

2020年7月27日  
株式会社インプレスR&D  
<https://nextpublishing.jp/>

「電力市場」とは、どのようなもので、どう機能するのか？  
『世界の再生可能エネルギーと電力システム 電力市場編』発行  
電力市場の基本理論の理解に最適の書！

インプレスグループで電子出版事業を手がける株式会社インプレス R&D は、『世界の再生可能エネルギーと電力システム 電力市場編』(著者:安田 陽)を発行いたします。

『世界の再生可能エネルギーと電力システム 電力市場編』

<https://nextpublishing.jp/isbn/9784844379003>



著者:安田 陽

小売希望価格:電子書籍版 1200 円(税別)／印刷書籍版 1500 円(税別)

電子書籍版フォーマット:EPUB3／Kindle Format8

印刷書籍版仕様:A5 判／モノクロ／本文 178 ページ

ISBN:978-4-8443-7900-3

発行:インプレス R&D

<< 発行主旨・内容紹介 >>

3.11 以降、日本国内では再生可能エネルギーへの注目が高まり、導入も進んでいます。しかし、その歩みは遅く、導入目標も高くはありません。欧米や他の国々では、風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーの本格的な導入が始まっていることと比較すると日本国内は特殊な状況にあります。

このシリーズでは、再生可能エネルギーと電力システムの状況、将来予測、コスト&便益、社会受容性と電力情報(停電やコスト、将来計画、データ公開と透明性)について、図表を豊富に用いて網羅的に比較分析していきます。再生可能エネルギーと電力システムをめぐる世界と日本国内の状況の違い、その状況の違いを生みだしている誤った認識とあるべき姿について、しっかりと科学的に論じていきます。

シリーズ 5 冊目の本書では、電力市場を取り上げます。欧米では電力自由化が進み、各国・各地域で電力市場が形成されています。そして電力市場での取引引き、メカニズムによって再生可能エネルギーの普及が進んでいます。日本でも一般社団法人 日本卸電力取引所(JEPX)が設立され取引が始まっていますが、

欧米に比べ市場取引が活発とは言えません。

この本では電力市場の基本、その仕組みについて紹介し、日本と欧米の比較も行います。  
(本書は、次世代出版メソッド「NextPublishing」を使用し、出版されています。)

## 「第1章 電力市場そもそも」より

### 1.2 なぜ「電力市場」が必要なのか？

さて、電力市場は単純に「電力を取引する市場」のことを指しますが、そもそも何のためにわざわざ「電力の取引」の場を作らなければならないのでしょうか？ そもそも「電力の取引」とは、これまで電力会社が行っていたこととどう違うのでしょうか？

この疑問に答えるためには、**電力自由化 electricity deregulation**と**発送電分離 unbundling**についての復習が必要です。電力自由化と発送電分離については本シリーズ「電力システム編」第2章で取り上げましたが、本書でも簡単にさらします。

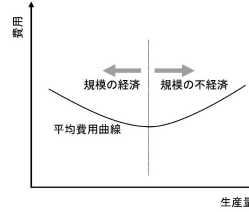
#### 電力自由化と電力市場

まず前者の電力自由化ですが、これは従来、地域独占が許され強い**規制 regulation**部門であった電力事業を**規制緩和 deregulation**することを意味しています。自由化と規制緩和は英語に訳すと共にderegulationです（regulationに反意語を表す接頭辞 de- が付いたもの）。日本は資本主義を採用しており、「独占禁止法」などからもイメージできる通り**独占 monopoly**は市場の失敗の原因の一つでもあるので（「経済・政策編」第2章参照）、市場経済では本来「よくないこと」のはずですが、なぜ電力の分野ではこれまで地域独占が許されてきたのでしょうか。

それは、電力の分野では**規模の経済 economics of scale**があるからだと考えられてきたからです。一般に、生産量を増やすほど生産コスト（平均費用）が下がる場合に規模の経済が存在すると言われ、その逆に生産量を増やすほど生産コスト（平均費用）が上がる場合に規模の不

経済が存在すると表現されます（図1-2-1）。

図1-2-1 規模の経済と規模の不経済



送電線や巨大な発電所のような設備は巨額の初期費用（固定費）がかかりますが、一度そのような設備を持てば、それ以降は、可変費（燃料費や人件費、保守管理費）は固定費に比べ比較的小さいため、生産量を増やせば増やすほど平均費用も下がっていきます（図の左側部分）。規模の経済が存在すると、新規参入者がこれから送電線や巨大発電所を建設しようとしても既存企業には価格（平均費用）の点で太刀打ちできず、新規参入がますます困難になり、既に設備を持っている企業がますます有利になります。このように、規模の経済は放っておくと市場占有率（シェア）が大きな企業とそのシェアをますます伸ばし、シェアの小さな企業はますますシェアを縮小し、最終的には独占になってしまいます。このことを**自然独占 natural monopoly**といいます。

独占があると、生産量が過小に抑制されたり費用節約の動機がなくなる可能性があるなどの弊害が発生します。そこで、独占がある場合、政府が市場に介入することになります。政府の介入の方法は基本的に、

- ・ 国有化
- ・ 価格規制または料金規制

## 「第2章 電力市場の世界:新旧比較から見えること」より

### 2.7 ベースロード電源 vs メリットオーダー

「再エネは不安定だ！」という主張があり、そのような主張が必ずしも科学技術的知見に基づかないということは、既に本シリーズ「系統連系編」で明らかにしていますが、もしかしたら多くの人がそのような主張に陥ってしまう発想の根拠にあるのは「安定電源」なるものへの幻想かもしれません。幻想の「安定電源」の最たるものは、おそらく常に一定出力する「ベースロード電源」だと言えるでしょう。

本節では、このベースロード電源の神話について、電力市場の観点から考察します。

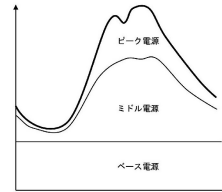
#### 古典としてのベースロード

図2-7-1は日負荷曲線のなかでベース・ミドル・ピーク電源の位置付けを表したものです。この図はとても有名で、多くの電力会社のウェブページでも分かりやすく紹介されていますし、筆者が以前の大学で教えていた電気系の専門講義でも電力の基礎中の基礎としてこの図を提示していました。温故知新。古典を学ぶことは大事です。

ベース・ミドル・ピークという電源の分類とその名称は、多くの書籍や資料にも掲載されており、例えば政府が数年ごとに公表する「エネルギー基本計画」では、以下のように説明されています[2.7.1]。

- ・ 発電（運転）コストが、低廉で、安定的に発電することができ、昼夜を問わず継続的に稼働できる電源となる「**ベースロード電源**」

図2-7-1 ベース・ミドル・ピーク電源の模式図



として、地熱、一般水力（流れ込み式）、原子力、石炭。

- ・ 発電（運転）コストがベースロード電源の次に安価で、電力需要の動向に応じて、出力を機動的に調整できる電源となる「**ミドル電源**」として、天然ガスなど。
- ・ 発電（運転）コストは高いが、電力需要の動向に応じて、出力を機動的に調整できる電源となる「**ピーク電源**」として、石油、揚水式水力など。

ちなみに同じようなものを指す言葉が他の文献でどのように定義・説明されているかを比較してみると興味深い差異が浮かんできます。

学術的な定義としては、22節でも登場した電気学会の技術報告書「給電用語の解説」[2.3.1]をここで再度紐解くと、以下のように定義されています。なお、ここでは「電源」でなく「供給力」という用語が用いられていますが、これは電力工学上は具体的な電源（発電所）でなく、発電できる能力が重視されるからだと考えられます。

- ・ **ベース供給力** 負荷曲線のベース部分を受け持ち、長時間継続して運転を行う供給力をいう。一般的には、流込式水力、原子力、石炭火力などをいう。
- ・ **ミドル供給力** 一日の中の、時間的に大きな需要変動に対応した調

## 「第3章 世界の電力市場：欧州・北米との比較から見えること」より

### 3.1 「欧州型」と「北米型」の市場設計の違い

第2章の議論は、主に欧州の電力市場を紹介しながら、電力市場がない時代とある時代の新旧比較を行ってきました。一方、もう一つの巨大電力消費エリアであり電力市場が発達している北米に目を転じると、その設計思想や運用形態は欧州のそれとはだいぶ違っています。

グローバルなレベルと俯瞰的な視点で日本の将来の電力システムや電力市場のあるべき姿を論じるため、本章では1.3節後半で短く紹介した「欧州型」と「北米型」の市場構造の比較をさらに深掘りしていきます。比較検討して見えてくる両エリアの電力システムおよび電力市場の設計思想を吟味しながら、日本が今後進めるべき市場設計への示唆を探ります。

#### 欧州と北米の電力システムを比較すると

欧州と北米の電力システムおよび電力市場の特徴を項目ごとに比較すると、表3-1-1のようにまとめることができます。表を一瞥すると、各評価項目が一対一対応しているわけではなく、互い違いになっている部分があることに気付きます。この点は、欧州と北米の比較を行う上で留意が必要です。

発送電分離については本シリーズ「電力システム編」2.1節で詳しく述べましたが、欧州では所有権分離が行われ、系統運用は発電事業者や小売事業者とは資本関係のない中立な会社である**送電系統運用者 TSO: Transmission System Operator**が担っています（一部例外あり）。TSOは送電設備を自社設備として所有し、運用しています。一方、北米

表3-1-1 「欧州型」と「北米型」の電力システム/市場設計の比較

欧州型	評価項目	北米型
主に所有権分離	発送電分離	主に機能分離 (発送電分離している州もある)
送電系統運用者 (TSO)	信頼度評価	地域信頼度協議会
民間 (TSOが株主の場合も)	系統運用者	独立系統運用機関 (ISO)
分散型市場	市場運営者	地域系統運用機関 (ISO)
スポット市場・時間前市場 → 卸売市場	閉鎖市場	スポット市場・リアルタイム市場
ゾーン制	市場価格	ノード制
郵便切手方式 → 送電 (re-dispatch)	送電料金	地点別限界料金 (LMP)
	送電経路	

の発送電分離は機能分離という方法で、送電設備は民間の電気事業者が所有するものの、運用権は独立した非営利団体(NGO)である**独立系統運用機関 ISO: Independent System Operator**もしくは**地域系統運用機関 RTO: Regional Transmission Operator**に委ねられています (ISOとRTOの違いは、州内組織か州際組織かの違い)。北米では発送電分離や電力自由化が行われていない州や地域も残されています。

欧州のTSOと北米のISO/RTOの違いは、単に送電設備が自社保有かどうかという違いだけではありません。例えば、供給支障や停電に関する評価は**信頼度評価 reliability assessment**と言われますが（「電力システム編」3.3節および「系統連系編」3.6節で登場した**アデクシー adequacy**も信頼度評価のうちの重要な一つです）、これは表3-1-1に見る通り、欧州と北米で大きく異なります。欧州では系統運用に責務を持つTSO自身が信頼度評価を行う義務を負いますが、北米ではISO/RTOとは異なる組織である**地域信頼度協議会 Regional Reliability Council**が信頼度評価を行います。

#### 欧州と北米の電力市場を比較すると

スポット市場（および時間前市場）の運用については、欧州では例えば欧州卸電力取引所EPEX SPOTやノルドプール Nord Pool ASなどと

## 「第3章 世界の電力市場：欧州・北米との比較から見えること」より

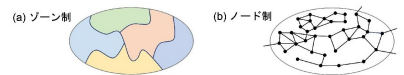
### 3.4 ゾーン制とノード制（郵便切手方式と地点別限界料金）

前節において、分散型市場と強制プール制の設計思想の違いを紹介した際に、前者が「送電ネットワーク制約の管理を分離する」のに対して、後者が「送電混雑を考慮に入れている」としていることを指摘しました。つまり、この違いは単に市場設計の問題だけでなく、電力システムの系統運用に密接に関わります。また、3.1節の表3-1-1にもあるように、欧州は**ゾーン制 zonal system**、北米は**ノード制 nodal system**という市場価格の違いにも関連します。

#### 欧州はゾーン制、北米はノード制

ゾーン制とノード制の違いを図3-4-1に示します。現時点ではこの図の直感的イメージで違いを認識するだけでOKです。

図3-4-1 ゾーン制とノード制



まず、欧州のゾーン制の方から先に説明しましょう。なぜなら、このゾーン制は日本も採用しており、日本の読者にとっても馴染みが深く直感的に理解しやすいからです。欧州の送電会社の連盟であるENTSO-Eでは、図3-4-2に示すような**入札ゾーン bidding zone**が定められています。図を注意深く見ると分かる通り、フランスやスペインのように1

国で1ゾーンの国もあれば、ドイツ・オーストリア・ルクセンブルクのように複数の国で1つのゾーンを形成している地域や、その反対にノルウェーやスウェーデン、イタリアのように1国で複数のゾーンを持つ国もあります。

日本のゾーン制は、旧電力会社の管轄エリア、すなわち2020年4月からは発送電分離して一般送配電事業者の管轄エリアがそのまま入札ゾーンになります。

図3-4-2 欧州のゾーン制



#### 欧州のゾーン制の問題点

理想的には、あるゾーン間をつなぐ流通設備（連系線）に物理的な制約がなければ（すなわち送電線の容量が無限度であれば）、ゾーン間のスポット市場価格の値差はゼロになります。これは広域メリットオーダー

## << 目次 >>

はじめに

第1章 電力市場そもそも論

- 1.1 なぜ「市場」が必要なのか？
- 1.2 なぜ「電力市場」が必要なのか？
- 1.3 さまざまな電力市場

## 第2章 電力市場の世界：新旧比較から見えること

- 2.1 30分同時同量制度 vs 計画値同時同量制度
- 2.2 使用権契約 vs 確定数量契約
- 2.3 給電指令 vs ディスパッチ
- 2.4 中央給電指令所 vs 需給調整責任会社(BRP)
- 2.5 需給調整市場 vs 時間前市場(当日市場)
- 2.6 固定価格買取制度(FIT) vs フィードイン・プレミアム(FIP)
- 2.7 ベースロード電源 vs メリットオーダー

## 第3章 世界の電力市場：欧州・北米との比較から見えること

- 3.1 「欧州型」と「北米型」の市場設計の違い
- 3.2 需給調整市場とリアルタイム市場
- 3.3 分散型市場と強制プール制
- 3.4 ゾーン制とノード制(郵便切手方式と地点別限界料金)
- 3.5 欧米比較と日本への示唆

おわりに(本シリーズを締めくくるにあたって)

参考文献

著者紹介

### << 著者紹介 >>

安田 陽(やすだ よう)

京都大学大学院 経済学研究科 特任教授

1989年3月、横浜国立大学工学部卒業。1994年3月、同大学大学院博士課程後期課程修了。博士(工学)。同年4月、関西大学工学部(現システム理工学部)助手。専任講師、助教授、准教授を経て、2016年9月よりエネルギー戦略研究所株式会社 取締役研究部長。京都大学大学院 経済学研究科 再生可能エネルギー経済学講座 特任教授。

現在の専門分野は風力発電の耐雷設計および系統連系問題。技術的問題だけでなく経済や政策を含めた学際的なアプローチによる問題解決を目指している。現在、日本風力エネルギー学会理事。IEA Wind Task25(風力発電大量導入)、IEC/TC88/MT24(風車耐雷)などの国際委員会メンバー。

主な著作として「世界の再生可能エネルギーと電力システム 系統連系編」、「世界の再生可能エネルギーと電力システム 経済・政策編」、「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」、「世界の再生可能エネルギーと電力システム 風力発電編」、「送電線は行列のできるガラガラのそば屋さん?」、「再生可能エネルギーのメンテナンスとリスクマネジメント」(インプレス R&D)、「日本の知らない風力発電の実力」(オーム社)、翻訳書(共訳)として「再生可能エネルギーと固定価格買取制度(FIT) グリーン経済への架け橋」(京都大学学術出版会)、「洋上風力発電」(鹿島出版会)、「風力発電導入のための電力系統工学」(オーム社)など。

### << 販売ストア >>

電子書籍：

Amazon Kindle ストア、楽天 kobo イーブックストア、Apple Books、紀伊國屋書店 Kinoppy、Google Play Store、honto 電子書籍ストア、Sony Reader Store、BookLive!、BOOK☆WALKER

印刷書籍：

Amazon.co.jp、三省堂書店オンデマンド、honto ネットストア、楽天ブックス

※ 各ストアでの販売は準備が整いしだい開始されます。

※ 全国の一般書店からもご注文いただけます。

**【インプレス R&D】** <https://nextpublishing.jp/>

株式会社インプレス R&D(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:井芹昌信)は、デジタルファーストの次世代型電子出版プラットフォーム「NextPublishing」を運営する企業です。また自らも、NextPublishing を使った「インターネット白書」の出版など IT 関連メディア事業を展開しています。

※NextPublishing は、インプレス R&D が開発した電子出版プラットフォーム(またはメソッド)の名称です。電子書籍と印刷書籍の同時制作、プリント・オンデマンド(POD)による品切れ解消などの伝統的出版の課題を解決しています。これにより、伝統的出版では経済的に困難な多品種少部数の出版を可能にし、優秀な個人や組織が持つ多様な知の流通を目指しています。

**【インプレスグループ】** <https://www.impressholdings.com/>

株式会社インプレスホールディングス(本社:東京都千代田区、代表取締役:松本大輔、証券コード:東証1部 9479)を持株会社とするメディアグループ。「IT」「音楽」「デザイン」「山岳・自然」「モバイルサービス」「学術・理工学」「旅・鉄道」を主要テーマに専門性の高いメディア&サービスおよびソリューション事業を展開しています。さらに、コンテンツビジネスのプラットフォーム開発・運営も手がけています。

**【お問い合わせ先】**

株式会社インプレス R&D NextPublishing センター

TEL 03-6837-4820

電子メール: [np-info@impress.co.jp](mailto:np-info@impress.co.jp)