

報道各位

2019年2月1日

株式会社インプレスR&D

<https://nextpublishing.jp/>

再エネ普及の鍵は「制度設計」にある！

## 『世界の再生可能エネルギーと電力システム 経済・政策編』発行

火力発電の外部コスト、再エネの便益、FITの動向などを解説

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 経済・政策編』(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 経済・政策編』

<https://nextpublishing.jp/isbn/9784844396826>



著者:安田 陽

小売希望価格:電子書籍版 1,200 円(税別)／印刷書籍版 1,500 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 150 ページ

ISBN:978-4-8443-9682-6

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いとは言えません。欧米や中国、インドなどで、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ると言えます。

このシリーズでは、再生可能エネルギーの導入状況、将来予測、コストと便益、社会受容性、電力情報などについて、図表を豊富に用いて網羅的に比較分析しています。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るべき姿について、しっかりと科学的に論じています。

シリーズ3冊目の本書では、再生可能エネルギーの普及や電力システムと関係する経済・政策面がテーマです。火力発電の外部コストと再生可能エネルギーのもつ便益、エネルギー安全保障の視点、公平な競争環境、日本とドイツのFITなどについて解説します。それらをとおして再生可能エネルギーの普及は、技術的な側面だけでは語ることができず、経済的側面や政策的な制度設計が重要なことを示します。

(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 世界ではなぜ再生可能エネルギーの普及が進むのか？」より

### 1.1 どの発電方式にも「隠れたコスト」がある

再生可能エネルギーの話をする前に、我々にもっと身近な食べ物の話から始めましょう。

あなたは、必要以上に農薬を使われた野菜や、抗生素、ホルモン剤などが多く使われた家畜の肉を食べたいですか？あるいは自分はまあOKだと考へている人も、自分の子供や孫に積極的に食べさせたいですか？

#### クシリたっぷりの農産物を食べたいですか？

農薬があれば病害虫などの影響をほとんど受けず、見かけがきれいな野菜が安く大量に作れます。抗生素を大量に投与され感染症を抑え過密飼育された家畜、成長ホルモン（肥育ホルモン）を投与された牛豚なども生産性が高く安価になります。消費者にとっても、毎日食べる肉や野菜が安く安定的に手に入るのに、双方ハッピーなはずです。実際、我々の大量消費費を支えるには農薬に代表される薬品は不可欠ともいえます。では、これらをひとまず「よいもの」と仮定したとして、「クシリたっぷりの農産物」を積極的に食べたい人はいるでしょうか？

上記の質問に対して、おそらく「双方ハッピー」と信じている人はほどんどおらず。「安いものには訳がある」とか、「何か隠れているものがあるのではないか？」といふおかしく思う人も多いのではないでしょうか。その「何か隠されたもの」というのが、食品だけでなく再生可能エネルギーを語る上で（さらに我々を取り巻く全ての経済活動を考える上で）重要なテーマです。

世の中、不自然に安いものが結構流れています。もちろん、適切な対策や努力を行って適切な価格になることはよいことですが、そうではない場合（厳密に言えばズルをして個人に迷惑をかけてでも安くしようとした場合）に、その物理的な安さによって後で手痛いしつべ返しを食う可能性もあります。我々はなんとなくでもそれを経験的に知っています。

上記の農薬の例では、「病害虫などの影響をほとんど受けず」という点は確かにメリットですが、デメリットはないでしょうか？一方長期に過剰摂取して健康を損なった場合、その治療費は誰が払うのでしょうか？あるいは、その農薬を使ったことによって環境汚染が発生したり、有益な昆蟲まで死滅して生態系のバランスが崩れたり、健康被害や経済損失があった場合、その損失は誰が支払うのでしょうか？抗生素の例では、大量使用による耐性菌が出現した際の損失は誰が払うのでしょうか？

もちろん、このような薬品を適度に使うことにより有効な場合もあります。筆者もこれらを全否定するものではありません。しかし、これらの薬品の過度で不適切な使用によるデメリットを軽視し、必要な対策をとらないとしたら問題です。それを「クシリたっぷりの農産物」という言葉で象徴しています。

#### 我々は「クシリたっぷり」の電気を享受している

さて、本書は再生可能エネルギー。あるいはもう少し幅広く考えてエネルギー全般を対象にしていますが、エネルギー問題についても「クシリたっぷりの農産物」と同様の問題をきちんと考えなければなりません。

例えば、火力発電の中でも石炭火力は比較的安い電源として、また中東など政情が不安定で地政学的リスクがある地域に依存せず輸入できるという安全保障の観点から。日本では今後も重要な電源として位置付けられています。2018年7月に閣議決定された「エネルギー基本計画」（第5次）[1.1]でも石炭火力は、

・ 濃室効率ガスの排出量が大きいという問題があるが、地政学的リ

## 「第1章 世界ではなぜ再生可能エネルギーの普及が進むのか？」より

### 1.3 再生可能エネルギーは安全保障の切り札である

「エネルギー基本計画」を始め多くの政府の文書では、「3E+S」という表現が随所に登場します。これはEnergy Security（安定供給）、Economic Efficiency（経済効率性）、Environment（環境）の3つのEとSafety（安全性）を意味します。

このうち、「安定供給」に関しては、再生可能エネルギーは「不安定」で「あてにならない」イメージが日本でまだ根強く残っていますが、実は安全保障の観点から見たエネルギーの安定供給に関しては、再生可能エネルギーはとても優れた電源であるといえます。

…というと、「再生可能エネルギーが安定だなんて、そんなバカな！」という反論もある。そこから聞こえてきそうですが、やはりここではなんとなくのイメージではなく、技術的・経済的观点から。問題を切り分けて分析的に考えていきたいと思います。

ちなみに、**安全保障 security**とは、何も軍事的問題に関するものに限った話ではありません。**エネルギーの安定供給**や**電力の安定供給**という用語も、英語では **energy security** ないし **security of supply** と記され、**security** という単語がちゃんと入っており、本来、立派な国家安全保障の一環なのです。

#### そもそもエネルギーの安定供給とは何か？

「エネルギーの安定供給」もしくは「電力の安定供給」というと、多くの人は火力や原子力を頭に思い浮かべるかもしれません。確かに、これ

らのエネルギー源や電源は、消費者から見ればいつでも好きな時に好きなだけ入手できるように見えます。しかし、それは本当でしょうか？

例えば、今後数年。石油価格はどれほど変わるでしょうか？こればかりはどんな専門家でも正確には当てられません。そして実際、中東や南米やアフリカなどの地域の紛争や政変などによってちょっとした地政学的风险が高まっただけで（最近はそれに米国の大統領の発言が加わっています）。石油価格やガス価格は大きく乱高下する可能性があります。このような亂高下はボラティリティ volatility といわれ、経済不安や政情不安の原因になります。日本は現在、発電のための一次エネルギーの自給率はわずか8%です[1.17]。日本の経済活動の根幹であるエネルギー供給を、どこかの国の為政者の気まぐれや、テロリストの陰謀でコロコロとジェットコスターのように振り回されてしまうかもしれません。

では、再生可能エネルギーはどうでしょうか？再生可能エネルギーの中でも風力発電と太陽光発電は、火力エネルギーが変動する風や太陽光であるため、自然変動電源または**変動性再生可能エネルギー VRE: Variable Renewable Energy**と呼ばれ、確かに変動性はありますが、それはどのタイムスケールで変動するかを切り分けて考えなければなりません。タイムスケールは、以下のように分類することができます[1.18]。

(a) 数秒～数分の変動：

広域で複数の風車を「集合化」すれば事实上問題ない

(b) 数十分の変動：

発電電力量ベースで15～20%の導入半までは問題ない

(c) 数時間の変動：

風力発電の出力予測と市場設計により従来技術で対応可能

(d) 数日間の変動：系統運用上特に問題ない

(e) 数ヶ月の変動：季節間の変動は大きいが予測しやすい

(f) 数年の変動：非常に安定で最も予測しやすい

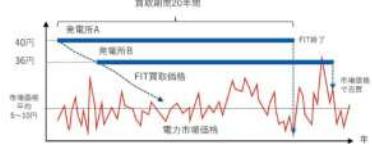
多くの人が抱いている「再生可能エネルギーは不安定だ」というイメー

## 「第3章 再生可能エネルギーのコストは誰が払うのか？」より

変動性）がありますが、自由化された市場では原則どの電源もこのような価格競争を行ななければなりません。新規技術である再生可能エネルギー電源をそのままハンディをつけずに市場で戦わせることは大きな参入障壁になってしまったため、期間を限制して支援をする政策がFITということになります。

假にある再生エネ発電所Aがその時に定められた買取価格40円でFIT認定を受けた場合、発電開始から20年間は40円/kWhという固定価格で電気を売ることができます。このように、①市場価格よりも高い価格で電気が売れる事と、②市場のボラティリティに左右されず一定価格で収益が見込める事と、の2つの側面により、前述の「発電設備の高い建設コストも回収の見通しが立ちやすくなる」という利点が生まれます。

図3-1-1 FIT買取価格および買取期間



一方、FITは他の多くの補助金とは異なり期限が決められていない（すなわち無期限）わけではなく、20年間という最初から決められた買取期間が設定されており、それが過ぎたらこの優遇措置はなくなります。FITの優遇措置がなくなったら直ちに収益性がなくなり発電所を廃止しなければならないかといふと、そうではありません。20年後には既に損益分岐点も超えて経営も安定しており、適切にメンテナンスを行って発電所を完全に運用していくれば買取期間の20年を過ぎた後でも発電を継続することはでき、他の従来型発電所と対等な立場で、市場価格で勝負することが可能になります。FITを卒業した発電所やそのオーナーは、ハンディ

のない大人としてリングで戦うというのが、FITの理念です。

また、太陽光パネルや風車のコストは一般に再生エネ技術の普及と大量生産により年々低廉化していくものなので、例えば発電所Aより少し遅れて数年後に参入した発電所Bに対して、発電所Aと同じ買取価格を設定したら過剰に優遇することになってしまいます。したがって買取価格は定期的に（例えば年に一度）見直され、この例では発電所Bで発電された電気は発電所Aより安い価格である36円で20年間買い取ってもらうことになります。

図3-1-2は、実際の日本の太陽光発電のFIT買取価格（調達価格）の推移を示しています。FITは2012年から施行されました。それに先立つこと2009年から住宅用太陽光の「余剰電力買取制度」が開始されており、2012年のFIT施行と同時に同制度に移行したため、余剰電力買取制度時代の買取価格も点線で示しております。

図3-1-2 日本の太陽光のFIT買取価格の推移



図から、住宅用・産業用共に、太陽光のFIT買取価格は年々引き下げられていることがわかります。これは、FIT制度の理念どおり、導入促進と量産効果により順調に価格が低廉化していると解釈することができます。特に産業用に関しては、たった5～6年で約半分の水準に下がっていることは注目すべきです。

また、FITとは別に、フィードインプレミアム（FiT）という名前によく似た制度を採用した国もあります。FITが固定価格で買い取る制度で

## 「第3章 再生可能エネルギーのコストは誰が払うのか？」より

途上にあります。「ドイツのFITは成功した！」と早急に断言することは控えるべきですが、少なくとも、「ドイツのFITは失敗した！」ということを論理的・客観的に示すエビデンスはほとんど見出すことができないといえるでしょう。

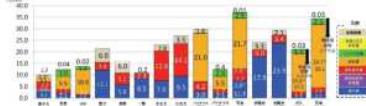
### 3.5 日本の再生可能エネルギーはなぜ高い？

日本の再生可能エネルギー（特に太陽光発電）の価格が高いことが指摘されています。本節では、なぜ日本の再生エネの発電コストが世界水準に比べると高いのか、その要因を探り、解決に向けた方法を議論していきます。

#### 発電コストとFIT調達価格

図3-5-1に2015年時点に政府によって「公式に」公表された日本の各種電源の発電コストを示します（図1-1-4の再掲）。ここでは太陽光発電は、住宅用が27.3円/kWh、産業用（メガソーラー）が20.9円/kWhでした（いずれも政策経費は除く）。

図3-5-1 日本の各種電源の発電コスト（図1-1-4再掲）



一方、図3-5-2に世界的な再生可能エネルギー電源の発電コストの平均値を示します。ここでは太陽光発電の発電コストの世界平均は、2010年の段階では0.36ドル/kWh（約40円/kWh）であったものが2017年には0.10ドル/kWh（約11円/kWh）程度に急激に低廉化しています。

## <<目次>>

はじめに

第1章 世界ではなぜ再生可能エネルギーの普及が進むのか？

- 1.1 どの発電方式にも「隠れたコスト」がある
- 1.2 再生可能エネルギーには「便益」がある
- 1.3 再生可能エネルギーは安全保障の切り札である

## 第2章 我々の「システム」は完璧だろうか？

- 2.1 我々の現在のシステムは実はうまくいっていない
- 2.2 現状を是正しなければ問題は解決しない
- 2.3 レフェリーなしでは公平に戦えない
- 2.4 今までどおりでは生き残れない
- 2.5 再生可能エネルギーも完璧ではない

## 第3章 再生可能エネルギーのコストは誰が払うのか？

- 3.1 固定価格買取制度(FIT)は市場を歪める？
- 3.2 FITで再エネ事業者は大儲け？
- 3.3 FITで国民負担が増大する？
- 3.4 ドイツのFITは失敗した？
- 3.5 日本の再生可能エネルギーはなぜ高い？

## 第4章 おわりに：賢く生き残るために

### 参考資料

### 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 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「海上風力発電」(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始めた段階です。

※ 全国の一般書店からもご注文いただけます。

### 【株式会社インプレス 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

「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: 唐島夏生、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」「旅・鉄道」「学術・理工学」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