

第3章

エネルギー制度改革等とエネルギー産業の競争力強化

第3章

はじめに

従来の我が国のエネルギー市場は、電力・ガスといった業態ごと・地域ごとに市場の垣根が存在し、各社はその中で垂直一貫の体制で事業を営んでいました。しかし、今後、電力・ガス制度改革を通じた自由化により競争が活性化するとともに、環境適合への要請や革新的な技術の登場により、新たなビジネスモデルの競争力が高まる可能性も考えられます。我が国のエネルギー企業については、国内の市場における需要の伸びの鈍化や自由化などの事業環境変化の中にあっても、各種の変化を的確にとらえ、競争力のある企業として成長していくことで、エネルギーの安全性や安定供給、経済効率性の向上、世界規模での環境適合への貢献などを実現していくことが期待されます。

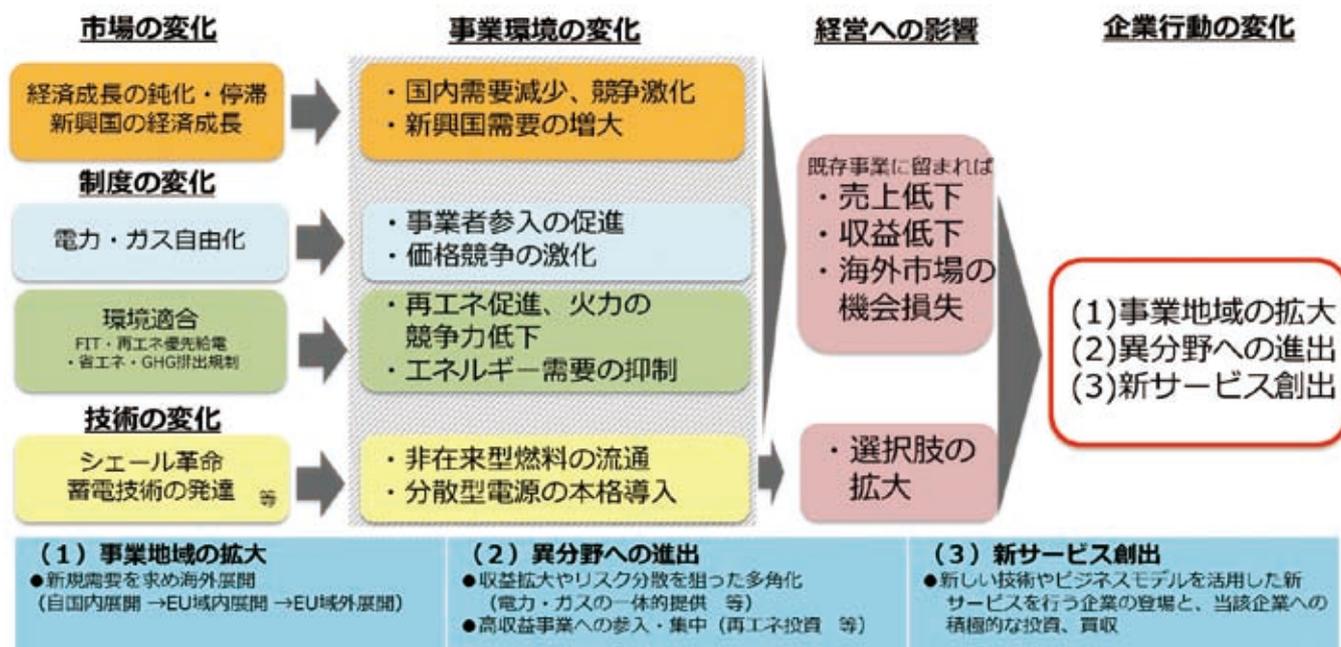
第3章では、自由化等の対応で先行している諸外国の事例を分析しながら、「市場」・「制度」・「技術」といったエネルギー産業を取り巻く環境の変化に、企業がどのように対応しているかについて紹介します。

1. 事業環境の変化

(1) 市場の変化

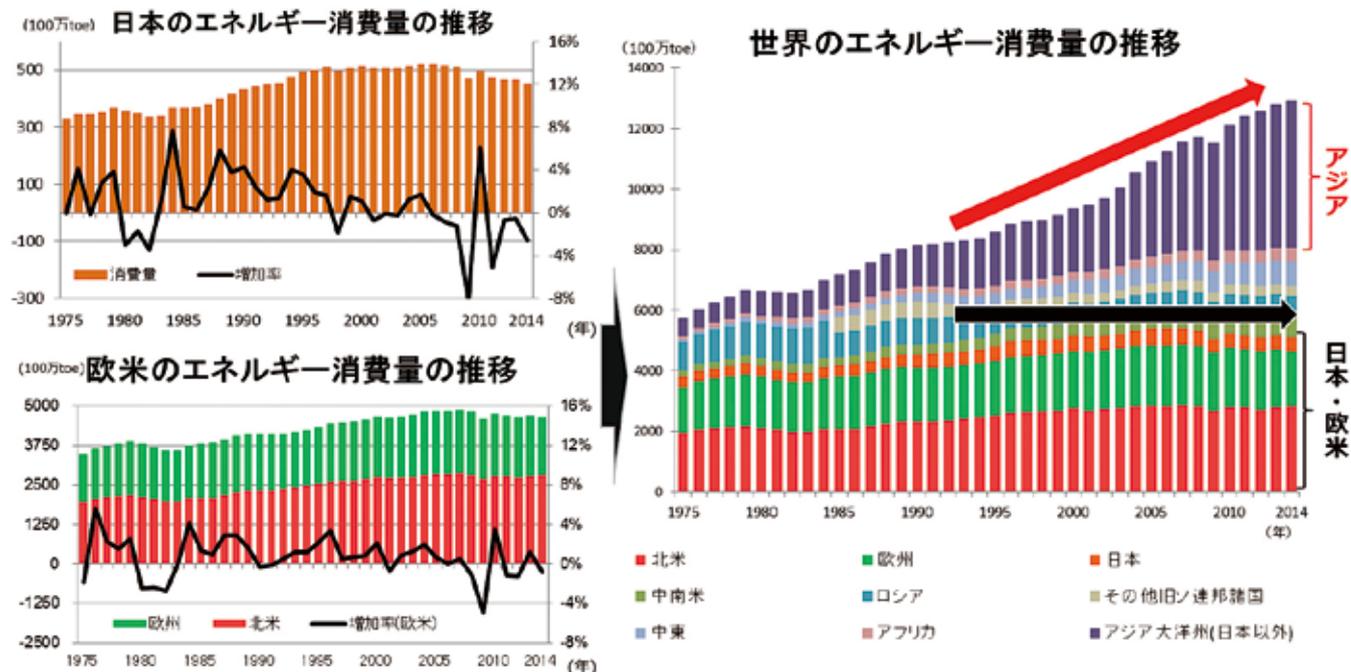
エネルギー企業の行動を分析する上では、まず、市場においてエネルギーの需要がどのように推移しているかを踏まえる必要があります。エネルギーの消費量は、世界全体では増加を続けていますが、欧米や日本などの先進国に限って見れば、経済成長の鈍化・停滞などの影響を受けて、先進国における国内エネルギー需要は減少していることがわかります。他方で、主にアジアを中心とした新興国では大きな伸びを見せており、国外市場に目を向けると、旺盛な需要が存在しています。

【第130-0-1】エネルギー企業を取り巻く構造変化と対応(欧米の先行事例)



出典：資源エネルギー庁作成

【第130-1-1】エネルギー需要の推移



出典：BP「Statistical review of world energy 2015」を基に資源エネルギー庁作成

(2) 制度の変化

エネルギー企業は、多くの国において、かつては規制のもとで、または国に所有されるかたちでビジネスを行ってきました。こうした中で、電力・ガスの分野においては、欧州を皮切りに自由化の動きが進展しています。自由化の進展に伴い、新規事業者の参入が促進されることとなり、価格やサービスの面で、エネルギー企業の競争環境は一層激化することになります。

あわせて近年では、地球規模での気候変動リスクへの対応として、環境適合への要請が高まっています。世界規模で、温室効果ガスの排出抑制に向けて省エネルギー（以下「省エネ」という。）や再生可能エネルギー（以下「再エネ」という。）に対する規制や支援制度の導入などが進み、エネルギー企業にとっては、エネルギー需要の抑制や既存の電源の競争力の変化などの影響が生じています。

(3) 技術の変化

エネルギーに関する技術も大きく革新をしています。近年では、シェールオイルの採掘技術が確立されたことで、2010年以降、非在来型の燃料の生産が伸び、原油価格の低下に大きな影響を与えています。また、電気事業の分野では、蓄電技術や系統制御に係る技術等の革新によって、再エネなどの分散

型電源の本格導入が進んでいます。こうした技術の革新は、エネルギー企業にとって、事業環境を大きく変えるものであると同時に、自社の選択肢を拡大するものでもあります。

2. エネルギー企業の行動の変化

こうした事業環境の変化の中で、エネルギー企業が、なお単に既存の事業に留まり続けようとするれば、多くの場合、売上・収益の低下などを招くこととなります。このため、事業環境の変化に合わせて企業の行動を変えていくことが求められ、例えば欧米企業の先行事例を見れば、以下の3点のような行動を見ることができます。

- ① 国外展開等の事業地域の拡大
- ② 上流・下流・近接事業領域（電力・ガスの相互参入等）などの異分野への進出
- ③ 新しい付加価値のあるサービスを創出するための、新技術・新ビジネスモデルの発掘・取り込み

以下、本章では、欧米企業における先行事例について、どのような事業環境の変化に企業がどう対応したのかについて、紹介していきます。

第1節 国外電力・ガス産業の動向

1. 欧米における事業環境の変化と企業の対応(総論)

欧米では、2000年前後から電力・ガスの小売全面自由化や再エネの導入が進められており、制度の面で大きな事業環境の変化がありました。

とりわけ欧州では、欧州委員会が1996年、2003年、2009年に3段階の欧州電力指令とガス指令(以下「エネルギーパッケージ」という。)を出し、それを受けた各国は電力・ガス市場の自由化、及び垂直一貫型企業の分割などを推進しました。また、欧州委員会は、環境への適合や再エネ導入の拡大を目的として、2008年及び2014年に、それぞれ2020年、2030年の温室効果ガス削減・省エネ達成・再エネ導入率の枠組みを提示し、各国はそれを踏まえた再エネ支援策等を整備するなど、制度面で事業環境が大きく変化してきました。

また米国では、連邦政府と州政府で規制権限が分かれていることもあり、自由化の進捗や再エネの導入には州ごとに濃淡があり、制度面では欧州のように一律に議論することは困難ですが、技術面では、カリフォルニアのスタートアップ企業などを中心に、再エネ関連技術など、新しい技術とビジネスモデルが生まれ、企業の選択肢の幅を拡げるような動きも出てきています。

こうした制度面や技術面での事業環境変化に加え、先進国における経済成長の鈍化等に起因する国内エネルギー需要の伸びの低下と、反対に新興国における大きな需要の伸びも相まって、欧米のエネルギー企業では、新たな需要を求めた国外展開、電力・ガス分野の相互参入や電源構成の見直しといった従来事業から異分野への進出、また中長期的に新たな価値やサービスを創出していくための技術の発掘・取り込み(ベンチャー投資による次世代エネルギー技術の発掘や、M&Aを通じた取り込み)などの動きが見られています。

2000年前後から自由化が本格化した欧州では、国内市場での競争が激化する一方で、新たに開かれた国外市場でシェアを拡大する機会が増加しています。こうした事業環境変化を受け、欧州のエネルギー企業各社は、企業規模の大小にかかわらず、積極的に国外展開を行いました。

中でも、フランスの国営ガス企業であるGDFを

出自として電気事業にも参入したEngieは、地域密着のサービスを提供するために24のビジネスユニットを編成するなど、EU域外にも積極的に展開する戦略を打ち出しています。また、スペインのIberdrolaやイタリアのENELは、国内市場のみでの成長に限界があることもあり、中南米等をはじめとしたEU域外への積極的な進出を行っています。

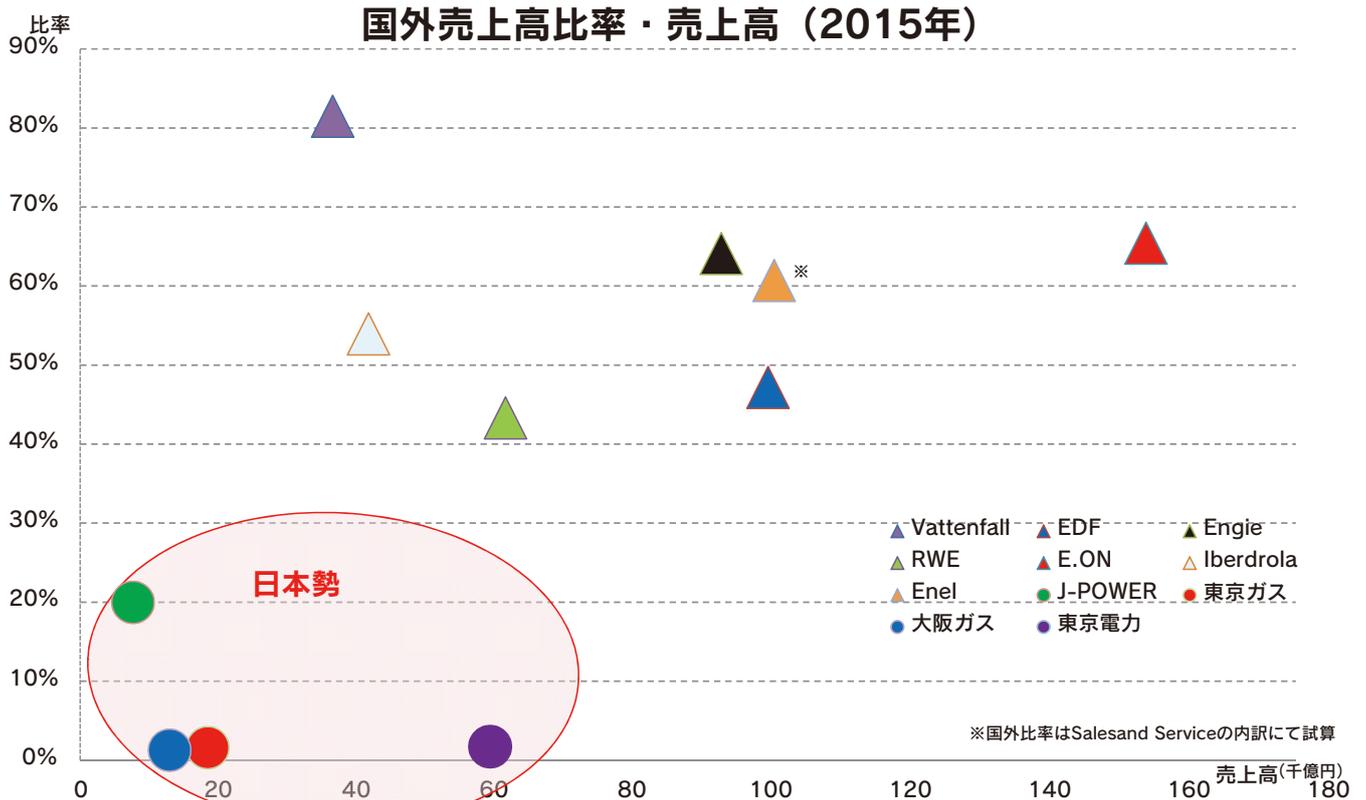
自由化の進展に伴って、同一業界内での競争だけでなく、電力・ガス等の相互参入も促進されています。例えば、ドイツの電力会社であるE.ONは同じくドイツのガス会社であるRuhrgasを買収することでガス事業にも進出し、今ではガスが電力と同程度の売上を占めるまでに成長しています。また、イギリスのガス会社のCentricaは、電力自由化を契機に電気事業に参入し、国外のエネルギー企業を買収しつつ、世界規模で電気事業を展開しています。

エネルギー企業の中では、その電源構成を変えてきている企業も存在します。スペインのIberdrolaは、その中でも顕著な例で、固定価格買取制度(以下「FIT」という。)等の再エネ導入支援策に後押しされて、風力発電を中心に再エネ電源に大きくシフトをしています。2015年時点で、保有する設備容量に対する再エネの比率は、32%と、欧州主要エネルギー企業の中でも最大級となっています。対照的に、石炭火力については、そのほとんどを手放していくとしています。DONG Energyは、政府が株式の過半を保有するデンマークの企業ですが、元々は北海の石油・ガス田の開発を行う企業であったところ、電気事業に進出し、その後再エネへのシフトを強めながら、現在では洋上風力発電の世界有数のプレーヤーとなっています。

再エネの急速な導入が進んだドイツにおいては、支援策を前提とした再エネに対して、火力が相対的に競争力を失っており、ドイツの電力会社であるRWEや、前述のE.ONなど、従来火力発電に競争力を有していた企業は厳しい経営状況となっています。このため、2016年に、両社とも、火力を中心とした従来型の事業と、再エネやネットワークなどの事業を切り分け、分社化を行うなどの大きな事業の転換を図っています。

このように、事業環境の変化に対して、地域の拡大や異分野への参入など、各社それぞれの戦略に基づいた対応をしています。また、欧米の主要企業は、今後も絶え間なく続くであろう事業環境の変化に備えて、その対応の選択肢を増やすため、新しい技術の発掘・取り込みにも力を入れています。

【第131-1-1】エネルギー企業による事業地域の拡大(2015年)



出典：Annual Report等を基に資源エネルギー庁作成

【第131-1-2】エネルギー企業の異分野への進出事例

エーオン E.ON (独) 電力→ガス

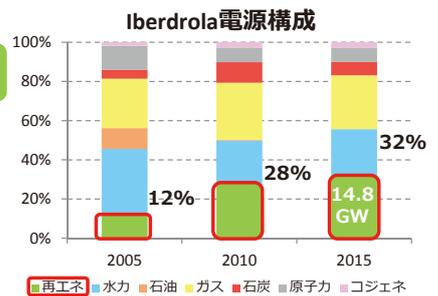
国内ガス事業者のRuhrgasを買収
→現在はガス事業が売上高の約50%

- エネルギー事業に集中し、前身のコングロマリットから引き継いだ化学事業等を売却(非戦略事業の売却)。
- 世界最大級のガス事業者であるRuhrgasを買収(2003年)し、その後ノルウェー、ロシアなどでもガス事業を展開。
- 売上高の約50%をガス事業が占める(2015年)

イベルドローラ Iberdrola (西) 従来型電源→再エネ

電源構成の組み替え
→現在は再エネが電源構成の32%

- イギリスのScottish Power社を買収。再エネ設備容量が約1.5倍となる。(2007)
- 欧州最大(現在は2位)の陸上風力発電施設Whitelee Windfarm(322MW、現在は539MW)を開所(2009)
- 仏原発メーカーのArevaと、バルト海での350MWの洋上風力事業を締結(2014)



セントリカ Centrica (英) ガス→電力

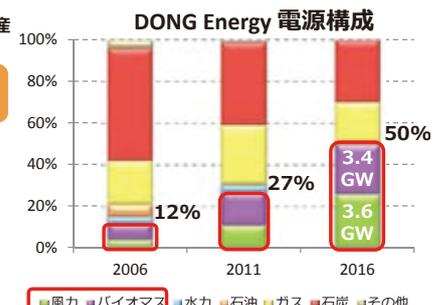
欧米エネルギー企業買収
→現在は電力事業への投資に積極的

- 1999年の電力小売全面自由化を機に国内の電力小売事業に参入。
- 北米のDirect Energy、カナダのATCOなど海外の大手エネルギー企業を買収。
- ATCOは設備投資の50%以上を電力部門に充てている(2015年)等、電力事業も積極的に展開。

ドゥン エナジー DONG Energy (デンマーク) 石油・ガス生産→再エネ

石油・ガス生産から再エネに事業転換
→現在は世界最大の洋上風力発電事業者

- 石油ガス事業から撤退し、再生可能エネルギー事業に集中することを発表(2016)
- 洋上風車が1000基を突破(2016)、世界最大の洋上風力電力事業者。
- 2025年までに11-12GWの洋上風力発電設備を導入。(2016年時点で3.6GW、世界の1/4。)



出典：Annual Report等を基に資源エネルギー庁作成

【第131-1-3】新サービス創出(技術革新)への動き

※エネルギー企業からベンチャーキャピタル等への出資額。括弧内はベンチャーキャピタル等の資金枠に占める割合を示す。
1€=120円、1\$=110円で換算。

エネルギー企業名	ベンチャーキャピタル等	金額規模*	投資先企業・プロジェクト例	投資対象
Engie(仏)	Engie New Ventures	138億円(100%)	・AMS(エネルギー貯蔵) ・Powerdale(EVインフラ) 他12件	分散型電源、エネルギー貯蔵、モビリティ等
RWE(独)	Innogy Venture Capital	90億円以上(75%)	・mantex(バイオマス) 他5件	再エネ、カーボンニュートラル等
Iberdrola(西)	Iberdrola Ventures - PERSEO	84億円(100%)	・Oceantec(波力発電) 等	再エネ、分散型電源、効率化等
Exelon(米)	Constellation Technology Ventures	1.1~11億円/件(100%) 2015年に56億円	・C3 Energy(スマグリ) 他13件	エネルギー関連ベンチャー企業
EDF(仏)	ELECTRANOVA CAPITAL	36億円(33%)	・seatower(大水深洋上風力発電) ・firstfuel(BEMS) 他10件	スマートシティ、モビリティ等
E.ON(独)	Strategic Co-Investments	3.6~6億円/件(100%)	・Green Smith(エネルギー貯蔵) ・Bidgely(エネマネ) 他13件	スマグリ、分散型電源、再エネ強化等が対象
ENEL(伊)	INCENSE	7.2億円 (74%)	・I-EM(ビッグデータによるエネマネ) 等80のプロジェクトが進行中	エネルギー貯蔵、データ解析、IoT等
東京電力	Energy Impact Fund	5.5億円 (データ無し)	・Spark Fund(エネルギーサービス) ・opus one(スマグリ) 他3件	低炭素化、分散化、デジタル化貢献企業等

出典：各社Annual Report、HP及び、報道等を基に資源エネルギー庁作成

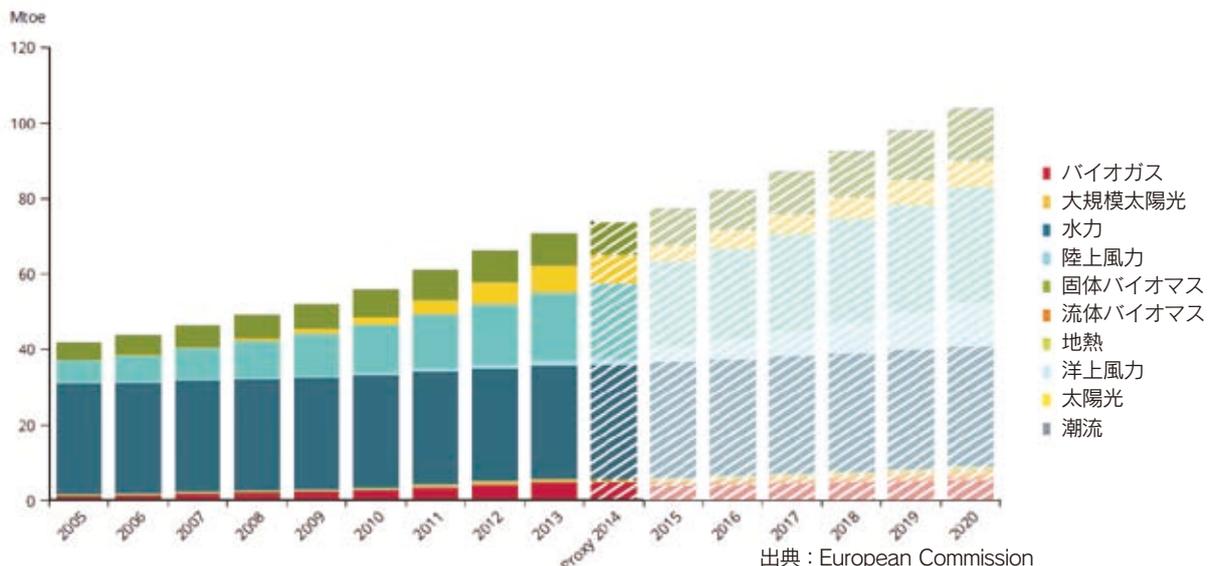
企業としての研究開発へ力の入れ方として、売上高に占める研究開発費の割合などを比較すると、欧米の企業と日本企業とで大きな差は見られません。しかし、欧米の企業は、自ら内製するのみならず、シリコンバレー等のベンチャー企業への投資や、技術を所有する企業のM&Aなどにより、他社の技術・サービス・人材を効率的に発掘し、取り込もうとしています。近年では、再エネ関連技術、蓄電技術、分散型電源等の制御技術、ビッグデータ解析など、新たな付加価値を生み出すビジネスを実現する上で重要となる技術に投資が集まっています。

2. 各国の状況について

(1) 欧州全体の動きについて

欧州では、電力・ガス市場の自由化前は、国営や独占企業による電気・ガス事業の運営が一般的でしたが、1990年頃にイギリスを皮切りとして自由化が始まりました。また、同時期に欧州委員会は「欧州単一市場」創出を目的とした電力・ガス分野の自由化を狙い、エネルギーパッケージを3度にわたり発しています(1996年「第1次エネルギーパッケージ」、2003年「第2次エネルギーパッケージ」、2009年「第3次エネルギーパッケージ」)。当パッケージ内では、発電やガス生産分野での競争導入、2007年7月までの小売全面自由化への移行、独占的な垂直事業の分離等が規定され、各国はこの指令に基づいて国内制度を整備しました。

【第131-2-1】 EUにおける再エネの導入量



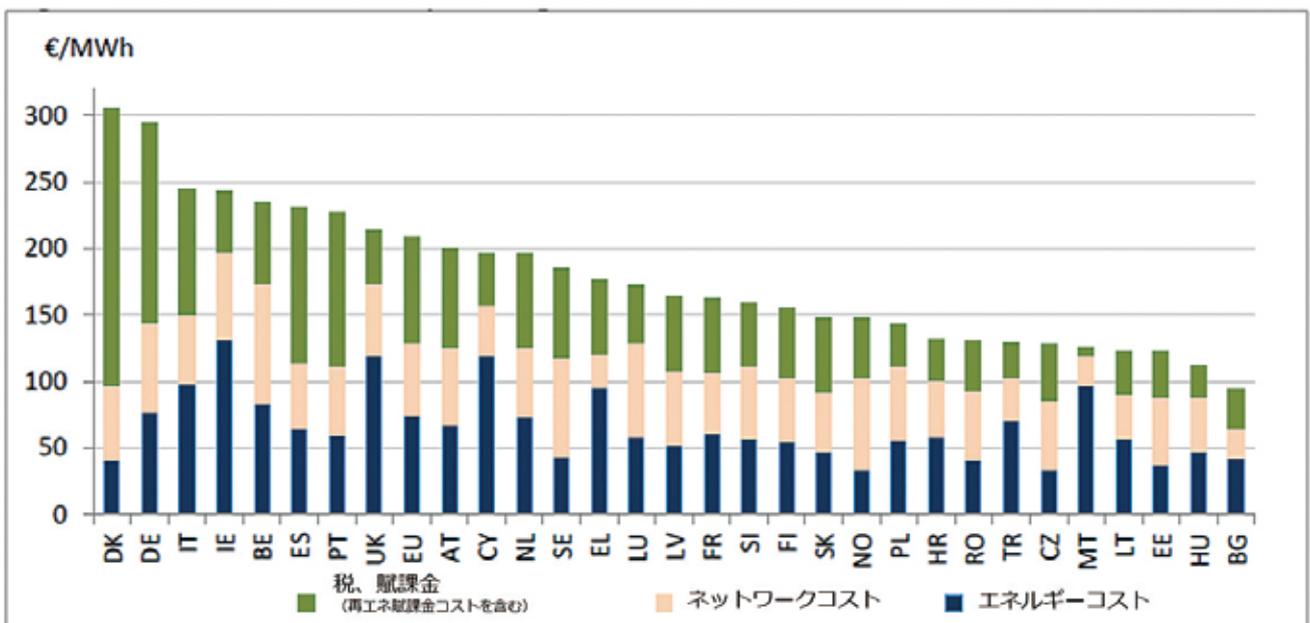
また、再エネ導入についても、2009年、欧州委員会では、EU圏のエネルギー消費量に占める再エネの割合を、2020年に20%以上とする目標を制定しました。これに加えて2014年には、再エネの割合を2030年に27%以上とする目標を制定しており、この目標達成に向けて加盟各国が政策を推進することとしています。この欧州指令を背景に、EU各国においてFIT等の導入促進施策が取り入れられ、EU28か国内での再エネ導入量は、2004年から2015年までの約10年間で2倍に増加しています。

このように、FIT等の導入促進施策により再エネの拡大が進む一方で、電気料金に占める再エネの賦課金の割合が増大し、各国においてその国民負

担が課題となっています。そのため、2014年4月に欧州委員会はガイドラインを制定し、2017年以降は、再エネの支援策が原則として競争入札に基づき決定されることとするなど、各国における再エネ導入支援策についても、EUのルールと整合的なものとなることが求められることになりました。また、2016年11月には、新設される再エネ容量の優先給電について、一部見直す方針が出されています。

こうした欧州での環境変化に対して各国のエネルギー企業は柔軟に企業行動を変容させ、順応してきました。次のセクションでは、こうした動きの経緯について、各国ごとに、より詳細に見ていきます。

【第131-2-2】各国の家庭用電気料金



※DK:デンマーク、DE:ドイツ、IT:イタリア、IE:アイルランド、BE:ベルギー、ES:スペイン、PT:ポルトガル、UK:イギリス、EU:EU28か国平均、AT:オーストリア、CY:キプロス、NL:オランダ、SE:スウェーデン、EL:ギリシャ、LU:ルクセンブルク、LV:ラトビア、FR:フランス、SI:スロベニア、FI:フィンランド、SK:スロバキア、NO:ノルウェー、PL:ポーランド、HR:クロアチア、RO:ルーマニア、TR:トルコ、CZ:チェコ、MT:マルタ、LT:リトアニア、EE:エストニア、HU:ハンガリー、BG:ブルガリア
出典：European Commission

(2) 欧州エネルギー企業について

欧州では自由化の進展による企業の再編が起こったのち、制度面で再エネ導入の推進がはかられ、再エネに大きく舵をきるイタリアのENELやスペインのIberdrola、また、火力発電の相対的な競争力喪失により足下の業績が落ち込み、火力などの従来事業や再エネ事業を分社化により切り分けたドイツのE.ON、RWEのような企業が存在しています。

総じて言えば、欧州のエネルギー企業は、再エネ

導入等による電力卸価格の低下等を背景に、安定した収益を上げることが難しい事業(上流開発・火力)について非注力化・撤退を図る傾向が見られるとともに、規制や制度的支援の残る事業である再エネ、送配電、小売等に対して注力している傾向が見られます。

ここからは、それぞれの国ごとに制度変化等に触れつつ、欧米エネルギー企業の具体的な対応について見ていきます。

【第131-2-3】欧州の主要な電気・ガス事業者の概要

企業	売上規模/ 営業利益率 (%)	売上高海外 比率 (%)	電源構成(2015)		概要	戦略
			設備容量 (%)	発電電力 (%)		
EDF 電力→	750億€ (6.0%)	47%	16 9 8 54	7 7 2 6 78	<ul style="list-style-type: none"> 元はフランスの国営電力会社。現在も国内の電力事業を垂直一貫※1で支配。ガス事業も行う。 原子力発電の比率が高く、原発輸出も行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> CAP2030顧客密着型ソリューションの展開 電源競争力と低炭素化両立を目指した再エネ開発 国際事業の加速 (欧州外利益比率: 5%→15%)
Engie ガス→	699億€ (-4.4%)	64%	16 52 14 9	4 13 51 22 8	<ul style="list-style-type: none"> 元はフランスの国営ガス会社。現在も国内ガス事業を垂直一貫※1で支配。電力事業も行う。 地域密着の海外展開と低炭素化を進めている。 	<ul style="list-style-type: none"> 3-year strategic transformation plan 事業の低炭素化 総合顧客ソリューションの展開 非コモディティ事業への注力
Iber. 電力→	314億€ (12.5%)	54%	32 24 30 7	24 12 34 8 17	<ul style="list-style-type: none"> スペインの電力会社。ガス事業も行う。 海外を中心に再エネを積極的に増やし、設備容量(水力含む)の半分以上を占めている。 	<ul style="list-style-type: none"> Strategic Plan 2016-2020 予見性の高い事業に注力しI社*転換を先導 再エネ、ネットワーク、長期契約型発電事業に注力
ENEL 電力→	757億€ (9.7%)	61%	9 32 16 18 19 6	8 23 10 14 30 14	<ul style="list-style-type: none"> 元はイタリアの国営電力会社。ガス事業も行う。 南米、東欧を中心に海外展開を進めており、再エネを増やしている。 	<ul style="list-style-type: none"> Strategic plan 2017-2019 デジタル化と顧客フォーカスが戦略の柱 デジタル化投資: 47億€ デマンドレスポンス、e-home、e-mobility、mini utilityなど新たな顧客サービス展開
RWE 電力→	464億€ (0.9%)	43%	9 32 45 8 6	20 59 15 1	<ul style="list-style-type: none"> ドイツの大手電力会社が合併して設立。ガス事業も行う。 石炭火力の比率が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 伝統的ビジネスモデルから脱却を目指し、再エネ、ネットワーク、小売事業を中心とした新会社Innogy設立 親会社は従来型発電、トレーディングを継続
E.ON 電力→	1,162億€ (-4.4%)	65%	11 8 38 22 15 5	8 34 26 26	<ul style="list-style-type: none"> ドイツの大手電力会社が合併して設立。ガス事業も行う。 ガス火力の比率が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 伝統的ビジネスモデルから脱却を目指し、再エネ、ネットワーク、顧客ソリューションに注力 従来型発電事業、トレーディング、資源開発はスピンオフ

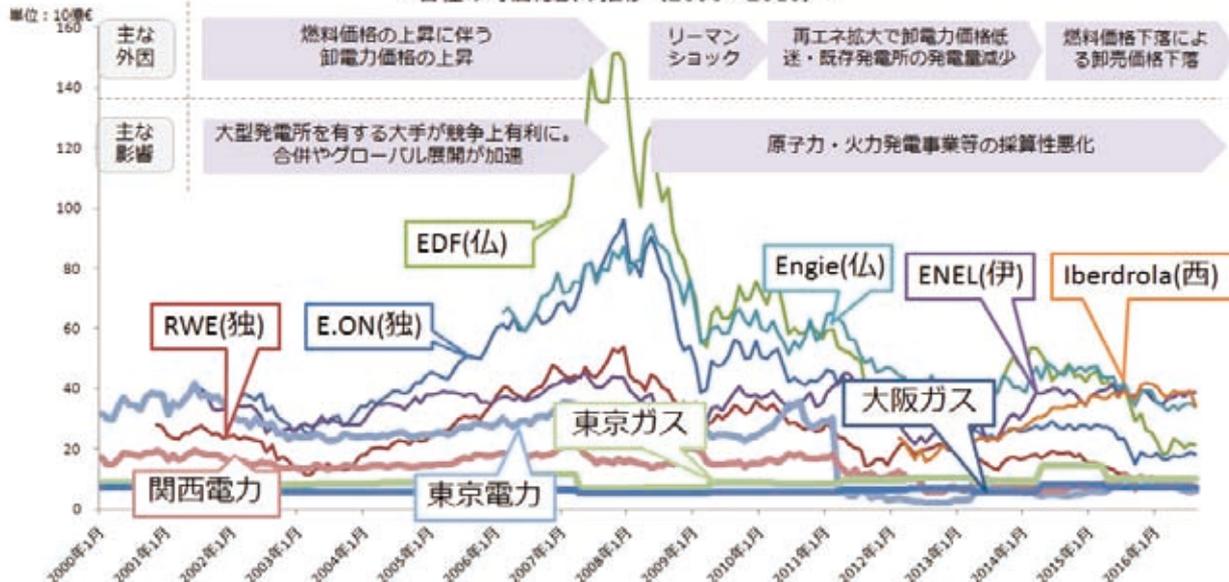
■再エネ ■水力 ■石油 ■ガス ■石炭 ■原子力 (RWEは再エネに水力含む)

※1: EDF、Engieは送配部門の法的分離を行っている。

出典: 第1回「電力・ガス分野から考えるグローバルエネルギーサービス研究会」Arthur D Little 資料を一部改編

【第131-2-4】電力・ガス企業の時価総額の推移

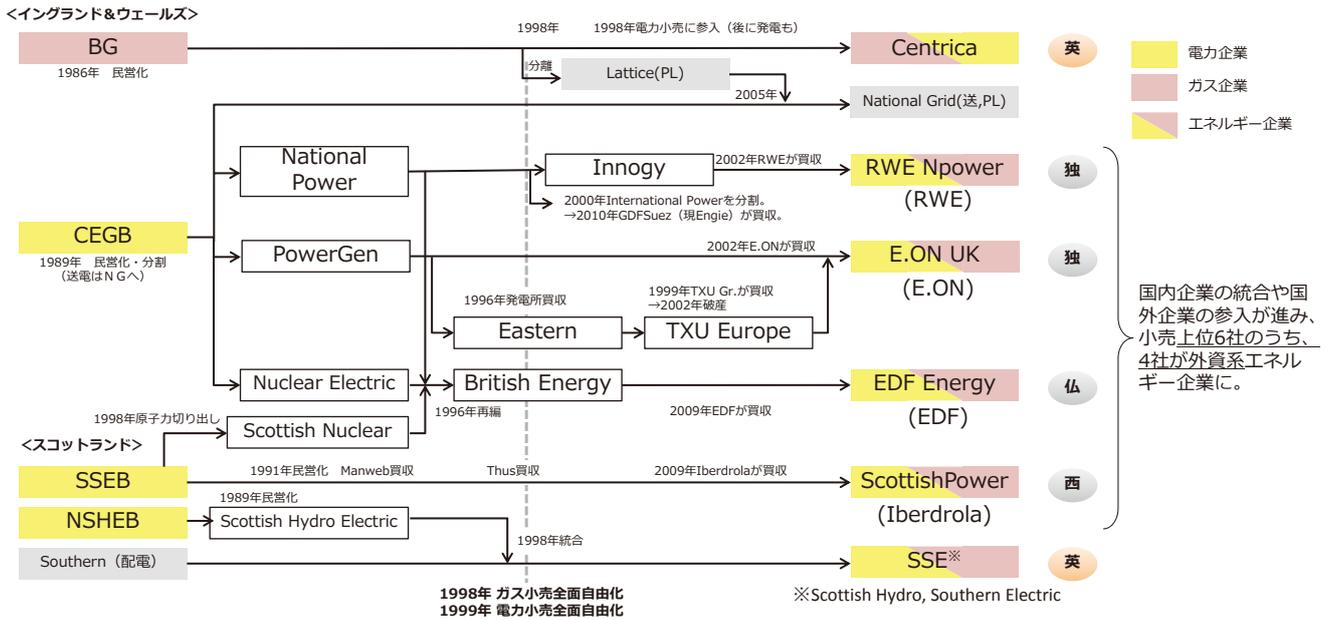
<各社の時価総額の推移(2000~2016)>



出典: 各社Annual Reportを基に資源エネルギー庁作成

①イギリス

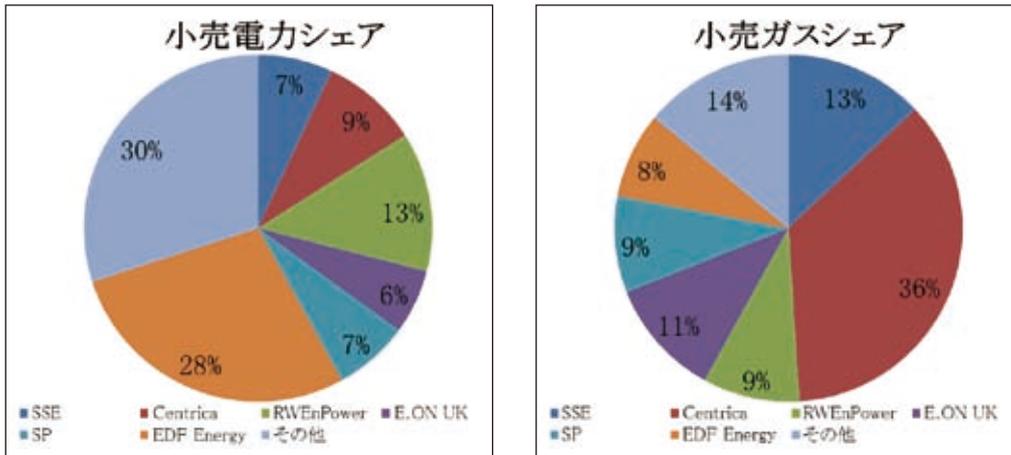
【第131-2-5】イギリスにおける電気・ガス事業者の変遷



※代表的な企業を抜粋しており、電気・ガス事業者を網羅するものではない。

出典：日本エネルギー経済研究所資料等を基に資源エネルギー庁作成

【第131-2-6】イギリスにおける電力・ガスの販売量シェア(2015年実績)



出典：ofgemを基に資源エネルギー庁作成

イギリスは、欧州委員会が発した1996年の第1次エネルギーパッケージに先行して、1990年から段階的に自由化が始まり1999年には全面自由化し、現在でも年間平均スイッチング率が20%と最も競争が激しい市場といわれています。

中央発電公社であったCentral Electricity Generating Board (CEGB) が民営化され、National Power、PowerGen、Nuclear Electricの3つの発電会社と、送電会社であるNational Gridに分割されました。

ガスについてはBritish Gas (BG) による輸送・配給・小売まで含めた垂直一貫による国営体制でした。

自由化後、小売事業はCentricaが、ネットワーク（輸送）事業はBG Groupへ分割され、ガス配給網は、8つの地域に分けられました。

その後、欧州の他国の企業がイギリスの企業を買収することで、イギリス市場への参入をはかり、現在ではCentrica（イギリス）、RWE nPower（ドイツ）、E.ON UK（ドイツ）、EDF Energy（フランス）、Scottish Power（スペイン）、Scottish Hydro, Southern Electric (SSE) (イギリス)の「Big6」といわれる小売事業者による寡占状態となりました。また、イギリスの特徴として、「Big6」のうち、4社が外資

系企業であるという点が挙げられます。近年でも、エネルギーの安定供給や環境への適合のため、外資系企業の資本力や技術力を有効に利用しています。イギリス国内では、2020年代に多くの既設発電所が廃止される予定であることに加え、温室効果ガス削減等の観点から、現在6サイトで原子力発電の新設計画が進捗しています。計画が進展しているリンクリーポイントCでは、2016年9月にイギリス政府、

EDF、中国広核集団公司(CGN)の3者が最終合意文書を調印しました。

特に、積極的に事業ポートフォリオの多様化を図っているCentricaと、イギリスの送電・輸送部門の運営を独占しているNational Gridについて、説明します。

(ア) Centrica

【第131-2-7】 Centricaの概要

	※ 2015年末現在/2015年実績/グループ計	
会社名	Centrica	✓イギリス最大のエネルギー企業（電力・ガス供給）で、British Gas のブランド名にて、一般家庭・事業所への供給契約を保有 ✓同社は1997年、イギリスの独占企業であったBritish Gasが3つ（Centrica、BG Group、Transco plc）に分かれてできた会社 ✓イギリス、北米およびドミニカ・ドミニカ共和国での上流事業（天然ガス・原油の探鉱・開発事業）にも積極的
本社	パークシャー（イギリス）	
主要事業エリア	イギリス、ノルウェー、オランダ、トリニダード・トバゴ、アメリカ、カナダ	
総資産	189億ポンド	
売上高	28億ポンド、純利益：▲9億ポンド	

出典：日本エネルギー経済研究所資料を基に資源エネルギー庁作成

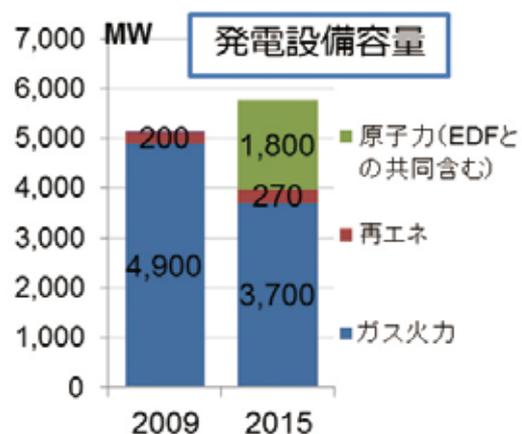
Centricaの事業は、大きく5つに区分され、British Gas（イギリス内の下流ビジネス）、Direct Energy（北米での上流・下流ビジネス）、Bord Gais Energy（アイルランド国内での下流ビジネス）、Centrica Energy（上流事業中心で探鉱・開発等実施）、Centrica Storage（イギリスでのガス貯蔵所オペレーション）となっています。

Centricaは、ガス国営企業のBGを出自とし、1998年には輸送部門をLattice（後に、National Gridと統合）とし分割しています。2000年にはDirect Energy（アメリカ）を、2001年にはLuminus（ベルギー）を、2004年にはATCO（カナダ）を買収し、それ以降も積極的に国外展開を実施しており、特に北米を中心に展開している子会社のDirect Energyの2015年の売上は約106億ポンドと、Centricaの全売上のうち約4割を占めています。

ネットワーク部門を所有していないエネルギー企業のため、前述した国外展開のみならず、エネルギー事業、家庭への暖房・ガス機器の設置、上下水道の配管、通信、セキュリティなどの多様な分野への進

出を実施し、収益を確保していると言われています。近年では、ConnectedHomeを合言葉に、イギリス、アメリカにおいて、人の生活と住宅・家電等をデジタルでつなぐサービスを展開すべく、累積5億ポンドの投資を計画しています。

【第131-2-8】 Centricaの発電設備容量



出典：Centrica Annual Report and Accounts 2015を基に資源エネルギー庁作成

また、欧州一般に言われているように、Centricaも再エネ電源の優先給電等の影響を受け、風力発電の利益は2014年から2015年の2年間で約2倍に増加しましたが、ガス火力発電所の発電量は10TWhから6.3TWhと4割抑制され、発電単価に占める固定費用が相対的に高まり、発電単価は9ユーロ/MWhから12.4ユーロ/MWhと3割上昇し、火力電源の赤字は継続しています。こういった事業環境の変化を受け、2017年2月に、再エネにかかわらず、イノベーションやテクノロジーを、企業を越えて発掘するという理念の下、Centrica Innovation(CI)を設立しました。CIの目標は①鍵となる技術の集積地での人材獲得（シアトル、ヒューストン、ロンドン、ケンブリッジ、テル・アヴィヴ）、②ベンチャー企業への投資を通じて更なる投資を呼ぶ、③社内外のイノベーションを育て、成長させる、④Centrica全体にイノベーション文化を根付かせる、としており、今後の活動が着目されています。

(イ)National Grid

National Gridは1989年のCEGB民営化により誕生したネットワーク部門専業の事業者で、イギリス内の運用を一手に引き受けており、自国事業の安定的収益をベースとし、事業拡大のために国外展開を志向してきました。例えば、2000年、ニューイングランドで2番目の電力会社で130万人の顧客を持つNew England Electric Systemを、ボストンを中心に30万人に送配電サービスを手がけるEastern Utilities Associatesを取得しています。さらに2002年には、ニューヨークを中心に展開し全米で9番目の送電会

社のNiagara Mohawkを取得しました。その結果、現在では、保有資産の割合の35%がアメリカと、国外比率が高い企業となっています。

National Gridが、イギリス国内で安定的なキャッシュフローを実現しているにもかかわらず、積極的に国外展開を行う背景として、株主への高い配当等を確保しようという企業の方針があると言われていいます。その為、National Gridは既存事業領域の安定収益のみに安住せず、積極的に事業ポートフォリオの組み替えを行っています。例えば、2016年8月にNational Gridの子会社であるナショナル・グリッド・トランスコ (NGT) は、(2015年収入が10億5,200万ポンドであった)イギリス内のガス供給網の半分を総額58億ポンドで売却しました。(イギリス北部の供給網は、中国のインフラ事業会社である長江基建(チョンコン・インフラストラクチャー)を中心とする企業連合が14億ポンドで、ウェールズとイギリス西部はオーストラリアマクウォーリー銀行グループ系の企業連合が12億ポンドで、イギリス南部とスコットランドはスコティッシュ・アンド・サザン・エナジーなどで構成する企業連合が32億ポンドで買収)

一方で、大型の投資案件も計画・実行しています。2015年実績で、イギリスの電気送電網に約11億ポンド、ガス輸送網に約2億ポンド、ガス配給網に約5億ポンド、アメリカの規制部門に約19億ポンド投資しており、さらに株主価値を高めるため、今後5年間で、7~9億ポンド/年の設備投資を予定しています。直近では、オーストラリアのビクトリア州とタスマニアを結ぶ60万kW連系線プロジェクトへの参入も表明しています。

【第131-2-9】 National Gridの概要

※ 2015年未現在 / 2015年実績 / グループ計	
会社名	National Grid
本社	ロンドン (イギリス)
主要事業エリア	イギリス、米国
総資産	420億ポンド
売上高	151億ユーロ、純利益：31億ポンド

✓イギリスの送電・ガス輸送事業。

✓子会社を通じ、電力の送配電およびガスの貯蔵・輸送事業を行う。

✓イギリスのイングランド、ウェールズ、スコットランド州で電力供給網を、イギリス全土でガス供給網を保有・運営するほか、米国北東部でも送電網を保有・運営する。

✓事業は、イギリスの送電・ガス輸送・ガス販売、アメリカの規制事業の4部門で構成。

出典：日本エネルギー経済研究所資料を基に資源エネルギー庁作成

また、イギリスとフランスの海峡に全長約240kmに及ぶ海底送電線を敷設する国家間プロジェクト(2021年運転予定)にも参画しており、国内のエネルギーセキュリティを高める事業も積極的に展開しています。

【第131-2-10】 National Gridの保有資産



出典：日本エネルギー経済研究所資料

【第131-2-11】 National Gridの投資計画



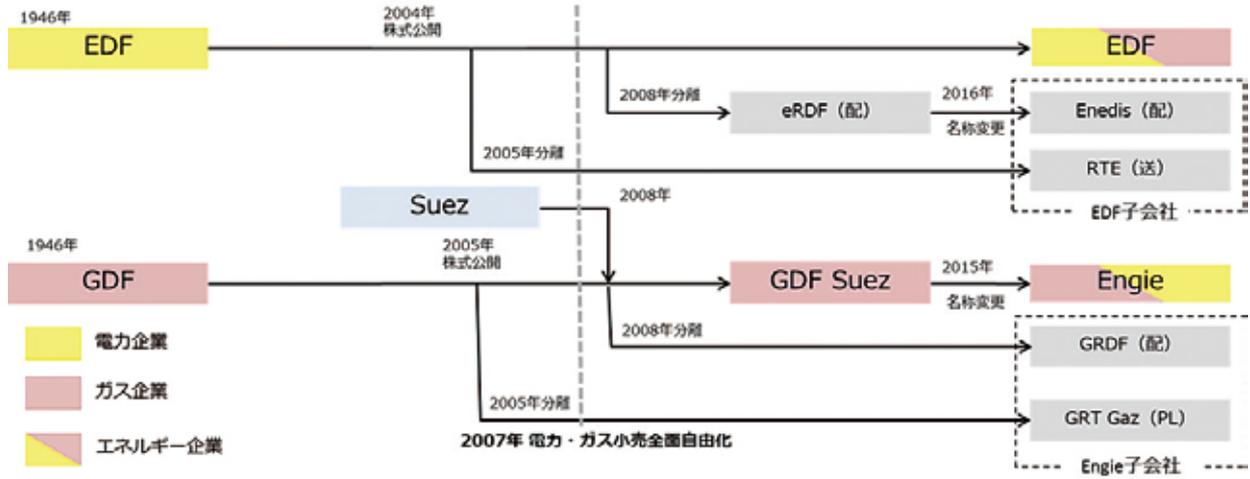
出典：日本エネルギー経済研究所資料

②フランス

フランスでは、1946年の「電気・ガス事業国有化法」によって国内の電気・ガス事業の国有化が行われ、電気事業についてはEDF、ガス事業についてはGDFという国営企業が、各事業を垂直一貫で担う体制となりました。長らく続いた国営企業の独占体制でしたが、1996年の欧州委員会の「第1次エネルギーパッケージ」を受けて、自由化に舵を切ることとなり、1999年には電力の小売自由化が、2000年にはガスの小売自由化が開始され、2004年には「EDF・GDF株式会社法」によってEDFとGDFの株式公開が行われ、2007年には電力・ガスの小売全面自由化が完了しました。

自由化の過程において、送電部門・輸送部門と配電部門・配給部門の法的分離も行われましたが、電気事業についてはEDFの子会社であるRTEが送電部門、Enedisが配電部門を支配しており、ガス事業についてはEngie (IHGDF Suez)の子会社であるGRT Gazが輸送部門、GRDFが配給部門を支配しており、電気・ガス事業の自由化以降も、元国営企業の支配的な構造は変化していません。EDFとEngieは各々の事業に加えて電気・ガス事業に相互に参入することで、両者がフランスにおける2大エネルギー企業となっています。

【第131-2-12】フランスにおける電気・ガス事業者の変遷



※代表的な企業を抜粋しており、電気・ガス事業者を網羅するものではない。

出典：日本エネルギー経済研究所資料等を基に資源エネルギー庁作成

(ア) EDF

EDFは元フランス国営の電気事業者であり、2015年末時点においても政府が約85%の株式を所有しています。EDFは世界の原子力発電設備の約18%を所有する世界最大の原子力発電事業者であり、発電電力量の78%を原子力発電による電力が占めています。この背景として、第一次石油危機以降、輸入石油への依存を軽減させることを目的として、政府が原子力の開発に傾注してきたことが挙げられます。

EDFの戦略は、盤石なフランス国内事業を後ろ盾に、事業の多角化と、原子力発電輸出を含む国外進出を行うことにあります。1990年代には欧州域内のみならず、南米、中国などへの広域的な事業展開を開始しました。2000年代後半には全方位展開の戦略に批判を受け、南米、アジアの一部事業を残しながらも、電気・ガス事業の自由化や市場の統一が進みつつある欧州への事業の集中を行いました。それと同時に、イタリアのガス事業者であるEdison社の買収や、イタリアENELのガスパイプライン事業への

参画など、ガス事業の強化も行いました。2009年にはイギリスのBritish Energyを買収することによりイギリスに本格参入し、現在ではイギリスの6大エネルギー企業である「Big6」の一つとなっています。欧州域内で電気・ガス事業を強化する一方で、同時期に原子力発電についても国外事業展開を行いました。中国では、台山核電合有限公司という合弁会社を設立して原子力発電所の新設計画を進め、アメリカではCENG(Constellation Energy Nuclear Group)という合弁会社を設立して米国の原子力発電所の運営を行いました(2013年に撤退を決定し、2016~2022年の間に当該合弁会社の株式の売却を予定。)

2015年に発表した「CAP2030」という経営戦略の中で、低炭素成長のチャンピオンになることを宣言しており、従来から積極的に展開してきた原子力発電に加えて、再エネにも注力するとともに、2030年までに国外事業を2015年の3倍に増やす方針を打ち出しています。

原子力発電についてはフランス国内で1基、中国

【第131-2-13】EDFの概要

※ 2016年末現在/2016年実績/グループ計	
会社名	EDF
本社	パリ (フランス)
主要事業エリア	フランス、イギリス、イタリア、ベルギー、スイス、ポーランド、ハンガリー、オーストリア、スペイン、米国、ブラジル、中国、ベトナム、ラオス
総資産	2,816億ユーロ
売上高	712億ユーロ、純利益：28,5億ユーロ

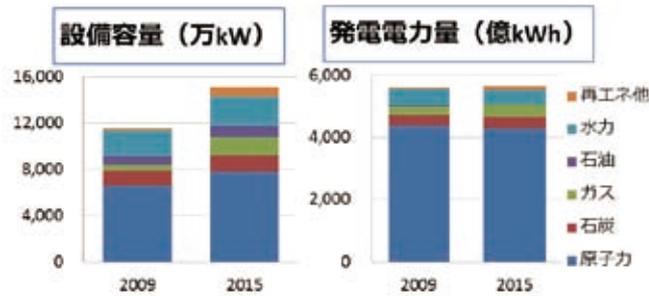
✓フランス、パリに本社を置く欧州最大の電力会社。元国営電力事業者であり、政府が約85%の株式を持つ。

✓フランス国内の原子力発電事業が事業の基盤であり、原子力発電所の輸出も行う。

出典：日本エネルギー経済研究所資料を基に資源エネルギー庁作成

で2基、イギリスで2基の新設計画を進めています。2015年に成立した「エネルギー移行法」において、国内の原子力発電比率を約75%から2025年に50%とすることが規定されましたが、電力需要全体を底上げすることで相対的に原発比率を減らす方針であり、EDFは国内原子力発電所の運転期間延長や国外展開を通じて、今後も原子力発電事業を推し進めていく考えです。

【第131-2-14】 EDFの電源構成



出典：日本エネルギー経済研究所資料

再エネについては、設備容量を2014年の28GWから2030年には50GWにすることを目標としています。近年は欧州域外において再エネ関連の展開を活発化しており、2014年にはブラジルにEDF EN do Brazilを、2015年にはチリにEDF EN Chileを立ち上げ、水力・太陽光・風力などを積極的に推進しています。

国外事業の観点では、既に25か国に事業を展開しています。2014年にはハンガリーのガス子会社やオーストリアのエネルギー子会社を売却した一方で、前述の通り南米をはじめとした需要が見込める地域に再エネ投資を行うなど、ポートフォリオを変更しながら、国内の支配的地位に安住することなく、国外展開を積極的に行っています。

(イ) Engie

フランス国営のガス事業者であったGDFは、2008年に国際的に電力、ガス、水道事業を展開し

ていたエネルギー企業であるSuezと合併してGDF Suezとなり、2015年に名称変更が行われEngieとなりました。2015年末時点においても政府がEngieの株式の約33%を所有しています。出自であるガス事業のみならず、電気事業も行うエネルギー企業であり、2010年以降は特に再エネを中心とした国外展開に注力しており、2016年現在、70か国以上に進出しています。

EngieもEDF同様に、支配的な国内事業を基盤として国外への展開を行ってきました。大きな転機となった出来事の一つが、2008年に行われたSuezとの合併でした。イタリアの電気事業者であるENELによるSuezの敵対的買収に対し、フランス政府が対抗策として行った合併とされていますが、これにより、GDFはSuezが支配的に行っていたベルギーの電気・ガス事業を獲得することとなりました。また、2011年には、欧州外の新興国において勢力を拡大していたイギリスの独立系発電事業者であるInternational Powerを買収することによって、所有設備容量を倍増させるとともに、中東・アジア・オーストラリア・北米市場への参入の足がかりとなりました。

このように、ガス事業のみならず電気事業にも力を入れてきたEngieですが、特に2016年以降はエネルギー事業環境の変化に対応するグローバルリーダーとなることを戦略として掲げています。Engieは、エネルギー産業の潮流として、電源の分散化、低炭素化、デジタル化、効率化という4つを挙げ、これに対応するため、変革の象徴として社名をGDF SuezからEngieに変更するとともに、2016年には大規模な事業再編を行いました。この事業再編において、従来の欧州エネルギー、国際エネルギーなどの大きな事業分野を細分化し、24のビジネスユニットを設けることで顧客密着のサービスを提供する体制を整えました。中でも欧州域外に10の地域ユニットを設けており、アフリカ、北米、アジア太平洋、

【第131-2-15】 Engieの概要

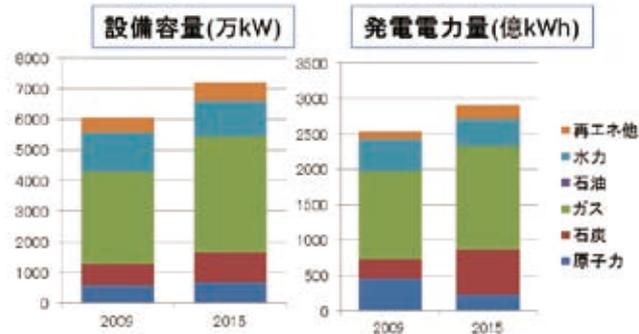
※ 2016年末現在 / 2016年実績 / グループ計	
会社名	Engie
本社	クルブポア (フランス)
主要事業エリア	フランス、ベルギー、イギリス、オランダ、ルクセンブルク、ポルトガル、アメリカ、カナダ、中国、インド、オーストラリア、メキシコ、ブラジル、南アフリカ 等
総資産	1,585億ユーロ
売上高	666億ユーロ、純利益：▲4億ユーロ

- ✓フランスの国営ガス事業者を前身とし、2016年末時点においても政府が約33%の株式を所有。
- ✓積極的な海外進出を行っており、70か国以上に事業展開している。
- ✓石炭火力を減らし、再生可能エネルギーに注力する方針。

出典：日本エネルギー経済研究所資料を基に資源エネルギー庁作成

ラテンアメリカなどそれぞれの事業地域に密着した体制となっています。

【第131-2-16】 Engieの電源構成



また、事業転換の数値目標については、①2018年までに低炭素な事業(ここでは、ガス火力、再エネ、原子力等の低炭素電源による発電及びガス事業等を指す。)によるEBITDA(営業利益と減価償却費の和。国によって異なる税率、減価償却費等の影響を抑え、国際的な企業の収益力比較に用いられる指標。)の割合を80%以上とすること、②顧客ソリューション事業のEBITDAを2018年までに50%増加させること、③コモディティ価格変動の影響を受けない規制事業等のEBITDAを2018年までに85%以上とすること、の3つを掲げています。特に、低炭素化を進める動きとして、石炭火力からの撤退を進めており、欧州のみならず米国やインドでも石炭火力からの撤退を発表しています。その一方で2016年にはフランスの風力発電事業者であるMAIA EOLISを買収し、設備容量においてフランス最大の風力発電事業者となっています。このように、ガス事業者としての出自を活かしたガス火力発電は残しつつ、再エネに積極的に投資することで、低炭素化を進めています。

Engieの特徴として、デジタル化をはじめとするイノベーション関連への積極的な投資も挙げられます。多くの欧州エネルギー企業がベンチャーキャピタル等を通してデジタル技術等のベンチャー企業への投資を行っていますが、Engieはグループで所有するベンチャーキャピタルファンドであるEngie New Venturesにおいて、約138億円の投資枠を設けています。EDFが同様にベンチャー出資に充てている約36億円と比較すると、Engieがイノベーションを重要視する姿勢が見てとれます。

③ドイツ

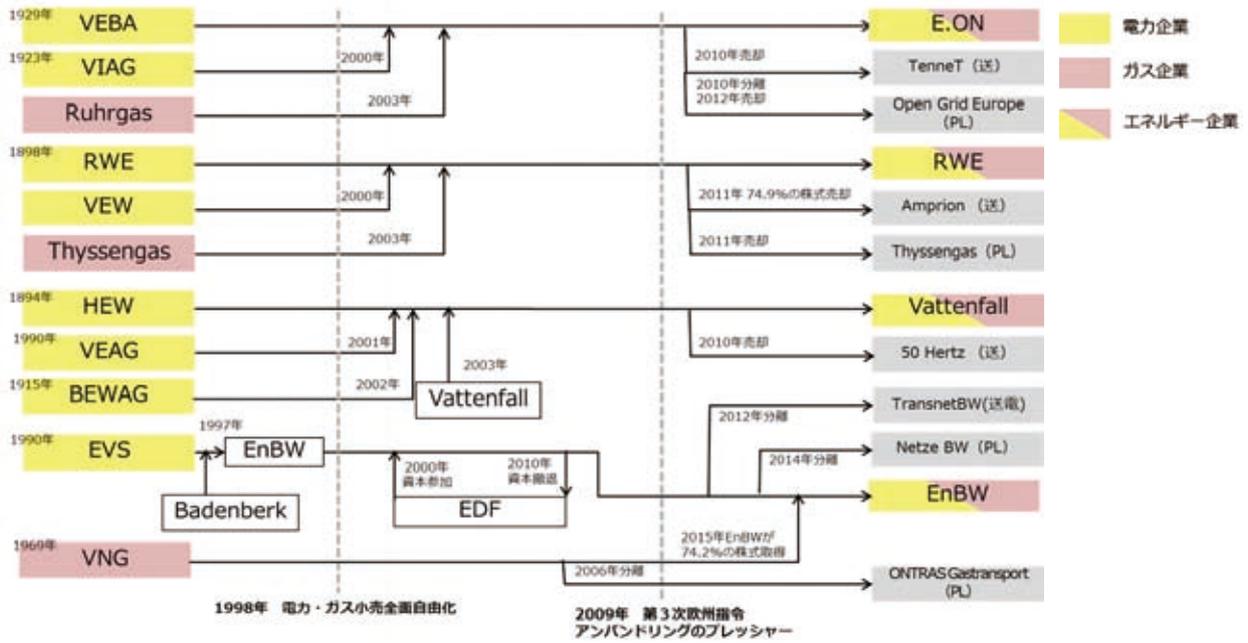
ドイツの電気・ガス事業は、従来、市場を地理的に分け合い、それぞれの地域で独占的な企業が電

力・ガス産業を担っていました。自由化前は、「Big8」と呼ばれる地域独占の8社が、電気事業において支配的役割を果たしていました。1996年の欧州委員会の「第1次エネルギーパッケージ」を受けて、1998年に電力・ガスの小売全面自由化が行われると、電力・ガスの相互参入と統合が進み、2000年代後半には「Big4」と呼ばれる4大エネルギー企業(E.ON、RWE、Vattenfall、EnBW)に集約されました。

自由化後におけるドイツの電気事業の特徴として、欧米諸国と比べて電気料金が大きく、特に託送料金が高かったことが挙げられます。当時、「Big4」はネットワーク部門を有する垂直一貫体制を取っており、独占性の強い送電事業の利益を原資として、発電・小売分野において競争排他的な価格設定(不当廉売)を行うことで、新規参入者を締め出す動きがあったと、連邦カルテル庁は指摘しています。このような不当に高い託送料金の設定を防ぐため、2005年には独立規制機関である「連邦規制ネットワーク庁(BNetzA)」を設置して託送料金を同庁の規制下に置き、2009年からは効率化のインセンティブを働かせるために送配電料金に対するレベニューキャップ規制を設けました。2010年以降には、公平な競争環境を醸成するためにネットワーク部門の分離を求める欧州委員会の圧力等を理由に、ネットワーク部門を分離する動きが加速しました。その結果、送電部門においてはEnBWを除いて所有権分離を行っています。

ドイツ国内で支配的な地位を確立した「Big4」ですが、総じて火力発電の比率が高く、近年はドイツ国内の電気事業の環境変化によって戦略の変更を迫られています。ドイツ政府はエネルギー転換政策(Energiewende)を掲げており、2022年までの原子力発電所の全廃を決定すると同時に、2050年までの温室効果ガス排出量、電力消費量の削減目標や再エネ比率の目標などの長期戦略を定めています。2016年からは、褐炭火力発電所の発電シェアを下げるための容量リザーブ制度(Capacity Reserve)が開始され、褐炭火力発電所は一定期間予備力として待機したのち、順次閉鎖されることとなりました(実際の入札は2018/19年分より開始予定)。また、FITを通じて、限界費用が低く、優先給電ルールの下では抑制されにくい再エネの導入が拡大したことにより、火力電源の設備利用率が低下し、火力発電設備を多く持つ企業の収益低下につながっています。こうした国内の環境変化を受けて、E.ON、RWE、Vattenfallは大きな戦略の変更を行いました。以下ではこれら3社の戦略についてそれぞれ説明します。

【第131-2-17】ドイツにおける電気・ガス事業者の変遷



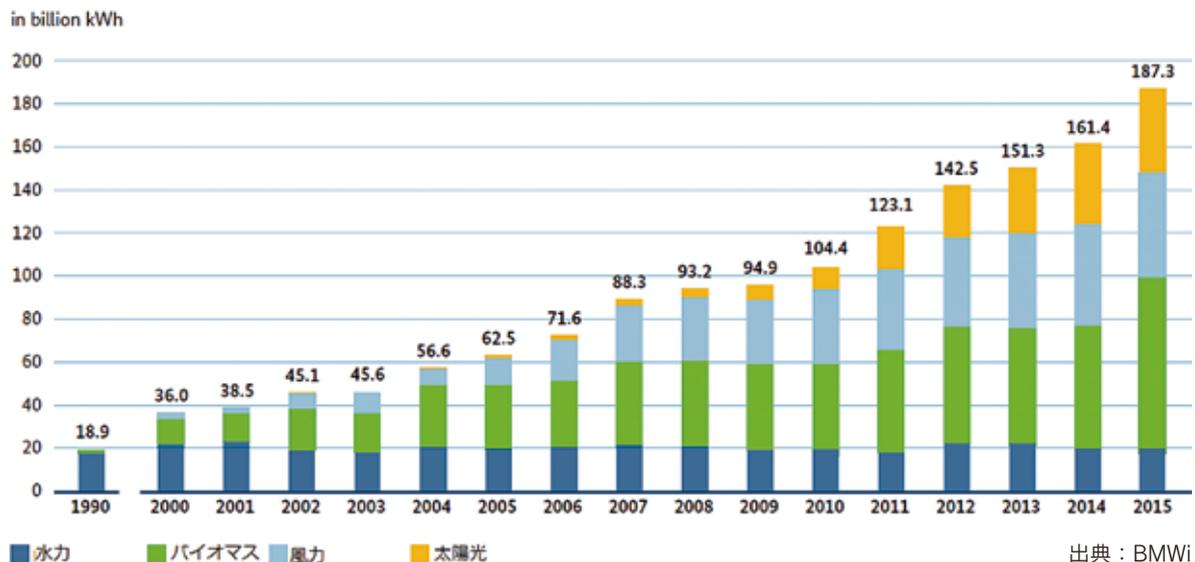
※代表的な企業を抜粋しており、電気・ガス事業者を網羅するものではない。
 出典：日本エネルギー経済研究所資料等を基に資源エネルギー庁作成

【第131-2-18】ドイツにおける各種目標

	2015	2020	2030	2040	2050
温室効果ガス削減目標（1990年比）	-27.2%	最低でも -40%	最低でも -55%	最低でも -70%	-80% ～-95%
最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの比率	14.9%	18%	30%	45%	60%
電力消費に占める再生可能エネルギーの比率	31.6%	最低でも 35%	最低でも 50%	最低でも 65%	最低でも 80%
一次エネルギー消費量の削減（2008年比）	-7.6%	-20%			-50%
電力消費量の削減（2008年比）	-4.0%	-10%			-25%
運輸部門における最終エネルギー消費の削減（2008年比）	1.3%	-10%			-40%

出典：BMW情報を基に資源エネルギー庁作成

【第131-2-19】ドイツにおける再エネの導入量推移



出典：BMW

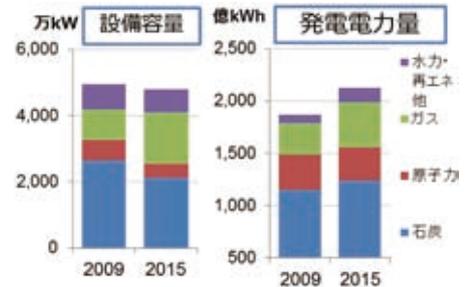
【第131-2-20】 RWEの概要

※ 2016年末現在/2016年実績/グループ計	
会社名	RWE
本社所在地	エッセン (ドイツ)
主要事業エリア	ドイツ、イギリス、ハンガリー、ポーランド、オランダ、ベルギー、オーストリア、チェコ、スロバキア、フランス、イタリア、スペイン、ポルトガル、ルーマニア、トルコ
総資産	793億ユーロ
売上高	436億ユーロ、純利益：▲56億ユーロ

出典：日本エネルギー経済研究所資料を基に資源エネルギー庁作成

✓ドイツ、エッセンに本社を置く
ドイツ第二位の電力・ガス事業者。

✓石炭の豊富な地域の出産であり、石炭火力の割合が大きい。



(ア) RWE

RWEは石炭が豊富なルール地方の発電・小売事業者として設立されました。地方自治体と強い結びつきを持ち、この地方の石炭資源を基盤に発展してきたため、現在も石炭火力発電の比率が高いことが特徴です。1988年にTexaco(ガス事業者)、1996年にThyssengas(ガス事業者)を買収し、ガス事業にも本格的に参入しました。1997年には通信事業、2000年代には水道事業にも事業領域を広げ、いわゆるマルチユーティリティ企業を指向しましたが、シナジー効果は現れず撤退し、エネルギー事業に集中する方針に回帰しています。事業展開は欧州を中心に行っており、2002年にInnogyを買収して参入したイギリスにおいては「Big6」の一つとなっています。2010年以降、再エネ事業に注力する方針を打ち出しながらも、従来型の発電事業の不振による資金的な制約により、新規の投資が難しい状況が続きました。こうした状況を打開するため、2016年には再エネやネットワーク部門などの、現在の事業環境下において収益性が高い、あるいは成長が見込める分野を分離し、Innogyという名称で子会社化しました。これにより、Innogyに対して市場からの投資を集め、積極的に再エネ事業等を進めて行くことで、従来型事業である火力発電や原子力発電を引き続き担うRWE本体にも利益を還元することを目指しています。なお、従来型電源についても、再エネの導入における調整力として、その拡大を補助する重要な役割をもつ存在として位置付け、柔軟に活用していく方針です。

(イ) E.ON

E.ONは2000年にドイツのコングロマリットであるVEBAとVIAGを前身として設立されたため、設

立当初はエネルギー以外にも通信や化学事業など附帯的な業務を行っていました。2000年代には、エネルギー事業以外の分野を売却することによって得た資金を用いて、欧州において積極的なM&Aを行い規模を拡大しました。例えば2001年にはPowergen(イギリス)の買収によりイギリスや北米市場へ進出し、同年Sydkraft(スウェーデン)を買収して北欧に進出しました。2003年にはドイツのガス部門の支配的事業者であったRuhrgasを買収したことによりガス事業にも本格参入し、E.ONは巨大エネルギー企業となりました。2016年時点において、ガス事業の売上高と電気事業の売上高は同程度となっています。

自由化後、2010年頃まではM&Aを活発に行っていました。E.ONはガス火力発電の比率が高いため、再エネの拡大に伴って収益が低下し、2011年の赤字を受けて資産の入れ替えを加速しています。2014年にはRWE同様に、従来型事業と再エネやネットワーク事業などの収益性の高い事業の分割を発表し、2016年に子会社のUniperを設立しました。事業分割の構図はRWEとは反対に、E.ON本体に再エネやネットワーク部門を残し、従来型事業の火力発電や原子力発電を子会社のUniperに分割する形としています。この分割に関する経営戦略として、E.ONは2つのエネルギー世界への対応を掲げています。一方を「顧客が中心となる世界」と定義し、需要家の電源に対しての興味を踏まえ、持続可能性や電源の分散化、再エネなどに重点を置き、E.ON本体が対応する分野です。そして、もう一方を「設備を中心とした世界」と定義し、欧州市場が統一され、再エネが拡大していく中で、従来型電源が供給信頼性の確保に必要であると位置付け、Uniperが対応する分野です。

【第131-2-21】 E.ON概要

※ 2015年末現在/2015年実績/グループ計	
会社名	E.ON
本社所在地	エッセン (ドイツ)
主要事業エリア	ドイツ、イギリス、スウェーデン、フランス、オランダ、ハンガリー、スロバキア、ルーマニア、チェコ、ロシア、ブラジル、トルコ
総資産	1,137億ユーロ
売上高	1,162億ユーロ、純利益：▲63.8億ユーロ

✓ドイツ、エッセンに本社を置く
ドイツ最大の電力・ガス事業者。
✓ガス火力発電の割合が高い。



出典：日本エネルギー経済研究所資料を基に資源エネルギー庁作成

【第131-2-22】 E.ONとRWEの事業分割



出典：各社HP等を基に資源エネルギー庁作成

(ウ)Vattenfall

Vattenfallはスウェーデンの国営電力会社であり、ドイツの3つの電気事業者との資本提携と買収をすることによってドイツに進出しました。ドイツ以外にはイギリス、デンマーク、スウェーデン、オランダを中心に事業展開しており、欧州域外での事業は行っていません。RWE、E.ONと同様に電源構成に占める火力発電の割合が高いVattenfallも、現在のドイツにおける再エネの導入拡大によって収益が悪化しており、事業の転換を図っています。

2016年には「持続可能性」をキーコンセプトとした新たな経営戦略を発表し、その中で、石炭・褐炭火力発電を非戦略的事業として位置付け、これらの発電所を閉鎖するかバイオマス発電で置き換えると

いう方向性を示しています。この方針を裏付けるように、同年中に、ドイツの褐炭発電事業と採掘事業の売却を行いました。Vattenfallは、褐炭・石炭発電からの脱却を図る一方で、風力発電を中心とした再エネへの注力も戦略の柱としています。同年6月には、デンマーク最大の洋上風力発電施設の建設に着手したことも発表しました。2020年までに合計で4GWの風力発電設備を導入することを目標としています。

このような、FIT等を通じた再エネの急激な拡大と、それに伴う従来型電源の収益性の低下は、ドイツのみならず欧州域内における事業環境変化の潮流となっており、その対応によってエネルギー企業の足下の経営を左右するという状況が生じています。

【第131-2-23】 Vattenfallの概要

※ 2015年末現在/2015年実績/グループ計	
会社名	Vattenfall
本社	ストックホルム (スウェーデン)
主要事業エリア	スウェーデン、ドイツ、イギリス、オランダ、デンマーク
総資産	503億ユーロ
売上高	176億ユーロ、純利益：▲18億ユーロ

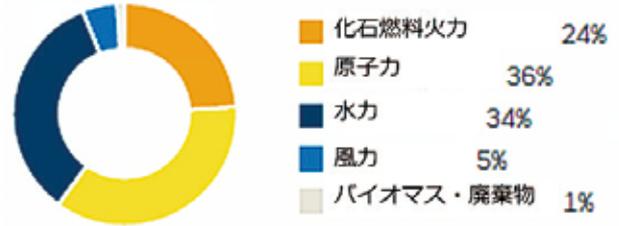
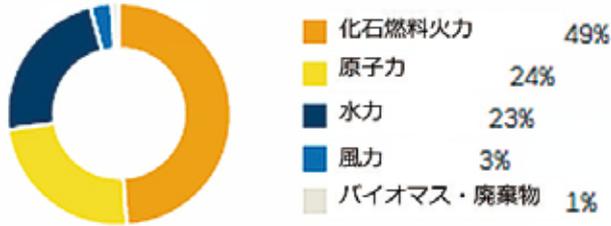
✓スウェーデンの国営大手電力事業者。
✓欧州域内でのみ事業を行っており、ドイツの「Big4」のうちの一社としてドイツでの売上が大きい。
✓褐炭・石炭火力発電を減らし、風力発電に注力する方針。

出典：Vattenfall HPを基に資源エネルギー庁作成

【第131-2-24】 Vattenfallの電源構成(発電電力量)と褐炭火力発電売却による変化

褐炭火力発電の売却・撤退前の発電電力量比率

褐炭火力発電の売却・撤退後の発電電力量比率



※2015年の電力発電量を基に計算

出典：Vattenfall HP

C O L U M N

ドイツにおける地域事業者(シュタットベルケ)について

ドイツにおいては、「シュタットベルケ」と呼ばれる電力・ガスを含む地域事業者が重要な位置を占めています。シュタットベルケとは、19世紀後半以降、水道、交通、ガス供給、電気事業(発電・配電・小売)など、ドイツ国内のインフラ整備・運営を行うために発達してきた、自治体出資による事業者です。
 ※シュタットベルケの数は、ドイツ全体で約1,400に上り、電気事業を手がけるシュタットベルケは900を超える。

2000年前後のドイツの電力・ガス自由化後も、大手電力・ガスが再編する中、地域密着のサービス提供と一定以上のコスト力により、大手に負けない競争力を維持し、地域顧客を獲得してきました。

【第131-2-25】シュタットベルケの特徴



業種	売上高(億円)	従業員数(人)
電力	約500	約450
ガス	約256	約240
熱	約39	約69
合計	約795	約759

2013年時点。単位：ユーロ

※ 電力のうち、電力小売売上は2兆円程度であり、これはドイツ小売市場全体(10兆円超)の20%のシェア

取組内容
<p>①地域資源の活用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域の水力発電所やバイオマス発電所などの運営 ・廃棄物処理炉やコジェネレーションから発生する熱の利用など
<p>②地域雇用の創出</p> <ul style="list-style-type: none"> ・直接雇用、間接雇用、誘発雇用など雇用の創出
<p>③地域に密着したサービス例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住居内の電気配線であっても、技術者を派遣。 ・停電によって冷凍庫内の食品が損傷を受けた場合には損失額の補填を訴求

出典：総合資源エネルギー調査会 電気・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会(第1回)資料

④スペイン

○Iberdrola

Iberdrolaは1992年にIberdueroとHidroeléctrica Española(ともに電気事業者)の合併によって設立されました。1990年代には、言語のつながりを活かしてブラジルやメキシコへの国外展開を開始し、2000年代になると、国内事業の不振により国外を事業の中心とする方針転換を行い、一層の国外展開を進めてきました。国内事業が不振となった理由として、スペイン国内で規制料金と自由料金を需要家が選択できる仕組みとなっており、政府が規制料金の大幅な値上げを認めないため、エネルギー企業が採算の取れる金額での小売り販売が出来なかったことが挙げられます。

また、再エネをめぐる動きに対しても、機動的に対応している姿が見られます。スペインでは、1997年に改正された「電気事業法」に基づき1998年には固定価格買取価格の算出方法を規定するとともに、1999年には「再エネ促進計画」によって2010年までの風力発電設備の導入目標を閣議決定するなど、国内において再エネ導入の機運が高まっていました。また、スペインのみならず再エネの導入支援策は多くの国で導入が始まっており、例えばアメリカにおいても、1990年代に連邦政府による税控除や、州ごとのRPS制度(Renewable Portfolio Standard:電力会社に一定割合の再生可能エネルギーの活用を義務づける制度)の導入が進むなど、国外においても再エネ発電による事業を行うインセンティブが高まりを見せました。

こうした事業環境を背景に、2001年には先述の国外展開戦略とともに、再エネ需要の高まりに対応していく方針を打ち出しました。国内でも風力発電所をはじめとした再エネの導入を進め、2005年には当時スペイン最大の風力発電所を開設しました。2007年にはイギリスの大手電気事業者であ

るScottish Powerを、2008年にはアメリカのEnergy Eastを買収することで、本格的に米国、イギリスへの進出を行いました。リーマン・ショック以降は、引き続き再エネ投資を拡大するとともに、安定的に投資回収が見込める送配電の規制事業への注力も掲げ、2011年にはブラジルの配電会社であるElektroを買収しています。

スペイン本国では、2007年にFITの太陽光発電の買取価格を2倍に引き上げた結果、太陽光発電の導入量が急激に拡大し、それに伴って賦課金が急増したため、2012年にはFITを中止し、2016年には再エネの買取コストを抑制するため入札制度を導入しました。しかし、国外での積極的な事業展開の結果、2015年において、Iberdrolaの所有する設備容量は、約14.8GWであり、再エネの割合は32%と、欧州主要エネルギー企業の中で最も高くなっています。

2016年から2020年までの事業計画によると、88%は規制市場に投資する予定です。再エネには95億ユーロを投資する計画であり、その内訳はアメリカが40%、イギリスが45%です。また、2015年から2020年に向けて再エネやCCGT(Combined Cycle Gas Turbine)を6,900万kW増やす予定である一方で、石炭火力発電は、保有する電力容量全体に対して1%ほどを残して縮小していく予定としています。

このように、IberdrolaはE.ON、Engie、EDFなどの欧州大手事業者と比して規模の小さい事業者ですが、その小ささを活かして機動的に事業環境の変化に合わせた方針転換を行うことにより、安定した成長を実現しています。

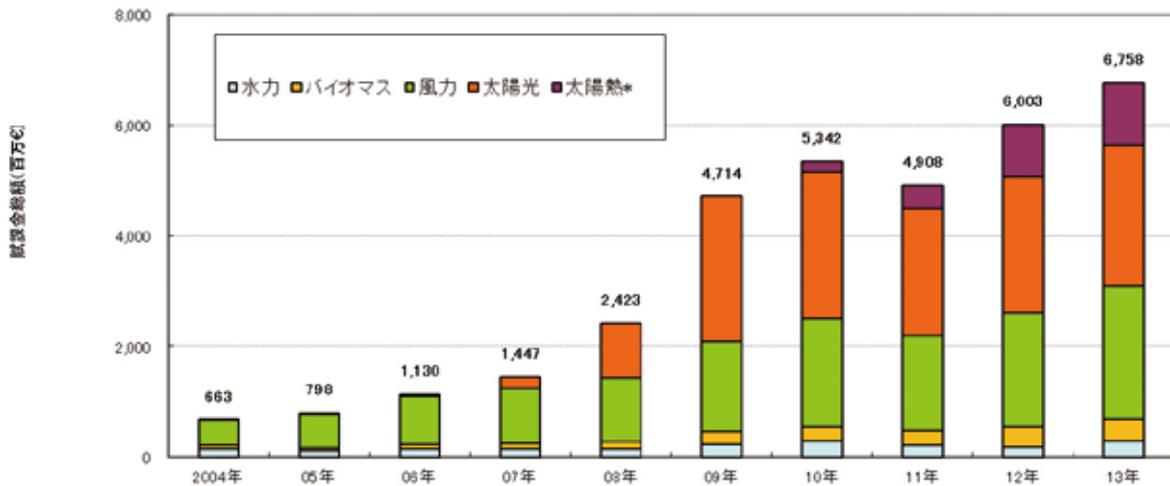
【第131-2-26】Iberdrolaの概要

※ 2016年末現在/2016年実績/グループ計	
会社名	Iberdrola
本社所在地	ビルバオ (スペイン)
主要事業エリア	スペイン、イギリス、米国、ブラジル、メキシコ等
総資産	1,067億ユーロ
売上高	292億ユーロ、純利益：27億ユーロ

- ✓スペインの多国籍電力事業者。
- ✓2001年以降、事業地域の拡大と再生可能エネルギーへの注力に着手。
- ✓風力発電のグローバルリーダー。

出典：日本エネルギー経済研究所資料を基に資源エネルギー庁作成

【第131-2-27】スペインの賦課金総額の推移

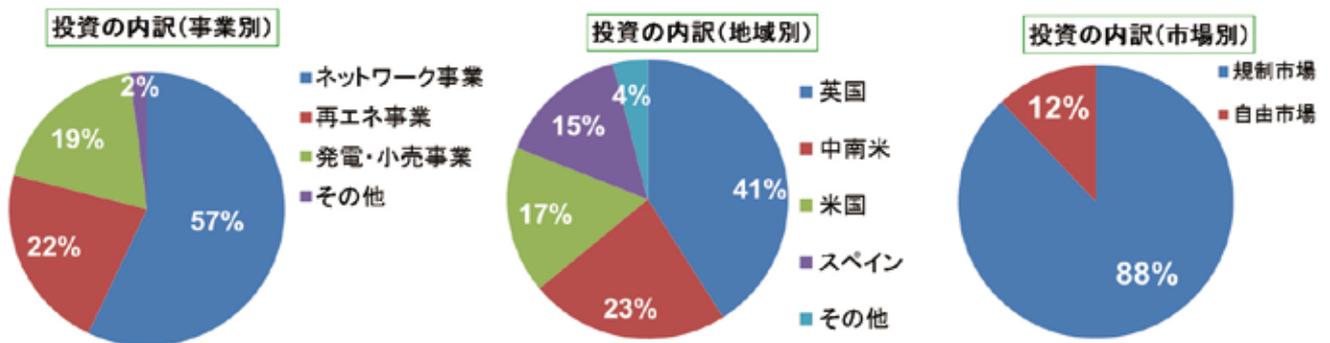


*2006年以前は、太陽熱と太陽光の区分がなく、太陽熱はすべて太陽光に合算。

注：再生可能エネルギー由来の電源の買取によって生じる賦課金負担の総額であり、FIT制度で買取対象となる廃棄物やコージェネレーションの買取に要する費用は含まれていない。

出典：国家市場・競争委員会資料を基に資源エネルギー庁作成

【第131-2-28】 Iberdrolaの2016年～2020年の投資計画



出典：日本エネルギー経済研究所資料

⑤イタリア

○ENEL

ENELは1962年にイタリアの電気事業者のほぼ全てを統合する形で、国営企業として設立されました。その後、1999年にベルサーニ政令により民営化されましたが、2016年3月末時点においても、政府は約24%の株式を所有しています。また、同政令で、同社の市場シェアにおける上限(2003年に50%)が設けられることとなりました。国内電気事業におけるシェア上限を設けられたENELは、2000年代初頭にはマルチユーティリティ戦略による多角化を行いました。水道、通信、不動産事業に参入という戦略は、本来事業であるエネルギー事業とのシナジーが現れず、2000年代半ばには各事業からの撤退、エネルギー事業への回帰と集中が行われることとなり

ました。エネルギー以外の事業への多角化に失敗したENELは、その後、国外市場に成長を求め、2006年にブルガリア、スロバキア、ルーマニアの電力会社を買収し、2007年にはスペインの大手電気事業者であるEndesaを買収しました。

Endesaの買収以降、主力事業地域はイタリア国内とスペインをはじめとするイベリア半島となりましたが、2008年に開始されたイタリアでのロビンフッド課税(エネルギー事業者に対して法人税率を上乗せするもの。2008年に5.5%、2010年に6.5%、2011年から2013年に10.5%の上乗せに変更。)や、スペインでの規制料金の報酬削減といった主要地域での事業環境の変化を踏まえて、2010年頃からは、特に中南米を中心とした国外への再エネ進出を活発に行っています。

【第131-2-29】 ENELの概要

※ 2016年末現在/2016年実績/グループ計	
会社名	ENEL
本社所在地	ローマ (イタリア)
主要事業エリア	イタリア、スペイン、ロシア、南米、スロバキア、ルーマニア等
総資産	1,528億ユーロ
売上高	685億ユーロ、純利益：29億ユーロ

✓世界各地の電力会社を傘下に収める多国籍電力事業者。
 ✓1999年から民営化が進められてきたが、現在で政府が約3割の株式を保有。
 ✓イタリア、イベリア半島と中南米を中心に電力・ガスの総合事業を展開。

出典：日本エネルギー経済研究所資料を基に資源エネルギー庁作成

【第131-2-30】 ENELの再エネ電源構成の推移



出典：日本エネルギー経済研究所資料

【第131-2-31】 イタリアと北・中南米におけるENELの発電設備比較



出典：Annual Reportを基に資源エネルギー庁作成

こうした方針は投資額に顕著に現れており、投資の対象としては再エネの金額が大きく伸びており、国内外別で見れば国内向けが大きく縮小し、国外が増加しています。2016年に発表された、2017年から2019年に向けた事業戦略においては、総投資額の209億ユーロのうち60%を成長事業投資に充てることとし、このうち、90%は再エネやネットワーク事業といった低リスク事業に充てることとしています。このように、現在の事業の中心地域での収益悪化を背景に、欧州域外への進出や低リスク事業への集中により成長の機会を求め動きを見せています。

(3) アメリカにおけるエネルギー企業について

アメリカでは1990年代から電力・ガスの自由化が始まりました。しかし、州際取引を中心とした発送電・生産輸送部門に対する権限が連邦エネルギー規制委員会 (Federal Energy Regulatory Commission: FERC) にあり、小売を中心とした事業規制が州ごとの公益事業委員会 (Public Utilities Commission: PUC) にあるため、連邦と州がそれぞれが規制権限を持つという構造となっています。そのため、欧州

と異なり、FERCが発送電・ガス輸送部門改革を進め、PUCが小売自由化を行うという、複雑な構造の下、自由化が進展しました。

その後、2000年代のカリフォルニア州の電力危機などを契機に、自由化の流れが中断され、電力小売全面自由化を検討していた州は24州ありましたが(2州は小売自由化に関する州法を成立させたものの、実施に至らず法律自体を廃止。もう2州は小売自由化の実施を無期限延期)、現在13州+ワシントンD.C.が小売全面自由化を実施しているに留まっています(2016年1月時点)。アメリカにおけるエネルギー企業は、電気事業者だけでも登録ベースで3,300社を越えています。大手の事業者であるExelon、NextEra Energyなどのように自由化州、規制州の双方にまたがって事業を行っている事業者では、規制州と自由化州を別な事業として経営を行っているところも見られます。

また、米国の電気事業者でも、自由化州での競争や、再エネなどの分散型電源の導入を促進する州での事業展開にあたり、M&A等を通じた設備容量の拡大やガス小売部門への進出などの動きも出始めています。

【第131-2-32】アメリカのエネルギー企業

企業名	本社・事業展開州	電源構成	経営戦略等
Exelon	・イリノイ州（自由化州） ・48州とワシントンD.C.に展開	原子力59%/火力(主にガス、石油)29% /再エネ11%	・米国最大手電気事業者 ・自由化領域では、発電事業から小売事業へも進出し、バリューチェーンでバランスをとる（スマートグリッド等の領域への投資も盛ん）
NextEra Energy	・フロリダ州（部分自由化州） ・26州に展開	(子会社FPL：発電電力量) 天ガス69%/原子力22%/石炭4%/購入電力5% (子会社NEER：発電電力量) 風力42%/原子力27%/天ガス27%/太陽光3%	・フロリダ州に天然ガスを主体として電力供給する子会社FPLと、自由化市場も含めて全米で再エネ中心に展開する子会社NEERの二つの子会社を保有
Southern Company	・ジョージア州（部分自由化州） ・南部中心に17州に展開	天ガス46%/石炭34%/原子力16%/水力3%	・2016年にガスの販売会社AGLリソーシズを買収するなど、電気事業だけでなくガス事業にも積極的に進出

出典：各種資料を基に資源エネルギー庁作成

【第131-2-33】近年のアメリカ電力企業の動向

セクター横断的吸収合併 一般に天然ガスの小売販売または新しい電源に移行する傾向					
Southern Company	NRG Energy	Duke Energy Renewables	American Electric Power	PPL Corporation	Entergy Corporation
2016年7月 民間出資電力公益事業者が、下流ガス販売会社AGLリソーシズを買収。混合型の電力・ガス公益事業者への転換を狙う。	2014年3月 エジソンミッションエナジーから5万メガワット相当の再生可能エネルギー発電事業を買収。分散型セクターへの移行を狙う。	2015年12月 グリーン・チャージ・ネットワークスと提携。分散型エネルギー貯蔵市場に参入。ハワイのネットメータリングの政策変化への適応を狙う。	2016年9月 卸売用の発電施設4件を売却。完全に規制された付加価値の高いエネルギー企業になるための長期的戦略。	2014年6月 リバーストーンホールディングスLLCと電力生産ポートフォリオを組み合わせ新たな企業を設立。規制事業への集中を狙う措置。	2016年 投資家向けプレゼンで専門の公益事業者を目指す戦略を発表。2021年までに南部での規制事業に集中することを狙う。

出典：平成28年度エネルギー環境総合戦略調査(エネルギー制度改革と我が国のエネルギー産業)より資源エネルギー庁作成

再エネの導入という面でも、州によって制度による支援の度合いに濃淡はありますが、電力危機を経験したカリフォルニアなどでは自由化の中断とあわせて、独立電源の推進も進んでおり、これにシリコンバレーをはじめとした企業群が呼応する形で、多くの再エネや分散型電源を進める技術、ビジネスを核とした企業が生まれています。

3. エネルギー関連技術を巡る動向とベンチャー投資等の動き

これまで見てきたように、エネルギー産業をとりまく事業環境はたえず変化しており、企業は都度、自らの事業を見直すことで成長を続けています。この企業の選択肢を増やすことができるのが「技術」であり、例えば再エネ分野でも太陽光発電、風力発電、蓄電技術の進化や、それらに伴う第三者保有などの新サービスの創出がなされています。さらに、近年では、より機動的にこういった新技術を発掘・ビジネス化する為、内製化という手段だけでなく、ベンチャー企業への投資や、M&Aによる買収といった取

組を進める欧米のエネルギー企業が多く見られます。

欧米を中心としたエネルギー企業は、ベンチャーファンドを設立し、有望なエネルギー関連のベンチャー企業に中長期的に投資する仕組みを2010年代頃から実行しています。また、自由化前よりも、一層スピーディな経営判断や結果が求められていることもあり、M&Aを積極的に活用することで、技術についても短期に獲得し、成長を志向しています。

Engieは2014年にEngie New Venturesという投資ファンドを設立し、シリコンバレーを中心にAdvanced Microgrid Solutions（エネルギー貯蔵管理）、Powerdale(EVの充電インフラ)、Tendril（エネルギー需要マネジメント）、kWh Analytics（太陽光発電プロジェクトのリスクマネジメント）など、既に14のスタートアップ企業へ投資しています。

一方で、RWEはInnogy Venture Capitalというベンチャーファンドを設立し、ヨーロッパのベンチャー企業のみを支援するという方針を掲げています。RWEが投資した企業としては、mantex(バイオマス発電の高効率化)、enercast（再エネの稼働予測をするシステム構築）などが挙げられます。

第3章 エネルギー制度改革等とエネルギー産業の競争力強化

また、近年のM&A事例としては、例えばEngieによるEV-Box(オランダ)の買収が挙げられます。輸送は、世界のCO₂排出量の23%(EUでは30%)を占めており、2050年までに、より環境に優しく、より流動性の高い自動車への転換が不可欠と言われています。それらを解決する為にEngieは、信号システムなど交通流動性を改善するサービスを提供していました。これを強化するため2017年3月、世界26か

国・4万か所に遠隔制御が可能な電気自動車スタンドを展開している、EV-Boxを買収しました。

日本でも2017年3月に東京電力が、低炭素化、分散化、デジタル化等のベンチャーへ投資するEnergy Impact Fundに出資を行いました。日本企業によるベンチャーキャピタル等を通じた技術の発掘・取込に向けた動きはまだ緒についたばかりといえるでしょう。

【再掲】【第131-3-1】新サービス創出(技術革新)への動き

※エネルギー企業からベンチャーキャピタル等への出資額。括弧内はベンチャーキャピタル等の資金枠に占める割合を示す。1€=120円、1\$=110円で換算。

エネルギー企業名	ベンチャーキャピタル等	金額規模※	投資先企業・プロジェクト例	投資対象
Engie(仏)	Engie New Ventures	138億円(100%)	・AMS(エネルギー貯蔵) ・Powerdale(FVイノベーション) 他12件	分散型電源、エネルギー貯蔵、モビリティ等
RWE(独)	Innogy Venture Capital	90億円以上(75%)	・mantex(バイオマス) 他5件	再生、カーボンニュートラル等
Iberdrola(西)	Iberdrola Ventures - PFRSFO	84億円(100%)	・Oceantec(波力発電) 等	再生、分散型電源、効率化等
Exelon(米)	Constellation Technology Ventures	1.1~11億円/件(100%) 2015年に56億円	・C3 Energy(スマグリ) 他13件	エネルギー関連ベンチャー企業
EDF(仏)	ELECTRANOVA CAPITAL	36億円(33%)	・seatorner(大水深洋上風力発電) ・firstfuel(BFMS) 他10件	スマートシティ、モビリティ等
F.ON(独)	Strategic Co-Investments	3.6~6億円/件(100%)	・Green Smith(エネルギー貯蔵) ・Bidgely(エネマネ) 他13件	スマグリ、分散型電源、再生強化等が対象
ENEL(伊)	INCFNSE	7.2億円(74%)	・I-EM(ビッグデータによるエネマネ)等80のプロジェクトが進行中	エネルギー貯蔵、データ解析、IoT等
東京電力	Energy Impact Fund	5.5億円(データ無し)	・Spark Fund(エネルギーサービス) ・opus one(スマグリ) 他3件	低炭素化、分散化、デジタル化貢献企業等

出典：各社Annual Report、HP及び、報道等を基に資源エネルギー庁作成

【第131-3-2】エネルギー企業におけるM&Aの動き

買い手	買収年/観測年	M&A対象	企業概要
Engie(仏)	2017	EV-Box(蘭)	EV充電サービス大手。4万箇所以上の充電ステーションを所有。
Iberdrola(西)	2017(観測)	New Jersey Resources Corporation(米)	アメリカのガス送配、小売企業。
Enel(伊)	2016(観測)	ELECTROPAULO(ブラジル)	ブラジルの電力企業。都市部で配電、小売事業を行う。
Engie(仏)	2016	SIRADEL(仏)	都市の3Dモデルを用いたシミュレーションを行う。
E.ON(独)	2013	Enerji SA(トルコ)	トルコの財閥系電力企業。発電、配電、小売等幅広く手がける。

※観測は、確認できる限りにおいて当該案件が初めて公にされた場合であつて、案件情報はニュース、企業のプレスリリース、あるいはその他ソースに基づく。情報源としてアナリストやブローカーの憶測も含まれる。

出典：各社Annual Report、HP及び、報道等を基に資源エネルギー庁作成

【第131-3-3】各企業のM&A件数(2010/1~2017/3)

企業名	案件数
Engie(仏)	36
EDF(仏)	19
Enel(伊)	10
E.ON(独)	9
Iberdrola(西)	8
RWE(独)	6
Exelon(米)	6
東京ガス	5
関西電力	3

※期間：2010年1月1日~2017年3月1日 / 案件：上記期間に買収を公表、完了した案件、及び報道されたものを含む。ジョイントベンチャー、対等合併などは含まない。買い手がターゲットの株主資本50%以上を取得し、ターゲットの支配権を有する取引を買収と分類している。取得比率が少ない場合においても、最終保有比率が50%以上となる場合は買収として分類される。

出典：SPEEDA情報を基に資源エネルギー庁作成

エネルギー産業の周辺領域まで含めた、技術革新・新サービス創出の事例

ここでは、エネルギー産業における新しい技術やビジネスモデルについて、エネルギー産業の周辺産業(たとえば太陽光パネルメーカーや風車メーカー等)も含めて、最近の動向を記載します。

太陽光発電については2009年以降のシリコン価格の低減等によるモジュール価格の低減、これと平行した導入量の拡大とFITの買取価格の引き下げや入札制度導入等により、事業者間の競争と集約化・効率化(設計・調達・建設の専門化、流通構造改革等)が進展した結果、世界では太陽光発電の導入コストの大幅削減と、これを可能とする産業の形成が実現されてきています。

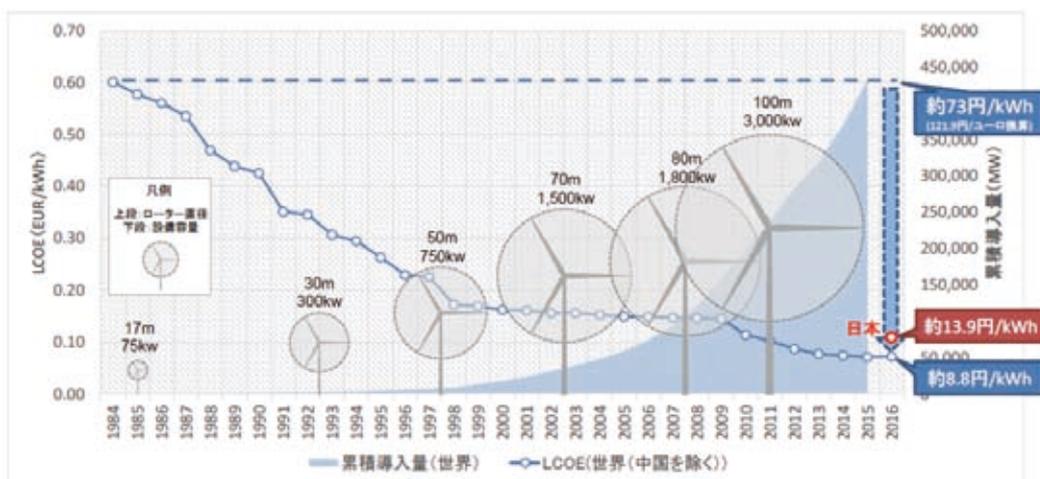
【第131-3-4】太陽光発電の発電コスト・買取価格の国際比較(2016年)

	資本費 (\$/kW)	運転維持費 (\$/kW/年)	設備利用率 (%)	発電 コスト (\$/MWh)	FIT価格 (¢/kWh) ※原則2015年
ドイツ	1,000	32	11%	103	8.9 (入札価格)
フランス	1,050	32	14%	93	10.6 (入札価格)
英国	1,160	32	10%	130	16.5
スペイン	1,390	36	16%	148	- (FIT廃止)
トルコ	1,240	32	16%	122	13.3
米国	1,427	21	19%	87	-(RPS制度)
ブラジル	1,381	24	19%	111	7.8 (入札価格)
豪州	1,445	18	20%	85	-(RPS制度)
インド	898	17	19%	90	7.7-9.2
中国	1,181	12	16%	102	14.3-15.8
日本	2,205	68	14%	192	22.5

出典：Bloomberg 資料を基に資源エネルギー庁作成(FIT価格は資源エネルギー庁調べ)

また、風力発電については、世界では1980年代以降風車技術の大幅な進展と市場の拡大に伴う量産化などによるコスト低減により、発電コストが大幅に低下してきました。2000年代に技術進展の鈍化や資材の供給不足により価格は下げ止まりましたが、2010年頃からはさらなる大型化や、製造コスト低減などにより、発電コストは再度低減傾向にあります。

【第131-3-5】世界の風力発電コストの推移

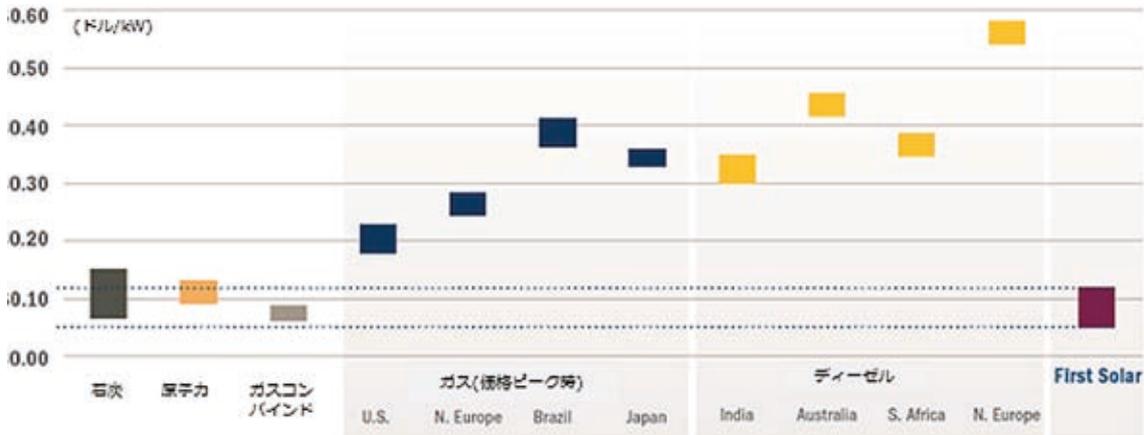


出典：The future cost of onshore wind (Bloomberg New Energy Finance, 2015)、IEA Wind Task 26 “The Past and Future Cost of Wind Energy(IEA, 2012)を基にNEDO技術戦略研究センター作成
 ※LCOE：均等化発電原価。ライフタイムに要するコストの総計を現在価値に割りき、年間発電量に基づいて均等化して算出したコスト

■太陽光パネルについて

First Solar(アメリカ) ～太陽光発電コストの低減～

【第131-3-6】 First Solarの太陽光パネルの発電コスト(同社試算による)



出典：First Solar Sustainability Report

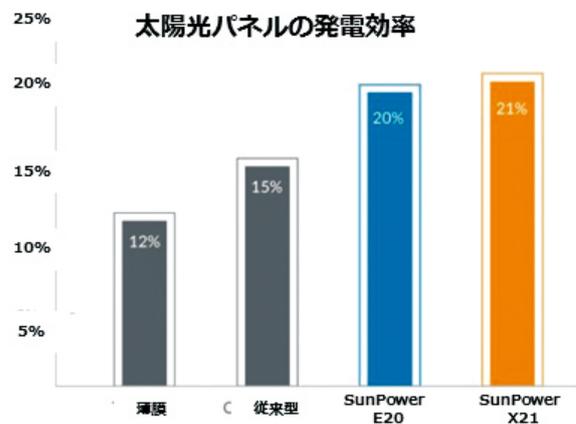
First Solarは、光を吸収する力が大きいCdTe(カドミウムテルル)を用いた太陽光パネルの薄膜化により、材料を少量化することで工期の短縮と大量生産を可能にし、コスト面での強みを有しています。有害物質であるCdを使用する点、レアメタルであるTeを使用する点、シリコン製のパネル比べて変換効率が低いという点、がデメリットとして挙げられますが、中国企業にも負けないコスト競争力を有していると言われています。またパネルの製造のみならず、エンジニアリング、プロジェクト開発、発電事業など太陽光バリューチェーンの多くに関わることにより、コストの効率化とリスク分散を図っています。さらに事業機会の拡大を目指して積極的な資産買収等も行っており、例えば2007年にTurner Renewable EnergyのIPPノウハウ、2009年にOptisolarのプロジェクト開発能力、2010年にNextLight太陽光発電所施行技術、2013年にGEの太陽光発電技術を獲得し、運営管理による利益比率を高めています。

Sun Power(アメリカ) ～技術革新による発電効率の上昇～

Sun Powerの強みは、太陽光パネルの変換効率の高さにあります。太陽光パネルメーカーとしての歴史は長く、1970年代から石油危機に対処する方法を模索する中で研究が進展してきました。政府の資金援助やベンチャーキャピタル投資を受けながら、NASAへのパネル提供などを通じて実績を重ねた同社は、2016年時点においてバックコンタクト方式(受光面の電極をなくす技術)により、従来品が15%程度であった変換効率について、20%を超えるという世界最高水準を達成しています。

2007年には太陽光発電所の製造を行うPower Lightの買収により、太陽光パネルの製造のみならず発電事業も行う、太陽光の垂直一貫企業となりました。2011年にはフランスTOTALがSunPowerの株式の約60%を取得したことで、TOTALの世界的なネットワークも活用した、より積極的な国外展開を模索しています。近年では大規模太陽光発電所の開発にも注力しています。

【第131-3-7】Sun Power製の太陽光パネルの発電効率



出典：Sun Power HP

Solar City(アメリカ) ～太陽光パネルの第三者保有モデル～

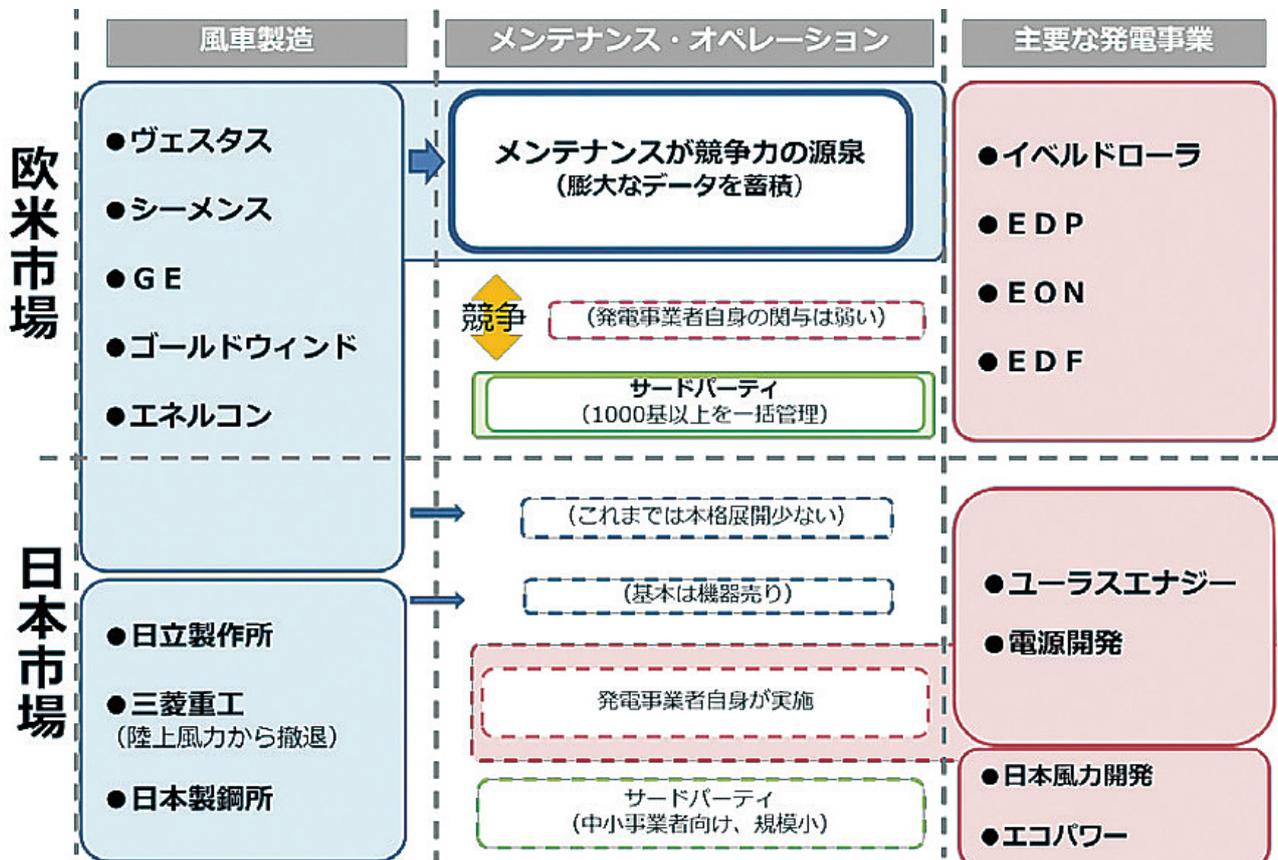
Solar Cityは太陽光パネルの新たなサービスの形態として、第三者保有モデルによるビジネスを展開しています。太陽光発電設備の普及には、初期費用の高さが壁となる場合も見受けられますが、同社が主体とするビジネスモデルは、太陽光発電システムを無料で家庭の屋根に設置し、太陽光発電で発電した電気を従来の電力会社の電気料金単価より低い値段で顧客に提供するというものです。このビジネスモデルが広く受け入れられ、建物の所有者名義の発電設備を抜いて、米国住宅用太陽光発電市場の72%を占めるまでに成長しています。(2014年には第三者保有の設置容量が890MWに達し、非住宅用(産業用のメガソーラー)を市場規模で上回りました。)

しかし、太陽光発電の普及によりコストが下がり、一般消費者も低い金利で銀行からローン貸し付けが可能になったことで、当ビジネスモデルの前提が崩れ、2016年には第三者保有モデルでの導入がやや鈍化しています。また、2016年にはTeslaがSolar Cityを買収しました。

■風車製造について Vestas(デンマーク) ～データ分析を活用した稼働率向上～

欧州における陸上風力の新規導入が飽和しつつある中、世界最大の風車メーカーであるVestas等は、保有する膨大な風車稼働データを活用し、高い稼働率を保証するメンテナンスサービスを提供しています。こうした風車メーカーは稼働率保証を顧客に提供しています。風車メーカー独自にメンテナンスを実施することで、顧客のビッグデータを蓄積し、そのビッグデータを活用したモニタリングにより、風車のトラブルを事前に予測することで停止時間を減らし、それが稼働率保証に繋がるというビジネスモデルです。プロジェクト自体が巨大である洋上風力発電の開発が増える中で、メーカーの統合による大規模化・寡占化が進んでおり、2013年にはVestasと三菱重工の洋上風力発電部門の統合が発表され、2014年に洋上風力発電設備専門の新会社を発足しました。

【第131-3-8】風力発電の業界構造



出典：平成28年10月 風力発電競争力研究会 報告書

■蓄電技術について

AES Energy Strage(アメリカ) ～拡張性の高い蓄電システムの構築～

【第131-3-9】 AESのバッテリーユニットイメージ



出典：AES Energy Strage HP

AES Energy Strageは40kWを一単位として、数十万kWまでフレキシブルに拡張できるバッテリーユニットを開発し、従来は困難であった蓄電池導入後の容量変更が可能になり、発電側、送電側、需要側の幅広い用途に対応することを可能としています。ピーク時とオフピーク時の電力価格差を利用した電力量取引に加え、自動制御で周波数制御を行える設計を活かして、周波数安定化の市場での利益を得ることも戦略としています。

Stem(アメリカ) ～ICTと蓄電地を活用したエネルギーマネジメント、ディマンドレスポンス～

Stemは、情報通信技術と蓄電地を用いて、電力の需要予測やリアルタイム管理を行うことで、電力使用を最適化するサービスを提供し、需要家の省エネを補助すると同時に、再エネ導入拡大に伴うグリッドへの負担を低減しています。例えば、商業施設に蓄電池を設置し、需要家向けにピークカットによる契約料金の引き下げに加えて、それらの蓄電池数百台を集約(アグリゲート)して電力会社向けに調整力としても提供する取組を行っています。同社はIberdrola、RWE、Exelon等、世界の大手中エネルギー事業者からベンチャーキャピタルを通じた出資を受け、注目を集めています。

■ディマンドレスポンスについて Energy Pool(フランス)

Energy Poolは、主に製紙、鉄鋼、化学などの大口産業需要家にDR Boxというゲートウェイを設置し、そのゲートウェイに対してDR信号を発することにより、需要家の生産ラインを制御してDRを実施しています。実績として、2016年6月に原子力発電所の計画外停止等により需給がひっ迫した際、一般送配電事業者から要請を受けたEnergy Poolが、DRにより56.1万kWの需要削減に成功しています。

■SMR(Small Modular Reactor)について NuScale(アメリカ)

近年では小型原子炉(SMR：Small Modular Reactor)について、日本を含む世界中のエネルギー企業・ベンチャー企業が研究しています。従来の100万kW超の原子力発電所と異なり、1基ごとの出力を小さくすることで冷却を容易にし、安全性を高めています。また、あらかじめ工場で製造したユニットを現場で組み立てることで、工期短縮や製造コストの削減も実現します。

例えば、アメリカのベンチャー企業であるNuScaleは、直径約4.5m、高さ約23m、1基あたり5万kWの出力の小型原子炉を開発中です。SMRを12基組み合わせることで60万kWの出力を予定しています。NuScaleは2026年の商用運転開始を目指しています。

【第131-3-10】従来原子炉とSMRの大きさ比較



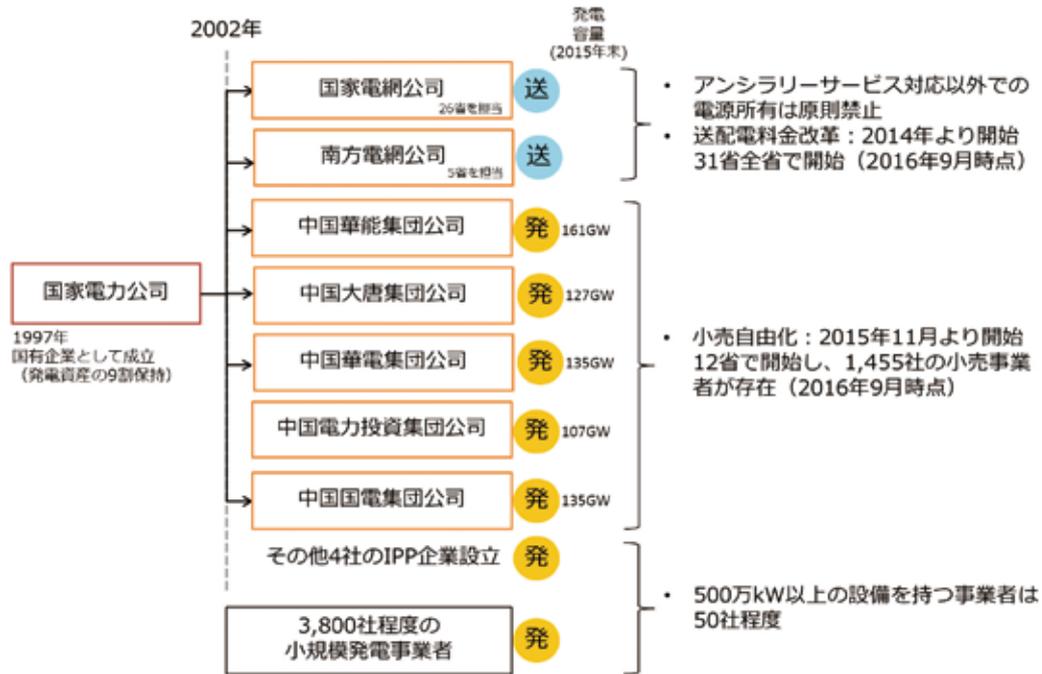
出典：NuScale HP

中国における電気事業の動向

中国では、1997年に誕生した国有企業である国家電力会社が垂直一貫でほぼ独占的に事業を展開していましたが、2002年に送配電はエリアごとに2企業に、発電分野は5企業に分割され、同時に4つのIPP企業が設立されています。

(送配電会社：国家电网公司与南方電網有限責任会社の2社、発電会社：中国華能集团公司、中国大唐集团公司、中国国電集团公司、中国華電集团公司、中国電力投資集团公司の5社)

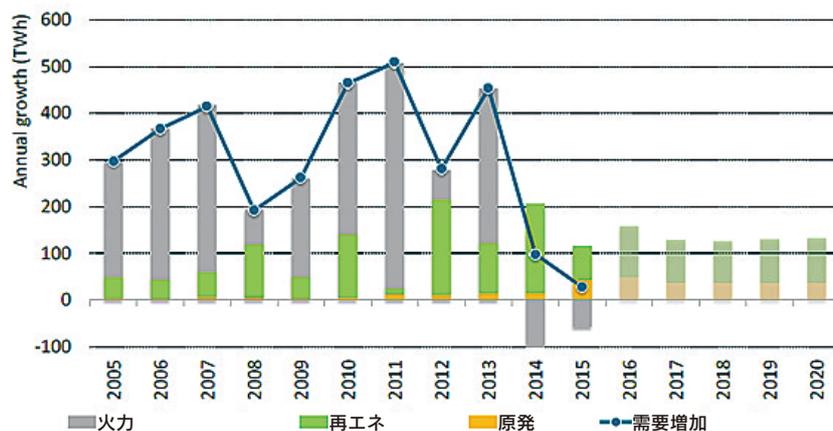
【第131-3-11】2002年の中国の電気事業者分割



出典：中国電力工業発展報告2016等を基に資源エネルギー庁作成

中国では、国有企業という特性上、政府の5カ年計画（現在は、2017年3月公表の2016年～2020年計画である13次5カ年計画）に従い、各企業が事業展開を実施しています。本計画での電力需要の伸び率は、年率3.6%～4.8%とこれまでのような急速な伸びが見込まれないことを背景とし、5カ年計画には、電気事業の国際展開という方針が随所に掲げられており、従来にも増して我が国企業の国外展開などに当たって、強力な競合相手になる可能性があります。

【第131-3-12】発電能力と電力需要量の推移



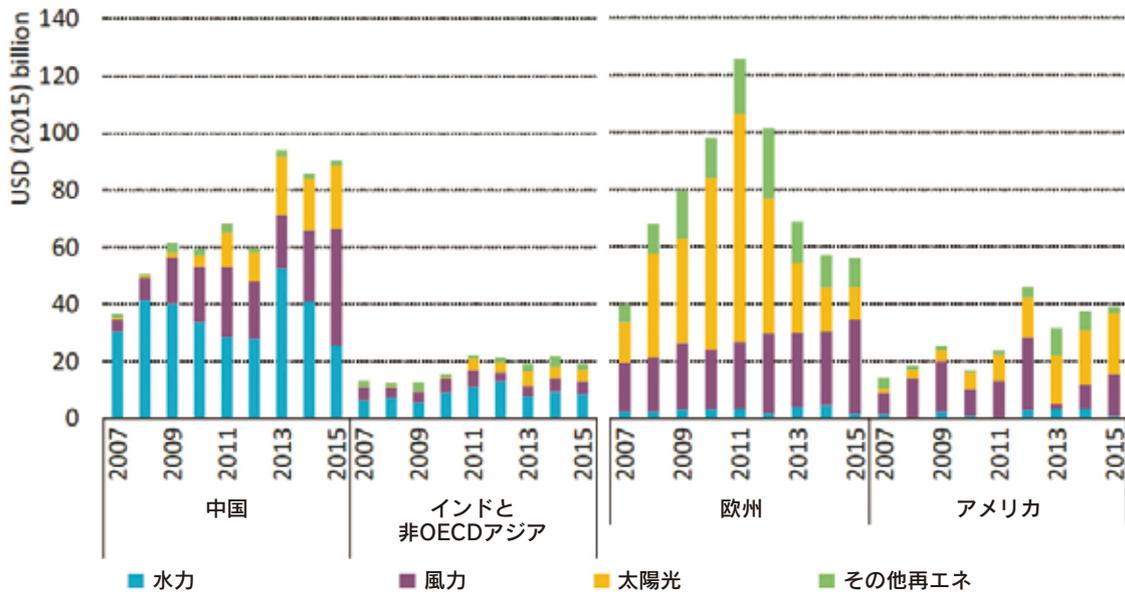
出典：WEI2016

例えば国家电网公司是、2010年からブラジルに進出し、総延長6,000キロ近くの送電ネットワークを保有していましたが、2017年2月にブラジルのCPFLエネルギーの株式23.6%を約2,100億円を追加取得したと発表しました（国家电网公司のCPFLエネルギーの持株比率は54.64%に）。CPFLエネルギーは送電子会社9社を擁するブラジル送電市場シェア13.4%（7,000億kWh）の企業であり、容量ベースでも民営2位に位置付けられる発電所を運営しています。

すでに国家电网は、香港やフィリピン、ブラジル、ポルトガル、オーストラリア、イタリア、ギリシャでも送電資産を取得しており、保有する国外電力関連資産は、総額で400億米ドルを超えています。一方で、2015年には、オーストラリアの電力・通信サービスを供給する電力公社オースグリッドの売却入札（99年間にわたり50%超の株式を貸与）において、国家安全保障上の問題を理由にオーストラリア政府から応札を拒否されるといった案件も生じています。

また、中国は再エネ分野においても世界的に大きな規模を占めており、2015年には中国の全発電設備への投資のうち風力発電と太陽光発電で3分の1以上が再エネへの投資となるなど、中国国内でも再エネ投資は活発に行われています。世界の太陽電池メーカー上位6社のうち中国が4社を占め、世界最大の風力発電タービンメーカーなども中国企業となっています。

【第131-3-13】世界の再エネ投資額の推移



出典：WEI2016

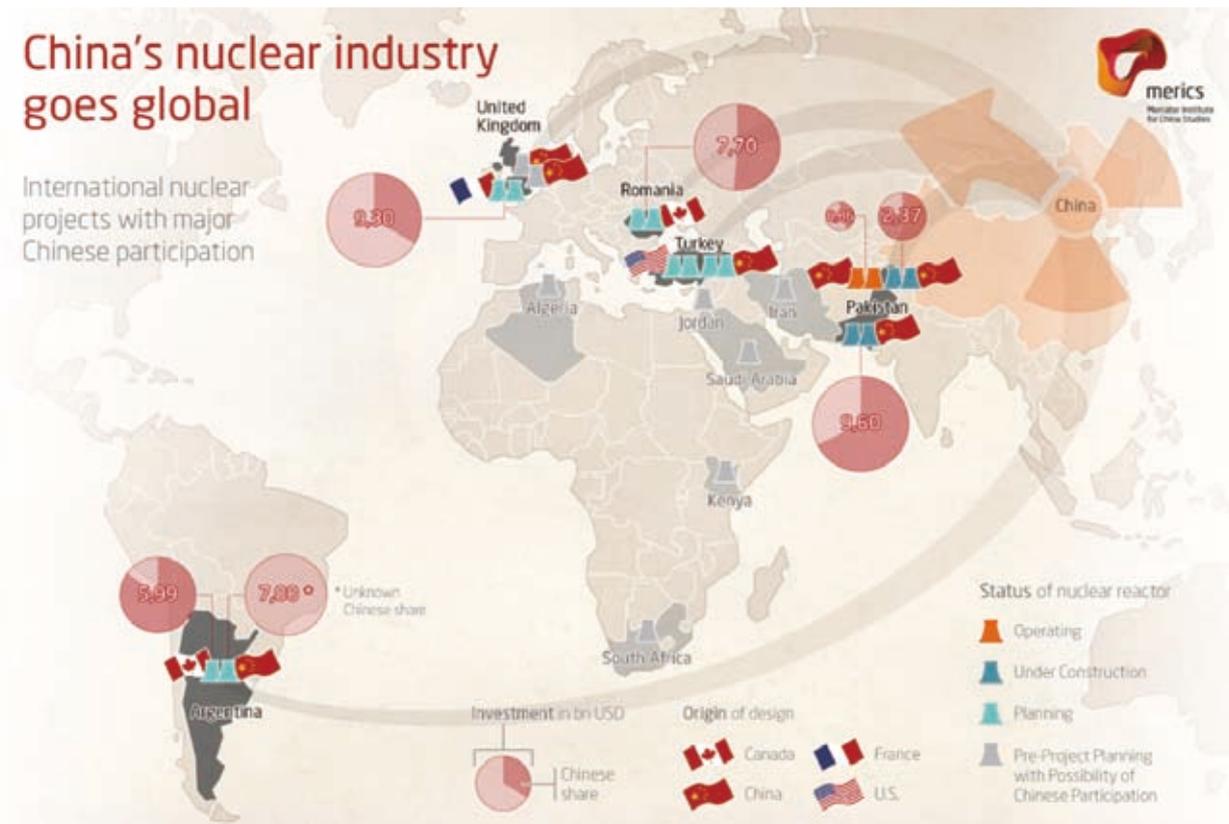
1987年にパキスタンに参入した中国電力建設集団は、2016年9月、単一事業としてはパキスタン最大の風力発電事業であるTricon Boston風力発電事業について、設計(engineering)・調達(procurement)・建設(construction)を含むEPC包括請負契約を締結しました。総設備規模150MWで、同国での中国電力建設集団の設備容量は480MWとなります。

さらに、原子力発電所の輸出については、第3世代原子力発電所と同等の能力と言われている、「華龍一号」の輸出を推進しています。既に、中国核工業集団公司在パキスタン、南米、イギリスで、中国広核集団がルーマニアなどで契約を進めており、近隣国にとどまらず国際的な影響力を強めています。特に、技術協力という観点だけでなく、人員や資金等の協力も含めて官民共同で推進しているといわれています。

【第131-3-14】世界に進出する中国の原子力発電

China's nuclear industry goes global

International nuclear projects with major Chinese participation



出典：独merics中国研究所 2016

第2節 国内電力・ガス産業の動向

1. 我が国電力・ガス市場の自由化等の取組と産業の動向

(1) 電力・ガスの自由化

2016年4月の電力の小売部門の自由化以降、異業種からの活発な新規参入(2017年3月現在で約380事業者が小売電気事業に登録済)が進み、多様な料金メニューの提供等を通じた競争の活性化など、改革に伴う一定の効果が表れ始めています。具体的には、2016年12月の電力取引報によると、電力の小売全面自由化で新たに自由化された市場において、新電力への契約の切替えを選択した需要家が全国で約3.6%となっています。また、地域の既存電力会社が設定した自由料金メニューへの切替えを選択した需要家も約3.6%となっており、両者を合わせると、約7.2%の消費者が自由料金メニューへの切替えを行って

ます(電力の小売全面自由化の進捗状況については、第3種第6章第1節3を参照)。小売部門の全面自由化が行われています。ガスについては、これまでの改正で、自由化領域の販売量は一般ガス事業の販売量全体に占める比率で64%まで拡大してきていましたが、今回の全面自由化を契機に、ガスの市場で更なる競争が進展することが予想されます。また、電力からガスへ、ガスから電力への相互参入が可能となり、欧州で見られたように、総合的にエネルギーを取り扱う企業が生まれてきています。

(2) 動き始めたJERAの挑戦

2015年4月、燃料・火力融合によるシナジー効果、資産・調達規模の拡大、市場プレゼンスの拡大による「グローバル・エネルギー事業者」を目指し、東京電力・中部電力の共同出資で「JERA」が設立されました。

2016年7月には、東京電力・中部電力の既存燃料事業、国外発電事業、エネルギーインフラ事業が統

第3章 エネルギー制度改革等とエネルギー産業の競争力強化

合され、LNG調達については、年間約3,900万トンと世界最大級（我が国LNG輸入量の約5割）となっています。さらに、2017年春には両社の既存火力の統合について方針を発表しており、これによって、ガス・石炭をあわせた火力発電設備量は、欧州のガス火力の主要プレーヤーであるEngieにも比肩する水準まで拡大することとなります。（2020年想定）

こうした規模のメリットを最大限に活かして、バーゲニングパワーのある燃料の調達や、燃料トレーディング事業への進出などに取り組んでいます。石炭のトレーディングについては、JERAの規模となったことで、EDFの子会社であるEDF Tradingを買収するなど、JERAの規模のメリットが既に表れ始めているといえます。

さらに、JERAは規模の拡大に加えて、従来東京

電力が進めていた燃料事業開発のノウハウと、中部電力が進めていたトレーディング事業や多様な燃料の活用ノウハウが組み合わさることで、国外発電の拡大等のサプライチェーン全体における積極的なグローバル展開も掲げています。先ほどのフランスのEngieとの規模の比較で言えば、国外での発電規模にはまだ差がある状況ですが、足下、持分出力で600万kW程度（計画・建設中案件含む）である国外での発電規模を、2030年までに2,000万kW程度と、3倍以上に増加させることを目標としています。

JERAの具体的な取組はいずれも始まったばかりであり、成果として表れてくるのは今後のこととなりますが、自由化や国内外の市場の変化に対応して、機能別再編を通じた世界市場での活躍を目指す事業者の取組として、注目が寄せられています。

【第132-1-1】電力自由化によるスイッチングの状況

＜地域別のスイッチング（他社切替）件数：12月末＞

管内	他社切替実績 【単位：万件】	率 ※ 【単位：％】
北海道	11.4	4.1
東北	7	1.3
東京	130	5.7
中部	17	2.2
北陸	0.9	0.7
関西	45.7	4.5
中国	0.8	0.2
四国	1.6	0.8
九州	10.6	1.7
沖縄	-	-
全国	225	3.6

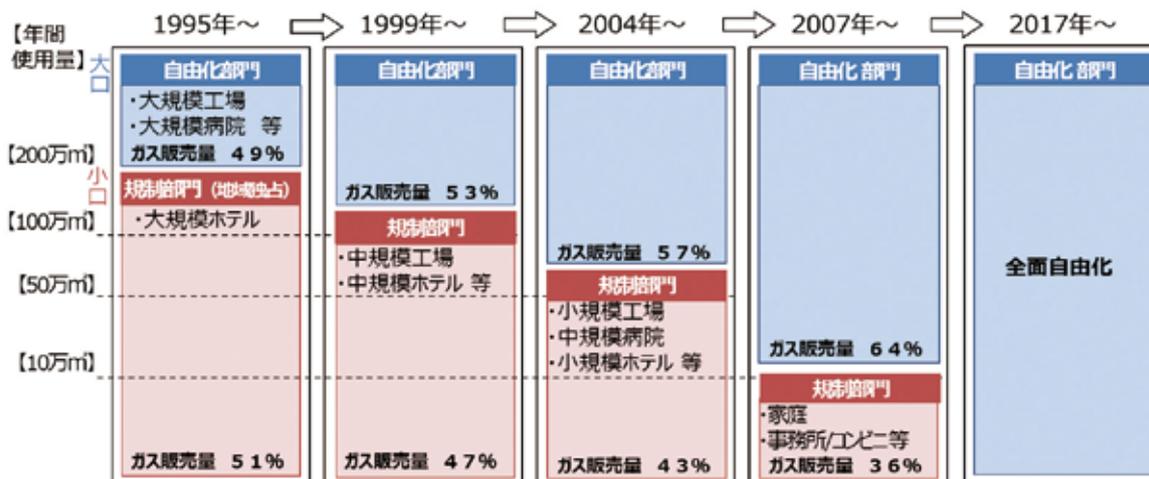
＜地域別の自社内契約切替件数：12月末＞

管内	自社内切替実績 【単位：万件】	率 ※ 【単位：％】
北海道	0.2	0.1
東北	1.6	0.3
東京	64.6	2.8
中部	95.4	12.5
北陸	0.8	0.7
関西	21.7	2.2
中国	29.5	8.4
四国	1.1	0.6
九州	8.8	1.4
沖縄	0.1	0.1
全国	223.8	3.6

※2015年度の一般家庭等の通常の契約口数（約6,253万件）を用いて試算

出典：電力・ガス取引監視等委員会 電力取引報（2016年12月実績）

【第132-1-2】ガス小売自由化の歴史

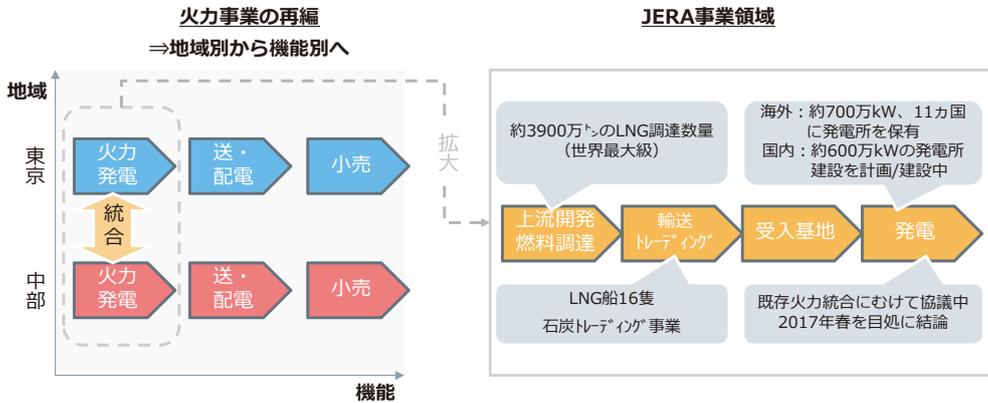


（注1）小売全面自由化後も、需要家保護の観点から、競争が進展していない地域においては、経過措置として小売料金規制を存続させる。
出典：資源エネルギー庁

【第132-1-3】 JERAの概要

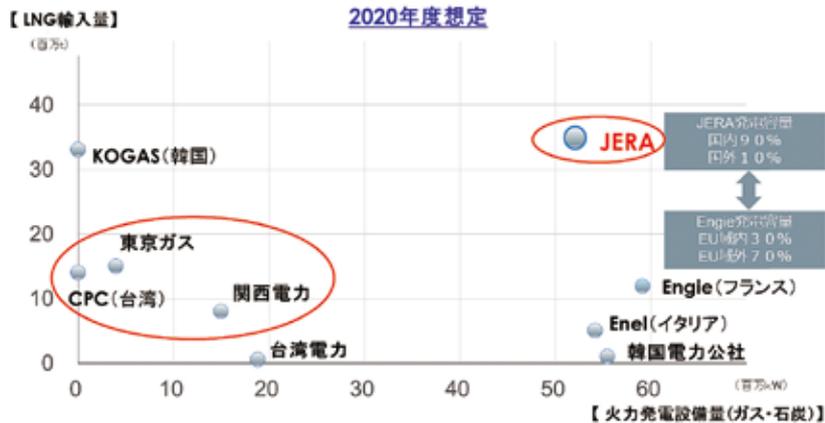
JERAの歩み

14年 10月	東京電力と中部電力がアライアンスパートナーとして「基本合意」を締結
15年 4月	アライアンス会社「JERA」を設立
10月	燃料輸送、燃料トレーディング事業を統合
16年 4月	ヘンドリック・ゴードンガー代表取締役会長就任
16年 7月	既存燃料事業、既存海外発電、エネルギーインフラ事業を統合



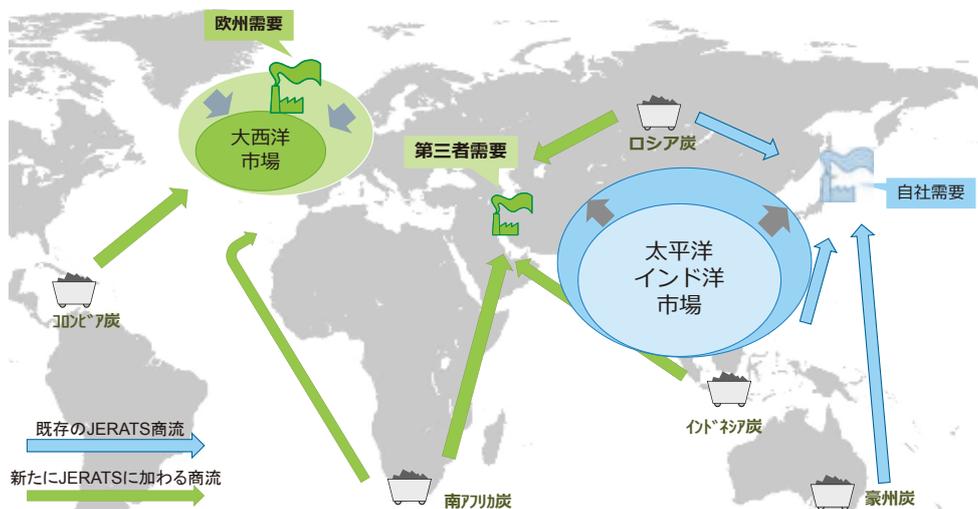
出典：JERA提供資料より資源エネルギー庁作成

【第132-1-4】 JERAのポジション



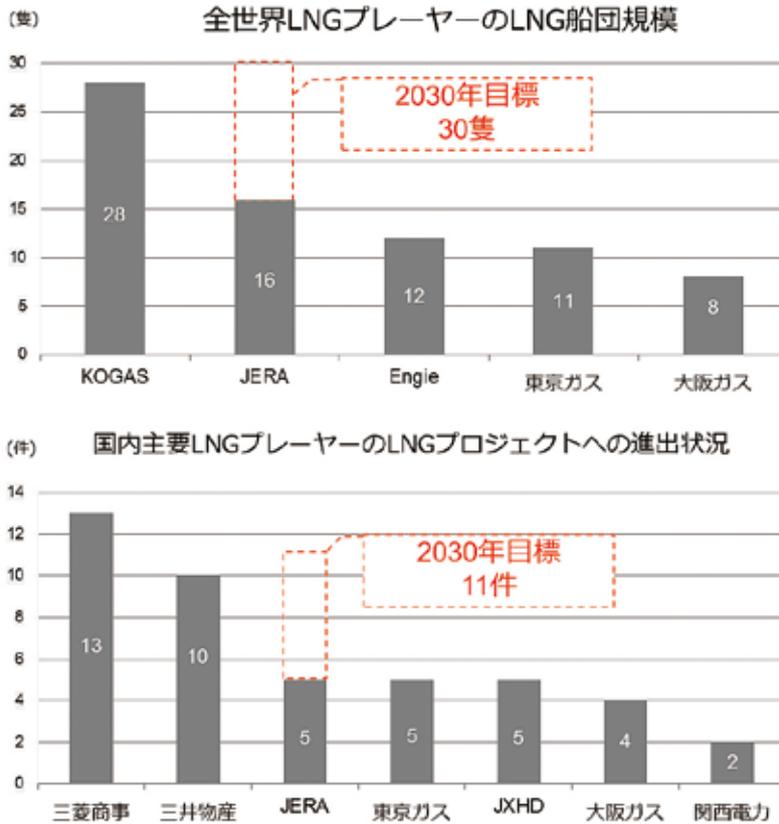
出典：JERA提供資料より資源エネルギー庁作成

【第132-1-5】 JERAの石炭トレーディングの商流 (EDF Trading買収後)



出典：JERA提供資料

【第132-1-6】 JERAの2030年目標抜粋



出典：JERA提供資料より資源エネルギー庁作成

(3)我が国のエネルギー企業の対応

JERA以外のエネルギー企業においても、国外展開や、従来のエリアを越えた事業展開、電力・ガスの相互参入、上流下流等の異分野への進出、デジタル化への投資など、新しい動きが表れ始めています。

①国外展開を強める企業の事例

これまで以上に国外への進出が志向され始めており、多くの企業では、経営計画等において積極的な目標を打ち出しています。

例えば関西電力では、国外事務所設置等を通じた現地ネットワーク強化や投資地域・対象を欧米・再

エネ等に拡大することで、2025年目標として国外発電容量を10~12GWへ拡大することを(2017年2月現在1.4GW)掲げています。また電源開発では、アジアや米国を中心とした地域で高効率かつクリーンな石炭火力技術を武器に、2025年には国外発電容量10GW(2017年3月現在6.7GW)を目指しています。また、東京電力は、その技術力を活かした送配電分野の国外展開を目指しており、東京ガスは原料価格の低減と国外事業の拡大、大阪ガスは国外ダウンストリーム事業の拡大を目指すなど、各社はそれぞれの強みを活かした国外展開を目指しています。

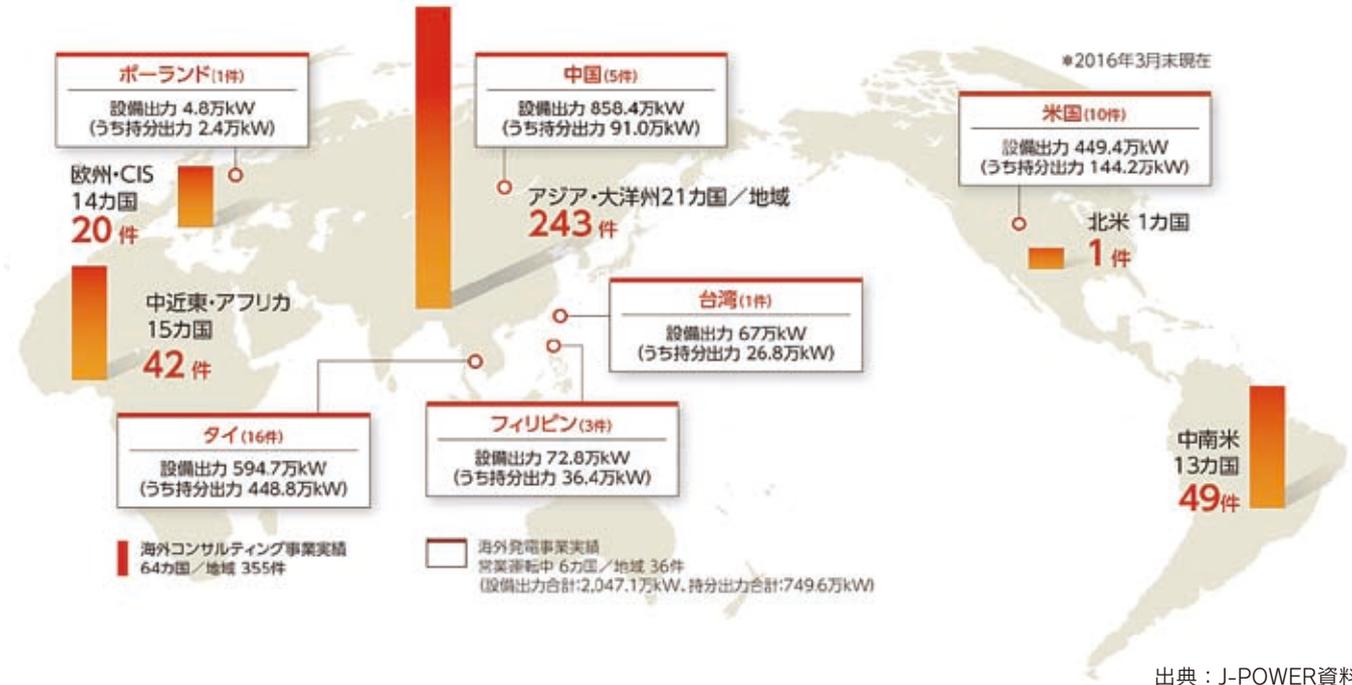
【第132-1-7】電力・ガス企業の国外展開の目標等

	JERA (東電・中部)	関西電力	電源開発	東京ガス	大阪ガス
現状	5.9GW ※ '17年2月時点	1.4 GW ※ '17年2月時点	6.7 GW ※ '17年1月時点	海外比率10% 利益ベース'09-'11年頃	海外比率5% 利益ベース'17年中長期計画
経営計画	20 GW '30年目標・'16年事業計画	10~12 GW '25年目標・'16~'18年中長期計画	10 GW '25年目標・'15年中長期計画	海外比率25% '20年目標・'11年中長期計画	海外比率1/3 '30年目標・'17年中長期計画
特色	アジア・中東・北米を中心に、北米等のマーチャント(経営計画等抜粋)事業、再エネにも積極的に事業拡大。燃料事業も手がける。	海外事務所設置等を通じた現地ネットワーク強化や投資地域・対象を欧米・再エネ等に拡大し案件獲得を目指す。	高効率かつクリーンな石炭火力技術を武器にアジアを中心に進出。米国において多様な販売形態で業務拡大を図る。	上流分野では資源事業の拡大、LNGバリューチェーン構築を目指す。中下流分野はエネルギーサービス、エンジニアリング事業の海外展開を志向。	北米、アジア、オセアニアを中心に、上流から中下流までの事業拡大を目指す。①重点活動地域への経営資源集中投資②協業、M&A③事業関与を高め事業推進力向上

※開発・建設中を除く国外発電容量 各HPより資源エネルギー庁作成

出典：各社の中期経営計画等を基に資源エネルギー庁作成

【第132-1-8】 J-POWERによる国外展開の状況



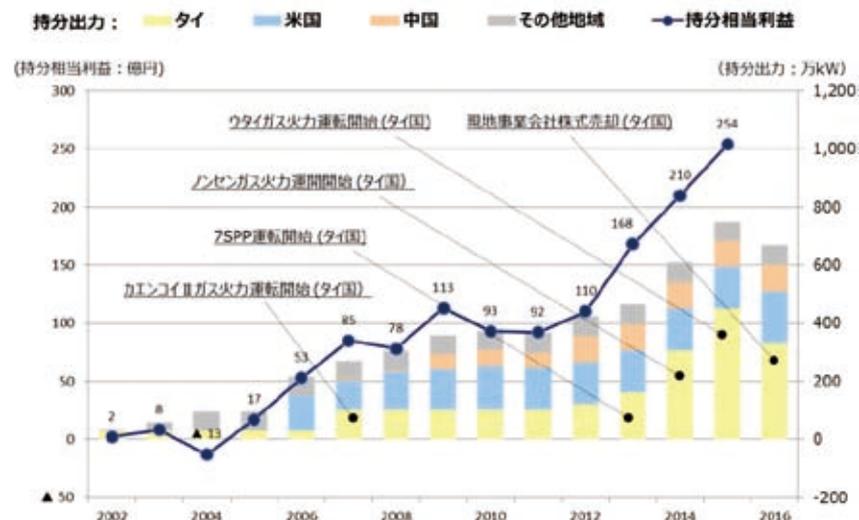
なかでも電源開発(J-POWER)の国外展開の歴史は古く、1962年にペルーの水力発電計画への国外技術協力(コンサルティング)がその起点となります。現在、国外コンサルティング事業はアジアや中南米を中心に64か国335件となっています。(2017年3月末時点)

また、国外での発電事業についても、長年にわたる着実な取組により、現在では6か国約670万kW(持分出力)の実績を有しています。特にタイでは、2013年カエンコイIIガス火力発電所(1,468MW・49%持

分)への投資から本格的な事業展開が始まり、2007年7つのSmall Power Procedures、2014年ノンセン・ガス火力1、2号機、2015年ウタイ・ガス火力1、2号機運転開始など積極的に展開しており、約450万kW(同社国外電源の約67%)の持分出力を確保しています。(2017年3月末時点)

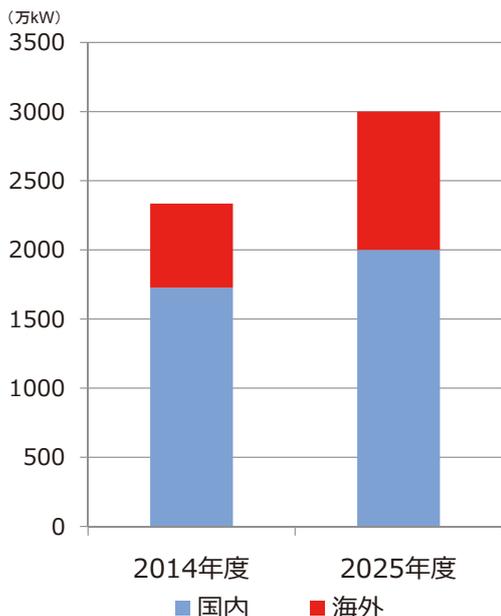
今後は、旺盛なエネルギー需要が望めるタイ、インドネシア等のアジアや、豊富な事業機会が見込める米国を中心として、発電能力並びに国外での収益向上を目指すこととしています。

【第132-1-9】 J-POWERの国外発電事業の持分出力(営業運転中)

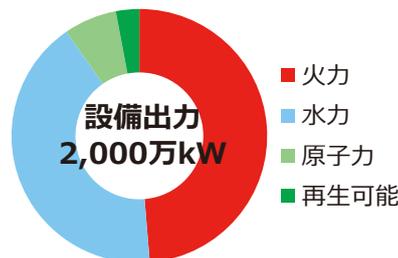


【第132-1-10】 J-POWERの2025年目標

■ 発電能力：3,000万kW



■ 国内発電資産の構成(2025年度)



■ 海外持分出力：1,000万kW



出典：J-POWER 提供資料

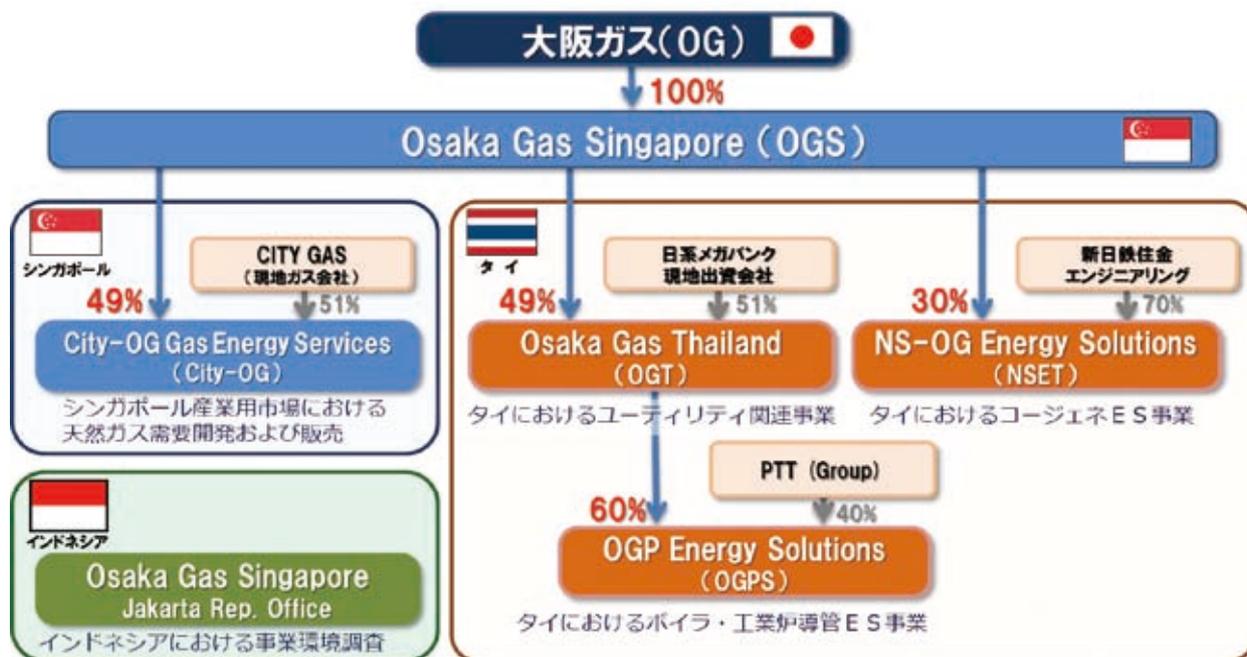
ガス事業者についても同様に国外展開を志向する動きが見られます。大阪ガスは、ガス販売事業等の中下流ビジネスを、東南アジアを中心に取り組んでいます。

特に、2013年に大阪ガスの子会社であるOsaka Gas SingaporeとCITY GAS（顧客数約75万戸）は、シンガポール産業用天然ガス市場で共同販売事業

を目的に、産業用天然ガス販売会社であるCity-OG Gas Energy Servicesの株式売買契約を締結しました。

当該会社は、大阪ガスのエネルギーソリューションノウハウとCITY GASの天然ガス販売事業インフラを活用し、化学業・食品業を中心とした産業用市場において、ガスの需要開発から販売までを行っています。

【第132-1-11】大阪ガスの東南アジアへの国外展開事例



出典：大阪ガス提供資料

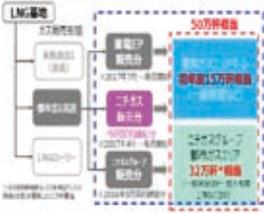
東京ガスは、2014年に100%子会社の東京ガスエンジニアリングソリューションズとガスマレーシア社でガスマレーシアエネルギーアドバンス社を共同設立し、マレーシアで東レが展開する東レグループマレーシアへ、電力・蒸気をトータルで供給するエネルギーサービスを提供する基本合意を締結しました。また、2015年にも、東レがアメリカのサウスカロライナ州に新設する工場に対して同様のサービスを提供する基本合意を締結しています。

たとえばマレーシアの事例では、当該サービスの導入により、小規模な設備投資で約20%の省エネ、約30%のCO₂排出量の削減を図ることができるとされており、今後我が国が地球規模での温室効果ガス排出削減に貢献していく上で、こうした新興国等での削減への貢献は、極めて重要な要素になってくると考えられます。

②電力・ガス相互参入の事例

電力ガスの小売全面自由化によって、電気事業者がガスの供給へ、ガス事業者が電気の供給へ、それぞれ相互に参入する状況が生まれています。その際に既存の事業エリアを越えた展開を行う例もあり、例えば九州電力は、東京ガス、出光興産と連携をし、関東エリアに200万kW級の石炭火力を新設するため、千葉袖ヶ浦エナジーを設立しています。これは、出光興産の燃料調達力、九州電力の発電所運転ノウハウ、東京ガスの関東圏での顧客基盤などのシナジーを狙ったものとされています。その他にも、東京電力エナジーパートナーが日本瓦斯会社と、関西電力が岩谷産業と、東京ガスや大阪ガスがNTTファシリティーズと連携するなど、新たな事業分野への参入に当たって、他者とのアライアンスが進んでいると言えます。

【第132-1-12】電力・ガス相互参入の事例

<p style="text-align: center;">東京電力エナジーパートナー</p> <ul style="list-style-type: none"> 東電EPIは日本瓦斯へのガス卸供給契約を締結した。都市ガス全面自由化初年度に両社合計で、50万軒相当の新規開拓を目指す。 両社のガス販売に必要なノウハウを融合したプラットフォームの構築、新たにガス小売分野へ参入する事業者へ、安定的なガスの供給とサービスの提供を目指している。 	<p style="text-align: center;">九州電力</p> <ul style="list-style-type: none"> 九電は出光・東ガスと、超々臨界圧石炭火力(200万kW級)新設の為、共同で「(株)千葉袖ヶ浦エナジー」を設立。 東ガスの関東圏内の顧客基盤、九電の石炭火力運転ノウハウ、出光興産の石炭調達力等による相乗効果を期待。 
<p style="text-align: center;">関西電力</p> <ul style="list-style-type: none"> 関電と岩谷産業は「関電ガスサポート株式会社」の共同出資(51%、49%)による設立に合意。 同社では、関電のガス販売と岩谷産業のガス関連機器の販売ノウハウを組み合わせ、ガス販売と保安を担う。 販売窓口50拠点、販売スタッフ250名体制を目指す。 	<p style="text-align: center;">中部電力</p> <ul style="list-style-type: none"> 東邦ガス供給区域で都市ガス小売(家庭等)を実施しており、同社との競争が見込まれている。 2017年1月には、ガス小売料金メニューを設定。 電気・ガスのセット販売による価格低減や、電気・ガスの請求の一本化による消費者利便の向上などを差別化要素として打ち出している。(家庭用には3種類のガス料金メニューと電気とのセットメニューを設定) 今後、5年間で20万件の契約獲得を目指す。
<p style="text-align: center;">大阪ガス</p> <ul style="list-style-type: none"> 2016年電力小売事業(低圧)へ参画し、2016年度末で30万件の獲得を達成している。(目標20万件) 2000年に、同社は東京ガス・NTTファシリティーズと共同設立した「株式会社エネット」を通じ、電力小売を実施しており、全国2万件に年間約110億kWhを供給している。(新電力シェアトップ) 	<p style="text-align: center;">神戸製鋼所</p> <ul style="list-style-type: none"> 神戸製鋼所は、東京ガスと電力及びガスの相互供給契約を締結し、125万kW級のGTCCを新設する為、特別目的会社となる「(株)コベルコパワー真岡」を設立。 国内初の本格的な内陸型火力発電所であり、電源の分散立地によるエネルギーインフラの強靱化や地域の発展などに期待。 

出典：各社HP等より資源エネルギー庁作成

③上流・下流分野への進出事例

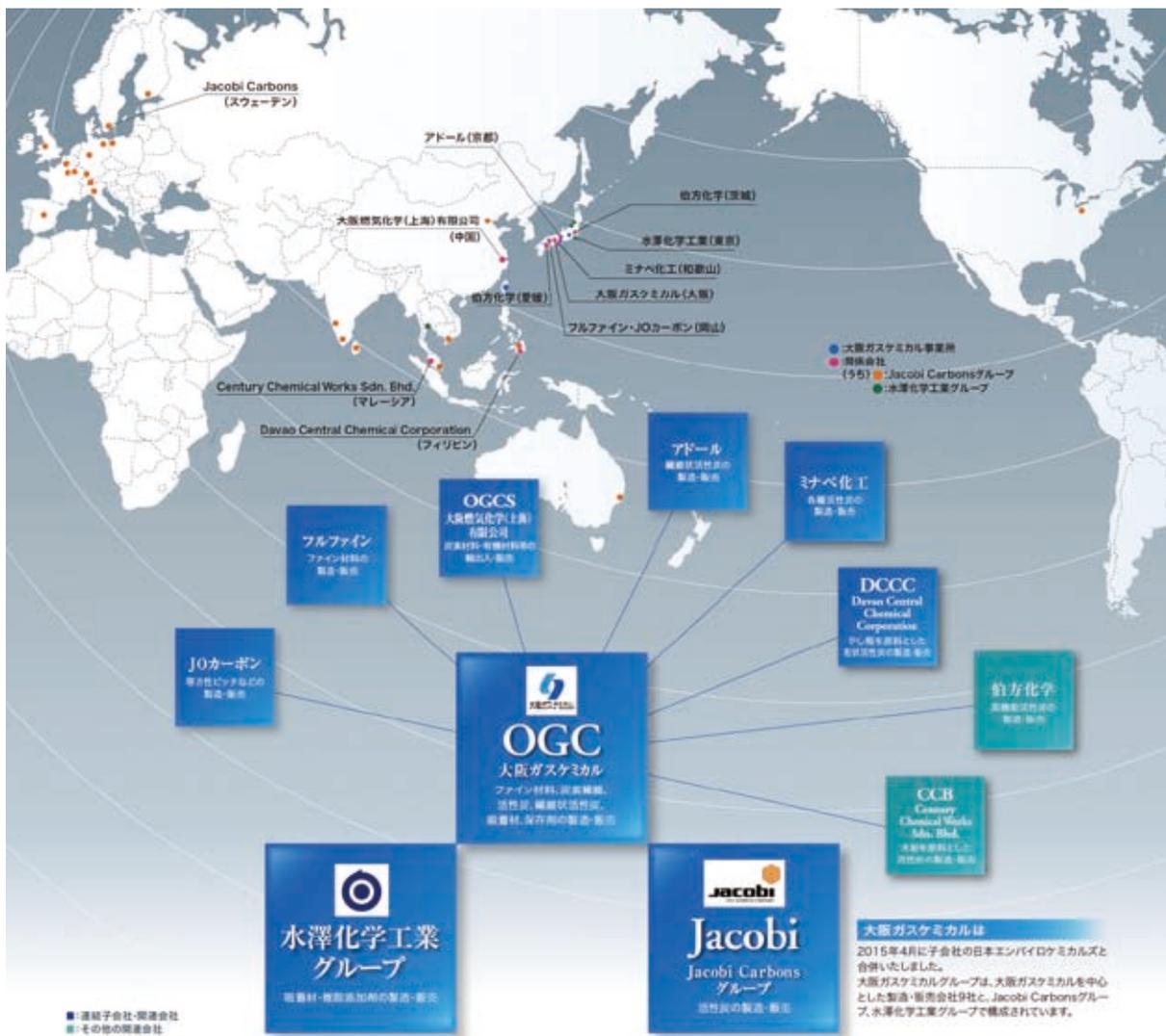
先述のJERAの事例において、火力発電から上流の燃料調達、燃料トレーディング事業への注力の例を紹介しましたが、ガス事業者においても上流進出等の事例が見られます。

東京ガスは、住友商事と共同で、米国メリーランド州コーブポイントLNGプロジェクトの事業主であるDominion Cove Point LNG社（ドミニオンコーブポイントLNG社、以下「ドミニオン社」）と天然ガス液化加工契約を締結しました。本プロジェクトは、米国内で生産されるシェールガスをはじめとした天然ガスを精製・液化して、LNGとしての輸出を可能にするものです。また、住友商事と東京ガスは米国法人を設立し、米国産天然ガスを調達・ドミニオン社へ液化加工を委託し、そこで液化された年間約230万トン分のLNGを、東京ガス及び関西電力に向けて販売

することとしています。

また、大阪ガスは、非エネルギー分野である「ライフ&ビジネスソリューション事業」の強化を図っております。その一つとして、100%子会社である大阪ガスケミカルでは、大阪ガスで天然ガス転換以前に行っていた石炭ガスの製造を通じて蓄積してきた技術等を基盤に、付加価値の高い機能性材料を開発・販売しています。2014年には水・空気の浄化等に利用される活性炭事業で世界トップクラスのシェアを持つJacobi Carbons AB（本社スウェーデン、以下「Jacobi」）を取得し、大阪ガスケミカルの推計によると、2015年には活性炭事業で世界第2位、高付加価値のヤシ殻活性炭に関してはトップシェアとなっています。今後は、活性炭事業のグローバルバリューチェーンの拡充を通じ、競争力のさらなる強化が期待されます。

【第132-1-13】大阪ガスによる活性炭事業への参画



出典：大阪ガス提供資料

④デジタル化等への投資の事例

データ分析、センシング等の各種の技術進歩は、電力・ガス分野においても、新たな付加価値の創出やコスト改善における、新たな可能性となっています。

火力発電所においては、IoTの活用による保守業務の効率化や運転効率の最適化の取組が始まっています。例えば、遠隔監視センターを設置し、運転保守のエキスパートが24時間体制でガスタービンの稼働状況を監視しながら、1ユニットあたり2,000点の監視データをセンサーで収集し、刻々と変化する監視データから、予兆検知・性能劣化の診断を行い、常時顧客と連携して状況に応じた最適なアドバイスを行い、トラブルの未然防止およびプラント稼働率の最大化を実現するための取組などが行われています。

再エネ分野では、電力各社において、太陽光発電を中心とする再エネの出力の推定や予測が必要になっています。例えば関西電力においては、気象庁の衛星画像を利用して、日射量を推定・予測する日射量短時間予測システム「アポロン」を開発しました。アポロンは1km四方の日射量を、最大3.5時間先まで3分刻みで推定・予測可能であり、関西電力管内の太陽光発電の出力推定・予測に活用されています。

送配電分野においても、設備の老朽化や再エネの導入拡大に伴い新たな設備投資の必要性が増大する中、デジタル化等による修繕・投資の効率化や保守・監視の取組が行われつつあります。電力インフラにおける送電線や鉄塔の巡視・点検では、習熟した保全作業員による目視点検が主流となっています

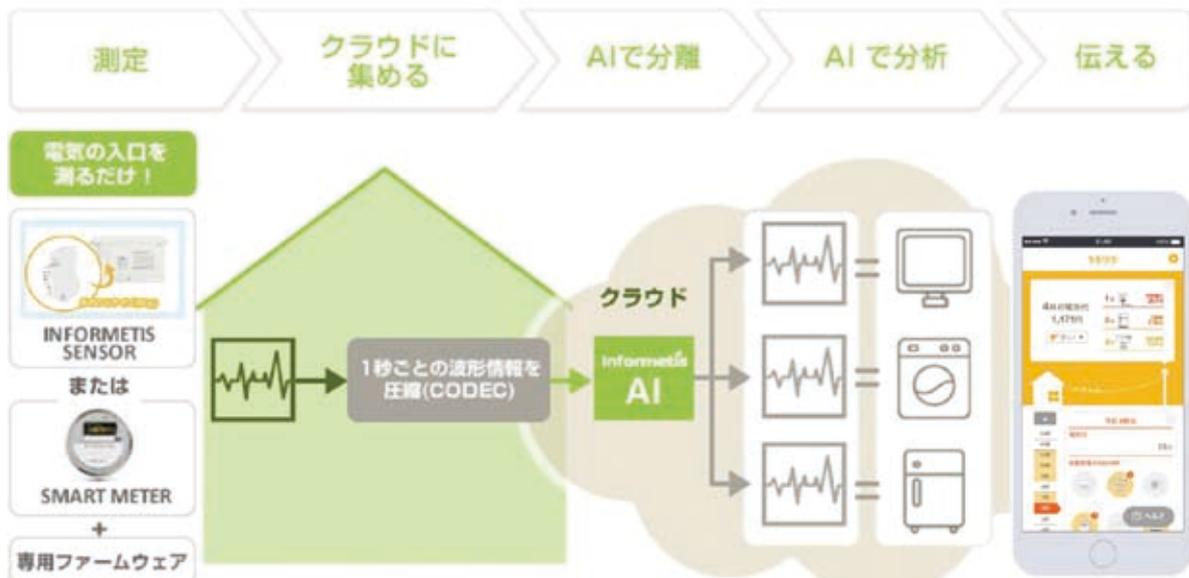
が、山間部などのアクセスしにくい場所を点検する場合、点検場所までの移動に時間がかかるほか、高所作業では危険が伴います。ドローンを使用することで、高所の送電線や鉄塔上部の画像を撮影することができ、迅速な状況把握・作業時間の短縮・安全性の向上に繋がることが期待されています。

電力小売分野においては、スマートメーターの導入を契機とした新しいサービスの創出に向けた取組が行われています。例えば小売分野で期待されている技術の1つであるディスアグリゲーション技術は、分電盤に小さなセンサーを設置し、全体を分離・ラベル付けすることで、家庭で「どの家電が」、「いつ」、「どれくらい」使用されているかが推定できる技術であり、この技術を活用することで、スマートな電力情報インフラ構築(ディマンドレスポンス余力把握や行動誘発型ピークシフト)や消費者の便益(=新サービス機会)創造が期待されています。

ガス分野においても、災害復旧においてモバイルシステムを活用した迅速な復旧への取組などが行われています。

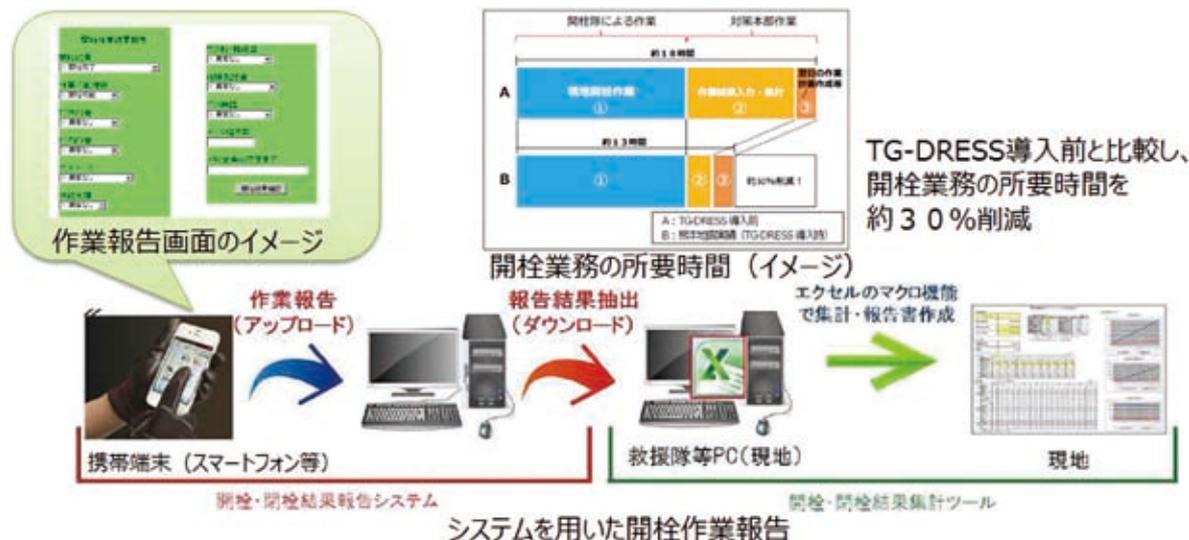
東京ガスは、東日本大震災後の2013年にインターネットに接続可能な携帯端末を使用し、開栓作業結果を報告するシステム(災害復旧支援モバイル報告システム(TG-DRESS))を開発しました。携帯端末による高い汎用性とシンプルな操作性で、災害時の作業員増員への円滑な対応が可能となり、熊本地震では、この技術を活用し開栓業務の所要時間を約30%削減することに成功しています。

【第132-1-14】新たな見える化の仕組み



出典：インフォメティス社提供資料

【第132-1-15】 TG-DRESS概要



出典：東京ガス提供資料

⑤地域における新たな取組の事例

自由化を受けて、様々な企業が地域密着の事業を加速させています。

一足先に自由化が行われた電力については、2016年12月時点で販売実績のある事業者数は290者ある中、地域を限定して事業を展開する事業者も半数程度存在しており、地域の需要家の多様な選択肢の確保に寄与しています。

その他、ガス供給や熱供給を行う事業者も含めて、地域に根差したエネルギー事業者は、自治体出資のある事業者も存在し、その多くは、地域内の企業、

商店街、自治体などと連携して多様な料金メニュー・サービスを提供しています。

また、既存の大手電気事業者でも地域密着型の取組を進めている事例もあります。中国電力は、自社が保有する4,500件を超える特許と地域の中小企業のニーズをマッチングさせ、活用を促すことで、地域と一体となった経済成長を目指しています。

ドイツにおけるシュタットベルケの位置づけを考えれば、こうした地域密着型の取組も、地元からの強固な信頼を獲得する上で重要な取組となる可能性があります。

【第132-1-16】地域における電力小売事業者の取組内容等の例

事業者名	内容
みやまスマートエネルギー (福岡県みやま市)	<ul style="list-style-type: none"> 市内で発電した太陽光発電の電気を通常より1円/kWh高く買電し、需要家への売電も実施することで電気の地産地消を目指す。 水道とセットで毎月50円引、生活総合支援サービス (見守りなど) に申し込むと300円/月還元など各種割引が存在。
ローカルエナジー (鳥取県米子市)	<ul style="list-style-type: none"> 米子市と地元5企業で設立し、市内のゴミ焼却発電や太陽光発電等から電力を調達し、8割が地産電源。
とっとり市民電力 (鳥取県鳥取市)	<ul style="list-style-type: none"> 鳥取市と鳥取ガスが共同で設立し、エネルギーの地産地消を進め、地域の経済循環と活性化を図る。
サーラコーポレーション (愛知県豊橋市)	<ul style="list-style-type: none"> 中部ガスを中心としたサーラグループはエネルギーの他、住宅販売、車販売、カルチャースクールなど生活全般サービスを地域密着で提供。

出典：資源エネルギー庁調べ

【第132-1-17】地域におけるガス事業者、熱供給事業者の取組内容等の例

＜地域ガス事業者の例＞

事業者名	自治体出資	取組内容
鳥取ガス株式会社	なし	・鳥取市と共同出資で電力会社「(株)とっとり市民電力」を設立 ・エネルギーの地産地消を進めることで、地域の経済循環と活性化を図り、安心・安全なまちづくりにつなげる
中部ガス株式会社	なし	・中部ガスを中心としたサーラグループは、ガス、電力等のエネルギー事業のほか、住宅販売、リフォームなど住まいに関する事業や生活に関わる分野を中心に事業展開し、地域に根差したグループの総合力を活かしてサービスを提供
静岡ガス株式会社	なし	・地域における工場の自家発電設備等の余剰電力や、太陽光、バイオマス等の電力を買い取り、自社電源により需要とのバランスを調整して地域内のオフィスビルや家庭、中小工場等に供給する。このようなエネルギーの地産地消を実現するビジネスモデルを展開することで、省エネルギーと地域活性化に貢献する
日本海ガス株式会社	なし	・顧客密着型の新会社を設立し、顧客ニーズに的確に応えるサービスを提供 ・富山市が目指すコンパクトなまちづくり「コンパクトシティとやま」と連携して、エネルギーを含めた公的サービスを地域住民に提供することを目指す

事業者名	自治体出資	取組内容
丸の内熱供給株式会社	なし	・電源の自立分散化を図るため、ガスを燃料として電気と熱を生み出すコージェネレーションシステムを導入し、排熱を有効利用 ・都市防災機能の一環として、大規模災害時には、ピーク電力を削減する機能を持つ水蓄熱槽を非常用水として活用することが可能

出典：資源エネルギー庁調べ

第3節 国内外の石油産業の動向

1. オイルメジャーをはじめとした石油産業の動向

(1) 石油開発を取り巻く環境変化

国際的な原油価格は、リーマン・ショックの影響により2009年前後に一時的な急落を見せたものの、2004年以降は一貫して上昇基調にありました。しかし、2014年後半以降、原油価格は大幅な下落に転じます。理由は様々あげられますが、中国などの新興国の成長率減速などによる需要の伸び悩み、米国での大幅なシェールオイル増産、石油輸出国機構(OPEC)をはじめとする主要産油国の高水準生産など、全世界的な供給過剰感が背景と言われています。当初はすぐに価格が上昇に転じるとの見方もあったものの、OPECによる減産合意の見送り等もあり、価格は下落を続け、2016年2月には2003年以來の安値水準となる26.21ドル/バレル(WTIベース)まで下落しました。これ以降は、OPEC加盟国を含む産油国による生産調整の動きが表面化し、2016年11月には8年ぶりとなるOPEC加盟国による減産

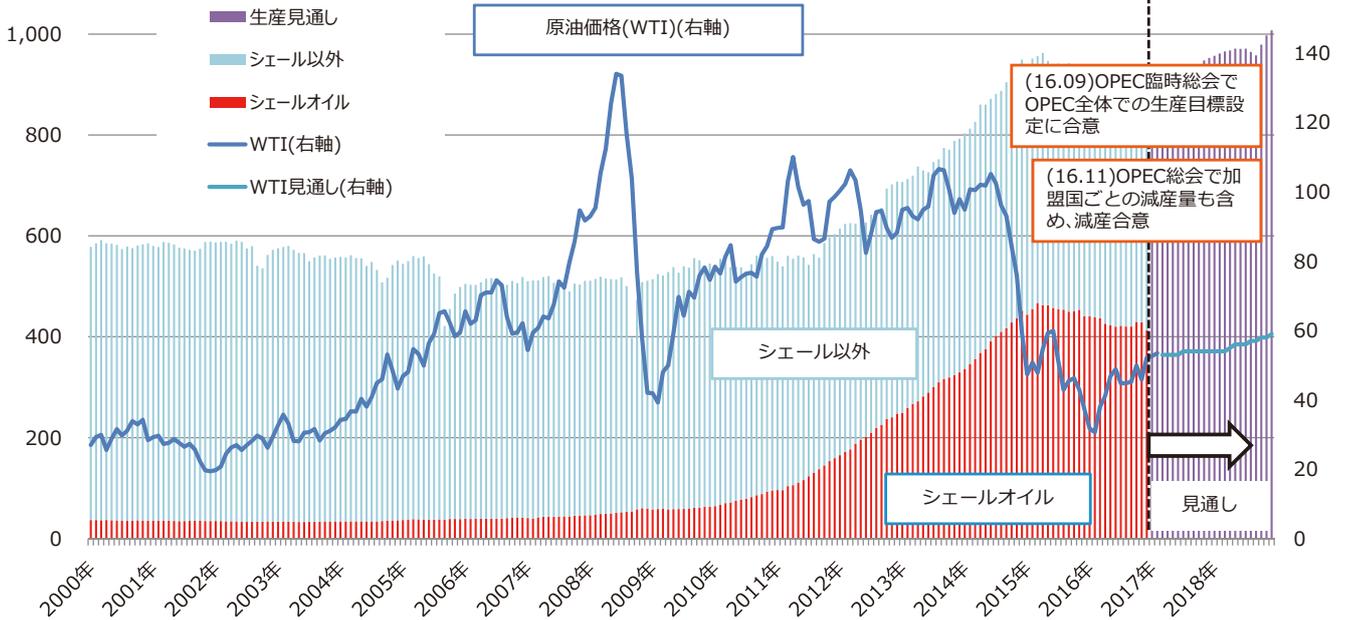
合意、同年12月にはOPEC非加盟国である一部産油国とも協調減産を行うことで合意されました。その後、50ドル/バレル台まで上昇した原油価格ですが、米国におけるシェールオイル生産がなお堅調な動きを見せていることから、市場は再び慎重姿勢を見せており、2017年3月には3か月ぶりに40ドル/バレル台に下落しています。今後の原油価格の見通しについては、依然不透明であるといえます。

こうした原油価格の低迷は、世界中の石油・天然ガス開発企業に大きな打撃を与えました。「スーパーメジャー」と呼ばれる世界を代表する5社(ExxonMobil、Shell、BP、Chevron、Total)の石油・天然ガス開発企業においても、2016年の純利益は2014年比で約76%、投資額は約37%減少しています。中堅・中小企業においても、既存事業における投資を維持することができず、保有資産を放出する動きが見られ、株価を5割以上減少させた企業もあります。国家財政の大半を石油収入に依存する産油国への影響はさらに大きく、国内鉱区を外国資本に開放し、国営石油会社の株式の売却を進める動きなどがみられます。石油開発産業にとって、今回の原油価格低迷は、リーマン・ショックを超える大きな環境の変化に直面した出来事であったといえます。

【第133-1-1】原油価格と米国原油生産量の推移・見通し

(万バレル/日)

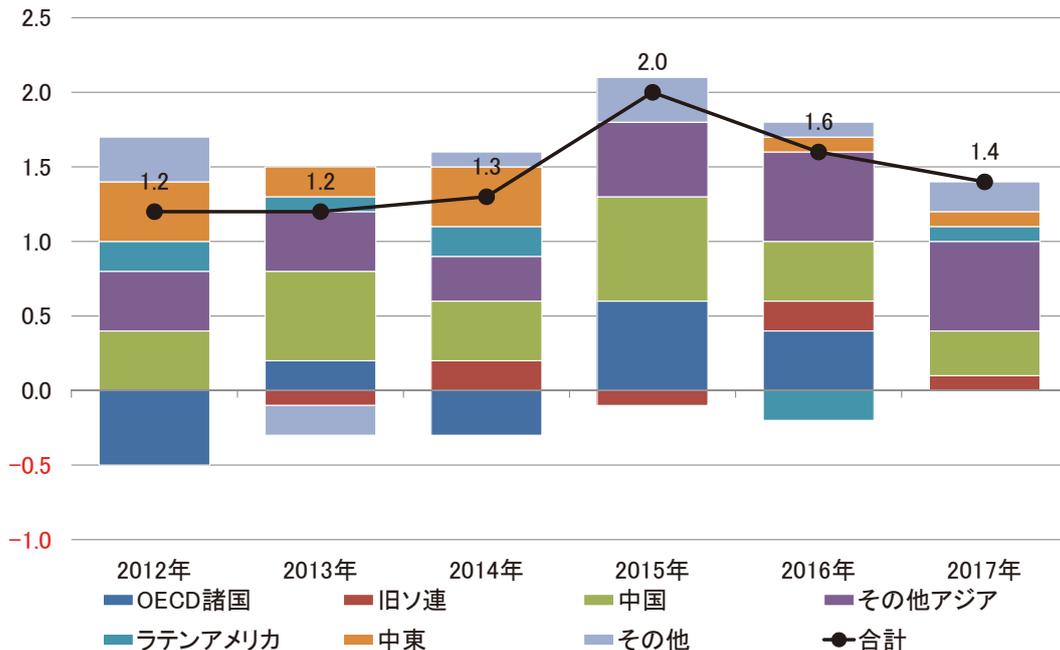
(ドル/バレル)



出典：Baker Hughes、EIAを基に資源エネルギー庁作成

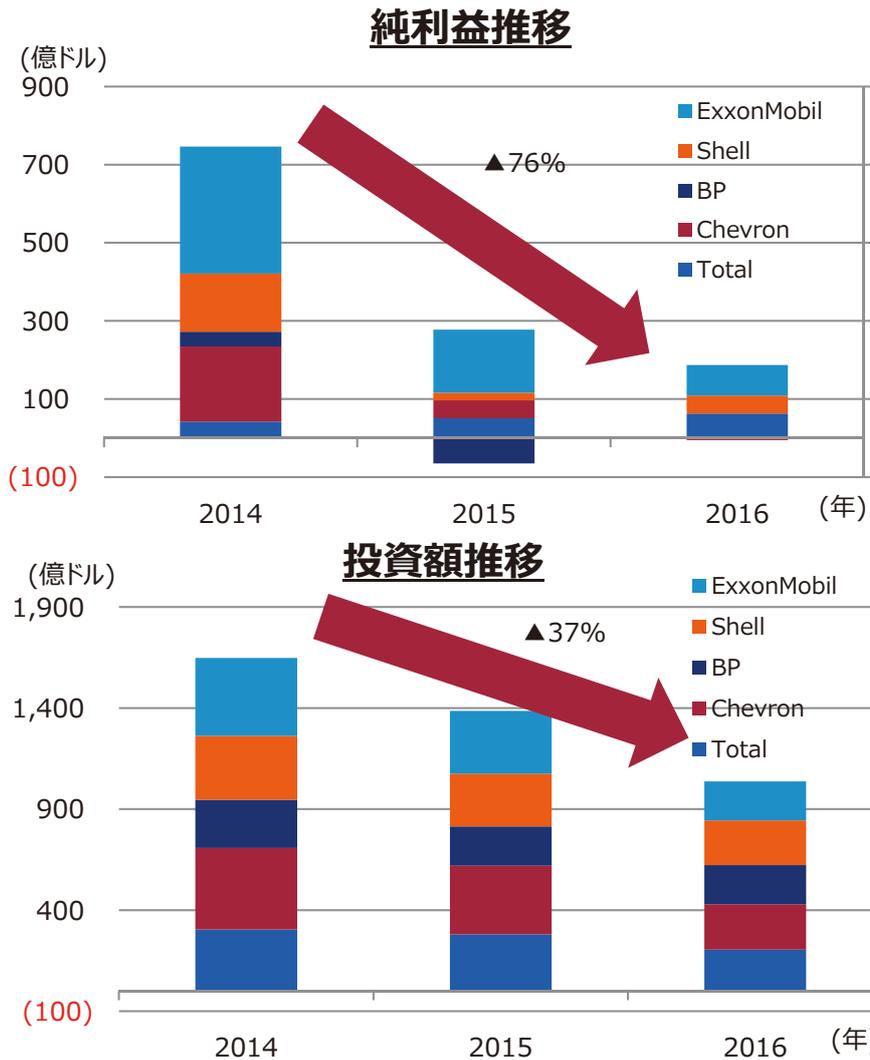
【第133-1-2】世界の地域別石油需要の推移・見通し

(百万バレル/日)



出典：IEA「Oil Market Report」を基に資源エネルギー庁作成

【第133-1-3】 5大メジャーの財務状況



(注)米国会計基準。投資額は上流部門以外を含む。
出典：各社決算情報を基に資源エネルギー庁作成

【第133-1-4】原油価格の低迷が各国企業等に与えた影響

資産の種類	資産売却方針・状況
中堅・中小企業の株価低下	<ul style="list-style-type: none"> ■ A社（米系中堅企業）：2014年夏から株価は6割低下(注2) ■ B社（米シェールガス企業）：2014年夏から株価は8割弱低下(注2) ■ C社（豪系中堅企業）：2014年夏から株価は7割低下(注2)
国営石油企業の株式開放	<ul style="list-style-type: none"> ■ SaudiAramco（サウジアラビア国営）：IPO実施を計画 ■ Rosneft（ロシア国営）：政府保有株を売却 (Glencore, カタール政府：合計102億ユーロ) ■ Kazmunaigas（カザフスタン国営）：一部民営化を検討 ■ Petrobras（ブラジル）：子会社株式の売却計画を実施中

(注1)米国会計基準。投資額は上流部門以外を含む。(注2)2017年3月1日時点で比較。
出典：各社決算情報、報道等を基に資源エネルギー庁作成

(2) オイルメジャー等の上流開発投資動向の変化

2000年前後、石油開発産業は今以上の超低油価時代を経験しました。きっかけは、1997年にタイで始まったアジア通貨危機だと言われています。欧米の為替政策によりアジア各国の通貨価格が急落し、アジアだけでなく世界経済全体が停滞しているにもかかわらず、1997年11月のOPEC総会での増産合意により、石油需要の減少と供給過剰から、原油価格は急落しました。1998年の年間平均は、実質価格において18ドル/バレル台と、現在の水準の2分の1から3分の1程度の水準でした。

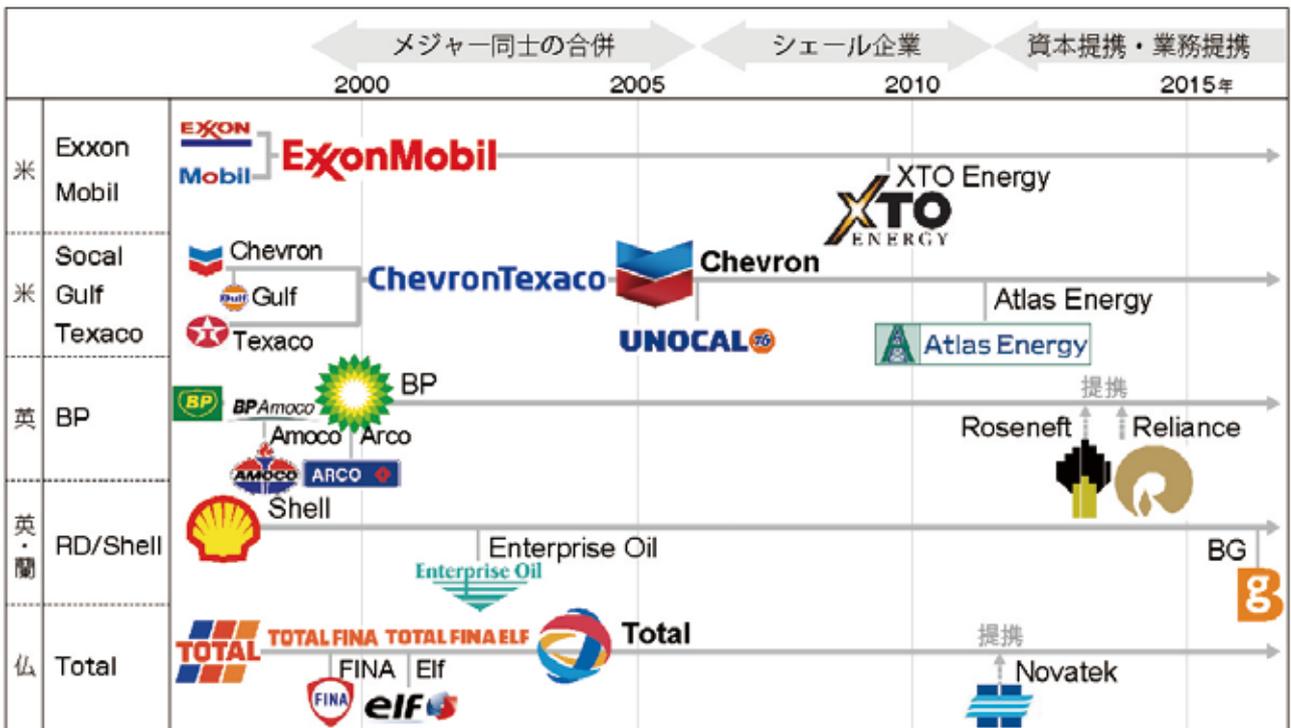
また、この時期は、市場環境や事業環境においても大きな転換点にありました。米国の代表的な株価指数であるS&P500が1985年から2000年にかけて7倍強に拡大するなど、株式市場が著しく発達しました。成熟産業とみなされていた石油産業は、株主からより強い圧力に晒され、利益率向上のための経営合理化を迫られました。上流事業においては、民間企業が容易にアクセスできる在来型の大油田が成熟し、プロジェクトの巨額化や天然ガスへのエネルギーシフト等が進んだことで、もはや既存のビジネスモデルによる企業規模の拡大が難しくなっていま

した。

こうした背景から、オイルメジャーは2000年前後に大規模な再編期を迎えることとなります。1998年8月のBP(イギリス)によるアムコ(アメリカ)の合併を皮切りに、エクソン(アメリカ)とモービル(アメリカ)の合併等、2001年まで毎年100億ドル以上の大型再編が続き、かつてない巨大な企業規模の「スーパーメジャー」を誕生させました。こうした企業買収により、オイルメジャーは資金力、技術力、交渉力等の経営基盤を強化し、変わりゆく環境への対応と生き残りを図りました。

2014年以降の低油価は、この2000年前後の超低油価に並ぶ水準で、世界の石油開発産業に打撃を与えています。むしろ、2000年前後の低油価はOPEC加盟国や非OPEC産油国の取組により比較的速やかに回復に向かったのに対し、現在の低油価は、2016年末のOPEC加盟国及び非加盟国による減産合意にもかかわらず、米国シェールオイルの生産拡大が上値を抑え、長期化の様相を呈しています。IEAによれば、世界全体の石油・天然ガス上流開発への投資額は2年連続で縮小しており、オイルメジャーを含む各国石油開発産業の財務状況の悪化が窺えます。

【第133-1-5】スーパーメジャーの変遷



出典：JOGMECレポート

こうした低油価時においても、オイルメジャーは共通して株主への利益還元を重要視しており、株主配当の継続を約束し、低油価の長期化に備え財務体力を維持する姿勢を明確にしています。その代わりに、操業コスト(OPEX)、資本支出(CAPEX)の削減を含む徹底的なコスト削減によって早急に収支の改善を図るとともに、事業の効率化のため、優良資産・不良資産の入替を通じた投資の「選択」と「集中」を図る方針がみとれます。各社ごとに戦略の差はありますが、主としてLNGプロジェクト、大水深油田ガス田開発、経済性が見込める既存事業・既発見未開発資産の買収や、自社のコアエリアでの資本増強の動きが目立ちます。

例えばエクソン・モービル(アメリカ)は、2017年2月にパプアニューギニアのLNG生産者であるインター・オイル社を買収したほか、既にガスの埋蔵が確認されているモザンビーク沖合やキプロス海域の大水深探鉱区取得も行いました。また、ロイヤル・ダッチ・シェル(イギリス/オランダ)は2016年2月にイギリスのガスメジャーとも称されるBGを買

収し、オーストラリアのLNG資産や同社のコアエリアであるブラジルの大水深油田権益を獲得しました。BPにおいては、2016年12月にUAE(アブダビ)の陸上鉱区権益や、エジプトのガス田権益など、同社の既参画エリア周辺のポートフォリオを増強させています。

こうした選択的・戦略的な資産買収・企業買収と併せて、オイルメジャー各社は非戦略に分類される資産の売却を進める意向を示しています。特に、BGと合併したロイヤル・ダッチ・シェルにおいては、最適なポートフォリオバランスを再構築すべく、2016年から2018年の3年間で300億ドル規模の売却を計画しています。すでにカナダのシェール資産を72.5億ドルで、米国メキシコ湾資産を4.25億ドルで売却するといった発表がされたほか、イラクの油田権益やノルウェーの上流資産について売却可能性があるとの報道がなされており、今後他のオイルメジャーによる資産売却も含めて、相当程度の資産放出が見込まれます。

【第133-1-6】欧米オイルメジャーによる優良資産の買収例

時期	買主	対象国	概要
2015年10月	ExxonMobil	モザンビーク	同国の大水深探鉱区を取得
2016年10月	ExxonMobil	キプロス	同国の大水深探鉱区を取得
2016年12月	BP	UAE	アブダビADCO鉱区の権益10%を株式交換で取得
2016年12月	BP	エジプト	EniよりZohrガス田の権益10% + α を取得
2017年 1月	ExxonMobil	米国	Permianシェール資産を総額66億ドルで取得
2017年 2月	ExxonMobil	Inter Oil (パプアニューギニア)	既に他社が買収合意済みの案件に対し、2016年7月に対抗的買収を提案。同国のガス田権益を取得

出典：各社公表資料等を基に資源エネルギー庁作成

【第133-1-7】Shellによるポートフォリオ組み替えの事例

時期	対象国	概要
2016年 2月	英国	BG (British Gas)を買収
2016年 7月	米国	メキシコ湾資産を米国のベンチャー企業に売却
2016年10月	カナダ	ブリティッシュ・コロンビア州のシェール資産を現地の上流企業に売却
2016年10月	マレーシア	サバ沖の油田権益25%を現地の上流企業に売却

出典：各社公表資料等を基に資源エネルギー庁作成

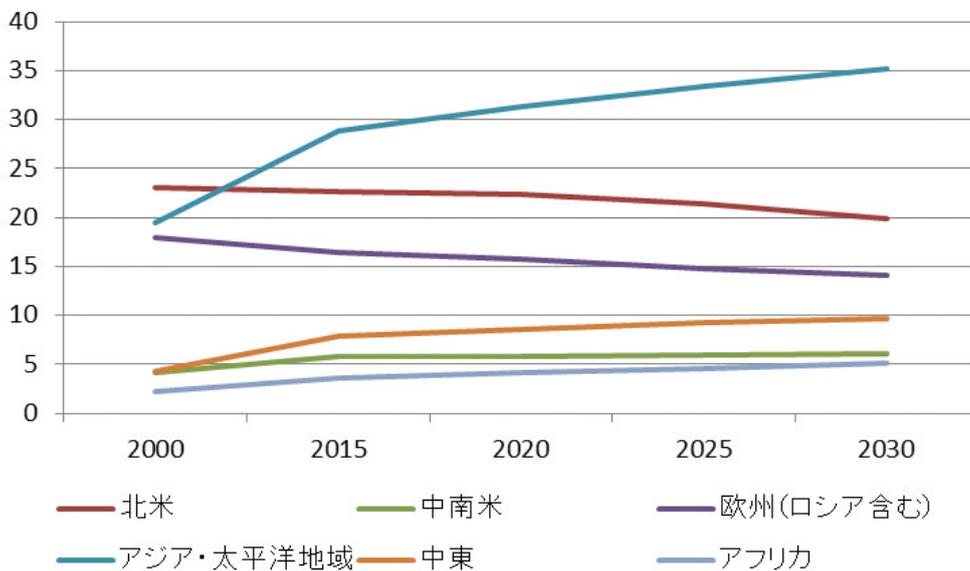
(3) オイルメジャー等の下流投資動向の変化

欧米やオーストラリアといった先進国地域においては、2000年代に入り、石油製品の需要が減少に転じました。これを製品別に見ると、例えば欧州においては、ガソリンの需要が減少している一方で、ディーゼル車の普及により軽油需要が増加の傾向にあるなど、用途別・製品別に需要動向の違いが生じています。このような石油製品の需要動向の変化により、これらの地域においては、従来の精製設備では効率的に供給することができなくなるという需給のミスマッチが顕在化しました。このため、同地域

に多くの製油所を保有していたオイルメジャー等の企業は対策を講じる必要に迫られました。

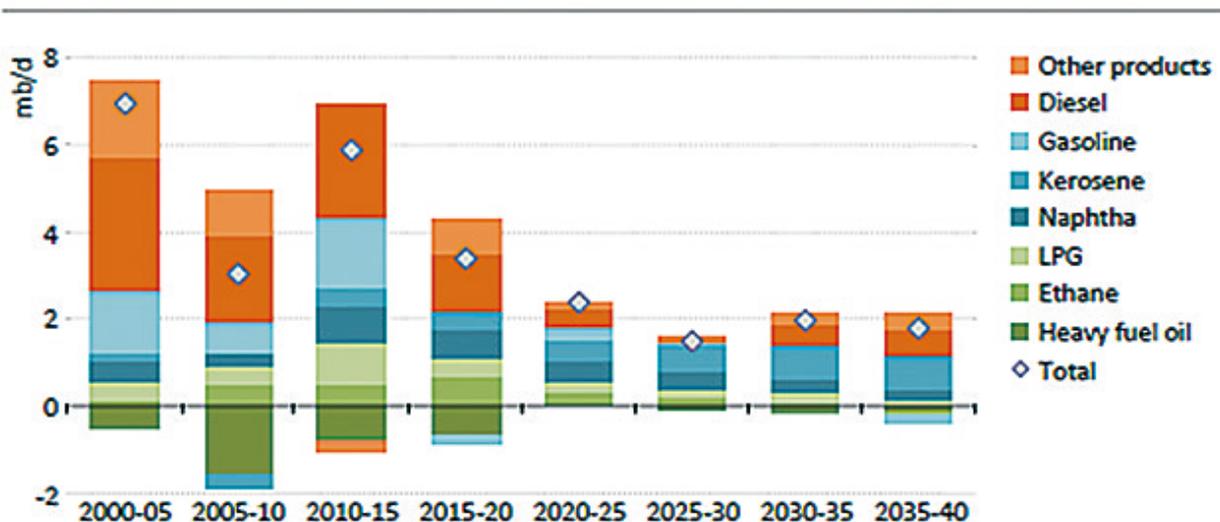
これらの企業は、同地域において石油製品需要が減少している状況を踏まえ、既存の製油所の選択と集中を進め、生産性の高い一部製油所のみ投資を行う一方で、多くの製油所を閉鎖し、供給能力が不足する分については自社が他地域に保有する製油所等からの輸入により補う、という対応を行いました。その結果、イギリスやオーストラリアなどにおいては、メジャーによる製油所の売却・閉鎖が相次ぎ、国内の供給力が需要を下回るようになりました。

【第133-1-8】世界地域別の石油製品需要の見通し(単位：百万バレル/日)



出典：IEA、World Energy Outlook 2016を基に資源エネルギー庁作成

【第133-1-9】世界の石油製品需要の増減推移と見通し



出典：IEA、World Energy Outlook 2016

このように、オイルメジャーでは、需要減少が見込まれる先進国地域での下流事業、特に石油精製事業を縮小し、今後の経済成長に伴う需要増加が見込まれるアジア地域等へ資本の移転を進め、石油製品のトレーディングを通じて全体の需給バランスを最適化することにより、収益の最大化を追求する対応を進めています。

また、同様に、2007年頃に国内のガソリン需要が頭打ちになったアメリカ市場においては、いわゆるオイルメジャーに属さない石油精製専業企業であるバレロなどが、既存の複数の国内製油所を買収し、その選択と集中を進めるとともに、近隣国等への商圈拡大を図る動きを進めています。バレロは、2000年代半ばまではオイルメジャー等の既存製油所の買収を繰り返すことにより事業規模を拡大してきました。その後、国内ガソリン需要の減少を踏まえ、自社が保有する製油所のうち不採算なもの売却や操業停止を進めるなど、製油所の選択と集中を進める一方で、2011年にシェブロンからイギリスPembroke製油所を取得するなど、北米から欧州、アフリカなどへの事業拡大を進め、大西洋市場全体での需給最適化に取り組んでいます。

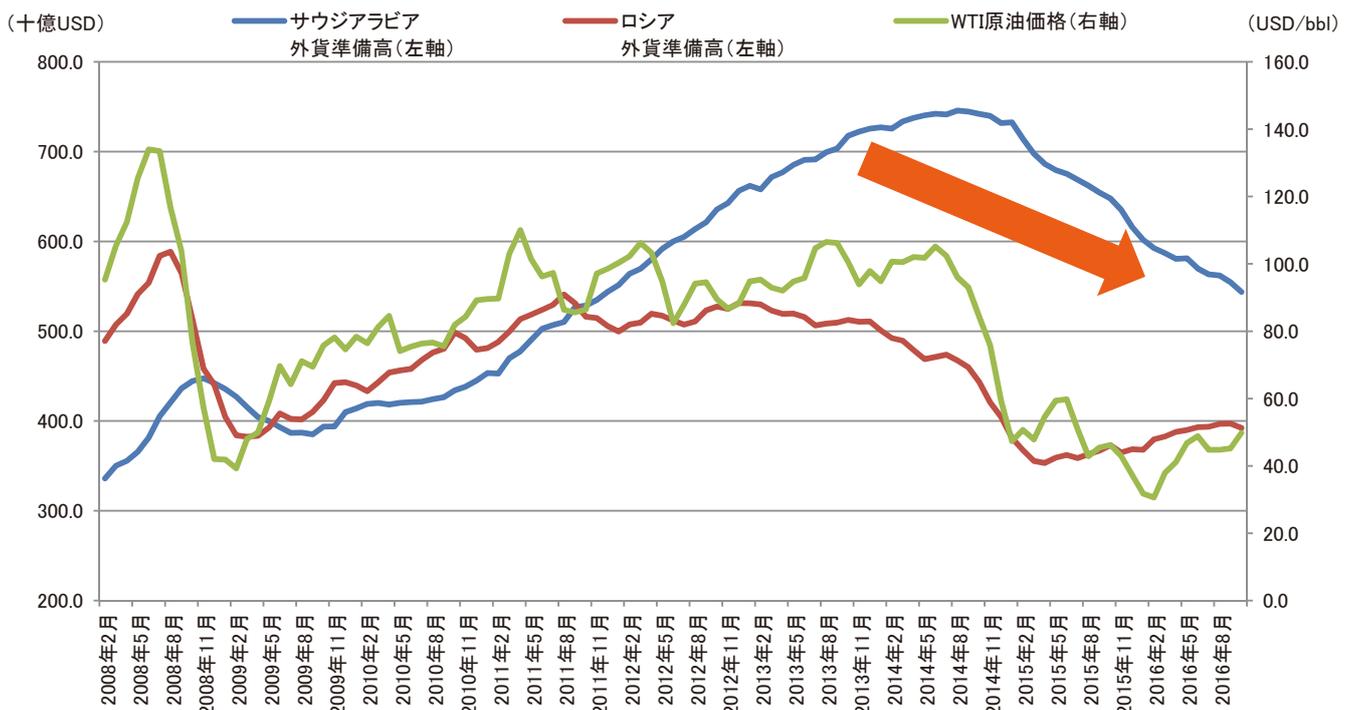
こうした先進国地域における企業とは別に、これまで上流分野での国外投資に積極的であった中国の

国営石油企業においても、下流分野での国外進出、とりわけ、今後成長が見込まれるミャンマー、カンボジア、シンガポールなどアジア地域における製油所の取得等の投資が進められています。また、シノペックがサウジアラビア等においてサウジアラムコとの合弁による製油所を新設し、ペトロチャイナがイギリスやフランスなどにおいて製油所を取得するなど、アジア地域以外への進出の動きも見られます。こうした動きを通じて、世界規模で最適な石油供給ネットワークを構築しようとする取組が進められています。

(4)国営石油企業の改革

原油価格低迷の影響を受けているのは、中東をはじめとする産油国の国営石油企業においてももちろん例外ではありません。国家の財政収入の大半を石油収入に依存している産油国においては、原油・天然ガス価格の下落は国家財政を直撃しており、国民に対して補助金の撤廃や国内投資の削減等の緊縮策を打ち出しています。また、こういった政策に加え、石油産業からの収入確保に向け、国営石油企業の改革、政府保有株の放出、外国石油企業に対する新規ライセンス付与等の施策が表明されているところです。

【第133-1-10】サウジアラビア・ロシアの外貨準備高と原油価格の推移



出典：サウディ通貨庁、ロシア中央銀行、EIA等

象徴的であるのが、サウジアラビアの社会・経済改革策「ビジョン2030」であり、その具体策の一つが、世界最大規模を誇るサウジアラビアの国営石油会社サウジ・アラムコの株式上場計画です。2016年5月に、全体あるいは一部を切り出して子会社化し2018年頃を目途に上場すると発表しました。サウジ・アラムコはこれまで国内資源を一元的に操業管理し、外国石油企業との共同事業化を行っておらず、石油・天然ガスの可採埋蔵量・生産量、石油精製量・精製能力・輸出量・販売量等は一部部分的に開示されているものの、具体的な投資規模や財務諸表等については一切公開されていません。具体的な上場方法については明らかにされていませんが、この上場により、外部投資家からの資金調達にとどまらず、一企業としての投資戦略の明確化や事業運営の効率化、さらには、国外の上流事業に進出する可能性等があります。

また、ロシアにおいては、政府が国営企業の民営化プログラムを策定しており、国営石油企業においても政府保有株式が放出されています。2016年12月、国営石油企業であるロスネフチの政府保有株式19.5%が、スイスのトレーディング会社のグレンコアとカタール投資庁に売却された取引は、2016年最大の取引となりました。また、ロスネフチは、インドやインドネシアの国営石油企業に対して油田権益の一部売却を行うなど、積極的に外国資金の獲得を進めていると言えます。

この他、ブラジルの国営石油企業・ペトロブラスは、1999年からすでに外国企業に対し鉱区の開放を行い、大油田の開発を順次進めていたところですが、2014年に汚職問題と油価低迷が重なり、投資計画の抜本的な変更追い込まれています。また、ペトロブラスは2016年には国内のエネルギー関連企業の株式売却や、小規模油ガス田の売却に着手しており、今後も上流資産の売却が見込まれています。

2. 我が国石油関連市場の 環境変化と産業の動向

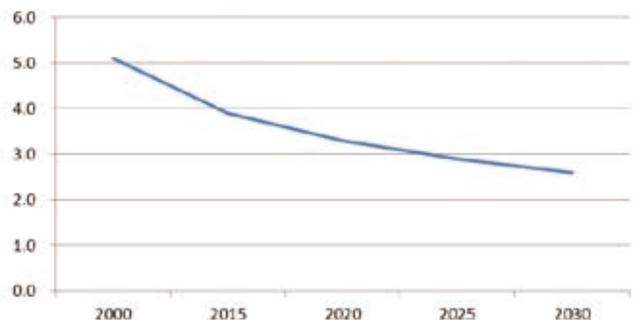
(1) 環境変化概説(国内需要の減少)

我が国においては、戦後の高度経済成長に合わせて石炭から石油へとエネルギー転換が進展し、石油の需要は増加していきました。我が国の石油製品需要は、2度にわたる石油危機の後、1980年代には産業用燃料・原料である重油とナフサを中心に減少したものの、その他の油種は1990年代まで増加を続

けてきました。しかし、2000年代に入り、石油製品需要は全体として減少傾向に転じます。IEAによれば、我が国の石油製品需要は、2000年の5.1百万バレル/日から2015年には3.9百万バレル/日まで減少し、今後2030年までには、さらに2.6百万バレル/日まで減少することが見込まれています。こうした変化の構造的要因としては、主に、①脱石油シフトを目指した産業、民生用の燃料転換の進展、②少子高齢化や人口減少という社会構造の変化、③CO₂排出量の少ないエネルギーへの転換や自動車の燃費改善、エネルギー消費効率向上による石油消費量の削減等が挙げられます。

【第133-2-1】国内石油製品需要の動向(単位：百万バレル/日)

日本の石油製品需要動向



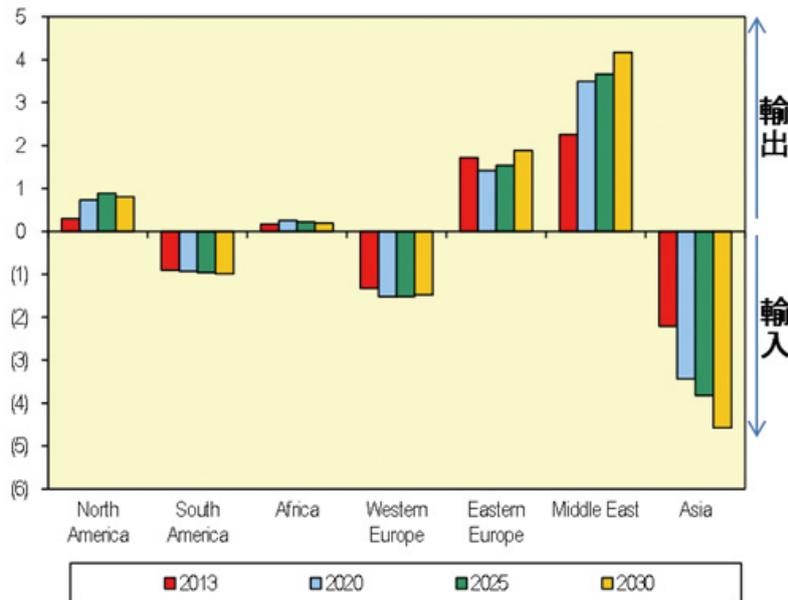
出典：IEA, World Energy Outlook 2016

一方で、中国や東南アジア等のアジア地域においては、将来の経済発展に伴い需要が増加していくことが見込まれています。IEAによれば、中国の国内需要は2015年の11百万バレル/日から2030年には14.3百万バレル/日、東南アジア諸国全体の需要は2015年の4.8百万バレル/日から2030年には6百万バレル/日に、それぞれ増加していく見通しです。これらの地域では、石油需要の増加を見据え製油所の新設等が計画されており、供給力が拡大していくことが予想されます。

また、これらの国々では、今後、環境規制の強化が進むことが予想されます。特に、中国においては、既に2017年からガソリンや軽油の硫黄分規制が10ppm以下と、先進国並の規制が導入されています。こうした動きにより、将来的には、先進国と途上国の石油製品の品質差が縮小し、石油製品の国際取引がさらに活発化する可能性があります。

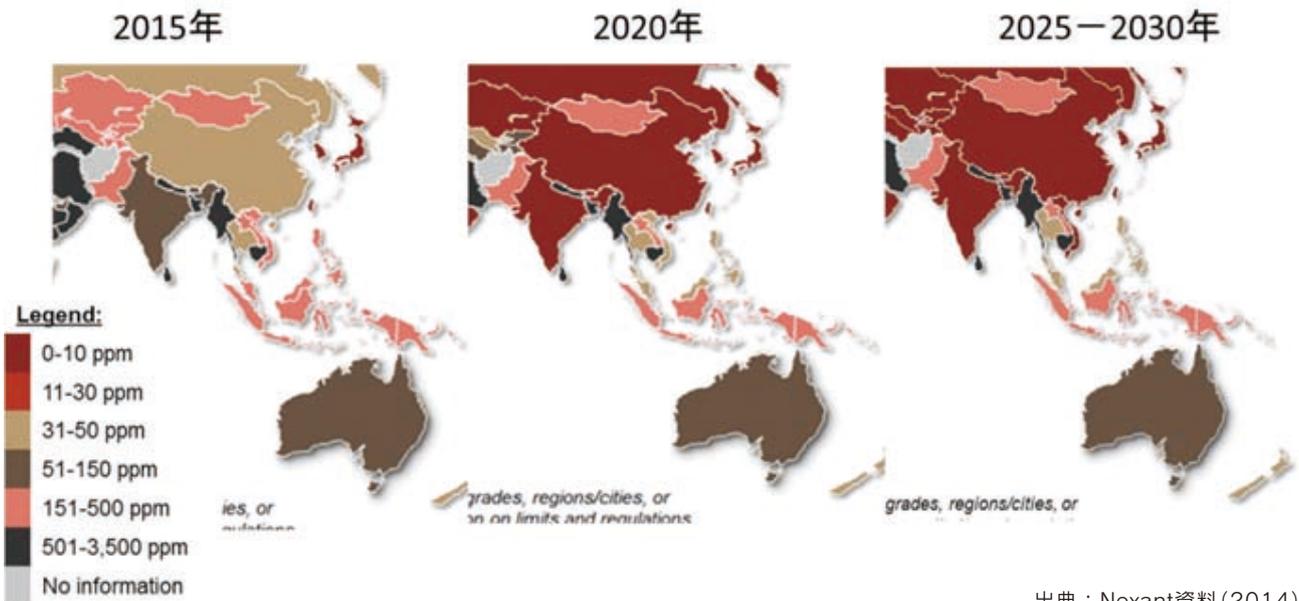
こうした状況に鑑みれば、我が国の石油製品市場も、輸出・輸入の両面でアジア地域内の石油製品の流通の影響を受けることは避けられない状況です。

【第133-2-2】世界の地域別の石油製品取引量(単位：百万バレル/日)



出典：Nexant資料(2014)

【第133-2-3】アジアにおけるガソリンの硫黄分規制



出典：Nexant資料(2014)

(2)国内石油産業の動向(石油・天然ガス上流開発の体制)

我が国の石油・天然ガス上流開発の体制は、2001年の「特殊法人等整理合理化計画」を受けた石油公団の廃止と石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)の設立によって大きく転換しました。1967年に設立された石油公団は、自主開発を推進するため、国内企業に対する資金面、技術面での支援を行い、石油・天然ガスの安定的な供給に一定の貢献を果たしてきたものの、5,000億円を超える多額の欠損金を計上し、解散を余儀なくされました。

その理由の一つとして挙げられるのが、政府、石油公団、石油・天然ガス開発企業のそれぞれが、主体性に欠け、責任の所在が必ずしも明確でなかった点です。政府及び石油公団は、量的確保を最大の目標に掲げるあまり、資金面や企業による事業の進め方に関する効率性という視点を欠いていました。また、開発企業は、政策案件への協力との名目の下、事業資金の多くを公的制度に依存するなど、事業遂行における主体性を欠いていました。この結果、我が国では、自らが様々な権益を保有して自立した経営を

行う資源開発企業ではなく、油ガス田ごとにその事業のみを行う小規模のプロジェクト企業が乱立し、国際競争力を有する自立的な企業体が育ちにくい環境にあったといえます。

これらの反省を踏まえ、2004年に設立したJOGMECによるリスクマネー供給支援においては、「民間主導の原則」の下、融資は行わず出資に限った上で、支援割合については5割を上限とすることとされました。また、新たな石油・天然ガス開発体制の中心として、欧米のオイルメジャーに伍する「中核的企業」を形成することが必要であるとされました。石油公団の解散に当たり、中核的企業として位置づけられた国際石油開発は、石油公団が保有するUAE(アブダビ)等の優良資産等を承継し、その規模の拡大を図ったほか、2006年には帝国石油を子会社化して国際石油開発帝石ホールディングスを設立、2008年には帝国石油を吸収合併し、現在の国際石油開発帝石(INPEX)が設立されました。

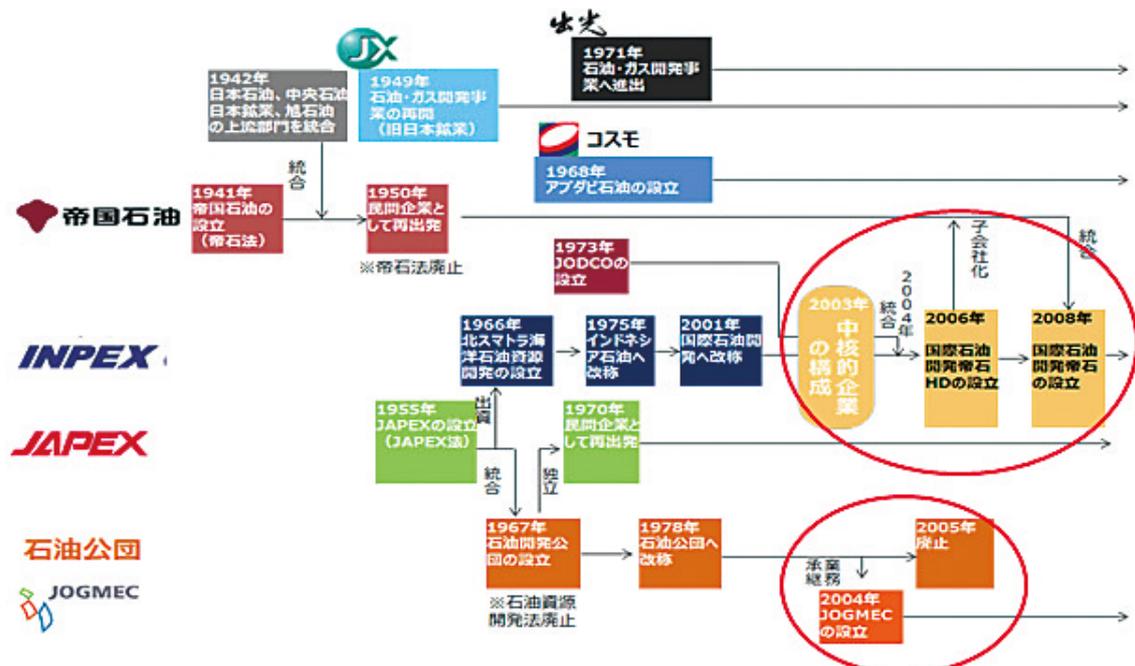
このように、2000年前後の欧米オイルメジャーの大規模な企業合併・買収から少し遅れる形で、我が国でも中核的企業の形成という目的の下、一定の企業規模の拡大を図ってきました。しかしながら、我が国では未だに中核的企業と呼びうる企業は現れていません。国際的に活躍する世界の石油・天然ガス開発企業の生産規模は、概ね日量100万バレルを超えています。我が国においては、最も生産規模

の大きい石油・天然ガス開発企業である国際石油開発帝石においても、2015年度の生産量は日量51.4万バレルに留まっています。欧米のオイルメジャーに伍する中核的企業となるためには、まずはメジャー級といえる生産規模の拡大が不可欠です。

2014年以降の原油価格の低迷は、世界の石油・天然ガス開発企業の経営に甚大な影響を与えました。一方で、欧米のオイルメジャーにとっては自社の経営戦略の見直しの契機となり、将来の開発事業に向けたポートフォリオの再構築という観点から、資金不足の産油国や中堅・中小企業が放出する保有資産を対象として、企業買収・資産買収の動きを加速化させています。我が国の石油・天然ガス開発企業にとっても、企業買収・資産買収等を通じて、企業規模を拡大させる絶好の機会であるともいえます。

我が国では、2016年11月、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構法(JOGMEC法)を改正し、企業買収・資本提携を行う我が国の石油・天然ガス開発企業に対しても出資等による支援を行えるように制度を拡充させました。新たに拡充した支援制度を活用し、我が国企業においても、欧米オイルメジャーと同様に、戦略的かつ効率的なポートフォリオを構築すべく、企業買収・資産買収等の取組を加速化させ、石油公団解散以降の目標である、中核的企業の形成に、官民で連携して本格的に取り組んでいくべきであると考えられます。

【第133-2-4】日本の石油・天然ガス開発企業の変遷



出典：各種資料を基に資源エネルギー庁作成

(3)国内石油精製事業の今後の見通し

我が国の石油精製・元売企業は、1990年代に石油業法の廃止等の規制緩和が進められ、国内市場の自由化が進展したことに伴い、国内市場における激しい価格競争に直面してきました。さらに、2000年代に入ってからは、国内の石油製品需要の減少が進むなど厳しい経営環境が続いています。こうした状況を乗り越えるため、国内の石油精製・元売企業では、製油所の統廃合や物流の合理化など、既存事業の選択と集中による事業再編が進められてきました。2015年には、出光興産・昭和シェル石油、JXグループ・東燃ゼネラル石油が相次いで経営統合を発表し、2017年4月には、JXグループと東燃ゼネラル石油の統合会社であるJXTGグループが誕生するなど、企業統合も含めた国内需給最適化の取組が進められています。

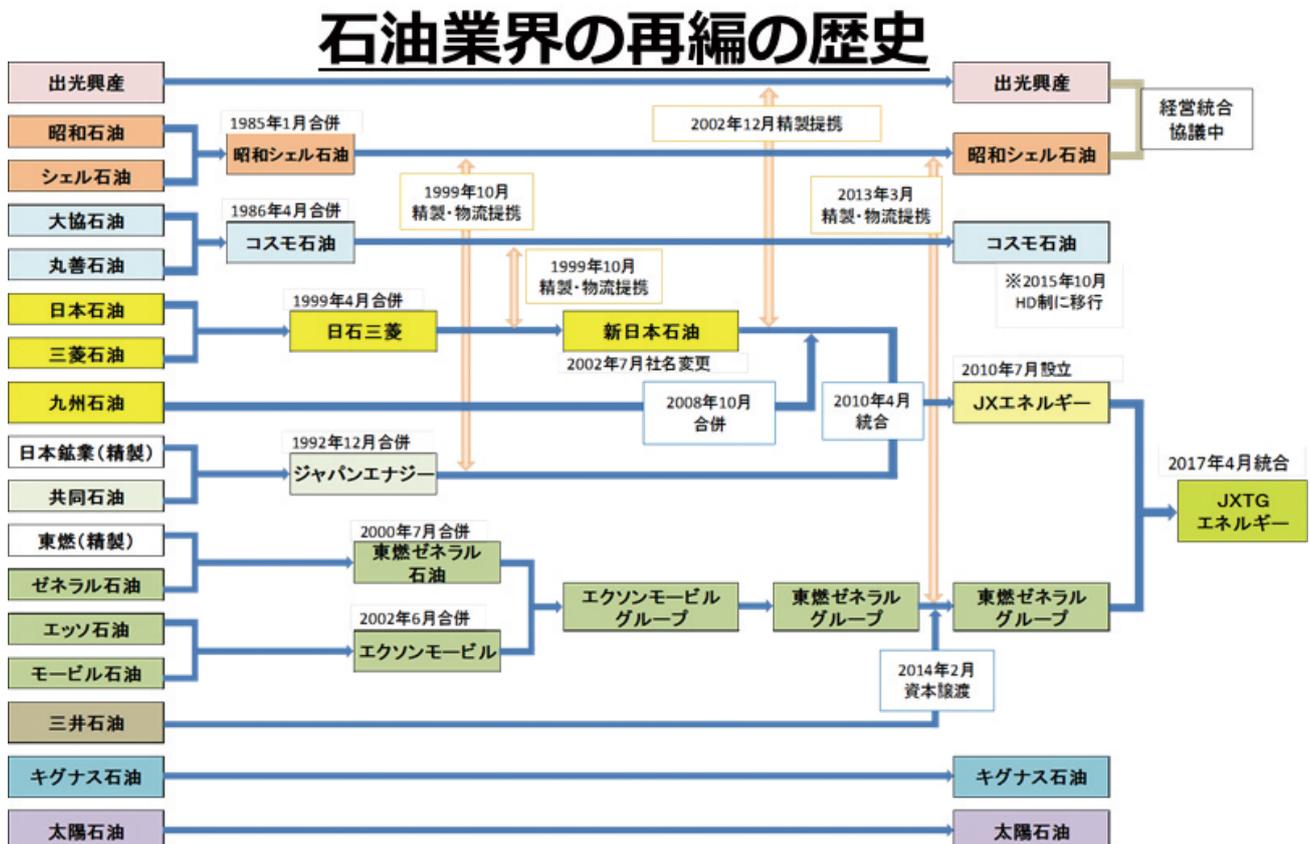
今後も国内需要がさらに減少することや、国際市場における石油製品取引の活発化等により、石油産業間の国際競争が激化することが見込まれる中で、国内の石油精製・元売企業が将来にわたりエネルギー安定供給の担い手としての役割を果たしていくためには、持続的な成長を志向し、安定的な経営基

盤を確保していく必要があります。とりわけ、これらの企業は、国内の石油製品市場に売上や利益の大半を依存しているため、縮小する国内市場における過当競争状態からの脱却、拡大する市場へのポートフォリオの変更を進めていく必要があります。

このため、国内の石油精製・元売企業では、事業再編による既存事業の合理化や石油化学との連携等を通じた国内製油所の国際競争力強化といった取組の他、国外市場や他のエネルギーへの事業展開といった取組が進められています。

国内石油精製・元売企業による国外への進出の代表例としては、出光興産がベトナムにおいて、三井化学株式会社やクウェート国際石油、現地の国営石油会社であるペトロベトナムと共同で製油所建設が進められています。同製油所では2017年中にも、商用運転が開始される予定です。また、精製事業以外でも、JXエネルギーやコスモ石油が韓国において現地企業と連携した石油化学事業を、東燃ゼネラル石油が豪州において石油製品ターミナルを取得・運営し石油製品の卸売事業を、それぞれ進めているなど、各社において成長する国外市場に商圏を拡大する取組が進められています。

【第133-2-5】石油業界俯瞰図



出典：石油連盟作成

先述のとおり、オイルメジャーや中国などの国外企業においても、アジア市場への積極的な進出がなされている中、国内の石油精製・元売企業がその競争に参加していくためには、国内の企業再編による統合効果が見込まれる数年の間に、市場獲得に向けた取組を加速化することが期待されます。

まとめ

これまで紹介してきた事例からもわかるように、自由化や環境適合への要請などの制度的な変化に先行して直面した欧米の企業は、こうした変化に対して、日進月歩で進化する技術を迅速に取り込みながら、海外展開や異分野への進出、新サービスの創出など、各社の戦略にあわせて、大きく事業の姿を変えてきています。

我が国に今後生じるであろう変化は、過去に欧米で起きたものと同じものであるとは限りませんが、どんな変化であったとしても、その変化に対して、できるだけ確に、そして迅速に、事業の形を変えていくことが必要になっていくと考えられます。政府としての取組は、第1部第2章や第3部において御紹介しているとおりでありますが、我が国のエネルギー事業者が、世界規模での事業環境の変化の中にあっても、高い競争力を維持・強化させながら、我が国のエネルギーの3E+Sが実現できるよう、官民が一体となった取組が求められると考えています。

NEDOによるハワイ州マウイ島での 系統電力安定化のためのデマンドサイドマネジメントの実証

太陽光発電システムや蓄電池のコスト低減と、その普及の進展が好循環を生み出し、再生可能エネルギーの導入・普及が世界的に加速しています。その結果、太陽光発電システムの普及に対するインセンティブを見直したり、取りやめたりする地域が出てきたりしている一方、こうした再生可能エネルギーのさらなる普及を実現するための政策や需要家のニーズの高まりを受けて、新しいエネルギーシステムへの転換を推し進める動きがあります。

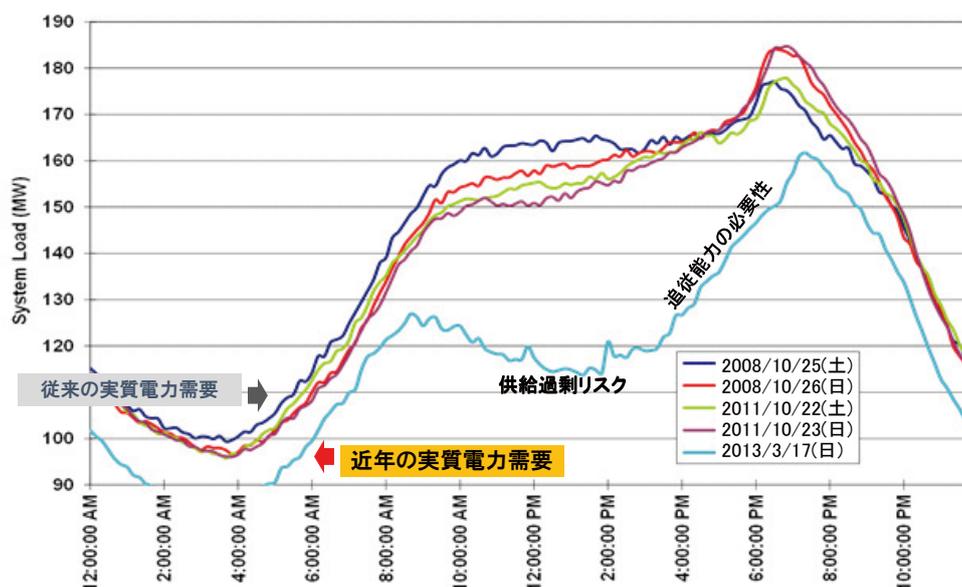
新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO」という。）では、国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業の一環として、2009年より、スマートコミュニティに関する実証事業を海外で行うことを通じ、こうした海外の動きに触れ、日本の技術やシステムで、その課題に挑む取組を進めて来ました。ここでは、その中でも、積極的な再生可能エネルギーの導入が進む米国ハワイ州マウイ島で取り組むプロジェクトについて紹介します。

1. マウイ島のエネルギー事情と課題

マウイ島を含むハワイ州では、エネルギー源の多くを化石燃料に依存し、エネルギーコストが高く、米本土と比べ約2.5倍程高い電気料金を住民が負担してきました。そのため、ハワイ州では、2045年までに電力需要の100%を再生可能エネルギーで賄う目標を掲げて、ハワイ州の抱えるエネルギー問題に取り組んでいます。マウイ島では、ピーク需要が約19万kWに対して、既に風力発電7万2千kW、太陽光発電約9万3千kWが稼働し、2016年12月時点で発電量に占める割合は約36.9%に達しています。

化石燃料からの脱却やエネルギーコスト低減に向けた取り組みを行う一方で、再生可能エネルギー大量導入に伴い、2015年後期頃から再生可能エネルギーの出力抑制が日常的に行われるとともに、島全体の電力系統の安定化(周波数維持)や、配電網の安定化(電圧維持、系統設備の保護)などが課題となっています。とりわけ、太陽光発電の影響は大きく、昼間の電力システム側の供給量がへこみ、朝夕の急速な変化が大きくなり、世界各国でその対策が検討され始めているダックカーブ問題が既に発生しています。

マウイ島におけるダックカーブ問題^(注)

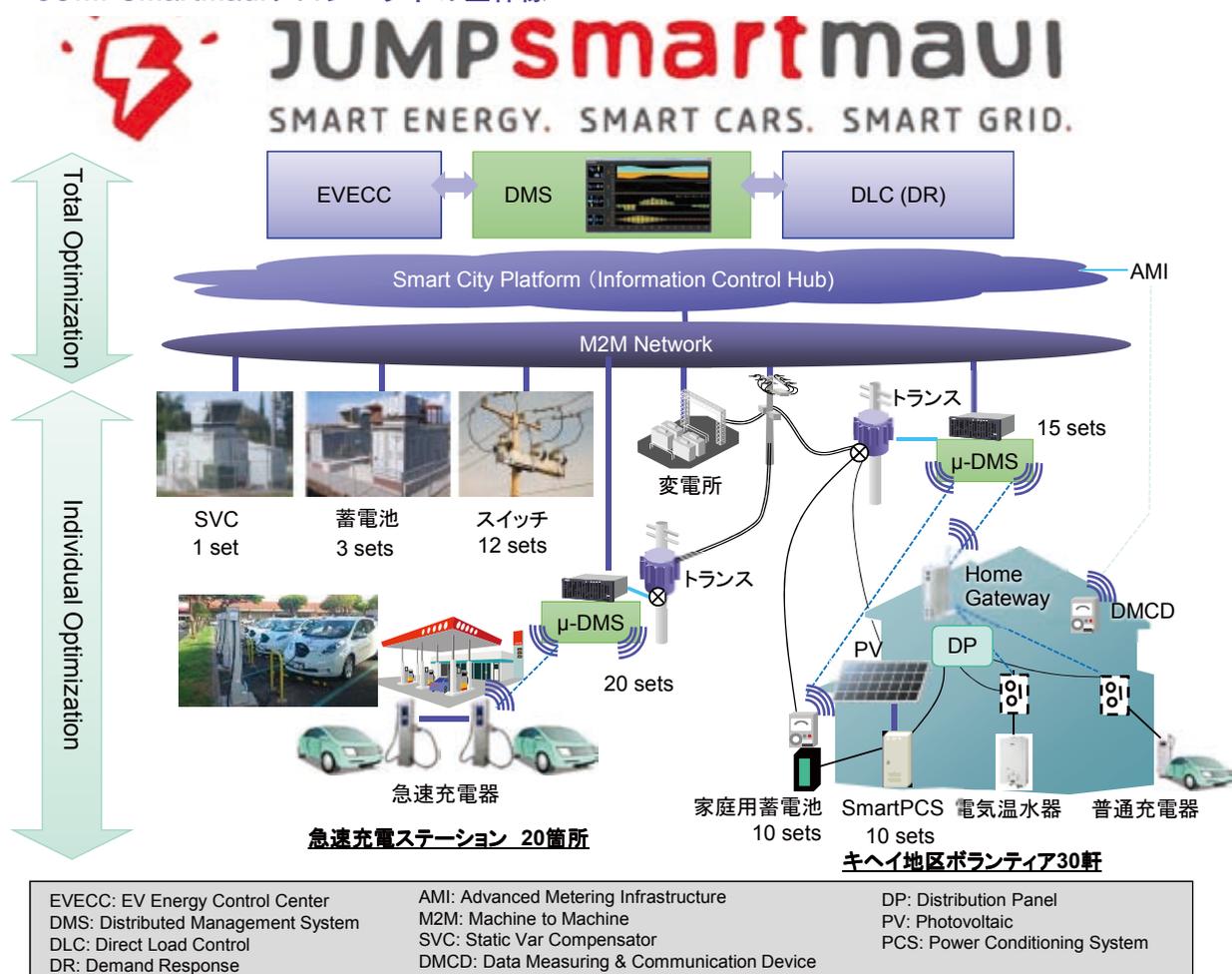


(注)夕方4時ごろから7時頃にかけて、電力需要は増加するが、太陽光発電の発電量は減少するため、火力の出力の急激な増加が必要となる。この需要曲線がアヒルの背中形状に似ていることから、ダックカーブと呼ばれている。 出典：マウイ電力

2. プロジェクトの概要

上記のような課題解決に対し、日本の技術・システムにより貢献するため、NEDOは、ハワイ州及びマウイ郡との協定の下、現地の電力会社や大学などと協力し、日立製作所、みずほ銀行、サイバーディフェンス研究所を実施者として選定の上で、JUMPSmartmauiプロジェクトと称して、2011年11月から2017年2月までプロジェクトを実施しました。マウイ島では、従来の内燃機関の自動車に比べて、走行に必要な経費が少なく済む電気自動車(以下「EVという。」)の普及が進んでいます(EV：約800台、シェア約0.5% / 2017年2月時点)。そこで、EVの蓄電機能を活用し、ディマンドレスポンス(以下「DR」という。)やヴァーチャルパワープラント(以下「VPP」という。)を始めとする、再生可能エネルギーの大量導入に伴う電力システムの安定化に貢献する取組を行うことにしました。

JUMPSmartmauiプロジェクトの全体像



出典：NEDO

プロジェクトには、200世帯以上のEV利用者が参加し、各家庭にはEV充電器を設置しています。また、キヘイ地区の一部の家庭には、EV充電器および給湯器を遠隔遮断することができる機器（Home Gateway）、太陽光発電の出力を制御する機器（SmartPCS）、家庭用蓄電池も設置しています。

電力系統側には、これら需要家の機器を低圧変圧器単位で制御できる機器（μDMS）や系統蓄電池等の設備を設置しています。これらのフィールド機器はそれぞれが自律制御運転を行うことができます。さらにこれらフィールド機器を統合的に制御する装置として、電力会社のコントロール室に統合DMS（Integrated Distribution Management System）を設置し、電力会社が運転する全島レベルでの電力需給バランスを制御するエネルギーマネジメントシステムと連携して運転しています。

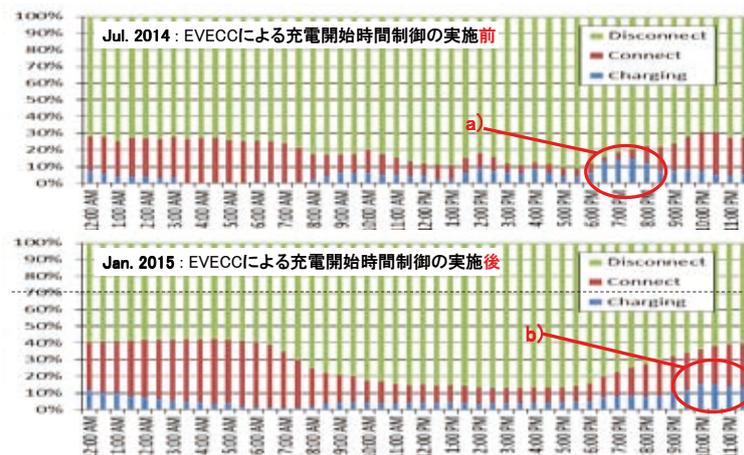
3. 主な成果

(1)再生可能エネルギーの最大限の利用

EV利用者の協力を得て、当プロジェクトのシステムを用いて、EV充電開始時刻を遠隔で集中制御を行い、EV充電の時間帯を、電力ピーク時間帯と重なる夜7～8時頃から、夜10～11時頃にシフトすることが出来ました。夜間を中心に行われている風力発電の出力抑制を将来的に減らすことができると期待されています。

EV充電開始時刻の制御結果

EV充電時間開始自国の制御結果



出典：NEDO

- a) 普通充電器が充電開始されるピーク時刻は午後7～8時で、一般の需要とピークが重なっていた(職場等、外出先からの帰宅後にプラグを接続して充電開始するユーザが多い)。
- b) EVECC(EV Energy Control Center)の制御によって、プラグが接続されてから充電が開始されるまでの時間を、夜10～11時頃にシフト(深夜時間は、風力発電量が増加するため、風力発電の余剰電力を吸収することに寄与)することが可能となった。

(2)島全体の系統安定化(周波数維持)

キヘイ地区の一部世帯の協力を得て、宅内に設置したHome Gatewayを用いて電力消費の大きい各家庭内のEV充電器、給湯器の負荷については、一時的に電力供給を遮断しても支障がないため、一時的な直接負荷制御(Direct Load Control)を行う実験を実施しました。島全体の系統が予測に反して不安定になった場合に、できるだけ需要家の生活の利便性を損うことなく、DRの一環としてこの仕組みを発動することにより、その安定化に貢献できる可能性を確認できました。

(3)配電システムの安定化(電圧維持、系統設備の保護)

キヘイ地区の一部世帯の協力を得て、各家庭内に設置したSmartPCSを電力会社のコントロール室から制御し、逆潮流が引き起こす配電線の電圧上昇を回避できることを確認しました。また、低圧変圧器に設置したμDMSとSmartPCSを連携させ、系統設備の過負荷時に、SmartPCSに出力抑制指令を行って系統設備の保護を図る仕組みの可能性を確認できました。

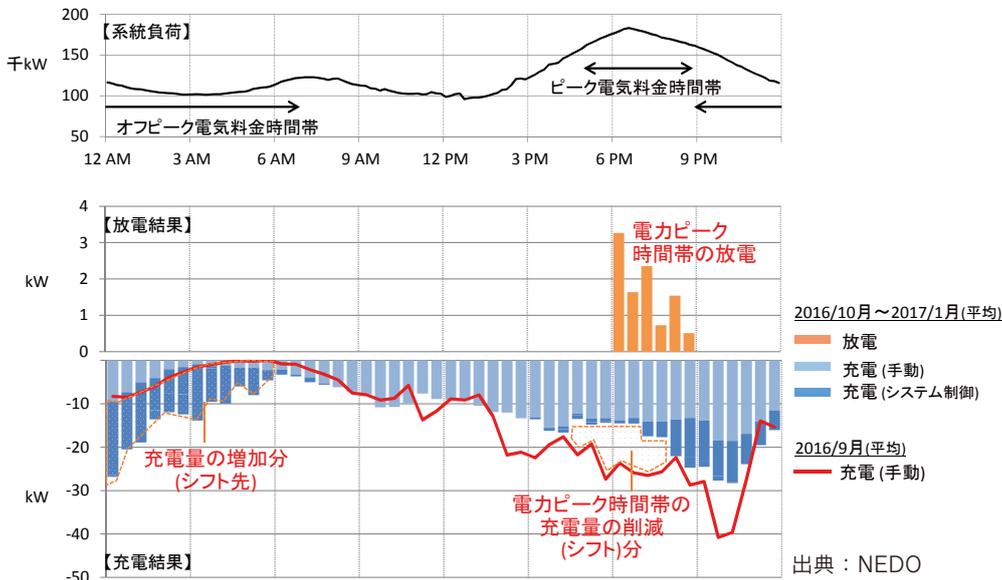
(4)ダックカーブ問題の改善(昼間需要の創出とピークカット)

一部のEV利用者には、充放電対応のEV充電器を設置し、VPP(Virtual Power Plant)システムを構築、職場などで昼間太陽光発電の発電量が多い時にEV充電し、帰宅後の電力ピーク時にはEVから放電する実験を行い、将来的に島全体のダックカーブ問題の解決に貢献する可能性を確認できました。

下図に示すように、電力ピーク前後の夜6～9時頃は、赤線で示されている実証前(2016年9月平均の手動による充電)と比べて、濃い青棒で示されている実証後のEVの充電(2016年10月～2017年1月平均のシステム制御による充電)が抑制され、さらにオレンジ色で示されているようにEVからの放電(2016年～2017年1月平均のシステム制御による放電)が行われています。これにより、夕方に急激な電力需要が立ち上がるダックカーブ問題の緩和に貢献できることを示しています。

また、この実験では、充放電対応のEV充電器を主に住宅地に設置したため、風力発電の余剰が生じている深夜12～6時頃に、充電時間帯をシフトする制御を行い、この時間帯に出力抑制が行われている風力発電を有効に活用できる可能性を確認(赤線と濃い青棒の差分)していますが、今後、EV利用者が日中EVを駐車する職場などにEV充電器の設置が進めば、太陽光発電の発電量が多い時にEV充電の時間帯をシフトすることも可能です。

EVを活用したダックカーブ問題への対策(EV80台による充電/放電実績)



3. 今後の展望

風力発電や太陽光発電のような、天候に左右されやすい再生可能エネルギーの割合を増やすと、その調整のために火力発電の効率が落ちたり、増設する必要が発生して、かえって化石燃料の使用量が増えたりする事例報告がありますが、ハワイ州では、調整力としてのDRを現地電力会社が既に調達しているなど、先駆的な取り組みを始めています。しかしながら、その多くは、大口需要家の協力に依るものです。今後、さらに再生可能エネルギーの割合を増やしていくためには、小口需要家の協力も必要になると考えており、JUMPSmartmauiプロジェクトは、その実現可能性を示すことが出来ました。

JUMPSmartmauiプロジェクトでは、小口需要家の協力を得るために、現地の関係機関の多大な努力がありました。マウイ郡長自ら、JUMPSmartmauiプロジェクトの意義、重要性を市民に周知するとともに、学校教育の現場でも、理解促進が図られ、その結果として、EVを利用して、プログラムに参加することが、島の営み全体に良い貢献ができるという意識が根付きました。

JUMP Smart mauiプロジェクトを学ぶ子供たち



出典：NEDO

こうしたコミュニティレベルでの意識高揚の重要性と並んで重要なのが、需要家の選択肢の幅を広げることです。JUMPSmartmauiプロジェクトに限らず、太陽光発電システム、家庭用蓄電システム、EVなどのシステムの統合化の動きが活発化しています。しかしながら、それぞれの製品寿命が異なる一方で、相互の動作保証は製造事業者間で確認されたものに限られるのが現状です。今後は、需要家が、こうした個々の機器を少ない制約のもとで選択できるようになることに加え、DRやVPP事業者を選択する際の選択肢の幅を広げるためにも、こうした分散エネルギー資源の統合化に寄与する標準などのプラットフォーム整備が重要になってくると考えられています。