



連邦外務省



# ドイツのエネルギー革命





# ドイツのエネルギー革命

ドイツのエネルギー転換





## Energiewende ドイツのエネルギー革命

# ようこそ！

ドイツの未来のための最も重要なプロジェクトの一つであるエネルギー革命についての情報をお求めいただき嬉しく思います。

我々は、ドイツ国内のエネルギー供給を根本的に再生可能エネルギーに切り替えて、エネルギー効率性を向上すべく決定をいたしました。それにより気候保全に多大な貢献をさせていただくことが目的です。

エネルギー革命は、どのようにエネルギー供給を安全、経済的かつ持続可能にするのかとの問に対する答えです。それは、経済の拠点ドイツにとって唯一のチャンスであり、ビジネスの新規開拓、革新の促進、雇用と成長をもたらすと同時に、我が国の石油・ガス輸入への依存を減らします。

© Paul Langrock

© iStock/SilviaJansenx



1971年

ドイツ政府は最初の環境プログラムを実施しました。



なぜこの展示会を開催しますか。ドイツ政府は、世界中から非常に頻繁にエネルギー革命についての質問を受けます。有難いことに、「Energiewende」（エネルギー革命の原語）がすでに多くの言語で外来語になったほど関心が高まっています。

同時に、プロジェクトの規模や、関連リンク数の多さに大勢の人が驚いています。この展示会では、まさにこの多様な課題やチャレンジを展示いたしたく思います。

展示のように、エネルギー革命は、一朝一夕には実現できません。明確で野心的な目的を追求し、精密なタイムスケジュールを用いて、一歩ずつ2050年までに施行します。

エネルギー革命は国際枠組みに確実に組み込まれています。近隣欧州諸国および国際パートナーとのインテンシブな交流を模索し、国境を越えた協力と解決策を目指しています。世界中のCO<sub>2</sub>排出量を減らし、地球温暖化を抑え、安全で持続可能かつ経済的なエネルギー供給を果たすためには、共同の解決策が必要です。

ドイツは、地球およびその住民への責任を真摯に受け止め、エネルギー革命はその気持ちの表明です。エネルギー革命を鮮明にトラッキングしてください。

展示会と交流をお楽しみいただけますことを願っております。

## 1972年

ドイツ南部の小さな町のペンツベルグで、ドイツ最初の太陽光発電住宅団地の一つが建設されました。





エネルギー効率性

## 省エネおよびエネルギー 効率の向上

電力効率、熱効率および燃料効率の高さは、節約や給電の安定性、そして気候保全をもたらします。ドイツはエネルギー担体の大部分を輸入する必要があります。総エネルギー需要の輸入量は、1970年代の約50%から、今日では約70%に増加しており、エネルギー効率は再生可能エネルギーの導入拡大と共にエネルギー革命の柱となります。

ドイツでは、過去数十年にわたってエネルギー効率の重要性に対する意識が高まっています。1973年の第一次オイルショックは大きな誘因となりました。ドイツ人はどれだけ化石燃料に依存していたかが分かりました。結果、当時のドイツ政府は、省エネについての情報キャンペーンを開始し、アウトバーンで速度制限を制定しました。それ以来、引続き多数の法律が可決され、エネルギー効率対策の実施に成功しました。これらの法律と対策の特徴は、ターゲット化プロモーション、情報とコンサルティング、拘束力ある省エネの目標値の3つの要素です。

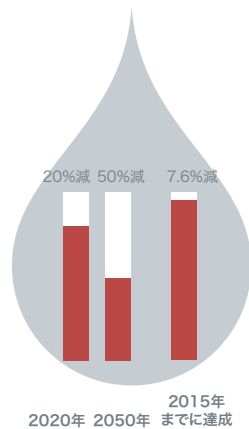


### 1973年

第四次中東戦争（1973年10月）は世界中にオイルショックを引き起こしました。ドイツはエネルギーを節約するため、車のない日曜日を4回全国内で指定しました。

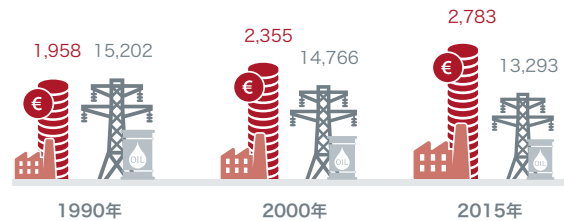
## ドイツの省エネターゲット

2008年に比した主要なエネルギー消費量低減の目標



## 経済は成長、エネルギー消費量は低下

国内総生産および主要なエネルギー消費量の遷移



■ 10億ユーロ単位の国内総生産1990年以來 毎年平均1.4%増  
■ 1ペタジュール単位の主要なエネルギー消費量 1990年以來毎年平均0.5%減

## 「最善のキロワット時は使わない時のものです。」

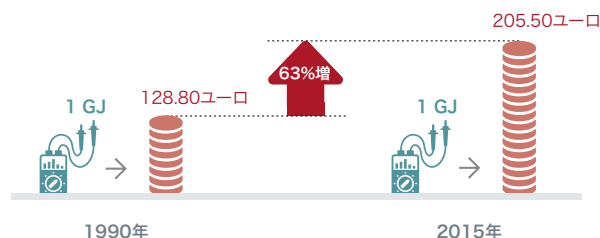
アンゲラ・メルケル連邦首相

戦略は成功しており、ドイツの国内総生産は大幅に上昇している一方、エネルギー需要は1990年以來低下しています。よって、ドイツの産業は10%超の省エネで稼働しながら、経済的成果が2倍になっています。技術進歩により、家庭と会社のエネルギー効率が向上しています。現代の家電は15年前に比べ、電力消費量が75%まで削減されます。更に生活習慣の変更も省エネになります。そのため、何万人ものエネルギー・コンサルタントがドイツ全土においてエネルギー診断を実施し、賃借人、住宅所有者と企業に省エネの可能性を提示し、国のサポートプログラムについて情報を提供しています。

EU加盟国はすべて主要なエネルギー消費量を2020年までに20%、2030年までに27%以上低減することに合意しています。ドイツも2020年までに主要なエネルギー消費量を20%低減することを目標とし、2014年12月の国家エネルギー効率行動計画により省エネ活動の強化に取り組んでいます。家庭、産業、商業、交通別に絞った対策により、2020年までにエネルギー消費量を毎年1.5%減らすことを目指しています。

## エネルギー生産量の大幅な増加

1ギガジュール(GJ)のエネルギーで多大なゲイン





## 暖房

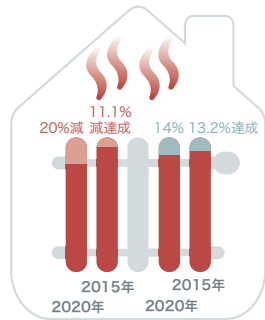


# 快適に暖かく再生可能で効率的

エネルギー革命の成功は、エネルギー需要が屋内の冷暖房と温水のためであるのか、そして、どれだけ再生可能エネルギーが残りの需要に応えるかに依存します。暖房はドイツのエネルギー消費量の半分以上を占めています。そのうちおよそ3分の2が我が国の約4000万世帯の暖房と温水に使用されています。

### 暖房用エネルギー需要低減

全暖房用エネルギー需要低減の目標



暖房需要  
(2008年比)

暖房需要における再生可能エネルギーのシェア

### 1,944ペタジュール

2013年にドイツの4000万世帯が暖房・温水に消費

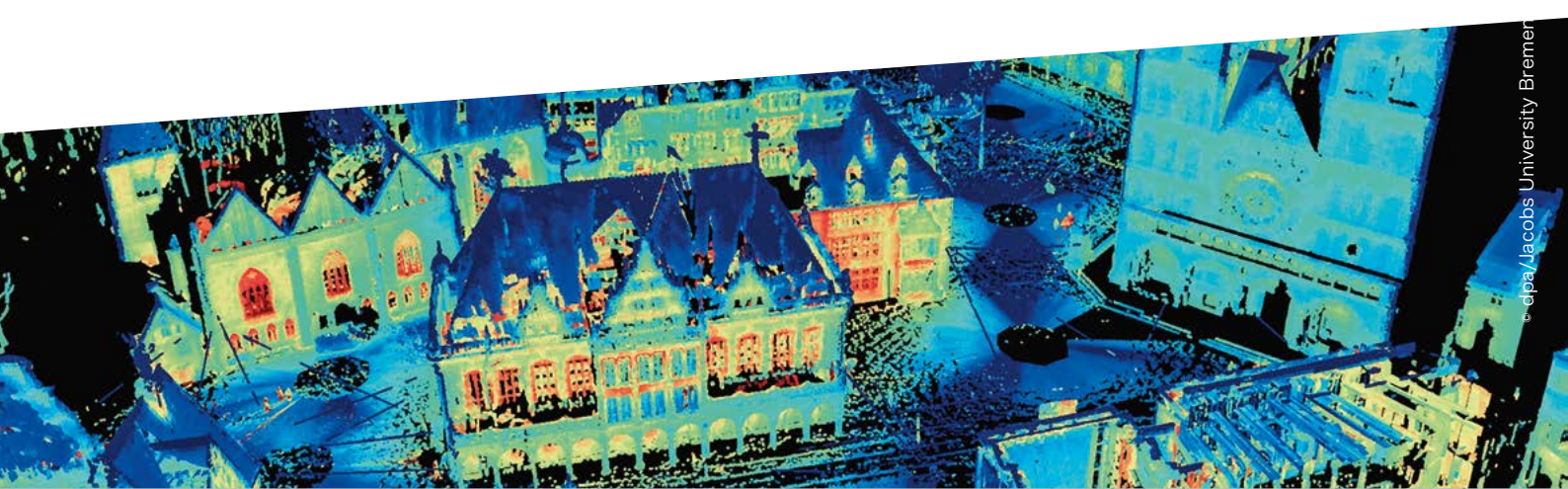
同等量



石油560  
億リットル

ドイツの航行用年間エネルギー  
需要の5倍

スウェーデンのエネルギー  
需要



## 1975年

エネルギーセキュリティ法は、ドイツの道路におけるエネルギーリザーブを増やすこと、およびスピード制限を規定しました。ドイツ政府は、省エネ情報キャンペーンを開始しました。



このため、ドイツ政府は2050年までに屋内用の石油・ガスの主要なエネルギー需要「を80%低減」減しようとしています。この目標を達成するには、屋内用のエネルギー効率を著しく高め、再生可能エネルギーによる冷暖房供給のシェアを増大させる必要があります。再生可能エネルギーが2020年までに冷暖房需要の14%に応えることを目指しています。このように、ドイツはEUの目標をも実施しています。EUの現在の、屋内用エネルギー効率性に関する指令では、ヨーロッパにおいてすべての新築建物が2021以降「ほぼゼロエネルギーの建物」になる必要があることを規定しています。

ドイツでは、屋内にどれほどの省エネポテンシャルがあるかを早期に発見しました。すでに1976年に、ドイツ政府はオイルショックに応じて第一次の省エネルギー法と、次いで第一次の断熱指令を制定しました。それらの規定は絶えず更新され、技術が進むにつれて適応されています。再生可能エネルギー暖房法では、2009年以来すべての新築住宅が再生可能エネルギーによりエネルギー需要の最低シェアに応える必要があります。対応策には、例えば、太陽熱によるガス暖房やオイル暖房の補足、あるいは、ヒートポンプやペレットヒータなどの再生可能エネルギーだけを使う暖房機器の設置があります。

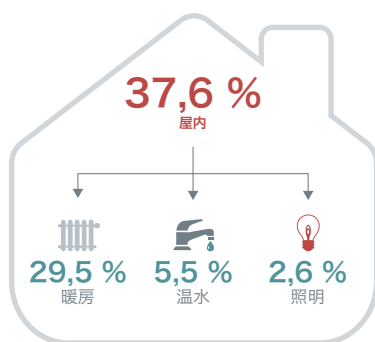
ドイツでは、全住宅用建築物の70%が築35年以上で、第一次の断熱指令が制定される前に建設されました。よっ

て、多くの建物はしっかり断熱されず、しばしば古いボイラ、油やガスなどの化石燃料で暖房されています。ドイツの平均的家庭は暖房に毎年居住空間1平方メートルあたり約145キロワット時消費しており、原油約14.5リットルに相当します。効率の高い新築建物はこの量の1割しか要りません。エネルギー効率向上策を実施し再生可能エネルギーに切り替えることにより、既存建築物の主要なエネルギー需要を80%まで低減することができます。そうするには、外装用断熱材の改良、新型建築材、現代的な暖房・冷却機器および制御技術の最適化が必要となります。2015年だけでも、エネルギー効率向上策に530億ユーロ投資しました。ドイツ政府は当政策を低金利クレジットと助成金でプロモートしています。

古くなった暖房装置を交換して化石燃料源を再生可能エネルギーへ転換することが特別な着眼点です。石油暖房は、1975年のドイツでは全住宅の少なくとも半数であったのに対し、今日では三分の一未満です。2013年に設けられた約65万の新暖房設備のうち、大多数(77%)が天然ガス、18%が再生可能エネルギーです。環境熱を利用する太陽熱プラント、バイオマス暖房設備、またはヒートポンプは、すでに暖房需要の約12%を供給しています。ドイツ政府は、交換がより早く進むように、2000年以来ヒータの更新を促進しています。

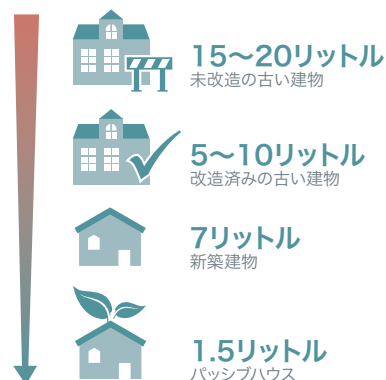
### 屋内でどれくらいエネルギーを消費していますか？

ドイツにおける全エネルギー消費のシェア



### 新築建物では、その1割しか消費しません。

建物の種類別居住空間1平方メートルあたり年間暖房用エネルギー消費量(灯油リットルで表示)



## 1977年

ドイツ政府は断熱指令をもって建築物エネルギー効率基準を初めて定めました。

「石油時代は終焉へ向かっています。」

Daimler AGのCEOディーター・ツェッシェ

1979年～1980年

イラン・イラク戦争は第二次のオイルショックを引き起こしました。

1984年

エネルコン社はドイツで最初の近代的な風力発電所シリーズを開発しました。



モビリティ

## 電力で運転

自動車はドイツの最も重大な輸出製品です。自動車産業は75万人以上の、国内最大の雇用主に数えられます。同時に、交通部門は多量のエネルギーを消費し、ドイツの最終エネルギー消費量のおよそ3分の1となります。このため、ドイツ政府は消費量低減活動の強化に取り組んでいます。

すでに結果が目に見えるように出始めています。例えば、貨物や乗客の毎年の走行距離は1990年から2013年までの間にほぼ2倍となりましたが、消費量は同期間にわずか9%の上昇でした。

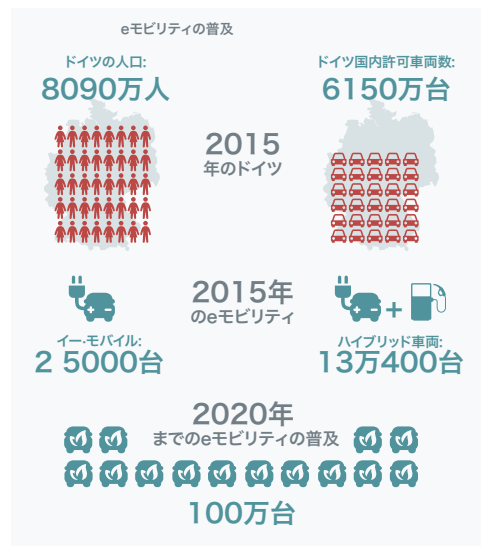
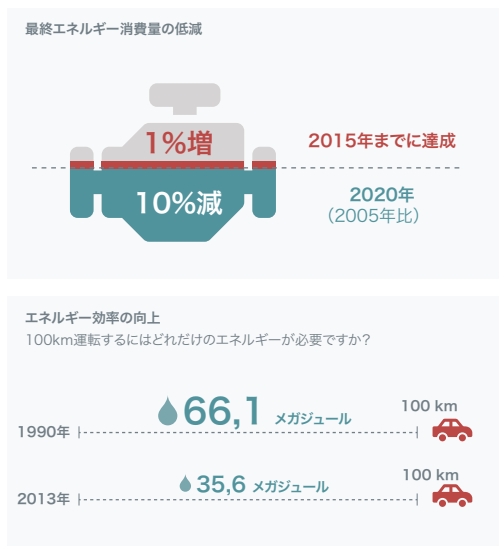
加えてドイツでは、一層の省エネを目的に、高効率な自動車技術に賭け、道路車両、特に、市街地交通および公共交通用の乗用車とトラック、ならびにオートバイを中心に、一歩一歩電気自動車に転じています。我が国は2020年までに国際的なエレクトロモビリティ市場先導者になることを目指し

ています。この実現に向けては、ドイツ政府は数多くのプログラムにより市場開発と技術開発を促進しています。

燃料電池自動車は、電池式電気自動車の重要な補充と見なされています。2016年までには、水素電池や燃料電池のプロジェクトに国から14億ユーロの助成金が提供されます。水素ハイブリッドバスはすでに幾つかのドイツの地域で公共交通に使用されています。

気候に優しいドライブ方式に加えて、カーシェアリングなどの新モビリティコンセプトは重要度を増しつつあります。カーシェアリングは、1台の自動車を何人かで分け合うため、路上の渋滞を緩和し、排出量を低減します。ドイツの150社のカーシェアリング提供業者には、現在ユーザが120万人超登録しています。

### ドイツの交通部門における目標および進歩



1986年

ウクライナのチェルノブイリ原子力発電所で重大な原発事故が発生しました。ドイツでは連邦環境・自然保護・原子炉安全省が創設されました。

1986年

初の路上走行可能ソーラーモバイルな自動車はドイツ全土を走行。



再生可能エネルギー

## 風力発電および太陽光発電

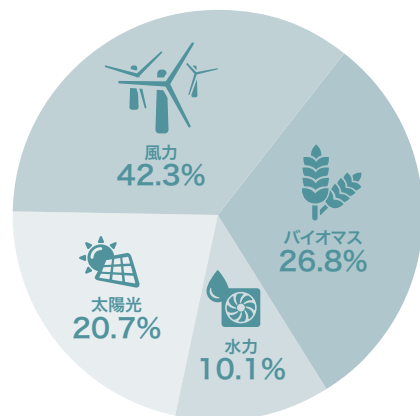
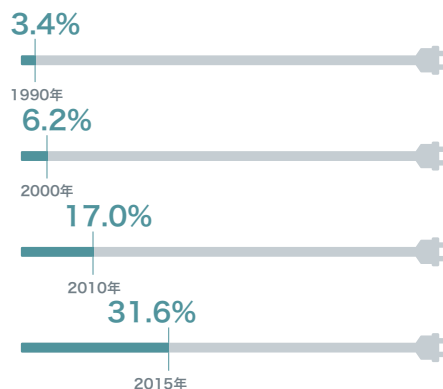
再生可能エネルギーの普及は、エネルギー効率と共にエネルギー革命の大黒柱となります。風力、太陽光、水力、バイオマス、地熱による発電は気候に優しい国産エネルギー源としてドイツの化石燃料への依存を減らし、気候保護において重要な役割を果たします。

電力分野では、再生可能エネルギーを最も高度に採用しています。2014以来、ドイツの電力システムの中でも最も重要なエネルギー源で、我が国の電力消費量の3分の1を供給するものです。10年前は、わずか9%だけに応えていました。この成功の基礎となったのは、目的別のプロモーションでした。市場を新技術に開放する目的で固定報酬と購入義務を初めて規定した電力供給法に基づき1991年に開始されました。次に、2000年に再生可能エネルギー法 (EEG) を制定しました。多様な技術に対する保証付き供給料金、優先される電力システムへの給電、それに伴う構成中核要素があります。

**再生可能エネルギーは電力システムの中で最も重要なエネルギー源です。** **再生可能発電の最大シェアは風力です。**

2015年の再生可能エネルギー総生産におけるシェア

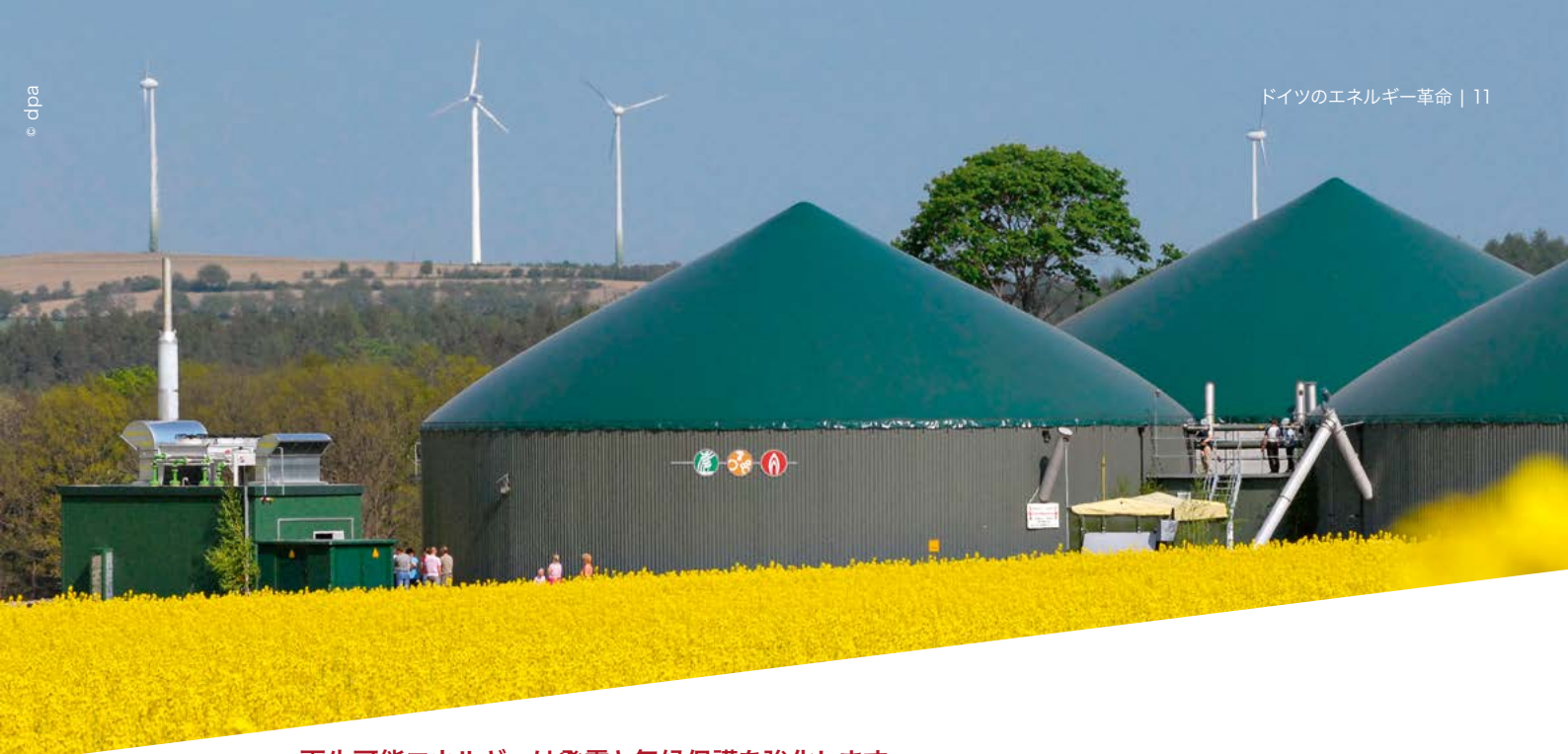
総エネルギー消費量における再生可能エネルギーのシェア



### 1987年

ドイツ初の風力発電所Westküste (西海岸) が建設されました。30台のタービンで発電します。





### 再生可能エネルギーは発電と気候保護を強化します

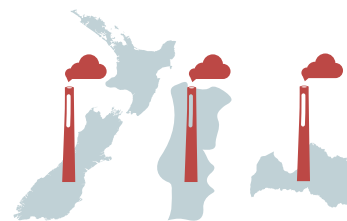
2015年の指標



再生可能エネルギー法により  
**160ヶ所**  
の発電所がプロモートされました。



発電量  
**196.2テラワット時**  
ウクライナにおける総発電量に相当します。



**1億560万トンに**  
相当するCO<sub>2</sub>排出量を回避しました。  
2013年のニュージーランド、ポルトガル、  
ラトビアの3ヶ国の総合温室効果ガス排出量に相当します。

再生可能エネルギー法が発効して以来、年間投資額は木材燃焼発電所、バイオガス発電所、特に新型風力発電所や太陽光発電所において引き続き上昇しています。需要の高さが新たな経済分野を生み、ドイツだけでも新雇用を33万件超創出し、再生可能エネルギー設備の効率的な量産を刺激し、世界中で大幅な設備価格低下につながりました。例として、2014年、太陽電池モジュールは5年前に比べ価格が75%下がり、2000年ドイツの太陽光電力の1キロワット時は、50セント相当でした。現在は7セント～12セントです。太陽光発電は、日照時間がそれほど長くない中欧ドイツで重要な電力源となるに至りました。再生可能エネルギーのうち太陽光発電設備が現在電力の20%超を占めています。

再生可能エネルギーのうち現在最も重要な電力源は、風力です。陸上の風力タービンによる発電には、もはや平均1キロワット時4.7～8.4セントしかかかりません。

ドイツは、手頃な価格を維持し、給電の安定性に貢献すべく、風力エネルギーと太陽光エネルギーの拡大を図ることに挑戦しています。そのため、ドイツ政府は電力分野における再生可能エネルギーへのプロモーションを再構築し、風力エネルギー、太陽光エネルギーの安い技術に注力しています。それぞれの技術の年間の「拡大回廊」により、拡大の計画と実施が容易になります。再生可能エネルギー発電事業者は他の発電所と同様に市場への電力販売を徐々に実行して、エネルギー供給系統においてさらなる責任を負います。2017年以来、発電量750キロワット超のすべての発電所に提供される助成金額は特定の技術の入札を行って算出されます。年間の拡大の約80%を占めています。そのうえ拡大には、地域差もあります。電力系統に不足分がある場合は常に、入札金額は低くなります。こうして電力分野における再生可能エネルギーの成功ストーリーの続編が編み出されていきます。

## 1990年

ドイツ政府は太陽光発電所の資金調達を行うため、1000軒プログラムを開始しました。東西ドイツが統一されました。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) は世界気候に関する初の評価報告書を公表しました。

## 1991年

電力供給法では、ドイツ国内の全エネルギー供給者が再生可能エネルギー発電による電力を買い取り、電力系統に給電することを義務付けました。



費用

# 「エネルギー革命ってドイツの人にとって高すぎない？」

いいえ、将来エネルギーを手頃な価格で確保することはエネルギー革命の目標の一つです。エネルギー効率性と再生可能エネルギーの普及の二本柱により、エネルギー輸入への依存を減らし、給電の安定性を高め、ドイツにおける有益な投資を可能にすることを目指しています。

## 1世帯が毎月エネルギーにいくら使いますか？

2003年と2013年の毎月の支出の比較



過去10年間、原油価格は急上昇しました。2014年には、10年前に比べてドイツの灯油価格がほぼ2倍となりました。その結果、消費者は1900年代後半の6%未満に比べて2013年に個人的な消費支出総額の8%以上をエネルギーにかけざるを得ませんでした。



## 1992年

リオデジャネイロの環境と開発に関する国際連合会議では、「持続可能開発」のモデルを採用しました。





## ドイツの家庭は合計でエネルギーにいくら使いますか？

2013年の十億ユーロ単位の支出



ドイツの家庭のエネルギー代の大部分は、暖房、温水、調理および輸入化石エネルギー媒体ベースの燃料代です。ドイツの消費者の苦勞を癒すように、2014年末に石油価格は下落しましたが、化石燃料の価格と入手可能性は国際政治に依存するため、この状況が続くかどうかは明らかではありません。

エネルギー革命プロジェクトには波及的なコスト押し上げ効果もあることが本当です。新エネルギーインフラを整え、エネルギー効率性に関する措置を講じるためには、数十億ユーロ投資する必要があります。従って、再生可能エネルギーの開発は近年ドイツの家庭によって支払われる平均電気代の増加の一因でした。2007年には、消費者は1キロワット時あたり平均約21セント支払いました。現在は、約29セント支払います。電力の1キロワット時ごと、消費者は再生可能エネルギー法による配分により再生可能エネルギーの開発費用を分担します。

この配分は現在6.9セント弱です。しかし、最終的に消費者が実際に支払う金額には多様な価格要因が絡み合います。例として、取引所で売られる再生可能エネルギー電力量価格は増えているため、電力相場は急降下しています。再生可能エネルギー法による配分、電力相場の両方の価格構成要素は併せて過去4年間に下降しています。その結果、家庭に対する平均電力価格は同期に安定しています。

消費者にとって、ドイツ経済に過剰な負荷がかかっていないことは大事です。高いエネルギー価格は消費者にとっての製品価格と会社の競争力に波及します。そのため、ドイツは再生可能エネルギー法の配分から特定のエネルギー集約型の会社を一部免除しています。しかし、免除対象の会社はエネルギー効率性への投資を増加する必要があります。

## 1994年

欧州初の量産型電気自動車が発売されました。

## 1995年

第1回世界気候会議がベルリンで開催され、世界中で温室効果ガス排出量を低減する交渉が始まりました。



気候保護

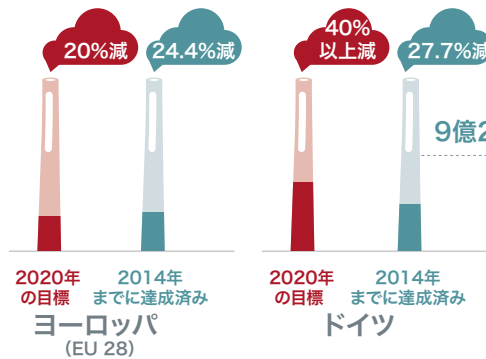
# 温室効果ガス排出量の低減

気候保護とエネルギー革命は相互依存しています。両者とも気候変動の人間、自然、経済への影響を持続可能な水準に制限することを目指したものです。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の計算によると、地球温暖化を産業革命以前の温度から2℃を超えない水準まで抑えなければなりません。よって、大気圏には一定量の温室効果ガスだけしか排出は許されません。大気にはすでにこの一定量の65%が含まれているため、温室効果ガス排出量を低減するためのグローバルかつ各国の莫大な努力が必要です。

主に化石燃料の燃焼で発生する二酸化炭素は気候変動に対して最大の影響を及ぼします。ドイツでも世界中でも、総温室効果ガス排出量の3分の1超が発電所から排出されます。このため、再生可能エネルギーなど気候変動に影響しない資源への転換は気候保護の中心課題です。

### 気候に関する目標および進歩

予定または達成された温室効果ガス排出量の低減



### 何が温室効果ガスを排出しますか？

数字はすべて2014年の百万トン単位のCO<sub>2</sub>相当値です。



## 1996年

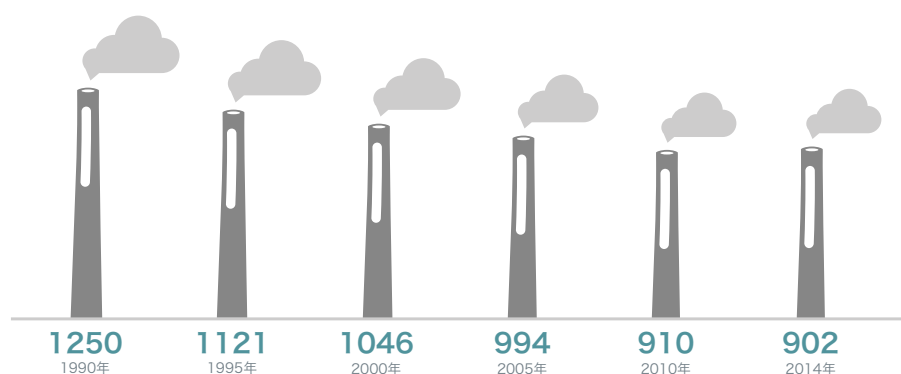
ヨーロッパは、かつて諸国の領土内に制限されていた電力市場とガス市場を開放することを決定しました。欧州委員会はヨーロッパ初の再生可能エネルギーの開発に関する共同戦略を発行しました。





## ドイツはどれくらい温室効果ガス排出量を低減しましたか？

数字はすべて百万トン単位のCO<sub>2</sub>相当値です



1997年に京都議定書を締結することにより、ドイツは2012年までに1990年の水準に比べて温室効果ガス排出量を21%低減する義務を負いました。それ以来、大幅に進歩しています。2014年までに、ドイツはすでに27.7%の低減を達成しました。今日ドイツの会社は、10億ユーロを得るために、1990年の半分の温室効果ガスで済みます。

ドイツはその取組みを大幅に増大し、2020年までに温室効果ガス排出量を40%以上低減することを図っています。2050年までに1990年に比べて排出量を80~90%にまで低減することを目指しています。これら国家規模の低減目標は欧州連合や国際的な気候保護政策に盛り込まれています。EUの国家元首は各国の温室効果ガス排出量を2020年までに20%、2030年までに40%以上低減することを決定しました。2015年12月に、195ヶ国がパリ協定を締結しました。それぞれの気候変動目標により、これらの国は今世紀以内に地球温暖化を2°C未満に抑えることを望んでいます。

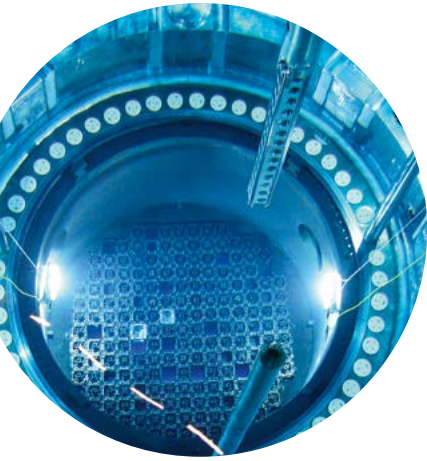
欧州気候保護措置の中核は、全締結国の汚染物総排出量の上限を規定する排出量取引です。大規模な温室効果ガス排出者はすべてこの取引に参加する必要があり、工業とエネルギー経済分野からのCO<sub>2</sub>排出量の大部分を占めています。会社は排出温室効果ガス1トンごとに該当額の認証を入手する必要があります。許容量が足りない場合は、排出認証をもっと買ったり、気候保護技術に投資したりできます。このようにすることで、最も有利な場面でCO<sub>2</sub>排出を防止します。2030年までには、排出量取引にある全 Brancheにおいて2005年に比べて温室効果ガス排出量を43%低減することを目指しています。

ドイツ政府はドイツの低減目標を達成すべく、「気候行動プログラム2020」と「気候保護計画2050」を可決しました。気候行動プログラムには、エネルギー効率を向上させ、交通、工業と農業を環境に優しくするための多様な措置があります。気候保護計画では、エネルギー経済や工業など産業別の長期CO<sub>2</sub>排出量低減目標を策定しています。

## 1997年

世界中の温室効果ガス排出量の低減を図った京都議定書が採決されました。それ以来、191ヶ国が当該議定書を批准しています。





原子力

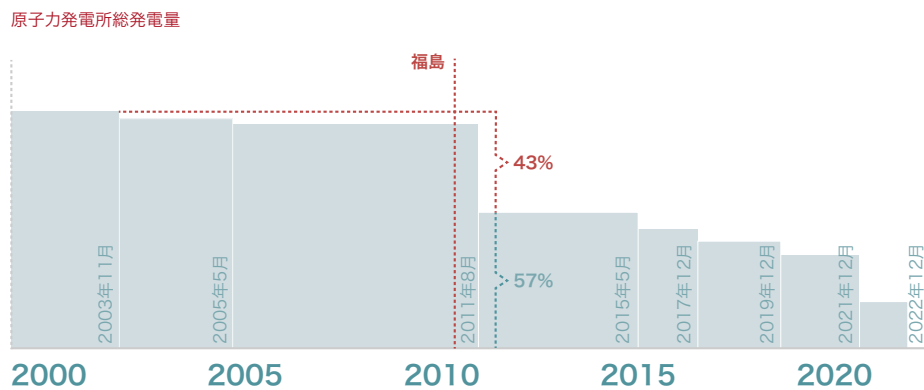
## 脱原発

発電目的での原子力の使用について数十年に亘りドイツにおいて熱い議論が行われています。多くのドイツ人にとって、この技術のリスク評価が困難となっています。原子炉事故から人間、自然と環境が影響を受ける可能性が懸念されています。1986年にウクライナのチェルノブイリで事故が発生し、ドイツの一部も汚染されたことから、こういう懸念が裏付けられました。2000年に、ドイツ政府は発電目的での原子力の使用を完全に廃止し、再生可能資源に基づいたエネルギー供給に切り替えることを決定しました。既設発電所の使用期限の設定について原子力発電所事業者との合意に達し、新発電所の建設を禁止しました。

この規定は2010年に改正されました。原子力が再生可能エネルギーによって完全に代替できるまでのギャップを埋めるため、既設発電所が使用できる期間を延長しました。日本福島県の原子炉事故が2011年3月に発生して以来、ドイツ政府はこの決定を覆しました。

### 原子力発電所をいつ閉鎖しますか？

2022年末までのドイツの原子力発電所発電量の低減予定



### 1998年

ドイツはその電力市場とガス市場を開放する法律を可決しました。

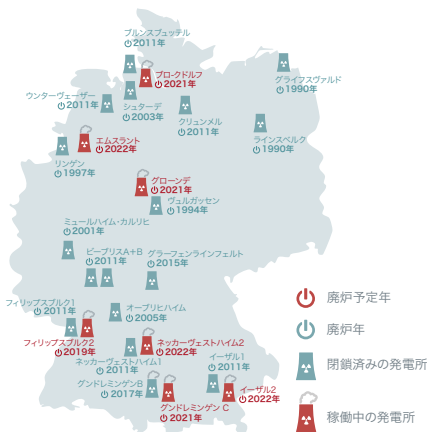


## ドイツの原子力発電所はどこにありますか？

閉鎖済みまたは稼働中の発電所

## 年間の最大発電量

年間のテラワット時単位の最大発電量



171TWh



2001年

のドイツ全国の原子力発電所の  
総合

196TWh



2015年

の再生可能エネルギーの総合

ドイツ連邦議会は、発電目的での原子力の使用を可及的に早く終了することを多数決で決定しました。この法律の発効をもち即幾つもの発電所が発電停止に至りました。残りの発電所の稼働は2022年末までに順を追って廃止します。現在ドイツでは、8ヶ所の原子力発電所がまだ発電しています。

原子力の使用がもたらすチャレンジがいかなるものかは、放射性廃棄物処理の必要性を見ても分かります。住民と環境を保護するためには、廃棄物を生物圏から確実に遠ざけて超長期間保管する必要があります。専門家の意見では、核廃棄物を深い地層中に処分することが最適だと考えられています。

ドイツは放射性廃棄物を自国内で処分する意向です。しかし、最終処分場に相応しい場所が見つかりにくいことが分かり、住民は潜在的またはすでに探索された場所での処分に、今まで反対傾向にあります。

このため、ドイツは新たなアプローチを取っています。それは、社会全体を透明で科学に基づいたサーチ手続きに関与させることです。2031年までに特に放射線量の高い放射性廃棄物を保管する最終処分場を見つけることを目的としています。この場所は100万年間亘り最高の安全性を提供しなければなりません。

ドイツはすでに2022年に開設する予定のコンラッド処分場を中低度の放射性廃棄物用最終処分場として承認しています。

## 2000年

欧州委員会はヨーロッパ初の再生可能エネルギー、エネルギー効率性と気候保護に関する共同戦略を発行しました。再生可能エネルギー法 (EEG) が発効し、ドイツにおける再生可能エネルギーの開発の原動力となりました。

## 2000年

ドイツ政府は原子力を廃止することを決定しました。原子力発電所は最長32年間稼働することを許可されました。





## 2002年

第一次の省エネルギー指令が発効し、新築または既存建築物の全エネルギー効率に関する基準を定めました。初のエネルギー消費標示法により、車両、家電等のエネルギー消費が透明になりました。



## 経済と付加価値

# 「エネルギー革命のせいで多くの人が仕事を失いませんか」

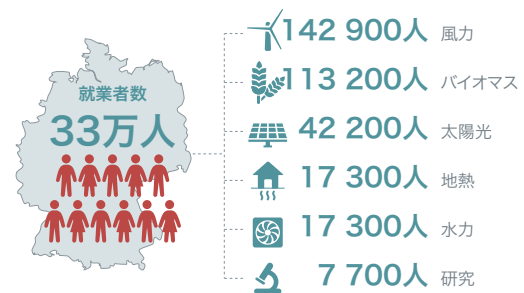
## あらゆる再生可能エネルギー系新発電所への高額な投資

ドイツの発電所への10億ユーロ単位の年間投資額



## 再生可能エネルギーによる就業

2015年のドイツの就業者数



エネルギー革命には、好影響が色々あります。ドイツで革新を促進したり、エネルギー輸入費用を軽減し、環境汚染・温室効果ガス排出量を低減し、付加価値を増加します。伴う設置や整備など労働集約型の課題が現地の企業によって実施されるため、再生可能エネルギーの開発や建物の再開発による収益の多くが現地に溜まります。

再生可能エネルギーの開発、エネルギー効率への投資により、将来の成長分野において新職業や新雇用が創出されます。商業、工業と建物再開発において講じられた諸エネルギー効率措置だけでも、新雇用に40万件超創出し、また再生可能エネルギーへの投資では、10年間に同分野における従業員人数が2倍以上に増加しました。

これらの新雇用の一部は、化石燃料が大きな役割を果たす産業、特に石油またはガスの生産、採炭ならびに発電における就職口に入れ替わります。そのうえ、一般的な構造上の変化もあります。例えば、ヨーロッパのエネルギー市場の開放は、競争を高めます。このため、会社は効率を向上させなければいけません。これらの要因はすべて職場に緊張をもたらします。その結果、従来のエネルギー経済企業の従業員は近年減少しています。

### 2003年

欧州連合は拘束力のある温室効果ガス排出権利取引を決議しました。

### 2004年

再生可能エネルギー分野で働くドイツ人は現在16万人です。



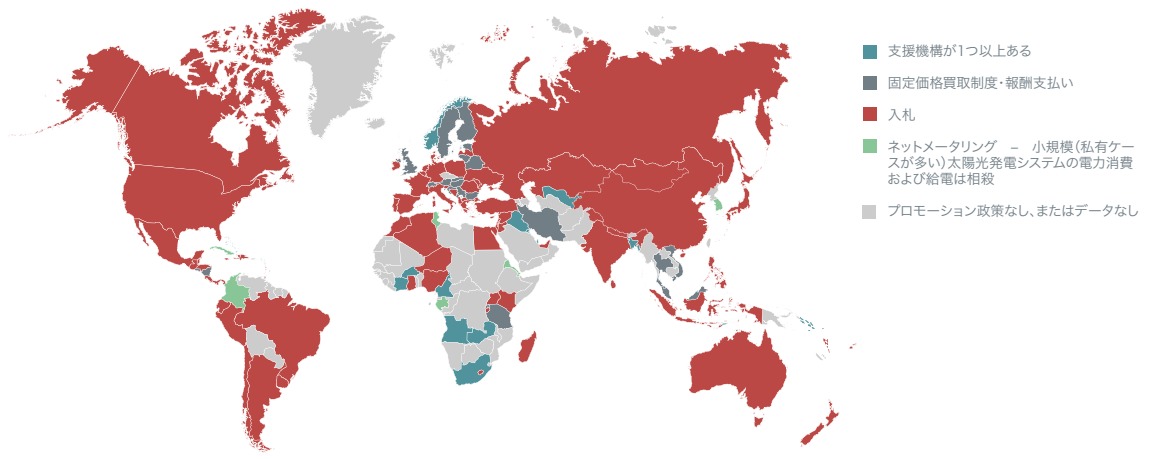
## 国際的なエネルギー革命

# 「エネルギー革命はドイツでは有利かもしれないけど、経済がそんなに強くない国はどう？」

エネルギー革命は贅沢なものではなく、むしろ革新を推進して成長と繁栄を増大させ、将来の成長分野で雇用を創出することにより、持続可能かつ有益な開発を支援する企画です。

### 再生可能エネルギーを開発したい国が140ヶ国以上あります

再生可能エネルギーの政策機関や拡大目標をもつ国々



風力や太陽光など革新的な再生可能技術の価格は近年世界中で急降下しています。それには早期の研究・開発への投資、ならびに諸先進国、特にドイツの市場展開における再生可能エネルギーのプロモーションが大いに貢献しました。

投資費用の低減と元々低い稼働費のおかげで、再生可能エネルギーはすでに現在世界の一部では助成金がなくても競争力を持っています。例えば、南北米の風力発電所や大規模な太陽熱発電所の発電は新化石燃料発電所より安価です。中国、ブラジル、南アフリカ、インドなどの国々は再生可能エネルギーの開発をリードしています。しかし、この普及は、消費者物価を低く抑えるため、化石燃料を助成する国があることが部分的に妨げになっています。これらの補助金

## 2005年

欧州排出量取引が開始しました。  
EU加盟国はすべて参加しました。

## 2007年

EUは再生可能エネルギー、気候保護とエネルギー効率を開発するため、拘束力のある目標のある2020年の気候・エネルギーパッケージを可決しました。ルイス・パーマーは太陽エネルギーでのみ駆動されるソーラータクシーで世界一周を始めました。旅行には18ヶ月かかりました。



## 再生可能エネルギー発電所世界最多数国は？

2015年現在の発電所キャパ



は毎年約3250億ドルであり、再生可能エネルギーへのプロモーションの2倍以上です。もしこれらの補助金を代わりにエネルギー効率を向上させるためのプログラムに使用するとすれば、使用可能な資金は3倍になります。

再生可能エネルギーは、国内資源なので、エネルギー輸入、および化石燃料相場の変動への依存を減らします。温室効果ガス排出量の増加または現地環境の汚染をせずに、新興国や途上国におけるエネルギー需要の増加に対応する重要な役割も果たす可能性があります。

高価なディーゼル発電装置で発電する、インフラの乏しい地域では、再生可能エネルギーは安価な代替でもあります。太陽光発電所や風力発電所は比較的早く設置でき、火力発電所または原子力発電所に比べて計画期間と工事

期間が遥かに短く、大勢の人に電気エネルギーへのアクセスそのものをやっとなしにします。この点は、多くの国が再生可能エネルギーのためのプロモーションプログラムを実施しているもう一つの理由です。

ドイツは世界中で持続可能、革新的で手頃なエネルギー政策のために尽力し、エネルギー革命での経験を他国と共有し、近隣欧州諸国や国際的パートナーと密接に協力しています。ドイツは多国間の委員会、組織などでも積極的な役割を果たしています。加えて、インド、中国、南アフリカ、モロッコ、ナイジェリア、アルジェリアなどの国々と数多くの二国間エネルギー提携に取り組んでいます。

## 2008年

ドイツは建物のエネルギー消費とエネルギー品質について情報を提供する建築物エネルギーパスポートを導入しました。再生可能エネルギー（暖房）法により、新築建物において一定量の暖房を再生可能エネルギー源から提供する必要があることを定めました。

## 2009年

国際再生可能エネルギー機関（IRENA）は75ヶ国によって創設されました。





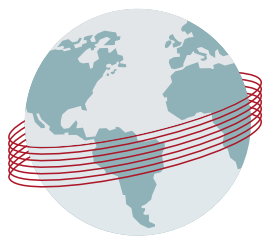
## 送電網

## スマートグリッド

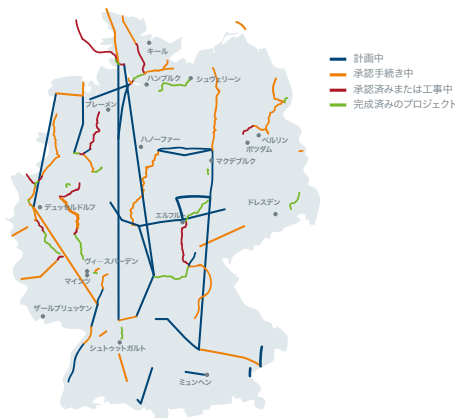
ドイツのエネルギーシステムを変換するためには、エネルギー革命は、現代的で効率的なインフラを必要とします。従って、電線やガス管を改造し、システム全体の柔軟性を高める必要があります。ドイツの原子力発電所が閉鎖されると、特にドイツ北部・東部の再生可能エネルギー発電所で不足分を補います。このエネルギーがドイツ南部で必要とされます。我が国の南部には、原子力発電所の大部分があり、大勢の人が住み、大規模工業プラントがあります。よって、特に高効率な技術を有する新電力アウトバーンでは、ドイツ北部・東部の風力を直接に南部に伝送します。

## ドイツの送電網は長さ180万 kmです。 どこで送電網を拡張しますか？

ドイツの高電圧送電網における電線架設予定



地球の赤道一周の距離の  
**45倍**  
に相当します。



欧州連合内のエネルギー市場はドイツの送電網拡張の2つ目の駆動力となります。電力がヨーロッパ全域で自由に流れ、消費者に対してより安価になるため、加盟国および国境越えのインフラを強化する必要があります。欧州連合内の送電網事業者は2年ごとに共同送電網開発計画書を提示します。ドイツのプロジェクトはすべてのこの計画書に盛り込まれます。

担当送電網事業者は、10～20年後を推定する独自の方法で、ドイツでプロジェクトに必要とされる電線を決めます。それらの提案は政府当局者であるドイツ連邦ネットワーク庁によって検証されます。この手続きは、段階を踏んでパブリックの密な関与のもとで行われます。当庁は対話を通じて、人間、環境と経済のニーズに最も合った解決策がどれなのかを秤に掛けます。

## 2009年

送電網拡張法により、新しい高圧線の承認手続きをスピードアップしました。

## 「エネルギー革命はドイツ発月面着陸です。」

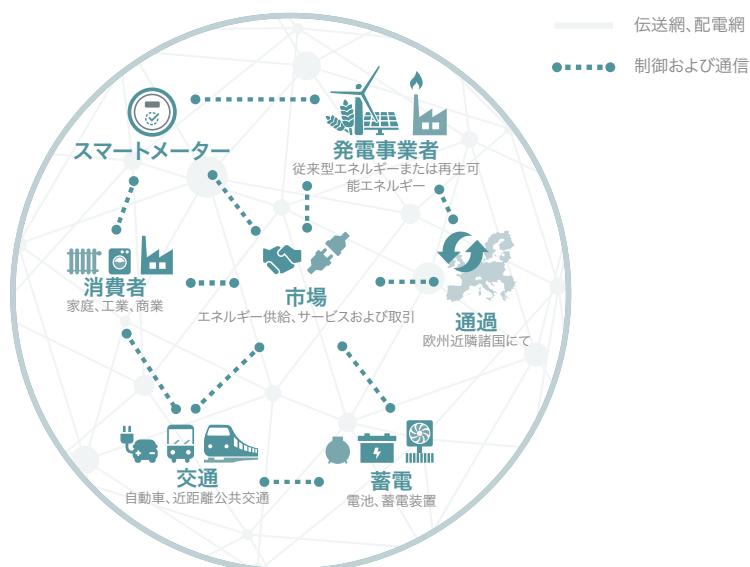
フランク＝ヴァルター・シュタインマイアー 連邦外務大臣 (2015)

エネルギー革命に当たっては、配電網も更新する必要があります。配電網は、本来は電力を消費者に微細分布する目的だけに設計されたものなので、一方通行路のように機能します。しかし、現在はほとんどの太陽光発電所と数多くの風力タービンは配電網に給電します。その場で必要とされないものは逆方向に流れます。さらに、再生可能エネルギー発電は天気に依存します。太陽光発電所の稼働率は、

晴れの時には非常に高いですが、曇りの時には急降下します。発電が変動する場合にも安定性を維持するには、配電網をスマートグリッドへと開発する必要があります。「スマートグリッド」では、かかわるすべての人、すなわち電力を発生、伝送、蓄積、分配する人々から最終消費者までがコミュニケーションします。発電と消費はこうしてより良くチューニングし合い、短期間でカスタマイズできます。

### スマートグリッドの機能方法

関係者、インフラ、通信路の概略図



### 2010年

ドイツ政府はドイツの2050年までのエネルギー供給に関する長期戦略のエネルギーコンセプトを可決しました。EUはビルのエネルギー性能に関する指令を発しました。2021年以降、すべての新築ビルは「ほとんどゼロエネルギーのビル」になることです。

### 2010年

ドイツエネルギー機関は、再生可能エネルギーでドイツの電力の約40%を開発する必要性に関する研究を公表しました。



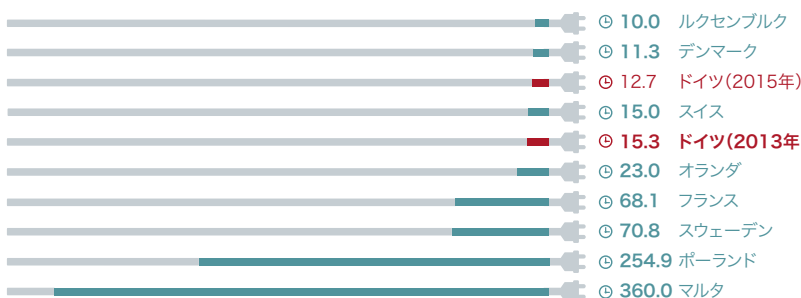
供給安定性

## 「電力の多くが風力や太陽光で提供されている中、供給安定性を実現できるの？」

ドイツ人は将来も確実に電力を得られる確信がもてます。我が国はエネルギー供給においては世界一に数えられます。1年間の8760時間以上のうち、停電は平均13分だけです。それどころか、風力発電と太陽光発電の割合が増加しているにもかかわらず、この数値は近年さらに減っています。

### ドイツでは停電は非常にまれです。

2013年の分単位の平均停電時間



停電が発電変動から生じることはまれです。主に外部要因またはヒューマンエラーから生じます。2006年11月4日にドイツの一部で起こった最後の重大な停電もこれらが原因でした。数時間に亘る当時の停電は電線の定期断線から生じました。他の電線が過負荷になり、ヨーロッパの電力系統で連鎖反応を引き起こしました。この事件の後に、ドイツと近隣欧州諸国のセキュリティ機構はさらに改善されています。例として、ドイツは電力不足を防止するため、発電所を追加して一定量の予備電力を設置しています。消費量が特別に高く、またドイツの風力原動機の稼働率が最高である冬頃に、これらの発電所は特別に重大です。ドイツ北部から南部へと大量の電力を伝送するため、電力系統が過負荷になる場合は、これらの予備発電所が南部の需要に応えます。

再生可能エネルギーでは、すでに現在時間単位のドイツの電力供給の60%超を占め、このシェアが今後数年も引続き増加します。この際、多様な再生可能エネルギーが互いに補完し合います。パイロットプロジェクトでは、各発電所の多様な発電を組み合わせ、結果として給電の信頼性を向上させることが可能なことを示してい

## 2011年

日本福島県の原子力発電所で重大事故が発生しました。ドイツは本来の計画よりも早く2022年までに発電目的での原子力の使用を廃止することを決定しました。すぐに旧型発電所を8ヶ所閉鎖しました。欧州委員会はヨーロッパにおける気候保護とエネルギー供給に関する長期戦略の「エネルギーロードマップ2050」を発行しました。





ます。陽や風のない「ダークな風」時には、柔軟な従来型発電所でギャップを埋めます。その場合は、ガス発電所が特に適していますが、揚水発電所やバイオエネルギー発電所でも迅速に電力を提供できます。しかし、長期的には、将来にこれが発生した場合には、蓄電施設でギャップを埋めることも計画しています。

電力消費者自身も重要な役割を果たします。風の強い時など、給電量が高い時に消費者が電力を使用することを奨励することができます。工場、冷蔵倉庫などの大規模な消費者はこのように系統全体への負荷を大幅に軽減することができます。

大課題は電力市場の改革です。ドイツはこの分野で改革手続きを開始し、最初のステップを踏み出しました。重要なメルクマールの一つは、柔軟性です。電力市場の関係者はすべてできる限り良好に風力発電または太陽光発電の変動に対応する必要があります。同時に、全体的な費用を低く抑えるため、多様な平衡化方法の間でより良い選択をする

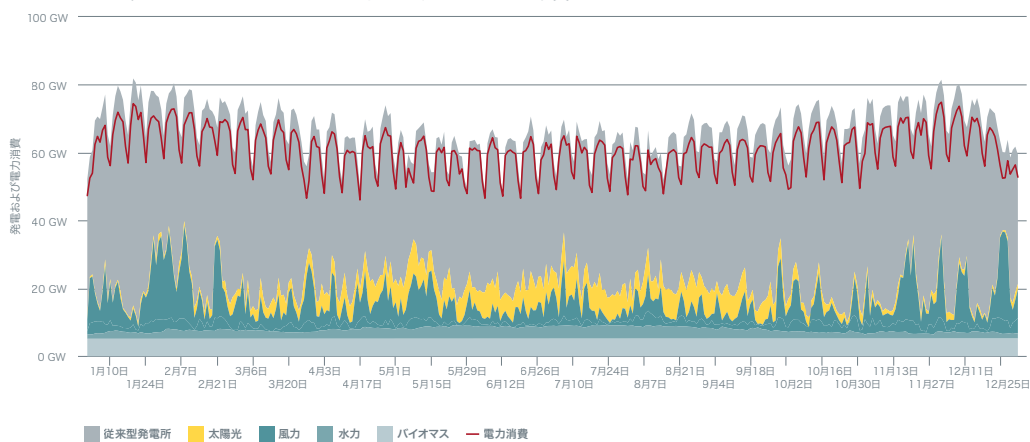
必要があります。また、国境越えの電力網の拡大、ならびにヨーロッパのかつて地域別の電力市場の統合はドイツにおいても安定性と柔軟性を向上させます。

停電は、発電変動から発生することは稀であり、大抵は、外部原因または人為ミスから発生します。最近のものである、2006年11月4日にドイツの各地で数時間に亘り発生した大きめなブラックアウトでもそうであり、意図的な断線が原因で、他の電線に過負荷がかかり欧州電力網に連鎖反応を起こしました。それ以来、ドイツと欧州近隣諸国における安全対策が一層改良されました。

ドイツは、不足を回避すべく、例えば追加の発電所を備蓄的に固定数設立しました。これらは、特に消費が増える冬季にとりわけ重要です。そのうえ、ドイツの風力発電所で過半の発電がなされます。北部から南部へ多量の電力が流れるため電力網に過負荷がかかる場合は、南部で備蓄発電所が代わりをする必要があります。

### どのように再生可能エネルギー発電が変動しますか？

2016年のドイツのあらゆるエネルギー源による発電および電力消費



## 2012年

京都議定書はドーハの気候変動会議で2020年まで延長されました。



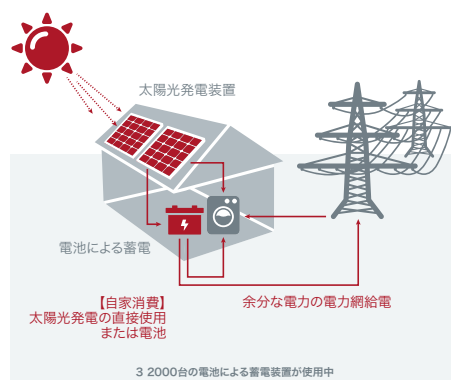
## 蓄電

## 在庫のあるエネルギー

電力の80%は、2050年までに主に風力発電所や太陽光発電所からの再生可能エネルギーから調達することが図られています。その前提で、ドイツの日照時間が減ったり、風が吹かなくなる非常事態が発生する場合、迅速かつ柔軟に状況に適應できる電力システムを必要とします。エネルギー貯蔵装置は解決策の一つとなります。風や日光が強い時には電力を蓄え、それを稼働率の低い時、暗い時や曇りの時にも必要に応じて再び放出することができます。

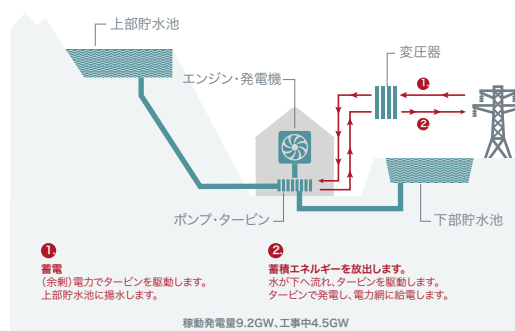
## マイホーム蓄電: 電池

太陽光発電装置&自家消費用および電力網給電用電池との組み合わせ



## 揚水蓄電装置: 天然宝庫の使用

揚水蓄電施設の構成



蓄電ソリューションは色々あります。電池、コンデンサ、フライホイール蓄電装置などの短期蓄電装置では、一日に何度も充電・放電することができます。しかし、容量が限定されます。

ドイツは長期蓄電のために主に揚水発電所を使用します。これらの発電所はその一部がルクセンブルクやオーストリアにあり、現在容量が約9ギガワットあり、ドイツの電力網に接続されています。このように、ドイツはEU最大の揚水容量を持っていますが、拡大の余地があまりありません。それゆえ、ドイツは蓄電容量の大きい国と密接に協力合っています。その中、オーストリア、スイスとノルウェーは最も重要な国々です。

## 2013年

ドイツは電力伝送網の拡大要求に関する初の連邦需要計画法を可決しました。初の完全に新規開発された電動自動車がドイツで量産されました。

## 2013年

世界初の工業基準に則るPower to Gas発電所がドイツで稼働されました。





もう一つの長期蓄電に圧縮空気蓄電があります。余剰エネルギーで空気を岩塩ドームの空洞などの地中空間に圧縮します。必要な場合は、圧縮空気発電機を駆動して発電します。

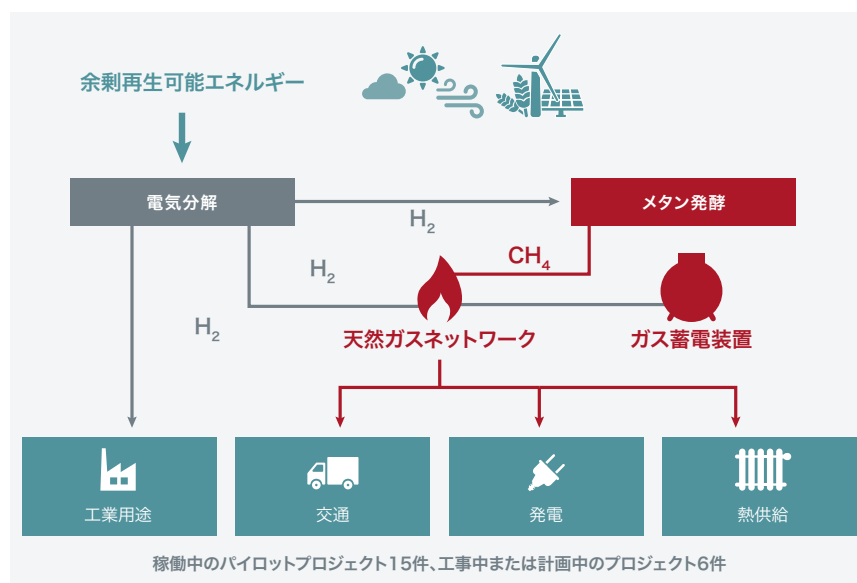
新長期蓄電コンセプトにはPower to Gasがあります。電気分解で再生可能エネルギーに由来する電力を水素または合成天然ガスに変換します。メリットとして、水素や天然ガスを保管したり、すぐに使用したり、天然ガスネットワークに供給したりできます。これらのガスは輸送が簡単で、柔軟に使用可能で、また必要に応じて発電所が電気または熱に再変換し、最終消費者が調理、暖房または自動車運転に使用することができます。

しかし、多くのエネルギー蓄積装置はまだ価格がとても高いため、ドイツ政府はこの分野での研究と開発を進め、2011年に「蓄電」というプロモーションイニチアチブを開始しました。2013年以来、太陽光発電装置に接続された小規模な分散型蓄電装置にも資金を与えています。電池の新しい応用フィールドには、電力網における些細な不平衡を迅速に平衡にすることがあります。これらの電池システムの市場への導入は、研究・革新を促進し、価格を低減します。

しかし、専門家によると、新規蓄電施設の需要は当初限定されるでしょう。すべての蓄電技術のシステム費用を低くすることは、長期的に再生可能エネルギーのシェアを大幅に増加することによってのみ期待できます。中短期には、電力網を拡大したり、発電・消費を効率的エネルギー投入用に目的別に操作する等、他の措置を講ずるのがコスト低減になります。

### 電気のガスへの変換

電気分解やメタン発酵の機能原理。可能な使用用途



## 2014年

ドイツは再生可能エネルギー法を改正しました。同法には初の年間開発目標が含まれ、市場統合を強行しました。EUは、温室効果ガス排出量を40%削減し、再生可能エネルギーのシェアを27%以上に増加し、エネルギー消費量を27%以上低減するといった2030年のエネルギーと気候に関する目標を決議しました。ドイツは国家エネルギー効率行動計画を可決し、「気候保護行動プログラム2020」を開始しました。電力系統でのシェアが27.4%の再生可能エネルギーは初めてドイツの最も重要なエネルギー源になりました。

消費者とエネルギー革命



# 「それで、消費者はエネルギー革命で何か得しますか」

エネルギー革命は住民から支えられている場合のみに成功できます。そして、これはエネルギーが個人消費者に対して手頃かどうか大きく左右されます。しかし、消費者はエネルギー供給構造変換からも直接に利益を得ます。よって、大勢の消費者が、どのように家でエネルギーを最も節約できるかについてアドバイスを求めています。

旧型暖房装置を切り替えたり、家を修繕する人は低金利のローンや国家助成金で利益を得ます。新築アパートを借りようとする人はエネルギー消費量や費用に関する情報を自動的に受け、また新しい洗濯機、パソコンまたはランプを買いたいなら、製品のエネルギー効率評価がラベルで分かります。

## 一般大衆によって所有される発電所が何ヶ所ありますか？

所有者グループ別の発電用再生可能エネルギー設備発電量のシェア



**46%**

消費者

(個人所有者25.2%、市民エネルギー企業9.2%、住民参加11.6%)



**12,5%**

エネルギー供給者



**41,5%**

投資家

(機関投資家、戦略的投資家)



## 2015年

欧州委員会はエネルギー連合の枠組み戦略を提示し、供給の安全性、エネルギー単一市場、エネルギー効率性、経済の脱炭素、エネルギー研究の5つを重点としました。「ソーラーインパルス」という飛行機が、太陽エネルギーだけで世界一周を開始しました。世界気候会議がパリで開催され、京都議定書のフォローアップの規約を交渉しました。195ヶ国が2°Cを上限にして地球温暖化を抑えることに合意しました。





消費者は従来のエネルギー分野にも積極的に関与しています。電気と暖房はもはや小規模または大規模なエネルギー供給者だけでなく、ソーラーパネルシステムを所有したり、風力発電所に投資したり、バイオガス発電所を運営したりしている消費者自身が生み出します。ドイツの150万台以上の太陽光発電装置の多くは一戸建て住宅の屋根に設置されています。ドイツの消費者は、全風力タービンに、農家はバイオエネルギーのおよそ半分に投資しています。

自前の再生可能エネルギー技術の設置または資金調達が難しい人は他人と力を合わせることができます。全組合員数16万人以上の900社弱のエネルギー協同組合はエネルギー革命の諸プロジェクトに共同投資しています。消費者は、たった100ユーロでも投資し始められます。

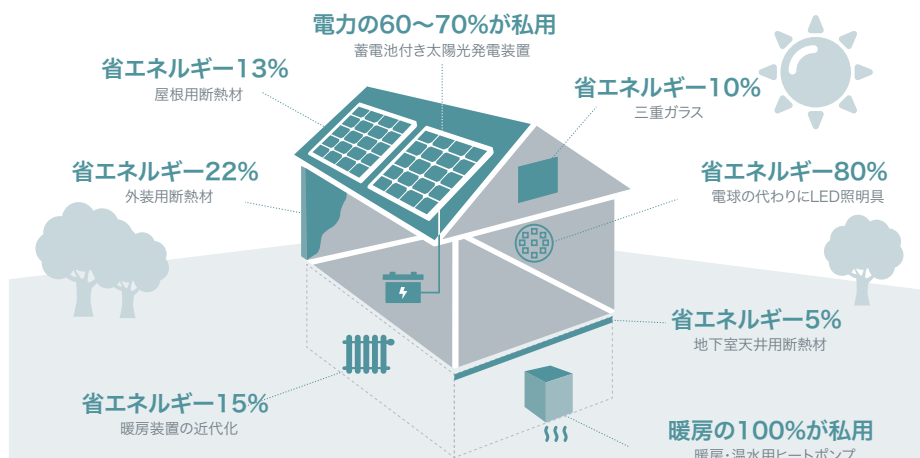
さらに消費者は、エネルギー革命の具体的な点について多大な発言権をもち、例えば、自分の地域で特に、新たな風力

発電所が計画されると、懸念や願望を表明でき、特に、ドイツ中に大量の電力を伝送するための伝送線の架設計画においては、消費者が非常に積極的な役割を果たします。この場合、消費者はすでに電力網拡張の需要を調べる時点で提案、意見を出すことができます。伝送線の実際の経路の決定に至るまで、他のすべての計画段階もパブリックの参加のもとに行われます。加えて消費者は、すでに正式な手続きの開始前に、連邦ネットワーク庁と電力網事業者より伝送線の各プロジェクトに関する詳細情報を受け取ります。

上記の諸活動は、「電力網市民対話」イニチアチブにより補われ、これは市民オフィスをもち、拡大プロジェクトが計画されている地域で直接対話を提供して、電力網拡張のあらゆる事項についての固定連絡窓口でもあります。このように早期に取り組むことにより、エネルギープロジェクトは実施が容易になり、受容性が高まります。

### 消費者は家でどのようにエネルギー革命から利益を得ますか？

1970年代に建築された一戸建て住宅に採用可能な再生可能エネルギーのエネルギー効率性と利用の選択例



## 2016年

パリ気候協定が最初の55ヶ国の各国会から可決され11月4日に発効しました。ドイツは再生可能エネルギーのプロモーションを再構造化しました。2017年現在、あらゆる技術の入札がされています。

# 用語集 – ツアー展示

## オークション

2017年以降、新風力発電施設または大規模な新太陽光発電施設のプロジェクに対する支援関税を決定するため、オークションを開催します。オークションでは、当初の関税水準を決定するため、同時に複数のプロジェクトが出され、興味のある当事者が該当のプロジェクトで入札します。このように、法定関税を課すことなく、再生可能エネルギーに由来する電力の公正な相場が決まります。2015年、手続きを試験し最適化するため、重大な太陽光発電プロジェクトのオークションを3回開催しました。

## 予備発電所

電力系統において急なボトルネックが発生した場合は、予備発電所を採用します。速やかに起動・停止する必要があるため、ガス発電所はこの目的に最適です。

## 電池

電池は電気化学蓄電装置です。電子回路につながると、電荷を放出し、電力を流します。携帯電話、電気自動車などの装置に使われる充電式電池は蓄電池と呼ばれ、太陽光発電施設などの再生可能エネルギー源でも使用される充電式電池は、電池貯蔵装置と呼ばれます。電池は容量（アンペア時、略してAh単位）によってわずかな電荷を蓄積できます。

## 建物の再開発

建築物のエネルギー効率向上の取り組みでは、技術の現状を踏まえて必要以上にエネルギーが失われる弱点を解消します。可能な改良措置には、壁や屋根用断熱材、新規断熱窓の設置等があります。他には、暖房装置を近代化することができます。

## コンデンサ

コンデンサは短期間に蓄電できます。コンデンサは金属球や金属板など、2つの部品から構成されます。1つの部品は正電荷、もう一つの部品は負電荷を帯びます。両部品が互いに接続され合うと、電荷が平衡になるまで電気が流れます。

## カーシェア

カーシェアとは、複数人の使用者が単一の自動車を共有することを意味します。この実現に向けては、一般的には、自動車を所有する会社の顧客になります。自動車を必要とするなら、借りることができます。カーシェアは従来のカーレンタルサービスとは違って急遽の利用や例えば30分間でも自動車を予約することが可能です。カーシェアサービス専用駐車場を造ったコミュニティがたくさんあります。カーシェア用自動車はバス専用レーンも使用できます。

## CO<sub>2</sub>相当値

CO<sub>2</sub>相当値とは、通常100年にわたる化学化合物の温室効果に対する影響の比較数値です。ただし、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の値を1とします。CO<sub>2</sub>相当値が25の物質の場合は、この物質1キロの排出はCO<sub>2</sub>1キロの排出よりも25有害です。備考：CO<sub>2</sub>相当値からは、化学物質の気候変動に対する実際の影響が分かりません。

## 圧縮空気蓄電

圧縮空気蓄電は、電力で空気を圧縮して地中空洞に貯蔵することです。圧縮空気は必要に応じてタービンで開放して発電することができます。これまではこの技術はあまり使われていません。しかし、再生可能エネルギー源による余剰発電電力を蓄積するオプションと見なされています。くり抜かれた気密性岩塩空洞は貯蔵に相応しく安全な地形と見なされています。設置には、乗り越えるべき地質学的な課題が幾つかあります。もしも施設が後で不安定と発見されたら、安定化できるわけがありません。また、周辺の岩石の張力に影響を及ぼさないことが重要です。

## 暗期

風力発電施設や太陽光発電施設が発電できない時期は暗期と知られています。最悪の場合は、凧で、風のない



新月の夜です。こういう時期は、他のエネルギー源または以前蓄積されたエネルギーで電力需要に応える必要があります。

### 排出量取引

ヨーロッパでは、CO<sub>2</sub>には市場価値があります。エネルギー経済と工業の大きな部門は排出する温室効果ガス1トンごとに証書を提示する必要があります。証書が足りない場合は専用市場で購入し、排出量を低減する場合は余分な証書売ることが出来ます。毎年入手可能な証書の総件数が減少するため、会社は省エネルギー措置に投資したり、環境への害の少ない他のエネルギー源を採用したりしたら利益になります。

### エネルギー協同組合

ドイツで今日協同組合と知られているものは19世紀に生まれ、現在確立されている理念です。フリードリヒ・ヴィルヘルム・ライプアイゼンとヘルマン・シュルツェ＝デーリッチュはそれぞれ同時にドイツ初の協同組合を立ち上げました。同様の事業の利害関係を持っている複数の個人が力を合わせて、購買組合などの形で市場での影響力を強めるという構想です。ドイツでは、このような特殊な企業形態は固有の法律で規制されています。エネルギー供給の分野で協同組合が存在するのは最近ではありません。ドイ

ツで電化が始まると、特に農村部は大都市と歩調を合わせられなかったため、現地の電力供給を行うためのエネルギー協同組合を結成しました。今でもこれらのエネルギー協同組合の一部が存続しています。エネルギー革命のおかげで、協同組合モデルに新しい命を与えました。関係者の大多数は、例として、太陽光発電所、風力発電所の建設に資金を与える個人が占めます。

### エネルギー効率性

エネルギー効率性とは、投入エネルギーに比べた性能水準、もしくは一定の性能水準を達成するにはどれだけのエネルギーを投入しなければいけないかを指します。エネルギー効率性が高い分、成果を遂げるのに必要なエネルギーは低くなります。例えば、エネルギー効率の高い建物は、サイズが同様の、エネルギー効率の低いビル建物に比べて冷暖房に必要なエネルギーが少なくて済みます。他に、工業生産や交通は、エネルギー効率性がますます重要になっている分野です。企業にとっては、エネルギー効率向上措置の実施費用を加算しても資金を節約する場合には、面白い措置となります。個人消費者も、特別にエネルギー効率の高い装置を使えば、省エネに貢献できます。多くの国では、冷蔵庫、テレビ、洗濯機等に消費表示

があり、それにより消費者は家電のエネルギー効率をすぐ見てとれます。

### エネルギー生産性

エネルギー生産性とは、使用エネルギー1単位あたりの経済的価値（国内総生産におけるシェア）を指します。経済の場合は、主要なエネルギーを基に算出します。

### 拡大回廊

拡大回廊では、再生可能エネルギー開発の予測可能性、電力網へのより良い統合、消費者に対する追加費用の管理性の3点に対応します。再生可能エネルギー法では、再生可能エネルギー技術別に専用目的回廊を割り当てます。新設備容量が当年上限を上回った場合は、翌年に助成金が少くなります。回廊の目的に達せず拡大が小さい場合は、助成額低減が低くなるか、あるいは消失します。

### 固定価格買取

再生可能エネルギー法では、風力発電所または太陽光発電所の事業者が所定の期間に発生させる電力を最小限の固定価格で買い取ることを保証します。固定価格を設定する期間は、発電所が開設した年です。技術が進歩し、技術の使用用途が広がるにつれて投資費用が減少し続けるため、

固定価格が年々下落します。ドイツでは、今後数年にわたって入札手続き（入札参照）が現行の固定価格買取制度に替わります。

### 最終エネルギー消費量

最終エネルギーは消費者に実際にたどり着くエネルギーです。この数値からは伝送線損失、発電所における効率由来の損失などの因子を差し引きします。しかし、電源装置の発熱などによる、消費者側で生じる損失は最終エネルギー消費量に含めます。

### フライホイール蓄電装置

フライホイール蓄電装置は短期間に電力網の余剰電力を蓄積できます。電力は機械的に蓄積されます。電動機では、フライホイールを駆動して電気エネルギーを回転エネルギーに変換します。回収するためには、必要な時にホイールで電動機を駆動します。電池と同様に、フライホイールもモジュール型の構造に適しています。この技術の基本原理は中世以来すでに知られていますが、当時は電力と併用されていませんでした。フライホイールは主に短期間にピークが望まれる蓄電に適し、後で電力網に迅速に給電できるように設計されています。

### 燃料電池

燃料電池は化学エネルギーを電気エネルギーに変換して発電する小型発電所で、電気自動車を駆動したり電力網に接続されていない地域で発電したりする目的などで使用されます。大抵の場合、素材は水素と酸素だけ

が必要です。このような発電方法は環境に有害なガスは一切発生させず、蒸気だけを発生します。発電に要する水素は再生可能エネルギーによる電力で生産することができます。（パワーツーガス参照）しかし、メタノールなど別の素材を採用した燃料電池もあります。

### 温室効果ガス

温室効果ガスは、地表から反射された日光が宇宙へ帰せず、むしろ大気で再び地球へ反射される大気の変化を起こし、その結果、地球温暖化に決定的な影響を与えます。この効果は温室の原理と同様に地球を加熱します。最も良く知られている温室効果ガスは主に石油、ガス、石炭などの化石燃料の燃焼で生じる二酸化炭素です。他には、メタン、フロン類（CFC）などの温室効果ガスがあります。

### 総電力消費量

国の総電力消費量を計算するには、国内発電力量と外国輸入電力力量を合計します。次に、この合計から輸入電力力量を差し引きします。

$$\begin{array}{r}
 \text{国内発電力量} \\
 + \quad \text{輸入電力力量} \\
 - \quad \text{輸出電力力量} \\
 \hline
 = \quad \text{総電力消費量}
 \end{array}$$

### ヒートポンプ

ヒートポンプは深い地下地層など周辺から熱エネルギーを吸収します。こ

の熱で温水を生成したり、屋内を暖房したりします。必要な電力は再生可能エネルギーから生成できます。冷蔵庫は同様の原理を応用し、内部を冷蔵しながらも外部へ放熱します。

### 京都議定書

1997年に日本の京都で、気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）加盟国は2012年までの温室効果ガス排出量の低減に関する目的について合意しました。基準点は1990年の水準です。190ヶ国以上が当該議定書を批准しました。2020年までの二つ目の議定期間はドーハの国連気候変動会議で合意されました。京都議定書は、2015年12月に現在196のUNFCCC加盟国が2°Cを地球温暖化の上限とすることに合意したパリ気候協定の前身です。

### ほぼゼロエネルギーの建物

ほぼゼロエネルギーの建築物は、特にエネルギー消費量の低い建物を指す用語です。2021年以降、欧州連合ではすべての新規建築物は該当する基準に従わなければなりません。公務用建築物には、すでに2019年以降この規制を適用しています。ドイツでは、このようなビル建物の主要なエネルギー需要は毎年1平方メートルあたり40kWhを上回らないことです。

### ペレット暖房装置

木材ペレットは圧縮木材チップや大鋸屑からなる小さなボールや棒で、専



用暖房装置で燃焼されます。圧縮によりエネルギー密度が高まりながらも、薪などに比べて収納スペースをあまり取りません。木材ペレット暖房装置は、燃焼時に、植物が生存中に吸収した二酸化炭素の量だけを開放するため、気候変動に影響を及ぼしません。

### 電力網、最大電圧電力網、配電網

電力網は電力を伝送するルートです。ドイツなど多くの国では、電力網は最大電圧 (220kVまたは380kV)、高電圧 (60kV~220kV)、中位電圧 (6kV~60kV)、低電圧 (230kVまたは400V) といった電圧の異なる4段階から構成されます。低電圧網は家庭などの受電者を対象とします。最大電圧網はそれより約1000倍高い電圧に対応し、長距離で大量の電力を伝送します。高電圧系統はさらに中位電圧ネットワークまたは低電圧ネットワークへ電力を分配します。中位電圧ネットワークはさらに電力を運びますが、工業や病院などの重大な消費者にも供給します。一般世帯は低電圧ネットワークから電力を受けます。

### パワーツーガス (電気分解、メタン発酵)

パワーツーガスは余剰電力の長期間蓄積を可能にする技術です。2段階のプロセスでは、電力をガスに変換し、ガス貯蔵施設に貯め、ガスネット

ワークを介して分配できます。第1段階では、電気で水を酸素と水素に分解し、電気分解といいます。生成された水素は直接にガスネットワークに一定量で供給したり、第2段階 (メタン発酵) でガスに変換したりできます。メタン発酵では、二酸化炭素を水素に加えてメタンと水を生成します。メタンは天然ガスの主要構成要素で、容易にガスネットワークに供給できます。

### 主要なエネルギー、主要なエネルギー消費

主要なエネルギーは石炭、石油、太陽光、風力などのエネルギー源のうち使用可能なエネルギーの合計です。最終エネルギー (最終エネルギー参照) へ変換する際は、損失が発電、伝送時などに多少なりとも伴います。ただし、損失量は元々のエネルギー源によって異なります。そのため、常に最終エネルギー消費量より主要なエネルギー消費量の方が高いです。

### 揚水蓄電

揚水蓄電および揚水蓄電発電所は信頼性の高い蓄電技術で、電力網の余剰エネルギーで高地の貯水池に汲み上げます。追加の電力が必要な場合は、放水してタービンを駆動して発電します。

### 放射性廃棄物

放射性廃棄物はとりわけ原子力発電をする時に生成されます。放射性物質は燃料棒内で別の物質に分解されます。一定時間を経て、これらの物質は使用できなくなりますが、放射性を持ち続けます。これらは最初は、ウラニウム、プルトニウム、ネプツニウム、ヨウ素、セシウム、ストロンチウム、アメリカシウム、コバルトなどの元素の同位体です。時間を経て、崩壊系列を経ながら他の放射性物質が生成されます。人間と自然への被害を防止するため、この廃棄物は長期間に安全に保管する必要があります。高放射性廃棄物は最短100万年間安全に保管する必要があります。中位放射性廃棄物は予防措置が減り、低放射性廃棄物は予防措置がほとんどありません。しかし、これも長期間で安全な保管が必要です。

### 再生可能エネルギー

再生可能エネルギーには、風力、太陽エネルギー (太陽光発電、太陽熱)、地熱、バイオマス、水力、海洋エネルギーなどがあります。水力の場合は、違いを見分ける必要があります。多くの統計では、小規模な水力施設が再生可能エネルギー源とされる一方、設備容量が50メガワット以上の大規模な水力発電所は、しばしば再生可能

エネルギー源とはされません。石炭、石油、ガス、原子力などの従来のエネルギー源とは異なり、再生可能エネルギーは有限のエネルギー源では発電しません。ただし、例外として、バイオマスは、素材が生えて元の量に戻る分だけ処理される限り、気候に影響しないものだけとして見なされます。地熱はよく批判を浴びます。地形を加工する際は、特に地震を引き起こしたり、地上の建築物が居住不可能になるほど地面を盛り上げたりすることがあります。

### 再生可能エネルギー法による配分、配分制度

ドイツの電力消費者は皆で、再生可能エネルギー法に従って、電力価格に組み込まれた配分により再生可能エネルギーに由来する電力にかかる追加費用を支払います。その額は、事業者を支払われる報酬と、電力市場での電力売買から生じる収入との差によって変わります。電力需要の非常に高い企業は配分額の全額を支払う必要がありません。

### 欧州単一市場

欧州連合加盟国は単一市場を構成します。単一市場では、物、サービス、資本や、ある程度人の国境越えの自由な移動を保証します。例として、国境を越えて移動される物やサービスには、関税などの税金を課しません。電力、ガスや石油も国と国間で流れます。しかし、既設電気インフラとガス管インフラは欧州エネルギー単一市場の機能を確保するにはまだ足りません。標準化された国境越えの規制

もまだ必要です。EU内の電気価格の均一性を確保して供給の安全性を向上するため、これら2つの課題は今後数年以内に解決される予定です。

### スマートグリッド

スマートグリッドは、生産者から配管と蓄電施設を通じて消費者まですべての関係者が、確実に自動デジタルデータ伝送により互いに通信し合う供給ネットワークです。迅速な通信では、ボトルネックや過剰発電を防止し、すべての関係者の要求にエネルギー供給を合わせやすくなります。特に再生可能エネルギー源からの電力の不安定な供給にはこのような解決策が必要です。同時に、スマートグリッドでは、柔軟な電気価格モデルを用いて需要を制御することができます。

### 入札

2017年以降、新規風力発電所プロジェクトや大規模太陽光発電所の助成金額は、幾つかのプロジェクトの同時入札により決められます。各プロジェクトの見込顧客は最初の報酬額に相当する見積もりを出して、法定報酬の代わりに再生可能エネルギーのフェアな市場電力価格が決められます。当方法をテスト、最適化するには、すでに2015年に大規模太陽光プロジェクトの入札ラウンドが行われました。

### リザーブ用発電所

リザーブ用発電所は、電力供給時に突然ボトルネックが発生した際に代

用を勤めます。立ち上げ、終了ともスピードを要するため、特にはガス発電所が適します。



## 参考文献一覧

- AG Energiebilanzen e.V. (2016):** Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2015.
- Agora Energiewende (2015):** Agorameter – Stromerzeugung und Stromverbrauch.
- Auswärtiges Amt (2015):** Speech of Frank-Walter Steinmeier on the opening of the Berlin Energy Transition Dialogue 2015.
- BMWi und BMBF:** Energiespeicher – Forschung für die Energiewende.
- Bundesamt für Strahlenschutz (2016):** Kernkraftwerke in Deutschland: Meldepflichtige Ereignisse seit Inbetriebnahme.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015):** Atomenergie – Strahlenschutz.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014):** Die Energie der Zukunft. Erster Fortschrittsbericht zur Energiewende.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014):** Zweiter Monitoring-Bericht «Energie der Zukunft».
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):** Die Energie der Zukunft. Fünfter Monitoringbericht zur Energiewende.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):** Eckpunkte Energieeffizienz.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):** Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und Internationale Entwicklung im Jahr 2014.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):** EU-Energieeffizienz-Richtlinie.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016):** Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland und verringerte fossile Brennstoffimporte durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016):** Energiedaten: Gesamtausgabe. As of November 2016.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016):** Erneuerbare Energien auf einen Blick.
- Bundesnetzagentur (2015):** EEG-Fördersätze für PV-Anlagen. Degressions- und Vergütungssätze Oktober bis Dezember 2015.
- Bundesnetzagentur; Bundeskartellamt (2016):** Monitoringbericht 2016.
- Bundesregierung (2015):** Die Automobilindustrie: eine Schlüsselindustrie unseres Landes.
- Bundesverband CarSharing (2016):** Aktuelle Zahlen und Daten zum CarSharing in Deutschland.
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2014):** Stromnetzlänge entspricht 45facher Erdumrundung.
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2016):** BDEW zum Strompreis der Haushalte. Strompreisanalyse Mai 2016.
- Council of European Energy Regulators (2015):** CEER Benchmarking Report 5.2 on the Continuity of Electricity Supply – Data update.

**Deutsche Energie Agentur GmbH (2012):** Der dena-Gebäudereport 2012.

Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand.

**Deutsche Energie Agentur GmbH (2014):** Der dena-Gebäudereport 2015.

Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand.

**Deutsche Energie-Agentur (2013):** Power to Gas. Eine innovative Systemlösung auf dem Weg zur Marktreife.

**Deutsche Energie-Agentur (2015):** Pilotprojekte im Überblick.

**Deutscher Bundestag (2011):** Novelle des Atomenergiegesetzes 2011.

**DGRV – Deutscher**

**Genossenschafts- und**

**Raiffeisenverband e.V. (2014):**

Energiegenossenschaften.

Ergebnisse der Umfrage

des DGRV und seiner

Mitgliedsverbände.

**EnBW (2015):**

Pumpspeicherkraftwerk

Forbach – So funktioniert ein

Pumpspeicherkraftwerk.

**entsoe (2014):** 10-year Network Development Plan 2014.

**European Environment Agency (2016):** Annual

European Union greenhouse

gas inventory 1990-2014.

**Filzek, D., Göbel, T., Hofmann, L. et al.**

**(2014):** Kombikraftwerk 2 Abschlussbericht.

**GWS (2013)** Gesamtwirtschaftliche Effekte energie- und klimapolitischer Maßnahmen der Jahre 1995 bis 2012.

**IEA (2016):** World Energy Outlook 2016 Summary, November 2016.

**Intergovernmental Panel on Climate Change (2014):** Climate Change 2014. Synthesis Report.

**International Renewable Energy Agency (2015):** Renewable Power Generation Costs in 2014.

**IRENA (2015):** Renewable power generation cost in 2014.

**KfW (2015):** Energieeffizient bauen und sanieren. KfW-Infografik.

**Kraftfahrt-Bundesamt**

**(2016):** Fahrzeugbestand in Deutschland.

**Merkel, A. (2015):** Speech of Federal Chancellor Merkel on the occasion of the new year's reception of Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE) on 14 January 2015.

**Ratgeber Geld sparen (2015):** Kühlschrank A+++ Ratgeber und Vergleich. As of November 2015.

**REN21 (2016):** Renewables 2016. Global Status Report. 2016.

**Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2014):** Gebiet und Bevölkerung – Haushalte.

**Statistisches Bundesamt (2014):** Bevölkerungsstand.

**Statistisches Bundesamt (2015):** Preise. Erzeugerpreise gewerblicher Produkte (Inlandsabsatz) Preise für leichtes Heizöl, schweres Heizöl, Motorenbenzin und Dieselkraftstoff. Lange Reihen.

**Statistisches Bundesamt (2015):** Umsätze in der Energie-, Wasser- und Entsorgungswirtschaft 2013 um 1,6% gesunken.

**Statistisches Bundesamt:** Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Werte für 2015 on <https://www.destatis.de/trend:reseach>

**Institut für Trend- und Marktforschung, Leuphana Universität**

**Lüneburg (2013):** Definition und Marktanalyse von Bürgerenergie in Deutschland.

**Umweltbundesamt (2015):** Emissionsberichterstattung Treibhausgase Emissionsentwicklung 1990-2013 – Treibhausgase.

**Umweltbundesamt (2015):** Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung



atmosphärischer Emissionen  
1990-2013.

**Umweltbundesamt (2015):**

Presseinfo 14/2015: UBA-  
Emissionsdaten 2014 zeigen  
Trendwende beim Klimaschutz.

**Umweltbundesamt (2016):**

Treibhausgas-Emissionen in  
Deutschland.

**Umweltbundesamt (2016):**

UBA-Emissionsdaten für 2015  
zeigen Notwendigkeit für  
konsequente Umsetzung des  
Aktionsprogramms Klimaschutz  
2020.

**Zetsche, D. (2009):** Speech  
at the World Mobility Forum  
Stuttgart, January 2009.



印刷

発行

Auswärtiges Amt (外務省)  
Werderscher Markt 1  
10117 Berlin  
電話 : +49 30 1817-0  
[www.diplo.de](http://www.diplo.de)

編集・デザイン

Edelman.ergo GmbH, Berlin (ベルリン)  
Diamond media GmbH, Neunkirchen-  
Seelscheid (ノインキルヒェン=ゼールシャ  
イト)

