

報 告

科学・技術発展のための長期研究の推進  
— 知覚情報取得技術による限界突破 —



平成20年（2008年）9月4日

日 本 学 術 会 議

基礎生物学委員会・物理学委員会・化学委員会・

総合工学委員会・材料工学委員会合同

科学・技術の発展のための知覚情報取得技術の強化

に関する検討分科会

この報告は、日本学術会議基礎生物学委員会・物理学委員会・化学委員会・総合工学委員会・材料工学委員会合同科学・技術の発展のための知覚情報取得技術の強化に関する検討分科会の審議結果を取りまとめ公表するものである。

日本学術会議基礎生物学委員会・物理学委員会・化学委員会・  
総合工学委員会・材料工学委員会合同  
科学・技術の発展のための知覚情報取得技術の強化に関する検討分科会委員

委員長	外村 彰	(第三部会員)	(株) 日立製作所フェロー
副委員長	二瓶 好正	(連携会員)	東京理科大学教授
幹事	橋詰 富博	(特任連携会員)	(株) 日立製作所基礎研究所主任研究員
	黒岩 常祥	(第二部会員)	立教大学理学部教授
	中西 友子	(第二部会員)	東京大学大学院農学生命科学研究科教授
	柳田 敏雄	(第二部会員)	大阪大学大学院生命機能研究科教授
	岸 輝雄	(第三部会員)	(独) 物質・材料研究機構理事長
	北澤 宏一	(第三部会員)	(独) 科学技術振興機構理事長
	十倉 好紀	(第三部会員)	東京大学大学院工学系研究科教授
	飯島 澄男	(連携会員)	名城大学理工学部教授
	市野瀬英喜	(特任連携会員)	(独) 理化学研究所 副グループディレクター
	一村 信吾	(連携会員)	(独) 産業技術総合研究所理事
	小川 誠二	(連携会員)	小川脳機能研究所研究機構長
	小泉 英明	(連携会員)	(株) 日立製作所フェロー
	鯉沼 秀臣	(連携会員)	(独) 科学技術振興機構研究開発 戦略センターシニアフェロー
	鈴木 厚人	(連携会員)	高エネルギー加速器研究機構機構長
	壽榮松宏仁	(連携会員)	元(独) 理化学研究所播磨研究所長
	難波 啓一	(特任連携会員)	大阪大学大学院生命機能研究科教授
	藤吉 好則	(連携会員)	京都大学大学院理学研究科教授
	観山 正見	(連携会員)	自然科学研究機構国立天文台台長

報告書の作成にあたり、以下の方々に御協力いただきました。

治部 眞里 文部科学省科学技術政策研究所上席研究官  
三須 敏幸 文部科学省科学技術政策研究所上席研究官

# 要 旨

## 1 作成の背景

学術研究を通じ、文化的成熟度の高い調和ある社会を建設し、人類の存続と文明の発展に貢献することは、地球規模の経済を展開する我が国の責務である。そのためには先ず、安全・安心な社会の構築がなければならず、科学・技術研究による経済競争力増強の努力は必要不可欠である。これまで我が国では「技術」は優先的に育成され、ものづくり技術は世界に冠たるレベルに至っている。しかし「科学」は限られた分野を除き未だその域になく、技術との間に不均衡が見える。一方、現代科学は人の五感では捉えるのが困難な遠方や極微の世界が決め手となる場合が多く、その世界の知見を我々の五感で捉えられる情報に変換し、知覚として整理して思考に持ち込む「知覚情報取得技術」が不可欠になっている。最高の科学の成果には最高水準の知覚情報取得技術が求められ、その構築には広い分野の最先端科学の成果を結集しなければならないから、科学と技術はいずれかが弱いと結局双方共に進歩発展が滞らざるをえない。つまり、科学・技術の進歩には両者の相乗効果（シナジー効果）が不可欠である。今まで技術の一方的成長が出来たのは海外からの科学的成果の導入が可能だったからであるが、これは国際競争時代を迎えて踏襲できる方式ではなく、「不均衡」がこのまま推移すれば、科学技術立国を目指す我が国の競争力低下は避けられない。現に、競争力の低下の兆しが見え始め、不均衡の解消が緊急の課題となりつつある。世界に冠たる質と規模の技術を知覚情報取得技術に結晶させて、真の科学興隆を始めることが今なら可能なはずであると判断し、分科会を立ち上げて対策を検討した。

## 2 現状および問題点

我が国の知覚情報取得技術は総じて高水準ではあるが、最近、海外技術の高度化が著しく、これを導入する例が増えている。日本のお家芸と言われた分野ですら海外による技術に追い越される事態も出てきている。当分科会の調査では、技術導入をした研究者の多くが、日本の将来の知覚情報取得技術に“不安”を覚えている。最先端技術が結集される知覚情報取得技術には技術総体の水準が投影されるので、既に一流でないとの見方もある経済と同様に、こうした現象は日本の技術の下降現象を示唆していると見ることが出来る。このような異変を招きつつある理由については、短期集中型で繰り返される近年の研究体制にあるとの指摘が多い。「飛躍的な新発見」や「限界突破」につながるような難度の高い基礎科学や根源的技術テーマは、短期のプロジェクトで完遂できる可能性が低いために、研究者の側で当初より選択肢から外してしまう傾向すら見られる。その様にして短期プロジェクトに慣れた結果、大きなテーマにじっくりと取り組む精神文化までが失われつつあるとすれば、更に大きな問題であろう。小改良の積み重ねにより世界一を歩み続けたものの「原理の壁」の前で立

ち止ってしまった「日本の電子顕微鏡」は、15年の長期間をかけて「壁を越えるための研究」を成し遂げた欧州に世界最高の技術の座を奪いさられた。この例は、今後もあり得る事として貴重な警鐘である。同様の例を繰り返さないためにも、我が国の基礎科学研究の公的支援システムに、長期の資金援助のパターンを用意すべきではないだろうか。ものづくり技術力が揚力を維持している今のうちに、具体的施策を講ずべきであろう。

### 3 提案

#### (1) 息の長い研究を可能にする支援体制の構築

国際競争時代を科学技術で勝ち抜くには、限界を突破し飛躍知を手に入れることの出来るような「原理の壁突破型」の研究が為されなければならない。しかしそのような難度の高い研究を5年程度の短期プロジェクトシステムで行うには、中間評価などで2～3年のうちに成果の出ないものは削除されるなど、制度上からも非常な困難が伴う。研究者が遠く高い目標を設定して、15年～20年の長期に亘る地道な源流志向の限界突破型の研究を遂行可能にするような、「細くても長い」研究資金支援体制の工夫整備が必要である。

#### (2) 大学及び公的研究機関での長期研究を意図した部門の設置

研究者が個人ベースで、継続的に同一テーマで長期研究に専念することは、今日の環境下では阻害要因が多く極めて困難である。日本が得意としている分野に限る等の工夫をしてでも、長期の研究資金支援体系を構築するとともに、既存の公的研究機関の幾つかには専用の長期研究部門を設置することが望まれる。

## 目 次

はじめに	1
1 科学と技術	1
2 科学と技術のシナジーらせん機構	1
3 科学と知覚情報取得技術	2
4 知覚情報取得技術の海外依存	3
5 海外技術導入動機の変化	3
6 長期持続型研究の必要性	5
7 提案	7
(1) 息の長い研究を可能にする支援体制の構築	7
(2) 大学及び公的研究機関での長期研究を意図した部門の設置	7
(添付資料1) 科学・技術の発展のための知覚情報取得技術の強化 に関する検討分科会記録	8
(添付資料2) 知覚情報機器に関するアンケート調査と結果	10
(添付資料3) 日本学術会議シンポジウム「科学技術立国の礎」 ー日本の計測・観察技術を再興するーについて、 会場における参加者アンケート調査（設問及び回答）	36

## はじめに

人類は学術研究を通じて知の領域を広げ知の資産を蓄積し未来を拓く糧としてきた。知の領域拡大と共にひとの活動範囲は国や地域を越えて広がり、個々の繁栄を通じて全体の繁栄を図る自由競争を共通ルールとして、個人から国家に至るまで、それぞれの進歩的努力が展開され、世界的競争が深化しつつある。この中で我が国が学術研究を通じて人類の存続と文明の発展に貢献することは、地球規模の経済を展開する先進国としての責務であり、そのための競争力の補充増強を行うことは自然で重要な方向であろう。しかし、技術の大発展の結果、科学の発展との間に不均衡がみえ、経済に寄与する技術の競争力を削ぐ遠因を作りつつあるように見える。このままゆけば日本の技術の競争力低下は遠からず訪れる可能性があり、人類への貢献どころではなくなる恐れがあるのではないか。持てる技術が一流である今のうちに、まずは飛躍的な新発見や限界突破につながる「飛躍知」に手が届く科学を育て、その科学がまた技術に栄養を与えるようにし、イノベーション創製に繋げて競争力を高めるべきではないだろうか。それには、「長期研究を可能にする仕組み」を作らねばならない。ここではその提案を行う。

## 1 科学と技術

実験という積極的な手段で自然界に働きかけて情報を取得し、これを元に論理的に知識体系を積み上げる自然科学（科学）では、実験の持つ役割が基本的に重い。生活の利便を向上させるための工夫である「技術」は、17世紀の科学革命以降も職人の分担であり、科学と直接関わりあうことはなかった。18世紀後半に、人の腕力や脚力を超える力や速さを手に入れるために、科学の知的資産（科学資産）が使われはじめたのが、科学と技術の結びつきの始まりではないか。イギリスに始まった産業革命は、科学原理を人間の管理下に置いて部分的ながらも制御する事によって、商品生産をはじめとする生活利便の向上に、名前の通り革命的な成功を収めた。今日我々人類が享受している豊かな物質生活も、それと同時に抱えこんでいるいろいろな課題も、基本構造はこの結びつきから始まったといえよう。本来人類共有のはずの科学資産の実質的な偏在化もまた、ここから始まった。この傾向は時とともに強まって、第2次大戦以降は更に顕著となり、科学と技術の高低が国家の命運を左右する重要要素となったことは、歴史の示すとおりである。この密接な関係は時を経ても緩む気配はなく、我が国では「科学技術」と一括呼称されるほどに、ますます強まるばかりである。[国力⇔経済力⇔科学力]の図式が、その是非を問わず、成り立っていると言えよう。今日の先進国に於いて科学技術政策は最も優先度の高い国家政策の一つになっている。

## 2 科学と技術のシナジーらせん機構

開国以来、我が国は先進国の科学・技術を採り入れ、熱心に育ててきたが、

科学に比べ技術の成長が著しく、技術では世界2位のGDPを達成し得たが、科学でそれに匹敵する成長結果を見いだすのは難しいように見える。一つの指標として自然科学系における2007年までのノーベル賞の獲得数を見ると、我が国の9件は、米国の222件、英国の74件、ドイツの65件、フランス26件とはかなりの開きがあり、世界最高水準と言うには無理がある。ノーベル賞にまつわる固有の事情を考慮してもその差は埋めがたく、最高を誇るものづくり技術と肩を並べる状態にあるとは言えないのではないか。もちろん、実際の科学資産の蓄積度合いにはノーベル賞の数ほどの落差はないのかもしれない。しかし成長の度合いが異なっていることに間違いはなく、大競争時代に臨んで向き合わねばならない重要課題の一つであることも間違いはない。なぜなら、現代における科学の発展は、高度な知覚情報取得技術を用いて飛躍的な科学原理の発見がなされ、その新発見がまた既存技術の限界突破に必要な新原理を提供するという具合に、単なる積み重ねではなく、互いに相手を相乗的に高め合う「シナジー効果」によって上昇らせんを描いて進行しているからである。科学か技術の何れかが極端に低いと、低い方は高い方を高める寄与ができないため、らせんのピッチが下がるだけでなく、高い方を引きずり下ろす効果が働いて、やがては停ってしまう危険すらあり得る。科学知の資産がどこかの国や地域に偏在化してゆくのは、その国や地域では科学と技術の均衡が実現し「シナジーらせん機構」がより効果的に作動しているからに他ならない。

現代の先端技術は、科学無しには立ちゆくことは難しく、科学もまた技術無しには発展がおぼつかない。「シナジーらせん機構」が正しく動作するには科学と技術間の水準に不均衡があってはならない。もしそれがあつたら是正のために何らかの方策が必要であろう。世界に冠たる質と規模のものづくり技術を持っている今のうちなら、最先端技術を知覚情報取得技術に結晶させて、強力に科学を推進することから始めることが可能なはずである。

### 3 科学と知覚情報取得技術

科学の知識体系を築き上げてゆくには自然界からの情報取得が不可欠で、そのために実験という積極的な自然への問いかけがおこなわれてきた。人が科学的思考を行うには、外界の直接的刺激（視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚など）が、まずは知覚として整理されたうえで、思考に供される。この意味で、科学者が外界から集める科学的情報は知覚情報と呼ぶのが解りやすい。かつて科学の対象が身の回りであった頃には、直接五感経由で多くの知覚情報を取り込むことが出来、実験という積極的な自然界への働きかけもその水準で行うことが出来た。しかし、今日のように研究の対象が、遙か遠方や極微・極低温などの極限世界であると、我々の感覚器官は情報源に直接関与して情報を捉えて知覚にまで持ち込むことが出来ない。望遠鏡や顕微鏡など何らかの方法で「道」を作らないと情報源に到達できず、思考に役立てるための知覚情報を得ることが出来ない。この情報源に到達するための道作りの手だて（技術）はすなわち「知覚

情報取得技術」である。超感覚の世界に踏み込んだ現代科学の、特に最先端は、知覚情報取得技術無しには成立し得ないのが現実である。1970 年台以降、極微の世界を覗く技術である電子顕微鏡で、日本が常にトップの座を占め続けた結果、これを用いて物理やバイオなどの基礎科学分野で、欧米ではなく日本で、複数のノーベル賞級の成果が生み出されているのはその好例であろう。

最高の知覚情報取得技術を得るには広い技術分野の最先端力の集中的な投入が必要なことから、最先端の知覚情報取得技術は逆にその国の総合的な技術力を敏感に映し出す鏡ともなっている。

#### 4 知覚情報取得技術の海外依存

知覚情報取得技術の現状について最初に警鐘を鳴らしたのは、2003 年に行われた文科省科学技術政策研究所等の調査結果であろう（注 1、2）。海外技術の導入が増加傾向にあることが同調査で察知されている。本分科会では 2007 年に全国の大学、国公立研究所および企業の研究所 132 カ所に対して、知覚情報取得装置の有効性や内外での優劣の分析、技術継承や独自技術の優位性確立の方策、研究開発能力を格段に向上させるために採るべき方策と研究体制、自然科学教育のあり方や考え方、技術の蓄積・継承についての現状と今後の方策・施策、独自技術の衰退を阻止するための方策などに関するアンケート調査を行った（注 3）。その結果、海外技術導入の増加傾向は、このアンケート調査にても再確認された。海外からの知覚情報取得技術の導入自体は以前から決して珍しいことではなく、本分科会の調査では過去に遡って全分野を通じた凡その平均値で 25%が海外から導入されている。その中では DNA シーケンサーの 100%や SIMS の 85%のように海外勢が圧倒的な分野もあれば、電波望遠鏡（20%）や電子顕微鏡（6%）のように国産が圧倒的に強いものなど入り交じっている。

#### 5 海外技術導入動機の変化

2000 年以降の統計データでは（注 4、5）、それからのほぼ中間点にあたる 2004 年の数値に見られるように（図 1）、最先端と言われる分野の技術については海外からの導入が、過去の平均値である 25%を明らかに上回っているケースが多い。ここに至るまで放置されてきたのは、変化が緩やかであったためとしか考えられない。

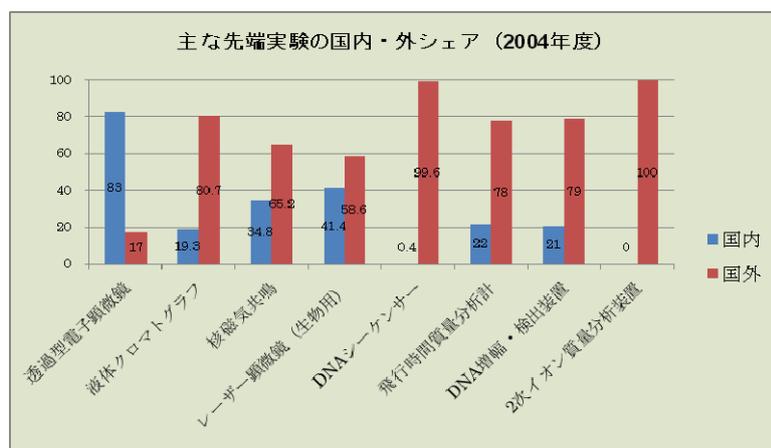


図 1 主な先端実験装置の国内・外のシェア（注 4、5）

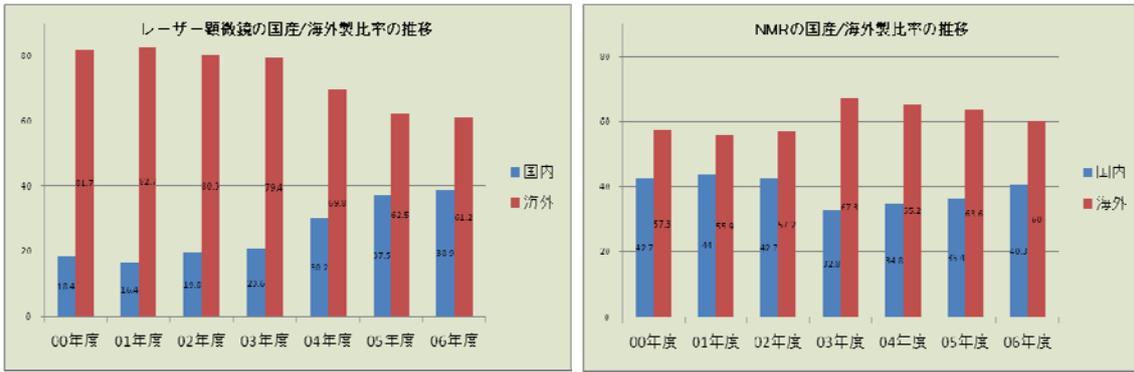


図2 レーザ顕微鏡、及びNMRの国産/海外製比率の推移（注4、5）

この前後を含む2000年以降の推移例を見ると、図2の典型例のように、レーザー顕微鏡のように明らかに勢いを盛り返しつつあるように見るものもあるが、たいていは年度による多少の上下を繰り返しつつ低い値にとどまっている。レーザー顕微鏡にみられる回復基調は我が国の光学技術全体の水準の高さから見れば当然のことと見ることが出来る。

海外の知覚情報取得技術導入は以前よりおこなわれていることであり、内外技術の相互補完は必ずしも問題と言えるものではないであろう。しかし海外技術の導入が長期的に増加傾向にあることを見過ぐすと、将来に禍根を残す可能性が高いのではないだろうか。それでも導入動機が、使いやすさや、値頃感、あるいは、特殊なので日本で作られていないなど、従来からよくみられたものであれば、物事の根幹に関わるとは言えず今の時点で殊更問題にする意味はあまりないかもしれない。しかしこの度、本分科会が全国の大学や研究機関を対象に行った調査で、「日本製よりも高性能であるから」という理由が多く挙げられている点には注目しなければならない。幾つかの重要な技術に於いて我が国の技術は海外技術に優位を譲っているし、国内で誕生したにもかかわらず、国内の環境では成長できず米国で成長してこれが逆に輸入されるという例も見られる。そうした技術的な優位が理由になっている海外技術導入の増加は、科学と技術が互いに高め合う「シナジーらせん機構」の発現を、技術が科学を支えるサイクルから今からスタートさせようとする見地からすれば、あきらかな不安要素であり、見過ごしてはならない。本分科会のアンケート調査の中で、性能の良さを理由に海外の知覚情報取得技術を導入した研究者の多くが、「将来の日本の知覚情報取得技術に不安を覚える」とコメントしており、事の本質を鋭敏に捕捉していると言ったことが出来る。[日本の技術=最高水準]という通念は研究現場の知覚情報取得技術に関しては既に色あせつつあるのではないか。知覚情報取得技術は技術全体を垣間見る鏡でもあることをおもえば、既に一流でないとの見方もある経済と同じく、日本の技術全体にも同じ事が起きているか、その兆しが潜んでいる可能性があると思われる。

## 6 長期持続型研究の必要性

海外技術が「高性能」を理由に国産を差し置いて導入される場合のパターンは、ほぼ二つが特徴的に捉えられている。ひとつは、当初より海外技術が優位に立っており現在までまだ追いついていない場合であり、上掲の図1に示した中にもこれに該当する例は幾つか見られる。いまひとつは、長期に亘り日本の技術が先頭を走り続けていたのにもかかわらず、海外技術が突如高性能化して追い越されてしまうケースである。このうち大きな課題が潜んでいるのは後者である。

かつて日本の技術が努力を重ねて世界のトップに躍り出る途上では、「改良」が重要なキーワードになっていた。トップの座を獲得した後もこれを維持するために弛まず「改良」が繰り返された。しかしそうした改良の行く手には原理の壁があって、壁が近づくにつれて、改良がもたらす進歩の幅は小刻みにならざるをえない。改良の努力はやがて「限りなく壁に近づくための努力」の観すら呈して、最終的には壁の根方で立ち止まるしかない。この間欧米では「原理の壁越えを目指した研究」が持続的に行われて、10年～20年を費やすものの、最終的には大きな跳躍を実現する。漸くたどり着いた壁の根方では、遙か頭上を飛び越えてゆく彼らの姿を見送るしか為す術がない。たとえば、1970年以降絶え間ない改良努力の甲斐あって常に世界最高の分解能を維持し続けた日本の電子顕微鏡は世界中の研究者に使われ、「電子顕微鏡は日本のお家芸」とも呼ばれた。しかしこの間の弛まぬ努力は「レンズの収差」という光学機器の根幹に関わる原理の壁を超えることや壁の破壊を目指したものではなく、壁の内側での小刻みな改良の繰り返しであり、壁への挑戦は官民共に為されて来なかった。やがて20世紀の終盤に至り、20年を費やして「電磁レンズの収差補正」という壁に挑戦し続けたドイツ人 H. Rose、M. Haider 師弟の成功によって、技術的に劃然と追い抜かれてしまった。このことは国内における外国製電子顕微鏡の導入量にも現れているだけでなく、抜きん出た高性能で世界の研究機関を制覇して最強を誇った日本の電子顕微鏡の占有率にもはっきりした変化を起こしている(図3)。

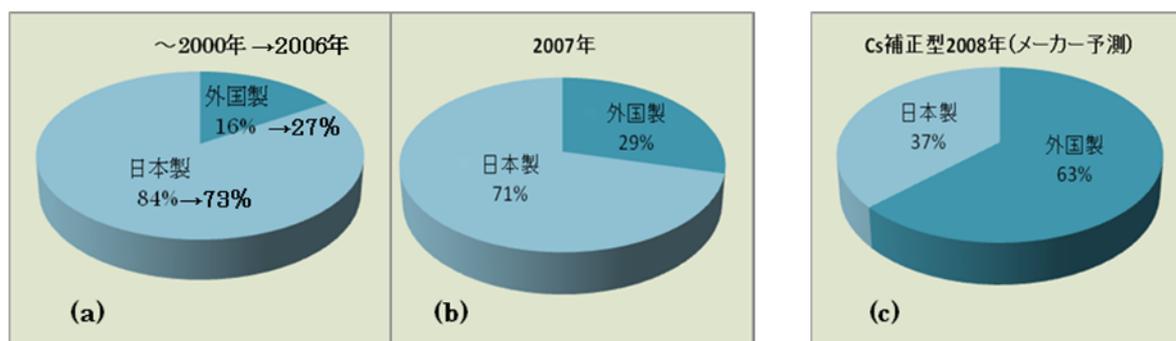


図3. 透過型電子顕微鏡 (TEM) の国産/外国製比率の推移。最新技術 (Cs 補正) を搭載した最高性能のものでは内外比が逆転 (c)。

((a) (b) : 注4、5。(c) : 本分科会調査)

今後このことが、ナノスケールや原子尺度の情報が不可欠な物質やバイオの最先端の科学や技術の分野で影響を受け、それが更に最先端の高付加価値生産力の低下に繋がり、国の経済にまで影響が及ぶことは、いまから覚悟しなければならぬ。

この現象は電子顕微鏡に限ったことではないであろう。こうした一発逆転のパターンが繰り返されるのを防ぐ方策は必ずしも難しいことではないように思える。「改良」的研究を行うと共に「原理の壁を越えるための研究」を並行しておこなえばよいし、それはできないことではないはずである。当分科会が行ったアンケート調査に於いても、目先の評価にとらわれない長期的な研究環境の確保と整備が必要である、社会全体が効率化を求め短期間に目に見える成果を要求している、長期的な視野にたった大学・研究機関における研究予算の確保が重要であるなど「大逆転の原因は短期集中型で繰り返される従来の研究体制にある」との研究現場の声が多い事を指摘しておきたい（注3）。欧米の技術に「限界突破的高性能」をもたらしているのは20年に亘る長期をかけた「原理の壁突破」型の研究によるものであるという上記の事実と奇しくも符合していて説得力がある。

我が国における研究資金支援は実質的に公的システムに依って行われているが、短期集中型プロジェクト研究以外の、長期な資金援助のパターンは例外的な大型プロジェクト以外には用意されていない。公的資金による研究は国民の負託によるものであることから費用対効果比は重要なポイントであることは間違いないが、開始後わずか2～3年で最初の評価を迎えるような評価体制の下で実施される5年程度の短期集中型のプロジェクトの場合、選択できる研究テーマはやはり、ある程度結果が予想出来る改良的な内容にならざるを得ない。第3期科学技術基本計画で述べられている「飛躍知」や「限界突破」につながるような、「ポテンシャル障壁が高くても必ずやらねばならない」型の基礎科学や根源的技術テーマは、プロジェクト期間内に完遂できる可能性が低いために、実は当初より選択肢から外さざるを得ないと言うのが現実であろう。その結果として新たな原理の発見や限界突破的技術の開発を海外に譲ることを繰り返すのであれば、結果的には国民の負託を裏切ることになると言わざるを得ない。また、短期プロジェクトに慣れてきた結果、大きなテーマにじっくりと取り組む精神文化までが失われつつあるとすれば、学術研究を通して安全・安心な国民生活を確保するとともに人類の福祉と存続に貢献するという大目的からも遠ざかることとなり、更に大きな問題であろう。ものづくり技術力とこれを後ろ盾とする知覚情報取得技術が浮力を維持している今のうちに、対策を施すべきではないだろうか。

以上に鑑み、本委員会は次の提案を行なう。

## 7 提案

### (1) 息の長い研究を可能にする支援体制の構築

大競争時代を科学技術立国で勝ち抜くには、限界を突破し飛躍知を手に入れることの出来るような「原理の壁突破型」の研究が為されなければならない。しかしそのような難度の高い研究を5年程度の短期プロジェクトシステムで行うには、中間評価などで2～3年のうちに成果の出ないものは削除されるなど、システムの性格の上からも非常な困難が伴う。研究者が遠く高い目標を設定して、15年～20年の長期に亘る地道な源流志向の限界突破型の研究を遂行可能にするような、「細くても長い」研究資金支援体制の工夫整備が必要ではないか。

### (2) 大学及び公的研究機関での長期研究を意図した部門の設置

研究者が個人ベースで、継続的に同一テーマで長期研究に専念することは、今日の環境下では阻害要因が多く極めて困難である。日本が得意としている分野に限る等の工夫をしてでも、長期的な研究資金支援体系の構築とともに、既存の公的研究機関の幾つかには専用の長期研究部門を設置することが望まれる。

(注)

- (1) 産学官連携ジャーナル Vol.1 No.9 2005.
- (2) 文部科学省科学技術白書平成18年版.
- (3) 当分科会アンケート調査2007年(別掲添付資料)
- (4) 科学機器年鑑市場分析編2006年版
- (5) 科学機器年鑑市場分析編2002年版

(添付資料1) 科学・技術の発展のための知覚情報取得技術の強化に関する  
検討分科会記録

1 第1回分科会

日時：平成18年8月23日(水) 12時～15時

場所：理化学研究所 東京事務所 会議室(東京都千代田区)

◇委員報告① 設立の趣旨について(外村委員長)

◇委員報告② 「我が国における先端計測分析技術・機器開発体制の現状」  
(二瓶委員)

2 第2回分科会

日時：平成18年12月6日(水) 12:00～17:00

場所：日立製作所会議室(東京都千代田区)

◇意思の表出に関して

◇シンポジウムに開催について

◇委員報告① 知覚情報取得技術(電子顕微鏡)(市野瀬委員)

◇委員報告② f-MRI 開発、日本とアメリカとの開発体制の違い(小川委員)

◇委員報告③ 装置開発、日本版 EMBL 研究所について(藤吉委員)

3 第3回分科会

日時：平成19年3月22日(水) 11:00～14:00

場所：理化学研究所東京連絡事務所(東京都千代田区)

◇意思の表出に関して

◇報告 ①X線自由電子レーザーとその利用(壽榮松委員)

4 第4回分科会

日時：平成19年5月10日(木) 11:30～12:30

場所：日本学術会議 会議室(6-A(1))(東京都港区)

◇意思の表出に関して

5 日本学術会議シンポジウム「科学技術立国の礎」－日本の計測・観察技術を再興する－について

1) 主催 日本学術会議 科学・技術の発展のための知覚情報取得技術の強化に関する検討分科会

- 2) 後援 文部科学省、理化学研究所フロンティア研究システム
- 3) 協賛 旭硝子財団、北野精機、島津製作所、日本電子、浜松ホトニクス、日立製作所、日立ハイテクノロジーズ、ユニソク
- 5) 日時 平成19年5月10日(木) 12:45 ~ 18:15  
(交流会: 18:30 ~ 20:00)
- 6) 場所 日本学術会議講堂(東京都港区六本木7-22-34)
- 7) 開催趣旨

科学研究の推進には先端的な計測・分析機器は必要不可欠な存在である。日本が誇るものづくりを影から支え続けた世界最先端の観測技術が、今、危機にさらされている。当シンポジウムでは、バイオから材料まで第一線の講師を招き、こうした科学技術の基盤に関する諸問題を整理し、今後の日本独自の、先端的科学技術確立のための方策を探り提案する。

8) プログラム

- 12:45-13:00 挨拶 黒川清: 内閣特別顧問、元日本学術会議会長
- 13:00-13:15 開催趣旨説明 外村彰: 分科会委員長
- 13:15-14:00 特別講演: カミオカンデを支えた独創技術  
小柴昌俊: 東京大学特別荣誉教授
- 14:00-14:30 異分野融合から生まれる創造 田中耕一: 島津製作所フェロー
- 14:30-15:00 新材料づくりを支える計測技術 十倉好紀: 東京大学教授
- 15:00-15:15 (休憩)
- 15:15-15:45 化学・生命科学フロンティア研究に求められる新しい分析技術  
黒田玲子: 東京大学教授
- 15:45-16:15 生命を測ることの重要性  
和田昭允: お茶の水女子大学理事、理化学研究所顧問、横浜こども科学館館長
- 16:15-16:45 バイオ研究に生命を吹き込んだ低温観察技術  
藤吉好則: 京都大学教授
- 16:45-18:15 パネルディスカッション: 科学技術立国の礎  
司会 二瓶好正: 東京理科大学教授  
パネリスト 飯島澄男: 名城大学教授、小川誠二: 小川脳機能研究所所長、  
外村彰: 日立製作所フェロー、理化学研究所、  
難波啓一: 大阪大学教授、観山正見: 国立天文台台長
- 18:30-20:00 交流会: はあといん乃木坂(東京都港区南青山1-24-4)

- 6 知覚情報機器に関するアンケート調査  
(公的研究機関 223 カ所、企業 132 カ所)

## (添付資料2) 知覚情報機器に関するアンケート調査と結果

### 1 アンケート送付先

#### (A) 公的研究機関

国立大学法人(研究科、研究所等)、学校法人(研究科、研究所等)、大学共同利用機関法人(研究所等)、独立行政法人研究所、地方公共団体の設置する研究所など223箇所。

#### (B) 企業

企業の研究所、研究開発本部など132箇所。

### 2 アンケート内容

#### (1) アンケート趣旨

日本学術会議(<http://www.scj.go.jp/>)では、今期、物理学委員会、基礎生物学委員会、化学委員会、総合工学委員会、材料工学委員会のもと、知覚情報取得技術を強化すべく分科会を設置した。これは近年、海外依存度が高まりつつある当該分野において危機感を持ち、検討を行うことが、日本学術会議の責務と考えたからである。科学技術創造立国を標榜する本邦において、技術の継承、日本独自技術の衰退など、知覚情報をはじめとする科学技術関連の諸問題を放置することは、日本の未来に打撃を与えることになる。本分科会ではこうした状況を鑑み、広い分野における知覚情報貢献度の解析と、各種情報収集機器の有効性や内外での優劣を分析し、当該分野の技術継承や独自技術の優位性確立の方策を広く社会に提案してまいりたいと考えている。今回、我が国の研究機関における日本技術と外国技術の現況を知り、意見を伺う目的で、アンケート調査(別添)を準備した。本アンケート調査について、研究現場での状況が十分に反映されるよう、配慮をお願いする。ここで、知覚情報取得技術とは、これまで様々な形で科学や産業の発展に重要な貢献を果たしてきた光、X線、電子線、中性線、放射光等を媒介として「知覚情報」を活用する研究分野・技術。例えば、望遠鏡、トポグラフィ、中性子イメージング、MRI、光学顕微鏡、電子顕微鏡等を指す。

#### (2) 設問

##### (A) 公的研究機関

Q1～Q4. 省略(回答者の所属、研究分野等)。

リスト1. 省略(回答者の研究分野等)。

Q5. 過去に導入した主な知覚情報収集装置、その装置の製造会社名、製造会社のある国、直接購入先となった取扱企業の国についてご回答下さい。装置は選択肢リスト中のリスト2から、製造会社国と購入業者の国はリスト3からそれぞれお選びください。リストの中に該当の装置、国がない場合は、下の表に直接記入してください。

リスト2. (1) 光学天体望遠鏡、(2) 電波望遠鏡、(3) X線望遠鏡、(4)

光トポグラフィー、(5) X線トポグラフィー、(6) 中性子イメージング、(7) 磁気共鳴イメージング、(8) 光学顕微鏡、(9) 共焦点顕微鏡、(10) 非線形光学顕微鏡、(11) テラヘルツ顕微鏡、(12) X線顕微鏡、(13) イオン顕微鏡 (SIMS)、(14) 電界イオン顕微鏡、(15) 超音波顕微鏡、(16) 超音波 SPM、(17) SPM、(18) 透過型電子顕微鏡、(19) 走査型電子顕微鏡、(20) その他 (調査用紙中に製品名をご記入ください)。

リスト3. (1) 日本、(2) 米国、(3) カナダ、(4) イギリス、(5) フランス、(6) スイス、(7) イタリア、(8) ドイツ、(9) その他の国 (調査用紙中に国名をご記入ください)。

Q6. Q5であげた装置購入理由についてご回答ください。日本製か、外国製か、購入理由 (日本製の場合はリスト4から、外国製の場合はリスト5からお選び下さい)。

リスト4. (イ) 日本製だから、(ロ) 外国製より性能がよいから、(ハ) 性能はふつうだが使いやすいか、(ニ) 長持ちするから、(ホ) 外国で作られていないから、(ヘ) アフターサービスが安心だから、(ト) その他 (調査用紙中に理由をご記入ください)。

リスト5. (A) 外国製だから、(B) 日本製より性能がよいから、(C) 性能はふつうだが使いやすいから、(D) 長持ちするから、(E) 日本で作られていないから、(F) アフターサービスが安心だから、(G) その他 (調査用紙中に理由をご記入ください)。

Q7. 装置の評価: Q5で挙げた装置の働きに満足していますか? 満足度とその具体的理由をお答えください。また、その具体的内容をお教えてください。満足度 (リスト6からお選びください)、満足・不満な理由 (リスト7からお選びください)、具体的内容。

リスト6. イ. 非常に満足している、ロ. 満足している、ハ. 不満である、ニ. 非常に不満である。

リスト7. ①使いやすい、②作業能率得率が高い、③装置全体の機能のバランスがよい、④本来的性能が世界最高級である、⑤最新の技術が投入されている、⑥メンテナンスがしやすい、⑦使いにくい、⑧作業能率が低い、⑨装置全体の機能のバランスがわるい、⑩本来的性能が世界最高級に届かない、⑪最新の技術が投入されていない、⑫メンテナンスがしにくい。

Q8. Q7も踏まえて、将来にわたって我が国が独自に開発を進めるべき「知覚情報収集技術」を3件挙げてください。その理由も短く説明してください。

技術(1): 理由、技術(2): 理由、技術(3): 理由。

Q9. 今後、科学や産業を先導するような知覚情報取得技術を独自に開発するために、現在の研究、開発、における体制は十分なものでしょうか。該当する番号に○印をつけてください。

1) 十分である。2) 現状では不十分である。

Q 1 0. Q 9で2) の場合、我が国の研究開発能力を格段に向上させるために採るべき方策を5つ以内でご提示ください。

①、②、③、④、⑤

Q 1 1. 産業に強い競争力を与える革新的な技術は、長期の地道な研究によって生み出されるケースが、多く見られます。我が国において長期に地道な研究を行うために適すると思われる研究体制について、以下の1～5よりお選びください。

1. 現状のままで各研究者が努力する。
2. 国立大学法人に基礎研究学科（仮称）を新設する。
3. 国立大学法人の研究所センターを再編し、基礎研究所（仮称）を作る。
4. 官民の共同出資で新たな基礎研究機関を作る。
5. 民間投資家の出資により基礎研究機関を作る。

Q 1 2. 基礎研究を充実するためには、理科（自然科学）教育のあり方や考え方を変えるべきでしょうか。

1) 変えるべきである、2) 変える必要はない。

Q 1 3. 科学教育のあり方を変えるとすればどのようにすれば良いでしょうか。

お考えを可能な範囲で以下にご記入ください。

Q 1 4. 科学技術を促進する上で今後日本で必要と思われる（外国で開発されたものでも可）技術の一つあげてください。

Q 1 5. その理由をお示しください。

Q 1 6. 産業界が直面している「技術の蓄積・継承」について、現在の状況と今後の方策・施策、などについてお尋ねします。該当するものを以下の2つのうちからお選びください。

1) 「技術の蓄積・継承」に問題がある。2) 「技術の蓄積・継承」に問題はない。

Q 1 7. 問題をご存じの範囲で具体的にお書き下さい。

Q 1 8. 問題の解決は可能と考えでしょうか。

1) 可能である。2) 不可能である。

Q 1 9. そのように考えられる理由を示してください。

Q 2 0. 現在、我が国が持っている独自技術を可能な限り箇条書きで記してください。

Q 2 1. Q 2 0で挙げられたものの内、衰退しつつあるものを記してください。

Q 2 2. 衰退の阻止は可能でしょうか

1) 阻止は可能である。2) 阻止は不可能である。

Q 2 3. Q 2 2で1) ならその方策を記してください。2) ならその理由を記してください。

(B) 企業

Q 1～Q 3. 省略（回答者の所属、会社職種等）。

Q 4. 過去に購入した主な知覚情報収集装置、その装置の製造会社名、製造会社のある国、直接購入先となった取扱企業の国についてご回答下さい。装置は選択肢リスト中のリスト 1 から、製造会社国と購入業者の国はリスト 2 からそれぞれお選びください。リストの中に該当の装置、国がない場合は、下の表に直接記入してください。

リスト 1. (1) 光学天体望遠鏡、(2) 電波望遠鏡、(3) X線望遠鏡、(4) 光トポグラフィー、(5) X線トポグラフィー、(6) 中性子イメージング、(7) 磁気共鳴イメージング、(8) 光学顕微鏡、(9) 共焦点顕微鏡、(10) 非線形光学顕微鏡、(11) テラヘルツ顕微鏡、(12) X線顕微鏡、(13) イオン顕微鏡 (SIMS)、(14) 電界イオン顕微鏡、(15) 超音波顕微鏡、(16) 超音波 SPM、(17) SPM、(18) 透過型電子顕微鏡、(19) 走査型電子顕微鏡、(20) その他（調査用紙中に製品名をご記入ください）。

リスト 2. (1) 日本、(2) 米国、(3) カナダ、(4) イギリス、(5) フランス、(6) スイス、(7) イタリア、(8) ドイツ、(9) その他の国（調査用紙中に国名をご記入ください）。

Q 5. Q 4 であげた装置を購入した装置の主な購入理由についてお教え下さい。日本製か外国製か、購入理由（日本製の場合はリスト 3 から、外国製の場合はリスト 4 からお選び下さい）。

リスト 3. (イ) 日本製だから、(ロ) 外国製より性能がよいから、(ハ) 性能はふつうだが使いやすいから、(ニ) 長持ちするから、(ホ) 外国で作られていないから、(ヘ) アフターサービスが安心だから、(ト) その他（調査用紙中に理由をご記入ください）。

リスト 4. (A) 外国製だから、(B) 日本製より性能がよいから、(C) 性能はふつうだが使いやすいから、(D) 長持ちするから、(E) 日本で作られていないから、(F) アフターサービスが安心だから、(G) その他（調査用紙中に理由をご記入ください）。

Q 6. 装置に対する評価：購入した装置（Q 4 であげた装置）を使用して気がついた、特に優れた点、特に不満な点について、以下の表に直接ご記入下さい。特に優れた点 or 特に不満な点。

Q 7. 今後の研究開発に必要な装置について：今後研究開発に必要で購入したい、あるいはすべきと考えている装置を 3 件、選択肢リスト中のリスト 1 から挙げてください。また、その装置の製造会社のある国をリスト 2 から、選んだ理由を日本製の場合はリスト 3 から、外国製の場合はリスト 4 からお選び下さい。

①装置名（リスト 1 からお選び下さい）、②製造会社国（リスト 2 からお選び下さい）、③選んだ理由（日本製の場合はリスト 3 から、外国製の場合はリスト 4 からお選び下さい）。

Q 8. 将来にわたって我が国が独自に開発を進めるべき「知覚情報収集技術」

を3件挙げてください。その理由も短く説明してください。

技術(1):理由、技術(2):理由、技術(3):理由。

Q9. 今後、科学や産業を先導するような知覚情報取得技術を独自に開発するために、現在の研究、開発、における体制は十分なものでしょうか。該当する番号に○印をつけてください。

1) 十分である。2) 現状では不十分である。

Q10. Q9で2)の場合、我が国の研究開発能力を格段に向上させるために採るべき方策を5つ以内でご提示ください。

①、②、③、④、⑤

Q11. 産業に強い競争力を与える革新的な技術は、長期の地道な研究によって生み出されるケースが、多く見られます。我が国において長期に地道な研究を行うために適すると思われる研究体制について、以下の1～5よりお選びください。

1. 現状のままで各研究者が努力する。

2. 国立大学法人に基礎研究学科(仮称)を新設する。

3. 国立大学法人の研究所センターを再編し、基礎研究所(仮称)を作る。

4. 官民の共同出資で新たな基礎研究機関を作る。

5. 民間投資家の出資により基礎研究機関を作る。

Q12. 基礎研究を充実するためには、理科(自然科学)教育のあり方や考え方を変えるべきでしょうか。

1) 変えるべきである、2) 変える必要はない。

Q13. 科学教育のあり方を変えるとすればどのようにすれば良いでしょうか。お考えを可能な範囲で以下にご記入ください。

Q14. 科学技術を促進する上で今後日本で必要と思われる(外国で開発されたものでも可)技術を一つあげてください。

Q15. その理由をお示しください。

Q16. 「技術の蓄積・継承」について、貴社での現在の状況と今後の方策・施策、などについて、お聞かせ下さい。

1) 「技術の蓄積・継承」に問題がある。2) 「技術の蓄積・継承」に問題はない。

Q17. Q16で1)の場合、問題を公表できる範囲で具体的にお書き下さい。

Q18. 問題の解決は可能と考えでしょうか。

1) 可能である。2) 不可能である。

Q19. そのように考えられる理由を示してください。

Q20. 現在、我が国が持っている独自技術を可能な限り箇条書きで記してください。

Q21. Q20で挙げられたものの内、衰退しつつあるものを記してください。

Q22. 衰退の阻止は可能でしょうか

1) 阻止は可能である。2) 阻止は不可能である。

Q23. Q22で1) ならその方策を記してください。2) ならその理由を記してください。

### 3 回答数 (回答率)

#### (A) 公的研究機関

回答数87 (回答率39%、ただし、大学としての回答率は86%) :

国立大学法人56、学校法人1、大学共同利用機関法人3、独立行政法人研究所25、地方公共団体の設置する研究所など2。

#### (B) 企業

回答数24 (回答率19%)。

### 4 回答結果の纏め

① Q5～Q7 (企業アンケートではQ4～Q6に対応) : 過去に導入した主な知覚情報収集装置、製造会社のある国、購入理由、装置の評価。

#### ア 全体として

- 保有実績が比較的多い装置は：(2) 電波望遠鏡、(8) 光学顕微鏡、(9) 共焦点顕微鏡、(12) X線顕微鏡、(13) イオン顕微鏡 (SIMS)、(17) SPM、(18) 透過型電子顕微鏡、(19) 走査型電子顕微鏡であった。また、公的研究機関と企業での保有率を比較した場合、(2) 電波望遠鏡 (10 / 370 : 0 / 103) と (13) イオン顕微鏡 (SIMS) (6 / 370 : 6 / 103) に特徴が出ている。
- 日本製：外国製比は75% : 25%で、外国製では、ドイツ (12%)、アメリカ (8%) が多い。販売業者は、ほとんど日本の会社である。
- 購入理由は日本製の場合、(ロ) 外国製より性能がよいから (30%)、(へ) アフターサービスが安心だから (28%)、(ハ) 性能はふつうだが使いやすいから (14%)、(イ) 日本製だから (12%) の順に多い。外国製の場合は、(B) 日本製より性能がよいから (63%) が圧倒的に多く、(E) 日本で作られていないから (15%)、(C) 性能はふつうだが使いやすいから (14%) の順に多い。
- 満足度 (イ. 非常に満足している + ロ. 満足している) は83%で、①使いやすい (46%)、③装置全体の機能のバランスがよい (29%) が主な理由である。
- 逆に、不満である理由は、⑩本来的性能が世界最高級に届かない (29%)、⑪最新の技術が投入されていない (16%) など、性能に関する不満が多い。

#### イ 主な装置ごとの纏め：

##### (2) 電波望遠鏡

日本製80%、ドイツ製20%、(へ) アフターサービスが安心だから (40%)、満足度80%。

(8) 光学顕微鏡

日本製79%、ドイツ製17%、(へ)アフターサービスが安心だから(33%)、(ハ)性能はふつうだが使いやすいから(22%)、満足度91%。

(9) 共焦点顕微鏡

日本製49%、ドイツ製46%、(ロ)外国製より性能がよいから(31%)、(へ)アフターサービスが安心だから(25%)、(B)日本製より性能がよいから(62%)、(C)性能はふつうだが使いやすいから(24%)、満足度83%。

(12) X線顕微鏡

日本製100%、(ロ)外国製より性能がよいから(50%)、満足度50%、⑦使いにくい、⑨装置全体の機能のバランスがわるい。

(13) イオン顕微鏡 (SIMS)

日本製15%、フランス製31%、アメリカ製23%、ドイツ製13%、イギリス製13%、(B)日本製より性能がよいから(100%)、満足度67%、⑦使いにくい、⑫メンテナンスがしにくい。

(17) SPM

日本製59%、アメリカ製23%、ドイツ製16%、(へ)アフターサービスが安心だから(29%)、(ロ)外国製より性能がよいから(21%)、(C)性能はふつうだが使いやすいから(16%)、(B)日本製より性能がよいから(79%)、満足度82%。

(18) 透過型電子顕微鏡

日本製94%、オランダ製5%、(ロ)外国製より性能がよいから(45%)、(へ)アフターサービスが安心だから(21%)、満足度75%、⑨装置全体の機能のバランスがわるい(35%)、⑦使いにくい(29%)。

(19) 走査型電子顕微鏡

日本製90%、アメリカ製4%、ドイツ製3%、オランダ製3%、(へ)アフターサービスが安心だから(34%)、(ロ)外国製より性能がよいから(33%)、満足度88%。

② Q7 (企業). 今後の研究開発に必要な装置について：今後研究開発に必要で購入したい、あるいはすべきと考えている装置：

(9) 共焦点顕微鏡、(17) SPM、(18) 透過型電子顕微鏡—それぞれ10～20% (4) 光トポグラフィー、(5) X線トポグラフィー、(6) 中性子イメージング、(7) 磁気共鳴イメージング、(10) 非線形光学顕微鏡、(11) テラヘルツ顕微鏡、(12) X線顕微鏡、(13) イオン顕微鏡 (SIMS)、(14) 電界イオン顕微鏡、(15) 超音波顕微鏡、(19) 走査型電子顕微鏡—それぞれ3～10%

日本製94%、アメリカ製6%

(へ)アフターサービスが安心だから(37%)、(ロ)外国製より性能がよ

いから (27%)

③ Q8. 将来にわたって我が国が独自に開発を進めるべき「知覚情報収集技術」とその理由:

「知覚情報収集技術」

- LED技術
- 超音波顕微鏡
- 分子イメージング
- 分子生物学の可視化
- 生物細胞内の薬物動態のイメージング
- 蛋白質、アミノ酸と低分子化合物の結合を視覚的に研究できる技術
- 光学顕微鏡技術 (+ 蛍光プローブ)
- 蛍光色素などを用いたイオンや内因性物質のトレーシング
- 埋め込み型人工感覚器
- ナノスケールでの可視化技術
- 透過型電子顕微鏡 (+ データ処理、3D画像の構築、雰囲気制御型、超高压、パルス型)
- 走査型電子顕微鏡 (+ EDX、低温)
- MRI (+ 細胞レベル、携帯型)
- 磁気共鳴イメージング (+ 高磁場、超高分解能)
- 有機/無機界面の構造ならびに結合状態の解析
- 2光子励起蛍光顕微鏡
- 電波望遠鏡
- 加速器技術
- X線トポグラフィー、X線解析装置、X線顕微鏡
- 非線形レーザー顕微鏡
- 遠赤外線・テラヘルツの超高感度センサー技術、テラヘルツ顕微鏡
- 光検出器技術
- 共焦点レーザー顕微鏡
- 電界イオン顕微鏡
- 内視鏡技術を含めた医療分野での知覚情報収集技術、診断機
- 人口網膜
- 光トポグラフィー
- 走査型プローブ顕微鏡 (+ 超高速SPM)
- 放射光、中性子線を用いた物質イメージング技術
- 3次元アトムプローブによる材料・デバイスの原子分布の視覚化

理由:

- 世界でトップの日本の技術を生かすことができる。

- 日本において独自の発展を遂げていて、今後も発展が期待される。
- 検出器・前処理・解析ソフトなど周辺技術は外国製に頼っているので整備が必須。
- 技術的に重要である。技術基盤として重要。ニーズが高い。
- 動的情報も得ることができる技術の構築が重要。動画情報の導入により革新的な情報創出が可能。
- その場・非破壊の分析に必須。
- 現行の技術では限界があるから。
- 医療など、人間生活をより良くするために重要な技術である。
- 危険を事前に回避するために重要である。
- 不足している観察・分析技術である。
- 必要不可欠な技術であるが、現状で非常に高価である。
- 民生用の素子が無いなど入手が困難で、技術を普及させる必要がある。
- 複合技術として、応用範囲を広げることが出来る。
- データベース等を作り可視化できれば、材料／構造の評価に適用できる。

○独自に開発する必要は無いという意見（1件）、その理由：

- 「知覚情報収集技術」は多くの技術開発のツールとなるもので、メーカーもより多くのユーザに買ってもらいたい。従って技術を囲い込むことは困難で、むしろ国際的でオープンな組織により技術開発し、人類全体の知識とするのが望ましい。

④ Q 9. 知覚情報取得技術の開発のために、現在の研究、開発、における体制は十分か。

1) 十分である：13%、2) 現状では不十分である：82%、判断不可：5%。

⑤ Q 10. 我が国の研究開発能力を格段に向上させるために採るべき方策。

- 技術の周知、データベース化、Web等によるPRが重要。大学等において知覚情報収集装置技術開発を行なうことの重要性を啓蒙する。技能を代弁する専門の技術社を定員として手配するような組織が必要。
- 営利企業ではない大学のコアファシリティのような、競争的よりも協調的（設備共用など）な施設の整備。国の関連機関で集中的な開発チームを作るべきである。従来型の全国共通利用設備とするのではなく、先端研究を行うユーザに限定することによって、十分な利用機会を与える。研究開発のリーダーシップをとる研究所を新設する。若い研究者の育成と自由な研究開発活動を中心とした機関をつくる。
- 専任のリーダーが全責任をもって進める体制が必要で、寄り合いグループでは責任が分散して成果が上がらない。
- 小・中・高校の理科教育の改善。

- 目先の評価にとらわれない長期的な研究環境の確保と整備、早急な応用、事業化を求めない基礎研究の推進。
- 経済的・人的・物理的（環境）の潤沢な支援&その客観的評価。たとえ実用化されなくても、そこに至るまでの業績に対する正当な評価が必要。
- 大型科研費の審査員をより柔軟な思考のできる戦略眼のある人材に変える、現場で必要とされている技術サーベイ。競争的資金による装置開発の審査過程の改善。
- 文科省系、経産省系、企業（産（ニーズ）と学（シーズ）、公的研究機関（資金）と学（人材・知識））を一本化するシステム。
- 企業の開発要素技術を大学や他の研究機関に委託。
- 最先端装置と分析手法に追随できる優秀な技術者を養成する。優秀な技術者を雇用するために、技官の給与体系を充実するとともに、新しい技術を取り入れるためのトレーニング制度を設ける。技術者の身分・待遇を改善し、技術者の育成。
- 基礎研究者、技術者の社会的、経済的立場を改善し、優秀な人材が集まるよう画策すべきである。科学技術教育を充実させるべき。有機的に連携できるように人員配置の適正化。プロジェクト制による短期・有期雇用ではなく、長期的視点に立った人員の計画、配置、教育制度。

⑥ Q 1 1. 長期に地道な研究を行うために適すると思われる研究体制（％）：

	公的機関	企業	全体
1. 現状のままで各研究者が努力する。	1 3	1 5	1 4
2. 国立大学法人に基礎研究学科（仮称）を新設	2 2	5	1 7
3. 国立大学法人の研究所センターを再編	3 1	6 0	3 7
4. 官民の共同出資で新たな基礎研究機関を作る	3 1	1 5	2 8
5. 民間投資家の出資により基礎研究機関を作る	1	0	1
6. その他	2	5	3

⑦ Q 1 2. 基礎研究を充実するためには、理科（自然科学）教育のあり方や考え方を**変える**べきでしょうか。

1) 変えるべきである（73％）、2) 変える必要はない（16％）、3) 回答なし（11％）。

⑧ Q 1 3. 科学教育のあり方を変えるとすればどのようにすれば良いでしょうか。

#### 教育時間の確保：

- 理系・文系と分けずに徹底した理科教育を若い世代に行う。
- 数学・物理・化学・生物など基礎科目を必修として、中学・高校で教える。
- 初等教育において理科の時間を確保する。
- 文科系科目の負担を減らすことで、理科系の科目負担を軽減し、理科系離れを防ぐ。
- 物理学はすべての科学分野の基礎であり、大学センター入試の必須科目くらいにするべきである。
- 最低限、ゆとり教育をやめる。
- ものづくりの時間を大幅に増やす。
- 短い時間で答えを求めるのではなく、じっくり考えさせる時間を与えることが必要。単なる効率の追求は思考力・創造力を蝕む。

#### 実験・実習の充実：

- 高校までほとんど実験をしない現状をかえて、なるべく小学校から観察や実験をさせるべき。
- 中学・高校の科学教育の時間に実験をより多く取り入れ、結果の検討に時間をかけるようにする。
- 現実の物質、実際の数学が肌で感じられる教育をすべきで、実験と演習に主体をおいた教育法を実践し、子供たちに何故？と思わせる教育を行う。
- 実習、実験、実生活との関わり、現実問題へ応用させる機会を増やし、個々の知識断片のつながり、適用の仕方を多く体験させることが必要。
- 科学教育は小学校～中学校がすべてを決する。この時期での理科実験、体験的学習を充実し、科学の楽しさを実感させるべきである。
- 小学校の低学年から理科に興味を与えるようなカリキュラムの設置。
- 大学 1、2 年次における理科（物理学、科学、生物学、地球科学）の基礎実験の改善。

#### 理科への興味向上：

- 中学・高校生からの若い世代の科学離れを止め、関心を持たせる教育を行う。
- 日常生活の中で科学的興味をもたせるため、教員レベル向上と自然観察の時間を増やす。社会の雰囲気を変えることが重要。
- 理科を難しいものとするのではなく、簡単な数学を用いて身の回りのことが理解できる楽しさが伝えられる教育を日常の授業でできたらよい。
- 教科書の無いように子供たちの興味を引く内容（宇宙・プラズマ・海洋・恐竜など）のテーマを増やす。草の根で活躍している科学実験教室を行っている先生への補助金の支給や理科実験の授業を増やし、その面白さを体験させることが重要。実際にもものに触れて・実感するような教育プログラムが必要。
- 自然の中でまず観察を行い、自然の現象に興味を持つような教育を行う。
- 最先端の科学の話題を交えながら理科に興味を持たせる。
- 小さい頃に、偉人伝を沢山読まれた。湯川先生など当時の現役科学者の伝

記で、科学と科学者への憧れを抱いた。現在、高校生や大学初年度の学生と接する機会は多いが、我が国が誇る現役科学者の名前はほとんど知られていない。高校の先生もご存じない方が多い。委員長の外村先生、飯島先生、委員の先生を始め今の日本に国際的な科学者が沢山おられる。もつともつと教育の現場（小、中、高）で、その活躍ぶり、人柄、業績を教えるべきと思う。

- 科学館を充実し、そういう所に小、中、高生が行くことが単位につながる様にすべきである。
- 各都道府県に大型の自然科学技術博物館等を設置し、教育に活用する。
- 科学館の設備、国立科学博物館のような展示学習施設を東京以外でも充実させる。あるいは巡回展示する。

#### 教育内容：

- 基礎学力・知識を、考えるための基礎として位置づけて内容を精査すべきである。
- 最先端科学と基礎教育の内容が乖離し過ぎている。間を埋める努力が必要。
- 数式や化学式を教えるより何故そういう結果になるかという原理を教えるべきである。数式が重要な場合は、その利用方法、応用まで身につけさせないと意味がない。
- $\pi = 3$  とするような“素人にもわかる”科学教育はやめる。
- 従来生物、化学、物理、地学では不十分。工学、農学、医学などをふくむ広範な教育が必要。この教育から物作りの楽しさは伝わらない。
- 科学的創造性を高めるためには、個々人の創意工夫によってものを観察したり、道具を作り出す感性が大事である。幼年期（小学生・低学年）に基礎として、読み書き・そろばん的なものをしっかりと叩き込むことが必要であるが、そのうえで、自然の観察・実験・美術・工作・音楽などに親しむ機会を増やし、机上の学習にプラスするものを積極的に取り入れ、若いうちから自発的な創作活動にもっと取り組ませては如何か。
- 早い段階でエキスパートを養生する。
- 科学の共通言語である数学教育のレベルアップ。

#### 社会制度：

- 進級、卒業の認定が諸外国に比べて甘いので、徐々に厳しくする。
- 暗記中心の入試制度を変えるべきと考える。
- 大学入試で理系には物理を必須にする。
- 大学等で、学力が不十分な学生に対する行き過ぎた救済を考え直すべきである。
- 教科書、技師ともに現在の科学教育のかかえる問題点を自覚して反省し、新しい体制作りに着手する。
- 大学院 DC 卒業生の将来が充分保障されてない。大部分がポスドクとして臨時やといの状態であり展望をもてない。この状況を変える必要がある。
- 理系出身者の優遇。

- 国の助成金交付に関する抜本的改革。
- 中学受験、高校受験、大学受験など、教育の過程において特に「受験技術」が要求され、その結果、これら技術に長けたものだけが選別される。こうした現在の入試の選抜制度を見直して、将来の発展を期待して多方面の才能を発掘できるような制度の導入が必要。
- 研究機関における基礎研究（応用まで時間のかかる研究）サポートする研究資金システムが日本は弱い。最も基礎研究に使いやすい文科省の「科研費」でさえ、応用重視の姿勢が強いように感じられる。

#### 教員の質の向上：

- 初等教育にかかわる教員自信が理科が苦手という状況を改善する。
- 小、中、高での理科教員の増加。
- 教員はより充実した実体験が教育の前に求められる。独断的でも良い研究者は人を育てられると考えるべきである。
- 小中高校において研究者が出向いて授業を行い、科学、研究の面白さを伝える。
- 小学校の教員に理系出身者が全くいない。
- 高度な経験をもつシニア研究者を活用して、判りやすく楽しい体験的な理科学習を積極的に行うべきである。
- 中学、高校の理科教育の教員の多様化、教員養成課程出身者と研究現場出身者の混成が望ましい。
- 理科が嫌いな学生が教育学部を出て、小中学校に配置される現在の仕組みでは絶対に理科好きな子供たちは育たない。
- 企業を含めた退職者の活用を図る。
- 欧米でのセミナーは日本より非常に活発な意見交換がみられる。これにより、学生は深い理解に達し、教員は学生の理解度を知ることができる。欧米では、基礎教育の課程から議論能力が養われていることは確かである。

#### 社会的考え方：

- 若い人に情報を提供して視野を広げさせる。
- 最先端の研究をしている大学研究者や企業の研究者と小学校以上の生徒とが広く交流する機会を設け、啓蒙活動を行う。
- 地道なことを善とする気風を教える。
- 効率主義、経済思考を排す。
- 教育の中心的な立場やマスコミ等、社会的に大きな影響を与えることができる立場にある人に自然科学の重要性を理解させる。
- TV 雑誌等での疑似科学の露出抑制と、良質なプログラムの援助。
- 基礎研究であっても、その応用・利用を意識した研究であるようにすべき。これが、ひいては、その研究の社会貢献などにつながり、一層の意欲をかきたてることへつながると考えられるため。
- 産業との接点が見える理科教育。

- 科学の分野で研鑽を積む事に対して、一般社会が尊敬し、評価し、正當に報いるという風土作りが大切。
- 初等教育から自由な発想を尊重する。

⑨ Q14. 科学技術を促進する上で今後日本で必要と思われる（外国で開発されたものでも可）技術の一つあげてください。

#### 知覚情報取得技術

- 電子回析顕微鏡
- 収差補正電顕（TEM、STEM）
- 設置環境に依存せず性能を発揮できる透過電子顕微鏡
- 高感度、ダイナミックレンジ、高速読み取り可能な二次元大面積X線検出器
- 動的物質解析技術
- 超高効率分光素子
- 中性子光学
- 量子ビームによるイメージング技術
- III-V化合物をベースとした赤外面像センサー（短波長赤外～中波長赤外域）
- X線CTのようなコンピュータトモグラフィ技術

#### エネルギー

- 燃料電池など、環境に優しい電気エネルギーの創出技術
- 化石燃料等を使用しないエネルギー技術
- 新たなエネルギーの開発（低コスト、小型、環境を破壊しない）
- 代替エネルギー技術（脱化石燃料）
- 水素を海中から取り出す技術
- 環境科学、エネルギー科学に関する技術
- 核燃料サイクル技術
- 核融合技術
- バイオエネルギーの生産と利用に関する技術

#### バイオ

- バイオイメージング
- 溶液中における分子の姿形を可視化する技術
- 生体内埋め込み型機器の開発技術
- 無侵襲で動物・ヒト生体の中の変化を微細に解析・観察する技術
- 高性能DNAシーケンサー
- 遺伝子操作

#### 情報・通信技術

- 光技術
- テラヘルツ波

#### 材料

- 異種材料のインテグレーション技術
- 電子・光機能性パイ共役高分子
- 有機物高度組織化技術

#### 加工

- ナノサイズでの材料の創生、加工、評価技術
- ナノスケールの接合技術、界面制御技術
- 精密加工技術

#### ソフト・サービス

- 科学技術のコンテンツサービスを収集し、提供する技術
- ソフト面の充実
- 種々の知覚情報機器において、データを視覚するための技術
- 画像情報をネットでスムーズに共有できる技術
- 膨大な知識を有効に蓄え、引き出すことが出来る「仕組み」、基盤、プラットフォームの開発

#### その他

- 大きな科学技術上のブレークスルーは、ごく身近にあるが隠れているような分野での新発見によりもたらされることも多い。このようなことがあるので、予測はできにくい。
- 研究開発の評価およびマネジメントの技術
- 宇宙開発技術

#### ⑩ Q15. その理由をお示しください。

- 市場が大きい。
- US に比して遅れが目立っている。
- 広範な電子・光技術を支え、また基礎研究としても重要であるから。
- 作用環境での物資の真の振る舞いを理解できる解析技術は不可欠。こ
- 環境問題、エネルギー問題は人類にとって不偏のテーマである。
- イメージング等を行なう場合、解析格子などの分光素子を使用するが、現在の分光素子では効率が悪く十分な情報を得られない。
- 物質文明は新たな有機物材料の時代に突入している。これまでの単なる試行錯誤的方法論から高度組織を合成的に生み出す科学と解析科学が重要。
- 先端計測の分野においてますます光技術の導入が進むと考える。
- 医療・食料・エネルギー等現代社会の様々な要求があるから。
- 21 世紀は環境問題抜きには考えられない。CO2 を放出することなくエネルギーを作り出すことができる技術の保有は必要である。
- 全てのエネルギー問題が解決すれば、世界が平和になるだろうと予測できる。新たなエネルギーの開発は、エネルギーを必要とする全ての機器を一変させ、新たな需要を生み出す。
- 分子生物学を可視化する要求が高まっており、実現すれば画期的成果になる。

- 今後、ますますバイオ医療系に対する社会からの要求が増していくと予想され、生命科学と医学の基盤を支える技術は発展が期待される。
- 医学・生物学の分野で、体内の微細な変化をより正確に捉えることは、臨床のみならず基礎研究を大いに発展させることになる。
- 中性子散乱実験はいろいろな材料開発に役立つはずであるのに、その利用が進んでいない。十分なマシンタイムがないからである。実験できる施設が限定されているのも要因のひとつであるが、加速器や原子炉から出てくる中性子の極一部しか利用できていないと言う点も大きな要因となっている。中性子線をフォーカスさせる技術等が発展途上にあるからである。現在建設中のJPARCなどの加速器や原子炉という高額な施設を利用していることを考えると、上記技術を発展させ、中性子の効率的な利用が強く望まれる。
- 本調査のテーマである知覚情報取得技術をはじめ、先端技術のほとんどすべてではコンピュータで制御されており、そのソフトウェアの開発は不可欠である。日本製の計測器はハードは良いが、ソフトがだめなので外国品を買うと言うことをよく耳にする。
- 知覚情報機器そのものの開発・発展は、非常に進んできており、今後、それらから得られる情報を如何に分かりやすい形で表現していくかが、最も重要になると思われる。人間の知覚情報の多くの部分が視覚に依存していることから、視覚情報、すなわちイメージング技術は、基礎科学において得られるデータを最も分かりやすい形で、社会に示すことができ、人々の理解を助けることに寄与する重要な技術である。
- 欧米では ISI や Web of Science、 Elsevier などが、科学技術コンテンツの膨大なデータベースを作成し、評価し、外部に提供している。これに対するものが日本にあっても情報量が小さいため十分に利用されていない。このため、情報の発信源だけでなく情報を評価する指標さえも外国任せになっている。これらは科学技術として保有すべき「技術」である。
- 長期的には宇宙の資源を手に入れた国が次の勝者になるだろう。

⑪ Q 1 6. 「技術の蓄積・継承」について、現在の状況と今後の方策・施策、などについて、お聞かせ下さい。

	公的機関	企業	全体
1) 「技術の蓄積・継承」に問題がある。	7 6	6 3	7 3
2) 「技術の蓄積・継承」に問題はない。	8	2 1	1 1
3) その他	1 6	1 6	1 6

⑫ Q 1 7. Q 1 6 で 1) の場合、具体的問題。

若手研究者の問題

- 現在の学生や 2 0 代の・ 3 0 代の若者の向上心の欠如、誰かが代わりにやっ

てくれるという危機感の喪失が問題である。手近な満足の域に安住している姿勢に危機感を持っている。

- 大学の博士課程に日本人が少ない。会社は終身雇用が基本な点では、この点外国よりもやり易いはずだが、リーダーが育ってないことが問題。
- 博士課程の学生の量と質が不十分である。
- 優秀な人達が、理工学部系に進学する割合が減っている。
- 若い人々が観察力を失っていること。
- 若い研究者がこのような根気が必要で習得に時間のかかる技術を身につけようとしないう傾向があるためと思われる。
- 継承すべき若手層の技術者の数が少なく、レベルが低い。
- 若手技術者とベテラン技術者とのコミュニケーション頻度が少ない。

#### 技術的背景

- 半導体デバイス、顕微鏡などを含む全ての装置が分業化、専門化が過度に進んだ状況で製造されており、一人の人間が全体を把握することが困難な時代となってきた。
- 技術の複雑化、細分化により一人の技術者が理解できる範囲が狭まっている（狭い分野の技術的蓄積しかできない）。このため全体を俯瞰できる技術者が少ない。
- 触媒の分野は複雑な現象の集合体と言ってよく、企業の持つ技術の多くはノウハウに近いものが多く、継承は必ずしも容易ではない。現業のあるところでは、死活問題であるため、定常的に人員が配備され、継続研究の中で継承されているが、単に蓄積された多くの特許ベースの技術は価値がなくなる危険にさらされている。
- 製薬企業などでは、トップの一存ですべてが変わってしまい、それまでの蓄積が全くなってしまうことがよくあると聞きます。メルクのようにある集団は手つかずのままにしておくような方策も必要かと思えます。

#### 技術者システム

- 技術者が不足している。技術系職員の育成・雇用が減少傾向にある。
- 技術系職員（大学）の後継者不足。高度技術の習得は専門家と技術者との連携が必要であるが、相互支援体制がなかなか取りにくくなっている。
- メーカー側の技術者が定年を迎える。
- 定年退職者が急増する中、技術的なノウハウを持った優れたエンジニアがいなくなり、大切な技術が十分伝承されてない。
- 大企業ではなく特殊技術を持つ町工場、中小企業工場が昨今の経済政策で消滅しようとしている。
- 大学の技術職員の技術の継承。
- 伝統的な技術の伝承に問題がある。神経科学の分野では、脳内の神経細胞内の電気記録をとる技術を有する研究者がほとんどいなくなっている。また、電子顕微鏡技術や特殊染色法（銀染色）など技術を有する研究者が定年を向

かえ、その伝承が行われていない。

- 経験者が若手に継承しようとする意思が無い、またはその時間がない。
- 正社員・正職員の削減が著しく、高度な技術すら派遣職員等に頼らざるを得ない。
- 技術の蓄積・敬称はベテランの方の個人的な資質に任せていることが多く、そのための研修などが用意されていない。
- 業務に追われ、先輩、後輩と一緒に仕事をし、技術を継承していく時間がなかなか取れないことが問題。文書としての報告は残りますが、文字には表せない技術的な面は蓄積、継承が難しい面がある。

#### 制度の問題

- 世界的にみて我が国が優位にある超高压電子顕微鏡の設計理論や製造技術において、大学・企業（メーカー）とも後継者が減ってきており、長年をかけて培われた学問・技術の伝承が難しくなっている。
- 我が国の大学・企業において電子光学を習得した若い研究者が減少しており、この分野の伝承が危ぶまれている。
- 単発で短期のプロジェクトでは、それが終了すると、それに関わる人材が離散することが多く、技術が蓄積・継承するのが困難である。
- 近年、大学や企業等において、成果・能力主義が導入され、仕事は期限付きのプロジェクト制で行われることが多い。こうした中では、高齢の熟練技術者も若手の新人も同様に、一定の期間内で個人としての成果を求められている。そうした状況下では、各個人が自ら成果をあげることが最優先されることになり、その結果、熟練者は若手に技術を教えている時間や余裕はなくなってしまった。こうしたことが日本のあらゆる現場で起こっていると思われる。
- 技術の研究開発には資金・予算がつくが、技術の蓄積・継承に関しては関心が低い。
- 成果主義に偏重しすぎるあまり、長期的なスパンでの技術開発・蓄積が行われていないように見受けられる。
- 既に大学では技術の蓄積・継承など無きに等しい。
- 大学、研究機関で物を作れなくなっていることも問題である。大学・研究機関の技術センターでは技術者を継続して雇用できなくなっており、新装置の技術開発能力に深刻な影響を与えている。
- 大企業を実質的に支えている下請け企業の高い製作加工技術が中国などに流出している。中国ではこのような技術を組織的・戦略的に取得していると思われる。日本の産業界は経済最優先で動いているため、これらの技術流出に対する保護が足りないように感じる。
- 技術者の跡継ぎがない。一日で育成が出来ない。これから日本のナノワールド深索のための実験に必要な技術者である。
- 社会が短期間に目に見える成果を求めるために、時間のかかる技術の継承が

困難になってきている。

- 若者をゆっくりと育てる余裕が失われている。下請け、派遣、パートで企業を支えるような構造では不可能。
- 研究予算が限定されているために、技術の蓄積・継承を行えるだけの人材（エンジニア）が確保できない。

#### 社会環境の変化

- 世界の環境変化（購買力のある製品の種類やコスト競争の激化など）のために、我々が望む装置を開発できる技術者が減り、前回の開発経費を有するものが少ない。
- 予算の緊縮化、また時に若年層を中心とした人手不足により、技術開発能力を高める基礎研究能力を育成する資金的、時間的ゆとりがない。
- 「技術」の手前に「基礎研究」があるが、産業界でビジネスに直結しないものは継続が難しい。
- 安上がりということで製造業の海外移転が行われ、その結果として、国内での技術の蓄積継承が難しくなっている。人員整理もこれに拍車をかけている。

#### ⑬ Q18. 問題の解決は可能と考えでしょうか。

	公的機関	企業	全体
1) 可能である。	63	63	63
2) 不可能である。	15	4	13
3) その他	22	33	24

#### ⑭ Q19. そのように考えられる理由。

##### 1) 可能である理由。

##### 教育の改善

- 高い教育水準の維持が必要。時として「受験地獄」となることもあるが、それも止むを得ない。かつて持っていた「向上心」の回復によりまだ間に合うのではないかと考える。
- 大学は一時の流行に支配された研究テーマの選択をやめ、基礎に帰り、また、文科省もイノベーションの創成といった応用的テーマから手を引くことにより、現在の危機的状況は回避できる。文科省は文科省が本来やるべきことに経産省は経産省が本来やるべきことにそれぞれ自身を持って臨むべき。
- 教育システムの変更、人材育成の多様化、評価の学歴編重を改める等で対応可。日本人は優秀である。
- 価値観の転換、教育の改革でどのようにもかえられると考えている。
- 長期の人材育成計画を実行することで、達成可能と考える。

##### サポート体制の改善

- 長期的視野にたって基礎研究をサポートすれば可能である。

- 目先の利益を追求しない研究に支援を厚くすることで可能。
- 大学等の公的機関で、基礎研究を充実し、産業界に人材を供給すれば可能。
- 文化省、経産省がバックアップすれば、かつてのように人材育成がまだ可能である。
- 厚生労働省の硬直化した許可制度が最大の障壁となっている。
- 技術開発のためのプロジェクトや人材の雇用について、単発や短期にならないような取り組みをすれば、問題解決につながると考えるから。
- 企業に対する経済的支援を行い、各企業内の仕事内容を細分化し、専門技術に特化した専門職を作るなど、様々な工夫で対応する余地がある。
- 特殊技術を持つ中小企業などを支える社会体制を整えるしかない、日本に根付いた特殊技術は日本人により支えられるべきであり、外国企業による吸収合併は技術流出につながる。外国企業の傘下になった企業も多くある現状（公共ニュースによると）、速く何らかの政策がとられることが必要である。
- これらの問題は人件費の負担増、それによるリストラ、技術者の流出等の産業界における労働者の雇用等の問題が大きくかかわっており、企業等の経営陣の意識改革や制度の改善による効果が期待できる。科学・技術者の経済的な問題も含めた社会における地位向上も重要である。

#### 研究方針の変更

- 論文のための研究でなく、役に立つような研究をする方向で研究者がインセンティブを持つようなシステムがほしい。
- 工夫が必要であり、問題点を整理し専門家集団のイニシアティブと部局長のリーダーシップにより徐々に改善している例があるから。
- 現状は、「ものづくり」が嫌われている傾向にある。特にマネジメント（大学・研究所上層部だけでなく、教授や資金提供者）に短期的な成果を強く求められているためと思われる。長期的な視野のたった大学・研究機関における研究予算の確保、技術スタッフ、共通設備の削減などをくいとめることが解決につながる。
- 業務執行体制、人事システムを技術的蓄積を積ませられるように配慮するものとする。そのためにも、予算・人件費の確保が不可欠。
- 短期的業績の観点のみでなく、長期的視点で研究開発を評価できる仕組み、風潮、論調をおこす。
- 特許ベースで技術が滞留しているのはさまざまな要因によるが、利用されない大きな理由のひとつとして特許事実の学術的実体が解析されておらず、応用に向けた一層の技術進展を阻んでいるためである。多くの可能性がありつつも滞留している膨大な技術に日の目を与えるためにも、それぞれに学術的基盤を与える研究がアカデミア等でなされる必要がある。これを支える体制の構築は可能である。
- 理系、特に物理系をもっと基本的なものと位置づける必要がある。
- 政府（文科省）が、必要性を認めれば解決する。

- もう少し基礎研究に目を向けて評価していただきたい。技術職員をはじめ、教員数を確保できるようにして、技術を伝承させてほしい。

#### 職制・雇用制度の変更

- 高齢化に伴う若年労働者の減少を補完するために、定年年齢を延長するとともに、能力に応じて定年後の再雇用を積極的に行う。また、定年年齢の延長は、雇用者に負担のかからないように、非常勤的な扱いとするなどの方策を採ることによって、定年延長に伴う給与支払額の増加を抑制する。研究と就職の環境が整備されれば十分に改善される余地はあると思われる。
- 技術を持つ人材の退職ラッシュが始まりますが、産業界がすでに問題に気づいていること、技術を持つ人材の働く意欲は旺盛で再雇用等により技術継承を行う時間的猶予が残されていることから可能と考えます。ただし、技術者の待遇を改善しないと先細りになると思います。
- 高年齢化が進むので、定年制を廃止して、ローテクの維持を図る。
- 大学等の技術職員の地位向上により可能と思われる。
- シニアの技術者の再雇用とそれによる若手技術者の育成、彼らのノウハウのデータベース化での対応ができる考える。
- 技術を蓄積した経験者を退職前に第一線より分離し、若手育成に回す。退職後でも良いが。
- ①教育改革、②日本的終身効用制の一部復活、③米国型経営、社会・大学のシステム体製造りが多くなされているが、一部を日本式、欧州式にシステムを作り変える、④大型科学研究費の採否審査員の視野が時々専門的過ぎ、高齢者等で狭い。
- 短期的なプロジェクト、成果・能力主にも良いところは多々あるが、それをただ単に導入すれば良いのではない、そのことに日本の社会が気づき始めた。きわめて日本的な年功序列型雇用制度にも問題はあがあるが、定年まで身分が保障されるなかで濃く個人の損得を離れ、組織または国全体のことを長期的に考え、実行できるという点では優れていた。現に年功制度を維持し続けたところには、安定した持続的な成果を挙げている例もあり、また一度、能力主義を取り入れたところも、元の年功序列型の全部、または一部を再び復活させ、力を取り戻した例もある。
- 研究者の採用を優先したために十分な数のエンジニアを雇用できなかった。今後、長期的視点に立って、人材の確保を考えており、エンジニアの採用も前向きに考えている。難しいことではあるが、それが実現すれば、技術の蓄積・継承も行えると考えている。
- 継承されるべき技術が存在している。市場の安上がりだけに任せる方策を転換し、政策として取り入れることで、可能となる。

#### 継承方策の工夫

- 伝統技術を伝承するためには、日本の伝統芸能を伝承する方策を応用することが可能かもしれない。能・歌舞伎・文楽の伝承と科学技術の伝承を同レベ

ルで検討することは無理かもしれないが、考えてみる必要はあると思います。

- あらゆる分野の技術を蓄積するデータベースの構築は重要である。
- 組織的に技術の伝承に取り組み始めている。大学の実習においても技術の伝承が取り上げられるようになると考えられる。
- マニュアルを作成する等、情報を共有するしくみを作る。

2) 不可能である。

- 企業は市場原理に基づいて保有する技術を変えていく必要があり、基礎的な科学研究が必要とする技術とは必ずしも融合しない。
- 効率と競争を追及する日本の社会の仕組みを変えないかぎり不可能である。
- 人材を育て、後進を育成するには、それなりの時間と労力が必要であり、一朝一夕には不可能である。これまで常に効率を優先し、長期的視野に立った対策を施してこなかったのは致命的であろう。
- 計測機器のように国内での販売台数が限られ、政府の緊縮財政運営が続く限り、十分な開発効果が得られるとは考えられない。
- 職人の社会的地位が軽視される傾向があるから。
- 我が国の独自の技術が海外による模倣によって実質的に流出することは、避けがたい。
- 高度な研究機関以外は「人」が続かなくなっている。
- 少子高齢化の進展、産業活動の空洞化。官僚支配の政治の限界。
- 終身雇用制度の崩壊のため。
- 日本人がハングリーでなくなってしまった。

⑮ Q20. 現在、我が国が持っている独自技術。

- 半導体
- 青色LED
- 紫外LED
- 液晶パネル・液晶ディスプレイ
- 導電性ポリマー
- インクジェット
- 高分子化学
- PAN計炭素繊維
- ファインセラミックス技術
- カーボンナノチューブ、カーボンナノチューブのバイオ応用、ナノ温度計
- カメラ技術
- 電子顕微鏡技術（冷陰極型電界放射電子、超高電圧電子顕微鏡、脱着式対物レンズ磁極片、超高真空高分解能電顕、極低温高分解能電顕、電圧変動型収差補正技術、高分解能電顕技術、収束電子回析技術、電顕内軟X線分光装置、電子線ホログラフィ）

- X線（特に実験室系）
- バイオインフォマティクス
- 微小ビーズによる抜粋（ナノ粒子分散）
- タービン製造技術
- 町工場のもつ加工技術
- 中小企業がもっている独自技術（金型など）
- 鉄の高度化（例えば一方向性電磁鋼板自動車用冷延薄銅板など）技術
- 製造業
- 光学加工
- 光検出
- 精密加工技術
- 機械加工
- 情報・通信
- 高速デジタル回路および通信技術
- 高精度・高感度の電波受信装置（アナログ技術）
- コンピュータによる高度な自動制御技術（ロボット技術）
- 制御技術
- プラズマ技術
- 触媒
- 光触媒などのナノ触媒
- 電力技術
- 航空・宇宙技術
- 鉄鋼生産技術
- 固体ロケット
- 高速鉄道
- ハイビジョン
- ロータリーエンジン
- レンズ技術
- 電子管技術
- 自由電子X線レーザー（の一部）
- 放射光ビームラインモノクロメーター
- X線画像検出（ハープ方式）
- X線位相イメージング（一部）
- 超高精度X線ミラー
- 大型放射光関連技術
- X線自由電子レーザー関連技術
- イメージングプレート、光学機器
- エネルギー環境、電池・燃料電池
- 電子・光産業における基礎材料技術

- ナノ材料・バイオサイエンス
- 蛍光標識分子、分子標識技術、光学顕微鏡 1 分子計測技術
- 応用ゲノム技術
- 遺伝子工学
- 鳥インフルエンザワクチン
- 超微小試験による材料特性評価技術
- ハイブリッド車に代表される融合技術
- 内視鏡
- 新幹線
- 炊飯器
- (超伝導) リニアモーターカー
- 地下深部地殻活動観察技術、レーザー方式深海底掘削技術
- 耐震木造構造物、耐震設計技術
- 長大橋架設技術
- 高効率堅型媒体攪拌ミル
- X線異常散乱
- プラズマ核融合技術
- 接着歯質治療
- 歌舞伎・能をいった伝承芸術
- 和洋建築
- 伝統工芸
- 漆
- 製紙
- 麴を利用した発酵技術
- きのこと菌床栽培

⑯ Q 2 1. Q 2 0 で挙げられたものの内、衰退しつつあるものを記してください。

- 電力技術
- レンズ技術
- 電子デバイス技術
- 電子顕微鏡技術 (CCDカメラ技術、電子線トモグラフィー技術、傾斜低温ステージ技術、制御ソフトウェア、解析ソフトウェア、CS コレクター)
- イメージングプレート
- 光学加工
- 機械加工
- 鉄鋼生産技術
- 新規医薬品開発
- 医療機器の製造販売

- 電子管技術
- リチウム電池
- フィルムカメラ
- 精密加工技術
- 金型作成技術
- 高精度・高感度の電波受信装置（アナログ技術）
- 情報・通信
- 遺伝子工学
- 超伝導リニアモーターカー
- FBR（高速増殖原子炉）
- 長大橋架設技術
- 町工場のもつ加工技術
- 伝統工芸

⑰ Q 2 2. 衰退の阻止は可能でしょうか

	公的機関	企業	全体
1) 阻止は可能である。	3 9	2 2	3 6
2) 阻止は不可能である。	1 2	4	1 0
3) その他	4 9	7 4	5 4

⑱ Q 2 3. Q 2 2で1) ならその方策を記してください。2) ならその理由を記してください。

ア 阻止を可能にする方策

- 高度技術・伝統技術の育成・維持に国が補助金を出す。基礎科学の研究を支える技術は、官・学などの研究所で技術を発展・継承できる体制を作るべき。国の資金を優良中小企業の支援に用いる。銀行の視点とは違った立場で支援すべきである。技術の対価に見合う賃金の提供、町工場の存続のための社会的なバックアップ。
- 技術者、研究者の給与レベルや社会評価レベルの引き上げを図って、優秀な人材を集める必要がある。良い技術には対等な対価が支払われる社会にするべきである。
- 現在のゆとり教育を改革し、理科教育、数学教育の充実を図り、技術立国にふさわしい教育家今日にするべきである。人的資源が確保されれば道は自ら開ける。物づくりが重要であることを科学の現場で常に指導することが重要である。その様な指導者をきっちりと大事にすることが大事である。
- 教育システムとしては現状でも基礎研究思考の強い基礎研究者は育っている。しかし、研究機関における基礎研究（応用まで時間のかかる研究）をサ

ポータする研究資金システムが日本は弱い。最も基礎研究に使いやすい文科省の「科研費」でさえ、応用重視の姿勢が強いように感じられる。

- 独自技術の認定、継承を国策として推進する。
- 一定割合以上を国内での生産を義務づける。又は税的優遇措置を取る。
- 大学院博士課程卒業者の理世的利益を増し、より多くの(とりわけ日本人の)人間が進学し、社会で活躍できるような社会システムにする。世界中から優秀な人材を募集する国際科学研究所を設立する。
- 世界標準の提起、イニシアチブ、維持、管理の主体をめざす。そのためには、オリジナリティな仕事とその価値を認識して育成できる審査者とレフリーシステムを確立する。
- インパクトファクターに変わる日本独自の評価・審査システムを構築する。ノーベル屋のような独自のネット網と見識を持つシステム構築。コンピュータ・半導体の基本特許、OS、ソフト、インパクトファクター、科学技術ジャーナル(欧米のものが一流とされる)図書購買費、著作権、データベース→いずれも欧米が主体である。
- 衰退阻止は可能だが、現状のままでは極めて厳しい。海外の電頭の代表的なメーカーである FEI 社(旧フィリップスの電子顕微鏡部門)の工場はオランダにあるが、近接する巨大なフィリップス研究所が控えている。

#### イ 阻止は不可能である理由

- 社会全体が効率化を求め、短期間に目に見える成果を要求するため。
- 他国の追い上げが厳しい。
- 発展途上国の急激な経済、技術の発展に伴い、我が国の独自性が失われつつある。
- 技術が衰退するのは必要がないからで、それを阻止することは不可能です。必要性の薄いもの、競争に敗れたものの衰退は避けられないと思います。ただし、衰退分野が再評価されたり、形を変えて復活したりすることは往々にしてあることですから、絶滅させてはならないと考えます。

(添付資料3) 日本学術会議シンポジウム「科学技術立国の礎」－日本の計測・観察技術を再興する－について、会場における参加者アンケート調査（設問及び回答）

○アンケート有効回答数 106（回答によっては複数回答有）（参加者 276（関係者含））

I. 本シンポジウムの開催をどのようにして知りましたか。（回答省略）

- 1) 日本学術会議のホームページ。 2) 日本学術会議以外のホームページ。  
3) 主催者から直接聞いた。 4) 友人・知人から。 5) その他（ ）

II. 参加（聴講）の動機を教えてください。（回答省略）

- 1) 演者の顔ぶれを見て。 2) 日本の計測・観察技術が心配だから。  
3) 科学に興味があるから。 4) 計測・観察技術の現状を正しく知りた  
から。 5) その他（ ）

III. あなたの現在の所属分野を教えてください。（回答省略）

- 1) 物理・応用物理 2) 理系化学 3) 理系生物 4) 材料工学  
5) 機械工学 6) 応用化学 7) 天文 8) 環境  
9) バイオテクノロジー 10) 半導体関連 11) 人文科学  
12) 報道・出版 13) その他（ ）

IV. あなたの所属機関について教えてください。（回答省略）

- 1) 企業（製造業） 2) 企業（非製造業） 3) 大学（含、付置研）  
4) 国立の研究機関 5) その他（ ）

V. 本シンポジウムは、日本の計測・観察技術の現状を知る上で有用でしたか。

1) 有用だった	90%
2) 役に立たなかった	1%
回答無し等	9%

VI. 現在、日本の計測・観察技術の国際的水準はどの程度とお考えでしょうか。

1) 最高水準	21%
2) 高水準だが最高ではない	64%
3) 中水準	6%
4) 最低水準	0%
回答無し等	7%

VII. 質問VIで、1) 以外を選択された方、理由を教えてください。

- 演者の説明による問題意識を聴いて
- 1でなくなる可能性あり。(若手の不足) 若手をどう育てるか
- 分野により異なる
- 日本の計測・観察技術産業が世界の中で存在感を失っているが、その理由は、日本の基礎研究が、偏った発展をしている為。突出した点が多々あることは確かだが、全般としてはレベルは高いとは言えない。
- 既存の技術の高度化には得意であるが、独創的な手法の提案がない！
- 研究者個人の興味に止まっている。企業は利益の追求のみ。国は拙速になっている。(競争的資金で短期間) じっくりと長期間の研究に取り組む環境が失われ、国際的な競争に勝つことはもちろん、ついていけないのではないか。
- 研究者の志と、計測器を作る側の技術ニーズのマッチングがいつも上手くいかず、技術の方向性が定まらない。
- サイエンティストとエンジニアとテクニシャンとの連携が不足している。
- 専門外のため判断せず。
- 電子顕微鏡の研究でもEUのESTEEMのプロジェクトのような国がバックアップする組織的研究になっていないから
- 欧米のパワーに負けそう。
- 虫の産卵の映像(和田先生)が強烈でした。人間は核も戦争も続けてなんとおろかかと、国家間の競争のことよりも、自然科学の進歩が人類に何をもちたらずか、計測観察技術で人類に環境にどういう貢献ができるかが重要だと思います。田中先生のご講演にあったように「類似」を生かして、自然科学の実績を社会科学に生かしてほしいと思います。すばらしいシンポジウムをありがとうございました。
- 電子顕微鏡等の収差補正技術に遅れが見られる為。
- 本日の講演の中で取り上げられた計測観察技術は最高であるが、他の分野(広い)もありその総てが最高とは言い難いと思う。
- 物造り(物創り)を避ける風潮が広がっている。
- 全分野で最高とは云えないのではと考える。
- 収差補正の例を本日外村さんがあげられたが同様の例がいくつも半導体関連の計測でも見られる。

- ものづくりの基盤を失いつつあるため。
- 高い水準を保ちうる科学と技術を構築していると思いますが、何を目標において計測観察の技術を維持し、リードするかはよく分からない。そのためにも「自由」な「研究」の場を支援することが大事であると考えます。
- ”国際的水準”とは”技術”のどの分野をみるのでしょうか。分野を限定すれば、いくつも最高水準なものがありますが、”技術”全体をならずとそうではないと思います。
- 研究で手作りの装置を用いることがあまりないため。最高の結果を出すには装置作りをしないといけないと思う。
- (パーツ基礎は日本発か) 外村さんの話・第一線で進んだ研究者だけの話なのでよく見える。でも全体では? タイトルに「再興する」とあるのは今がよくないからではないか。ほっておくと低下する。残念ながら計測・観察技術全体の現状分析と今後の政策についての話はなかった。
- ①計測技術を核にした産業が育っていない。②計測+アプリケーションソフトがトータル的に開発されていない。
- 1台の国産メーカーの装置でもアタッチメントソフトの大きな部分を海外品に頼らざるを得ない現状にある。
- 自国で発想されたアイデアを自国内で見出し、育てる環境がない。白川先生・田中先生さらに東芝のフラッシュメモリーとその例はあまりにも多い。
- 独自性と思われる内容をもっと必要とする。
- 日本発信・日本主導型の計測・技術が少ないように感じる。
- 素晴らしい先達に恵まれているが、アメリカ等のマンパワー、予算力におさられているようにも思われる。基礎科学に対する国策がまだまだ拙劣で、理解と援助がもっとすすんでも良いように思われる。
- 本日の講演を聴いた印象
- 外国製で高水準なものが散見される。
- 独創的な電子顕微鏡が少ない。ナノ・材料技術が進化し、電顕が容易に使われるようになり、メーカーが汎用品の開発に追われ、一方で高度化装置を開発する環境が大学から薄れている。
- 特にイオンを利用した計測・観察技術に関しては製品開発はなく、将来が心配 (ユーザは外国製品依存)
- 部門によっては高水準だが取り残されたところもある。
- 先端的な分野もあるが、基礎開発・測定器作りを目的のための手段として重要視しない傾向があるため。
- 必要などころには必要なだけの金をかける体制になっていないので、つまれている芽も多くあると思う (計測・観察技術全般でみればいろいろのレベルではあると思う)
- 装置開発において特に時間がかかる基礎研究が弱くなってきている。各講演者の言われている通りです。

- 分野によってレベルが異なる。
- 分野による
- 分野ごとにでこぼこがある。
- NMR：日本電子《ブルカー＝バリマン》  
X線解析：リガク《ブルカー、フィリップス》  
MALDI-TOFMS：島津《ブルカー》
- 講演者、パネリストの方々是世界最高水準かもしれないが、その多くの方が基礎科学を自由に研究されたのは外国である。現状の水準が継続されるであろう基盤が無い。小中学生の学力低下等も不安要素である。
- ①最高だと聞いた事が無い②ノーベル賞は田中さん一人しかいない③本日、外国人が（ほとんど）いない④30～40代が極めて少ない
- 国内競争が少ない点。国をあげたビックプロジェクトがもっと有るといいかと思う。
- 輸入装置が多い。発想転換した計測・観察技術が少ない。
- 装置は最高、高額だろう。しかしアイデアの独創性、洗練性は物足りない。教育システム。社会構造
- すばらしい研究をされた、されているかたは多いとは思いますが、十分な研究体制、そのための教育体制ができているか、不明なため。
- それを実感できる体験、情報がまわりにないため。
- 科学的、学問的水準は高いが、市場に出る製品としては中水準。
- 製品化されたもののシェア
- 検査機器 etc まだ外国製品におされているものがある。
- NEDOの調査委員会報告を見ても、日・米・欧の比較において問題の照準のおき方が現場技術と研究機関の intention に大きなずれがあり、研究資力（能力を含めて）のベクトル化が進んでいないと感じる。
- 人材の裾野が弱っている。
- 最高水準と学生には教えているが、欧米より独創性を評価する力や Serendipity を大切にしない風土が最高水準であるとは感じられない（分野にもよると思われるが）
- TOPとは思えない。
- 最高水準だと信じていた電子顕微鏡ですら欧州の研究体制に遅れをとっていると話を聞いて愕然とした。
- 部分、部分は優れていると思うが、それを育て、普及させる下地が十分とは思えない。

VIII. 日本の計測・観察技術の将来についてどのようにお考えでしょうか。

1) 安泰である	3%
2) 特に変化はない	19%

3) 将来は水準が低下する	62%
回答無し等	16%

IX. 質問Ⅶで選択された回答に関して理由を教えてください。

- 先端の研究者の存在
- 予算を強化すべき！
- 縁の下分野に対する評価がまだまだ不十分だから
- 若手研究者の育成不足
- 1であるためには施策が必要。特に短期成果主義と異なる基礎研究の励進。
- 計測/観測技術について、開発者と利用者の双方に問題があるように思う。開発者については、装置あるいは技術をどのように適用して何を測るか見るといふ視点が不足していることが多く、また利用者の多くは見られて測れて当然という考えをもつ人が多く、技術そのものがどれほど多くの困難さを含むか理解していないように感じる。
- 子供の頃からの創意工夫の積み重ねが少ない。
- 日本が危機レベルにあることを理解している人が少ない。
- このままでは低下する。もっと注力すべきである。またその方法を十分に検討すべきである。研究者個人のパフォーマンスに依存しているが、もっと国家レベル、組織レベルの取り組みが必要。
- 研究機関、大学の独立行政法人化、民間化
- 人の問題。特に裾野の技術、技能の強化が見込めない。日本は集団の力がカギを握る。
- 市場に広く受け入れられる装置が、最高水準とは限らない（価格・操作性・研究目的）ため、企業が、多額の投資と時間をかけて新しい計測技術を開発する動きが活発にならない。
- エンジニアとテクニシャンの地位が低下している。
- 計測技術を応用する立場の産業界の国際競争力低下が懸念される。
- 小中学における教育で科学より芸術等に重点がおかれるようになっているのではないか？
- 基礎研究がおろそかになっている。
- 国民の意見を得つつ。国の機関技術としてのバックアップ体制が必要。
- 現在の大学院博士課程の教育の問題（ボタンを押して結果を得るだけの方法論をとっているからこうした計測・観察技術に向き合う人材に不安がる。
- 努力次第です。小学校からはじめて実験の楽しさを教育すべき。学校以外に興味としての普及は層を厚くする効果がある。
- 現在日本は企業・大学・国みな「効率化」が求められている。効率化を進めすぎると先端技術の発展を妨げ独創性の創造を阻害するのではと考えている。

- 電顕分野になるが欧米の巨大投資に対抗できるインフラの構築対策が準備されていないため。
- 常の努力次第と考える。
- メーカーと研究機関の間をうめる手段がない。
- 学生から観た日本の科学というのは意欲があってもお金がないために研究開発が制限されているという状況だと思う。計測観察技術だけでなく、科学研究全体からこのような制約がとりはらわれる対策があるとよいと思う。
- 日本社会のあり方に根ざしていると思うため。
- わからない。
- 楽観的ではないが、危機的状況になると、バランスを取る力が働くと考えている。その様な危機感をもつリーダーが逆境的に常にうまれている。
- ①青少年の意欲と学習到達度の低下（能力はあるが家庭学校教育の崩解。加えて中国・インドの追い上げがすさまじく早晩日本は抜かれるでしょう②国の内的要因・和田昭充の研究歴史にみられるように”官”が、創造性をつぶすことは止まないし、民間企業はこれからも「儲かるの・何の役に立つの」といい続けるのでしょうから、企業は収益に結びつかない限り「科学」を育てようとしなない。（トヨタと云えども同じ）③「大学独立法人化での長期の研究が困難になる。
- 特に目立った改革はないが、主要な組織がいい成果を出すことが期待されるため。
- ①社会における価値観の変化（企業（利益追求）、大学研究者（短期成果）、過度の評価神話（一方では足りなく一方で過剰）、若者の意識変化）②トップを支える中堅技術者が社会的にむくわれていない。社会の中で不足している（科学技術立国（1999?）には技術師を今、研究支援組織の充実をあげているがますます悪くなっている。③国の科学技術政策戦略がたてわり社会の中では有益に働かない（研究者支援だけでなくメーカーの技術者支援も必要）
- VIIの①②を日本で発展させる方策（政策）が必要 計測装置開発にもっと国の資金を出すシステムが必要＝科学技術の予算に役人を関係させないで決めるシステムが必要。
- 国家をあげての先端研究装置開発においてUSA、EU、アジアに出遅れている。世代交代の点でも次の研究者が少ない。
- 若者に科学に関心をもたせる制度・環境はない。教育制度は文部科学省国にまかせるべきではない。米国の多様性を学ぶべきである。
- 日本の方向性が見えないと思う。（産業）（世界での分担）医学細菌学健康（化学物質分類 etc）マクロ的ですがエネルギー&資源&環境&食料
- 発表者は高年齢の方が多く若い人の影が見えない。もう少し年代層を分散していいのでは。若い人がもっと集まると良い。

- 現状では小中学生が基礎科学に接する時間、十分に何かを観察する時間が削られているため、水準は下がるように思う。創造力、想像力のある人材を育てて技術を継承、向上させるためにも、先端の現場にいる学生を小中学校にゲスト的に送るなどの方策があってもいいと思う。
- やはり分析技術が必要な技術であるために必要に応じた発展・開発が続けられる、または発足すると思っているため。
- 本日の講演から懸念を感じる。
- 技術継承に問題があると思われる。理論は残っても、実務レベルで低下すると思われる。
- 単品の計測器開発が多く、異なる分析装置の融合が出来ないか、西欧に比べ、従来装置の高度化軸はあるが、ニーズ論からコンセプトを明快にした分析・計測装置の開発が少ないのではないだろうか。
- 実績無しでは予算つかない（現状予算化の仕組み）、・小さくても真の独創技術の評価が、若い研究者にみえるような状態になっていない（現製品に実用されている技術に関する評価→若い研究者の意欲高揚に必要
- 資金は投入されなくなっている、成果・投資効果を正しく評価する仕組みが必要。
- 競争的資金中心になり、長期に開発が必要な技術が手をつけられなくなってきた。また、一般管理費削減により、大学・研究所の共用部門が減らされ、技術の基盤なくなりつつある。
- ①次世代を担う若手の育成に関する不安②受益者負担の原則の行き過ぎによる基礎力の低下③長期的視野からの取り組みの縮小が不安
- 今の体制、人材育成を継続できれば、現状は維持できると思うが、Ⅶに述べたように資金的な支援が必要。
- 世界の中でレベルはトップ←→低下の繰り返しか？
- 上述と同意で近年特に短期間で結果を出すことが強く求められすぎて、時間をかけた研究が減っている。また最近、政府主導での巨額装置開発プロジェクトもさかんだが、もっと一般の研究者が自由に研究を進められる時間、資金的余裕が必要。今日の演者は選ばれた特定の人ばかり。パネルディスカッションでの各位の意見に全く同感です。
- 理工離れが進み、教育水準が低下するので。
- 短期的評価が主体で物事が進んでいる傾向が強い。
- 日本は製造業で食べていけない
- 日本の大学が全般的に研究者養成の機能を弱めていくことになる。政府の予算配分等を改善すべきである。
- わからない
- 国内メーカーは大学や国の研究機関に利用されて、海外メーカーへの危機意識が不足している。

- 計測・観察技術を担う科学者・技術者を育てる大学教育に問題があるような気がする。
- 最近の日本の学生には「理系は偉くなれない。また儲からない」というイメージが浸透している。加えて高齢者社会に対する不安も持っているため、現実的にならざるを得ない状況にある。このような国の現状を打開しなくては、就職に不利な基礎科学に取り組む学生は増えないであろう。
- 短期的な見方のままでは、日本のレベルが世界一のレベルから脱落し、世界的な貢献が出来なくなる。
- 国の予算が投入される研究課題の決定及び成果の評価体制には問題が多い。
- 発展途上国が発展してくるから。本日、外国人が（ほとんど）いない。30～40代が極めて少ない。独創性を尊重する風土に乏しい。
- 探究心のある研究者とすぐれた技術者・企業が揃っているので、世界に太刀打ちできると思う。
- 水準が低いか、高いかではなく、常に変化する貪欲な探究心が必要だと感じる。今後の更なる発展に期待。
- ものづくりの低下（軽視）が大きく影響？
- ハングリー精神、知的好奇心、科学の価値の低下を心配せざるを得ない。
- 基礎研究が正当に評価される社会であるといいと思う。
- 若者の理系離れと教育のレベルダウン。役に立たないと思われる基礎研究環境の悪化
- 若者の関心が目先のトピックスに飛びつく傾向にある。大きな視野から地道に積み上げる理想をもって研究したいと思うような経験を子供の頃にしてもらうような場を設けてほしい。自分は小中高の理科の先生が課外にやってくれた「実験」がおもしろかったので、基礎科学の道を選ぶことになった。
- 短期間の競争環境・ストレスが強くなり、じっくり研究する状況でなくなる恐れがある。
- 学問水準は適当に維持されるであろうが、死の谷を越える製品開発を行わないと、社会で利用される製品の計測・観察技術はもっと低下していく。メイドインジャパンの製品は増えないのではないか。
- 若い世代（子供）の学力低下。（教育行政の失敗、無責任な大人の言動）
- 20年、30年の月日が必要な分野だが、政府の予算はそれに対応していない。寄付税制、競争的予算の使い方、女性・外人の登用等、アメリカに比べ、遅れているところが多い。
- 外人研究者が多いため、基礎技術に対する理解レベルが低い
- VIIで述べた理由に根づくが、基礎研究がもっと基本に根ざして現場ニーズを十分に説得できる能力を備える必要がある。両者の対話のずれを埋める産学コーディネイトが更に機能する方向で進められないものか。歯がゆく思う。
- 上記と同じ

- 日本は何か付加価値力の高さで豊かになってきたが、広い意味での基礎学問に対する投資が多いと言えない（最近一部そうとは言えないが）（税金を適切に使ってほしい。更に子供のEQ教育（家庭教育の不備）を社会全体で考え、行動しなくては高度教育・研究の水準は必ず低下する。中国やインドの20億の民の力が高まるので、日本人の一人当たりの付加価値力を高めないと、相対的に低下する。今回のシンポジウムは非常に良い企画であり、参加して、充実した時間を得た。TV特に教育TVや放送大学でも何度も一般の人のためにも聞かせると良い。
- 本シンポジウムの結論ではないか。
- 目先にこだわるのが大勢であるが、がんばる人もいるので期待している。

以上