

2006.1.25

BIWEEKLY

971

NEDO 海外レポート

I. テーマ特集 ー水素・燃料電池

- | | |
|---|----|
| 1. エネルギー科学技術の指標と基準ー燃料電池 (EU) | 1 |
| 2. エネルギー科学技術の指標と基準ー水素(EU) | 11 |
| 3. 欧州における燃料電池及び水素利用の研究開発動向
(NEDO 技術開発機構 パリ事務所) | 19 |
| 4. 英国の燃料電池開発・展開の進め方(概要)(英国) | 30 |
| 5. 自動車用燃料電池の技術開発・実用化状況と今後の課題(米国) | 40 |
| 6. カリフォルニア州の水素ハイウェイ・ネットワーク構想(米国) | 44 |
| 7. 通信大手ベライゾン社のビル用電源に関する燃料電池プロジェクト(米国) | 46 |

II. 個別特集

- | | |
|---|----|
| 1. 北米放射線学会における高度画像診断機器・放射線治療機器の技術動向調査報告
(NEDO 技術開発機構 バイオ医療部) | 48 |
|---|----|

III. 一般記事

- | | |
|---------------------------------|----|
| 1. エネルギー | |
| ドイツ新政権のエネルギー政策 (ドイツ) | 52 |
| 原子力関連企業アンサルド・ヌクレアーレ社復活する(イタリア) | 55 |
| 2. 環境 | |
| 喘息患者のための携帯電話による大気汚染情報サービス(EU) | 57 |
| 自主管理によるエネルギー・環境問題への取り組み(ドイツ) | 60 |
| 3. 産業技術 | |
| NIH 癌ゲノム研究の包括的プログラム(米国) | 62 |
| 近赤外線レーザーデバイスが可能にする脳酸素レベルの測定(米国) | 65 |
| エネルギー分野のナノテクノロジー材料科学 その2(EU) | 67 |

IV. ニュースフラッシュ :

- | | |
|--|----|
| 米国ー今週の動き: i 新エネ・省エネ ii 環境 iii 産業技術 iv 議会・その他 | 73 |
|--|----|

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 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略称です。

【水素・燃料電池特集】

エネルギー科学技術の指標と基準 — 燃料電池 (EU)

— 欧州委員会「エネルギー科学技術の指標と基準」より —

燃料電池

技術

研究開発の必要性は、一方ではその燃料電池形式の技術的特殊性によって決まり、他方では、応用指向の要件によって導かれる。各々の燃料電池形式は特別な特性を持っており、異なる応用や燃料に適応している。以下では、最も明白な応用分野の関連から最も有望な燃料電池形式だけを分析する。したがって、この報告書において与えられた目標値はこの応用分野に関連している。

例えば、PEMFC は定置応用あるいは携帯応用にも適しているが、その目標値は純粋な水素を使用した旅客輸送に限定されている。MCFC と SOFC は天然ガス使用の定置応用関連で、DMFC はメタノールを燃料とする携帯応用分野で、また AFC は純粋水素を使用する小規模な応用分野の関連から分析された(例えばバックアップ電源、補助電源あるいはフォークリフト車両)。

PAFC 技術への興味は、現在製造者側とユーザー側の両方において下がっているもので、PAFC 燃料電池形式は調査しなかった。この状況変化の主な理由は、今後の研究開発活動を進めても、商業化のために必要なコスト削減および技術的改良の可能性が低いためである。(元 PAFC 製作企業の UTC[米国]およびドイツ・ニュールンベルクの PAFC 実証プロジェクトのプロジェクト・コーディネーター[1997-2003]による)。

表 1 は、種々の燃料電池技術の形式を示す。現在、全ての形式が、様々な実証プロジェクトでテストされており、実証に沿ってさらなる研究開発が実施されている。同時に、MCFC や SOFC の定置用と同様に、最近、DMFC や PEMFC を持つ携帯機器が試作品としてニッチ/高級品市場に参入している。AFC 装置は、航空宇宙および潜水艦応用にしばらく使用されてきた。現在の研究取り組みは、日常応用のための安価で丈夫な燃料電池として、この技術の価格を現実的にもたらしすことを目標としている。

表 1 種々の燃料電池形式

MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) :	熔融炭酸塩形燃料電池
SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) :	固体酸化物形燃料電池
PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell):	固体高分子形燃料電池
DMFC (Direct Methanol Fuel Cell) :	直接メタノール燃料電池
AFC (Alkaline Fuel Cell) :	アルカリ形燃料電池
PAFC (Phosphoric Acid Fuel Cell) :	リン酸形燃料電池

技術的・社会経済的ボトルネック

ー 燃料電池技術用の最大のボトルネックは高コストである。すべての燃料電池形式は、市場導入のために必要な目標原価からは現在ほど遠い。現在のところ燃料電池は、ニッチ応用や高級品目的にのみ魅力的である。4C(コンピューター、ビデオコーダー、携帯電話、コードレス・ツール)のような初期市場および他の携帯応用は、燃料電池の特別な利点のために、より高いコストを受け入れる。

輸送セクターは燃料電池にとり高い障壁の市場である。そして燃料電池はやがてこの市場に参入するだろう。しかしながら、市場が受け入れる燃料電池コストは、原油価格の変化にとりわけ大きく依存する。種々の応用分野への市場受け入れ燃料電池のコストと推定市場導入時期は図1を参照のこと。

燃料電池のコストは、2つの主要な方法で低下する。第1の方法は、大量生産による。経済性の規模は燃料電池コストを約40~70%低減する可能性を持っている。第2の方法は、電池への技術的改良による。この付加コスト削減の可能性は、約20~50%であると推測されている。全体的なコスト削減は、したがって60~90%以上になる。

ー 現在の燃料電池の寿命が、MCFC、平面設計SOFC、DMFCおよびAFCの燃料電池形式導入へのボトルネックと思われる。現在の寿命は、同種の従来システムよりかなり短い。寿命のこの制限の主な理由は、電池の劣化と腐食のプロセスである。

寿命は、直接に電池の出力密度と関連している。現在利用可能な材料によるプラントの技術的に実現可能な最も高い出力密度では、寿命はより低くなる。したがって目標は、新しい廉価で効率的な材料およびそれぞれの特定の応用分野に対応した最適設計を見つけることである。乗用車用のPEMFCおよび管状設計SOFCの寿命は、既に十分に長い。

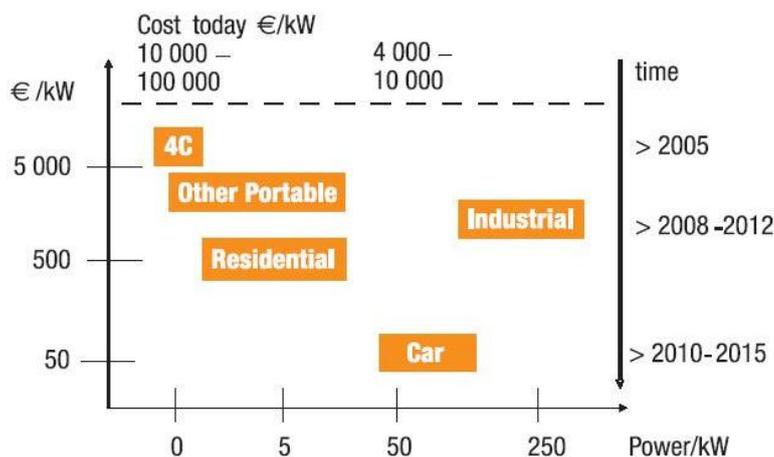
ー DMFCの効率は他の燃料電池形式と比較しとても低く、ボトルネックと見なされる。対照的に、MCFC、SOFC、PEMFCおよびAFC方式の効率は充分であると考えられる。現在のプラントは、通常最高効率を目指して設計されていない(55~60%の電気効率を達成することは技術的に実現可能である)。

目標はむしろ、それぞれの特定の応用分野のために効率、コスト、寿命および寸法の間での最適の条件を見つけることである。しかしながら、すべての燃料電池形式は、圧縮機や送風機、その他の付随的な部品のよりよい集積化および適用法によって、一層のコスト低減および効率向上の可能性を持っている。それらは通常は燃料電池の必要条件向けに特別に設計されていない。

— 僅かのパブリック・アクセプタンスと同様に、共通コードや基準の欠如も、燃料電池および水素技術の両方の主要な社会経済的なボトルネックであると確認されている。コードと基準の欠如のための指標は、少ないか欠如している分野にちがいない。EU の実証プロジェクトの合計数は、間接的にパブリック・アクセプタンスのレベルを反映している。

注) SOFC については、2つの異なる概念が存在する。平面設計と円筒設計で各々異なる特性および研究力点が置かれている。したがって、この報告書の中では別々に考慮している。

図 1 種々の応用分野への市場受け入れ燃料電池のコストと推定市場導入時期



Source: FhG-ISI, according to manufacturer estimations

主要ボトルネックの評価パラメーター

表 2 は、燃料電池導入の主要なボトルネックを説明する定量的パラメーターの概観を示す。最先端の状況と目標値が与えられている。効率、MCFC、SOFC、PEMFC および AFC の主要なボトルネックを示していないが、比較のために効率もリストしている。寿命については同じことが言えるが、管状設計 SOFC のボトルネックではない。

表 2 主要ボトルネック評価用定量パラメーター

パラメーター	単 位	2004	目 標	目標年度
MCFC 溶融炭酸塩形燃料電池 (定置) 出典[1,2,3]				
投資コスト(250kW システム)	eu/kW	8,500	1,500	2007
寿命(運転)	h	21,560	40,000	2009
効率(システム)	%	47	50	2007
SOFC 固体酸化物形燃料電池 (平面設計、定置) 出典[4]				
投資コスト(システム)	eu/kW	16,000-20,000	1,500	2015
寿命(運転)	h	2,000-5,000	40,000	2015
効率(システム)	%	40-45	50	2010
SOFC 固体酸化物形燃料電池(管状設計、定置) 出典[5]				
投資コスト(100kW システム)	eu/kW	10,000	1,500	2015
寿命(運転)	h	20,000-70,000	40,000-80,000	2015
効率(システム)	%	45	45-55	2015
PEMFC 固体高分子形燃料電池(モバイル、乗用車) 出典[6]				
投資コスト(システム)	eu/kW	2,000	200	2010
寿命(運転)	h	>8000	>8000	-
効率(システム)	%	45	45	-
DMFC 直接メタノール燃料電池 (ポータブル) 出典[4,7,8]				
投資コスト	eu/kW	10,000-100,000	3,000-5,000	2007
寿命(運転)	h	1,000-5,000	<1,000	2007
効率(システム)	%	20-30	30-35	2007
AFC アルカリ形燃料電池 (小規模応用) 出典[9]				
投資コスト(システム)	eu/kW	11,000-15,000	<1,000	-
寿命(運転)	h	2000	-	-
効率(システム)	%	60	60	-

[1] MTU 2004a [4] FZ-Julich 2004 [7] Motorola Laboratories 2002
 [2] MTU 2004b [5] Siemens Westinghaus [8] SRA 2005
 [3] Michelin 2004 [6] Ned-Stack 2005 [9] Asrtis Energi Inc 2005

今後の改善に対する重要な指標の解析

ボトルネック解消のためどの指標が寄与するか知ることが研究開発の取り組みを調整するために必要である。これらの指標を表3～8にリストし、可能であれば、さらに改善させるための重要な指標を与える。ボトルネック要因に対応して、基準と指標を割り当てた。

表3は、さらに研究が技術要素によってどこでなさなければならないかを示す。リストは全ての改良手段および指標を含んでいるものではなく、最も重要で最も有望なものだけをリストした。情報は、主として技術プロバイダーあるいは研究所とのインタビューに基づいている。また、現在の研究およびウェブサイトからの情報も含まれている。

表 3 今後の改善に向けた重要な指標 –MCFC、産業応用

技術要素	ボトルネック要因	改善への重要な指標	コメント												
システム	投資コスト	連続生産(MTU 2004b)	コスト低減達成は主として自動大量生産												
システム	投資コスト	スタック設計および燃料調整の簡易化(材料と寸法の低減) (Michelin 2004)	現在のプラントは同等のCHPより5倍大きい; スペース問題により可能なユーザー数が減少 (Michelin 2004)												
システム	投資コスト	他の燃料/燃料の自由度増加への適合性、例えば残留物の熱ガス化からの合成ガス(MTU 2004b)													
システム	寿命	温度の低減化および面積関連出力密度の増加 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>2004</th> <th>目標</th> <th>目標年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>動作温度[°C]</td> <td>650</td> <td>620-630</td> <td>2007</td> </tr> <tr> <td>面積関連出力密度[W/セル]</td> <td>700</td> <td>800</td> <td>2007</td> </tr> </tbody> </table>		2004	目標	目標年度	動作温度[°C]	650	620-630	2007	面積関連出力密度[W/セル]	700	800	2007	動作温度の低減は現在の寿命をかなり増加、一方、低い温度は反応の減少により低効率になる重要な開発目標は低温で予定電力を得るために電池セルの電気化学反応の活性化
	2004	目標	目標年度												
動作温度[°C]	650	620-630	2007												
面積関連出力密度[W/セル]	700	800	2007												
スタック	寿命	バイポーラプレート腐食と炭酸塩枯渇/劣化の低減、機械的安定度と触媒活性の増加および触媒毒素対策(MTU 2004a/b)													

表 4 今後の改善に向けた重要な指標 -SOFC、平面設計、定置応用

技術要素	ボトルネック要因	改善への重要な指標	コメント																
スタック	投資コスト	低温で高伝導性の新しい電解質材料の開発および電極厚さの低減 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2004</th> <th>目標</th> <th>目標年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>温度[°C]</td> <td>800</td> <td>600-700</td> <td>2010</td> </tr> <tr> <td>陽極厚 [μm]</td> <td>10</td> <td>5-10</td> <td>2015</td> </tr> <tr> <td>カソード厚 [μm]</td> <td>50</td> <td>25</td> <td>2015</td> </tr> </tbody> </table> (FZ Julich 2004/2005)		2004	目標	目標年度	温度[°C]	800	600-700	2010	陽極厚 [μm]	10	5-10	2015	カソード厚 [μm]	50	25	2015	高温はプラント設計と材料に関して制限を意味するので、SOFC の温度低下が望ましい。しかしながら、低い温度は現在用いられている電解質の伝導性を低下させる (Siemens Westinghaus 2004) 最近、平面設計の SOFC で 950~800°C の運転温度の低下が、ドイツ・ユーリッヒ研究所の科学者によって達成された。しかしながら、一層の低下がいまだ実現可能で望ましい (FZ Julich 2004a/b) さらにシステム特性を改善し、かつ運転温度を低下させる可能な 1 つの方法は、より薄い電解質膜の使用による。
	2004	目標	目標年度																
温度[°C]	800	600-700	2010																
陽極厚 [μm]	10	5-10	2015																
カソード厚 [μm]	50	25	2015																
システム	投資コスト	部品およびシステム設計の最適化(FZ Julich 2004b)	システム開発に基礎研究が必要、これまで研究はシステムコンポーネントに限定(FZ Julich 2004b)																
システム	寿命	熱サイクル数の増加および始動・停止時間の低減(大規模定置応用、250kW) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2004</th> <th>目標</th> <th>目標年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>熱サイクル数*[回]</td> <td>50</td> <td>50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>始動・停止時間[h]</td> <td>6-8</td> <td>3-4</td> <td><2010</td> </tr> </tbody> </table> * 顕著な劣化なしで (FZ-Julich 2005)		2004	目標	目標年度	熱サイクル数*[回]	50	50		始動・停止時間[h]	6-8	3-4	<2010	高温燃料電池の始動と停止時間は、小規模および大規模システムで各々1 時間から 10 時間の範囲にある(遅い加熱と冷却運転は、脆い部品のクラッキングを回避するために必要);この要求は多くの応用において問題となる。 同じ理由で、室温と運転温度の間の熱サイクル数は、燃料電池の寿命から、燃料電池形式および応用に依存して、典型的に 20-100 回に制限される。出力が必要でない場合でさえ燃料電池を運転温度に維持しなければならないという事実により、ある応用にとり再びボトルネックとなる。				
	2004	目標	目標年度																
熱サイクル数*[回]	50	50																	
始動・停止時間[h]	6-8	3-4	<2010																

システム	寿命/信頼性	陽極の酸化還元反応の安定性の改善と温度変動へガスケット材料を採用 (FZ Julich 2004b)	酸素や燃料ガス供給が保守作業または障害により停止されると、燃料電池はかなり破損され寿命が低下する。陽極のニッケルは酸化し、ガスケットは温度変動により機能しなくなる(熱サイクル)、これは、平面設計 SOFC の主要なボトルネックである (FZ Julich 2004b)
	寿命	界面で反応しない材料の開発 (FZ Julich 2004b)	

表 5 今後の改善に向けた重要な指標 –SOFC、管状設計、定置応用

技術要素	ボトルネック要因	改善への重要な指標	コメント								
システム	投資コスト	プラント最適設計法の開発(プラントのバランス) (Siemens Westinghaus 2004)	送風機や圧縮機のような周辺構成要素は総原価にかなり寄与し、またエネルギーを消費する。これらの部品は、既に商用であるのでそのコストは下がらない。したがって、目標は小型化し少ない部品点数となる最適設計の開発である (Siemens Westinghaus 2004)								
システム	投資コスト	低温で高伝導性を持つ新しい電解質材料の開発 <table border="1" data-bbox="667 1317 1082 1444"> <tr> <td></td> <td>2004</td> <td>目標</td> <td>目標年度</td> </tr> <tr> <td>温度[°C]</td> <td>900-1000</td> <td>800</td> <td>2015</td> </tr> </table> (Siemens Westinghaus 2004)		2004	目標	目標年度	温度[°C]	900-1000	800	2015	高温はプラント設計と材料に関して制限を意味するので、SOFC の温度低下が望ましい。しかしながら、低い温度は、現在用いられている電解質の伝導性を低下させる (Siemens Westinghaus 2004)
		2004	目標	目標年度							
温度[°C]	900-1000	800	2015								
投資コスト	セル形状(平坦コンパクト管)の改善はより高い出力密度を約束 (High power density cells: HDP-cells) <table border="1" data-bbox="667 1592 1082 1720"> <tr> <td></td> <td>2004</td> <td>目標</td> <td>目標年度</td> </tr> <tr> <td>出力密度 [mW/cm²]</td> <td>200</td> <td>400</td> <td>2015</td> </tr> </table> (Siemens Westinghaus 2004)		2004	目標	目標年度	出力密度 [mW/cm ²]	200	400	2015		
	2004	目標	目標年度								
出力密度 [mW/cm ²]	200	400	2015								
<p>応用に依存し、熱サイクル数が SOFC のボトルネック(円筒設計)定置産業応用については、大きな劣化なしで 100 回の熱サイクルが現在可能であり、これは、十分であると考えられる。しかしながら、他の応用については(例えば内蔵電源)、この問題を改善する必要がある。 始動と停止時間はプラント規模に強く依存する。定置産業応用に関する大きなプラントについては、始動と停止時間は 12~24 時間であり、この応用分野では十分である。小規模応用(例えば内蔵電源)については、始動と停止時間はより短い、これまでどおりボトルネックである (Siemens Westinghaus 2005)。</p>											

表 6 今後の改善に向けた重要な指標 - PEMFC、輸送応用

技術要素	ボトルネック要因	改善への重要指標				コメント
GDL ガス拡散層 (gas diffusion layer)	投資コスト	GDL コストおよび厚さの低減				ガス拡散層(GDL : gas diffusion layer)は、現在 MEA とバイポーラプレートの上にスタックの最も高価な部分である。
			2004	目標	目標年度	
		GDL コスト [eu/m ²]	200	<5	2010	
		GDL 厚[μ m]	500	250	2008	
(NedStack 2005)						
メンブレン	投資コスト	メンブレンコストおよび厚さの低減				
			2004	目標	目標年度	
		メンブレンコスト [eu/m ²]	200-250	?		
		メンブレン厚 [μ m]	25	12	2006	
(NedStack 2005)						
バイポーラプレート	投資コスト	バイポーラプレート価格の低減				
			2004	目標	目標年度	
		バイポーラプレート価格 [eu/m ²]	200	<5	2010	
(NedStack 2005)						
MEA 膜・電極 一体構造 (membrane-electrode assembly)	投資コスト	触媒活性の増加と MEA 白金量の低減				現在の燃料電池では白金の半分以上は不活性状態である。したがって重要な目標は触媒活性を増加させることである。このことは、より高い出力密度と総白金量の削減をもたらす。しかしながら、白金は再回収し再使用されるので、主要な研究トピックとして白金の削減は見られていない。
			2004	目標	目標年度	
		総白金量の活性部分[%]	25-40	95	2010	
		白金量 [mg/cm ²]	0.45	0.225	2008	
(NedStack 2005)						
スタック	投資コスト	システム電力密度の改善				高システム電力密度は最適化されたシステム設計と使用する材料の削減によって達成される。システム電力密度は高温化・高圧力化で増加できる。しかしながら、温度と圧力の増加は、現在使用中の材料をより早く劣化させ、寿命低下をもたらす。したがって、温度、圧力、出力密度、寸法および寿命の間の最適条件を見つけなければならないし、新しい素材を開発しなければならない。
			2004	目標	目標年度	
		システム電力密度 [kW/m ²]	8	10-12	2007	
(NedStack 2005)						

加工プロセス	投資コスト	特にバイポーラプレートとメンブレンの廉価な大量製造工程の開発 (Proton Motor 2004, US DOE 2003)	
PEMFC はまた住宅向き定置応用に適している。この点に関しては、天然ガス改質器統合とシステム安定性の改良が主要な研究トピックである。			

表 7 今後の改善に向けた重要な指標 –DMFC、携帯応用

技術要素	ボトルネック要因	改善への重要な指標	コメント								
MEA	投資コスト	MEA 白金量の低減 <table border="1"> <tr> <td></td> <td>2004</td> <td>目標</td> <td>目標年度</td> </tr> <tr> <td>白金量 [mg/cm²/セル]</td> <td>8</td> <td>2</td> <td>2010</td> </tr> </table> (FZ Julich 2004b)		2004	目標	目標年度	白金量 [mg/cm ² /セル]	8	2	2010	
	2004	目標	目標年度								
白金量 [mg/cm ² /セル]	8	2	2010								
MEA	寿命	安定したメンブレンおよび安定で腐食フリー触媒の開発 <table border="1"> <tr> <td></td> <td>2004</td> <td>目標</td> <td>目標年度</td> </tr> <tr> <td>出力密度の劣化 [%/1000h]</td> <td>>10</td> <td>2-10</td> <td>2007</td> </tr> </table> (FZ-Julich, 2004b)		2004	目標	目標年度	出力密度の劣化 [%/1000h]	>10	2-10	2007	
	2004	目標	目標年度								
出力密度の劣化 [%/1000h]	>10	2-10	2007								
MEA	効率	少ないメタノールや水の拡散を持つ新しいメンブレン材料の開発および高プロトン伝導度の維持、例えば複合メンブレン <table border="1"> <tr> <td></td> <td>2004</td> <td>目標</td> <td>目標年度</td> </tr> <tr> <td>メタノール・クロスオーバー[%]</td> <td>10-30</td> <td><5</td> <td>2010</td> </tr> </table> (FZ-Julich 2004b)		2004	目標	目標年度	メタノール・クロスオーバー[%]	10-30	<5	2010	DMFC 改善のためには、低いメタノール透過が可能な新しいメンブレンについての研究が最も重要な課題である。現在使用されているメンブレンは、最適プロトン伝導度を維持するために水を吸収する必要がある。メタノールと水は化学的に非常に類似しているため、DMFCのメンブレンはまたメタノールも吸収する。メタノールはメンブレンを浸透し、燃料電池電圧を低下をもたらし陰極の触媒を停止させ、最大可能アンペア数を減少させる。更に、燃料ロスを引起し、排気ガスの高価な処理が必要となる。その結果、メタノールが増加した触媒が焼ける。(FZ-Julich 2004a)
	2004	目標	目標年度								
メタノール・クロスオーバー[%]	10-30	<5	2010								

システム	効率	比容積および重量の低減、例えば、システムへ周辺構成要素のよりよい統合および最適設計法の開発				
			2004	目標	目標年度	
		システム電力容積密度 [W/l]	10-100	100-200	2007	
		システム電力重量密度 [W/kg]	10-100	100-200	2007	
(FZ Julich 2004b)						
システム	効率	排水処理の改善、閉水域回路の開発 (FZ Julich 2004b)	自己持続システム運転は閉水域回路が必要、陰極側の水を陽極側に導く必要がある、これまで未達成。更に、陰極側の水は酸素移動を阻止し効率の低下に導く。			

表 8 今後の改善に向けた重要な指標 – AFC、小規模応用

技術要素	ボトルネック要因	改善への重要な指標	コメント
システム	投資コスト	連続生産 (MTU 2004b)	コスト低減は主として自動大量生産で達成材料コストは既に非常に低い (300 eu/kW)

以上

(出典 : EUROPEAN COMMISSION: Energy Scientific and Technological Indicators and References, http://europa.eu.int/comm/research/energy/pdf/estirbd_en.pdf 、 pp11-19

この報告書の完全版は以下で利用可能である :

http://www.eu.fraunhofer.de/estir/ESTIR_summary.pdf)

【水素・燃料電池特集】

エネルギー科学技術の指標と基準－水素（EU）

－欧州委員会「エネルギー科学技術の指標と基準」より－

技術

現在、水素の製造および使用量は年間6,000億Nm³でありその大半が工業用（アンモニア／メタノール合成、石油精製）である。20世紀前半まで、ガスの供給は全て都市ガスと石炭ガスによるものであり成分の50%以上が水素であった。このため水素の製造および処理技術はよく知られており開発も進んでいる。しかしながら、生活のあらゆる場面で水素を主要エネルギー担体として利用するエネルギー経済の実現は極めて挑戦的である。エネルギー効率、コスト、安全性および環境に対する要求は高く新たな解決策が必要である。例えば、移動・携帯用部門における水素の利用には妥当な価格である高効率・軽量・小型の貯蔵システムが必要である。長期的には再生可能なエネルギー源から水素を製造することが目標とされている。しかし、バイオマスや再生可能エネルギー電力からの水素製造の可能性は短期および中期的には限られている。したがって太陽熱化学水素製造（solar thermo-chemical hydrogen production）^{注1}、バイオ光分解（biophotolysis）あるいは発酵といったこれまでにない再生可能な水素製造技術の特性についての研究が必要である。炭酸ガス排出に関しては、化石資源からの水素製造におけるCO₂の回収・貯蔵が重要な役割を果たすことになるであろう。技術的な観点から見ると、化石資源からの水素製造における燃焼前の炭酸ガス隔離が有名かつ開発もされており、製造プロセスにおける標準的な一段階となっている^{注2}。表1は実用化、実証およびR&Dの各段階における水素技術を示している。尚、この研究では太字で示された技術のみに焦点を当てている。

技術的および社会経済的なボトルネック

- ・ **熱化学水素製造（thermo-chemical hydrogen production）**は、金属酸化物に基づいた二つの段階から成るプロセスであり、水分子から酸素を分離してそれらを金属格子内に可逆的に結合させる。最初の段階では、摂氏600～800度の水蒸気を金属酸化物に通すと酸素が結合して水素が放出される。第二段階では、摂氏1200～1300度で金属酸化物から酸素が放出される。高温は集光太陽熱（concentrated

注1 同技術は原子力発電所においても実用可能である。

注2 水素を化石燃料から製造する場合、改質、部分酸化またはガス化いずれの方法においてもH₂とCOを主成分とする合成ガスが生成される。ガスに含まれるCOをCO₂に変化させることにより主に水素と二酸化炭素から成るガスが生じる。このガスは水素製造において水素ガスと二酸化炭素を主成分とするガスに二分される。CO₂は、圧縮、輸送および貯蔵の前に乾燥させて他の成分と分離する必要がある。しかしながら、これらの段階は水素製造とは別個のものであり、報告書の「二酸化炭素の回収・隔離」の章で取り上げている。

表1 水素の最新技術一覧

製造	化石資源からの水素製造 水電気分解	バイオマスガス化*	熱化学水素製造 高温電気分解 バイオ光分解** 発酵** 光電気分解 ^{注3} NGSA 電気分解 ^{注4}
状態	液化 圧縮		
流通	パイプライン 液体道路輸送		
貯蔵		高圧貯蔵 (700 バール) 液体水素貯蔵 金属水素化物 (移動式用途)	カーボンナノ構造** 複合水素化物 ^{注5}
	実用化	実証	R&D

* 報告書のバイオマスの章を参照

** 報告書の分野横断的技術の章を参照

solar radiation) (EU プロジェクト Hydrosol) または原子炉の利用によりもたらされる。同技術のこの段階における主なボトルネックは、水素製造にかかる**高コスト**と金属酸化物コーティングの**長期耐久性**である。

- **高温電気分解 (high temperature electrolysis)** は基礎研究の段階にある。太陽集光や原子炉などの外部熱源の利用により、発電効率を従来の電気分解よりも格段に向上させることが可能になる。高コストと並ぶ同技術の主なボトルネックは劣化に起因する寿命の短さである。
- **気体水素貯蔵 (gaseous hydrogen storage)** は、認可を受けた700バールのタンク構想 (Quantum Technology 社, カリフォルニア州) が利用可能である。これらのタンクは、内側がスチール、アルミニウムあるいはプラスチック (内張) で出来ており、外側は樹脂で固めた炭素繊維からなっている。この技術の主なボトルネッ

^{注3} 光電気分解 (photo-electrolysis) が PV (photo voltaic system : 太陽光発電システム) や電気分解の統合システムの効率性に勝るかどうかは明らかでない。設備および維持コストは依然としてより高くなる可能性がある。これは装置の被覆・密閉を余分に要するガスよりも電気を容易に得ることが可能であるためである。基礎研究を行い手法の実行可能性を模索することが必要である。(SRA 2005)

^{注4} NAGA (natural gas assisted steam electrolysis : 天然ガスの水蒸気電気分解) は、陽極側において酸素を天然ガスの部分酸化に直接用いることにより全体の効率を 80%まで高めることが期待できる。この技術は未だ実験段階であり基礎研究を要する。(SKH2 2004)

^{注5} 複合水素化物 (LiBH₄, Al(BH₄)₃ など) は非常に興味深く取組甲斐のある新しい水素貯蔵材料である。体積および重量の貯蔵密度はガス、液体または金属水素化物による貯蔵システムを超えることが期待できる。しかしながら、その安定性、収着速度および可逆性についてはほとんど知られておらず、基礎研究を進めて固体と水素の相互作用を理解し水素貯蔵に適した材料を見つけ出すことが必要である。(SRA 2005, Züttel 2004)

クは非常に高いコストにある。現時点でこのシステムにかかるコストの80%以上がタンクの材料関連コストであり、全体に占める製造コストはごく僅かである。炭素繊維はタンクの主要材料であるとともに最も高価格の材料である。これらは日本で製造されておりその大部分は利益率の高いニッチ市場向けである（ゴルフなど）。より利益率の低い大量生産への関心は日本では低く、ヨーロッパでは材料の性質や製造プロセスあるいは複合構造設計についてほとんど知られていないため、利用の可能性が制限され高コストにつながっている。したがって炭素繊維の材料研究のためのR&Dが特に必要である（Opel 2004）。

- **液体水素貯蔵 (liquid hydrogen storage)** の主なボトルネックもまたコストである。水素は高断熱材（二重壁、真空、アルミホイル）を施したステンレス製のタンクに貯蔵される。用いられる材料は高圧貯蔵タンクと比べて非常に安価である。液体水素貯蔵のコスト要因は一般的に手作りで行われるタンク製造プロセスにある。現時点で製造プロセスはコスト全体のおよそ60%を占めているが、断熱施工の自動化により大幅なコスト削減が可能である。この技術のもうひとつのボトルネックは**蒸発損**である。タンク構想を長期間蒸発損が発生しないように、または少量かつ持続的な蒸発損を目指して最適化することが可能である。（Opel 2004, Linde Gas AG 2004）
- **金属水素化物 (LaNiH₆, Mg₂NiH₄, TiFeH₂など) による水素貯蔵 (hydrogen storage in metal hydrides)** は、気体および液体水素貯蔵と比較して開発の進んだ技術であり利点が多い（体積密度が高い、損失がない、安全面のリスクがない）。この技術のボトルネックは**高コストと重量**であり、特に輸送時の利用において著しい。これらのボトルネックを示す要因は材料コストと重量密度（**gravimetric density**）である。したがって、研究活動の主眼は類似の性質を持つ軽量で安価な材料を新たに探し出すことに置かれている（HERA 2004）。
- **共通の規格・基準の欠如とパブリックアクセプタンスの不足**が燃料電池および水素技術の主な社会経済的ボトルネックである。EUで行われている実証プロジェクトの総件数がパブリックアクセプタンスの水準を間接的に反映している（表6）。

重要なボトルネックを特徴づける要因

表2は認識されているボトルネックについて数値化できる要因を一覧にしたものである。

表2 計画対象期間における重要なボトルネックを特徴づける要因

ボトルネック要因	単位	2004	目標	目標年
熱化学水素製造 出典[1]				
水素製造コスト	c/kWh	12-18	<10	2030
長期耐用性（稼働時間は晴天に限定）	h	<330	33,000	2010
高温電気分解 出典[2]				
水素製造コスト ^{注6}	c/kWh	—	—	—
投資コスト ^{注7}	€/kW	—	400	>2015
寿命	h	100-1,000	40,000	>2013
気体水素貯蔵（700 バール） 出典[3,4]				
投資コスト（タンクシステム、5kg H ₂ 貯蔵）	€	—	1,000*	—
材料コスト	€/kg	20-200	<8*	2015
液体水素貯蔵 出典[3,4]				
投資コスト（タンクシステム、5kg H ₂ 貯蔵）	€	10,000-50,000	1,000*	>2015
蒸発損	%/d	0.7 ^{注8}	0.07*	2015
蒸発損が発生しない期間	d	2-3	>14*	2015
金属水素化物 出典[5,6,7]				
投資コスト（タンクシステム、5kg H ₂ 貯蔵）	€	—	1,000*	—
材料コスト（合金）	€/kgH ₂	>1,000	200*	—
重量密度	重量%	1.5-2	6-13*	—

* 政策目標

[1]DLR 2005

[4]Linde Gas AG 2004

[7]SKH2 2005

[2]EDF 2005

[5]Züttel 2004

[3]Opel 2004

[6]HERA 2004

今後の改善に向けた重要指標の分析

この段落では、認識されているボトルネックを克服するための特定の研究方法を挙げるとともにより一層の発展に向けた重要指標を可能な限り示す。方法と指標は対応するボトルネックの各要因に示されている。また各表は研究が必要とされる技術要素も示し

注6 開発初期段階のためシステムコストと水素製造コストの完全な試算はできない。

注7 コストは材料の性質に大きく左右される。標準的な炭素繊維のコストは20ユーロ/kgとされるが、現在の強化炭素繊維の最高コストはおおよそ200ユーロ/kgである。

注8 2日から3日の蒸発損が発生しない期間後

ている。一覧表にはすべての改善方法と指標は含まれず、最も重要かつ有望な方法および指標のみを含む。情報は主に技術プロバイダーまたは研究機関とのインタビューに基づいている。現在行われている研究およびウェブサイトからの情報も含まれる。

表3 今後の改善に向けた重要な指標－熱化学水素製造

技術要素	ボトルネック要因	改善への重要な指標	コメント								
システム	水素コスト	投資コスト削減 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2005</th> <th>目標</th> <th>目標年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>投資コスト [€/kW_{th}]^{注14} 概算^{注15}</td> <td>700</td> <td>450</td> <td>2030</td> </tr> </tbody> </table> (DLR2005)		2005	目標	目標年	投資コスト [€/kW _{th}] ^{注14} 概算 ^{注15}	700	450	2030	投資は太陽光利用施設(50%)と集光太陽反応炉およびプロセス工学(25%)が占める。左記コスト削減のうち約55%は大型化と大量生産により達成可能である。
	2005	目標	目標年								
投資コスト [€/kW _{th}] ^{注14} 概算 ^{注15}	700	450	2030								
システム	水素コスト	運転温度の低温化 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2005</th> <th>目標</th> <th>目標年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>温度[°C]</td> <td>1,200- 1,300</td> <td>1,000- 1,100</td> <td>2006</td> </tr> </tbody> </table> (DLR2005)		2005	目標	目標年	温度[°C]	1,200- 1,300	1,000- 1,100	2006	低温化は下記により実現可能である。 ・より低温で酸素を放出する新たな金属酸化物組成の開発/現在使用されている組成の強化 ・コーティング手法の改善 低温化により材料の低コスト化と熱損失の低減が実現する。
	2005	目標	目標年								
温度[°C]	1,200- 1,300	1,000- 1,100	2006								
集光太陽反応炉	水素コスト	集光太陽反応炉設計の最適化 指標はシステム効率性: <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2005</th> <th>目標</th> <th>目標年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>効率 (太陽放射に対する水素) [%]</td> <td>≤40</td> <td>45</td> <td>2010</td> </tr> </tbody> </table> (DLR2005)		2005	目標	目標年	効率 (太陽放射に対する水素) [%]	≤40	45	2010	集光太陽反応炉最適化は下記により実現可能。 ・適切な光学部品の使用(補助的集光器など) ・プロセス戦略の最適化(ガス供給、余剰熱回収、温度管理)、放射吸集材/変換ユニットの改良
	2005	目標	目標年								
効率 (太陽放射に対する水素) [%]	≤40	45	2010								
金属酸化物およびコーティングシステム	長期耐用性	金属酸化物コーティング長期耐用性の向上 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2005</th> <th>目標</th> <th>目標年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>熱化学サイクルの数 (回)</td> <td><500</td> <td>50,000</td> <td>2010</td> </tr> </tbody> </table> (DLR2005)		2005	目標	目標年	熱化学サイクルの数 (回)	<500	50,000	2010	金属酸化物コーティングの長期耐用性向上は下記により実現可能 ・金属酸化物およびコーティングシステムの改良 ・運転スキームの最適化(運転温度の最適化など) ・質流量、集光器形状と放射光プロファイルの最適化
	2005	目標	目標年								
熱化学サイクルの数 (回)	<500	50,000	2010								

表4 今後の改善に向けた重要な指標－高温電気分解

技術要素	ボトルネック要因	改善への重要な指標	コメント								
システム	投資コスト	<p>運転温度の低温化</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2005</th> <th>目標</th> <th>目標年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>温度[°C]</td> <td>850</td> <td>700</td> <td>>2008 (実験) >2013 (試作品)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(EDF2005)</p>		2005	目標	目標年	温度[°C]	850	700	>2008 (実験) >2013 (試作品)	基本的に SOFC（平面設計）と同じ研究原理が適用される。但し、開発初期段階のため現状の投資コスト、熱サイクル数や起動および冷却時間のデータはない。
	2005	目標	目標年								
温度[°C]	850	700	>2008 (実験) >2013 (試作品)								
システム	投資コスト	<p>電力効率の向上（電力に対する水素）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2005</th> <th>目標</th> <th>目標年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>効率[%]</td> <td>90</td> <td>100</td> <td>2008 (実験) 2013 (試作品)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(EDF2005)</p>		2005	目標	目標年	効率[%]	90	100	2008 (実験) 2013 (試作品)	
	2005	目標	目標年								
効率[%]	90	100	2008 (実験) 2013 (試作品)								
システム	投資コスト	<p>出力密度の向上</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2005</th> <th>目標</th> <th>目標年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>出力密度 [mA/cm²]</td> <td>300</td> <td>1,000- 2,000</td> <td>2008 (実験) 2013 (試作品)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(EDF2005)</p>		2005	目標	目標年	出力密度 [mA/cm ²]	300	1,000- 2,000	2008 (実験) 2013 (試作品)	
	2005	目標	目標年								
出力密度 [mA/cm ²]	300	1,000- 2,000	2008 (実験) 2013 (試作品)								
電極	投資コスト	<p>寿命低下を伴わない電解質の厚さ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2005</th> <th>目標</th> <th>目標年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電解質厚さ [μm]</td> <td>50-200</td> <td>10</td> <td>>2008 (実験) >2013 (試作品)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(EDF2005)</p>		2005	目標	目標年	電解質厚さ [μm]	50-200	10	>2008 (実験) >2013 (試作品)	<p>金属保持セル（陽極／電解質／陰極）を電解質保持セル（第一世代セル）あるいは陽極保持セル（第二世代セル）の代わりに用いる発想。</p> <p>これにより薄い電解質で高いパフォーマンスを実現し高価なセラミック材料やニッケルの使用量を削減できる。これはセルを構成する三層（陽極／電解質／陰極）が安価な金属保持板に層として塗布されているからである。しかし作動には金属腐食による劣化防止のためにより低い運転温度を要する。</p> <p>(EDF2005)</p>
	2005	目標	目標年								
電解質厚さ [μm]	50-200	10	>2008 (実験) >2013 (試作品)								
システム	投資コスト	<p>より安価な材料およびスチールの活用 大型化：電解セルとスタックの大型化</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2005</th> <th>目標</th> <th>目標年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>セルの サイズ[cm²]</td> <td>25</td> <td>2500</td> <td>>2008 (実験) >2013</td> </tr> </tbody> </table>		2005	目標	目標年	セルの サイズ[cm ²]	25	2500	>2008 (実験) >2013	
	2005	目標	目標年								
セルの サイズ[cm ²]	25	2500	>2008 (実験) >2013								

					(試作品)
		スタックの出力 [Nm ³ H ₂ /h]	0.1	7000	>2010 (実験) >2015 (試作品)
		(EDF2005)			
電極	寿命	電極の劣化プロセス防止			
			2005	目標	目標年
		電極劣化 [%/1000h]	>10	<0.1	>2010 (実験) >2015 (試作品)
		(EDF2005)			

表5 今後の改善に向けた重要な指標－水素貯蔵システム

技術要素	ボトルネック要因	改善への重要な指標	コメント
高圧貯蔵			
炭素繊維	投資コスト	低コストで強くかつ軽量の炭素繊維材料および繊維強化複合材料のヨーロッパにおける開発(Opel 2004)	炭素繊維の研究開発により材料の低コスト化と性質向上が可能になる。
液体水素貯蔵			
製造	投資コスト	自動製造プロセスの開発	
断熱	蒸発損	新しい断熱材とタンク構想の開発(液化空気または液体窒素による断熱など)	
金属水素化物			
材料	コスト/重量密度	安価で軽量の金属の性質調査(Züttel 2004, HERA 2004)	

表6 今後の改善に向けた重要な指標－規格・基準／パブリックアクセプタンス

ボトルネック 要因	改善への重要な指標								
規格の欠如	<p>共通規格が不十分または欠如している分野</p> <table border="1" data-bbox="496 421 1305 1144"> <thead> <tr> <th data-bbox="496 421 778 461">HySociety</th> <th data-bbox="778 421 1061 461">US DOE</th> <th data-bbox="1061 421 1305 461">SKH₂</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="496 461 778 1144"> <ul style="list-style-type: none"> ・オンボード水素貯蔵システムの安全性 ・水素を燃料とするICエンジン ・水素補給ステーションの用地決定と許認可 ・小型携帯用途 </td> <td data-bbox="778 461 1061 1144"> <ul style="list-style-type: none"> ・水素特有の配管設計、設置、教育および認証 ・携帯用および定置型供給向けの水素貯蔵タンク、圧力 700 バールまでの高圧水素の車両運搬に対する新基準 ・水素供給の適切な材料選択による公衆の安全、健康、福祉の確保 ・燃料の品質判断の試験方法を製造技術から独立した形で規定することによる安全性の確保 ・装置の効率性を決めるための水素質量流量定量化法の規定 ・既存の配管基準および地下貯蔵の見直しと変更 </td> <td data-bbox="1061 461 1305 1144"> <ul style="list-style-type: none"> ・水素の製造・取り扱いおよび利用 ・水素補給ステーション ・水素補給のためのカップリング ・燃料電池 </td> </tr> </tbody> </table> <p>(HySociety 2004 , US DOE 2003 , SKH2 2005)</p>			HySociety	US DOE	SKH ₂	<ul style="list-style-type: none"> ・オンボード水素貯蔵システムの安全性 ・水素を燃料とするICエンジン ・水素補給ステーションの用地決定と許認可 ・小型携帯用途 	<ul style="list-style-type: none"> ・水素特有の配管設計、設置、教育および認証 ・携帯用および定置型供給向けの水素貯蔵タンク、圧力 700 バールまでの高圧水素の車両運搬に対する新基準 ・水素供給の適切な材料選択による公衆の安全、健康、福祉の確保 ・燃料の品質判断の試験方法を製造技術から独立した形で規定することによる安全性の確保 ・装置の効率性を決めるための水素質量流量定量化法の規定 ・既存の配管基準および地下貯蔵の見直しと変更 	<ul style="list-style-type: none"> ・水素の製造・取り扱いおよび利用 ・水素補給ステーション ・水素補給のためのカップリング ・燃料電池
HySociety	US DOE	SKH ₂							
<ul style="list-style-type: none"> ・オンボード水素貯蔵システムの安全性 ・水素を燃料とするICエンジン ・水素補給ステーションの用地決定と許認可 ・小型携帯用途 	<ul style="list-style-type: none"> ・水素特有の配管設計、設置、教育および認証 ・携帯用および定置型供給向けの水素貯蔵タンク、圧力 700 バールまでの高圧水素の車両運搬に対する新基準 ・水素供給の適切な材料選択による公衆の安全、健康、福祉の確保 ・燃料の品質判断の試験方法を製造技術から独立した形で規定することによる安全性の確保 ・装置の効率性を決めるための水素質量流量定量化法の規定 ・既存の配管基準および地下貯蔵の見直しと変更 	<ul style="list-style-type: none"> ・水素の製造・取り扱いおよび利用 ・水素補給ステーション ・水素補給のためのカップリング ・燃料電池 							
パブリック アクセプ タンス	<p>EU15 カ国における実証プロジェクト件数</p> <table border="1" data-bbox="496 1220 1061 1332"> <tbody> <tr> <td data-bbox="496 1220 778 1288">水素および燃料電池の実証プロジェクト件数</td> <td data-bbox="778 1220 1061 1288">255</td> </tr> <tr> <td data-bbox="496 1288 778 1332">燃料電池関連内数</td> <td data-bbox="778 1288 1061 1332">179</td> </tr> </tbody> </table> <p>(出典: HyWays 2005)</p>			水素および燃料電池の実証プロジェクト件数	255	燃料電池関連内数	179		
水素および燃料電池の実証プロジェクト件数	255								
燃料電池関連内数	179								

以上

翻訳：NEDO情報・システム部

(出典： EUROPEAN COMMISSION：Energy Scientific and Technological Indicators and References, http://www.europa.eu.int/comm/research/energy/pdf/estirbd_en.pdf , pp19-26 この報告書の完全版は以下で利用可能である：
http://www.eu.fraunhofer.de/estir/ESTIR_summary.pdf)

【水素・燃料電池特集】

欧州における燃料電池及び水素利用の研究開発の動向

—平成16年度NEDO成果報告書より—

NEDO技術開発機構パリ事務所が、平成16年度に実施した調査報告書「欧州における燃料電池及び水素の動向調査」より、EUおよびフランス、イギリスにおける燃料電池及び水素利用に関する研究開発動向についての調査結果の概要を紹介する。

1. 欧州連合（EU）

1.1 概要

EUは水素のエネルギー利用とそのための燃料電池の開発を、長期的なエネルギー戦略における柱の一つとして、2002年秋のハイ・レベル・グループの設置以降、取り組みを強化してきた。取り組み強化の中心策は、

- 1) 欧州の産官学にわたる関連主要組織機関を結集した体制構築、
- 2) この体制を通じた欧州の合意に基づく戦略決定、
- 3) EUの水素・燃料電池に対する研究開発予算の強化、
- 4) 研究開発の枠を越えた成長刺激策の中への位置付け

などである。これらは2002年から2004年にかけて、次のように具体化されてきた。

- ・2002年秋：ハイ・レベル・グループの設置
- ・2002年冬：第六次研究開発フレームワーク計画の開始
- ・2003年6月：ハイ・レベル・グループによる水素・燃料電池に関する長期ビジョンの発表
- ・2003年12月：クイック・スタート・プロジェクト構想の発表
- ・2004年1月：水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームの設置
- ・2004年12月：水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームによる「戦略的研究アジェンダ」と「展開戦略」のドラフト・レポート発表

このうちクイック・スタート・プロジェクト構想は、水素経済への移行準備として、水素・燃料電池関連の大規模実証プロジェクトを、点ではなく地域レベルなど一定規模の面において実施するもので、EUの研究開発予算の他、地域開発予算や政府系金融をテコに民間資金の導入を図るものであり、水素生産を中心とした”Hypogen”と水素

の広域利用を中心とした”Hycom”という二種のプロジェクトを通じ10年間で28億ユーロの投資を見込んでいる。この大規模実証プロジェクトは、特に燃料電池技術に関し、一定の利用規模を保証することでコスト引き下げを可能にしつつ、水素・燃料電池の利用に伴う法規や技術標準などの環境整備ともなり、2010年以降の本格的な市場導入を支援する。

2004年1月に設置された水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームは、域内メンバー国のエネルギー政策や技術開発政策に大きな隔りがある現状に対し、水素・燃料電池に関して整合的かつ集中的な投資を可能にするため欧州が総力を結集するための体制である。このプラットフォームに要請された当面の最大の作業が、長期的な見通しの下での”研究戦略”と、水素経済への移行に不可欠な水素インフラの整備を視野に入れた”展開戦略”の作成であった。これら二つはいずれも2004年12月、ドラフト・レポートとして発表された。この二つにはクイック・スタート・プロジェクトの実施が折り込まれているほか、2006年から2007年から開始される第七次研究開発フレームワーク計画を方向付ける内容にもなっている。

研究開発は第五次フレームワーク計画(1998-2002)で1億4500万ユーロ、現行の第六次フレームワーク計画(2002-2006)で2億5000万ユーロ規模として、実施されている。

1.2 戦略的研究アジェンダ

水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームに対し要請された最初の課題が、戦略的研究アジェンダと展開戦略の作成であった、この二つについては、プラットフォーム立ち上げの際、2004年末までの発表が求められていた。この作業スケジュールには、研究開発活動だけでなく、展開活動にも大きく影響する第七次フレームワーク計画の準備スケジュールが反映している。こうして2004年12月6日付けで「展開戦略」、同12月8日付けで「戦略的研究アジェンダ」が、いずれもドラフト・レポートとしてアドバイザリー・カウンシルに提出された。ドラフト・レポートというものの、アドバイザリー・カウンシルの作業はこれらの内容を大きく修正するものではなく、基本的な内容は固まっている。レポートは一般にも公表され、公式な形ではないが暗にコメントを求める形にもなっている。ただしすでにヴィジョン・レポートがやはりドラフトのかたちで公表されてから、ほぼそのままの形で最終採択されたように、これらの内容が最終発表までに大きく変わることはない。

なお「戦略的研究アジェンダ」には、今後追加が予定される部分が空欄のまま残されるなど、「展開戦略」に較べ最終版からは遠い状態で発表されている。以下では研究アジェンダの概要を紹介する。

戦略的研究アジェンダは、水素・燃料電池技術を、1)水素生産、2)水素貯蔵と配給、3)定置利用、4)交通輸送利用、5)携帯利用という五つの分野に分けたうえ、水素経済へ

の移行には不可欠な研究として、技術や利用の浸透状況に関するモニタリングや見直しなどに関する6)社会経済研究を加え、合計六つの分野に関する研究開発のニーズや見直しを分析している。アジェンダの考察は、2050年時点までを見通したものではあるが、中心は今後の10年間、2015年までの研究開発におけるニーズ評価と優先提案項目の取捨選択にある。ここにおける評価判断には、当然、欧州の水素・燃料電池分野の技術研究開発能力における現状が考慮されている。こうしてアジェンダは六つの分野毎に、2050年時点と2030年時点に見通される経済と技術の概況を説明した後、それらに到るために2015年までに必要な研究開発を、現在の技術レベルを分析しながら詳細に評価している。

これらの六つの分野間の研究開発予算の配分としてアジェンダは、表1のように提案している。この配分については、水素・燃料電池が重要な役割を占めるエネルギー経済を作り出すための重要性を考慮して決められたものとだけ説明されている。なお水素・燃料電池技術に関する研究開発は、まだ早期の段階にあり、どの分野においても基礎研究や他領域との横断的な研究が少なからず必要である。さらにこうした基礎的研究と横断的な研究はしばしば、つながっていたり、重なっていたりする。このため各研究分野において、配分された予算のそれぞれ16%が基礎研究や横断的研究に当てられるべきとされている。

表1 今後10年間の水素・燃料電池研究分野毎の研究開発予算配分

研究分野	予算配分率	中心的コメント
1)水素生産	22%	セクター全体の技術的発達に不可欠な技術。CO ₂ 回収隔離技術を含むCO ₂ フリー生産の増加が必要
2)水素貯蔵と配給	18%	交通輸送と携帯用分野で、貯蔵密度の改善が決定的に重要
3)定置利用	20%	熱電併給によるCO ₂ 排出削減規模の大きさが、早期市場開拓のチャンスとなる
4)交通輸送利用	27%	環境性に優れた交通輸送にとって決定的に重要な技術解決。この環境要因が燃料電池発達の牽引力。
5)携帯利用	10%	初期市場では重要な用途。今後も増大し続ける小型機械や交通利用分野でのニーズへの適応
6)社会経済調査	3%	技術発達のための長期的な道案内
合計	100%	

出典：The European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform, Steering Panel, Strategic Research Agenda

現在発表されているドラフト・レポートの中心は、こうした2015年までの研究開発のニーズと特に欧州が優先すべき項目の説明になっている。最終版では、こうした分析に続き、水素・燃料電池分野における欧州の弱点が指摘され、それを補うための対策強化や国際協力方針などが説明されるはずである。またこれに続き、研究開発を運

営するうえでのアプローチ、EU内部でのコーディネートやネットワーク作り、各種インフラの整備や運営、融資ツール、研究者などの人的資源の管理、知的所有権の管理などについても簡略ながら説明が予定されている。

1.3 展開戦略

展開戦略は、ハイレベル・グループが2050年に描いた長期ビジョンに応じて、現在の化石燃料に基づくエネルギー経済から水素経済に到るまでの移行過程で必要となる社会的・経済的な努力を見通し、ステップ毎に重要な課題を定め、それらの実現のための基本的な方針や道筋を示すものである。戦略的研究アジェンダと並んで、水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームに要請されたもっとも重要なアウトプットとなっていた。欧州の水素・燃料電池関連の企業代表者を中心に構成された展開戦略パネルは、2004年12月6日、ほぼ完成されたかたちでドラフト・レポートをアドヴァイザリー・カウンシルに提出し、それが一般にも公表されている。以下では、その概要を紹介する。

○全体のアプローチ

展開戦略は、2050年を見通したうえで、中間点としての2020年における状況を描いたうえで、現在の状況を、技術的側面、社会経済的側面から評価したうえで、2020年に期待される状況に到達するためには、どのようにしたらよいかと考察している。これらは次のような問いで論理付けられ論述されている。

- ・わたしたちはどこに行こうとしているのか：目指されて通過すべき点として2020年に期待される状況が、スナップショットとして大まかに描かれる。
- ・（それに対し）わたしたちの現在の位置はどのようなものか：水素生産、貯蔵、利用分野（定置利用、交通輸送利用、携帯利用、ニッチ市場）毎の水素・燃料電池技術の現状評価。
- ・目標点にたどり着くには何をすべきか：社会経済面で実施すべき各種努力の説明としての展開戦略

○2020年のスナップショット：2020年に見通される水素・燃料電池の利用

展開戦略パネルは、ビジョン・レポートが描く2050年のビジョンに到る中間点として2020年を選んだことを、戦略的研究アジェンダとの関係で、一定の研究開発成果（戦略的研究アジェンダが第一のステップとして具体的な研究開発テーマなどを記述しているのは2015年である）を受けた水素経済の進展が2020年に見通されるためとしている。ここから展開戦略は2020年の水素・燃料電池市場を、燃料電池の販売数など端的な経済規模によって提示している。そのうえで燃料電池の利用市

場に関しては、想定された市場規模に達するために必要な性能などを提示している。このため戦略的研究アジェンダでは必ずしも明確に打ち出されていない、一定の利用規模を獲得するために必要な性能目標などをはっきり示している。

2020年に見通される水素・燃料電池の利用の展開戦略は、主たる用途別に、EUにおける水素・燃料電池ユニットの年間販売数、2020年までの累積販売規模、各市場のステータス、燃料電池システムの平均出力、燃料電池システムのコスト・ターゲットを次の表にまとめている。この表は2020年のEUの水素・燃料電池市場に関し、文字通りのスナップショットとなっている（表2参照）。

表2 2020年の水素・燃料電池のEU市場規模見通し

	携帯用FC（電子機器用）	移動電源用	定置利用CHP／発電	道路交通用
水素FCユニット年間販売数	2億5000万ほど	10万1Gwe規模	10万～20万 2-4GWe	40万～180万
2020年までの累積販売規模	未詳	60万6GWe	40万～80万 8-16GWe	未詳
2020年の市場の状況	成熟市場	成熟市場	成長市場	大量市場立ち上がり時期
FCシステム平均出力	15W	10kW	3kW（マイクロCHP） 350kW（産業CHP）	
FCシステム・コスト目標	1-2ユーロ/W	500ユーロ/kW	2000ユーロ/kW（マイクロCHP） 1000-1500ユーロ/kW（産業CHP）	年15万ユニットで 100ユーロ/kW以下

出典：The European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform, Steering Panel, Deployment Strategy

○ 現状認識から2020年へ

水素生産、貯蔵・配給、FC利用（携帯、定置、交通輸送）の三つの領域に関し、展開戦略は2020年までに水素・燃料電池の利用拡大に寄与できる技術を同定し、その時点で必要な性能目標とそれに伴う各市場の規模などを示している。

○ 社会経済評価

2020年のスナップショットに描かれた状況実現のためには、技術的な障害だけでなく、エネルギー経済の全体を条件付けている法規や市場環境など、より広範な社会経済の要因整備が必要である。展開戦略はそうした要因のうちでも最も重要なものを、次の五つの事項としている。

- ・全体的なビジョンも含めた水素・燃料電池経済に対する政府のコミットメントと持続可能な成長の必要性に対する高い意識
- ・研究と実証活動におけるニーズへの対応も含めた公的助成政策

- ・水素・燃料電池及び関連水素転換技術に関し、メーカー、インフラ整備事業者、ユーザーにとり信頼でき長期的なセキュリティーを提供できる調和化された税制・経済支援政策
- ・公共行政活動（公共輸送プロジェクトや行政公共活動関連水素車両群など）を含んだ教育と一般の意識向上活動
- ・水素利用を可能にし、効率的な熱電併給システムの給電網アクセスを容易にする法規制度上の障壁除去と法規・標準の設置

○ 展開戦略のスケジュール

展開戦略は最後に、これまでに説明された活動を2020年に向け、どのようなスケジュールで実施すべきかを示している。そこにおける基本的な目安は、定置利用に関しては2015年までに、交通輸送利用に関しては2020年までに商業化が達成される一方で、フォークリフトなどの特殊車両や電子デバイス用携帯利用などのニッチ市場・初期市場に関しては2007-2010年までに商業化が開始されるというものである。

1.4 EUレベルの研究開発の状況

EUとしての水素・燃料電池関連の研究開発はフレームワーク計画の下で実施されている。1999-2002年の第五次フレームワーク計画では1億4500万ユーロほどが水素・燃料電池関連の活動に投入されていた。

現在進行中の第六次フレームワーク計画(2002-2006)において水素・燃料電池関連活動は、主に「持続可能なエネルギー・システム」プログラムの下で実施されているが、2002年以降の水素・燃料電池の戦略的な位置付けから、助成予算は大幅に強化されている。この他、「持続可能な陸上交通」「航空宇宙」「ナノ科学・ナノ技術・プロセス」のプログラムにおいても、水素・燃料電池関連のプロジェクトが実施される。

また第六次フレームワーク計画全体の戦略方針から、プログラムの下で助成される活動はEUにとって有意義なインパクトを持ちうるべく、欧州の主要な、もしくは最低でも一定規模の研究開発能力を結集したものとなるように運営されている。水素・燃料電池関連でもこの方針は、すでにみた水素・燃料電池テクノロジー・プラットフォームの設置の動きと相まって、着実に適用されている。

第六次フレームワーク計画における水素・燃料電池関連のプロジェクト公募は、主要なものとしては2002年12月に開始され2003年3月に締め切られた「持続可能なエネ

ルギー・システム」第一回公募と、2004年12月に締め切られた第三回公募の二回である。第一回公募では約1億ユーロ分のプロジェクトが選択され、実施されている。欧州委員会はこの後、第三回公募とそれ以外の他のプログラムとの合同プロジェクト公募などを通じて、1億5000万ユーロほどの助成を予定しており、第六次フレームワーク計画における水素・燃料電池に対するEUの助成規模は2億5000万ユーロ程となる。

1.5 法規・標準関係

水素・燃料電池の利用拡大に必要となる各種設備機器の安全基準などEUの準備は、フレームワーク計画の下で行われている。水素・燃料電池に関する標準など技術基準は、自動車など世界市場製品に係わるものであり、欧州レベルさらには世界レベルで調和化される必要がある。このため欧州メンバー国レベルでも関連の安全基準などに係わる作業があるが、中心はEUレベルでの標準や法規関連のルールを準備し、それを日米など世界の他の市場においても有効にすべく努力が進められている。

EUレベルの標準関連作業としては基本的に二つのプロジェクトに整理される。一つは第五次フレームワーク計画において実施された **European Integrated Hydrogen Project (EIHP)** で、EUにおける水素・燃料電池自動車と水素補給スタンドに関する標準を準備するもの。もう一つは”Hysafe”と呼ばれる第六次フレームワーク計画下で現在進行中のプロジェクトで、こちらは水素の利用全般における広範な安全などの技術基準に係わっている。

2. フランスおよびイギリスの状況

2.1 概況

フランスとイギリスにおける水素・燃料電池に関する取り組みでは現在、いずれの国もEUの枠組みに自国のプロジェクトを組み入れることを基本的な戦略にしている。これは特に、EUが打ち出しているクイック・スタート・プロジェクトの誘致に係わっている。

イギリスの場合、エネルギー市場の規制緩和の流れから、地域・地方レベルで、水素・燃料電池を柱にした地域経済プロジェクトが複数あり、それを介してクイック・スタート・プロジェクトの誘致を目指している。これと関係して、従来これらの国で実証プロジェクトを立ち上げにくかったのは、実証用の燃料電池を米国もしくはカナダのものに依存していたことが主因であった。この状況を変えるため、フランスもイギリスもニッチ市場（すきま市場）での初期の利用が見込める定置用PEMFC（高分子電解質形燃料電池）に関し、国内メーカーの育成に力を注いできた。仏Axane社、英

Intelligent Energy社がその成果である。

研究開発体制では、フランスがPACo（燃料電池技術研究ネットワーク）を通じた助成スキームで実施機関の中心を仏原子力庁（CEA）としているのに対し、イギリスはDTI（貿易産業省）と物理工学リサーチ・カウンシル（ESPRC）を助成スキームとして、実施は企業か大学、もしくは両者の共同プロジェクトとして行われている。フランスはプロジェクト助成と機関助成を合わせて年間4000万ユーロ、イギリスはDTIの年間助成予算を200万ポンドほどとして研究開発が行われている。研究開発努力は両国ともさらに強化されるが、燃料電池（PEMFCとSOFC（固体酸化物燃料電池））を中心にした支援である。水素関連ではCEAを持つフランスに対し、イギリスは実施組織が大学中心で層が薄い。

2.2 フランス

フランスは水素・燃料電池に対する取り組みに関して、他の新エネ技術と同様に、欧州内では別格のドイツを除いても後発国に属する。しかし国立科学研究センター（CNRS）と大学の提携を中心にした学術的な研究の他、仏原子力庁（CEA）の様に公的研究開発では、エネルギー分野での基礎から応用にいたる優れた技術研究開発能力を持っている。これに対しごく最近まで国営であった電力ガスのユーティリティーを含め、企業における研究開発は、工業ガス最大手のAir Liquideを除けば積極的なものは少ない。

研究開発上の戦略的課題としては、実証プロジェクトの実施が少なく、今後の水素・燃料電池の利用拡大において、技術提供面に限らずユーザー・サイドの需要面も含め、全体的に遅れをとることが懸念される。EUレベルでの実証プロジェクトへの仏企業の参加はかなり多いが、EUプロジェクトは小回りが効かず、開発製品の実証には必ずしも適していない。フランスは自国の助成スキームPACo（燃料電池技術研究ネットワーク）の枠組みで、ドイツとの共同実証プロジェクトの立ち上げを画してきたが、これまでそれはすべて失敗したという（仏環境・エネルギー管理庁ADEMEの研究開発部長のインタビュー）、こうして現時点では、EUが積極的に準備している大規模実証プロジェクトなどの国内実施など、EUの枠組みを最大限に活用することを重視している。

燃料電池分野について一定の研究開発活動をもつフランスであるが、エネルギーとしての水素については、戦略的な位置付けを与えられてはいなかった。ここには二つの理由がある。

第一はエネルギー・キャリアとしての水素の将来性自体に、フランスの中では懐

疑的な見方が少なくないことが挙げられる。これは今後のフランスのエネルギー技術分野での研究開発戦略を勧告した報告書「新しいエネルギー技術」（2004年6月）にはっきり言われている。同報告書は、政財界の有識者を中心にした報告書作成グループが、官民の関連主体から幅広く意見を聞き、今世紀半ばまでという長期的な見通しのうえで、フランスのエネルギー技術に関する研究開発の指針を提示するものである。この作成過程で、バイオガソリン、化石燃料、原子力、水素に関しては報告書作成グループ内でも意見が分かれ、特に水素については次のように言われている。

水素：原子力、化石燃料、バイオガソリン、水素の四つに関して報告書作成メンバーの中で意見が分かれたが、もっとも激しい議論が交わされたのは水素に関するものであった。CO₂フリーの利用となるために必要な技術的課題、インフラ整備に莫大な投資が必要になる他、水素利用の実現可能性自体に懐疑的な見方をする側からは、日本や米国のように水素・燃料電池への取り組みに熱心な国は、他のエネルギー技術にも等しく取り組んでいることが指摘された。ここから最終的に報告書作成メンバーは、将来のエネルギー・キャリアとしての未知な部分はあっても、世界的な動向と欧州レベルの決定に対応しつつ、将来的に水素経済が実現された場合に取り残されないための備えとしても、水素研究を重視すると結論した。

こうした報告書の記述からは、水素はエネルギー政策上の今後の選択肢の一つに止めるべきとし、それ以上の役割を現時点からあてがうことに対する反対が強いことが分かる。燃料電池開発の必要性は明白でも、水素経済への移行というエネルギー戦略上の大きな流れの上にそれを位置付けることに関しては、フランスの決定責任者間で意見は一致していない。

水素・燃料電池に関する総合的な戦略がフランスに欠如しているもう一つの原因は、エネルギー技術に関する研究開発体制にある。これも報告書「新しいエネルギー技術」が指摘している通りで、この分野でのイニシアチブは特定エネルギーの開発を使命とする事業エージェンシーに委ねられており、米国 DOE や日本の経済産業省のように、エネルギー技術政策を管轄している省庁が政治的なイニシアチブを発揮するのが不可能なことである。フランスの水素・燃料電池関連の研究開発助成予算は、研究省、経済・予算・産業省、国土交通省、環境省などの予算が、CEA（管轄省は国防省と経済・予算・産業省）、ADEME（管轄省は環境省、研究省、経済・予算・産業省）、CNRS（研究省）などを通じて使用されている。このため水素・燃料電池活動にどの規模の助成があるかといったデータはまともにくいし、プログラムにどれだけの予算を配すといった決定は、省庁間で大きな調整が必要になる。報告書「新しいエネルギー技術」

は、エネルギー環境分野は大きな転換期にさしかかっており、エネルギー技術に関しても戦略的な判断が不可欠であり、研究開発実施主体を中心にしたこれまでの研究開発の方向性決定体制を、政府が決定するプログラム主導型にすることを提案している。

2.3 イギリス

イギリスは燃料電池分野の国内産業競争力の強化のための体制作りを2002年に開始し、2003年には産学官の共同体制を設置し、燃料電池技術の強化と発達のための戦略を策定した。2004年にはそれに続き水素関連分野について、同様の作業が行われ、水素戦略の大枠が示されたところである。

2003年9月に発表されたビジョン・ペーパーは、燃料電池の利用に関する未来のストラップショットを、短期（2003-2007）、中期（2008-2012）、長期（2013-2023）と区切って概観したうえ、その状況にイギリスの現状を照らし合わせながら、何が必要かを提示している（表3参照）。

イギリスの水素・燃料電池関連の研究開発は、燃料電池を中心にDTIが技術開発活動を助成する一方、物理工学リサーチ・カウンシル（EPSRC）が大学における研究開発を助成している。DTIは1992年から燃料電池に関する研究開発を助成してきたが、当初は調査研究が主体で、イギリス国内の技術開発能力の育成に力を入れたのは最近という。この他にカーボン・トラストがCO₂排出削減のためのプロジェクトを支援助成している。大学でもDTIの研究開発助成でも、燃料電池関連の助成財源は新エネルギー・再生可能エネルギー技術の予算ラインで管理され、これまでは全体的にみて再生可能エネルギーの優先度が高かった。

これらの政府助成の他、2000年以降、地域レベルで水素・燃料電池の利用発達を介した地域産業の活性化を図る取り組みが数多く開始されている。

以 上

出典:「100005891 欧州における燃料電池及び水素の動向調査」NEDOパリ事務所、2005.3

上記の報告書はNEDO成果報告書DB (<http://www.tech.nedo.go.jp/index.htm>)より閲覧・ダウンロード可能

なお、ドイツの状況については下記のNEDO成果報告書をご参照下さい。

「100005739 ドイツにおける燃料電池・水素の開発動向調査」NEDOパリ事務所、2005.3

表3 燃料電池の利用に関する未来のスナップショット（イギリス）

	短期2003-2007	中期2008-2012	長期2013-2023
イギリスにおけるアプリケーション	・ニッチ市場：非連系発電、バッテリー代替、バッテリー充電、補助電源、軍사용	・ニッチ市場：発電及び熱電併給（家庭用熱電併給）、公共サービス／商用の専用車輦群	・設置・携帯・交通輸送などの用途で一般市場に拡大
実証活動	・設置用では発電／熱電併給（数kW-数百kW）、交通輸送用ではバス・商用車・専用車輦群の実証プロジェクト（燃料インフラも含む）への政府助成	・都市部で専用車輦群の大規模実証。設置用では家庭用熱電併給を含む分散型発電（数kW からMW規模）。 ・水素グリッドと再生可能エネルギーによる水素生産の連係	・改善目的の実証活動が、企業のニーズにより、企業の資金で実施される
政府	・関連業界、特にFuel Cell UK との協力により、経過点とスケジュールを明示したロード・マップと長期ビジョンの作成。 ・エネルギー環境政策上の目標に貢献するための税制ツールや公共調達支援の設置。 ・パイロット・プロジェクトとして水素クラスターを可能にするための給電網へ接続ルールの決定	・継続性を重視した明確な政策設定。 ・分散型発電（再生可能エネルギー発電を含む）の給電網接続ルールの確立。 ・利用拡大の立ち上がりを促進する新たな目標設定	・クリアーで整合的な政策フレームワークによる、将来に対する安定した見通しの提供
研究	・競争段階前の産学協同メカニズムとして、DTI、関連リサーチ・カウンシル、カーボン・トラストによる総合的なプログラム。世界の他の地域の資金と重複努力を避けるため、国際プロジェクトへの参加増加。以下を焦点とする。 ・次世代材料（触媒／電解質膜／電極） ・燃料（特に再生可能エネルギー）と燃料プロセス ・水素貯蔵と水素グリッド ・水素経済（燃料電池との統合） ・制御、製造、自動化技術を含めた総合的な燃料電池システム ・供給チェーンの開発 ・健康安全面 ・高温PEMFC ・エレクトロライザー ・マイクロ燃料電池 ・ライフ・サイクル・コスト評価も含めた社会経済調査		・次世代システム（ミニチュア化やバイオ・システムなどに焦点を当てた）
法規・標準	・通常のルートを通じた国際標準開発プロセスへの参加貢献。 ・国内のテスト認証能力の開発	・期間終了までに全アプリケーションに関する整合的かつ分かりやすい標準設置	・国際・国内の両面で、新しい展開を反映させた標準の見直し修正
融資	・融資手段は限られ、ハイ・リスク、ハイ・リターン投資。 ・公的融資としてはカーボン・トラストに一本化。 ・場合によっては、官民合同融資スキームの設置	・融資は容易になり、リスクに対するリターンも小さくなる	・簡素かつ多様な融資手段が可能になる。 ・ベンチャー・キャピタルではなく事業拡大融資となる

出典：A Fuel Cell Vision for the UK 2003

【水素・燃料電池特集】

英国の燃料電池開発・展開の進め方(概要)

なぜ燃料電池か？

燃料電池は次のことを可能とする技術である、

- － 世界の低カーボン経済に大きく寄与する、
- － 都市大気の水質および都市住民の健康を改善する、
- － 世界経済の持続的成長を可能とする 21 世紀産業界の基礎を形成する、
- － 燃料のより広い選択を可能にしてエネルギー安全保障を向上させる、
- － 従来技術に対して高い効率により燃料枯渇の緩和に寄与する
(特にコージェネレーションモード)、
- － 将来の水素経済に不可欠な中間要素であり最終構成要素を提供する。

これらの問題は英国で高い優先順位を持っており、継続中の全国的討論ではどのようにこれらの問題にアドレスすることができるかについて議論している。新しく革新的な技術としての燃料電池は、この討論の流れを変え、扱いにくい複雑な問題に魅力的な解決策を提供している。

英国への利益

CO₂ 排出の削減

気候変化が起っていることは、現在広く認識されている。また、これは一般に大気中の温室効果ガス濃度の増加に起因している。その最も顕著なものは二酸化炭素(CO₂)である。

燃料電池の分散発電や輸送への広範囲の導入が、CO₂ 排出量を削減し、生活の質を改善する大きな可能性を持っているという明瞭な合意がある。より早く利益を獲得するために燃料電池の大規模使用を促進させる方策のコストは、最終的な利益と釣り合わせることができる。これらの利益は、より迅速な英国の参加と合意、早期の燃料電池の大規模展開および CO₂ 排出量削減取り組みの加速を含んでいる。

英国燃料電池社会は、世界規模の排出に影響を与える手段が英国の政策ではるかに高い優先順位を持っているべきであると信じており、燃料電池はこの側面を持っている。英国で燃料電池の使用を促進することは、技術とそれによる利益を改良し実証することにより、燃料電池の国際導入をもたらす効果がある。このように、英国の技術および経験は、CO₂ 排出量を世界的に削減する梃子になるであろう。

都市大気質の改善

英国は、都市大気の質を改善するという大きな問題に直面している。高い人口密度と高い汚染源の集中の組合せは、健康への不均衡な影響を引起し、その影響に対して高額な医療費という結果をもたらしている。

他の先進諸国のように、英国の自動車排気ガスは他のどのような形の人間活動よりも多くの大気汚染を引き起こしている。全窒素酸化物のほとんど半分、一酸化炭素の3分の2、全炭化水素排出の約半分そして都市のほとんどの粒子状排出物は自動車により占められている。英国政府は地方自治体に対し大気質目標を設定した。しかしながら、市街地の混雑に伴い継続しているこの問題は解決が困難であることを意味している。

燃料電池は使用する場所では無公害になりえるので、自動車への燃料電池の導入はこの問題の軽減をもたらす。自動車への燃料電池技術導入という大きな役割を演じることによって、特に市街地では、英国はこれらがもたらす利益である都市大気の品質改善と健康サービスへの負荷の軽減が提供できる。

持続可能性と競争経済

英国は持続可能な経済開発に対して大きく関与している。これらの関与は、英国がその環境と社会的重大性を持って経済成長を継続することへのバランスを必要とする。燃料電池は持続的成長の促進に非常に魅力的な技術であり、環境と成長の両分野にプラスの影響をもたらすことができる。

燃料電池と水素ビジネスは、既に英国で 800 以上の職場を支えている。また商業規模予測は、2011 年に £ 250 億の世界市場規模となる。英国には燃料電池と水素経済に集中したかなり大きい産業を構築する機会があり、価値連鎖のすべての局面をカバーできる。

過去の経験は、産業界の参加者は一団となる傾向があり、顧客や供給業者の近くにいることを好み、経験を積んだ労働力やインフラに頼るということを明らかに示している。魅力的な国際ハブとしての英国を立ち上げる利益は、結果として生じる雇用や強い技術基盤という大きな利益を得る燃料電池供給プロセスのすべての部門の重要企業に国内投資を働きかけることである。先端材料のような関連分野へスピン・オフ展開する大きな可能性が結果として生じる。

燃料電池開発と展開で先導的立場をとることによって、英国は国内投資の早期の流れを促進できる。燃料電池への長期的な関与ならびに支援を示すことは、英国に投資することを考慮している企業のリスクを減らす。このような支援は、英国の長期見通しが無い他の産業を助成するよりも、好ましい投資を意味するであろう。

英国内では、多くの分野が燃料電池への大きな熱意を示し、そのイニシアチブは国

内投資に有望な枠組みを提供する。しかしながら、国の支援と調整なしでは、これらのイニシアチブはその可能性の実現に苦勞するであろう。

燃料の大きな柔軟性を可能にしてエネルギー安全保障に寄与

自国内のエネルギー供給が減少するとともに、英国は実質的にエネルギー輸入国になっている。このことは、調整の失敗、政情不安定、矛盾および価格変動によるエネルギー供給問題に対して英国を潜在的に脆弱にする。

現在、英国の一次エネルギー需要の 39%を占めるガス供給は減少している。また、2010 年ごろの石油に当てはまる様に、ガス供給は 2006 年ごろまでに純輸入国になる。英国は使用している石油のおよそ半分を既に輸入している。

種々の供給源、供給業者および供給経路を持つことによるエネルギー多様性によって高いセキュリティが維持でき、既存の供給がより長く続くことを可能にする。

燃料電池は広範囲の成長する燃料分野において進行するので、エネルギー安全保障の問題に優れた貢献をもたらす。英国への燃料電池の導入なしでは、自国のエネルギー供給減少による影響は著しく大きくなりえる。

英国のエネルギー・インフラの多くは次の 20 年に更新する必要がある。送電ネットワークに供給する従来の集中型電力運用から、再生可能エネルギー源(しばしば英国の周辺地域や海上)やより小規模な分散発電に適したシステムへの変更を可能にするために、実質的な投資が必要である。英国がガスの純輸入国になるとともに、新たなガス輸送インフラも必要である。これらの変化が生じると、信頼性の高いまた良い品質のエネルギーの必要性が増加する。

信頼できるエネルギー・インフラと供給ネットワークを維持することの失敗の結果が、アメリカとカナダの大部分での最近の停電として北アメリカで示された。生じた全コストの大きさは、数億ドルになると推測されている。ロンドンの最近の電力事故は、さらにこの問題を目立たせる存在となった。

水素経済

燃料電池は、水素をエネルギーに変換する重要な手段として広く注目され、水素経済のためのあらゆる願望の実現における明白な潜在的役割を持つ。「水素経済」の概念は、水素が将来のクリーンエネルギーシステムに主要なエネルギー媒介としての役割を演じるという一連の構想をカバーする。化石燃料からバイオマス基盤燃料(例えば廃棄物埋め立てガス)を経て再生可能資源に及ぶ燃料で燃料電池を展開する能力は、主に再生可能エネルギー源に基いた水素経済への遷移局面をすべて支援することを意味する。

ロードマップの目標と視野

このロードマップ(進め方)は、2003年に "Fuel Cells UK"によって発表された「英国のための燃料電池の展望」が基になっている。この展望は、燃料電池の開発と展開において主要な役割を果たす際の英国への利益を明確化し、英国がその役割を引受けするための経路について定義した。この展望から出現する主要な提案の1つは以下のとおりであった:

「次の重要な段階は、展望を実現するためのロードマップを定義することである。すなわち、政府と産業界を含むすべての利害関係者のための進むべき道とマイルストーンを明確にすることである」

このロードマップの目的は、英国内の燃料電池技術の商業化を加速し、英国がそのプロセスから最大の利益を引き出すことを確実にすることである。これは、産業界だけでなく研究社会、国、地域および地方の政府および社会全体に当てはまる。

先に言及されたように、燃料電池と水素経済の間には明瞭で密接なつながりがある。どのような形態の水素経済でも、燃料電池が重要な役割を持つならば、CO₂削減のような政策目標の実施により大きく成功するであろう。また、いくつかのタイプの燃料電池は燃料として水素を必要とする。

英国において最近完成した「英国の水素エネルギーの戦略フレーム・ワーク」は、英国が最大の利益のために水素経済活動にどのように参画するかを決定するために探求された。このフレーム・ワークの研究は、相補性を確認する著者間の緊密な交流により、このロードマップの初期の研究と平行して行われた。

このロードマップの視野は、燃料電池システムおよび差し迫った技術(例えばプラントバランスや電力調節など)に加うるに、利用する場所での燃料貯蔵と供給に限定されている。

このロードマップの開発は、広範囲の協議プロセスを含んでいる。英国の燃料電池社会によってこの研究に付与された重要性は、ほとんど500時間からなる関係した広範囲の利害関係者からの実質的な意見に反映されている。

このロードマップは、英国がこの機会への対応を最適化するために支援する方法を明らかにしている。

取り組むべき課題

このロードマップは、英国が下に示す機会に対する対応を最適化し、直面する問題を克服するのを支援する行動の包括的な枠組みを提供している。

- 英国で燃料電池の重要な市場を設立する、
- 英国に競争力のある燃料電池産業の成長を促進する。

このロードマップは、英国燃料電池社会の見解と願望を反映するために準備されており、政府、産業界および研究者を含む広範囲の利害関係者の考え方および活動を知らせるように意図されている。

英国が、これらの機会に対応し、燃料電池の開発および展開を最適にする将来の成功には、以下に述べる多くの課題に取り組むことを必要とする。

規制と政策
<ol style="list-style-type: none"> 1. 市場吸引力の欠如 2. 燃料電池システムがもたらす利益の十分な説明を確実にする 3. 明確な密着した政策の不足 4. 研究開発と商業化の間の資金不足(あるいは「死の谷」)の克服 5. 分散発電の導入を可能にする規制枠組みの適合 6. 英国の燃料電池自動車(FCV)の展開を促進 7. 市場基盤メカニズムへの不十分なアクセス 8. 市況の発展と調和した政策の展開を保証 9. 欧州レベルでの機会を実現することを確かにする 10. 潜在的な国際パートナーの英国の強さの認識不足 11. 規定と基準の枠組み開発 12. 燃料電池と関連施設の計画同意手続きの適合 13. 実証段階を越えて民間投資を促進する大規模燃料電池プロジェクトの非リスク化 14. 輸入品対国産技術をめぐる不安定

市場開発
<ol style="list-style-type: none"> 1. 分散発電への障害の削除 2. 明白な経済的で少量の安値感を持つ初期応用の不足 3. 国際供給プロセスでの英国の位置の最適化 4. 英国の燃料電池供給プロセス企業の設立奨励の不足 5. 長期的投資家の信頼度を作り出す 6. 市場推進派の不足 7. 信頼できる手頃な燃料電池の入手しやすさの加速

8. 認識された財政危機の最小限化
9. 燃料電池価値体系に重要な他の産業との重複化を展開(例えば材料開発)
10. 政策に影響を及ぼすまとまった産業界の声の不足
11. 国際燃料電池自動車供給プロセスの英国の位置の最適化
12. 電力ネットワークおよびインフラへの分散発電システムの統合

教育、訓練および認識

1. 産業の発展を促進する高度な技能の不足
2. 設置や維持の有資格専門家を育てるメカニズムの不足
3. 燃料電池の利益に関して政治家を教育する必要性
4. 政策立案者間の意識の欠如
5. 公共教育での燃料電池関連の不足
6. 潜在的調達者と他の重要な利害関係者との間の意識の不足(例えば計画者と設計者)
7. 情報に基づく計画手順の不足
8. 一般大衆の意識と信頼の不足
9. 製品の性能確認

技術開発 – 産業界

1. 具体的な技術問題の解決(下記の 1-10 を参照)
2. すべての燃料電池タイプの製作能力の最適化
3. すべての燃料電池タイプの導入容易度の最適化

技術開発 – 研究界

1. 購入可能なスタック価格レベルの達成
2. 受け入れ可能なスタックの耐久性/性能レベルの達成
3. 燃料電池システムの重要な個所の重量と容積の削減を達成
4. 燃料の柔軟性を可能とする燃料電池システムの開発(改質オプションを含む)
5. PEM スタックの高温運転の達成
6. 適温 SOFC および高温 SOFC のための材料開発
7. 水素貯蔵能力を、自動車の航続距離を受け入れ可能なレベルまで拡張し、ポータブルパワー入手可能性を向上させるレベルにまで増加
8. 再生可能エネルギーの断続性を扱うために可逆的な燃料電池の開発
9. 有効で手頃なプラントバランスの開発
10. 燃料電池と水素研究活動の間の結合を保証

これらの問題を克服するために必要とされる戦略と行動は、政府、産業界および研究界を含む広範囲の利害関係者からの情報を必要とし、また 2023 年以降までにわたる。

提 言

英国の燃料電池関係者は、上にリストされた難問の多くを包含し、早期の行動が重要であると考えられる特に重要な 5 件の方策を示した。これらは、各段階の進展と明白にリンクし、次段階に密接に関係している。それらは以下のとおりである、

ハイ・レベルの政治的取り組みの実現

このことが、潜在的な政策的利益の十分な実現を確実にすることを支援する。産業界と"Fuel Cells UK"による行動は、強い政治的関与を促すために必要である。

研究開発の支援

政策目標を実行し、かつ産業の成長を支援するために、英国の研究開発能力と努力がその可能性を実現するには、1年当たり£1000万-2000万規模の資金提供が必要である。

政府との燃料電池調整グループの構築

燃料電池調整グループの役割は、関連する政策およびイニシアチブを調和させて結合することであり、それにより、英国の燃料電池開発と展開支援の合理的で効率的なアプローチが促進するであろう。

燃料電池の有効な英国の展開の促進

燃料電池応用の初期の試用および中期の実証は、技術の最適化を支援することができ、供給プロセスの開発を促進し、意識と理解を改善し、非常に大きな尺度では価格を下げ大量市場の始動を支援する。次には、これは燃料電池がもたらす政策利益の実行を加速するのを支援する。

公共予約購買契約の導入

公共部門の調達者による予約契約は、市場が政策ニーズを満たす革新的な解決をもたらす強力なメカニズムを提供する。このような関与は、さらに、生産拡大の資金を引き受ける供給業者とその投資家に長期的信頼をもたらす。

このロードマップは、英国の燃料電池の可能性を実現させるために、広範囲の利害関係者が実施する必要のある行動を明らかにする際の始点を提供している。

早期の進展は、上に述べられた 5 つの重要な提案を横断して、またロードマップで示された一連の具体的な行動に関して必要であり、これはカーボンの削減、汚染の低下、エネルギー安全保障および産業振興の成功を最適にすることを確実に支援する。

以上

翻訳・編集：NEDO 情報・システム部

(出典 : The Fuel Cells UK Industry Association : The UK Fuel Cell Development and Deployment Roadmap,
http://www.fuelcellsuk.org/_sharedtemplates/Roadmap-Fuel_Cells_UK-final.pdf)

(添付資料)

商業的潜在性

英国貿易産業省(DTI : Department of Trade and Industry)とカーボントラスト(Carbon Trust)のための最近の報告書は、商業化の進行に伴うその後の顕著な成長により、世界的な燃料電池市場の潜在力が 2011 年までに 250 億ドル以上になると推測している。この技術的評価の内訳は以下のとおりである:

	応 用	価値 2011 年 \$B	価 値 2011 年 £ B
モバイル用	推進装置	3	1.6
	補助電源装置(APU : Auxiliary Power Unit)	0.9	0.5
定 置 用	分散発電(DG : Distributed generation)/コージェネレーション(CHP : Combined heat and power)	6	3.2
	住宅用/小規模コージェネレーション	3	1.6
	遠隔地電力	2.5	1.3
ポータブル用	移動用電池の置換	11	5.8
	合 計	26.4	14.0

先導的燃料電池技術の主な特長

技 術	電解質	電力規模	概要、運転温度、応用	技術の現状
第 1 世代燃料電池 ー 熟成				
アルカリ形燃料電池 (AFC : Alkaline fuel cell)	アルカリ溶液、通常 KOH	数 W から数 10kW	水酸化カリウム(KOH)溶液電解質により評価、主要な問題は CO ₂ による電解質の汚染の可能性 運転温度 : 90-100 °C 応用 : 軍事、宇宙	熟成技術、高価だがニッチ応用で使用、わずかのメーカーが現在活動中、技術はいまだ応用を探求している
リン酸燃料電池 (PAFC : Phosphoric acid fuel cell)	リン酸	200kW-11MW	低い運転温度は炭化水素燃料の内部改質を妨げる。したがって分離した改質器が必要。(あらゆる低温燃料電池に該当) 運転温度 : 175-200 °C 応用 : 定置/分散電源	200kW システムが提案された、しかし特殊環境以外で、他の発電形式との商業的競争力なし

第2代燃料電池 - 現在開発中 (i.e. 概念、試作、初期的製造または早期採用)				
プロトン交換膜燃料電池 (PEMFC : Proton exchange membrane fuel cell)	固体高分子	数 W から数 100kW	従来の PEMFC は水素固体高分子燃料電池を導入。バラード社、シーメンスおよびパブコック社は 200kW システムを発表しているが、一般に、数ワットから 25kW 程度で運転。(75kW の車両エンジンおよび 250kW のバス・エンジンを除いて) 運転温度 : 60-85 °C 応用 : 輸送、定置/分散	電気出力は 1-2kW に制限されているが、現在利用可能な"商用"の製品、大数の企業が、市場ヘスタックの出荷に近いが、発電装置やシステム製品の提案は無い。
マイクロ直接メタノール燃料電池 (μ DMFC : Micro direct methanol fuel cell)	固体高分子	<50W	従来の電池と直接競合する低電力 PEMFC 装置。メタノール燃料は液体として PEMFC 装置に供給。 運転温度 : 60-100 °C 応用 : 電話からコンピューターまでのモバイル電子機器	先端製品の試行、初期の商業化を予定。
直接メタノール燃料電池 (DMFC : Direct methanol fuel cell)	固体高分子; アルカリになる。	50-150W	運転温度 : 60-100 °C 応用 : 大型携帯用機器	初期の概念実証製品
直接メタノール燃料電池	固体高分子	500W-2kW	運転温度 : 60-100 °C 応用 : 大型携帯用機器	初期の研究開発努力は実現可能性を確認
熔融炭酸塩形燃料電池 (MCFC : Molten carbonate fuel cell)	熔融炭酸塩材料	25kW-2MW	陽極で石炭を派生した燃料ガスを含む炭化水素燃料を直接改良することがある。また、外部改質器は必ずしも必要ではない。しかしながら、硫黄耐性の問題はそのまま 可能な応用分野は、発電、CHP、船推進を含む。非常に小さな MCFC システムは、システム内での CO ₂ 再循環の必要性により複雑	日本、米国およびヨーロッパの開発計画は、5-20kW の範囲の多くの小さな試作ユニットを製作。米国で 2MW また日本で 1MW のプラントが実証された。250kW システムを実証。しかし、今後の研究開発が必要。
固体電解質形燃料電池 - 管状設計 (SOFC : Solid oxide fuel cell - tubular design)	固体酸化物材料	100W-10MW	管状・平面 SOFC は、同様の材料を使用するが、組立て技術の点で異なる。天然ガスが一般に適した燃料である。	実証のために 250kW の SOFC システムを納入。 コストは高いまま。

Solid oxide fuel cell)			運転温度：600-1,000 ℃ 応用：集中化定置および分散発電、CHP、APU、船舶推進、列車。	
固体電解質形燃料電池－平面設計	固体酸化物材料	100W-10MW		
高温プロトン交換膜燃料電池	固体高分子	PEMFC と同様	容易な熱管理、有用な熱出力、燃料中の不純物により寛容。 運転温度：120 160 ℃	研究開発段階
第3代燃料電池－研究開発概念のみ				
直接 H ₂ S SOFC	固体酸化物	数 100kW 以上	燃料として H ₂ S を使用、陽極の熱が水素と硫黄を分離。	概念実証済み、商業化への資金調達に着手。(市場への 2-5 年)
酸性溶液 DMFC	酸性溶液	1kW-5kW	PEM DMFC 装置よりも良い技術性能と主張、しかし液体電解質が欠点。Kordesh 技術ならば、その流通は AFC(第 1 世代)と同じ、広範囲露出は無理、また DMFC 固有の問題を取り扱う。	初期研究開発作業、2003 年プロトタイプ開発への理論的評価、初期製造段階から 2-3 年。
マイクロ SOFC (μ SOFC)	固体酸化物	<10W	・集積回路産業の MEMS 技術を使用してシリコンチップ上の統合 μ SOFC およびマイクロ改質器、 ・非常に高いエネルギー密度が理論上可能、 ・次世代ポータブルエレクトロニクスのバッテリー置換市場を目標。	初期研究開発作業、理論的評価、2003 年のプロトタイプ製作へ向かう、初期製造段階は遠い。
マイクロ PEMFC(μ PEMFC)	固体高分子	現在は、<100W	超小型 PEMFC システム構築に微細加工技術を使用、従って高エネルギー密度が可能。	初期研究開発段階
高温プロトン交換膜燃料電池	固体高分子	PEMFC と同様	容易な熱管理、有用な熱出力、燃料中の不純物により寛容。 運転温度：120－160℃	

【水素・燃料電池特集】**自動車用燃料電池の技術開発・実用化状況と今後の課題（米国）****1. 研究開発状況**

自動車メーカーは重要な研究開発を自社内で行うため、外部者がその進捗を知るのには困難である。ゼネラル・モーターズ（GM）社の燃料電池事業統合部長ジェイ・マコーミック氏は昨年 11 月に開催された燃料電池セミナーの全体講演で、燃料電池への GM 社の対内支出は米政府の燃料電池への支出をすべて合算したよりも大きく、GM 社に関する限りでは、燃料電池開発は産業界が主導していると話した。

米エネルギー省（DOE）水素プログラムが行っている研究については、2005 年度『年次進捗状況報告』^{（注 1）}で報告されている。今後も継続的に重要となる問題は、燃料電池コスト、耐久性、そして（特に低温での）性能である。ホンダ社をはじめ、いくつかの自動車メーカーでは Nafion などのフッ素重合体の膜の代わりに炭化水素膜を使用する燃料電池へと移行している。

TIAX LLC 社のエリック・カールソン氏は燃料電池セミナー（2005 年 11 月 14～18 日）で『固体高分子形（PEM）燃料電池のコスト・ステイタス 2005（PEM Fuel Cell Cost Status-2005）』と題する興味深いプレゼンテーションを行った。TIAX 社は過去 6 年間にわたり、DOE 目標と比較した燃料電池コスト状況を調査した。2005 年の DOE 目標は大量生産を前提に、80-kW システムで 125 ドル/kW である。（著者注：大量生産は年間 50 万ユニットであると思うが、この定義はプレゼンテーション内では特に言及されなかった。）このプロジェクトの対象範囲は燃料電池スタックと関連構成部品であり、水素貯蔵、電力調整、燃料電池基本システム外の構成部品、あるいは品質管理は含まれていない。調査結果の中で特に興味深いのは、スタック・コストの 77%を電極が占める。その次に割合が大きいのは膜で、スタック・コストの 6%を占める（図 1 参照）。スタック・コストでシステム全体のコストの 63%が占められている（図 2 参照）。システム・コストは DOE 目標の 125 ドル/kW を下回る 108 ドル/kW と概算された。システムがより一層複雑になったことで設備費用の割合が増し、2005 年の概算値は 2004 年の概算値 97 ドル/kW を少し上回った。同調査では、出力密度、プラチナ・コストおよびプラチナ装填量を燃料電池の主要コスト影響要因として挙げている。

2005 年の分析とそれ以前の分析を単純に比較すると誤解を招く恐れがある。なぜな

（注 1）オンライン版は

http://www.hydrogen.energy.gov/annual_progress05_fuelcells.html で入手可能。

らば、最近の調査ではプラチナ・コストを市場価格に近い 900 ドル／トロイオンスとしているが、それ以前の調査では 400 ドル／トロイオンスを使用しているためである。TIAX 社が行った調査の全容は、再生可能エネルギー研究所（NREL）によって発表される予定である（出版番号：NREL/SR-560-39104）。

電極がシステム・コストの 77%を占めるという調査結果は、システム・コスト削減の唯一最大の方法がプラチナ装填量の削減であることを示唆している。この領域での進展はこれまで緩慢であり、進展を正確に評価することも困難である。どうすれば DOE は今後 5 年間で燃料電池のコスト目標である 50 ドル／kW を達成することができるのかという問いに対してマコーミック氏は、50 ドル／kW の数値に GM 社は密かに近づいていると答えるにとどまり、同社の現在のコストは公表しなかった。さらに、政府は産業界がすでに取り組んでいる多様な領域の研究に資金を拠出しすぎているとし、例えばプラチナ触媒装填量を減らす研究ではなく、非プラチナ触媒の開発などといったハイリスク研究に対して政府助成が行われる方がよいとマコーミック氏は考えている。

2. 商業化状況

実際に走行する燃料電池自動車の数は 2005 年に劇的に増加したが、燃料電池技術の商業化はまだ遠い。DOE エネルギー効率・再生可能エネルギー局水素・燃料電池・基盤技術プログラム燃料電池チームのリーダーであるヴァルリ・ライトナー氏によると、DOE が目指すのは、産業界が 2015 年までに商業化の決定を下すことを可能にすることである。もし、産業界が燃料電池の商業化を決定すれば、DOE は 2020 年までに燃料電池自動車を市場に出すと同時に、燃料ステーションで水素が入手可能となることを目標とする。

GM 社は、燃料電池技術の商業化への取り組みに関して、米国で最も積極的な自動車メーカーであると言える。マコーミック氏のプレゼンテーションでは、同社は（従来の自動車と）競合できる燃料電池推進システムの設計および検証を 2010 年までに完了するつもりであることが声高に述べられた。「競合できる（competitive）」とは、性能、耐久性およびコスト（プレゼンテーションではコストが強調されていた）に関して燃料電池自動車が従来の自動車技術と競合することができるようになるということである。さらに同氏は、未来の車が路上を走るのに 15～20 年かかることを考えれば、燃料電池自動車の市場への普及にも時間がかかるだろうと述べている。

いくつかの組織が水素自動車と水素ステーション（水素燃料補給所）の数の推移を記録している。特に役に立つ資料は『Fuel Cell Today』（<http://www.fuelcelltoday.com>）の軽自動車や水素インフラに関する調査と、自動車メーカーが提供する燃料電池自動車と水素ステーションをまとめた『Fuel Cell 2000』（<http://www.fuelcells.org/>）の自動車チャート・リストなどである。

3. 商業化の一般的な問題

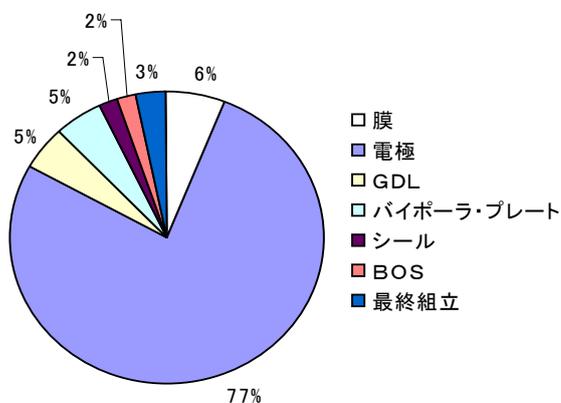
ライトナー氏によると、自動車産業の主要な技術的課題は、効率的な水素貯蔵システムの開発と、水素と燃料電池双方のコスト削減である。産業界の主要な経済的・企業の課題としては、安全性とグローバルな競争力を確実にする規格・基準の設定、水素インフラへの投資、そして一般市民と公衆安全当局に対し水素に関する教育を実施することである。

燃料電池セミナーの全体会議で、ホンダ社のガナー・リンドストローム氏は「よい (good)」から「最終的な (ultimate)」解決策へ移行する同社の戦略について発言した。ホンダ社は当初、燃料効率のよい自動車 (よい解決策: good) の生産に焦点を当てていたが、次にガソリン/電気ハイブリッド車 (よりよい解決策: better) を発表した。従来のインフラを使用できるため、ハイブリッド車の商品化は比較的容易であった。ホンダ車は現在、天然ガス自動車 (最良の解決策: best) を広域的な市場に販売し始めたところであり、最終的には、水素燃料電池自動車 (最終的な解決策: ultimate) へ移行するつもりである。これらの自動車の商品化は、新しいインフラを必要とする点が問題となっている。ホンダ社は、同社製自動車を様々な地域で戦略的に実証してきたことで、多くのことを学び、多様な状況での自動車の走行を理解していると主張している。また、ジャーナリストに燃料電池自動車を日常的に運転させ、その経験を伝えるという「トス・ザ・キー (toss-the-keys)」プログラムによって、ホンダ社はマスコミの関心を集め、優れたフィードバックを得てきた。同社は一般消費者向けに燃料電池自動車のリースを初めて実施した企業でもある。

いくつかの発表から、現在の自動車以上の価値を燃料電池が提供できる潜在的可能性がほのめかされていた。例えば、自動車会社が期待するのは、多くの消費者が自宅で燃料補給が可能となることを高く評価することである。将来的に燃料電池自動車は移動用電源として、あるいは家庭への電力供給にも使用される可能性があるが、このようなオプションが消費者にもたらす価値については、今のところ検証されていない。

現在、水素ステーションの数は少なく、また、燃料電池自動車の走行範囲が限られているため、ドライバーの多くは「束縛 (tethered)」感を感じている。ダイムラー・クライスラー社の発表者は、水素ステーションの信頼性がどれだけ重要であるのかを、同社は当初十分に評価していなかったことを認めた。水素ステーションは数が少ないため、タンクを空にしたドライバーが訪れた場合には、ステーションが操業していることが必須である。もしステーションが機能していないと、ドライバーは家に帰ることもできない。ホンダ社は水素ステーションを見つける音声作動式ナビゲーション・システムを車両に組み込むことで、水素ステーションの所在を探す問題に取り組むつもりであることに言及した。

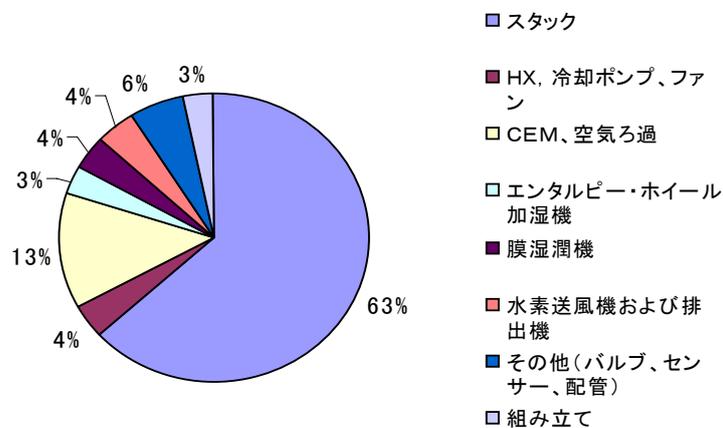
図1 燃料電池スタックのコスト内訳 -80kW (67\$/kW、\$5,360)



項目	単位	2005年値
Ptコスト	\$/troz	900
Pt搭載量	mg/cm ²	0.75

(出典：TIAX LLC 社資料)

図2 燃料電池のシステムコストの内訳 -80kW (108\$/kW、\$8,640)



項目	2004年システムコスト(\$/kW)	2005年システムコスト(\$/kW)
スタック	72	67
BOPおよび組立	25	41
合計	97	108

(出典：TIAX LLC 社資料)

以上

翻訳・編集：NEDO 情報・システム部

(出典：SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program)

【水素・燃料電池特集】

カリフォルニア州の水素ハイウェイ・ネットワーク構築

自動車メーカー、エネルギー会社、燃料電池技術の企業及び政府関係機関の協力で創設された CaFCP (California Fuel Cell Partnership: カリフォルニア燃料電池パートナーシップ)は、年1回「ロードラリー」を企画しているが、2005年は9月29日からサンフランシスコ湾域で開催された。

同州の市町を数日間かけて燃料電池自動車が巡り、各地でメディアや一般の方々が試乗体験できるという企画で、同企画は本年度で4年目を迎えた。本年の展示では、20台近い最新の液体水素の燃料電池自動車や水素再生装置、移動式充電器等の関連先端技術が一般に公開され、サンフランシスコ、オークランド、バークレーそしてサンノゼ等ベイエリアの各区域の住民が車の試乗のみならず水素がどのようにして製造されるか等、燃料電池技術を経験する機会が与えられた。

本年のロードラリーでの注目の的は、サンフランシスコの湾岸区域に設置され水素燃料ステーションであった。約100台の水素燃料電池車がカリフォルニアの道路に並べられ、これに対して水素燃料を供給できるステーションが6カ所、サンフランシスコ湾を環状に囲むように設置された。これらはカリフォルニア州の南北を結ぶように成長してきた「水素ネットワーク」の一環として整備されたものでもある。

既にサンフランシスコ市とサンノゼ市は水素ステーションを有しているが、同地域の電力会社であるPG&E社は、同社初の水素ステーションをサンカルロス市に設置すべく作業を開始した。同社によれば、近い将来、一般に利用され得る安価で質の高い水素を供給することが可能になるとしている。

本年の「ロードラリー2005」は、アーノルドシュワルツネッガー・カリフォルニア州知事が2004年4月20日にUCデイビス輸送研究所で発表した水素ハイウェイ・ネットワーク・イニシアチブを更に促進するためという位置付けでもある。同知事は、本イニシアチブの意義を次のように述べている。「カリフォルニア水素ハイウェイ・ネットワーク・イニシアチブの目標は、カリフォルニア州がクリーンな水素エネルギーによる輸送に速やかに移行するよう促すことで、海外からの石油輸入依存から脱却し、また、自動車排気による健康被害を回避することだ。」「カリフォルニア州の持つ優れた能力に投資することによって、これらの問題を解決し、州内に雇用や投資を創出し、同州が繁栄することを示すことで、環境と経済が共存共栄できることを世界に証明することができる。」

本イニシアティブに基づく計画のアウトラインは、初期の水素ネットワークとしてカリフォルニア州全体に 150 から 200 カ所の水素ステーションを設置（同州の主要な高速道路に 20 マイル毎に設置する計算）し、これにより水素燃料が大半の州民にとって利用可能なものとするというものである。シュワルツネッガー知事は、この初期ネットワークを 2010 年までに完成させるとしており、これによってまず水素社会の経済的及び技術的な可能性を実証することをゴールとしている。CaFCP や他の調査機関によれば、本計画について、初期の段階ではまだ普及途上のため、それほど大量に水素燃料が消費されないだろうと仮定して試算すると、この水素ネットワークの構築費用は 7500 万ドルから 2 億ドル程度となるとしている。

以 上

（参考資料）

The United States Department of Energy page on renewable and efficient energy technologies

<http://www.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/>

The California Fuel Cell Partnership is a collaborative of auto manufacturers, energy companies, fuel cell technology companies and government agencies seeking to promote the transition to fuel cell transportation technologies.

<http://www.fuelcellpartnership.org/>

The San Jose Mercury News coverage of “Road Rally 2005.”

<http://www.mercurynews.com/mld/mercurynews/12781024.htm>

Fuel Cell Works is a non government information site on fuel cell technology and policy.

<http://www.fuelcellworks.com/Supppage3542.html>

Homepage of the State of California’s project to increase hydrogen fueling stations along California highways.

<http://www.hydrogenhighway.ca.gov/>

【水素・燃料電池特集】

通信大手ベライゾン社のビル用電源に関する燃料電池プロジェクト(米国)

燃料電池技術は、ビルディングへの電力供給といった分野では既に商業的に成功しつつある。コミュニケーション企業大手の米ベライゾン社は、ニューヨーク州ガーデンシティにある大規模な回線交換オフィスビルの1つで、全米でも最大級の燃料電池を設置し、実際に運用している。

UTC POWER社によって製造されたPureCell200という燃料電池を、ベライゾン社はガーデンシティビルの屋外に7個設置し、各々の燃料電池に200kWを発電させている。これは、ほぼ400世帯もの電力消費量に相当する規模である。このプロジェクトの優れた点は、既存の商用電源と、新式の燃料電池、そして同社の持つバックアップ用電源を組み合わせ利用し、ビル全体の電力需要を満たしていることにある。電力需要のピーク時対応のバックアップや自然災害時のバックアップも可能なシステムとなっている。

2005年9月21日にガーデンシティで開催された記者会見で、ベライゾン会長兼CEOのイヴァン・セイデンバーグ氏は次のように語っている。「我々が今日ここで使用している燃料電池システムは、我々の顧客への携帯電話や高速データ通信サービスをより信頼性の高いものとしています。その上に、必要とする電力を、環境に優しくかつ効率的なものとしているのです。」

ベライゾン社の本プロジェクトでは、毎年、約25万ドルの電力コストを節約し、化石燃料に基づく発電を使用した場合と比較して1,100万ポンドの二酸化炭素排出を低減させることになるかと予測されている。同プロジェクトは、連邦政府が液体水素燃料の開発及び実用化のための支援策の一環として、米国エネルギー省(DOE)からの資金面での支援を受けている。「電力供給源を近代化する大統領の計画の一環として、電源に信頼性と弾力性を持たせるための技術を(本プロジェクトのように)実証することは極めて大切なことだ。」とDOEの電力信頼安全局のディレクターであるKevin Kolevar氏は述べている。

現在、石油を起源とする燃料を用いる内燃エンジンで最も注目されているのは、トヨタやホンダ等に代表されるハイブリッド電気自動車である。これらのハイブリッド動力は、専門家によっては燃料効率と環境適合性という意味では最も優れていると考えられている。しかしながら、技術的にはハイブリッドは依然として化石燃料であり、

それに依存していることに変わりはなく、多かれ少なかれ石油価格の高騰や供給不安定性の影響を受けることは避けられない。他方、本プロジェクトのような燃料電池技術は、水素製造プロセス時の環境負荷物質排出の課題はあるが、中期的には益々拡大していくことになろう。ベライゾン社のような通信サービス大手が、自社の携帯電話等の製品に燃料電池を適用する事例は今後の技術トレンドとして既に明らかであるが、ビル用電源といった大規模エネルギー源にも燃料電池を導入したことは、厳しいコスト競争を展開するIT 企業のみならず大規模オフィスを有する各企業に新たなトレンドを与えるかも知れない。

以 上

(参考資料)

<http://newscenter.verizon.com/proactive/newsroom/release.vtml?id=92841&PROAC>

【個別特集】

北米放射線学会（RSNA2005）における高度画像診断機器・放射線治療機器の技術動向調査報告

NEDO 技術開発機構 バイオテクノロジー・医療技術開発部
高田 洋一

1. はじめに

2005年11月27日(日)から12月2日(金)にかけて、米国シカゴのMcCormick Placeにおいて、北米放射線学会（RSNA2005）が開催された。

本学会には、米国のみならず、欧州、日本、アジアなど世界中の各大学研究者や各メーカー研究者・技術者が集まり、放射線に係わる最新研究が報告され、その参加者は6万人を超える。同時に、機器展示が併設され、多くの診断・治療機器メーカー（約650社）から、最新の装置・システムが展示紹介される。

本記事では、(1)平成17年度診断・治療機器技術戦略調査において、今後の研究開発の方向性として、診断機器の高度化、診断機器・治療機器の融合が示唆されていること、(2)また、対象疾患として、「がん」が一つの臨床ターゲットとして挙げられていることを背景に、高度画像診断機器・放射線治療機器に係わる米国最新医療技術・工学技術動向、技術課題、最先端研究動向等について、本学会を通じて得られた知見・調査結果・トピックスなどを報告する。特に、Interventional Oncology、Tumor Imagingを中心に、その研究の動向等についても報告する。



写真1: McCormick Place 会場入り口

2. RSNA 学会全体概要（基調講演、研究発表動向）

◎乳房、心臓、核医学、血管/インターベンションの領域で件数が伸長

北米放射線学会（RSNA2005）は、大規模な機器展示と併設される形で、年に一度開催される。今年で91回目、画像診断・放射線治療などを中心に、多くの講演、発表が行われる。今年の、Scientific Presentation の発表は全6,218件。分野別に見る

と、Gastrointestinal(胃腸) (865 件)、Neuroradiology/Head and Neck(頭頸部) (812 件)、Vascular and Interventional(血管) (741 件) の順であった。特に、乳房、心臓、核医学、血管/インターベンションの領域で件数が伸長している。また、Education Exhibit の発表は全 3,026 件であった。



写真2: 学会場内の様子。研究者同士の活発な議論が見られる。

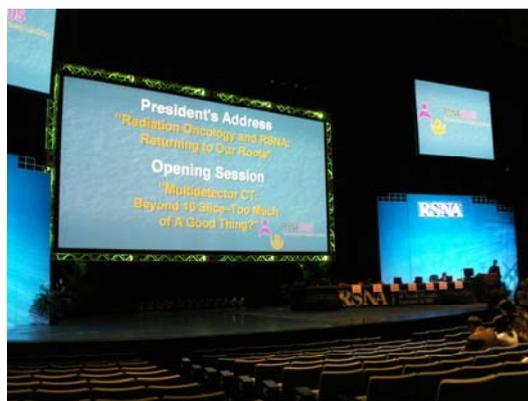


写真3: 基調講演会場。今年のテーマは、「Radiation Oncology and RSNA」。

◎RSNA 学会の基調講演、診断と放射線治療のコミュニケーション(融合)領域が重要

RSNA 学会長の H. Hussey, M.D.より基調講演があった。その中で、診断と放射線治療のコミュニケーション(融合)領域が重要になりつつある。特に、「癌を中心とした診断・治療・ケアの改善を考えると密なコミュニケーションが今後重要である。」と示唆に富んだ発言があった。

また、同じく基調講演の中で、Johns Hopkins University の Dr. Fishman により、「今後、CT の多列化が進み、膨大な画像情報を取り扱うことや高解像度化が進むことが予想される中で、診断装置の性能を十分引き出すまでには至っていない。今後、業務フローや周辺システム(例、ネットワーク速度、情報支援システム、CAD など)の改善が必要になる。また、CT 装置の多列化によって得られる高精細かつ大量の画像情報を臨床上のどなたのところにおいて活用できるかは、今後の放射線科医師のアクティビティにかかっている。」とのコメントがあった。

3. Interventional Oncology Symposium

◎RSNA/SIR 共同による「Interventional Oncology Symposium」が開催される。

今年は、RSNA学会企画の一つとして、RSNA/SIR (Society of Interventional Radiology)の共同シンポジウム「Interventional Oncology Symposium」が5日間にわたって開催され、Interventional Oncology、Tumor Imagingに関する研究発表がClinical ScienceからBasic Scienceまで、また早期のガン診断から画像診断下におけるがん治療と、多岐にわたる研究内容で議論が展開された。

特に、最近話題の分子イメージングの Oncology への適用については、大きく以下の3つの方向性があるように見えた。即ち、(1) Biopsy-less で、がんのステージングを評価する、(2) RFA 治療や放射線治療の中もしくは直後におけるがん治療効果を見る、

及び(3) 薬物療法中におけるがんへの治療薬効果判定を行うことである。

4. Oncologyにおける分子イメージングの動向

◎生物化学的な基礎研究アプローチから分子メカニズムを解き明かす研究が進む

「Tumor Biology for Radiologist」の中で、Dr. Mary J. Hendrixから「Tumor Cell Interactions with the Microenvironment」と題して、Microenvironmentにおけるがん細胞の相互干渉のダイナミックさや複雑さについて評価を行っている研究報告があった。その報告の中でin-vivoにおいて、臨床的にHypoxia（低酸素状態）を計測するBiomarkerとして、PETでは、 ^{18}F -MISO*、 ^{18}F -EF5*、 ^{124}I -AZA*、 ^{60}Cu -ATSM*が、MRIでは、BOLD*、 ^{15}C 、 γ CBV*が紹介された。

個人的には、このような生体内のダイナミズムを含めた生物化学的な基礎研究アプローチから、分子メカニズムを解き明かすと同時に、その知見をベースとした診断Biomarkerの開発が着々と進んでいる印象を受けた。

* 用語参照：MISO=フルオロミソナダゾル、
EF5=2-(2-nitro-1[H]-imidazol-1-yl)-N-(2,2,3,3,3-pentafluoropropyl)-aceamide、
AZA=Acetazolamide、Cu-ATSM=銅キレート薬剤、BOLD=Blood Oxygenation Level Dependent、CBV=脳血液量

◎小動物用画像診断装置が Biomarker 研究を加速

また、海外の Biomarker 薬開発を行う研究機関においては、動物を対象とした画像診断装置（例：マイクロPET、マイクロMRI、蛍光イメージングなど）が評価系として活用されているのが印象的であった。特に、MITのDr. Umar Mahmoodは、「Molecular Imaging」と題して、interventionガイドとしての、optical imaging probesとMRI-detectable-probesについて講演を行った。マウスを使った実験では、蛍光イメージングを用いたファイバースコープ実験システムを使い、マウスを対象とした蛍光イメージングと形態画像とのFUSIONが示された。また、MRIプローブの性能評価として、Gd造影剤を用いT1強調画像を、また、CLIO-Cy5.5を用いT2強調画像や蛍光イメージングの同時撮像などが示された。

個人的には、これらの小動物を対象とした画像診断装置は、創薬研究において、早期にBiomarkerの有効性を確認する上で、今後、重要になってくると感じた。

5. NIH（米国衛生研究所）、FDA（米国食品医薬品局）のファンディング動向

◎NIHやFDAを中心に、分子イメージングの研究体制を加速するため、ファンド強化および制度整備が進む

Refresher Course「Opportunities from Industry and Government」の中で、NIHにおける画像研究（特に、Oncologyや分子イメージングなど）の方向性について紹介があった。Dr. Raymond E. Gibsonからは、「開発プロセスを加速するためことが重要で、そのために、Biomarker開発など、研究で得られた成果・知見を早く産業へトランスファーするために、学界と産業界が密に連携することが欠かせない。」と

コメントがあった。米国では、Imaging Agent のデータベース (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?rid=micad.TOC>) が NIH の HP 内に立ち上げられ、Agent の Knowledge が共有できる体制が整っている。また、Merck's Multi-modality Imaging においては、最先端の診断機器や小動物用機器を関連研究者が使える環境にあり、研究支援の枠組みが整備されつつある。

また、「Cellular Imaging」においては、細胞イメージングに関する高分解能プローブ開発 (10 倍~100 倍の高感度化) を目的に、2003 年から、25million\$/4 年(約 30 億円)を 9 つのナショナルセンターへ投資している。

更に、FDA を中心、薬開発に関する regulation の整理を行っている。特に、Investigational New Drug Applications (IND) と称する applications を作成し、新しい薬開発に関する研究や開発プロセスの整備を、FDA が中心に進めている。



写真4: 展示会場 (East Side) の様子。
East Side と West Side を併せると、東京ドーム3個分以上の広さ。



写真5: 展示会場 (West Side) の様子。国内機器メーカーの多くも出展。

6. 学会併設機器展示の紹介

◎機器展示より、海外画像診断機器メーカーの動向

学会会場と併設する形で機器展示がなされた。海外の画像診断機器メーカー (GE、Siemens、Philips) からは、3.0T の臨床装置展示や、ヒトを対象とした高磁場強度の MRI 装置 (7.0T など) が紹介された。特に、Siemens 社については、ヒトを対象とした研究用途として、11.4T の研究用 MRI 装置をフランスで立ち上げようという動きがある。また、MRI 用収集コイルについては、全身を対象とした 32ch 収集コイルや頭部を対象とした 128ch 収集コイルなどの紹介もあった。既に、7.0T を使い、ヒトの代謝機能を画像化するために、BOLD 効果やスペクトルスコピーの画像が既に撮像されており、この分野の研究が進展している印象を受けた。残念ながら、国内メーカーからは、高磁場 3.0T の MRI システム展示発表は無かった。

個人的には、将来、被曝のない MRI 検査に対する要望が強くなることを想像し、かつ、今後の国内分子イメージングの研究・開発を考慮すると、機器、薬メーカー、生物化学を含めたトータルでの研究開発支援が必要に思えた。

以上

【新エネルギー】

ドイツ新政権のエネルギー政策

－新エネ、省エネ、地球環境対策－

ドイツでは 2005 年 11 月 22 日にメルケル首相の首班指名を終え、キリスト教民主／社会同盟（以下「CDU／CSU」^{注1}）と社会民主党（以下「SPD」^{注2}）の大連立政権が誕生した。SPD と緑の党による前政権は環境税の導入、再生可能エネルギーの促進、脱原発化、排出権取引の導入など、革新的なエネルギー政策を進めてきたが、これらの政策は当時の国政最大野党であった CDU／CSU に厳しく批判されてきた。それだけにこれまで与党・野党として国会で対立してきた両党が連立政権によってエネルギー政策を維持、継続するのか、あるいは大幅に改革するのか、連立協議において大いに注目されてきた。

両党の連立協定によれば、エネルギー政策を経済政策、構造改革、地球環境対策の基盤になるものと定め、エネルギー供給を安定化、低価格化、環境にやさしいものにするのが今後の経済成長の前提だとの認識を示した。ただ将来、化石燃料が不足していくことを考えると、総合的なエネルギー政策が必要で、多様なエネルギー源を利用するベスト・ミックスをその基本とした、さらに省エネルギーや水素技術・エネルギー貯蔵技術などの新エネルギーの開発・実用化に向けた包括的なエネルギー研究を促進することとした。

原子力政策では、既存原子炉の運転期間を延長させたい CDU／CSU と、脱原発を維持したい SPD との間で合意に達することができず、脱原発政策は現状のままにすることとした。

新エネルギー（再生可能エネルギー、植物性動力燃料）、省エネルギー、地球環境対策については以下のとおりである。

再生可能エネルギー

再生可能エネルギーは、2004 年 7 月に改正された再生可能エネルギー法に基づく目標（再生可能エネルギーの発電量に占める割合：2010 年までに最低 12.5%、2020 年までに最低 20%）を追求するものの、再生可能エネルギーの効率性を高めるため、2007

注1 CDU : Christlich-Demokratische Union, CSU : Christlich-Soziale Union

注2 SPD : Sozialdemokratische Partei Deutschlands

年までに法律で規定された同エネルギーで発電された電力の最低買取り価格を個々に再検討することになった。

CDU/CSU は従来から、特に風力発電の急速な拡大に反発してきたが、連立協定では今後風力発電を陸上既存施設のパワーアップと洋上風力発電に集中させることにした。また再生可能エネルギー法が最低買取り価格を規定することによって、特にエネルギー消費の多い産業などで発生している経済的負担をより軽減するためにエネルギー消費の多い企業に対する既存の優遇措置を、1kWh 当たりの負担が 0.05 セントを超えないように早急に改革することにした。

注目されるのは、再生可能エネルギーを国際的に促進するため、NGO や一部の政治家などが提唱している国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)^{注3} の設立に向けてイニシアチブを取ることにしていることである。

植物性動力燃料

連立協定では、バイオディーゼルやエタノールなどの植物性動力燃料の消費量を 2010 年までに動力燃料の総消費量の 5.75% に引き上げることを目標とした。

また、現在植物性動力燃料は鉱油税が非課税であるが、連立協定では課税対象とし、一方でガソリンなど揮発油などと混合することを義務づけることでより促進することとした。(注: この連立協定が公表された後、関連の農業団体などから厳しい批判が出たため、植物性動力燃料はこれまで通り非課税になる見通し、との報道がなされている。)

省エネルギー

連立協定ではエネルギー効率を 2020 年までに 1990 年比で倍増させるほか、住宅など建物において断熱効果を高めたり、建物の省エネルギー化を促進するため、年間最低で 15 億ユーロの資金を用意することとした。

なお環境税については、現状を維持し税額を引き上げないことにした。

地球環境対策

2008 年から 2012 年までの間に京都議定書で規定された排出削減量 (1990 年比で温室効果ガスの排出を 21% 削減) を遵守するため、必要に応じて追加施策を講じるほか、2009 年までに京都議定書後の国際協定がまとまるようイニシアチブを取ることにした。

また、京都議定書を遵守するために EU 各国で 2005 年 1 月から開始されている排出権取引については、2008 年から 2012 年の排出権の交付に際して、ドイツ企業が排出権取引によって国際競争力を失わないように十分配慮するとともに、国外での施策

注3 IRENA : International Renewable Energy Agency

である共同実施 (JI)^{注4}やクリーン開発メカニズム(CDM)^{注5}をより積極的に利用すべきだとした。さらに必要に応じて、排出権取引に関連する EU 指令の改正に努力することとした。

将来の地球環境対策においては、ドイツがこれまでのように先駆者として単独でリードするのではなく、EU に対して温室効果ガスの排出を 2020 年までに 1990 年比で 30%削減するよう提案することになっている。これが認められた場合には、ドイツは将来の自国における温室効果ガスの排出削減を、より拡大させていきたいとしている。

以上

(参考資料)

- 1) キリスト教民主／社会同盟と社会民主党の連立協定: **Gemeinsam für Deutschland – Mut und Menschlichkeit** (www.cdu.de あるいは www.spd.de のトップページからダウンロード可能)
- 2) ターゲスシュピーゲル紙 2005 年 11 月 15 日
- 3) ベルリン新聞 2005 年 11 月 18 日

注 4 JI : Joint Implementation

注 5 CDM : Clean Development Mechanism

【エネルギー一般】

原子力関連企業アンサルド・ヌクレアーレ社復活する（イタリア）

2005年11月上旬よりアンサルド・ヌクレアーレ（Ansaldo Nucleare Spa /アンサルド原子力株式会社 /フィンメッカニカグループ）社が復活されることが10月27日に行われたフィンメッカニカグループの宇宙防衛ホールディング新会社、Fiumara社落成式の折に生産活動相クラウディオ・スカイヨーラとフィンメッカニカグループの会長ピエール・フランチェスコ・グワルグワリーニによって発表された。

アンサルド・ヌクレアーレ社は1980年代の中頃までは約1,000人程のエンジニアや技術者が活発に活動していたフィンメッカニカグループの原発機械部門の会社（旧名：Ansaldo Meccanica Nucleare 株式会社とNIRA 株式会社）であったが、1987年の国民投票結果によるイタリアの原発廃止によって同社は18年前に実質的に解体された。とはいえ原発部門活動は小規模ながら同グループのAnsaldo Energia社に組み込まれ継続されていた。既にモスクワ（ロシア）とブカレスト（ルーマニア）に同社の事務所が設置されており、海外における原発部門活動は既に開始されている。

2005年11月より正式にAnsaldo Energia社の原発部門が切り離され、100%Ansaldo Energia社出資によるアンサルド・ヌクレアーレ株式会社が新たに設立された訳であるが、本社はイタリア北西部、地中海に面するジェノヴァに設置され（目下の所はAnsaldo Energia社内）、従業員数は120名で再出発される。新会社の活動は、閉鎖された原発の撤去、新世代原発による電力生産活動に照準が合わせられるとのことだ。

スカイヨーラ生産活動相は、「我々は欧州の原発市場に入らねばならない、そして既に失った競争力を再獲得せねばならない。イタリアに原発を建設するかどうかについては、タブーなしに真面目に検討・対応されるべきである。他の国々と異なりイタリアは原発問題から逃避し、国民投票によって間違った選択をしてしまった。イタリアは当時世界で2番目の原発技術、電力生産高を持っていたが、原発放棄によって国際レベルによる原子力開発の機会も失ってしまった。2006年上半旬に我々は新たな産業政策を提案するつもりである」と、アンサルド・ヌクレアーレ社復活発表の折りに述べているが、これに対し緑党の党首アルフォンソ・ペコラーロ・スカーニオは、イタリアの国民は既に“原発は要らない”と言っていることを新たに思い起こさせ「スカイヨーラ相のコメントは民主主義に反しており危険である。次回のエネルギー政策は中道左派の「ユニオーネ（連合と言う意）」によってクリーンで安全な新エネに照準を合わせたエネルギー政策が立案され実施されるであろう」と直ちに同相のコメントに抗議している。また与党のアルテロ・マッテオーリ環境相も「原発建設の仮説はイタリアのエネルギー供給問題を解決しない」と冷たいコメントをしている。

グアルグワリーニ・フィンメカニカ会長は、「アンサルド・ヌクレアーレ社としてまず成すべきことは、イタリアの関係企業、特に SOGIN（伊財務省保有の原発撤去、放射性廃棄物の管理問題を解決する課題を持つ国家機関）との協力協定締結に努力をすることである。またルーマニアにおける我々の存在を強固にさせ、また東欧の古い原発閉鎖に照準を合わすつもりである。我々は特に原発に関わるサービス活動に関心を持っている」と述べた。

2006年6月にイタリア総選挙が実施されるが、現在野党の中道左派「ユニオーネ」の代表者であり、「ユニオーネ」が選挙で勝利した場合には首相を務めることになっているロマーノ・プローディ氏は、11月23日に行われた環境保護連盟、レーガアンビエンテ（Legaambiente）の会議において「ユニオーネが政権を取った場合のエネルギー政策は、特にソーラーエネルギーに力を入れた新エネルギー政策に照準を合わせる。少なくともドイツ並の太陽光発電設備設置を実施させるつもりである」と述べ、原発については「今後20年間における原発建設はあり得ない。全く安全性が保証されるまでは原発は設置されない」ことを明らかにしている。

以上

出所：コッリエーレ・デッラ・セーラ紙、イルソーレ 24 オーレ紙、アンサルド・ヌクレアーレ社 URL サイト（www.ansaldonucleare.it）

【環境】

喘息患者のための携帯電話による大気汚染情報サービス（EU）

私達は誰しも大気汚染の状態に関心を持っている。しかし、喘息などの呼吸器疾患を抱える人々にとっては大気汚染レベルを事前に把握することが極めて重要である。ESA（European Space Agency：欧州宇宙機関）後援のプロジェクトは、ロンドン市内の一部およびロンドンの自治区クロイドンで携帯電話の電子メールを使った大気汚染予報サービスを行っている。

このサービスは中央ヨーロッパ上空が高濃度の汚染大気で覆われた2005年6月下旬に極めて高レベルの大気汚染を予測した。この時の汚染物質は風に乗ってイギリスまで運ばれ、ロンドン市内のオゾン値は6月24日から26日にかけて有害レベルに達した。

PROMOTE（PROtocol MOniToring for the GMES Service Element）というサービスの一環として、この予測はフランスの最新鋭大気質モデリングサービスであるPREVAIRにより行われた。次に、同じくPROMOTEが提供するサービスのひとつであるYourAirがそれらの情報を取り入れてロンドンの自治区クロイドンにおける大気質モデリングを行った。そして、試験的システムであるAirTEXTを通して携帯電話のメールによる警報メッセージが発信された。このメッセージはオゾンレベル上昇の前日に約1,000人の喘息等の疾患を持つ人々に向けて配信された。

YourAirサービスは、PROMOTEに参加するパートナーから集まる各地域の大気質予報と地元の交通量パターンを結びつけている。実際には、地域に影響を及ぼす汚染のすべてがその地域から生じるものではないため、大気質の地域情報は重要である。研究によると半分近くが他の地域から発生している可能性がある。

予報には健康への総合的な影響を1から10までの指標で示したものも含まれている。YourAirサービスは大気汚染を各街路レベルで予測しており、交通量の多い通りやその他の汚染源を持つ通りでは最高値が頻繁に記録されている。このため、街路によって異なる汚染情報は疾患を抱える人々が情報に基づいて行動を選択するための助けとなる。

このサービスは試験的に行われているもので、ロンドン中央部およびロンドン南部のクロイドンを対象としている。クロイドンはロンドンの自治区の中でも最大規模の面積を持っており、人口は330,000人と最も多い。

汚染のピークは夏に記録されたが、大気質は一年を通じた問題である。汚染物質が

地面近くに滞留し、他の地域から飛来してきた汚染物質と一緒にすることがある。このような気象条件の時に大気汚染の最高値が記録されることがあり、ロンドンでは冬にしばしば発生している。

3人の子供を持つ若い母親であるマリア・ライアンはクロイドンのはずれに暮らしている。軽度の喘息を持つ彼女はAirTEXTプロジェクトの利用者である。「私の家は大通りの近くにある。関係があるかどうかは分からないが、ここ数年で喘息が再発している。」

「新聞で汚染レベルのチェックはするが、今は携帯電話のメールで前日に予報を見ることが出来る。警報メッセージを受け取ることで前もって準備をしたり日によっては吸入器を持ち歩くことが出来るので嬉しく思っている。これを知らずに出かけるのは良くないと思う。」

YourAirとAirTEXTは、ESAによるPROMOTEプロジェクトコンソーシアムの実証サービスとして、ケンブリッジ環境研究コンサルタント（Cambridge Environmental Research Consultants : CERC）により開発されており、情報に基づいた意志決定を支援するための大気情報を提供し、生活の質を向上させることを目指している。また、CERCはロンドンの自治区カムデン、ヨーク市、Avon Valleyおよび南ウェールズの道路網の大気質についても予報を行っている。

PREV'AIRはフランスのエコロジー及び持続可能な開発省（Ministry for Ecology and Sustainable Development）により運営されている。フランス国立産業環境・リスク研究所（French National Institute for Industrial Environment and Risks : INERIS）がコンピュータシステムとウェブサイトの管理を行い、毎日の大気質予報を配信している。ピエール・シモン・ラプラス研究所はPREV'AIRの予測に使われる化学物質移動モデルであるCHIMEREを管理しており、フランス気象庁（Météo France）やモデル入力データを提供するフランス環境エネルギー管理庁（Agency for the Environment and Energy Management : ADEME）など様々なグループと共同でこれを行っている。

PROMOTEとGMESについて

PROMOTEはESAが行うプロジェクトのひとつであり、大気情報の利用者である諸機関および住民のために有益かつ機動的なサービスを開発し、政策立案者および住民個人双方の懸念に対処することを目指している。

現在、PROMOTEのサービスは4つの分野すなわち大気質、成層圏オゾン、紫外線量および気候変動で展開をしている。PROMOTEプロジェクトコンソーシアムのパート

ナーにはフランス気象庁 (Météo France)、ノルウェー大気研究所 (Norwegian Institute for Air Research : NILU) およびドイツのマックスプランク研究所が含まれている。

同プロジェクトはGMES (環境と安全のための地球規模のモニタリング : Global Monitoring for Environment and Security) のサービスの一環である。GMESはESAと欧州委員会の共同イニシアティブであり、地球および宇宙から得られるあらゆる情報を統合して環境モニタリングの可能性を高めることを目指し、ヨーロッパの環境および安全保障上の目標を支援している。

以上

翻訳 : NEDO情報・システム部

(出典 : http://www.esa.int/esaEO/SEM5KI0VRHE_environment_0.html#subhead1
Copyright 2000 - 2006 © European Space Agency. All rights reserved. Used with permission.)

(注記)

・ GMESについては次のURLを参照 :

<http://www.esa.int/esaLP/LPgmes.html> 、 <http://www.gmes.info/>

・ PROMORTEについては次のURLを参照 : <http://www.gse-promote.org/>

【環境】

自主管理によるエネルギー・環境問題への取り組み(ドイツ)

ドイツは1977年に連邦政府のイニシアチブによって、エネルギーの合理的利用、省エネなど環境保全に適した商品であることを消費者に表示するためのエコマーク「ブルーエンジェル」を世界ではじめて導入した。対象は一般製品とサービス分野であり、2005年5月末時点でブルーエンジェル・マークを取得したのは578社3,581製品(サービスを含む、以下同じ)、そのうち317製品(全体の約9%)が国外製品である。フロンガスフリーの省エネ冷蔵庫・冷凍庫、ソーラー利用製品、環境にやさしい職場用コンピュータ、リサイクル適正型プリンタなどが対象となっており、これらは製造業者などからの提案を踏まえ環境マーク審査委員会(Jury UZ)^{注1}による審査を得た上で決定される。最近では、携帯電話(特に、電磁波に関して)が対象に加えられた。

マークを取得した企業は、当該製品の年間売上額に応じて最低178.95ユーロ、最高2,034.94ユーロまで5段階に分かれた年会費をドイツ製品安全表示協会(RAL)^{注2}に支払うことになっている。2005年9月からは、人体に対する当該製品のリスクが証明された場合や年会費が未納の場合には、マークを表示する権利が取り消されることになった。

2004年の環境意識調査によると市民の83%がブルーエンジェル・マークのことを知っていると回答し、製品の購入時にマークの有無に注意すると回答したのは、全体の49%であった。

一方、ドイツ連邦政府は、企業における自主的な環境保全の取り組みを向上・改善させていくために欧州環境管理システム(EMAS)^{注3}の取得を積極的に奨励している。

具体的には、EMAS適用前からモデルプロジェクトを開始するとともに、資金的基盤の脆弱な中小企業向けに以下の支援策を講じてきている。

- 1) 欧州復興計画の特別資産から、政府系金融機関が環境管理システム導入に向けて必要となる投資資金を好条件で融資する。
- 2) 東部ドイツ全州と西部ドイツの一部の州の中小企業を対象としてEU構造基金からEMAS導入に向けて公的補助を給付する。
- 3) 中小企業を対象に、EMAS導入に向けて必要となるコンサルティング費用に公的補助を給付する。

注1 Jury UZ: Jury-Umweltzeichen

注2 RAL: Deutsches Institut für Gütersicherung und Kennzeichnung e.V.

注3 EMAS: Eco-Management and Audit Scheme

4) 政府系金融機関の環境企業補助事業の枠で、環境審査に必要な鑑定費用に公的補助を給付する。

このほか、ドイツの各州政府は、独自に中小企業を対象とした公的補助措置を設けている。

こうした施策によって、国際標準である ISO14000 シリーズより規定が厳しいと言われる EMAS の認証件数が EU 全体の約 3 分の 2 を占めるまでになり、2003 年末時点での認証件数は 2,251 件に上っている。業種別に見ると、製鉄/軽金属、食品、化学および機械製造の認証件数が多くなっている。

ドイツでは 1998 年 2 月の改正(EU レベルでは 2001 年 4 月に関連 EU 指令を改正)によって、認証対象を流通、交通、ホテル、飲食、金融、地方自治体などに拡大したことから、最近では金融、交通、観光などのサービス機関や公的機関、公共施設が EMAS 認証を受ける傾向が見られる。

以上

(参考資料)

- 1) Der Blaue Engel (www.blauer-engel.de)
- 2) EG-Öko-Audit-Verordnung und Umsetzung in Deutschland (www.emas-logo.de)

【産業技術】 **ライフサイエンス**

NIH 癌ゲノム学研究的包括的プログラム（米国）

－3年間で1億ドルの「癌ゲノム・アトラス」パイロット・プロジェクトが始動－

2005年12月13日、米国立衛生研究所（NIH）の米国立がん研究所（NCI）と米国立ヒトゲノム研究所（NHGRI）は、ゲノム解析技術、特に大規模ゲノム塩基配列解析を通じて癌の分子的機序の理解を促進することを目指す包括的プロジェクトを開始した。包括的な取り組みである「癌ゲノム・アトラス（The Cancer Genome Atlas: TCGA）」は、あらゆるタイプのヒト癌に関するゲノム変化領域の体系的な探求を行う、総力を挙げた取り組みの実現可能性を判定するパイロット・プロジェクトから開始する。

「今こそ、この先駆的なイニシアチブを前進する好機である。ヒトゲノム計画によって開発されたツールや技術と、遺伝情報を利用して癌診断・治療を改善しようとする最近の進歩のおかげで、現在知られている全形態の癌に関連するヒトの遺伝的設計図の変化をマッピングする体系的な活動を計画することが可能になった。この遺伝的变化のアトラスは、癌の生物学的基盤の新しい知見をもたらし、最も治療可能な段階での癌を早期に発見する新しい検査、癌の最も脆弱な部分を標的にする新しい治療方法、そして、最終的には癌予防の新しい戦略につながると考えられる」と話すのは、NIH 所長エリアス・A・ザーハウニ医学博士。

NCI と NHGRI は、2005年12月13日に行われたワシントン D.C.での記者会見で、TCGA パイロット・プロジェクトに対し、両機関は今後3年間でそれぞれ5,000万ドルの供与を約束したと発表した。このプロジェクトは、癌に関連する遺伝子変異やその他ゲノム上の変化を体系的に特定し、その特性を明らかにするために必要となる複合的な科学技術フレームワークを構築し、試験するものである。パイロット・プロジェクトでは、予定された大規模プロジェクトの実現可能性の判定に役立つ2～3の癌タイプを対象とする。研究対象となる癌のタイプを決定するプロセスは現在進行中である。

現在、癌は200以上の様々な疾病として理解されている。ゲノム上におこる変化は癌の特定タイプや特定段階に特異性を持つことが多いが、癌の全ての形態で細胞経路内の混乱を招き、結果として制御されていない細胞成長につながる。TCGA は複雑な疾病の原因となる遺伝的原因を徹底的に調べ、次世代の癌治療法、診断法、そして予防法の基礎となる新しい発見とツールを生み出すことになる。

「ヒトゲノム研究の目標は常に、人の健康を増進することであった。癌ゲノム・アトラス・パイロット・プロジェクトは、その方向に向かう別の果敢な一歩を意味している」と、NHGRI 所長フランシス・S・コリンズ医学博士は述べた。「このような意

欲的な冒険的事業は十分な計画が必要となる。癌遺伝子は複雑であるので、このパイロット・プロジェクトにおいて多数の手強い難問に直面するのは必至だが、癌とゲノム学研究コミュニティの優秀な人材を集めることで、このパイロット・プロジェクトは成功すると私は確信する。今日では想像もできない方法で、癌研究を加速するアトラスの開発が進むだろう。」

NCI 副所長アンナ・D・バーカー博士は次のように話している。「癌ゲノム・アトラス・パイロット・プロジェクトは、癌患者の最終的な利益のために、癌生物学、ゲノム技術、バイオレポジトリーおよびバイオインフォマティクスの進展を利用する癌医学の革新的な一歩である。TCGA パイロット・プロジェクトの主要な課題は、癌の複雑性を研究するだけでなく、癌遺伝学を前進するために必要な技術の開発も含まれている。癌遺伝学の理解を深めることは、癌による苦痛や死をなくするための総合的な取り組みの一環である。

他のゲノム学プロジェクトが生み出したデータと技術は、遺伝的变化が癌を引き起こすメカニズムについての新しい知見をもたらすツールを提供してきた。NHGRI と米エネルギー省によって米国が主導してきた国際的な取り組みであるヒトゲノム計画は 2003 年 4 月に完成し、ヒトゲノムの DNA 塩基配列の参照情報を提供した。ヒトゲノム計画は、また、塩基配列解析技術の進展を支援し、国際 HapMap コンソーシアムによって最近作成されたヒト遺伝子変異の総合的な地図、すなわちハプロタイプ等のゲノムに基づいた他の研究ツールの道を開いた。

乳癌、結腸癌、黒色腫、その他の癌と関連のある遺伝子変異から、最も効果的な診療行為となる診断テストが既に開発されている。癌ゲノム学の最近の発見は、慢性骨髄性白血病や消化管間質腫瘍の治療薬 GleevecR、そしてある形態の乳癌を治療する HerceptinR といった、特定の遺伝子変異を持つ癌細胞を標的にする治療薬の発見に役立っている。このような成功を収めた開発が、癌の診断・治療・予防を行う新規ツールの開発を一層迅速にするために、癌の分子的起源のさらなる検査をサポートしている。

TCGA パイロット・プロジェクトでは、ヒト癌生物検体コア・リソース (Human Cancer Biospecimen Core Resource) という組織が癌組織サンプルと比較参照データとしての健康な組織サンプルの収集、処理、さらに癌ゲノム・キャラクタライゼーション・センター (Cancer Genome Characterization Centers) とゲノム・シーケンシング・センター (Genome Sequencing Centers) への分配を支援する。特定された遺伝子とゲノムに関する他の研究対象は、癌ゲノム・シーケンシング・センターにおいてヒトゲノム計画で使用された方式と類似した高性能処理方法を用いて解読される。癌ゲノム・アトラス・パイロット・プロジェクトは、塩基配列が解読された癌タイプと特に関連のある DNA コードの遺伝子変異を特定する。さらに、癌ゲノム・キャラクタライゼーション・センターでは、コピー数の変化および／あるいは染色体転座等、癌の成長および／あるいは進行の一因となるその他のタイプの大規模なゲノム変化を特定する。

TCGA センターが収集したデータは、NCI の癌生物医学インフォマティクス・グリッド (caBIG™) と米国立医学図書館の国立バイオテクノロジー情報センターが後援する公共のデータベースに収められる。ヒトゲノム計画で行われたように、TCGA のデータは世界中の研究コミュニティが利用できるようになる。このデータは、研究者や臨床医学者たちに、どのようなことが期待できるのかなどの初歩的な瞥見をもたらし、全ての癌のゲノムを説明する情報に関するこれまでにない包括的な「アトラス」に発展するだろう。このアトラスによって世界中の研究者たちは、様々な癌の新しい診断方法や治療法を開発するためのそれぞれの研究のために、このデータを解析・使用することができるようになる。

高性能でコスト効率の良い癌ゲノム解析に必要な技術はまだ全て揃ってはいないので、TCGA は新しい技術の開発も支援する。このような手法の中には現在のゲノム解析技術を改善することに焦点を当てるものや、エピジェネティクスなどの新しいアプローチを強調するものがある。エピジェネティクスとは、メチル基等の様々な低分子が DNA に追加あるいは除去されることで遺伝子機能に与える重大な効果を研究するものである。

TCGA パイロット・プロジェクトの各構成要素は明確な中間目標と最終目標を持つ。パイロット・プロジェクトが目標を達成した場合に限り、癌ゲノムの完全なアトラスの作成を目指す大規模プロジェクトが前進する。

癌ゲノム・キャラクタライゼーション・センター、ゲノム・シーケンシング・センターおよび生物検体コア・リソースは 2006 年に選ばれる。申請書と計画書は、この分野の専門家によって精査され、助成金は癌ゲノム・アトラス・パイロット・プロジェクトの価値とプログラムの必要性に基づいて決められる。

NCI と NHGRI は、米健康福祉省の政府機関である NIH 傘下の 27 の研究所やセンターの中の 2 つである。Q&A、図、用語解説、ゲノム学の簡単なガイドおよび利用できる画像のメディア・ライブラリーなど、癌ゲノム・アトラスに関する詳しい情報は、NIH の Web サイト (<http://cancergenome.nih.gov>) で入手できる。癌と国立癌研究所 (NCI) に関する情報は、NCI の Web サイト (www.cancer.gov) あるいは NCI の癌情報サービス (電話：1-800-422-6237) で入手できる。NHGRI の付加情報は Web サイト (www.genome.gov) で入手可能である。

以上

翻訳：NEDO 情報・システム部

(出典：<http://www.genome.gov/17515933>)

【産業技術】 ライフサイエンス

近赤外線レーザーデバイスが可能にする脳酸素レベル測定（米国）

デューク大学医療センター麻酔医による新しい研究成果によると、手術中における脳酸素を非侵襲^{*}モニターする近赤外線光を用いた新しいデバイスが開発され、現在使用されている侵襲的技術に換わるものと注目されている。研究を担当した研究者によると、彼らの発見は心臓手術中における脳酸素量に対し正確で高信頼性のモニタリングを可能にし、手術を受ける患者の中で認知障害を起こす原因として知られている脳酸素低下や酸素欠乏による脳への障害防止により効果的であるとしている。

手術中に麻酔医は、首などの大血管に挿入されたカテーテルを通じ、定期的に血液サンプルを採取し静脈中の酸素供給量を酸素測定器で測定する。また、麻酔医は患者の指に装着した脈搏測定器を使用して頻繁に動脈中の酸素供給量を測定する。しかし、これらの測定は脳外部の血液採集からの測定であり、医師の脳内酸素供給量レベルは予測にとどまってしまう。

CAS メディカルシステム社より開発された脳内酸素測定器 (cerebral oximeter) は、ひとつ、又は複数のセンサーを額に装着し、センサーから発光する無害で低レベルレーザー光が皮膚と頭がい骨を透過し脳に到達するものである。近赤外線が赤血球中の血色素に吸収される特性は一般的に知られており、このシステムにより脳を透過する際の光強度内差異を測定することにより脳組織酸素飽和度を算出できる。パルスオキシメーターとの併用により脳内酸素測定器は脳内静脈中酸素飽和度の予測に利用できるであろう。

脳内酸素測定器の基本原理は分光光学技術を基本としている。近赤外線が頭皮、及び頭がい骨を透過し、血色素レベルの検査などに用いることの発見は1977年デューク大学の Frans Jobsis 博士により成されている。2005年10月22日アトランタで開催された米国麻酔学会議でデューク大学研究を代表する同大学の麻酔医師である David MacLeod は侵襲手法の問題点として、リアルタイムで情報の取得ができない上、患者へのリスクが伴う点を指摘している。

非侵襲でリアルタイムで情報を採集する新しい技術は、脳内酸素と非直接的脳内灌流の測定を正確に測定する手法であり、麻酔医として手術中における脳障害の大きな原因のひとつから脳を守る成果があげられたものと捉えている。今回の研究に及び、

^{*}侵襲(invasive)とは健康な組織を侵すこと。非侵襲 (non-invasive) はその反対語で、健康な組織を侵さずに検査・治療を行うこと。

健全なボランティア 12 名を対象に、動脈酸素測定器、頸静脈、動脈圧測定器、並びにプロトタイプの脳内酸素測定器などを用いて血中酸素差異測定システムを用いてモニターをおこなった。段階的に、研究者は動脈血中酸素飽和量の 70%から 100%の範囲内で吸入酸素量を増幅、減少をおこない、頻繁に全ての測定システムに対し並行的に測定をおこなった。

総計 171 の事例の分析から、非侵襲による測定値と侵襲手法による測定値間には強い相関関係を見出しており、今まで侵襲サンプルからしか測定できなかったものを非侵襲手法で測定できることが明らかとなった。

脳内静脈中酸素飽和度の測定は動脈酸素測定器が幅広く使用されているが、脳内酸素レベルは主に心臓外科医と麻酔医の領域であり、心臓切開手術における患者への認識機能障害への関心が高まっている。

CAS メディカルシステム社の脳内酸素測定器妥当性検証の成功に続き、デューク大学チームは心臓切開手術患者の場合の脳内酸素測定幅の最適化を試みるべく臨床試験を行なっている。手術後の患者は定期的に手術中と変化が認知された後の脳内酸素レベル差異の相関関係が認められるかについて検査(評価)を受けることとなっている。この研究は国立衛生研究所の Small Business Innovative Research 基金の支援を受け、第二段階 (Phase-II)として着手されている。

以 上

参考 : <http://www.dukemednews.org/news/article.php?id=9312>

CAS Medical Systems, Inc

ホームページ : <http://www.casmed.com/index.htm>

用語 :

pulse oximetry 動脈酸素測定器

cerebral venous oxygen saturation 脳内静脈中酸素飽和度

cerebral oximetry 脳内酸素測定器

the American Society of Anesthesiologists 米国麻酔学会議

radial arterial 動脈圧

Perfusion 灌流

cognitive impairment 認識機能障害

【産業技術】 ナノテク

エネルギー分野のナノテクノロジー材料科学 その2 (EU)

－ 欧州委員会「エネルギー科学技術の指標と基準」より －

ナノテクノロジー材料科学

ナノテクノロジーは、エネルギー効率、貯蔵および生産に大きな影響をもたらす可能性を有している。多くの専門分野にわたるナノテクノロジーは、人間の視覚どころかこれまでの顕微鏡の解像度よりかなり小さな、すなわちナノスケール寸法(1～100nm)、の材料やデバイスおよびシステムの生成・利用に広く関係している。

ナノスケールにおいては、材料の色、強度、重量、導電率などのような基本的特性が予期しない方法で変化する。これらの特性を利用して、産業は斬新な材料を設計しており、そのいくつかは自然界においては見ることが出来ない。

金属、半導体、ガラス、セラミックあるいはポリマーのような、従来のすべての材料は原理的にすべてナノスケールの寸法で手に入れることができる。

ナノスケール構造の主な分類は以下のように要約できる。

- － ナノ粒子は様々な可能な形を持った数100～数1000個の原子や分子で構成されている。産業において長い間使用されてきたカーボンブラックに加えて、金属酸化膜や化合物半導体ナノ粉末が特に重要である。
- － カーボンナノチューブとフラーレンは、広範囲の応用が見つかると思われるナノ粒子の特別なクラスである。
- － ナノ複合材料およびナノセラミックスは、現在ナノ構造化材料の最も重要なクラスである。表面やレイヤーのナノスケール設計によって、広大な範囲の機能性や新しい物理的効果の達成が可能である。

エネルギー応用に関する最も重要なものは、熱的・化学的性質であり、また電気・磁気特性である。ナノテクノロジー材料は、既に各種の用途で多くの産業に適用されており、エネルギーの発生、貯蔵および伝達の重要な挑戦の取り組みに対してすばらしい新しい可能性を提示している。

前回はナノ粒子に関するエネルギー科学技術の指標を記述した。今回は引き続きナノ複合材料および超伝導材料に関する指標について記述する。

ナノ複合材料

ナノセラミック・コーティング

ナノあるいは原子の寸法で制御された厚さのコーティングは、例えば、オプロエレクトロニクス装置用分子線エピタキシーや金属酸化膜化学蒸着法あるいは触媒活性の化学的機能表面において、すでに一般的な生産法である。

断熱コーティング(TBC)は、表面と基材との間の熱流束を減少させるために適用される。熱流束の条件およびコーティングの厚さによって、断熱コーティングを横切る温度差は175°Cに達することができる。TBCは、内燃機関、ガスタービンなどのような種類の熱機関の動作温度をさらに増加させ、冷却に対する要求を減らす能力の点で技術的に重要と考えられ、より高い熱機関効率より少ない廃棄ガスおよび性能の向上を可能とする。

ナノ粒子を使用するTBCは、現在のコーティングに比較してよりよい熱的また熱機械的特性、すなわち、より低い熱伝導性、よりよい熱安定性およびより高い堅牢性を提供する。このような先端的TBCで断熱コーティングを横切る温度差を約250°Cまでに増加させることは可能であり、ガスタービンや推進機関システムの非常に高い動作温度(1650°C)を可能にする(Zhu/Miller 2004)。

コーティングに加えて、ナノセラミックスは同様に電力システムの種々の部品の重要な材料である。一般に、セラミックスは硬く、脆く、機械加工が困難である。しかしながら、粒子寸法をナノスケールへ小さくすることにより、セラミックスの延性が増加できる。通常は硬く脆いセラミックスであるジルコニアは、超塑性にさえなりえる。

窒化ケイ素と炭化ケイ素のようなナノ結晶性セラミックスは、優れた化学特性や高温特性を示すと同時に容易に成形し機械加工することができるので、高強度のスプリング、ボールベアリングやバルブリフターのような自動車用途で使用されている。さらに、高温炉の中の部品としても使用されている。このような応用でのナノセラミックスの使用は動作温度を増加させ、したがって熱効率を高めることを支援する(Hahn 2004; Paschen et al. 2004)。

磁性材料セラミック・コーティング

軟磁性体は容易に磁化され消磁される材料であり、主として、発電機、モーターおよび電源変圧器において電流によって作られた磁束を導き増強するために使用される。この目的のために、材料は一方向から逆方向へと連続的に磁化を繰り返す。高透磁率、低導電率および狭いヒステリシスループは、損失を減少させ高い効率をもたらすために好ましい。

永久磁石と呼ばれる硬磁性磁石は、磁化された後にその磁性を保持する磁性材料である。自動車、工業、宇宙飛行、航空宇宙などの、種々様々の応用で使用されるとともに、最近の数10年に永久磁石はますます重要になっている。著しく低下したコスト、増加した最高使用温度、さらに改善された耐食性を持つ先端的永久磁石は、多くの応用でのエネルギー消費型電気磁石に取って代るかもしれない。

エネルギー効率を改善し、CO₂ 排出量を削減するために、洗濯機や冷蔵庫などのような白物家電に使用できる。他の重要な利用は、家庭用の熱・電力併合の発電機や風車のようなクリーンエネルギー生産にある。しかしながら、最も大きな可能性は電気自動車にある。

最近、アモルファス材料をアニーリングして作られるナノ結晶材料に多くの興味が集まっている。これらの合金は、単一相になりえるが、アモルファス基質中の10-50nm 範囲のナノサイズ粒子で通常構成される。これらは、比較的高い抵抗率で、低い異方性と大きい機械的強度を持っている。

ナノ結晶性イットリウム・サマリウム・コバルト粒で作られた磁石が、極端に大きな粒界領域のためにまれな磁気特性を持つことが示された(磁化の反転が粒界を過ぎて容易に伝播できないので、高い保磁力を得ることができる)。

この材料は、モーターや病院の中で広く使用される磁気共鳴画像(MRI)のような分析機器またマイクロセンサの応用につながるであろう。しかしながら現在のところ、全面的な磁化は磁化粒の方向を整列させる能力によって制限されている。

ナノ結晶性材料は多くのよい特性を示しているが、生産コストがまだ非常に高いという欠点を持っている。いくつかのコスト効率の良い生産プロセスが提案されたが、いまだ成熟していない(Inoue 2002, Ramanujan 2003)。

電池・蓄電池用ナノ構造化膜

携帯電話、ナビゲーション装置、ラップトップ・コンピューター、リモートセンサーなどのポータブル電子機器の成長で、軽量高エネルギー密度電池の大きな需要がある。今後、充電式電池は、太陽光発電のような再生可能エネルギー生産と結合してさらに重要になる。

ゾル・ゲル技術によって合成されたナノ結晶性材料は、その泡状(エアロジェル)構造のために、電池のセパレータプレートとしての候補になる。それは従来のものよりかなり多くのエネルギーを保持できる。

ナノ結晶ニッケルおよび金属水素化物で作られたニッケル水素電池は、充電頻度が少なくまたその大きな粒界(表面)面積のためにより寿命が長いという点から期待がもたれている。

ナノ構造化材料を利用する場合に、主として2つのタイプの充電式電池がある。一方のまた最も進んでいるのは、乾式リチウム基盤電池であり、他方の、湿式では、水素貯蔵、金属水素化物あるいはカーボンナノチューブのような同じ材料を使用する(Tarascon/Armand 2001)。

遷移金属酸化物ナノ粒子は効率を向上させることができるだけでなく、劣化前に充電式電池が持ちこたえることが出来る繰り返し充電回数の大きな拡張を可能にするリチウムイオン移動度を改善することが最近示された。

ディスプレイおよび照明のための発光ダイオード

次の10年間にディスプレイや照明技術の大きな変化が予測される。照明のために発光ダイオード(LED)に使用される半導体は、ますますナノスケール寸法で作られる。全ての電力消費量のおよそ1%は、白熱灯や蛍光灯の両方を含めた照明のために消費されている。

今日の窒化ガリウム(GaN)LEDは60~90%の間の光効率を持つが、白熱電球はエネルギーの僅か5%しか光に変換しない。次世代GaN LEDの量子効率を100%近くまで増加させることが出来ると研究者は信じており、他の損失機構もあるが、大きな省エネルギーが10~15年で可能になる。このようなナノテク基盤照明の進歩は、世界規模でエネルギー消費を0.5%以上縮小する可能性を持っていることを予測は示している(Zorpette 2002)。

有機LED(OLED)は、2つの導体の間にはさまれた有機薄膜層から成り、電流を加えると、明るい可視光を放射する。このデバイスは、軽量、永続性、柔軟で、電力効率が高い。従って携帯機器に理想的で、またテレビ受像機やコンピューター・ディスプレイのような従来の応用にも役立つ。

有機LEDは、生産工程が少なくすみ、市場ライバルであるよく確立している液晶ディスプレイに比較し、より少くより安価な材料しか必要としない。OLEDはGaN LEDと同様にエネルギー効率的であると信じられているので、大きな省エネルギーの機会が存在する。

OLEDの一般原理はよく研究されているが、そこにはまだ弱点がある。有機太陽電池およびある種の光放射ポリマーの染料は、空気と湿気に非常に敏感である。今日使用されている2つの工業生産プロセスは、主としてプロセス間に有機材料の95%を損失するために、比較的高価となる(Niesing 2002)。

超伝導材料

超電導磁気エネルギー貯蔵(SMES)では、電気エネルギーは超電導コイル内の電流を循環させることにより貯蔵している。抵抗性損失がないので、この電流は無期限に持続する。

エネルギー変換が必要でないので、充電と放電の効率は非常に高い。同じ理由から SMES は迅速に応答することができ、AC/DC 変換に必要な時間だけに制限される。SMES は、負荷の平坦化および周波数や電圧の制御のためにも使用できる。これは恐らくこの技術の最初の応用になるであろう。

大規模応用には、他の技術との価格競争力を持つために、高い臨界電流密度の達成に依存する。現在、ニオブチタン、ニオブスズおよびビスマス(2223)合金が、送電目的や貯蔵にも液体ヘリウムまたは液体水素温度で使用されている。液体窒素温度またそれ以上のより高い臨界温度の超電導材料の広範囲の使用は、いまだより多くの研究開発を必要とする(Labalestier 2001)。

米国立標準技術研究所(NIST)とペンシルバニア大学の最近の理論的研究は、カーボンナノチューブ(CNT)の形の変化が超電導を含む新しい特性を明らかにでき、電力応用材料として最終的に使用される可能性を示している (Dag et al 2003)。

超電導送電線は抵抗損失を減少させるが、送電線の低温冷却エネルギーを必要とする。既存のトンネルをこれらの送電線に使用することは可能で、それによってコストを縮小し送電容量が増加する(Dresselhaus 2001)。

高電力が関係するので、冷却故障の結果に関して注意深い考察をしなければならない。超電導体が普通の導体へ変わる時、巨大量のエネルギーが瞬時に放出されるであろう。蓄積エネルギー10MWh は 1.18 トンの TNT 等価になる。

2003 年に、最初の高温超電導送電ケーブル(Bi-2223 at 108 K)を供給するために、ロングアイランド州パワーオーソリティによって米国の超電導体が選択された。Nexans 社によって製造されたケーブルは、同じ大きさの従来のケーブルより 3~5 倍多くの電力を提供する(Lane 2003)。

以上

(出典 : EUROPEAN COMMISSION: Energy Scientific and Technological Indicators and References, http://europa.eu.int/comm/research/energy/pdf/estirbd_en.pdf, pp103-105

この報告書の完全版は以下で利用可能である :

http://www.eu.fraunhofer.de/estir/ESTIR_summary.pdf

(参考)

- ・ NEDO 海外レポート第 970 号「エネルギー分野のナノテクノロジー材料科学 その 1」、
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/970/970-18.pdf>

ナノテクノロジー評価のための指標

以下のテーブルは、ナノ複合材料関連の選定プロセスのボトルネックを要約している。

テーブル 4-2. ナノ複合材料の産業商業化に向けた最重要ボトルネック

Process	Bottleneck	Measure for improvement / Indicator	Time horizon									
Nano coatings	Greater temperature gradient	Improved materials with higher Δt across Thermal Barrier Coating	Short to medium term									
		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Today</td> <td>Aim</td> </tr> <tr> <td>Δt across TBC</td> <td>175 k</td> <td>>250 k</td> </tr> </table>			Today	Aim	Δt across TBC	175 k	>250 k			
	Today	Aim										
Δt across TBC	175 k	>250 k										
Magnetic Materials	Production cost	Development of more effective processing methods, especially powder injection moulding (PIM)	Short to medium term									
LEDs	Quantum efficiency for GaN LEDs	GaN LEDs are relatively new devices. Further research will improve their efficiency	Medium to long term									
		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>2005</td> <td>2007</td> <td>2012</td> <td>2020</td> </tr> <tr> <td>Performance of white LEDs (lm/W)</td> <td>25</td> <td>50</td> <td>150</td> <td>200</td> </tr> </table>			2005	2007	2012	2020	Performance of white LEDs (lm/W)	25	50	150
		2005	2007	2012	2020							
	Performance of white LEDs (lm/W)	25	50	150	200							
Stability of OLED materials, rapid aging of materials	Development of alternative materials Encapsulation of polymers	Medium to long term										
Expensive/inefficient production process for OLEDs	Development of alternative processes (loss of organic material << 95%)	Medium to long term										
Superconducting materials	Critical temperature and anisotropy	Identification of materials with higher critical temperature (77 K and above)	Long term									
		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Today</td> <td>Aim</td> </tr> <tr> <td>Tc</td> <td>20</td> <td>108 >> 77 K</td> </tr> <tr> <td>Anisotropy</td> <td><<1</td> <td>50-100 <10</td> </tr> </table>			Today	Aim	Tc	20	108 >> 77 K	Anisotropy	<<1	50-100 <10
				Today	Aim							
	Tc	20	108 >> 77 K									
	Anisotropy	<<1	50-100 <10									
Field	B	<30 T (4,2 K) <15 T (10 K) <10 T (77 K)	3-10 T (at T>>77 K)									
Mechanical stability	Bend radius	0.1 m										
		(generators) - 2 m (power cables)										

【ニュースフラッシュ】

米国—今週の動き (01/05/06~01/18/06)

NEDO ワシントン事務所

I 新エネ・省エネ

1月/

3: 中国と英国、炭素隔離プロジェクトの協定に調印

China Daily 紙によると、中国と英国は 2005 年 11 月に、炭素隔離プロジェクトに関する協定に調印。石炭火力発電所から放出される炭素の回収や、廃坑・油井・深海への貯留技術を検証する研究プロジェクトの支援のため、英国が中国の科学者に 610 万ドルを供与。その内数で、炭素隔離のコストを査定評価し、同技術の潜在的市場を確認する努力をも支援する見込み。両国は同研究プロジェクトの終了後、炭素隔離技術を利用した「無公害の (zero-emission)」石炭火力発電所の建設でも協力する計画。(Global Warming Today)

4: 太陽光発電技術に多大なベネフィットをもたらすことが期待されるナノ結晶

ロスアラモス国立研究所 (LANL) の研究者等が、光量子に反応して複数の電子を放出する「キャリア増倍 (carrier multiplication)」という現象は、セレン化鉛のナノ結晶のみならず、セレン化カドミウム等他の複数種のナノ結晶でも起こることを発見。当該発見は、これらのナノ結晶を光電池に用いた場合に、現在の太陽光電池技術を上回る発電量が得られる可能性があることを示唆。セレン化カドミウムによく似たテルル化カドミウムのような在来型太陽電池材料を活用した実用的な光起電力技術の実現や、太陽光を利用した水素燃料生産技術への応用等が期待。(Alamos National Laboratory News Release)

8: 米国自動車メーカー、デトロイトの北米国際自動車ショーでハイブリッド車を披露

ミシガン州デトロイトで開催された北米国際自動車ショーで、GM 社が 2 種の新型ハイブリッド・スポーツ多目的車 (SUV) を発表。1 つは 2007 年型サターン・ビュー・グリーンライン・ハイブリッドで、燃費は従来型サターン・ビューを 20% 上回り、市場で最も安いハイブリッド SUV (ハイブリッド技術のコスト 2000 ドル以下、同車のベース価格 23,000 ドル以下) としてマーケティング。GM はまた、SUV では世界初の 2 モード式フルハイブリッド・システムを備え、従来型のシボレー・タホよりも 25% の燃費向上を見込める 2008 年型シボレー・タホ 2 モード式ハイブリッドの販売を 2007 年に開始予定。一方フォード社はこの自動車ショーで、リフレックス (Reflex) と呼ばれるハイブリッド試作車を展示。同車クーペは準小型スポーツ車で、先進ディーゼル/電気ハイブリッド・エンジンとリチウムイオン電池、太陽光発電技術を組み込み、試作車の予想燃費は 65 マイル/ガロン。(General Motors News Release; Ford News Release)

10: クリーンエネルギー使用拡大のオプションを検討する、西部州知事連合の諮問委員会

2015 年までにクリーンエネルギー 30,000MW を電力系統に連系する為のオプションを検討中の西部州知事連合 (WGA) のクリーンかつ多様なエネルギー諮問委員会 (CDEAC) が 1 月 10 日、先端石炭技術、バイオマス、エネルギー使用合理化、地熱及びソーラーの各タスクフォースが作成した報告書を発表。主要提言は、バイオマス生産税控除の恒久化、大型バイオマス・プロジェクトの支援、太陽光発電事業向けの 2 年間の 30% 連邦投資税控除を 10 年間に延長、太陽光発電所開発促進のための 30 年間の電力購入契約、分散型太陽光発電システム向けインセンティブ、4~5 基の低公害 (CO₂ 排出の最低 60% を隔離) 石炭発電所 (総発電容量 2,000MW) の新設用インセンティブなど。天然ガス、風力及び送電に関する報告書は、ここ数週間以内にタスクフォースによって完成の見通し。CDEAC では、これらの報告書をベースにして提言を作成し、今年 6 月にアリゾナ州セドナ市で開催される 2006 年 WGA 年次会での検討に付す予定。(WGA Press Release; Greenwire (1/11))

12: カリフォルニア州公益事業委、10 カ年で総額 29 億ドルのソーラー・イニシアティブ可決

カリフォルニア州公益事業委員会 (CPUC) が 1 月 12 日、カリフォルニア州ソーラー・イニシアティブ (CSI) を 3 対 1 で可決。ルーフトップ型太陽光発電システムの設備容量を 2017 年までに 3,000 メガワット増設することを目標とする、総額 29 億ドルの 10 カ年 CSI 計画は、この種のプログラムとしては米国最大、世界中でも初のソーラー・リポート計画に続く 2 番目の規模。CSI 計画では、民間電力会社・天然ガス供給会社の顧客に課される追加料金を資金源とするリポートを用い、最初は太陽光発電システムの設置を支援し、今年末以後に太陽熱利用温水暖房システムや太陽光利用冷暖房システムも支援対象に追加。リポートは 2006 年には 2.8 ドル/W で、その後リポートは 10 年後のプログラム終了まで年間 10% ずつ減額される。(CPUC News Release; RenewableEnergy Access.com)

II 環境

1月/

3：環境保護庁、2006年の再生可能燃料使用基準を2.78%に設定

環境保護庁（EPA）が2005年12月22日、2006年に米国で販売されるガソリンの2.78%を再生可能燃料で賄うことを義務づける新規制『燃料および燃料添加物規制：2006年の再生可能燃料使用基準義務要件』を発表。『2005年包括エネルギー政策法（Energy Policy Act of 2005）』では、2006年から2012年までの再生可能燃料使用基準（RFS）を定め、2012年までに75億ガロンの再生可能燃料市場の構築との目標の達成に向けた規制を2006年8月までに策定するようEPAに義務づけているが、EPAは、複雑なRFSプログラム規制策定の代わりに、同法の定める2006年の最低使用量（40億ガロン、業界全体としての目標）の義務づけ規制を先ず公布。2006年には義務規制なしでも、再生可能燃料生産量が2.78%を超える40億ガロンに達する見通しだが、仮に2006年に2.78%のRFSが達成されなかった場合には、その未達成分を2007年に埋め合わせるよう業界に義務づけることになる。（Greenwire: Alternative Transportation Fuels Today (1/4)）

3：デューク大学の調査研究、植樹による炭素貯留が引き起こす環境問題を指摘

大気中のCO₂除去を目的とする森林植樹は炭素隔離の一方法であるが、デューク大学の生物学者Robert Jackson博士らは最新の研究で、これが環境にもたらす負の影響が正の影響を上回る可能性があることを指摘。研究チームは比較的乾燥した地域で、草地や農地を常緑樹やユーカリの森林に変えた場合の影響を判断するために、現場計測とコンピュータ・モデリングを使ったところ、(1)土壌栄養分の需要が増えるため、土壌の化学組成が大きく変化（カルシウム、リン、窒素が減り、大量のナトリウムが土壌に残留）、(2)世界中の河川の52%が、少なくとも年間227mmの水を失い、そのうちの13%は、少なくとも1年間、完全に干上がる、との結論を得た。同チームの研究論文『生物学的炭素隔離で水を犠牲に炭素とトレード』は、2005年12月23日号サイエンス誌に掲載。（Pollutiononline.com）

5：5500万年前に海流の逆流を巻き起こした地球温暖化が再発する危険性

スクリッps海洋学研究所の新たな研究により、世界中の深海で海流の逆流を巻き起こした5500万年前の地球温暖化の歴史的証拠が発見。5500万年前に地球温暖化で変化した海流は約2万年の間、元の方向に戻らず、深海底に生息する海洋生物の絶滅や地上の哺乳動物の大移動等を引き起こした。当該研究は、現在の大气中の二酸化炭素の状況が5500万年前の地球温暖化時に類似していることから、将来の気候変動や海流の変化が懸念されるという不吉な結論を提示。（Environmental News Service）

9：シドニー会合に先立ち、Dobriansky 国務次官と Connaughton 環境問題委員長が記者会見

1月11～12日にシドニーで開催予定の「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、豪・中・印・日・韓・米の6カ国が参加)第1回会合に関し、Dobriansky 国務省次官と Connaughton ホワイトハウス環境問題委員長が1月6日に記者会見。二人は、APPは京都議定書を補足するもの（取って代わるものではない）と強調。同会合では、メタン回収、クリーンコール発電、原子力発電、水素輸送、送配電、電気製品のエネルギー効率等が論点に。Connaughton 委員長は、大気汚染やエネルギー供給確保、貿易や経済開発等、GHG以外の問題をも検討するAPPが京都議定書以上の効果をもたらすとの期待を表明。また参加国が自国の状況に適った地球温暖化対策を持ち込むアプローチは、参加国全部に一律型のアプローチを強いるよりも有効と主張。さらに、米国は2007年度、気候調和型技術に06年度（30億ドル）以上の予算を拠出する計画と発言。（Greenwire）

10：経済協力開発機構（OECD）、米国の環境実績評価を発表

経済協力開発機構（OECD）が1月10日に、米国の環境実績を査定評価する新報告書『OECD 環境実績評価：米国版』を発表。OECDは1996年に、米国の環境実績評価を一度実施しており、これが二度目の査定評価。同報告書では、米国が大気質や水資源及び生物多様性をどのように管理しているか、環境問題を自国の経済・財政政策に如何に統合しているか、そして国際的な環境コミットメントをどれほど満たしているか、を査定。同報告書は、1996年以来、米国が環境面でかなりの実績を達成したことを評価する一方、環境保護や国民の健康保護及び経済繁栄を同時に保証する一策として、エネルギーと水の使用合理化を図るべきであると提言。また、気候変動や生物多様性、有毒化学品に関する世界的懸念への対応で米国はリーダーシップを取る必要があるとも進言。（OECD News Release）

10：ブッシュ大統領、アジア太平洋パートナーシップ活動支援に5,200万ドル予算要求

豪州シドニーで開催された、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）の発足式に出席した Samuel Bodman エネルギー長官は1月12日、ブッシュ大統領が2007年度予算要求でAPP関連活動を支援するために5,200万ドルを要求する予定と発表。同長官によると、当該予算要求は、米国政府が気候変動技術に拠出する年間30億ドルの予算及び米国民間部門によるエネルギー効率改善や排出削減への数十億ドルの自主投資を補足することになる。同長官はこの機会を利用して、豪州 John Howard 首相や Ian MacFarlane 産業資源観光長官と二カ国会談を行ったほか、中国から訪れていた国務委員・秘書長 華建敏とも二カ国会談を実施。（DOE News Release (1/10,1/12)）

Ⅲ 産業技術

1月/

3: 生体細胞とエレクトロニクスの相互作用を高めるナノコーティング

カリフォルニア大学サンタバーバラ校の科学者等が、電子機器と生体細胞との相互作用性を高める新たなナノコーティングを開発。現在では微小電子化学機器と呼ばれる電子機器を用いて、ラット心筋細胞を使ったミニロボットの操作や、神経細胞への義肢の直接接合が可能となっているが、同技術の問題は、生体細胞と電子機器との結合に長時間かかることだった。カ大チームは、ナノレベル(50-200nm)の孔のあいたナノレベル(25-750nm)の厚さの二酸化チタン多孔性薄膜を作り、薄膜の表面積を増加させることにより、電子機器と生体細胞の結合速度を従来法の 4~5 倍に向上。同調査報告は 1 月 28 日号の Nanotechnology 誌で発表予定。(UPI Nano World)

10: Lux Research 社、ナノテク・ベンチャーキャピタルの実態を調査した報告書を発表

Lux Research 社が、ナノテク・ベンチャーキャピタル (VC) に関する新報告書『Making Sense of Nanotech Venture Capital』を発表。2005 年のナノテク VC 投資は、一部会社 (Nanomix 社や Nanosys 社) への大型投資によりかなり増大したものの、企業・政府によるナノテク研究開発投資と比較するとまだ僅か 19 分の 1。多くのベンチャーキャピタリストはナノテクに関して、「バイオやソフトウェアより魅力的な投資分野」だが「投資出口の見えない高リスク取引」とみており、精神分裂症的。今回調査したスタートアップ会社 143 社の内で、買収または株式公開に至ったのは僅か 9%であり、ナノテク VC 投資の成否を問うには時期尚早。これまでのナノテク VC は投資先が非常に偏っており、投資総額の 43%がトップ 10%のスタートアップ会社に集中、等の調査結果を指摘。(Lux Research Press Release)

13: ウッドロー・ウィルソン国際センター報告書、更に厳格なナノテク監視法の必要性を主張

ウッドロー・ウィルソン国際センターの新興ナノテクノロジー・プロジェクトが 1 月 11 日、ピュー・慈善信託 (Pew Charitable Trust) からのグラントで作成した報告書『ナノテクノロジーの影響管理 (Managing Effects of Nanotechnology)』を発表。同報告書では、現行の規制枠組をナノテクに適用することの長短所を検討し、ナノテクを監視する新アプローチを提唱。筆者 J. Clarence Davies 氏(元 EPA 次官、有毒物質規制法(TSCA)の起草者)は、ナノテクの潜在的な悪影響に対処し、引き続き同技術の開発を推進するためには、[現在よりも]積極的で優れた監視システム及び新資源の投入が必要と主張。Davies 氏の結論は、(1) 既存法令規定でナノテクノロジーの問題に対応することは困難、(2) ナノテクノロジーの潜在的リスクを管理する新法令を必要とする可能性がある、(3) 新たなメカニズムと新たな組織能力 (institutional capability) が必要、というもの。一方、全米ナノテクノロジー調整局 (NNCO) の Clayton Teague 局長や食品医薬品局 (FDA) 高官等は、現在入手可能な情報から判断すると、現行規制は殆どのナノテク製品を十分に管理できるはずだと反論。(Woodrow Wilson International Center News Release; Washington Post (1/11); Managing the Effects of Nanotechnology)

Ⅳ 議会・その他

12月/

22: 上院に提出された「国家イノベーション法案」

競争力協議会 (CoC) が『イノバート・アメリカ (別称、パルミサーノ・レポート)』を発表してから丁度 1 年目にあたる 2005 年 12 月 15 日、John Ensign 上院議員 (共和、ネバダ州) と Joe Lieberman 上院議員 (民主、コネチカット州) が、Lamar Alexandria 議員 (共和、テネシー州) や Jeff Bingaman 議員 (民主、ニューメキシコ州) を始めとする計 14 名の共同スポンサーを得て、「2005 年国家イノベーション法案 (上院第 2109 号議案)」を提案。同法案の主な条項は、(1)イノベーションの促進(関係省庁の長から成る大統領イノベーション委員会の設置、R&D 費の 3%をグラントに計上、NSF 予算の研究開発費倍増、地域的ホットスポットの構築、NIST による先端製造システム開発支援等)、(2)科学・教育・ヘルスケア・プログラムの合理化 (NSF フェローシップや大学院統合教育研究トレニーシップの拡大等)、(3)イノベーション奨励インセンティブ(研究税額控除の恒久化等)、(4)国防省の奨学金プログラムやフェローシップの拡充、(5)ビザシステム改革や特許システムの改革等。(Manufacturing and Technology News; Text of S. 2109 (12/15))

1月/

4: Pataki ニューヨーク州知事、年頭教書演説でエネルギー政策を概説

George Pataki ニューヨーク州知事 (共和党) は 1 月 4 日に行った 2006 年の年頭教書演説で、エネルギー問題にかなりの時間を割いた。同知事は、全米の勤労者・雇用者の経済力を阻害し、環境に悪影響を与えている海外石油依存から、今こそ脱出すべき時と主張。また同知事は、同州が環境保護のみならず輸入エネルギー依存削減をもリードし、更には、クリーンな再生可能エネルギー研究や製品開発・雇用創出の世界的センターとなれるよう、(1)同州を再生可能エネルギー業界の免税地帯化、(2)同州各地のガソリンスタンドで再生可能燃料が入手可能となるようなイニシアティブの設置、(3)同州内販売の再生可能燃料の免税化、(4)同州の農産物や木材からエタノールを製造する精製施設の建設、(5)先端クリーンコール発電所への融資支援、(6)再生可能バイオ燃料・電気のハイブリッド自動車の開発推進、等の施策を提言。(Governor Pataki 2006 State of the State Address)