

わが国のナノテクノロジーの現状認識 と第4期基本計画に向けた今後の方向性

～世界から尊敬され自信の持てる国になるための7つの目標に向けて～

2009年 6月29日

株式会社三菱総合研究所

科学・安全政策研究本部
副本部長 亀井信一

本日の話題提供の内容

1. 第2期・第3期の計画策定からの歴史的な変遷
2. 大きな「違和感」の存在
3. 第4期に向けた提案（私案）
4. まとめ

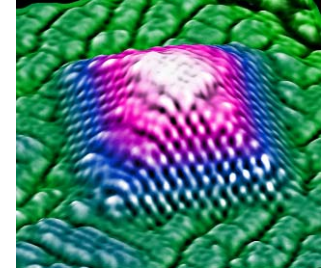
1. 第2期・第3期の計画策定からの歴史的な変遷

米国の国家ナノテクノロジー戦略



NNIの定義 : http://nano.gov/omb_nifty50.htm

Working at the atomic, molecular and supramolecular levels, in the length scale of approximately 1 – 100 nm range, in order to understand and create materials, devices and systems with fundamentally new properties and functions because of their small structure



NNIの定義は、これまで不可能であった新しい寄与を促進する。

- ナノスケールの新しい現象、性質、および機能
- ナノスケールで物質を制御、操作する能力
- 長さスケールに沿ったインテグレーション、および応用分野

**革新性
破壊性**

NNIのシンボリックな目標の一つ：

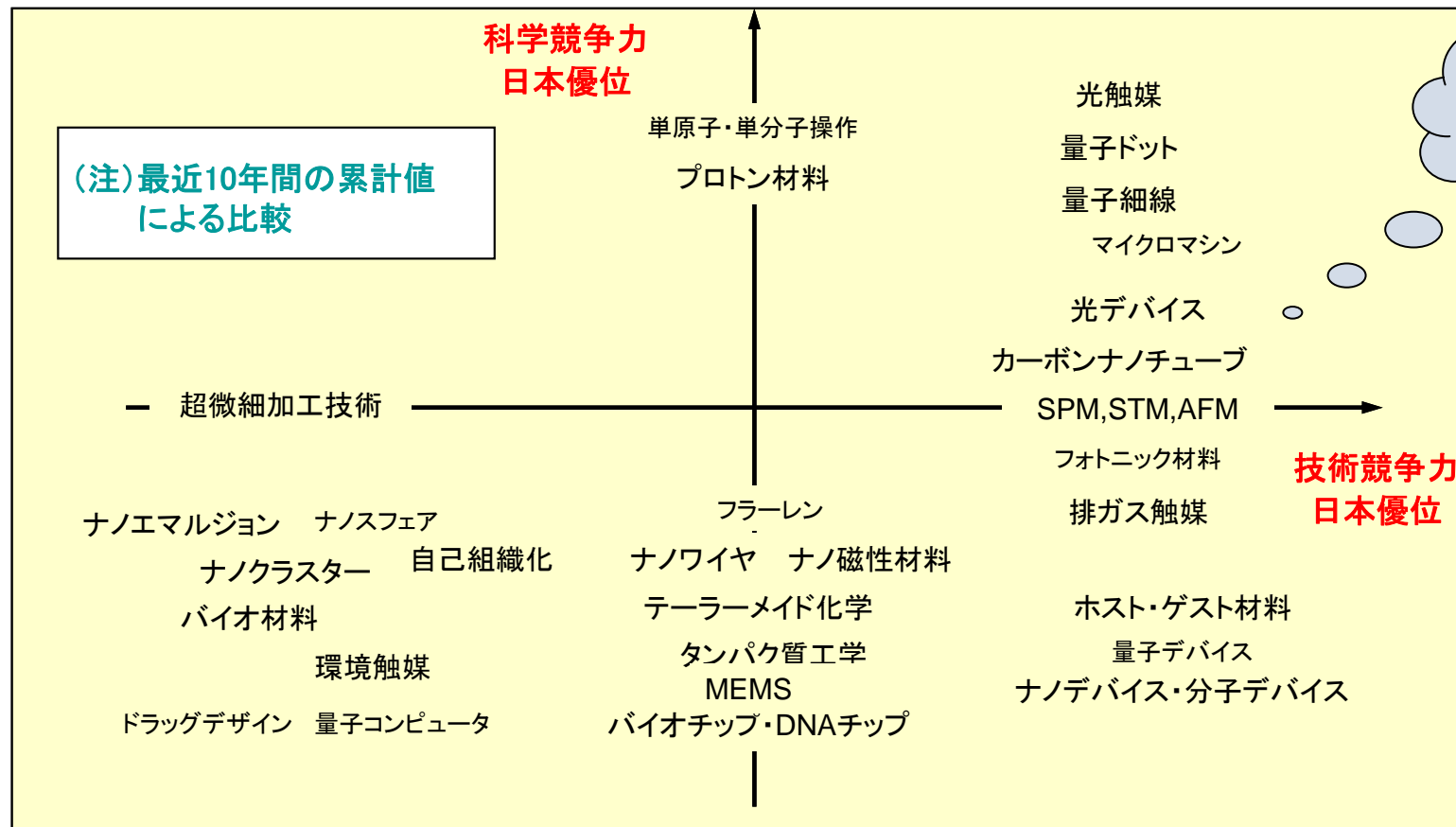
「国会図書館を角砂糖1個にする」

**将来性
明瞭性**

1. 第2期・第3期の計画策定からの歴史的な変遷

国際競争力の比較（1990年代のデータ）

ナノテクノロジー分野におけるわが国の科学・技術競争力の対米比較



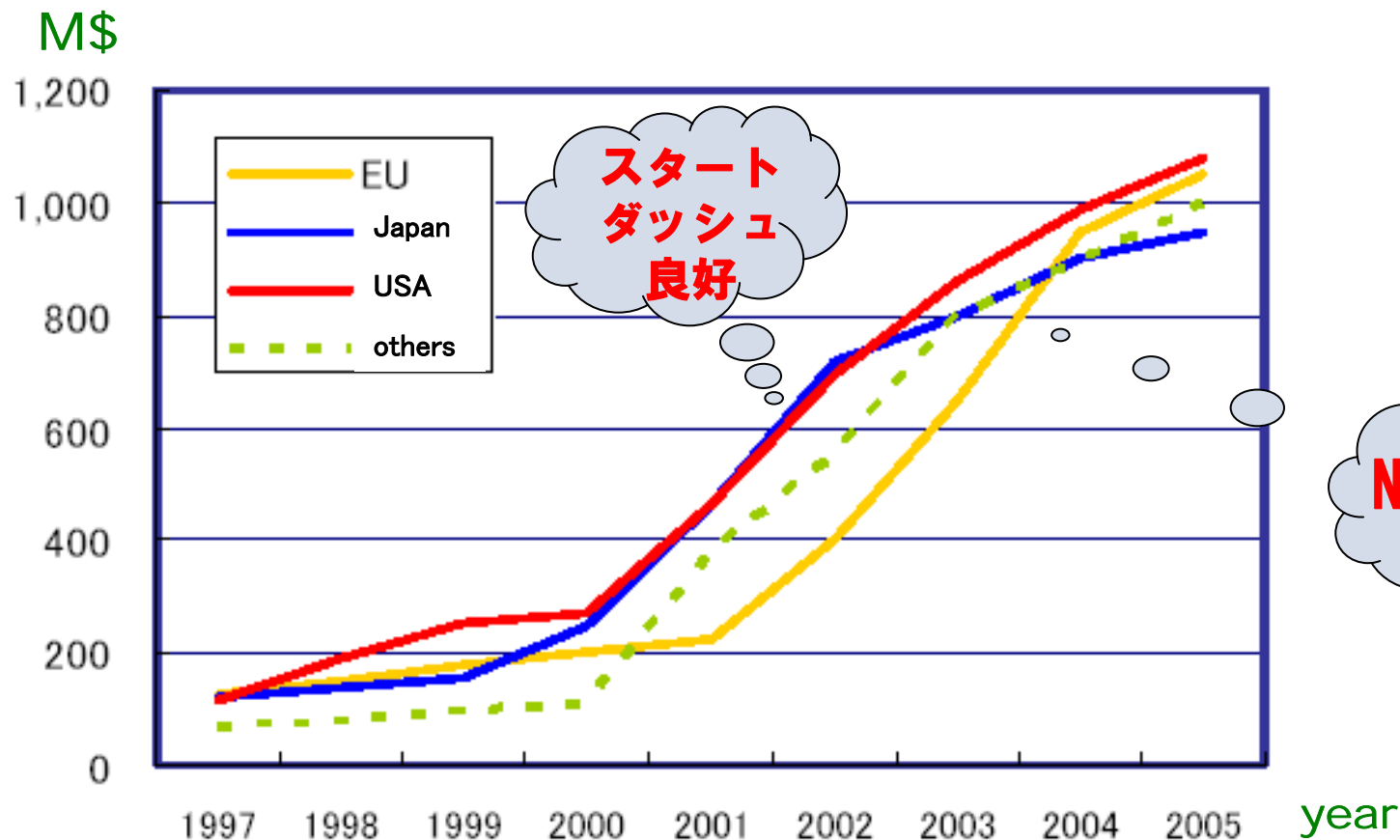
・第2期の科学技術基本計画の策定時に、総合科学技術会議からの委託を受けて緊急調査を実施

(出典:三菱総合研究所「米国ナノテクノロジー分野研究開発の推進戦略に関する調査」(2001))

1. 第2期・第3期の計画策定からの歴史的な変遷

国際競争の時代（1990年代～2000年代）

R&D Budget of Nanotechnology



(Source : The National Nanotechnology Initiative, USA)

1. 第2期・第3期の計画策定からの歴史的な変遷

米国の国家ナノテクノロジー戦略（2000年代）

デスバレー
は大学の所掌

当時、米国の大学が示したロードマップ

実用化時期	現在	5~10年	10~20年	20年以上
研究費配分比率	20%	30%	40%	10%
エレクトロニクス	<ul style="list-style-type: none"> ・EUVリソグラフィ ・High-k ・Low-k ・バイオセンサー 	<ul style="list-style-type: none"> ・Scaled CMOS ・混合シグナルデバイス ・GMR磁気記録材料 ・CNTのディスプレイへの応用 	<ul style="list-style-type: none"> ・Advanced CMOS ・ナノフォトニクス ・シリコンと他材料とのハイブリッド化技術 ・ナノ粒子メモリー(Self-assemblingの応用) 	<ul style="list-style-type: none"> ・CNTデバイス ・分子エレクトロニクス ・スピントロニクス ・Self-assemblingによるデバイス構築 ・量子コンピューター
バイオテクノロジー	<ul style="list-style-type: none"> ・青色レーザー応用 ・DNAシーケンシング ・バイオセンサー 	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオMEMS ・ナノ材料の自己集積 ・アクティブなナノ構造の応用(DDSなど) 	<ul style="list-style-type: none"> ・NEMS ・ナノティシューエンジニアリング ・CNTビジョンチップ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ナノボット ・ナノシステム応用 ・DNA/エレクトロニクス応用
その他 (エネルギー, 宇宙他)	<ul style="list-style-type: none"> ・パッシブなナノ構造の応用 (化粧品, 複合材料, 触媒, コーティング他) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ナノ構造応用太陽電池 ・ナノ材料のディスプレイ応用 	<ul style="list-style-type: none"> ・CNT繊維 ・バイオインスパイアット材料 	<ul style="list-style-type: none"> ・ソフトアセンブリ技術 ・バイオナノテクノロジーの宇宙探査応用

(出典：三菱総合研究所「米国ナノテク研究拠点に関する調査」(2004))

1. 第2期・第3期の計画策定からの歴史的な変遷

米国の国家ナノテクノロジー戦略

オークリッジ国立研究所

Managed by UT-Battelle

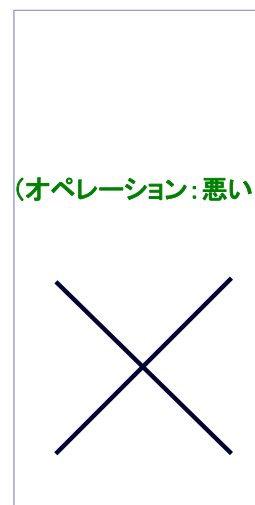
for the U.S. Department of Energy



「成果が上がらないのはマネジメントが悪い」という思想・哲学が全てに徹底

	GOGO	GOCO
施設・設備	国有	国有/シェア
スタッフ	政府雇用	契約者雇用
ミッション方向性	国が定める	契約者と共に 国が定める
戦略と実行	国	国の承認の下 に契約者

A社 (ロッキード・マーチン社)



コンペ
10cm厚の
プロポーザル



1日

UT-バットル

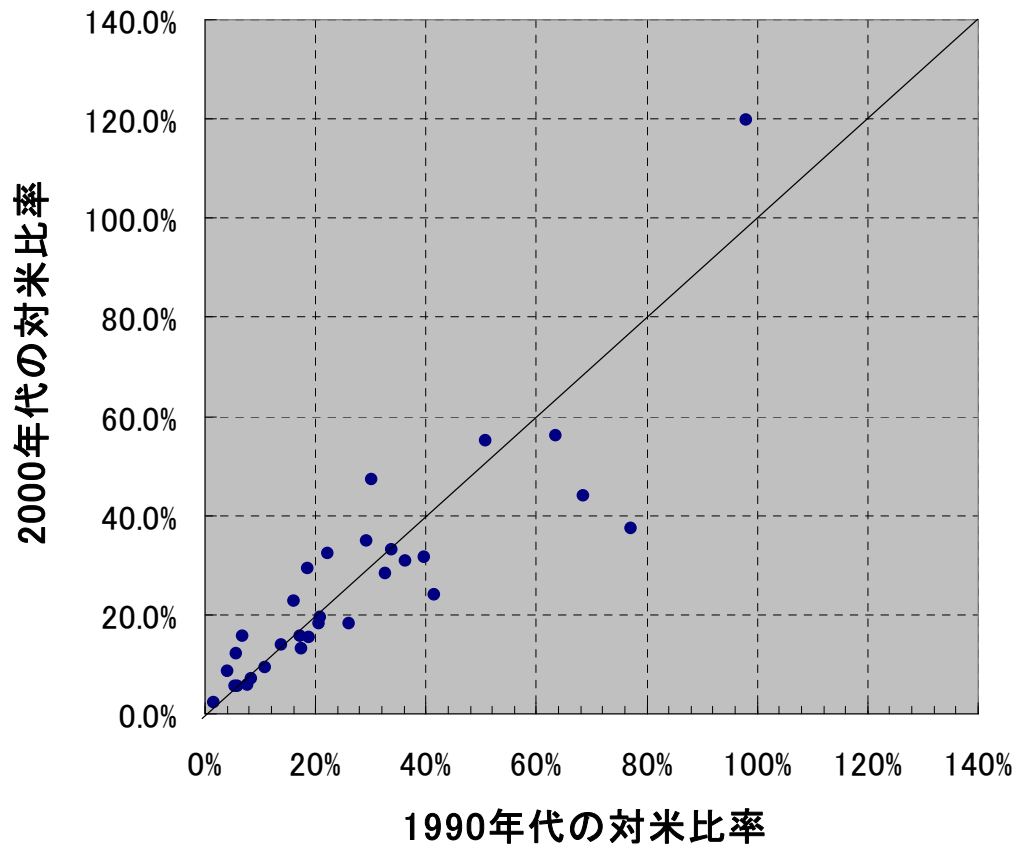
- ・4000人の従業員(研究者)はそのまま
- ・15人のシニアマネージャーは失職
- ・はじめの3ヶ月で新しいマネジメントを根付かせる
- ・6ヶ月でコミュニケーションを図る
- ・2年間で300人がクビ(リタイア、新しい仕事に就く)(その後はノーコントロール、知ったことではない、とのこと)
- ・5年契約が普通(成績優秀→マネジメントフィーの増額、契約延長)

(出典：三菱総合研究所「米国における国立研究所のオペレーションに関する調査」(2007))

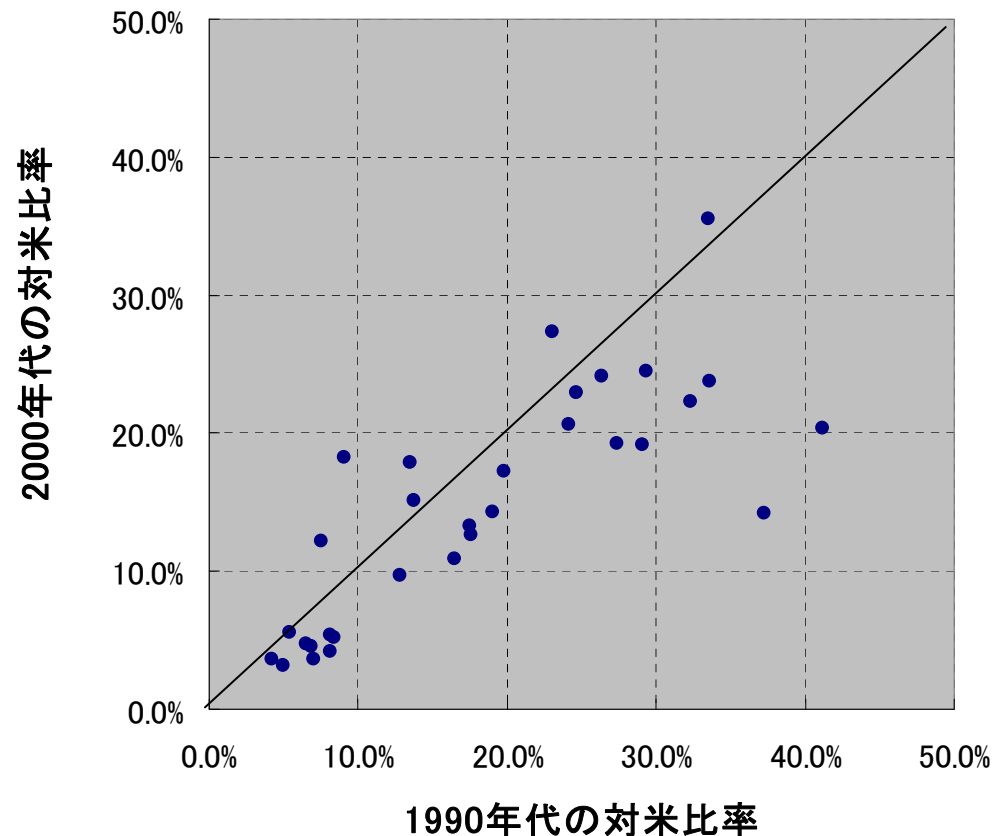
1. 第2期・第3期の計画策定からの歴史的な変遷

国際競争力の比較（1990年代→2000年代）

ナノテクノロジー関連特許数の日米比較の推移



ナノテクノロジー関連論文数の日米比較の推移

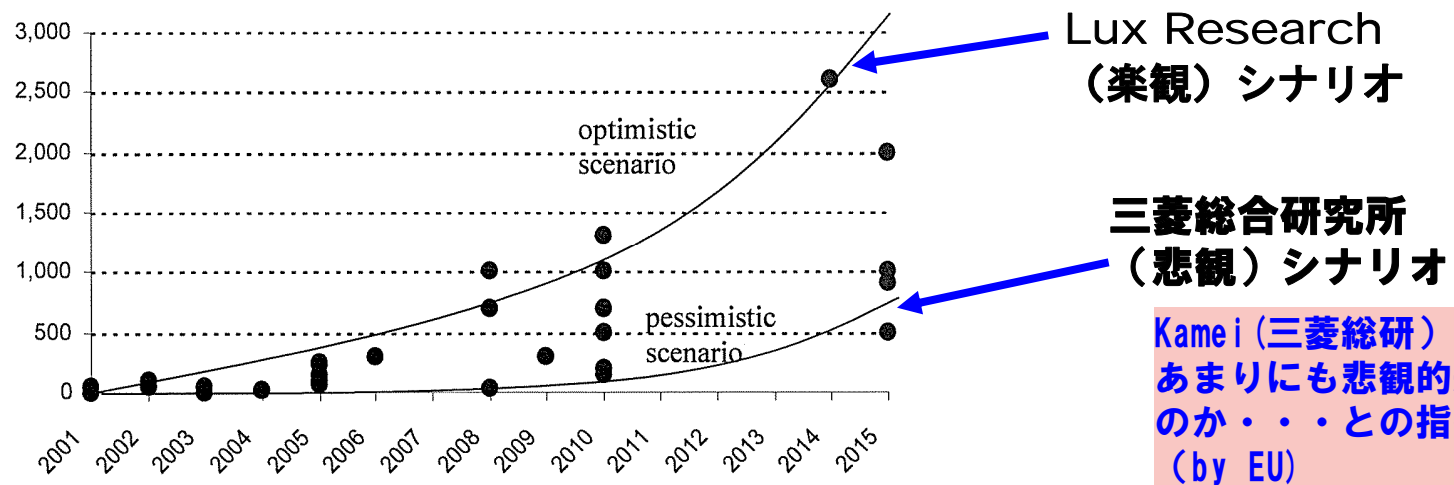


- ・ 2001年に実施した三菱総合研究所「米国ナノテクノロジー分野研究開発の推進戦略に関する調査」のナノテク項目を継承
- ・ 使用したデータベースは2001年調査から変更（SCIRUS）

1. 第2期・第3期の計画策定からの歴史的な変遷

経済的な波及効果の分析（2000年代初頭の予測データ）

Most market forecasts for nanotechnology originate from the early 2000s, with a time horizon up to 2015. The maybe best known figure for the future nanotechnology market has been published by the **National Science Foundation (NSF)** of the United States in 2001. The NSF estimated a world market for nanotechnological products of 1 trillion US Dollars for 2015. Depending on the definition of nanotechnology and its contribution to added value of the final products as well as the degree of optimism, many other forecasts vary between moderate 150 billion in 2010 (**Mitsubishi Institute, 2002**) and 2.6 trillion in 2014 (**Lux Research, 2004**). The latter, most optimistic scenario would imply that the market for nanotechnology-based products would be larger than the prospected information and communication technology market and would exceed the future biotech market by ten times.



Source: Angela Hullmann, The economic development of nanotechnology (2006)

1. 第2期・第3期の計画策定からの歴史的な変遷

経済的な波及効果の分析（2000年代初頭→2000年代半ば）

2010年におけるナノテクノロジーの関連市場規模予測の推移

2010年のナノテク関連市場：19兆円

高密度記録用時期材料	9.5兆円
半導体製造装置	3.2兆円
光メモリ用材料	1.7兆円
次世代超メモリ	1.6兆円
マイクロマシン	0.8兆円
・	・
・	・
・	・

（三菱総合研究所）

2010年のナノテク関連市場：27兆円

IT・エレクトロニクス	13.8兆円
プロセス材料	8.9兆円
計測・加工・シミュレーション	2.1兆円
環境・エネルギー	0.6兆円
その他	0.8兆円

（日本経済団体連合会）

2010年のナノテク関連市場：4.2兆円

エレクトロニクス分野	2.4兆円
バイオ・医療・化粧品分野	0.2兆円
燃料電池・エネルギー分野	0.9兆円
超精密製造・加工分野	0.2兆円
触媒・塗装・材料分野	0.4兆円
・	・
・	・

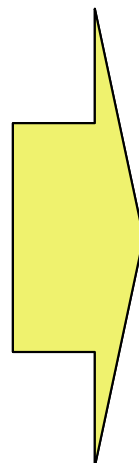
（経済産業省）

大幅な下方修正！

2010年のナノテク関連市場：5.6兆円

エレクトロニクス関連製品	1.5兆円
エネルギー・環境関連	1.2兆円
計測および機器	1.1兆円
・	・
・	・

（野村総合研究所）



2001

2006

予測の発表年

2. 大きな「違和感」の存在

ナノテクノロジーの関係者の意識

- ナノテク・材料は、2001年の第2期科学技術基本計画の中で初めて重点分野のひとつとして位置づけられて以来、重点的な研究開発投資や各種の施策実行されてきた。
- しかしながら、ナノ・材料は、基盤技術であるがゆえに、バイオテクノロジー (BT) や情報技術 (IT) に比べると、一般にはその成果が見えにくく、ともすると科学・技術的な成果が社会や経済への貢献がなされていないのではないかとと思われる(と思っている)。
- ナノテク・材料は、わが国が強い競争力を有する技術領域であり、わが国の産業を支える基幹技術でもある。今後、この思い(誤解)のもとにナノテク・材料への研究開発投資や施策を打ち切るとは、わが国が競争力のある砦を失うということであり、日本の未来をも奪うことにもなりかねない。

強烈な危機感

2. 大きな「違和感」の存在

ナノテクノロジーの関係者「以外」の有識者の声

- ナノテク・材料は、「森羅万象」に繋がる基幹技術でしょう。バイオやITよりも効果や波及ははっきりしているでしょう。その効果・波及が大きいことは自明でしょう。
- わが国を支えているモノ作り産業の基盤であることは明らかでしょう。
- 「役に立つ、役に立つ」と、自身であまりにも強調しすぎなのではないですか？
- 何をそんなに焦っているのですか？ 何か後ろめたいことでもあるのですか？

感覚的な違和感

2. 大きな「違和感」の存在

一般の意識調査

三菱総合研究所 有識者オピニオン調査（科学技術分野）

第3期科学技術基本計画に関して、その着実な実現のために解決すべき具体的な課題を検討するとともに、課題解決の方向性を提言することを目的とした調査・検討を実施

- ・ 有識者調査：登録有識者139名、回答者 93票
- ・ 一般モニターWeb調査：回答数 1,129票

「国民が身近に感じられる科学技術」をテーマとして設定



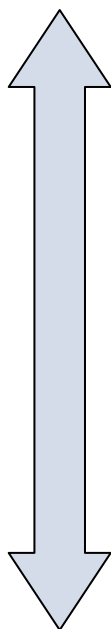
- ・ 有識者は科学技術政策の策定にあたって「国民の要望を広く聴くことが必要」と考えている
- ・ 国民の多くは「わかりやすい情報発信がなされれば、科学技術政策に関心を持ち理解に努めたいと考えている」

（出典：三菱総合研究所「有識者オピニオン調査（科学技術分野）」（2005））

2. 大きな「違和感」の存在

一般の意識調査

国民生活に大いに貢献することが期待される



太陽光や風力、バイオマスなどの新エネルギー利用についての技術
がんの早期発見技術と治療技術

省エネルギー技術

森林資源や水資源の保全・管理や生体系回復のための技術

地震・噴火・台風・豪雨などの自然災害の予知・予報技術

水素エネルギーや燃料電池などの新たなエネルギーシステムについての技術
がんの克服や新薬の開発に向けた遺伝子解析などのライフサイエンス関連技術
大気・水・土壌など生活環境中の有害化学物質の管理や浄化のための技術
耐震技術など、自然災害が発生した場合の人口密集地域の被害低減などの技術

・
・
・
・
・

国会図書館の情報を角砂糖サイズに収めるようなナノテク関連技術

・

材料ナノテクノロジー技術

・

インターネット家電などの情報家電技術や携帯電話の多機能化技術

人間の感性や感覚の送受信や臨場感ある通信を可能とするなどの新しい通信技術

アニメやゲームなどにおけるコンピュータグラフィック技術

期待しない

(出典:三菱総合研究所「有識者オピニオン調査(科学技術分野)」(2005))

2. 大きな「違和感」の存在

何かがおかしい

- ナノテクノロジーを国の研究開発投資の重要施策として位置づけるためには、**第一の条件として、ナノテクノロジーの効果を客観的に(定量的に)わかりやすく示す必要がある。**
- **ただし、それだけでは、国が投資すべきであるとは言い切れない。**
- **国の投資の要件は、以下の通り。**
 - ・急速に高まる社会・国民のニーズに対し、迅速に対応するため
 - ・日本が国際競争を勝ち抜く上で不可欠であるため
 - ・国家基幹技術（国主導の長期戦略による大規模プロジェクト）であるため
 - ・リスクや投資規模が大きく単一企業では困難になっている、中長期的な研究や基礎研究を遂行するため
- **何が足りないか？**
- **「国」がやることの合理的な理由を明示する必要がある。**
 - ① **日本らしい独自の目標を持ちませんか？**
 - ② **ワクワクさせる大きな目標を持ちませんか？**

3. 第4期に向けた提案（私案）

次の基本計画の策定に向けて

1. 米国でも、欧州でも、ましてやアジア諸国でもない「日本独自の戦略（意義付け）」を提示しなければならない。

→なるほど日本！と、唸らせるものでなければ無意味

2. ナノテクがすごいのではなく、ナノテクはすごいことに寄与することを明確なメッセージとして伝えるべきである。

→日本の将来を保障し得ることを明示しないと逆効果

3. 何をやるかよりも、どうやるのかを根本から真剣に議論すべきである。

→敵は一步も二歩も先を行っている

3. 第4期に向けた提案（私案）

世界から尊敬され自信の持てる国になるための7つの目標

1. 希少資源を輸入しなくても十分にやっていける国になる
2. 太陽と水と空気で走ることのできる車を作れる国になる
3. 世界の飲料水の25%を日本の技術で作り出す
4. わが国がエネルギーの輸出国になる
5. わが国が食料の純輸出国になる
6. 日本人の誰もがインプラントブルな翻訳機を身につけ海外に出かけられるようになる
7. 寿司文化を孫子の代まで伝えることができる国になる

（2009年2月20日、東京ビックサイトにて）

3. 第4期に向けた提案（私案）

資源価格の高騰と戦略上の問題点

希少資源の価格は、エネルギー物質に比べても著しく上昇している
 主要資源の価格の推移

		2003年1月	2008年1月	価格比	備考
エネルギー物質	原油(ドル/バーレル)	32.9	93.3	2.93	
	石炭(ドル/トン)	26.7	98.3	3.68	
	天然ガス(ドル/m ³)	113.4	369.7	3.26	
希少資源	ネオジウム(ドル/kg)	7.0	43.0	6.16	最強力磁石
	ジスプロシウム(ドル/kg)	25.0	142.0	5.68	磁石、光メモリ材
	インジウム(ドル/kg)	99.2	527.8	5.32	透明電極
	プラチナ(ドル/トロイオンス)	630.2	1599.1	2.54	触媒、電子部品
	タングステン 鉬(ドル/トン)	39.7	165.0	4.16	超硬工具、高強度鋼
	コバルト(ドル/kg)	16.6	100.6	6.06	耐熱合金、二次電池
	フェロバナジウム(ドル/kg)	10.1	40.9	4.05	高張力鋼

出典：IMF Primary Commodity Prices, Metal Bulletin

3. 第4期に向けた提案（私案）

資源価格の高騰と戦略上の問題点

さらに、戦略物質という側面もある
レアメタルの主要産出国

	第1位	第2位	第3位	上位3カ国のシェア
コバルト	コンゴ	ザンビア	豪州	60%
モリブデン	米国	チリ	中国	77%
バナジウム	南アフリカ	中国	ロシア	98%
ニッケル	ロシア	カナダ	豪州	51%
インジウム	中国	日本	カナダ	81%

出典：「レアメタルをめぐる動向」日刊工業新聞社『工業材料』2007年8月号

政情不安な国、日本と競合する国、
遠い国・・・

そもそも、これまでのビジネスモデル
が成り立たなくなっている

原材料・エネルギー



「あるもの」「ありあわせのもの」
で作るしかない
(注)海・山・人は大事な資源！

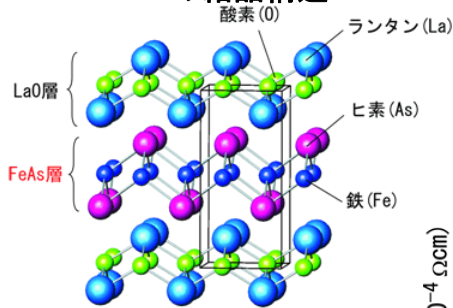
3. 第4期に向けた提案（私案）

希少資源自活への道（その1）：元素戦略

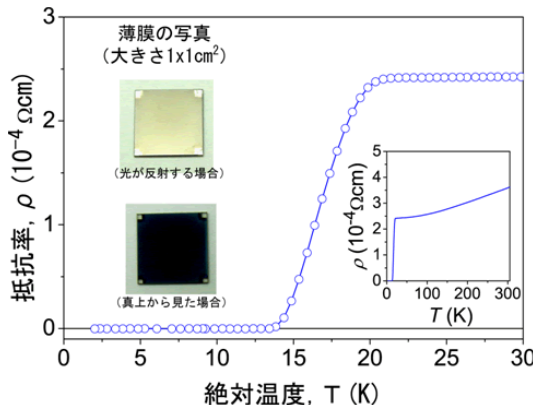
希少金属・元素の枯渇に備えた「元素戦略プロジェクト」

- 「貴金属ミニマム化触媒の設計法、プロセスの確立」(熊本大学)
- 「再生可能エネルギーシステムの実現に向けた貴金属フリー・ナノハイブリッド触媒の開発」(北海道大学)
- 「貴金属代替分子触媒を用いる革新的エネルギー変換システムの開発」(九州大学)
- 「ケイ酸酸素系化合物を用いたメソ構造材料の合成と機能設計技術の確立」(早稲田大学)
- 「非銅系の超電導、典型金属酸化物の金属化、磁性元素を使わない強磁性、水中で使える還元剤、希少金属を全く使用しない触媒などを実現する方法論の確立」(東京工業大学)

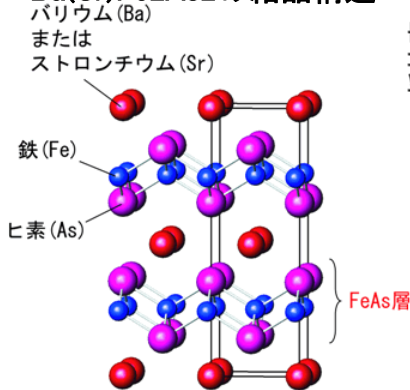
LaFeAsOの結晶構造



鉄系でも超伝導になる！



Ba(Sr)Fe₂As₂の結晶構造



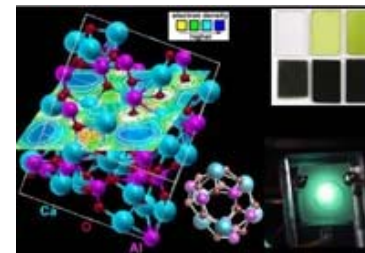
コバルト添加SrFe₂As₂エピタキシャル薄膜の抵抗率測定結果

出典: 科学技術振興機構プレスリリース(2008年9月3日)

ユビキタス元素戦略

環境負荷の少ない元素だけを利用して、必要な機能を持つ新しい材料・デバイスを実現する

エレクトライド C12A7(12CaO·7Al₂O₃)



出典: 東京工業大学
細野研究室HP

- 「超酸化力(白金さえも酸化する)」
- 「絶縁体-伝導体転移(UV 光照射により電気伝導率を制御する)」
- 「エレクトライド(電子がアニオンとして振舞う)」

Ca、Al、O というクラーク数の大きい、ありふれた(ユビキタス) 元素だけを用いて、O⁻イオン銃、書換え可能電子回路、光メモリ、電界放射型ディスプレイなどのデバイスを作ることができる！

3. 第4期に向けた提案（私案）

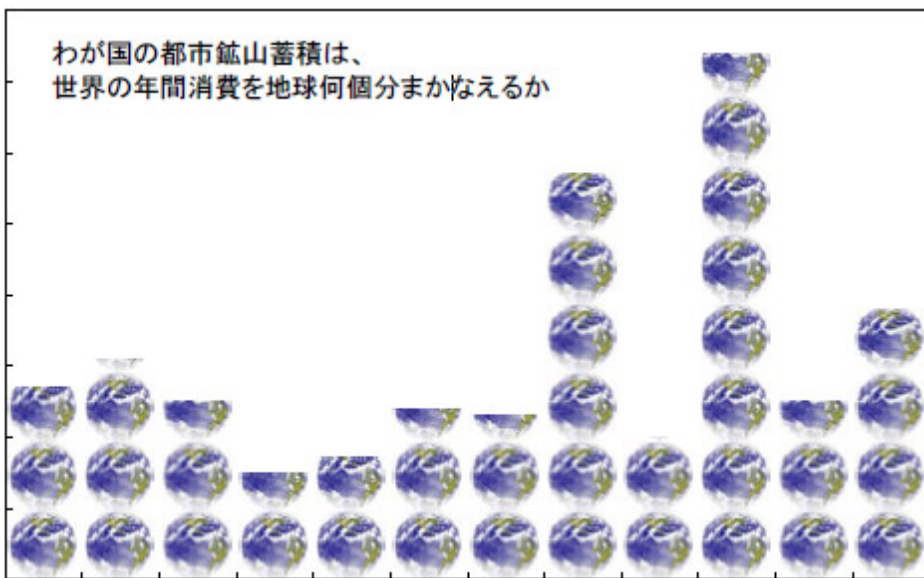
希少資源自活への道（その2）：都市鉱山

希少金属・元素のリサイクル「都市鉱山(urban mine)」

都市でゴミとして大量に廃棄される家電製品などの中に存在する有用な資源(レアメタルなど)を鉱山に見立てたもの

- ・1980年代に東北大学選鉱製錬研究所(当時)の南條道夫教授らが提唱
- ・東北大学多元物質科学研究所の中村崇教授らによる都市鉱山開発のための人工鉱床計画提唱

日本の都市鉱山蓄積量/世界の年間支出量



Au Ag Cu Fe Pb Sn Co Pt V Li Ta In

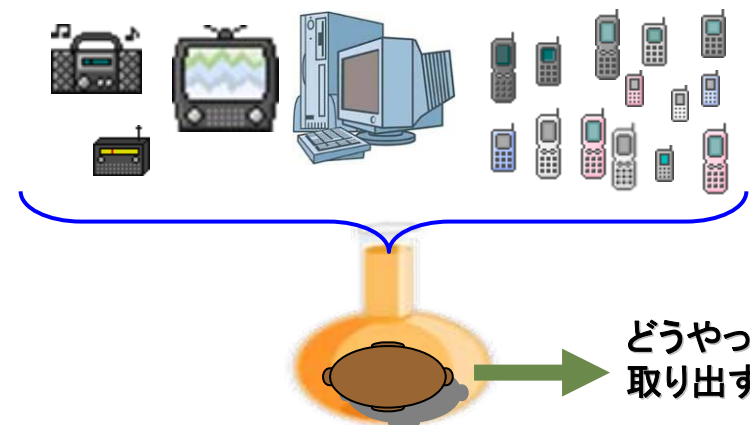
金:約6,800トン(世界の現有埋蔵量42,000トンの約16%)
 銀:60,000トン(同22%)、インジウム:61%、錫:11%、タンタル:10%

↓

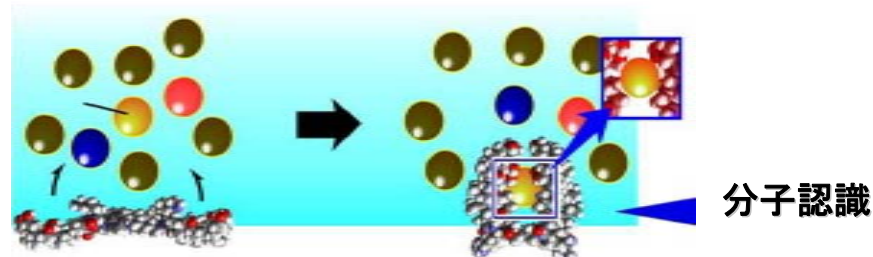
世界埋蔵量の1割を超える金属が多数ある!

出典:物質・材料研究機構プレスリリース(2008年1月11日)

日本が世界中から資源を集めてモノを作り経済発展をしてきた結果



- ・ナノテクノロジーによる高機能分離
- ・選択的な分子マニピュレーション回収

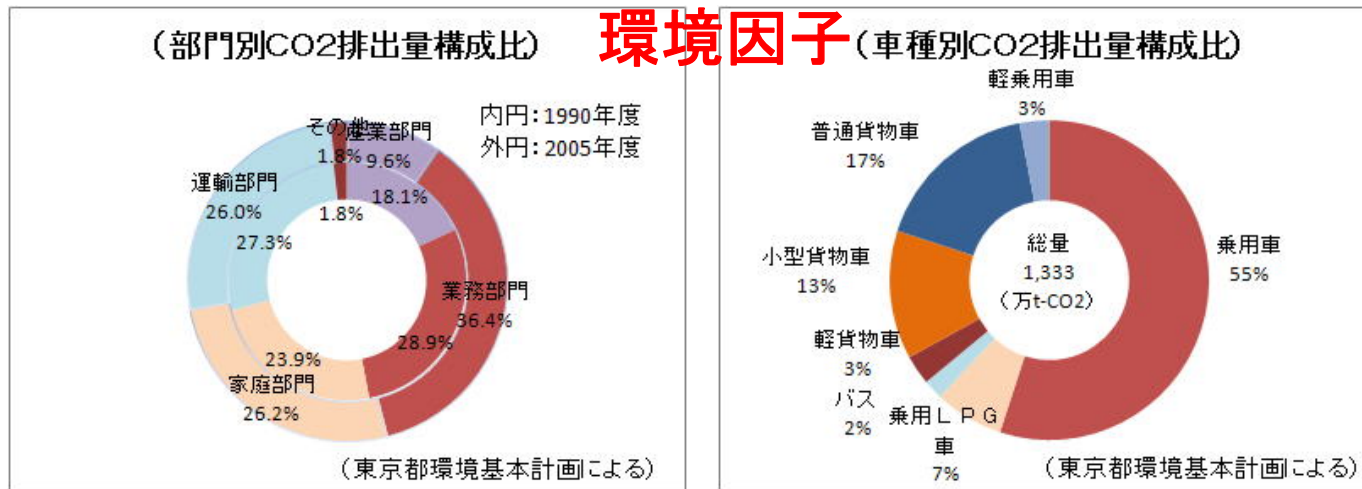


出典: 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
 第8回ナノテクノロジー・材料委員会資料より抜粋(2008年5月28日)

3. 第4期に向けた提案（私案）

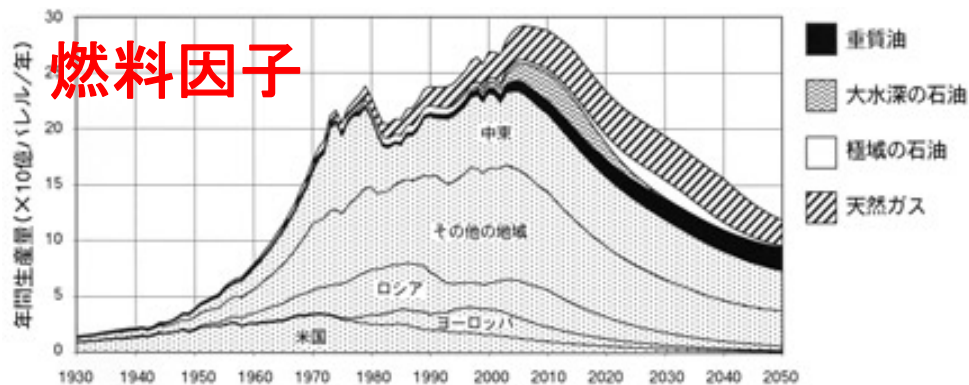
自動車産業は安泰か？

- ・都内全体のCO₂総排出量5,747万トンの26%は運輸部門に起因
- ・運輸部門のCO₂排出量の9割(1,333万トン)は自動車に起因、うち乗用車からの排出量が55%

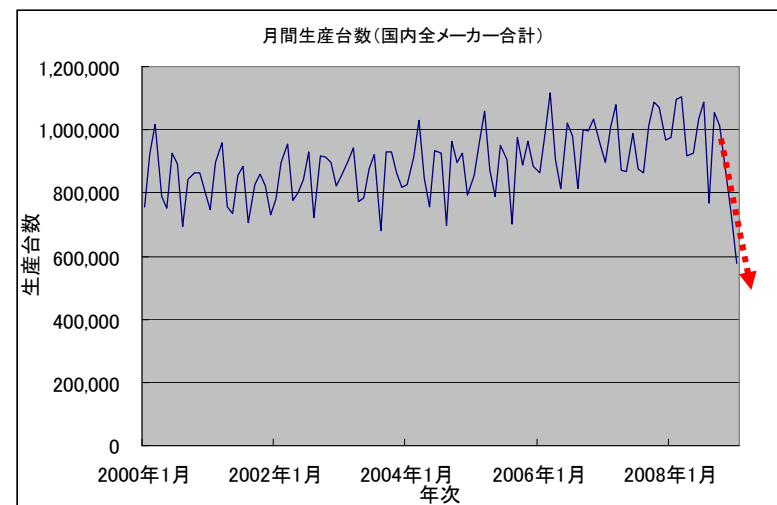


事業因子

- ・石油の生産量は2010年がピークである。
- ・石油埋蔵量(R)と年間生産量(P)の比(R/P)は現在40年である。



出典: Aleklett and Campbell, 2003



出典: 社団法人自動車工業会データベース

3. 第4期に向けた提案（私案）

究極のエコカー（太陽と水と空気で作ることの出来る自動車）

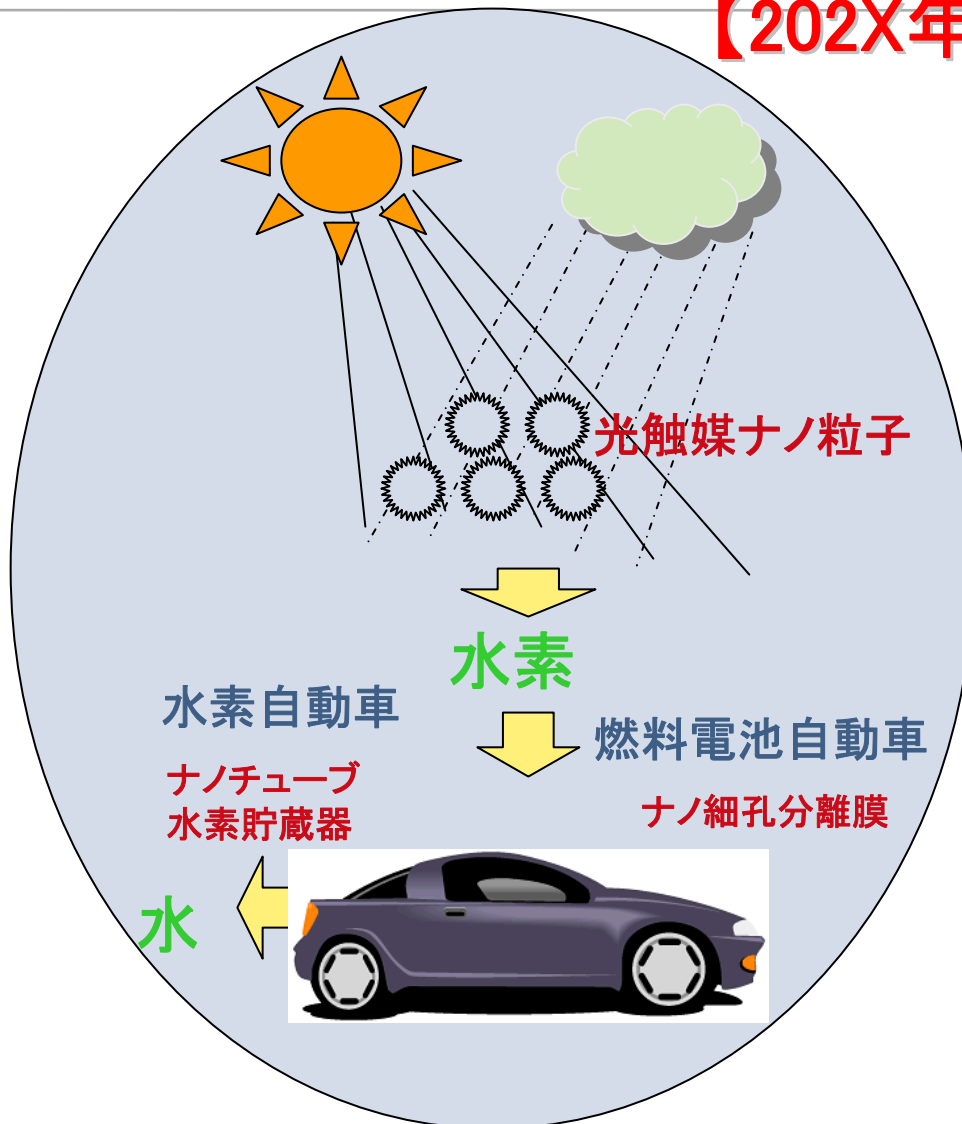
【202X年】

【2009年】

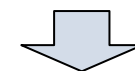
排ガス
CO₂



- ・大気汚染
- ・地球温暖化ガス排出

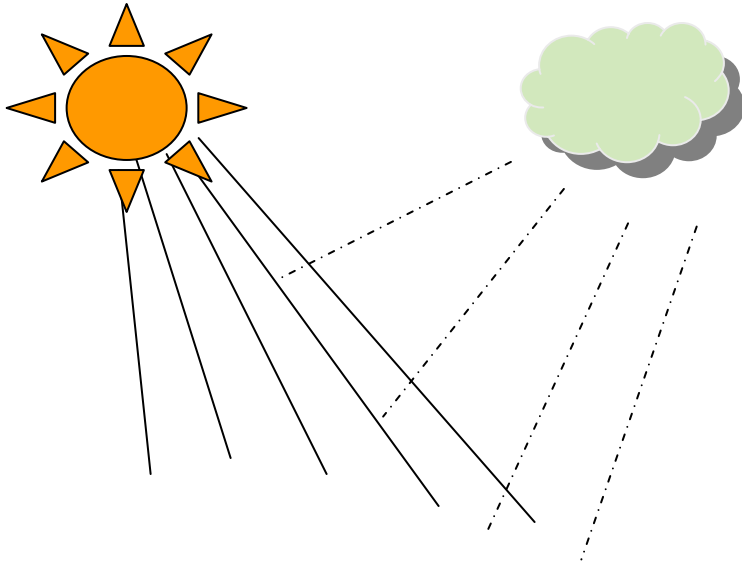


これは、日本のお家芸ところで、「空気」の寄与は？



- ・CO₂と光からエネルギー物質を作る
- ・光で得た電気を蓄えて走らせる

3. 第4期に向けた提案（私案）

究極のエコカー（太陽と水と空気^①で走ることのできる自動車）太陽光を利用してCO₂から液体燃料を作製する
「Sunshine to Petrol」

太陽炉の写真

（割愛）

出典：米国サンディア国立研究所ホーム
ページ太陽と空気(CO₂)で「燃料」を作る

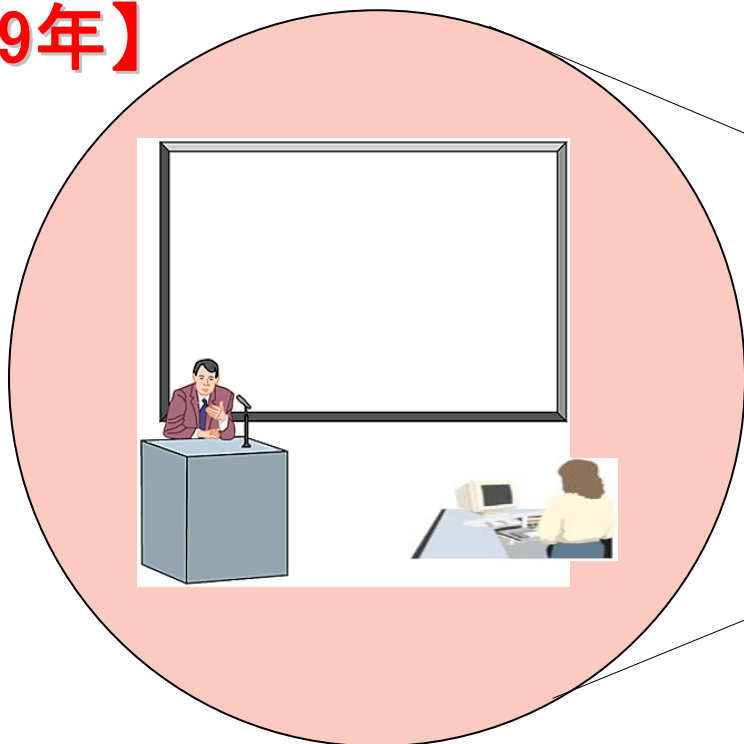
- ・88m²の太陽炉が太陽光の熱をこの装置に送り込み、リングは約1400°Cに熱せられ、コバルトフェライトから酸素が放出
- ・リングは約1100°Cまで冷やされて、CO₂にさらされる
- ・酸素を失ったコバルトフェライトがCO₂から酸素を奪い取り、炭化水素を作る材料となるCOを生成
- ・これらのCOを、メタノールやガソリンの生成に利用
- ・コバルトフェライトが元の状態に戻ると、サイクルが形成

出典：<http://www.wired.com/science/discoveries/news/2008/01/S2P>

3. 第4期に向けた提案（私案）

言葉の障壁をナノテクが解消

【2009年】



一流の通訳？
スーパーコンピュータ翻訳機？

（ただし、誰でも持てるものではない・・・）

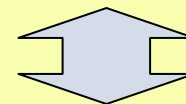
【202x年】

イヤホン型自動翻訳機



・小型・軽量
・同時通訳

・我が国の英会話学校：6,000～8,000校
・生徒数：200万人以上（推定値）



・英検1級合格者：2,500人（2007年）

必要性は分かるが身に付かない
（日本人は英語が苦手・・・）

3. 第4期に向けた提案（私案）

言葉の障壁をナノテクが解消（ラジオはどこまで小さくなるか？）

カーボンナノチューブ(CNT)を利用した マイクロ・ラジオの製作に成功

- ・CNTを利用して実際に動作するラジオを製作。現在一般的な技術を用いたラジオの大きさの**約1000分の1**
- ・今回ナノテクノロジーによって作成されたのは「復調器」と呼ばれる装置。ラジオの電波を「翻訳」して音声信号に変換する回路。カリフォルニア大学アーバイン校のピーター・バーク教授は、この復調器を2本の金属線に取り付けて、iPodの音楽を、AMラジオの電波を介して部屋の向こうのスピーカーへ伝送することに成功

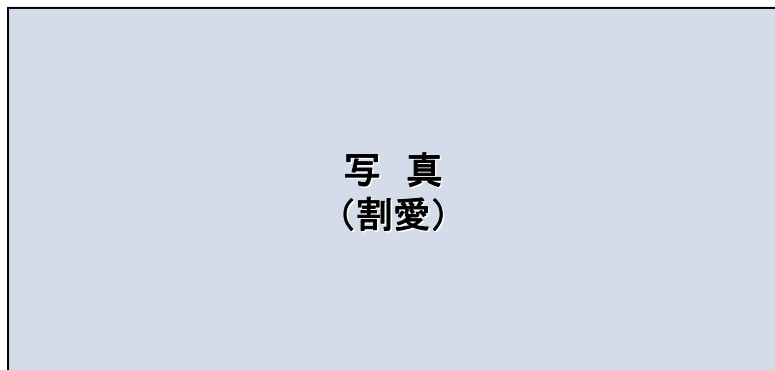
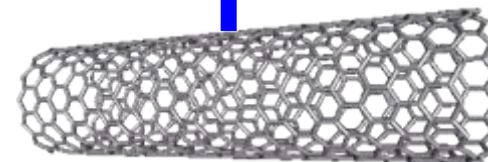
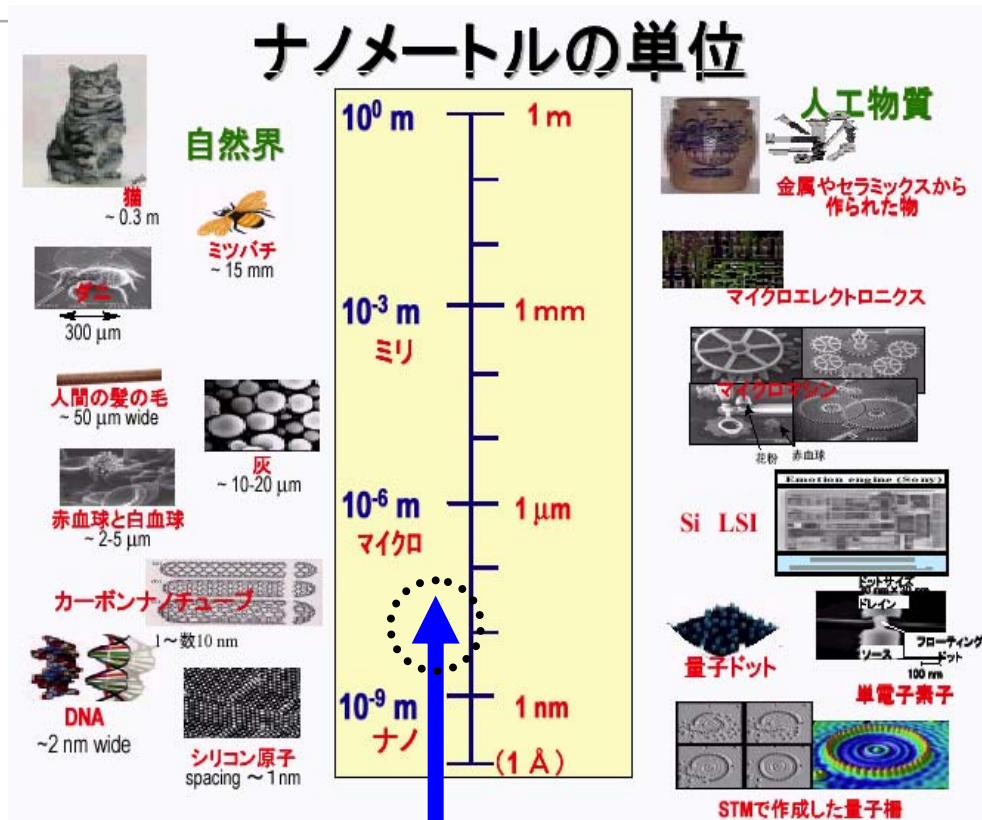


写真
(割愛)

電極を付けたCNTの電子顕微鏡像
(写真: 米国化学会)



カーボンナノチューブ

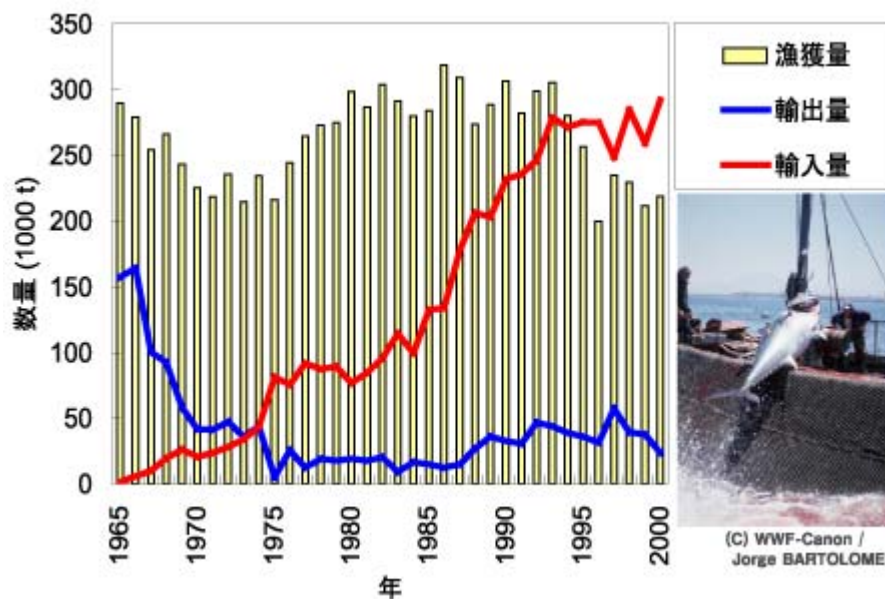
出典: 内閣府資料より三菱総合研究所作成

3. 第4期に向けた提案（私案）

寿司文化は不滅か（マグロは大丈夫か）？

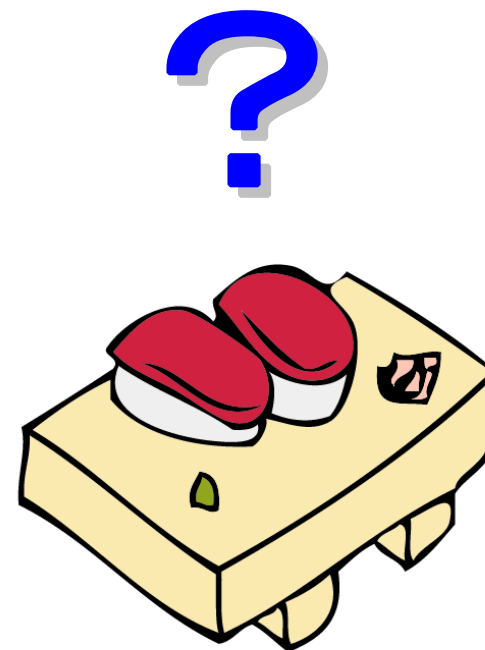
マグロの漁獲量は減っており、特に刺身として消費されるマグロの多くは資源が減少し始めている。このため、資源管理が厳しくなっている。

マグロの漁獲量と貿易量



出典：財務省通関統計、FAO FISHSTAT

<http://www.wwf.or.jp/activity/marine/sus-use/tuna/consumption/index.htm>



3. 第4期に向けた提案（私案）

マグロの養殖に向けて

マグロの養殖の困難さ

産卵から孵化、生育までを成功させたマグロの養殖は、実験では成功しているものの、経済的な採算が合わないため、産業としては成立していない

- 畜養（海で採って生簀で太らせる）が実態
- 大量の餌の投入に起因する問題（海の汚染、餌の乱獲、生態系の変化など）



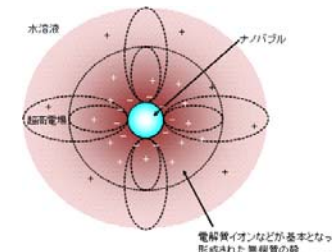
環境問題化

- ・ **オゾンナノバブル**: 1カ月以上にわたって保持。医療、食品製造での活用
- ・ **酸素ナノバブル**: 魚介類の環境変化に対する適応性を向上
 - 生物に対しての活性効果
 - 多種類の淡水魚と海水魚を6カ月以上共存
 - 捕獲時に衰弱した魚のほぼ全てが急速に回復
- ・ **酸素&オゾンナノバブル**: 感染症で虚弱化した魚介類の体力維持
 - 菌やウイルスを除去できる可能性



抗菌剤や抗生剤を使用しない魚貝類の養殖技術
医療や食品加工、畜産業などでの利用も可能

ナノバブル



ナノバブル中の魚の写真

(割愛)

出典：産業技術総合研究所プレスリリース資料（2004年3月15日）

まとめ

- ナノテクノロジーは、その重要性や波及効果、さらにはわが国の競争力に関しては、広く認識されつつある。今後とも、国の重要施策と位置づけるためには、その効果をわかりやすく提示すると共に、ナノテクが社会的の大きな目標に確実に寄与することを示す必要がある。
- 日本が将来とも生き延びていくためには、多くの課題を解決しなければならない。さらにいうならば、世界から尊敬され自信の持てる国になることを望みたい。これにナノテクが寄与しえることを考えてみてはどうだろうか。
- 目標は高く、かつ、わが国のおかれている環境を十分に加味した崇高なものとすべきである。今回、ひとつの例として、世界から尊敬され自信の持てる国になるための7つの目標を提示した。一見不可能で荒唐無稽に見えるかもしれないが、ナノテクノロジーはその突破口の端緒を開きつつある。
- これを実現することが、日本の将来を保障することに繋がるものである。