる。

さらに、再生可能エネルギー分野のうち洋上風力発電への投資は、始まってさほど長くは経っておらず、累積投資額ではこのうちわずかと推測される。Allianz の洋上風力発電への投資については次の 2-2-2、とりわけ 2-2-2-3 と 2-2-2-4 で具体的に説明するが、Allianz による最大の洋上風力発電投資である Kust Zuid への投資 8 億€程度と He Dreiht への 4 億強€程度の投資を単純に足し合わせ、他の洋上風力発電プロジェクトは計算に入れないとすると 12~13 億ユーロ規模になると見積もることが出来る。仮に Allianz の再生可能エネルギー投資総額総額の推測が大きく外れていなければ、少なくともこのうち 11%をすでに洋上風力発電への投資が占めていることが見てくる。Allianz は、世界的な逆風にもかかわらず、洋上風力発電への投資、そ

閲覧

³⁶ ALLIANZ GLOBAL INVESTORS, „AllianzGI with over EUR 50 billion AuM in infrastructure” (<https://www.allianzcapitalpartners.com/en/media/news/20240321-allianzgi-with-over-eur-50-billion-aum-in-infrastructure>) 2025/04/23 閲覧

³⁷ Allianz Global Investors, „Why infrastructure is the key to our energy transition” (<https://www.allianzgi.com/en/insights/outlook-and-commentary/why-infrastructure-is-the-key-to-our-energy-transition>) (2025/06/24 閲覧)

³⁸ ALLIANZ GLOBAL INVESTORS, „Shaping the future of investing” (<https://www.allianzgi.com/en/our-firm>) 2025/04/23 閲覧

³⁹ ALLIANZ GLOBAL INVESTORS, „Infrastructure equity” (<https://uk.allianzgi.com/en-gb/institutional/our-strategies/alternative-investments/private-markets-and-real-assets/infrastructure-equity>)

して、後で述べるように、これと対になるグリーン水素製造への投資に意欲的であり、これらは1件あたりの投資額が巨大であることを勘案すれば、Allianzの洋上風力発電やグリーン水素への投資比率は、近い将来もっと拡大することが予想できる。

Allianzの洋上風力発電への投資総額は、2-2項冒頭で述べたように不明である。この額についてAGIにヒアリングを行ったが、結論として投資額は不明であった⁴⁰。すなわち、Allianzの全投資額は、パブリックエクイティ、債券、そして個々のストラテジーにどれだけ投資するかを決定した後、それぞれの市場で最高の専門家に投資を依頼する。そのため、AGI自身は、個々の資産には関与しておらず、例えばイタリアのシチリア島の大きな風力発電所に投資している場合、誰がそれを正確に管理しているかをAGI担当者に聞いても答えることはできない、とのことであった。ACP、AGIは資産運用会社であり、同僚たちはそれぞれの運用資産についてだけしか知らない、とのことであった。

そして、それぞれの投資内訳はマル秘なので、それを加算してトータルな像を得ることは出来ず、洋上風力発電投資総額を知りたかったら、個々の洋上風力発電プロジェクトへの大きな投資についてののみ、ホームページ上のプレスリリースや業界情報で大きな案件について押さえる他にない。

であれば、総体的な数字による把握は困難であるので、代表的な個々のケースを見れば、全体像の見当が付くであろう。ドイツでの洋上風力発電は北海にほぼ限定され、北海洋上風力発電プロジェクトは、いくつかのビッグプロジェクトにまとめられる。以下2-2-2では、ドイツの3大生命保険会社に限定して（洋上風力発電投資はほぼこれらによる）、その代表的な大きなプロジェクトを、2-2-2-1で2010年代、2-2-2-2で2020年代と分け、別途、2-2-2-3で2020年代の中でも最大のHe Dreihtのケース、そして2-2-2-4で全期間を通じたAllianzの洋上風力発電投資のケース、に区分してケースを拾った。

2-2-2 個々の投資ケース

2-2-2-1 再生可能エネルギー分野投資模索期（2010年代）

ドイツの保険会社が新たな投資分野として再生可能エネルギー分野を模索し始めたのは、福島第一原子力発電所事故が契機となっていた。2011年、AllianzとMunich Reがグリーン投資への関心を高め、数10億ユーロ規模の投資を計画していると報じられた⁴¹。

ドイツ領海内の北海で洋上風力発電が操業開始したのは2017年である⁴²が、北海沖合100km以上に設置されるドイツのウィンドファームにおける保守船の可用性やタービンの機能といった特殊リスクに対し、保険ビッグ2（Allianz, Munich Re）は及び腰であったという。しかし、Allianzは、すでに損保業務として北海洋上風力発電を手がけており、後れてMunich Reも2012年には同業務を開始する。この過程で、両社とも北海洋上風力発電のリスク管理能力、専門知識を蓄えていったという⁴³。

⁴⁰ Allianz Global Investors Ltd. Director, Lead Portfolio Manager, London, 2024年9月20日 Dirk Diederich氏への質問と回答より

⁴¹ KULLRICH, A., „Versicherer entdecken grüne Investments Allianz und Munich Re planen Milliardenengagements, kleine Gesellschaften tasten sich heran - Fukushima -Katastrophe als Treiber“ May 10, 2011 *Börsen-Zeitung* ASSET MANAGEMENT; S. 2; Ausg. 89

⁴² Wikipedia, „Offshore-Windpark Nordsee One“ (https://de.wikipedia.org/wiki/Offshore-Windpark_Nordsee_One) (2025/04/05 閲覧)

⁴³ KAMP, M., „MUNICH RE THOMAS BLUNCK Großrisiko Offshore-Wind park“, *Wirtschaftswoche*, 11. Juni 2012 には一次保険会社であるAllianzはその子会社AGCSを通じて、事業中断や暴風による損害に対する保険を提供していたとある。O.V., „Munich Re First to Offer Offshore Wind Energy Serial Loss Coverage“, *Insurance Journal - Wells Media*, December 4, 2012 Tuesday, には、Munich Reは、2012年12月4日に、洋上風力発電ユニット向けの「連鎖損失（serial loss）補償」を提供する初の保険グループとなった旨叙述されている。

さきに挙げたKAMP, M., „MUNICH RE THOMAS BLUNCK Großrisiko Offshore-Wind park“, *Wirtschaftswoche*, 11. Juni 2012 には、Munich Reのトーマス・ブルンク役員が、風や波によるリスクに関する「多くの専門知識がまだ必要」であり、過去のデータがないためその開発は難しいと述べていた旨報道されており、まだ洋上風力発電リスクに関する専門知識が不十分であることを意識している。

同じ2012年11月の記事では、Munich Reの専門プライマリー・インシュアラーの1つとNordwest Assekuranzの連携で、洋上風力発電設備の機械的なトラブルについて、何度でも同じ箇所が生じる修理・交換から予備的な交換や、修理に要する特殊船舶運航までも保証する初の画期的保険商品を展開し始めている。この保険商品は、Nordwest

2015年9月には、Talanx（ドイツの保険・金融サービス企業）が、現 Ørsted（デンマークの電力会社）による洋上風力発電プロジェクトで機関投資家⁴⁴が50%の持分取得の資金調達に用いる10年債発行のアレンジャーとなり、そのうち58%を取得している。これが、ドイツ生命保険会社が洋上風力発電に資金を投じた初めてのケースと言われている⁴⁵。

2-2-2-2 大型投資出現（2020年代）

2020年代になると、北海洋上風力発電への大型投資が出現してくる。2020年2月、このTalanxがリードマネージャーを務めた、EnBW（ドイツの3大エネルギー企業の1つ）による洋上風力発電プロジェクト、Hohe SeeとAlbatros（合計609MW）の持分（24.95%）をカナダ公的年金基金投資委員会（CPP Investments）が取得する際の資金調達（総額5億ユーロ）のリードマネージャーである。自らもその63%を引き受けている（自己資金からローンと私募債を引受け）⁴⁶。

2021年12月には、AllianzグループのAllianz Capital Partnersが、事業規模32億€と推定されるVattenfallの北海（オランダ領海）洋上風力発電プロジェクト、^{ホラントセ・キュスト・ツァイト}（HKZ、1.5GW）の49.5%を取得していたBASFから、その持分（16億€）のうち25.2%分（8億€強ということになる）を買い取っている。Vattenfallは、元々スウェーデンのエネルギー会社であるが、1990年代にドイツのエネルギー3社を買収し、現在本社はベルリンに置き、ドイツ4大エネルギー企業の一角を占めている。この投資は、Allianzグループの戦略の上に、Allianz Lebenなどの保険部門が持つ豊富な資金を、Allianz Capital Partners（ACP）を通じて投資しているものである⁴⁷。ただし、Allianz生命の責任準備金がACPの組成するファンドに投資され、このファンドの投資先が^{ホラントセ・キュスト・ツァイト}Hollandse Kust Zuidであることを財務報告から跡付けることは出来ない。あくまで新聞や業界情報のWebからとれる情報に依拠する。この投資は、「低金利環境下で安定したリターンを求める保険会社の戦略とも合致」と評価されている

Assenkuranzが、風力タービンメーカーのREpower Systems社と組んで密接な協働の末2年がかりで開発した画期的な保険商品とのことだが、Nordwest assenkuranzは保険仲介が業務で、最終的なリスクを引き受ける会社ではない、それを、Munich Reの専門知識を持った子会社（Euromoneyの資料ではprimary insurerとされている）が元請け保険会社として最終的なリスクを引き受ける保険商品として提供する契約を締結した、という事情のようである。これを、Repowerの役員は、“This is a decisive step for the offshore wind industry”であるとして賞賛しているが、リスクの大きい先端生産物であったタービンをユーザーに売るに際しリスクヘッジが用意されているのは画期的な市場拡大保証となったのであろう（„Munich Re in offshore wind energy“, November 2012, Reaction, *Euromoney Institutional Investor*）（Nordwest Assekuranz, Press Release, „World's first serial losses insurance launched for offshore wind turbines“, December 2012（https://www.ewea.org/annual2013/wp-content/uploads/20121204_PM_Serienschadenversicherung_englisch_lang.pdf）（2025/07/09閲覧））。すなわち、Munich Reグループ内の子会社は元々洋上風力発電の分野で保険業務を伸ばす意図を持って作られており、ここも新しい分野ということで単独で画期的な保険商品を開発するまでの能力はまだなかった、しかし、持っているノウハウだけに基づいて新しい洋上風力発電保険商品を提供しているのではなく、独立系の専門保険会社や洋上風力発電設備メーカーの専門知識を土台に、恐らくは協力関係を維持しながら、新しい洋上風力発電関係保健分野に積極的に伸びようとする強い意図を持って、グループ全体と連携して活動していたことが示唆される。こうして、ドイツ保険会社は、その傘下の損保業務でまず優れて専門的な保険商品開発、提供、そして、それを通じたリスク知識の集積を土台に、ファイナンスにも伸びていった、という構図が読み取れるのである。

⁴⁴ Global Infrastructure Partners (GIP)（出所は脚注45と同じ）

⁴⁵ SeeNews, Debt, „UPDATE - Insurer Talanx buys EUR 320m of offshore wind bond“, September 10, 2015 Thursday

⁴⁶ *Impact Financial News*, “Talanx leads the financing for CPP Investments' stake in Germany's largest offshore wind project”, February 12, 2020 および *Contify Investment News*, “Talanx leads the financing for CPP Investments' stake in Germany's largest offshore wind project”, February 12, 2020

⁴⁷ *Contify Energy News*, “Allianz to invest in offshore wind farm in the Netherlands for the first time”, December 6, 2021, *Impact Financial News*, “Allianz to invest in offshore wind farm in the Netherlands for the first time”, December 7, TendersInfo, “Netherlands : Allianz to invest in offshore wind farm in the Netherlands for the first time”, December 8, 2021, SeeNews Renewables, “BASF sheds 25.2% stake in 1.5-GW offshore wind project to Allianz”, December 7, 2021, *BASF Bericht 2022*, “3. Akquisitionen und Devestitionen”の項目（<https://bericht.basf.com/2022/de/konzernabschluss/anhang/akquisitionen-und-devestitionen.html>）（Letzte Aktualisierung 24.02.2023）（2025/07/09閲覧）、*BASF News Release*, „BASF to sell 25.2% of the offshore wind farm Hollandse Kust Zuid to Allianz”（https://www.basf.com/dam/jcr:1c0273c5-bd28-3f4e-ab5d-52f48ea1ca52/basf/www/global/documents/en/news-and-media/news-releases/2021/12/P400e_BASF_Allianz.pdf）（2025/07/09閲覧）

る⁴⁸。

後に5-1 節で述べるが、2001 年の年金改革 (Riester-Reform) により、生命保険単独の税制上の優遇が削除され、この2020 年代前半には、マイナス/低金利の基調の上に、ドイツの生命保険会社の透明性について消費者情報サイトから疑義が発せられるなど、逆風が吹いていた。さらに、マイナス/超低金利環境下で従来の責任準備金資金運用先も先細りしていた。ドイツの生命保険業界が洋上風力発電投資に乗り出す背景には、業界全体として、新しい収益分野が求められていたという事情が存在するのである (これらについては5 章参照)。

2022 年5 月には、Allianz が、大規模ウィンドファームと洋上でのグリーン水素製造拠点を構築し、ドイツの電力網に接続してエネルギー安全保障に貢献することを目指す調査を開始したことが報じられている⁴⁹。洋上風力発電を利用したグリーン水素製造は、ロシア産天然ガスの補完という目的もあり、後に国レベルの計画と連携して実現していくことになる (3 章参照)。これは、電解によるエネルギー転換の効率性といい需要の不確定といい、問題は多いが、消費地と切り離されている洋上風力発電にとって、Power-to-X のメニューとして重要視されることも関係している。ただし、2025 年5 月にメルツ新政権になり、この動向はトーンダウンする可能性もある。

2023 年には、Munich Re は、保険ブローカーであるRiskPoint Group と提携し、洋上風力産業向けの保険カバレッジを強化する方針を打ち出し、Allianz も、保険業務に関連する洋上風力発電リスク調査のレポートを出すなどノウハウを蓄積とその発信につとめているのは、洋上風力発電関連業務の急拡大を見越してのことである⁵⁰。

このように、ドイツ保険会社は、第1 に、自ら巨大な資金の出し手として、第2 に、グループ内損保会社とその洋上風力発電まわり保険業務のノウハウを駆使して、第3 に、グループ内再生可能エネルギーなどインフラ専門投資ファンドのノウハウを蓄積し、グループ内の保険会社だけでなく他の機関投資家の資金も受け入れるファンドとして、洋上風力発電にかかわるようになる。2020 年代には、さらに、次の2-2-2-3 項で説明するHe Dreihtウィンドパークに見られるように、PPA (予め一定額で比較的長期にわたり電力を売買する相対契約。PPA については2-3 節で論じる) を前提に、機関投資家からの巨額の資金が投入されるようになる。ここでAllianz は自ら投資家として、また機関投資家の資金を集めるファンドとして、プレゼンスを発揮することになる。

2-2-2-3 北海のHe Dreihtのケース

2020 年代における洋上風力発電のあり方を典型的に示しているのは、このHe Dreiht の例であろう。投資額はこれに先立つHollandse Kust Zuidの方が大きい、He Dreiht も、ヨーロッパで最大の再生可能エネルギープロジェクトの1 つであり、グリーン水素との関連、PPA の本格展開において、このケースを詳細に見たい。

⁴⁸ Allianz の戦略との合致については、各所で確認出来るが、例えば、Allianz Group の Chief Investment Officer である Carsten Qwitter 氏が「エネルギー転換とエネルギー安全保障は、私たちの最優先課題です。… (中略) …その一環として、ドイツにおけるオフショア風力発電への初めての直接投資を実施しました。He Dreiht は… (中略) …同時に当社の保険顧客に安定的で長期的な収益を提供することを目指しています」 (下線筆者) (Allianz SE, „Allianz investiert in den 960MW Offshore-Windpark He Dreiht in der deutschen Nordsee“, 23.03.2023

(https://www.allianz.com/de/mediencenter/news/geschaeftsfelder/vermoegen/230323_Allianz-investiert-in-960MW-Offshore-Windpark-He-Dreiht.html) (2025/07/09 閲覧) などにも現れている。

⁴⁹ Offshore Engineer, „Offshore Wind: CIP, AIM Plan to Build Artificial Energy Island in German North Sea“, May 19, 2022 (<https://www.oedigital.com/news/496698-offshore-wind-cip-aim-plan-to-build-artificial-energy-island-in-german-north-sea>) (2025/07/09 閲覧)

⁵⁰ Munich Re に関しては、Mukhopadhyay, A., „RiskPoint Group partners with Munich Re to improve coverage for offshore wind industry“, 26th April 2023 (<https://www.reinsurancene.ws/riskpoint-group-partners-with-munich-re-to-improve-coverage-for-offshore-wind-industry/>) (2025/07/09 閲覧)、Allianz に関しては、Allianz SE, „Offshore wind industry poised for growth, but economic pressures and tech innovation need to be managed“, Sep 21, 2023 (<https://www.allianz.com/en/mediacenter/news/commitment/environment/230921-allianz-offshore-wind-industry-poised-for-growth-but-economic-pressure-and-tech-innovation-need-to-be-managed.html>) (2025/07/09 閲覧) なお、文中にある Report は、Allianz Commercial (損保を担当)、A turning point for offshore wind - Global opportunities and risk trends, (https://www.allianz.com/content/dam/onemarketing/azcom/Allianz_com/press/document/Allianz-Commercial_A-turning-point-for-offshore-wind.pdf) (2025/07/09 閲覧)

【図表 14】 He Dreiht の例



出所：Crane1000.com 記事「He Dreiht Offshore Wind Farm」 (<https://crane1000.com/he-dreht-offshore-wind-farm/>) (2025/07/09 閲覧) (このCrane1000.comのシリーズに、コンパクトにまとめた各洋上風力発電の関連の情報がある)

2025年4月現在建設中であり、試運転は2025年末を予定している。スペックを見ると、キャパシティ15MWのVestas社のタービンを64基建設し、これをもって110万家庭にグリーン電力を供給することが出来るとされている^{51 52}

He Dreihtは、ドイツの4大電力会社(RWE、E.ON、EnBW、Vattenfall)の一角を占めるEnBWのプロジェクトであり、2017年のドイツオフショア入札で、初の補助金なしの風力発電所開発権をゼロ入札で獲得した。

ここで注目すべきはHe Dreihtでの電力PPA契約(相対売買契約)である。EnBWが2017年の入札でプロジェクトの契約を勝ち取ったのは、史上初めて政府による補助金なしの入札を行ったからであり、補助金なしが可能になったのは、PPAを用いて事前に発電量の多くの部分の売れ先が決まっていたからだ、と説明されている⁵³。このPPA契約によると、EnBWが発電された電力は、PPA契約により長期定額で売却契約が結ばれた。15年間PPA契約の元に、SHSは50MW/年を子会社SaarstahlとDillingerの脱炭素のために確保したのである。EnBWはHe Dreihtで発電する電力の購入契約をすでにDeutsche Telekom's Powerと結んでおり、他に、フランクフルト空港(Fraport)の運営会社と85MW、Evonikと150MW、Salzgitterと50MW、Boschと50MW、Deutsche Bahnと20MW、ドイツテレコム子会社のPASMと100MW、SHS-Stahl-Holding Saarと50MW⁵⁴で結んでいる。

He Dreihtへの投資額は約24億€で、資金調達は以下の通りとなっている。すなわち、欧州投資銀行からの6億€の長期資金調達がまず確保されている。その他、Allianzグループ(Allianz Gesellschaften)の指示により参加したAllianz Capital Partners、AIP(デンマークの機関投資家AIP Management P/S)とNorges Bank(政府系のノルウェー銀行インベストメント・マネジメント-NBIM)がコンソーシアムを組成して、49.9%という少数株式を取得しており、3社はそれぞれがその内16.6%(4億€程度になる)を取得している⁵⁵。このケースは、単

⁵¹ „EnBW takes FID on 960-MW offshore wind project, brings partners“, *SeeNews Renewables*, March 23, 2023

⁵² ちなみに、PORT ESBJERG, “By the end of 2021, components for more than 4,000 offshore wind turbines had been shipped from Port Esbjerg” (<https://portesbjerg.dk/en/news/offshore-wind-turbine-number-4-000-shipped-from-port-esbjerg-preparations-for-the-next-4-000-are-under-way>) (2024/10/27 閲覧)とあり、2021年に1つの港からだけでも風車パーツが4千基分運び出されている規模なので、1つのWindparkで64基の風車というのは間違えではないと判断した。

⁵³ *Stuttgarter Nachrichten*, „Ein Windpark mit der Leistung eines Kohlekraftwerks Biga Windpark“, Freitag 17. Mai 2024, この紙上には„He Dreiht“ komme als einer der ersten Offshore-Windparks ohne staatliche Förderung aus. Möglich machen das vorab geschlossene langjährige Stromlieferverträge mit Firmen wie Bosch, Fraport, Evonik, Salzgitter oder auch der Deutschen Bahn, die einen Großteil der Strommenge abdecken. Dieser Trend - Stromverkauf über den Markt statt über staatliche Förderungen - werde zu einem „wichtigen Element in der Energiewende“.との説明もあり、

⁵⁴ EnBW ホームページより、„EnBW-Windpark He Dreiht, Förderfrei und leistungsstark in der Nordsee“ (<https://www.enbw.com/unternehmen/themen/windkraft/offshore-windpark-he-dreht/#he-dreht-auf-einen-blick-zentriert>)

⁵⁵ OPTION FINANCE, “Allianz investit dans le parc éolien offshore He Dreiht”, vendredi 24 mars 2023, *HANDELSZEITUNG*, “Allianz und Norwegen beteiligen sich an Windpark in Nordsee”, Dienstag 28. März 2023,

に資金調達面でこれら3社に依存しているだけでなく、最初から専門の経験豊富なパートナーを巻き込んでいる（professionelle und erfahrene Partner mit an Bord）⁵⁶という点で意味があると評価されている。つまり、Allianzを含むこれら3社の機関投資家は、洋上風力発電において専門知識と経験を有しプロジェクトのサポートとして安定したプレゼンスを持っていることを表しているのである。

2-2-2-4 Allianz グループの再生可能エネルギー投資ファンドとしての位置付け

このように、ドイツの生命保険会社による洋上風力発電投資は、第4-2-7章で論じるような生命保険業態の位置付けが変わるのと平仄を合わせて、2020年代頃から規模を大きくしていったことが見て取れる。中でも、ヨーロッパの生命保険会社として第2位のAllianz生命（グループ全体では欧州で圧倒的な規模である）⁵⁷は、北海において洋上風力発電プロジェクトへの大規模な投資を行った。上記のKust ZuidとHe Dreihtに対するものである。これらを合計すると2-2で示したように、Allianzグループによる洋上風力発電へのエクイティ投資総額は、単純にKust Zuidへの8億€程度とHe Dreihtへの4億強€程度を足し合わせて12～13億ユーロ規模になると見積もることが出来る。

さらに、洋上風力発電に限定せず、再生可能エネルギー分野への投資全体を概観すると、Allianzは、すでに2010年代初めには、再生可能エネルギー分野に投資先を拡大していったことがわかる。「Allianzは、2012年4月には既に欧州全体の3ダース以上の風力・太陽光発電に投資しており、35万世帯以上にエネルギーを供給、顧客の資金〔生命保険顧客の責任準備金…筆者注〕をドイツの洋上風力発電プロジェクトに投資しようと検討していた。その前提条件は、期待利回りと公海への投資リスクが釣り合うことであった」⁵⁸。

Allianzが再生可能エネルギーやインフラ投資に傾倒していった背景には、第1に、この分野のリスクが小さくなったことが挙げられる。2000年に成立したEEG（再生可能エネルギー法）第1条第1項で、再生可能エネルギーについて「エネルギー補給の持続的発展を可能にする」等の目標が謳われており、その後も、EEGは、2004、2009、2012年と拡張されてきている。脚注59の記事が書かれた2012年時点では、2012年改正EEGで、電源構成における再生可能エネルギー比率を遅くとも2020年までに35%、2030年までに50%、2040年までに65%、2050年までに80%、という目標が設定されていた⁵⁹（現在の2023年EEG改正法では、当時より目標は前倒しになり2030年までに電気使用量の80%を再生可能エネルギーで賄うとされている）。EEGは単なる努力目標ではなく、それを達成するために連邦法での規定を州法に移植し、州法での規定どおりに市町村に実施を付託するシステムを整える⁶⁰から、再生可能エネルギー重視の政策は、すでに実質的に既定路線になっていたと言える。であれば、Allianzの再生可能エネルギーへの長期投資が座礁資産になってしまうリスクは低いと考えたのであろう。

第2に欧州全体が民間の投資を必要とする情勢もあった。2010年、欧州債務危機が顕在化し、EUでは財政健全化、債務削減の必要が生じた。ドイツでは、これとは別の背景によるものではあるが、財政赤字を連邦についてはGDP比0.35%未満に、州は0に抑える債務ブレーキが連邦議会で可決されて憲法改正が行われ（2025年3月、憲法改正の上再び債務ブレーキが緩和された）⁶¹、2009年8月1日に発効した。しかしその一方、公共インフラは更新を必

⁵⁶ 同上

⁵⁷ VERSICHERUNGSBOTE (Fachmagazin), „Größte europäische Lebensversicherer: Axa schlägt Allianz und Generali“, 19.07.2024 (<https://www.versicherungsbote.de/id/4915168/Grosste-europaische-Lebensversicherer-Axa-schlagt-Allianz-und-Generali/#:~:text=als%20gr%C3%B6%C3%9Fte%20Versicherungsgruppe%20Europas%20bezeichnet,mit%2078%2C85%20Milliarden%20Euro.>) 2025/04/06 閲覧

⁵⁸ REICHE, LUTZ, „Straßen, Wind und Sonne statt Staatsanleihen“, *manager*, 05.04.2012 (<https://www.manager-magazin.de/finanzen/versicherungen/a-825795.html>)、2025/04/06 閲覧。

⁵⁹ bhkw-Infozentrum, „Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) Konsolidierte (unverbindliche) Fassung des Gesetzestextes in der ab 1. Januar 2012 geltenden Fassung“, §1 (https://www.bhkw-Infozentrum.de/download/eeg_2012_konsolidierte_fassung.pdf)

⁶⁰ 拙著、「ドイツ再生可能エネルギー転換の地域分散性と再公営化」、Amazon Kindle Direct Publishing, ASIN : BOCZJMP76S, 2024年3月参照

⁶¹ 日本語での詳細は、JETRO, 「上下両院で基本法改正案を可決、財政規律緩和へ」 (<https://www.jetro.go.jp/biznews/2025/03/6deac631922d8c26.html>) 参照。

要としており、EEG で規定されたエネルギー転換のためにも、民間の資金は必要であった。UBS の推計によると、「交通とエネルギー供給の更新だけで、EU 諸国はこの 2012 年から 10 年間で少なくとも 7,000 億ユーロの費用を負担することになると予測されていた。このギャップを機関投資家が埋めることが期待されていた、というのが背景の 1 つである。

He Dreiht プロジェクトへの投資が決まって以降の事情ではあるが、その後ロシアのウクライナ侵攻によってロシアからの天然ガスが途絶すると、洋上風力発電+グリーン水素がさらに重要な意味を持つようになる。

第 3 に、後述 (5-1 参照) のように、ドイツの保険会社が、マイナス/低金利、税制上の優遇削除、消費者団体からの批判、国債や抵当債券・自治体債券のようなかつて十分な利回りを上げられていた投資対象が無くなるという逆風に直面していたことである。投資対象に関して言えば、その時点でドイツの生命保険会社は 1 兆 2,800 億€の資産を有するドイツでも最大の機関投資家であり、その資産のうち 7,470 億€に対しては 3.4%の利回りを確保し、更にそれに上乗せするためには、これら債券の投資対象では困難になってきていたという⁶²。

以上のような背景の下、Allianz は、洋上風力発電への投資に積極的になっていき、前々節 2-2-2 で短く説明したような洋上風力発電関連上位ファンドとしてのポジションを確立していくのである。この点については、5-3 で生命保険会社の新たなファンドビジネスとしての位置付けを行う。

2-3 洋上風力発電ファイナンスの重要要素 PPA

洋上風力発電の資金調達で重要な役割を果たすのが PPA (電力相対売買契約) である。本稿では、ドイツでの利用形態をベースに、PPA とは金融取引であるとしている⁶³。PPA は、プロジェクトのリスクを劇的に減らし、そのファイナンスにおいて必須のものとなってくる。本節では、PPA の理論的な議論は省き、PPA がドイツの再生可能エネルギー、とくに規模が大きく洋上というリスクが大きい条件の洋上風力発電投資において欠くことの出来ないものになった過程を、時代背景とともに見ていこう。

2-3-1 PPA とは⁶⁴

PPA とは、電力などの売り手と買い手の間で、市場を通さず結ぶ長期相対売買契約である。価格固定が一般的であるが、価格見直し条項が付くケースもある。期間は多くは 10~20 年などの長期であるが、個々の契約により自由に設定されている。電力自由化後に出来た電力取引所のように定形の取引形態があるのではなく、相対なので、相手方双方の事情により、電力そのものの供給を約束するケースから、電力そのものは需要家の地元で購入、価格だけをフィックスし、洋上風力発電の場合にはクリーン電力を購入したという証明が得られるものまで種々のバリエーションがある。それらについて以下ざっと説明を加えるが、詳しくは注参照のこと⁶⁵。

⁶² REICHE, L., „Straßen, Wind und Sonne statt Staatsanleihen“, *manager*, 05.04.2012 (<https://www.manager-magazin.de/finanzen/versicherungen/a-825795.html>)、2025/04/06 閲覧。

⁶³ United States Environmental Protection Agency (EPA), „Financial PPA“ (<https://www.epa.gov/green-power-markets/financial-ppa>) (2025/07/20 閲覧) では、後述のような virtuelle PPA と呼ばず、financial PPA と呼んでいる。定義としても、"A financial PPA is a financial arrangement between a renewable electricity generator (the seller) and a customer (the buyer) that enables both parties to hedge against electricity market price volatility" としており、vPPA は発電者と買い手相対の金融取引であり、電力市場価格の変動性に対するヘッジ手段である、と明言している。

⁶⁴ DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR (DENA), DIE MARKTOFFENSIVE ERNEUERBARE ENERGIEN, „Guidance Notes PPA/ Lieferband“, 02/2024 がテキストベースだがよくまとまっている。同グループがエネルギー企業 PIXAPARK およびコンサルティング会社 THEMA とともにまとめた *PPA-Marktanalyse Deutschland 2023* (https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Projektportrait/MOEE/PPA-Marktanalyse_Deutschland_2023.pdf) (2025/07/09 閲覧) (2025 年 7 月 9 日現在、同資料の 2024 年版は未公開のようである) は豊富なグラフがあり現状を掴みやすい。PPA の種々の形態については、環境省・みずほリサーチ&テクノロジーズ、「再エネ調達のための太陽光発電設備導入について」2023 年 9 月 (<https://www.env.go.jp/content/000157739.pdf>) が詳しい。

⁶⁵ 自然エネルギー財団、『コーポレート PPA 日本の最新動向 2025 年版』(https://www.renewable-ei.org/pdf/download/activities/REL_JPCorporatePPA_2025.pdf) (2025/05/02 閲覧) はわかりやすい。

⁶⁶ 前 2 つの注および、EFET Deutschland – Verband Deutscher Energiehändler e.V., Valentina Eigner (DLA Piper), Andreas Gunst (DLA Piper), Steffen Herz (von Bredow Valentin Herz), Dirk Voges (gunnercooke), Dena

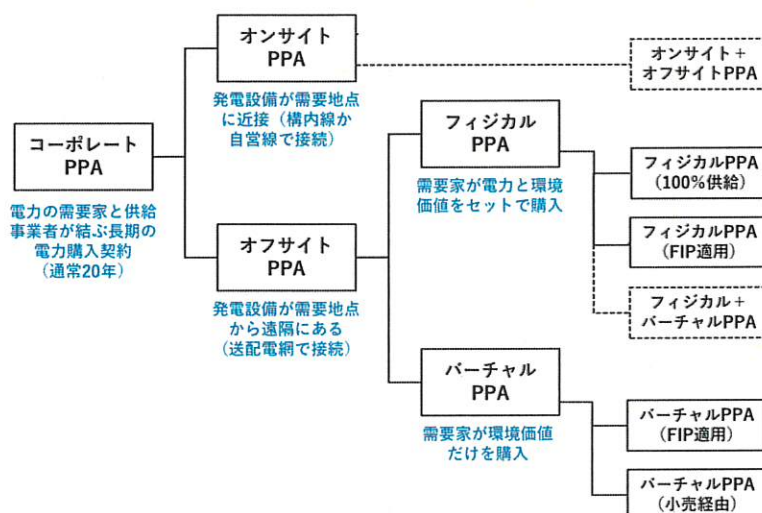
2-3-1-1 フィジカル PPA とヴァーチャル PPA (vPPA)

PPA はいくつかの種類に分かれており、複雑ではあるが、本稿の主旨に沿えば、概要は理解しておかねばならない。【図表 15】にあるフィジカル PPA では、発電会社は、発電した電力を送電線に流し込む。需要家側は、流し込まれた分だけの電力を消費地で実際に使い、需要家側が、当初決めた電力価格を発電側に支払う。両者とも、電力市場は通さない。2-3-1-2 に説明したように、ドイツの PPA はほぼフィジカル PPA であると言われている。

ヴァーチャル PPA (vPPA) は、これとは異なり、実際に電力供給しない。vPPA は純粋に価格契約だけで、供給者の発電会社は卸売り電力市場で電力を売り、市場価格は動くので、供給者の発電会社と契約した価格と市場価格の差金決済だけ行う。また、【図表 15】にあるように、再生可能エネルギーを使用した形になるため環境価値 (CO₂ 削減付加価値) も付く。このように、vPPA は実際の電力の受け渡しを伴わず、言わば単なる差金決済の金融取引であり、リスクヘッジのための金融商品、デリバティブズであるといえる。予め決めた価格で長期取引が出来るという点で、価格リスクは長期に回避できる。発電会社側にも、需用者にも、市場価格変動により差額支払いが発生する。実際に発電会社が電力市場価格で売却する価格が契約より下がると、需要者が発電会社に差金を支払う。逆に市場価格が契約より上がると、発電会社が需要者に差金を支払う。であるから、PPA 契約が無かった場合には市場価格上昇によってメリットを得られたはずの発電者はそのメリットを失い、市場価格下落によってデメリットを得られたはずの需要家側はそのデメリットを失う。しかし、その逆に、PPA 契約が無かった場合には市場価格上昇によってデメリットを被ったはずの需要者はそのデメリットを回避し、市場価格下落によってデメリットを被ったはずの発電会社はそのデメリットを回避する。結局は、両者とも、長期的に一定価格で電力を取引できるメリットを得られる。

実際に発電された電力は、市場価格で他の購入者に売却される。それでも vPPA のメリットがあるのは、(1)需要者は、再生可能エネルギーの環境価値を購入することで、CO₂ 排出量削減目標を達成することが出来、市場価格上昇時に契約額より高くなった分の補填を受けられるから、(2)発電者は予め価格を fix することで長期の収入が確定し (市場価格下落時に、市場価格上昇時に契約額より安くなった分の補填を受けられる)、そのため資金調達に有利である。実際には、「有利である」というよりは、PPA がついていないと資金調達が極めて難しいので、PPA が付くことによって初めて発電プロジェクトそのものが「バンカブル」になり成立するのである。PPA が無ければ、発電プロジェクトは成立しない。PPA はプロジェクトの将来キャッシュフローを予測可能なものにする不可欠の要素となる。

【図表 15】企業間の PPA 種類



自然エネルギー財団「コーポレート PPA 日本の最新動向 2025 年版」p.3 (<https://www.renewable->

(Deutsche Energie-Agentur), „Guidance Notes PPA Lieferband - Erläuterungen zum Standardvertrag“, 02/2024 (https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2024/PPA_Guidance_Notes.pdf) 2025/04/23 閲覧、DENA, PIXAPARK, PPA-Marktanalyse Deutschland 2023 (https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2024/PPA-Marktanalyse_Deutschland_2023.pdf) 2025/04/23 閲覧、PIXAPARK, European Market Outlook 2024, (<https://pexapark.com/european-ppa-market/>) 2025/04/23 閲覧

ei.org/pdfdownload/activities/REI_JPCorporatePPA_2025.pdf) (2025/05/02 閲覧) より、原資料にあったページ指示部分削除

2-3-1-2 vPPA は再生可能エネルギーの問題を解決するのか？

vPPA は、発電者と鉄鋼メーカーやデータセンターなど需要家の価格ヘッジであり、実際には発電者は需要家に物理的に直接電力供給しない。vPPA は両者の価格計算だけに留まるので、実際に電力は送電線に流れ込み市場価格に影響する。そのため、市場価格の安定には寄与できないし、送電網の負荷を減らすことも出来ないが、発電側と需要家側の価格変動はヘッジできる。

では、vPPA は国民経済的には何に役に立っているのか？ 供給者の側では、予め vPPA 契約を行うことで一定価格での売れ先が長期に決まるため、発電事業プランニングの資金調達に際し機関投資家にとっては安定的な良い投資対象となり、投資案件が成立しやすい。いわゆる「パンカブル」になる。PPA があるかないかでプロジェクトの成否が決まる。国民経済的に言えば、PPA が再生可能エネルギーの供給増をもたらすという大きなメリットがある。ドイツにおける水素プロジェクトの場合は、4-2-7 で実例を見るように、水素の大口需要家が、エネルギーの転換に対応した投資の用意が無く、HPA (H は水素、電力の場合の PPA と同様、大口相対売買契約のこと) が存在しないため、ドイツ生命保険会社は投資に乗り出すことが出来ないでいる。

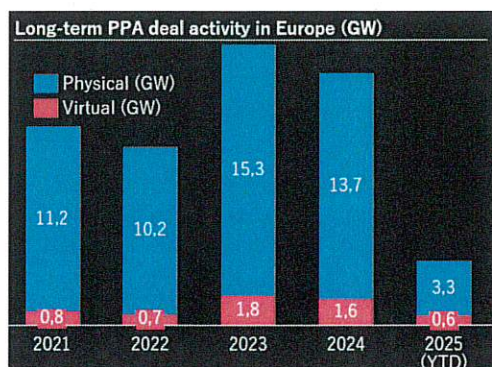
需要家の側では、2-3-3 や 4-2-5 で説明する「GHG プロトコル」(scope1~3) などの規制をクリアするため再生可能エネルギーが欲しいのだが、再生可能エネルギーの価格変動リスクが大きく、調達を妨げている。しかし、PPA を結べば予め価格リスク無く再生可能エネルギーが調達できる保証が得られるため、脱炭素プランニングがしやすい。そのため、国民経済的には脱炭素の実現に役立つ。元々需要家は、規制への対応、環境貢献アピールのため、再生可能保証付の電力を欲しがっており、大口の再生可能電力は売り手市場なのではあるが、vPPA によって売り手と買い手のマッチングがしやすくなるため、国民経済的には脱炭素の実現に役立つ。

ドイツの PPA 市場で、フィジカル PPA と vPPA のどちらが使われているかは、公式の統計が存在しない。しかし、ヨーロッパ全体では、北米と異なり、フィジカル PPA の方が圧倒的に多いとの数字がある⁶⁷。同資料には、「vPPAs が比較的流動性の低い市場で締結されている…

(中略)…。一方、ドイツやフランスなどのより成熟した市場では、いまだに vPPA の取引活動が報告されていない」との記述もある。また、同じ資料には「バーチャル PPA は、いくつかの主要な欧州市場で依然として充分普及していない。例えばドイツでは、電力価格相殺制度

(“Strompreiskompensation – SPK”)があるため、間接的な CO₂コストの補償を受けるために、企業が補助金を受けていない再生可能エネルギー PPA (物理的な電力とセットになった原産地証明書 (GoOs) を含む) を通じて少なくとも 30%の電力を調達することを義務付けることによって [電力の…筆者] 物理的な供給を促進している」。この SPK のような有利な制度を使わないことは通常考えられないので、ドイツではフィジカル PPA 一色になっても不思議はない。いずれにせよ、ドイツではフィジカル PPA が主体であることは間違いなからう。

【図表 16】ヨーロッパのフィジカル PPA と vPPA



⁶⁷ BRIET, N., (Pixapark) „Virtual PPAs: State of play in 2025“, May 20th, 2025 (Pexapark (2025), based on publicly disclosed deal information) (<https://pexapark.com/blog/prmc-virtual-ppas-state-of-play-in-2025/>) (2025/07/27 閲覧)

BRIET, N., (Pixapark) „Virtual PPAs: State of play in 2025“, May 20th, 2025 (Pexapark (2025), based on publicly disclosed deal information) (<https://pexapark.com/blog/prmc-virtual-ppas-state-of-play-in-2025/>) (2025/07/27 閲覧)

2-3-1-3 オンサイト PPA とオフサイト PPA

フィジカル PPA は、オンサイト PPA とオフサイト PPA に分かれる。実際に直接電力供給する相対契約をオンサイト PPA という。消費地現地で発電する場合、工場屋根・住宅屋根で自家消費主、設備投資は発電会社が行う場合もオンサイト PPA である。

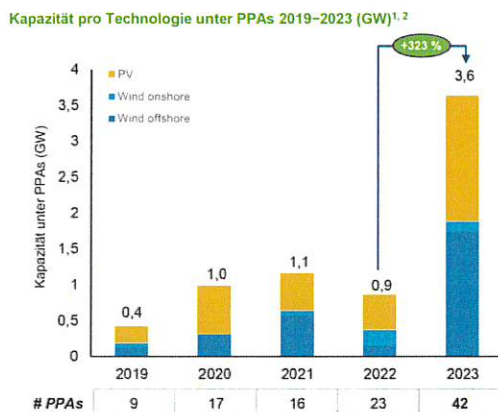
これに対して、オフサイト PPA は、消費地と発電地が異なり、発電された電力は一般送配電網に流され、他の電気と“混ざる”⁶⁸。日本はオンサイト PPA が多いし政府が発電地に需要者生産設備誘致を推奨しているのに対し、世界的にはオフサイト PPA が圧倒的に多い⁶⁹。

発電会社は予め契約した（契約内容に有れば）時間帯別電力量を供給する義務はあるが、予定外の電力消費増に同額で応じる必要は無い。逆に、電力需要者が時間帯別契約消費電力量を使わなかった場合は、ペナルティを支払う必要がある。

2-3-2 PPA の規模

ドイツでどの程度 PPA が結ばれてきたのか、その推移を【図表 17】で見ると、2019 年から、PPA が結ばれた容量ベースでも件数ベースでもほぼ伸び続け、とりわけ 2023 年には、件数ベースでも倍近くなっているが、とくに容量が+323%と激増している。つまり、大型 PPA が入ったということになる。

【図表 17】 PPA が結ばれた再生可能エネルギー種類別分類（容量 GW ベース）



DEUTSCHE ENERGIEAGENTUR, *PPA-Marktanalyse Deutschland 2023*, 11. April 2024 (https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Projektportrait/MOEE/PPA-Marktanalyse_Deutschland_2023.pdf) (2025 年 7 月現在、最新版はまだ発表されていない)

この傾向は、2024 年中も、世界的な揺り戻しにもかかわらずドイツでは再生可能エネルギービジネスは成長を続け、PPA 利用もさらに顕著になっていっている。2024 年ヨーロッパで締結された PPA は 11.5 ギガワットで、2023 年の記録を上回り、ドイツがスペインに次いで 2 位となっている。ドイツでは、「企業向けの古典的な電力供給契約は、経済的にグリーン電力 PPA に取って代わられつつある」という。ドイツエネルギー庁（Dena）が発表した再生可能エネルギー市場イニシアチブの分析⁷⁰によると、過去 4 年間に合計 6.6 ギガワットの PPA 契約

⁶⁸ CARBONIX MEDIA 「オフサイト PPA について、その他の PPA の特性もまじえて解説」（公開日:2024.05.27 / 最終更新日: 2024.05.27） (<https://sustech-inc.co.jp/carbonix/media/off-site-power-purchase-agreement/>)

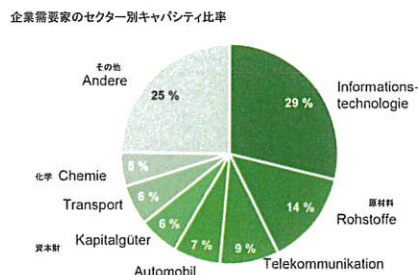
⁶⁹ 自然電力グループ「オンサイト PPA とは？オフサイト PPA とは何が違う？仕組みや企業事例を解説」（https://shizenenergy.net/decarbonization_support/column_seminar/onsite_ppa/）（2025/06/25 閲覧）。世界では、2024 年、83.9%がオフサイト PPA になっている（Market.US のサイトより *Power Purchase Agreement Market*, March 2025 の内容紹介による）（<https://market.us/report/power-purchase-agreement-market/>）（2025/06/25 閲覧）

⁷⁰ DEUTSCHE ENERGIEAGENTUR, *PPA-Marktanalyse Deutschland 2023*, 11. April 2024 (https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Projektportrait/MOEE/PPA-Marktanalyse_Deutschland_2023.pdf) (2025/06/25 閲覧) 記事では、新しい事象の説明に使っているが、この数字は 2023 年のもので、時制が一致していない。

が締結されたが、これは原子力発電所 6 基分の出力にほぼ相当し、また、2030 年までにドイツの総電力需要の 4 分の 1 が直接契約によって賄われる可能性があるという⁷¹。

次に、PPA を結んでいる主体はというと、一方は言うまでもなく発電業者である。もう一方の需要家は、大口電力需要者の企業であるが、その業種は、【図表 18】に見られるように分布している。

【図表 18】産業分野別需要家のシェア（2023 年、容量ベース）



DEUTSCHE ENERGIEAGENTUR, *PPA-Marktanalyse Deutschland 2023*, 11. April 2024

これによると、最も多いのが IT 企業である。主として、データセンターの電力需要が高い。2022 年より普及が始まった生成 AI がこの傾向を加速している。次に素材産業、テレコム、自動車、資本財、交通、化学と続く。

PPA の概要を見たところで、次項 2-3-3 では PPA の需用者側にとってのメリット、2-3-4 では PPA の供給者側にとってのメリットを説明する。

2-3-3 需用家側が PPA を使うメリット

需要家側の PPA 利用メリットは、基本的には 2-3-1-1 などでも説明したが、加えて、近年、以下のような要因によって加速している。

第 1 に、《CO₂削減義務》である。世界的に、企業への温暖化ガス排出量の開示義務付けの流れが進んでいる。サプライチェーン全体の視点で CO₂を、スコープ 1～3 に分類して規制するもので、電力需用者側は、スコープ 1 による自社の CO₂削減（既に義務づけられている）だけでなく、川上（原材料・エネルギーなど調達）（スコープ 2）、サプライチェーン全体の CO₂削減（スコープ 3）を義務づけられる⁷²

第 2 に、《生成 AI 普及と暗号資産による電力需要激増》である。同じ検索語で検索／回答をリクエストした場合、生成 AI は Google 検索の 10 倍の消費電力を要する。また、暗号資産のマイニングによる電力消費も激増している。2022 年に世界中のデータセンターが消費した電力は 460 TWh で 2023 年 1 年間の日本の消費電力の 1/2 に達する。IEA は、2026 年までには 1,000 TWh まで電力消費が拡大する可能性を示唆している⁷³。そのためとりわけデータセンターの規模を拡大せねばならない IT 企業（とりわけ生成 AI 競争渦中にある企業）が PPA 契約を結びたがっている。

⁷¹ HANDELSBLATT, "Immer mehr Unternehmen kaufen Ökostrom direkt vom Anbieter", 24.01.2025 (<https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/energie-immer-mehr-unternehmen-kaufen-oekostrom-direkt-vom-anbieter/100090925.html>) (2025/06/25 閲覧)

⁷² 経済産業省資源エネルギー庁、「知っておきたいサステナビリティの基礎用語～サプライチェーンの排出量のものさし「スコープ 1・2・3」とは、」(<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/scope123.html>)。スコープ 1、スコープ 2 については 2027 年決算期から、スコープ 3 については 2028 年決算期から、一部プライム上場企業に義務付ける方向で進んでいる（北川哲、「進む温暖化ガス開示、『スコープ 3』の義務化も視野に」日経 X-Tech (<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00154/02166/>) (2025/06/25 閲覧)

⁷³ IAEA, "Data Centres, Artificial Intelligence and Cryptocurrencies Eye Advanced Nuclear to Meet Growing Power Needs" (<https://www.iaea.org/bulletin/data-centres-artificial-intelligence-and-cryptocurrencies-eye-advanced-nuclear-to-meet-growing-power-needs>) (2025/06/25 閲覧)、日本の 2023 年年間電力消費量は 909 TWh (Enerdata, *Enerdata Yearbook* 「国内の電力消費量」) (<https://yearbook.enerdata.jp/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>) (2025/06/25 閲覧)。

PPA が伸びる背景には、ドイツの経済紙 Handelsblatt によると、気候目標、CO₂ 価格、法で定められた持続可能性基準があるが、需要家側からすると市場価格と比較した場合の価格面でのメリットも大きい。太陽光発電の PPA では、エネルギー関係アドバイザーの Encavis によると、2024 年 10 月の 10 年契約の PPA 電力価格は、€42~53/mWh であったのに対し、2026 年の EEX 電力取引所での 2026 年価格はほぼ €90 だという⁷⁴。

2-3-4 供給側の PPA メリット

供給側は、前項 2-3-3 で説明したように需要側に CO₂ 削減義務があることに対応し、価格や供給条件で優位に立てる。長期で、作った分を電力需要家（オフテイカー）に全て買い取らせるオフテイク契約 -Offtake Agreement- なども成り立つ。供給側は、長期契約によって収入が安定するから、プロジェクトファイナンス（投資物件から生じる収入だけで返済を賄う）を受けやすい。PPA が無いとファイナンスを受けることが難しくなる。PPA によって初めて「バンカブル」になるのである。

2-3-5 Allianz の PPA との関わり

以上見た PPA のアレンジには、ドイツの保険会社はほとんど関わっていない。これらの業務を行うのは、エネルギー関係のサービスに特化した企業、法律顧問、銀行などであり、ドイツの保険会社はほとんど行っていないようである⁷⁵。とは言え、Allianz のような巨大な資金を再生可能エネルギーに運用する主体は、グループの中に PPA 業務のノウハウを持ったチームを持っている⁷⁶。

ドイツの生命保険会社が PPA のノウハウに力を入れる理由は、再生可能エネルギーへの投資を行うのに、PPA が結ばれていることが必須の条件であるからである。EEG に基づき 2000 年に始まった FIT のもとでは、確定価格で発電された電力が買い取られるため、投資の安全性は極めて高かった。しかし、2014 年以降、大口の発電会社については FIT が原則廃止となった。さらに 2017 年以降の再生可能エネルギー設備については入札となり⁷⁷、補助金ゼロのケース

⁷⁴ HANDELSBLATT, "Immer mehr Unternehmen kaufen Ökostrom direkt vom Anbieter", 24.01.2025 (<https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/energie-immer-mehr-unternehmen-kaufen-oekostrom-direkt-vom-anbieter/100090925.html>)

⁷⁵ 以下のような PPA 周りのサービスを行う会社が存在するが、ドイツの保険会社はこれらのサービスは行っていない模様である。PPA 周りのサービスについては、KOBUS, J., IBRAHIM, A., GUIDERA, N. AND J., The Role Of Corporate Renewable Power Purchase Agreements In Supporting us Wind and Solar Deployment, March 2021 (<https://www.energypolicy.columbia.edu/sites/default/files/pictures/PPA%20report,%20designed%20v4,%203.17.21.pdf>) (2025/06/25 閲覧)

アドバイザー/プラットフォーム：(1)LevelTen Energy: PPA の取引を促進し、価格の透明性を提供。PPA 価格の指標を発行している。Starbucks の案件や複数企業による共同購入案件に関与 (p.16, 30-31, 48, 51)、(2)Renewable Energy Buyers Alliance (REBA): 企業が PPA 締結障壁を乗り越えるのを支援する組織として言及。PPA の取引データを追跡 (p.20, 57, 21, 24) (3)Rocky Mountain Institute (Business Renewables Center): 企業が再エネ調達を進めるのを支援する組織として言及 (p.20)

調査・コンサルティング会社：(1)Wood Mackenzie: PPA 市場の予測や分析を提供 (p.34, 59, 59, 61)、(2)BloombergNEF (BNEF): PPA 市場のデータや分析を提供 (p.10-12, 17)、(3)IHS Markit: PPA 市場の予測を提供 (p.11, 61)、(4)Lazard: 再生可能エネルギーのコスト分析を提供、(5)Baker McKenzie: PPA のリスクに関する企業調査を実施 (p.25, 66)

その他：(1)法律顧問 (Legal Counsel): 複数企業による共同 PPA 案件で利用された例が記載 (p.25)、(2)金融機関 (Banks): プロジェクトファイナンスにおける役割 (p.15, 35) について言及

⁷⁶ SANDHOEVEL, A., BERUSCH, J., AllianzGI Renewable, „Energy Infrastructure Fund III (AREF III)“, June 24, 2019 (<https://nabtu.org/wp-content/uploads/2019/06/AllianzGI-NABTU-Presentation.pdf>) (2025/07/09 閲覧) p.6 に、「アリアンツ GI は、再生可能エネルギーに関する金融、技術、保険の専門知識をグローバルなネットワークを活用して提供」しているとして、Allianz Global Corporate & Specialty (AGCS) (100 名以上のアンダーライター (保険引受人) と 60 名以上、世界では 300 名以上のリスクエンジニアを擁している) と Allianz Climate Solutions (ACS) (再生可能エネルギーのファイナンス、リスク評価、保険において 10 年の経験を持ち、1000 件のプロジェクト評価実績、100 億ユーロの資産投資、3.7GW の容量の保険引受実績) の存在を挙げている。この記述のみでは PPA 専門チームとは言えないが、当然 PPA の内容も含まないところで挙げられた業務は不可能であろう。

⁷⁷ BUNDESWIRTSCHAFTSMINISTERIUM, „Reform des EEG - Wichtiger Schritt für den Neustart der Energiewende“, Monatsbericht 9-2014, S.1

が落札されるようになってきた。2020年からは20年間のFIT期間が終了し、法定価格での再生可能エネルギー買い取りが終了する（「卒FIT」）。これに伴い、発電した再生可能電力は、価格リスクに直面するようになった。これを機関投資家から見ると、事業の採算性が確保出来なくなったことを意味する。

そのため、再生可能エネルギー設備の建設前から、予め電力の売り手と買い手の間で、売買価格、場合によっては供給/買取り電力量などについて長期にわたる契約を結び、採算性を予めフィックスしてしまうという手法が広まったということである。これで、機関投資家は、PPAのカバーする長期にわたって、投資対象の再生可能エネルギー発電設備が定期的にいくらかを生み出すのか確定することが出来、長期の採算性が確保されたことになる。いわば、PPAは卒FITの受け皿として機能したのである。PPAのメリットとして、まずバンカビリティという点を持ち出されるのはそのためである。

しかし、PPAの需要家側にとってみれば、PPAで契約した電力価格より市場価格が下回るようになった時には、余分の金額を支払わねばならない義務を負うリスクが生ずる。電力供給者側にとっても、電力の市場価格がPPAで契約した電力価格より上回るようになった場合には、そうでなければより高い価格で売却できる電力を、契約に基づく低い価格で売らねばならないリスクが生じる。また、電力量の契約を結んだ場合も、需要家側は景気悪化などで契約の電力を使わなくなった場合も購入義務が発生するため、低い価格であっても市場で売却せねばならない。発電事業者側も、⁷⁸ *Dunkel Flaute*（日照不足・風による電力大逼迫）などで発電が不可能になった場合にも、PPAに供給電力量の規定があれば、それを高値で市場で購入して供給しないといけないことになる。

このように、PPAの需要家側にも電力供給側にも、価格・供給量におけるリスクが存在する。電力の売り手側の大電力にとってはPPAは手慣れた業務であるものの、電力需用者にとっては、PPAのために専門家チームを常に持つておくような余裕はないであろうから、PPA業務はますます金融商品化・高度化・複雑化してくるため、対応するのは容易でない^{78 79}。これらのリスクを秤量し、長期に及ぶ相対契約を結ぶに当たっては、PPA専門のアドバイザーが必要で、アドバイザーについてはリスクマネジメントの専門家であるという定着した信頼、そして相手先企業間とアドバイザーとの信頼関係が必須であることが推測出来る。そのため、需要家側はPPA契約の独立系専門アドバイザー、専門の弁護士事務所⁸⁰などに依頼してPPAの内容を検討・締結することになる。

保険業務を通じたPPA双方の側との関係、リスク処理のノウハウからして、本来は、保険会社もPPAアドバイザーとしてビジネスを展開しやすいことが推測出来るが、現実には、保険会社

(https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/Monatsbericht/Monatsbericht-Themen/09-2014-eeg.pdf?__blob=publicationFile&v=3) (2025/06/25 閲覧)

⁷⁸ 「買い手にとって、卸電力価格へのエクスポージャーの複雑さや、長期PPAを締結する際に管理しなければならない複雑なリスクを分析することは、小さな仕事ではない。すべての企業が、企業の再生可能エネルギーPPAのような複雑なものを評価するために必要な資本や組織の専門知識を利用できるわけではない」（KOBUS, J., IBRAHIM, A., GUIDERA, N. AND J., The Role Of Corporate Renewable Power Purchase Agreements In Supporting us Wind and Solar Deployment, March 2021, p.58 (<https://www.energypolicy.columbia.edu/sites/default/files/pictures/PPA%20report,%20designed%20v4,%203.17.21.pdf>) (2025/06/25 閲覧))

⁷⁹ これについては、「金融派生商品は、(i) 効率的なポートフォリオ管理（ヘッジを含む）の目的および/または (ii) 投資の目的で利用される場合がある」と記されており、商品デリバティブズ (ALLIANZ GLOBAL INVESTORS, *Allianz Global Investors Fund, Société d'un investissement à Capital variable, Singapore Prospectus*, 31 May 2022 iii, pp.31-32, p.35, その他多数の箇所で記述有り) (https://www.baiduri.com.bn/clients/Baiduri_Bank_02_DB46FAE5-2CE9-4217-B0E0-B472FC448BAF/contentms/img/Baiduri%20Capital/pdf/AGIF-Prospectus_Brunei_31-May-2022_Updated.pdf, 2025/04/25 閲覧) 等で使う可能性が示されている。また、PPAのアドバイスに derivatives のノウハウが必要なことについては、「VPPAに出力保証（例えば、プロジェクトが少なくとも200MWの電力を生産する）が含まれている場合、時価デリバティブ会計処理が必要になる可能性が高い。現在では充分な取引量があるため、会計事務所が定期的にこれらの問題についてアドバイスをを行っている」（MCKNIGHT A.M., pillsbury ホームページ, „Virtual PPAs: Are They Right for Your Company?“) (<https://www.pillsburylaw.com/en/news-and-insights/virtual-ppas-are-they-right-for-your-company.html>) 。

⁸⁰ STRÖDER MARTIN, „Energie!“ (Sterr-Kölln & Partner) (https://www.sterr-koelln.com/fileadmin/user_upload/Aktuelles_Pressebereich/Juue-Rechtsmarkt_Ausgabe1-2024_Artikel-Energie.pdf) (2025/05/04 閲覧) では、「Energievertragsrechtler und PPA-Spezialisten」として、信頼出来る PPA スペシャリストの弁護士リストを載せている。

の PPA アドバイザーとしての関与は一般的ではないようである。PPA に関しては、保険会社は、PPA の存在無しには長期・大規模な投資が出来ない、という意味で、専ら機関投資家として PPA に関する高度な知識と経験が必要であるが、直接アドバイザーの立場にはないと思われる。

ただ、Allianz の PPA を含む再生可能エネルギー投資の経験とノウハウについては、以下の資料からも推測出来、「2005 年から再生可能エネルギー分野への投資で魅力的な利益を上げてきた投資家」⁸¹として実績を得るには、専門チームの存在が強く示唆される。そのチームについては、脚注 76 で挙げた根拠の他にも、Allianz Capital Partners (ACP) のサイトで「当社の再生可能エネルギーチームは、投資構造の設計と再生可能エネルギーの開発・運営における豊富な経験を有している。業界のリーダー企業や経験豊富なプロジェクト開発者と緊密に連携し、健全な取引構造と継続的な運営の卓越性を基盤に、投資家に対し予測可能なリターンを提供する堅固な投資機会を提供している」⁸²のような一般的ではあるが叙述があり、専門チームの存在を窺わせる。米ソーラーファームを対象とした pgPPA のような高度な金融技術を用いた長期大口相対電力契約の当事者として契約を結んでいる（プロキシ発電とは、開発者または所有者が指定したとおりにプロジェクトが運営されていた場合に、そのプロジェクトが生産したであろうエネルギー量を 1 時間ごとに指数化したプロキシ発電指数に基づいてエネルギーの決済を行う取引手法）⁸³ことなどからも、PPA に関する専門のノウハウを持つトップチームの存在無しには業務が成り立つのは難しいだろうと考えられる。

従って、Allianz は、洋上風力発電の損害保険業務（グループ内の Allianz Commercial が担当）を通じた工学的知識とリスク管理に関するノウハウ、ACP や Allianz Global Corporate & Specialty (AGCS)、Allianz Climate Solutions (ACS) のような組織が PPA のノウハウを持つ複数のチームを有していると推測出来る。

2-4 中国の高い国際競争力

本節では、再生可能エネルギー設備での中国の高いシェアを確認し、その源泉は国内市場と政策を梃子とした劇的なコスト低下、それが 1-3 で見たような化石燃料とのコスト逆転を通じてドイツの再生可能エネルギー転換の動力となる反面、ドイツの再生可能エネルギー装置メーカーを「絶滅」させる二面を確認する。

物的生産における中国の高いシェアが際立ってきている。再生可能エネルギー、脱炭素分野でも、EV や風力発電機のモーターに欠かせないレアアースでは、中国が圧倒的な市場支配力を持つ。国際エネルギー機関 (IEA) によれば、「レアアースの世界生産量に占める中国のシェアは 2023 年に 61%で、精錬にいたっては 9 割超を握る」⁸⁴のように再生可能エネルギーでも中国依存となっている。世界のソーラーパネル、風力発電装置についても、劇的なコスト低減は、中国の価格破壊に依存して実現した。

再生可能エネルギー分野における中国のこのような圧倒的国際競争力はどのようにして獲得されたのであろうか？中国は、2013 年、北京で PM2.5 平均濃度が WHO 安全基準の 17 倍、

⁸¹ Welink group のサイトより „Welink Energy poised to grow its collaboration with Allianz Capital Partners following its sale to them of Europe's largest unsubsidised PV project“ (<https://welink.eu/welink-energy-poised-to-grow-its-collaboration-with-allianz-capital-partners-following-its-sale-to-them-of-europes-largest-unsubsidised-pv-project/>) (2025/06/25 閲覧)

⁸² ACP, „Investing in Renewables“ (<https://www.allianzcapitalpartners.com/en/our-business/renewables>) (2025/06/25 閲覧)

⁸³ Business wire のサイト, „Lightsource bp Signs Power Contract With Allianz Global Corporate & Specialty for 153 Megawatt Solar Project in Texas“ (<https://www.business-wire.com/news/home/20210107005312/en/Lightsource-bp-Signs-Power-Contract-With-Allianz-Global-Corporate-Specialty-for-153-Megawatt-Solar-Project-in-Texas>) (2025/06/25 閲覧)

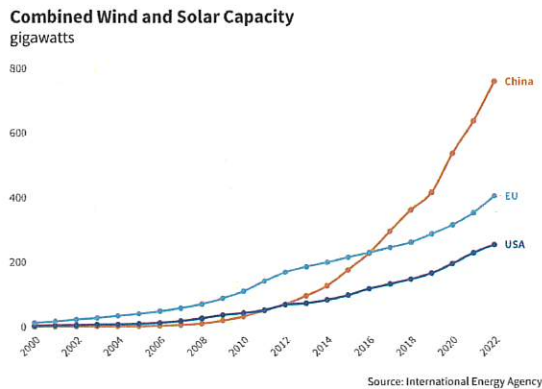
⁸⁴ 日本経済新聞、2025/03/18 付 (<https://www.nikkei.com/paper/article/?b=20250318&ng=DGKKZO87398550X10C25A3TCR000>) 「太陽光パネルや電気自動車 (EV) のように工場で作られるエネルギー装置にはレアメタル (希少金属) が不可欠だ。化石燃料から鉱物資源へ……。広がる争奪戦には中国が立ち上がる。EV や風力発電機のモーターに欠かせないレアアースでは、中国が圧倒的な市場支配力を持つ。国際エネルギー機関 (IEA) によれば、世界生産量に占める中国のシェアは 23 年に 61%で、精錬にいたっては 9 割超を握る。防衛装備品にも欠かせないレアアースの対中依存は、米国第一による経済再生を脅かす構図だ」

2014年には市当局が住民に屋内に留まる警告を発するほどだった⁸⁵。これに対して中国政府は「国家大気質行動計画」（2013年）を発表、大気汚染削減に2,700億ドル、北京市はそれに1,200億ドル上乗せにより、PM10の10%削減（2012年比）目標とした。2014年初、全人代で「公害との戦い」を宣言、2018年6月に国務院が「よりクリーンな空気のための3カ年行動計画」で大気汚染改善戦略を開始した⁸⁶。

一方、2016年からは、再生可能エネルギーへの転換と産業育成が開始する。第13次五カ年計画（2016-2020）で「再エネ開発計画」を策定、2020年までに1次エネルギーに占める非化石比率を15%、再生可能電源設備容量を680GWに拡大し、風力発電210GW、洋上風力・海洋エネルギー促進、再生可能エネルギー技術のイノベーションと産業振興、その自力更生がその主要内容である⁸⁷。

これらの政策の結果、【図表19】によると、中国の風力（陸上・洋上）発電とソーラー発電を合わせた電源設備容量は急速に伸び、2016年以来EUのそれを遙かに凌駕するようになる。

【図表19】風力・ソーラー設備容量の国際比較



ISABEL HILTON・Yale School of the Environment, „How China Became the World's Leader on Renewable Energy“, (Yale Environment 360), March 13, 2024 (<https://e360.yale.edu/features/china-renewable-energy>) (2025/05/05 閲覧)

問題は、なぜ中国が、従来の成長＝石炭の大量消費＝環境汚染（大気以外も）の路線を転換し、驚くべきスピードでの再生可能エネルギー転換に向かったのかである。第1に、2010年代当時の北京の大気汚染は、前述のように健康に生活出来るレベルとは言えず、このままだと体制転換のきっかけになることが言われていた⁸⁸。もっと後になると、気候変動による被害が大気汚染に取って代わる。「熱波や洪水災害は中国でますます悪化しており、それは国民にとってのリスク、経済にとってのリスク、そして中国共産党の正当性にとってもリスク」⁸⁹であるという認識が中国政府を動かしているという。それに加え、第2に、「中国の政策立案者達が、環境政策への投資を先進技術に基づいた将来設計に結びつけて」⁹⁰考え始めたことも指摘

⁸⁵ AQLI (Air Quality Life Index), „China: National Air Quality Action Plan (2013)“ (<https://aqli.epic.uchicago.edu/policy-impacts/china-national-air-quality-action-plan-2014/>) (2025/05/05 閲覧)。そのための施策についての説明あり。

⁸⁶ IEA (International Energy Agency) „Three-year action plan for cleaner air (also called the Blue Sky War)“ (<https://www.iea.org/policies/8508-three-year-action-plan-for-cleaner-air-also-called-the-blue-sky-war>) (2025/05/05 閲覧)

⁸⁷ IEA, „China 13th Renewable Energy Development Five Year Plan (2016-2020)“ (<https://www.iea.org/policies/6277-china-13th-renewable-energy-development-five-year-plan-2016-2020>) (2025/05/05 閲覧)

⁸⁸ 坂尻信義『朝日新聞』「中国から脱出続々 20年やる気満々の習近平政権が見せ始めた裂け目」、2022年10月30日付では、「群衆性事件と呼ばれる暴動が、年間数十万件も全国各地で起き」ていることを指摘している。

⁸⁹ HANDELSBLATT PODCAST GREEN & ENERGY, „Braucht Deutschland eine eigene Solarindustrie?“, 26.03.2024 (<https://www.handelsblatt.com/audio/green-und-energy-braucht-deutschland-eine-eigene-solarindustrie/29725522.html>) (26.03.2024 公開)

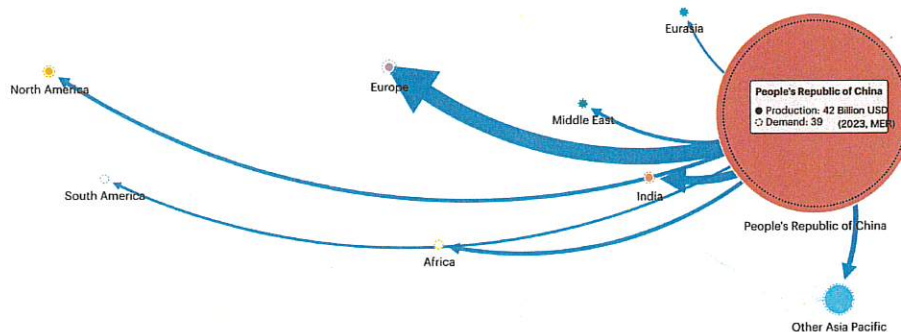
⁹⁰ ISABEL HILTON・Yale School of the Environment, „How China Became the World's Leader on Renewable Energy“, (Yale Environment 360), March 13, 2024 (<https://e360.yale.edu/features/china-renewable-energy>) (2025/05/05 閲覧)。

されている。「これに続く5カ年計画で、ソーラーから風力発電、グリーン水素、地熱プロジェクト、バッテリーストレージ、そのサプライチェーンまで投資を行ってきた」⁹¹。また、エネルギーに関して諸外国から自立する、という側面、そして再生可能エネルギー関係の企業間競争が極めて激しく、中国で生き残ったものが世界を制すると意識して闘っているため、との指摘もある⁹²。そして現在まさに、再生可能エネルギー設備製造だけでなく、EV、生成AIなど含むその他様々な科学技術、知的生産物の最先端を行っているのは中国となっている。

再生可能エネルギーについて言えば、これに必要なレアアース、エネルギー転換に必要な戦略的鉱物を含むサプライチェーンの各面にわたって独占的と言えるほどの地位を有している。今日中国は世界のソーラー装置製造能力（solar manufacturing capacity）の80%以上を有している。この規模の経済に支えられて、再生可能エネルギー設備価格は【図表6】（太陽光パネルの価格推移）で見たように低下し、世界の再生可能エネルギー転換を進捗させる原動力となったのである。

この方向は、次の段階「中国製造2025」の成果を受けて明瞭に現れる。とりわけ新興国向け輸出にフォーカスした政策により、2024年には、価格低下によって、中国のクリーンテック輸出の43%（2022年には24%）は新興国向けになっている。トランプの対中関税政策を受けて、ますます新興国向けのバイアスが強くなるだろうとの見方がある⁹³。しかし、中国の再生可能エネルギー設備輸出は新興国ばかりでなく、欧州の再生可能エネルギー設備産業を「絶滅」⁹⁴させるパワーも持っているのである。太陽光発電のセル輸出と風力発電ナセルにおける輸出における中国のシェアを感覚的に示した図が、下の【図表20】と【図表21】である。中でもヨーロッパは、とりわけ中国の再生可能エネルギー関連設備の輸出先として大きな比率を占めている。

【図表20】PVセル輸出での中国の高い比率



IEA, *Energy Technology Perspectives 2024* (<https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2024>) (2025/05/27 閲覧)。

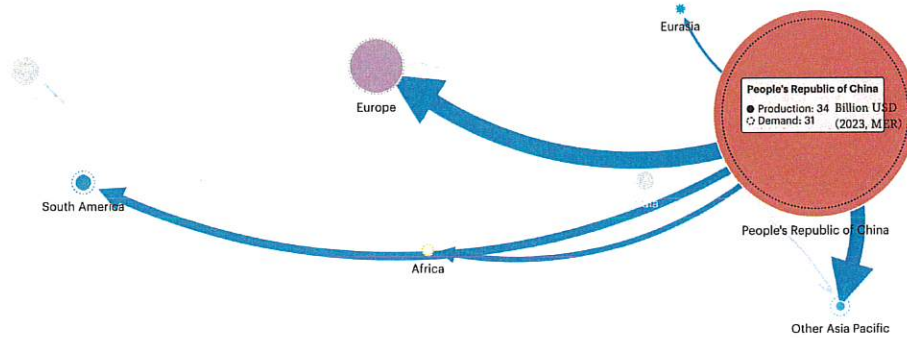
⁹¹ 同上

⁹² HANDELSBLATT PODCAST GREEN & ENERGY, "Ist China der Klimasünder Nummer eins – oder Vorreiter der Energiewende?", 03.12.2024 (<https://www.handelsblatt.com/audio/green-podcast/green-und-energy-ist-china-der-klimasuender-nummer-eins-oder-vorreiter-der-energiewende/30114116.html>) (03.12.2024 公開)

⁹³ FINANCIAL TIMES, "China's clean tech exports to emerging markets surged in 2024, data shows" (<https://www.ft.com/content/55dc188a-c023-42b6-86a7-e823a527b061>) (2025/07/29 閲覧)

⁹⁴ HANDELSBLATT PODCAST GREEN & ENERGY, "Ist China der Klimasünder Nummer eins – oder Vorreiter der Energiewende?", 03.12.2024 (<https://www.handelsblatt.com/audio/green-podcast/green-und-energy-ist-china-der-klimasuender-nummer-eins-oder-vorreiter-der-energiewende/30114116.html>) , „Braucht Deutschland eine eigene Solarindustrie?", 26.03.2024 (<https://www.handelsblatt.com/audio/green-und-energy-braucht-deutschland-eine-eigene-solarindustrie/29725522.html>) (26.03.2024 公開) および „Ist die deutsche Klimastrategie noch die richtige?" (<https://www.handelsblatt.com/audio/ist-die-deutsche-klimastrategie-noch-die-richtige/30186128.html?page=2>) (28.01.2025)

【図表 21】 風力発電ナセル輸出での中国の高い比率



IEA, *Energy Technology Perspectives 2024* (<https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2024>) (2025/05/27 閲覧)

2-4-1 中国製造業の高度化

1978 年からの改革開放政策の開始以来、中国は外資導入、技術導入が積極的に進められた。外資は、低い労働コストを利用し、労働集約的製品の OEM 生産拠点として中国を利用した。

2001 年には WTO に加盟、以来、対内直接投資が急増する。同時に、従来の OEM から ODM（設計段階から関与）、EMS（受託生産）拠点としてプレゼンスを増す。これらを通じて、中国企業は技術力を蓄積、高度なサプライチェーン網が形成される。

経済成長に伴って、中国には 14 億人の巨大な国内市場が生まれる。EMS を通じて実力を蓄えた中国はさらに研究開発に注力し、2015 年には習近平体制の下、製造業の高度化を目指す国家戦略「中国製造 2025」を開始する。

この「中国製造 2025」の重点分野 10 は、以下の通りである。

1. 次世代情報技術（半導体、次世代通信規格「5G」）
2. 高度なデジタル制御の工作機械・ロボット
3. 航空・宇宙設備（大型航空機、有人宇宙飛）
4. 海洋エンジニアリング・ハイテク船舶
5. 先端的鉄道設備
6. 省エネ・新エネ自動車
7. 電力設備（大型水力発電、原子力発電）
8. 農業用機材（大型トラクター）
9. 新素材（超電導素材、ナノ素材）
10. バイオ医薬・高性能医療機械

国力を挙げての計画は速いスピードで進捗し、中国は、物的生産においては、多くの重要部分で、世界全体の生産量においても、貿易においても、2-4 冒頭で叙述したように、圧倒的なシェアを占める品目が多くなってきたのである。

2-4-2 「欧州再生可能エネルギー設備製造業者の絶滅」

以上のように、EU が再生可能エネルギー転換を進められたのは、中国における再生可能エネルギー関連設備の価格破壊が進み、化石エネルギーに比べて再生可能エネルギーコストが安くなったことが大きく、EU の再生可能エネルギー転換は中国に依存している色彩が濃いと言ってよい。そのため、EU が気候変動対策を推進すればするほど、気候変動対策自体の中国への依存が深くなる関係にある。他面、欧州の事業者の倒産は多数に上っている。かつてソーラーパネルの旗手であった Q セルズは 2012 年に破綻⁹⁵、独ソーラーワールドは 2017 年 5 月、破綻手続きに入るとの発表⁹⁶、直近であると、スイスの会社ではあるが、太陽光パネル製造マイヤー・バーガー社は、中国の過剰生産能力やインドと米国の貿易制限による市場のゆがみで苦

⁹⁵ （電気事業連合会「「ドイツ大手太陽電池メーカーの相次ぐ経営破綻」2012 年 6 月 26 日、(https://www.fepc.or.jp/pr/kaigai/kaigai_kaisetsu/1217720_4141.html) (2025/05/07 閲覧)

⁹⁶ 日本経済新聞「独太陽電池大手がまた破綻「最後の砦」が手続き開始」2017 年 5 月 11 日付 (https://www.nikkei.com/article/DGXLASDZ11H8M_10C17A5000000/) (2025/05/07 閲覧)

戦を強いられていると表明し、2024年3月にはドイツ南西部フライベルクの工場を閉鎖すると発表、株価は2024年に入り90%以上下落している⁹⁷。

元々EUの環境保護は1960年代からすでに行われて来たが、その含意として、環境政策を世界に先んじて進めるのは環境分野における世界標準を取り、技術において先行し、国際競争力を高めることもあった。EUとしての環境政策開始は1973年に初の共通環境政策、「環境行動計画（EAP）」採択を嚆矢とするという。1987年の単一欧州議定書の条文の中に、環境政策が加えられ、これがいわゆる1992年EC市場統合に続く。1993年マーストリヒト条約では、環境政策を共通政策の1つに位置づけ、欧州委員会に環境政策を担当する総局（当時DGXI）が設置された。2009年のリスボン条約では、エネルギー関連の「EU機能条約第194条」が新設、エネルギー源など重要エネルギー政策は、各加盟国からEUの権限に移された⁹⁸。2007年に設立した「SET計画」は、2015年発足のエネルギー同盟の研究、革新、競争力に関する第5の柱の主要な手段のひとつとなったとしている。SET計画では、具体的に、次の研究・イノベーションの10のアクションに分けて、研究から市場導入までのイノベーション・チェーン全体、資金調達と規制の枠組みにわたって対応する。

1. 再生可能技術のエネルギーシステムへの統合
2. 技術コストの削減
3. 消費者のための新技術とサービス
4. エネルギーシステムの回復力と安全性
5. 建築物のための新素材と新技術
6. 産業界のエネルギー効率
7. 世界のバッテリー産業とeモビリティにおける競争力
8. 再生可能燃料とバイオエネルギー
9. 炭素回収・貯留
10. 原子力の安全性

EU文書では⁹⁹、ETAP（環境技術行動計画、2004年EU委員会採択）の中に経済成長と環境技術推進が含まれていることを示している。国際競争力を意識したEUの環境政策は、特に域外市場が大きく、EU企業が競争力を有する場合には、環境商品・サービスの貿易を促進するために、輸出促進ネットワークの役割と各国の輸出促進機関間の協力を拡大する必要がある。これを促進する機関として欧州貿易促進機関（ETPO）の活動が利用出来ることが記されており、とりわけ新興国向けの環境商品輸出を意識していることも伺える。

2019年発表された「欧州グリーンディール」は、これら数十年に亘り行ってきたEU環境政策が、2010年代の中国製ソーラーパネルの欧州席巻という事態に見舞われたことを受け、EU産業がすでに優位を確立している技術を積極的に活用する意向だ。「エネルギー・システム統合戦略」では、EUが世界に先んじて知見を確立している再生可能なスマート・エネルギー技術として「地域暖房」「スマート・グリッドとスマート家電」「電気自動車の統合支援のためのデジタル・ツール」「水素の供給・需要側の設備」などを挙げ、エネルギー・システムの統合においてこれらの技術が中心的な役割を果たすことに期待を示した¹⁰⁰。

ところが、これらの産業政策上の配慮にもかかわらず、EUの再生可能エネルギー設備における対中国競争力は、2020年以降とりわけ急激に低下した。その結果が、本項冒頭に述べたような「欧州再生可能エネルギー設備製造業者の絶滅」状況である。

⁹⁷ (REUTERS, 「太陽光パネルのマイヤー・バーガー、株価55%急落 工場建設中止」) (2024年8月26日) (<https://jp.reuters.com/markets/world-indices/U7YAK7TD5RNLLDVFRBV3IYKDU-2024-08-26/>)、

⁹⁸ 一般財団法人 日欧産業協力センターレポート『欧州グリーンディール EU Policy Insights』2021年5月31日号：「欧州統合の歩みと環境政策」p.1

⁹⁹ EUR-LEX, „Communication From The Commission To The Council And The European Parliament: Stimulating Technologies for Sustainable Development: An Environmental Technologies Action Plan for the European Union” (Document 52004DC0038) (/* COM/2004/0038 final */) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52004DC0038>) (2025/05/07 閲覧), (4.3 Acting globally)より。これは、詳細に亘る調査機能を持ったEU委員会が、EU理事会、EU議会に対して提出した報告文書である。

¹⁰⁰ 日本貿易振興機構（ジェトロ）海外調査部 プリュッセル事務所、2021年3月「新型コロナ危機からの復興・成長戦略としての『欧州グリーン・ディール』の最新動向」p.110 (https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/331e9d95b330cf03/20200044_01.pdf) (2025/05/07 閲覧)

この状況を前提に、EUが進めようとしているように、欧州が中国製再生可能エネルギー関連装置に高関税をかけて保護する途をとるか、ドイツが主張しているように、安い中国製品を利用して域内の再生可能エネルギー転換を進める途をとるかが問われる。トランプ関税に代表されるグローバリゼーションの反転、貿易サプライチェーンの分断の方向が定着するのか、それとも物的生産の中国集中が進むのか、世界経済構造変化の方向性が決まる時期にかかっている。

ここで、IMFのEUへの提言が1つのヒントになる。ここでは、中国との関係より、低いアメリカエネルギーコストと高いEUエネルギーコストを比較してアメリカに近づけようという主旨の元にかかれたものではあるが、「エネルギーコストは化石燃料に比べて再生可能エネルギーの方がずっと安くなっているため、欧州内で送電線を拡充し、偏在を避けて再生可能エネルギーの市場統合をすれば、全体でコストは下がり、供給も安定、安全保障にもなる。米とのエネルギーコスト格差は小さくなる」¹⁰¹、という主旨の提言を行っている。この考え方は、対中国を意識した場合にも応用可能であろう。物的生産について言えば、広大な中国国内市場に伍し、単独国では難しいサプライチェーンを作っておくことは、EU広域市場を前提しないと不可能である。

言わば、新たな「EU市場統合」を原動力としたエネルギーコスト低減→産業競争力の回復、という道筋である。こうした新たな地域統合への動きは、米高関税に対抗する地域間連携の動きとも共通するものと考えられる。

ものづくりを外に出してしまった欧米は、ものづくりに必要な巨大なサプライチェーンが中国に偏在する状況に苦しめられるようになった。この状況はしばらくは変わらないだろうが、その間に、物的生産には革命的な変化の萌芽が出て来ている。それは、第1にAM(Additive Manufacturing-3Dプリンタによるマスカスタマイゼーション)の普及、第2にモジュール生産の応用、第3に新技術開発による資源偏在の問題解消、第4にAIのEU域内サプライチェーンへの応用である。もっとも、これらが普及し(モジュール生産はすでに1990年代からスタンダードになっているし、既に、風力発電装置を3Dプリンタで作成する試みは10年も前から行われて来ている)、技術開発が進捗するかは、時を俟たねばならない。EU統一市場の中にサプライチェーンを完結させる試み(従来の努力は概して実っていない)が新技術を契機に上向きに転じる可能性もある。

3 全国送電網(電力系統)キャパシティ不足の問題¹⁰²

本章では、再生可能エネルギー転換の進行に従って顕在化しているドイツ北部と中南部の発電能力格差、その格差解消のために必要な全国送電網強化の遅れ、そのため、とくに洋上風力発電との関連では、水素ガスによるエネルギーネットワーク補強が動き始めていることについて説明する。

とりわけ北海に集中するドイツの洋上風力発電で発電された電力がコンスタントに中南部に送電されないならば、1-4で論じたようなベースロード電源としての北海洋上風力発電の意味が失われる。そこで、3章で説明するような全国高圧送電網の補完として、3-3節、4章で展開する水素への転換という道が追求され、北海で発電されたグリーン電力を使つての水電解、水素製造が開始するのである。

3-1 ドイツ北部と中南部の再生可能エネルギー発電格差

ドイツ北部では恒常的に強い風が吹き、活発な風力発電が行われているのに対し、中南部では風力発電に適した風量が無く、再生可能エネルギーとしてはソーラー発電が主体である¹⁰³。し

¹⁰¹ IMF, "Integrating the EU Energy Market to Foster Growth and Resilience - Remarks for EFC in January 2025", January 13, 2025 (<https://www.imf.org/en/News/Articles/2025/01/13/sp-integrating-the-eu-energy-market-to-foster-growth-and-resilience>) (2025/5/13 閲覧)、日本語の要約は、Reuters, "EU、企業競争力強化へエネルギー市場統合を - IMF 提言", 2025 年 1 月 16 日 (<https://jp.reuters.com/markets/commodities/JLK-BPXUR2JMV3GPMO3KFP6G6UU-2025-01-16/>) (2025/5/13 閲覧)

¹⁰² BUNDESNETZAGENTUR, „Netzengpassmanagement im 2. Quartal 2024“ (<https://www.smard.de/page/home/topic-article/211784/215138>) (2025/07/10 閲覧) など

¹⁰³ MÜLLER, MARTIN „Weiche Bundesländer führen beim Ausbau von grünem Strom?“ *Handelsblatt*, 27.11.2023 (<https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/erneuerbare-energie-weiche-bundeslaender-fuehren-beim-ausbau-von-gruenem-strom/29497382.html>) (2025/05/19 閲覧)

かしソーラー発電のキャパシティも中南部工業地帯の需要を賄うのに不足している状態である。従来はこの不足を原発と天然ガスが一定程度カバーしていたが、2023年4月に停止した原発3基のうち2基は、Baden-Württemberg州とBayern州にあった。全独が2045年までに再生可能エネルギー比率を100%にする方針の下、各州の再生可能エネルギー比率の格差は、じわじわと電力格差に繋がることとなる。

この偏在を解消するために必要な最もシンプルな解決は、高圧直流送電線（HVDC）を通じて北部から中南部に送電することである。ところが、ドイツは、日本と同様、長距離送電線網の貧弱さが指摘されており、現在、「連邦送電網整備計画（NEP）2037/2045」という送電網拡充政策が走っている。これは、2045年までの気候中立達成に必要な送電網を具体的に示した計画である。しかし、この達成には多くの問題と遅れがあると指摘されており、長距離送電線網の拡充だけを待つのは困難であるという。

以下、ドイツ南北の電力需給アンバランスの様相を見た後、それによって起こっている送電の問題、送電網拡充政策がなぜ遅滞しているかを追ってみよう。

【図表 22】 【図表 23】 に示されているように、総発電量に対する再生可能エネルギー発電比率はドイツ北部のシュレースヴィヒ=ホルシュタイン州、メクレンブルク=フォアポンメルン州、ニーダーザクセン州などで高くなっており、中部ノルトライン=ヴェストファーレン州やザクセン州で低位、バーデン=ヴュルテンベルク州が低め、という結果になっている。

ただ、間違っていないのは、この地図の数値はあくまでも再生可能エネルギー比率であり、再生可能エネルギー発電量ではないことである。例えば、南部のバイエルン州の再生可能エネルギー発電量は、1位のニーダーザクセン州（風量が多く北海上風力発電を擁す）に次ぐ2位、再生可能エネルギー比率が低いノルトライン=ヴェストファーレン州も、再生可能エネルギー発電量では3位となっているのである。

問題は、再生可能エネルギー転換（Energiewende）を前提に進んでいる以上、再生可能エネルギーの源泉となる自然条件の賦存状態と、工業地帯などでの電力大消費との差にある。以前は石炭火力発電や天然ガス火力発電、原発がそれを補っていたが、再生可能エネルギー転換を前提とすれば、これらによる補完がゼロになっていくのである。

【図表 22】ドイツ北部・中南部での再生可能エネルギー比率の格差（地図）

So grün strömt Deutschland

Anteil der Erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung in Prozent

4,3 77,8



HANDELSBLATT

Quelle(n): LAK-Energiebilanzen, Landesministerien

MÜLLER, MARTIN „Welche Bundesländer führen beim Ausbau von grünem Strom?“ *Handelsblatt*, 27.11.2023 (<https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/erneuerbare-energie-welche-bundeslaender-fuehren-beim-ausbau-von-gruenem-strom/29497382.html>) (2025/05/19 閲覧) に筆者が州名を書き入れた。

【図表 23】ドイツ北部・中南部での再生可能エネルギー比率の格差（数値）

州名 (Bundesland)	総発電量 (GWh)	再生可能エネルギー発電量 (GWh)	再生可能エネルギー比率 (%)	データ年
メクレンブルク＝フォアポンメルン (Mecklenburg-Vorpommern)	18,843	14,652	77.8	2021
シュレースヴィヒ＝ホルシュタイン (Schleswig-Holstein)	39,304	23,227	59.1	2021
ニーダーザクセン (Niedersachsen)	89,906	46,425	51.6	2021
ブランデンブルク (Brandenburg)	48,670	20,123	41.3	2020
ベルリン (Berlin)	8,302	361	4.3	2021
ブレーメン (Bremen)	4,734	855	18.1	2021
ハンブルク (Hamburg)	2,815	595	21.1	2021

ノルトライン＝ヴェストファーレン (Nordrhein-Westfalen)	127,385	24,150	19	2020
ザクセン＝アンハルト (Sachsen-Anhalt)	24,766	15,234	61.5	2020
ザクセン (Sachsen)	36,838	6,577	17.9	2020
テューリンゲン (Thüringen)	10,239	6,118	59.8	2021
ヘッセン (Hessen)	16,364	8,141	49.7	2021
ラインラント＝プファルツ (Rheinland-Pfalz)	21,357	10,902	51	2021
ザールラント (Saarland)	2,124	169	7.9	2021
バーデン＝ヴュルテンベルク (Baden-Württemberg)	50,590	18,093	35.8	2021
バイエルン (Bayern)	80,112	38,411	47.9	2021

同上

そこで、ポイントは、ドイツ北部で発電された再生可能エネルギーを中南部に送電することに集約される。しかし、現実にはその全部は全国高圧直流送電線 (HVDC) に受け入れられず、出力制限が発生していることに問題がある。即ち、余剰となった電力は発電を止め、いわば捨てられる。2022 年の報告では、再送電¹⁰⁴を主因とする (再送電分 24,115 GWh) 送電事故が 35.424 GWh あったが、これは前年の 29%増、2013 年の 1,144%増となっており、これのために要した費用は 1,900%増だったという¹⁰⁶。

「北部の多くの風力タービンを含むグリーン発電所は、送電網が混雑しないように『抑制』、つまり一時的にスイッチを切られる。一方、南部では、より高価な電力を生産する従来型の発電所を稼働させなければならない。『発電所から消費者まで電力を輸送することは必ずしも可能ではない』と連邦ネットワーク庁の広報担当者は説明する。『混雑管理のコストには、未使用のグリーン電力に対する報酬分も含まれている』という¹⁰⁸。

そしてこのコストは、消費者に転嫁される。「この送電ボトルネックから来るコストは、全国標準化された [全国の消費者に均一に請求される…筆者] 送電費用に含まれている。そこで消費者が今年の支払う送電費用は、Verivox と Check24 というポータルサイトの計算によると、約 25%高くなり、4 人家族で年間約 100 ユーロの値上げに相当するという。ところが現実の送電コストは、本来北部では比較的低く、南部、とくにバイエルン州とバーデン＝ヴュルテンベルク州では非常に大きくなっている、だから、この再送電は言わば州間財政逆調整となっており、南部ドイツの企業が非常に益を被っていると ifo-Institut の Mathias Mier 氏が計算している。つまり、政治的要因もあって、南部ドイツの高いコストを全ドイツで支払っていることになる。これをとりわけ個人家計が支払っているという¹⁰⁷。

¹⁰⁴ 再送電というのは、「事故などで停止した送電線を営業電圧で再び送電することをいう」(東京電力パワーグリッド株式会社、『系統操作ルール』「用語定義」より 2022 年 10 月)。

(<https://www.tepco.co.jp/pg/consignment/rule-tr-dis/pdf/sousa.pdf>) (2025/05/08 閲覧) [よりわかりやすく例えれば、渋滞する高速道路の手前で発電された電力は出力制限され、渋滞を迂回するルート途中で発電された電力が高速道路 (電気系統) に流されることによって停電を回避する、というものである]。迂回後に電気系統に流された電力価格の方が、出力制限された電力価格より大抵の場合高いので、この差額が再送電コストになる。

¹⁰⁵ WETTINGFELD, M., MARTIN, P., COLLMER, F., „Kurzstudie für die EWS Elektrizitätswerke Schönaue eG Redispatch im deutschen Stromsystem - Hintergründe, Kostenverteilung, Emissionen“, Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft, September 2023, S.4. (https://foes.de/publikationen/2023/2023_09_FOES_Redispatch.pdf)

¹⁰⁶ ARD (tagesschau ホームページ), „Verzögerung bei der Energiewende kostet Milliarden“, 28.01.2024 (<https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/energiewende-verzoegerung-kosten-100.html>)

¹⁰⁷ ARD, (tagesschau ホームページ), „Verzögerung bei der Energiewende kostet Milliarden“, 28.01.2024

【図表 24】では、最も問題を起こしている送電線がマークされている。2024 年第 2 四半期中に問題があった時間数で色分けされており、黄色が 0-100 時間、山吹色が 101-500 時間、オレンジ色が 501-1,000 時間、赤が 1,000 時間以上となっている。

【図表 24】問題を起こしている送電線



BUNDESNETZAGENTUR, „Netzengpassmanagement im 2. Quartal 2024“ (<https://www.smard.de/page/home/topic-article/211784/215138>) (2025/05/08 閲覧)

この状況を受けて、全国送電網拡充、^{シエトローム・アウトバーネン}Stromautobahnen（電力アウトバーン）と呼ばれる大容量送電線が早急に必要とされた。そこで、【図表 25】にあるような^{ズエートリンク}SuedLink（南リンク）、^{ズエートオストリンク}SuedOstLink（南東リンク）という電力アウトバーン敷設が計画された。

【図表 25】主要 HVDC（高圧直流）プロジェクト

Zu viel Ökostrom im Norden, zu wenig im Süden

Doch was bedeutet "Engpassmanagement"? Im Norden wird mehr Ökostrom produziert als verbraucht wird, im Süden ist es umgekehrt. Deswegen muss mehr Strom von Nord nach Süd transportiert werden. Weil der Bau der Hochspannungstrassen "SuedLink" und "SuedOstLink" sich um Jahre verzögert, reicht die Leitungskapazität häufig nicht.



ARD (tagesschau ホームページ), „Verzögerung bei der Energiewende kostet Milliarden“, 28.01.2024 (<https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/energiewende-verzoegerung-kosten-100.html>) 。

SuedLink は系統運用事業者^{テネット}TenneTと^{トランスネットベヴェー}Transnet B W の共同プロジェクトで、2028 年運用開始が予定されている。プロジェクト費用は約 1,600 億€とされており、ドイツ政府がその 60%

(<https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/energiewende-verzoegerung-kosten-100.html>)

を負担する¹⁰⁸。SuedOstLink は系統運用事業者 50Hertz¹⁰⁹と TenneT の行動プロジェクトで、一部 2027 年運用開始予定となっている。HVDC プロジェクトには、他にも、Ultraset (BBPIG プロジェクト 2)、A-Nord (BBPIG プロジェクト 2)がある。

これらの送電網拡充計画は、「連邦送電網整備計画 (Netzentwicklungsplan、NEP)」を核に進められた。FNB (系統運用事業者) が計画の草案を作成し、これを連邦ネットワーク庁 (Bundesnetzagentur) が承認する形を取る。

3-2 送電網キャパシティ不足の原因

ところが、これらのプロジェクトは当初予定より大幅に遅れている。2025 年 5 月現在 2028 年完成予定となっているが本来は 2022 年に完成しているはずだった。理由は、第 1 に、認可が遅れているため、認可が遅れる理由が非柔軟な手続きにあるという。「重量物の輸送には複雑な認可手続きが必要で、ケーブルには少なくとも 8,000 件の輸送許可が必要となる。要請された重量物輸送の寸法が出発日にわずかにずれただけで、許可は即座に失効する」という例も挙げられている¹¹⁰。第 2 に、住民の反対運動がある。地域住民の反対運動などで架空送電式から地中送電式に変更された¹¹¹が、巨額の追加負担を伴って地中化が決定されたものの、予定されている地中ケーブルが農業を阻害するという主張もある¹¹²。

【図表 26】地域住民の高圧送電線敷設反対運動



ARD, tagesschau ホームページ, „Wir fühlen uns unerhört“, 22.04.2019 (<https://www.tagesschau.de/inland/suedlink-protest-103.html>) ^{ベルクラインフェルト}「Bergheinfeld 市民は SüdLink にノーと言っている」のプラカートを掲げている。

第 3 に、人材をめぐる競争、送電網の敷地をめぐる競争、重要な資材はグローバル・サプライチェーンに依存していることなど、種々のボトルネックが存在することである¹¹³。

以上のような原因で、高圧直流送電による南北間の大規模な送電網拡充には問題があり、進行が著しく遅れている現状である。であるなら、別途補完的方法を考えねばならない。ドイツで本命の手段と目される水素ガスに転換して直接需要地に供給する、あるいは水素ガスを岩塩洞窟などに貯蔵する方法については、3-3、4 章で説明する。

さらに新しい蓄電システムも増築されている。Schleswig-Holstein 州 Bollingstedt に、ドイツ最大とのふれこみの 103.5MW/238MWh のバッテリーエネルギー貯蔵システム (BESS) が完成し、2025 年 6 月 5 日、オーナーオペレータの Eco Stor 社が地域のグリッドに接続し

¹⁰⁸ GERMANY TRADE & INVEST, „Cable Construction Begins on Massive North-South Power “Autobahn”“, Oct 23, 2024 (<https://www.gtai.de/en/invest/industries/energy/cable-construction-begins-on-massive-north-south-power-autobahn-1831148>) (2025/05/19 閲覧)

¹⁰⁹ 以前は Vattenfall Europe Transmission GmbH

¹¹⁰ ARD, tagesschau ホームページ, „Warum sich der Ausbau der SuedLink verzögert“, 24.07.2023 (<https://www.tagesschau.de/wirtschaft/suedlink-stromtrassen-100.html>)

¹¹¹ INFRABIZ, 「ドイツが HVDC 送電網 SuedLink の建設スタート」 (<https://infrabiz.co.jp/4418/>) (2025/05/20 閲覧)

¹¹² ARD, tagesschau ホームページ, „Wir fühlen uns unerhört“, 22.04.2019 (<https://www.tagesschau.de/inland/suedlink-protest-103.html>)

¹¹³ DANA, „Die Energiewende findet im Verteilnetz statt: Aktuelle Herausforderungen für Verteilnetzbetreiber“, 06.02.25, (<https://www.dena.de/infocenter/die-energiewende-findet-im-verteilnetz-statt-aktuelle-herausforderungen-fuer-verteilnetzbetreiber/>) (2025/05/08 閲覧)

た。この BESS 市場は、陸上風力発電と太陽光発電の急成長を背景に拡大しているという¹¹⁴。蓄電システムが1つのビジネスチャンスになっているわけだが、送電の繁閑を調整する補助的手段として大規模蓄電システムはきわめて有効なものの、エネルギーのトランスファー不足を賄う根本的解決として機能するにはまだ遠い。

3-3 余剰電力を使って水素ガスを生産

そこで、このような全国送電網問題を受けて、ドイツ北部の余剰電力を水素化し、ガスパイプラインに流し込むという以前からガス輸送業者（Fernleitungsnetzbetreiber - FNB）の側で存在していたアイデアが再び浮かび上がる。もっとも、余剰電力を水素ガスにしてパイプラインで送り、それを再び電気に戻すというフローは、技術的に著しいロスが生じ、現実的でない。しかし、電気の形に戻さなくとも、余剰電力を水素化してガスパイプラインに流し、需要地で「熱」「交通」の用途で利用する方法があり得る。1-2 で述べたように、「熱」「交通」部門は「電気」に比べて再生可能エネルギー転換が進んでいない。この分野に、再生可能エネルギーの生産が気象条件によっては余剰を生み出してしまいうドイツ北部の電力を使って、海水を水素ガスに電解してガスパイプラインに流し込むのである。

北海洋上風力発電のグリーン電力を使って水素を生産するプロジェクトの例として、
ヘルゴランド、アクヴァ ヴェントゥス
HelgolandのAqua Ventusのプロジェクト（4-2-3-2 で論じる）がある。これは、RWE、
Shell、Gasunie、ガスカード、ヴァッテンファール
Shell, Gasunie, Gascade, Vattenfallなどのエネルギー企業がパートナーとなっている。

そこで、以前からガス輸送業者（FNB）が企画していた天然ガスパイプラインの水素ガスへの転用計画が、ロシアのウクライナ侵攻によるロシア産天然ガス途絶というタイミングで現実味を帯びてきたのである。次の4章では、この水素ガスパイプライン・プロジェクトについて概要を示すとともに、そこへのドイツ保険会社の関与について見てみよう。

4 水素ガスパイプライン・プロジェクト、水素ガス製造

これまでの章では、ドイツの再生可能エネルギー転換において電力での劇的な変化、そこでの洋上風力発電の位置付けについて述べてきた。この洋上風力発電などによってドイツ北部で多く発電される再生可能エネルギーの大消費地ドイツ中南部への送電が不充分であるという問題を概観した。全国送電網（電力系統）のキャパシティ不足のため、ドイツ北部では出力制限し、そうでなければ発電されたであろう電気を無駄にしているという問題が発生していることが明らかになった。

しかし、送電能力を超えやすい北海洋上風力発電の高い発電能力は、この地での水素電解にマッチする立地となる。北海で余剰電力を使い、現地で水素ガスを製造することが出来る。言わば、北海洋上風力発電と水素を対にすることで価値を高められるのである。加えて、水素により、再生可能エネルギー転換がなかなか進まない「熱」「交通」分野で大きく脱炭素を進捗させることが出来る。再生可能エネルギー転換を完遂し 2045 年までに炭素ゼロを達成するためには、水素ガスを「熱」「交通」の消費地に運ぶパイプラインの整備が、重要なピースとなっている。しかも、ロシアのウクライナ侵略により途絶した国内天然ガスパイプラインを水素ガスのパイプラインに転用すれば、初期投資額や敷設に伴う反対運動などをクリアすることが出来る。

そこで本章では、北海などでのグリーン電力を使った水電解による水素ガス製造、水素パイプラインで製造された水素ガスを全国に送るプロジェクトが現実に行っていることを確認する。そして、ここでのドイツ生命保険会社による機関投資家としての関わりを点検しよう。まず4-1 で、ドイツ政府が電力以外の再生可能エネルギー転換において重要なファクターとして位置付けている水素ガスパイプライン・プロジェクトが、主として「熱」「交通」の部門で期待されていることを跡付けた。次に4-2 で、現実の水素ガスパイプラインプロジェクトの実態を概観し、ドイツ生命保険会社による水素製造・パイプラインへの投資がまだパイロットプロジェクト的なケースしかないことを確認した。ドイツ生命保険が水素に本格的に乗り出せない理由は、天然ガスに比べ水素は遙かにコスト高であり、投資対象としても、洋上風力発電に比

¹¹⁴ MURRAY, C. „Eco Stor puts largest BESS in Germany online, former majority owner building Finland project“, Energy Storage News, June 6, 2025, (<https://www.energy-storage.news/eco-stor-puts-largest-bess-in-germany-online-former-majority-owner-building-finland-project/>) (2025/06/15 閲覧)

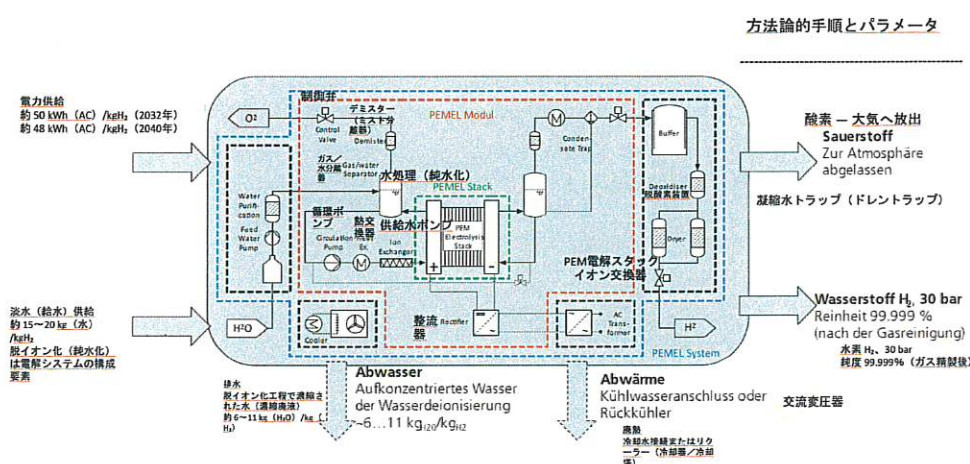
べ、PPA に相当する HPA（水素の大口相対契約）の欠如など、水素の収益性がまだ不安定だからである。

4-1 水素製造・水素ガスパイプラインの意味

1-2 で、ドイツの一次エネルギー全体での再生可能エネルギーの比率を、そして、その中の【図表 4】で、「電力」、「熱」、「交通」それぞれにおける再生可能エネルギー比率を見てきた。ここで、「電力」については再生可能エネルギー比率が年々高まり、すでに 50%を超えているものの、「熱」では 18.8%、「交通」では 7.3%にしか達していないことを見た。水素の振興が叫ばれる理由の圧倒的に大きな理由は、とくに「熱」（鉄鋼、化学）と「交通」分野での脱炭素を進めることであった¹¹⁵。鉄鋼業においては脱炭素に寄与する直接還元（電炉）は、ドイツでの高い電力価格下では拡大しない¹¹⁶。また、化学産業では、水素そのものを素材として用いる。交通では、1-2 で述べた通り、2024 年初の PHEV を含めた EV の比率（新規登録台数）は 25.1%に過ぎない¹¹⁷。トラックや船舶、航空機などは電化による脱炭素は困難と言える。

このような状況において、発電以外の「熱」「交通」の脱炭素を進めるのに、水素が注目されたのである。水素は水を酸素と水素に電気分解して作る。水素を燃やして熱源や車の動力にしても、水と熱エネルギーが出るだけである。電解に必要な電気をグリーン電力にすれば、グリーン水素が作れる。

【図表 27】水素電解のしくみ



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISS. *Analyse verschiedener Versorgungsoptionen Baden-Württembergs mit Wasserstoff und Wasserstoffderivaten*, S.45 (https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/25_de_ISE_Studie_Analyse-H2-Versorgung-BW.pdf) (2025/07/10 閲覧) (電解システムの境界および定格負荷運転時の流入・流出する物質とエネルギーの流れを PEM 電解の例で示したもの)

分野別には、グリーン水素を産業原料として見ると、現在使われている化石由来火力（例えば製鉄でのコークス）をグリーン水素に代替、アンモニア製造に必要な化石由来の水素をグリーン水素に代替などの点がポイントとなる。グリーン水素を産業素材として見ると、産業から排出される CO₂ を水素と反応させて製品化することが可能である。脱炭素の切り札となる所以で

¹¹⁵ BUNDESREGIERUNG, „Für eine klimaneutrale Wirtschaft“, 24. Juli 2024 (<https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv/faq-wasserstoffimportstrategie-2300536>) (2025/05/08 閲覧), DEUTSCHE INDUSTRIE- UND HANDELSKAMMER, „Bis 2028: Aufbau Wasserstoff-Pipeline zwischen Deutschland und Dänemark“ (<https://www.dihk.de/de/bis-2028-aufbau-wasserstoff-pipeline-zwischen-deutschland-und-daenemark--93580>) (2025/05/10 閲覧)、

¹¹⁶ AGORA THINK TANKS, WUPPERTAL INSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, ENERGIE GMBH, UNIVERSITÄT KASSEL, *Klimaneutrales Deutschland*, S.69 (https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2023/2023-30_DE_KNDE_Update/A-EW_344_Klimaneutrales_Deutschland_WEB.pdf)

¹¹⁷ ELECTRIVE.NET, „Über 1,65 Millionen Elektroautos auf deutschen Straßen unterwegs“ (<https://www.electrive.net/2025/03/04/uber-1-65-millionen-elektroautos-auf-deutschen-strassen-unterwegs/>) (2025/05/10 閲覧)

ある。

また、ベースロードエネルギー源としての性格を持つ点も特徴である。洋上風力発電でも最初から PPA のような形で大発電会社と巨大需用者の相対契約が結ばれているのを見てわかるように、供給者・需要家双方大規模で、供給者は安定的収入を、需用者は、気候条件などに左右されず途切れない供給を前提とするエネルギー源を必要としている。もっとも、洋上風力発電のケースとは異なり、水素の大口相対契約 HPA はまだ結ばれる段階にきていない。

交通という視点から見ると、グリーン水素は燃料電池を使った自動車などモビリティ、航空機の水素ジェットエンジン開発などによるカーボンニュートラルに寄与する。また、有翼宇宙輸送機の研究開発として極超音速水素エンジンの技術実証も進んでいるという¹¹⁸。

これらを通じ、再生可能エネルギー転換において水素に期待されているメインの役割は、ベースロードエネルギー源となる可能性であろう。まだ供給・需要が結びついていない初期の段階にはあるが、需要を前提にした供給体制、供給体制を前提とした利用計画のサイクルが始まれば、水素はベースロードエネルギー源になる技術的特徴がある。ところが、ベースロードエネルギー源としての役割を期待するなら、3-3 で説明したようなドイツ北部で偶発的に発生する余剰電力を使ったグリーン水素生産だけを前提することは当然出来ない。そこで、水素供給は、最初から輸入を 50-70%¹¹⁹程度想定している。設備コストが大きいので、偶発的な余剰グリーン電力がある時だけ稼働するのではなく、輸入によって常に水素設備を稼働出来る態勢を整えねばならないという事情もある。この輸入を前提とする、という点は、水素における国際間連携に繋がる。とりわけ、IPCEI プロジェクトに見られるような EU 加盟国間連携は、2-4-2 で示唆したような対中国（あるいは対米）対策としての新たな EU 統合に繋がる側面を持っていること、頭に留めたい。

水素は、【図表 7】の VPP における蓄電装置（Power-to-X）としても使えないことはない。ただし、水素を蓄電方法として使うのであれば、リチウムバッテリーのような蓄電池と比べた場合、「作る」、「運ぶ」、「貯める」、「電気に戻す」において効率が悪い。つまり、「作る」では、大がかりな設備に高コスト、電気分解でロスがある。「貯める」では、ガスのまま岩塩洞窟などへ地下貯蔵する可能性がある。岩塩洞窟は往々 GWh 級どころか TWh レベルのキャパシティを持つものもあり、洞窟に天然ガスを貯蔵する条件と大きく変わらない状態で貯蔵出来るようである¹²⁰。水素を液化し圧縮し貯蔵するのには-253℃以下を保たねばならず、液化のために水素に含まれるエネルギーの約 40%を使わなければならないという¹²¹。温度上昇すると爆発のリスクが生じる。温度管理のため二重構造の真空断熱タンクを必要とする。また水素を再び電気に戻して使うことを想定すれば、再電化の処理が必要となるが、ここでのエネルギーのロスは大きく、歩留まりは 30-44%程度¹²²であるという。

電気そのものを「貯める」のは、水素に比べ概して効率は良いものの、現在のリチウムバッテリーを前提にするとリチウム資源の偏在の問題がある。それを回避するため、電気の「貯める」においては、蓄電池の技術開発が進んでいる。連邦教育研究省¹²³が「^{ダッハ}Dachkonzept

¹¹⁸ JAXA 研究開発部門、「航空機・将来宇宙輸送機への水素燃料の適用技術の研究」 (<http://kenkai.jaxa.jp/research/hydrogenfuel/hydrogenfuel.html>) (2025/05/23 閲覧)

¹¹⁹ BUNDESREGIERUNG, „Für eine klimaneutrale Wirtschaft“, 24. Juli 2024, (<https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv/faq-wasserstoffimportstrategie-2300536>) (2025/05/21 閲覧)

¹²⁰ LIU, Z. LIU, Y. AND WANG, Z., "Comparative Study of Temperature and Pressure Variation", MDPI, *applied sciences*, 2024, 14, 9005, p.2 (<https://www.mdpi.com/2076-3417/14/19/9005>) (2025/05/23 閲覧)

Patterns in Hydrogen and Natural Gas Storage in Salt Cavern

¹²¹ CHEMIE TECHNIK, 19. Feb. 2021, „Wie sieht das neue Wasserstoff-Netz für Deutschland aus?“ (<https://www.chemietechnik.de/energie-utilities/wasserstoff/plaene-fuer-ein-nationales-wasserstoff-netz-in-deutschland-341.html>) (2025/05/10 閲覧)

¹²² STANFORD UNIVERSITY, ENERGY FOR GROWTH HUB, „Power-to-gas for long-term energy storage“, January 2020, p.2 (<https://energyforgrowth.org/wp-content/uploads/2020/01/Power-to-gas-for-long-term-energy-storage-1-1-2.pdf>) (2025/05/10 閲覧)

¹²³ プロジェクト発足当時は「連邦教育研究省」Das Bundesministerium für Bildung und Forschung - BMBF だったが、2025 年 5 月 13 日から「連邦研究技術宇宙省」Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt - BMFT へ名称変更 (https://www.bmbf.de/DE/Home/home_node.html) (2025/05/21 閲覧)

「バッテリー・フォルシュング (Battieforschung) (バッテリー研究統括コンセプト)」という研究プロジェクトをスタートさせており¹²⁴、その他にも、ヘルムホルツ・グマインシャフト・ドイチャー・フォルシュングスツェントレン (ドイツ研究センターヘルムホルツ協会)、Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (フラウンホーファー・ソーラーエネルギーシステム研究所) が複数のバッテリー開発プロジェクトを進めている。さらに、超伝導ケーブルをはじめ、送電技術に関する研究開発、電力系統運用効率化に資する AI の活用も進捗しているという。

このように、平行して蓄電・送電技術開発努力を進めながらも、水素プロジェクトは、単なる Power-to-X としてだけでなく、言わば本筋の脱炭素戦略として、すなわち、「熱」「交通」の分野における現実的な脱炭素選択肢、ベースロードエネルギーとして位置付けられていく。

このような位置付けの上に、ドイツ政府も EU も水素を重視し、一連の強力なグリーン水素促進政策を進めるのである。それを次の4-2 節で論じよう。

4-2 水素ガス製造・水素ガスパイプラインの実態

本節では、ドイツにおける水素ガス製造・水素ガスパイプラインの政策による位置付け、現状の概観を見る。その結果、ドイツにおける再生可能エネルギー転換での位置付けが重視される反面、民間ベースで展開するにはコスト高から採算が合わない現状である。ところが、これを反転させるピースがあり得る。それは欧州では電解装置のコストが中国の4倍と言われる¹²⁵ほど価格差が大きい中国の水電解装置を導入することである。水素電解装置製造額を視覚的に示すを見ると、中国の製造額が\$12億であるのに対し、欧州は\$2.5億、米は\$2.2億（欧米の数値は元サイトでマウスオーバーで表示）にすぎない。しかしそれを進めると重要エネルギーの中国依存が天然ガスのロシア依存同様の問題を起こす危険性、それに加えて、2-4 で見たように欧州の水素産業がソーラー産業同様「絶滅」する道筋が充分考えられる。

【図表 28】 水素電解装置製造に占める中国の高い比率



IEA, *Energy Technology Perspectives 2024* (<https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2024>) (2025/05/27 閲覧)

この状況に対して、政府ベースでは開発資金、補助金等の強力な対策を講じ、基本的には国産／欧州産水素電解装置＋グリーン電力をベースに水素化を図ろうとしているのが現状である。ドイツは Siemens の中国メーカーとの協業を視野に、EU とは別のスタンスであるようだ。

もっとも、2024 年秋、連邦政府は三党連立が崩れ、再生可能エネルギー転換への姿勢も変化した。新経済大臣のライヒェは、ドイツ国内に新しいガス発電所を早急に設置することを要求

¹²⁴ 連邦教育研究省 (BMBF) が「バッテリー研究統括コンセプト (Dachkonzept Batterieforschung)」として策定した計画は、競争力のある循環型経済を目指し、バッテリー技術の包括的な研究のための戦略的・政策的基盤を作るものである。材料開発、リサイクル、循環経済、デジタル化、スケーリングなど、バッテリーのバリューチェーン全体を網羅する 5 つの行動分野を定めており、具体的な目標として、2026 年までにコバルトフリー・ニッケルフリーのカソード材料やナトリウムイオン電池用材料の工業的規模での実証、2030 年までに研究用リサイクルラインの確立などが掲げられている。この 10 年で BMBF はバッテリー研究に 8 億ユーロ以上を投じているという (BMBF, *BMBF-Dachkonzept Batterieforschung*) (https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/DE/2023/bmbf-dachkonzept-batterieforschung-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=4) S.7

¹²⁵ ABELE, C., „China treibt Wasserstoffwirtschaft strategisch voran“, Germany Trade & Invest のサイト (<https://www.gtai.de/de/trade/china/branchen/china-treibt-wasserstoffwirtschaft-strategisch-voran-879734>) (2025/05/24 閲覧) „Während in China alkalische Elektrolysesysteme etwa 300 US-Dollar pro Kilowatt kosten, belaufen sich die Kosten laut dem Fachmagazin Recharge in Europa auf etwa das Vierfache“.

し、「風が吹いていなくても、太陽が照っていないなくても電気を供給できる柔軟なガス火力発電所が必要だ。そして、私たちはそれを迅速に必要としている」と発言している¹²⁶。また、新経済大臣は原発回帰は無いと発言している¹²⁷ものの、新首相のMerzは停止した原発の再稼働計画を模索している¹²⁸。原発は、ベースロード電源として、水素との代替性が高い。すでに電力供給のベースとして確立し、化石燃料よりコストが安い再生可能エネルギー（太陽光・風力はコストが大幅に下回っている）は別として、まだ採算が取れない再生可能エネルギー分野（水素は代表格になる）の振興計画に見直しが始まることが予想出来る。

この現状の上に、生命保険会社など機関投資家にとっては、水素は投資対象としてなお本格展開しにくい状態であるためパイロットプロジェクト的に少額の投資しか行っていない。とは言え、水素関係の事業は、高価格の装置、水素ガス爆発のリスク、水素の腐食性など、損害保険リスク要因が多いことから、少なくとも保険業務ノウハウをつけねばならない領域でもあり、そこで得た情報は資金運用にも活かし得る。しかし、ビジネスとして成り立つ見込みがつかない水素への投資は、生命保険会社も積極的でないことを本節で確認する。

困難な条件下ではあるが、ドイツの生命保険会社は、水素投資でも主導権をとれるよう、歩を進めている。現在、水素電解プロジェクトは460件¹²⁹走っており、それらのリスクも認識され始めている。4-2-7-1で紹介するように、Munich Re（ミュンヘン再保険）は、機関投資家のために、これらのリスクをヘッジするサービスを展開しようとしている¹³⁰。

4-2-1 ドイツ・EUの水素ガス製造・水素ガスパイプラインプロジェクト

水素ガスパイプライン構想は、ロシア産天然ガスが途絶したことによって策定されたのではなく、すでにガスネットワーク事業者が技術的・経済的合理性に基づいてまず中心となって企画を始め、すでにNordstream2建設議論（エネルギー安全保障、多様性、気候目標、LNG輸入）とからめ論争となっていたが、これが水素ガスパイプライン構想に直接つながってはいないという¹³¹。構想は、2020年6月の国家水素戦略（Nationale Wasserstoffstrategie—NWS）に始まり、2023年に、ロシアのウクライナ振興を受けて国内電解能力倍増、輸入の教科を含む構想拡充《NWS2023》が閣議決定される¹³²。この段階では、水素の輸入を主体に考

¹²⁶ ARD, tagesschau, „Reiche plant neue Gaskraftwerke“, 09.05.2025 (<https://www.tagesschau.de/wirtschaft/energie/gaskraftwerke-reiche-energiewende-kernenergie-neubau-100.html>) (2025/05/12 閲覧)

¹²⁷ HANDELSBLATT, „Keine Rückkehr zur Kernkraft“, 09.05.2025 (<https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/energie-reiche-kuendigt-neue-gaskraftwerke-fuer-deutschland-an/100127204.html>) (2025/05/12 閲覧)

¹²⁸ STRATMANN, K., WITSCH, K., *Handelsblatt*, „So könnte Deutschland den Atomausstieg noch zurückdrehen“ (<https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/energie-so-koennte-deutschland-den-atomausstieg-noch-zurueckdrehen/100117904.html>)

¹²⁹ MUNICH RE, „Securing the Power of Green Hydrogen“ (<https://www.munichre.com/en/solutions/for-industry-clients/green-hydrogen.html>) (2025/06/09 閲覧)

¹³⁰ 同上およびそこからダウンロード出来るファクトシート („Securing the power of Green Hydrogen“) (https://www.munichre.com/content/dam/munichre/contentlounge/website-pieces/documents/MunichRe-Factsheet-Hydrogen.pdf/_jcr_content/renditions/original/MunichRe-Factsheet-Hydrogen.pdf) (2025/06/09 閲覧)、ホワイトペーパー („Innovative Risk Transfer Solutions – A Contribution to the Success of the Green Hydrogen Industry“) (https://www.munichre.com/content/dam/munichre/contentlounge/website-pieces/documents/MunichRe-Hydrogen-Whitepaper_en.pdf/_jcr_content/renditions/original/MunichRe-Hydrogen-Whitepaper_en.pdf) (2025/06/09 閲覧)

¹³¹ BUNDESNETZAGENTUR FÜR ELEKTRIZITÄT, GAS, TELEKOMMUNIKATION, POST UND EISENBAHNEN, „Änderungsverlangen zum Netzentwicklungsplan Gas 2020-2030, 19. März 2021, S.38「連邦ネットワーク庁が強調したいのは、天然ガスインフラ新設が排除されねばならないということだ。インフラが必要になる水素に天然ガスインフラを転換する場合、天然ガスインフラ〔Nordstream 2 による新規ガスパイプラインの意味…筆者注〕は全く必要なくなるからだ」と明瞭に述べている。ガスネットワーク事業者の団体 FNB GAS, „Fernleitungsnetzbetreiber veröffentlichen Karte für visionäres Wasserstoffnetz“ Die deutschen Fernleitungsnetzbetreiber (FNB)の主張も、「私たちは、水素が今後、H ガスとL ガスに次ぐ新たなガス品質として、この確立されたプロセスに統合されるよう強く主張しています」というものである。そのため、天然ガスパイプラインを、将来の再生可能エネルギー転換に向けて早期に水素ガスパイプラインに転換する国家プロジェクトを立ち上げ、エネルギー転換の暁にパイプラインが不要になり価値を生み出さなくなる事態を排除しようとしていると思われる (<https://fnb-gas.de/news/fernleitungsnetzbetreiber-veroeffentlichen-karte-fuer-visionaeres-wasserstoffnetz/>) (2025/07/10 閲覧)

¹³² BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (BMWK), *Importstrategie für Wasserstoff und Wasserstoffderivate*, Juli 2024

えられており（50-70%が輸入になるとの記述）、その脈絡で4-2-6項に示したようなヨーロッパ全体のサプライチェーンを企図している¹³³。ここで、具体的な水素基幹ネットワークのStarnetz 構築計画が盛り込まれている。

ドイツでは1980年代から水素・燃料電池技術研究開発振興が行われてきた¹³⁴。2006年にはすでに大規模な「国家水素・燃料電池技術革新プログラム-NIP」(Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2006~2016、7億€)を立ち上げ、2016~2026(NIP2)では、研究水素・燃料電池技術支援として4.8億€など、いくつかの枠組みを内包して幅広い支援を行っている。2011年設立の「エネルギー・気候基金-EKF」(Energie- und Klimafonds)では、4.45億€の連邦予算を計上しているほか、排出権取引制度から生ずる収入も財源に充てられる。規模は、2019年に45億€に拡大したとされている¹³⁵。

次のフェイズとして、2020年6月に導入された「国家水素戦略」(Nationale Wasserstoffstrategie - NWS)が水素促進プログラムの核になる¹³⁶。NIP2はNWSの傘下で継続することになる。NWSは、2023年7月に、NWS2023にバージョンアップされ¹³⁷、2030年までに水素生産能力を5GWから10GW¹³⁸に拡大改訂した。内容は3部門にわたる。(1)水素・水素誘導体の生産(「作る」)(2)水素の貯蔵・輸送、(「運ぶ」「貯める」)(3)水素価格安定化、である。そのうち「作る」については、1)再生可能エネルギーの助けを借りて、水素技術をエネルギー転換の中核要素として確立すること、2)水素技術市場拡大のための規制要件を整備すること、3)革新的な水素技術に関する研究開発と技術輸出を促進することに

¹³³ BUNDESREGIERUNG, „Für eine klimaneutrale Wirtschaft“, 24. Juli 2024 (<https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv/faq-wasserstoffimportstrategie-2300536>) (2025/05/08 閲覧)

¹³⁴ JETRO「ドイツで進む水素導入の取り組み」(2019年3月26日) (<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2019/0b5ca7b385a1fde2.html>) (2025/05/29 閲覧)

¹³⁵ JETRO「ドイツにおける水素戦略と企業ビジネス動向」2021年4月、p.14 (https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/a31db630cadce992/20210004.pdf) (2025/05/29 閲覧)

¹³⁶ BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi), *Die Nationale Wasserstoffstrategie*, Juni 2020 (https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/98/live/lw_datei/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf) (2025/05/23 閲覧)

¹³⁷ BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (BMWK), Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie, Juli 2023 (https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/97/live/lw_datei/fortschreibungdernationalenwasserstoffstrategie.pdf) (2025/05/25 閲覧)

¹³⁸ 1秒間に10GWの電力を使って作れる水素ガス量がキャパシティという意味になるので、下記を参考に換算すると年間で約78.2万t/年となる。資源エネルギー庁によればIEAが2050年における世界の100%水素還元製鉄生産量見通しを2.1億t/年としているとのことなので(元資料はIEA Energy Technology Perspectives 2020)、これをものさしとして見ると、78.2万t/年は、この0.37%程度にしかならないことになる。世界の中でのドイツの2023年GDP比率が4.3%であることを考え合わせると控えめな数値に見える(内閣府経済社会総合研究所、「GDPの国際比較」) (https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kakuhou/files/2023/sankou/pdf/kokusaihikaku_20241223.pdf) (2025/05/27 閲覧)

表 A-4 電解装置の能力表示と水素製造量

定格能力 (供給電力)	水素製造量			
	Nm ³ /h	t/h	t/年	万トン/年
2 MW	400	0.036	160	0.02
20 MW	4,000	0.36	1,560	0.16
100 MW	20,000	1.79	7,820	0.78
2 GW	400	35.7	156,400	15.6
20 GW	4,000	357	1,564,300	156.4
100 GW	20,000	1,786	7,821,400	782.1

注) 水素製造量(Nm³/h)は、最大能力時の変換効率を5.0(kWh/Nm³_HHV)として算出。

注) t/年は、1年間(8,760時間)・稼働率50%の運転を想定した値。

出典) 自然エネルギー財団作成

よって、ドイツ企業とその競争力を強化すること、4) CO₂を排出しない水素とその二次製品の将来の国内供給を形成・確保すること、であった¹³⁹。「運ぶ」については、「水素とその川下製品の輸入と販売市場の開拓のために輸送・流通インフラの整備が必要」であり、もう必要でなくなった天然ガスパイプラインの水素転用をはじめ、水素ガスインフラを整備することを掲げている¹⁴⁰。

このように、ドイツの水素促進プロジェクトは、製造、輸送が一体となって行われてきたのである。

輸送について付け加えると、水素供給は、確かに国内生産、グリーン水素生産が目標ではあるが、現実には、国内製造、グリーン水素だけでは需要が満たせないとの前提で、輸入水素を50-70%程度とし、この意味では、海外からの輸送を必須と考えている。この意味でも、製造と輸送は渾然一体のプロジェクトとならざるを得ない。

また、「化石燃料を燃焼させてガスにし、そのガスの中から水素をとりだす『改質』と呼ばれる製造方法」のうちCO₂を回収・貯留・利用するブルー水素、CO₂をそのまま排出してしまうグレイ水素も許容するとしている¹⁴¹。

2020年からは、NWS (Nationale Wasserstoffstrategie) の実施と支援、助言のために、国家水素評議会 (Nationale Wasserstoffrat -NWR) が設置された。NWRは、経済界、学会、市民からなる26名の高度な専門家で構成される独立の超党派諮問委員会である。さらに、ドイツエネルギー庁 (Deutsche Energie-Agentur GmbH) (dena)、ドイツ国際協力協会 (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH) (GIZ)、国家水素・燃料電池技術機構 (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie NOW GmbH) (NOW)、ユーリッヒ・プロジェクトマネジメント機構 (Projekträger Jülich) (PtJ) が共同運営する「水素コントロールセンター」 (Leistelle Wasserstoff) が、NWS実施における各省庁の支援、国家水素評議会 (NWR) の調整と行動勧告の策定を支援、NWSのモニタリングを行う¹⁴²。

このNWSのもとで、連邦研究・技術・宇宙省 (BMFT) の3つの研究プロジェクトが行われた¹⁴³。この態勢の下で、いくつかのプロジェクトが実行された (総額7億4,000万€)。

¹³⁹ GRANTHAM RESEARCH INSTITUTE, „National Hydrogen Strategy (NWS)“ Climate Change Laws of the world, (https://climate-laws.org/document/national-hydrogen-strategy-nws_e4d5) (2025/05/25 閲覧) の主旨説明より。元文書は BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi), Die Nationale Wasserstoffstrategie, Juni 2020 (https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/98/live/lw_datei/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf) (2025/05/23 閲覧)

¹⁴⁰ BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi), Die Nationale Wasserstoffstrategie, Juni 2020 (https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/98/live/lw_datei/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf) , S.7

¹⁴¹ DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E.V., *Wasserstoff- Forschungsprojekte 2022*, S.17
ただし、公的補助による NWS 関連助成措置はグリーン水素に限定され、開発補助金としては、IPCEI、KfW 融資、H2Global、CFD がある。

¹⁴² Nationaler Wasserstoffrat のサイト (<https://www.wasserstoffrat.de/>) (2025/05/27 閲覧)

¹⁴³ 研究開発プロジェクトとしては、連邦研究・技術・宇宙省 (Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt- BMFT) が主導する3フラグシッププロジェクト: H2Giga (水電解槽の連続生産)、H2Mare: Offshore (風力タービンを使って水素とその誘導体を海上で直接製造する方法を研究)、TransHyDE (水素輸送技術の開発、評価、実証) の3つである (BUNDESMINISTERIUM FÜR FORSCHUNG, TECHNOLOGIE UND RAUMFAHRT- BMFT, „Wie die Wasserstoff-Leitprojekte Deutschlands Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft unterstützen“, (<https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte>) (2025/05/27 閲覧))。

H2Gigaでは、従来言わばハンドメイドで作っていた水素電解槽製造をモジュール生産方式に対応したベルトコンベア方式に転換しようというものである (BUNDESMINISTERIUM FÜR FORSCHUNG, TECHNOLOGIE UND RAUMFAHRT- BMFT, „Wie das Leitprojekt H2Giga Elektrolyseure zur Wasserstoff-Herstellung in die Serienfertigung bringen will“ (<https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte/h2giga>) (2025/05/27 閲覧))。「モジュール生産方式に対応したベルトコンベア方式」は、„(die serienmäßige Herstellung von Elektrolyseuren), die modular an ihre jeweiligen Einsatzorte angepasst werden können“。

H2Mare: Offshoreは、洋上風力発電パークで、送電網に接続することなく、風力エネルギーから洋上プラントでグリーン水素を直接製造するプロジェクトである。この方法が陸上製造に比べてコストを大幅に削減できることから、Power-to-Xには理想的であるとしている。陸上風力タービンの平均定格出力が約3.5mWであるのに対し、洋上風力

4-2-2 ドイツ水素コアネットワーク構想

4 章冒頭で述べたとおり、水素ガスを「熱」「交通」の消費地に運ぶ水素ガスパイプラインの整備は、再生可能エネルギー転換を完遂し 2045 年までに炭素ゼロを達成するための重要なピースとなっている。本節4-2 冒頭では、政権交代によって水素電解プロジェクトの進捗に危うさを感じられる旨記したが、水素の製造については、輸入の比率を高めれば済むことであり、計画に遅滞はあれ、「運ぶ」についての変更のリスクは低いと考えられる。

水素ガスパイプラインは、ドイツ独自の問題からすると南北の再生可能エネルギー格差を埋める輸送手段として、さらに、EU 内のサプライチェーンで生産された／友好国から輸入された水素等が EU 各国に潤滑に輸送されるために、ドイツの南北を縦断する、さらに EU 域内に伸びる水素ガスパイプラインの整備が必須なのである。本項では、政策的に極めて重視されている水素ガスパイプラインの整備をどう進めてきているかを概観し、ここに機関投資家の資金が投資される状況かを推測しよう。

【図表 29】水素パイプライン



SCHWARZ, MAGNUS, H2News, „KfW stellt 24 Milliarden Euro für Wasserstoff-Kernnetz bereit“, (27.11.24) (<https://h2-news.de/wirtschaft-unternehmen/kfw-stellt-24-milliarden-euro-fuer-deutsches-wasserstoff-kernnetz-bereit-finanzierung/>) (2025/05/31 閲覧)

2020 年 1 月にはガス輸送業者 (FNB) による天然ガスパイプラインの水素ガスへの転換は提案されていた („Netzentwicklungsplan (NEP) Gas 2020-2030“)。¹⁴⁴ 2023 年 11 月には、ガス送配電系統運用者協会 (FNB Gas) が草案提出¹⁴⁴、同年 5 月に承認された H2-Startnetz 2030 の時点ではすでに 2030 年を目標に NRW 州を中心に既存天然ガスパイプラインが水素ガスパイプラインへの転換が開始されている¹⁴⁵。

2023 年になると、政治家もロシア依存からの脱却をはっきり意識して水素転換を進めようとしていることがわかる¹⁴⁶。水素ガスパイプラインの中心的存在となるドイツ経済省による

タービンのそれは 5mW という有利な条件もある。ここで目指しているのは、水電解槽と風力タービンを直接結合させることである。そのためには、電解装置と風力タービンの両方を直接結合用にカスタマイズする必要がある。直接結合のメリットは、水素製造コストを最小限に抑えること、そして、電力網に接続しないため、インフラコストを大幅に削減、地域送電網構造への負担が軽減される、海水電解の研究も進んでいるという (BUNDESMINISTERIUM FÜR FORSCHUNG, TECHNOLOGIE UND RAUMFAHRT- BMFTR, „Wie H2Mare Wasserstoff direkt auf hoher See produzieren will“, (<https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte/h2mare>) (2025/05/27 閲覧))。

TransHyDE は、パイプラインや高圧コンテナによる気体水素の輸送、液体水素の輸送、アンモニアや LOHC (LOHC は Liquid organic hydrogen carrier 液体有機水素キャリア。「化学反応によって水素を吸収・放出できる有機化合物」の意。「気体のままでは貯蔵や長距離の輸送の効率が低い水素を有機化合物にして効率的に貯蔵・運搬する方法」。(一般財団法人 環境優良車普及機構, 「LOHC (Liquid organic hydrogen carrier)」) (<https://www.levo.or.jp/research/tyousa/research-tyousa-4/word-l2/>) (2025/05/27 閲覧)) に化学結合した水素の輸送について検討するプロジェクトである。TransHyDE はまた、LNG ターミナルを水素ベースのエネルギーキャリアに転換できるかどうか、またその方法、安全なパイプライン輸送運営のノウハウ、水素に適したパイプライン素材の開発、天然ガスパイプラインの転用研究、高圧貯蔵施設の研究も行っている (パイプライン敷設については4-2-2 参照) (BUNDESMINISTERIUM FÜR FORSCHUNG, TECHNOLOGIE UND RAUMFAHRT- BMFTR, „Wie TransHyDE eine Wasserstoff-Infrastruktur entwickeln will“ (<https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte/transhyde>) (2025/05/27 閲覧))。

¹⁴⁴ Bundesnetzagentur, *Genehmigung eines Wasserstoff-Kernnetzes*, Oktober 2024, S.23 (<https://fnb-gas.de/wp-content/uploads/2024/10/Genehmigung-des-Wasserstoff-Kernnetzes.pdf>) (2025/07/10 閲覧)

¹⁴⁵ FNB GAS (Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V.), „H2-Startnetz 2030 (aus dem NEP Gas 2020-2030)“ (<https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/h2-startnetz-2030/>) (2025/05/31 閲覧)

¹⁴⁶ DEUTSCHER BUNDESTAG 1. Lesung, 22. September 2023, „Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie beraten“ (Freitag, 22. September 2023) (<https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2023/kw38-de-wasserstoffstrategie-965076>) (2025/05/31 閲覧) (連邦議会の議題は、連邦政府提出の「国家水素戦略の更

Wasserstoff-Kernnetz 敷設計画 は、2024 年 10 月に連邦ネットワーク庁 (BNetzA) 承認により成立し、ネットワーク総延長は 9,040 km となる¹⁴⁷。うち 60%は既存天然ガスパイプラインの転用、189 億€を投入して水素ガスパイプライン 2032 年までに港湾、産業、貯蔵施設、発電所を結ぶパイプラインを完成させるという¹⁴⁸。

策定された水素ガスパイプライン構想は、それぞれ別個のものではなく、前の構想を受け継いで新しい予算が付いたりしつつ次の構想につながっている。ここで読み取るべきは、個々の構想の差異ではなく、ドイツ政府がこの水素ガスパイプライン構想を絶え間なく拡大、発展させようとしている姿勢であろう。

NWS ベースのプロジェクトが、地図に落とし込むとどのような地点を結ぶかを水素ガスパイプライン計画の中心となる Kernnetz プロジェクトに従い、パイプラインをマークし、比較的初期の Startnetz 計画によるパイプライン敷設地域と、各拠点をマークしたものが、【図表 30】である。実線の「転換パイプライン」は、天然ガスパイプラインを転用したものであり、破線の「新規建設パイプライン」は、転換パイプラインを繋ぐものを含め、新たに敷設するものである。【図表 30】に示されている輸入港、貯蔵施設、需要地を結ぶラインになっている。船のアイコンは従来からの LNG ターミナル、貯蔵のアイコンは、洞窟貯蔵所、となっている。一方、水素需要地には、製油所、化学、鉄鋼産業のアイコンがそれぞれマークされている。そしてそれらを結ぶラインが、水素ガスパイプラインとなっている。

新」(20/7910)) での SPD の Andreas Rimkus の発言：「水素経済への転換によって、エネルギーシステムは未来の経済に適したインフラになる。これにより、持続可能性と価値創造の可能性を両立させ、ロシアによるウクライナ攻撃までの間、ロシアの石油やガスに依存していたような事態を防ぐことができる」では、ロシア依存脱却の意図がはっきりしている。

¹⁴⁷ BUNDESNETZAGENTUR, „Wasserstoff-Kernnetz“ (2025/05/08 閲覧)、
(<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html>)
FNB Gas, による Wasserstoff-Kernnetz 2032 に対する申請書、*Gemeinsamer Antrag für das Wasserstoff-Kernnetz* (2024 年 7 月 22 日付、Fernleitungsnetz-betreiber Gas e.V. 加盟 16 社共同申請) (https://fnb-gas.de/wp-content/uploads/2024/07/2024_07_22_Antrag_Wasserstoff-Kernnetz_final.pdf) (2025/05/23 閲覧) は、2024 年 10 月 22 日に承認されており、スタートしている。

¹⁴⁸ ARD, „tagesschau“, „Bund plant 9.700 Kilometer Wasserstoff-Kernnetz“ (14.11.2023) (<https://www.tagesschau.de/wirtschaft/energie/wasserstoff-kernnetz-plaene-100.html>) (2025/05/31 閲覧)

【図表 30】 Startnetz プロジェクト（各拠点入り）

■ STARTNETZ FÜR DIE WASSERSTOFFWENDE

2030年に産業拠点がクリーンガスをどのように供給されるか

水素ネットワーク

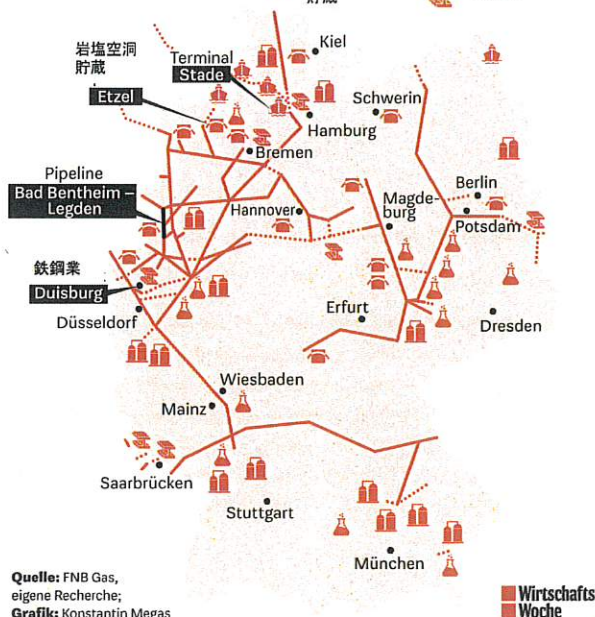
- 既存のパイプラインを
水素用に転換
- 新設分

LNG-Terminals

- 貯蔵
- 岩塩空洞
貯蔵

水素が必要とされ
る場所

- 製油所
- 化学
- 鉄鋼業

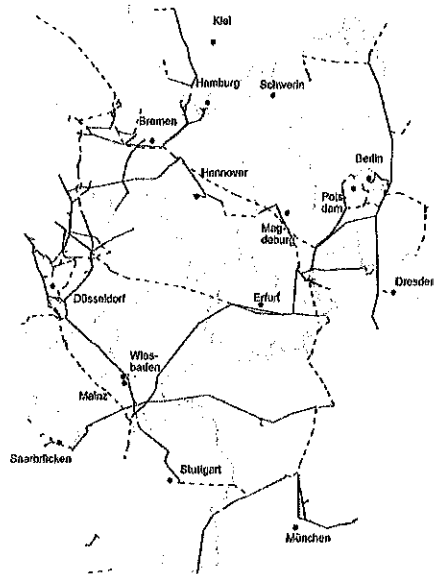


MENN, A., „11.200 Kilometer Pipelines: So soll Deutschlands Wasserstoffnetz entstehen“, *WirtschaftsWoche*, 12.07.2023 (<https://www.wiwo.de/technologie/umwelt/wasserstoff-11-200-kilometer-pipelines-so-soll-deutschlands-wasserstoffnetz-entstehen/28918066.html>) (2025/05/11 閲覧)

【図表 31】 は、水素ガスパイプライン計画の中心となる Kernnetz プロジェクトに従い、パイプラインをマークしたものである。実線の「転換パイプライン」は、天然ガスパイプラインを転用したものであり、破線の「新規建設パイプライン」は、転換パイプラインを繋ぐものを含め、新たに敷設するものである。なお、両計画は別個のものではなく、Startnetz が Kernnetz に拡大される関係になっている。

【図表 31】 Kernnetz プロジェクト（天然ガス転用、新規拡張）

Genehmigtes Wasserstoffkernnetz



BUNDESNETZAGENTUR, „Wasserstoff-Kernnetz“ (<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html>) (2025/06/08 閲覧) 実線は転換パイプライン、破線は新規建設パイプライン

4-2-3 洋上水素電解設備の建設 – 北海人工島と Aqua Ventus の例

4-2-3-1 デンマーク CIP 社の人口島

多くの研究が、陸からかなり離れた公海で電力を水素電解に用い、パイプラインで輸送する方が、電気を直接ケーブルを使って送電するよりコストが小さくて済むと明らかにしている。そこで、デンマークの投資会社であり再生可能エネルギー、とくに洋上風力発電で世界でも最大手のディベロッパーである Copenhagen Infrastructure Partners (CIP) と Allianz は、ドイツの北海 Bornholm に数 10 億€を投資し（1 つの島分の建設費 33 億ユーロとの見積もり）、海水を用いて水素を生産する人工島を 2 つ建設することを計画している。ここでは、複数の洋上風力発電からの供給のハブとなり、生成された水素は複数の国に供給される¹⁴⁹。専門家たちは、基本的に、電力の大半がその場で水素に変換され、パイプラインで輸送されるため、電力接続が少なく済むという事実によって 42.6 億€節約できると説明している¹⁵⁰。もっとも、本件はまだ計画段階であり、2025 年 6 月段階では、政府による承認も下りたか確認出来ない。

4-2-3-2 Helgoland の Aqua Ventus の洋上水素電解設備

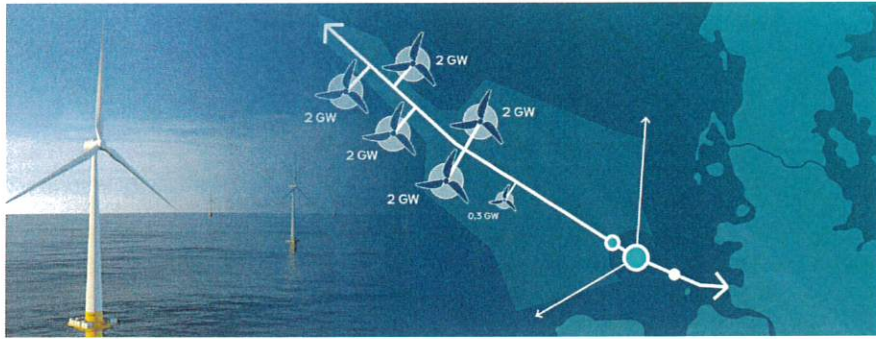
ドイツ北海の Helgoland 島沖で、洋上風力発電のグリーン電力を使って、北海洋上で総容量 10GW の水電解装置を用いて、2035 年までに 100 万トンのグリーン水素製造の水素電解を行う。Helgoland 島をハブとし、生成した水素をパイプラインで本土へ輸送する、という Aqua Ventus プロジェクトが立ち上がっている。このプロジェクトには、多様なプレイヤーが事業

¹⁴⁹ AGORA ENERGIEWENDE UND NERA ECONOMIC CONSULTING, *Meer-Wind für Klimaneutralität. Herausforderungen und notwendige Maßnahmen beim Ausbau der Windenergie auf See in Deutschland und Europa*, 2024, S.29 (https://www.agora-energie-wende.de/fileadmin/Projekte/2024/2024-01_DE_Scoping_Offshore_Wind/A-EW_333_Scoping_Offshore_Wind_WEB.pdf) (2025/07/29 閲覧) および ALLIANZ COMMERCIAL, *A turning point for offshore wind - Global opportunities and risk trend*, September 2023, S.19 (https://www.allianz.com/content/dam/onemarketing/azcom/Allianz_com/press/document/Allianz-Commercial_A-turning-point-for-offshore-wind.pdf) (2025/07/29 閲覧)

¹⁵⁰ STRATMANN, K. *Handelsblatt*, „Energie-Inseln im Meer können Wasserstoffproduktion verbilligen“, 30.09.2024 (<https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/klimawende-energie-inseln-im-meer-koennen-wasserstoffproduktion-verbilligen-01/100073485.html>)

主体として関わっている。それらは、エネルギー大手の RWE、Shell、Vattenfall、Northland Power、パイプライン事業者として、GASCADE Gastransport GmbH（Wintershall Dea と BASF の子会社）と Fluxys、技術：Siemens Energy、Siemens Gamesa、洋上プロジェクトでの包括的 EPCI（設計・調達・建設・据付）の専門知識を持つ MacDermott、検査、試験領域では TÜV SÜD、Bureau Veritas、それに加え、事業を行う現地の Helgoland 島（市長が推進協会会長）、Reuther など、水素バリューチェーン全体から 100 以上の組織から成る推進団体である AquaVentus Förderverein e.V.（アクヴァヴェントゥス推進協会）がプロジェクトを進めている¹⁵¹。また、このプロジェクトは、4-2-1 脚注 143 で触れた“TransHyDE”研究開発補助金を受けている¹⁵²

【図表 32】 Aqua Ventus プロジェクト



RWE, 「北海で水素をつくる -AquaVentus」 (<https://jp.rwe.com/hydrogen/aquaventus/>) (2025/06/18 閲覧)

Aqua Ventus プロジェクトは、6 つの「プロジェクトファミリー」から成る。“AquaPrimus”（パイロット）、“AquaPortus”（ハブ開発）（Helgoland 島の水素インフラ拡張）、“AquaSector”（スケールアップ）（洋上水素パークを建設）、“AquaPortus”（水素ハブ）（沿岸地域へ余剰水素を供給）、“AquaDuctus”（10 万 t の水素を産業界に供給）という段階を経て完成させるプランである¹⁵³。

4-2-4 開発補助金の課題と問題

水素電解生産のプロジェクトといい、全独に、またそれと関連して全 EU に水素パイプラインを張りめぐらせるプロジェクトといい、膨大な初期費用を必要とする。水素ガスパイプラインについていえば、転用、新設合わせて投資額は 430 億€～810 億€程度と見積もられており、公的資金、民間資金双方から資金調達される予定である¹⁵⁴そして、洋上風力発電のケースとは異なり、出来上がった水素の買い手が確定しておらず、潜在的買い手も、水素が現実供給されるか不確かであり、水素という新たなエネルギーに対応したシステムに投資する用意も出ていない。

そのため、政府が水素プロジェクトを立ち上げ、予算を用意している。その主たるものが IPCEI であり、加えて、KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) による融資である。

4-2-4-1 IPCEI 水素プロジェクト (Important Projects of Common European Interest)

IPCEI というのは、表題の通り「ヨーロッパの共通利害のため重要なプロジェクト」であり、これまでも“IPCEI on Microelectronics”、“IPCEI Batteries”が実施されている。“IPCEI Hydrogen”は 2020 年 12 月 EU 委員会によって認可され走り出した。EU 加盟国による共同プロジェ

¹⁵¹ AQUA VENTUS, „AquaVentus-Mitglieder“ (<http://aquaventus.org/wer-wir-sind/mitglieder/>) (2025/06/18 閲覧)

¹⁵² AQUAVENTUS FÖRDERVEREIN E.V., „First funding package for research and development along the hydrogen transport chain secured - BMBF funds TransHyDE project Helgoland with up to 12.48 million euros“ (<https://aquaventus.org/en/focus-topics/first-funding-package-for-research-and-development-along-the-hydrogen-transport-chain-secured/>) (2025/07/29 閲覧)

¹⁵³ LANGHAM, M.J., „AquaVentus - Grüner Wasserstoff aus der Nordsee“, August 2020, RWE (<https://www.wfo-helgoland.eu/wp-content/uploads/2020/09/Aqua-Ventus-Helgoland.pdf>) (2025/07/10 閲覧)

¹⁵⁴ H2NEWS, „European Hydrogen Backbone“, (<https://h2-news.de/glossary/european-hydrogen-backbone/>) (2025/05/11 閲覧)

クトである。ドイツでは 62 のプロジェクトが選ばれており、発足して 1 年、2021 年段階だと、ドイツでは連邦・州合わせて 80 億€の予算が付いている¹⁵⁵。IPCEI においては、通常であれば、自国企業への補助金禁止であるところ、2014 年に IPCEI を制度化し、2 カ国以上の共同プロジェクトの形で支援を認めている。しかも、補助対象は緩く認められている。IPCEI では、なかんづく、欧州内のサプライチェーン構築を目的としている¹⁵⁶。

IPCEI 水素プロジェクトの背景としては、【図表 33】に見るようなエネルギーのロシア依存という状況の中、2022 年 2 月にロシアによるウクライナ侵攻開始直後に“REPowerEU”というエネルギーのロシア依存脱却をめざしたプロジェクトを立ち上げたことが挙げられる。REPowerEU では、水素関連の“Hydrogen Accelerator”というイニシアティブが発足し、早急な水素供給量拡大、水素網構築、水素輸入拡大を目指している。これより前に発足していた「IPCEI 水素」が、このプロジェクトの柱となっている¹⁵⁷。

【図表 33】 EU における化石燃料のロシア依存度（2020 年）

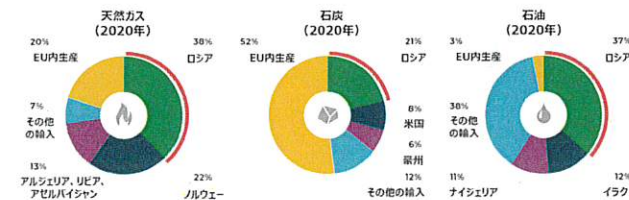


図1 欧州連合における化石燃料のロシア依存度（2020年）

出所： Gas for Climate 「Action plan for implementing REPowerEU」

（2022年3月）より作成

<https://gasforclimate2050.eu/wp-content/uploads/2022/03/Gas-for-Climate-Action-Plan-for-implementing-REPowerEU.pdf>

丸田 昭輝、「ウクライナ危機をうけて急展開する欧州の水素政策前編」：REPowerEU と IPCEI を中心に」（京都大学再生可能エネルギー経済学講座）（https://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable_energy/stage2/contents/column0313.html）（2025/05/30 閲覧）

IPCEI の資金源は、政府の KTF (Klima- und formationsfonds – 気候・変革基金) という連邦の特別基金 (Sondervermögen) である。さらに、IPCEI の資金は、前述の NWS からも、NIP からも、EU 資金からも、州の資金からも流れている。これらの資金は錯綜しており、排他的な枠組みを持たない¹⁵⁸。このように、地政学的要因に影響されたプロジェクトは、実施スピードを重視する余り、補助金供与先の選択においても精査を欠いた可能性があるという¹⁵⁹。連邦

¹⁵⁵ BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi), Bericht der Bundesregierung zur Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie Ein Jahr Nationale Wasserstoffstrategie (NWS), September 2021, S.1 (https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/bericht-der-bundesregierung-zur-umsetzung-der-nationalen-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=1)（2025/05/27 閲覧）

¹⁵⁶ 丸田 昭輝、「ウクライナ危機をうけて急展開する欧州の水素政策前編」：REPowerEU と IPCEI を中心に」（京都大学再生可能エネルギー経済学講座）（https://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable_energy/stage2/contents/column0313.html）（2025/05/30 閲覧）

¹⁵⁷ 詳細は、上の脚注 156 参照のこと

¹⁵⁸ BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE, „IPCEI Wasserstoff: Gemeinsam einen Europäischen Wasserstoffmarkt schaffen“, Bundesrechnungshof, „Abschließende Mitteilung an das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz über die Prüfung der Wasserstoffstrategie und deren Umsetzung Teil 2: Strategische Steuerung des Markthochlaufs von grünem Wasserstoff“, S.4 (https://www.bundesrechnungshof.de/Shared-Docs/Downloads/DE/Berichte/2024/wasserstoff-2-volltext.pdf?__blob=publicationFile&v=2)（2025/05/30 閲覧）

¹⁵⁹ BUNDESRECHNUNGSHOF - BRH, Abschließende Mitteilung an das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz über die Prüfung der Wasserstoffstrategie und deren Umsetzung Teil 1: „Förderung der Dekarbonisierung von energieintensiven Branchen mit IPCEI und Klimaschutzverträgen“, 22. April 2024,および Abschließende Mitteilung an das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz über die Prüfung der Wasserstoffstrategie und deren Umsetzung Teil 2: „Strategische Steuerung des Markthochlaufs von grünem Wasserstoff“, 7. Oktober 2024, とくに Teil 2 の S.4, S.23-25 (https://www.bundesrechnungshof.de/Shared-Docs/Downloads/DE/Berichte/2024/wasserstoff-2-volltext.pdf?__blob=publicationFile&v=2)（2025/05/30 閲覧）

会計検査院は、2024年の報告書で、鉄鋼4社の類似したプロジェクトに対し経済性調査が甘かったことを批判している¹⁶⁰。それに対して BMWK の人員不足下 (Teil 1, S.5) 経済性調査が過度に手間がかかるため実施しなかった (Teil 2, S.44) との BMWK の説明もある。その背景には、ロシア天然ガスパイプラインの途絶に対して早急に水素の代替策で対応せねばならなかった点が想定出来る。

このロシアからのサプライチェーンの独立については、さきに2-4-2最後に提示した IMF の提言「EU、企業競争力強化へエネルギー市場統合を」は、「EU が非化石エネルギー市場を統合し、越境取引拡大、送電網容量を増強すれば、コスト競争力が無い化学、鉄鋼、アルミなどでの米との価格差が縮まり、400 億€/年の節約になる」旨示している¹⁶¹。この再生可能エネルギーの新たな EU 市場統合は、まさに欧州内のサプライチェーン構築を目的とした EU 内国際水素プロジェクトであり、2-4-2 で叙述したように広い国内市場、再生可能エネルギーで国際競争力を確保する政府の一枚岩の姿勢、国内で完結するサプライチェーンの存在、高い技術力を備えた中国に EU の再生可能エネルギー転換を依存させないための対応策が、この IPCEI に内包されている。これを見ると、IMF が指摘するポイントはとうに EU の狙いに入っていると感じられる。しかし、IPCEI を進める EU 各国政府は進行を急ぐ余り実行過程で精査を省き、そもそもビジネスとして成り立つための初期事業への補助であるその性格からしても、必ずしも成果が充分出せる確証は無い。

水素事業者の資金導入を企図し、将来の市場確立を狙って行っている事業ではあるが、ビジネスとして確立するには時期尚早であり、機関投資家などの投資資金を呼び込める状態には無いと言えよう。

2025年3月現在の計画では、EU が2030年までに最低限 40GW の電解槽設置を目標としており、これによって 1,000 万 t のグリーン水素が生産されることになる。ドイツだけでも2030年までに 10GW のキャパシティを構築したいとしているが、今のところ 111mW の設置にとどまっている¹⁶²。

4-2-4-2 KfW 融資

ドイツ経済省は、FNB2023年11月、ガスパイプライン計画を提起し、2024年10月に連邦ネットワーク庁 (BNetzA) より承認を得る。¹⁶³ „Wasserstoff-Kernnetz“^{ヴァッサーシュトフ・ケルンネット}である。うち 60%は既存天然ガスパイプラインの転用、2032年までに 9,040Km 長のパイプラインを完成させるという¹⁶³。この投資額は、財政資金ではなく、民間セクターが資金調達し、この金額は最終的には利用者負担に乗ることになる。しかし、この立ち上げに際しては、投資費用は政府系銀行の復興金融金庫 (Kreditanstalt für Wiederaufbau – KfW) の 240 億€に及ぶ膨大な融資を目的会社経由で供与する。水素ガスパイプライン利用料金収入がどんどん増えると、利益分が

覧)

¹⁶⁰ 同上、Teil1, S.9, 21-22, 25-26, 29-30, Teil 2, S.4, 32 などには、鉄鋼4社の一方的な資金キャップ計算 (Finanzierungslückenberechnung – 補助金が得られた場合と得られなかった場合の代替方法の場合の差額) によって出された額を無批判に採択したこと、BWK が代替的補助金制度として利用を指示出来る KSV という他の補助金プログラム (競争的資金) の利用を検証せず、競争的でない IPCEI だけで補助を行ったこと、成果を確認してから徐々に資金を払い出す方式ではなく、当初に一括して払い出してしまふ方式にしたことなど、批判している。

¹⁶¹ IMF, „Integrating the EU Energy Market to Foster Growth and Resilience - Remarks for EFC in January 2025“, January 13, 2025 (<https://www.imf.org/en/News/Articles/2025/01/13/sp-integrating-the-eu-energy-market-to-foster-growth-and-resilience>) (2025/5/13 閲覧)、日本語の要約は、Reuters, “EU、企業競争力強化へエネルギー市場統合を - IMF 提言”, 2025年1月16日 (<https://jp.reuters.com/markets/commodities/JLK-BPXUR2JMV3GPMO3KFP6G6UU-2025-01-16/>) (2025/5/13 閲覧)

¹⁶² ENERGIEZUKUNFT, 19.03.2025, „Wasserstoffherzeugung in Deutschland nicht auf Zielpfad“ (<https://www.energiezukunft.eu/erneuerbare-energien/wasserstoff/wasserstoffherzeugung-in-deutschland-nicht-auf-zielpfad>) (2025/05/08 閲覧)

¹⁶³ ARD, „tagesschau“, „Bund plant 9.700 Kilometer Wasserstoff-Kernnetz“ (14.11.2023) (<https://www.tagesschau.de/wirtschaft/energie/wasserstoff-kernnetz-plaene-100.html>) (2025/05/31 閲覧)、(<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html>)。FNB Gasによる Wasserstoff-Kernnetz 2032 に対する申請書、Gemeinsamer Antrag für das Wasserstoff-Kernnetz (2024年7月22日付、Fernleitungsnetz-betreiber Gas e.V.加盟 16社共同申請) (https://fnb-gas.de/wp-content/uploads/2024/07/2024_07_22_Antrag_Wasserstoff-Kernnetz_final.pdf) (2025/05/23 閲覧) は、2024年10月22日に承認されており、スタートしている。

KfW の償却勘定に繰り入れられ、遅くとも 2055 年までには収支均衡すると想定されている。
この方式を、アモーティザツィオンスkonto Amortisationskonto (償却勘定) という。水素ガスパイプライン利用料金は、BNetzA (連邦ネット庁 - Bundesnetzagentur) が決定する。もしその時点で赤字になっていた場合には、連邦政府が 76%を負担し、ガス輸送業者が 24%を負担する¹⁶⁴。

【図表 34】 KfW の Wasserstoff-Kernnetz への目的会社経由の融資



SCHWARZ, MAGNUS, H2News, „KfW stellt 24 Milliarden Euro für Wasserstoff-Kernnetz bereit“, (27.11.24)
(<https://h2-news.de/wirtschaft-unternehmen/kfw-stellt-24-milliarden-euro-fuer-deutsches-wasserstoff-kernnetz-bereit-finanzierung/>) (2025/05/31 閲覧)

KfW の水素融資の条件は、【図表 35】に見ることが出来る。KfW はこの融資枠での個々の金利を公表していないが、シュレースヴィヒ＝ホルシュタイン Schleswig-Holstein州経済振興・技術移転公社によれば、融資は KfW の有利なリファイナンスコストで行われるため、融資の際の金利は市場金利より低くなっているという¹⁶⁵。

KfW の公表するこの「プログラム 295 枠」は「経済におけるエネルギー・資源効率化のための連邦補助金 - 融資プログラム」枠 („Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (BEG) - Kredit“) であり、水素プロジェクトはこの枠に入っている。金利は、メインバンクの窓口を通じて KfW 融資を申し込む際、メインバンクが信用度ランクを付す。それぞれの信用度ランクごとの実効上限金利は【図表 35】の A~I のようになっている。これが市場金利と比較してどうであるかは、個々の借り手についてのデータを見ないと不明であるが、公表はされない。

¹⁶⁴ SCHWARZ, M., H2News, „KfW stellt 24 Milliarden Euro für Wasserstoff-Kernnetz bereit“, (27.11.24)
(<https://h2-news.de/wirtschaft-unternehmen/kfw-stellt-24-milliarden-euro-fuer-deutsches-wasserstoff-kernnetz-bereit-finanzierung/>) (2025/05/31 閲覧)、KfW, „Zukunftsinvestition für Deutschland“ (<https://www.kfw.de/%C3%9Cber-die-KfW/Newsroom/Aktuelles/Wasserstoff-Kernnetz.html>)
(2025/05/31 閲覧)

¹⁶⁵ WTSH WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG UND TECHNOLOGIETRANSFER SCHLESWIG-HOLSTEIN GMBH, „Grünes Licht für das Wasserstoff-Kernnetz: EU-Kommission genehmigt drei Milliarden Euro für die H2-Fernleitungsinfrastruktur“ (<https://wasserstoffwirtschaft.sh/de/gruenes-licht-fuer-das-wasserstoff-kernnetz-eu-kommission-genehmigt-drei-milliarden-euro-fuer-die-h2-fernleitungsinfrastruktur>) (2025/07/10 閲覧)

【図表 35】 KfW 水素融資の条件

KfW銀行グループの助成プログラム(2025年5月22日現在)

金利は原則としてKfWからの承認時に決定される

Programmgruppe

Programm

KfWクレジットプログラム番号(1つまたは複数 - スペースで区切る)または名前(全文検索)

Für die PDF-Anzeige benötigen Sie den kostenlos

Programm	KP 注釈 Nr.	最大金利 EON % 借入金利 (実効金利)									払出し %	コミット メント手 数料 (月額)	金利適用 開始日
期間 / 設置 期間 / 金利固定期間		リスクに応じた金利体系のプログラムには、価格クラス (Preisklassen) が適用される									%		
		注釈 Preisklassen											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
企業のエネルギー効率													
経済におけるエネルギー資源 効率化のための選択助成金 5/ 1/ 5	295	2,37 (2,39)	2,77 (2,80)	3,07 (3,11)	3,57 (3,62)	4,17 (4,24)	4,87 (4,96)	5,37 (5,48)	6,47 (6,63)	8,77 (9,07)	100	0,15	14.05.2025
経済におけるエネルギー資源 効率化のための選択助成金 10/ 2/ 10	295	3,22 (3,26)	3,62 (3,67)	3,92 (3,98)	4,42 (4,50)	5,02 (5,12)	5,72 (5,85)	6,22 (6,37)	7,32 (7,53)	9,62 (9,98)	100	0,15	14.05.2025
経済におけるエネルギー資源 効率化のための選択助成金 20/ 3/ 10	295	3,53 (3,58)	3,93 (3,99)	4,23 (4,30)	4,73 (4,82)	5,33 (5,44)	6,03 (6,17)	6,53 (6,69)	7,63 (7,85)	9,93 (10,31)	100	0,15	14.05.2025

KfW, „Konditionenübersicht für EndkreditnehmerKfW.de in den Förderprogrammen der KfW Bankengruppe (Stand: 22.05.2025) - die Festlegung des Zinssatzes erfolgt grundsätzlich bei Zusage durch die KfW -“ (<https://www.kfw-formularsammlung.de/Konditionenanzeiger/Net/KonditionenAnzeiger?ProgrammNameNr=295>) (2025/06/08 閲覧)

4-2-5 市場想定と水素ガス価格

水素ビジネスの最も不安定な要素は、水素需要がどれだけ存在するか、現実には明瞭になっていない点である。PPA によって最初から相対で需給が付き合わされている洋上風力発電との大きな違いはここにある（そのため、4-2-7 で述べるように、機関投資家による投資はまだ限定的である）。【図表 36】は、ドイツ中南部の主要産業地域であり得る水素需要と、それを満たすための Kernnetz¹⁶⁶の役割を具体的に示している。これにより、計画段階ではあるが、パイプライン戦略が各地域の工業地帯に結び合わされる想定になっているかが視覚化されている。ただし、現実の需要がここから発生するかは、水素ガスと天然ガスの価格差や需要家側に課される再生可能エネルギー利用規制によって大きく影響を受け、それはまだ未知数である。

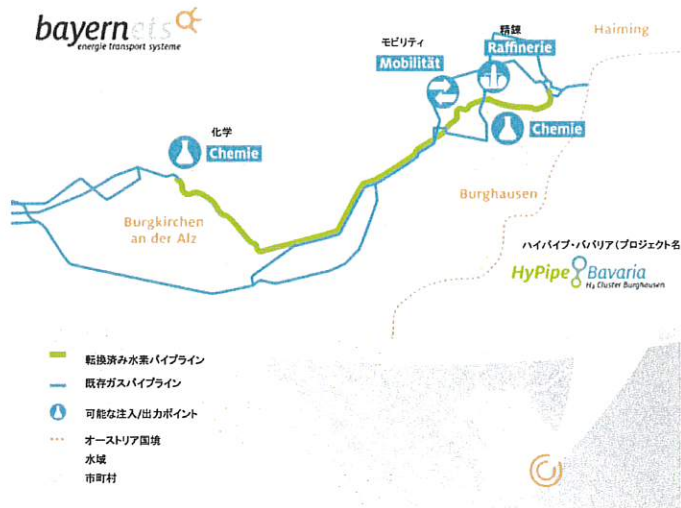
大きな需要地としては、【図表 36】に示されているバイエルン化学工業三角地帯 (Bayerisches Chemiedreieck)、BASF など化学工業のラインネッカー (Rhein-Neckar)、Mercedes-Benz など自動車産業、機械産業を擁する・シュトゥットガルト広域圏 (Großraum Stuttgart)¹⁶⁷、Leuna、Bitterfeld、Buna の工場があった Schkopau など旧東独地域時代から化学産業の中心地だった中部ドイツ化学三角地帯 (Mitteldeutsches Chemiedreieck)¹⁶⁸など水素大需要地になり得る地域が挙げられる。水素ガスパイプラインは、これらの地域と生産地・輸入港を結びつける形になっている。

¹⁶⁶ FNB Gas, による Wasserstoff-Kernnetz 2032 に対する申請書、Gemeinsamer Antrag für das Wasserstoff-Kernnetz (2024 年 7 月 22 日付、Fernleitungsnetz-betreiber Gas e.V.加盟 16 社共同申請) (https://fnb-gas.de/wp-content/uploads/2024/07/2024_07_22_Antrag_Wasserstoff-Kernnetz_final.pdf) (2025/05/23 閲覧) は、2024 年 10 月 22 日に承認されており、スタートしている。

¹⁶⁷ TERRANETS BW, „FNB legen Entwurf für 9.700 Kilometer umfassendes Wasserstoff-Kernnetz vor“ (<https://www.terranets-sel.de/artikel-detail/fnb-legen-entwurf-fuer-9700-kilometer-umfassendes-wasserstoff-kernnetz-vor>) (2025/07/11 閲覧)

¹⁶⁸ SCHWARZ, M., „Mitteldeutsches Chemiedreieck: Startschuss für 500-MW-Elektrolyseur“, 05.12.24 (<https://h2-news.de/wirtschaft-unternehmen/mitteldeutsches-chemiedreieck-startschuss-fuer-500-mw-elektrolyseur/>) (2025/07/11 閲覧)

【図表 36】 Bayern の“bayerisches Chemiedreieck”への Kernnetz による水素供給

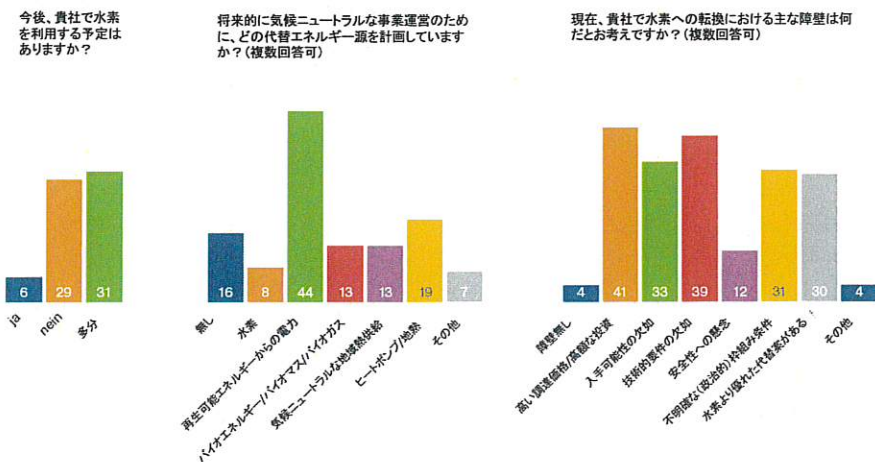


Burghausen Welt Innovation Zukunft, „Erste Wasserstoffleitung bis 2025 im bayerischen Chemiedreieck“, 27.02.2023 (<https://www.burghausen.com/de/news.html?path=1059/erste-wasserstoffleitung-bis-2025-im-bayerischen-chemiedreieck>) (2025/07/11 閲覧)

しかし、【図表 37】に見るように、総じて水素利用の意向は少ないのが現状である。グラフの左から個々に結果を見ると、左のグラフは、「水素を将来あなたの企業で使いますか？」に対し、「はい」は 66 社中 6 企業のみ、「いえ」が 29 社、「多分」が 31 社で、全否定ではないが、価格次第といったところだろうか。【図表 37】真ん中グラフ「気候中立的会社として将来利用すべきエネルギーとして何をプランしていますか？」（複数回答）では、120 件の中突出して多いのが「再生可能エネルギー由来の電力」（44 件、37%）、その他は「ヒートポンプ/地熱」（19 件、16%）、「無し」（16 件、13%）、「バイオエネルギー/バイオマス/バイオガス」（13 件、11%）、「気候中立的な地域熱供給」（13 件、11%）程度であり、「水素」は「その他」を除けば最少回答だった（8 件、7%）。右のグラフでは、「水素をあなたの会社で導入するに当たって最も障壁になる要素を挙げて下さい」（複数回答）で、障壁になる項目は多いが、30 件以上回答があったものを挙げると、「高い調達価格/高額な投資」（41 件、21%）「技術的要件の欠如」（39 件、20%）「利用先の欠如」（33 件、17%）、「不明瞭な政治的枠組み」（31 件、16%）、「水素より優れた代替手段」（30 件、15%）と、圧倒的に不人気である。

【図表 37】 企業の水素利用意向調査（ロストック商工会議所）

ロストック商工会議所 (IHK) がロストック地域計画協会と共同で実施した企業アンケートの結果 (2024 年秋) (グラフ内の数字は回答数)



IHK zu ROSTOCK, „Wasserstoff: Nur wenige Unternehmen wollen ihn derzeit für sich nutzen“, November 2024 (<https://www.ihk.de/rostock/servicemarken/ihk-zeitschrift-wir/november-wasserstoffumfrage-6299350>) (2025/07/11 閲覧)

アンケート対象企業数、対象地域も Rostock のみと、限定的ではあるが、企業の意向を視覚化した調査として参考になる。

個別の案件を見ても水素の引き合いは鈍く、鉄鋼メーカーの Thyssenkrupp は、NRW 州 Duisburg にある直接還元鉄製造プラント向けグリーン水素購入の入札を一時停止したが、その理由は、入札者による初期価格提示が「同社予想を大幅に上回る」水準だったため、とされている¹⁶⁹

直近でも、「アルセロール・ミタルはドイツの 2 カ所の製鉄所で計画していた『水素製鉄』設備の導入について中止を決めた」¹⁷⁰とのニュースが入り、需要家側の不安定を如実に示している。原因は「グリーン水素が実用的な燃料となっていない点を問題視」したものと報道されている。グリーン水素の供給計画の遅れも同時に指摘されている。需要家側でも、燃料の水素転換に対応した高炉など設備投資が要求されるため、水素供給の遅れへの対応も水素導入のハードルを上げていると見られる。鉄鋼では生産時に大量の温室効果ガスが発生し、ドイツにおける原材料の採掘と製鉄で、CO₂総排出量の 7%を占めるという。中止の原因については、新しい大規模な施設に託するコスト、そして、石炭で生産している鉄鋼製品の世界市場価格との競争を挙げしており、13 億€の補助金を受けたにもかかわらず設備投資に足りなかったという¹⁷¹。

水素ガスへの需要に大きな影響を与える需要家側への再生可能エネルギー利用規制としては、国際的な基準の「GHG プロトコル」が挙げられる。これは事業者が任意で CO₂ (GHG) 排出量を算定・報告する制度である。任意ではあるものの事実上 GHG 排出量算定の国際基準となっている。排出量は、事業者の活動のどのプロセスで発生するかに従って以下のように分類される。scope1: 事業者自らによる温室効果ガスの直接排出、Scope2: 他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出、Scope3: 「Scope1、Scope2 以外の間接排出」。自社の活動に関連する他社の排出も含み、原材料の仕入れや輸送、販売後の製品の使用や廃棄などが、Scope3 の排出量に相当する¹⁷²。これら規制を満たすため、本来、水素需要が増える要素はあるはずだが、それは顕在化していない。

4-2-6 輸入と国際的なネットワーク

水素の利用は以上見たように不人気ではあるが、政府サイドでは、ロシア産天然ガス代替のため EU 内で 1,000 万トン以上のグリーン水素を自給、同量輸入、計 2,060 万トンを 2030 年まで達成することを目指している¹⁷³。そのため、輸入を 50-70%程度想定している。前述のように、水素は設備コストが大きいので、偶発的に発生する余剰電力だけを前提することは出来ない。また、供給先の性格上もベース電源となるので、輸入によって常に供給出来る態勢を整えねばならないため、輸入は必須のピースとなるのである。下の【図表 38】は、ドイツが水素を輸入する際に想定する 5 つの供給網を示したものである。

¹⁶⁹ EUROMETAL, „Thyssenkrupp Steel pauses German green hydrogen tender on high prices“, 26 March 2025 (<https://eurometal.net/thyssenkrupp-steel-pauses-german-green-hydrogen-tender-on-high-prices/>) (2025/07/11 閲覧)

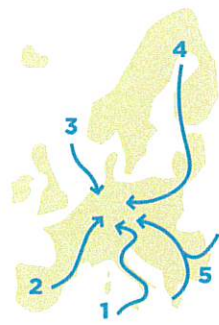
¹⁷⁰ 日本経済新聞「欧州ミタルが水素製鉄を中止、2200 億円支援も『事業化困難』」2025/06/21 (<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGR20DCC0Q5A620C2000000/>)

¹⁷¹ DW (Deutsche Welle) „Krise bei grünem Stahl: Warum Milliardenhilfen nicht reichen“, Podcast *Wirtschaft im Gespräch*, 11.7.2025 (Kassel 大学 Prof. Lechtenbömer との対談より)

¹⁷² ENERES 社のサイトより (<https://www.eneres.jp/journal/scope123/>) (2025/05/22 閲覧) よりほぼ引用。

¹⁷³ H2News, „European Hydrogen Backbone“, (<https://h2-news.de/glossary/european-hydrogen-backbone/>) (2025/05/11 閲覧)

【図表 38】 5 つの水素供給網：



H2News, „European Hydrogen Backbone“, (<https://h2-news.de/glossary/european-hydrogen-backbone/>)
(2025/05/11 閲覧)

第 1 回廊：南欧：チュニジア、アルジェリア→イタリア→中央ヨーロッパ→既存天然ガスパイプライン利用

第 2 回廊：イベリア半島→ポルトガル、スペイン、フランス、ドイツ

第 3 回廊：北海→洋上風力発電、大規模統合型水素プロジェクト→Industrieclustern von Rotterdam, Zeebrugge, Antwerpen, Wilhelmshaven, Brunsbüttel und Le Havre gedeckt

第 4 回廊：バルト海→北欧・バルト諸国の水素→スウェーデン、バルト諸国、ポーランドの産業クラスター

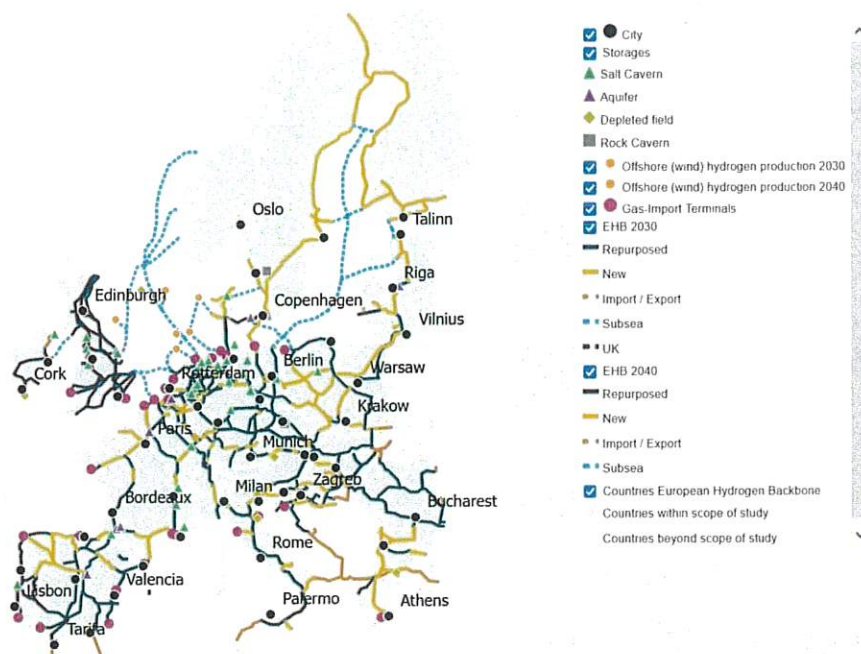
第 5 回廊：東欧・南東王→中央ヨーロッパの水素→ルーマニア、ギリシャ、ウクライナ（太陽光・風力・トランジットガスパイプライン）

【図表 38】で大まかに示した供給網は、実際には下の【図表 39】で示されたように具体化される。この地図は、水素ネットワーク計画に欧州が将来の水素経済に向けて、どこで水素を生産・貯蔵し、どのようにして需要地まで輸送するのかという具体的な計画を、時間軸（2030 年と 2040 年）と共に示している¹⁷⁴。青緑のパイプラインは既存天然ガスパイプラインの転用、黄土色のパイプラインは新規敷設を示している。青の破線は海底パイプラインである。

水素の貯蔵設備として、緑の三角▲は岩塩空洞利用の貯蔵、茶の三角▲は地下の帯水層利用の貯蔵、黄土色の菱形◆は採掘が終わったガス田や油田を再利用する貯蔵を示す。オレンジ色の●は、洋上（風力）水素電解、牡丹色の●はガス輸入ターミナルを示す。

¹⁷⁴ 線の太さでは 2030 年までと 2040 年までとを分類する意図であるようだが、潰れて読み取り不能である。洋上水素電解も 2030 年と 2040 年の区別が不能である。

【図表 39】ヨーロッパにおける現在の水素ネットワーク計画



H2News, „European Hydrogen Backbone“, (<https://h2-news.de/glossary/european-hydrogen-backbone/>) (2025/05/11 閲覧)

この地図にある„European Hydrogen Backbone“ (EHB) は、民間ベースの欧州ガス系統運用事業者イニシアティブ¹⁷⁵ (EU25 カ国＋ノルウェー、イギリス、スイス) である。2020 年開始、2030 年供給回廊設置予定で「産業クラスター、港湾、水素バレーを統合されたネットワークに接続することを目的としている。EHB は、生産拠点と消費中心地を地下貯蔵施設と結び付けることにより、欧州におけるグリーン水素の供給安定性を確保するものである」¹⁷⁶。ここでも、70%が既存天然ガスパイプラインの転用だという。

この項で見たように、欧州の水素エネルギーは各国内で完結出来る態勢にはなっていない。水素を天然ガスに代わるエネルギー源として位置付けるには全く不足であり、これを補完するためには、各国間で補給するための相互ネットワークへの依存が必須になるのである。

以上、水素プロジェクトと水素ガスパイプラインの具体的な計画の像を見て、いささか本稿の論理のどこにこれらが位置付くか、見えにくくなった。そこで、全体の論理の中での水素の位置付けを整理する。

ここまでで、再生可能エネルギーが電源の半分を占めるようになった再生可能エネルギー転換の時代に入ったことによって、社会・経済がどう変わっていくかの一端を見てきた。それは、電力の面で見ると、再生可能エネルギーが地域分散型・地産地消の構造を強く持ち、そこからはみ出す部分、すなわち大工業を擁する地域などのベースロード電源は、洋上風力発電やメガソーラーなどに依存する。それらへの投資が長期・安定した収入をもたらす仕組み（政策枠組みによる安定装置や PPA）があることから、老齢保障を担保する資金運用を担う生命保険会社など機関投資家の恰好の投資先になった。しかし、洋上風力発電も現実には全国送電網のボトルネックから、ベースロード電源としての機能が充分働いていない、そこで水素ガスパイプラインという補完プロジェクトの必要性が出てくる、というものである。

次の4-2-7 章では、この論理の流れの中で、ドイツの生命保険会社が水素製造、水素ガスパイプラインへの投資に対してどんな姿勢を取っているかを説明しよう。

¹⁷⁵ ドイツ語では、europäische Gasnetzbetreiber zum Aufbau eines europaweiten Wasserstoff-Transportnetzes

¹⁷⁶ H2News, „European Hydrogen Backbone“, (<https://h2-news.de/glossary/european-hydrogen-backbone/>) (2025/05/11 閲覧)

4-2-7 ドイツ保険会社の水素への関与

水素プロジェクトは、4-1 節の最後に述べたように、ドイツの生命保険会社にとって投資対象としてはなおリスクが過大だという。市場の見通しが立っておらず、具体的な需要家が現れていないため、洋上風力発電では急速に拡大している PPA（PPA がパンカビリティのキーポイントであった）に相当する HPA（Hydrogen Purchase Agreement – 長期大口水素売買契約）が成り立たず、収益が確定しないのである。

しかし、ドイツの保険会社を含むグループは、水素市場が安定した収益をもたらす日を予定して、準備を整えている。

Allianz は、フィンランドのグリーン水素、パワートゥガス開発企業である Ren-Gas に直接投資し、ポルトガルのエネルギー転換を支援するためにガス配給事業者 Floene の株式を取得¹⁷⁷するなど（極めて戦略的な投資）、水素投資への機会を狙っていることがわかる。また、Munich Re は、まずは損害保険業務として、積極的に水素関連に乗り出している。この Munich Re のサービスに関し、詳細な資料があるので、これについてまずは見てみよう。Munich Re の動きは興味深く、この次のステップとして、生命保険責任準備金からの水素関連への投資、あるいは、傘下の投資会社、MEAG によって水素関連のファンドを運営し、それをグループ内の保険会社だけでなく他の機関投資家へも公開することで利益を得る方向を目指しているとの推測が成り立つ。これは、洋上風力発電における Allianz グループの ACP のような位置付けであり、ACP 同様のビジネスモデル（ファンド化）と位置付けられる。

保険業務の部分についても、Allianz は「企業の気候変動対応のトランジション業務の保険部分に食い込んで 150%の成長を狙う」¹⁷⁸といったスタンスであり、保険会社にとってはまさに、「グローバルなエネルギー転換への投資は、今世紀最大のグローバルテーマ」¹⁷⁹なのである。その意味で、水素は、エネルギー転換では既に軌道に乗っている電力の再生可能エネルギー転換に引き続いて、より大きな未開地を形成する産業の熱源、化学産業の原料、交通の分野のエネルギー転換の中心をなすものであり、機関投資家にとって、条件さえ整えば魅力的な対象となるのである。

4-2-7-1 Munich Re（ミュンヘン再保険）の水素関連保険業務

Munich Re は、その専門的な損保業務のサービスとして、グリーン水素保険市場に積極的に行っている。それは、"HySureTM"という名称の保険で、水素電解装置メーカーを顧客対象に、(1)製品保証（修理費等をカバー）、(2)性能保証（水素ガスの質、純度が不足した場合の損失をカバー）、(3)稼働率保証（電解装置稼働率が低くなった場合の損失をカバー）するものである¹⁸⁰。直接保険金を支払う顧客は電解装置メーカーであるが、間接的には、プロジェクト開発者=多くはエネルギー企業だけでなく、投資家にとっても、技術的リスクがまだ大きい水素電解装置メーカーへの保険が存在することはメリットが大きいのである。Munich Re が謳い上げているのは、水素生産の不安定性は、水素生産規模が巨大になるに従って増していく一方で、他方、水素産業側（電解装置製造業者、プロジェクトディベロッパー、所有者）と投資家側双方が長期のパフォーマンスリスクを負う意欲は限定的（limited appetite）、というギャ

¹⁷⁷ ALLIANZ CAPITAL PARTNERS, "Allianz to invest in Portuguese gas distributor Galp Gás Natural Distribuição", 26/10/2020 (<https://www.allianzcapitalpartners.com/en/media/news/102620-allianz-invest-portuguese-galp>) (2025/06/25 閲覧)

¹⁷⁸ ALLIANZ SE „Allianz veröffentlicht ersten Netto-Null-Plan mit Zwischenzielen für 2030 für zentrale Geschäftsbereiche“, 07.09.2023 (https://www.allianz.com/de/mediencenter/news/engagement/umwelt/230907_Allianz-veroeffentlicht-ersten-Netto-Null-Plan-fuer-zentrale-Geschaeftsbereiche.html) (2025/06/18 閲覧)

¹⁷⁹ LONG-TERM INFRASTRUCTURE INVESTORS ASSOCIATION (LTIIA), *Energy Transition: Implications for Infrastructure Investors*, October 2023 p.4 (「長期インフラ投資家協会」長の言)

¹⁸⁰ (<https://www.munichre.com/en/solutions/for-industry-clients/green-hydrogen.html#-1261854708>) (2025/06/09 閲覧) およびそこからダウンロード出来るファクトシート („Securing the power of Green Hydrogen“) (https://www.munichre.com/content/dam/munichre/contentlounge/website-pieces/documents/MunichRe-Factsheet-Hydrogen.pdf/_jcr_content/renditions/original/MunichRe-Factsheet-Hydrogen.pdf) (2025/06/09 閲覧)、ホワイトペーパー („Innovative Risk Transfer Solutions – A Contribution to the Success of the Green Hydrogen Industry“) (https://www.munichre.com/content/dam/munichre/contentlounge/website-pieces/documents/MunichRe-Hydrogen-Whitepaper_en.pdf/_jcr_content/renditions/original/MunichRe-Hydrogen-Whitepaper_en.pdf) (2025/06/09 閲覧)

ップがどうしても出て来てしまう。こういった保険の存在は、そのギャップを埋める「パズルのピースになる」¹⁸¹という点なのである。

ただし、Munich Re が保険業務に留まり投資に進まないか、と言えば、推測の域を出ないが、否であろう。この水素分野は大きな投資利益をもたらすビジネスとして将来拡大するだろうと予想出来る。4-2-1、4-2-2 で見たように、国家プロジェクトとして成立している案件も多く、その点では座礁資産化しにくい要素を持っている。ただ、水素価格水準が不明なため、需要家側は長期契約に乗り出すことが出来ない。保険会社としては、現在ビジネスとして成り立つ保険業務でノウハウを蓄積し、市場として確立する見込みがいたら投資家として逸早く良いポジションに立とうとしているものと考えられる。

そう仮定した上で、以下に見る Allianz のフィンランド Ren-Gas 水素プロジェクトに対する投資は、水素相対売買契約 HPA が結ばれており収益が安定化している、などの意味で、まさに将来ドイツ水素市場が成長する時に向けたリハーサルと言えよう。

4-2-7-2 Allianz のフィンランド投資

Allianz は、水素への投資にも充分関心を持っている。Allianz SE 資産運用・サステナビリティ担当取締役はこうに発言している。「Allianz は投資家としても、再生可能エネルギーの拡大を促進し、今後今までの実績に 200 億€を上乗せして気候変動テック、クリーンテック技術に投資する。その内容は、風力発電・ソーラー発電・グリーン水素・グリーンアンモニアである」¹⁸²。Allianz (ACP) の行ったフィンランド水素開発会社への投資は、このような方針を踏まえた戦略的なものであった。

Allianz は 2022 年末、フィンランドのグリーン水素開発会社 Ren-Gas 社に対し 2,500 万€のエクイティ出資（少数株主）を行った。目標は、2.5TWh の再生可能ガス燃料を供給する一連のグリーン・パワー・トゥ・ガスプロジェクトの開発である¹⁸³。

ドイツ国内の水素プロジェクトにまだ否定的であるドイツ生命保険がこのプロジェクトに投資を決めた理由は、第 1 に、Nordic energy company Gasum が Nordic Ren-Gas の生産する e メタン全量を購入する HPA 契約が結ばれていること¹⁸⁴、第 2 に、新施設は、既存の発電所、地域暖房ネットワークと隣接して設置されるため、既存インフラの活用、地域暖房への排熱利用という「セクターカップリング」を上手に活かしていること¹⁸⁵、第 3 に、Allianz はその後、建設資金調達の準備が整った個々のリスク軽減済みプロジェクトに優先的に投資する権利を得る有利な投資条件を確保したというメリットも大きい。投資条件については、今回の投資成功を受けて将来の投資条件は Ren-Gas 側に有利、投資家側に不利な条件設定になることが予想される中、現在の投資家側に有利な投資条件で fix した点でも戦略的と考えられる¹⁸⁶。

こうして、海外の好適物件には投資を行う一方、4-2-3-2 で説明した Helgoland の Aqua Ventus のプロジェクトには加わっていない。再三繰り返し述べてきたように、電力でいう PPA、

¹⁸¹ MUNICH RE, Green Tech Solutions Whitepaper, Innovative Risk Transfer Solutions – A Contribution to the Success of the Green Hydrogen Industry, p.3. 英語では "Warranty insurances in particular are an underestimated puzzle piece which can help bridge the gap between substantial uncertainties"... [後略]

¹⁸² Allianz SE, „Allianz veröffentlicht ersten Netto-Null-Plan mit Zwischenzielen für 2030 für zentrale Geschäftsbereiche“ 07.09.2023 (https://www.allianz.com/de/mediencenter/news/engagement/umwelt/230907_Allianz-veroeffentlicht-ersten-Netto-Null-Plan-fuer-zentrale-Geschaeftsbereiche.html)

¹⁸³ Allianz SE, „Allianz investiert in finnischen Entwickler von grünem Wasserstoff und Power-to-Gas Ren-Gas“ (https://www.allianz.com/de/mediencenter/news/geschaeftsfelder/vermoegen/221208_Allianz-investiert-in-finnischen-Entwickler-von-gruenem-Wasserstoff-und-Power-to-Gas-Ren-Gas.html) (2025/06/17 閲覧)

¹⁸⁴ Ren-Gas, „Gasum and Nordic Ren-Gas to bring renewable e-methane to market starting 2026“ (<https://ren-gas.com/en/news/gasum-and-nordic-ren-gas-to-bring-renewable-e-methane-to-market-starting-2026/>) (2025/06/21 閲覧)

¹⁸⁵ Allianz SE, „Media Release: Allianz to invest in Finnish green hydrogen and power-to-gas developer Ren-Gas“ (https://www.allianz.com/content/dam/onemarketing/azcom/Allianz_com/press/document/Media-Release_Allianz-to-invest-in-Finnish-green-hydrogen-and-power-to-gas-developer-Ren-Gas.pdf) (2025/06/21 閲覧)

¹⁸⁶ Allianz SE, „Allianz investiert in finnischen Entwickler von grünem Wasserstoff und Power-to-Gas Ren-Gas“ (https://www.allianz.com/de/mediencenter/news/geschaeftsfelder/vermoegen/221208_Allianz-investiert-in-finnischen-Entwickler-von-gruenem-Wasserstoff-und-Power-to-Gas-Ren-Gas.html) (2025/06/21 閲覧)

(水素では HPA) による大口相対売買契約が行われていないから、ということが最大の理由であろう。

5 ドイツ生命保険業界のファン্ড化

本章では、5-1 では、ドイツ生命保険業界を巡る環境変化から、ドイツの保険会社が再生可能エネルギー投資に向かった背景、つまり生命保険側の事情を解いていく。それは、一方で、国家課題のインフラ投資や再生可能エネルギー転換への財政資金の不足という背景 (5-1-1)、他方で、ドイツ生命保険会社の側では、すなわち私的年金制度改革 (リースター改革) において生命保険の位置付けが他の年金商品と並べた場合、従来より相対的に低くなったという背景から来る経営上の問題 (5-1-2、5-1-3)、ゼロ金利/マイナス金利という不利な条件という問題を抱えていた。そこで、民間資金による再生可能エネルギー投資、インフラ投資という解は、政府サイドにも、長期で安定した収益を生むこれら投資を運用先にする事で再生を目指すドイツ生命保険会社サイドにも、双方にとって大きなメリットがあった。このような両サイドの「有機的な関連」を意識しつつ、生命保険のインフラ投資が必須化した流れを説明する。そして5-2 ではドイツ生命保険業界全体の長期資金運用の変化を説明、5-3、5-4 では、ドイツ生命保険が、グループ内の専門ファンド運営子会社によるインフラ、再生可能エネルギー投資をもって、ゼロ金利/マイナス金利の中で新たな資金運用先を切り拓いた具体的状況について説明する。さらに、これら専門ファンドが、長期買持ち、資本市場攪乱要因からの乖離から来る安定的利回り (5-5 で推測) を魅力に他機関投資家の資金運用を引受ける、しかも、グループ内保険会社の資金と同じファンドで運用することから発する信用を武器に、運用ビジネスを拡大させ、アセットマネージャーへと変身する新たなビジネスモデルについても言及する。

5-1 ドイツ生命保険業界を巡る環境変化

5-1-1 財政緊縮による民間のインフラ投資促進と投資規制緩和

2-2-2-4 に短く叙述したように、2010 年の欧州債務危機により、欧州諸国には公共インフラ投資に足かせが出来てしまう。比較的健全財政のドイツでも、債務ブレイクによって他の欧州諸国と同様の状態となる。しかしその一方、公共インフラは更新を必要としており、脱炭素も猶予が許されない¹⁸⁷、このギャップを機関投資家が埋めることが期待されていた。

このような状況を背景に、ソルベンシーⅡの比率が問題となってくる。ソルベンシーⅡというのは、EU の保険会社向け自己資本規制であるが、これに則って保険会社の投資対象種類ごとに異なる自己資本比率の要求値が定められている。どの投資対象にどれだけきつい比率が課されるかが問題となってくるのである。再生可能エネルギープロジェクトへの投融資については、プライベート・エクイティと同率の 49% が当初一律に課されていたが、この高比率が機関投資家の再生可能エネルギーへの投資を阻害する作用があるとして、問題となった。この件に関しては、ドイツ保険業連盟 (GDV) からの陳情を受けて行われた 2016 年の新しいソルベンシーⅡによる自己資本比率見直しでは、下の【図表 40】のように、大幅に必要な自己資本が縮小されている。

¹⁸⁷ ALLIANZ GLOBAL INVESTORS, „Why infrastructure is the key to our energy transition“ (<https://www.allianzgi.com/en/insights/outlook-and-commentary/why-infrastructure-is-the-key-to-our-energy-transition>) では、「国際再生可能エネルギー機関 (IEA) によると、1.5°C シナリオでは、2050 年までに移行技術とインフラに 150 兆米ドルの投資が必要であり、これは年平均 5.3 兆米ドルに相当する」という。

【図表 40】 2017 年改正後と前における対適格インフラプロジェクト・適格インフラ企業投資の必要自己資本要件

Table 1: Share risk modules before and under Solvency II

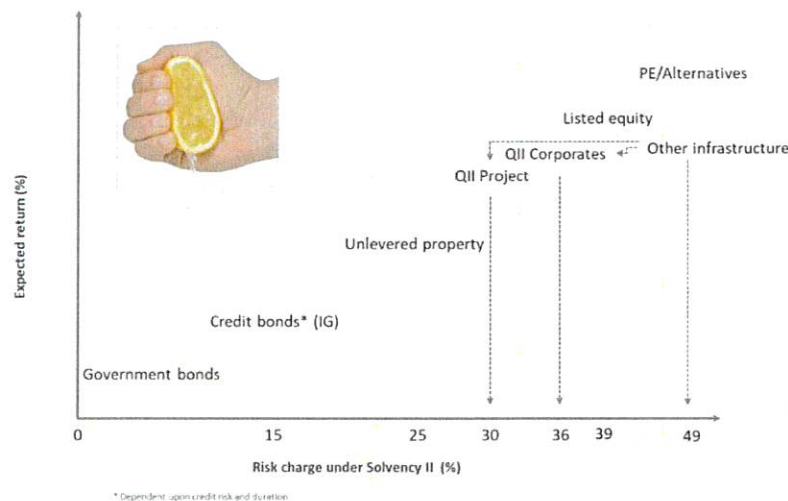
	Type	Scope	Capital requirement
Prior to 2016	Type 1	Listed	39 %
	Type 2	Unlisted	49 %
	Type	Scope	Capital requirement
After 2017	Qualified infrastructure project	Listed	30 %
	Qualified infrastructure corporate	Listed/unlisted	36 %
	Type 1	Listed	39 %
	Type 2	Unlisted	49 %

出所：OBLIGO INFRASTRUCTURE, „Qualified infrastructure investments (QII) under Solvency II: Maximizing return and capital efficiency Research note 2-18“, p.2 (<https://obligogroup.com/app/uploads/sites/25/rn-2-18-qii.pdf>) (2025/04/06 閲覧)

これによって、保険会社のインフラ投資の資本効率が大幅に向上したと言われている¹⁸⁸。その結果、投資対象種類別利回り（イメージ）を比較した【図表 41】を見ると、同じ予想リターンのもとで自己資本積み増しがぐっと低くて済むようになったことがよくわかる。このことを以て、「資本効率が良くなった」とされる。

【図表 41】 長期的な予想リターンと投資対象別自己資本要件

Figure 2: Expected return and capital adequacy requirements for different investments (Source: Obligo team analysis):



出所：OBLIGO INFRASTRUCTURE, „Qualified infrastructure investments (QII) under Solvency II: Maximizing return and capital efficiency Research note 2-18“, p.4 (2025/04/06 閲覧)

ここで、【図表 42】によって各投資対象別の予想リターンと資本効率（Obligo team analysis, EC-Commission の計算による）を見ると、適格インフラプロジェクトの場合の予想リターンは 7% となりプライベイト・エクティの 10% より低いが、資本効率は必要自己資本が

¹⁸⁸ OBLIGO INFRASTRUCTURE, „Qualified infrastructure investments (QII) under Solvency II: Maximizing return and capital efficiency Research note 2-18“, (<https://obligogroup.com/app/uploads/sites/25/rn-2-18-qii.pdf>) (2025/04/06 閲覧)

30%の適格インフラプロジェクトの方は 23.3%と、必要自己資本が 49%のプライベート・エクイティの 20.4%より高くなっている。また、債券保有の予想リターンは 3%、国債に限定するともっと低い 2%であるのに比べ、適格インフラプロジェクトでは 7%と、遙かに高い値になっている。必要自己資本規定が緩和されたため、この対象への投資に対する機関投資家の投資額が急拡大するのである。

こうして、ドイツ保険業界にとっても、保険契約者への利回りを確保しつつ長期安定的な投資対象がこうして確立したのである。さらに、再生可能エネルギー分野への投資のメリットは、インフレ耐性、他の金融資産との相関性の低さ、という点もある¹⁸⁹。そして、他方、「債務ブレーキ」の環境下で、インフラの更新・補修、再生可能エネルギーへの投資促進政策面で制約がある政府にとっても、大きな運用資産を有する機関投資家の資金力が期待できるようになったのである。

【図表 42】投資対象別の予想リターンと資本効率

Table 3: Capital efficiency by different type of investment (Source: Obligo team analysis, EC-Commission)

Investment	Expected return	Capital requirement	Capital efficiency
QII projects	7 %	30 %	23,3 %
Listed equities	8 %	39 %	20,5 %
Private equity	10 %	49 %	20,4 %
Real estate	5 %	25 %	20,0 %
QII corporates	7 %	36 %	19,4 %
Credit bonds	3 %	17 %	17,6 %
Infrastructure	8 %	49 %	16,3 %
Government bonds	2 %	0 %	N/A

OBLIGO INFRASTRUCTURE, „Qualified infrastructure investments (QII) under Solvency II: Maximizing return and capital efficiency Research note 2-18“, p.4 (<https://obligogroup.com/app/uploads/sites/25/rn-2-18-qii.pdf>) (2025/04/06 閲覧)

次のステップとして、以下のような年金・生命保険などのインフラ投資規制緩和が行われている。保険監督法 (Versicherungsaufsichtsgesetz) に基づいて「資産運用令」

(Anlageverordnung – AnlV) という政令があるが、2025 年 2 月 7 日に発効した「保険監督法に基づく政令改正に関する第八次政令」(Achte Verordnung zur Änderung von Verordnungen nach dem Versicherungsaufsichtsgesetz) によって、資産運用令に、以下の投資規制緩和が付け加えられたのである。

第 1 に、基金の保証資産 (Sicherungsvermögen) の投資先として新たに 5%のインフラ投資枠を導入 (今までは株式・債券・投信一般の枠の中に入っていたが、その外に新たにインフラ投資枠を設けた) した。第 2 に、リスクキャピタル比率を、従来の保証資産の 35%から 40%に拡大した。第 3 に、単一の Beteiligungs-AIF (参加型 AIF) (AIF は、"Alternative Investment Fund"で、オルタナティブ投資ファンド。AIF については 5-3 で後述) への投資が、保証資産の 1%を超えてはならないと規定されていたものを、1%枠を撤廃し AIF 全体で 5%までとの規定に緩和した。これらによって、機関投資家のインフラ投資はさらに自由度を増したのである。この改正は、政府の機関投資家資金のインフラ投資誘導意図を反映しており、また、機関投資家側も、この資金運用規制緩和を歓迎している¹⁹⁰。

¹⁸⁹ MEAG, „Infrastructure Equity“, (<https://www.meag.com/de/investieren/institutionelle-kunden/infrastructure-equity.html>)

¹⁹⁰ STEINMÜLLER, J., AHLERS, P., BERTL, M., GARNCARZ, S., „Geänderte Anlageverordnung in Kraft – Mehr Spielraum für Alternative Investments“, *Private Equity Magazin*, 7. Februar 2025 (<https://www.pe-magazin.de/geaenderte-anlageverordnung-in-kraft-mehr-spielraum-fuer-alternative-investment>) (2025/08/02 閲覧)。実際には、ショルツ連立政権崩壊からメルツ新政権移行で一時的に引き継がれていた実施は新政権に引き継がれ、2025 年 2 月 6 日に施行されている。出所: „BMF bringt Infrastrukturquote auf den Weg“, *Portfolio Institutionell*, 6. Februar 2025 (<https://www.portfolio-institutionell.de/bmf-bringt-infrastrukturquote-auf-den-weg/>) (2025/08/03 閲覧)。

以上論じたような措置を通じて、一方では、政府は、財政運営上限界があるインフラ投資を民間資金、とりわけ機関投資家の長期資金運用で代替するという方向性を打ち出せた。そして、他方、生命保険の再生可能エネルギー投資は、政府による規制緩和によって、自由度を増したのである。もっとも、投資規制緩和にはリスクの拡大が影のようについて回る懸念がある。しかし、再生可能エネルギー投資については、超長期の買持ち投資であるから市場の変動性から切り離されていること、EU、各国政府による再生可能エネルギー転換の方針が確固としているならば、枠組みとしての安定性があること、との理由から、一定の安定性が期待出来る。無論、根底を覆すようなグローバルな政治・経済構造変化、大規模な技術革新に対しては無力であるうが。

そして、ドイツ生命保険業界にとっては、これらの規制緩和は、負債構造に対応し長期安定的で、しかも競争可能な利回りを得られる資金運用先を拡大することが可能になった、ということの意味する。

5-1-2 リースター改革

リースター改革とは、年金制度全般にわたる 2001 年年金改革で、「年金保険の強制加入者、主としては、一般の被雇用者を対象にして、彼らの保険料算定の基礎である前年の報酬の一定割合を上限として、その範囲内で各種の私的年金に拠出させ、将来はその収益で、公的年金の減額分をカバーし、現役中の生活水準を維持可能にさせようとするものである」¹⁹¹。ドイツの年金制度は 3 本の柱からなっている。第 1 の柱は公的年金制度、第 2 の柱は企業年金、第 3 の柱が個人年金である。シンプルに特徴付ければ、少子高齢化により、放置すれば危機に瀕するかも知れない公的年金制度という第 1 の柱を補強すべく、第 2 の柱、企業年金、第 3 の柱、個人年金を、国の助成によって拡充しようという主旨である¹⁹²。

5-1-3 独占的税制優遇の削除

2000 年以前は、上記の 3 本の柱のうち、第 3 の柱、個人年金としては、生命保険だけが税制優遇の対象となっていた。しかし、2001 年の年金改革 (Riester-Reform) 導入とともに、それ以前の独占的な生命保険の税制上の優遇制度が削除され、代わりに、リースター年金向きの銀行の貯蓄型預金、年金投信、住宅貯蓄商品が、保険年金と並んで適用となった。元々、ドイツにおいては生命保険は老齢保障の柱としての位置づけがあることから、生命保険契約者から徴収する保険料を蓄積する責任準備金の運用には厳格な規制が課され、保険監督法 (VAG) による規制が厳しかった。そのため、投信などに比べ利回りが低く留まっていたと指摘されている¹⁹³。そのため、独占的税制優遇の枠が外され投信と横並びにすると、絶対契約件数としては依然として保険が大半を占めるものの、徐々に投信によるリースター年金運用のシェアが増えた反面、保険のシェアが喰われ、低金利に沈む 2013 年以降は絶対件数でも減少していくのである (【図表 43】参照)¹⁹⁴。

¹⁹¹ 戸原・加藤・工藤編著『ドイツ経済一統後の 10 年』2003 年 11 月、2.4 2001 年年金改革、pp.167-173 参照

¹⁹² 日下部健児、「ドイツにおけるリースター年金について」日本年金学会『日本年金学会誌』、第 39 号、2020 年 4 月、ドイツ年金制度全体の中でのリースター年金の概要だけでなく、日本への示唆についても触れられている。

¹⁹³ 飯野由美子「ドイツにおける年金投信の導入」(財)日本証券経済研究所ロンドン資本市場研究会編『機関投資家と証券市場』1997 年 11 月 5 日、p.265-290 参照。ここでは、1998 年 4 月に発効した「第 3 次資本市場振興法」による年金投信創設の意味付けを論じている。第 3 次資本市場振興法は、リースター年金の前身と言え、その性格として、株式市場に凭れた老齢保障制度 (株式投信の高い運用益に依存した年金制度)、老齢保障制度に凭れた株式市場 (制度によって一定額が継続的に株式市場に流入することによる市場の価格支持効果)、そして、この意味するところは、「民営化」(老齢保障を市場に依存させるという意味で) の拡大と見えるものが実際にはグレイゾーンの拡大であると論じている。

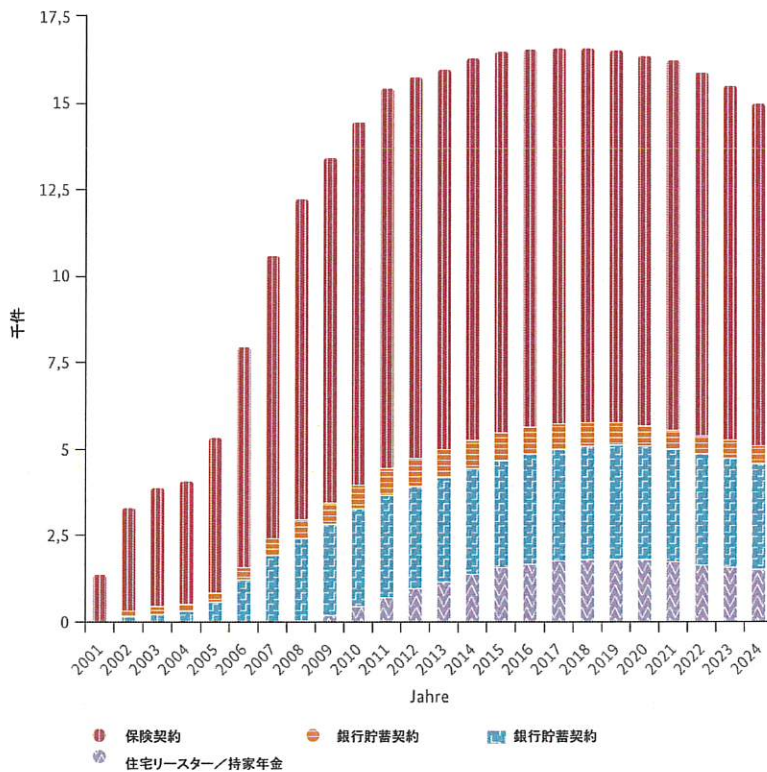
¹⁹⁴ BUNDESMINISTERIUM FÜR ARBEIT UND SOZIALES, „Statistik zur privaten Altersvorsorge (Riester-Rente)“, 27. Mai 2024 (<https://www.bmas.de/DE/Service/Statistiken-Open-Data/Statistik-zu-Riester-Vertraegen/statistik-zusaetzliche-altersvorsorge.html>) (2025/07/12 閲覧)

リースター年金の総額自体、2017~2023 年にかけて減少しているのであるが、そのほとんどが保険適用分の減少を反映したものである。

リースター年金での保険の位置づけについては以下の日本語での解説がある。砂本直樹、「想定される意図せざる影響についてードイツ生保の事例から考える」経済価値ベースのソルベンシー規制等に関する有識者会議 第 3 回 (2019.9.20) 資料 (<https://www.fsa.go.jp/singi/keizaikachi/siryu/20190920/02.pdf>)、金岡京子「ドイツにおける生命保険契約の透明化の動向について」ー 連邦憲法裁判所及び連邦通常裁判所判決の影響を中心として ー『保険

【図表 43】 リースター年金による各商品契約件数

リースター契約件数の推移(2025年4月24日現在)



© Bundesministerium für Arbeit und Soziales

https://www.bmas.de/DE/Service/Statistiken-Open-Data/Statistik-zu-Riester-Vertraegen/statistik-zusaeztliche-altersvorsorge.html?cms_templateQueryString=Riester-Rente&cms_showNoGesetzesstatus=true&cms_showNoStatus=true

BUNDESMINISTERIUM FÜR ARBEIT UND SOZIALES, „Statistik zur privaten Altersvorsorge (Riester-Rente)“, 27. Mai 2024 (https://www.bmas.de/DE/Service/Statistiken-Open-Data/Statistik-zu-Riester-Vertraegen/statistik-zusaeztliche-altersvorsorge.html?cms_templateQueryString=Riester-Rente&cms_showNoGesetzesstatus=true&cms_showNoStatus=true) (2025/06/26 閲覧)

【図表 43】を見ると、保険年金のシェア（件数）は、2001年の100%から、2002年には90%へ、その後、2010年には72%、2023年には66%と、最大のシェアを占めながらも減少していく。これに対して、年金投信は、2002年の6%から、2010年には19%、2023年には20%と、シェアを伸ばしていくのである。

これに対抗して、保険会社も運用収益を増やし、契約者への利回り還元を狙う必要が生じる。そこで、保険の種類としては、ファンド・リンク生命保険（fondsgebundene Lebensversicherung）を増やし、一部を投資信託などで運用、利回りを上げる努力を行ってきた。これに対応して、生命保険の資金運用も構造変化している。その様相は5-2で見よう。

5-1-4 消費者団体からのクレーム

ドイツ生命保険への逆風は、消費者団体からも吹く。エコテスト（EKO-TEST）とドイツ保険契約者連盟（BdV）が、保険会社の収益性とリスクについて分析し、「（前略）…消費者は見せかけのリターンに騙されている、契約者の配当財源でリスクを取りに行くのは契約者のお金でギャンブルをすることに等しいなど、過激ではあるが本質を突く批評を繰り返し行い、消費者に対して慎重に判断するよう促してきた」¹⁹⁵。このような風が生命保険契約の失速に影響を与えていたことは間違えないだろう。

学雑誌』595号、2006年12月、pp.97-116など

¹⁹⁵ 砂本、同上

5-2 ドイツ生命保険の資金運用の変化

5-1 で述べた 2000 年代における変化、つまり、緊縮財政、他面、インフラ老朽化や再生可能エネルギー投資の必要性、そこから促される生命保険のインフラ投資拡大を可能にする規制緩和、税制上の生命保険の独占的優遇の削除の要因は、それに対応したドイツ生命保険の資金運用の変化に現れる。以下、ドイツ生命保険の資金運用の構成を分類した【図表 44】を見て、特徴的な「記名債・SD¹⁹⁶」「債券とくに確定利付き証券」「関連企業への投資・資本参加」「株式、ファンド、とくに確定利付きでない証券」の項目の変化を比較してみよう。

【図表 44】ドイツ生命保険の資金運用

生命保険:投資資産残高
GDV(ドイツ保険協会)会員の貸借対照表係数(単位:百万€(€M))

	土地および土地同 等の権利	抵当債、土地担保債 および年金債	記名債、SD (Schuldschein(債権) および貸付金)	無記名債、とくに確定利 付き証券	グループ企業、関連 会社への資本参加	株式、投資信託およ びその他の非確定利付 証券	その他	合計 ¹⁾
2015	12,904.4 (1.5)	55,454.5 (6.5)	306,649.9 (36.2)	134,361.2 (15.9)	26,366.9 (3.1)	289,607.8 (34.2)	21,987.0 (2.3)	847,422.3 (100.0)
2016	13,033.5 (1.5)	55,699.0 (6.4)	294,250.6 (35.4)	149,141.4 (18.0)	38,700.1 (4.4)	309,728.3 (36.1)	20,264.7 (2.3)	861,811.7 (100.0)
2017	13,080.7 (1.4)	59,066.0 (6.5)	280,788.8 (31.0)	166,664.2 (18.4)	32,590.1 (3.6)	332,146.2 (38.7)	20,990.7 (2.3)	905,515.7 (100.0)
2018	12,473.0 (1.3)	61,796.0 (6.6)	269,656.1 (28.8)	179,154.2 (19.2)	41,677.3 (4.5)	349,866.5 (37.5)	19,396.1 (2.1)	933,216.4 (100.0)
2019	11,895.0 (1.2)	64,782.3 (6.7)	254,282.1 (26.3)	186,360.7 (19.2)	50,877.7 (5.3)	378,108.0 (39.0)	22,185.7 (2.3)	969,461.4 (100.0)
2020	11,360.9 (1.1)	69,277.3 (6.9)	241,516.4 (24.0)	193,779.7 (19.2)	60,503.0 (6.0)	407,603.9 (40.4)	23,706.3 (2.4)	1,007,734.2 (100.0)
2021	11,096.0 (1.1)	71,691.1 (6.9)	223,178.3 (21.6)	202,641.7 (19.6)	74,593.6 (7.2)	427,214.1 (41.4)	21,592.2 (2.1)	1,031,959.0 (100.0)
2022	10,572.5 (1.0)	70,990.1 (6.8)	201,231.6 (19.4)	215,287.4 (20.7)	93,126.1 (9.0)	428,429.9 (40.8)	23,965.1 (2.3)	1,038,202.9 (100.0)
2023	9,390.2 (0.9)	72,113.5 (7.0)	190,087.5 (18.5)	210,618.5 (20.8)	103,872.2 (10.1)	414,399.5 (40.4)	25,214.6 (2.5)	1,025,826.0 (100.0)

¹⁾ GDV(ドイツ保険協会)調査(2023年ドイツ連邦金融監督局)の数値とは異なる
²⁾ 保険証券に対する貸付金および前払金を含む

▲ 生命保険契約者の勘定およびリスクで行われる預託債権および投資を除く

GESAMTVERBAND DER VERSICHERER, „Die deutsche Lebensversicherung in Zahlen 2024“

(<https://www.gdv.de/resource/blob/180978/b8ae8eb0b1bf4b15e7cc3354bc231af9/die-deutsche-lebensversicherung-in-zahlen-2024-publikation-pdf-data.pdf>)

ことのほか目立つのが「記名債・SD」(表中では“Namensschuldverschreibungen, Schuldscheinforderungen u. Darlehen”)の項目の激減である。2015 年には資金運用全体のシェア 36.2%を占めていたこの項目は、年々減らしていき、2023 年には 18.5%と大きく減少している。公表資料からは確認出来ないものの、この“Namensschuldverschreibungen, Schuldscheinforderungen u. Darlehen”の中身は Pfandbrief であるというのが、Allianz SE Group Corporate Finance and Treasury, London, Diederich 氏(脚注 197 参照)による説明である。であるとすれば、この項目が激減しているのは Pfandbrief(抵当債券)の減少による部分が多いということになる。Pfandbrief(抵当 Pfandbrief – Hypothekenpfandbriefe、公共 Pfandbrief – Öffentliche Pfandbriefe、通称、自治体債券 – Kommunalobligationen などの総称、以下 Pfandbrief と表記する。次第に発行機関は拡大したが歴史的に公法上の金融機関が多く発行していた)は、国債より若干利回りが良い上に破綻時の補償があったので有利な投資対象であり、ドイツ生命保険の資金運用先として特徴的だった。とりわけ、ドイツ統一による膨大な政府部門の資金需要を反映し、自治体債券の流通残高は激増する。しかし、2000 年をピークとして、自治体債券の流通残高も減少に転じ、抵当債券・自治体債券など公法上の銀行の負債に対する Anstaltslast und Gewährträgerhaftung(破綻時に債務を地方自治体が保証)が EU の補助金規定に抵触するとして 2005 年に削除されてから市場性を失い、発行が激減した。この保証の剥落により、Pfandbrief の保険会社の投資対象としての魅力も減少する。さらに、2008 年世界金融危機後、Pfandbrief 発行銀行の主力であった Landesbank 数が減少し、逆に発行可能金融機関の範囲は拡大されたものの、趨勢として、2020 年まで自治体債券流通残高は減り続けた¹⁹⁷。もっとも、抵当債券はマイナス金利導

¹⁹⁶ ここではよくこう省略される“SD”(Schuldscheinanleihen—債務証券貸付)と表記したが、元のタームは Schuldscheinforderungen(債務証券債権)となっている。

¹⁹⁷ Allianz SE Group Corporate Finance and Treasury Dirk Diederich 氏へのヒアリング(2024 年 9 月 20 日)では、この項目は“Pfandbriefe”だ、とのことであった。公募タイプの Pfandbriefe ならば別項目の「債券」のところに分類されるはずだと筆者は考えたが、Namenspfandbriefe はこの項目に入れざるを得ないことになる、との説明であった。Namensschuldverschreibung は Schuldscheinanleihen の上位概念であり、この Namens の実態は Schuldscheinforderung、Schuldscheinanleihen であるという説明である。Namenspfandbrief は、Pfandbrief の 1 形態であり、公募で発行されるタイプとは異なり、Schuldscheinanleihen と同様、価格下落しても帳簿上評価額を変える必要はない(KORTE, OTTO, „Namenspfandbrief“, Gablers Banklexikon, <https://www.gablers-banklexikon.de/definition/namenspfandbrief-60026>)との説明もある。この記名債にはアリアンツ生命保険株式会社と投資家の名前が記載されており、統計には内訳が示されていないが、この項目の多くは、私募型の Pfandbriefe であるとの説明であった。この項目が漸減している理由は、第 1 に、かつて、Pfandbrief には地方自治体の債務保証という強力なバックアップがあったものの、EU の補助金規制違反にあたるとされ、2000 年代前半から段階的に保証制度が廃止されていっ

入の2014年頃から現在に至るまで流通残高を伸ばし、自治体債券を逆転する。いずれにせよ、長期の動向としては、保険会社の最も有力だった運用先が細ったことは確かである。

この「記名債・SD」の激減に代わって伸びてきた項目が残る3項目だが、とりわけ額として大きいのは、「株式・ファンド、とくに確定利付きでない証券」である。これは、5-1-3で論じた背景からして、当然の帰結であった。要するに、低金利の背景のもと、老齢保障制度維持のため高利回りを挙げることを要求された私的年金は、競争しつつ、どのタイプも株式などを多く組み込まざるを得なくなったという事情である。

次に、絶対額は第4位と小さいものの、シェアを2015年の3.1%から2023年の10.1%に大きく増やしているのは、「関連企業への投資・資本参加」である。

この項目は、5-1-1で論じた国家的に必要とされるインフラ、再生可能エネルギー投資の増加と関連があると考えられる。このインフラ、再生可能エネルギー投資は、【図表42】に見られるように、種々の形態で行われる(QII projects, Listed equities, Private equity, Real estate, QII corporates, Credit bonds, Infrastructure, Government bonds)。これが、証券形態で行われるのであれば、前の項目で見た株式ないし債券の項目に分類されるであろうし、2-2-2で事例に基づいて見ていったように、例えばAllianz生命保険がグループ内のACP [Allianz Capital Partners] やAGI [Allianz Global Investors] のようなグループ内の資産運用会社を通じてインフラ投資や再生可能エネルギー投資を行えば、それは、「関連企業への投資・資本参加」になるか、それがファンドの形をとるならば「株式・ファンド・…」の項目に分類されるであろう。いずれにせよ、増加している3分類項目のどこかに入ることになる。

以上、ドイツの生命保険会社の資金運用構造の変化を、2015～2023年まで追ったが、ここからは、ドイツの生命保険に伝統的なSchuldscheinや記名債(実態はPfandbrief)による運用から、株式などの証券、グループ内会社を通じたインフラ・再生可能エネルギー投資にシフトしている像が明瞭になった。ここから浮かび上がってくるのは、ドイツの老齢保障が、1つには成長する株式市場の肩の上に、2つには長期の国家的目標とも整合的なインフラ・再生可能エネルギーの生む長期安定的成長の肩に乗った図である。

5-3 生保系投資ファンドの拡大

これまでの分析の中で、2-2-1では、Allianzグループの組織の中で、生命保険の責任準備金運用を行う「専門部隊」(オールタナティブ投資はAGIやその傘下のACP、金融技術を駆使した債券運用はPIMCO)が存在し、再生可能エネルギーやインフラ投資については、主としてACPが担当してきたことを説明、2-2-2では実際の洋上風力発電への投資においても、ACPが前面に出て投資を行ってきていることを見てきた。また、前節5-2では、ドイツの生命保険会社全体の資金運用構造を示し、その中で「株式・ファンド、とくに確定利付きでない証券」への運用が増えて直近のデータでは4割に達していることも見た。

ここから、Allianzグループで言えば、投資を直接担当するAGI, ACP, PIMCOのような「専門部隊」が大きな存在となっており、ドイツ生命保険の責任準備金の戦略的な投資という生命保険ビジネスの核心を担う役割を果たしてきていることが見えてくる。さらにそればかりではなく、他の生命保険や年金など機関投資家の長期・安定的資金運用をも担い、そこからも収益を上げる構造を作ってきたことも見た。

ここで、この生命保険系「専門ファンド部隊」の性格の歴史的変遷を追ってみよう。「専門部隊」ファンドと説明してきたこれらファンドは、Spezial-AIF (Special Alternative Investment Fund) という名称でくくられる。ドイツの生命保険の資金運用先として、1970年代から、「Spezial Fonds」が、ドイツ生命保険の資金運用の特徴として語られてきた。「Spezial」の名称は、UCITS (汎用の投資信託) とは異なり、個別の契約によって個々の必要性に応じて(例えば運用規制や期間など) オーダーされ市場売買されない性格のクローズドなファンドである。その運用全体の態様については秘密とされてきた¹⁹⁸。また、このファンドは、大銀行、大保険

たこと、第2に、2008年の世界金融危機後、抵当債券発行銀行は激減し、そのため発行される抵当証券も減少する、この残高がゆっくりとしかし着実に減少していったのである、との説明であった。これは元々守秘性の高い資金運用ツールであるので、公開の義務は無い。従って公開された統計数値の定義から確認することは難しいが、ヒアリングで聞き得た説明は実態や背景と整合的である。

¹⁹⁸ Fröhlich, N., Huffscheid, J., *Der Finanzdienstleistungssektor in Deutschland*, Düsseldorf, 2004, (https://www.boeckler.de/fpdf/HBS-003071/p_edition_hbs_101.pdf) (2025/07/08 閲覧) S. 73

コンツェルンが運営してきたものであり、その運用先も非公開である¹⁹⁹

しかし、2013年のドイツ資本投資法（KAGB）でEUのAIFM指令が国内法制化、“Alternative Investmentfonds”（Kapitalanlagegesetzbuch/KAGB § 1 Abs. 2 u. 3）が新法の中で定義された。“Spezial”は、一般ファンド（Publikumsfonds）ではなく、プロ向け、セミプロ向けのファンドという²⁰⁰。この資本投資法での法制化以降、ドイツ生命保険では、旧 Spezialfonds を、新たな任務を持った Spezial-AIF に改組する動きが出てくる。Allianz では、すでに法制化以前に高度な運用に舵を切っており、1998年からACPを創設、2000年にはPIMCOを買収しており、これらは、それぞれ、オールタナティブ投資、高度な債券運用に特化し、投資戦略は従来と激変する。

これら保険会社グループ内の Spezial-AIF は、保険会社独特なソルベンシー II 規定を踏まえ、専門ノウハウがあれば得られる長期安定、市場変動の影響を受けにくく利回りの高い投資対象に特化したファンドを運営する。しかも、AGI、ACPであれば、Allianz 生命保険が50%以上投資しているまさにそのファンドに他の機関投資家を受け容れる、あるいは、Allianz 生命保険が投資していると類似の別ファンドを他の機関投資家向けに売る、という方法により、他の機関投資家の信頼を確実なものにするという戦略をとって、ファンドビジネスを展開するのである。

こうして、Allianz は、保険会社の資金運用ニーズに合った投資ファンドを内部で用意するというだけではなく、それを外部に売ることによって更に収益化するという有利なビジネスを展開するようになったのである。これは、生命保険会社が単なる資金の出し手から、高度な専門性を有するアクティブなアセットマネージャーへと自己変革を遂げたことを意味する。

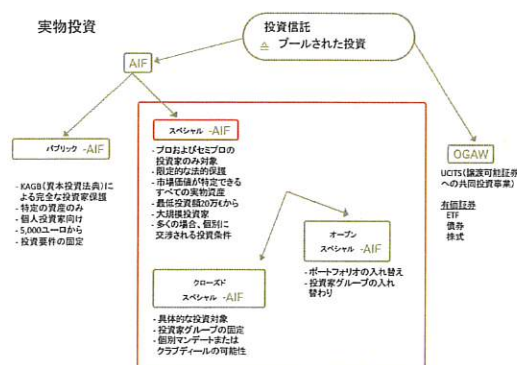
このビジネスに参入したのはAllianzだけではない。ドイツでは、Munich ReがMEAGを通じて、TalandグループもAmepegaを通じて、EU内ではフランスAXIAがAXA Investment Managersを通じて、イタリアGeneraliはGenerali Investmentsを通じて、さらにアメリカではPrudential Financialは子会社化した世界的資産運用会社PGIMを通じて、MetLifeのMetLife Investment Management (MIM)を通じて、同様のビジネスを行っている。その意味では、ここでAllianzの生命保険系投資ファンドの新しい傾向として紹介した流れは、世界の大手保険グループで共通の流れとなっているのである。

5-4 新たな収益分野が必要

5-1、5-2で見えてきたように、ここ20年ドイツ生命保険は逆風下にあった。そこで、新たな収益分野、資金運用分野に伸びていかねばならない状況となる。この恰好の投資先が再生可能エネルギー分野だった。ドイツの生命保険会社にとっては、再生可能エネルギー分野は、一方では新たな投資の対象でもあり、連邦法のEEG（Erneuerbare-Energien-Gesetz）でも規定された再生可能エネルギー拡大政策に裏打ちされていることから、投資環境として長期安定的に収益性が望めるという意味で、老齢保障にマッチした資金運用対象となっている。他方では、再生可能エネルギー周辺のリスクマネジメント業務が、損害保険の培ってきたノウハウとシナジ

¹⁹⁹ 神山哲也「私募ファンド運用会社全般を規制する欧州 AIFMD の概要と影響」『野村資本市場クォーターリー』2015 Winter, (<https://www.nicmr.com/nicmr/report/repo/2015/2015win09.pdf>) (2025/07/08 閲覧)

²⁰⁰ HERMANN, A., Hörtkorn Finanzen のサイト „Spezial-AIF“の項目より (<https://www.hoertkorn-finanzen.de/investment-wiki/spezial-aif/>) (2025/07/08 閲覧)



一で結びつく核にもなった。

本稿では、保険会社の再生可能エネルギー投資のうち洋上風力発電プロジェクトへの投資を具体的に見てきたが、2-2 に実例を示したように、ドイツの大手生命保険会社は、洋上風力発電への投資を積極的に行うようになってきていた。その背景には、ドイツ生命保険が、従来有力だった運用対象を失い、低金利／ゼロ金利下に充分な利回りを確保出来る運用対象として、再生可能エネルギーという「今世紀最大のグローバルテーマ」を見だし、そこへの投資を慎重かつ着実に増やしていこうとした、それを政府は運用規制緩和など法改正という形で支援したという事情が存在したのである。

では、ドイツの生命保険会社による再生可能エネルギー投資は、目論んだとおりに収益を挙げているのか。これも、ディスクロージャーの点で時系列の統計的に示すことは出来ないが、わずかに公表されている情報から見当をつけることが出来る。

5-5 ドイツ生命保険の再生可能エネルギー事業収益性

ドイツの生命保険会社が膨大な長期資金を運用する機関投資家として洋上風力発電に関与する態様について2-2 で、リスクマネジメントのプロとしての主として PPA 業務について2-3 で、そして、このフィールドに乗り出さざるを得なかった背景を5-15-4 で論じた。

本節5-5 では、ドイツ生命保険会社が、その結果、従来の資金運用や収益源泉に比べ利益をより挙げることが出来るようになったか、推測することとする。

ドイツの保険会社は、再生可能エネルギー分野の収益性、など、細分化した収益性のデータを公表しておらず、数少ない公表収益性の数値、そして外部の記事による推測のみからではあるが、これらの数字がだいたいの目安になる。

MSCI Inc. (Morgan Stanley Capital International, Inc. - 株価指数算出、ポートフォリオ分析サービスなど提供) によるとヨーロッパのプライベート・インフラファンドの内部収益率は 8.86%となっており、ヨーロッパ・インフラストラクチャ・ベンチマークは 3.79%と発表されている²⁰¹。再生可能エネルギーのうち、すでにビジネスとして確立された陸上風力発電や太陽光発電が低めの内部収益率、洋上風力発電（や水素関連）が高めの内部収益率に近いとすれば、Allianz の「5～6%の利回り」期待²⁰²、Munich Re の 8% の内部収益率²⁰³という数字とだいたい符合している。

5-5-1 Allianz Capital Partners の事例

投資目的ごとに整理した収益性データは公開されていないが、Allianz の公表情報から大雑把な収益性を見当を拾うことが出来る²⁰⁴。2016～22 年についてのこの事例では、Allianz グループ

²⁰¹ MSCI INC., „European buy-outs, growth, venture capital, infrastructure performance maintains lead over public market returns“, (<https://www.investeurope.eu/news/newsroom/european-buy-outs-growth-venture-capital-infrastructure-performance-maintains-lead-over-public-market-returns/>) (2025/06/17 閲覧)

²⁰² Allianz の再生可能エネルギー投資見込みは、2015 年頃には高いものになっていた。「…（前略）気候変動に悪影響を与える投資が将来的に利益をもたらさない」「風力発電への投資を€40 億に倍増する、同社は 5～6%の利回りを期待している」（“Allianz to cut investments in companies using coal in favour of renewable energy” (<https://www.theguardian.com/environment/2015/nov/24/allianz-to-cut-investments-in-companies-using-coal-in-favour-of-renewable-energy>) (2025/06/17 閲覧)）との数字が具体的に記されている。

²⁰³ MEAG, „Many years of experience and a proven track record“ (<https://www.meag.com/de/investieren/institutionelle-kunden/infrastructure-equity.html>) (2025/06/17 閲覧)

²⁰⁴ 2016 年以来、Allianz Capital Partners は、グループの保険会社に代わって (on behalf of) 間接的にインフラ・エクイティ投資戦略を展開。これは 6 大陸にまたがる 50 以上のインフラ・ファンドに投資し、それらファンドの投資先企業にさらに同時に直接投資する二重の共同投資でポートフォリオを構築するもので、運用資産 (AuM) は 100 億ユーロ超に上るとされている（出所：Allianz Capital Partners, „More than EUR 10bn in indirect infrastructure equity AuM reached“, 01/12/2022） (<https://www.allianzcapitalpartners.com/en/media/news/120122-more-than-eur-10bn-in-indirect-infrastructure-equity-aum-reached>)。Allianz グループ内の投資者 (Allianz investors) 向けだった“Allianz Global Diversified Infrastructure Equity Fund” (AGDIEF) (2020～22 年) は、「2 桁の純 IRR」【内部収益率：解説は MUFG の hp より (<https://www.murc.jp/library/terms/aa/irr/>)】を挙げたとされている。2022 年、後継ファンドの AGDIEF II を立ち上げ、投資先は、エネルギー転換、デジタルトランスフォーメーション、持続可能なモビリティ、サーキュラー・エコノミーなどを焦点としているとされている（出所：Allianz Capital Partners, „More than EUR 10bn in indirect infrastructure equity AuM reached“, 01/12/2022） (<https://www.allianzcapitalpartners.com/en/media/news/120122-more-than-eur-10bn-in-indirect-infrastructure-equity-aum-reached>)

企業のうちグループのための投資を担う ACP (Allianz Capital Partners) が、Allianz 生命の責任準備金運用を 100 億€規模のインフラファンドの設定という形で Allianz 生命に代わって行い、それをベースに再生可能エネルギー等にフォーカスして投資していること、これで「2 桁の純内部収益率」を挙げていること、この成功を引継ぐ投資プロジェクトが立ち上がっていることを示している。

なお、Allianz グループには、資産運用会社である Allianz Global Investors、その子会社の Allianz Capital Partners が、Allianz 生命のために実際の投融資を行う、という形が一般的であるようだ。そして、ACP ホームページのトップページには、プライベート・エクイティ 315 億€、再生可能エネルギー EUR 56 億€、インフラストラクチャ EUR246 億€ (20 以上の投資案件が現ポートフォリオに入っている) を謳っている²⁰⁵。

5-5-2 Munich Re の事例

年次報告書では、再生可能エネルギー投資を、株式、物的資産、不動産、商品、インフラ、ハイテク産業などとともに、インフレ耐性を持つ資金運用対象として位置付け、ポートフォリオの分散に役立っている²⁰⁶と評価している。ここでも、長期投資の性格を持つ再生可能エネルギー分野は、生命保険の資金運用の長期の性格と合致し、証券の短期的ヴォラティリティに連動せず、債券と異なりインフレ耐性を持つ、という点で、資金運用対象として適していることを述べている。

Munich Re の再生可能エネルギー分野投資収益率単体の達成率は不明だが、インフラ関連エクイティの内部収益率は、8%と明らかにされている。グループの資産運用会社 MEAG は、2010 年以來 Munich Re にインフラストラクチャ・エクイティ部門各投資対象での 36 件のトランスアクションで「再生可能エネルギー分野とは限らない…筆者」8% p.a.の内部収益率を挙げてきたと発表しているのである²⁰⁷。

5-5-3 その他の保険会社

Talanx では、2014 年に再生可能エネルギー投資専門部署を立ち上げ、再生エネを含むインフラ案件への直接投資を拡大、12 の欧州諸国で 53 件を超える投資（再生可能エネルギー、その他の公益事業）を実施²⁰⁸、投資リターンは劣後ローンなど間接金融の場合で年 1.5~4%、エクイティ出資の場合で年 4~8%程度を想定していた²⁰⁹、

洋上風力プロジェクトへの投資に限定した全体の内部収益率 (IRR) は 6~8%程度と見積もられる²¹⁰が、直近では、資材価格高騰でこの数値を 2-4%程度に引き下げている。

以上のように、直近のコスト増による利益率収縮を別とすれば、2010 年代から、再生可能エネルギー分野への保険会社の投資は、この時期の低金利環境の中で、高い収益を上げてきたと見做すことが出来よう。

²⁰⁵ Allianz Capital Partners のトップページ (<https://www.allianzcapitalpartners.com/>)。ここで、ACP は、自社が 2005 年以來再生可能エネルギーに注力し、このアセットクラスでの世界最大の投資家に入っていることを謳っている (Since 2005, Allianz Capital Partners has been dedicated to renewables and is one of the world's largest financial investors in this asset class) (<https://www.allianzcapitalpartners.com/en/our-business/renewables>) 2025/04/13 閲覧。

²⁰⁶ MUNICH RE, *Group Annual Report 2024*, p.36 (https://www.munichre.com/content/dam/munichre/mrwebsites/launchees/2024-annual-report/MunichRe-Group-Annual-Report-2024-en.pdf/_jcr_content/renditions/original/MunichRe-Group-Annual-Report-2024-en.pdf) (2025/06/17 閲覧)

²⁰⁷ MEAG, „Many years of experience and a proven track record” (数字の日付は不明だが、出所として 2020 年の資料を掲げていることから、2021 年頃の数字であることが推測出来る) (<https://www.meag.com/de/investieren/institutionelle-kunden/infrastructure-equity.html>) (2025/06/17 閲覧)

²⁰⁸ TALANX, „Factsheet Investitionen in Infrastruktur”, 2021 (https://www.talanx.com/media/Files/talanx-gruppe/pdf/Factsheet_INI_Mai_2021_DE_FINAL.pdf) (2025/06/17 閲覧)

²⁰⁹ TALANX, „Fact Sheet Investments in Infrastructure” 2021 (https://www.talanx.com/media/Files/talanx-gruppe/pdf/Factsheet_INI_Mai_2021_EN_FINAL.pdf) (2025/06/17 閲覧)

²¹⁰ CASSINI, R., „Blowin in the wind - The boom and bust in offshore wind”, 12 February 2024 (<https://www.hoskingpartners.com/articles/blowin-in-the-wind>) (2025/06/17 閲覧)

本章では、ドイツ生命保険業界を巡る環境変化から、ドイツの保険会社が再生可能エネルギー投資に向かった背景を、第1に財政逼迫から来る民間インフラ投資の政策的な地ならし、第2にリースター年金制度改革において生命保険の単独優遇が消え、他の私的年金適用商品と比べた優遇が相対的に低くなったことから来る生命保険会社の運用構造見直し圧力、第3にドイツ生命保険が従来長期安定的利回りを得てきた資金運用対象の魅力・規模が縮小し、新たな投資対象を求めていることから、再生可能エネルギーという「長期の性格」「再生可能エネルギー転換が法律で定められ枠組みとして確立した投資対象になり得る」「安定的利回り」の条件を満たした投資対象を見出し、そこへの運用を慎重に増やそうとしてきた流れを、そして、第4に、ここから生じた生命保険グループ内のオールタナティブ投資専門ファンドの成長について、明らかにした。ここに至って、老齢保障の柱としてのドイツ生命保険の骨格が大きく変貌を遂げたことが明らかになった。

6 エネルギー転換における保険会社の役割 ー日本への示唆ー

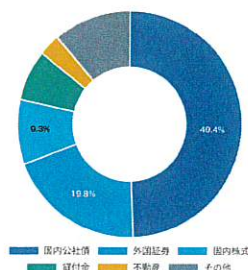
前章までは、これまでドイツの生命保険の洋上風力発電への投資の背景、現状を見てきた。その結果、ドイツにおける再生可能エネルギー転換の睽目すべき進捗、そして、再生可能エネルギー分野へのドイツ保険会社の投資が積極的に行われるようになってきたことがわかった。その背景に、(1)PPAの存在による投資リスクの激減とソルベンシーⅡの緩和により俄然再生可能エネルギー投資が有利化したこと、(2)保険会社側の運用難、(3)老齢保障市場での競争状況の発生、という事情があり、ドイツ保険会社の再生可能エネルギー投資の背中を押したことを示し、(4)ドイツの生命保険のオールタナティブ投資が、その老齢保障を担う長期という性格から来る新たな資金運用のコアコピータンスになりつつあること、がわかった。本章では、これらが日本の生命保険資金運用にとって見るべき点はあるか、検討することとする。

6-1 PPA 市場の育成

これらのドイツの状況と、日本の生命保険の資金運用の状況とを比べて、何が言えるであろうか？日本の保険会社に対する示唆は得られるだろうか？日本に関しては本稿では詳細な分析はせず、全体像を特徴付け、ドイツと比較した上で、日本の保険会社が洋上風力発電投資を増やすメリットがあるか、また洋上風力発電投資を増やすのであれば何が必要なのかの方向を提案することとする。

まず、日本の生命保険の資金運用の現況²¹¹を見ると、【図表 45】のように過半は国内公社債（主として国債）が占めており、低金利／ゼロ金利時代には投資収益が上がりにくい冬の時代を経て、ようやく「金利ある時代」への転換点を迎えている。そこで、ドイツの生命保険の再生可能エネルギーへの資金運用と比較しつつ、ドイツで生命保険による洋上風力発電への投資が成功しているような条件、①PPAによる長期の負債に対応した長期の運用と②PPAによる安定した利回り、③ソルベンシーⅡに対応した資本効率、④派生的なファンドビジネスによる利益、という要素を得られるかが、比較の鍵になる。

【図表 45】日本の生命保険の資金運用比率



生命保険協会、『2024年版生命保険の動向』p.24

(https://www.seiho.or.jp/data/statistics/trend/pdf/all_2024.pdf) (2025/06/27 閲覧)

²¹¹ 生命保険協会、『2024年版生命保険の動向』p.24

(https://www.seiho.or.jp/data/statistics/trend/pdf/all_2024.pdf) (2025/06/27 閲覧)

①と②の PPA による長期の負債に対応した長期の運用と要素について見ると、ドイツの場合、洋上風力発電事業自体が、当初から PPA によって収益が fix され、「パンカブル」になっているため、生命保険系のファンドが投資対象にする条件が整っている。

それに対して日本においては、太陽光発電についてはコーポレート PPA が用いられ始めているものの、洋上風力発電については、まだなお PPA 締結は行われていないようである。その理由は、第 1 に、そもそも、洋上風力発電での発電コストが ¥36/kWh (2024 年度、ただし浮体式。着床式は上限非公開)²¹²と高く、環境価値という要素を考えに入れても、需要家のインセンティブは働きにくい。第 2 に、日本の政府による支援制度は、FIP の適用となるが、FIP は、もとより市場価格を目安に供与される補助金システムであるから、市場価格の変動によるヴォラティリティから逃れられない。そのため、PPA の成立が困難となる。第 3 に、PPA のノウハウの蓄積がない市場では、契約内容の評価・リスク判断が困難となる。ましてや PPA は長期で結ばれることが多く、当事者にとってはリスクが大き過ぎるため、締結に至らない。

政府によるプロジェクトの青写真が、当初から PPA の存在を前提としたものになり、アドヴァイスの形で支援があれば、様相は変わる可能性がある。例えば、(株)日本政策投資銀行（以下、DBJ と表記）は、洋上風力発電での PPA の重要性を認識している文書²¹³を作成するなど、PPA の必要性を説いている。現実には、DBJ がプロジェクトに関与している案件を見ると、秋田港・能代港のプロジェクトで融資団に参加（秋田県 140MW、FIT）、石狩湾新港洋上風力発電事業（北海道、112MW、2024 年竣工・商業運転開始、FIT）²¹⁴、北九州響灘（福岡県、220MW、FIT）プロジェクトにおいて、みずほ、三菱 UFJ とともに主幹事としてプロジェクトファイナンスを組成している²¹⁵。これらは、まだ FIT の時代であったため、現実には PPA は締結されていない。

2021 年 12 月、公募第 1 弾の三菱商事などの企業連合は、秋田県沖と千葉県沖の 3 海域の洋上風力プロジェクトを安い入札価格で総取りしたもの、その後の資材価格高騰により採算が合わなくなり、救済策を講じない限りプロジェクト自体白紙に帰すようである。今後 FIT を使うか使わないかにかかわらず、最初から PPA を条件としてプロジェクトの構想を作ることが重要なのではないか。その際、プロジェクトに最初から PPA を条件として組み込み、DBJ のような金融機関がプロジェクトファイナンスに加わるか主導するようなケースで、日本においても PPA 締結がスタンダードになっていくのではないか。

ドイツの例の中で応用出来そうなものがある。償却勘定 (Amortisationskonto) の利用である。4-2-4-2 のドイツ水素プロジェクトへの KfW 融資の方法として、償却勘定の利用があった。これは、投資額は、財政資金ではなく民間が最終的に負担し、投資金額は最後は利用者負担に乗る。が、立ち上がりには、投資費用は政府系銀行の復興金融金庫 (Kreditanstalt für Wiederaufbau – KfW) が融資し、目的会社経由で供与するのである。これで、初期投資費用の問題がクリア出来る。水素ガスパイプライン利用料金収入が上がるようになると、利益分が KfW の償却勘定に繰り入れられ、30 年など長期に及ぶが、最終的に収支均衡すると想定されている。もしその 30 年後などの時点で赤字になっていた場合には、連邦政府が 76%を負担し、ガス輸送業者が 24%を負担するとされている²¹⁶。

この方法は、初期の投資金額が高額である場合、KfW 融資で手当て出来るメリットがある。日本の場合、洋上風力発電はまだ確立したビジネスとは言えないので、利益が不安定なビジネス

²¹² 自然エネルギー財団、『コーポレート PPA 日本の最新動向 2024 年版』p.30 (https://www.renewable-ei.org/pdf/download/activities/REL_JPCorporatePPA_2024.pdf) (2025/06/27 閲覧)

²¹³ 日本政策投資銀行「欧州洋上風力の現状及び浮体式洋上風力に関するファイナンス上の論点」

²¹⁴ 日本政策投資銀行、「石狩湾洋上風力発電事業に対するプロジェクトファイナンスの組成について」(https://www.dbj.jp/topics/dbj_news/2022/html/20220909_203994.html) (2025/06/27 閲覧)

²¹⁵ みずほ銀行、三菱 UFJ 銀行、日本政策投資銀行「国内最大規模の洋上風力発電プロジェクト「北九州響灘洋上ウインドファーム」に対するプロジェクトファイナンスの組成について」(https://www.dbj.jp/upload/dbj_news/docs/bdaab93ee844f0eeeb962ec5d1a83878.pdf) (2025/06/27 閲覧)

²¹⁶ SCHWARZ, M., H2News, „KfW stellt 24 Milliarden Euro für Wasserstoff-Kernnetz bereit“, (27.11.24) (<https://h2-news.de/wirtschaft-unternehmen/kfw-stellt-24-milliarden-euro-fuer-deutsches-wasserstoff-kernnetz-bereit-finanzierung/>) (2025/05/31 閲覧)、KfW, „Zukunftsinvestition für Deutschland“ (<https://www.kfw.de/%C3%9Cber-die-KfW/Newsroom/Aktuelles/Wasserstoff-Kernnetz.html>) (2025/05/31 閲覧)

である水素に適用しようとしたドイツの制度が、日本の洋上風力発電に応用可能なのではないだろうか。

もっともドイツでも、「動的入札手続」"dynamisches Gebotsverfahren"が行われるようになってきている。これは、北海の区割り確保のため、CfD（FIP 類似の差金決済：「落札価格と電力市場価格の変動する差額をプレミアムとして補填する」²¹⁷）でゼロ入札どころか多額の「事業者側から政府への支払い」＝マイナス入札を約束するというものである。例えば、2023 年 6 月 1 日入札期日の北海洋上風力発電入札の各海域の支払総額例を具体的に挙げれば²¹⁸（落札業者名省略）、海域 N-11.1 (2,000 MW)：36 億 6000 万€、海域 N-12.1 (2,000 MW)：37 億 5000 万€、海域 N-12.2 (2,000 MW)：31 億 2000 万€、海域 O-2.2 (1,000 MW)：20 億 7000 万€となっており、事業者が支払う総額は、126 億€となっている。

ちなみに、連邦のこの莫大な収入は、以下のように配分される。

- 90%: 電気料金の削減（→20 年間にわたり、均等年賦で、接続義務を負う送電系統運用者に支払われる）
- 5%: 海洋自然保護（1 年以内に連邦予算に納付）
- 5%: 環境に配慮した漁業の促進

この方式でも、PPA との併用は可能である。ドイツのケースでは、水素ガスパイプライン利用料金は政府が決めるようになっているが、日本で電気に応用する場合、FIP が適用されている場合、基準価格が市場価格を上回れば差額は補償されるというように市場価格が基準となっている。FIP が適用されても採算性がとれるかの確証は無いが、ドイツの水素ガスパイプラインの例だと赤字の場合の政府保証が組み込まれており、76%の補償があるため、PPA の相手方にも償却勘定利用外の資金調達の場合も、プロジェクト存続の補償となるため、安心して契約を行うことができる。パイオニア的投資の場合、投資規模が大きい場合、検討の余地があるシステムではないか。

以上、ドイツで行われている具体的な方策の中で日本にピックアップ出来そうなものを拾い上げたが、本来は、ドイツの再生可能エネルギー転換と日本のそれとの根本的な土台の作りが違ふという問題がある。

ドイツにおいては、EEG という連邦法で目的や時期を決め、それを州に下ろす、州はそれを市町村に下ろす、という流れで、タイムスケジュールを伴う再生可能エネルギー転換を着々と進めてきた。それは、連邦国家であるという地域性を、地域分散性が高い再生可能エネルギー転換にも活かした作りになっている。また、1-4 で見たように、再生可能エネルギーの所有構造では個人が 3 割も占めているように、再生可能エネルギー転換は国民的合意のもとに進んでいる度合いがより高い。問題はあるにせよ、財政資金による再生可能エネルギー転換への支援が厚い所以であろう。

一方、日本では、洋上風力発電の FIT から FIP への切替えにしても、「FIT の受け皿」への橋渡し無く、プロジェクトを運営する企業連合の収支算段に全面的に賭ける形で、プロジェクトが立ち上がっている。そしてこの事情は近年、ドイツの洋上風力発電でも同様のものである。ただ、違いは、ドイツでは洋上風力発電はすでにエスタブリッシュされているのに対し、一方日本は、ドイツの水素同様、プロジェクトはチャレンジ段階にあり、コストは高いまま、価格などの事前調査による情報は充分得られていないため、事業としての収益性に疑問符が付くこととなるのである。財政による援護措置をつけて、事業として成り立つよう育てる間に、PPA の締結など、実現させる間に、徐々に補助金をフェイドアウトさせれば良いのである。

6-2 海外投資ファンドの活用、日本案件投資ファンドの設立

日本の生命保険も、本論の5-3 などで論じている ACP などドイツ生命保険のグループ内資本投資会社が運営する専門投資ファンドに投資している。もしくは、国内の再生

²¹⁷ 山家公雄「洋上風力の入札上限価格を 66%アップした英国の覚悟」日経エネルギーNext、2023/12/05 (<https://project.nikkeibp.co.jp/energy/atcl/19/feature/00007/00108/>) (2025/06/28 閲覧)

²¹⁸ BUNDESNETZAGENTUR, „Ergebnisse der Offshore-Ausschreibungen aus dem dynamischen Gebotsverfahren“ (https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/20230712_OffshoreErgebnisse.html) (2025/06/28 閲覧)

可能エネルギーファンドを設立し、投資を募集している。

例えば、日本政策投資銀行は、再生可能エネルギー開発のグリーンパワーインベストメントが運営する陸上風力発電、太陽光発電のいくつかのプロジェクトに投資するファンド（ファンド規模 530 億円）を設立している。これに対し、DBJ 証券株式会社が私募取扱事業者となり国内大手の機関投資家等からの投資を募集した²¹⁹。

自社内で一からのファンド設立を避け、戦略的アライアンスによって、国内再生可能エネルギーファンドを設立した例もある。第一生命は、社内にオルタナティブ投資専門チームを立ち上げ、活動を開始してはいるが、アセットマネジメント One オルタナティブインベストメンツ（AMOI）、みずほ銀行と共同で、“Cosmic Blue”というインフラ投資ファンドを運営している。PPA を利用し、主たる投資家として、自身の資金を投資している点、Allianz 生保と同様、他の大口投資家の信頼を得る王道と言える。

海外資金運用会社を利用した投資例として、日本生命が、カナダの大手金融機関 Sun Life Financial と共同で、米国の再生可能エネルギー投資に 8,000 万米ドルの共同投資グループ“Powering Sustainable Change Initiative”を設立し、ここに投資を行っている。

より自社の投資姿勢に近い対象を提携先ファンドと対話しつつ形成する直接出資モデルとしては、明治安田生命の“NextGen ESG Japan ファンド”が挙げられる。

日本における再生可能エネルギーを対象とした機関投資家投資まわりのビジネスと、保険会社自社の投資戦略のシナジーを目指しながら、これらの試みを拡大させていくのが、直近、日本の生命保険会社が再生可能エネルギーという「世紀の投資テーマ」を運用対象として利用する道筋となる。ただ、前述のように、日本の再生可能エネルギー市場、とりわけ生命保険のような大口の長期安定的資金運用にマッチした洋上風力発電への投資は、日本の場合、制度設計から来るそもそものプロジェクトの収益性にリスクがある点、現在のところは限界があると考えられる。

7 終章

本稿は、ドイツにおける再生可能エネルギー転換、とりわけ洋上風力発電の進展と、これと平行して進行したドイツ生命保険会社の構造変化との間に存在する「有機的な関連」を解き明かすことを目的としてきた。その分析から浮かび上がったのは、一方における国家的な「再生可能エネルギー転換への要請」と、もう一方の「それに対応する保険業界側の事情」とが、金融（PPA）組織上のイノベーション（ACP, AGI の Spezial-ALF）を媒介として、必然的に結びついていった構造的連関であった。

本稿が第 1 に明らかにしたのは、ドイツのエネルギー転換という壮大な国家的プロジェクトによる膨大な投資の必要性和、機関投資家の巨額の資金運用の問題を「有機的に結びつけた」制度的背景である。一方で、化石燃料・原子力からの脱却を目指すこの国家戦略は、政府の財政だけでは到底賄いきれない巨額の資金を必要としていた。他方で、2000 年代以降、ECB の低金利政策は、国債や、かつて安定的収益源であった抵当債券（Pfandbriefe）、自治体債券（Kommunalobligationen）といった伝統的資産の運用利回りを著しく低下させた。さらに、抵当債券・自治体債券については、EU によって自治体の補償が削除されたため、魅力を失ったのである。生命保険が持つ老齢保障という性格に対応する長期安定的投資先を得るかどうかは、業界にとって死活問題となっていた。これら機関投資家の投資先は、インフレ耐性を持ち、他の金融資産との相関性が低い長期かつ安定的なリターンを得ねばならない、という意味で、再生可能エネルギー投資は、生命保険会社の契約者への長期負債、責任準備金運用の性質と完全に符合するものであった。

このような一方における巨大な資金需要、他方における運用先の欠如、という双方の側の課題

²¹⁹ （日本政策投資銀行「再生可能エネルギー発電事業向けファンドへの出資について～陸上風力を含む再エネファンドとして国内最大級～」2021/01/18、https://www.dbj.jp/topics/dbj_news/2020/html/20210118_203068.html）

を解いたのは、制度設計の変更であった。第1に、保険会社の自己資本規制であるソルベンシーIIの改定である。当初、インフラ投資に課されていた高い自己資本比率が、「適格インフラ投資」に対して大幅に引き下げられたことで、再生可能エネルギープロジェクトは資本効率の観点から極めて魅力的なアセットクラスへと変貌したのである。第2に、Spezial-AIFの法制化である。これらを契機に、インフラ投資、再生可能エネルギー投資の専門ファンドが簇生し、これらが、専門知識をもって、国家課題となっていたインフラ投資、再生可能エネルギー投資を担う体制が出来てくるのである。第3に、年金・保険の保証資産に対するインフラ投資枠規制緩和が今後影響を及ぼすかも知れない。さらに、大手保険会社は、グループ内生命保険が50%の資金運用をしているという信用を梃子にこの専門ファンドを戦略的に用い、他の機関投資家からの資金を呼び寄せ、ファンドビジネスそのものを新たな収益源へと育て上げた。これは、グループの中で、生命保険会社が単なる資金の出し手から、高度な専門性を有するアクティブなアセットマネージャーとの連関で1つのビジネスモデルと自己変革を遂げたことを意味する。

エネルギー転換を推進するために巨額の民間資金を必要とする国家的要請と、運用難を打開し、高齢保障という本源的作用を果たすための新たな投資先を渴望する生命保険業界の事情の双方を解決した生命保険会社によるインフラ・再生可能エネルギー投資の組織化を助けたメカニズムについても、本稿では明らかにした。

それは、PPAといういわば金融イノベーションである。電力の長期大口相対売買契約（PPA）の確立が、洋上風力発電の産業としての確立に決定的な役割を果たした。再生可能エネルギー発電事業の最大のリスクである収益の不安定性を、PPAは長期の固定価格契約によってヘッジすることを可能にした。これにより、プロジェクトの将来キャッシュフローは予測可能となり、生命保険会社のような長期負債を抱える機関投資家の投資適格基準（バンカビリティ）を満たすに至った。PPAは、政府の固定価格買取制度（FIT）の受け皿となる民間主導のリスク管理インフラとして機能したのである。

しかし、ドイツの洋上風力発電の成功は、別の問題を先鋭化させる原因にもなっている。南北間送電網の問題である。再生可能エネルギー発電が多く行われている北部と需要が大きい中南部との間の送電網のボトルネックの問題である。この制約を乗り越え、かつ電力以外の「熱」や「交通」といった分野の脱炭素化を進めるための解決策として浮上したのが、余剰電力を活用したグリーン水素の製造と、既存の天然ガスパイプライン網を転用した水素ネットワークの構築である。ところが水素プロジェクトは、設備投資のコスト上昇とユーザーの欠如により極めて不安定な状態になっており、保険会社もわずかの海外プロジェクトへの投資ケースや水素関係損保商品提供を除いては、水素ビジネスに乗り出せていない。

同時に、本稿はドイツの再生可能エネルギー転換を支える構造的な論理の中に、中国の存在が不可欠なピースとして組み込まれていることも指摘した。安価な中国製の太陽光パネルや風力タービンが、ドイツのエネルギー転換のコストを劇的に引き下げ、その進展を可能にした一方で、国内の関連製造業を衰退させ、エネルギー安全保障上の新たなリスクを生んでいる。このジレンマは、エネルギー転換の成功という光の裏にある影として、不可分に論じられねばならない。

このドイツの経験は、日本のエネルギー転換、とりわけ洋上風力発電の推進に対して、重要な示唆を与える。すなわち、機関投資家の長期資金を呼び込むためのPPA市場の育成、投資規制緩和、黎明期にあるプロジェクトを離陸させるための官民リスク分担モデル（ドイツの水素プロジェクトにおける「償却勘定」など）の検討、そして、世界の潮流である保険会社による専門投資ファンドのさらなる活用という点にまとめることが出来よう。

ドイツの洋上風力発電に見られるプロセスは、再生可能エネルギー転換が、単なる技術発展ではなく、それとともに保険会社の組織、ビジネスモデル、金融・社会システム全体が同期して動いて初めて成り立つ変革なのであることを示している。日本においても、再生可能エネルギー転換と、経済・社会・企業におけるシステムの移行が並行して進んで初めて、再生可能エネルギー転換という考え方によっては世紀最大のビジネスチャンスとも言える波を活かすことが出来るのかも知れない。

この研究は、2024年度かんぽ財団の研究助成金により遂行されたものです。深く御礼申し上げます。