

# NEDO 海外レポート

2005.7.27

BIWEEKLY

960

## I. 特集

地中海地域における集光型太陽熱発電(MED-CSP) (1/2) (ドイツ) 1

## II. 新エネルギー

新エネルギー政策の方向付けを大多数の米国市民が要望(米国) 12

## III. 省エネルギー

中国におけるエネルギー資源節約の実施状況(中国) 14

太陽熱を利用する建材で48%の省エネルギーを実証(カナダ) 17

## IV. 環境

多量のCO<sub>2</sub>を吸着する耐熱性ポリマー(米国) 19

## V. 産業技術

超高速カメラで捉えたハチドリのホバリング(米国) 21

血管を持つ人工筋肉(米国) 24

タンパク質構造研究に5千万ドルのグラント(米国) 26

半導体ナノ結晶ドーピング機構の発見がナノテクの可能性を進展(米国) 30

シリコンナノワイヤー・トランジスタの新設計法を開発(米国) 32

ブルックヘブン国立研究所で新しいナノ構造を作成(米国) 33

新 Web サービスは外国の技術規制を追跡(米国) 35

半導体産業のための次世代基準材料計画(米国) 36

## VI. ニュースフラッシュ

米国—今週の動き: i 新エネ・省エネ ii 環境 iii 産業技術 iv 議会・その他 37

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

《本誌の一層の充実のため、掲載ご希望のテーマ、ご意見、ご要望など下記宛お寄せ下さい。》

NEDO 技術開発機構 情報・システム部 E-mail : [g-nkr@nedo.go.jp](mailto:g-nkr@nedo.go.jp)

Tel.044-520-5150 Fax.044-520-5155

NEDO 技術開発機構は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の新しい略称です。

Copyright 2005 by the New Energy and Industrial Technology Development Organization. All rights reserved.

【特集】新エネルギー

地中海地域における集光型太陽熱発電 (MED-CSP) (1/2) (ドイツ)

ードイツ航空宇宙センター (DLR) による研究報告<sup>(訳注1)</sup> (概要) ー

序文

ドイツ連邦政府地球気候変動諮問委員会 (WBGU) は、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) のシナリオを基にした最新の研究報告書の中で「地球温暖化を許容範囲内にとどめておくためには、2050年までにCO<sub>2</sub>排出量を30%削減すべき」と提言している。WBGUの研究によれば、発展途上国と市場経済移行国では社会基盤の整備が現在も進行中であることからCO<sub>2</sub>排出量が約30%増加する可能性があり、一方先進国においては排出量の80%削減を迫られることになる。なぜなら、全ての人々が公平にエネルギー源を入手できるということも持続可能性の条件であり、2050年までに地球全体でCO<sub>2</sub>排出量を1人当たり1~1.5トンにしなければならないからである。環境面の持続可能性は経済的な利益とビジネスの機会、開発と共に実現すべきものだが、温室効果ガス排出の主要因である電力産業部門に対しては格別な関心が寄せられている。更に注目すべき点は、人工的に淡水化した水資源の需要が高まっていることである。海水淡水化技術によって、水供給部門が必要とするエネルギー投入量は増加するであろう。

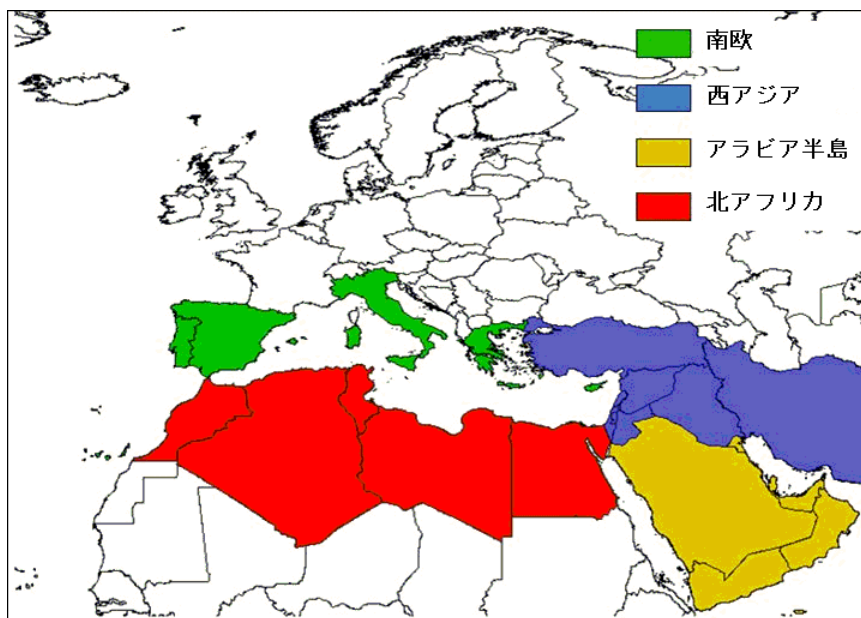


図 1. MED-CSP 研究の分析対象となった  
欧州連合 (EU) - 中東・北アフリカ (MENA) 諸国

このような背景から、WBGUは世界のエネルギー政策を変革する「てこ」として、再生可能エネルギーを大規模に導入するモデルプロジェクトの構築を推奨している。欧州連合加盟国（以下、EU）と中東（ME）・北アフリカ諸国（NA）（以下、MENA）間の戦略的パートナーシップは、再生可能エネルギー政策の鍵を握る要素であり、EU・MENAの両者にメリットがある。MENAは、地域の経済発展に役立つ太陽エネルギーを豊富に有しており、これは輸出品としての価値もある。一方、EUはMENAに対する技術と資金の提供によって太陽エネルギーの潜在力を活性化し、気候変動対策について国内・国際社会における責任を協力して果たすことが出来る。このように地球規模で再生可能エネルギーの導入割合を大幅に増加させるという方策は「持続可能な開発に関する世界首脳会議（WSSD、ヨハネスブルグサミット）」の合意文書にも優先目標として記されている。

再生可能エネルギーの推進に向けて、各国及び国際社会は適切な枠組み条件を備えた政策を立案する必要がある。そこで初めて、産業界や投資家はプロジェクトを支持し多額の投資を行うことができる。その実例が、ドイツ及びスペインで成功した再生可能エネルギー関連法規の導入である。

EUとMENAにおいて、再生可能エネルギーの市場導入に向けた適切な手法と戦略を確立するためには、エネルギー需要／資源／技術／適用方法に関する根拠の確かな情報が不可欠である。再生可能エネルギーの普及によってMENA地域の経済状態が逼迫する恐れがあるかどうかについては、より入念に調査すべきである。

本研究成果は、持続可能性があり長期に及ぶエネルギー／水資源安全保障をEU-MENA地域で実現するための戦略的開発に関する情報をデータに基づき提示するものである。

### **MED-CSP (Concentrating Solar Power for the Mediterranean Region) 研究の主要な成果**

本研究「地中海地域の集光型太陽熱発電（以下、MED-CSP）」は、図1のとおり、北アフリカを含む下記各国・地域の電力と水資源供給に重点を置いている。

対象地域：南欧（ポルトガル、スペイン、イタリア、ギリシャ、キプロス、マルタ）  
北アフリカ（モロッコ、アルジェリア、チュニジア、リビア、エジプト）  
西アジア（トルコ、イラン、イラク、ヨルダン、イスラエル、レバノン、シリア）  
アラビア半島（サウジアラビア、イエメン、オマーン、アラブ首長国連邦、クウェート、カタール、バーレーン）

MED-CSP研究の主な成果をまとめると次のとおりである。

- ・ **エネルギー部門における環境、経済、社会面の持続可能性は、再生可能エネルギーによってのみ達成できる。** 現行政策は持続可能性の目標達成には不十分である。
- ・ 再生可能エネルギー技術を**バランス良く構成する**ことで、従来のピーク／中間／ベースロード電力に対応することが可能となる。その結果、環境保護と両立する方法で、**地球の全地域において将来の化石燃料の利用可能期限が延長される。**
- ・ 再生可能エネルギー資源は**豊富であり**、EU-MENA 地域で増加している需要にも対応できる。利用可能なエネルギー資源量が非常に多いため、欧州中部・北部への追加供給も実行できる。
- ・ EU-MENA 地域のエネルギー／水資源供給に関しては、**再生可能エネルギーが最もコストのかからない選択肢である。**
- ・ 再生可能エネルギーは、MENA の**社会経済開発と持続可能な繁栄にとっての鍵である。** MENA が環境面・経済面のニーズを両立させる取り組みを行っているためである。
- ・ 再生可能エネルギーとエネルギー効率の向上は、**環境との両立型の経済発展**を目指す上での二本柱である。両者とも、初期段階においては公共投資による後押しが必要だが、化石／原子力エネルギーのように長期に渡る助成金制度は不要である。
- ・ EU-MENA 地域において再生可能エネルギーの導入を振興するためには、**適切な政策手段を早急に整備しなければならない。**

## 「MED-CSP 最終報告書」の概要

### 第1章「EU と MENA における持続可能性目標」<sup>(訳注2)</sup>

この章では、EU-MENA がエネルギー部門で持続可能性を実現するための現時点における取り組みと達成状況の概況を示している。これまでに実施された政策では、電力部門が排出する温室効果ガスの増加を十分に抑制できないという実態を表しているのが図2である。

気候変動はもちろん憂慮すべき問題だが、経済、技術、健康、社会の各側面を互いに適合させながら持続可能性を達成することも必要である。電力／水資源の安全保障に関する戦略は、少なくとも 50～100 年以上の対象期間を見越して、持続可能性に関するすべての側面との整合性を持たせなければならない。短期間に道筋をつけようとする戦略は方向性の誤りにつながるかも知れない。なぜなら、長期間で目標達成をする上で必要な施策が検討されなかったり、見送られたりする可能性があるためである。

WBGU は大幅な気候変動を回避するべく、2050 年までに人口 1 人当たりの CO<sub>2</sub> 排出量を 1 トン未満にするという持続可能性目標を掲げているが、これは難題である。EU 加盟国は現在このレベルを遙かに上回っており、MENA の多くの国においても、CO<sub>2</sub> 排出量は 1 トン／人のレベルにあり、今後もエネルギー需要は増加していくからである。受

け入れられる価格でエネルギー／水資源を入手することは、人口増加中の国が経済面の持続可能性を実現する必須条件である。MENA では、人口急増中の国々において、公平かつ適正な価格でエネルギー／水資源を入手することが、重要な持続可能性目標の一つとなっている。

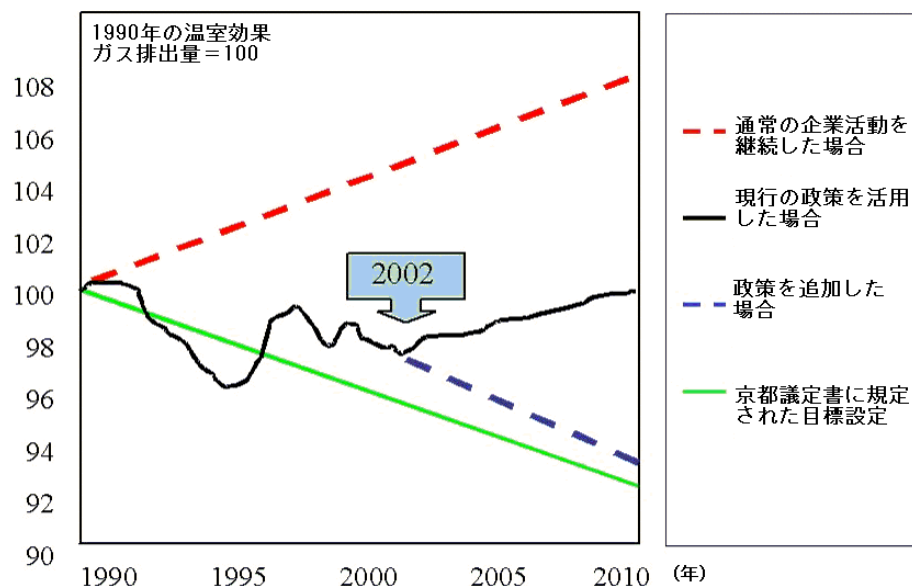


図 2. EU 加盟 15 ヶ国の温室効果ガス排出量 (2002 年までの実績並びに 2010 年までの予想値) /Lefevre2004

現在、再生可能エネルギーの市場拡大を目指して欧州で主に適用されている政策は、京都議定書の排出枠割当協定からドイツ及びスペインの電力買い取り法 (Feed-in Tariffs) に至るまで多岐に渡っており、電力市場も時を同じくして、全般的に自由化に向かう傾向にある。気候変動対策では主導的役割を担う EU だが、長期の目標達成を実現する上で、その政策は十分とは言えない (図 2 参照)。

一方 MENA では、気候変動対策は補助的な責務でしかない。京都議定書の批准国も少なく、経済・社会的開発が最優先課題である。一見すると、再生可能エネルギーは初期投資費用が高いため、環境面と経済面の持続可能性目標を両立させることは矛盾しているように見受けられる。しかし、再生可能エネルギーを早急かつ広範囲に適用するための適切な政策手段を導入すれば、環境保全と経済発展の両立は可能である。

集中的な国際協力は成功の必須条件である。国家間の共同作業は通常、自国政府の処理能力を超越するものだが、そのような国こそ遅滞なく国際協力体制を確立しなければならない。

## 第2章「再生可能エネルギー技術とその応用」

この章は、再生可能エネルギー技術の全容を概説すると共に熱電併給（コージェネレーション）、海水淡水化等を含む電力部門における再生可能エネルギーの適用方法について述べている。

MED-CSP 研究の重点は集光型太陽熱発電であるが、風力、水力、バイオマス、波力・潮力、太陽電池（PV）、地熱といった他の再生可能エネルギーについても触れている。これらのエネルギーも大部分は太陽エネルギーが蓄積されたものである。ただし、地熱は例外で、その50%は地球内部における放射性物質の分裂が発生源である。バイオマスエネルギーは一般廃棄物と農業残渣、固形バイオマス（主に樹木）から得ることができる。エネルギー植物の栽培と食糧・水の自給は地域によっては競合することがあるので、エネルギー植物は選択肢から除外されている。再生可能エネルギー関連技術は、その他全ての技術面の選択肢と切り離して見ることはできない。化石燃料でさえ、太陽エネルギーが数百万年かけて蓄積され、貯蔵に理想的な形状になったものである。本研究の主眼は、持続可能性があり、エネルギー供給の安全保障につながるバランスの良い技術構成を見出すことである。

電気は需要に応じて送電する必要がある。風力並びに太陽電池（PV）発電の変動性はバイオマス、水力、地熱、太陽熱等、需要対応型の発電設備で補完することにより、ベース／中間／ピーク電力需要に対応できる体制にすべきである。それぞれの電力技術は、導入容量に対してどれだけの発電容量を保障できるか、その割合を示した「容量クレジット」という数値によって特徴付けられる（表1参照）。2050年には、化石燃料を使用する火力発電所は、ピーク電力需要に対応するという最適用途に限って利用されるであろう。その理由は、主要機能を限定することで環境保全と両立した化石燃料の利用が可能になり、資源の枯渇も数世紀先延ばしになるためである。発電所の燃焼排気からCO<sub>2</sub>を隔離する技術は、コストが高くエネルギーを消費するので使われなくなるだろう。

核となるベースロード／中間負荷電力は再生可能エネルギーで供給することになるが、すべての再生可能エネルギーは制限を受けることなく、この機能を果たせる。従来のベースロード電源の供給量は、時間帯に関わらず典型的に平坦なカーブを描く。これに比べ、再生可能エネルギーは時間帯別の電力負荷に応じて、よりふさわしい適用方法が可能な場合もある。太陽熱発電設備の中でも蓄熱機能や、太陽熱／化石燃料ハイブリッド機能を備えたシステムであれば堅実な電力供給が可能である。そこで、送電網の安定化と電力供給の安全保障を図る上で、このシステムはバランス良い電源構成の主要な要素となる（文末の図5～8参照）。

大規模な原子力発電設備は、経済・技術面の制約が厳しくピークロード電源として安

易に適用できず、エネルギー供給システムの重要な役割を担うことはないだろう。

表 1. 現在の発電技術の特徴 (一部)

	発電容量/1 ユニット	容量クレジット	設備利用率	エネルギー資源	適用例	コメント
風力	1kW ~5MW	0~30%	15~50%	風力の運動エネルギー	電気	変動性有、供給量はエネルギー資源の量により確定
太陽電池 (PV)	1W~5MW	0%	15~25%	傾斜した固定面への太陽光直接/拡散放射	電気	変動性有、供給量はエネルギー資源の量により確定
バイオマス	1kW ~25MW	50~90%	40~60%	有機残渣、固形廃棄物、樹木の分解で発生するバイオガス	電気、熱	季節によって変動性有、貯蔵性に優れ需要に応じて発電可能
地熱 (高温岩体)	25~50MW	90%	40~90%	地下数千メートルに位置する高温岩体の熱	電気、熱	変動性無、需要に応じて発電可能
水力	1kW ~1,000MW	50~90%	10~90%	水流の運動エネルギー並びに圧力	電気	季節によって変動性有、ダムは貯蔵性が高く、揚水は他のエネルギー資源の貯蔵にも利用される
ソーラーチムニー	100 ~200MW	10~70% (貯蔵性による)	20~70%	平面への太陽光直接/拡散放射	電気	季節による変動性有、貯蔵性に優れたベースロード電源
集光型太陽熱	10kW ~200MW	0~90% (貯蔵性並びに化石燃料とのハイブリッドシステムの状況による)	20~90%	太陽光を追跡する平面への直接/拡散放射	電気、熱	変動性は蓄熱機能と化石燃料発電とのハイブリッドシステムで補完、需要に応じて発電可能
ガスタービン	0.5 ~100MW	90%	10~90%	天然ガス、燃料油	電気、熱	需要に応じて発電可能
蒸気タービン	5~500MW	90%	40~90%	石炭、亜炭、燃料油、天然ガス	電気、熱	需要に応じて発電可能
原子力	1,000MW	90%	90%	ウラン	電気、熱	ベースロード電力

### 第3章「EU-MENAの再生可能エネルギー資源」

この章は、EU-MENA 地域における再生可能エネルギー資源の潜在力を技術・国別に分析している（図3並びに4参照）。分析結果は、資源の詳しい分布状況と、再生可能エネルギー電力の技術的・経済的潜在力を国別に定量化したデータとして示されている。国によって異なる再生可能エネルギー資源別の特性は、本研究独自の評価指標で表されている。

MED-CSP 研究で分析対象となった各国の再生可能エネルギー資源は、経済が発展途上にある国々の需要に対応できる。風力、地熱（高温岩体による）、水力、バイオマス電力の潜在力はそれぞれ約400テラワット時（TWh）／年である。これらの資源は多かれ少なかれ局在しており、全地域で調達可能なものではないが、送電網を経由して供給できる。MENAにおいて、最も豊富な再生可能エネルギー資源は強度の大きい日射であり、その潜在力は世界全体の電力需要を遙かに超えている。この日射エネルギーは、分散型太陽光発電システムと大規模集約型の太陽熱発電基地の両者に利用可能である。従って、再生可能エネルギーは地方における分散した電力需要と共に、都市部での集中した電力需要も賄うことができる。

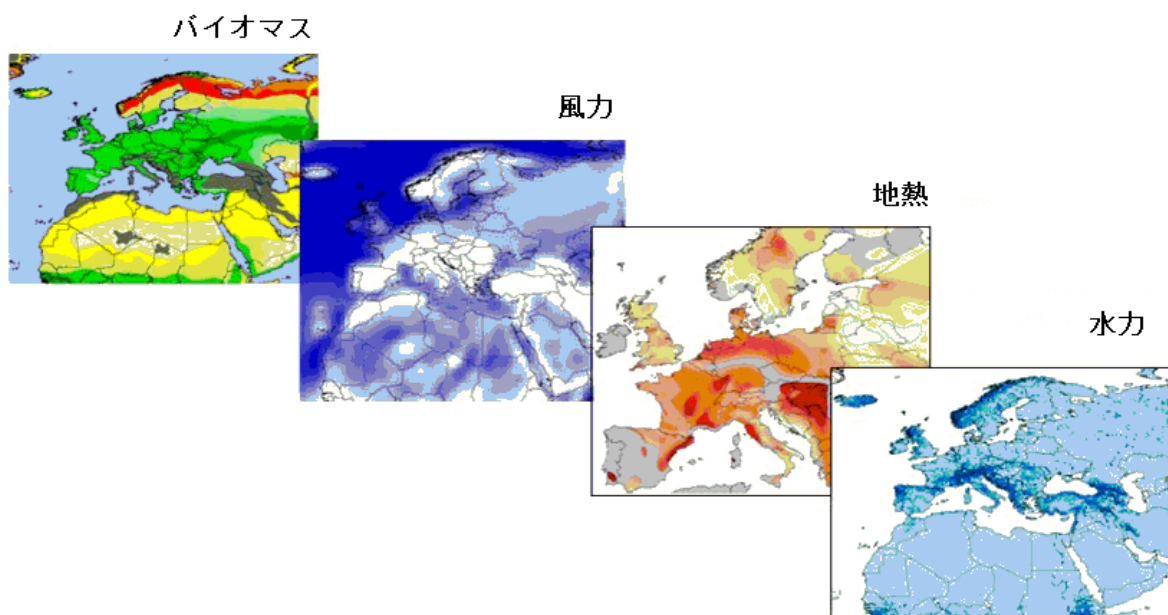


図3. EU-MENAにおける各種再生可能エネルギー資源量  
 （色が濃い程単位面積当たりの潜在量が多いことを示す。  
 色の凡例は報告書本体に記載。）



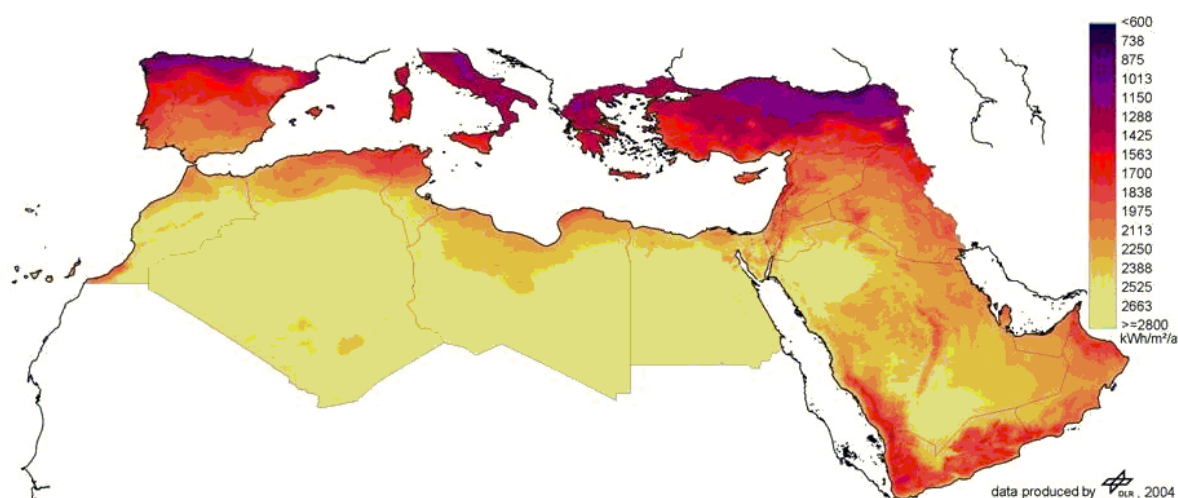


図 4. EU 南部と MENA における年間直達日射強度  
(土地 1m<sup>2</sup> が 1 年間に受ける一次エネルギーは、1～2 バレルの石油に相当する。)

#### 第 4 章「電力と水資源に関する需要サイドの分析」

この章は、各国・各地域における電力と水資源の需要サイドの見込みを定量化している。MENA 諸国では人口増加と経済成長に伴いエネルギー需要が大幅な伸びを見せている。2050 年までに MENA 諸国の電力需要は 3 倍に増加し、EU と同程度 (3,500TWh/年) になるであろう。本研究のシナリオは、省エネルギー効果や人口増加率の鈍化、一部対象国の人口減少等も考慮しているが、それでもなお、MENA の電力需要は現在の約 1,500TWh/年から 2050 年には 4,100TWh へと、およそ 3 倍増になると見込まれる (図 5 参照)。過去 20 年間も電力需要は 3 倍増加しており、この予想値は控えめなものとなっている。

MENA 諸国の水資源の需要は、現在の 3,000 億 m<sup>3</sup>/年から 2050 年には 5,000 億 m<sup>3</sup> に増加するであろう。ほとんどの国で農業部門の需要は横ばいか減少傾向にあるが、民生部門・産業部門では需要が著しく伸びている。MENA の多くの国々と南欧のいくつかの国では、天然水資源は既に持続可能な量を超えて開発されている。

淡水資源の過剰な消費は一時的な経過措置に限られる。水資源の需要が増加していても、過剰な開発は中期的には削減し、最終的に中止すべきである。そこで、効率が良く環境保全と両立できる海水淡水化技術と、量が豊富で、持続可能性のある適正な価格のエネルギー資源が必要となる。

化石燃料と原子力はこれらの条件のいずれにも合致しない。そればかりでなく、コストが高いため現在も助成金が拠出されており、国内外で深刻な利害の対立と気候変動を誘発している。今後 50 年以内には、石油、ガス、ウランが次第に欠乏し、その価格は上

昇すると見なされている。石油輸出国でさえ、輸出量と国内消費量とのバランスを保つ上であつれきが生じている。従って、化石燃料資源をエネルギー／水資源の供給安全保障戦略の土台に据えるのではなく、持続可能性実現に向けての戦略の一手段とすべきである。

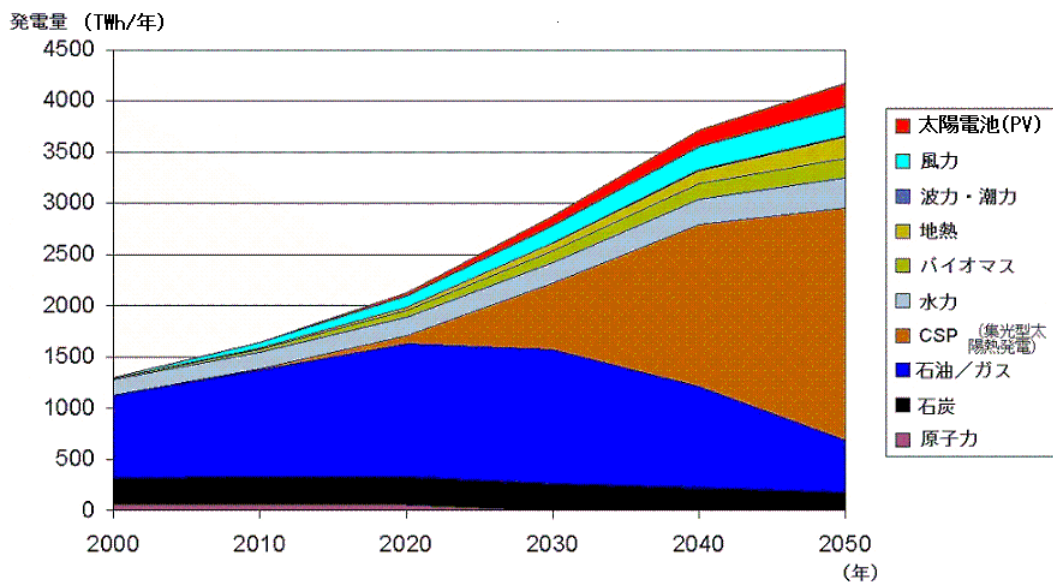


図 5. MED-CSP シナリオの対象各国における年間発電量

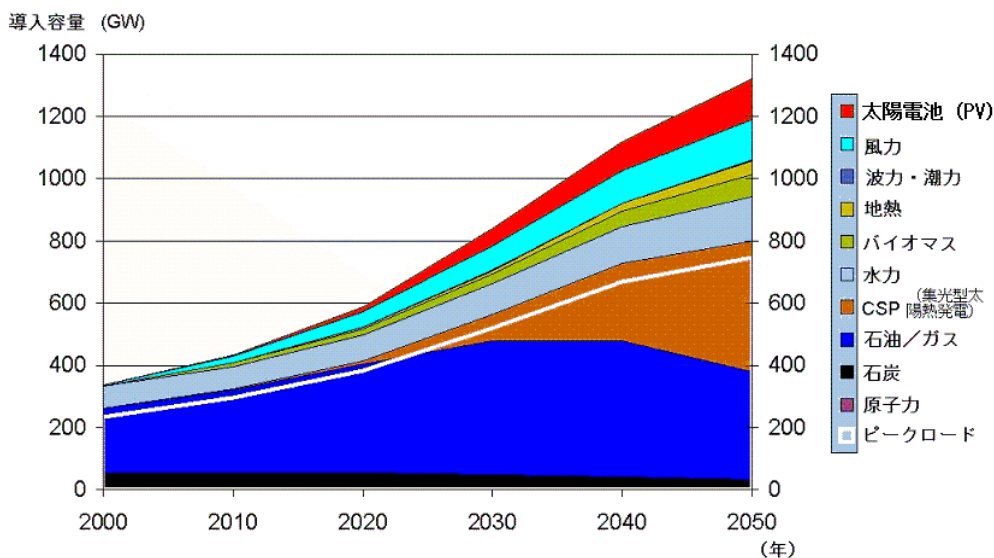


図 6. MED-CSP シナリオの対象各国における発電設備導入容量とピークロード

発電量の割合 (TWh/年)

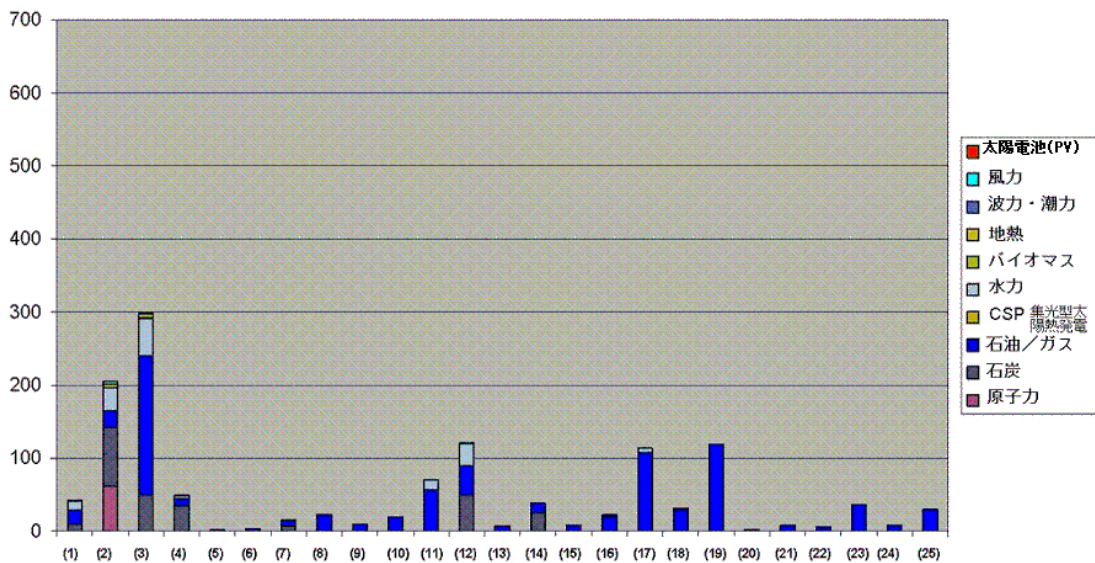


図 7. 発電量に占める各技術の割合 (2000年)

発電量の割合 TWh(年)

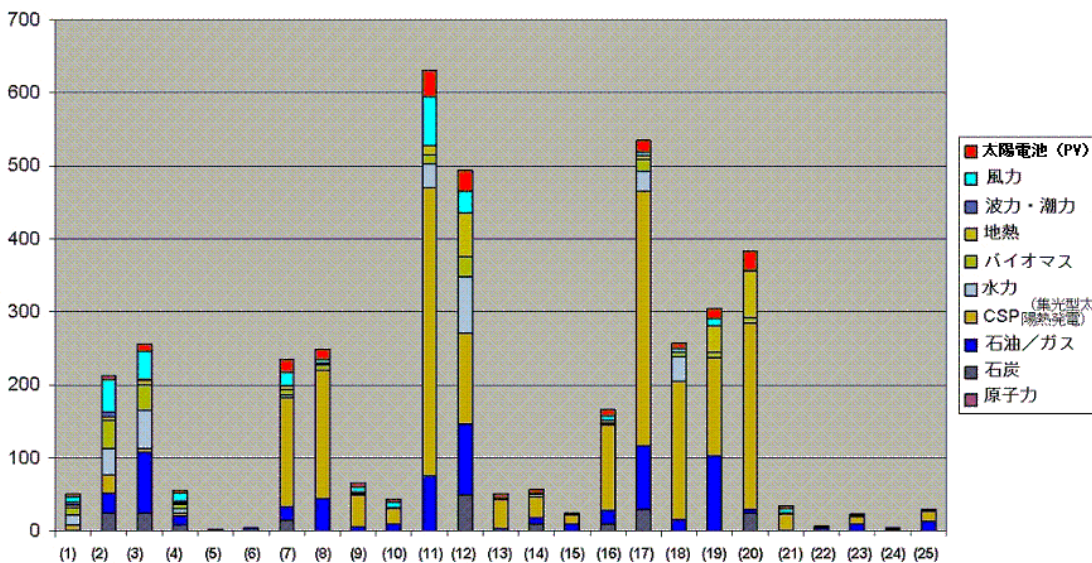


図 8. MED-CSP シナリオの対象国における電力消費量の合計  
並びに発電量に占める各技術の割合 (2050年)

図 7・8 の国名は次のとおり

- (1)ポルトガル、(2)スペイン、(3)イタリア、(4)ギリシャ、(5)マルタ、(6)キプロス、
- (7)モロッコ、(8)アルジェリア、(9)チュニジア、(10)リビア、(11)エジプト、(12)トルコ、
- (13)ヨルダン、(14)イスラエル、(15)レバノン、(16)シリア、(17)イラン、(18)イラク、
- (19)サウジアラビア、(20)イエメン、(21)オマーン、(22)バーレーン、(23)アラブ首長国連邦、
- (24)カタール、(25)クウェート

つづく

翻訳：千葉 朗子

(出典：

[http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Executive%20Summary/MED-CSP\\_Executive\\_Summary\\_Final.pdf](http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Executive%20Summary/MED-CSP_Executive_Summary_Final.pdf), Copyright 2005. German Aerospace Center (DLR), All rights reserved. Used with permission)

(訳注 1) 本研究は、ドイツ連邦環境・自然保護・原子力安全省 (BMU) の委託と出資を受けて、ドイツ航空宇宙センター (DLR) が実施したものである。

(訳注 2) 報告書本体の各章参照先 URL は下記のとおり

(報告書本体の序文と概要)

Introduction and Summary

[http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Final%20Report%20on%20PDF/WP00\\_Introduction%20and%20Summary\\_Final.pdf](http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Final%20Report%20on%20PDF/WP00_Introduction%20and%20Summary_Final.pdf)

(第 1 章「EU と MENA における持続可能性目標」)

Sustainability Goals in Europe and MENA

[http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Final%20Report%20on%20PDF/WP1%20Sustainability\\_Final.pdf](http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Final%20Report%20on%20PDF/WP1%20Sustainability_Final.pdf)

(第 2 章「再生可能エネルギー技術とその応用」)

Renewable Energy Technologies and Applications

[http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Final%20Report%20on%20PDF/WP2%20Technologies\\_Final.pdf](http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Final%20Report%20on%20PDF/WP2%20Technologies_Final.pdf)

(第 3 章「EU-MENA の再生可能エネルギー資源」)

Renewable Energy Resources in EU-MENA

[http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Final%20Report%20on%20PDF/WP3%20Resources\\_Final.pdf](http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Final%20Report%20on%20PDF/WP3%20Resources_Final.pdf)

(第 4 章「電力と水資源に関する需要サイドの分析」)

Demand Side Assessment for Electricity and Water

[http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Final%20Report%20on%20PDF/WP4%20Demand\\_Final.pdf](http://www.dlr.de/tt/MED-CSP/Final%20Report%20on%20PDF/WP4%20Demand_Final.pdf)