

科学技術政策研究所
調査研究資料
調査資料—6

新材料の開発・利用とその影響に関する 調査研究報告

平成2年9月

科学技術庁
科学技術政策研究所
第4調査研究グループ

Correlation between New Material Development and Resources and Its Social Implication

Manabu Sasaki

◇この資料は、新材料の開発・利用が資源および社会に与える影響について調査したものであり、文責は担当者にある。

◇担当者：第4調査研究グループ 佐々木 学

目 次

I	調査研究の目的等	1
	1. 調査研究の目的	1
	2. 調査研究の方法	1
	3. 用語の定義	2
II	新材料の開発・利用とその影響把握のためのフレームワークの設定	3
	1. 新材料の開発・利用に関連する社会あるいは資源にかかわる事象の抽出	3
	2. 新材料の開発・利用と諸事象との関連のとりえ方	10
	① 新材料の開発・利用の促進要件となる社会事象について	10
	② 新材料の開発・利用の制約要件となる社会事象について	10
	③ 新材料の開発・利用により生ずる社会の発展事象について	11
	④ 新材料の開発・利用により生ずる社会問題あるいは課題	11
	⑤ 新材料の開発・利用の促進要件となる資源事象について	11
	⑥ 新材料の開発・利用の制約要件となる資源事象について	11
	⑦ 新材料の開発・利用により生ずる資源の発展事象について	12
	⑧ 新材料の開発・利用により生ずる資源問題あるいは課題	12
	3. まとめ	12
III	ケーススタディ	13
	1. ケースの選定について	13
	2. 考察の方法	13
	3. 具体的な考察	14
	① 省エネルギー、新エネルギー面での役割を果たす新材料について	14
	② エレクトロニクス技術の一層の進歩に役割を果たす新材料について	21
	③ 生命維持、健康増進面での役割を果たす新材料について	25
	④ 環境保全面での役割を果たす新材料について	30
	⑤ 省資源面での役割を果たす新材料について	34
IV	新材料の開発・利用の今後の展開	38
	付記	39
	参考資料	40
	ーアンケート調査の結果ー	
	1. 第1回アンケート調査の主な結果について	41
	2. 第2回アンケート調査の主な結果について	48

I 調査研究の目的等

1. 調査研究の目的

近年における科学技術の著しい進歩発展は、社会・経済の発展と国民生活の水準向上に大きく貢献してきた。また、科学技術は、社会・経済のより一層の発展の基盤として重大な使命を持っていると言える。

科学技術に強く求められていることは、社会のあらゆる活動の物的な基礎である資源、エネルギーの安定性の確保や、有効利用を図る事であり、また、国民生活における根本条件とされるべき快適で安全な環境の確立を図り、豊かな社会の建設を推進していく上での糧となることであろう。

しかし、現状は、

産業面においては

- エネルギー源、工業原材料等の制約
- アジアN I E S等の急速な工業化とグローバル化の進展等を背景とした国際分業体制の再構築の進展
- 材料開発、バイオテクノロジー等の先端科学技術の進展が経済構造に与えるインパクト

社会生活の面では

- 人口構成の高齢化
- 女性の社会参加の増大
- 都市化の進展
- 価値観の変化

地球的視点に立てば

- 世界人口の増大
- 先進国を中心にする天然資源の消費増大
- 環境汚染の進行

等の諸問題があり、地球的規模における資源利用に新たな秩序が求められている。

これらのことから、来たるべき21世紀は新たな文明の出現が不可避になると予想される。

このような環境下において、現在、科学技術に何が求められているかを認識し、そのあり方について考察することは、今後の科学技術の発展のために不可欠である。

このような背景の認識に立てば、今後の科学技術の発展においては、社会への対応、資源への配慮が従来にも増して必要であると考えられる。

本調査研究においては、かかる観点から、技術開発の成否の鍵をにぎる新材料を取りあげ、その開発・利用が、社会との関連あるいは社会的諸活動の物的な基礎である資源との関連の中でどのような影響を持つのかを明らかにすると共に、その対応について検討し、今後の新材料の開発・利用のあり方について考察するものである。この結果は、今後の科学技術のあり方についての示唆となり得ると考える。

2. 調査研究の方法

テーマを次の3つに区分し、各々について考察し、検討のうえ整理し、今後の新材料の開発・利用のあり方についてまとめることとする。

イ 新材料の開発・利用とその影響把握のためのフレームワークの設定

「新材料の開発・利用とその影響」を全体的（全般的）に、広く考えられる事象としてとらえ、テーマの因果関係の諸要因（開発・利用の動機、影響、問題点を含む）を網羅的に抽出し、考察し、分析、検討のうえ整理する。

ロ ケーススタディ

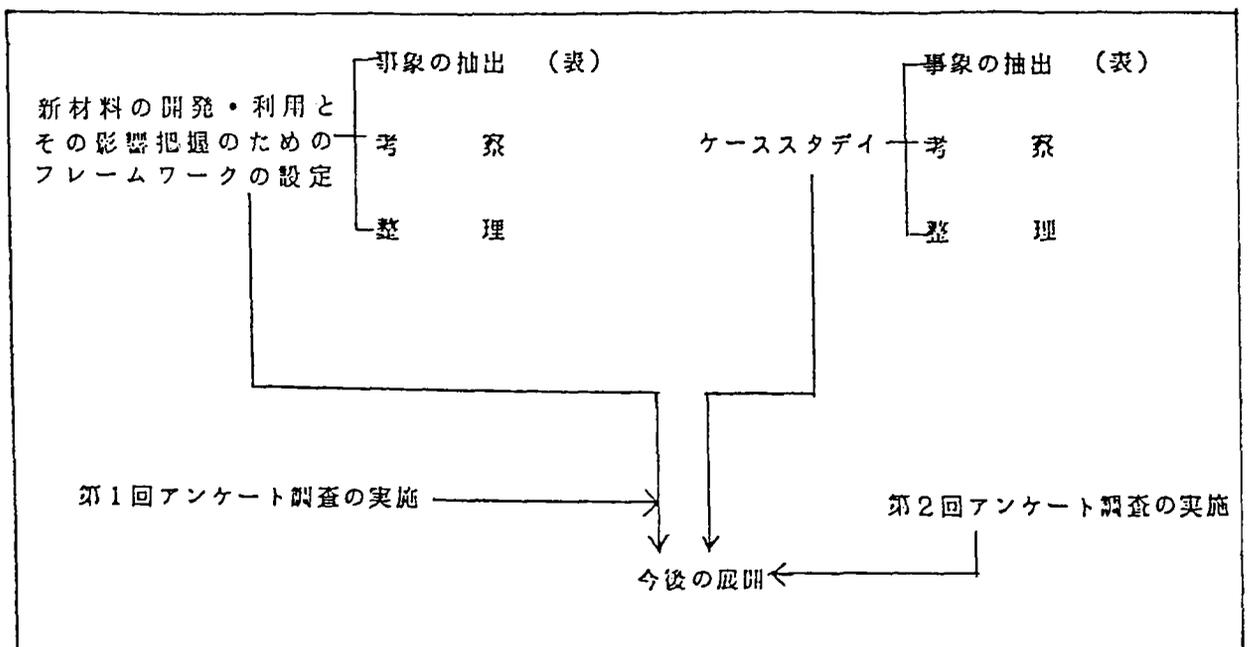
ケーススタディとして選定された新材料について、イで考察された要因や影響について考察し、今後の対応等について分析、検討することとする。

ハ 今後の展開についての考察

上記イ、ロの結果とアンケート等の調査の結果を分析し、今後の新材料の開発や利用の進むであろう方向について研究会としてまとめ整理する。

これらの関連は図1のとおりである。

図-1 調査研究の方法



3. 用語の定義

本調査研究における「新材料」及び「資源」についての用語の定義は次のとおりとする。

① 新材料

研究開発により新たに創出された材料及び既存の材料の欠点を補ったり、優れた物性を引き出しその機能や構造特性を高度化したいわゆる付加価値の高い材料をいう。

一般に言われる「新物質」あるいは「新素材」との違いの中で定義づけしたのではなく、これらを含む総称として用いる。

② 資源

天然ないし自然資源を中心に考える

③ 天然資源

経済学のいわゆる生産の三要素、土地、労働、資本は、天然資源、人的資源、

II 新材料の開発・利用とその影響把握のためのフレームワークの設定

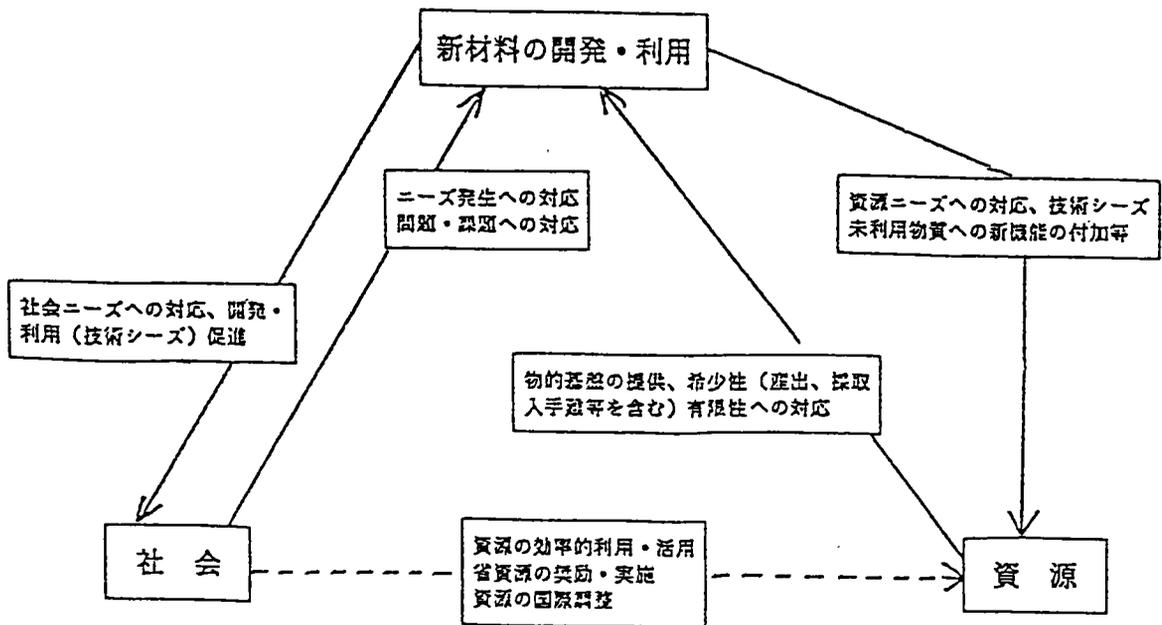
「新材料の開発・利用とその影響」という課題をまず新材料の開発・利用について一般的にとらえるため、新材料を開発、利用することになった動機や背景などの要因、開発や利用の段階で社会や資源に及ぼすであろう影響について、次の順序により事象を抽出し、その結果を考察し、分析、検討のうえ整理することとする。

- (1) まず、新材料の開発・利用と社会及び資源との関連を全般的に把握するため、新材料の開発・利用に関連する社会あるいは資源にかかわる事象の抽出を行う。
- (2) 次に、抽出された事象について考察し、分析する。
- (3) また、その結果を踏まえ、問題点、課題について整理する。

1. 新材料の開発・利用に関連する社会あるいは資源にかかわる事象の抽出

新材料の開発・利用と社会及び資源との関連は互いに影響を受けあるいは影響を及ぼしあいながら、相互の発展促進あるいは制約要件となる密接かつ複雑な関係である。これらの関連を簡略化すれば図2のようになる。

図一2 新材料の開発・利用とその影響



これらの関係を出来るだけ網羅的にとらえるため、次の3つの項目を核とし、各々に関連要件を設定し、それに従って事象の抽出を行い、その結果を表として整理することとした。但し、次の(1)科学技術事象については、新材料の開発・利用と社会及び資源の関連を的確に把握するためには新材料の開発・利用状況についての周辺事象について理解しておく必要があると考え掲げたものである。

(1) 新材料の開発及び利用にかかわる科学技術事象

- イ 開発手法
- ロ 具体的な目標

- ハ 具体的な機能
- ニ 周辺技術の開発
- ホ 科学技術のシーズ

(2) 社会事象

- ① 新材料の開発・利用の促進要件となる社会事象
- ② 新材料の開発・利用の制約要件となる社会事象
- ③ 新材料の開発・利用により生ずる社会の発展事象
- ④ 新材料の開発・利用により生ずる社会問題あるいは課題

また、上記①～③の事項からそれぞれ派生する資源的事象

「社会」については、主として経済・産業・国民生活・国際関係・情報・人類の新たな発展・環境等の問題及び課題の観点から捉えることとした。

(3) 資源事象

- ⑤ 新材料の開発・利用の促進要件となる資源事象
- ⑥ 新材料の開発・利用の制約要件となる資源事象
- ⑦ 新材料の開発・利用により生ずる資源の発展事象
- ⑧ 新材料の開発・利用により生ずる資源問題あるいは課題

また、上記⑤～⑦の事項からそれぞれ派生する資源的事象

「資源」については、主として・資源自体から発するもの（産出、採取難等を含む希少性、有限性）・社会的要因に発するもの（国際関係、消費構造）の観点から捉えることとした。

以上のように、新材料の開発・利用と社会及び資源との関連について、各々が関連する要件を掲げ、該当する事象を抽出することとした。

また、この事象の抽出にあたっては、新材料の開発・利用を中心に社会とのかかわり、また、それにより派生する資源、あるいは資源とのかかわり、また、それにより派生する社会事象を明らかにするという手法をとった。

また、本調査研究の目的は、新材料の開発・利用が社会あるいは資源との関連の中でどのような影響を持ち、その対応について検討し、今後の開発・利用のあり方を考察することであるため、社会と資源との直接的な関係については触れないこととした。

上記の考え方に従って事象を抽出し整理したものが次の表である。

(表の見方)

次の要領により新材料の開発・利用と社会及び資源の関連の中で発生する事象を抽出し表にまとめた。

1、表の中心に新材料の項として「新材料の開発及び利用にかかわる科学技術事象」を設け新材料の開発・利用にかかわる科学・技術的な問題あるいは具体的な目標等に関する事象を掲げた。社会事象及び資源事象を抽出する場合これら新材料に関わる個々の事象との間での関連ではなく新材料の開発利用についてのこのような状況を理解したうえで新材料の開発・利用を包括的に捉え、それとの関連においての事象を抽出するために掲げたものである。

2、上記新材料の項を中心に左側に「社会事象」の項を設け、新材料の開発・利用と社会の関連の中で発生する事象を抽出した。また、更に「社会事象」の項の左に、「右の社会事象より派生する資源にかかわる事象」の項を設け、新材料

の開発・利用と社会の関連の中で生じる社会事象に派生した資源にかかわる事象を抽出することとした。

3、新材料の項を中心に右側に「資源事象」の項を設け、更にその右に「左の資源事象より派生する社会事象」の項を設けている。上記2、と同様の趣旨により事象の抽出を行い、三者の関連について、新材料の開発・利用と資源の関連を主体に、副次的に社会を捉え事象を抽出することとした。

4、上記2及び3の「社会事象」及び「資源事象」の抽出は次の観点から要件を整理し事象を捉え実施した。

- 社会及び資源が新材料の開発・利用に与える影響
- 社会及び資源が新材料の開発・利用により受ける影響

〔新材料の開発・利用に関連する社会及び資源にかかわる事象〕

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <=<	社会事象 <=<	新材料の開発及び利用にかかわる科学技術事象 <=<	資源事象 =>	左の資源事象より派生する社会事象 =>
<p>資源の大量消費</p> <p>資源価値の変化</p> <p>低品位、未利用物質の資源化</p> <p>未利用資源の利用促進</p> <p>資源の代替化の促進</p> <p>効率的（含む省資源）、効果的節約使用の促進</p> <p>有害資源の発生（発見）</p> <p>資源の浪費</p>	<p>【新材料の開発・利用の促進要件となる社会事象】</p> <p>経済活動の活性化 ・市場の拡大</p> <p>産業の活性化 ・産業構造の変化 ・技術革新の進展 ・低コストの促進</p> <p>情報化社会の進展 情報交換の促進</p> <p>国民生活の向上 ・豊かさの追求 ・利便性の促進</p> <p>国際関係の進展 ・貿易の拡大（市場の拡大） ・共同研究、情報交換等国際協力の進展</p> <p>問題解決への対応 ・利用後処理の問題 ・環境保全（大気汚染防止、クリーンエネルギーの開発） ・生態系への影響防止</p> <p>課題への対応 有害物の無害化あるいは有効活用 安全性の確保 社会構造（高齢化、女性の社会進出等）の変化への対応</p>	<p>【開発手法】</p> <p>分子・原子レベルでの制御による手法</p> <p>生物学的アプローチによる手法</p> <p>コンピュータ支援による新材料の設計</p> <p>特殊環境下における材料の創製</p> <p>複合化及び合金等の技術による新機能の付加</p> <p>素材の新機能などの発見による開発</p> <p>創製プロセス開発</p> <p>超薄膜化による新機能の付加</p> <p>【具体的な目標】</p> <p>代替材料開発技術の促進</p> <p>リサイクル技術の促進（再生材料の開発）</p> <p>既存の材料の改良促進</p> <p>生物系材料の開発促進</p>	<p>【新材料の開発・利用の促進要件となる資源事象】</p> <p>希少性、偏在分布、ナショナリズム等による入手困難への対応</p> <p>・使用効率の向上促進 ・代替化の促進</p> <p>有限性への対応 ・未利用物質の資源化 ・リサイクルによる効率的利用 ・低品位資源の利用促進</p> <p>資源利用の多様化</p> <p>大量資源の利用促進</p> <p>資源の効果的使用の促進</p> <p>有害資源の無害化あるいは有効活用の促進</p> <p>未利用資源の利用価値の発掘</p> <p>従来資源の新特性発見</p> <p>悪環境下資源の利用促進</p> <p>資源価値の変化</p> <p>途上国の工業化に</p>	<p>国際政治情勢への対応</p> <p>供給国の分散化</p> <p>国際協力及び協調の促進</p> <p>節約の促進</p> <p>戦略備蓄の必要性</p> <p>環境問題の発生</p> <p>社会活動の活性化</p>

	消費構造（価値等）の変化への対応 リサイクル	【具体的な機能】	伴う資源調査の増大による資源全体量の増加	
	人類の新たな発展 特殊なニーズの発生への対応 宇宙、深海への生活圏の拡大	微細化の促進 高速化の促進 計量化の促進	副産物として産出する資源の利用開発 複合化による利用価値の発掘	
資源の効率的、効果的使用促進の停滞	【新材料の開発・利用の制約要件となる社会事象】 経済活動の停滞 市場の縮小	耐久性の向上 耐熱性の向上 使用性能の極限化の追求	【新材料の開発・利用の制約要件となる資源事象】 偏った分布、ナショナリズムによる供給の不安定	国際関係の悪化 公害の発生等環境問題の発生
希少性、偏在分布による供給の不安定	産業活動の停滞 ・開発コストの増嵩 リスクの増大 ・人材の育成 技術革新推進派 および反対派への配慮	生体材料の開発促進 超電導材料の開発促進 光機能材料の開発促進	有害資源の利用 希少性、有限性にもとづく制約	社会活動の停滞あるいは不安定
有害資源の使用禁止	国民生活の停滞 節約の奨励 国際関係の悪化 ・貿易摩擦 ・輸出制限、禁止 情報の閉鎖 知的所有権の問題	生分解材の開発促進 感性に訴える材料の開発促進 インテリジェント材の開発促進	途上国の工業化による消費量の増大による全体資源の減量速度の促進	
	問題発生（開発・利用に伴う） ・環境汚染 ・有害物の発生 利用後処理の問題	【周辺技術の開発】 採掘技術の発展 分離精製技術の発展		
	【新材料の開発・利用により生ずる社会の発展事象】	加工技術の発展 解析・評価技術の	【新材料の開発・利用により生ずる資源の発展事象】	

大量消費	経済活動の活性化の促進	確立 探査技術の発展	資源の効率的使用の促進	社会活動の活性化
価値の変化	産業の活性化の促進	産業廃棄物の資源化技術の発展	・使用効率の向上 ・リサイクル ・省資源	国際関係の進展
低品位、未利用物質の資源化	国民生活の向上	ライフサイエンス技術の発展	資源利用の向上 ・未利用物質の資源化 ・低品位資源の利用	
未利用資源の利用促進	国際関係の進展	極限環境利用技術の発展		
代替化の促進	生活圏の拡大	表面処理技術の発展	資源利用の多様化	
効率的、効果的使用の促進	供給量の安定	情報化技術の発展	大量資源の利用促進	
有害物質の発現（発見）	品質の安定	高純度化・超微粒子化技術の発展	効果的使用の促進 ・代替化	
		界面技術の発展	有害資源の活用	
		複合技術の発展	未利用資源の利用促進	
		微量成分の調整	価値ある副産物の産出	
		利用技術の発展	既利用資源の機能の顕在化	
		【科学技術のシーズ】		
	【新材料の開発・利用により生ずる社会問題あるいは課題】	物性研究の進歩	【新材料の開発・利用により生ずる資源問題あるいは課題】	
価値の変化	製品あるいは技術の革新による旧市場あるいは産業の停滞		資源の大量消費	社会活動停滞
有害物質の不利用あるいは使用の制限	国民生活への影響 ・社会構造の変化への対応 ・消費構造の変化		資源の浪費	環境破壊
資源の枯渇			有害物質の発現（発見）	国際問題の発生
資源の安定供給				

有害物質の使用禁止	・有害製品の出現 環境への影響 ・大気汚染 ・水質汚染 ・廃棄物処理の問題 ・生態系への影響			
-----------	---	--	--	--

2. 新材料の開発・利用と諸事象との関連のとらえ方

前記1.において抽出された諸事象について整理検討した結果は以下のとおりである。

(1) 新材料の開発・利用と社会事象、また、これから派生する資源事象

① 新材料の開発・利用の促進要件となる社会事象について

要件を整理すると、次のような社会ニーズを満たすことが新材料の開発・利用に求められている。

- 社会の活性化
- 社会問題の解決の手段
- 社会的課題への対応
- 社会活動の飛躍（生活圏の拡大等）の手段
- 国際関係の進展への対応策

また、このことは、資源面において次のような事象をもたらしている。

- 資源の大量消費
- 省資源の促進
- 資源価値の変化
- 低品位あるいは未利用資源の利用促進
- 未利用物質の資源化の促進
- 代替化の促進による希少資源への対応
- 効率的、効果的使用の促進
- 有害物質の発現

社会ニーズに基づく新材料の開発・利用においても資源面からみてプラス面の他に大量消費、浪費等のマイナス面が出てきているなど種々のトレードオフ関係がみられる。（最近の製品は高級化が進みエネルギー資源の大量使用につながっている。）したがって、新材料の開発・利用のあり方を考える場合、長期的かつ社会的ニーズ等も含めた総合的な視点に立って判断していくことが要求される。具体的な問題はケーススタディの中で触れることとする。

② 新材料の開発・利用の制約要件となる社会事象について

社会事象を整理すると、次のように大別される。

- 社会活動に起因するもの（経済、産業活動などの停滞）
- 科学技術の発展に起因するもの（大気汚染、有害物の発生等に伴う

保全経費によるコスト高の発生）

科学技術の発展による負の効果は、公害問題にみられるがその科学技術の開発利用が所期の目的は達成したが、社会のトータルとしてあるいは時間的経過で見たときマイナス面を生じた結果と言える。そして、このマイナス面の解決には社会的（規制等の）な対応と科学技術的（代替材等の開発）な対応による場合がある。この科学技術的な対応は、別の見方をすれば新しい新材料の開発・利用の促進要件となることとなる。

社会活動に起因するマイナス効果についても、社会的対応（政治、金融面等）と科学技術（技術革新による新たな成果）により対応してきている。

しかし、資源面においては、経済、産業等社会活動の停滞に伴い資源の消

費量も減ずることとなり、また、資源の新たな開発意欲の低下につながることもとなる。

③ 新材料の開発・利用により生ずる社会の発展事象について
発展事象は、

- 社会ニーズにより新材料の開発・利用が促進され、その結果が社会にフィードバックされたもの
- 科学技術シーズに基づくもの（技術革新効果）

とに大別される。

前者については、前記①で見た現象の逆の流れによるものと、新材料の開発・利用の促進にともなう社会の活性化であると言える。

資源面においては、科学技術の発展により生活圏の拡大が図られることにより、資源についての新しい展開（他の惑星からの資源の入手や宇宙での新資源の創製等）が期待される。

④ 新材料の開発・利用により発生する社会問題あるいは課題について

- 社会構造の変化への対応
- 消費構造の変化
- 有害製品の出現
- 環境への影響

問題点について、一般的に言えることは、本来社会の発展のための新材料の開発・利用であっても、利用方法が不適切な場合や、新たな科学的知見が得られたことなどによつてある新材料の開発・利用が問題を発生することがある。（石綿（アスベスト）等）

また、消費構造が変化し使い捨て大量消費型の社会が出現したことによって環境、産業処理問題に新たな問題を与えている。

特に、環境保全については、環境の修復、あるいは、新材料の開発・利用により環境を悪化させないことが重要な課題となるが、その製造過程についても当然考える必要がある。（IC製造工程における、トリクロエチレンやフロン等の弊害が指摘され代替物質が求められている。）

(2) 新材料の開発・利用と社会事象、また、これから派生する社会事象

⑤ 新材料の開発・利用の促進要件となる資源事象について

資源面からは以下のニーズを満たすことが新材料の開発・利用に求められている。

- 有限性、希少性、入手困難資源への対応
- 未利用物質の資源化の促進
- 有害資源の無害化あるいは有効活用の促進

また、資源供給の安定化を図るため、

- 国際政治情勢への対応
- 国際協力、協調の促進
- 供給国の分散化
- 戦略備蓄

等が図られるほか、省資源・節約の促進が重要な課題となる。

⑥ 新材料の開発・利用の制約要件となる資源にかかわる事象について
資源面から新材料の開発・利用を制約する問題としては、

- 希少性、偏在分布などによる供給の不安定化による制約
- 有限性による制約
- 有害資源の使用禁止

があげられる。

これらについても、社会的対応（国際協力等）とともに、科学技術による代替材等の開発・利用の促進を図るなどの対応が必要となる。

⑦ 新材料の開発・利用により生ずる資源面での発展事象（制約の解消）について

上述のような過程を経て、新材料の開発・利用が進められた結果、

- 有限性への対応
- 希少性、偏在分布による入手困難性への対応
- 有害性への対応

が可能となり、資源の安定供給、安全性の確保が図られることにより社会活動の活性化要件となる。

⑧ 新材料の開発・利用により生ずる資源問題あるいは課題について
問題点を整理すると、

- 資源の大量消費、資源の浪費など社会活動に起因するもの
（使い捨て製品等）
- 有害資源の発現など科学技術に起因するもの（フロンガス等）

等がある。

これらのことは、将来、資源の枯渇あるいは環境の破壊をもたらし、人類の生存を危うくするものと考えられ、これへの対応が今後の重要な課題となる。

3. まとめ

以上のことから、今後の新材料の開発・利用のあり方について、主に以下の課題があげられる。

- 資源への対応
- 社会変化への対応
- 環境問題への対応
- 国際化への対応

これらの課題への対応においては、いずれも、

- 長期的展望
- 広い視野の中での判断
- いろいろな角度からの検討

が必要となる。

Ⅲ ケーススタディ

前項Ⅱ「新材料の開発・利用とその影響把握のためのフレームワークの設定」において、新材料の開発・利用の動機や背景等の要因、開発や利用の段階で、社会や資源に及ぼすであろう影響について全般的にとらえ、考察した。しかし、新材料は無数にある上、その開発・利用にともなう背景等は様々であり、上記のような「全般的なとらえ方」も重要ではあるが、焦点が定まらない恨みがあることは否めない。

このようなことから、個別の事例により考察を実施することとし、選定された新材料について、前項Ⅱ「新材料の開発・利用とその影響把握のためのフレームワークの設定」において実施した要因や影響についてケーススタディを行って、問題点、課題を明らかにし、今後の対応等について分析、検討することとする。

1. ケースの選定について

本調査研究は今後の新材料の開発及び利用の望ましい発展のあり方を考察することにより、根底にある科学技術の発展の在り方について考えることとしている。従って、ケースとして21世紀に向かって大きく発展が予測され、人類の発展に貢献すると考えられる科学技術分野における新材料を選定することが適切と考え、次の新材料を選定した。

- (1) 省エネルギー、新エネルギー面での役割を果たす新材料
- (2) エレクトロニクス技術の一層の進歩に役割を果たす新材料
- (3) 生命維持、健康増進面での役割を果たす新材料
- (4) 環境保全面での役割を果たす新材料
- (5) 省資源面での役割を果たす新材料

2. 考察の方法

ケーススタディは、選定された上記(1)～(5)の新材料について、次の方法により実施する。

- ① 上記(1)～(5)の新材料を総括的(包括的)にとらえ、前記Ⅱ「新材料の開発・利用とその影響把握のためのフレームワークの設定」と同手法により、次の事項について考察する。
 - (i) 関連する社会あるいは資源にかかわる事象の抽出(ケースに特徴的なものに限定した)
 - (ii) (i)の事象を考察し、問題点及び課題について整理する
- ② 上記(1)～(5)の新材料について、それぞれ次の素材について上記①と同様の考察を実施する。
 - (1) 関連……………超電導材及び太陽電池
 - (2) 関連……………超LSI
 - (3) 関連……………分離膜
 - (4) 関連……………生分解性プラスチック
 - (5) 関連……………ファインセラミックス

3. 個別の事例についての考察

(1) 省エネルギー新エネルギー面での役割を果たす新材料について

① 問題点及び課題

エネルギーは、社会活動の根幹をなす重要な要素であるだけにこの供給動向は社会に大きなインパクトを与えることとなる。現状では、主流の石油資源についてその有限性への懸念あるいは他分野へ有効活用が考えられているため、その対応として、新エネルギーの開発や省エネ等が求められている。将来核融合が成功すれば、人類にとってエネルギー問題は長期にわたって解決すると言われていたが、実現の可能性はまだ具体的には見通されていないため、比較的实现の可能性が高い他の新エネルギーの開発や既存エネルギーの省エネ等で対応することとなり、このための新材料の開発・利用が促進され、グローバルな観点からの環境保全、資源への対応あるいは経済原理に基づくエネルギーのベストミックス化による安定供給を図りながら社会の発展が促進されなければならない。

今後は、特に環境保全を考える必要があり、新材料の開発・利用によりエネルギー問題に展望が開けたとしても、全体として人類にマイナスの面が生じる時は、制約がかかることとなることが考えられる。

次項において開発・利用に関連する社会あるいは資源にかかわる事象を抽出し整理した。

今後の開発・利用に当たっては、かかる社会あるいは資源事象からの視点による広い視野に基づく検討が必要となると考える。

また、本項の目的を達成する具体的な新材料として超電導材及び太陽電池を特に取り上げ、同様の整理を行い、(註)として技術等に関する特記事項を掲げた。

② 関連する社会あるいは資源にかかわる事象の抽出

〈総括表〉省エネルギー新エネルギー面での役割を果たす新材料について包括的にとらえた場合

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 ←	社会事象 ←	新材料にかかわる事象	資源（エネルギー含む）事象 ⇒	左の資源事象より派生する社会事象 ⇒
	<p>〔開発・利用の促進要件となる社会事象〕</p> <p>新エネルギー開発の促進</p> <p>既存エネルギー資源の高効率使用の促進</p> <p>省エネルギーの促進</p> <p>石油依存型エネルギー消費構造の転換促進</p> <p>産業・経済の活性化の促進</p> <p>国民生活の向上</p>	<p>（目的達成の方法）</p> <p>新エネルギーの開発</p> <p>・太陽光の活用</p> <p>・水素の活用</p> <p>・核融合</p> <p>・MHD発電</p> <p>既存エネルギー資源の高効率使用</p> <p>・石炭液化</p> <p>・石炭ガス化</p> <p>エネルギーの効率使用</p>	<p>〔開発・利用の促進要件となる資源事象〕</p> <p>素材資源・エネルギー資源・化石燃料エネルギーの有限性への対応</p> <p>入手困難性への対応</p> <p>・ナショナリズムの台頭</p> <p>・偏った分布</p> <p>・南北問題</p> <p>・後進国の工業化の促進によるエネルギー資源使用量の増加</p>	
	<p>〔開発・利用の制約要件となる社会事象〕</p> <p>環境汚染</p> <p>有害物の発生</p> <p>開発コストの増高</p> <p>リスクの増大</p> <p>人材の育成</p>	<p>・生産工程の合理化</p> <p>・高効率ガスタービン</p> <p>・都市インフラの整備</p> <p>その他</p> <p>・廃棄物焼却等の低資源の利用</p>	<p>〔開発・利用の制約要件となる資源事象〕</p> <p>素材資源の入手困難</p>	
	<p>〔開発・利用により生ずる社会の発展事象〕</p> <p>産業の活性化の促進</p>	<p>（考えられる新材料）</p> <p>傾斜機能材料</p>	<p>〔開発・利用により生ずる資源の発展事象〕</p> <p>素材資源</p> <p>・複合化等による利用価値の増大</p>	

経済の活性化の促進	エネルギー変換材料	エネルギー資源 ・供給量の安定化
エネルギー供給の安定化	高温耐熱材	
国民生活の向上	水素貯蔵合金	
〔開発・利用により生じる社会問題あるいは課題〕	超電導材	〔開発・利用により生じる資源問題あるいは課題〕
	高比強度材	
エネルギー資源利用変更による産出国への影響	断熱材	新材料資源の欠乏
	防振材	
環境への影響	良熱伝導材	
	良摩擦材	

(表の見方)

この表は、「新材料の開発・利用とその影響把握のためのフレームワークの設定」の場合とほぼ同様の趣旨要領で作成したものであるが、以下のとおり若干の相違点がある。

1、表の中心に「新材料にかかわる事象」の項を設け、「新材料の開発・利用とその影響把握のためのフレームワークの設定」における「新材料の開発及び利用にかかわる科学技術事象」の場合と同様の趣旨により各々のケースについての役割を果たす新材料あるいは素材に関する開発・利用状況についての周辺事象を掲げた。

2、「新材料にかかわる事象」の項の中で、(目的達成の方法)には、ケースとして掲げた役割を果たすために、当該新材料あるいは素材を活用した場合どのような方法があるのかを掲げた。また、(考えられる新材料)には、これら(目的達成の方法)のために活用されることが考えられる新材料あるいは素材を掲げた。

3、「社会事象」及び「資源事象」には、「新材料の開発・利用とその影響把握のためのフレームワークの設定」と同様の観点から当該新材料あるいは素材に関する事象を抽出し掲げた。

4、「社会事象」及び「資源事象」の項において、(開発・利用――)とあるのは(当該新材料あるいは素材についての開発・利用――)を意味する。

5、具体的な素材の事例についての表の欄外に(註)を設けたが、特記すべき問題及び課題(技術的なものも含む。)について掲げたものである。

〈超電導材の例について〉

(1) 超電導材を総括的にとらえたもの

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <=>	社会事象 <=>	超電導材にかかわる事象	資源(エネルギー含む)事象 =>	左の資源事象より派生する社会事象 =>
ヘリウム、レアメタル等の開発促進	<p>【開発・利用の促進要件となる社会事象】</p> <p>省エネルギーの促進</p> <p>高品質エネルギー技術の開発促進</p> <p>新エネルギー源(核融合等)開発の促進</p>	<p>(目的達成の方法)</p> <p>既存エネルギー資源の高効率利用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電力システムの超電導材 <p>新エネルギーの開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・核融合発電 	<p>【開発・利用の促進要件となる資源事象】</p> <p>エネルギー資源</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化石燃料エネルギーの有限性への対応 ・地球環境への対応(産出、採取にともなう環境破壊等) 	低エネルギー消費型社会
	<p>【開発・利用の制約要件となる社会事象】</p> <p>競合技術の進展</p> <p>開発コストの増嵩</p> <p>リスクの増大</p>	<p>(技術の動向)</p> <p>基礎技術の研究がかなり進んでいる。今後、大型化、パイロット機の開発に向け研究が進むと考えられる。</p> <p>(主な超電導材)</p> <p>NbTi</p> <p>Nb₃Sn</p> <p>V₃Ga</p> <p>Nb₃Al</p>	<p>【開発・利用の制約要件となる資源事象】</p> <p>素材資源の入手困難</p>	
化石燃料、ウラン等の節減	<p>【開発・利用により生ずる社会の発展事象】</p> <p>電力の安定供給</p> <p>エネルギーセキュリティの確保</p> <p>国民生活の向上</p>		<p>【開発・利用により生ずる資源の発展事象】</p> <p>エネルギー資源</p> <ul style="list-style-type: none"> ・供給量の安定化 ・品質の向上 ・高密度・低消費化 	高品質エネルギーに支えられる高度技術化社会
	<p>【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】</p> <p>磁界の環境(生物等)への影響</p>		<p>【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】</p> <p>ヘリウム資源の涸渇</p>	

(註) 極低温で利用する制約→高温化、又は冷却系の効率化
 技術化の難易度が高い→人材の育成
 コストの低減 →利用の拡大

* 常温超電導材ができたとしても、エネルギー面での基本構造が大きく変わることはないものとする。

(Ⅱ) 超電導材のうちNbTiについて

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <=>	社会事象 <=>	NbTiにかかわる事象	資源(エネルギー含む)事象 =>	左の資源事象より派生する社会事象 =>
	【開発・利用の促進要件となる社会事象】 省エネルギーの促進	(目的達成の方法) 既存エネルギーの高効率利用 ・エネルギー貯蔵装置	【開発・利用の促進要件となる資源事象】 エネルギー資源	
	【開発・利用の制約要件となる社会事象】 開発コストの増嵩 リスクの増大		【開発・利用の制約要件となる資源事象】 素材資源の入手困難	
	【開発・利用により生ずる社会の発展事象】 電力の品質向上・安定供給	(技術の動向)	【開発・利用により生ずる資源の発展事象】 エネルギー資源 ・品質の向上 ・供給量の安定化	
	【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】 磁界の環境への影響		【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】 ヘリウム資源の涸渇	

(註) 単材面で基本は問題はないと思われる。
 システム技術の開発や経済性が課題となろう。

〈太陽電池の例について〉

(1) 太陽電池材料を総括的にとらえた場合

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <二	社会事象 <二	太陽電池にかかわる事象	資源(エネルギー含む)事象 =>	左の資源事象より派生する社会事象 =>
無危害エネルギー源の普及による関連資源の開発促進	<p>〔開発・利用の促進要件となる社会事象〕</p> <p>地球温暖化の緩和(クリーンエネルギー活用)</p> <p>エネルギーの外国依存度の低下</p> <p>離島などでの発電</p>	<p>(目的達成の方法)</p> <p>システムの低コスト化</p> <p>・小専有面積で設置できるシステムの開発</p> <p>・安定実用効率～30%の達成</p>	<p>〔開発・利用の促進要件となる資源事象〕</p> <p>クリーンエネルギーの開発</p> <p>枯渇の心配ない資源利用</p>	大電力(エネルギー)消費型プロセスの減少化
設置権の開放と設置制限地域の調整	<p>〔開発・利用の制約要件となる社会事象〕</p> <p>日照権、眺望権との整合</p> <p>太陽電池電力を利用しやすい機器が少ないこと</p> <p>既存法(ジーゼル発電など)とのコスト競争</p>	<p>・セル設計 薄型化、光閉じこめ、表面パッシベーション</p> <p>自家発電の利用奨励施策 (単なるコスト比較でなく、クリーンエネルギーとしての評価から)</p> <p>(技術の動向)</p>	<p>〔開発・利用の制約要件となる資源事象〕</p> <p>システム完成に要する全エネルギー量</p> <p>安価な素材の入手困難</p>	小電力(小エネルギー)消費型プロセスの一般化
低動力機器の資源開発への適用	<p>〔開発・利用により生ずる社会の発展事象〕</p> <p>小電力機器の有効利用法</p> <p>途上国援助への発展</p>	<p>変換効率</p> <p>単結晶Siセル 22%</p> <p>多結晶Siセル 17%</p> <p>低電圧・低電流を利用するための低ロス電力機器の開発</p>	<p>〔開発・利用により生ずる資源の発展事象〕</p> <p>エネルギー供給の安定化</p> <p>耐特性劣化技術</p> <p>低ロス電力利用技術</p>	メンテナンスフリー 長寿命の一般化
省エネに寄与する資源の確保と専有権の調整	<p>〔開発・利用により生じる社会問題あるいは課題〕</p> <p>省エネに寄与する資源・技術の専有化</p>	<p>(主な単材(素材))</p> <p>シリコン</p>	<p>〔開発・利用により生じる資源問題あるいは課題〕</p> <p>システムとしてのエネルギー有効利用にマッチした資源利用の方策</p>	資源有効再利用のための回収・再生技術の事業化

- (註) ① 太陽電池設備を作るのに要する全エネルギー量が、太陽発電設備の運転期間に生み出す総電力より大きいものでは問題。要するにコストである。
- ② 太陽光を資源として権利化する必要が出てくる場合を想定し、普及・有効活用を図るための調整をどうするか検討を要する。
- ③ クリーンエネルギー源としての太陽電池はいまだコストという点に問題は多いが、人材を要し研究の促進策が必要であろう。

(ロ) 太陽電池材のうちシリコンについて

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <二	社会事象 <二	シリコンにかかわる事象	資源(エネルギー含む)事象 二>	左の資源事象より派生する社会事象 二>
送配電設備の軽減化による資源転用	【開発・利用の促進要件となる社会事象】 自家消費電力のオンサイト発電	(目的達成の方法) 低コスト化 ・シリコン結晶の低コスト製造法の開発	【開発・利用の促進要件となる資源事象】 無毒性、豊富な資源	有害物質の希薄拡散に対する社会的関心
低エネルギー源の活用に向く資源の普及	【開発・利用の制約要件となる社会事象】 蓄電機器 低電圧・低電流型機器の活用技術の少ないこと 日本の人件費高、空洞化現象	・原料使用量の削減(薄型化) ・高品質化(高純度化、均質化) ・量産プロセス技術 ・コンパクトで高能率の蓄電機器の開発	【開発・利用の制約要件となる資源事象】 シリコン結晶のコスト 製作プロセスのコスト	他資源の精錬プロセスコストの低下への波及
	【開発・利用により生ずる社会の発展事象】 低エネルギーの有効利用の普及による省エネ 当該事業のNIESへの流出	(技術の動向) 多結晶シリコンのキャスト条件の検討 単結晶シリコンの連続引き上げ法の検討	【開発・利用により生ずる資源の発展事象】 LSI用途への波及効果 無人工光の利用(電卓などの例の如く)	
	【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】 太陽光を利用する他分野との調整 電力会社の役割の変化		【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】	

(註) ① 単材として資源的には問題ない。

② 単結晶シリコン連続引き上げ法などの低コストで、しかも高品質の単材・製造法の開発が課題と思われる。

(2) エレクトロニクス技術の一層の進歩に役割を果たす新材料について

① 問題点及び課題

エレクトロニクス技術の発展は、情報処理、通信、電子技術などの情報関連技術の発展にとって不可欠である。情報処理技術の発達にはオフィス、工場、家庭内あるいはこれら相互間におけるオートメーション化、システム化を促すとともに通信技術と合体して、各種情報ネットワークシステムの下で様々な情報サービスを生み出し、社会全体の効率化をもたらすこととなる。また、このことは、人の移動を伴わず情報の移動が可能となるため在宅勤務などが可能となり、女性の社会進出を一層可能なものとする。この他、今後の高齢化社会への移行にともなって、高齢者の就業促進への対応、エレクトロニクス活用によるロボットの利用による、老人介護、住宅環境の整備等が図られることとなる。一方、価値感の変化は、「見て気持ちが良い」「使って楽しい」等人間の感性の指向を強めており、人間の心理、生理にも目を向けた開発・利用が必要と言える。

この他、ジョセフソン素子材料のような新材料はコンピューターの高速演算機能を向上させ、科学技術の一層の発展を促し、社会の新たな活力源となる。

資源面については、大量に消費されないものが大部分であるが、いずれにしてもその多くは希少資源であることが懸念される。しかし、光ファイバーは原料が石油であるが、燃料として使用される分を制限し、より高付加価値資源としての利用が望まれる。この他、使用後の廃棄物について非分解性、有害性について配慮する他、再利用を考えることが必要となる。また、バイオセンサー等に見られるようにバイオ関連のものも、今後は材料資源として有効なものとなる。

次項において開発・利用に関連する社会あるいは資源にかかわる事象を抽出し整理した。

今後の開発・利用に当たっては、かかる社会あるいは資源事象からの視点による広い視野に基づく検討が必要となると考える。

また、本項の目的を達成する具体的な新材料として超LSIを特に取り上げ、同様の整理を行い、(註)として技術等に関する特記事項を掲げた。

② 関連する社会あるいは資源にかかわる事象の抽出

〈総括表〉エレクトロニクス技術の一層の進歩に役割を果たす新材料について包括的にとらえた場合

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <=>	社会事象 <=>	新材料にかかわる事象	資源（エネルギー含む）事象 =>	左の資源事象より派生する社会事象 =>
	<p>【開発・利用の促進要件となる社会事象】</p> <p>情報化社会への進展</p> <p>社会構造変化への対応（高齢化、女性の社会進出等）</p>	<p>（目的達成の方法）</p> <p>高度通信システムの構築</p> <p>・通信機器の機能向上</p> <p>科学技術用超高速コンピューターの実現</p>	<p>【開発・利用の促進要件となる資源事象】</p> <p>従来資源の特性発見</p> <p>未利用物質の特性発見</p> <p>複合化による新特性の発現</p>	<p>データベースの構築</p>
	<p>【開発・利用の制約要件となる社会事象】</p> <p>開発コストの増嵩</p> <p>リスクの増大</p> <p>人材の育成</p>	<p>・コンピューターの機能向上</p> <p>OA化の促進</p> <p>脳機能の解明による新たなコンピューターシステムの開発</p>	<p>【開発・利用の制約要件となる資源事象】</p> <p>活用資源の希少性等による入手難</p>	
	<p>【開発・利用により生ずる社会の発展事象】</p> <p>産業・経済の活性化</p> <p>国民生活の向上</p> <p>人類共同体意識の促進による世界平和への貢献</p>	<p>ホームオートメーション化の促進</p> <p>メカトロニクスとの一体化による有用ロボットの開発</p> <p>（考えられる材料）</p> <p>光ファイバー（高集積情報伝達）</p>	<p>【開発・利用により生ずる資源の発展事象】</p> <p>未利用資源の利用可能性の拡大</p>	
	<p>【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】</p> <p>プライバシーの侵</p>	<p>光メモリー材（記憶容量増大）</p> <p>ジョセフソン素子</p>	<p>【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】</p> <p>資源価値の変化</p>	

害	材料(高速演算化)	
ロボット利用上の倫理問題	超高速電子素子用材料	
廃棄物処理の問題 (工程上あるいは使用後について)		

<超L S Iの例について>

(1) 超L S Iを総括的にとらえた場合

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <=>	社会事象 <=>	超L S Iにかかわる事象	資源(エネルギー含む)事象 =>	左の資源事象より派生する社会事象 =>
	【開発・利用の促進要件となる社会事象】 高度情報化社会の到来 高精細画像処理のニーズ拡大 携行できる大容量メモリ	(目的達成の方法) 超クリーンルーム内での超微細配線技術 (技術的動向) 超クリーン化技術	【開発・利用の促進要件となる資源事象】	
	【開発・利用の制約要件となる社会事象】 設備投資能力 過当コスト競争	X線リソグラフィ技術 レーザー応用技術 C A D (特にパターン設計・シミュレーション技術)	【開発・利用の制約要件となる資源事象】 一企業で負担が難しい莫大な設備投資	半導体メーカーの共同開発及び共同生産又は統合
	【開発・利用により生ずる社会の発展事象】 携帯型スーパーコンピュータの出現	(主な超L S I) 超高品位単結晶シリコン フロン代替洗浄剤 超高解像度レジスト材料	【開発・利用により生ずる資源の発展事象】	
	【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】 高価な装置開発(S O Rなど) フロン代替洗浄剤の開発	超高純度配線材料 超小型電池	【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】	

- (註) ① 半導体メモリは1 M d-RAMから主力が4 Mに移り、次の16 Mの開発も華やかである。問題は光学的微細加工の限界だが、エキシマレーザーで0.2 μmの線幅までとされている。2000年は1 G d-RAMとの声もあるが、X線の登場となると設備費がグンと高くなり、今度はそこまでしてどんな用途に?ということになるだろうが、デバイス開発の勢いは止まらないであろうと考えられる。
- ② 超高純度シリコンについては、地球の地殻に最も多く含まれており、資源的には全く問題にならないし、
- 1) 非常に高純度化する単結晶引上げ法
 - 2) 大口径のウェハを無欠陥加工する研磨加工技術がポイントとなる。

(3) 生命維持、健康増進面での役割を果たす新材料について

① 問題点及び課題

生活水準の向上、物質欲の充足の結果として一層の豊かさの向上への願望から生命維持、健康増進への役割が挙げられる。これは21世紀には我国は65才以上の高齢者比率が全人口の22%にも達し、世界一の高齢化社会になると予想されているが、この高齢化社会への一つの対応として医療技術の向上が希求されているためである。新材料の開発・利用により健康で快適な生活に向かうこととなるが、その一方で、一層の高齢化社会を促進することとなり、福祉等の問題がクローズアップされてくると共に、生きることの意味等の倫理的な問題が提起されることとなる。

一方資源的には、例えばファインセラミックスや高機能高分子材料は生体が拒否反応を示したり有害物質が溶出するということがなく生体親和性が高いということで現在主に使用されている。ファインセラミックス自体は資源的には当分は問題ないと言えるが、(有限性があることは確かだが)ファインセラミックスの製造にはエネルギー資源を大量に使うこと、高分子材料の原料は石油であること等を考え併せると、資源問題もトータルで考える必要がある。しかし、本ジャンルへの使用量は少ないものと考えられる。

また、バイオ関係素材の開発・利用も促進されており、これは資源面においても有効な対応であると考えられる。

次項において開発・利用に関連する社会あるいは資源にかかわる事象を抽出し整理した。

今後の開発・利用に当たっては、かかる社会あるいは資源事象からの視点による広い視野に基づく検討が必要となると考える。

また、本項の目的を達成する具体的な新材料として分離膜を特に取り上げ、同様の整理を行い、(註)として技術等に関する特記事項を掲げた。

② 関連する社会あるいは資源にかかわる事象の抽出

〈総括表〉生命維持、健康増進面での役割を果たす新材料について包括的にとらえた場合

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <=>	社会事象 <=>	新材料にかかわる事象	資源（エネルギー含む）事象 =>	左の資源事象より派生する社会事象 =>
	<p>【開発・利用の促進要件となる社会事象】</p> <p>生活向上、物質欲の充足の結果としての生命維持、健康増進の欲求の高まり</p> <p>高齢化社会への対応</p>	<p>（目的達成の方法）</p> <p>健康で快適な生活の維持のための医療技術の向上の促進のため</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生体機能の代替 ・人工臓器の移植 	<p>【開発・利用の促進要件となる資源事象】</p> <p>バイオなど新資源の発現</p>	
	<p>【開発・利用の制約要件となる社会事象】</p> <p>開発コストの増嵩</p> <p>リスクの増大</p> <p>人材の育成</p> <p>倫理上の問題の発生</p>	<p>（考えられる材料）</p> <p>生体適合材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人工血管 ・人工血液 <p>生体機能補助材料</p> <ul style="list-style-type: none"> ・酸素分離膜 ・人工透析膜 	<p>【開発・利用の制約要件となる資源事象】</p>	
	<p>【開発・利用により生ずる社会の発展事象】</p> <p>国民の健康な生活の保障</p>	<p>超電導材（核磁気共鳴診断装置）</p> <p>抗血栓性高分子材料</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人工心臓 ・人工血管 ・ミサイルドラッグ ・人工水晶体 	<p>【開発・利用により生ずる資源の発展事象】</p> <p>希少資源（レアメタル）</p>	
	<p>【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】</p> <p>倫理上の問題の発生</p>		<p>【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】</p>	

<分離膜の例について>

(1) 分離膜を総括的にとらえた場合

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <二	社会事象 <二	分離膜にかかわる事象	資源(エネルギー含む)事象 =>	左の資源事象より派生する社会事象 =>
	【開発・利用の促進要件となる社会事象】 生命維持、健康増進の欲求の高まり 高齢化社会への対応	(目的達成の方法) 身体機能の代替及び医療 1)人工腎臓 患者数7万人(日本'86) 2)人工肺、酸素吸入	【開発・利用の促進要件となる資源事象】	
	【開発・利用の制約要件となる社会事象】 臓器移植 開発コストの増嵩 リスクの増大	(技術の動向) 人工腎臓、人工肺から出発して血液浄化全般に視点が拡大され、選択吸着技術等の他技術と組み合わせて応用が進んでいる。	【開発・利用の制約要件となる資源事象】	
	【開発・利用により生ずる社会の発展事象】 国民の健康な生活の保障	(主な分離膜) 血液成分分離膜 ・再生セルローズ膜 ・酢酸セルローズ膜 ・ポリアクリロニトリル膜 ・ポリメタクリル酸メチル膜 ・エチレンビニルアルコール共重合体膜 ・ポリスルホン膜 ・ポリアミド膜 ・ポリプロピレン膜 ・ポリエチレン膜 ・ポリカーボネート膜 気体透過膜 ・シリコン膜 ・多孔質ポリプロピレン膜 ・シリコンポリカーボネート共重合体膜 ・ポリ4メチルベテント-1膜	【開発・利用により生ずる資源の発展事象】	
	【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】 (人工腎臓の場合)週2~3回の人工透析による行動の束縛		【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】	

- (註) ① 分離・分画の精密さの向上
② 分離速度の向上（分離層の薄膜化）
③ 選択吸着技術等との組み合わせによる応用範囲の拡大
④ 抗血栓性付与技術との組み合わせによる安全性の向上
⑤ 開発コスト、リスクの低減

(ロ) 分離膜のうちセルローズ系分離膜について

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <二	社会事象 <二	セルローズ系分離膜にかかわる事象	資源(エネルギー含む)事象 二>	左の資源事象より派生する社会事象 二>
	【開発・利用の促進要件となる社会事象】 生命維持・健康増進の欲求の高まり 高齢化社会への対応	(目的達成の方法) 人工腎臓 血漿分離 ウイルス除去	【開発・利用の促進要件となる資源事象】	
	【開発・利用の制約要件となる社会事象】 臓器移植 開発コストの増嵩 リスクの増大	(技術の動向) 1.適用範囲の拡大 人工腎臓→ 血漿分離→ ウイルス除去	【開発・利用の制約要件となる資源事象】	
	【開発・利用により生ずる社会の発展事象】 国民の健康的な生活の保障	2.上記の拡大および質の向上のために 1)分離・分画の精密さの向上 2)分離速度の向上 3)抗血栓付与技術	【開発・利用により生ずる資源の発展事象】	
	【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】 (人工腎臓の場合) 週2～3回の人工透析による行動の束縛		【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】	

(4) 環境保全面での役割を果たす新材料について

① 問題点及び課題

産業活動の結果排出される二酸化炭素の増加による地球の温暖化現象、フロンガスによるオゾン層の破壊、砂漠化の進行等地球規模において我々の生存基盤に影響を及ぼす現象が拡大してきている。これらは、今後とも世界的な生産活動の拡大によって進行することが予見され、産業廃棄物、生活廃棄物（非分解、有毒性）の問題も環境に与える影響が懸念される。また、GNPとエネルギー消費には強い相関があると思われるが、現状ではGNPの低い国々がアフリカ、アジア、南米などに50カ国を超えており、特に膨大な人口をかかえ、かつ増大しつつある。このことは、環境保全面（資源、エネルギーに関して）でも将来大きな課題を持つこととなる。

このことから、環境保全への対応は今後の社会の発展にとって最も重要な鍵を握っていると言える。このため、従来の経済原理に基づく対応ではなく、保全技術の開発・利用の他、開発・利用に際しては、テクノロジーアセスメントを実施する等積極的な対応が必要である。

この役割を果たす新材料については、資源面においては、量の問題よりもそれらの特性をさがしだし、いかに活用するかということが重要であると考え。 (生分解性プラスチック：微生物が生産するバイオ・プラスチック、植物のセルロース等を利用した天然プラスチック等)

次項において開発・利用に関連する社会あるいは資源にかかわる事象を抽出し整理した。

今後の開発・利用に当たっては、かかる社会あるいは資源事象からの視点による広い視野に基づく検討がより一層必要となると考える。

また、本項の目的を達成する具体的な新材料として生分解性プラスチックを特に取り上げ、同様の整理を行い、(註)として技術等に関する特記事項を掲げた。

② 関連する社会あるいは資源にかかわる事象の抽出

〈総括表〉環境保全面での役割を果たす新材料について包括的にとらえた場合

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 ←	社会事象	新材料にかかわる事象	資源（エネルギー含む）事象 →	左の資源事象より派生する社会事象 ⇒
	【開発・利用の促進要件となる社会事象】 大気中への物質の排出への対応 水質汚染への対応 産業・生活廃棄物（非分解的有害物）への対応	（目的達成の方法） クリーンエネルギーの利用 廃棄を考慮した材料の開発（微生物などを活用した分解可能材） 廃棄物の原料化・資源化 有害物への対応	【開発・利用の促進要件となる資源事象】 バイオ等新資源の発現 既存資源特性発見 未利用物質特性発見 複合化による新特性発現	
	【開発・利用の制約要件となる社会事象】 開発コストの増嵩 リスクの増大 人材の育成	大気中への物質の排出量の減量化 水質汚染の防止	【開発・利用の制約要件となる資源事象】 活用資源の希薄性等による入手難	
	【開発・利用により生ずる社会の発展事象】 産業・経済の活性化の促進 安全な生活の促進	（考えられる材料） 生分解性プラスチック エネルギー変換材 水素貯蔵合金 フロン代替材料	【開発・利用により生ずる資源の発展事象】 未利用資源の利用可能性の拡大	
	【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】 新たな環境問題の発生	CO ₂ 固定材料	【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】	

〈生分解性プラスチックの例について〉

(イ) 生分解性プラスチックを総括的にとらえた場合

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <=>	社会事象 <=>	生分解性プラスチックにかかわる事象	資源（エネルギー含む）事象 =>	左の資源事象より派生する社会事象 =>
	【開発・利用の促進要件となる社会事象】 自然保護・環境保全への対応 廃棄物への対応	(目的達成の方法) 土中、海水中の微生物で分解されかつ分解生成物が人体および自然系に無害なプラスチックの開発	【開発・利用の促進要件となる資源事象】 バイオ新資源の発現 天然物利用技術の進展	
リサイクルによる資源の再利用	【開発・利用の制約要件となる社会事象】 使い捨て文化に対する疑問 コストの増嵩	(技術の動向) 1. 生分解性に関する定義・評価方法の確立 2. 材料開発	【開発・利用の制約要件となる資源事象】	
	【開発・利用により生ずる社会の発展事象】 自然と人間生活の調和 安全な生活の促進 医療の高度化	3. 材料利用技術の開発 (主な生分解性プラスチック) 1. 微生物が生産するバイオプラスチック 2. セルロース、デンプン等の糖由来高分子 3. 合成高分子 1) 脂肪族ポリエステル 2) ポリアミノ酸 3) エステル基含有ポリエチレン	【開発・利用により生ずる資源の発展事象】 余剰農産物の活用(デンプン等) 未利用資源の活用(キチン等) バイオ新資源の利用	一次産業(農漁業)の活性化
	【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】 分解生成物による二次公害の危惧 リサイクルへの制約		【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】 天然資源の枯渇(セルロース等)	

- (註) ① 生分解性の定義、評価方法の確立
 ② 生分解性、リサイクル、焼却、埋立等プラスチック廃棄における住み分けと生分解性プラスチックの役割の明確化
 ③ 低コスト生分解性プラスチックの開発
 ④ 生分解性プラスチックの分解機構の解明と分解生成物の安全性の確保

(ロ) 生分解性プラスチックのうち微生物が生産するバイオプラスチックについて

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 ←	社会事象 ←	微生物が生産するバイオプラスチックにかかわる事象 ⇒	資源（エネルギー含む）事象 ⇒	左の資源事象より派生する社会事象 ⇒
	【開発・利用の促進要件となる社会事象】 自然保護・環境保全への対応 廃棄物への対応	（目的達成の方法） 微生物生産ポリエステル	【開発・利用の促進要件となる資源事象】 バイオ新資源の発現 遺伝子工学の進展	
	【開発・利用の制約要件となる社会事象】 使い捨て文化に対する疑問 コスト （現行価格 4000～5000¥/kg）	（技術の動向） 1. 構造の多様化	【開発・利用の制約要件となる資源事象】	
	【開発・利用により生ずる社会の発展事象】 自然と人間生活の調和 安全な生活の促進 医療の高度化	2. 物性と分解性のバランスとコントロール 3. 生産技術（低コスト化） 1) 高濃度培養 2) 菌体中のポリエステル含有量の増加 3) ポリエステルの分離取得の効率化 4) 低価格原料の使用	【開発・利用により生ずる資源の発展事象】 バイオ新資源の利用	
	【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】 リサイクルへの制約		【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】	

- (註) ① 生分解性プラスチックの機能と役割の明確化
 ② 分解性のコントロール
 ③ 低コスト生産技術

(5) 省資源（エネルギーを除く）面での役割を果たす新材料

① 問題点及び課題

基本的には、資源の有限性、希少性への対応と言える。我国が今後も発展していくためには、目先の経済性、効率性を排除しても、長期的視点にたって、開発・利用の促進を図る必要がある。

資源的には原料としての資源の他、製造課程に要するエネルギー資源にも配意し、トータルな（量だけでなく希少性についても）資源問題としてとらえることが必要である。

次項において開発・利用に関連する社会あるいは資源にかかわる事象を抽出し整理した。

今後の開発・利用に当たっては、かかる社会あるいは資源事象からの視点による広い視野に基づく検討がより一層必要となると考える。

また、本項の目的を達成する具体的な新材料としてファインセラミックスを特に取り上げ、同様の整理を行い、(註)として技術等に関する特記事項を掲げた。

② 関連する社会あるいは資源にかかわる事象の抽出

〈総括表〉省資源（エネルギーを除く）面での役割を果たす新材料について包括的にとらえた場合

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <=<	社会事象 <=<	新材料にかかわる事象	資源（エネルギー含む）事象 =>	左の資源事象より派生する社会事象 =>
	【開発・利用の促進要件となる社会事象】 資源の有限性・希少性等による入手困難の中での産業・経済の活性化の促進あるいは国民生活の向上促進	（目的達成の方法） 代替化の促進（少量資源を大量資源に） 資源使用量の軽減化	【開発・利用の促進要件となる資源事象】 大量資源の利用促進	
	【開発・利用の制約要件となる社会事象】 開発コストの増高 リスクの増大 人材の育成	・軽量化 ・小型化 ・高寿命化 リサイクルの促進 効率的使用の促進 適正利用の促進	【開発・利用の制約要件となる資源事象】 エネルギー資源の大量消費（セラミック）	
	【開発・利用により生ずる社会の発展事象】 産業・経済の活性化 国民生活の向上	高寿命化（耐疲労、耐摩耗、耐食、耐熱性） （考えられる材料）	【開発・利用により生ずる資源の発展事象】 資源の効果的、効率的使用	
	【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】 環境保全	ファインセラミックス 導電性高分子 光ファイバー	【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】 エネルギー資源の大量消費	

〈ファインセラミックスの例について〉

(イ) ファインセラミックスを総括的にとらえた場合

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 <=>	社会事象 <=>	ファインセラミックスにかかわる事象	資源(エネルギー含む)事象 =>	左の資源事象より派生する社会事象 =>
	【開発・利用の促進要件となる社会事象】 産業・経済の活性化 外国産業との競合 環境の保全	(目的達成の方法) 物性の高度化(耐熱・強度・耐摩耗・耐食・機能性) 使用資源の軽減 軽量化 薄膜化 小型化 高集積化	【開発・利用の促進要件となる資源事象】 希少・偏在・有害資源の代替 エネルギー資源の代替および有効利用	
	【開発・利用の制約要件となる社会事象】 経済構造の変革に対する抵抗 国際協調 経済性・信頼性	(技術の動向) 既存技術のハイブリッド化 新技術の開発(非平衡的手法)	【開発・利用の制約要件となる資源事象】 エネルギーの大量消費 代替不可能な希少・有限・偏在資源 競合技術の発展	
	【開発・利用により生ずる社会の発展事象】 産業・経済の活性化 資源に起因する社会問題の解消 国民生活の安定・向上 国際競争力の強化 公害抑制	理論・実験にサポートされた材料設計手法の開発 (主なファインセラミックス) (省資源として) 省資源(希少・偏在) ダイヤモンド 窒化ボロン 酸化アルミニウム	【開発・利用により生ずる資源の発展事象】 資源の有効利用 恒久的(無尽蔵)資源の利用(資源問題の安定化) エネルギー資源の利用効率の向上	
	【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】 新しく発生し得る環境問題 技術・利益の偏在 国際的な経済摩擦		【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】 新たな資源の利用により生ずる予測困難な諸問題 リサイクル	

(註) ファインセラミックスは構造材料としてもまた機能材料としても有望であり、資源的には一部希少・高価な資源も利用しているが、一般的には大量資源を原料としている。しかし、実用化にあたってはぜい性破壊の克服等、まず信頼性の確立を図らねばならない。新材料の開発においても、まずこの観点からとらえていく必要がある。

(ロ) ファインセラミックスのうちダイヤモンドについて

右の社会事象より派生する資源にかかわる事象 ←	社会事象 ←	ダイヤモンドにかかわる事象	資源（エネルギー含む）事象 ⇒	左の資源事象より派生する社会事象 ⇒
	【開発・利用の促進要件となる社会事象】 産業・経済の活性化 技術の高度化への要請 資源の偏在による国際問題の解決	（目的達成の方法） 合成手法の確立 大型・良質化 半導体・薄膜	【開発・利用の促進要件となる資源事象】 希少・偏在資源利用の解決 天然にない高品質ダイヤの追求	
	【開発・利用の制約要件となる社会事象】 開発コストの増高 材料コストの増高 開発リスクの増大 国際関係の不安定性		【開発・利用の制約要件となる資源事象】 大量のエネルギー消費 新材料（代替材料）の登場	
	【開発・利用により生ずる社会の発展事象】 経済の活性化 国際競争力の強化	（技術の動向） 超高压技術 焼結技術 薄膜化技術 半導体化技術	【開発・利用により生ずる資源の発展事象】 低価値資源の高品質化 資源の節約 新利用技術の発見	
	【開発・利用により生じる社会問題あるいは課題】 経済摩擦 技術・利益の偏在		【開発・利用により生じる資源問題あるいは課題】 資源分配の変化	

(註) ダイヤモンドは極端な天然資源の偏在及びその優れた性質から人工合成法の確立の与えるインパクトは非常に大きい。しかし、その技術開発には尚多くの問題があると同時にコストが高く、リスクが大きい。又、その優れた性質故に生ずる利用形態のプロセス技術の困難さも大きい。技術問題の解決と共に国際協調の問題も生じてくる可能性がある。資源立国及び他の技術立国との関係にも留意する必要がある。

IV 新材料の開発・利用の今後の展開

これまで新材料の開発・利用と資源及び社会との関連について考察してきた結果、新材料の開発・利用は人類の営みに広汎かつ多大な影響力を持つことが明らかになった。

現在、人類は資源、エネルギー問題、あるいは環境汚染、人口の増大等々、多くの社会問題をかかえ、それらへの対応を迫られている。

このような状況の下で、今後、この局面を打開する手立てとしての新材料の開発・利用の意味する範囲はより広くかつ重要になってきている。

新材料の開発・利用の今後の展開について、アンケート調査結果（参考資料参照）を踏まえて整理すると以下のとおりである。

新材料の開発・利用は、

主として、次のような資源及び社会事象を反映し、あるいはこれらの制約を受けることによつて、その方向が定められる。

- 環境汚染等の社会問題及び資源問題等に関する国際世論、国際政治等の影響あるいは制約
- 環境保全などの社会問題あるいは資源問題等に関する国の政策や国内世論の動向への対応
- 南北格差、ナショナリズムの台頭等から生ずる問題、課題への対応
- 東欧をはじめとする共産圏諸国あるいはアラブ、イスラム諸国における情勢の変化等、新たな国際関係の展開への対応（特に、東西関係の緊張緩和による民需投資の拡大、軍事産業の縮小化は大きな影響を及ぼすと思われる。）
- 文明観、価値観等の変化にともなう新たなニーズあるいは変化への対応
- 個（企業等）自らによる長期的展望、広い視野に立った利営追求のための理念（経営等の）の確立

又、技術的見地からは、

- 科学と技術の融合、接近による発展の促進
 - 異分野間の協力及び共同研究開発の促進
 - 情報交換及び情報流通（公表、公開を含む）の活性化の促進
 - 国際間の協力及び共同研究・開発の活性化
- 等が一層重要となることが予測される。

今後、21世紀に向けて発展が予測される分野としては、

- エネルギー面での役割をはたす新材料
- 省資源面での役割をはたす新材料
- 環境保全面での役割をはたす新材料
- 生命維持・健康増進面での役割をはたす新材料
- エレクトロニクス技術の一層の発展を促す役割をはたす新材料

等が掲げられる。

付 記

本報告書は、科学技術政策研究所に「新材料の開発利用とその影響に関する研究会」を設け、その調査研究の結果を取りまとめたものである。

「新材料の開発利用とその影響に関する研究会」の構成員等は、次の通りである。

委員長	明石 和夫	東京理科大学理工学部教授	
委 員	上村揚一郎	無機材質研究所第3研究グループ主任研究官	
	内田 光穂	(財)電力中央研究所経済研究所経済部長	
	大村 重吉	旭化成工業(株) 開発技術部樹脂技術開発総部長	
	川越 晃	三菱金属(株) 中央研究所次長	
	佐藤 純一	昭和電工(株) セラミックス開発技術部主幹	
	志田 茂	(株)日立製作所技術研修所長	
	田中 一宜	通産省工業技術院電子技術総合研究所 材料科学部長	
	豊田 浩一	理化学研究所半導体工学研究室主任研究員	
	的場 和夫	日産自動車(株) 中央研究所材料研究所主任研究員	
	宮代 文夫	東芝(株) 部品材料事業本部新素材応用研究所所長	
	吉松 史朗	(株)神戸製鋼所顧問 (前 金属材料技術研究所反応制御研究部長)	
	事務局	坂本 進	科学技術政策研究所第4調査研究グループ 総括上席研究官
		佐々木 学	科学技術政策研究所第4調査研究グループ 上席研究官

参考資料

本調査研究の実施に当たり、2回のアンケート調査を実施した。

第1回調査は、材料関係の専門家に対して行ったもので、本研究の中期時点で他の専門家の意見を幅広く聴取し、それを審議に反映させるという目的で実施した。このアンケート調査により、特に感じられたことは、材料開発・利用の最前線の各研究者が社会及び資源との調和について真剣に考えているということであった。

また、第2回調査は、商社、証券、及び銀行等の今後の業務の展開、戦略を検討する上で常に将来の動向に多大な関心を有していると思われ、広い意味での国際情勢、資源状況を把握していると考えられる分野の方に対して、新材料の開発・利用についての我国が進むべき方向などについて意見を伺った。結果は、回収率は低かったものの、興味深い意見を多数伺うことが出来た。

第 1 回アンケート調査の主な結果

対象	材料開発・利用の専門家	69名
	経済問題専門家	7名
回答者	材料開発・利用の専門家	41名
	経済問題専門家	3名

平成元年 8 月実施

設問 新材料の開発利用は資源の利用、創出をはじめとして、その社会的影響は大なるものがあります。

(1) 新材料の開発利用について現在どのように考えられ、どう対応されていますか。又、その新材料の社会的インパクトについてどう考えておられますか。

(主な意見)

- 新材料開発の意義は重要、無資源国の我国にとって、21世紀を展望する上で鍵となる
- 資源、エネルギーの大量消費は、地球環境的にみて受け入れられなくなると考えられる
 - 1 従来の半分の資源で同機能を引き出す
 - 2 大幅な省エネ効果
 - 3 物、人の移動を情報の移動に変えるなどの見方での開発・利用が重要。代替資源の考え方は新たな問題を生じさせるのみ
- 新材料の開発・利用が、社会にもたらすメリットとデメリットを検討しているが、デメリットについては、考察が甘いのが現実。
- 新材料の用途やその市場規模の見通しが不確実である
- 我国は欧米に比べて航空、軍需産業が極めて小さく民需が主体となる、従って、性能の他に必ずコストがつきまとう
- 発想としては、社会的インパクトをイメージしながら開発を進めるべき
- 開発と利用の間にかかなりの期間と費用が必要。このため、結局はニーズ先行型となる。大学と企業研究所の研究内容が非常に近くなっているのは問題
- 社会的インパクトは開発段階では生じない。実用化までの長い期間のためにインパクトは薄められるようだ
- 新材料技術は、その材料に適合した利用技術、及び利用機器技術など広範なシステム技術の確立を待つて初めて実用化し得る。従って、広い分野への技術革新に影響を及ぼし得る
- 新材料は地球環境の悪化を改善するものにとらえている
新機能発現のためには複合化が必要、新機能が得られることにより、材料自体のインパクトも大きい、その方法論的インパクトも大きい
- 人類の福祉・幸福に貢献する度合の多いと思われる方向に関連の深い新材料に注目
- 新材料の社会的インパクトは、機構設計による改善の多くが数十パーセントの効用改善にとどまるのに対して、オーダレベルの大幅な革新につながる点はおおいに期待される。反面、大量に使用されることによる蓄積的な環境汚染などに対する慎重な対応が必要
- 新材料の利用については、経済性を踏えて短期的には多極化してゆく。新材料の企業的インパクトは、開発及び適用の成否が企業間の格差を生み明暗を生じる可能性大。社会的インパクトにしても社会への寄与の裏に歪が残る点を要考慮

- メリットが大きければ、コストが多少高くても新材料を使用することを考えている。つまり、商品製造まで含めたトータルコストで考える
- 新材料のインパクトは、その材料無しには実現しなかつたニーズの社会的インパクトによつてきまる
- 社会的インパクトは、まずは市場ニーズとして現れるものとする。市場に受け入れられないものは、存在しないのと同然
- 最先端技術情報を捉え、(当社)保有技術に密着した領域での開発利用を志向している
- 物質材料からの機能発見と機能要求からの材料開発が必要。
新材料はその機能によつてインパクトをあたえているが、機能性のみを問題にして製造プロセスとの相関を考慮しないと、負のインパクトが将来来ることを考えねばならぬ
- 新材料の開発・利用には読みが大切、このためには科学的基礎知識のレベルアップが重要
- ほとんど全ての研究は、背景にある哲学がしっかりしておれば、人類の福祉に役立つようにすることが可能
- 学会のような中立的立場でデータベースを構築すべき

(2) 開発利用上、現在かかえられている問題があれば、その問題についてお聞かせ下さい。

(主な意見)

- 新素材開発は、小量多品種型の高付加価値素材を提供するが、需要予測(市場)調査に不確定要素が多すぎて市場創成に内部エネルギーのバックアップを失い、単なる技術蓄積に終わることが多い
- 安全性、環境への影響等の評価のコストが上がりはじめ開発・利用を阻害し始めている
- 新材料の物性について、解析、評価技術が十分でなく、データの蓄積が少ないため利用に於てリスクが伴う
- 新材料が開発されても消費量の関係でコストが高い
- 大学研究機関における生産加工技術研究の衰退の結果材料応用工学技術者の養成が行われなくなったこと。難加工性であることが多い新材料の加工プロセスの開発試験を行う公立試験・研究施設の弱体化・陳腐化による私企業の負担の増大
- 現材料に代替する場合は、性能とコストのバランスと信頼性に対する闘いです。セラミックス、先端樹脂、新科学物質等の新材料を拡大してゆくには材料開発者が用途開発を進める必要がありこの点での情報の入手が問題
- 開発利用に際しては、リスクを伴う領域が多い、このため官民の研究分担が特に重要
- 公私の枠をはずした機構を作り、直接的に利益を期待できないような基礎的研究開発を進めることが必要
- 研究設備費の増大。研究内容の総合化への対応
- 少量多品種需要への対応策としての製造システムの開発
- データベースの充実、CAD技術の充実を急がないと米国の後塵を拝する

こととなる

- 開発材料が利用されずに没する主な理由はコストとニーズに原因がある。特にコストの要因は生産にともなう技術力不足に起因するところが大きく、この充足が望まれる
- 使用各種材料の廃棄処理法が必ずしも確立されていないこと（例えば、半導体用等の特殊ガス）
- 研究・開発要員の不足
基礎的分野に対する取り組みの不足
- 最初に実用に供する時の信頼性保証をどう乗り越えるか
- 物性発見のために公的機関の測定装置を利用したくても、多くの場合公開されていないので使えない
- 必要な他分野の知識に手軽にアクセス出来ない
- 材料の広範なデータベースをつくること
- 新材料に限らず、ある有用成分を抽出した時、当面无用な成分が蓄積する。この時それに強い毒性があると、その開発を優先させるかどうか悩むことがある
- 私見として、人類に残された最後の新素材として5f電子系のウランを中心とするアクチナイド系の新機能開発は重大なテーマであると考え研究を行っている。ウラン系を単なる原子力エネルギー（燃料）としてでなく、新しい超電導・磁性・光学材料として見直す物性研究は、社会的にも資源的にもインパクトは大きい

(3) 将来予測される問題点あるいは課題があれば、それらについて、又、その対応はどうあるべきかについてもお聞かせ下さい。国家レベル、地球レベルの対応でも結構です。

(主な意見)

- 新素材開発はKnowledgeとTechnologyの格差の小さい領域で進むと考えられる。我国はTechnologyは一流であるがKnowledgeの点ではレベルが低い。この基礎研究レベルの格差が今のままでは新素材開発に遅れをもたらすと考える
- 安全性、環境等への評価のコスト上昇が開発を阻害し、企業活力を失わせる可能性がある。国は、安全、環境への影響を評価する事業に対し助成を進めるべき
- 廃棄時の公害対策を十分考慮し、自然界に迎合させる技術を確立すること
- 資源問題への対応として、代替材料の開発やリサイクルを充実させることが必要、また、そのための国の支援が不可欠
- 開発・利用にともなう環境への影響は一層強まる。正しい理解に基づいた対応が必要。国による正しい知識の普及と社会的なコンセンサス作りに期待
- 問題点は、公害と思われる。規制ではなく許容をあらゆる可能性について定める必要がある
- 新材料の開発・利用については、廃棄処理・リサイクル・再生・環境等への大きなウェイトが必要

- ・ 現在の工業化社会の中では、自然環境の破壊、社会環境の問題が益々増大するであろう。国家、地球レベルでの対応を早める手段が望まれる
- ・ 開発段階における国際協力等の配慮により国際摩擦の回避が重要
森林資源の破壊、公害輸出等、しばしば警告されているような我国が特定地域の破局を早めているのではないかという懸念である。経済とコスト、利便性にあまりにもこだわった結果であると思われ、将来いろいろな場面で経済至上主義を見直す必要が生じて来る。材料開発でもこれを念頭におく必要がある
- ・ 新材料は機能だけに目が向けられがち、使用・製造におけるマイナスあるいはプラス面の分析により開発の方向づけを国家的、地球レベルで行うことが必要
- ・ 人体、他生物への悪影響のある元素化合物使用の研究開発は届け出が必要
- ・ 我国にとって、資源ナショナリズム傾向の増大はきわめて重要であり、何を備蓄すべきかを常に議論し実行して行かなければならない

設問 将来、重要な位置を占めるとされる新材料はどのようなものとお考えですか。
(貴 の業務に関係なく大局的な観点からお答え願います。)又、その理由についてもお聞かせ下さい。(具体的な材料としてではなく、イメージ的なお答えでも結構です。)

(主な意見)

- ・ 分子・原子レベルでの制御による新材料
生物学的アプローチによる新材料
素材の新機能等の発見による新材料
- ・ 超電導材：省エネルギー、エネルギー貯蔵・輸送へインパクト大
光材料：情報通信へのインパクト大
バイオ関係材料
- ・ 生体材料やハイブリット材料：高齢化社会を向かえて、安全な人に優しい材料
- ・ 強靱性セラミック
高耐熱・易加工性樹脂
易加工性金属間化合物
- ・ 傾斜機能材
超軽量高剛性高強度構造材
各種生体機能代替材
- ・ 複数の要求性能を満足させる広義の複合化材料(コンポジット、ハイブリット、傾斜機能材)
- ・ オプトエレクトロニクス材料
磁性材料
知性判断機能を持つ材料
- ・ 自然のサイクル(自浄作用)とマッチした材料
- ・ 安全性にきわめて富み、精神的圧力の少ないもの
- ・ 半導体、光電変換材料(含む、高効率太陽エネルギー捕獲用材)、電子磁

気材料、光通信関連材料、非木質系・高靱性・耐久性建材、非木質系製紙材料

- 構成材料、軽量高強度材料、セラミック高温構造材料、耐食性・高強度合金、環境適応材料、高性能蓄熱・蓄電材料
- 高密度エネルギー貯蔵材料

設問 新材料開発利用の今後（21世紀へ向けて）の展開について、進むであろう方向と進むべき方向についてお聞かせください。

イ 現実的視点に立った場合（貴社の現在の業務遂行とのかかわりの中で判断した場合）

（主な意見）

- エレクトロニクス、バイオ産業等を支える高機能性高分子、ファイブセラミックス、新金属材料、複合材料の研究開発が主導すると考えられる
- エレクトロニクス関係の新材料の利用が進み、エレクトロニクス利用による情報化、高機能化、省エネ化により産業構造の変化が進む
- 未発掘の技術的課題が隠されている可能性のある融合分野、異分野の技術者の協力が期待される分野
- 現在開発中の新材料の特性改善による新デバイスなどの実現
例：高効率太陽電池
高性能化学電池
新型センシングデバイス
- 機能先行で用途が限定されライフサイクルの短い新材料が多数開発される
- 既に広く知られているもの（例えば、高温超電導材）の実用化を急ぐ
- 現に市場があるか、あるいはかなりの確立、規模で市場が予測されているものに対応するものの開発・利用が進む
- 対目的最適材料の選択法の効率化
- 国際的協調の進展
- 複合化、複機能化
分析的で複雑な複合的思考が進む
マイクロな、あるいは薄短小化への進行
専門分科化
- 新機能の追求と原子・分子レベルに迫る高精度化による材料の作製、創製
- 産業の基盤となる材料の改良、高機能化を中心に材料開発は進む
- 液体、アモルファス等のナノスケールへの注目
- 産業廃棄物化したときの処理システムの確立は、国家レベルで検討すべき最大のテーマ
- 材料開発の理論的基礎、物性論の育成・助成
材料評価、分析技術の推進
資源の国際的有効利用、共同開発・利用

ロ 理想論（あるべきすがた）として

（主な意見）

- 我国の将来は、環境問題を背景に国民的合意の得られるエネルギーのあり方を明確にし、それをベースにした（産業）文明の構築を考える必要有り
- 社会構造の見直しを通し、技術体系を見直し、地球環境の保全に向けた省エネ、省資源技術に関する新材料の開発を進める
- 基礎研究の充実により、新原理、現象の発見とその利用。また、このような発見が可能となるようなシステムの構築が今後の課題
- 材料設計法が確立すれば、結局新材料は自然材料に近づく。ナノコンポジットも傾斜機能材もそうである
- 汎用性がありリサイクル可能な自然体系と調和した新材料の開発も重要。例えば、鉄に匹敵するような材料
- 環境破壊の防止につながる材料。例えば、炭酸ガス及び熱放出につながる燃焼に変わるエネルギー生産方式の開発にともなう新材料開発利用
- 資源リサイクルを考慮した新材料の開発利用
- 国際的な研究協力課題となるような技術の開発
人類全体の問題解決のために推進すべき技術の開発
- 信頼性評価技術の開発
- 新しい技術へのアクセスが困難な中小企業への情報提供を増やすことによつて、開発される新材料の公共的性格を強める
- ありふれた材料、環境に大きな負担を与えない材料を用いた新機能材料の開発。及び、材料処理（ゴミ処理）技術の開発
- 外国と同じ方向の研究も行うべきであるが、日本独自の哲学に基づく研究を考えて行くべきであろう

第２回アンケート調査の主な結果

対象	商社・証券・銀行等	71社
回答		23社

平成２年２月実施

設問 1. 新材料の開発・利用の今後の展開についてご意見をお聞かせ願います。

(1) 我国の新材料の今後の展開はどのように進むとお考えですか。

方向として次の3つが考えられます。

- (イ) 個（国、企業等の団体、個人等）の利益追求あるいは経済原理主導により始まった開発・利用の方向が、国の政策による誘導、国際及び国内世論の動向あるいは文明観、価値観等の変化にともなう国民のニーズ等の変化への対応により修正され、制限されて、結果的に全体益との調和が図られるような自浄作用が常時働き、誘導されていくものと考えられる。
- (ロ) 近年の環境汚染等の社会問題及び資源問題等に関する国際世論、国際政治あるいは国内世論等の影響あるいは制約を反映して、国による一部開発・利用について規制が必要となる。
- (ハ) 開発・利用に対し、国及び国民の科学技術の活用、資源利用等についての理念が確立され、それを基にテクノロジーアセスメントが実施される等、そのコントロールの基に進むこととなる。

どの方向に進むと推察されますか。
(イ)～(ハ)のいずれかをお選び下さい。

回答を得た23件の意見の内訳

イ ロ ハ

回答 (11 10 2)

(イ)～(ハ)の他に方向が考えられれば、ご教示願います。

(上記以外に考えられる方向は)

- ・ 日本独自の利益にとどまらず、地球的規模の利益追求の中での技術の国際的財産化の方向（技術のボーダレス指向）
- ・ (イ)に近い形で進むと考えられるが、素材の開発と利用は今後とも経済原理主導により展開すべき。例えば、現在個として享受している利益を全体の利益（自然環境保護など）の為に制限すると考えるより、新素材を利用することによって既存の利益を同等異質の新しい利益基準に転化する努力が払われていくと予想される

(2) 上記(1)の展開について

我国が無資源国であり、科学技術立国として、かつ貿易立国として将来も発展していくためには、(イ)～(ハ)のうち、いずれに進むべきとお考えですか。(イ)～(ハ)のいずれかをお選び下さい。

回答を得た23件の意見の内訳

イ ロ ハ

回答 (11 7 5)

(その理由は)

(イ)を選んだ理由

- ・ 新材料開発には基本的に資本主義、自由主義の論理が働くことが望ましいと考えられるから
- ・ 我国企業の社会的使命、責任感は過去の公害対策等の学習効果を経て強ま

っていると思うから

- 民間の競争原理を最大限に活用すべきである
- 国内外の世論・政治等による部分的なコントロールは必要だが、自由主義経済下では、(イ)のコースが基本的と考えられる

(ロ)を選んだ理由

- (イ)のような総花的キレイ事ではダメ。(ハ)のような理念も観念的でコントロールなどできない
- 個の利益追求、経済原理主義にまかしておけば競争意識の強い我国では調和がはかられた方向に行くとは思われない。ある程度の法的規制もやむを得ないと考える
- 我国及び相手国双方の利益になるように進めるべき
- 地球規模の環境問題については、個々の企業、社会情勢等の自浄作用だけでは解決しないとおもわれる
- 材料の研究開発においては、国の政策誘導が重要な要因となるに従い国が全体益をめざすのは当然のことである

(ハ)を選んだ理由

- 自浄作用に全てを期待するのは難しい。国として問題点の提示、最小限の規制が必要
- 経済・産業のグローバル化が進む中、個の利益追求といった場合の個の範囲があいまいとなりつつある。国際的な立場から、開発・利用に対する理念の確立が必要となる
- 国民の価値観、文明観の変化において自浄作用が働く事がもっともベストの型だから
- 地球規模の環境汚染に対する研究は、一企業あるいは複数の企業程度の研究開発費で賄えるものでない。基礎研究と方向付けを国がなした上で個別企業が apply すればよい

(3) 上記(2)において(ロ)を選ばれた場合にお答え下さい。

(i) どのような事項について規制をかけるべきとお考えですか。
(簡単に箇条書きで結構です。)

(規制事項についての意見)

- 新材料の製造に伴い発生する有害物質について
新材料の廃棄、処分の仕方について
- 公海にある海洋資源(海底)について多国間条約等にて原則の網をかぶせるが、一方において民間の活力は減殺せぬよう一定の収益とリスクは認め、活動力の主体とする。公的機関は活動主体としては補完的位置におく
- 新材料の開発行為よりも、開発過程あるいは、その材料によつてもたらされる環境破壊等の程度を考え材料の利用等を規制すること
- 基礎研究の上につた論理的な規制
世界の先進国と意見調整をはかった上での規制
- 環境汚染
資源国で第一次加工は行うべし。先進国では試作研究ソフトに近い高付加

価値製造のみが許されよう

- 有害物質廃出
有害物質廃出物製造
- 環境保全への対応
国際世論・政治への対応
- 産業廃棄物
森林資源乱開発
海洋汚染

(ii)規制の方法についてお聞かせ下さい。
(簡単に箇条書きで結構です。)

(規制の方法についての意見)

- 開発利益の一定割合は、公的機関へ吸い上げ基礎研究費などその活動原資とする
- 極めて政治的に規制がなされる。
経済力をバックにいかにか政治的に立ち回るかがポイント
- 廃出濃度規制
廃出製造物製造禁止
- 法・政令
- 現状の問題点の認識とそれに対する対応策の確立

(4) 上記(2)において(1)を選ばれた場合にお答え下さい。

(i) 確立する理念として、どのようなものをお考えですか。
(簡単に箇条書きで結構です。)

(考えられる確立する理念として)

- 法規制強化
代替資源開発助成など
- 持続的開発のための研究の推進、技術の開発(環境保全の優先)
利益の公平な分配(発展途上国、後進国の発展のための担保)
適正な利益(奢侈的利用のための開発抑制)
- その開発が人類にとつても、日本にとつてもより有益であること
- 地球環境汚染の防止
無資源国、有資源国双方の利益の向上

(ii)理念を確立するためには、どのような方法がおありとお考えですか。
(簡単に箇条書きで結構です。)

(理念を確立する方法として)

- 各国共通の判断基準(規格、条約等)の作成、また、これを守るための査察制度、ただし、自由競争の原理の上に乗って
- 国連等国際機関を通じた、議論および合意。そのための先進国負担による各種研究の実施
- 広く国民世論に訴える

設問2. 今後の新材料の開発・利用に期待される分野についてご意見をお聞かせ下さい。

近年の科学技術の著しい発展は、人類の文明の中において科学技術文明が突出することとなり、資源、特に社会的に多くの問題・課題を生ずることとなった。

このことは、科学技術の中において中心的な位置を占める新材料の開発・利用についても例外ではなく、種々の問題・課題を生じている。このことを踏まえ、

(1) 期待される分野として

- (イ) 環境保全での役割
- (ロ) 生命・健康維持での役割
- (ハ) 社会福祉（人口の老齢化への対応）での役割
- (ニ) 省エネルギー、新エネルギーでの役割
- (ホ) 省資源での役割
- (ヘ) エレクトロニクス技術の一層の進歩（利便性）での役割

等の分野が考えられます。

特に期待されると思われる分野について上記(イ)～(ヘ)から2つお選び下さい。

回答を得た23者が各々二つずつ選んだ分野の集計の内訳 イ ロ ハ ニ ホ ヘ
回答 (10 10 2 13 1 10)

又、上記(イ)～(ヘ)の他、特に期待されると思われるものがあれば、ご記入下さい。

(特 に 無 し)

(2) 上記(1)において、特に今後積極的に開発・利用を行うべきとお考えの分野について、上記(イ)～(ヘ)の中から2つお選び下さい。又、その理由についてもお教え下さい。

回答を得た23者が各々二つずつ選んだ分野の集計の内訳 イ ロ ハ ニ ホ ヘ
回答 (16 5 2 13 3 4)

その理由（簡単に箇条書きで結構です。）

(その理由は)

(イ) を選んだ理由

- ・ 科学技術の発展によつて生じた環境問題を解決できるのは、今や科学技術まさに新材料に期待するところが大きい
- ・ エネルギー問題は、環境問題と裏腹の関係にあるが、地球環境問題は、一旦現象が表れてからの対策は非常にコストがかかる。また、素材は地球の物質循環を通じて、環境問題と深く係わる。従つて、この観点により新素材開発・利用を進めて行く事が必要
- ・ リサイクル性、非汚染性を予め設計に折り込んだ製品開発しか許されなくなろう
- ・ 森林破壊防止、森林の再生、砂漠の緑化対策
- ・ 自然環境は有限であり、行き着くところは人類の生存の問題につながる
- ・ 日本が資源及び技術面で相対的な優位性があると思われ、且つ、時間的な余裕がないこと。

(イ・ロ)を選んだ理由

- ・ 新しい時代に入り、まず人命そのものに影響のあるもの
省エネ・エレクトロニクスはこのままほっておいてもある程度進歩する

(イ・ハ)を選んだ理由

- ・ 経済原理に乗りにくいものであり、国等による積極的な開発が望まれるため

(イ・ホ)を選んだ理由

- ・ 次世代以降の人・動物への為に
- ・ 環境汚染、エネルギー不足がさらに深刻な問題となる前に対応すべきであると考えられるため

(ロ)を選んだ理由

- ・ 社会の成熟化、高齢化社会の進行などから人的資源確保のための生命・健康が大きなテーマと考えられる
- ・ 生命にかかわる問題で全地球的である

(ハ)を選んだ理由

- ・ 福祉に有益な新素材が最もニーズが高く、社会から A c c e p t されやすい
- ・ 個々人の福利が重視される時代の到来

(ニ)を選んだ理由

- ・ 石油は有限の資源であることの再認識
- ・ 原子力利用の伸び悩み
- ・ 経済大国故のエネルギー多消費に対する国際的批判の回避
- ・ クリーン・エネルギーの為に新材料の開発が地球環境の保全に必須
- ・ 石油資源枯渇化対策
- ・ エネルギー消費の増大と環境問題の悪化が全地球的問題となるため

(ホ)を選んだ理由

- ・ 資源は有限である
- ・ 地球的な期待

(ヘ)を選んだ理由

- ・ エレクトロニクスはあらゆる分野の基礎となるため
- ・ 産業発展の基盤となる
- ・ 極限への挑戦

上記(イ)～(ハ)に該当するものがない場合は、ご記入下さい。

(特に無し)

設問3. 我国における新材料の開発・利用の今後の展開には、資源及び環境面でのきびしい世界的状況の中で、従来にも増して次の対応が必要と思われます。

(イ) 近年の科学技術の発達には、豊かさをもたらしたのと同時に、資源の大量消費、生態系の乱れ等の環境問題等、様々な問題・課題をかかえてきている。

このことから、科学技術の活用も、グローバルな観点に立ち、人類全体の受益を考える方向へ、国際世論、国際政治は動きつつあり、その枠組みの中での行動が求められることとなりつつある。

我国は無資源国であると同時に貿易立国として国際社会において発展してきたところであり、我国が将来も発展し続けるためには、今後は積極的な国際的対応が、特に必要となる。

具体的には、南北隔差、環境等への積極的な役割が考えられる。このためには、新材料の開発・利用を通しての人的な支援、科学・技術面での支援・協力が考えられ、国が中心となり、産・学協力のもとでこれを実施することが不可欠となる。

(ロ) 資源問題への取り組み

我国は無資源国であるが、資源大量消費国である。資源問題への取り組みは、我国の生命線であり、我国にとって重要な問題であると同時に、このことは、又、世界に対する我国の責務であるとも言える。資源の有限性、あるいは希少メタルへの対応について、経済原理、あるいはその他の利害にのみとらわれることなく、人的、資金的対応が不可欠となると考えられる。

(ハ) 科学・技術の発展強化

我国は立国の基盤を科学技術におき、国民の英知により科学技術を活用し、発展を遂げてきた。今後も発展を続けるためには、科学技術の更なる発展強化が不可欠である。

このため、

- 国による先端的分野への投資（補助など）による民間活力の活性化
- 国研及び大学による推進

が不可欠である。

以上のことから、

この他に、特に配慮する必要があるとお考えのものがありましたら、ご教示願います。又、上記の中で、具体的な方策としてお考えのものがございましたら、合せてご教示願います。

（簡単に箇条書きで結構です。）

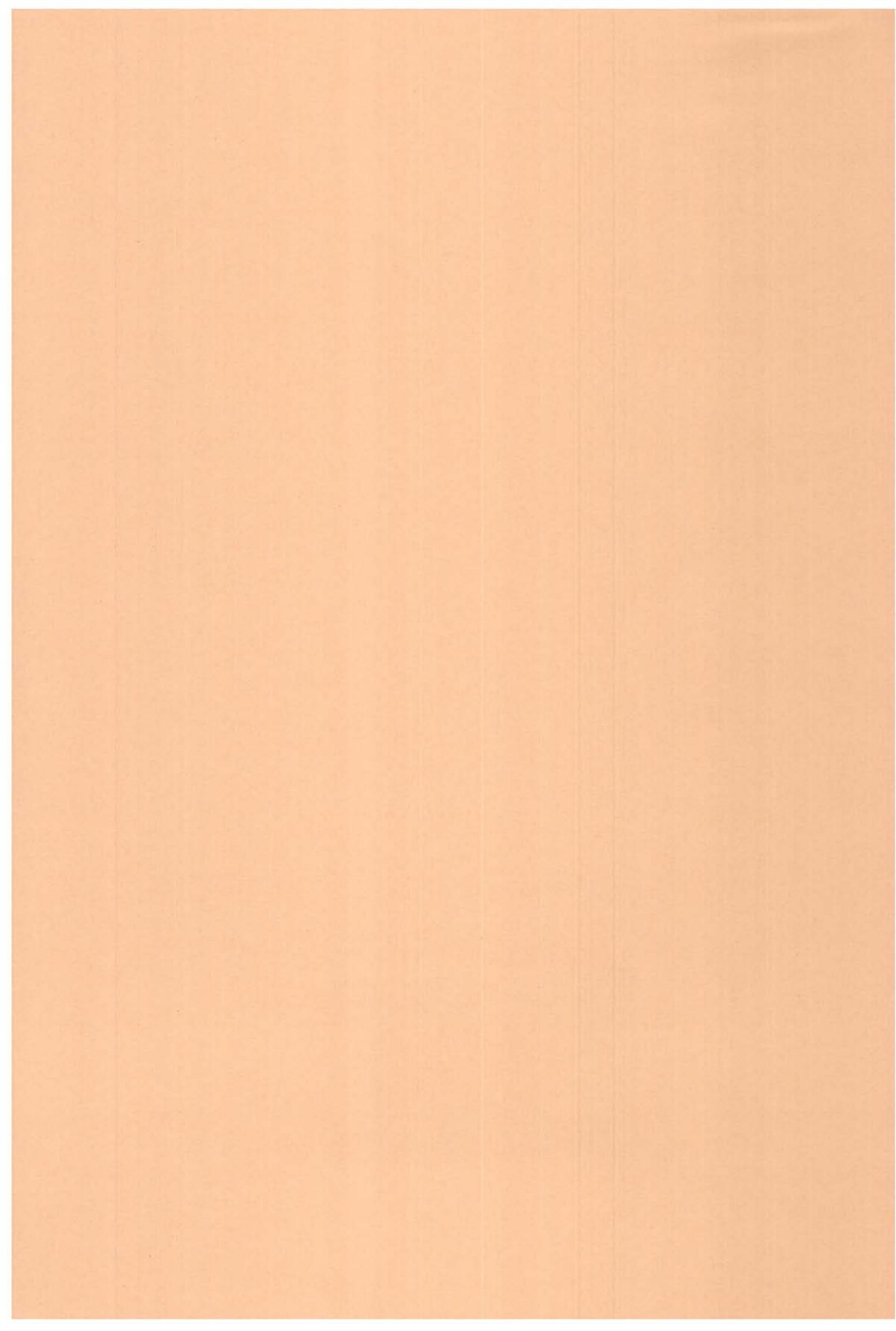
（その他に考えられる方策としての意見）

- 国による科学技術の積極的な推進と、その成果を国際的に活かしてゆく、具体的検討が必要
- (イ) で、新素材の開発・利用を通しての支援・協力となつているが、新素材の開発・利用以外の分野でも、つまり、広く国際協力、先進国としての利益還元等を行って行く必要がある（技術・経済の分野にとどまらず文化的交流を通じた相互理解を深めて行く必要がある）
- 国際的な材料データベースの構築・運用
 - 先進国間の知的ノウハウの共有化・効率的運用
 - 発展途上国への知的支援
 - 国際社会への日本の知的貢献
- 単なる科学技術の強化でなく、あくまでも資源国、発展途上国に貢献することを前提とした科学技術の強化が大切
- 国際的研究機関の設立（国際技術協力）
- (ハ) について、民活の為に
 - 1、R & D 費の控除額の拡大
 - 2、R & D 成果について開発者の保護を確立
- 官民学を含めた国際的協同研究の推進
- 世界各国の学者、研究機関と広くタイアップして行く

- ・ 海外へ展開している民間企業が、世界各国に於て活発に研究開発活動を行うであろうが、国はこれを助長する方策をとるべきである

設問 4. 本調査研究について、何かご意見がございましたら（忌たんになく）お聞かせ願います。

- ・ 本テーマの規範、奥行きから見て、国の指導的役割がきわめて重要
- ・ 欧米諸国と日本とでは、新材料開発に対する認識が基本的に異なっていると思われる。その違いから、今後のコースを想定するののも一つの考え方ではないか



科学技術政策研究所



011013557