

技術政策の将来

～ 環境技術を中心に～

2008.7.28

内閣府参事官（科学技術・基本政策担当）

電気通信大学客員教授

安藤晴彦

より根本に横たわる大問題 (産業アーキテクチャの変化)

国際競争力世界ランキング2002年(IMD)

1位	アメリカ	22位	フランス
2位	フィンランド	23位	スペイン
3位	ルクセンブルグ	24位	台湾
4位	オランダ	25位	イスラエル
5位	シンガポール	26位	マレーシア
6位	デンマーク	27位	韓国
7位	スイス	28位	ハンガリー
8位	カナダ	29位	チェコ
9位	香港	30位	日本
10位	アイルランド	31位	中国
15位	ドイツ	32位	イタリア
16位	イギリス	33位	ポルトガル
21位	エストニア	34位	タイ

屈辱の
30位

第二の敗戦！

2008年は22位

旧官営富岡製糸場：日本の近代産業の曙



- ・粗製濫造の粗悪品を海外輸出し、国際市場の信用を喪失した日本の生糸を根本的に改良し、イメージアップを図るとともに、廃藩置県で地位を失った旧士族の授産対策のため、明治政府は模範的洋式製糸工場の国内建設を決定。
- ・伊藤博文、渋沢栄一が、フランス人ポール・ブリュナを雇い、計画書作成、適地選択、建設、製糸指導を任せる。
- ・明治5年創業開始、昭和62年創業停止。

- ・「コピー・エクザクトリ」・・・窓枠、ガラスも
- ・「富岡女工」

国際競争ルールの変化

60・70年代:低コスト・品質:プロダクト・アウト

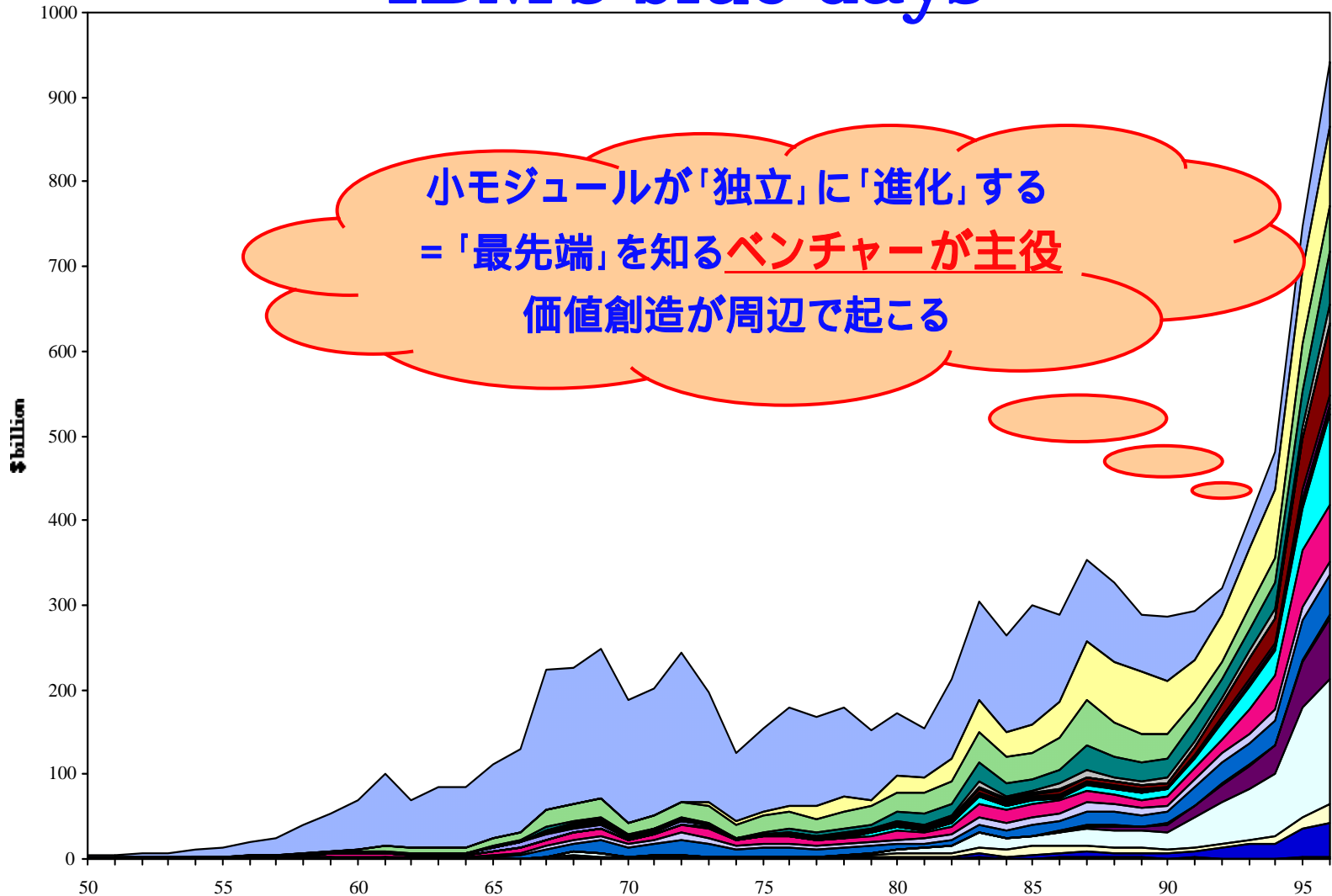
80年代(日本最強):QCD最適化、ジャストインタイム

戦う土俵が変化

90年代:**イノベーション、アジリティ、リアルタイム、知価産業**
オープン・アーキテクチャ(対日包囲戦)
「モジュール化」

モジュール・クラスターの形成

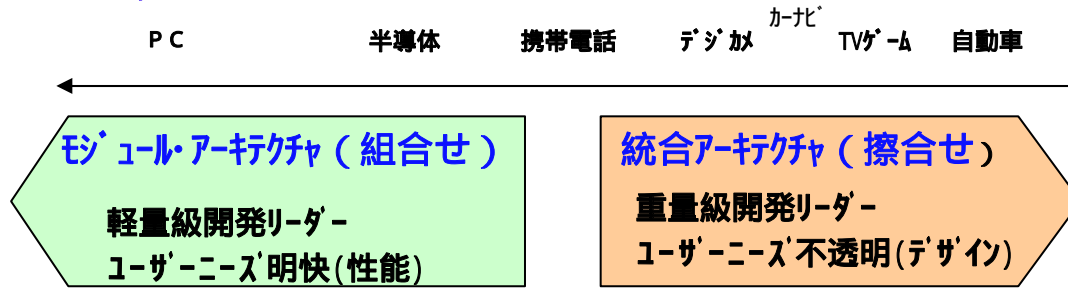
IBM's blue days



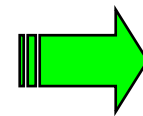
90年代に起きたこと

モジュール分業 v s 統合型ものづくり

(オープン・アーキテクチャ)



- ・ハードの発展(制約なくなる)
(25MHz 500kB 3.5GHz 100GB)
- ・ソフトの重複可
- ・スピード重視
- ・超高速デジタルICT処理による分離可能性の増大(情報伝達処理コストの「大暴落」&インターフェース記述の容易化)



モジュール分業・
カプセル分業が有利に

シリコンバレー現象:

小さなハイテク分業 多数の起業と激しい競争
リスク低減装置(入口・中間・出口)
大成功事例 = ミドルリスク・ハイリターン

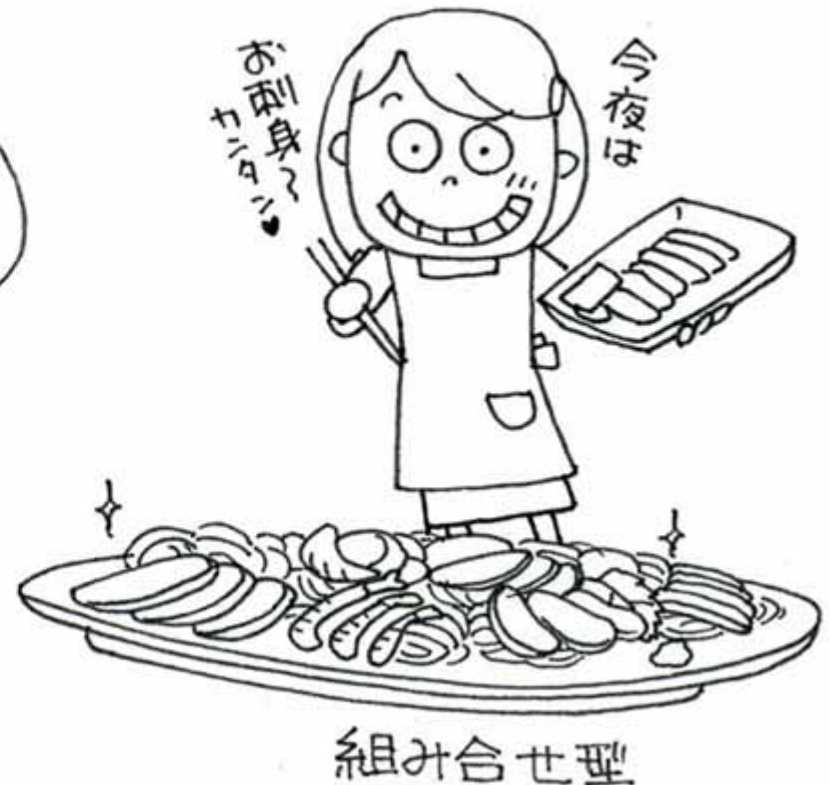
すり合せと組合せ

Integral vs. Modular architecture



じっくり煮込むには時間もかかる、
人手もかかる

自動車が典型

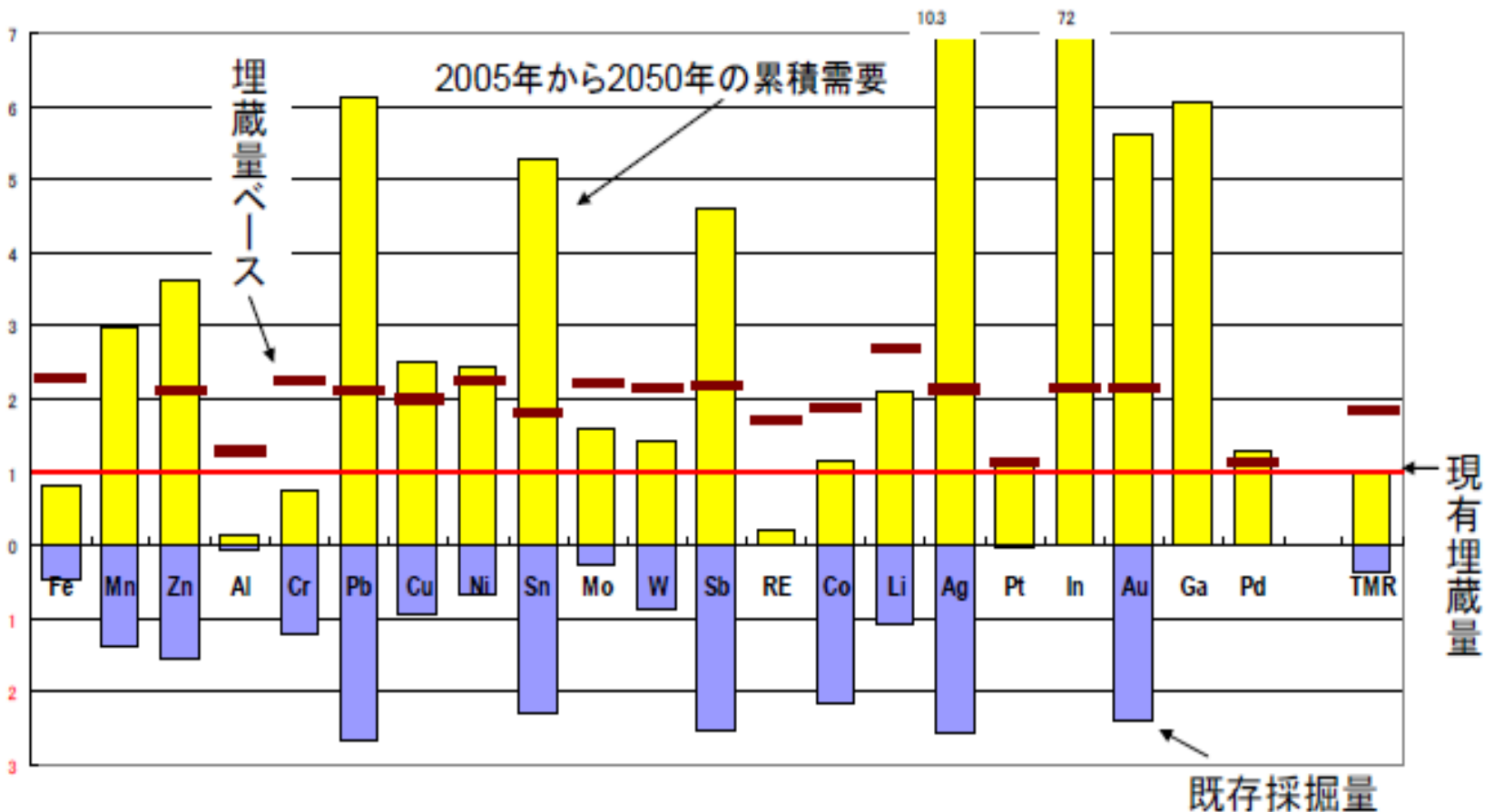


何せスピーディ

PCが典型

2050年には現有埋蔵量の数倍の金属資源が必要になる。

2050年に現有埋蔵量をほぼ使い切るもの:	鉄、白金、パラジウム、モリブデン、タングステン、コバルト
2050年までに現有埋蔵量の倍以上の使用量	ニッケル、マンガン、リチウム、インジウム、ガリウム
2050年までに埋蔵量ベースをも超えるもの:	銅、鉛、亜鉛、金、銀、錫



現有埋蔵量に対する2050年までの累積需要量

資源価格の高騰

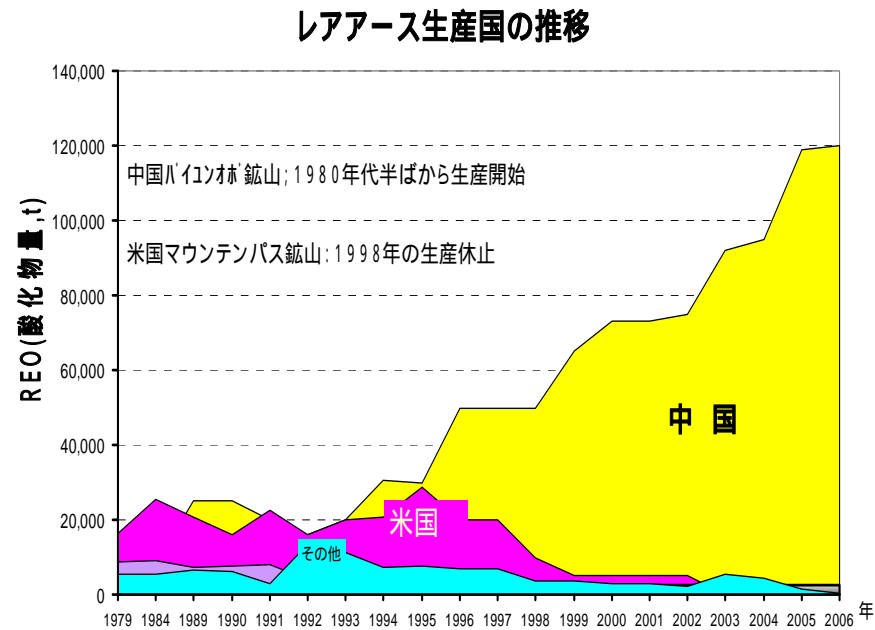
国際的な資源制約の高まり（需要増大、価格高騰、資源ナショナリズム）。特に、自動車、電気・電子機器などの「産業のビタミン」であるレアメタルの供給リスクが増大

各種資源の価格の推移

		2002年 3月	2007年 5月	%
鉄スクラップ	US\$/t	73.9	273.3	370%
アルミ	US\$/kg	1.4	2.7	196%
銅	US\$/kg	1.6	7.4	459%
鉛	US\$/kg	0.5	2.2	441%
インジウム	US\$/kg	85.0	710.0	835%
ニッケル	US\$/kg	6.5	52.2	798%
タングステン(鉱石)	US\$/MTU(*)	35.3	165.0	467%
レアアース(ネオジム)	US\$/kg	7.3	44.0	603%
レアアース(ディスプロシウム)	US\$/kg	34.0	120.0	353%
プラチナ	US\$/kg	16,517.7	41,465.5	251%

*: 三酸化タングステン10kgを含む鉱石の価格

レアアース生産国の推移



出典: Mineral Commodity Summaries 2007

大気の構造

熱圏 Thermosphere	80-800km	2000 (熱量は少ない)
中間圏 Mesosphere	50-80km	0 -92.5
成層圏 Stratosphere	11-50km	-70 0
対流圏 Troposphere	0-11km	15 -70 0.65 /100m 大気質量の80%

地球半径 = 約6400km

猛烈な台風、爆弾低気圧・・・は対流圏と表層海洋での話
地球温暖化は、巨大な「布団蒸し」実験！？

地球の「薄皮」の内部で起きていること

図1 熱の吸収と放出

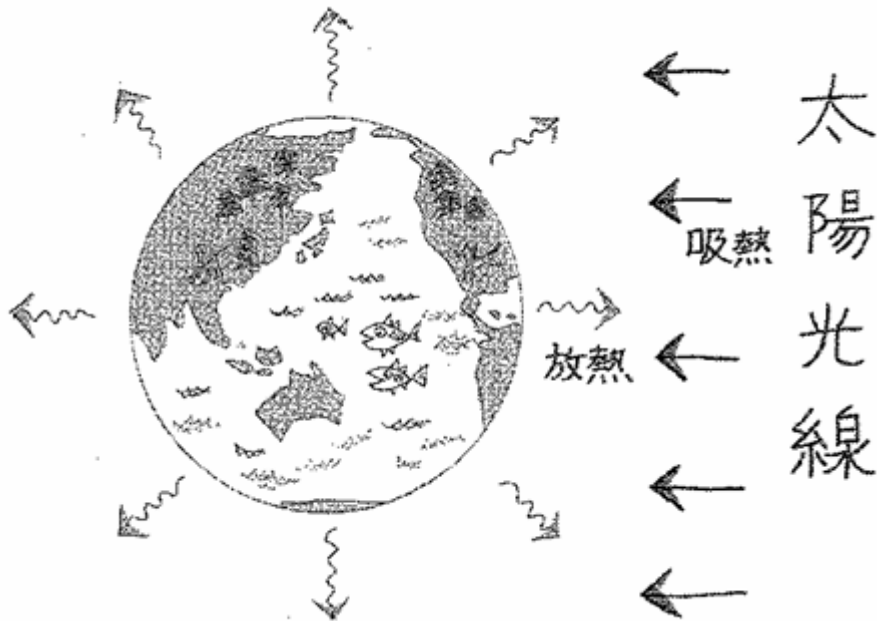
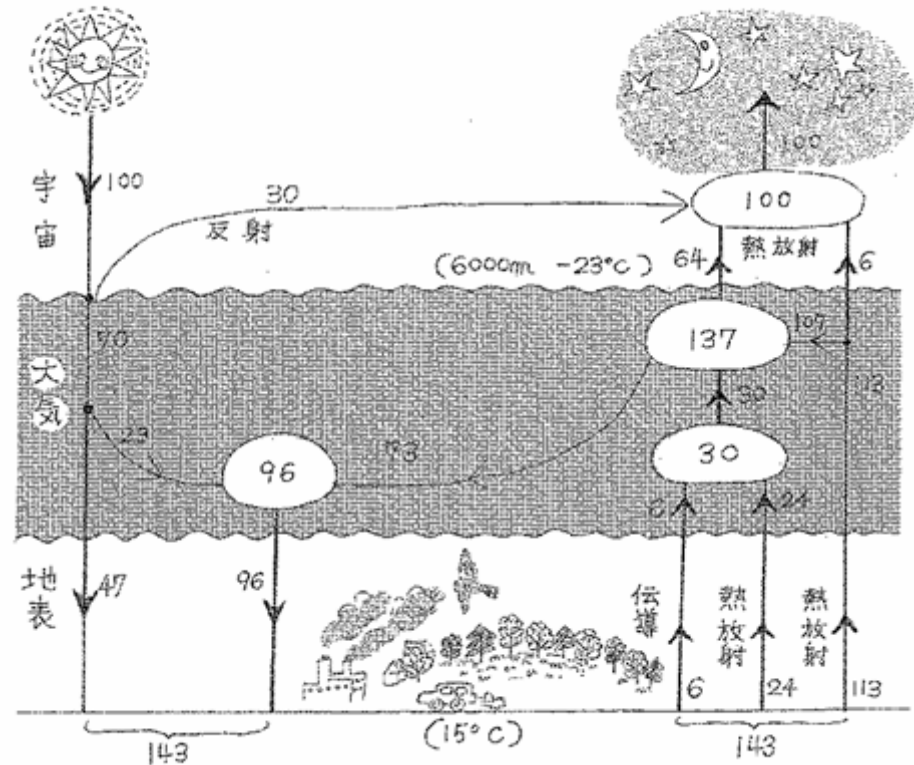
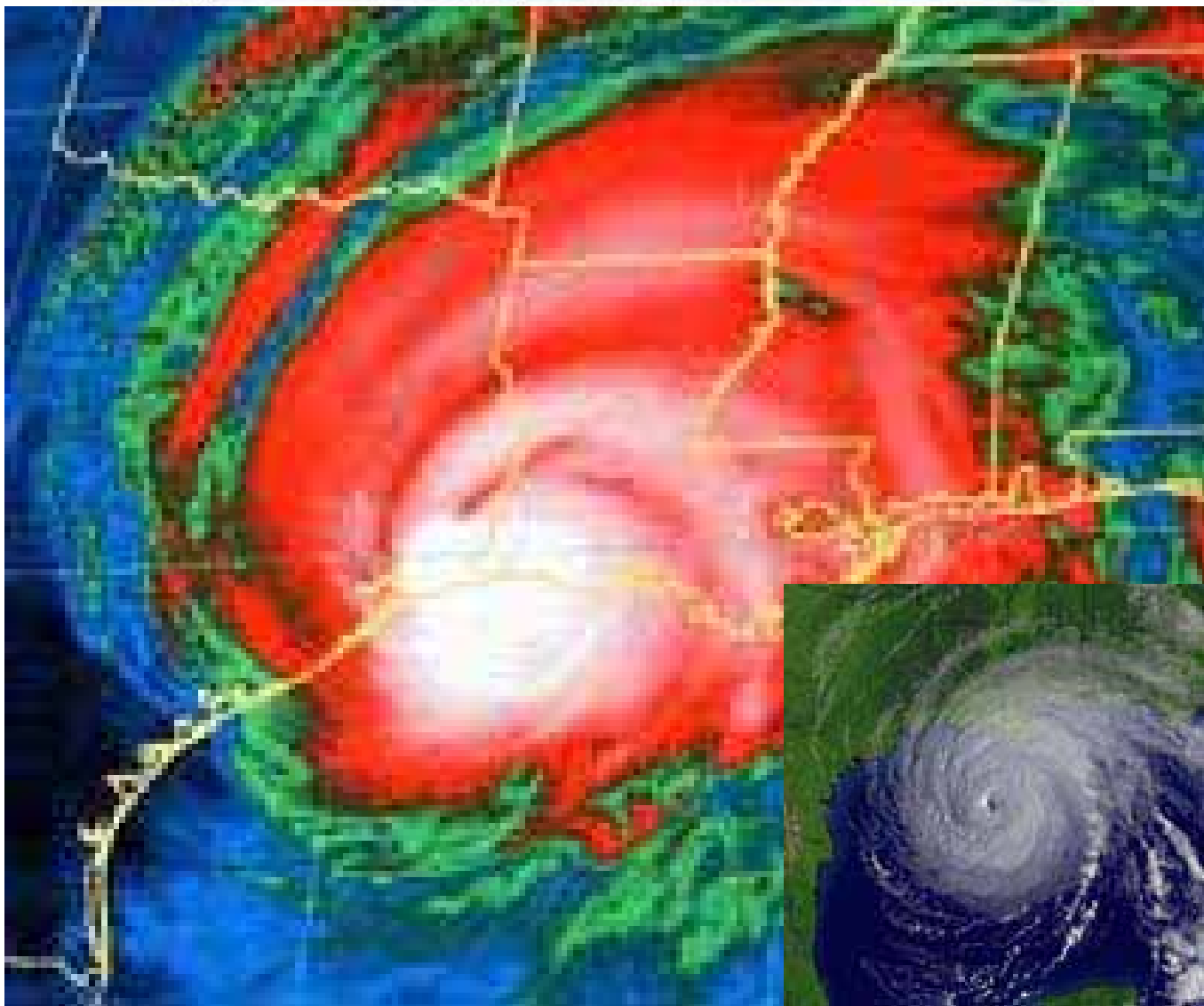


図3 温室効果の熱収支



広瀬立成早大教授「物理学者のゴミ談義」
出典：月刊廃棄物2008May



「ハリケーンが発達し、強い勢力を持つのに適した状況を、地球温暖化が作り出している」

米国大気研究センター
(NCAR)
気候分析部門責任者
ケビン・trenバース博士

「リタ」(日本時間24日午後4時30分、米海洋大気局)

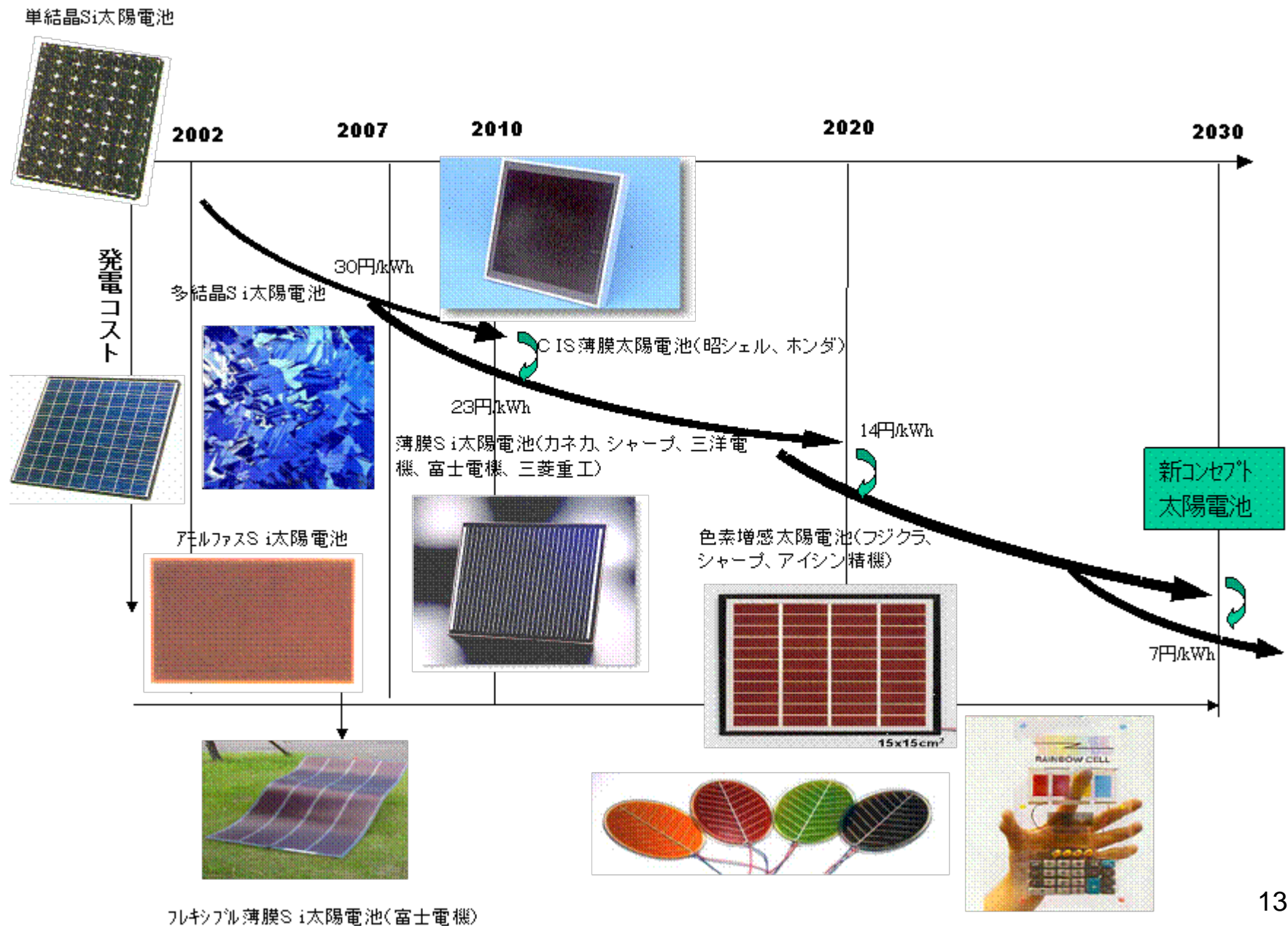
世界のエネルギー埋蔵量

Equivalent Stock of
Energy Source

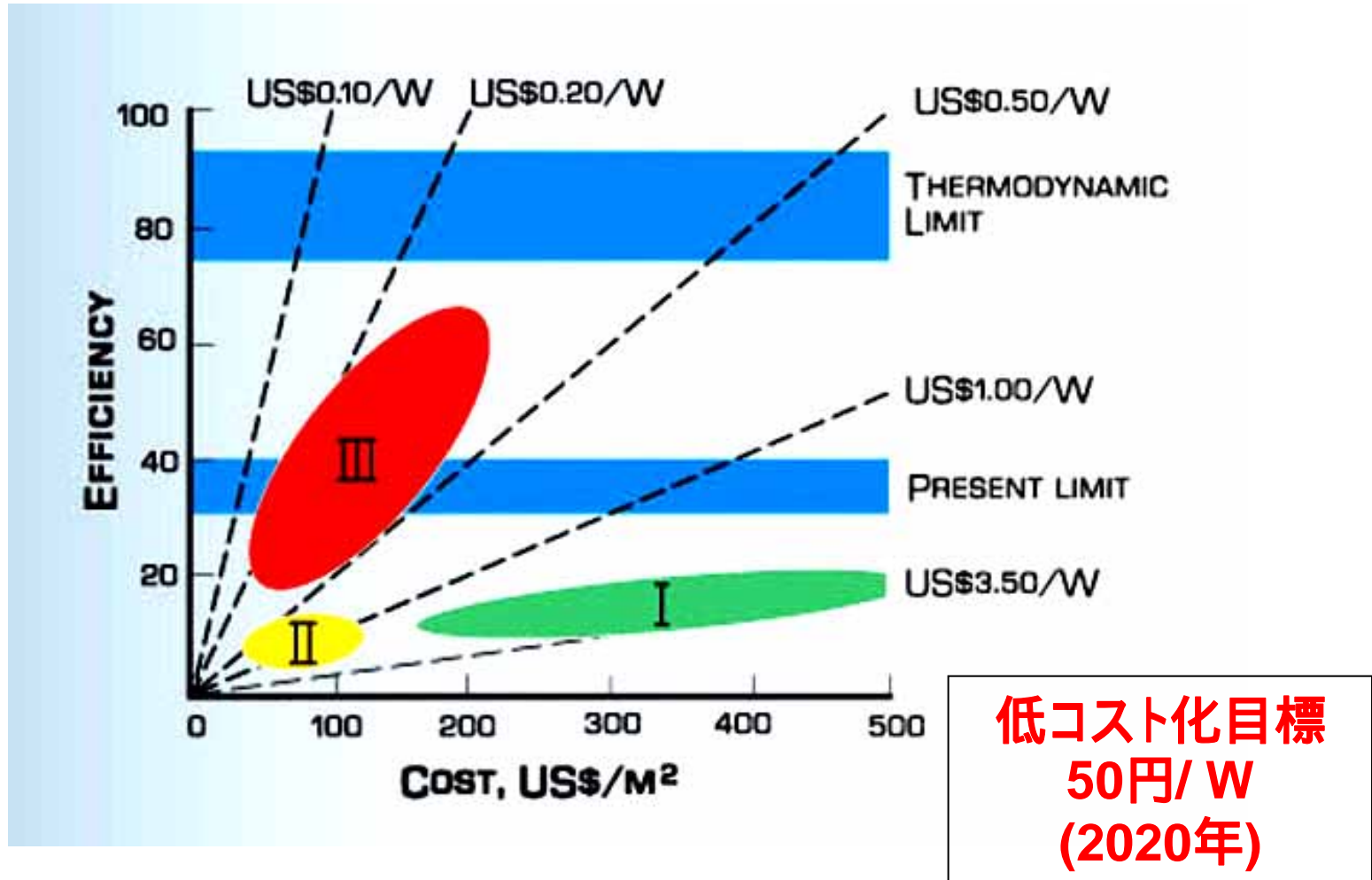


- Uranium
ウラニウム
- Natural Gas
天然ガス
- Oil
石油
- Coal
石炭
- Annual Demand
年間需要

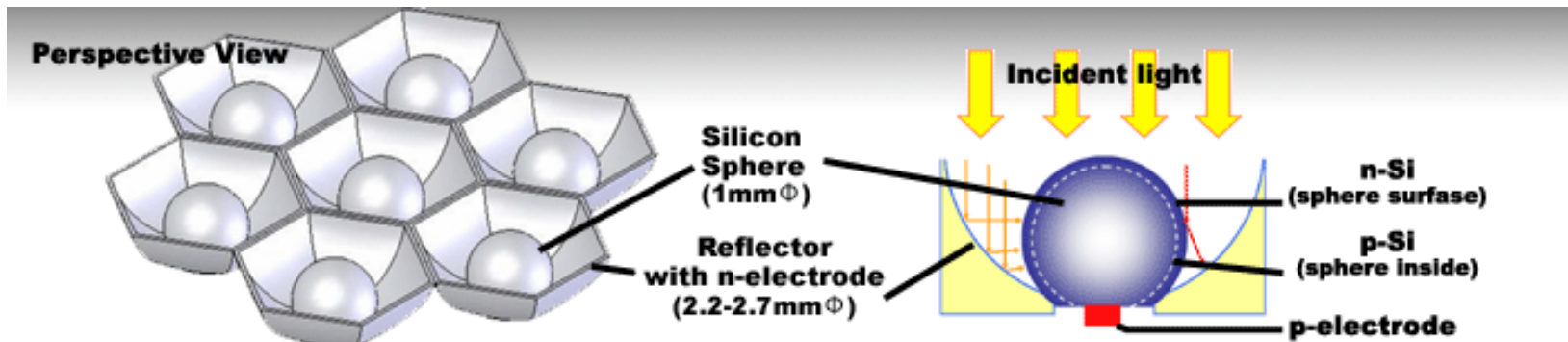
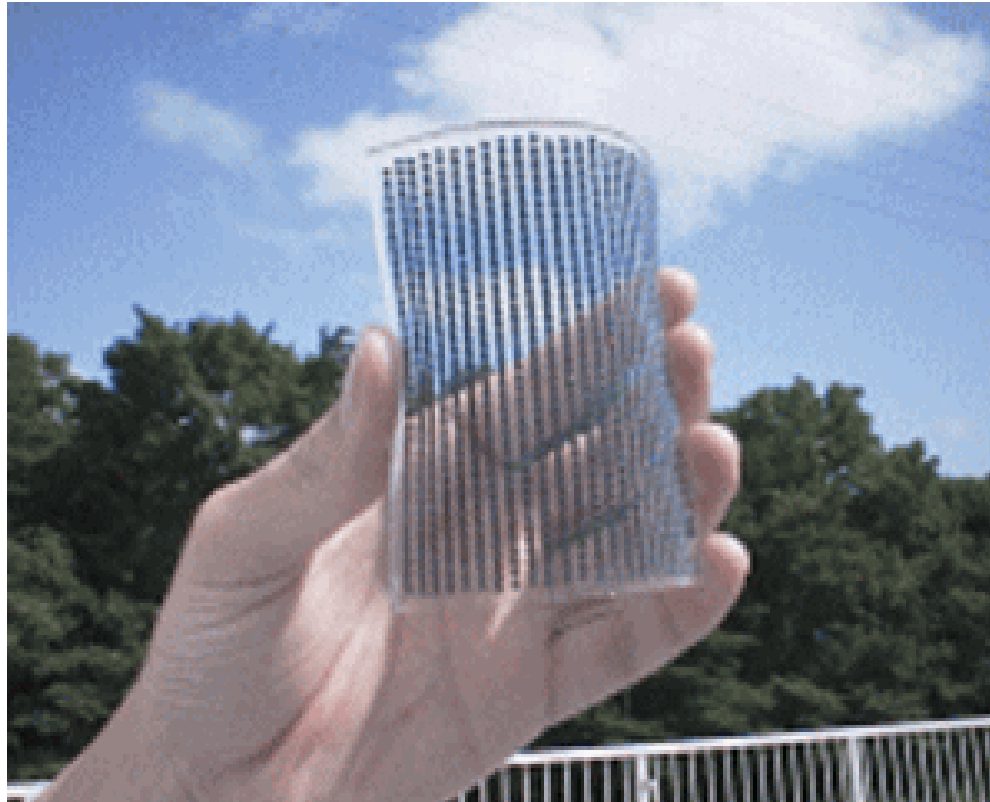
2030年に向けた太陽電池モデル



第三世代太陽電池とplan 2020



日本のベンチャー企業の球状ソーラー





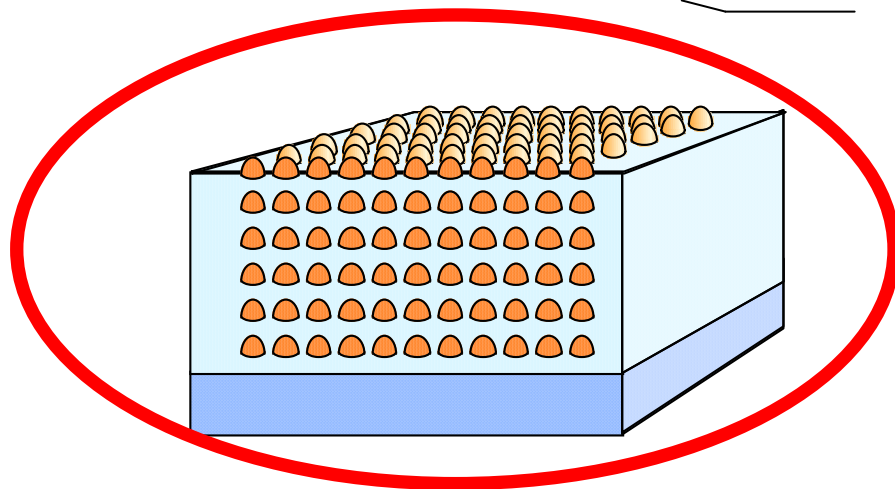
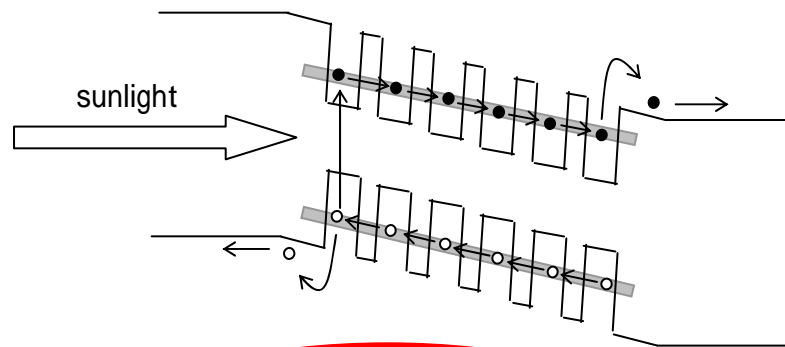
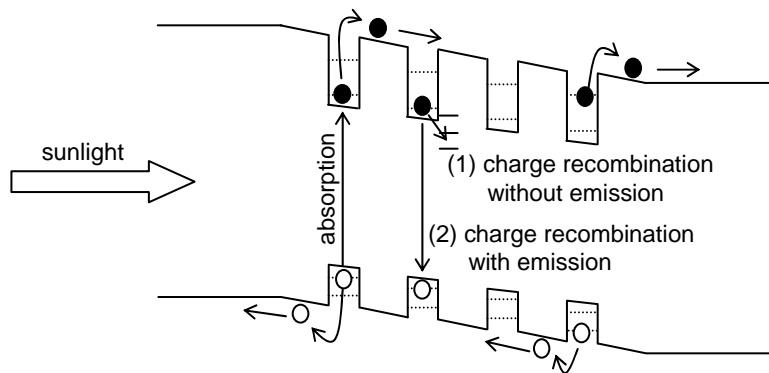
大仏(阿彌陀如来)は、無限の光 (खमिताभ, amitaabha).

画期的な量子ドット太陽電池

従来型



次世代型



Source: Dr. Yoshitaka Okada

三次元量子ドット超格子

The Championships for newer Photovoltaic cells, “Wimbledon” in Japan

- 9 countries, 10 types, 26 different modules severely compete in Hokuto (west of Tokyo)



Samurai: ancient noble warrior?

“Innovation Samurai” today is defined here for prepared, decided, devoted, high-minded scientist or engineer who tackles difficult breakthrough targets with bravery, deepest spirits, calm passion and robust personal commitment under empowerment.



Next-Generation Vehicle Fuel Initiative

1. Biofuel

2. Clean diesel

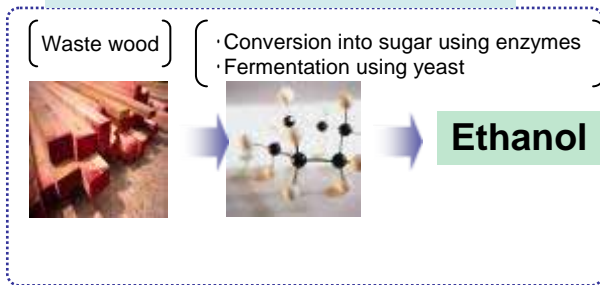
3. Next-generation batteries

4. Fuel cells/hydrogen Economy

1. Biofuel

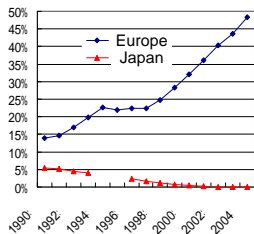
- Bioethanol blended with gasoline, and
- Biodiesel blended with diesel oil

Cellulose-derived biofuel

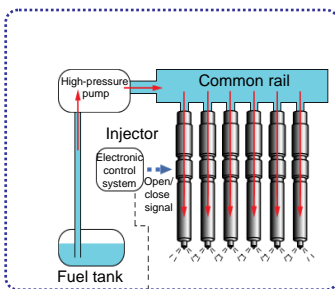


2. Clean diesel

Share of diesel vehicles

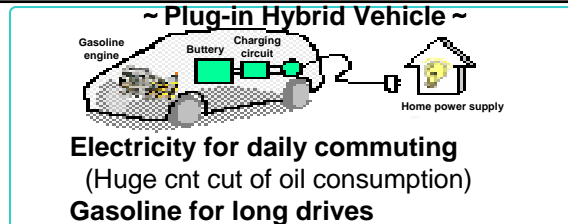


Common rail system







3. Next-generation batteries

Next-Generation Vehicle Battery Development Project
Budget (07FY): \$ 50 Million



Targeted battery performance
 Targeted battery cost

	Improved battery (2010)	Advanced battery (2015)		Innovative battery (2030)
	Compact EV	Compact EV	PHV	Standard-sized EV
				
	1	1.5		7
	1/2	1/7		1/40

R&D of next-gen batteries (improvement in performance)

4. Fuel cells/hydrogen Economy

Hydrogen Economy: transition from “carbon cycle” to “water cycle”



Hydrogen supply

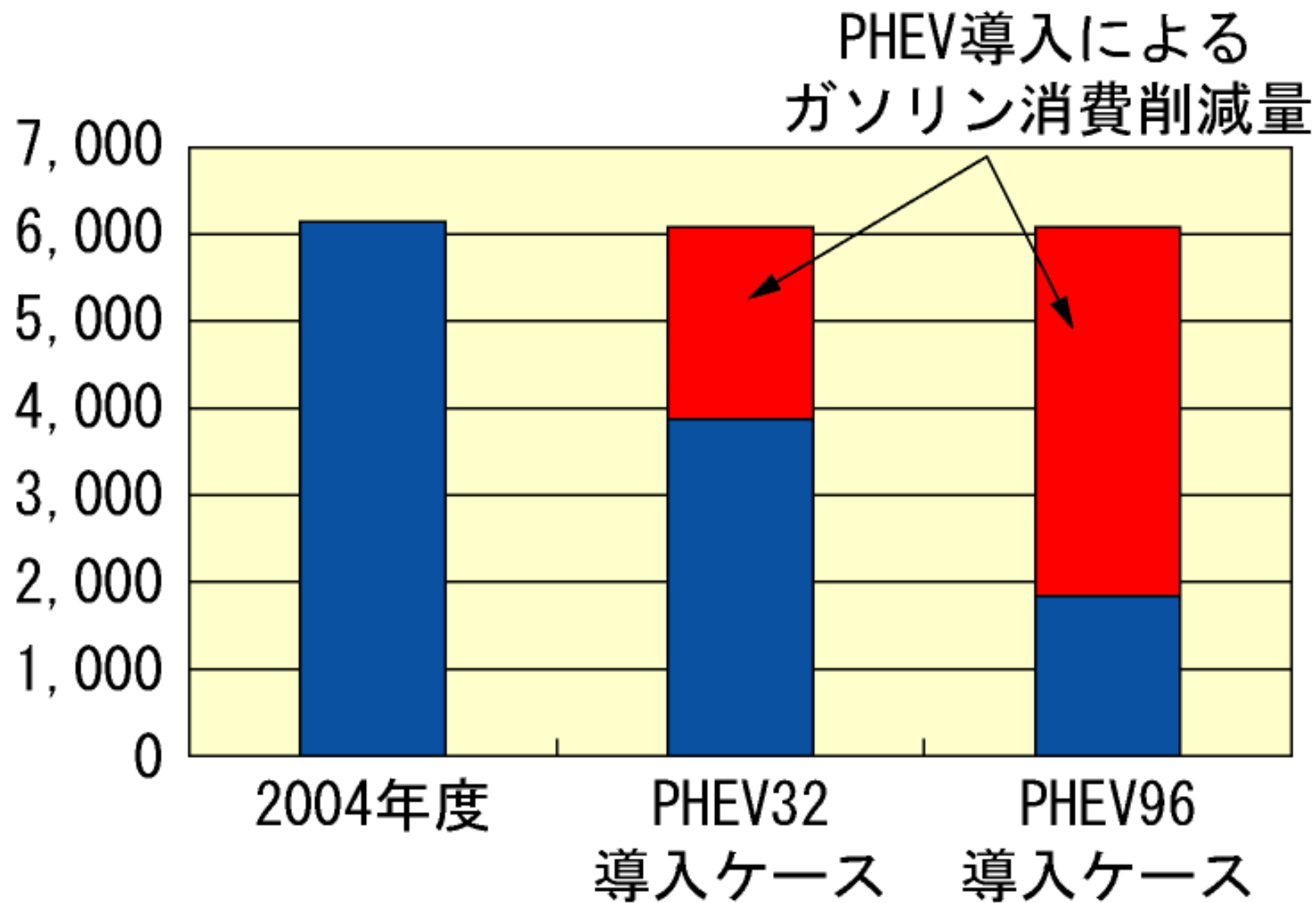


Hydrogen vehicles

- Powered by way of the combustion of hydrogen instead of fossil fuel (e.g. gasoline)
- Producing very clean exhaust that contains almost nothing but water



年間ガソリン消費量 (万kL)



出典：電力中央研究所、電中研ニュース433

ジュール・ヴェルヌ『神秘の島』(1874年)



- 「アメリカの石炭が掘りつくされたら商工業はどうなるか」「かわりに何を燃やすのか」
- 「**水だよ**」L'eau, répondit Cyrus Smithと主人公が言い放つ。「**水といっても原子に分解された水だ。きっと電気で行われるだろう。諸君、水が燃料になる日は必ずくる。水素と酸素を利用すれば、熱や光を無尽蔵に生みだしてくれる。石炭など比べものにならぬほど大量にね。水は未来の石炭なんだ。**」

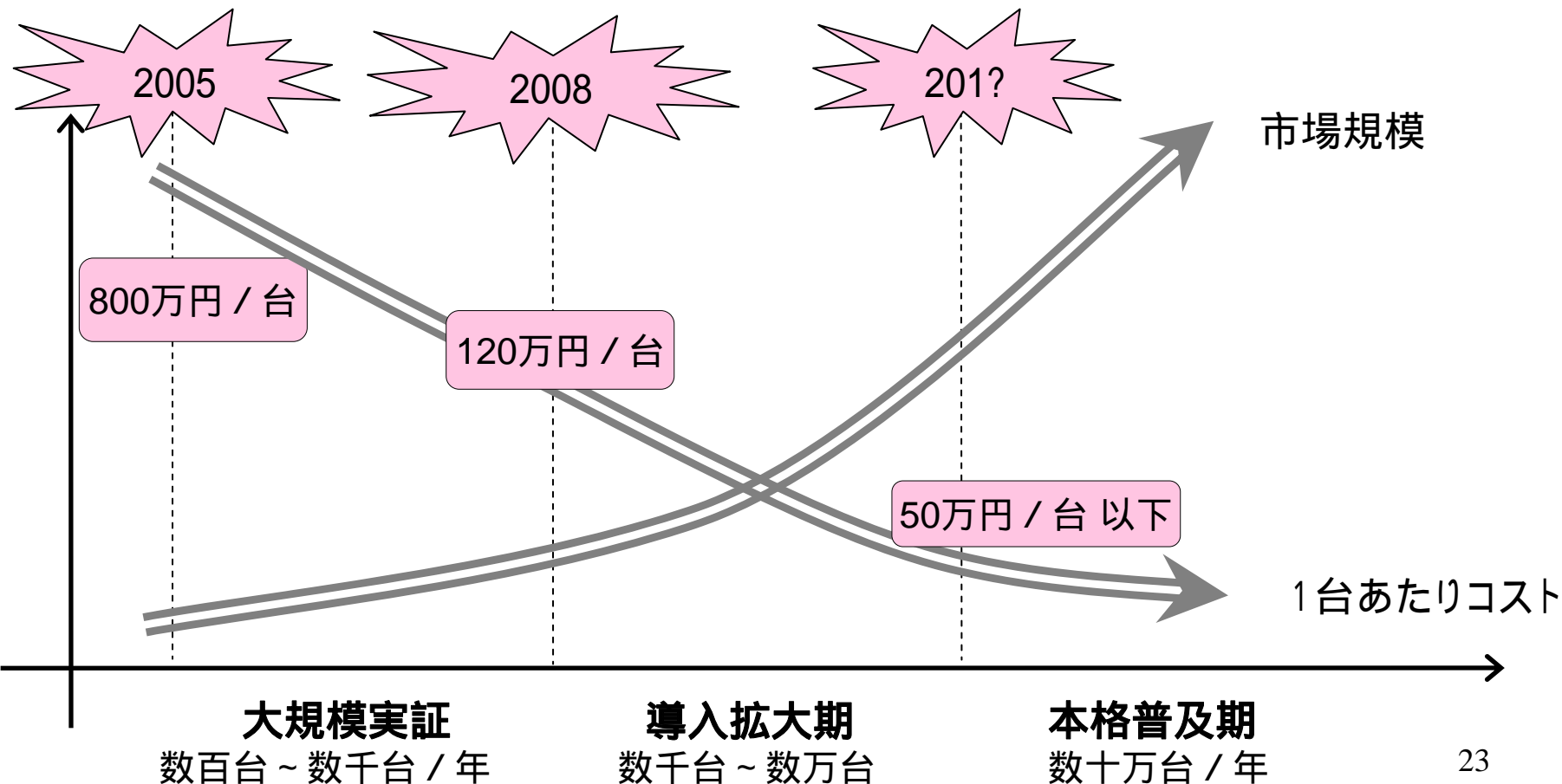


定置用燃料電池のリアルマーケット創造に向けて

大規模実証事業

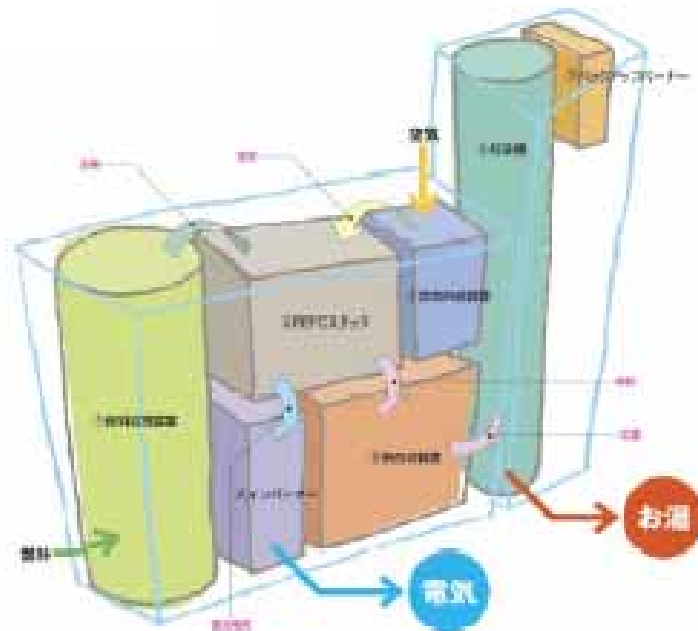
政策的サポートを受けた市場の創設

自立的市場の発展・拡大



求むチャレンジャー！ 共通化の可能性のある家庭用燃料電池システム補機類

家庭用燃料電池システムの共通仕様リストを公表：<http://www.meti.go.jp/press/20051227004/20051227004.html>



弁類

電磁弁 (SMC)



リリーフ弁 (アイビーエスジャパン)



圧力計

圧力センサー (日本電産コパル電子)



流量計

ガス・空気流量計 (山武)



水流量計 (愛知時計電機)



ポンプ

排熱回転ポンプ (ニクニ)



ブロワ

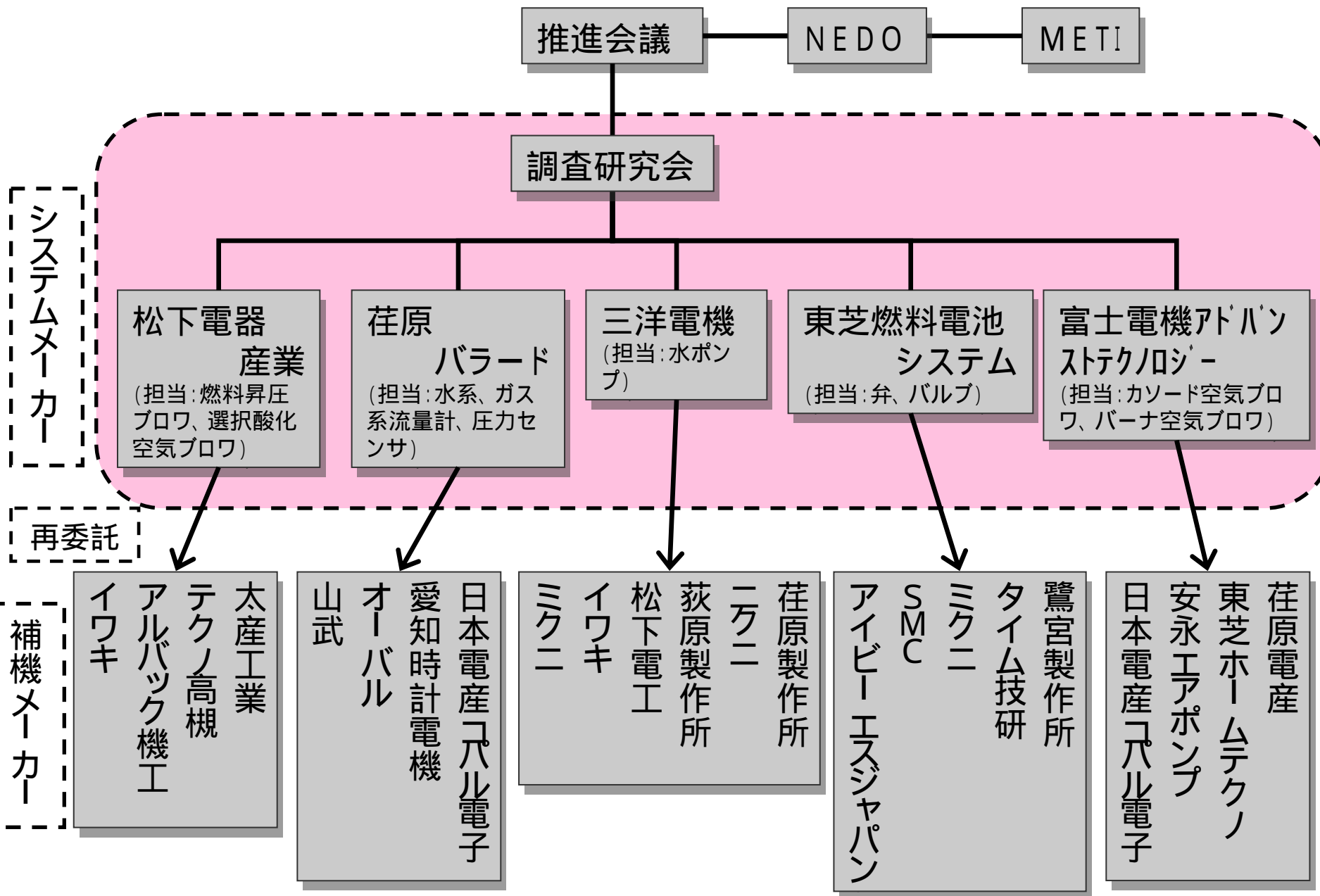
バーナ空気ブロワ (日本電産コパル電子)



燃料昇圧ブロワ (イワキ)

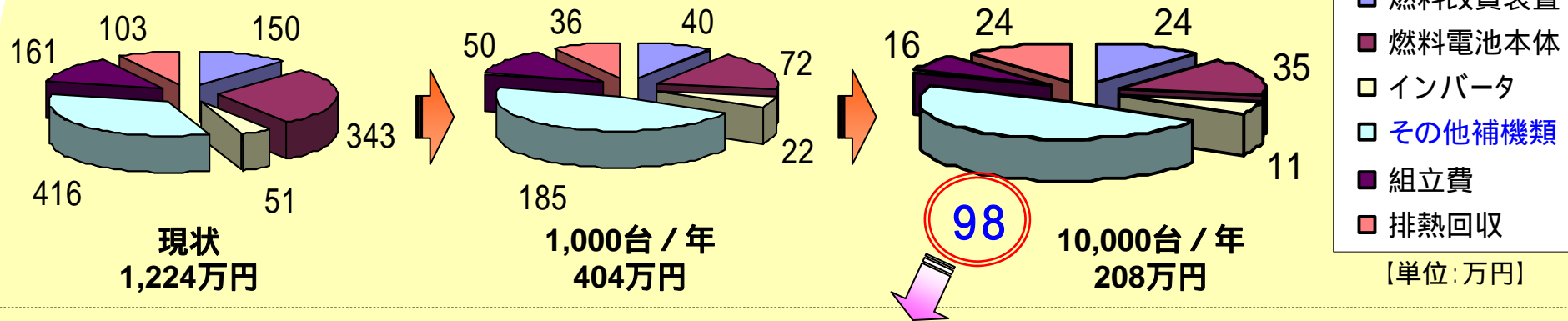


補機プロジェクト 推進体制



家庭用燃料電池 補機類プロジェクトの成果

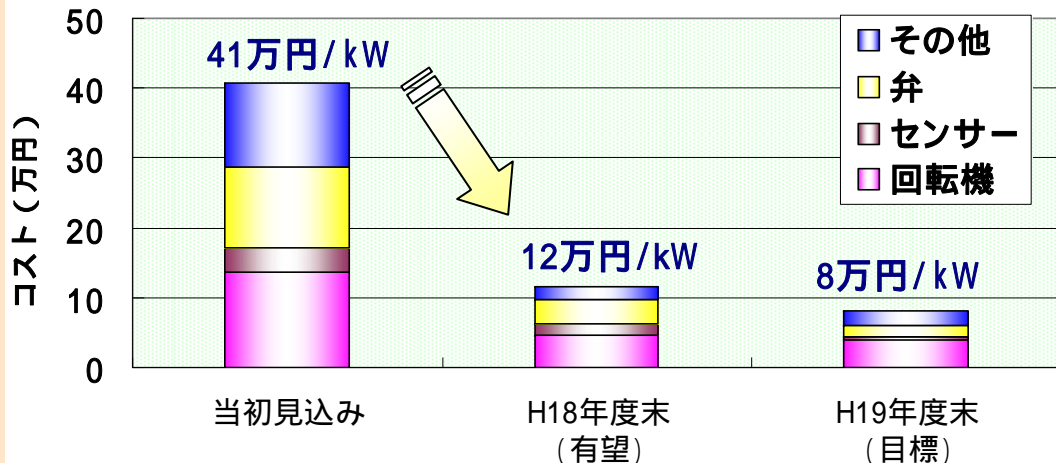
家庭用燃料電池（1 kW級）の想定コスト（定置用燃料電池市場化戦略検討会, 2005年4月）



その他補機類(98万円/kW)のうち「共有化の可能性ある補機類(41万円/kW)」を対象にシステムメーカー間で**共通仕様リスト**を取りまとめ。

共通仕様リストに基づき、重点的な技術開発を実施（コスト低減目標：8万円/kW）。

家庭用燃料電池システムの補機（周辺機器）の技術開発



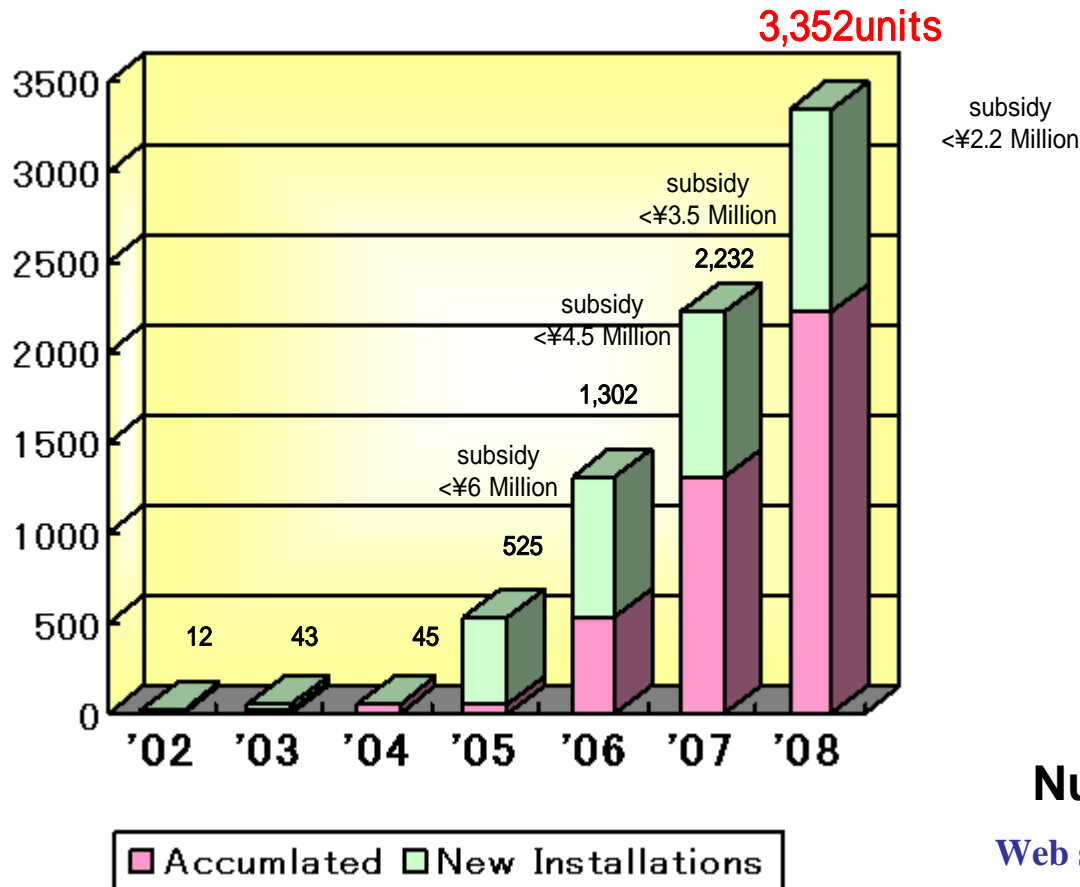
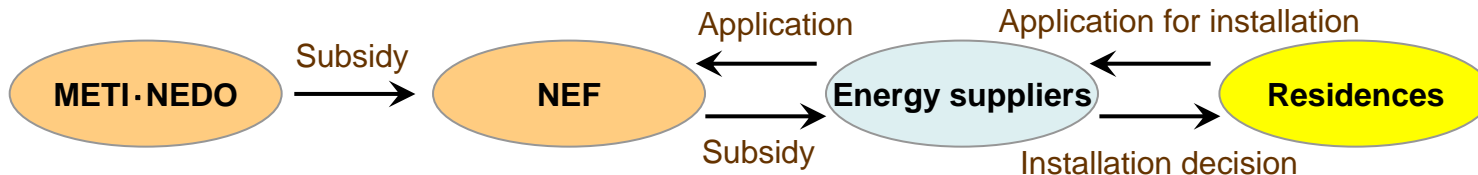
平成17～18年度の取組により、**耐久性目標**（40,000時間）の達成と、**顕著なコストダウン効果**が見えてきた。

平成18年度末（有望）
：41万円/kW 12万円/kW

引き続き重点的な研究開発に取り組むことにより、コスト低減目標(8万円/kW)の達成を目指す。

大規模実証試験

Provide feedback on various demonstration data, for research and development
 Step up to mass production and inspection of learning curve
 Price target: 1.2 million yen/system (in 2008)



Number of installation

Web site: <http://happyfc.nef.or.jp>

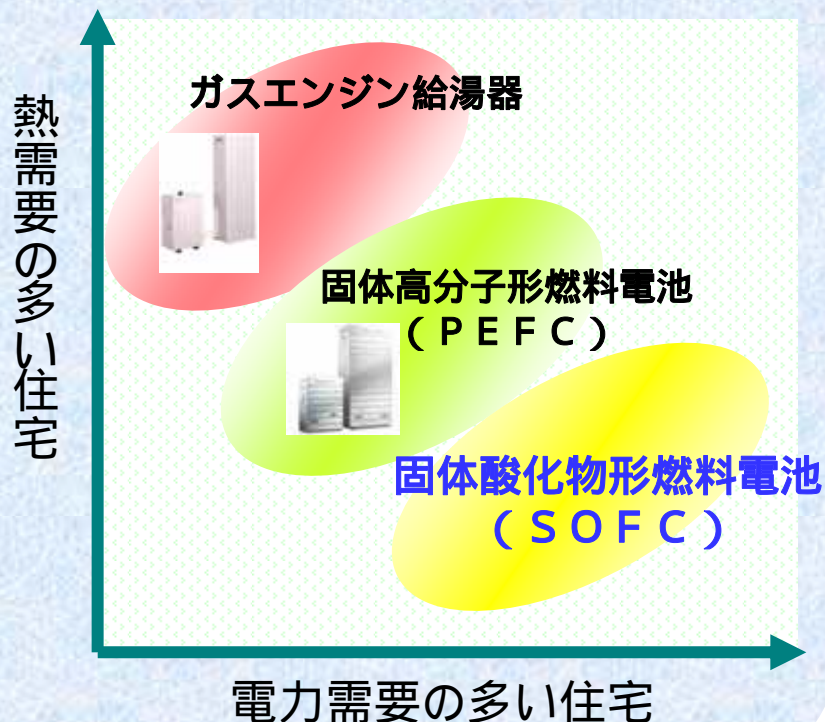
固体酸化物形燃料電池実証研究

事業期間:平成19年度～平成22年度

20年度予算案額:8.0億円(19年度予算額:7.7億円)

固体酸化物形燃料電池(SOFC)の実証データ取得と課題抽出

家庭用コージェネシステムの特徴



(SOFCの特長)

高い発電効率
高価な白金触媒が不要
日本が蓄積してきたセラミック技術を活用可能
大型化が可能

(SOFCの課題)

作動温度が高温 材料劣化の問題 etc
PEFC:80 前後, SOFC:1000 前後
実証データ(耐久性データ等)の蓄積が不十分

固体酸化物形燃料電池(SOFC)システム



2005年4月、首相新公邸に 世界初の市販燃料電池を導入



PM is turning a key to open
“Hydrogen Economy”



荏原バラード



松下電器産業



燃料電池専門のベンチャーキャピタル



Targets	Outline	Targets	Outline
	Microstructured fuel cells Vancouver; established in 2001		Polymer electrolyte membrane for high-temperature operation A spin-off from Hoechst AG
	Module-type polymer electrolyte membrane		Fuel cells for emergency power supply A spin-off from Vodafone
	Compact and low-cost hydrogen production device		Fuel cells for fork lifts
	Hydrogen sensor with advanced technology of the Sandia National Laboratories		Fuel cells for compact mobiles
	Test equipment for fuel cells		DMFC (a spin-off from SRI)
	Micro-SOFC and micro-reformers on silicon chips developed with the technology of MIT and Lawrence Livermore National Laboratory		New-type membrane for DMFC
	DMFC (a spin-off from SRI)		Japanese university venture (Micropump)

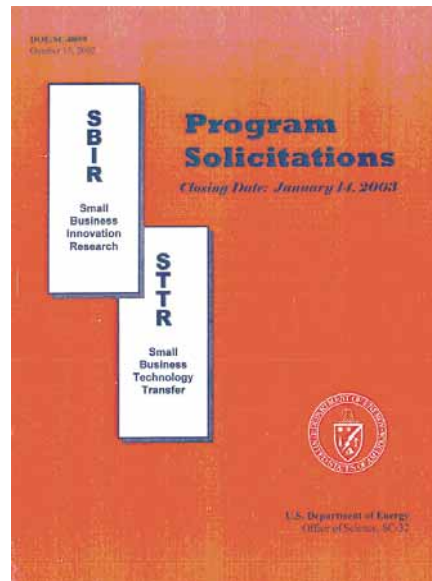
Ballard, BASF, BOC, Boeing, Mitsubishi Corporation, Shell Hydrogen

Shell Hydrogen, Mitsubishi Corp., Johnson Matthey, Danfoss, Solvay

米エネルギー省のSBIRのトピック集

- 毎年、公表されるDOEの提案公募書では、DOEの部局単位で、資金支援の対象となる研究開発トピック(トピック)を記載している。
- 2006年版は下記参照
http://www.science.doe.gov/sbir/solicitations/fy%202006/table_of_contents_sub.htm

提案公募書 (Solicitations) の表紙



(出所) <http://www.science.doe.gov/sbir/Solicitations/FY%202003/contents.htm>

バイオ製薬企業2000年売上高全米トップ10のSBIR利用実績

順位	企業名	売上高(ドル)	利用	設立年	フェーズ I	フェーズ II	タイトル
1	Amgen	34億4,840万	有	80	86	88	RECOMBINANT DNA-DERIVED PERTUSSIS SUBUNIT VACCINE
					89		EXPRESSION
2	Genentech	16億4,590万	無	76	—		
3	Serono	11億4,700万	無	06	—		
4	Chiron	9億7,210万	有	81	83	84	FEEDBACK CONTROLLED OLIGONUCLEOTIDE SYNTHESIZER PHASE I
					85		
					85	87	GENETIC ENGINEERING APPROACHES FOR AIDS VACCINES (MICE, RABB
					85		
					86	88	GENETIC ENGINEERING APPROACHES FOR MALARIA VACCINES
					90		CYTOMEGALOVIRUS GLYCOPROTEIN B RECOMBINANT ANTIGENS
					90		DEVELOPMENT OF A CYTOMEGALOVIRUS SUBUNIT VACCINE
					90		DEVELOPMENT OF A DEFECTIVE HEPATITIS
5	Biogen	9億2,650万	有	78	86		
					86	87	MULLERIAN INHIBITING SUBSTANCE
					87		SOLUBLE MHC MOLECULES TO INDUCE ALLOGRAFT TOLERANCE
					87		PRODUCTION OF RECOMBINANT PROTEINS IN MILK
6	Genzyme General	9億0,330万	有	81	96	97	High Numerical Aperture Scintillating Fibers
					83		
					84		
					85		
					86		
					88	89	PURIFICATION OF HIGH MANNOSE OLIGOSACCHARIDES
7	Immunex	8億6,180万	有	81	97		EMBRYONIC STEM CELLS
					86		
					88		MOLECULAR CLONING
8	MedImmune	5億4,050万	無	88	—		
9	Millennium Pharmaceuticals	1億9,630万	有	91	97	98	NOVEL DRUGS FROM UNCULTURABLE FUNGI
					97		IDENTIFICATION OF FUNGAL DERIVED IMMUNOSUPPRESSANTS
					98		GENETIC ENGINEERING OF FUNGAL POLYKETIDES
10	Gilead Sciences	1億9,560万	有	87	89		RIBOZYME-LIKE ANALOGUES OF OLIGORIBONUCLEOTIDES
					92	94	OLIGONUCLEOTIDES BEARING FORMACETAL LINKAGES AGAINST HIV
					92		PERMEATION-ENHANCED PRIMER-DISRUPTING ANTIVIRAL AGENTS
					92	93	NOVEL INHIBITORS OF THROMBIN

出所) 売上高順位についてはContract Pharma とHoovers Online のデータを基にNRI作成。

SBIR受給の有無については、米国SBAのTech NETで確認。

二階経済産業大臣のロスアラモス研究所訪問(2006.8)

閣僚初



The World's Largest FC EXPO

February 25 [Wed] - 27 [Fri], 2009

5th Int'l Hydrogen & Fuel Cell Expo

FC EXPO 2009

第5回 国際水素・燃料電池展

International Exhibition & Conference
featuring all kinds of technologies,
equipment and products related
to the R&D and manufacturing of
Fuel Cells & Hydrogen

List of FC EXPO 2008 Participants
(by country/region)

Europe

- Austria
- Belgium
- Denmark
- Estonia
- Finland
- France
- Germany
- Greece
- Netherlands
- Norway
- Portugal
- Romania
- Russian Federation
- Spain
- Sweden
- Switzerland

Middle East

- Israel
- Saudi Arabia
- Turkey

Oceania

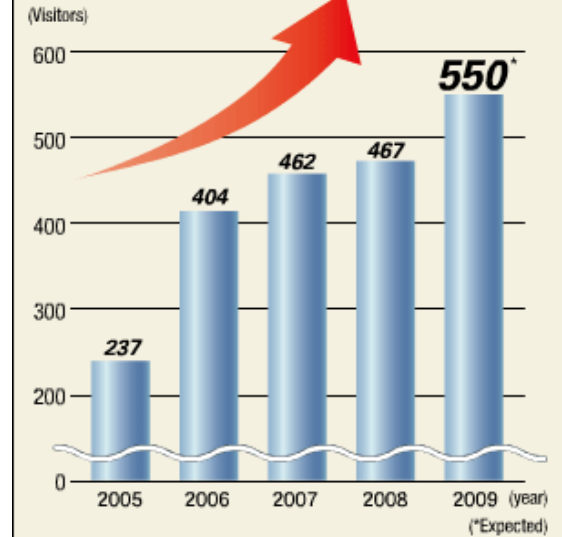
Asia

- Bangladesh
- Brunei Darussalam
- China
- Hong Kong
- India
- Indonesia
- Japan
- Malaysia
- Philippines
- Singapore
- Sri Lanka
- Taiwan
- Thailand
- Viet Nam

North/South America

- Canada
- Colombia
- El Salvador
- United States

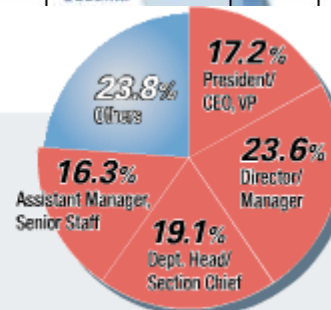
Number of Exhibitors



Breakdown of FC EXPO 2008 Visitors

76.2% of total visitors were decision makers with purchasing authority.

A large number of specialists including CEOs/Presidents, Directors, Managers and Chief Engineers of fuel cell related companies visit FC EXPO every year. Exhibit at FC EXPO 2009 to conduct face-to-face business meetings with key buyers!



<http://www.fcexpo.jp/>

中国首脳のリサイクル観

- 2008年5月:日本訪問中の胡錦涛国家主席は、9日、川崎市にある大手鉄鋼グループの**JFEのリサイクル工場**を見学。工場の状況について説明を受け、ペットボトルのリサイクル作業の現場を見学した(中国人民網)。**「日本の進んだ環境技術をぜひ中国に紹介したい。技術のやりとりを通じてビジネスにつなげたい」**と述べ、日中間の協力を重視する姿勢を鮮明にした。(時事通信)



- 2007年11月:胡錦涛国家主席は、17~19日、内蒙古自治区を訪れ、生態環境保護、エネルギー開発、省エネなどの状況を視察したほか、貧困家庭を尋ねた。**「中国共産党の第17回全国代表大会が打ち出した生態環境建設の要求にしたがって、リサイクル経済を大いに発展させ、省エネと汚染物排出削減を厳格に実施し、持続可能な発展を実現しなければならない」**と述べ、「国民の生活を保障し、改善すべきだ。すべての国民が改革発展の成果や社会主義制度の優位性を感じるように努力していかなければならない」と語った。(中国国際放送局)



廢紙女王

- 2006年の中国最富家(中国一の大金持ち)
- 1985年に香港で古紙回収業を開始。95年Nine Dragons Paperを設立。51歳。
- 日本の製紙企業全体に匹敵する量の段ボールを生産。
- アジアレベルの資源循環はこうした強力磁力の元で動いている。



「中国最富家」の海亀学者

- 施 正栄氏(44歳)
- 無錫尚徳太陽能電力CEO
- 05年NYSE上場(中国初)。
- 個人資産推定3000億円。



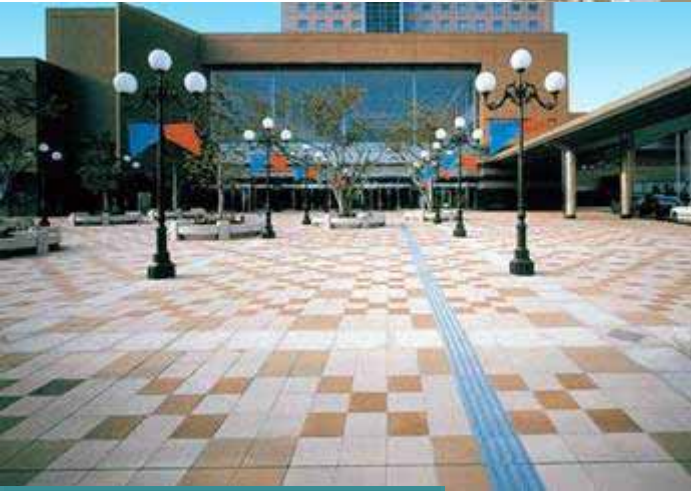
「今の中国は金のない人が突然豊かになれる。」

- 63年江蘇省農村生まれ。79年16歳で吉林大入学。20歳で卒業。89年渡豪し、91年博士取得。00年帰国・創業。02年操業開始。
- 04年シェア10位、05年5位。
- 07年シェア3位に躍進。
- 中国企業による日本企業(MSK)買収の最大案件、3億ドルを実施。(「**独自で同じことをする無駄を省きwin-winになる。**」)

Market Cap: 7.3B
時価総額7000億円

ガラス再資源化例

グッド・デザイン賞 / エコロジーデザイン賞



4物件は約1.3万 m^2 。約63万本のガラス瓶で、約9倍の12万 m^2 (東京ドーム2.5個分)の「森林」の1年のCO₂吸収効果と同等。緑を切って都市開発しても、少なくとも「10年分の森」を都会に戻したと言える! ?

- 左 鹿島CM
- 下 上野駅
- 中 ひたち野うしく駅
- 右 恵比寿GP

更にエコタイルを展開中



左：浦和駅、上：武蔵小金井駅

その他、越谷レイクタウン、東北福祉大前駅、東小金井駅、品川駅、武蔵境駅、上野駅構内フィットネス施設などに導入



西の風 Zephyr



ハヶ岳(赤岳)



スペイン・タリファ

- ・ 97年 伊藤瞭介氏(山水元社長)が創業
- ・ 05年 「エアドルフィン」グッドデザイン賞受賞
- ・ 06年 「エアドルフィンMark Zero」受注開始
第三者割当増資(約3.4億円に増資)

参考図書

- 『遠距離交際と近所づきあい 成功する組織ネットワーク戦略』(西口敏宏著、NTT出版、2007年)
- 『デザイン・ルール モジュール化パワー』(ボールドウィン他著、東洋経済新報社、2004年)
- 『モジュール化 新しい産業アーキテクチャの本質』(青木昌彦、安藤晴彦編著、東洋経済新報社、2002年)
- 『日本経済 競争力の構想 スピード時代に挑むモジュール化戦略』(安藤晴彦、元橋一之著、日本経済新聞社、2002年)
- 『過剰と破壊の経済学 「ムーアの法則」で何が変わるのか?』(池田信夫著、アスキー新書、2007年)
- 『物理学者、ゴミと闘う』(広瀬立成著、講談社現代新書、2007年)
- 『ハチドリの一とせずく いま、私にできること』(辻 信一監修、光文社、2005年)