

2010.8.11

1065

NEDO 海外レポート

【再生可能エネルギー】

1. 太陽光発電バロメータ 2010 年(EU) 1

【燃料電池・水素／蓄電池】

2. 欧州委員会が電気自動車の安全性を確保するための提案を発表 32
3. カーボンナノチューブでリチウム電池のエネルギー容量を拡大(米国) 35

【省エネルギー】

4. エネルギースターが自動車工場のエネルギー効率改善を促進(米国) 38

【ライフサイエンス】

5. ナノ細孔の医療への応用に光明(米国) 40

【電子・情報通信技術】

6. ナノ回路にグラフェンを一シリコンに代わる新素材に挑む科学者(米国) 43

【地球温暖化】

7. 二酸化炭素回収・貯留の研究開発動向(世界) 45

【政策】

8. エネルギー情報局が「エネルギー見通し 2010 年版」を発表(米国) 62

URL : <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/>

《本誌の一層の充実のため、ご意見、ご要望など下記宛お寄せ下さい。》

NEDO 総務企画部 E-mail : g-nkr@nedo.go.jp Tel.044-520-5150 Fax.044-520-5204

NEDO は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の略称です。

Copyright by the New Energy and Industrial Technology Development Organization. All rights reserved.

【再生可能エネルギー】太陽光発電



太陽光発電・バロメータ 2010 年 (EU)

- EU の総設備容量は 15,861.2MWp^{注1}に -

本稿は、フランスの Observ'ER(Observatoire des énergies renouvelables：再生可能エネルギー観測所)が作成した「太陽光発電・バロメータ」を、同観測所の許可を得て全訳・掲載するものである。

目次

1. はじめに
 - 1.1 世界の概況
2. EU - 世界の太陽電池の主要な消費地
 - 2.1 長期的にリードするドイツ
 - 2.2 イタリアが2009年の新規設置容量で世界第二位に
 - 2.3 チェコ共和国では新規設置容量が400MWp超に
 - 2.4 設置容量増加にさらに意欲を示すベルギー
 - 2.5 先導諸国に遅れを取るフランス
3. 太陽光発電産業界が直面する成熟期の危機
 - 3.1 価格の下落
 - 3.2 過剰生産時代
 - 3.3 危機的状況にある欧州産業
 - 3.4 10GWpを超える世界の生産量
4. 太陽電池製造業界の動向
 - 4.1 主要メーカーの最新情報
 - (1) 首位の First Solar 社(米国)
 - (2) ハイテク中国企業 Suntech 社(中国)
 - (3) さらに成長を続けるシャープ(日本)
 - (4) Q-Cells 社の再生計画(ドイツ)
 - (5) 新しい欧州の億万長者 SolarWorld 社
5. 記録破りの 2010 年

注1 Watt Peak：ワット・ピーク。太陽電池モジュール(パネル)の最大出力の単位で基準状態に換算したもの。基準状態は、日射強度 1,000W/m²、太陽電池モジュール温度 25 (温度が上がると発電電圧が低下) AM1.5 と規定される。AM(Air Mass：エアマス)とは太陽光の大気通過量(太陽光は大気圏を通過することにより大気中のオゾンや水蒸気などにより、光の一部が吸収される)のことで、AM1.0 とは光の入射角が 90 度(真上)から入射した光を意味し、AM1.5 はその通過量が 1.5 倍(入射角 41.8 度)での到達光を表している。



1. はじめに

1.1 世界の概況

世界の太陽光発電新規設置容量は、2009年に再び拡大を遂げた。ドイツは、新規設置容量の記録を更新したが、EU27ヵ国全体で見ると、イベリア半島(スペイン)の市場崩壊により、新規設置容量の増加は抑えられた。欧州連合(European Union : EU)は、太陽光発電の設備容量が世界最大であり、2009年の新規設置容量はほぼ5.5GWpに上った。



当初の推定では、2009年の世界の主要な地域の新規設置容量は約7GWpとみており、これは2008年の6GWpに比して16.6%の成長率に相当する。しかし、これはあくまで暫定値であり、新規設置容量が前年のバロメータ(Systèmes Solaires, Le Journal du Photovoltaïque n° 1)の予想をはるかに凌いだ2008年と同様に、今後上方修正される可能性がある。ドイツでは精度の高い集計が行われ、連邦ネットワーク庁^{注2}は初めて、再生可能エネルギー法(EEG)が支援する太陽光発電システムの系統連系に関する正確な記録を公表した。しかし、2009年の世界市場の成長率は、対前年比で2倍以上に市場が拡大した2008年の記録には及ばないであろう。EU域外の市場では、米国と日本の市場がもっとも大きい。国際エネルギー機関(International Energy Agency : IEA)^{注3}の太陽光発電システムプログラム(Photovoltaic Power Systems Programme: PVPS)の国別の専門家から入手した

^{注2} Federal Network Agency (Bundesnetzagentur): ドイツの電気、ガス、電気、通信、郵便、鉄道の連合局。

^{注3} <http://www.iea-pvps.org/>

2008年の新規設置容量データと、欧州太陽光発電産業協会(European Photovoltaic Industry Association : EPIA)^{注4}の最新データを照らし合わせると、日本市場は225.3 MWp から484MWpに、米国市場は338MWpから475MWpへと拡大し、その規模はそれぞれ世界市場において第三位、第四位となるだろう。中国市場もまた有望であり、中国再生可能エネルギー産業協会(Chinese Renewable Energies Industry Association : CREIA)は、中国の2009年の新規設置容量は215MWpに、2010年は少なくとも500MWpになると見積もっており、総設備容量は1GWpの大台を超えるかもしれないと推定される。

^{注4} <http://www.epia.org/>

表 1 : 2008年、2009*年のEUの太陽光発電新規設置容量 (MW_p)

国名	2008 年			2009 年*		
	系統連系	独立型	合計	系統連系	独立型	合計
ドイツ	1,809.000	5.000	1,814.000	3,806.300	5.000	3,811.300
イタリア	337.900	0.200	338.100	574.000	0.100	574.100
チェコ共和国	49.042	0.171	49.213	411.027	0.200	411.227
ベルギー	49.399	0.000	49.399	292.100	0.000	292.100
フランス	55.976	0.686	56.662	185.240	0.207	185.447
スペイン	2,685.901	1.324	2,687.225	97.765	1.246	99.011
ギリシャ	8.690	0.640	9.330	36.300	0.200	36.500
ポルトガル	49.982	0.100	50.082	34.153	0.100	34.253
英国	4.303	0.117	4.420	10.000	0.100	10.100
オランダ	4.100	0.000	4.100	6.433	0.000	6.433
スロベニア	0.981	0.000	0.981	6.396	0.000	6.396
オーストリア	4.553	0.133	4.686	5.100	0.000	5.100
ブルガリア	1.320	0.012	1.332	3.925	0.368	4.293
フィンランド	0.017	0.533	0.550	0.000	2.000	2.000
ルクセンブルグ	0.628	0.000	0.628	1.760	0.000	1.760
デンマーク	0.135	0.055	0.190	1.200	0.100	1.300
マルタ	0.142	0.000	0.142	1.289	0.000	1.289
キプロス	0.743	0.011	0.754	1.109	0.062	1.171
スウェーデン	1.403	0.275	1.678	0.500	0.300	0.800
ハンガリー	0.050	0.050	0.100	0.020	0.180	0.200
ルーマニア	0.120	0.030	0.150	0.120	0.065	0.185
スロバキア	0.020	0.000	0.020	0.130	0.000	0.130
エストニア	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	0.048
ポーランド	0.027	0.344	0.371	0.000	0.000	0.000
リトアニア	0.000	0.015	0.015	0.000	0.000	0.000
アイルランド	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ラトビア	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EU27 カ国全体	5,064.432	9.696	5,074.128	5,474.867	10.276	5,485.143

*推計

出典：EurObserv'ER 2010

表2：2008 年末、2009 年末*時点でのEU の太陽光発電総設備容量 (MWp)

国名	2008 年			2009 年*		
	系統連系	独立型	合計	系統連系	独立型	合計
ドイツ	5,979.000	40.000	6,019.000	9,785.300	45.000	9,830.300
スペイン	3,402.235	18.836	3,421.071	3,500.000	20.082	3,520.082
イタリア	445.000	13.300	458.300	1,019.000	13.400	1,032.400
チェコ共和国	54.294	0.380	54.674	465.321	0.580	465.901
ベルギー	70.870	0.053	70.923	362.970	0.053	363.023
フランス	82.990	20.912	103.902	268.230	21.119	289.349
ポルトガル	65.011	2.941	67.952	99.164	3.041	102.205
オランダ	52.000	5.200	57.200	58.433	5.200	63.633
ギリシャ	12.000	6.500	18.500	48.300	6.700	55.000
オーストリア	29.030	3.357	32.387	34.130	3.357	37.487
英国	20.920	1.590	22.510	30.920	1.690	32.610
ルクセンブルグ	24.562	0.000	24.562	26.322	0.000	26.322
スウェーデン	3.079	4.831	7.910	3.579	5.131	8.710
スロベニア	1.906	0.100	2.006	8.302	0.100	8.402
フィンランド	0.170	5.479	5.649	0.170	7.479	7.649
ブルガリア	1.375	0.032	1.407	5.300	0.400	5.700
デンマーク	2.825	0.440	3.265	4.025	0.540	4.565
キプロス	1.586	0.571	2.157	2.695	0.633	3.328
マルタ	0.238	0.000	0.238	1.527	0.000	1.527
ポーランド	0.179	0.832	1.011	0.179	0.832	1.011
ハンガリー	0.270	0.180	0.450	0.290	0.360	0.650
ルーマニア	0.245	0.205	0.450	0.365	0.270	0.635
アイルランド	0.100	0.300	0.400	0.100	0.300	0.400
スロバキア	0.046	0.020	0.066	0.176	0.020	0.196
エストニア	0.000	0.012	0.012	0.000	0.060	0.060
リトアニア	0.000	0.055	0.055	0.000	0.055	0.055
ラトビア	0.000	0.004	0.004	0.000	0.004	0.004
EU27 カ国全体	10,249.931	126.130	10,376.061	15,724.798	136.406	15,861.204

*推計

出典：EurObserv'ER 2010

この2年間で新規設置容量が増加した主な要因は、設備容量の大きなプロジェクトの収益性が上がったことにある。数10メガワット(MW)におよぶ設備容量を持つ地上設置プラントが出現し始めており、当面のところ、欧州で設備容量が最大規模のプラントは、2008年にスペインのオルメディラ(Olmedilla)に設置された設備容量60・MWpのソーラーファーム、これに次いで、2009年に稼働を開始したドイツの54MWpのストラスキルヘン(Strasskirchen)発電所や53MWpのリーバーローゼ(Lieberose)発電所などがある。2009年3月、米国のサンエジソン(SunEdison)^{注5}グループは、2010年後半の初頭にイタリア北東部ベニート(Veneto)のロビゴプロバンス(Rovigo province)に設備容量72MWpのプラントの建設を開始し、同年末には本格稼働が可能となる見込みであると発表した。このプラントの規模は、2008年にスペインのGMのサラゴサ(Zaragoza)工場に設置された、設備容量11.8MWpの、屋根設置型では最大の太陽光発電システムとは全く対照的である。

独立型(オフグリッド)向け市場もまた拡大しつつあるが、広範囲な調査は行われていないため、モニタリングを行うことはさらに難しくなっている。市場はますます、電気通信のインフラ、公共照明、電話、携帯電話用充電器、高速道路のターミナル、パーキングメーター等の用途へと拡大している。

2. EU - 世界の太陽電池の主要な消費地

スペイン市場崩壊の影響は、EU市場の成長速度を遅らせるのみに留まった。一回目の推計によれば、2009年のEUの新規設置容量は、最大で2008年の数値より8.1%増の5,485.1MWpとなった(表1)。この設置容量が確定されれば、EUの総設備容量を最大約16GWpまで、正確には15,861.2MWpに押し上げるだろう(表2)。欧州の人口一人あたりの太陽光発電容量は、現在、2008年の20.8Wpに対し、31.6Wpである(表3)。

多くのEU諸国(イタリア、チェコ共和国、ベルギー)にとって、2009年は良い年であった。この年、太陽光発電の新規設置容量の78.1%が欧州に集中的に設置された(世界の新規設置容量は7GWp)。

その結果EUは、主な太陽光発電ゾーンとなっており、2008年の発電量7.4TWhに対して、2009年には約13.5TWhを生産している。

^{注5} <http://www.sunedison.com/>

表 3 2009 年 EU 各国の住民一人あたりの太陽光発電設備容量*

国名	Wp/人	国名	Wp/人
ドイツ	120.2	フィンランド	1.4
スペイン	76.4	スウェーデン	0.9
ルクセンブルク	52.4	デンマーク	0.8
チェコ共和国	44.3	ブルガリア	0.8
ベルギー	33.5	英国	0.5
イタリア	17.1	アイルランド	0.1
ポルトガル	9.6	ハンガリー	0.1
ギリシャ	4.9	スロバキア	0.0
オーストリア	4.5	エストニア	0.0
フランス	4.5	ルーマニア	0.0
キプロス	4.2	ポーランド	0.0
スロベニア	4.1	リトアニア	0.0
オランダ	3.8	ラトビア	0.0
マルタ	3.7	EU27 カ国合計	31.6

*推計

出典：EurObserv'ER 2010

2-1.長期的にリードするドイツ

ドイツの太陽光発電の新規設置容量を正確に推定することは、常に困難である。なぜなら、年初に発行された暫定データは通常、年間を通して上方修正されるためである。2010年4月上旬、ドイツの政府機関（連邦ネットワーク庁）は、2009年のドイツの「系統連系（On-grid）」新規設置容量を3,806.3 MWpとし、これにより、系統連系された総設備容量は、10GWp(9785.3MWp)近くまで増加した。こうして系統連系された総設備容量は、2006年に843MWp増、2007年に1,271MWp増、2008年に1,809MWp増、そして2009年も引き続き急速に増加した。

ドイツ連邦環境・自然保護・原子力安全省(BMU^{注6})の情報によると、ドイツは、このように急速に成長し、太陽光発電量が2008年の4.4TWhに比して6.2TWhと40%増となり、今や世界トップランクの地位にあることを裏付けた。同国では、太陽光発電が初めて国内電力供給量の1%を占め、この割合は2011年までに2倍になる可能性もある。

^{注6} <http://www.bmu.de/english/aktuell/4152.php>

2009年に総設備容量が急増した主な要因は、同年、システムのコストが急激に下がったことにある。ドイツ太陽光発電工業協会(BSW Solar)^{注7}によると、設備容量が100kWpまでの屋根一体型システムの平均価格は、2008年の第4四半期の€4,216/kWpから25.6%下がり、2009年同期には€3,135/kWpとなった。このシステムの販売価格が€5,000/kWpであった2006年第2四半期に遡って比較すると、その価格は37.7%も下落したことになる。



^{注7} <http://en.solarwirtschaft.de/>



当面、この価格低下は、現行の固定価格買取制度で定められているスライド料金制（9%、2010年1月1日からは11%）を補ってあまりあるものである。この差は、2010年中にスライド料金制の増分によって補正される。これについては、政府機関と企業の間で現在議論が交わされている。政府はすでに、7月1日以降、屋根一体型パネルの発電電力の固定買取価格を16%、独立型パネルについては15%をさらに削減するよう勧告している。買取価格は、パネルタイプや設備容量によって、€0.329/kWhから€0.253/kWhの間を変動することになるだろう。しかし、3月末までに最終決定されなかったため、これらの勧告内容は変更になる可能性がある。

ドイツの太陽光発電産業は現在、競争力の問題に直面しており、産業を再構築しコストを削減するのにも時間が必要であるため、これは最も賛否両論の分かれるテーマである。あまりに大幅な固定買取価格の引き下げは、経営状態の苦しい多くの企業に打撃を与え、多くの雇用を脅かす可能性がある。



2-2.イタリアが2009年の新規設置容量で世界第二位に

EU諸国の中でイタリアは、ドイツ、スペインに次いで3番目に、総設備容量の大体の1,000 MWpを超えた。国立新技術・エネルギー・再生可能な経済開発機構(ENEA)^{注8}によると、イタリアは2009年、新規設置容量の内の574MWpを系統連系し、独立型の設備容量13.4MWpを除く系統連系された総設備容量は1,019MWpになった。このように、2009年がイタリアにとって良い年となったのは、この年自国のインセンティブ（奨励）プログラム「Nuovo Conto Energia」を完全導入したことに起因する。このインセンティブ・プログラムにより、設備容量1,200MWp（前回の「Primo Conto Energia」インセンティブ・プログラムによる設置容量165MWpを除く）を上限とした固定価格買取制度が運用できるようになったのである。このプログラムはまもなく、2010年前期中にはほぼ確実に終了する。政府は、3月末時点ではまだ新インセンティブ制度の最終版について明らかにはしていなかったが、2月上旬に発表された最初の草案では、システムの設備容量と種類に応じ

^{注8} Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development

て価格が変動するように、総計42の固定買取価格をもって差別化するという強固な決断を明らかにしていた。

新しいインセンティブ・システムでは、太陽光発電モジュール価格の低下分も考慮する。モジュール価格の低下により、設備容量の大きいプラントへの投資コストが劇的に低下した。この新しい法律はまた、ビルの省エネ性能を上げるための対策が取られた時には、最大€0.12/kWhまで、あるいは汚染用地や埋め立て処分地に地上設置プラントが建設された場合には、最大€0.8/kWhまでの基準買取価格の引き上げを規定するものである。

最近の勧告内容のひとつは、建物完全一体型3kWp規模の設備に対する標準的な電力固定買取価格が、2011年末までに設置されたものに対しては、€0.57/kWh (20年間)になる可能性があることを示唆している。この価格には、現場で自家消費する場合のボーナスも含まれる。設備容量1MWpを超える場合は、基本買い取り額は遙かに低いものになると推定される。現在の固定買取価格€0.346/kWhは€0.313/kWhになり、その後€0.264/kWh となつて、2011年には3倍も低くなるものと推定される。この価格は、その後の2012年および2013年には、年率6%低下するものと見られる。プログラムが最終的に決定されるのはこれから先であり、上記は、指針データとしてみなされるだろう。

2-3. チェコ共和国では新規設置容量が400MWp超に

チェコ共和国の産業貿易省によると、同国の2009年の新規設置容量は411MWpであった。これにより、同国は新規設置容量でEU内第3位(2008年には7位)に、また、総設備容量が4位(2008年には8位)へと順位は一気に躍進した。また2010年の新規設置容量は1GWpを超えると見込まれており、成長見込みもよりいっそう明るい。

このように急増はしたものの、インセンティブシステムは、2009年に容量の大きな設備の設置コストが約40%も急落することは想定していなかった。そして、チェコのシステムでは、設備容量によるインセンティブの差はほとんどない。投資家は、従来の固定価格買取制度か、市場価格に環境ボーナスを上乗せした価格かを選択でき、後者の場合には、電力生産者がその電力を、卸売市場で販売を行う取引業者に販売する。毎年、エネルギー調整局(Energy Regulatory Office: ERU)が事前に固定買取価格とボーナスを定めるが、新規設定価格が前年のレートの95%を下回ることはない。2010年に関しては、規制当局が、当然ながら固定買取価格を5%引き下げ、設備容量が30kWpまでのシステムによる発電電力の価格はCZK12.25/kWh (€0.482/kWh)まで引き下げられ、環境ボーナスはCZK 11.28/kWh (€0.443/kWh)まで引き下げられた。設備容量が30kWpを超えるシステムに対しては、固定買取価格はCZK 12.15/kWh (€0.478/kWh)に設定され、環境ボーナスはCZK 11.18/kWh (€0.44/kWh)に設定されている。



政府は、2011年1月1日付で、太陽光発電電力の買取条件を大幅に改訂する意向である。議会はすでに、以下の3件の提案内容について審議を行っている。 固定買取価格を年25%引き下げる。 固定価格買取期間の変更(11年から15年へ)。 設備容量が20MWpを超えるプラントに対し、2011年5月1日より制限事項を設ける。



2-4.設置容量増加にさらに意欲を示すベルギー

ベルギーが再び注目を浴びている。同国の再生可能エネルギー推進協会(Association for the Promotion of Renewable Energies: APERE) による1回目の推計によると、ベルギーの2009年の新規設置容量は292.1MWpで、この内訳は、フランダース地方に251MWp、ワロン地方に38MWp、ブリュッセル首都圏地域に3.1MWpと分布している。

フランダース(Flemish)地方の新規設置容量を示す数値は、ベルギーの太陽光発電装置製造業者連盟のBelPV (the Belgian photovoltaic companies' federation)提供によるものである。この数値はまもなく、VREG^{注9}によりまとめられるはずである。ワロン地方とブリュッセル首都圏地域の新規設置容量データの出典はそれぞれ、CWAPE (ワロン地域エネルギー委員会)とBrugel (ブリュッセル・ガス電気)である。

この新規設置容量により、ベルギーの総設備容量は363MWpへと引き上げられ、同国はEU域内第5 位となるだろう。フランダース地方の新規設置容量が急増した主な要因には、特に魅力ある太陽光グリーン認証システム^{注10}を地域展開しており、設備容量やタイプに関わらず、最低価格の450ユーロ(€0.0045/kWh)でグリーン認証(発電量1MWhに相当)が発行されていることがある。主にモジュールの価格低下の恩恵を受け、この認証システムの導入は、高い新規設置容量を実現した。2010年1月1日以降、太陽光発電のグリーン認証の価格は調整され、350ユーロに設定されている。

2-5.先導諸国に遅れを取るフランス

観測統計局(the Observation and Statistics Office: SOeS)によれば、2009年中に185.2MWpの設備が新規に系統連系(海外県の46.7MWpを含む)された。系統連系された新規設置容量は、2008年末の数値の3倍を超えた。

フランスで系統連系されている総設備容量は、2009年末には268.2 MWpに増加し、この内フランス本土の設備容量は200.7 MWp、海外県などの設備容量は67.5MWpである。この総設備容量の水準が、EU市場のその他の先導諸国の水準よりも低い理由のひとつに、フランス政府が、地上設置プラント開発を推進せず、固定買取価格を比較的安く設定するよう決定したことがある。そしてフランス政府は、このタイプの設備でも、より良い採算性を確保できるよう2009年に入札を募った。

目標設置容量は300MWpで、27段階に分かれており、それぞれ日照レベルの異なる4つの地域に分布している。締切日の1月25日までに、容量867MWp相当の119件の申請があったが、これらの(系統連系の)申請と比べると、目標値は低いように思われる。SOeS

注9 VREG (フランドル電気ガス規制局)

注10 再生可能エネルギー源によって発電を行う事業者に与えられる認証。

によるとこれは、2009年6月30日時点では申請件数が24,470件で、連系待ち容量が1,886MWpであったのに対して、同年12月31日時点での連系待ち申請は58,544件にのぼり、連系待ち容量が3,438MWp（フランス本土は2,789MWp、海外県は650MWp）へと増加した為である。

同年末には、設備を国有送電網に接続するエンジニア不足のために、系統連系申請が殺到したことで状況が悪化し、リードタイムが長くなった。この申請の殺到に促された政府は、1月12日に新しい規則を採用し、太陽光発電電力の購入条件を変更した。これは、建物一体型設備を優先する前回の規則同様、建物の種類や用途(住宅、ヘルスケア、スクール等)、および一体型のタイプによって3種類の固定買取価格がある。高めの「フレーム一体型プレミアム」は、防水機能、屋根ふき材、側壁などを太陽光パネルで置き換えた閉鎖型建物（側壁が閉じている）に対して与えられる。低めの「簡易一体型プレミアム」は、側面が開いた建物に対して与えられるもので、防水機能、壁、屋根ふき材などを太陽光パネルで置き換えている。また、側面の開いた建物に対し、防水機能付きの壁や屋根ふき材などの代わりに設置されたシステムには、低めのプレミアムが適用されている。

固定買い取り価格には、以下の3種類がある。主に住宅、スクール、ヘルスケア用途の建物に対して建物一体型プレミアムが適用された設備には€0.58/kWh 建物一体型プレミアムが適用されるその他の建物に設置される設備には€0.50/kWh。簡易一体型プレミアムが適用される建物には€0.42/kWh。

本土で適用される固定買取価格は、各県で太陽光暴露(特性)指標を設定して、設備容量が250 kWp以下の設備であれば€0.314/kWh、250 kWpを超える場合は、€0.314/kWhから€0.377/kWhに設定されている。コルシカ島と海外県で適用可能な固定買取価格は、€0.40/kWhである。2012年1月1日からは、毎年10%の逡減も適用される。

3.太陽光発電産業界が直面する成熟期の危機

3-1.価格の下落

2009年、シリコン、ウェハー、多結晶モジュールの価格は前例のないほどに低下した。米国のコンサルタント会社、iSuppli社によると、結晶モジュールの価格は平均37.8%、ウェハーは50%、シリコンは80%も低下し、さらに低下するものと予測されているが、2010年の価格低下率ははるかに小さいものになる。

このように劇的に価格が変動した理由は多数ある。スケールメリットや技術革新によって太陽光発電産業の競争力がかなり向上したにもかかわらず、モジュール価格が2006年～

2008年にわずかしき低下しなかった分を、これらのモジュール価格の大幅な低下はある程度埋め合わせている。価格が高いままであった理由のひとつはシリコン不足であったこと、そして大きな理由としては、需要が供給を継続して上回ったことである。メーカー(特にシリコン供給を確保していたメーカー)はこの状況を利用し、高い投資利益率を保ち、その一方で、生産力を大幅に上げた。これと同時に、新価格の設定水準が数年にわたり高いままであったことで、薄膜技術が、製造コストの継続的な削減が徹底的に行われたため、再び注目を集めることになった。

このような高価格はアジアのメーカー、特に中国企業に、産業的および技術的な発展を加速させる機会を与えた。中国市場の関係者は、太陽光発電産業のバリューチェーン(価値連鎖)全体にわたり、新たな生産力に対する莫大な投資を行った。彼らの最大の関心事は、格安価格で高品質モジュールを提供できるようになった、主に欧州およびオーストラリアで開発された最先端技術とその工程であった。

3-2. 過剰生産時代

モジュールの生産量が激増し、シリコンが市場に溢れたことを機に、太陽電池産業は、初めて過剰生産時代に突入した(Photon International 誌によると、2008年のシリコン生産量70,000トンに対して、2010年は175,000トン)。この衝撃は、2009年、主要市場であったスペイン市場の崩壊により、同年の世界市場の成長が打撃を受け、よりいっそう激しさを増した。

モジュール価格が下がったとしても、その価格が生産コストを超えている限りは、太陽電池産業には悪影響をもたらさない。しかし、現状では起きていないが、もし多くのアジア企業が、実際の製造原価以下の価格で、製品をダンピング(不当廉売)することを決めた場合、大きな問題となるだろう。

太陽電池産業の信頼性は、コストダウン努力によって、製品価格が低下することにより、高められている。これにより、風力発電が成し得たように、この技術が主な電力消費国(米国、中国、日本、韓国、イタリア、フランス等)での足場を固め、現在のドイツ市場への高い依存度を減らせるようになるだろう。ドイツメーカーは近いうちに飽和状態に達するかもしれないため、ドイツ市場への過剰な依存は、世界市場において危険な様相を呈し始めることになるだろう。この状況により、世界の太陽電池産業は再構築を強いられ、コスト削減に徹したメーカー各社には利益がもたらされることになるだろう。



Montalto di Castro(24MWp)

2009 年末に系統連系されたイタリア最大の
系統連系太陽光発電プラント

3-3.危機的状況にある欧州産業

こうした背景の下、欧州企業の中には、より難しい課題に直面する企業が出てくるだろう。なぜならこれらの企業は、それぞれの市場で生産コストに対する助成金の削減に対処しなくてはならないからである。生産コストを大幅に削減することで技術向上を確かなものとした欧州企業は、生産拠点の一部を移転することで、世界市場の今後の成長に関与することとなり、この経済的困難な状況を切り抜けることができるだろう。

欧州産業が生き残る鍵になると思われるもののひとつに、高効率生産の大きな可能性を持つ薄膜技術の開発強化が挙げられるだろう。欧州メーカーの多くは現在、結晶シリコンの牙城をも覆すほどの新しい技術や工程を開発している。欧州産業は、苛酷な段階を経験し、この先もまだマーケットシェアを失い続けることになるだろう(下記参照)。さらにドイツの太陽電池産業は、2009年の世界市場の成長や、ドイツ国内の市場成長にうまく乗ることができなかった。スペイン市場は、不景気の年に起きた国内市場の破綻に非常に苦しんだ。そして、このことを象徴するかのように、スペインで25年以上続いたBP Solar社^{注11}はマドリッド工場を閉鎖し、グループ内最強の競争力を持つ工場での生産に集中することを選択した。

3-4. 10GWpを超える世界の生産量

太陽光発電システム価格の急激な低下は、その規模はまだ定かではないものの、明らかに過剰生産時代に突入したことを示している。Solarbuzz 社とPhoton International 誌は、メーカー調査をもとに、それぞれ独自の推計を作成した。

Solarbuzz社によると太陽電池セルの世界生産量は、2008年の6.85GWpに対し2009年に

^{注11} <http://www.bp.com/genericcountryjump.do?categoryId=9070&contentId=7038143>

は総計9.34GWpに達した。一見すると、薄膜太陽電池^{注12}の生産量は全生産量の18%を占め、現在、中国と台湾のメーカーが49%のマーケットシェアを保有している。2009年3月にPhoton International^{注13}社が出した推定データでも、2008年の世界のセル生産量7.9 GWpに対し、2009年には12.3GWpとなり(グラフ1)、56%増となった。同誌によると、多結晶の技術が使われている割合は、総生産量の46.9%を占め(2008年には47.7%)、単結晶の技術が使用されている割合は34.1%(2008年には38.3%)、薄膜(CdTe、CIS、a-Si/単結晶、等々)が17.7%(2008年には12.5%)、シリコンリボンが1.4%(2008年には1.5%)を占める。

グラフ 1

2000 年～2009 年の太陽電池生産量の推移(MWp)

出典: Phonton International (2010 年 3 月)



これらの調査結果によると、セルの主な生産国は、中国の38%(2008年に32.7%)を筆頭に、ドイツが15%(2008年には18.5%)、日本が12.5%(2008年には16%)、台湾が12.2%(2008年には11.6%)、マレーシアが6.4%(2008年には2.1%)(グラフ2)となっている。主な生産地域は、アジアが76.1%(2008年は68.3%)、欧州が19.4%(2008年は25.5%)、米国が4.4%(2008年は5.5%)、アフリカおよび中東が0.1%(2008年は0.2%)となっている。オーストラリアの生産量については、2009年のデータには記載がない(2008年には0.5%)。

Solarbuzz社よりもPhonton International誌の推定値の方が、この産業に対する懸念要因を明確にしている。後者は、予定をはるかに超える量の製品が世界中で現在在庫となっており、買い手が現れるのを待っていることを示しているからである。新規設置容量と生

注12 従来の太陽電池は、単結晶、多結晶、或いはシリコンや化合物系半導体を問わず、インゴットからワイヤソー等で切り出していた為、材料の無駄が少なくなかった。その為、毛細管現象を利用して坩堝から帯状のシリコンを引き上げたりアモルファス半導体や CIS 系半導体等の薄膜太陽電池の開発が行われてきた。近年では基板上に結晶を成長させて剥がす方法も実用化の域に達しつつある。薄膜型は従来は変換効率において従来の製法による物と比較して劣るものが少なくなかったが、近年はプロセスの改良により改善されつつある。

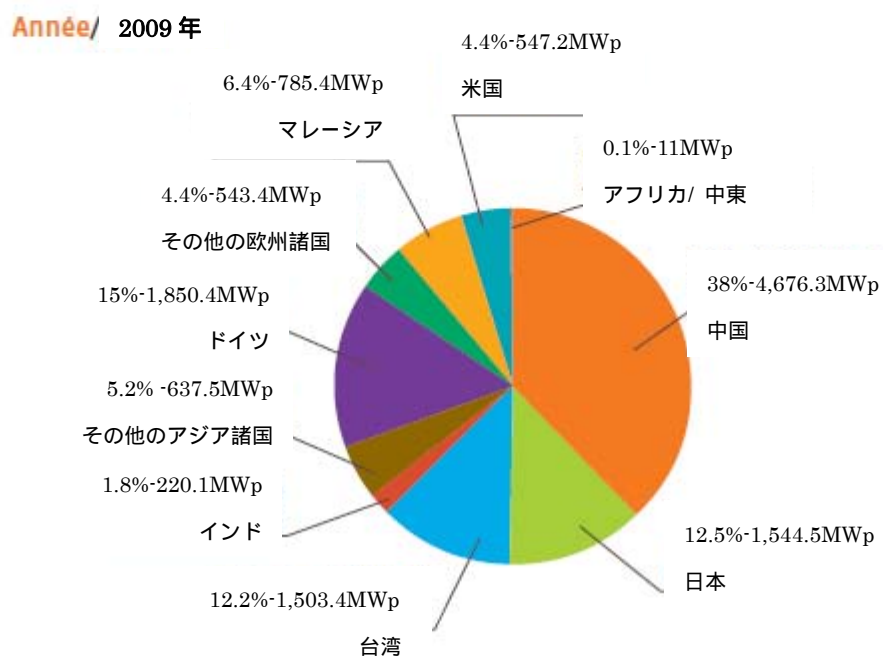
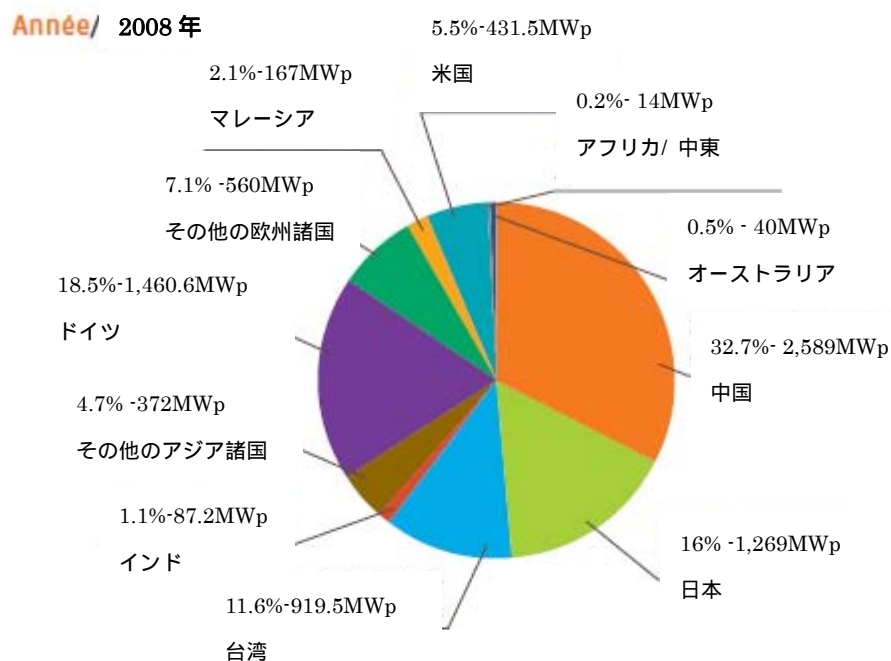
注13 太陽光発電の専門誌

産量の差については、モジュール販売時とそれらが系統連系されるまでの時間のずれにより一部説明がつくかもしれない。

これは、プラントがまさに設置中である場合、あるいはプラントがすでに設置済みでも連系待ちの状態である場合、これらの販売済みモジュールの設備容量は、国全体の設置容量の統計数字にはカウントされないためである。市場規模の拡大により、実際に系統に連系されたモジュール数との差は確実に大きくなる。最後に、新規設置容量の一部は、国家測量機関の調査から漏れ、その統計数値にカウントされないままになる場合がある。

グラフ 2

2008年、2009年の太陽電池生産の地理的分布(MWp)



4. 太陽電池製造業界の動向

4-1. 主要メーカーの最新情報

太陽電池製造業には、生産能力が1GWp(1,000MWp)以上から数MWpに至るまでのさまざまな規模の企業があり、非常に多様化している。Phonton International 誌の調査は、170のメーカーの生産量を対象に行われた。世界の総生産量の内、上位10社が占める割合はその半分に満たない(約46%)。生産された電池容量の主要メーカーランキングは、過去1年で変化がみられたが、2009年もまた、前年と同じ5ヵ国(米国、中国、日本、ドイツ、台湾)が上位10社に入っている。

2009年、アジア企業はまたしても、首位の座を取ることができなかった。米国メーカーのFirst Solar社は、1GWpを超える生産量(表4)と1Wpあたり1ドル以下の生産コストを達成した薄膜CdTe技術により、初めて世界ランキング首位についた。薄膜技術のみを専門とするメーカーが首位につくのも初めてのことである。

もう一つの米国企業、Sunpower社の生産工場はフィリピンにあり、その総生産量は第9位である。このランキングは、中国の生産量の増加に、上位10社の内の4社(2位のSuntech社、5位のYingli社、6位のJaSolar社、8位のTrina Solar社)が貢献していることを裏付けている。三洋は上位10社から漏れ、残りの日本のメーカーでトップ10入りを果たした企業は、3位のシャープと7位の京セラの大手2社のみである。台湾はGintech社(10位)の1社、ドイツはQ-Cell社(4位)の1社が、それぞれトップ10入りを果たしている。

表 4：世界の太陽電池製造企業(上位 10 社) (2010 年生産実績順 MWp)

企業	国名	太陽電池技術*	生産量		生産能力	
			2008	2009	2009	2010**
First Solar	米国	薄膜(CdTe)	504	1,112.6	1,228	1,282
Suntech Power	中国	結晶系 (単結晶・多結晶)/ 薄膜(a-Si,mc-Si)	495	704	1,100	1,400
シャープ	日本	結晶系 (単結晶・多結晶)/ 薄膜(a-Si,mc-Si)	473	595	710	1,000
Q-Cells***	ドイツ	結晶系 (単結晶・多結晶)/ 薄膜(CIGS,CdTe)	581.6	586	840	1,335
Yingli Green Energy	中国	結晶系(多結晶)	281.5	525.3	600	1,000
JA Solar	中国	結晶系(単結晶・多結晶)	300	520	800	1,100
京セラ	日本	結晶系(多結晶)	290	400	650	該当無
Trina Solar	中国	結晶系 (単結晶・多結晶)	210	399	600	900
SunPower	米国/ フィリピン	結晶系(単結晶)	237	397	574	654
Gintech	台湾	結晶系(単結晶・多結晶)	180	368	660	810

*CdTe: カドミウムテルル、a-Si:アモルファスシリコン

mc-Si: 多結晶シリコン、CIGS: 銅インジウムガリウムセレン

**推定

***子会社の Calyxo GmbH 社、合併会社の Solibro GmbH 社を含む。

出典: EurObserv'ER 2010

(1) 首位のFirst Solar社(米国)

First Solar社は、太陽光発電産業の異端者と言ってよい。同社は、主要モジュールメーカーの流れに対抗して、結晶シリコンではなくテルル化カドミウムを開発し、輝かしい未来が約束されていることを実証した。この独自の道を選んだことで、年間生産量1GWpという大台を超える世界初のメーカーとなり、太陽電池のトップメーカーとしての地位に立つことが可能になった。同社が公表した2009年の生産量1,112.6MWpは、2008年の生産量504MWpの2倍以上に相当する。このうち69.5%はマレーシアで生産され、17.5%がドイツ、13%が米国で生産された。同社は第4四半期、モジュール変換効率11.1%のモジュールの生産コストは\$0.84/Wpであると発表した。この数字は、多くの競合他社にとって夢の数字をも凌ぐものである。

同社の生産能力は、2009年に716MWpから1,228MWpへと飛躍的に向上したため、2010年は1,282MWp(内訳: マレーシアで854MWp、ドイツで214MWp、オハイオ州で214MWp)と、同社は小休止をとる意向である。そしてその後マレーシアに428MWp、フランスに107MWp新たな投資が加えられ、生産能力は1,816MWpへと増加するだろう。建設作業は、2010年の後半に、フランスのボルドー(Bordeaux)近くのBlanquefortにある工場から開始されるであろう。この工場は、EDF Energies Nouvelles社^{注14}と共同出資される予定であり、同社は、操業開始後10年間で販売される製品から収益を得ることになっている。

同社の利益は、2008年に12億4千630万ドルであったのに対し、2009年には20億6千620万ドルであった。同社の純利益は、2008年の3億4千830万ドルに対して、2009年には6億4千10万ドルへと増加した。この米国メーカーは、売上高を27億ドル~29億ドルと予測しており、設備投資に5億~5億5千万ドルを割り当て、その大部分はマレーシアでの生産力拡大のための資金とする意向である。

^{注14} <http://www.edf-energies-nouvelles.com/>



(2) ハイテク中国企業 Suntech社(中国)

中国メーカーのサンテック(Suntech)社は、2008年には495MWpであった生産量が2009年には704MWpとなり、世界ランク第2位に落ち着いた。2009年には、この生産量の41%がドイツに輸出され、33%がその他の欧州諸国へ、12%がアジアへ、10%が北米へ、4%がその他の国々へ輸出された。同社は、2010年の売り上げが77.6%増加して1,250MWpに到達するものと見込んでいる。また、モジュールの37%をドイツ、31%をその他の欧州諸国、16%をアジア、12%を北米、そして4%をその他の国々へ輸出するとしている。これほどの生産量があれば、今年の段階で他の競合メーカーを超えるであろう。

同社の生産能力は2009年末には1,100MWpであったが、2010年の半ばまでには1,400MWpにまで引き上がるだろう。この内の450MWpは、高生産性のプルート(Pluto)技術^{注15}(下記参照)に充てられる予定である。同社は、中国に4カ所(ウーシー、ルオヤン、チンハイ、上海)、日本に1カ所(長野)と計5カ所の生産拠点を持つが、米国のアリゾナ州、グッドイヤー(Goodyear)に新たなモジュール生産工場の建設を決めた。この工場で見込まれる初期生産能力は30MWpであるが、120MWpまで増加する可能性がある。この北米での新生産工場の建設は、同社の北米市場における位置付けを高めるだろう。

同社は、中国企業でも歩留まり率の高い太陽電池を生産する技術的能力があることを証

^{注15} サンテック社がオーストラリアの University of New South Wales と共同開発した技術。同大学の Green 教授が 1999 年に発表した、PERL セルの技術をベースとして、現存の装置のわずかな改造で展開できるように開発された。(参照先サイト: http://gncnet.jp/pub/pdf/03_gijyutu.pdf)

明した。そして同社は、プルート(Pluto)技術を単結晶電池に19%、多結晶電池に17%使用することで、またさらに太陽電池の歩留まり率を上げたと発表した。同社は2010年の上期に、これらの太陽電池を30MWp、下期に150MWp出荷することを計画している。この技術は、オーストラリア、シドニーのニューサウスウェールズ(New South Wales)大学と協力して、サンテック社が先陣を切って開発に着手した。

また、財務状況に目を向けると、2008年の19億2千350万ドルに対して2009年には16億9千330万ドルと、売り上げが低くなっている原因は、太陽電池の販売価格の急落にある。純利益は2008年の8,820万ドルからわずかに増え、9,150万ドルとなった。



(3)さらに成長を続けるシャープ(日本)

シャープは京セラと並び、トップランクのメーカーとしての地位を長年守り続けている数少ない企業のひとつである。Photon international 誌によると、この日本の大手企業は、生産量595MWp(2008年には473MWp)で世界ランキングを1つ上げた。同社は主に、単結晶と多結晶の太陽電池の生産に注力しているが(2009年の生産量は15%増の501MWp)、薄膜ビジネスについてもさらに大きく進展した(生産量は147%増の94 MWp)。

シャープの薄膜技術は、2層のアモルファス・シリコン膜と1層のマイクロクリスタル(微結晶)のシリコン膜から成るトリプル型(3層構造)である。同社は、自社の生産能力を公表することに慎重である。2008年3月に同社は、大阪堺市に新しい薄膜生産工場を2010年3月に開設予定であると発表した。同工場の初期生産能力は480MWpで、年内には1GWpに

まで達するものとみられる。

さらに最近では、同社は、イタリアの電力会社 Enel Green Power社と STMicroelectronics (STM)社とともに、薄膜電池を生産する合併会社を設立することに合意したと発表した。同工場の建設工事は、イタリアのシシリー島のカタニアにある現 STM社工場敷地内で、2011年初めに着工予定である。初期の年間生産能力は160MWpになるとされており、460MWpまで増加する可能性もある。

(4) Q-Cells 社の再生計画(ドイツ)

Q-Cells社^{注16}は、2008年には世界のトップメーカーであったが、2009年の生産量は、わずか5MWp増加して586MWpに達したに過ぎなかった。そのため、世界ランキング4位へと順位を落とし、シャープの後に付いた。この生産量の内訳は、ドイツの主要生産工場であるタールハイム(Thalheim)工場の511MWp、マレーシア工場の20MWp、CIGS (Copper indium gallium diselenide)^{注17}薄膜技術を専門とするドイツの子会社であるソリブロ (Solibro)社の14MWp、そして、CdTe技術を専門とするドイツの子会社であるCalyxo GmbH社の1MWpとなっている。

モジュール価格の急落でひどく打撃を受けた大手企業の同社にとって、2009年は多難な年となった。Q-Cell社の2009年の売り上げは前年比35%減の8億100万ユーロまで縮小し、13億6000万ユーロもの損失を記録した。同社は、事業の戦略的再構築とともに、再生計画(別名「Q-Cells reloaded」)に着手した。同社はまず、生産能力760MWpを持つタールハイム工場内の生産ライン4本(360MWpに相当)の閉鎖を考えている。また、総額1億5千万～2億ユーロを投じ、マレーシアの新工場の生産能力拡大を計画しており、同工場の2010年末までの生産見込みは600MWpとみられている。

同社の新CEOに着任したNedim Cen氏は、2009年の事業再編により、社員2600人の内500人を解雇したことを発表した。また、中国のウェハーサプライヤー、LDK Solar社との紛争が解決し、ひき続き業務の提携を継続することを決断したと発表した。両社は製品の納期を緩め、市場価格に基づいたフレキシブルな価格表を導入することで合意した。LDK Solar社との合意前の交渉価格は、市場価格を大幅に超える価格へと引き上げられ、Q-Cell社の競争力にさらに悪影響を与えていた。同社は、2010年の売り上げが10億～12億ユーロになり、営業成績が大幅に向上するものと見込んでいる。

^{注16} <http://www.qcells.de/de/index.html>

^{注17} 太陽電池などに使用される素材の一種で、銅とインジウム、ガリウム、セレンの化合物を材料とする薄膜状態の物質のことである。

(5) 新しい欧州の億万長者 SolarWorld社

欧州企業のすべてが経営難に瀕しているわけではなく、Solar-World社のように困難を切り抜けた企業もある。このドイツメーカーは、太陽電池メーカー上位10社には入らないが、世界レベルでは大手企業のひとつに数えられる。同社は、他社とは異なる生産方法をとってきており、バリューチェーン(シリコンウェハーからモジュールまでの価値連鎖)全てにおいて自社生産を行っている。このため2009年末での生産量は、ウェハーが900MWp、セルが450MWp、モジュールが500MWpであった。

Solar-World社はその生産力を最大限に利用することで、2009年の厳しい状況にありながらも、売り上げ目標を超え、全体的に満足のいく結果を達成した。同社の売り上げは、2008年が9億30万ユーロであったのに対し、2009年は10億1千260万ユーロとなり、12.5%増となった。税引き前当期利益は、モジュール価格の急落により特徴づけられ、2008年の2億6千330万ユーロから1億5千180万ユーロへと大幅に縮小し、年間純利益は、2008年の1億3千520万ユーロに対し、2009年は9千140万ユーロであった。

同社は1月に、短期目標、中期目標をカバーする総計4億ユーロ相当の社債を発行した。これにより、現金資産は9億ユーロまで増加した。同社は、この資本金ベース(社債)を使い、ドイツのフライベルグ(Freiberg)工場と米国のヒルズバロ(Hillsboro)工場での生産に注力し、年度末までにウェハーとモジュールの生産能力を1,250MWpまで増やす計画である。同社は、サプライヤーからのセルの購入をより望んでいるため、セルの生産能力の成長はよりゆっくりとしたものであるが、750MWpまでは増加するものと思われる。同社はまた、原材料を自社生産で賄おうと計画している。2010年3月に同社は、Qatar Solar Technologies社とカタールの公益組織であるカタール財団(Qatar Foundation)^{注18}とともに合併会社を設立すると発表した。合計5億ドルが、カタールのシリコン生産拠点の建設に投じられる。

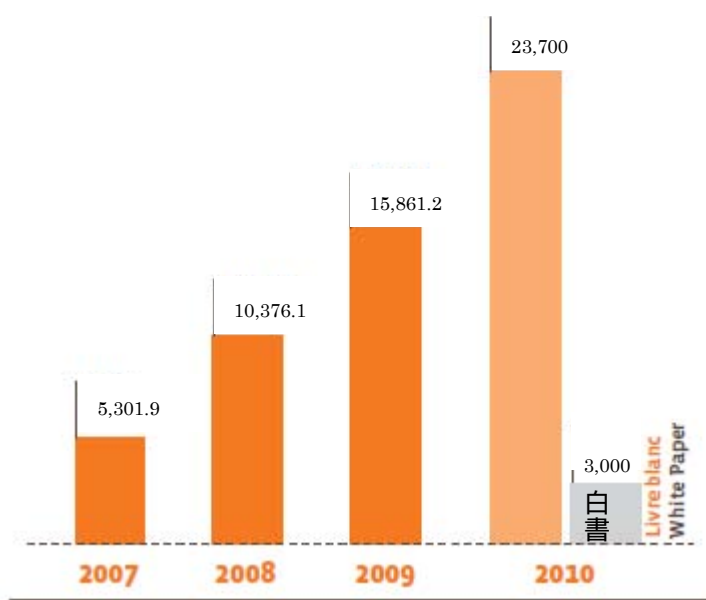
^{注18} <http://www.qf.org.qa/output/page3.asp>



Comparaison de la tendance actuelle avec les objectifs

図3 現在の傾向と白書の目標値との比較 (MWp)

出典：EurObserv'ER 2010



5. 記録破りの2010年

2010年は、欧州市場の成長が再び世界市場の成長の中心となるであろうことは、誰もが認めている。問題は、この成長がモジュール供給力に左右されることはないということ念頭に置いて、EU諸国がどこまで成長できるかということである。世界で生産される太陽電池の多くがドイツで使用され、再び注目を集めるようになるだろう。固定買取価格のスライド制の強化は、7月以前に施行されることはないと思われるが、スペインでの事例を考えると、施行前には設備の駆け込み設置が起きるだろう。市場に優しいもう一つの要素は、過剰生産が一般化して、2009年よりは遥かに小幅ながらも、メーカーがまた利益率を下げるようになることである。欧州市場は、この価格弾力性^{注19}に敏感で、価格の低下により市場が拡大するということを示している。

バークレイズ銀行 (Barclays Bank) の最近の調査で、2010年のドイツの推定新規設置容量は対前年比35%増の4093MWpになり、この数値はさらに上昇し、4,500MWp近くまで、あるいは5,000MWpにまで達する可能性さえあるという予測が示されている。欧州の他の地域の新規設置容量については、チェコ共和国(産業貿易省データによると1,150MWp以上)、イタリア(ENEA^{注20}データによると1,000MWp以上)、そしてフランス(Observ'ERデータによると500MWp以上)の新規設置容量の記録更新が期待されている。スペイン当局が承認した新規設置容量(2010年は名目上最大502MWp)と、高い数値を維持しているベルギーの新規設置容量(EDORA^{注21}の推定では200MWp以上)には、不確かな点もある。

当観測所(EurObserv'ER)は、これらの最新の推定値を踏まえて2010年の市場予測を大幅に修正した。最新の予測では、2010年末の総設備容量を23,700MWp(グラフ3)としているが、これは、1997年の欧州委員会の再生可能エネルギーに関する白書で示された、目標値のほぼ8倍に相当する。太陽光発電の市場動態が毎年、この産業分野の専門家さえも驚愕させていることは事実である。太陽電池の製造業者は、生産量を増大させながら製造コストを削減してきた。このことは、この分野に新たな展望と、将来に向けて、さらに明るい見通しを与えるだろう。

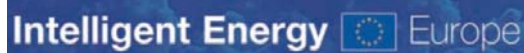
^{注19} 価格の変動によって、ある製品の需要や供給が変化する度合いを示す数値。

需要の価格弾力性の場合には、需要の変化率 / 価格の変化率の絶対値で表される。例えば、ある製品の価格を10%値上げしたときに、需要が5%減少したとすると、この場合の価格弾力性は0.5となる。価格の弾力性 = 需要の変化率(%) ÷ 価格の変化率。(引用サイト: http://gms.globis.co.jp/dic/00353.php?banner_id=gms_ad2)

^{注20} ENEA(新技術エネルギー環境庁)

^{注21} 欧州農村開発局 European Development Opportunities in Rural Areas
(http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_AppliedResearch/edora.html)

フランスのObserv'ER (Observatoire des énergies renouvelables : 再生可能エネルギー観測所) が作成した刊行物を許可の下に翻訳・掲載した。この刊行物は「EurObserv'ERプロジェクト」の成果であり、その詳細は下記のとおりである。



This barometer was prepared by Observ'ER in the scope of the "EurObserv'ER" Project which groups together Observ'ER (FR), ECN (NL), Eclareon (DE), Institute for Renewable Energy (EC BREC I.E.O, PL), Jozef Stefan Institute (SL), with the financial support of Ademe and DG Tren ("Intelligent Energy- Europe" programme), and published by SOSTèKes SoJFIres – Le DoMrLFJ Ges ÉLerHIes EeLoMNeJFbJes. The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not represent the opinion of the European Communities. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

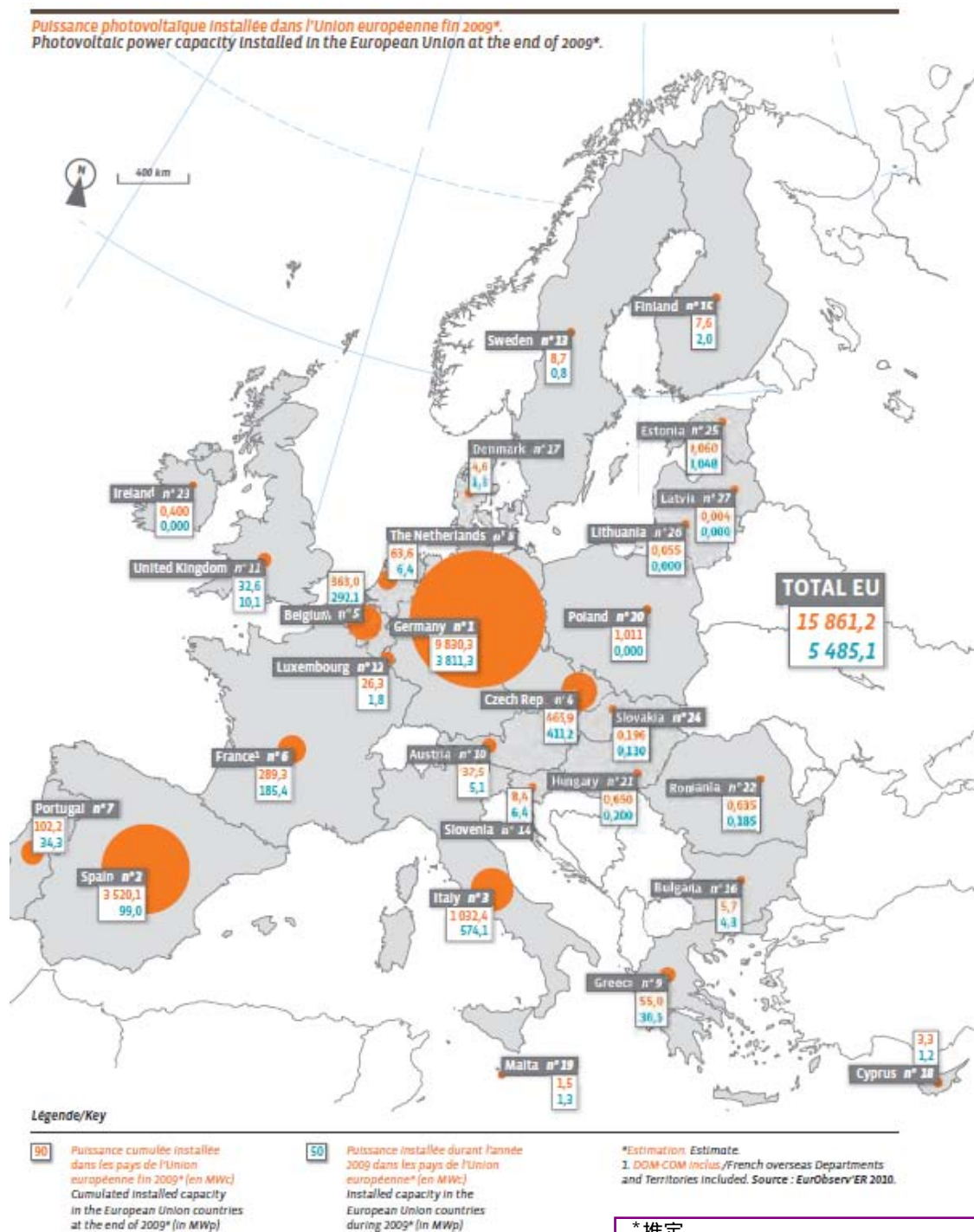
翻訳：NEDO（担当 総務企画部 原田 玲子）

出典：

“Photovoltaic Barometer”

(<http://www.eurobserv-er.org/pdf/baro196.pdf>)

EU の 2009 年末*時点の太陽光発電設備容量 (MWp)



2009 年末*時点での
EU 諸国の総設備容量
(MWp)

2009 年*の EU 諸国の
新規設置容量
(MWp)

*推定
フランス：海外県と海外領土を含む
出典：EurObserv'ER 2010

【燃料電池・水素／蓄電池】**車両の型式承認**

国連欧州経済委員会（UNECE）規制

欧州委員会が電気自動車の安全性を確保するための提案を発表

欧州委員会は、2010年6月15日に、欧州市場に投入される電気自動車が安全であること、また、消費者が、高電圧が課電されている自動車部品に直接接触しないよう保護することを確実にするための提案を発表した。こうした措置により、二酸化炭素（CO₂）の排出を削減する可能性が高い、安全な電気自動車が欧州の道路に導入されるのを加速すると見られる。同委員会はまた、欧州委員会指令と国連欧州経済委員会^{注1}規制の二重規制を廃止することで、車両型式認定に関する欧州の法律を劇的に減少させる提案も発表した。

アントニオ・タヤー二副委員長兼産業・企業家精神担当は、次のように述べた。「電気自動車は、より環境に優しい輸送のための最も有望な技術の一つである。近い将来、消費者は電気自動車を入手できるようになるため、電気自動車の安全な利用を確保する必要がある。今回の提案は、そのためのものである。車両の型式認定について、産業界の二重負担を解消し、煩雑な事務手続きを軽減できたことに満足している」

電気自動車を安全に

電気自動車のパワートレインは高い電圧レベル（500ボルト）で作動する。今回発表された提案の目的は、欧州で市販される全ての電気自動車が確実に**共通安全性基準**に則って製造されること、ひいては電気自動車の利用者が自動車の高圧箇所に接触しないよう保護することである。

この提案は、電池電気自動車、およびこれらの製造要件や安全要件の承認に関する国連欧州経済委員会（United Nations Economic Commission for Europe: UNECE^{注2}）の規制第100号を欧州の法律に組み込むものである。同提案は、近く加盟国に送付されることになっている。

電気（自動車）の安全性に関するテスト要件の統一は、**電気自動車の承認を簡素化する**

^{注1} 国連欧州経済委員会（United Nations Economic Commission for Europe: UNECE）は、1947年3月に国連経済社会理事会（ECOSOC: UN Economic and Social Council）により設立された国連地域委員会の一つで、加盟国による経済協力の促進を目的としている。この UNECE の下に、自動車の技術的規制の世界的な調和や策定を目的とする自動車基準調和世界フォーラム（World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations）が設置されている。

（参照：“UNECE”、国際研究計画・機関情報データベース

（<http://www.cger.nies.go.jp/cger-j/db/info/org/unece.htm>）

“ANSWERS TO GENERAL QUESTIONS RELATED TO WP.29 AND ITS SUBSIDIARY BODIES”

（<http://www.unece.org/trans/main/wp29/WP29-FAQ-2005.pdf>）

“Vehicle Regulations and Technological Innovations”

（<http://www.unece.org/trans/main/welcwp29.htm?expandable=99>））

^{注2} <http://www.unece.org/trans/main/welcwp29.htm>

と見られる。というのも、統一試験が欧州連合（European Union: EU）加盟国で実施されている多様な承認慣行に取って代わることにより、メーカーの事務手続きにかかる負担を軽減することになるからである。

同提案はまた、欧州の自動車メーカーが**自社の電気自動車を第三国**（たとえば日本のような^{注3}1958年のUNECE協定加盟国）に販売するのに役立つと考えられる。

詳細

以下のウェブサイトから参照できる。

http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/competitiveness-cars21/energy-efficient/index_en.htm

自動車部門に関する二重規制を解消するための提案

欧州の法律を劇的に簡素化し削減する欧州委員会の提案は、車両の型式承認に関する 61 の異なる UNECE 規制を欧州の法律に直接組み込むものである。こうすることで、欧州委員会指令と UNECE 規制の二重規制を廃することになるのである。この提案は、間もなく加盟国に送付され、承認を待つことになっている。

今後、UNECE 規制の下で発効された型式承認は、**欧州委員会の型式承認**であるとみなされる。技術的要件だけでなく証明や行政手続きの二重性が解消されるため、産業界および各国当局に利益をもたらすことになろう。

さらに、今回の提案はまた、1958 年の UNECE 協定加盟国である第三国**市場への欧州自動車メーカーの市場参入を容易にし**、ひいては欧州の産業の競争力を高めるものである。

欧州委員会の全車両型式承認システムの下では、自動車メーカーは、もしある加盟国で EU の技術的要件をクリアして車両の型式の承認を得られれば、それ以上試験を実施することなく EU 全域の市場でその車両を販売することができる。

欧州委員会の自動車政策に関する詳細

以下のウェブサイトから参照できる。

http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/index_en.htm

^{注3} 日本は、相互承認を推進する1958年のUNECE協定に、1998年に加盟した。また、1999年8月には、「国連の車両等の世界的技術規則協定（グローバル協定）、1998 Agreement concerning the establishing of Global Technical Regulations (GTR) for Wheeled Vehicles」にも加盟した。（参照：国土交通省、「自動車の安全・環境基準の世界統一と相互承認の拡大」、p.2
（http://www.jasic.org/j/08_publication/pamphlets/pdf/tereg.pdf））

翻訳： NEDO (担当 総務企画部 吉野 晴美)

出典： Car type-approvals and electrical vehicle safety

(<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/10/732&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>)

【燃料電池・水素／蓄電池】 リチウム電池 カーボンナノチューブ CNT 自己集合

カーボンナノチューブでリチウム電池のエネルギー容量を拡大（米国）

MIT 研究チームが CNT によるエネルギー容量の劇的増加に成功

マサチューセッツ工科大学(Massachusetts Institute of technology: MIT)の研究者らによる最新研究結果により、電池の供給電力量を増大できるかもしれないことが分かった。同研究チームは、電池の電極の一方にカーボンナノチューブ(CNT)を使用することで、従来のリチウムイオン電池よりも電力量が大幅に増大し、電極材の単位質量あたりの電力量を最大10倍にまで、大幅に増大できることを発見した。このような電極は、小型の携帯機器向け用途に適しているであろう。しかし、さらに研究を進めれば、より多くの電力量が必要な大型機器向け用途向けに改善した電池の実現にもつながるかもしれない。

同研究チームは、強力かつ新しい電極材を作るために、レイヤー・バイ・レイヤー法(交互浸漬法)を用いた。この方法では、基板材料を、単純な有機化合物で処理した多層CNTを含む(2種類の)溶液に交互に浸漬して、電極材を作る。これにより、各CNT層は、正負いずれかに帯電される。これらのCNT層が表面で交互になっていると、その電荷がプラスとマイナスに帯電されるため強固に結合し、耐久性のある安定した電解質膜を作る。

同大学の機械工学および材料科学・工学の准教授、ヤン・シャオホン(Yang Shao-Horn)氏率いる研究チームと、化学工学部、バイエル首席教授のポーラ・ハモンド(Paula Hammond)氏による共同研究の結果は、2010年6月20日発行のNature Nanotechnology誌に掲載されている。主執筆者は、化学工学部の生徒であるソン・ウーリー (Seung Woo Lee)氏(2010年PhD取得)と、ポスドク研究員の藪内直明氏である。

リチウムイオン電池のように、携帯用電子機器向けに幅広く使用されている電池は主に、2つの電極(それぞれ、アノードまたは陰極、カソードまたは陽極と呼ばれる)と、これらを隔てる電解質の3つの部品から構成されており、この電解質は、荷電粒子またはイオンが容易に移動できる導電性材料となっている。これらの電池を使用時に、プラスに帯電されたリチウムイオンが、電解質の中をカソードの方へと移動することで電流が発生する。これらの電池が再充電されると、外部電流の働きでイオンが反対方向へと移動するため、これらのイオンは、アノードの多孔質材の孔部内に取り込まれるようになる。

新しい電池の電極では、CNT、すなわち炭素原子シートが細い管状に巻き上げられた、高純度な炭素の単原子から成る炭素の一形態が「自己集合」し、その構造は、ナノスケール(10億分1メートル)で強固に結合された多孔質となっている。また、CNTの表面には、

多数の酸素基があるため、リチウムイオンを多量に貯留できる。この特性によりCNTは、リチウム電池で初めて、負極のみならず正極としても機能できるようになるのである。

この「静電的な自己集合プロセスが重要なのだ」とハモンド氏は説明する。これは、表面のCNTは通常凝集する傾向があり、反応のための露出表面がほとんど残らないという問題があるからである。ところが、有機分子をCNTの表面に付加すると、「多数のCNTがそのままの状態で、高い気孔率を有するように集合するのだ」とハモンド氏は述べる。

強力かつ安定した出力の追求

「新しい材料を用いたリチウム電池は、超高出力の電力を瞬時に提供できるキャパシタの特性や、低出力の電力を安定的に長時間提供できるリチウム電池の特性など、両方の利点をいくつか示している」とリー氏は述べる。同研究チームによると、この新しい電極材の単位質量あたりのエネルギー出力は、従来のキャパシタの5倍で、総電力供給率は、リチウムイオン電池の10倍であることが明らかになった。これは、電極内のイオンや電子の高伝導性、CNT表面にリチウムが効率的に貯留されることに拠るものである。

このような高出力の電力量が得られることに加え、CNTの電極は、長時間にわたり高い安定性を示した。テスト用電池で充放電を1,000サイクル繰り返した後でも、この材料の性能に変化はみられなかったのである。

このチームが作った電極の厚みは最大数ミクロンで、高出力時にのみ、エネルギー供給の改善が見られた。同チームは今後の研究で、より厚みのある電極を作り、低出力性能の改善も目指している。この電極材を現在の形状で利用すれば、小型の携帯用電子機器向けの用途が考えられるとシャオホン氏は述べるが、報告された高出力性能が、はるかに厚い(数ミクロンではなく何百ミクロンの厚み)形状でも実証された場合には、最終的に、ハイブリッド車などのその他の用途向けにも利用されるようになるかもしれない。

この電極材の作成方法は、基板を2種類の溶液に交互に浸漬するというものであるため、比較的多くの時間を要する。しかしハモンド氏は、帯状の動くリボン上に、交互に正負の溶液を吹き付けるという、自らが開発中の技術を用いれば、この問題を改善できるかもしれないと述べる。この方法は、最終的に、商業生産向け量産にも対応できるまでにスケールアップされ、今後の連続製造工程への可能性の扉を開くかもしれない。「今後見込まれる電極の厚みに限界はない。唯一限界があるのは、電極層の作成に要する時間である。この吹き付け技術を用いれば、従来の交互浸漬法よりも最大100倍も速く作成できる可能性がある」とハモンド氏は述べる。

リー氏は、「CNTはこれまで少量限定生産されてきたが、現在では多くの企業がこの材料を量産へとシフトアップしており、これにより大型電池を製造できるようになるかもしれない」と述べる。

ドレクセル大学、材料科学部教授のユーリ・ゴゴツィ(Yury Gogotsi)氏は、「これは大きな成果である。なぜなら、ポータブル電子機器の電源用や、身につけて持ち歩くことができるウェアラブル電子機器用では、薄膜形状のエネルギー貯蔵のニーズがあるからだ。バッテリーと電気化学キャパシタ間の性能のギャップを埋めることは、重要な課題であり、MITの研究グループは、この方向性において重要な一歩を踏み出したのだ」と述べた。

「不確かな点はあるものの、この記事に公開された電気化学性能データは、パッケージングされていない比較的薄膜のものみに有効であるかもしれない」とゴゴツィ氏は述べ、測定結果は、電極を個別に測定したものであり、複数の部品と外部容器を伴った電池全体を測定した場合には、違う結果になるかもしれないと指摘する。また、「提案された方法が、ハイブリッド車、電気自動車、風力発電機等に使用される機器に用いられている、はるかに厚みの大きい従来の電極にも適用できるかという疑問は残るが、この新システムが、そのようなより厚みのある電極でも機能するということが分かれば、この研究の重要性は、劇的に高まるだろう」と付け加える。

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 原田 玲子）

出典：

“Enhancing the power of batteries”

<http://web.mit.edu/newsoffice/2010/batteries-nanotubes-0621.html>

(Copyright MIT News Office)

Used with Permission from MIT

Credit: David L. Chandler (MIT News Office)

エネルギースターが自動車工場のエネルギー効率改善を促進（米国）

デューク大学ニコラス環境政策ソリューション研究所（Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions at Duke University）の最近の報告によると、米国環境保護庁（Environmental Protection Agency：EPA）のエネルギースター・プログラム^{注1}により自動車製造産業のエネルギー効率が改善され、化石燃料消費が12%減少し、二酸化炭素（CO₂）換算で70万トンを超える温室効果ガスの排出量が削減された。気候変動との闘いに一役買うこの排出量削減は、8万世帯以上の年間消費電力量に相当する温室効果ガス排出量である。

同報告書（米国の自動車組立工場のエネルギー効率改善の評価^{注2}）はEPAのエネルギー管理戦略、特にパフォーマンス測定的重要性とトップ・パフォーマンスの評価を支持している。また、パフォーマンスが最も優れた工場とその他の工場との間のギャップが狭まってきていること、業界全体のパフォーマンスが改善されたことを明らかにしている。

このエネルギー管理アプローチの骨格となっているのが、自動車組立工場のエネルギースター・エネルギーパフォーマンス指標（Energy Performance Indicator：EPI^{注3}）である。同指標により業界は、工場のエネルギーパフォーマンスを同業者間で経時的に、基準に従い評価（ベンチマーク）することができる。エネルギースターのEPIは、他の20以上の業界ですでに利用されているか、または策定中である^{注4}。EPAはこうした業界全体で、60近い製造工場を（エネルギー効率が優れているとして）エネルギースター・ラベルにより認定している。これは、年間5億ドル以上の節減と600万

^{注1} 正式名称「国際エネルギースター・プログラム」は国際的な省エネルギー制度である。1992年にエネルギー効率の高い製品を普及するため、EPAと米国エネルギー省の共同プログラムとして発足した。現在では日本を含め、世界7カ国・地域で実施されており、OA機器、住宅用冷暖房機器、照明機器、家電製品、新築住宅、商業・工業ビルなども対象になっている。省エネ性能の優れた上位25%の製品が適合となるよう基準が設定され、この基準を満たす製品には「国際エネルギースター・ロゴ（ラベル）」の使用が認められている。（参照：<http://www.eccj.or.jp/ene-star/prog/point.html>、http://www.energystar.gov/index.cfm?c=about.ab_history）

^{注2} Assessing Improvement in the Energy Efficiency of U.S. Auto Assembly Plants
（参照：http://nicholas.duke.edu/institute/Duke_EE_WP_10-01.pdf）

^{注3} EPIは国勢調査局（Census Bureau）から提供された非公開データを基に、デューク大学の支援の下、EPAにより開発された。国内の同業他社と比較し、その工場がどのくらい効率的にエネルギーを使用しているか評価するための重要な管理ツールである。

（参照：http://www.energystar.gov/index.cfm?c=in_focus.bus_industries_focus）

^{注4} EPIは現在、以下の産業で利用されている：セメント製造産業、容器ガラス製造工場、トウモロコシ精製産業（Corn Refining）、板ガラス製造工場、冷凍フライドポテト加工工場、ジュース加工工場、動力車製造産業、製薬産業。

（参照：http://www.energystar.gov/index.cfm?c=in_focus.bus_industries_focus）

トン以上のCO₂削減が達成されたことを表している。

米国の産業部門は国内のエネルギー消費の30%以上を占めている。EPAの予測によると、産業施設のエネルギー効率が10%改善された場合、米国にとり約200億ドルの節減になり、2,200万世帯以上の年間消費電力量に相当する温室効果ガス排出量の削減になる。十数以上の製造業界の、何百もの企業が強力なエネルギー管理プログラムの開発、自社工場でのエネルギースター・ラベルの獲得、そしてエネルギー効率改善での画期的躍進を目指し、EPAのエネルギースター・プログラムに取り組んでいる。

同報告書は下記ウェブサイトから参照できる：

http://www.nicholas.duke.edu/institute/Duke_EE_WP_10-01.pdf

エネルギースターと自動車製造産業の取り組みについての詳細は、下記ウェブサイトから参照できる：

http://www.energystar.gov/index.cfm?c=industry.bus_industry

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 飯塚 和子）

出典：

“Energy Star Helps Auto Plants Improve Energy Efficiency”

<http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/d0cf6618525a9efb85257359003fb69d/f219137b4be109428525774a006086cb!OpenDocument>

【ライフサイエンス】ナノ細孔 DNA シーケンス 血液診断

ナノ細孔の医療への応用に光明（米国）

米国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology: NIST）の科学者チームは、数千の疾病マーカーや健康に関する他の化学指標をスキャンできる、迅速な血液診断テスト法の開発に一步近づいた。同チームは論文^{注1}の中で、ナノ細孔（nanopore、ナノポアともいう）が発生させた電気信号の解読方法を発見したと報告している。ナノ細孔とは、人工的な細胞膜の中にある、幅が2ナノメートルにも満たない「ゲート（gate：門）」のことである。

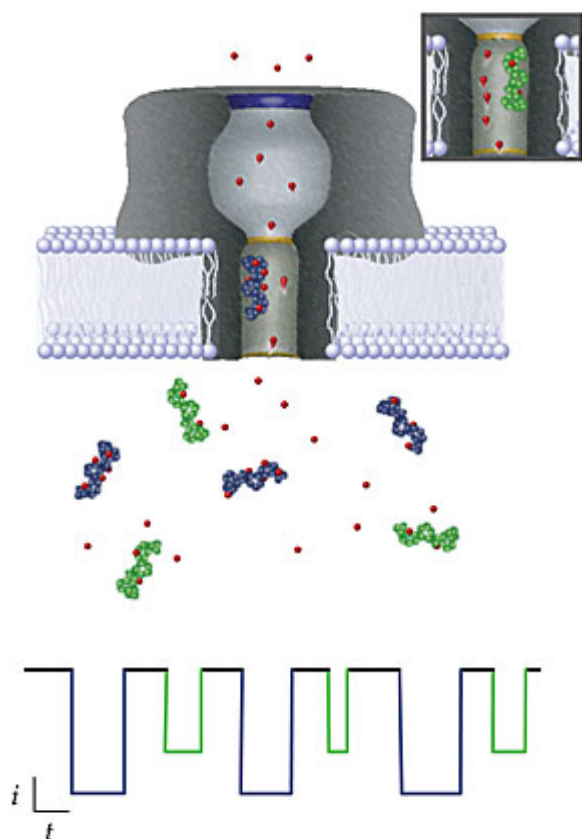
ナノ細孔は、それ自体新しいものではない。科学者たちは、遺伝子の配列を決定する（DNA シーケンス）過程で、ナノ細孔を用いて電気信号を探知することにより一本鎖DNA(single-stranded DNA)の特性を明らかにできないかどうか10年以上研究してきた。最近になって、NISTの科学者たちは、人体が作り出す2万以上のタンパク質のそれぞれを同定、定量化、特徴付けする際に、ナノ細孔を利用できないかどうか関心を寄せるようになった。これが実現すれば、ある患者の任意の瞬間における健康状態全般のスナップ写真を撮ることができるようになるのである。しかし、ナノ細孔は、一度に一つの分子を通過させられるものの、何の分子が通過したかを特定するのは容易なことではなかった。

ナノ細孔を通過することができる各種分子のサイズや塊を判別する方法^{注2}を過去に開発していたNISTチームのメンバーたちは、この問題に取り組むために、ナノ細孔を通過するそれぞれの分子がナノ細孔とどのように相互作用するかという疑問について答えを見出したのである。彼らの新理論モデルは、ナノ細孔が実際に分子をどのように解析しているかについて物理（的作用）と化学（的作用）から説明しているが、これは、ナノ細孔の医療分野での利用を促進する可能性がある知見なのである。

「この研究により、ナノ細孔を医療上の有力な診断ツールにするという目標の実現に一步近づく。そして、何の分子がナノ細孔を通過したかを読み取ることができる『ロゼッタストーン（問題解決の手がかりとなる重大な発見）』を得るようなものなのだ」と、NISTの半導体電気部門の同僚であるJoseph Robertson氏およびJohn Kasianowicz氏とともに研究に取り組んだJoseph Reiner氏が語った。

^{注1} J.E. Reiner, J.J. Kasianowicz, B.J. Nablo, and J.W. F. Robertson. Theory for polymer analysis using nanopore-based single-molecule mass spectrometry. Proceedings of the National Academy of Sciences, Published online on June 21, 2010, doi: 10.1073/pnas.1002194107

^{注2} http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tb2007_0510.htm#nanopore



ナノ細孔を通過する各分子は、膜の中を流れるイオンの流れの変化(ナノ細孔によって引き起こされる)をモニタリングすることにより特定される。異なる分子(紫色および緑色の物体)がナノ細孔に入ると、分子の大きさや、その分子が近隣のイオン(赤い点)を惹きつける能力に応じて、それぞれ一定量および一定時間(下のイオンの流れの図に、対応するカラースキームで示されている)イオンの流れを減少させる。NISTのモデルを利用することにより、この情報を得ることができる。このことは、医療分野に応用する際に、バイオマーカーの特定、特徴付けに使用することができるということである。

Credit: NIST

この新方法を利用することにより、チームは、特定の種類の大きな分子がナノ細孔を通過するときの(分子とナノ細孔との)相互作用をかなりの精度でモデル化することに成功した。その分子とは、さまざまな長さの鎖を形成することがよく知られているポリマー、すなわちポリエチレン・グリコール (polyethylene glycol: PEG) である。

「PEGの鎖は非常に長いこともあるが、個々の結びつきは非常に小さい。新方法の開発は有意義な試験だった。というのも、われわれは、原子2~3個分だけ長さの違うほぼ同じ大きさの二つの分子をナノ細孔が区別できるかどうか確認したかったからだ」とKasianowicz氏が述べた。

研究チームの装置は、大きさの異なるPEG鎖を容易に区別することができた。彼らは、「さらに研究すれば、開発したPEG-ナノ細孔相互作用と呼ぶモデルを用いて、数多くの異なる分子を迅速に測定するための極小センサーを製作することも可能だ」と考えるようになった。「われわれは、多数のナノ細孔から成る配列を作ることができるかもしれない。各々のナノ細孔は特定の物質を測定する。それぞれのナノ細孔はとても小さいので、体内

のあらゆるタンパク質を測定できる配列も非常に小さいと考えられる」Kasianowicz 氏はこう話した。

翻訳： NEDO（担当 総務企画部 吉野 晴美）

出典：NIST Team Advances in Translating Language of Nanopores
(http://www.nist.gov/eeel/semiconductor/nanopores_062310.cfm)

【電子・情報通信技術】ナノ回路 グラフェン シリコン

ナノ回路にグラフェンを - シリコンに代わる新素材に挑む科学者(米国)

グラフェン上のナノ回路構築に向け、科学者が突破口を開いた。グラフェンは、トランジスタを形成するブロックであるシリコンに取って代わる新材料として、最も有望な候補として広く認識されている。彼らは、還元型酸化グラフェンの電子特性をナノスケールで調整し、熱化学ナノリソグラフィ(thermochemical nanolithography: TCNL)を基に、ナノワイヤの回路を作るためのシンプルかつ迅速なワンステップ・プロセスを考案した。これにより、絶縁体であるグラフェンから導電体へと転換が可能になる。

この技術は、さまざまな形態のグラフェンで利用でき、これは、グラフェン・エレクトロニクス分野の発展にとって重要な発見になるようとしている。この研究結果は、2010 年 6 月 11 日にサイエンス誌(the journal Science)に発表された。

ナノ回路の研究を行う科学者がグラフェンの研究に熱心な理由は 2 つある。第 1 には、グラフェンの場合、シリコンよりも電子が移動する際の抵抗が少ないこと、第 2 には、今日のシリコントランジスタは、物理法則で、これ以上小さくならないほどに小さいということである。またグラフェンは、厚みが 1 原子分の炭素シートであるという優位性を持っている。グラフェンのナノ電子の移動速度はシリコンに比べて速く、消費電力も少なくなり得るが、そのような再現可能かつ張性をもつ方法で、グラフェンナノ構造体を作る方法を誰も知らなかった。

「我々は、原子間力顕微鏡チップを用いて、絶縁体である酸化グラフェン(グラフェン薄片と様々なエピタキシャル成長膜の両方)を局所的に加熱することで、12 ナノメートルまでのサイズのナノワイヤを描くことが出来るということを実証した。また、それらの電子特性を調整し、4 桁まで伝導率を高めることができる。しかもチップの消耗もサンプルの破損もみられない」と、ジョージア工科大学物理学部(School of Physics at the Georgia Institute of Technology)の助教授、Elisa Riedo 氏は述べる。

マクロスケールでは、大型の加熱炉を用いて、絶縁材料からより伝導率の高いグラフェン状材料へと、酸化グラフェンの伝導率を変えることは可能である。研究チームは、ナノスケールで TCNL を用いて還元型酸化グラフェンの温度を上げることで、グラフェン状ナノ回路の配線に成功した。また彼らは、この還元型酸化グラフェンが 130 に達すると、さらに伝導率が高まることを発見した。

「この試みが素晴らしいのは、絶縁体サンプルを伝導ナノワイヤに変えることのできる、シンプルかつ強力で、再現可能な技術を我々が考案したということだ。これらの特性は、生産力のある技術を保証するものである。」と、ワシントン D.C.の海軍研究試験所の表面・ナノ科学・センサー技術部(Surface Nanoscience and Sensor Technology Section at the Naval Research Laboratory)のポール・シーハン部長は述べる。

研究チームは、炭化ケイ素から作ったものと、グラファイト粉末で作ったもの、2種類の酸化グラフェンについて評価を行った。

「この研究のポイントは3つある。まず1番目は、この全プロセスが、ナノヒーターをただ当てるだけの1ステップで、絶縁材料である酸化グラフェンを機能性電子材料に変えることができるということ。2番目に、どのタイプのグラフェンも同じ動きをするという我々の見解、そして3番目に、配線処理速度が極端に速い技術であるという点である。これらのナノ構造は、高速合成が可能であり、ナノ回路設計を試みるエンジニアにとって非常に有用と思われる。」と、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校の機械科学・工学学部(Mechanical Science and Engineering department at the University of Illinois at Urbana-Champaign)の助教授、ウィリアム P. キング氏は述べた。

「このプロジェクトは、エピタキシャル・グラフェン電子工学が可能にする新技術の非常に良い例である。酸化グラフェンをグラフェンにするという単純な変換は、伝導性ワイヤを作る、重要かつ迅速な方法である。この方法を使えば、フレキシブルなエレクトロニクスのみならず、将来的には生体適合性のあるグラフェン・ワイヤを使用して、1個の生体細胞から送られる電気信号を測定することも将来可能になる。」と、エレクトロニクス分野でのエピタキシャル・グラフェンの利用を初めて提案した、ジョージア工科大学物理学部(Georgia Tech's School of Physics)の指導教授 Walt de Heer 氏は述べた。彼の研究は、2年前の材料研究科学工学センター(Materials Research Science and Engineering Center)の設立につながった。

この研究はジョージア工科大学、米国海軍研究試験所、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校による共同研究である。この研究チームのメンバーは、以下の通り。Zhongqing Wei, Debin. Wang, Suenne Kim, Soo-Young Kim, Yike Hu, Michael K. Yakes, Arnaldo R.Laracuente, Zhenting Dai, Seth R. Marder, Claire Berger, Walter A. de Heer

翻訳：NEDO (担当 総務企画部 原田 玲子)

出典：

“Scientists Strive to Replace Silicon with Graphene on Nanocircuitry”

<http://www.gatech.edu/newsroom/release.html?nid=58002>

【地球温暖化】 二酸化炭素回収・貯留 (CCS)

二酸化炭素回収・貯留の研究開発動向（世界）

本稿では、表題に関して米国ストラテジック・ビジネス・インサイト社(SBI: Strategic Business Insights, Inc.)のレポートを翻訳して紹介する。

目 次

はじめに

1. 技術の現状
2. 技術促進の要因
3. CCS に関する世界の政策
 - 3.1 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)
 - 3.2 クリーン開発メカニズム(CDM)
 - 3.3 国際連合工業開発機構(UNIDO)
 - 3.4 国際エネルギー機関(IEA)
 - 3.5 炭素隔離リーダーシップフォーラム(CSLF)
 - 3.6 クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ(APP)
 - 3.7 欧州
 - 3.8 各国の状況
 - 3.8.1 英国
 - 3.8.2 米国
 - 3.8.3 オーストラリア
 - 3.8.4 カナダ
- 4 世界の CCS プロジェクト
 - 4.1 米国
 - 4.2 欧州
 - 4.3 オーストラリア
 - 4.4 プロジェクト情報のサイト
- 5 研究開発

はじめに

二酸化炭素(CO₂)回収・貯留(Carbon capture and storage: CCS)は、大気中に放出される CO₂ の回収、輸送、長期貯留から成る。この CO₂ の回収、輸送、貯留という 3 つの主要な工程には、さまざまな技術が使用される。これらの技術の詳細については、2009 年の弊社の報告書で参照できる^{注1}。

簡潔に述べると、燃焼前回収(pre-combustion)、燃焼後回収(post-combustion)、酸素燃料による燃焼からの回収(oxy-fuel combustion)といった技術工程が、純度の高い CO₂ の生成を目的に開発されており、一方、CO₂ の地中隔離や、さまざまな水深での海洋貯留、鉱物による貯留の方法が研究されている。そして、発電所で回収された CO₂ の輸送を行う際の主な技術的オプションには、陸上パイプライン、海底パイプライン、船舶輸送、鉄道やタンクローリーによる輸送の 4 つがある。

1. 技術の現状

CCS は、その有効性が証明されている技術であり、CCS の各工程は、ノルウェイ、米国、カナダなどの国々で、長年にわたりさまざまな産業用途で実施されてきた。例えば、燃焼排ガスからの CO₂ の分離を可能にする技術は、工業用ガスの純度を高めるために使用されている。しかし、アンモニアの製造施設や天然ガス処理工場などで発生した CO₂ は、今もなお大気中に放出され続けている。貯留という特定の目的のために CO₂ 分離技術が使用されているケースが、数カ所に見られる。今日まで、回収技術のいくつかは、燃焼排ガスから商業的に十分な量の CO₂ を取り出すために使用されてきた。今のところ、大規模な CO₂ 排出源のみが、CO₂ の回収および貯留に適しているといえる。

2. 技術促進の要因

炭素回収・貯留協会(The Carbon Capture and Storage Association: CCSA^{注2})は、CCS が世界の気候変動に対抗する第一の解決策であるとは考えていない。CCSA は、気候変動問題に対抗するには、再生可能エネルギー、エネルギー効率、原子力発電、CCS など、多数の技術的アプローチが今後必要になると考えているが、CCS なくしては気候変動の脅威

^{注1} 下記のサイトで参照できる。

NEDO 海外レポート NO.1042

「CO₂ 回収・貯留(CCS)関連の政策および技術動向(世界) (第 1 回 概要)」

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1042/1042-01.pdf>

NEDO 海外レポート NO.1043

「CO₂ 回収・貯留(CCS)関連の政策および技術動向(世界) (第 2 回 米国・オーストラリア・欧州)」

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1043/1043-08.pdf>

^{注2} CCSA: CCS ビジネスを推進し、二酸化炭素排出量を削減する手段としての CCS の長期的な規制枠組みの構築に向けて、英国、欧州連合(European Union: EU)をはじめ、国際的な政策の策定を支援するグループ。

に対処はできないとも考えている。これは、CCS が大気中の CO₂ 総排出量の削減に即効性を持ち、また早急な気候変動対策が必要であると CCSA が確信しているからである。

CCS は、世界が低炭素経済に移行できる方法を提供し、世界のエネルギー供給において、石炭が引き続き主要な役割を演じることを可能にすると見込まれる技術である。予測可能な未来には、化石燃料の需要が減る兆候は見られない。そして、CCS の導入により、CO₂ が排出されることなく化石燃料を使用できるようになるのである。このように、今日のエネルギー源を引き続き利用することは、急速な経済発展によりエネルギー消費が急増し、その大半を化石燃料が占める中国やインドなどの新興諸国にとっては、特に重要なことである。世界は低炭素なエネルギー源へと移行しつつあるが、それでもなお CCS は、従来のエネルギー源から排出される CO₂ の削減に役立つだろう。

次の項目に該当する国にとって、CCS は、有望な選択肢のひとつである。

- 大規模な CO₂ 発生源になっている(回収に適している)
- 貯留場所になりうる場所がある
- 油田やガス田での (CO₂ 注入) 経験がある
- 温室効果ガス削減目標達成のため CO₂ 削減に取り組む必要がある

詳細情報については、以下のサイトから参照できる。

http://unfccc.int/essential_background/library/items/3599.php?rec=j&preref=500004794#beg

今日の経済では、排出権取引を行う方が、CO₂ の回収・貯留を行うよりもコストが安くなる。国連気候変動枠組み条約(UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change)では、危険な気候変動を回避できるレベルまで、大気中の温室効果ガスの濃度を地球規模で安定させることを目指している。UNFCCC の京都議定書では、先進諸国の CO₂ 排出量の削減目標が、2008~2012 年の期間を対象に設定された。また、2009 年 12 月にコペンハーゲンに於いて開催された COP15(Copenhagen Climate Change Summit ^{注3})で、特にオーストラリアとサウジアラビアは、今後結ばれる気候変動に関する取り決めでは、CCS が中心的な CO₂ 削減技術として認められなければならないと主張した。

日本で開催された 2008 年の北海道洞爺湖サミットにおいて、G8 諸国は、「2010 年までに世界全域で開始される大規模な CCS 実証プロジェクト 20 件を立ち上げる」という、国際エネルギー機関(International Energy Agency: IEA)と炭素隔離リーダーシップフォーラム(CSLF: Carbon Sequestration Leadership Forum)の勧告を支持する旨を表明した。現在進行中の CCS プロジェクトは 7 件、また、計画中のプロジェクトは 55 件あり、これ

^{注3} 気候変動枠組条約第15回締約国会議

らは 2009～2020 年の間に稼働開始される予定である。現在進行中あるいは計画中の商業規模の CCS 統合プロジェクトでは、1Mtpa^{注4}以上の CO₂ が貯留される予定である。2009 年 5 月、Global CCS Institute(GCCSI)は、Schlumberger 社、Baker & McKenzie 社、および Electric Power Research Institute (EPRI)で構成される WorleyParsons 率いるグループに対し、世界の CCS の状況についての分析を委託した。このグループが提出した報告書「世界の CCS の現状に関する戦略的分析/Strategic Analysis of the Global Status of Carbon Capture and Storage」は、これから取り組むべき課題や、埋めるべき現状とのギャップの多くが、個々のプロジェクト推進派が解決できる範囲を超えていることを示している。世界 CCS 研究所(Global CCS Institute: GCCSI^{注5})は、この分野の他の大手機関と協力してこれらの課題の解決を早めることができる。しかし、この報告書は、世界各国の政府から支援を取り付けるよう勧告している。この報告書は、有益な情報源であり、以下のサイトより参照できる。

<http://www.globalccsinstitute.com/downloads/Status-of-CCS-WorleyParsons-Report-Synthesis.pdf>

CCS の効率を向上させるため、各国は、パイロットプラントや実証プラント、ガス分離に使用する膜材の改良など、研究開発に資金を投じている。フルスケールの CCS 統合プロジェクトがより多く稼働する上で最大の障害となるのは、財源であると考えられている。

3. CCS に関する世界の政策

3.1 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)

2009 年以降、気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)は CCS に関する特別報告書を更新発行していない。同報告書には、気候変動に関する科学的証拠がまとめられている。この報告書は、30 カ国を超える国々の 100 名以上の科学者によって執筆され、専門家や政府機関によって査読されたものである。これには、CO₂ の回収や輸送、および海底、鉱物、地層への貯留、あるいは産業工程における CO₂ 利用の技術がまとめられている。この IPCC の特別報告書は、ウェブサイト^{注6}よりダウンロードできる。

3.2 クリーン開発メカニズム(CDM)

京都議定書の主要な特徴は、各国に温室効果ガスの排出量の制限または削減を求めたこ

^{注4} Metric tons per annual

^{注5} CCS プロジェクトを推進する国際的な組織

^{注6} www.ipcc.ch

とである。ここには、市場ベースの 3 つのメカニズム(排出量取引^{注7}、クリーン開発メカニズム^{注8}、共同実施^{注9})があり、これにより民間部門や発展途上国が、CO₂ 排出量の削減に貢献できる。CCS は、このクリーン開発メカニズムの一部なのである。これらに関する討議内容は、以下のサイトより参照できる。

<http://cdm.unfccc.int/about/ccs/index.html>

3.3 国際連合工業開発機関(UNIDO)

2010 年 2 月、国際連合工業開発機関(United Nations Industrial Development Organisation : UNIDO)は、産業プロセス向けに、地球規模での CCS 技術ロードマップを作成した。この 50 万ユーロ(EUR)のプロジェクトは、ノルウェー石油エネルギー省と世界 CCS 研究所(GCCSI)との協力で進められ、国際エネルギー機関(IEA)と IEA 温室効果ガス研究開発プログラムとの連携で遂行され、2010 年末には完了するものと見込まれている。また、パートナーの手法や経験の情報に基づき、プロジェクトの利害関係者に対し、産業用途の CCS 貯留について 2050 年までの展望を示す。このロードマップは、政策決定者と投資家に CCS の可能性を知らせるのに役立ち、また、これを実現するために到達しなくてはならない実用的なマイルストーンについての洞察を与えることができる。全体的に見てこのプロジェクトは、主要な産業分野における CCS の現状を評価し、これらの分野に必要な規模で CCS を適用するための道筋を明らかにするものである。

IEA 事務局長の田中伸男氏は、こう述べる。「2050 年に必要と推定されるプロジェクトは 3,400 件ある。我々の気候変動対策目標を達成するためには、政府と産業界が今行動を起こし、これらの CCS プロジェクトの実証から商業化に至るまでの過程を加速する必要がある。この先の 10 年が、CCS が成功するか失敗するかの分かれ道となる重要な時期であると我々は確信している。IEA はこのロードマップへの貢献を厭わない。なぜならこのロードマップは、温暖化ガスを多量に排出する産業部門や急速に成長する経済圏における問題解決の手段として、CCS 技術を進展させるために必要な行動を明らかにするものだからである^{注10}。

3.4 国際エネルギー機関(IEA)

^{注7} 国や企業毎に温室効果ガスの排出枠(キャップ)を定め、排出枠を下回った国や企業と、排出枠をオーバーした国や企業との間で、排出量を取引(トレード)する制度。

^{注8} 先進国が発展途上国と共同し、発展途上国において温室効果ガス排出量の削減、または吸収量を増加する事業を実施した結果、削減できた排出量の一部を先進国の温室効果ガス排出量の削減分に充当できる制度。

^{注9} 先進国がほかの先進国と共同して、温室効果ガス排出量を削減する事業、または吸収量を増加する事業を実施した結果、削減できた排出量を、それぞれの国の温室効果ガス排出量の削減分として再配分することができる制度。

^{注10} [http://www.unido.org/index.php?id=7881&tx_ttnews\[tt_news\]=444&cHash=2e3e3e65dc](http://www.unido.org/index.php?id=7881&tx_ttnews[tt_news]=444&cHash=2e3e3e65dc)

国際エネルギー機関(IEA)の CCS プロジェクト^{注11}など、グローバルな情報および連携が存在する。この国際協力は、CCS に関連するリソース^{注12}を提供し、研究、開発、実証の目標を明確化するのに役立つ。このサイトには、世界の進行中のプロジェクト、および完了したプロジェクトのデータベースがある^{注13}。プロジェクトには、CO₂回収商業プロジェクト(CO₂ capture commercial projects)、CO₂回収研究開発プロジェクト(CO₂ capture R&D projects)、CO₂の地中貯留の実証および研究開発プロジェクト(CO₂ geological storage demonstration and R&D projects)、CO₂深海貯留研究開発プロジェクト(Deep Ocean Storage R&D projects)がある。世界各地で現在進行中の CO₂ 実証プロジェクトを示す世界地図は、以下のサイトから参照できる。

<http://www.co2crc.com.au/demo/worldprojects.html>

3.5 炭素隔離リーダーシップフォーラム(CSLF)

炭素隔離リーダーシップフォーラム(CSLF: Carbon Sequestration Leadership Forum)は、閣僚級の国際気候変動イニシアティブであり、CO₂の輸送と安全な長期貯留のために、コスト効率面を改善した CO₂の分離回収技術の開発に焦点を置いている。このプログラムにより、世界中どこからでも情報入手が可能になり、開発を早めることができる。米国の研究者は、アルジェリアのインサラール(In Salah)プロジェクトやカナダのウェーバーン(Weyburn)プロジェクトのみならず、オーストラリアのオットウェイベイスン(Otway Basin)プロジェクトや EU が資金提供する CO₂SINK プロジェクトのようなイニシアティブにも関わっている^{注14}。

3.6 クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ(APP ^{注15})

オーストラリア、中国、日本、インド、韓国、米国は、「クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ」のメンバーである。このパートナーシップにより、この地域の主な発展途上国や先進国が結集され、経済発展を促進し、貧困を減らすために策定した方法で、気候変動、エネルギー安全保障、大気汚染の課題に取り組む^{注16}。

3.7 欧州

2008 年 12 月、欧州連合(European Union: EU)は、発電所に CCS 機能を導入すること

^{注11} www.co2captureandstorage.info

^{注12} 資金、人材、技術、モノ、場所などを含む総合的な概念。

^{注13} <http://www.co2captureandstorage.info/search.php>

^{注14} <http://www.cslforum.org>

^{注15} 2005 年 7 月 28 日にアメリカ、オーストラリア、中国、インド、韓国及び日本が参加して発足した環境問題、特に温暖化に対処するための枠組み。

^{注16} <http://www.app.gov.au/>

などを盛り込んだ包括法案^{注17}に合意した。これから新しく作られる石炭火力発電所にはすべて、2020 年までに CCS 技術を取り入れ、また、既存の発電所についても今後改良を行うべきである。EU は、各国政府が CCS 実証プラント 10～12 件の建設を助成することにも合意した。欧州の CCS 法に関する詳細情報は、以下のサイトから参照できる。

<http://www.euractiv.com/en/climate-change/carbon-capture-storage/article-157806>

3.8 各国の状況

各国もまた、それぞれの CCS 法を定めている。「The UCL Carbon Capture Legal Programme (ロンドン大学ユニバーシティ・カレッジ(UCL)二酸化炭素回収法律プログラム)」のウェブサイトでは、CCS 関連の法的な問題や規制上の問題に関する最新のリソースが、誰でも無料で閲覧できるようになっており、関連する政策に関する資料も参照できる^{注18}。UCL では、ニューヨーク大学ロースクールの「環境および土地使用法に関するグアリーニセンター(Guarini Centre for Environmental and Land Use Law)」と協力して、地球規模で CCS の法的問題を考えるシンポジウム、「Global Legal Symposium on Carbon Capture and Storage (CCS)」を主催した(2010 年 3 月、ニューヨーク)。世界トップレベルの CCS に関する規制および政策の専門家は、CCS 技術の効果的な展開を確実に進めるため、今なお取り組みが必要な各国間の主な法律のギャップや障害のみならず、世界中で策定が進められている CCS に固有の法律や規制について話し合った。このシンポジウムがこれらに特別に焦点を当てることで、現行の CCS 規制の形態と、米国、欧州、オーストラリアで新しく開発されつつある規制の形態の比較分析が可能になるだろう^{注19}。

英国、米国、オーストラリア、カナダの国別の法律は、以下のサイトより参照できる。
<http://www.ucl.ac.uk/cclp/ccsdedlegnatoverview.php>

3.8.1 英国

「2008 年エネルギー法(Energy Act 2008)は、現在のところ、CCS を扱う英国唯一の法律である。この法律で、CO₂ の海底貯留の認可に関する規制の枠組みが設定され、その詳

^{注17} この包括法案は、「気候変動・エネルギー包括法案」と呼ばれる。以下の 4 つの法令で構成され、また、同時に承認された二つの法令により補完されている。EU の排出量取引制度(EU ETS: EU Emissions Trading System)の改訂に関する指令、EU ETS の非対象部門からの排出量について、法的拘束力のある国別目標の設定を行う、共同分担(Effort sharing)の決定(Decision)、欧州のエネルギー構成における再生可能エネルギー源の比率を増加させるために、法的拘束力のある国別目標を設定した指令(Directive)、安全で環境に優しい CO₂ 回収・貯留(CCS)技術利用のための、法的枠組みの策定に関する指令、および

(1) 新車から排出される CO₂ 量の削減を定めた規則(Regulation)、(2) 燃料品質指令(Fuel Quality Directive)の改正。(参照:「EU が気候変動・エネルギー包括法案を正式採択」、NEDO 海外レポート 1045 号、2009 年 6 月 3 日、(<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1045/1045-12.pdf>))

^{注18} <http://www.ucl.ac.uk/cclp/>

^{注19} <http://www.ucl.ac.uk/cclp/ccsprojectnews.php>

細については、規制という形で近々に提供される^{注20}」

2009 年 11 月 19 日、英国の新エネルギー法案(UK Energy Bill)が発表された。この法案には、商業規模の 4 件の CCS 実証プロジェクトを財政面で支援する方法が含まれている。これらのプロジェクトでは、電力供給業者が英国ガス電力市場局(Office of Gas and Electricity Markets : Ofgem) に対し資金拠出を行っている。配電システムは、Ofgem とプロジェクトのオペレーター間の契約に基づき運営されている。このシステムのメカニズムやその規制に関する協議は 2010 年半ばに開始され、この CCS のインセンティブメカニズムは 2011 年 4 月までに運用可能になる^{注21}。

「北東イングランドで事業を運営する地域開発公社の One North East はこのほど、この地域で CCS クラスタ^{注22}開発を行うという提案を発表した。このプロジェクトには、ティーズバレー(Tees Valley)のエストングランス(Eston Grange)に新しい CCS 発電所を建設することや、ノーザンバーランド(Northumberland)のラインマウス(Lynemouth)にあるリオ・ティント・アルキャン(Rio Tinto Alcan)発電所を部分的に改造することが含まれる。このプロジェクトにおける CO₂ の初期の回収可能量は、一年あたり最大 750 万トンと予測されており、これらは北海の枯渇油田に貯留されることになる。このプロジェクトは専用の基金からの助成対象となっており、この CCS クラスタのプロジェクトは、2015 年までに稼働開始することが期待されている^{注23}」

スコットランドには、英国初の CCS 実証試験場がファイフ(Fife)のロンガネット(Longannet)にあり、2009 年 5 月、この場所で CO₂ 回収を開始し、2014 年までに CCS 実証の全工程の完了を目指す^{注24}。2010 年 3 月、スコットランド政府は、Scottish Enterprise (スコットランド開発公社^{注25}) と協力して「二酸化炭素回収・貯留—スコットランド向けロードマップ」を発表した。このロードマップはスコットランドの CCS に関する戦略を表しており、北海の潜在的な CO₂ 貯留能力を測る調査に資金を投じ、スコットランド炭素貯留センターへの資金援助も行う。北海で CO₂ を貯留できる場所を特定するための研究費として、75,000 ポンドが同センターに分配されたほか、CCS 向けに産業界の諮問グループを設立する提案がまとめられた。スコットランドは、CCS プロジェクト向けの規制のフレームワークを作る計画をしている。このロードマップは、以下のサイトより参照できる。
<http://scotland.gov.uk/Topics/Business-Industry/Energy/Infrastructure/Energy-Consen>

^{注20} <http://www.ucl.ac.uk/cclp/ccsoffnational.php>

^{注21} <http://www.ucl.ac.uk/cclp/ccsnews.php?rn=804>

^{注22} ブドウの房のように、企業・研究機関等を組み合わせたもの。米国の経営学者マイケル・E・ポーターが提唱した考え方で、「特定の分野において、関連企業、専門性の高い供給業者、サービス提供者、関連機関(大学、研究機関、規格団体、インキュベータ、ベンチャーキャピタルなど)が地理的に集結し、競争しつつ有機的に連携し合っている状態」をいう。クラスターからはイノベーションが生まれやすく、クラスター内の産業は競争力が高い。米国のシリコンバレーはクラスターの一例である。

^{注23} <http://www.ucl.ac.uk/cclp/ccsnews.php?rn=877>

^{注24} http://newenergyfocus.com/do/ecco/view_item?listid=1&listcatid=32&listitemid=3698§ion=Carbon

^{注25} <http://www.scottish-enterprise.com/>

ts/Thermal-Guidance/CCS-roadmap

3.8.2 米国

米国には、連邦レベルと州レベルでそれぞれ個別の CCS 関連の法律がある。多くの州ではすでに CCS 政策が実施されており（たとえばコロラド州、イリノイ州など）カンザス州には、地質学的隔離、FutureGen プロジェクト^{注26}、および CO₂ 回収に関する法律がある。

連邦レベルでは、「米国クリーンエネルギー・リーダーシップ法案(American Clean Energy Leadership Act)」として知られる、CCS 実証プログラムの技術・財政支援をともなう規制の枠組みを準備しようとする超党派的な取り組みがあり、これから上院で審議されることになっている。その他の法案、たとえば、州政府間オイル・ガス委員会 (IOGCC: Interstate Oil and Gas Compact Commission) で、「CO₂ 貯留：州のための法制、規制上の手引き(A Legal and Regulatory Guide for States)」が 2007 年 9 月に議会を通過した。

CCS 関連の州法および連邦法の概要は、以下のサイトより参照できる。
<http://www.ucl.ac.uk/ccp/ccsdedlegnat-US.php>

2010 年 2 月にオバマ大統領が発表した 2011 会計年度予算案は、DOE の化石エネルギー局に 7 億 6,040 万ドルを割り当て、エネルギー安全保障を改善すること、気候変動対策のための早急な技術開発を支援すること、を目指している。2011 会計年度予算案では、CCS 技術を重視している。オバマ大統領は、2016 年までに 5 ～ 10 件の CCS 実証プロジェクトの開発支援を行うなど、CCS を取り扱う省庁横断的なタスクフォースを立ち上げた。このプログラムには、9 つの政府機関や部局が関わっており、米国のエネルギー省や環境保護庁の代表が、共同で議長を務めている。

このイニシアティブについて、米エネルギー省長官(US Secretary of State for Energy)、スティーブン・チュー氏は次のように指摘した。「オバマ大統領とオバマ政権は、クリーンエネルギー経済にとって重要なものの一つである CO₂ 回収・貯留技術の開発に積極的に取り組んでいる。この技術や、これにより実現される雇用創出において、世界を牽引することができ、またそうしていかなければならない」
 この内容は、以下のサイトから参照できる。

^{注26} FutureGen (フューチャージェン) プロジェクトとは、石炭ガス化発電で発生する CO₂ を回収・貯留することによりニア・ゼロエミッションを達成しようとする世界初のプロジェクト。プラントの建設地はイリノイ州マトゥーンで、エネルギー省とフューチャージェン産業同盟 (FutureGen Industrial Alliance) による官民パートナーシップの下で推進される。(参照: FutureGen Clean Coal Project (<http://www.fossil.energy.gov/programs/powersystems/futuregen/>))

ロンドン大学ユニバーシティ・カレッジ炭素回収法律プログラム(UCL Carbon Capture)のサイト：<http://www.ucl.ac.uk/cclp/ccsnews.php?rn=859>

ホワイトハウスのサイト：

<http://www.whitehouse.gov/the-press-office/presidential-memorandum-a-comprehensive-federal-strategy-carbon-capture-and-storage>

「エネルギー省は、化石エネルギー局の炭素隔離プログラム向けに 1 億 4,300 万ドルの資金拠出を要求している。大気中への CO₂ 排出量を減らす技術を開発することで、広範囲に分布する国内の化石エネルギー資源を引き続き利用できるだけでなく、地球規模の気候変動に与える影響も低減できる。CO₂ の回収・貯留(CCS)は、これからも我が国で利用可能なエネルギー資源である化石燃料を利用するにあたって、中心的役割を演じることになる。また CCS は、将来の炭素制約社会でも変わらず化石燃料を利用するために、DOE が推し進める主要な経路である」と、同氏は続けて述べた。この全詳細は、以下のサイトから参照できる。

http://www.fossil.energy.gov/news/techlines/2010/10002-President_Requests_%24760.4_Million_.html

3.8.3 オーストラリア

2009 年の調査では、オーストラリアの CCS 政策の詳細について取り上げた。オーストラリアは、温室効果ガス技術の共同研究センター^{注27}など、連携組織への資金拠出を続けている。

オーストラリアもまた、連邦と州がそれぞれ独自に CCS に関する法律を持っている。オーストラリアの 3 つの州(クイーンズランド、西オーストラリア、ビクトリア)には、CO₂ 貯留を扱う法律がある。

連邦レベルでは、「2008 年沖合石油修正(温暖化ガス貯留)法/ Offshore Petroleum Amendment (Greenhouse Gas Storage) Act 2008^{注28}」により、オーストラリアの沖合への CO₂ 貯留システムを構築する。「有効期間(最短 15 年間)」が切れるまでに、長期の法的責任を政府へと移行するフレームワークなどがある^{注29}。

3.8.4 カナダ

2009 年 6 月に議会を通過したカナダの CCS 基金法(Carbon Capture and Storage

^{注27} www.co2erc.com.au

^{注28} この法案により、沖合石油法が改正され、温室効果ガスの貯留に関する規制が整備された。

^{注29} <http://www.ucl.ac.uk/cclp/ccsdedlegnat-AUS.php>

Funding Act)は、CCS 開発に 20 億ドルの資金を割り当てている^{注30}。

4 世界の CCS プロジェクト

豪州最大のエンジニアリング会社、WorleyParsons 社^{注31}主導で作成された報告書「世界の CCS の戦略的な現状分析/ Strategic Analysis of the Global Status of Carbon Capture and Storage ^{注32}」で論じられている、進行中または現在計画されている 62 のプロジェクト以外に、多数のプロジェクトが今日推し進められている。

4.1 米国

米国では、一例として、国立エネルギー技術研究所(National Energy Technology Laboratory: NETL)が、CCS 技術の向上を目指す炭素隔離プログラムを継続して実施している。NETL の主な研究開発目的は、以下のとおりである。

1. 大規模な排出源からの CO₂ 回収のコスト効率を高める。
2. CO₂ が地層貯留される場所の CO₂ の浸透率に影響を与える要因と、潜在的な陸上生態系への影響について理解を深める。この研究結果は、既存の発電設備の改良を目的とする効率的な CCS 技術設計に利用されることになる。

NETL はまた、DOE からの資金をもとに、政府機関、産業界、大学、国際機関と協力して、プロジェクトに取り組んでいる。CO₂ 回収プロジェクトの一覧は、以下のサイトから参照できる。

http://www.netl.doe.gov/technologies/carbon_seq/core_rd/co2capture.html

例として、以下のようなものがある。

1. CO₂ の分離回収向けに耐熱性が最適化された膜材

この研究の狙いは、電気事業に見られるように高圧、高温といった広域条件下での操作をも可能にすることである。このような膜材は、CO₂ 回収技術改良の要と考えられている。

2. 燃焼排ガスの再循環を利用した微粉炭焚きボイラー(PC-Boiler)からの CO₂ 回収：
CO₂ の回収/ 活用/廃棄オプションの評価

^{注30} <http://www.ucl.ac.uk/ccp/ccsdedlegnat-CAN.php>

^{注31} 欧州最大のエンジニアリング会社。2009 年 5 月、Global CCS Institute (GCCSI)が、同社率いるコンソーシアムに CCS の世界的現状について戦略的分析を委託した。

^{注32} <http://www.globalccsinstitute.com/downloads/Status-of-CCS-WorleyParsons-Report-Synthesis.pdf>

このプロジェクトは、燃焼排ガスの再循環を行うために改修された石炭火力発電所(微粉炭燃焼)から発生する CO₂ の捕捉および回収に関する技術評価を実施することに焦点を当てている。この分析結果により、改修対象として候補に挙がりそうな発電プラントも識別できるようになり、CO₂ 回収や隔離方法の選択に対して、各種の石炭が与える影響を考察できるようになる。

3. 直接形燃料電池技術を利用した複合発電および炭素隔離

Fuel Cell Energy (FCE)社は、自社の Direct FuelCell®技術を使用した化石燃料発電所や他の工業プラントから排出される CO₂ の隔離・回収について調査を行う。このプロジェクトの重要な側面は、燃料電池技術を活用し、化石燃料発電所から排出された CO₂ を回収すると同時に、効率よく発電を行うことである。

FutureGen プロジェクトでは、2009 年 7 月末から 2010 年前半にかけて以下の活動が遂行されている。

- * 予備設計
- * 建設地に特有の予備設計とコスト見積もりの完了
- * 資金提供グループ FutureGen Industrial Alliance Inc.の拡大
- * 完全な資金調達プランの作成
- * 地下の特性分析を追加的に実施するか否かの検討

詳細は以下のサイトで参照できる。

<http://fossil.energy.gov/programs/powersystems/futuregen/index.html>

米国で実施されているその他のプロジェクトは、以下のサイトで確認できる。

http://www.co2captureandstorage.info/cont_northamerica.php

CO₂CRC が米国で行っている実証プロジェクトの一覧:

<http://www.co2crc.com.au/demo/worldprojects.html>

今後実施される可能性のある CO₂CRC プロジェクト:

http://www.co2crc.com.au/demo/worldprojects_pro.html#giga

4.2 欧州

欧州テクノロジー・プラットフォーム「ゼロ・エミッション化石燃料発電所」(European

Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants: ZEP^{注33)}は、欧州委員会が立ち上げた 35 のテクノロジー・プラットフォームの内の一つである。テクノロジー・プラットフォームは、さまざまな関係者を結集し、EU 内での競争力や成長および持続可能性を高めるキーテクノロジーの開発、普及を主導することを目的としている。

ZEP は新たなパイロットプロジェクトを数件開始しているが、一方で、2009 年の調査レポートにも記載した、インサラー(In Salah)、スライプナー(Sleipner)、スノービット(Snøhvit)、ウェバーン・ミデレ(Weyburn-Midale)における CO2 プロジェクトも継続中である。

2009 年 5 月に開始された最大出力 30MW のシュワルツェブンペ(Schwarze Pumpe)パイロットプラントは、石炭火力発電所でオキシ燃料回収技術の試験を行う初の CCS パイロットプラントである。このパイロットプラントは、バッテンフォール(Vattenfall)にある出力 1600MW の既存の石炭火力発電所の近くにあり、少なくとも 10 年間は操業する予定である。

2009 年 8 月に操業を開始したニーデラウセム(Niederaussem)発電所は、ドイツ初の燃焼後回収 CCS パイロットプラントである。このパイロットプラントにより、後々建設される、フルスケール・システムの石炭およびガス燃焼型発電所で実際に運転される条件下で役立つ、重要な情報が提供されることになるであろう。2020 年の時点では、この発電所には燃焼後回収技術が組み込まれているかもしれない。ニーデラウセム発電所は、RWE Power、ガス・エンジニアリング事業のコングロマリット「リンデ・グループ(The Linde Group)」、BASF の協力により建設されたプラントである。

詳細については、以下のサイトより参照できる。

<http://www.zeroemissionsplatform.eu/projects.html/fossil-fuel-power-plants-announced>

欧州理事会(European Council: EC)は、未利用の EU 資金から 39 億 8,000 万ユーロを、それぞれガスおよび電気のインフラプロジェクト(23 億 6,500 万ユーロ)、洋上風力エネルギープロジェクト(5 億 6,500 万ユーロ)、CCS プロジェクト(10 億 500 万ユーロ)に割り当てることで合意した。資金拠出を受けることになっている CCS プロジェクトは、以下のとおりである。

1. イェンシュワルデ(Jaenschwalde)プロジェクト

既存の発電所におけるオキシ燃料燃焼および燃焼後回収技術の実証。貯留と輸送の 2 つのオプションが分析されている。

^{注33} http://cordis.europa.eu/technology-platforms/home_en.html

2. ポルト・トッレ(Porto-Tolle)プロジェクト

出力 660MW の新規の石炭火力発電所への CCS 技術の導入。出力 250MW に相当する燃焼排ガスから CO₂ を回収する。近隣海底の塩水帯水層に貯留。

3. ロッテルダム(Rotterdam)プロジェクト

出力 250MW 相当の発電所で燃焼後回収技術を使用した CCS 全工程の実証。発電プラント近くの枯渇海底ガス田へ CO₂ を貯留。このプロジェクトは、この地域の CO₂ 輸送および貯留のインフラ開発を目的としたロッテルダム気候イニシアティブの一環である。

4. ベルハトゥフ(Belchatow)プロジェクト

欧州で最大規模のリグナイト火力発電所の超臨界発電ユニットにおける、250MW 出力に相当する燃焼排ガスを用いた CCS 全工程の実証。近隣の 3 ヶ所の塩水帯水層がそれぞれ、CO₂ 貯留場所として調査されることになっている。

5. コンポスティーリャ(Compostilla)プロジェクト

出力 30MW のパイロットプラントにおける、オキシ燃料と流動層技術を使用した一連の CCS 工程の実証。同プラントは、2015 年 12 月までに 320MW を超える実証プラントへと規模が拡大される予定である。近隣の塩水帯水層への CO₂ 貯留。

6. ハットフィールド(Hatfield)プロジェクト

出力 900MW の新しい石炭ガス化複合発電所(IGCC power plant)における CCS の実証。近隣の海洋ガス田に貯留。このプロジェクトは、この地域の CO₂ 輸送および貯留のインフラ開発を目的としたヨークシャー開発公社(Yorkshire Forward)イニシアティブの一環である^{注34}。

このほか、ENCAP(Enhanced Capture of CO₂^{注35})、CASTOR(CO₂ from Capture to Storage^{注36})、CO₂GeoNet^{注37}、ISSC などの欧州 CCS プロジェクトがある^{注38}。

4.3 オーストラリア

温室効果ガス技術共同研究センター(CO₂CRC)は 2006 年 1 月、ビクトリア州西部のオトウェイ盆地での CCS プロジェクトを開始したと発表した。オトウェイ盆地の地下には、枯渇したガス田がある。この枯渇天然ガス田への圧縮 CO₂ の注入が今では完了しており、

^{注34} <http://www.claeys-casteels.com/newsletter/index.php?item=58&month=200912>

^{注35} 燃焼前の CO₂ 回収技術と発電工程の開発を目的とするプロジェクト。

^{注36} CO₂ 回収に必要な、あらゆる革新的技術の開発および立証を目的とするイニシアティブ。

^{注37} EU 資金により設立された CO₂ の地層貯留に優れた欧州ネットワーク。効率良く安全に CO₂ の地層貯留を可能にする有益で独立した役割を果たす。

^{注38} http://www.co2captureandstorage.info/cont_europe.php

現在モニタリングが行われている^{注39}。

オーストラリアには、CO₂実証プロジェクトが多数存在し、その情報が確認できる^{注40}。例を挙げると、クイーンズランド州カライド(Callide)発電所のオキシ燃料プロジェクトは、以下の内容に関する実証プロジェクトである。カライド A 発電所内にある既存の 30MW 規模の発電ユニットが改造中で、2011 年に発電および CO₂回収が開始される。このプロジェクトの第二段階では、回収された約 6 万トンの CO₂を、塩水帯水層、または枯渇した油田やガス田へおよそ 3 年間にわたって注入、貯留を行う。これについては、2012 年に開始の予定である。コストの見積もり額は 2 億 600 万豪ドルである。このプロジェクトには、CS Energy、IHI、Schlumberger、Mitsui & Co、J-Power、Xstrata の各社が参加しており、ACA(豪州石炭協会)やオーストラリア、クイーンズランド州政府からも追加資金が提供される。

オーストラリアでは又、以下の地域でのプロジェクトも計画されている。
ゼロジェン(ZeroGen)、ワンドアン(Wandoan)、ムーンバ(Moomba)、クーリンバ(Coolimba)、クーリー(Coolie)、カーボンネット(CarbonNet)。
(参照サイト http://www.co2crc.com.au/demo/worldprojects_pro.html#giga)

4.4 世界のプロジェクト情報のサイト

世界全域のプロジェクトに関する詳細情報は、以下のサイトで検索できる。
<http://www.co2captureandstorage.info/search.php>
世界各国で進行中の多数の CO₂貯留の実証プロジェクトについては、CO₂CRC のウェブサイトに記載されている^{注41}。

5 研究開発

研究開発の初期段階ではあるが、世界中のさまざまな企業や研究所が、CCS 向けに藻を使用できるかどうかの調査を行っている。藻は、木よりも CO₂の吸収スピードがはるかに速いため、CO₂を捕獲する自然な方法として利用可能な有用な特性を持つ。藻を使用する主なメリットは、藻類バイオマスに再生利用された CO₂が処理されて、バイオ燃料、動物の飼料、肥料、メタン、酸素、炭素クレジットのような有用な商品になることである。例として、以下のようなものがある。

- ENN グループ^{注42}(中国、北京/ ランファン)は、排出された CO₂を吸収する潜在能力を

^{注39} http://www.co2crc.com.au/demo/otway_project1.html

^{注40} サイト情報: <http://www.co2crc.com.au/demo/ausprojects.html>

^{注41} <http://www.co2crc.com.au/demo/worldprojects.html>

^{注42} <http://www.enn.cn/en/index/index.html>

持つ微細藻類の温室での繁殖を計画している。科学者らは、今日可能なレベルよりも効率的かつクリーンな方法で CO₂ を抽出し、これを利用するために、微細藻類の実証検証を行っている^{注43}。

- Arup 社(英国、ロンドン)と、プロセス・イノベーション・センター(The Centre for Process Innovation : CPI)は、発電所や工場から排出された CO₂ を回収するための、藻を使用した斬新なシステムをスケールアップ(規模を拡大)する方法について研究を行っている。「もしこの新システムがうまくいけば、藻を原料としたバイオマスから、幅広い種類の製品を生産できるようになる。また、これらが新たな収入源となって、排出枠の上限を超えないように購入したカーボン・クレジットの費用を相殺できるかもしれない。こうした製品には、自動車用燃料として利用できるバイオエタノール、バイオ医薬品、メタンガスを主成分とした天然ガス、農作物の生産向けに、非化学的に土壌を改良する良質な堆肥などがある^{注44}」
- A2BE 社(米国コロラド州、ボルダー)は、「A2BE Carbon Capture LLC 合同会社^{注45}は、藻の光合成の特性とバイオハーヴェスティング(bio-harvesting^{注46})を用いて、CO₂ から有益な燃料や飼料を生産するための、生物学的に安全かつ拡張可能で、気候変動に適応した、コスト効率の高い技術を開発中である。」と述べている^{注47}。
- 2010 年 3 月、Honeywell 社のグループ会社である UOP 社は、CO₂ を回収し、バイオ燃料とエネルギーの生産に利用する藻類を生産する技術を実証するプロジェクトのために、米国のエネルギー省との協力協定により 150 万ドルを獲得したことを発表した。この資金をもとに同社は、Honeywell 社のカプロラクタム(caprolactum)工場の排気筒から排出される CO₂ を回収し、これを藻の栽培システムへと運ぶ実証システムの設計を行う。また、このプロジェクトにより、UOP 社と Ensyn Corp 社とのジョイントベンチャーである Envergent Technologies 社の高速熱処理技術の利用を独自に評価できるようになる。また、この高速熱処理技術システムを使用すれば、藻の生産時に出る廃棄バイオマスを熱分解油へと変換し、これを燃焼して再生可能電力を生産することができる^{注48}。

^{注43} <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/jun/28/china-algae-carbon-capture-plan>

^{注44}

http://www.arup.com/News/2009-06%20June/30_Jun_2009_Growing_algae_pushes_the_green_agenda.aspx

^{注45} LLC(Limited Liability Company)とは、米国で活用が進んでいる株式会社制度と並ぶ新しい会社制度の一種である。外見は株式会社と同様、出資者が全員有限責任の法人でありながら、会社の内部ルールについては組合と同様、法律で強制されることなく自由に決められるところに特徴がある(「有限責任の人的会社制度」)。

^{注46} 国立公園で繰り返しサンプルを採集すること。研究者が国立公園でサンプル獲得できる機会は 1 回と定められており、これを破ると違法となる。(JBA・国連大学高等研究所合同シンポジウムの資料参照)

<http://www.mabs.jp/archives/pdf/h15pdf/s02.pdf>

^{注47} <http://www.algaeatwork.com/technology/>

^{注48} <http://www.uop.com/>

CCS 技術の利用を可能にするために最近行われている、より詳細な研究開発は、以下のとおりである。

- CO₂ は、市場価値のあるその他の化合物に変換できる。Mantra ベンチャーグループは、ブリティッシュ・コロンビア大学のクリーンエネルギー研究センターの特許を使用して、CO₂ の電解還元(ERC)技術を開発している。ERC は、電気を用いて CO₂ と水を結合させ、ギ酸、シュウ酸、メタノールなど、多くの有益な物質を作っている。ERC 工程で使用する電気は、風、太陽、波力エネルギーなどのクリーンテクノロジー由来のものである。炭素隔離プロジェクトは、2015 年まで実施されないようであるが、Mantra は、2010 年に運転開始予定の大型反応炉について、ERC 実証プログラムをすでに完了している^{注49}。
- Air Products 社(フィラデルフィア州、アレントウン)と米国電力研究所(Electric Power Research Institute : EPRI/カリフォルニア州、パロアルト)の科学者らは、Air Products 社のイオン輸送膜(Ion Transport Membrane: ITM)技術の共同開発を行っている。この技術は、石炭ガス化複合発電(石炭をガスに変える技術)、オキシ燃料燃焼(高純度の酸素で燃料を燃焼)などの発電システムで用いられるものである。この技術により、石炭火力発電所のコスト削減、効率向上が実現する可能性がある。この ITM という膜の技術には、大気中の酸素分子を、高温かつ高気圧の条件下で分離するセラミック材料が使用される。この技術工程では電力源を外部に頼る必要は全くないため、セラミック材料は、深冷空気分離装置に代わるものとして適している可能性がある。この技術により、電力需要および資本コストについてそれぞれ 30%の削減が見込まれる^{注50}。

翻訳：NEDO (担当 総務企画部 原田 玲子)

出典：Strategic Business Insights, Inc.

注49

<http://tech.blorge.com/Structure:%20/2009/08/11/carbon-recycling-may-be-the-answer-to-the-co2-problem/>

注50 <http://www.airproducts.com/PressRoom/CompanyNews/Archived/2009/21May2009b.htm>

エネルギー情報局が「エネルギー見通し 2010 年版」を発表（米国）

2010 年 5 月 11 日、ワシントンにおいて、米国のエネルギー情報局（Energy Information Administration : EIA）が、米国のエネルギー見通しに関する報告書 2010（Annual Energy Outlook 2010 : AEO2010）の完全版を発表した。同報告書には、市場要因と政策要因に関する様々な仮定が基準ケース（Sensitivity cases）^{注1}の予測にどのような影響を与えるかを表した、38 の（要因を）変動（させた）ケース（Sensitivity cases ; 以降「変動ケース」と訳す）が記載されている。同予測は EIA が 2009 年 12 月に発表したものである。AEO2010 は石油価格、経済成長およびよりエネルギー効率が優れた技術促進のための代替シナリオを考慮しており、さらに現在廃止予定^{注2}の現行政策の延長、掘削活動と資源基盤の規模のばらつきに対する天然シェールガス^{注3}生産量への影響など、特定政策の変更による影響を検討するケースを記載している。

「AEO2010 の変動ケースは、主要な市場要因または政策要因に関する様々な仮定が、エネルギー市場の傾向予測に大きな影響をもたらす可能性を示している。こうした色々なエネルギーの未来に関する可能性を理解することは、個人、企業および政治家が現時点でのデシジョン・メイキングをする際の情報提供が可能である」と EIA の Richard Newell 長官が述べた。

米国全体のエネルギー消費の予測レベルは経済成長率に大きく依存しており、AEO2010 の基準ケースは 2008 年～2035 年の年間経済成長率を 2.4% と推計している。低経済成長ケース（Low Economic Growth case）での年間平均経済成長率の 1.8% と、高度経済成長ケース（High Economic Growth case）での 3.0% は、2035 年のエネルギー消費予測と一致している。2035 年の消費予測は約 104 千兆～127 千兆 Btu^{注4}とされており、年間 0.1～0.9% の増加である（図 1 参照）。エネルギー集約度は経済成長率にともなう改善されるため、経済規模の変化から予想される米国のエネルギー消費は比例で予測したものより少なくなる。

^{注1} 基準ケースとは予測対象期間中、現在の法律や政策がそのまま続くと仮定したシナリオを反映したものの。これをもとに、変動ケース、高成長経済ケース、低成長経済ケースなどの各シナリオが提示されている。

^{注2} 廃止期日が明記され、議会で再認可されなければ自動的に廃止される法律。Sunset Law : サンセット法。

^{注3} 泥岩に含まれる天然ガス。（参照：

<http://oilgas-info.jogmec.go.jp/dicsearch.pl?freeword=%E3%82%B7%E3%82%A7%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%82%AC%E3%82%B9&target=KEYEQ>）

^{注4} Btu（British Thermal Unit）は英国熱量単位。1Btu=1055.06J（ジュール）=252cal（カロリー）。

Figure 1. Energy consumption in three cases, 1980-2035
(quadrillion Btu)

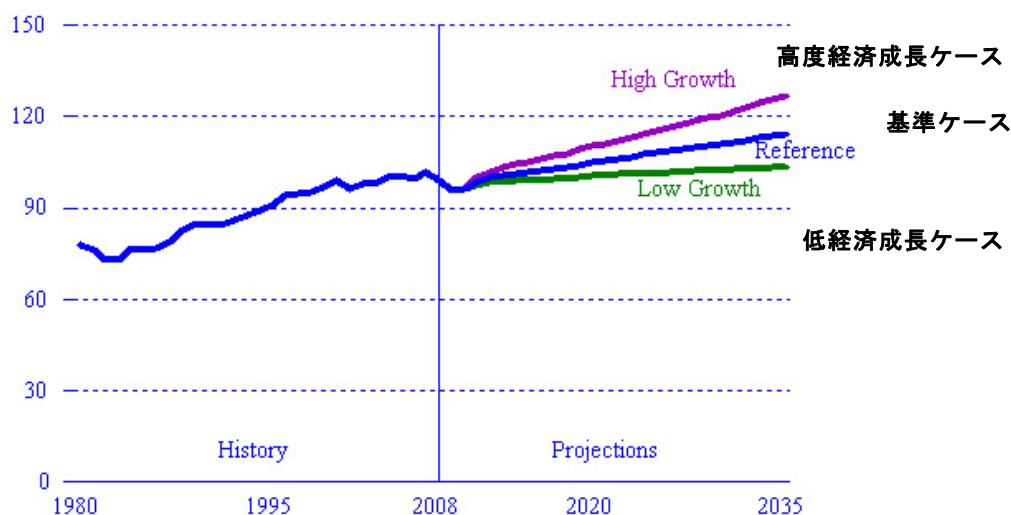


図 1：3つのケースでのエネルギー消費（1980年～2035年）

（単位：千兆 Btu）

出典：IEA、AEO2010

AEO2010の基準ケースは、将来的に可能性がありながらまだ成立していない政策は考慮せず、現行法は定められた期日に失効することを想定しているが、いくつかの法律は延長または定期的に更新されてきた。AEO2010のノー・サンセットケース（No Sunset case；再生可能エネルギーが拡大する条件のケース）および政策延長ケース（Extended Policies case：再生可能エネルギーの活用に好条件を付加したケース）^{注5}は様々な政策の延長と更新の影響を分析している。両ケースでのエネルギー消費予測は基準ケースのレベルを下回っている。2035年までに、エネルギー関連のCO₂排出量予測は基準ケースよりもノー・サンセットケースで2.3%、政策延長ケースで3.2%減少するとされている（図2参照）。

^{注5} それぞれのケースの条件に特定条件を付加したケースであり、その条件の詳細は下記 URL を参照。
(http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/no_sunset.html)

Figure 2. Energy-related carbon dioxide emissions in three cases, 2005-2035 (million metric tons)

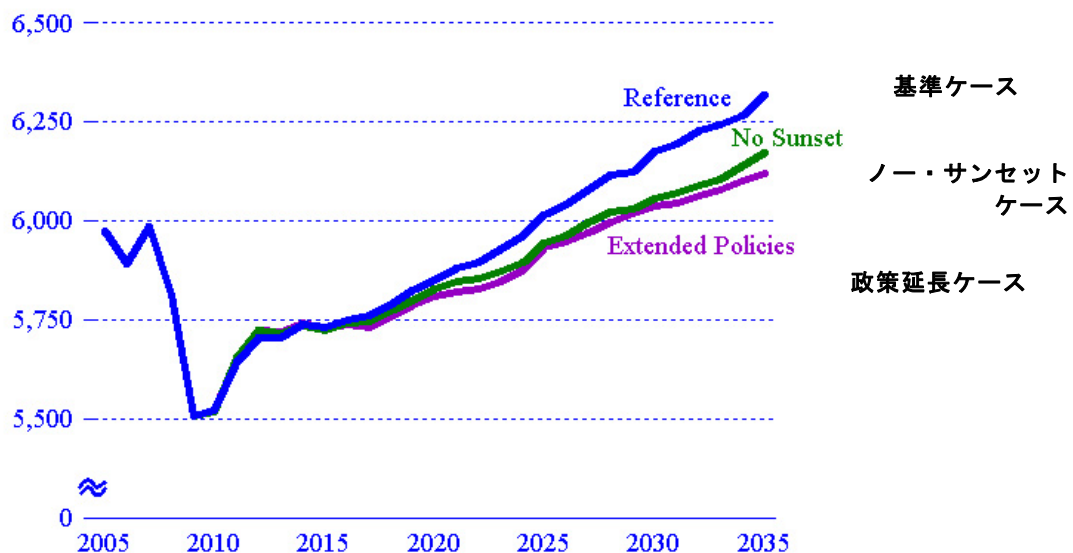


図 2：3つのケースでのエネルギー関連の CO2 排出量（2005 年～2035 年）

（単位：百万トン）

出典：IEA、AEO2010

エネルギー効率の改善率は今後のエネルギー消費レベルにも大きな影響を与えるだろう。住宅向けに配給されるエネルギー消費の合計は 2035 年までに、AEO2010 の基準ケースで、2008 年のレベルから 0.2%増加し、12.1 千兆 Btu となる。同ケースは家庭用機器と家庭用電気製品の過去の技術進歩の速度を前提としている。しかし、ビルディング・ベスト・テクノロジーケース（Buildings Best Technology case）では、（コストは考慮せず）住宅消費が一様に利用可能な最善技術を導入した場合、住宅におけるエネルギー消費の合計は（基準ケースと比較すると）2035 年に 27%以上低下する可能性があることを示している（図 3 参照）。一方で、機器のコスト、より短い返済期間を好む消費者動向および利用可能な最善技術を選択する際の他の障壁が、それらの技術導入の妨げとなるかもしれない。

Figure 3. Residential delivered energy consumption per capita in four cases, 1990-2035 (index, 1990 = 1)

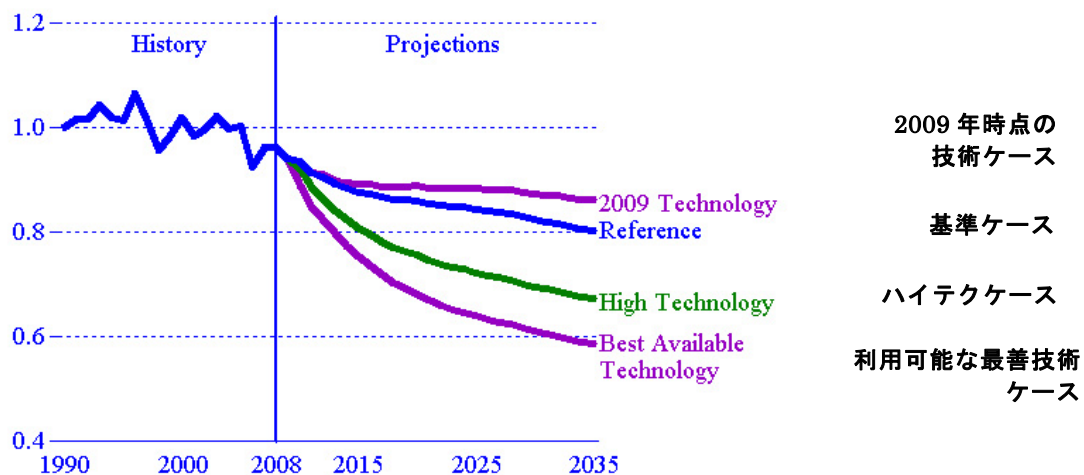


図 3：4 つのケースでの住宅向けに配給されるエネルギー消費（1990 年～2035 年）

（単位：1990 年=1）

出典：IEA、AEO2010

EIAは、シェールガスの生産レベルは米国における今後の天然ガス価格、生産、輸出および消費に大きな影響を与えるとしている。しかし、透過性の低い天然ガス資源の規模に関してかなりの不確実性があり、こうした資源を取り出す際の環境影響についての懸念もすでに高まってきている。AEO2010 には、この不確実性の影響を調査するため 3 つの事例（ケース）が記載されている。ノー・シェール・ドリリングケース（No Shale Drilling case）では 2009 年以降、アラスカ州とハワイ州を除く米国 48 州での新たなシェールガスの陸上掘削を考慮しておらず、またノー・ローパーマビリティケース（No Low Permeability Drilling case）も 2009 年以降、アラスカ州とハワイ州を除く米国 48 州での新たなシェールガスの陸上掘削または硬質砂岩の掘削を考慮していない。対照的に、ハイ・シェールガス・リソースケース（High Shale Gas Resource case）では未確認のシェールガス資源を 347 兆立方フィートから 652 兆立方フィートへ引き上げている。天然ガス価格と生産量はこれらのケースによって大きく異なっている。2035 年の天然ガスのヘンリー・ハブスポットの価格^{注6}は、ハイ・シェールガス・リソースケースの 100 万Btu当たり 7.62 ドルからノー・ローパーマビリティ・ドリリングケース（No Low Permeability Drilling case）の 10.88 ドル（単位：

^{注6} ヘンリー・ハブ価格はニューヨーク商品取引所で取引される天然ガス先物価格。
（参照：http://en.wikipedia.org/wiki/Henry_Hub）

2008 年時点の米ドル) までと幅があり、同年の米国の総生産量は 17.4 兆～25.9 兆立方フィートに及んでいる。この変化の大部分はシェールガス生産量の変化を反映している (図 4 参照)。

Figure 4. Shale gas production in four cases, 1990-2035 (trillion cubic feet)

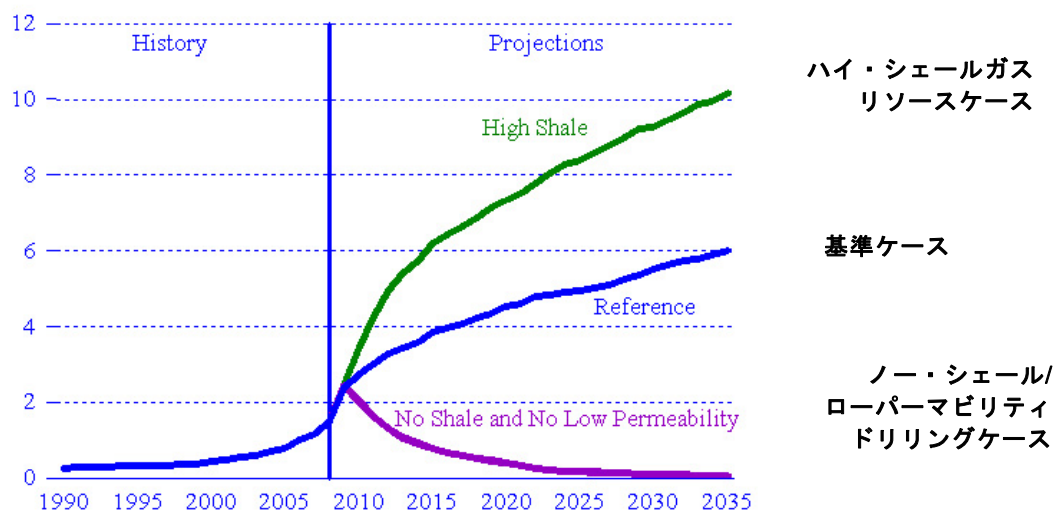


図 4 : 4 つのケースでのシェールガス生産量 (1990 年~2035 年)

(単位 : 1 兆立方フィート)

出典 : IEA、AEO2010

基準ケース、すべての代替ケース、地域別予測を表した補足表およびこれら予測のベースとなる主な仮定に関する報告が掲載された、AEO2010 完全版の予測は、EIA のインターネットサイト^{注7}から閲覧できる。

翻訳 : NEDO (担当 総務企画部 飯塚 和子)

出典 :

“EIA Assesses Impact of Economic Growth, Oil Prices, and Future Policies on Projected Energy Trends”

<http://www.eia.doe.gov/neic/press/press340.html>

^{注7} EIA の HP : <http://www.eia.gov/oiaf/aeo/index.html>