

再生可能エネルギー大量導入期における系統接続制度の設計と 戦略的資源配分メカニズム：

英国の接続改革と地域エネルギー計画の分析を通じた日本への制度的示唆

諏訪 亜紀ⁱ，歌川 学ⁱⁱ，竹濱 朝美ⁱⁱⁱ

本研究は、英国で進められてきた系統接続改革（Grid Connection Reform）を分析し、再生可能エネルギー大量導入期における制度設計の要点を明らかにするものである。英国では、接続待ち（キュー）の肥大化や投機的案件の滞留が深刻化する中、Gate 1/Gate 2 の二段階審査、成熟度に基づく選別、Queue Management、そして政府主導の地域別エネルギー計画によるゾーン別容量設定が導入された。これらの制度は、接続権を単なる先着順から国家戦略と整合した「戦略的資源配分メカニズム」へと転換させ、再エネ導入と送電網整備の整合性を高める役割を果たした。また、制度改革の実効性を支えた背景として、進歩的な系統運用組織文化、党派を超えた政治的コンセンサス、成熟した市場構造と産業界の協働が存在した。本研究は、英国と日本の制度的差異を比較し、日本における地域分断構造、送電網の独立性不足、運用主体の組織文化の保守性、政策形成の脆弱性といった構造的課題を整理する。その上で、系統計画の一元化、接続プロセスの透明化、運用組織文化の改革、政治的合意形成、市場設計の高度化といった日本への制度的示唆を提示する。

キーワード：系統接続改革 地域別エネルギー計画 ゾーン別容量 電力システム制度設計 制度・組織文化

はじめに

再生可能エネルギー導入は脱炭素化の中核的手段である一方、電力システムの制約、とりわけ系統接続の遅延や送電網増強の停滞が導入拡大のボトルネックとなり得る。日本では、再生可能エネルギー導入目

標は掲げられているものの、接続制約や出力抑制、広域融通の限界が顕在化し、導入の伸び悩みが指摘されている。こうした状況に対し、近年英国が推進してきた接続制度改革は、同様の課題を抱える国々にとって非常に示唆的である。本研究の目的は、英国における系統接続改革（Grid Connection Reform）と再生可能エネルギー（以下、再エネ）拡大の経験进行分析し、その制度的含意を日本の電力システム改革に焦点をあてることで、再エネ導入加速に向けた改革の方向性を提示することである。

本研究が前提とする問題意識は、再エネ導入の成否が技術的可能性だけでは決まらず、制度・政治・組織文化・産業構造の相互作用によって規定される

i 京都女子大学現代社会学部教授 立命館大学政策科学部授業担当講師

ii 産業技術総合研究所安全科学部門持続可能システム評価研究グループ 主任研究員

iii 立命館大学名誉教授、2026年4月より特別任用教授

という点にある。概して再エネ導入及びそれを担保する制度の実効性を確保できるか否かは「技術の問題」というより、制度・経済・組織文化・政治の問題である。すなわち、系統運用主体の行動様式や政策形成の構造が、必要な制度改革の実効性を左右する。本研究は、この視点に立ち、英国の制度改革を「制度設計」と「制度を支える基盤（運用主体の組織文化、政治的合意、産業界との協働）」の両面から捉え、その合意について考察する。

再生可能エネルギー大量導入と電力系統制約に関する研究は、大きく①技術的統合研究、②市場設計・制度経済研究、③政治経済・制度論的研究の三領域に整理できる。

第一に、再エネ統合の技術的可能性に関する研究群についてであるが、O'Malley ら (O'Malley, 2005) は、風力発電の大量導入が系統運用に与える影響を定量化した初期の研究として知られている。変動性電源の導入に伴う予備力 (reserve) 需要の増加を数学的にモデル化し、再エネ統合の議論で必須となる「変動性 → 系統安定性 → 必要な柔軟性の定量化」という枠組みを確立した。また、IEA (2017, 2022) は電力システムの柔軟性確保を再エネ統合の核心条件と位置づけ、系統運用高度化と市場改革の統合的必要性を強調している。これらの研究は技術的制約の緩和可能性を示したが、接続制度そのものの制度設計分析は限定的である。

第二に、送電投資と市場設計に関する制度の経済学的研究である。Newbery, et al. (2018) は高い再生可能エネルギー比率を前提とした将来の欧州電力市場の設計について、政策的・経済的観点から包括的に論じている。Lavrutich et al. (2023) は送電投資のインセンティブ問題を分析し、独立系統運用主体 (ISO/TSO) の役割を理論化した。Pollitt & Anaya (2020) は EU の再エネ政策と市場設計の理論的・制度的課題を体系的に整理し、欧州の再エネ主導型電力市場設計に向けた政策提言を提示している。また、Schlecht (2024) は欧州電力市場設計の要とされる差額契約 (CfD) の課題と代替案を検討し、従来型

CfD の歪みや修正策の問題を整理し、発電量と支払いを切り離す「金融型 CfD」を提案している。しかしこれらは主として価格形成や投資誘因を扱い、接続待ち (キュー) 管理や容量配分メカニズムには十分焦点を当てていない。

第三に、エネルギー転換の政治経済学的研究である。Aklın & Urpelainen (2013) は持続可能なエネルギー転換における経路依存の戦略的側面を分析し、環境志向政権は支持基盤を形成し政策を固定化する一方、非環境志向政権は支持基盤拡大を避け再エネ支援を抑制するなど、政治の志向が政策と成果を左右することを示した。Meckling et al. (2015) は産業構造と政治団体の関係が気候政策を規定することを示し、制度改革の成否が利害構造に依存することを明らかにした。Geels (2014) は、低炭素移行をグリーン技術革新中心に捉える従来研究に対し、既存電力レジームの抵抗に着目している。政治経済学の視点から石炭・ガス・原子力の持続が再エネ拡大の効果を相殺していると指摘し、既存体制の弱体化を重視すべきと結論づけている。

これらの研究は制度の政治的基盤の重要性を強調していてそれぞれ興味深いが、電力接続制度という具体的な設計レベルの分析には踏み込んでいない。

英国の接続制度改革に直接関連する研究としては、Ofgem (2023) および DESNZ (2023) の政策文書、National Grid ESO/NESO (2022-2024) の改革提案資料が実証の基礎資料となる。しかし学術研究として、Gate 1/Gate 2 制度や Spatial Energy Plan (地域エネルギー計画) を制度設計論の枠組みで体系的に整理した研究は未だ少ない。

日本に関する研究では、橘川 (2012)、安田 (2018) などが地域分断構造やアンバンドリングの不徹底を指摘している。また、自然エネルギー財団 (2025) は、英国とアイルランドの系統用蓄電池事業の現状や課題を整理している。しかし、日本と英国の接続制度を比較し、文化・政治・産業構造を含めて統合的に検討する研究は十分に蓄積されていない。

以上を踏まえ、本研究の独自性は以下の三点にあ

る。第一に、英国の接続改革を「戦略的資源配分メカニズム」として再定義する点、第二に、制度設計と運用文化・政治的合意・産業構造との相互作用を統合的に分析する点、第三に、英国と日本の制度的比較を通じて、日本の構造的な改革方向を提示する点である。以上を通じて本研究は、再エネ導入の加速に必要なのは「技術的解決策の提示」だけではなく、制度を実装可能にする文化・政治・産業構造を同時に整合させる包括的改革であることを明らかにする。

本研究は、英国の接続制度改革を分析するにあたり、以下の三つの一次資料を中心とする質的分析（qualitative analysis）を採用する。なお、これら資料は筆者らが2025年8月から9月にかけて対面及びオンラインで行ったヒアリングによって得られたものである。

1) NESO 関係者（Mr. Matthew Vickers）へのヒアリング

Mr. Matthew Vickers は、英国 National Energy System Operator（以下、NESO）の接続改革ディレクターとして大規模な系統接続改革を主導し、再エネ導入と投資拡大を支えた中心的エネルギー政策実務者である。制度設計の背景、政策形成過程、政府・規制当局・NESO の役割分担に関する情報を得る。なお NESO は英国で初めて電力・ガス・水素・CCUS を横断的に扱う国家エネルギーシステム運用者として設立された公共法人である。

2) Ms. Holly Thomas/Scottish Renewablesへのヒアリング

Scottish Renewables はスコットランド再生可能エネルギー産業を代表する業界団体である。再エネ産業界の視点から、接続待ち問題、Gate 1/Gate 2 制度、Queue Management、地域別エネルギー計画の運用実態に関する知見を得る。

3) Prof. Mark O'Malley へのヒアリング

Prof. Mark O'Malley は再生可能エネルギーの系統統合とエネルギーシステム工学の権威であり、Imperial College London の電力システム学教授である。系統運用主体の組織文化、制度改革の政治経済、技術統合の限界と可能性に関する専門的知見を収集する。

これら三資料は、英国の制度改革を「制度設計」「制度運用」「政治経済」「文化的基盤」という複数の次元から立体的に把握するための一次データとして位置づけられる。また、政策文書（Ofgem, DESNZ, NESO）および既存学術研究と照合しながら、ヒアリング内容を制度的文脈に統合することで、英国制度の構造的特徴と日本への示唆を抽出する。

本論文の構成は以下のとおりである。第1章では、英国で接続待ち問題がどのように政策課題化し、NESO を中心に Gate 1/Gate 2 の二段階審査、参入基準の引上げ、Queue Cleansing, Queue Management などの多層的改革がいかに設計されたかを整理する。第2章では、地域別エネルギー計画に代表される地域別エネルギー計画の容量計画とゾーン別容量の枠組みを取り上げ、接続権配分を国家戦略に反映したトップダウン型制度が、地域偏在や投機的申請を抑制するメカニズムとして機能する点を検討する。第3章では、こうした制度改革が実効性を持ち得た背景として、系統運用主体の進歩的文化、党派を超えた政治的コンセンサス、成熟した市場と強力な業界団体による協働構造といった「制度を支える基盤」を分析する。

これに対し、第4章では日本の電力システムが抱える構造的課題を、英国との対比を通じて整理する。具体的には、9つの一般送配電事業者による地域分断、発電と送電の実質的一体性、系統運用主体の強い保守性、政策決定過程上の課題、市場の未成熟と透明性不足といった複合要因が、再エネ導入を抑制していることを示す。第5章では、英国の経験から導かれる日本への示唆として、系統計画の一元化と容量管理、送電網の独立性確保、接続プロセスの透明化と進捗管理、運用文化と専門性の強化、政治的

合意形成，市場設計の高度化といった改革の方向性を提示する。

1. 英国の系統接続改革の全体像

英国における再生可能エネルギー導入の加速を制度面から支えた重要な要因の一つが，2022年以降に本格化した系統接続改革(Grid Connection Reform)である。本章では，接続待ち問題という構造的問題がどのように政策課題として顕在化し，NESOを中心にいかなる制度的対応が講じられたのかを整理する。

そもそも英国では近年，再生可能エネルギーが電力供給の中心へと急速に成長した。政府統計によれば，2024年の再エネ比率は過去最高の50.4%に達し，風力発電は電力の約29%を占める主要電源となった。このような再エネ開発の急速な拡大に伴い，系統接続を申請するプロジェクトが爆発的に増加した。しかし従来の制度では申請時の参入基準が極めて緩く，土地権利や計画許可を取得していない段階でも接続申請が可能であった。その結果，実際には開発意思や遂行能力が乏しい案件が多数接続待ちに滞留し，待機期間が非現実的な水準にまで長期化した。業界団体である Scottish Renewables の関係者によれば，2022年末時点でネットワーク事業者は膨大な案件を継続的に再評価せざるを得ない状況にあり，接続待ちそのものが実質的な系統制約となっていた。いわゆる「ゾンビ案件」が多発し，実行可能なプロジェクトの接続を遅延させる構造が固定化していたのである。

こうした状況を受け，2023年11月，英国政府(Department for Energy Security and Net Zero)および規制当局 Ofgem は「Connections Action Plan」を公表し，接続制度の抜本的改革に着手した。改革の核心は，第一に申請段階の参入基準の引き上げ，第二に既存の接続待ちの整理(Queue Cleansing)，第三に新たな Gate 1/Gate 2 の二段階審査の導入である。

まず，申請段階では土地権利や計画許可の状況確認が厳格化され，Letter of Authority (CMP427) の導入によって実在性の担保が求められるようになった。これにより，実体のない投機的申請の流入が抑制された。同時に，既存の接続待ちについてもプロジェクトの成熟度に基づく再評価が実施され，進展の見込みが乏しい案件が整理されることとなった。

新制度の中核をなすのが Gate 1 および Gate 2 かなる二段階審査である。Gate 1 は初期審査として位置付けられ，土地権利の確認，計画許可の状況，技術的実現可能性，投資状況についての評価が行われる。従来の「誰でも申請可能」な制度から，一定の成熟度を前提とする制度へと転換した点に意義がある。

Gate 2 は接続契約締結に向けた本審査であり，二つの基準が中心となる。第一は readiness(成熟度)であり，土地権利の確定，計画許可の取得，資金調達の進捗，技術設計の確定，建設準備状況などが総合的に評価される。成熟度の高い案件が優先される仕組みにより，投機的案件の排除が制度的に担保された。第二は strategic need であり，政府が策定する地域別エネルギー計画的容量計画との整合性が審査される。以下に述べる通り2024年末に公表された地域別エネルギー計画(Spatial Energy Plan)は，2030年および2035年を目標年次として地域別導入容量を設定しており，Gate 2 では当該ゾーンの容量枠との適合性が判断基準となる。これにより，接続権は単なる先着順ではなく，国家戦略との整合性に基づいて配分される制度へと再設計された。

さらに，Gate 2 通過後もプロジェクトは進捗管理の対象となる。CMP376に基づく Queue Management Process では，計画許可取得，資金調達完了，建設開始などのマイルストーンが設定され，未達成の場合には契約解除や罰則措置が講じられる。すなわち，選別と事後管理を一体化することにより，接続権の「確保」ではなく「実行」を制度目的とする構造が構築されることとなった。

改革の移行期には既存投資への影響を緩和するた

めの保護措置も講じられる。特に2026～2027年接続予定案件については優先的に扱われ、計画申請が既に提出されている案件にも一定の保護が与えられた。これにより、制度変更による過度な不確実性が抑制される見込みである。

以上のとおり、英国の系統接続改革は、接続待ち問題という構造的問題に対し、参入規制、成熟度評価、各種計画との整合性確保、契約後の進捗管理を組み合わせた多層的制度設計によって対応したものである。その結果、接続制度は投機的権利確保の場から、政策目標と実行可能性に基づく戦略的資源配分の仕組みへと転換した。

2. 英国の地域別エネルギー計画 (Spatial Energy Plan) とゾーン別容量

英国の系統接続改革の制度的中核を構成するのが、政府が策定した地域別エネルギー計画 (Spatial Energy Plan) である。この計画は、2030年および2035年を目標年次として英国全土を複数のゾーンに区分し、各地域における再生可能エネルギー導入容量の上限を政策的に設定するものである。従来の接続制度が個別案件の申請順や技術的可否に依拠する受動的枠組みであったのに対し、本計画は国家目標を起点として地域別容量を配分するトップダウン型制度である点に特徴がある。

地域別エネルギー計画導入の直接的背景には、再生エネ接続申請の地域偏在がある。特に風況に恵まれ、土地利用の制約が比較的緩やかなスコットランドでは、陸上・洋上風力の申請が集中し、地域の送電網容量を大幅に上回る案件が接続待ちに積み上がった。この状況は、技術的接続可能性と政策目標との間に不整合を生じさせると同時に、将来的なネットワーク増強計画との乖離を拡大させた。業界団体であるScottish Renewablesの関係者が指摘するように、地域ごとの申請量と実際の系統整備計画との間には明確なギャップが存在していたのである。地域別エネルギー計画は、このギャップを制度的に調整し、地

域別導入量を計画的に最適化するための政策手段として位置付けられる。

容量設定は政府主導で行われる。具体的には、Department for Energy Security and Net Zero (DESNZ) が国家の脱炭素目標および需給見通しを踏まえて各ゾーンの導入容量を決定し、技術別（風力・太陽光・水力等）の配分を示す。これに対し、NESOは、接続審査（特にGate 2）において各プロジェクトを当該ゾーンの容量枠と照合し、枠内で最も成熟度（readiness）の高い案件を選定する役割を担う。送電・配電事業者は、その決定に基づき接続工事を実施する。このように、容量配分という政策的判断は政府が担い、技術の評価と運用はNESOが担当するという構造が形成されている。なお、規制面ではOfgemが制度枠組みの承認・監督を行う。

ゾーン区分は単なる行政区分ではなく、複数の要素を統合して設計されている。第一に、再生エネ資源の分布である。スコットランド北部は風況に優れ、陸上・洋上風力の適地が広がる一方、イングランド南部は日射条件が良好で太陽光発電の適地が多い。ウェールズは陸上風力と水力の潜在力を有する。第二に、既存の送電容量および将来の増強計画が考慮される。既存送電線の容量、2030年までに予定されているネットワーク増強プロジェクト、地域間連系線の強化計画などが前提条件となる。第三に、社会的受容性も無視できない要素である。送電線建設や大規模発電所開発に対する地域住民の反応は、実際の実現可能性に直接影響するため、容量設定に間接的に反映される可能性がある。

地域別エネルギー計画は、Gate 2におけるstrategic need評価の基準として機能する。Gate 2では、プロジェクトの成熟度に加え、当該ゾーンの容量枠との整合性が審査対象となる。容量枠が存在することにより、接続権配分は競争的選別メカニズムを帯びる。すなわち、容量枠内では成熟度の高い案件から順に選定され、枠を超過した案件は、たとえ技術的に接続可能であっても接続機会を得られない。この構造は事業者に対し、自地域における競争

状況を踏まえた投資判断を求めることになる。一方で、この競争的枠組みは投機的案件の抑制に寄与し、実現可能性の高いプロジェクトを優先する制度的インセンティブを形成する。

地域別エネルギー計画の政策的意義は、再エネ導入と送電網整備を統合的に計画できる点にある。第一に、容量設定によって将来必要となる送電網増強の規模と地域的優先順位が明確化される。第二に、申請段階での投機的行動が抑制され、実体のある案件が制度的に優遇される。第三に、2030年のクリーンパワー目標に向けて、技術別・地域別の導入量を政策的に誘導することが可能となる。第四に、スコットランドへの過度な集中を回避し、イングランドやウェールズへの分散を促すことで、地域間バランスの調整が図られる。

以上のように、地域別エネルギー計画は英国の系統接続改革における戦略的基盤であり、地域別容量を政策的に設定することによって、再エネ導入と系統整備を同時に管理する制度的枠組みを提供している。ゾーン別容量はGate 2の選別基準として機能し、成熟度の高い案件を優先する競争的環境を創出することで、接続制度の効率性と整合性を高めている。これは、再エネ大量導入期における接続制度の高度化を示す事例として評価できる。

3. 英国の制度を支える文化・政治・産業構造

英国の系統接続改革は、単なる制度設計の変更にとどまるものではない。それは、制度を運用する主体の組織文化、政策を方向づける政治構造、そして成熟した産業基盤の上に成立している。制度改革が実効性を持つためには、形式的な規則だけでなく、それを支える価値観・行動様式・主体間関係の整合性が不可欠である。本章では、英国の改革を可能にした組織文化的・政治的・産業的基盤を分析し、日本との対照を通じてその構造的特徴を明らかにする。

まず第一に重要なのは、系統運用主体の組織文化的変容である。英国の電力系統運用を担う NESO は、

再エネ大量導入を前提とした系統運用の高度化を積極的に推進してきた主体として評価されている。

NESO は、送電会社 National Grid の一部門であったが、エネルギー市場の複雑化と脱炭素化の加速を背景に、英国政府は National Grid から Electricity System Operator (NGESO) を買収し、2024年10月1日に NESO を発足させた。これにより、政府・規制当局・産業から独立した中立的立場で、英国全体のエネルギーシステムを統合的に計画・運用する役割を担うことになった。なお、National Grid は営利企業として、収益性・リスク管理・技術効率を重視する傾向があるのに対し、一方、NESO は政府単独株主の公共法人として、中立性・透明性・説明責任を基盤に、電力・ガス・水素・CCUS を横断した全体最適の計画と制度改革を担う「公共的専門職文化」へと移行した。産業界との協働や合意形成を重視し、国家目標達成に向けた積極的な制度設計が求められる点が大きく異なっている。

NESO の特徴は、電力のみならず、ガス、水素、炭素回収・利用・貯留 (CCUS) といった複数のエネルギーベクターを一体で扱う「クロスベクター型」のシステム運用者である点にある。これにより、発電・需要・系統容量・新技術導入を地域別に統合的に計画する「地域別エネルギー計画 (Spatial Energy Plan)」が可能となり、従来の電力中心の計画から大きく進化した。NESO の職員は公務員ではなく、BBC や Channel 4 と同様の公共法人として運営される。財源は政府が必要に応じて下支えする一方、接続手数料などのコスト回収型収入も持つが、利益追求は行わない。

NESO が中心的役割を果たす政策が「Clean Power 2030」である。新政権は2030年までに電力システムをゼロカーボン化の方針を掲げ、NESO に対して実現可能性と具体的な実行ロードマップの策定を求めた。NESO は専門家・投資家・産業界と協働し、必要な発電構成、系統容量、柔軟性市場、接続制度改革などをまとめた助言書を作成し、政府はこれを基に Clean Power 2030 実行計画を策定した。NESO 自

身が実行するのは接続改革や市場設計など一部であるが、供給網、技能育成、サプライチェーンなど他機関が担う領域も含め、全体像を描くのが NESO の役割である。

特に接続改革（Connections Reform）は NESO の代表的成果である。英国では接続待ち行列が膨張し、2030年どころか2040年代まで接続できない状況が生じていた。NESOは産業界と100回以上のワークグループを重ね、民主的なプロセスでコード改定を行い、Ofgem の承認を得て制度化した。これにより、投機的プロジェクトが排除され、準備が整い、かつ国家計画に必要なプロジェクトから接続される仕組みが整備された。改革は投資家からも歓迎され、英国の電力システムをより予測可能で投資しやすい環境へと導いている。

電力システムシステムの研究者である Prof. Mark O'Malley は、NESO を「世界で最も進歩的な存在の一つ」と評し、その背景として研究コミュニティとの強固な連携を挙げている。特に Imperial College London や、University of Strathclyde をはじめとする学術機関との協働は、再エネ統合に関する高度な分析能力と政策提言能力を制度内部に取り込む基盤となっている。

かつて欧州の系統運用主体は、周波数安定性や供給信頼度を最優先とする保守的文化に支配されていた。しかし英国では、再エネの変動性を「回避すべきリスク」としてではなく、「技術的に解決可能な課題」として捉える姿勢が浸透している。データに基づく意思決定、数理モデルを用いた将来分析、実証実験を通じた制度改善など、技術的合理性を前提とする運用組織文化が形成されている点に特徴がある。このような組織文化的転換は、制度改革を単なる政治的指示ではなく、技術的裏付けを伴う実装可能な政策として成立させる条件となった。これに対し、Prof. O'Malley は自身のヒアリングの経験から日本の系統運用主体は歴史的に極めて保守的な傾向を有してきたと指摘した。再エネ統合に関する議論においても、リスク回避の姿勢が優先され、技術的可能

性の検討よりも制約の強調が前面に出る傾向がある。この組織文化的差異は、制度改革の速度と深度に直接的影響を及ぼす。制度の巧拙以前に、運用主体の価値観と専門性が改革の可否を左右するのである。

第二に、英国の再エネ政策と系統接続改革を支える政治的コンセンサスの存在が挙げられる。エネルギー転換の方向性について、主要政党間で基本的合意が形成されていることは、政策の一貫性と予見可能性を高める。再エネ導入拡大や脱炭素目標は政権交代によって大きく揺らぐことがなく、長期投資を前提とする産業にとって安定した政策環境が確保されている。この安定性は、接続改革や地域別エネルギー計画といった中長期的制度変更を実行する上で不可欠である。政策形成においては、専門家の知見が比較的重視される傾向も顕著である。政治家が技術的助言を受け入れ、規制当局や系統運用主体の分析結果を政策決定に反映させる制度組織文化が存在する。この点は、政治的短期性や既得権益の影響が制度改革を遅延させがちな国と対照的である。政治的合理性と技術的合理性が大きく乖離しないことが、制度改革の持続性を支えている。

第三に、成熟した産業構造と強力な業界団体の存在が重要である。英国では、再エネ産業が競争的市場の中で発展してきた。イギリスの再エネ支援策としてよく知られる差額決済契約（CfD）制度による競争入札は、価格透明性とコスト低減を促進し、市場ルールの明確性を高めている。大手企業と中小企業が共存する多層的産業構造が形成されており、市場支配力の過度な集中は相対的に抑制されている。今回のヒアリング対象となった Scottish Renewables に代表されるような業界団体も、政府、規制当局、NESO との間で調整役を担い、政策形成過程に積極的に関与している。接続改革の設計段階においても、産業界の実務的知見が制度に反映された。政府が目標を提示し、産業界が実現可能性や課題をフィードバックし、NESO が技術的評価を行うという循環的対話構造が確立されている点が特徴である。このような協働文化は、制度を一方的な規制

としてではなく、共同設計の成果として受容させる基盤となる。

以上を総合すると、英国の制度改革は、政府（政策目標の設定）、規制当局（制度監督）、NESO（技術的評価・運用）、産業界（投資・実装）、研究コミュニティ（知識基盤）という複数主体が同一方向を向く「主体間整合性」によって支えられている。この整合性があるからこそ、接続待ち問題の改善や地域別エネルギー計画のような構造的制度変更が実効性を持ち得たのである。

英国の事例は、制度改革が単なるルール変更ではなく、それを支える組織文化的態度、政治的安定性、産業的成熟度の総体として成立することを示している。系統運用主体の進歩的専門組織文化、党派を超えたエネルギー転換への合意、産業界との協働構造、研究コミュニティとの連携、そして主体間の整合的方向性が、英国の制度改革を可能にした基盤である。これらの条件は、日本が直面する組織文化的・政治的・産業的障壁と鮮明な対照を成しており、次章ではその構造的課題を詳細に検討する。

4. 日本の電力システムの構造的課題

日本における再生可能エネルギー導入の停滞は、単純な技術的制約によって説明されるものではない。むしろ制度設計、組織文化、政治構造、産業構造が複合的に作用し、再エネ統合を困難にしている。今回のヒアリングでも Prof. O'Malley は繰り返し、日本の問題は「技術ではなく、制度・経済・組織文化・政治の問題」と指摘した。本章では、英国との比較を軸に、日本の電力システムが抱える構造的課題を整理する。

日本の電力システムの最も顕著な特徴は、地域分断構造である。現在、日本の一般送配電事業者はそれぞれが地域ごとに独立して系統を運用している。歴史的経緯としては地域独占体制の名残であるが、この構造は広域的な最適運用を阻害する要因となっている。東日本と西日本は周波数が異なり、周波数

変換設備による連系容量は限定的である。また、同一周波数内であっても地域間連系線の容量は十分とは言えず、需給調整は依然として地域単位で閉じる傾向が強い。その結果、再エネの出力抑制が地域ごとに発生し、広域的な統合による平準化効果が十分に活用されていない。これは物理的制約というよりも、制度的分断と運用思想の分散に起因する側面が大きい。

さらに、発電と送電の所有分離が不徹底である点も重大な構造問題である。法的分離は実施されたものの、一般送配電事業者は依然として大手電力会社グループの影響を受けやすい構造下にあり、経営的独立性は限定的である。この構造は送電網投資のインセンティブを歪める。既存の火力・原子力発電資産を保有する企業グループにとって、再エネの大量接続は自社発電設備の稼働率低下を意味し得る。その結果、送電網増強への積極性が乏しくなり、接続審査や運用判断において保守的姿勢が強化される可能性がある。また、新規参入事業者にとっては、公平な接続機会が制度上確保されていても、実務上の透明性や迅速性に課題が残る。英国のように送電網運用主体の独立性が高い構造とは対照的である。

系統運用主体の組織文化的特性も重要な要因である。日本の系統運用は、歴史的に供給信頼度の維持を最優先とする極めて保守的な組織文化に支えられてきた。事故回避を最重要視する姿勢自体は合理的であるが、再エネ統合を「解決可能な技術課題」として積極的に取り組むよりも、「不確実性の増大要因」として抑制的に扱う傾向が強い。外部研究者との連携は限定的であり、高度な系統解析や確率論的評価を制度設計に積極的に反映させる体制も十分とは言えない。英国の NESO が大学や研究機関と密接に連携し、進歩的運用組織文化を形成しているのとは顕著な対照をなす。

政治的要因も看過できない。エネルギー政策に関する政治家の専門的理解は必ずしも高いとは言えず、科学的知見に基づく中長期戦略が十分に形成されているとは言えない。政策はしばしば短期的対応にと

どまり，制度改革が断片的に進む傾向がある。また，大手電力会社や関連労働組合は依然として一定の政治的影響力を有しており，抜本的改革が進みにくい構造が存在する。英国のように主要政党間でエネルギー転換の方向性について基本的合意が形成されている状況とは異なり，日本では政策の一貫性が揺らぎやすい。

市場構造の未成熟も重要な課題である。電力小売全面自由化が実施されたものの，卸電力市場や容量市場における競争環境は依然として大手電力の影響力が大きい。価格形成の透明性は限定的であり，再エネの環境価値や系統価値が十分に市場価格に反映されているとは言い難い。競争的入札制度を通じてコスト低減と透明性を確保している英国の差額決済契約制度とは制度的性格が異なる。

以上を総合すると，日本の電力システムは，地域分断構造，発電と送電の実質的一体性，系統運用主体の保守的組織文化，電源構成の偏在，政策形成能力の脆弱性・政策決定過程の構造的弱点，市場の未成熟という複数の要因が相互に関連することによって，再エネ導入を制約している。これらは単一の政策手段で解決可能な問題ではなく，制度・組織文化・政治・産業構造を横断する包括的改革を必要とする。英国の経験が示すように，技術的可能性は存在するが，それを実現するか否かは制度的・組織文化的選択に依存しているのである。

5. 結論

英国における系統接続改革と再生可能エネルギー拡大の経験は，日本の電力システム改革に対して多面的な示唆を与える。ただし重要なのは，英国の制度をそのまま移植することではない。英国の成功は，接続プロセスや地域別エネルギー計画といった制度設計の巧拙だけでなく，それを支える組織文化・政治・産業構造の整合性に依拠している。したがって，日本に求められるのは制度の表層的模倣ではなく，自国の構造的制約を踏まえた制度的・組織文化的転

換である。

第一に，系統計画の一元化と地域別エネルギー計画の容量管理の導入が不可欠である。英国では地域別エネルギー計画を通じて，政府が国家目標から逆算して地域別導入容量を設定し，接続審査と整合させている。技術的評価は NESO が担い，政策的容量設定は政府が行うという明確な役割分担が確立している。この枠組みは，再エネ導入と送電網整備を統合的に管理する機能を果たしている。

日本では，各一般送配電事業者が個別に系統計画を策定しており，広域的整合性が十分とは言えない。広域機関の機能は存在するものの，政策的容量配分まで踏み込んだ一元的計画体系は構築されていない。地域分断構造を克服するためには，全国的視点から再エネ導入量と送電網増強を統合的に設計する仕組みが必要である。ゾーン別容量の設定は，投機的接続申請の抑制，地域間バランスの調整，送電網投資の優先順位付けに寄与する。特に太陽光の地域集中と風力の停滞という電源構成の偏りを是正する観点から，地域別・技術別の容量誘導は有効な政策手段となり得る。

第二に，送電網の独立性確保と所有分離の強化が求められる。英国の制度改革の前提には，送電網運用主体の相対的独立性がある。日本では法的分離が実施されたとはいえ，一般送配電事業者は依然として大手電力会社グループの傘下であり，経営的独立性は限定的である。この構造は送電網投資や接続判断に影響を及ぼし得る。発電と送電の実質的分離を徹底し，送電網運用の中立性を高めることが再エネ接続拡大の前提条件となる。

あわせて，接続プロセスの透明化も不可欠である。英国では Gate 1/Gate 2 の二段階審査により，プロジェクトの成熟度と政策的整合性に基づく選別が制度化されている。日本においても，接続申請の基準を明確化し，事業実現性に基づく選別を行う仕組みを導入することで，停滞案件の蓄積を防ぐことが可能である。さらに，接続契約後の進捗管理を制度化し，一定のマイルストーン未達案件を整理する仕組

みも検討に値する。

第三に、系統運用主体の組織文化改革と専門性強化が重要である。英国の NESO が進歩的運用主体として評価される背景には、研究コミュニティとの緊密な連携と高度な専門性がある。たとえば Imperial College London などの大学との協働は、再エネ統合に関する最新知見を政策と運用に反映させる基盤となっている。技術的課題を「回避すべきリスク」ではなく「解決すべき問題」と捉える組織文化が制度改革を支えている。日本の系統運用においても、大学・研究機関との連携を制度的に強化し、確率論的需給評価や広域最適化モデルの活用を進める必要がある。専門人材の育成と組織文化の転換は短期的には困難であるが、長期的には制度改革の成否を左右する核心的要素である。

第四に、政治的コンセンサスの形成と政策の一貫性確保が不可欠である。英国では主要政党間で脱炭素化と再エネ拡大の方向性が共有されており、政策の継続性が担保されている。これにより、産業界は長期投資を前提とした戦略を構築できる。日本においても、脱炭素化を国家戦略として位置づけ、政党間で基本的方向性を共有することが重要である。加えて、専門家の助言を制度的に政策形成へ組み込む仕組みを整備し、科学的合理性に基づく意思決定を強化する必要がある。

第五に、市場の成熟化と競争環境の整備が求められる。英国では差額決済契約制度を通じて価格透明性と競争性を確保している。日本では卸電力市場の透明性が十分とは言えず、相対取引の比率も高い。市場価格が需給状況や系統価値を適切に反映する環境を整備し、再エネ投資に対する長期的価格安定性を確保する制度設計が必要である。また、新規参入事業者が公平に競争できる条件整備も不可欠である。

総じて言えば、英国の経験が示す最も重要な教訓は、制度改革は単一の技術的措置では成立しないという点である。系統計画の一元化、送電網の独立性確保、接続プロセスの透明化、運用主体の組織文化改革、政治的コンセンサスの形成、市場の成熟化は

相互に関連している。いずれか一つのみを導入しても、構造的制約が残存すれば効果は限定的である。日本が脱炭素化とエネルギー安全保障を両立させるためには、制度の形式的枠組みを超え、それを支える組織文化・政治・産業構造の変革を視野に入れた包括的改革が必要である。英国の事例は、技術的可能性が存在するにもかかわらず制度的制約によって停滞する状況をいかに打破できるかを示す実証例であり、日本にとっては制度設計以上に「制度を支える基盤」の改革が核心的課題であることを示唆している。

謝辞

本研究は JSPS 科研費（基盤研究（C）25K15561）の助成を受けたものです。

参考文献

- Aklin, M., & Urpelainen, J. (2013). *Political competition, path dependence, and the strategy of sustainable energy transitions*. *American Journal of Political Science*, 57(3), 643–658.
- Ela, E., O'Malley, M., et al. (2020). *Active power controls from wind power: Bridging the gaps*. *IEEE Transactions on Power Systems*, 25(2), 1089–1098.
- Geels, F. W. (2014). *Regime resistance against low-carbon transitions: Introducing politics and power into the multi-level perspective*. *Theory, Culture & Society*, 31(5), 21–40.
- IEA. (2017). *Getting Wind and Sun onto the Grid*. International Energy Agency.
- IEA. (2022). *Electricity Market Report 2022*. International Energy Agency.
- Lavrutich, M. Hagspiel, V., Siddiqui, A.S., (2023). *Transmission investment under uncertainty: Reconciling private and public incentives*, *European Journal of Operational Research*, Volume 304, Issue 3, Pages 1167–1188, ISSN 0377-2217, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.04.038>.
- Meckling, J., Kelsey, N., Biber, E., & Zysman, J. (2015).

- Winning coalitions for climate policy*. Science, 349(6253), 1170–1171.
- National Grid ESO, (2023), *Connections Reform Final Recommendations Report*, <https://www.neso.energy/document/298496/download>
- Newbery, D., Pollitt, M.G., Ritz, R.A., Strielkowski, W., (2018). *Market design for a high-renewables European electricity system*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 91, 2018, Pages 695–707, ISSN 1364-0321.
- The Department for Energy Security and Net Zero and Ofgem, (2023), *Connections Action Plan, Speeding up connections to the electricity network across Great Britain*, <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6581730523b70a000d234bb0/connections-action-plan-desnz-ofgem.pdf>
- O'Malley, M. (2005). *A new approach to quantify reserve demand in systems with significant installed wind capacity*, IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS 20(2):587–595
- O'Malley, M. (2026). *The integration imperative in electricity grid transition*. Nat Energy 11, 14–15. <https://doi.org/10.1038/s41560-025-01915-5>
- Pollitt, M. G., & Anaya, K. L. (2020). *Competition, regulation and energy transition in the UK*. Utilities Policy, 67, 101118.
- Schlecht, I., Maurer, C., Hirth, L. (2024). *Financial contracts for differences: The problems with conventional CfDs in electricity markets and how forward contracts can help solve them*, Energy Policy, Volume 186, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.113981>.
- 自然エネルギー財団 (2025)『英国とアイルランドにおける系統用蓄電池事業の現状と課題』https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/REI_Grid-ScaleBatteryStorage_2512GB-IE.pdf
- 橘川武郎 (2012)『電力改革—エネルギー政策の歴史的転換』講談社現代新書
- 安田陽 (2018)『世界の再生可能エネルギーと電力システム 電力システム編』インプレス R&D

Institutional Design of Grid Connection Reform in the Era of Large-Scale Renewable Energy Deployment: Institutional Implications for Japan through an Analysis of Spatial Planning and Connection Reforms in the United Kingdom

SUWA Akiⁱ, UTAGAWA Manabuⁱⁱ, TAKEHAMA Asamiⁱⁱⁱ

Abstract : This study analyzes the United Kingdom's recent Grid Connection Reform and clarifies how its institutional design has supported the rapid expansion of renewable energy. The UK faced severe congestion in its connection queue, caused by speculative applications and insufficient project maturity. In response, the government and the National Energy System Operator introduced a multilayered reform package, including a two-stage assessment process (Gate 1 and Gate 2), stricter entry requirements, queue cleansing, and a milestone-based Queue Management system. A central component of the reform is the Spatial Energy Plan, which allocates zone-specific capacity based on national decarbonization targets for 2030 and 2035. This top-down planning approach transformed connection rights from a first-come, first-served mechanism into a strategic resource allocation tool aligned with national energy policy. The effectiveness of these reforms was supported by the UK's progressive system operator culture, cross-party political consensus on energy transition, and a mature market structure that enables collaboration between government, regulators, and industry. By comparing the UK and Japan, this study highlights structural challenges in Japan's electricity system, including regional fragmentation, insufficient unbundling, conservative operational culture, and limited policy transparency. The paper concludes by outlining key directions for Japanese reform: centralized grid planning, enhanced transparency in connection processes, stronger independence of system operation, improved technical and institutional capacity, and the development of a stable political and market environment to support large-scale renewable integration.

Keywords : Grid Connection Reform; Spatial Energy Planning; Zonal Capacity; Electricity System
Institutional Design; Institutional and Cultural Foundations

i Professor, Faculty of Contemporary Studies, Kyoto Women's University, Fixed-term Part-time lecturer, College of Policy Science, Ritsumeikan University

ii Career Expert, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Sustainability and System Analysis Research Group, Research Institute of Science for Safety and Sustainability

iii Professor, College of Social Sciences, Ritsumeikan University