

# グリッドコードの意義と取り組み

## Significance and Approach for Grid Codes

萩本和彦<sup>\*1</sup>・占部千由<sup>\*2</sup>

### 1. 始めに

グリッドコード特集にあたり、次節より 2. グリッドコードの意義, 3. グリッドコードが満たすべき条件, 4. (我が国と欧米の) グリッドコードの取り組み, 5. 進化するグリッドコードと産業競争力 (グリッドフォーミングインバータとコネクタ&マネージ), 6. これからの展開についてそれぞれ述べる。

### 2. グリッドコードの意義

グリッドコードは、電力システムに接続されたすべての設備が順守すべきルールを包括的に定めたものであり、電力システムにおいて適切な設備形成を確保し、3E+S を満足する電力システムの運用のための規制的手法でもある。IEA によれば<sup>(1)</sup>、グリッドコードとは、「電力システムや市場に接続された資産が遵守しなければならない幅広い一連のルールを網羅した包括的な条件であり、その制定目的は費用対効果と信頼性の高い電力システム運用を支援すること」とされている。

電力システムには、社会活動を支える基盤として安定供給、経済性、環境性そして安全性 (Energy Security, Economy, and Environment + Safety. 以下、3E + S) の確保が求められる。電力自由化により、垂直統合型のビジネス形態から市場化への変化に伴い、発電・小売り、規制部門である送配電、システム運用などそれぞれの分野においてプレイヤーの種類・数共に増加している。こういった状況において 3E + S を維持するためには、時々刻々と変化する需給状況のもとで、需要と供給の同時同量を維持し、交流システムの周波数を一定に保つことが求められる。さらには、落雷による送電線事故、電源の脱落、その他様々な天災による障害の発生時にも、安定かつ経済的なシステム運用を確保し、ブ

ラックアウトなどの極端な事象の発生後も速やかな需給バランスの回復が求められる。このため、電力システムに接続される発電などの諸設備は、管理・制御・運用などにおいて一定の要件を満たすことが求められる。この要件のため、電力システムに接続する設備に要求される技術仕様の体系がグリッドコードである。

グリッドコードは機器・設備の種類や大きさにかかわらず必要になるが、導入される再生可能エネルギーの大きな割合を占める太陽光発電 (以下、PV) や風力発電など、従来の集中型の発電設備より容量が小さく、多くのプレイヤーによる非常に多くの設備導入においても、要件を満たすことを確実なものとするため、グリッドコードの必要性・重要性が増している。すなわち、従来の限られた数の事業者が限られた数のメーカーから設備を調達して運用する場合は、設備に不具合があったとしても個別の対応が可能であった。しかし、対象設備が小さく無数にある場合には、設置して使用を開始した後でそれぞれの改修や機能向上を行うことは、経済性が成り立たず、また多様多種の全ての設備所有者がそれらを実施することは現実的に困難となる。具体的な例として、現状では PV システムの多くは、日射量で決まる最大電力 (でなりの出力) による運転しかできない状態にある。極端な例えをすれば、公道を走る車にブレーキが具備されていないような状況とも言える。PV の導入量の増加に伴い電力システム全体

<sup>\*1</sup> Institute of Industrial Science, the University of Tokyo  
Project Professor  
Komaba 4-6-1, Meguro-ku, Tokyo

<sup>\*1</sup> 東京大学生産技術研究所 特任教授  
東京都目黒区駒場 4-6-1 As210

<sup>\*2</sup> 東京大学生産技術研究所 特任助教

での問題となりつつあるが、設備の所有者側にとっては費用の増加に繋がるため、運転開始後に機能向上を行うことは難しい。日本に限らず世界の多くのPVシステムは、この問題の解決方法が確立されないまま導入進んでいる状況にある。この問題の解決に向け、グリッドコードの取り組みが各国で加速している。

なお、グリッドコードは、広義には、①接続コード (Connection Codes)、②運用コード (Operating Codes)、③計画コード (Planning Codes)、④市場コード (Market Codes) に関するルールで構成されるが、狭義にはグリッドコードが「接続コード」そのものを指す場合もある。接続コードとしてのグリッドコードは、機器メーカーなどが中心となって策定する製品の規格・標準とは異なり、現在そして将来の電力システムの3E+Sを満たすシステム運用に責任を負う機関が制定する規制的なルールと言える。以下、本稿では、接続コードとしてのグリッドコードを中心に述べる。

また、グリッドコードの制度上の位置づけは歴史的な経緯により、国・地域によって異なり、法的に位置づけられている国・地域（豪州、EU、米国の多くの州など）がある一方、系統に接続する発電者のためのガイドライン及び適用可能な規則にとまっている国（ドイツなど）もある。

### 3. グリッドコードが満たすべき条件

#### 3.1 包括性

グリッドコードには、規定される要件に不足があってはならないという「包括性」が求められる。しかし、具体的な要件全てについて、要不要を導入初期に一般的に判断することは容易ではない。

後述する欧州ENTSO-eの発電機の系統連系のグリッドコードである Requirement for Generator (RfG)<sup>(2)</sup> は、発電設備を、接続電圧別にタイプAからタイプDまで分類した上で、同期機、風力発電のように数多くのユニットで構成されるパークモジュール、また更に大規模な洋上パークモジュールを定義し、追加の要件を設定している。要件は、周波数安定化、電圧安定化、ロバスト性、システム復旧、一般システム管理の各領域により規定されている。周波数安定化、電圧安定化は他の多くのグリッドコードにも規定される領域であるが、RfGの場合は周波数の上昇および低下時の応答の詳細など、細かな要件が具体的に記述されている。ロバスト性については、事故時の運転継続機能が各種

の想定される事故に対して規定されている。システム復旧では、外部電源がない状態からのブラックスタート、単独運転、高速な再同期機能が規定されている。最後のシステム管理では、制御方式とその設定、機器・設備を守る保護方式とその設定、制御方式と保護方式の協調、システム運用者との情報交換に加え、様々な運転状態における測定と記録、さらには事前あるいは事後の解析を行うためのシミュレーションモデルが規定されている。

次節の「先見性」とも関係するが、グリッドコードの包括性は、そのときの最善の検討を尽くした上での初版を作成し、電力システムからの要請の変化や技術の進歩にともなう継続的改善により維持・改善するものと考えられる。

#### 3.2 先見性

グリッドコードとして連系される設備に求められる要件は、電力システムの状況により変化する。例えば、2018年秋から九州エリアでは、システム全体での発電出力の余剰による交流周波数の不安定化を回避するために、PVや風力発電の出力制御が行われている。固定価格買取（以下、FIT）制度にはこのような事態も想定して必要に応じてシステム運用者からの指示・信号に基づき起動停止や出力調整を行う必要性が定められているが、実際には多くの設備でそれらを遠隔で実施する機能は備わっていなかった。そのため、これまで実施した出力制御では、多くの設備管理者がそのたびごとに現地に赴いて操作をしなければならなかった。長期的な視点をもって、起動停止や出力調整を遠隔で実施するための設備改造なども実施されているが、設備の設置当初から機能を備えていた場合と比較するとコストの増加が発生している。また、遠隔での出力制御がリアルタイムで実施できない設備では、前日段階の出力予測に基づいて制御量が決定されるため、予測誤差を見込んだ多めの出力制御が必要となり、リアルタイム制御と比較して実際に利用できるPVなどの電力量が少なくなる事態も発生している。

このような事態を回避するために、グリッドコードは、導入される設備の使用期間に基づき可能な限り将来を見通して、その内容を規定することが求められる。設備の連系当初は使用しなくても将来必要となる可能性がある機能については、その具備をグリッドコードで規定し、必要となった段階でその機能を有効化するという実践が重要である。現在進捗しつつある多数の分散型システムの継続的な導入の見通しの下では、先見性を持ったグリッドコードの

規定が、経済的かつ安定な電力システムの形成に不可欠なツールとなる。

### 3.3 技術的中立性

将来についても最善の検討をすることも、将来を完全に予測することはできない。今日の電力システムでは、再生可能エネルギーの大量導入、様々な技術の開発・普及により、多様多種の課題が発生し、各課題に様々な技術を適用した場合の効果も変化する。他方、それぞれの技術の特性あるいは設備の規模によって、対策として経済的に実施できる範囲は異なる。例えば、PV や風力発電で出力を上げる余地（ヘッドルームとも言う）を確保するためには、常時最大出力より少ない出力とするか貯蔵技術を組み合わせることが必要となり、経済的な損失を伴う。また、小規模な設備に複雑な機能あるいは通信インフラを要する機能を求めることは、経済性が成り立たないことが多い。

このような多様な技術の多様な特性を反映して、将来までの対策とそれに対する役割分担を考えて、技術の種別による要件を規定することは困難である。そこで、グリッドコードを技術中立的なものとして、条件を明らかにして予見性を持たせることで、より広い技術範囲での競争を活性化させ、技術の開発と普及を誘引することが、将来に向けての電力需給の 3E + S の向上に不可欠と考えられる。このような理由によって、自由化、市場化を先行して進めてきた欧米の多くの地域での実践において、グリッドコードを技術中立的に構成することが、基本的な共通の考え方となった。

## 4. グリッドコードの取り組み

### 4.1 欧米の取り組み

グリッドコードへの取り組みは、自由化、再生可能エネルギーの導入が先行し、制度整備により時間をかけてきた欧米が先行している。

#### (1) 欧州

欧州共通のグリッドコードである「ネットワークコード」策定の構想は、2009年に設立された ENTSO-e の前進の UTCE<sup>(3)</sup> の時代まで遡る。ネットワークコードは、EU の規制緩和、統一市場創設、そして環境目標に含まれる 2020 年までに再生可能エネルギーを全発電電力量の 20% まで導入するための、欧州各国共通で電力システムの発展を支えるツールとして構想された。欧州委員会による ENTSO-e の 2009 年の設立に併せ、ネットワークコードを所管する規制機関 ACER のもとで、各国共通

のネットワークコードの原案を作成し、欧州議会の承認により、各ネットワークコードの各国導入を支援することとなった<sup>(4)</sup>。

ENTSO-e のネットワークコードは、先に述べたように、系統連系、システム運用、市場運営の 3 分野で構築され、現在取り組みが行われている 8 つのネットワークコードは、いずれも EU の承認を受けて発効し、各国で導入が進められている。系統連系分野には先に述べた RfG のほか、直流送電に関する High Voltage Direct Current Connections (HVDC)、デマンドレスポンスを行う需要に関する Demand Connection Code (DCC) がある<sup>(5)</sup>。(図 1)

#### Connection

- Requirements for Generators
- High Voltage Direct Current Connections
- Demand Connection Code

#### Operations

- Emergency and Restoration
- Operations

#### Market

- Electricity Balancing
- Capacity Allocation & Congestion Management
- Forward Capacity Allocation

図 1 European Network Code – the code families  
(source: [https://www.entsoe.eu/network\\_codes/](https://www.entsoe.eu/network_codes/))

このうち、RfG は 2016 年に EU の規制として発効し、各国で導入が進められている。全てのネットワークコードの導入にあたっては、特定の分野の検討を行う Technical Groups が設置され、また導入過程でのそれぞれの段階で確定した対応の内容は Implementation Guideline Document<sup>(6)</sup> (IGD) として公表され、各国の導入状況は ENTSO-e の各グリッドコード別のサイトで確認することができる。

#### (2) 米国

米国の電気事業の規制は、Public Utility Commission などによる各州の規制機関と、州を跨ぐ連邦規制機関の FERC<sup>(7)</sup> の二重の構造となっており、グリッドコードの制定はこれらの機関が担っている。

FERC によるグリッドコードは、大容量あるいは小容量の発電機の連系手続 LGIP/A<sup>(8)</sup>、SGIP/A<sup>(9)</sup> などに規定される。LGIP、SGIP は、FERC の決定である随時の“Order”により改訂される。2018 年の Order No.841<sup>(10)</sup> では、それまで各 ISO/RTO で統一されていなかったバッテリーなどの貯蔵技術の取り扱いに関する FERC が所管する ISO/RTO の間



での共通化と、市場取引の最小単位の 100kW への引き下げが定められた。同年の Order NO.842<sup>(11)</sup>では、新規の系統連系設備に Primary Frequency Response 機能が、新たな支払いや補償なしに義務付けられた。原子力や熱併給発電 (CHP) などは対象から除かれ、バッテリーや需要などは別途検討とされるが、PV や風力発電など、インバータ連系の設備など、同期機ではなく従来は対象とならなかった発電種別も新たな技術を前提として含まれることとなった。また、連系の新たな要件に関しても、インバータ連系の PV や風力発電について、検討している<sup>(12)</sup>。

州によるグリッドコードの代表例としては、カリフォルニア州 CPUC<sup>(13)</sup>による Rule 21<sup>(14)</sup>、ハワイ州の Hawaiian Electric による Rule 14H<sup>(15)</sup>がある。双方とも配電網あるいは住宅などの需要側に設置される PV など配電網に接続される小規模な分散資源を主な対象としていることが特徴である。

なお、これらの FERC、各州の PUC、EC の政策判断は、事業者、大学および研究機関、ISO/RTO (自由化された電力市場 / システム運営者)、電力会社、メーカー、信頼度維持の施策を担当する NERC などが参加する公開の議論で決定されることが特徴であり、変化の速い電力システムの規制の迅速かつ効果的な対応に効果を上げていると考えられる。

#### 4.2 我が国の取り組み

我が国のグリッドコードの既存の体系を図 2 に示す。資源エネルギー庁による「電力品質確保に係る連系技術要件ガイドライン」と日本電気協会による「系統連系規定」による統一的な方針指標の提示のもとで、電気事業法の認可対象となる電力広域的推進機関 (OCCTO) の「送配電等業務指針」で作成・公表が求められ、各一般送配電事業者による「系統連系技術要件」が作成され、各社の「系統アクセスルール」に沿った運用が行われる。

先に述べた再生可能エネルギーの大量導入の状況を踏まえ、2018 年 5 月の「再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会」の中間整理<sup>(16)</sup>では、「自然変動再エネや火力発電等が具備すべき調整機能を特定し、その具体化に向けて以下の通り検討を進める」こととされた。

- ・風力発電のグリッドコード整備については、スピード感をもって成案化を進め、まずは全国大で適用可能な要件の早期ルール化・適用開始を目指す。(1～2 年程度でルール化 / 2021 年度以降順次導入)

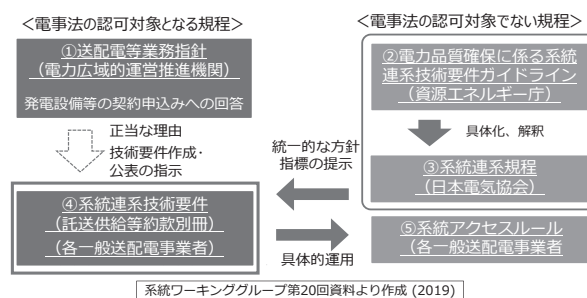


図 2 日本のグリッドコードの既存の体系

- ・火力発電及びバイオマス発電については、調整における「柔軟性」を確保するため、先行して協議が行われている九州・四国に限らず、全国大で、最低出力や出力変化速度などの要件について具体的な検討を進める。
- ・太陽光発電など他の電源のグリッドコードについても、並行して検討を進める。

2019 年 10 月の系統ワーキンググループ<sup>(17)</sup>では、上記の 3 項目の検討状況として、風力発電については、新規電源・将来のリプレース電源を対象とした風力発電の出力変動緩和対策等について、まずは全国大で早期に適用可能な要件として、出力変化速度、出力変化量としてカットイン・カットアウト、発電設備の出力を調定率に応じて自動的に抑制する要件を定め、2020 年春の託送供給等約款の変更認可に向け各一般送配電事業者が手続きに向けた準備を進めることとした。「火力とバイオマスについては、発電設備本体に追加コストを要しない仕様であり、現時点で過度な負担を回避するとして、火力については 100MW 以上を対象とした」周波数調整機能の要件化の検討状況が報告された。PV については、欧州、米国のグリッドコードの内容と現行の PV 設備の技術要件の比較に基づき、今後追加して制定すべき項目案が提示され、「スケジュール感を持って継続検討する」こととなった。

我が国においては、先行している海外の多くのグリッドコードの事例を最大限活用し、先に述べた、包括性、先見性、技術的中立性の高いグリッドコードの策定を急ぎ、その後は継続的に改善を行う必要がある。現在の FIT 制度のもとで、十分な機能を具備する以前に設備形成されている状況に対して、早期にグリッドコードを策定し、新たに接続される設備の導入などに適用し、PV や風力発電の出力制御の実施の課題などシステム全体の運用の障害を取り除くことが、再生可能エネルギーの持続的な導入拡大の鍵となる。

## 5. 進化するグリッドコードと産業競争力

### 5.1 グリッドフォーミングインバータ

近年、低炭素社会の実現の究極の形として、「再生可能エネルギー 100%（以下、RE100%）」を扱う検討・議論などが盛んになっている。しかし、RE100%に到達以前でも、パワーエレクトロニクス技術に基づくインバータによる連系のため同期化力を持たないPVや風力発電といった非同期機の大量導入により、電力システムにおける同期機の運転量が減少し、ひいては電力システムの運用・管理上の様々な課題を引き起こす。この同期機の運転量の減少による課題の詳細な内容は別稿に譲るが、この課題の解決のために、現在、様々な技術開発が行われている。

グリッドフォーミングインバータは、その課題解決のため、現在、海外において研究開発が集中的に行われている技術である。従来の系統連系のインバータは、連系点の電圧位相を検出して、それを基準に出力を決定するグリッドフォローインバータである。これに対し、グリッドフォーミングインバータは、同期機の内部誘起電圧が仮想的な慣性と有効電力の入出力により回転するなどのロジックを備えた制御系を持つ。グリッドフォーミングインバータの実用化に向けては、送電線事故や電源脱落などのシステム状況の急変時に、同期機に類似した交流システムの安定化効果を実現しつつ、インバータ自体の過電流保護を行うという、相反する特性を経済的に実現することが求められる。

英国では、2019年には、一つの風力発電所内の23台の風力発電機のインバータをグリッドフォーミング型に改造して数週間の実証試験を実施したことが報告されている<sup>(18)</sup>。

グリッドフォーミングインバータに関しては、インバータに求める機能と、その機能を機器として実現する方法の両面からの技術研究開発が進められている。また、先に述べた欧州のENTSO-eや各国のTSO、米国の規制機関であるNERCやFERCも活発な検討を行なっている<sup>(19)</sup>。これらの技術の研究開発、制度設計、さらには製品開発の結果に基づき、今後は系統連系用インバータの特性を活用できるグリッドコードの改訂が期待される。

### 5.2 コネクト&マネージ

国内外において、自由化と再生可能エネルギーの大量導入による従来型、および分散型の発電の接続申込の増加により、エリア間の連系線に加え、エリ

ア内の送電網、配電網においても、それらの容量を超えた潮流が想定され、接続申込を受理できない状況が見られる。日本では、千葉方面における電源設備のアクセス申込み状況と基幹系統の混雑状況がエリアの電力会社から報告された<sup>(20)</sup>。この報告では、出力が変動する再生可能エネルギー導入において既存の送配電網を活用するためには、それらの容量制限の中で出力を制御して運用することが効果的であるとされ、現在その対応が検討されている。エリア内の送配電網の最大活用に向けては、有効電力の潮流による混雑回避のための多数のPVを含む出力制御を確実に実施する運用とそれに対応できるPVなどの発電側の機能が必要となる。また大量の再生可能エネルギーあるいは多数の分散型のシステムの導入により、さらに新たな課題が発生し、その解決策が必要となる場合もある。将来の課題と対策を先取りすることができれば、それをグリッドコードに反映し、早期に設備形成に反映することが可能となる。

以上で述べたように、グリッドコードは新たな課題の解決に向け、進化する必要がある。この新たな課題と解決策を予見できれば、これに対応できる機器とその制御方式、システム運用の技術とを先駆けて開発することにより、技術の高度化を加速することができる。このように、高い先見性によりグリッドコードを検討することは、産業競争力を向上することにも繋がる。

## 6. これからの展開

これまで、発電に関するグリッドコードについて述べてきた。しかし、これからのグリッドコードの策定を考える対象として、需要の分野も重要となる。

低炭素化に加え社会の新たな要求に応えるために電力システムに現在起こりつつある潮流は、デジタル技術を背景とした更なる電化、分散化である。電化については、モビリティ、温冷熱供給、多様な産業需要を始めとした、化石燃料の直接燃焼を利用した分野を中心に電化が進み、省エネルギーと電力供給の低炭素化の相乗効果でエネルギー全体での低炭素化が進むと考えられる。PVと風力発電などの分散化された電源、新たな需要技術や分散型のエネルギー貯蔵技術は、需要全体を、従来の受動的なものから管理・制御可能な能動的なものに変化させ、これによりPVや風力発電の大量導入時の課題解決に大きく貢献することが期待される。電力システム運用は、電源と送配電網を中心にした従来の一方向型

の運用から、需要側の発電、需要、エネルギー貯蔵などの分散型資源を活用する双方向型に進化すると考えられる。PV、風力発電などの電源、ヒートポンプによる暖冷房、給湯機、バッテリーなどについて、システムに連系するインバータの有効電力・無効電力の高い制御性により、柔軟な電力の使用や多様なシステムサービスの提供が期待される。柔軟な電力の使用としては、現在海外でも注目されている再生可能エネルギー発電の出力変動と連動したダイナミックな小売料金への対応が考えられる。システムサービスとしては、送電レベルでは、エリア全体の需給バランス、送電網の混雑管理、電圧管理に、配電レベルでは電圧・潮流の管理・制御に貢献し、電力システムの3E+Sの維持向上に貢献することが期待される。

そして、このような機能の高い需要を導入・普及するためには、包括性と先見性を備え、多様な需要の技術の特性を活用し、利用者の利便性向上を引き出す、技術中立的な需要技術のグリッドコードが大きな役割を果たすと考えられる。

本稿では、接続コードとしての狭義のグリッドコードを中心に、その意義と満たすべき条件、国内外の取り組みについて述べ、グリッドコードの策定により電力システムの適切な設備形成と運用を行い電力システムの3E+Sの維持向上に貢献し、先見性のあるグリッドコードの策定が産業競争力の向上に繋がることを述べた。

我が国における本格的なグリッドコードの導入はこれからである。グリッドコードの意義ともたらず価値について、より深く理解することで、策定されるグリッドコードが我が国の将来に大きな価値をもたらすことが期待される。

## 7. 参考文献

- 1) International Energy Agency: System Integration of Renewables-An update on Best Practice (2018)  
<https://webstore.iea.org/insights-series-2018-system-integration-of-renewables>  
邦訳 [https://www.nedo.go.jp/library/system\\_integration\\_of\\_renewables.html](https://www.nedo.go.jp/library/system_integration_of_renewables.html)
- 2) ENTSO-e: Requirement for Generator  
[https://www.entsoe.eu/network\\_codes/rfg/](https://www.entsoe.eu/network_codes/rfg/)
- 3) Union for the Coordination of the Transmission of Electricity (UCTE)  
<https://docstore.entsoe.eu/news-events/former-associations/ucte/Pages/default.aspx>
- 4) REGULATION (EC) No 714/2009 on conditions for access to the network for cross-border exchanges in electricity  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32009R0714>
- 5) ENTSO-e: European Network Code  
[https://www.entsoe.eu/network\\_codes/](https://www.entsoe.eu/network_codes/)
- 6) ENTWO-e: RFG - implementation guidance documents  
<https://docs.entsoe.eu/dataset/rfg-ids>
- 7) FERC-Federal Energy Regulatory Commission  
<https://www.ferc.gov/>
- 8) FERC: Standard Interconnection Agreements & Procedures for Large Generators  
<https://www.ferc.gov/industries/electric/industryact/gi/stnd-gen.asp>
- 9) Standard Interconnection Agreements & Procedures for Small Generators  
<https://www.ferc.gov/industries/electric/industryact/gi/small-gen.asp>
- 10) FERC: Order No. 841 Electric Storage Participation (2018)
- 11) FERC: Order No. 842 Essential Reliability Services and the Evolving Bulk-Power System-Primary Frequency Response (2018)  
<https://www.ferc.gov/whats-new/comm-meet/2018/021518/E-2.pdf>
- 12) FERC: Standard Interconnection Agreements for Wind Energy and Other Alternative Technologies  
<https://www.ferc.gov/industries/electric/industryact/gi/wind.asp>
- 13) California Public Utilities Commission  
<https://www.cpuc.ca.gov/>
- 14) CPUC: Rule 21 Interconnection  
<https://www.cpuc.ca.gov/Rule21/>
- 15) Hawaiian Electric: Generate Your Own Power  
<https://www.hawaiianelectric.com/products-and-services/customer-renewable-programs/generate-your-own-power>
- 16) 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会中間整理 (2018)  
<https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/data/20180522001.html>



- 17) 第23回系統ワーキンググループ  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene\\_shinene/shin\\_energy/keito\\_wg/023.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/shin_energy/keito_wg/023.html)
- 18) A. Roscoe et. al.: Practical Experience of Operating a Grid Forming Wind Park and its Response to System Events, Wind Integration Workshop Session 4A-3 (2019)
- 19) 荻本和彦, 岩船由美子, 占部千由, João Gari da Silva Fonseca Júnior, 東 仁, 磯永 彰: 2050年のエネルギー需給: 同期機の運用容量減少の影響と対策, エネルギー資源学会 エネルギー経済環境コンファレンス講演論文集 15-5 (2020 予定)
- 20) 第22回系統ワーキンググループ資料6  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene\\_shinene/shin\\_energy/keito\\_wg/022.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/shin_energy/keito_wg/022.html)

#### 著者略歴



荻本和彦 (おぎもと かずひこ)  
 東京大学生産技術研究所特任教授  
 1979年 東京大学工学部卒業後, 電源開発株式会社入社. 2008年より現職.  
 エネルギーシステムインテグレーションとして, エネルギー技術戦略, 物質・エネルギー需給解析・評価, 動的エネルギー需給解析・評価, 集中/分散のエネルギーマネジメントと再生可能エネルギー導入, エネルギーシステムの診断・評価とリスクアセスメントなどの研究に取り組む.



占部千由 (うらべ ちより)  
 東京大学生産技術研究所 特任助教  
 2006年京都大学大学院人間・環境学研究科博士後期課程修了 (博士 (人間・環境学)).

京都大学, 大阪大学, 明治大学の研究員等を経て, 2013年より現職. 現在は風力発電出力の変動特性解析および出力変動抑制制御等, エネルギーシステムインテグレーションに関する研究を行っている.