

科学技術の夢

人々を駆り立てる夢の変遷とその展望

—第12回科学技術フォーラム報告書—

平成5年3月

科学技術庁科学技術政策局

第1分科会

「科学技術の夢とその変容—夢の枠組みを創る」

Dreams for Science and Technology and Their Metamorphosis

1. 総括

当分科会では、主に「科学技術と文化」をテーマとして議論するという目標を設定し、人選と方向づけを行なった。

他分科会に比べてテーマが抽象的であるのと、参加者の専門分野が多様（理学、工学、情報学、宇宙、産業界、経済学、社会学、哲学など）であるため、参加者各人の発言に見るカルチャー・ギャップは大きかった。比喩で表現すれば、リンゴの落下から、天体の運行まで、同じ場で議論したことになろう。その中からいくつかの共通点をとらえ、最終的には新たな発見ともいえる結論に到達することができた。

議論の経過としては、まず科学技術の現状に対する共通基盤を確認することを目的として、①70年代以降の日本の科学技術の位置づけに対して議論した。引き続き、②文化的側面からみた科学技術をテーマとして、国内外の参加者の見解を得た。また科学技術の現在および未来を考えることを目的として、③科学技術のニューフロンティアと題し、科学技術の未来予測、現場の科学技術者の立場からの科学技術への夢を聞いた。

その中から、科学技術と文化という視点に関連して、かなり共通的に出てきたのは、

- (1) わが国における最近の科学技術者が「人・生活」に注目することが多いこと
- (2) 科学技術の創造的活動における「集団主義と個人主義」の問題

であった。当分科会の総合討論では、主としてこの2点に絞って議論した。そして成果は主に前者の議論に関連して得られた。

外国人参加者の Becker (米)・Vahlefeld (独)・金 (韓) や米国文化を生で体験した毛利の意見を総合すると、「欧米とは異なり、日本独特の『人・生活』という考え方に根付く科学技術が生まれてきている」ようである。科学技術はモノの科学といえるが、近年の日本では、人・生活をめざす発想が、特にハイテク・情報産業分野を中心に多く出てきている。電子産業分野などでは、ここ数年のうちに、人・生活に関連した研究所が数多く設立された。

わが国が欧米とは異なるとするこの知見は、日本人には意外なものであるが、外国人にはむしろ素直に受け入れられるものようである。確かに全体討論の場でも、医学（特に終末医療）分野についても、外国人参加者からその通りとの意見が出た。

そこで、日本が先導しているとされるこの「『人・生活』思想とは何か」という視点を抽象的なレベルで残すのではなく、総合討論の主要なテーマとして議論した。その結果、文化にかかわるような深い発想の部分でいくつかの指摘が行なわれた。

- (1) 人・生活を目指すという発想は、コンピュータ・情報産業分野の大きなトレンドとなっている（逢沢）。その傾向は、科学技術庁による「第5回技術予測調査」でも定量的に裏付けられる（塚本・菊池）。「第三の波」（A.Tofler）という発想でとらえれば、工業が農業に対して機械化・大規模化や化学肥料の導入で貢献したように、工業に対しても今後、情報分野がさまざまな貢献を行なうと考えられる。その思想的な一部分がここに現われていると見ることができる。
- (2) 科学技術に立ちだかる最大の課題は環境問題である（橋爪）。わが国は1970年代に公害問題や石油ショックに積極的に対処し、それを乗り切ることによって諸外国よりも大きな発展を遂げることができた。「人間や社会を科学技術のもたらす災厄から守るのもまた科学技術である」（Becker）という潜在的な主張が、この思想には含まれている。
- (3) わが国のハイテク業界は、民生技術を重視し、最終消費者への製品を目指すことによって成功してきた。これは生活文化に貢献する哲学を日本企業が持っているためといえ、このような企業戦略は人・生活志向の一環である。
- (4) 米国ではこの10年間にほとんどの人々の生活水準は低下し、Zero-Sum社会の下、ごく一部の人のみが豊かになった。成長志向は批判を受けることもあるが、全員が豊かになる社会を目指すためには、Plus-Sum社会であるべきである。人・生活志向には、そのための科学技術立国思想（田中）をも含んでいる。
- (5) わが国の思想・宗教は、実利主義・現世主義的色彩が強く、役に立つもの、生活を豊かにするものを重視しているといえる。
- (6) 西洋の要素還元主義的発想ではなく、東洋の場・関係などに注目して総合化へ向かう思想が、科学技術分野でもやがて重要性を増すであろう。そのあらわれとして、人・生活志向に注目するべきである。

参加者からは、「人間の可能性は大きい」、「人・生活分野で、やがてわが国が世界の先頭を走るような仕事が出てくるだろう」（毛利）といった意見が聞かれた。人・生活志向を、この分科会では最大の「夢」と結論したことになる。

S.O.（逢沢）の私見では、海外ではリビジョニストによる「日本異質論」が唱えられるが、わが国が自分の言葉でその考えを述べるのが少なかったのが原因と考える。わが国の文化的伝統に根ざした同時代思想を、今後、積極的に諸外国に提言してみるのもよい方策ではなかろうか。それがグローバル化する世界でのわが国の役割でもあろう。また人・生活志向は、「行動のための発想」となりえている点をも評価できる。

一方、「集団主義と個人主義」に関しては、集団主義は創造的活動に適さないとみなされるものの、個人主義の下の欧米でも科学技術が行き詰まっていることをも注意しながら議論を進めた。「欧米では東洋的な集団主義のよさを導入する機運がある」（Vahlefeld）、「基礎科学には個人主義、実用化・製品化には集団主義という棲み分け」（川合）などの意見があった。多様化の時代であるため、わが国も個人主義の良さを尊重しながら、集団主義

とのバランスをとるべきという結論である。人・生活の論点ほど目新しい見解は出てこなかった。

なお、当分科会で行なわれた多岐にわたる意見については、「討論内容」の節を参照いただきたい。各自の発言をできるだけ生かすように努めた。

「科学技術の将来は、科学自体に内在する発展性と、社会とのかかわりで方向付けられる技術的發展とに分けて議論すべき」（川合）という意見が科学者側から出た。それに対して、「基礎技術の一部はやはり内在的発展要素があり、科学とは切り離して考えるべきでない」との意見が出た。

基礎科学に携わる参加者の意見（川合、萩原）を見ると、かつて欧米から輸入された科学技術という思想が、すでにわが国にしっかりと根付いており、借り物でない成熟した発想をする段階に達していることを鮮明に知ることができた。一方、現在が高度成長中である韓国（金）では、それにふさわしい熱気を感じることができ、今後の成熟へ向けての胎動を読み取ることができた。

基礎科学分野の参加者に関しては、技術や産業分野のようにわが国の固有性という観点で議論するのではなく、世界共通という普遍性を追求しているように見受けられた。その点で、世界共通文化としての科学技術にわが国が貢献するためにも、共通文化を担う科学者に対する十分な配慮をすべき時代が来ていると考える。文化には一般に相対主義的見方が適用されるが、科学技術という文化の普遍性を分析した橋爪の議論は注目される。

また当分科会では、「ふわっと'92」に携わる毛利、中谷が参加したことなどにより、「感動」という言葉が頻出した。感動を与える教育（中島）などへの言及があった。また人間は指の幅1cmの世界に住み、 10^{-8} cmから 10^8 cmの世界を研究していると述べた中谷の意見は、当分科会のスペクトルの広さを表現するものとして印象的であった。

技術や産業発展の周期性を指摘する意見も、複数の参加者からもたらされた（逢沢、田中、菊池他）。産業界関係者からはそれを認める発言が多かった。

また、欧米のpessimismはまったくの絶望を意味するが、日本人の述べる悲観論は、今ここで奮起しなければならないという積極的な姿勢を示している、という発想の差異などが浮き彫りになってきた。そういう点で、欧米とわが国には、言葉の1対1対応でない文化の相違が存在するといえる。

最も高い立場でとらえたとき、今回出すことができる一つの結論は、科学技術関連分野で「東洋思想が西洋思想に重要な影響を与え始めている」（Vahlefeld, Becker）ということであろう。従来の考え方はこの逆だったが、外国人参加者のさまざまな発言を勘案すれば、世界における今後の日本の一つの役割がとらえられたのではなかろうか。

ただし、人・生活志向や東洋思想を欧米側が過大評価している、という側面はなきにしもあらずである。人・生活志向が欧米でまったく欠如している思想というわけでもない。またわが国でも人・生活志向はまだ標語の段階に近く、産業界で発足した諸研究所でも必ずしも十分な成果をあげていない。

それでも、たとえばアジア的集団主義の根本思想である儒教が、儒教資本主義としてアジア圏の製造業の発展を支え、欧米側がその良さを研究しているなど、東洋思想は科学技術分野でも具体的に西洋思想に大きな影響を及ぼしつつある。

そういう点で、今回の当分科会が残したテーゼは、「日本が思想の発信基地になりうる時代である」ということであろう。モノを輸出するだけでは、世界の理解は得られない。心も積極的に輸出する時代がやってきている、と提案してみたい。

もちろん当分科会で得た知見はまだ仮説の段階であって、今後の検証が必要である。たとえば脳死問題に見るわが国のコンセンサス形成の困難さなどが、科学技術分野におけるわが国の人・生活思想や独自の宗教観といったものと密接な関連性を持っている、といった分析などが可能であろう。

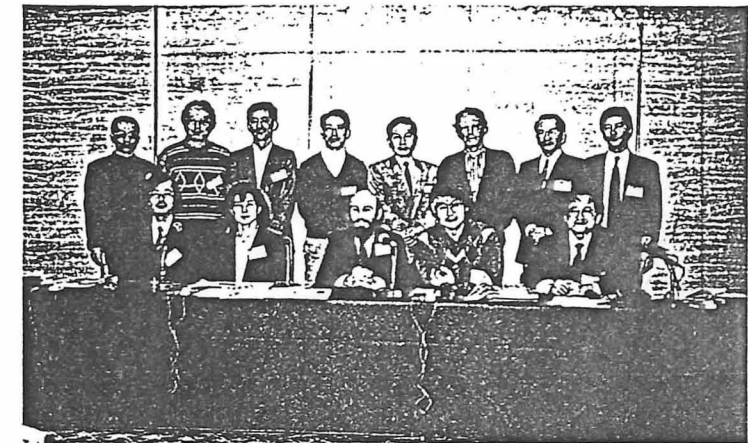
結論を導く過程は、複数の文化を生で経験してきた者にとっては、違和感のないものと思えたが、カルチャー・ギャップを感じたままの者もいた。産業に対しても堅実な視野で科学技術を見据えつつ、しかも文化や哲学という立場での分析を加えた。またフォーラムの基調である「異端・独創」という方法論の一つの顕著な例となった分科会でもあると思う。

なお、フォーラム全参加者に対して行なったアンケートの集計・分析は、当分科会でとりまとめた。川合の報告(3.8)を参照されたい。

2. 参加研究者

本分科会参加研究者は以下のとおりである。

- S.O. 逢沢 明 (本名: 稲垣 耕作) 京都大学工学部情報工学科助教授
S.O. 川合 真紀 理化学研究所表面化学研究室主任研究員
萩原 宏康 (株)東芝 研究開発センター技監
菊池 純一 青山学院女子短期大学助教授
田中 千秋 東レ株式会社研究開発企画部部長
塚本 勝 科学技術政策研究所第2調査研究グループ上席研究官
中島 宏 ユニチカ(株)中央研究所生化学研究部部長
中谷 功 金属材料技術研究所機能特性研究部第3研究室室長
橋爪 大三郎 東京工業大学工学部(一般教育等)助教授
毛利 衛 宇宙開発事業団有人宇宙活動推進室長
Carl Becker 京都大学総合人間学部助教授(アメリカ)
金 貞欽 高麗大学校名誉教授(韓国)
Hans Wilhelm Vahlefeld 科学ジャーナリスト(ドイツ)



3. 討論内容

3.1 逢沢 明 「科学技術の夢とその変容」

(1) 夢をはぐくむのはハングリー精神 — 70年代の再検討

科学技術の夢をはぐくむのは、ハングリー精神であると思う。明治維新時、戦後復興期、第一次石油ショック時などに、苦境を乗り切り、その後発展できた視点である。

70年代における石油ショック後の大苦境を検討することは、ハイテク不況下の90年代への指針として有効だろう。70年代末期には、IBMのFS (Future System) に太刀打

ちできないと思われた。しかし重厚長大路線の行き詰まりを打開するために、省エネ、クリーン、情報化、知識集約化に望みを託して乗り切った。

(2) 文化の転換期に直面する時代 — 儒教と儒教以後

文化については、制度や規範などを重視する。わが国の思想的な背骨を「儒教」と見る。儒教はわが国では「組織を維持するための哲学」として機能した。導入は聖徳太子による「十七条の憲法」であり、江戸時代の朱子学など。明治維新でさえ、陽明学における革命思想が思想的背景になっていた。

しかし集団主義は、科学技術分野の創造的活動に適さないと指摘される。組織主義と個人主義の調和を求める時代がやってきているであろう。情報化は個人性を重んじ、ピラミッド型の組織よりも、ネットワーク型の関係を育てつつある。

明治維新期の近代化、戦後復興期の民主化など、大転換期には大きな思想的変革が起こっている。90年代の思想的方向性を探ることは、科学技術にとって大いにプラスでありうると思っている。

(3) 科学技術のニューフロンティアを予見できるか

「コンピュータ技術の30年周期説」(図1-1)を唱えている。1946年に誕生したコンピュータを、30年の節目でとらえる。1970年代後半から、「超LSIの周期」に入ったとみる。マイクロソフトやアップルが創立された。

第一 周期	1950	ハードの時代	エニャック誕生 ユニバック、IBM商用機 FORTRAN、COBOL ALGOL、LISP
	1960	ソフトの時代	オペレーティング・システム IBM360シリーズ アーバネット
	1970	巨大システムの時代	アポロ計画 イリアックIV
第二 周期	1980	ハードの時代	4004マイクロプロセッサ LSIメモリー 8086マイクロプロセッサ 超LSIメモリー パソコン、スパコン ワークステーション
	1990	ソフトの時代	トロン、第五世代、シグマ計画 各種ソフトの普及 UNIXブーム
	2000	巨大システムの時代	ソフトの知的所有権 20世紀末を飾る大計画
第三 周期?	2010 2020 2030	(ハードの時代?) (ソフトの時代?) (巨大システムの時代?)	どんな新型コンピュータ?

図1-1 コンピュータの30年周期説

この周期での最初の10年が「ハードの時代」、次の10年である80年代後半から90年代前半が「ソフトの時代」、そして90年代後半からを「巨大システムの時代」と想定している。

わが国は超LSIの周期にうまく乗った。しかし、ソフトの時代への対応がまずかったとともに、ソフト思想が蔓延しすぎた。当面、西暦2000年前後へ向けて、巨大システム構想が、科学技術の新たなインフラストラクチャ形成に有効と考えている。また21世紀初頭には、新たな周期を想定するのがよいだろう。

(4) 等身大文明を形成するために

20世紀科学の最大の分野として、(1)「物質」の本性を探る物理学、(2)「情報」の本性を探る情報科学、(3)「生命」の本性を探る生命科学がある。そのどれもが人類を滅ぼすことができるほど、重大な影響力を持つ科学である。近年は、これらの科学に対して3つの壁が形成されつつある。「資源の壁」、「複雑さの壁」、「倫理の壁」である。

そういう点で悲観論が唱えられる。科学技術を思想的背景とした文明が、ある意味で等身大性を失いつつあり、モノと精神の調和がとれた文明が求められていると考える。新たな「等身大文明」を目指すべき時代が到来している。そのときわが国でキー概念と考えるべきなのは、「安全と巧みの思想」ではないだろうか。70年代を乗り切りえたのも、安全と巧みの思想が興隆してきたからであろう。

<討 論>

Q: 倫理の壁を乗り越えるとはどういうことか。(Becker)

A: 倫理の壁は乗り越えるものではなくて、避けて通るものと考え。制限があるからこそ、新たな発想が生まれる。

Q: コンピュータの30年周期説は危険ではないか。ふつうは7年で思想が変わるといわれている。(金)

A: 経験則として30年周期というものが存在する。これによって未来に対するビジョンを持てればよいと考える。アポロ計画(先の巨大システムの例)後、アメリカではビデオ、TVが作れなくなった。これは夢が巨大化しすぎた後遺症ではないか。地に足をつけて考える等身大の技術が重要である。

Q: ポスト情報化社会として人間と技術との調和が必要だと思いが。(金)

A: その通りだと思う。私は現在は情報化社会の入り口であり、工業社会との矛盾、葛藤の段階であると思う。

Q: 日本で悲観論が多いということだが、悲観論は何も生まないし、日本社会の発展と矛盾するのではないか。(Vahlefeld)

A: 危機感をinduceする意味であえて悲観論といった。(「悲観論」という単語は英語のpessimismとは違う。)80年代が日本の産業のピークであり、現在はハイテク産業の

行き詰まり、若者の科学技術離れがあることを考えると、現在悲観論の立場に立つことが必要。

Q：若者の科学技術離れという事実はないのではないか。（荻原）

A：そのことについては科学技術政策研究所から研究報告が出ている。

C：どの国でも産業には一定の周期があって、これは一種の集団パニックである。さらにコントロール・テクニックを知って利用する者がいるので安易な楽観・悲観論は危険である。日本のどの産業にお金が回っているかを調べると、パターンが現れる。（菊池）

A：自説はアーサー・シュレシンジャーの30年周期説と似通っている。また、「コントロールすべき」であるという立場である。

C：30年周期で動くものは多い。1990年代は区切りの30年に当たっているので何かあるかも知れない。（中谷）

Q：これは現状分析である。この説は我々にどのようなアイデアを与えてくれるのか。（Becker）

A：アイデアではなく方向付けを与えてくれるものだと考えている。

3.2 田中千秋 「70年代以後の科学技術」

科学技術が社会に及ぼすインパクトには様々なものがあるが、それは年々増大している。その影響としては(1)くらしの豊かさ、ライフスタイルの変化(2)グローバル化の進行(3)情報の重要性増大(4)政治、経済、地域・民族間抗争への影響（ソ連邦の崩壊）(5)有限の地球資源・環境への脅威発生などがある。

ここで、70年代以後の日本経済の流れを分析してみると、いくつかの障害を乗り越えながら高度成長から安定成長へと移行してきたといえる。また、国際的にみると経済大国となり、グローバル化が進行している。一方、消費動向は物質的豊かさの追求から人の心の問題へ移行している。

では、日本の産業の構造変化はどうであろうか。人は1次産業から3次産業へ移り変わり、産業の主役は 繊維 → 鉄 → 自動車 → 電機 と移り変わってきた。

これは技術革新によって産業の主役が交代してきたということであるが、主要技術革新における技術成長軌道を見てみると、産業の浮沈は30年～50年周期であることがわかる。すなわち産業の成長はある種のカーブを描く。様々な技術についてその軌道を合成してみると技術革新クラスターが現われると言われている。先端技術についての軌道を予測し、合成することによって今後の動向がある程度みえて来るであろう。（図1-2、1-3参照）

そのような技術革新の時代における日本の技術水準と実力を検証してみると、日本の技術水準はアメリカと比較するとまだまだ実力不足であるといえよう。特許出願数などでは上位を占めるが、学術論文の引用数ではアメリカの方が多い。

また、国内市場の成熟化、若者の製造業離れなどが今後の日本経済発展の阻害因子となる

ことが予想される。

技術立国（頭脳立国）日本に向けての課題としては(1)過当競争を是正し、個性化／基礎研究強化(2)国の研究費増額、大学の講座制改廃(3)異質文化の融合—共同研究（産官学、学際、業際）、自然科学と人文科学、日本文化と西洋文化(4)COE（Center of Excellence）による国際化推進(5)政治に科学を(6)科学教育の充実などがある。

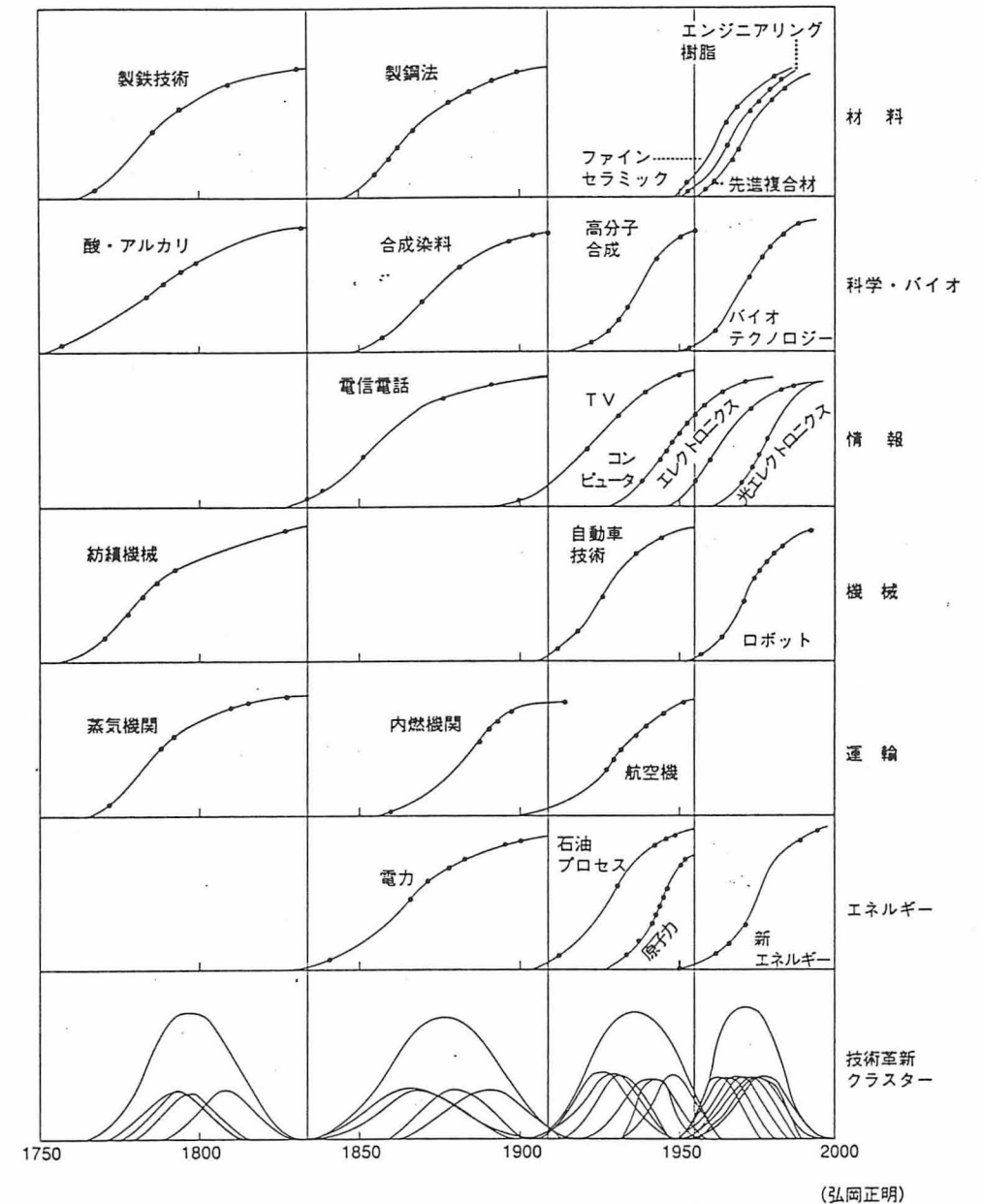


図1-2 主要技術革新の技術軌道

(弘岡正明)

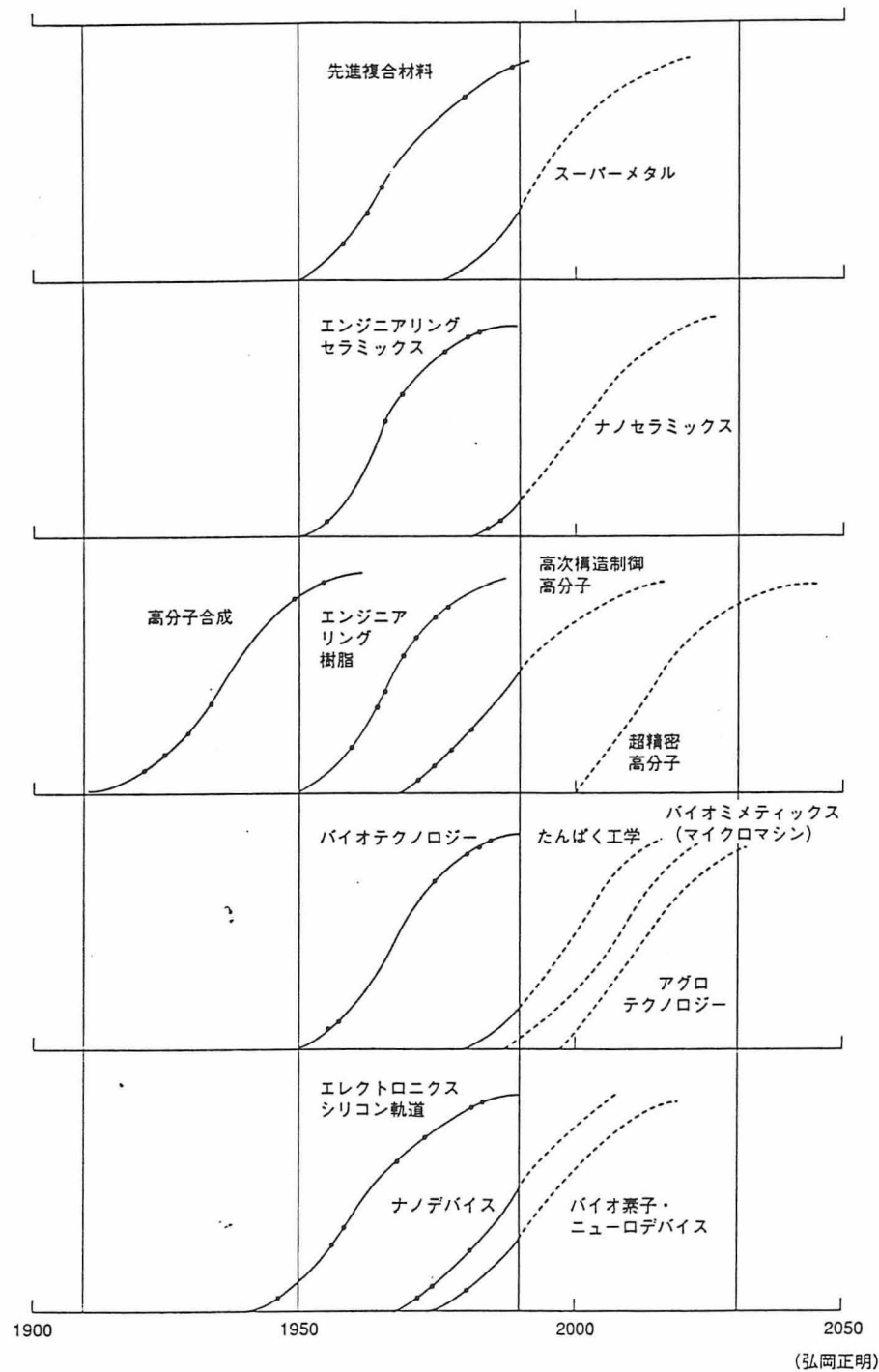


図1-3 先端技術のフロンティアと技術軌道

(弘岡正明)

< 討 論 >

- Q: 50年以上繁栄している企業には成長カーブは当てはまらないのではないか。(荻原)
- A: 有力な企業はリストラクチャリングで新しい分野を開拓している。
- Q: 製造業の伸びはGNPの伸び以下か。(逢沢)
- A: 電機・自動車も含めてGNPの伸び以下になってきている。コンピュータ、オプトエレクトロニクスはまだ、GNP以上の伸びが続いている。
- C: 産業の区分が変わってきているので、先ほど述べた分類はあまり意味がなくなっている。(菊池)
- C: 科学技術教育の充実に対して具体論がほしい。分科会におけるこれからの議論で夢と理想とビジョンを具体的に示してほしい。(中島)

3.3 Hans Wilhelm Vahlefeld 「ドイツから見た日本の科学技術と文化」

夢はビジョンのゆりかごである。60年代の初めに、本田宗一郎が「いつかホンダが有名なモンテカルロ・レースでベンツを打ち負かす夢を持っている」と私に語った。10年後にホンダの車が世界を征服した。夢なくして前進はない。

国民の経済的奇跡の文化的背景は次のようなものである。

- (1) 日本のすばらしい再生の推進力は、1945年8月6日の広島にある。日本人は「科学技術の劣っていたことが戦争に負けた原因である。Never Again! 広島は国民的エネルギーを生み出している」と無意識に思った。
- (2) クリスマン社会の文化的pessimismに比べると、日本の神道はoptimismを好む。キリスト教とは反対に神道、仏教、儒教は科学と技術の邪魔をしない。
- (3) 徳川時代の250年の儒教の教えによる鎖国状態が国家的エネルギーを低下させたが、この時代の熟慮が次への飛躍の元となった。
- (4) 儒教の伝統に従って松下、トヨタ、三菱のような日本の巨大企業は会社を家庭のようなものにとえて成功した。

日本のキーワードは調和で、西洋のそれは資本と労働の対決である。ヨーロッパやアメリカでは資本家と労働者は2つのボートを操り、日本は同じボートに乗っている。

結論として、西洋文化では個人主義が、東洋では集団精神が強い力となっている。それらは分けるべきではなく、結合させるべきである。文化的孤立主義は未来に何も及ぼさない。

< 討 論 >

- Q: 神道と儒教は別のものである。それに、日本は日本教であり、日本における儒教の影響は間接的なものではないか。(橋爪)
- A: 神道と儒教が違うというのは正しいが、双方の哲学的な流れが結びついて日本の伝統

を作っている。

Q：儒教は日本のルーツではないのではないか。庶民の中にはなかった。(荻原)

C：儒教を集団主義ととらえてもよいと思う。N I E S 諸国を見ても、製造業の強い国は儒教国が多い。(逢沢)

A：ヨーロッパにおけるキリスト教も一般民衆はあからさまに意識しているわけではない。それは個人の無意識の中に入り込み、文化の一部となっているのであり、切り離すことはできない。日本人にも神道や儒教は浸透している。

C：労働の倫理と集団主義は日本に特徴的なものである。集団主義には2つの危険性がある。1つは異端を認めないということ。もう1つは自然を護るという意識が希薄なことである。自然(神)に助けてもらえらると思っている。(Becker)

3.4 金 貞欽 「韓国から見た日本の科学技術と文化」

まず、日本の教育について述べたい。日本の教育は、与えられた課題をこなすことが目的で、新たな問題を作り出す習慣がないと言われる。しかし、これは創造性の欠如を意味しているのではない。どの民族にも創造性はある。重要なのは創造性を育てる環境である。

人は自分で環境を選択できるものであるから、より良い環境を目指すべきである。若者には夢を育ませ、実践させる環境が必要である。しかし、日本の大学の講座制は弊害が多い。それはひたすらに師を尊敬する余りに、正しいこと、当たり前のことを判断する能力をすら麻痺させてしまっている。

次に日本のR&Dについて述べる。日本のR&Dは基本的に長期戦であるべきだと思う。第5世代コンピュータプロジェクトなどは10年で終わってしまうのではなく、20年、30年と続けてほしい。過去の日本のR&Dは追いつけ、追い越せという目標に向かっていった。その当時はこれでうまくいったが、現在は目標を達成してしまい、習うべき見本がなくなってしまった。日本は今、目標を示すリーダーとなるべきなのである。

ところが日本のR&Dの問題点は、過当競争、過当開発、過当危機感である。たとえば、魚の骨を全部器具で抜き取り、かえって風味をそこなうとか、見物のため船の片一方に人が集まってしまうとかである。また、日本人は本をよく読み、情報のまとめ、吸収、消化は早い、Originalityにやや欠けている。Machlup-Porat Plotによると、農、工、科学、情報の発達においてアメリカ、日本、韓国とパターンは似ているがスピードが違う。東洋では儒教の影響というより「箸使い文化」すなわち細かいことまで器用にできることが進歩を早めたと思う。最後にこのフォーラムについて感じたことは、夢は美しくロマン的だが具体性を欠き、またゆとりが少ないということである。

<討 論>

Q：韓国の学生も科学技術に対する夢を失ってしまっているのか。(中島)

A：技術に関しては韓国は日本を見習っているのと同じようなことが起こっている。しかし、各道に工科大学を設置するなど、養成は行なっている。

3.5 Carl Becker 「日本の科学技術と文化」

近代日本は西洋の模倣によって東洋的なパラダイムを忘れてしまった。現在、東洋のパラダイムの再発見が必要であろう。そのようなパラダイムをいくつか挙げてみる。

(1) 常時変化するエネルギーのパラダイム

西洋科学では、世界は独立した粒子から構成され、各粒子は一定の時間変化することのない性質を有する、と考える傾向にあった。それとは対照的に、東洋の科学では、宇宙は揺れ動き変化するエネルギー(気)や相互関係の原理(理)からなるものとする。全体的に言って東洋のパラダイムの方が柔軟である。

(2) 相互関係におけるホーリスティックなパラダイム

日本の伝統的哲学では、万物は本質的に相互に関連し合っていると考える。この視点において、物質は根本的に真にエネルギーであり、そのエネルギーは本来相互に調和するようになっている。これによって距離を越えた共鳴、共震現象も説明できる。湯川、江崎らは「遠距離効果」の認識が大発見の元となった。

(3) 省エネ、リサイクル、節約のパラダイム

人口密度が高く、天然資源も少なかった日本にはもともと省エネルギーの考え方があった。それが西洋消費文明に奪われてしまったのではない。科学の災厄から人間を守るのもまた科学である。そして、特にこれから科学的に取り組んでゆくべきものとして心身の関係のパラダイムがある。心身二元論ではなく意識と物体との関係がこれからの科学の課題ではないか。例えばインスピレーション、医学における意識の問題、瞑想状態での体外離脱などである。

<討 論>

C：科学技術という共通言語で話せると思っていたが、発表を聞くと大きな文化ギャップは存在するようだ。(逢沢)

Q：日本でのこの分野の研究はどこで行なわれているのか。(菊池)

A：国際宗教研究所、筑波大、NEC、上智大、人体科学研究会など10数カ所ある。

Q：このような分野はいつも成功例ばかりが報告されるが、どのくらいの失敗例があるのか(金)

A：現在は基礎的な情報収集の段階なので、成功/失敗の基準がない。

Q：日本文化との関係はどうか。(逢沢)

A：日本文化を研究する上で、出会ったことである。現に日本には「以心伝心」という言葉もある。

Q：異なる言語を話すもの同士のコミュニケーションの例はあるか。(金)

A：実験していない。

Q：長距離の意志伝達は可能か。(中島)

A：防衛大学でアルゼンチンにある潜水艦の中との通信に成功した。

Q：新たな技術の種となりうるのか。(逢沢)

A：人間が機械と自由にコミュニケーションできれば、色々なことができる。特に医療の分野など。

3.6 橋爪 大三郎 「科学技術は普遍的な文化でありうるか」

(1) 「普遍的」とは何か

「普遍的 (universal)」という言葉、私なりに定義してみると、《時間 (時代) 的、空間 (地理) 的な限定を受けないこと》ということになる。もっと言い換えて、《いつの時代、どんな民族にも妥当すること》と考えてもよい。人類全体の共通文化であるという理想が、この言葉にこめられている。この理想は、近代的な科学技術を生み出した、西欧世界のイデオロギーであった。科学が「真理」を追求し、それに基づけられた技術が人類に「幸福」をもたらす、というのがそれである。こうした技術がほんとうに「普遍的」か、ということが問題となる。

(2) 文化は個別のルーツを持つ

いっぽう、文化とは何か。それは、ある社会に属する人びとの、行為のパターンの総体 (慣習、伝統、言語、技術、宗教、…など) のことである。科学技術も、この広い意味での文化に含まれる。

文化は、さまざまな時代、地域に自生的に成立するもので、必ず独自のものである。文化の違いを乗り越えようとする「普遍文化」の試みも古くからあるが、それにしても、そうした独自性から自由であるわけではない。

西欧文化は、普遍性を強く意識したヘレニズム文化とキリスト教をルーツとしている。そこから生まれたのが、近代の科学技術である。普遍性を掲げる科学技術も、こうした西欧文化の個別の事情を背負って、成立したものに違いない。そもそも「普遍的」な「文化」とは、語義矛盾とすら言える。

(3) 科学技術の二つの前提

科学技術の前提を、西欧文化のルーツに探ると、つぎの二つがあげられる。

①要素論 (特に、原子論) …世界を存在論の枠でとらえ、それを要素に還元するというギリシャ哲学以来の発想

②主体/客体図式…創造神と、被造物としての人間との、認識の弁証法

この二つが、世界を分析/再構成する持続的な情熱—科学技術—を生んだ。

(4) 科学技術はなぜ勝利したか

科学技術の前提は、西欧以外の文明圏では、必ずしも共有されていない。たとえば、インド文明や中国文明がそうである。にもかかわらず科学技術は、非西欧圏でも急速に受け入れられた。それはなぜか。

構造主義が正当に主張しているように、ある文化 (文明) と別の文化 (文明) は、構造的に等価で、どちらが優れているという価値づけができない。それができるように見えるのは、一方に内属して、その観点から他方をみる場合だけである。

したがって、科学技術は、事実として受け入れられている。それが普遍的であることを証明したから受け入れられているのではない。科学技術が産業文明と一体であるというのが、基本的事実である。そして、産業文明の優位とは、軍事的、経済的、医学的、…な優位のことである。

(5) 科学技術は普遍的な文化となりうるか

科学技術が普遍的な文化となりうる (言い換えれば、今後長い期間にわたって人類共通の文化として発展を続ける) かは、まず第一に、それが当面の問題をクリアできるかにかかっている。当面の問題とは、地球環境問題 (すなわち、現在および将来のあらゆる人々に、幸福な生活を保証できるかどうか) にほかならない。これに失敗するなら、在来の固有文化のほうが、科学技術に比べて、正当性をもっていたことになる。第二にそれは、科学技術が、在来の固有文化のさまざまな可能性を吸収して、発展を続けていけるかにかかっている。アジアや第三世界が近代化と産業化に成功し、科学技術がそこから十分にインパクトを受け取ったとき、はっきりしてくるであろう。

< 討 論 >

Q：科学文明をまだ受け入れていない国に別の発展の道はあるか。(荻原)

A：発展という言葉自体が西洋的である。また、自分たちの文化を守るということで、鎖国という考え方もある。

Q：通信技術の発達した現代において鎖国は可能か。(荻原)

C：人々が西洋文明に憧れて、物を入れてしまうだろう。(Becker)

A：鎖国するには権力が必要であり、現実的には困難であろう。

Q：民衆が他国の製品を受け入れるということは、その文明を受け入れていると解釈してよいか。(Vahlefeld)

A：よいと思う。

Q：ギリシア・ローマで科学はある程度発展したが、中世ヨーロッパで一度消滅して、ルネサンス後に復興したという経緯がある。今後、現在の科学技術が減ぶことがあり得ると思うか。(逢沢)

A：中世で消滅したのと同じ理由ではなくならないが、永続するとは断言できない。

Q：科学と技術は分けるべきではないか。(中島)

C：科学は世界共通のもので普遍的、技術は国別のもので個別的だと思う。(金)

A：科学と技術を分けることには賛成。日本ではもとの精神に影響を与えないように科学を受け入れようとしたが、無理であった。また、技術に関しては勤勉さと鋭敏な感覚で成功したともいえる。

Q：儒教は主知主義的哲学だと思う。それが日本の科学技術の発展にプラスに作用したと思うがどうか。(逢沢)

A：儒教は外来文化である。儒教の影響というより、日本人はもともと勤勉であった。

3.7 中島 宏 「科学技術に夢を与える動機付け」

最初に、なぜ科学技術は夢を失ってしまったかということを考えてみたい。日本において明治維新期はベクトルは大きく理想主義に向いていた。また、戦後復興期は細いがベクトルは上(応用技術)に向いていた。ところがオイルショック後、ベクトルは小さく色々な方向へ向くようになってしまった。これでは理想に向かって夢を膨らませてゆくことなどできない。(図1-4)

では、どのようにして夢を取り戻せばよいのだろうか。それは教育において(1)自然に対する畏敬の念を取り戻す(2)偉人伝などで科学の喜びを伝える(3)成功体験の喜びを教えることなどが必要であろう。(図1-5)

<討論>

C：今の大学生には燃えるような動機がない。興味あるテーマが与えられれば驚くべき能力を発揮することがあるから、自分の中にあるものを啓発するような教育が必要なのではないか。(Becker)

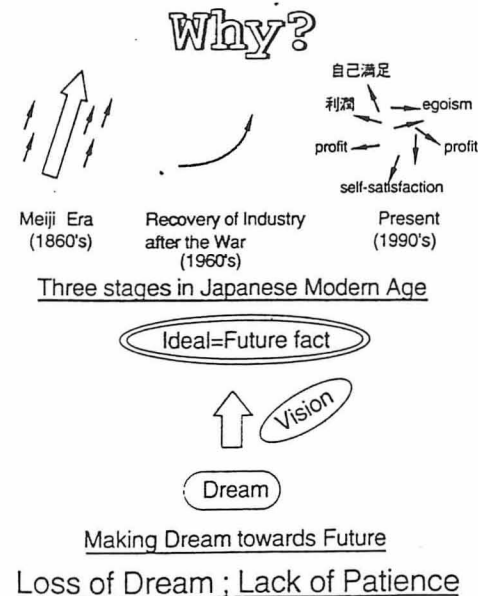


図1-4

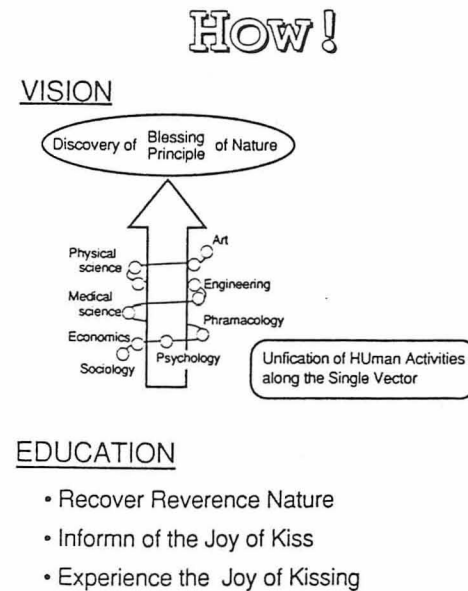


図1-5

3.8 川合 真紀 「科学技術の夢と変容の分析 — アンケートの集計と分析 —」

今回のフォーラム参加者を対象に配布した「科学技術の夢の形成」に関するアンケートに基づき集計と分析を行った。(回収率は70%) アンケートの集計結果は設問毎にまとめ、本節の最後に示した。

科学技術の夢には、科学技術そのものの夢と、社会との関係で描かれる夢とがある(2. 将来に対しての科学技術の夢)。科学技術そのものの夢は、真理の追求や未知への挑戦と表現されるものであり、この夢は、未来永劫に続くものであるろう。その変容は、夢の領域が物質の域を出て、精神分野にまで広がってきているところに現れている。

科学技術の夢の変容は、主として社会との関係で描かれる夢の部分に顕著に出ている。2項および5項から、物質文化の充足にともない、「社会経済のための科学技術」から「より人間性豊かな社会を建設するための科学技術」へと変容していることが読み取れる。

科学技術に対する夢の形成は青少年期における身近な人々や、書物からの影響が大きく(1. 青少年期に抱いていた将来の夢、その夢の形成に大きな影響を与えたものは?)、社会の、科学技術に対する思い込みが反映される。この意味で、科学技術の夢や実態の社会への伝達が重要であろう。また、感動を与える科学技術とは如何なるものか問うて見ることも必要かも知れない(3. 最近の若者の科学技術者離れの傾向についてその主たる原因は?)。

独創的な発想を支援する体制を整備することの必要性も指摘されている(4. 日本の科学技術に創造性はあるか? 独創性が発揮できないとすればその理由は?)。

若者の科学技術者離れの現象に関しては(3項)、科学技術そのものの興味とあいまって、職業としての社会的地位の問題が指摘されている。今後の科学技術の方向は、科学技術を目指す人材に依存することを考えれば、この点も、考慮に値する問題であろう。

<アンケートの集計結果>

1. 青少年期に抱いていた将来の夢、その夢の形成に大きな影響を与えたものは?
(図1-6参照)

2. 将来に対しての科学技術の夢

① 純粋科学の立場から:

科学の本質は真理の追求や未知への挑戦である。 11人

具体的な対象としては: マクロ・巨大領域として宇宙

ミクロ領域として遺伝子、原子分子

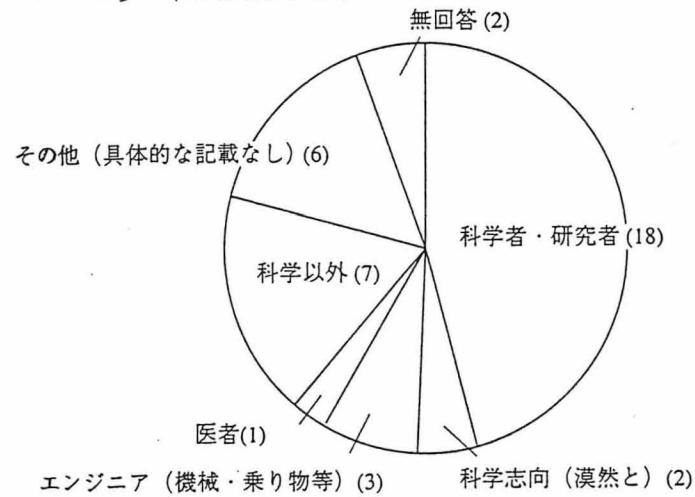
「夢が残っているか?」と問えるほどには科学技術は発展していないとの意見もあった。回答は、物理、化学、生物 etc 全ての領域について一様であった。

② 科学技術の位置付け: 「社会経済のための科学技術」から「より豊かな社会を建設するための科学技術」への変容 9人

内訳: 医療問題の解決(老化、脳、ヘルスケア、etc.) 5人

エネルギー問題	4人	
環境問題	3人	
地域・人類問題（貧困、食糧、etc.）	3人	
③ 精神科学	6人	
具体的には：mental support technology、人工知能、 精神活動と物質との接点、human - machine interface		
④ その他の具体的な夢としては		
低温核融合、宇宙創世、生命の起源、巨大科学、etc.		

抱いていた夢（回答数：39）



影響を与えたもの（人）（回答数：56）

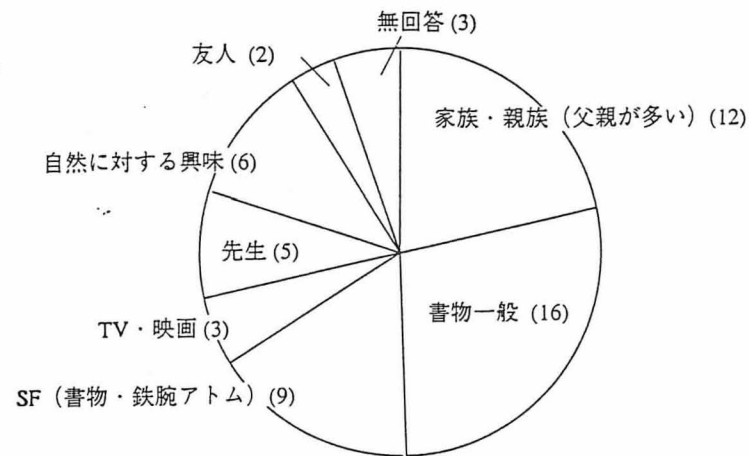


図1-6 青年期の夢についてのアンケート結果

3. 最近の若者の科学技術者離れの傾向についてその主たる原因は？

① 科学技術に対する感動、夢の伝達が不十分（教育の問題）	11人
（内）受験教育	3人
② 物質文化の充足により科学技術の重要性が感じられなくなった。	5人
③ 科学技術にもはや感動がない	4人
④ 社会の「科学技術」に対するイメージ付け	8人
（内）環境問題等による科学=悪の構図	5人
3K（暗いイメージ）	3人
⑤ 科学技術者の社会的待遇の低さ（地位、給与等）	13人
⑥ その他	
若者の思考形態が論理的から感覚的に変化してきたため	2人
必要とされる基礎（数学など）のハードルが高い	2人
じっくりと物事に取り組む時間の欠如、若者が理想主義を失った、科学技術の危険性等。	

4. 日本の科学技術に創造性はあるか？ 創造性が発揮できないとすればその理由は？

全員が日本の科学技術に創造性はあると回答。発揮できない理由は：

① 教育や社会のシステムに問題がある。	19人
均質化、同化、協調性に重きを置く価値観は、創造性の発揮とは相容れないものである。	
（内）受験体制	2人
② 確立されていない領域、創造的な科学技術に対する支援体制の不備	10人
（研究場の提供、研究投資の欠如）	
③ 歴史的要因	5人
欧米の科学技術へ追いつくための効率よい方法として模倣や技術導入が優先的に行われてきた。	
④ 個性の欠如	3人
⑤ 研究者に対して研究以外の雑務が多すぎる	3人
創造性を伝統付ける体制がない	
⑥ コミュニケーション、ディスカッションの欠如	2人
言葉（日本語）の問題を含む	

5. 日本や世界の将来に対して楽観的か、悲観的か？

楽観的：	25人
悲観的：	7人
条件による（楽観的）	5人
どちらとも言えない	4人

（注）逆説的な意味での「悲観」は「楽観」として計算

設問の設定が漠然としていたため、単純な評価はできないが、回答の数値は表に示すとおりである。本項では、科学技術の将来に対する見方、特に社会・文化との関係が問われている。

る。同質の社会問題に対する科学技術の立場を悲観的にみるものもあれば、楽観的に見るものもあり、回答結果は、多分に個人の姿勢に依存している。公害問題を例にとると、このような問題の原因を造った科学技術だから「悲観的」と見る者もあれば、このような社会問題を解決できるのは科学技術であり、現実には時間はかかったものの解決してきており、だから「楽観的」と見るものもある。

< 討 論 >

Q: アメリカの調査によると創造性の高い人は雑用も多いということがわかっているが。

(荻原)

A: アメリカでは創造的な仕事の中心となっているのは若いPost Doctorである。この年代の人つまり30代前半にはできるだけ時間を与えるべきだ。

Q: 日本は悲観論の中に楽観論があるというが、それがよくわからない。(Vahlefeld)

A: 悲観とpessimismは違う。日本では危機感を持って物事に対処すべきであるという人が、「自分は悲観的だ」と言う場合もある。

C: 日本の大学教員は本当に無駄な雑用が多い。(Becker)

C: もうすぐ総務庁の統計結果が出る。これから改善される方向に向かうのではないか。

(菊池)

3.9 菊池 純一 「2010年の技術予測101」

まず、技術本位制時代の研究開発について概観する。技術本位制とは技術が国力を支えることを意味する。この時代を分析する方法として産業間の資本の流れ (Market Structure) を調べる方法がある。このような分析手段を用いると、技術パラダイムの変化がよくわかる。パラダイムが変わると、重点領域への集中投資が起こってしまい、産業構造の歪みを伴うこともある。

またこの技術本位制時代では、役所が技術予測を行ない、問題を設定すると、戦略的研究開発体制を持っている大企業がまず動き、さらにそれを受けて周りがパニック的に動くということが起こる。そこで技術爆発が起こってしまう。そこではアイデアはよいが全体システムとしての機能を考えていないものや、科学としてはよいが技術としては無意味なものにまで労力が使われる。

そのような事態を避けるため、的確な技術予測を行なう必要があるが、キーテクノロジーから見た構図として、未来技術の基盤は次世代エレクトロニクス (マイクロ、オプト) と新素材であり、空間利用、運輸・交通、ライフサイエンスへつながるべきである。(図1-7 参照)

最後に提言であるが、技術に関しては金銭だけでなく時間や社会性のファクター (図1-8, 1-9 参照) も評価してほしいということと、教育に関しては10代のうちにシステムの

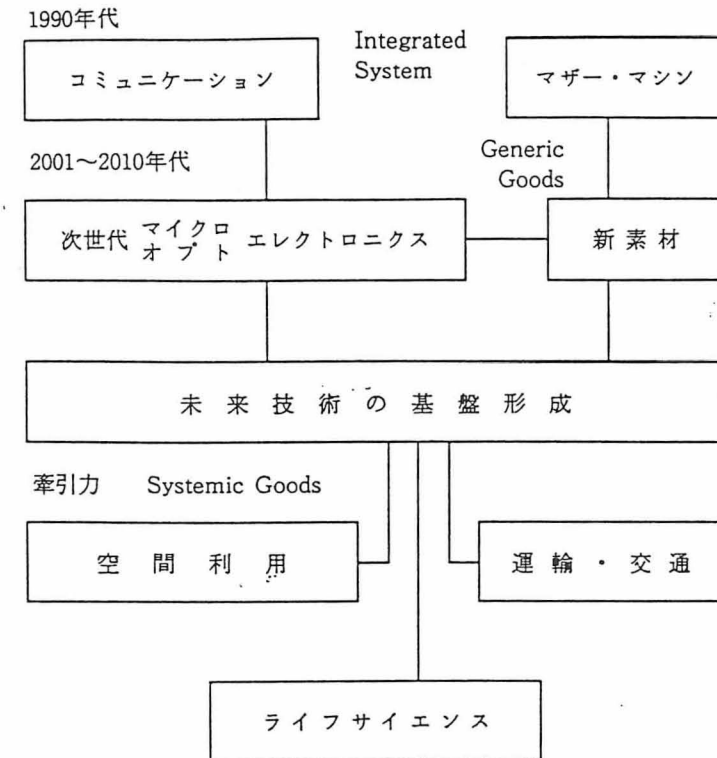
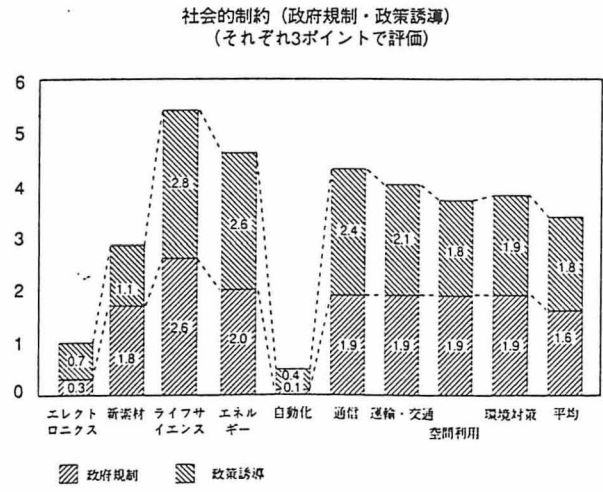
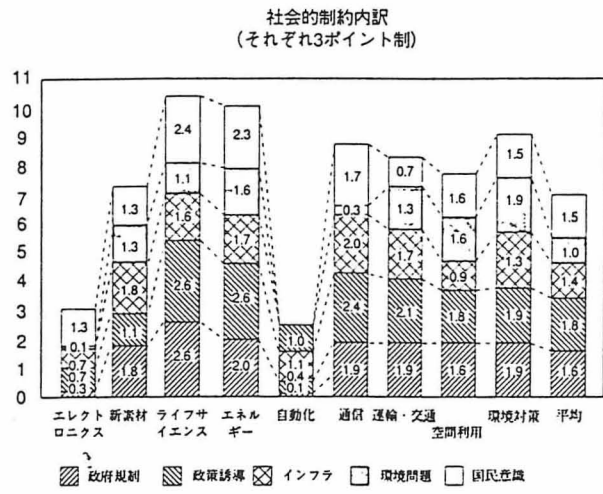
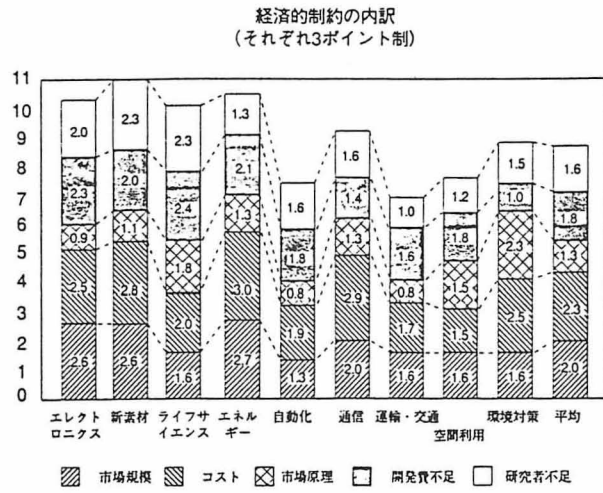


図1-7 ブレークスルーすべき「キーテクノロジー」から見た構図

区分	最近の平均増減率 (%程度)	現在 (1989) (億人)	年平均増減率 (%程度)	1995年 (億人)	年平均増減率 (%程度)	2000年 (億人)	年平均増減率 (%程度)	2010年 (億人)	年平均増減率 (%程度)	2020年 (億人)
総人口	0.5	1.23	0.3	1.25	0.3	1.27	0.2	ピーク 2010年 1.29	▲0.2	1.27
生産年齢人口	1.0	0.86	0.3	ピーク 1995年 0.87	▲0.2	0.86	▲0.6	0.81	▲0.7	0.75
労働力人口	1.3	0.63	0.8	0.66	0.4	ピーク 2000年 0.67	▲0.2	0.66		
老年人口比率 (%)		12		14		17		21		25

- (備考) 1. 「総人口」「生産年齢人口」「老年人口比率」については、厚生省人口問題研究所「日本の将来推計人口 (平成3年6月暫定推計)」による。「労働力人口」については、総務庁「労働力調査」等により経済企画庁総合計画局推計。
 2. 「最近の年平均増減率」は1989年/1985年の年平均増減率
 3. 「生産年齢人口」とは、15歳~64歳の人口
 4. 「労働力人口」とは、15歳以上人口のうち就業者と完全失業者を合わせたもの、
 5. 「老年人口比率」とは、65歳以上の人口/総人口
 6. □部は減少期間

図1-8 日本の人口構造の変化



出典「2010年への選択」経済審議会 2010年委員会

図1-9 技術に関する経済・社会的制約

製品分類	1980~2000年	2001~2010年	2011年以降	実用化時期
情報・エレクトロニクス	14	1	4	9
新材料	16	2	7	7
ライフサイエンス	8	0	1	7
エネルギー	7	1	2	4
自動化	9	0	6	3

製品分類	1980~2000年	2001~2010年	2011年以降	実用化時期
社会	9	?	?	0
経済	9	9	?	0
技術	17	7	?	3
環境対策	13	3	?	2
平均	101	23	?	32

出典「2010年への選択」経済審議会 2010年委員会

図1-10 実用化時期別技術製品分類表

な視点を持つような教育が重要であるということを述べておく。

< 討 論 >

Q：この予測は科学技術政策においてどのように使われるのか。(田中)

A：国の予算配分の指標として使われる。しかし、この中に入らなかった分野に対してマインスマイメージを与えてしまったという欠点もある。

Q：実用化時期の予測表(図1-10)において通信に関する課題が2000年以後なかったが、これは80年代に通信事業が歪められた結果なのか。通信は枯れた技術を使うからではないのか。(逢沢)

C：これは経済企画庁が行なったもので、実用化を念頭においている。(塚本)

A：確かに80年代は通信関係の研究者が増えたが、研究の焦点が情報・エレクトロニクスのコア分野に移ってしまった。その結果、通信に関する長期的テーマは立ち消えてしまった。

3. 10 塚本 勝 「技術予測調査と科学技術の夢」

まず明治34年の夢を振り返ってみる。当時、報知新聞が掲載した「20世紀の予言」と題する記事(図1-11)は、現在から見ると驚くほど当たっている(約70%)。ジェネラリストによる予測はよく当たるといえるならば今年の第1回科学ジャーナリスト世界会議を機に行なわれた「50年後の世界」に関する予測アンケート調査(図1-12)の結果にも注目すべきであろう。

次に、「技術予測調査」(図1-13、1-14、1-15参照)の概要を述べる。この調査は3000人以上の専門家の協力により、デルファイ法で未来像を予測したものである。第1回調査は1971年に行なわれたが、そこで予測された技術の実現率は28%、一部実現率は64%であった(図1-16)。実現したものは適切なニーズ、シーズが噛み合ったものであり、実現しなかったものは時代背景による厳しい課題、時代背景の変化などが原因である(図1-17、1-18)。過去5回の調査の変遷を見てみると、やはり当時の社会情勢を反映していることがわかる(図1-19)。第5回は地球環境保護に重点がおかれた。

その第5回(今回)調査によって今後の科学技術の展開方向としては、(1)健康で安心な生活をめざした課題、(2)原理・現象の解明が重視される課題、(3)知的機能の付加が重視される課題、(4)環境問題との関わりが重視される課題がある(図1-20)。

最後に、科学技術の発展に対する社会意識の日米欧比較について分析してみると、全体においてアメリカは楽観的、日本は悲観的であると言えそうである(図1-21)。

明治34年(1901年)の夢

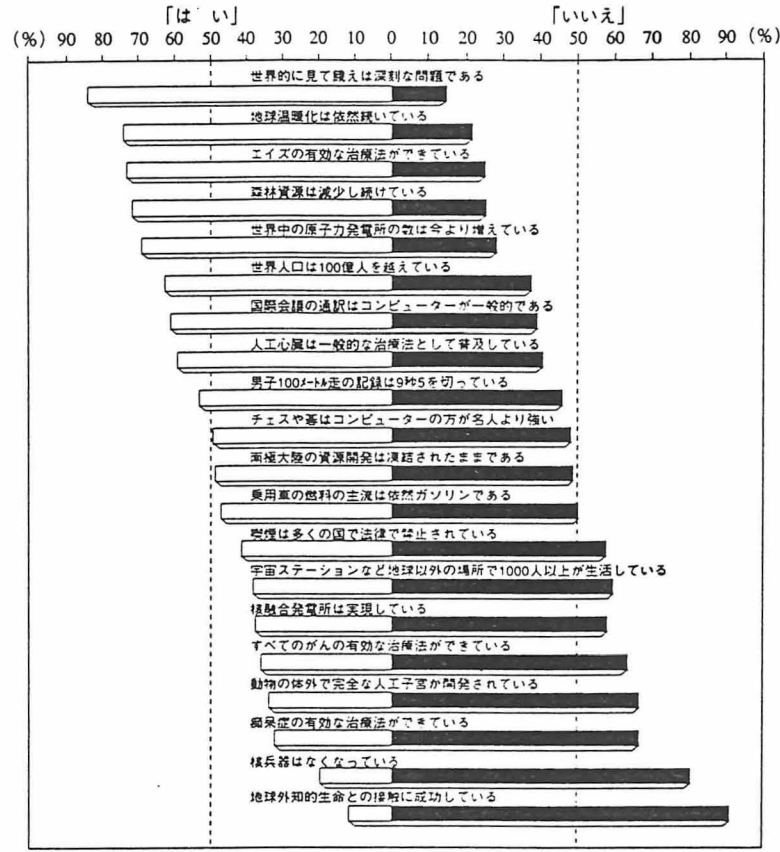
(明治34年1月2～3日付け報知新聞「21世紀の予言」より抜粋)

(当時は、我が国で八幡製鉄所が操業した年で、ライト兄弟が飛行機を発明する2年前)

(独断で実現、非実現の評価をすると、以下のように23項目のうち16項目が実現。実現率は70%)

1. 東京-ロンドン-ニューヨーク間電話の実現 → ○
2. 遠距離リアルタイムのカラー写真 → ○
3. アフリカで野獣が滅亡。 → ○
4. サハラ砂漠が沃野に。 → ×
5. 7日間世界一周。文明圏の国民は必ず1回世界漫遊。 → ○
6. 空中軍艦・空中砲台 → ○
7. 蚊及び蚤の滅亡 → ×
8. 暑寒知らず(冷暖房) → ○
9. 電気により野菜が成長。 → ○
10. 十里を隔てて情話が可能。 → ○
11. 写真肖像付き電話 → ○
12. 写真電話による買い物 → ○
13. 電気の時代 → ○
14. 鉄道の速力(東京-神戸間2時間半) → ○
15. 空中・地中を走る市街鉄道 → ○
16. 鉄道が五大州を貫通。 → ×
17. 天災を1ヵ月前に予測。 → ×
18. 人の身体が六尺以上に。 → ○
19. 医術の進歩により肺結核も克服。 → ○
20. 自動車の時代 → ○
21. 人と獣との会話自在 → ×
22. 家庭教育の充実により幼稚園は廃止。 → ×
23. 琵琶湖の水力により電気を国中に輸送。 → ×

図1-11



科学技術ジャーナル (1993.1月号) より抜粋

図1-12 科学ジャーナリストが予測する「50年後」

調査回数	実施時間	課題数	回答者数	予測期間
第1回調査	昭和46年	644課題	2482人	2000年までの30年間
第2回調査	昭和51年	656課題	1316人	2005年までの30年間
第3回調査	昭和57年	800課題	1727人	2010年までの30年間
第4回調査	昭和61年	1071課題	2007人	2015年までの30年間
第5回調査	平成3年	1149課題	2385人	2020年までの30年間

図1-13 技術予測調査のこれまでの実施状況

分野	回収状況			回答者の内訳 (第2回アンケート調査)							単位:人							
	課題数	第1回アンケート調査		性別	年代					職業			その他	それ以外				
		対象者数(人)	回収数(人)		回収率(%)	20代	30代	40代	50代	60代	70代以上	会社関係者			大学関係者	公設研究所	団体関係者	
1. 材料・プロセス	108	334	252	75	81	198	1	0	3	65	92	83	2	37	2	175	1	24
2. 情報・エレクトロニクス	106	265	187	71	81	146	1	2	14	60	60	91	0	11	0	130	2	16
3. ライフサイエンス	98	286	217	76	83	174	2	0	16	60	77	51	0	23	0	167	1	9
4. 宇宙	46	310	294	95	84	242	0	1	12	88	110	109	2	29	2	198	2	43
5. 素粒子	40	315	288	91	89	253	1	0	11	62	105	71	8	68	8	188	11	64
6. 海洋・地球	39	107	103	96	86	88	0	0	2	20	43	25	5	18	5	44	4	44
7. 鉱物・水資源	51	173	156	90	92	142	0	0	4	31	78	62	1	28	1	100	3	41
8. エネルギー	50	172	150	87	79	115	3	0	5	39	50	32	0	24	0	93	4	24
9. 環境	74	255	232	91	87	195	1	0	4	46	102	7	3	41	3	171	2	25
10. 農林水産	72	164	128	78	91	113	0	1	3	31	55	54	3	20	3	76	3	36
11. 生産	65	167	137	82	90	122	1	3	7	49	49	67	2	13	2	104	6	19
12. 都市・建築・土木	65	149	133	89	86	113	0	0	6	50	49	79	8	8	0	96	0	17
13. 通信	62	220	202	92	90	177	0	1	8	61	79	95	2	26	2	114	4	63
14. 交通	109	219	164	75	85	134	1	0	5	27	60	13	2	41	2	95	8	40
15. 保健・医療	82	198	138	70	86	100	16	0	11	35	45	40	2	23	2	83	3	33
16. 社会生活	1,149	3,334	2,781	83	86	2,312	27	8	111	724	1,054	879	32	410	32	1,834	42	498

(注) 「性別」、「年代」、「職業」、「職種」については、無記入の回答者がいるので、その合計は「回収数」と一致しない(回収数との差が無記入者数である)。「宇宙」分野と「素粒子」分野については、一つの調査票にまとめてアンケート調査を行った。

図1-14 第5回技術予測調査のアンケート回収状況と回答者内訳

課題	アンケート区分	回答者数(人)	専門度(%)			重要度(%)	実現予測時間(年)	確信度(%)			国際共同開発の必要性(%)	現在の研究開発水準の内外比較(%)			実現に際しての阻害要因(%)																
			大	中	小			大	中	小		大	中	小	国内	海外	わからぬ	技術的	制度的	文化的	コスト	資金	人材の養成確保	研究開発体制	その他						
1 物質中の水素等を単原子、単分子単位で検出し、その動きを追跡できる高感度検出器が開発される。	1	69	3	13	22	62	30	55	13	1	1995	2000	2005	2010	2015	2020	23	36	36	12	41	29	12	75	0	0	16	25	10	20	4
	2	58	3	13	25	59	28	57	16	0	16	43	41	14	47	33	5	3	45	22	24	91	0	0	10	28	10	16	2	2	
	3	4					75	25	0	0	50	50	0	25	50	25	0	0	50	25	25	75	0	0	0	25	75	25	0	0	
2 10ナノメートルの最小寸法をもつパターンが自由に加工できる技術が実用化される。	1	121	19	22	34	83	17	0	1	22	47	26	12	37	26	20	22	47	26	12	37	26	20	79	0	0	36	22	9	9	2
	2	102	20	27	24	29	90	9	1	21	61	10	13	41	30	14	57	30	4	4	88	1	0	41	25	7	6	1	1	1	1
	3	29					93	7	0	0	38	59	3	17	48	21	14	59	28	7	3	90	0	0	52	31	3	7	0	0	0
3 1チップ当たり1ギガビットメモリ以上の超LSIが実用化される。	1	148	20	24	38	18	87	11	2	39	37	22	9	25	32	33	39	37	22	9	25	32	33	78	1	0	45	29	5	6	3
	2	128	19	30	38	13	90	9	1	36	49	14	6	31	38	23	75	12	4	5	84	1	2	57	25	2	5	1	1	1	1
	3	28					100	0	0	79	21	0	4	46	25	25	86	4	7	4	79	4	0	61	29	0	7	0	0	0	0

課題番号	コメント例
1	○国際、大学、民間の共同研究必要。○空間分解能がよほど高くなると、単原子検出の意味がない。○水素のより軽い元素は極めて検出が困難。○半導体、放射線の分野ではある程度実現している。
2	○特定の材料デバイスについて可能性がある。○新しいソリッド技術の開発が必要。○加工技術は現在もあるが実用化の必然性が小。○技術トレンドからみても、実現の手段から見ても難しい。
3	○需要の大きさに応じて達成年度がずれられる。○技術的には現在でも可能。実用化にはコストがベイスかるかによる。○基本となるメモリセルの選定が重要。○配線がネック。光インターコネクションが必要。

図1-15 アンケート集計結果(例)

〈第1回調査(1971年実施)の評価〉

部門別の実現率等

部門	対象課題数	実現課題数	一部実現課題数	非実現課題数	実現率(%)	一部実現を含む実現率(%)
社会開発	119	23	47	49	19	59
情報	96	40	35	21	42	78
医療保健	73	21	36	16	29	78
食糧農業	92	22	45	25	24	73
工業・資源	150	41	30	79	27	47
合計	530	147	193	190	28	64

(注) 実現率: 530課題に対する、実現課題数の比率

一部実現を含む実現率: 530課題に対する、実現課題数と一部実現課題数との合計の比率

図1-16

実現した課題の例
(一部を含む)

(年号は当時における予測時期)

(社会開発部門)

- 切符、定期等の販売、改札口でのチェックが完全無人化された路線の出現(1978年)
- 公害の監視・測定・予知・警報のための地域情報処理ネットワークの確立(1979年)
- マイクロウェーブによるマイカー電話の実現(1982年)
- 多雪地方の都市で道路、屋根のヒーティング等の雪害対策技術の確立(1987年)

(情報部門)

- プラズマセル式、EL素子式、液晶セル式のディスプレイの実用化(1982年)
- 海外のデータベースに直接アクセスし、データの授受の実施(1987年)
- 学習機能を有するコンピュータの開発(1988年)
- 情報が天災又は人為的に破壊、消滅しない安全システムの確立(1989年)

(医療保健部門)

- 体内に貯留した重金属の体外排泄促進法の開発(1986年)
- 染色体異常及び代謝異常の出生前診断の実施(1993年)
- 個人をほぼ完全かつ簡単に識別する医学的方法の開発(1996年)

(食糧農業部門)

- 作物の薬培養技術による最初の実用品種の出現(1984年)
- 水、肥料、温度、光などの条件を完全制御する栽培用ハウスの実現(1987年)
- 細胞融合や細胞核融合による有用新動植物の実現(1998年)

(工業・資源部門)

- 水深200m以上の大陸棚斜面における石油の経済的採掘(1983年)
- 大気中のレーダーと同様な性能を有する海中レーダー技術の開発(1985年)
- 加工・組立などの高速化、システム化により機械製作工場の単位面積当たりの生産台数が現在の10倍になる。(1992年)
- 我が国の人工衛星による鉱物資源の探査(1995年)

図1-17

非現実の課題の例

(比較的重要度の高かった課題)

(年号は当時における予測時期)

(社会開発部門)

無公害コミュニティーカーの実用化 (1980年)

河川汚濁物質の即時立体的計測技術の開発 (1981年)

都市廃棄物の安全処理技術より再生産サイクルが確立 (1989年)

(情報部門)

レーザー・ホログラフィを利用した光メモリーの実用化 (1984年)

自己修復機能を有するコンピュータの開発 (1989年)

生化学材料を利用したエレクトロニクス部品の開発 (1990年)

(医療保健部門)

精神病者のためのコロニーのような精神病に対する社会的立場からの対策 (1983年)

医療技術者、看護婦等の教育体制の再編で包括的医療体制確立 (1985年)

病院や診療所等の配置システムの再編成 (1989年)

(食糧農業部門)

生物農薬の使用による化学農薬の半減 (1984年)

残留農薬の無毒化に効果的な薬剤の実用化 (1986年)

人体に影響のない家畜用抗生物質の実用化 (1987年)

(工業・資源部門)

鉱床中の40~50%まで採油できる技術の開発 (1987年)

大容量原子力発電所と結合した大型淡水化装置の開発 (1988年)

原子炉熱を利用した製鉄・化学工業のコンビナートの実現 (1988年)

図1-18

1. 超電導に関連する課題の変遷

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
超電導材料を用いた産業用電気機械 (エネルギー分野)	実用化 32% 1987年	実用化 20% 1995年	普及 22% 2001年	普及 15% 2004年	普及 37% 2013年
高温超電導材料 (材料分野)	開発 82% 1988年		開発 80% 2005年	実用化 96% 1994年	普及 66% 2008年
最高時速500kmの超電導磁気浮上鉄道 (交通・運輸分野)		実用化 32% 1991年	実用化 44% 1999年	実用化 49% 2001年	実用化 53% 2007年

(用語の定義)

解明 …… 原理・現象が科学的、理論的に明らかにされること。

開発 …… 技術面で一定の目標が達成されること。例えば試作第1号が完成すること。

実用化 …… 経済的にめどがついて実際に用いられること。例えば実際に実用規模のもの第1号が完成すること。

普及 …… 実用化されたものが広く一般に使用される。

2. 知識情報処理に関連する課題の変遷

(情報・通信分野)

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
学習機能を有するコンピュータ	開発 73% 1987年	開発 18% 1993年			
非イノマン型コンピュータ			実用化 68% 1994年	実用化 52% 1996年	
自動学習型知識ベース					実用化 39% 2007年
自動同時通訳機	開発 66% 1996年	開発 17% 2001年	商品化 12% 1998年	商品化 44% 2003年	商品化 37% 2007年
自動通訳電話					開発 61% 2008年

(ライフサイエンス分野)

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
人間なみの速さの複雑なパターン認識技術	実用化 81% 1989年	実用化 26% 1998年	実用化 60% 2000年	実用化 56% 2002年	実用化 46% 2007年

3. がんに関連する課題の変遷

(すべて保健・医療分野)

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
がんの子防、診断、治療	死亡率が 1/2 95% 1988年	死亡率が 1/2 93% 1994年		5年生存率が70% 78% 1999年	5年生存率が70% 77% 2003年
がんの転移を防ぐ有効な手段			開発 93% 2003年	開発 84% 2005年	実用化 74% 2011年
すべてのがんのがん化機構				解明 89% 2009年	解明 93% 2010年

4. 地震予知に関連する課題の変遷

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
地震予知技術	M6以上 1か月以内 開発 84% 1997年	M6以上 1か月以内 開発 81% 2003年	M6以上 1か月以内 開発 90% 2006年	M7以上 数日以内 開発 91% 2007年	M7以上 数日以内 開発 88% 2010年

5. NOx規制に関連する課題の変遷

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
0.1~0.2g/Kmの排出規制がほとんどの車種に普及		70% 1986年	33% 1992年	44% 1997年	80% 2003年

図1-19 技術予測調査課題の変遷

第5回技術予測調査の結果について

1. 調査の概要

- 目的：長期的視野に立って我が国の技術発展の方向を探り、科学技術政策の立案等に役立てる。
- 歴史：1971年（昭和46年）以来、約5年ごとに実施。今回から科学技術政策研究所が担当。
- 予測期間：30年間（～2020年）
- 調査方法：デルファイ法（アンケート調査を2回実施。2回目は1回目の結果を提示し意見を収めさせる。）
- 特徴：16分野、1149課題、2400人の専門家に対する大規模調査。世界にもあまり例がない。
- 国際協力：ドイツでは、我が国の協力の下に同様の調査を実施中。今後、日独協力して国際比較を実施する計画。

2. 調査結果の概要

- (1) 「重要度」の高い課題

“健康で安心な生活”を目指した課題が多い（環境保全、がん・アルツハイマーの克服、自然災害の克服）。
- (2) 実現予測時期

2001年～2010年に実現すると予測された課題が約8割を占める。
- (3) 実現に際しての阻害要因

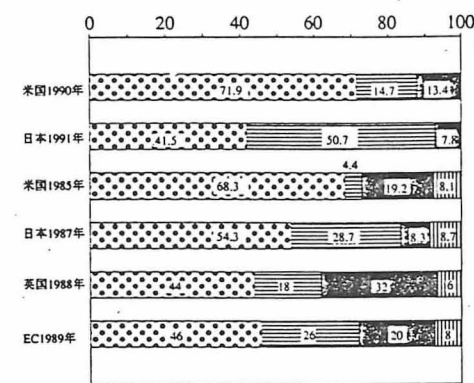
“技術面”の指摘が多いが、“資金面”、“制度面”等の要因を指摘された課題もあり、多面的な国の支援が必要。
- (4) 研究開発水準の内外比較

「日本優位」の課題には“実用化”又は“普及”の段階の種類が多く、「海外優位」の課題には“解明”又は“開発の段階”の課題が多い。
- (5) 第1回調査（1971年実施）の結果の評価

その技術が実現した割合は64%（一部実現を含む）
- (6) 「未来技術年表」からの抜粋
 - オゾン層を破壊しないフロン・ハロン代替品の実用化 → 1998年
 - 腎・心・肝等の臓器移植が欧米なみに行われる。 → 2001年
 - エイズ（HIV）ワクチンの開発 → 2003年
 - 火山噴火の2～3日前の確実な予測 → 2006年
 - がん化の機構の解明 → 2010年
 - M7以上の地震の数日前程度の子知技術の開発 → 2010年
 - スペースプレーンの実用化 → 2013年
 - 常温に転移点を持つ超電導体の開発 → 2017年

図1-20

1. 「科学技術の発展にはプラス面が多いか、マイナス面が多いか。」という問いに対する意見の国際比較

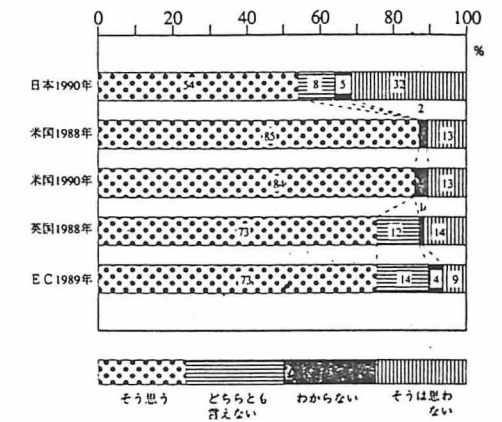


プラス面が 両方同じく マイナス面が わからない
多い 少ない 多い

(出典) 日本：科学技術政策研究所、1991年11月調査
米国：J.D.Miller,北イリノイ大学世論調査研究所, "The Public Understanding of Science and Technology in the United States, 1990", February 1, 1991
英国およびEC：J.R. Durant, J.D.Miller, J.F.Tchernia and W. van Deelen, "European Science and Technology", AAAS Annual Conference 1991, February 1991

科学技術政策研究所「日・米・欧に於ける科学技術に対する社会意識に関する比較調査」（1992.3）より抜粋

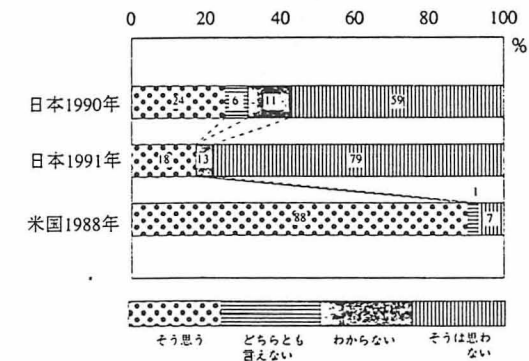
2. 「科学の発展は生活をより健康、安全、快適にする。」という見解に対する態度の国際比較



(出典) 日本：内閣府理大臣官房（総理府）広報室、《科学技術と社会に関する世論調査》
米国：J.D.Miller,北イリノイ大学世論調査研究所, "The Public Understanding of Science and Technology in the United States, 1990", February 1, 1991
英国およびEC：J.R. Durant, J.D.Miller, J.F.Tchernia and W. van Deelen, "European Science and Technology", AAAS Annual Conference 1991, February 1991

科学技術政策研究所「日・米・欧に於ける科学技術に対する社会意識に関する比較調査」（1992.3）より抜粋

3. 「科学の発展により、社会的・経済的問題の多くは解決される。」という見解に対する態度の国際比較



(出典) 日本：内閣府理大臣官房（総理府）広報室、《科学技術と社会に関する世論調査》
日本：科学技術政策研究所、1991年11月調査
米国：J.D.Miller,北イリノイ大学世論調査研究所, "The Public Understanding of Science and Technology in the United States, 1990", February 1, 1991

科学技術政策研究所「日・米・欧に於ける科学技術に対する社会意識に関する比較調査」（1992.3）より抜粋

図1-21 科学技術の発展に対する社会意識の日米欧比較について

<討 論>

C：明治にはロマンを感じさせる課題が多かったが、現代の課題にはロマンがない。(菊池)

Q：今後の展開方向は菊池氏の示した物とは違うが、技術予測は意図的にここに導かれたものなのか。(逢沢)

C：このデータは専門家から集めたものであり、私が示したものは5～7年先の経済計画のためのもので、お金、人、物の事情を反映している。(菊池)

Q：「知的機能の付加」という項目が顕著に伸びていて、それとともに「生活重視」の注目度が高い。これは定量的に情報化が生活指向であることの裏付けであると考えて良いか。(逢沢)

A：そう考えてよいと思う。(菊池も肯定)

Q：消費が全面に押し出された夢ばかりで、省エネルギーのことはほとんど考えられていない。地球の有限な資源、限られた大きさを見据えた、より実現可能な夢は描けないのか。(Becker)

A：資料中の未来像を示した絵でも環境を意識して描かれている。将来に小幅な修正は有り得る。

Q：この中にはエネルギーを減らす技術は何もない。夢で終わってしまうのではないのか。(Becker)

A：非化石燃料系への技術ソフトなど、エネルギー問題も考慮している。

C：これはきわめて現世的な調査である。応用のみではなく理想からの見方が必要。日本は応用を考えすぎているから悲観的なのではないか。アメリカは理想からみているので楽観的である。(中島)

Q：これは現状分析にすぎないのではないか。逆に、重要な科学技術の内、当時予想できなかったものにはどのようなものがあるのか。(川合)

A：明治の予測ではDNA操作、原子力、月着陸などは予測されていなかった。

C：現状の延長上で多数決論理で未来を予想するのは危険なのではないか。むしろ予想外のところに重要な技術要素が現われている。(川合)

Q：家事ロボット、指紋照合キーなどは不要なのではないか。(金)

A：確かにロボットについては用途によって賛否両論がある。

3. 11 荻原 宏康 「科学技術の夢とその要件—カメリン・オンネスの夢と挫折から—

(1) どんな夢にも時代背景がある—Every Century has its own Dream—

Marie Curie がフランス・アカデミーの会員に就任したときの言葉である。原子の壊変は、中世からの錬金術の流れの近代的な解決であった。原子の壊変、放射能の発見は19世紀あるいは今世紀の科学の夢の一つの実現であった。ところが、壊変の結果より

もその副産物としての質量欠損 $\Delta \epsilon$ 、そして質量とエネルギーの等価性の認識の方が工学的にははるかに大きな効果を残すことになった。原爆および原発である。原発の方は技術哲学に大きな変革をもたらした。ちょうどその頃、「世紀の夢」だと騒がれることになったもう一つの発見が生まれていた。1911年、ライデン研究所におけるカメリン・オンネスの超電導の発見である。

(2) 超電導「性」の発見

物質あるいは材料の上に夢を展開しようとするなら、「物性」と「物体」の区別に敏感でなくてはならない。この意味で、オンネスの発見は超電導性の発見であって、超電導「体」の発見ではない。ましてや超電導「材料」の発見ではない—という認識に立てるかどうかで超電導の夢の展開の仕方が変わる。

オンネス教授は1913年にノーベル賞を受賞するが、その理由は「液体ヘリウムの製造に関する低温現象の研究」である。オンネスの「超電導の夢」が実現するのは1950年代後半のことになる。超電導がノーベル賞の対象になるのは1972年のBardeen, Cooper, Schriefferの「超電導現象の理論的説明(いわゆるBCS理論)」、1973年のB. Josephsonの「ジョセフソン効果の理論的予測」まで待たなければならなかった。(図1-22, 1-23)

(3) 夢の次元、夢の次数

今、室温超電導の発見あるいは室温超電導体の合成を夢だと語るとき、物性としての超電導性が工業材料としての性能も備えたものとして機能の完結性が暗黙の内に組み込まれている。問題はこのような夢が、一つの科学、一つの技術に、さらには社会や地球文明にどのように働きかけるかということ、および逆に地球文明や社会の進歩の夢、科学や技術の夢が個人の夢にどのように分散しているかということにある。そして、科学技術政策として、あるいは教育としてこの問題と夢の内容をコントロールすることができるかということがある。ポジティブ・イメージへの連結枝の蓄積があって初めて、前進する方向への解釈を発見できる。科学技術の夢はかくあるべしである。

(4) 彼方への情熱 (A Long Desire)

夢は、一旦実現しようとするとう行動(冒険)を必要とする。それは場合によっては、幾世代をかけても夢のままであるものへの働きかけであったりする。これらの夢が行為を通じて支えられていることを認識することは重要である。ノーベル賞やスペースシャトルの体験のような同時代の夢は常に肯定的な働きを持つが、SFの白昼夢や、夢の実現を疑似体験として作り出すゲーム・マシンの、現在の幼稚な仮想現実感マシンは、とくに若い世代に錯誤を与えている。科学技術の夢は、まず現実的なところから、たとえばアルツハイマー症の根絶とか人間からの歯痛の根絶、室温超電導の発見あるいは工業材料への室温超電導性の付与技術の開発といったようなものから考え始めたい。

超電導の夢が現実のものとして、その機能の完結性に至るまでにはいくつかの段階がある。超電導物質が実際の応用に供される前に材料としての適切な形態を実現するもの

- …錫と鉛が超電導になるのは重要である
- …錫も鉛も加工が容易なので抵抗のないいろいろな装置が考えられる
- …とくに鉄芯のないコイルで強い磁場を発生させることができる
- …断面1/70mmの鉛線にジュール熱の発生なしに8A流せたので長さ1.1m、直径8mmの真ちゅう管に1000回巻いたコイル(層の厚さ1.1mm)を製作し超電導を壊すことなしに0.8Aの電流を流せた…
- …線材のどこかにbad spotがあり、そこで発生した熱が取りきれなかったためと思われる
- …臨界値に近い高い電流密度に到達することは可能と思う

◇3rd 国際冷凍学会 (SEPT.1913)

- …直径30mmのコイルに100,000G発生するのも可能…
- …将来、鉄芯電磁石で発生できる磁場よりもはるかに強い磁場を広い空間に発生できるだろう…
- …実験科学の急速な進展からみればこの将来も近い…

- …磁場には加熱と同じような効果があるようにみえる
- …この現象は未知の、超電導体の磁化の法則と関係があることは確か…

図1-22 カメリン・オンネスの夢と挫折

- 1908 ヘリウム液化に成功
- 1911 〈超電導〉の発見
- 1914 永久電流の実証
- 1930 マイスナー効果の発見
- 1935 ロンドン 超電導理論
- 1947 コリンズ He液化機
- 1954 Nb3Sn 発見
- 1956 Type-II 超電導体発見
- 1957 BCS理論
- 1961 MIT 高磁場国際会議*
- 1962 ジョセフソン効果
- 1965 安定化理論 多芯線
- 1972 ML-100
- 1973 NATO大形応用シンポ

図1-23 超電導〈技術〉の歴史

一つの段階である。超電導の夢はこのような現実的な行為を通じて実現されてきた。

(5) 自分の人生を投入できる夢を描くために

現在は、自分の人生を投入できる夢を描くために自分の生きる社会の夢をも描かなくてはならない時代になっている。そのための情報は幾らでも取り込むことができる。情報は人に応じて異なる意味と価値を持つ。同じ情報から別な夢を紡ぐことになる。自分の夢、社会の夢を膨らますために、それを現実のものとし、それが人類に優しいものであるために夢を語り合う機会を繰り返し持ちたい。

<討論>

Q: 磁場や磁気が人体へ悪い影響を与えるのではないか。(Becker)

A: 普通の状態では磁場の影響は電波の1万分の1程度である。電波の方が問題である。

C: 強磁場系のデータはまだないので、まったく影響がないとは言いきれない。(菊池)

Q: 常温と高温で超電導の夢は変わるか。(菊池)

A: 変わらないと思う。

3.12 中谷 功 「ふわっと'92計画と科学技術の夢」

まず、科学技術に夢はあるかということだが、夢は無限にあると思う。原理の発見者や先端の研究者でも思いもよらないような進展があり得る。科学技術は発展しながら、将来の問題を解決するだろう。

若者の科学技術者離れは現実に存在すると思う。科学技術を探求する仕事は厳しいものであり、物質的に豊かな時代に育った若者は厳しい仕事を敬遠してしまうのだろう。また、大学における設備の貧しさも、それを助長する一因だろう。

また、日本人の創造性についてだが、資質として日本人に創造性が欠けているとは思わない。八木アンテナなど独創的な発明・発見は多くある。ただ、堅実な国際競争重視の態度が、日本人を応用指向にさせているのではないか。

ここで、材料研究の現在と夢について述べたいと思う。人間は指の幅1cmの世界に住んでいるが、現在、私は 10^{-8} cmという微小な世界と 10^8 cmという大きな世界の両方で研究をしている。

注目されているものの1つにハイブリッド素材がある(図1-24)。これは金属材料、有機材料、無機材料の合成物質である。また、インテリジェント材料というものは

- (1) 外からの刺激に対して反応して、最適な応答を返す
- (2) 自律性(自己修復性)を持つ
- (3) 融通性を持つ

というのが特徴である。このようなものを研究する際に磁性バクテリアや竹の繊維・節など自然界に学ぶことも多い。

開発をしてゆくに当たっての私の信念は、神の御心になれない目標は成功しないということである。人の英知を尽くすと、いままで存在しなかったものを作ることができるが、自然界にはそれを上回るものはいくらでもある。それを目指すことで、科学技術の夢はいくらでも膨らむと思う。

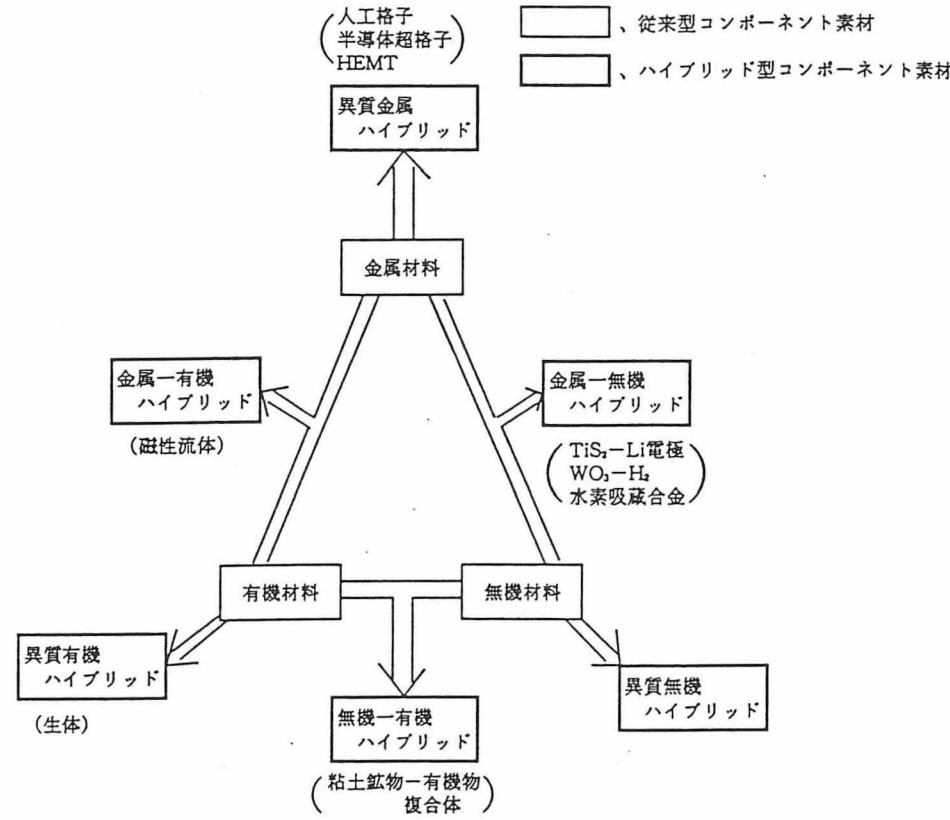


図1-24 ハイブリッド素材の概念

< 討 論 >

- Q: 磁性バクテリアの極性はどうなっているのか。(金)
 A: 北半球と南半球で違う。方向は餌のある海の底の方に向いている。
- Q: 磁性バクテリアはメモリとして使えるか。(金)
 A: 何に使えるかはわからないが興味深い。
- Q: 液体磁石は安定か。(菊池)
 A: 熱力学的に平衡状態であるから安定である。
- Q: この話に出てきたような原点のような科学はどうあるべきか。(逢沢)
 A: 人間が主体になって、人間のためになるのが科学のあるべき姿であろう。
- Q: 科学が複雑になってしまったことが夢の障害になっているのではないか。(逢沢)
 A: 複雑に見えるのは考察が未熟な段階にあるのであって、科学の真髄はシンプルである。
- C: 地上では重力がさまざまな現象を複雑にしている。宇宙だとそれがなくなる。つまり場を変えることによって複雑な物が単純なものになることがある(図1-25、1-26)。(毛利)

- (1) 軽い物が上に浮上し、重い物が下に沈降することがない
- (2) 自然対流がない
- (3) 静水圧がない
- (4) 液体を保持するのに容器がいらない
- (5) 純粋な拡散が妨げられない
- (6) マランゴニ流が妨げられない
- (7) 大容量の高真空空間
- (8) 無振動の静止空間

図1-25 宇宙の無重力環境で何ができるか

分類	受験番号	実験内容 (物質 / 方法)	実験装置
金属合金	M4*	新超電導合金の作製 (Al-Pb-Bi合金)	CHF
	M5*	鋼の脱酸素機構 (Fe-Mn, Si, Al合金)	LIF
	M7*	熔融金属原子の相互拡散 (AuとAgの接合体)	CHF
	M10	非混合合金の攪はん凝固 (Al-Pb, Cu-In偏晶系)	GHF
	M12	金属の液相焼結 (W-Ni)	LIF
	M14	金属蒸気の凝結 (Ag)	GEF
	M19	共晶合金の凝固 (Al-Cu)	CHF
半 導 体	M1	鉛-錫-テルル化合物半導体結晶育成 (ブリッジマン法)	GHF
	M2	鉛-錫-テルル化合物半導体結晶育成 (帯溶融法)	IMF
	M3*	インジウム-アンチモン化合物半導体結晶育成 (浮遊帯域法)	IMF
	M9	球状シリコン結晶の育成	CGF
	M13	非晶質半導体 (Si-As-Te)	CHF
	M22	インジウム-ガリウム-ヒ素化合物半導体結晶 (ブリッジマン法)	GHF
ガラス鉱物	M8	ガラスの熱膨張率とガラス化	IMF
	M17	高純度ガラスの作製	ALF
	M22	サマルスカイト結晶の育成	IMF
複 合 材 料	M6*	粒子分散高強度耐熱合金 (TiC粒子-Ni合金)	LIF
	M11	低密度複合材料 (Al合金被覆炭素繊維)	CHF
有 機 物	M21	有機金属結晶の育成 (テトラメチルテトラシアフルバレン- テトラシアノキノジメタン)	OCF
流 体 力 学	M15	液滴の音波マニピュレーション (油)	LDF
	M16	気泡の音波マニピュレーション (油)	BBU
	M18	マランゴニ流の観察 (エイコサンとAl粉)	MCU

受験番号に*を付けた実験が金属材料技術研究所の実験である。

実験装置略語の説明; CHF 連続加熱型電気炉、LIF 高温加圧型電気炉、GHF 温度勾配型電気炉、IMF イメージ炉、CGF 球結晶成長炉、ALF 音波浮遊炉、OCF 金属微粒子生成装置、LDF 液滴マニピュレーション装置、BBU 泡挙動実験装置、VCU マランゴニ対流実験装置。

図1-26 FMPTで行った材料実験

3.13 毛利 衛 「科学技術の夢—文化の境界を越えて」

科学技術に夢はない。夢は人間の頭の中にあるものだと思う。私にとっての夢は宇宙空間に出ることであった。私の夢の原点は小学生の時にテレビで見たガガーリンの宇宙飛行であった。また高校生の時に見た日食の感動は、宇宙への夢を再び奮い起こさせた。やはり感動は夢の原動力ではないだろうか。8年前に宇宙飛行士に選ばれてからは、「宇宙は夢とロマン」だと思い、色紙にサインを頼まれるとそう書いてきた。夢が現実となった今では「宇宙は創造の空間」だと思っている。またたくさんの方から手紙をいただいたが、手紙が最も少なかったのが科学者である。

先ほどから若者の科学技術離れが話題になっているが、私はそういうことがあってもいいと思っている。生命には自分を保存し、子孫あるいは生命そのものをこの地球に残すという目的がある。そこに向かって科学技術や芸術など人間の全ての営みが存在するのであって、同じ深遠な目的に向かっていく限り、ある分野を指向する人が減ってもあまり本質的なことではないと思う。それは同じことを少し違った角度から見てはどうかという自然からのアドバイスかもしれない。

次に私の宇宙飛行での体験を話したいと思う。今回の宇宙飛行で私は人間とロボットの両方の役割を果たしていた。すなわち、人間として宇宙空間を体験することと、ロボットとして分刻みの実験スケジュールをこなすことの両方が要求されていた。その合間に、自分のアイデアによる簡単な実験も試してみた。無重力の中で水球に花びらを入れてみた。表面張力などの関係でうまく入るかどうかはわからなかったが、試してみるとうまくいった。私はこのことから何らかの発見が得られたわけではないが、もし流体力学の専門家はその様子を見ていれば素晴らしいアイデアが生まれたかもしれない。宇宙飛行士は現在まで300名ほど宇宙に出ているが、科学者は10名ほどしか出ていない。もっと科学者が宇宙空間で色々な経験をすべきだと思う。

実験に疲れたときなど、シャトルの窓から地球を眺めると、素晴らしい景色が鮮明に見えた。アフリカの砂漠、潮の流れ、夕日など。北方領土と北海道を空からみたときは、月並みだが「国境が見えない」と言ってしまった。また、偶然見えたオーロラはまるで芸術作品のようだった。

地球全体を見渡せば、科学技術であろうが芸術であろうが人間の営みの中で快感を得るためのものである。夢は個人で見るものだが、多人数で共鳴し、社会全体の夢となることもあることが、宇宙から帰ってきてわかったことである。

<討 論>

Q：アメリカの科学技術者は人間中心と考えているのか。（逢沢）

A：現在のアメリカでは、宇宙飛行は感動というより、いかにミッションを成功させるかである。感動になっていない。夢もマニュアル化してしまって、子供との対応のQ&A

集まである。応募した人も最初は夢で始まったが、訓練を通じて職業意識で動くようになる。

Q：日本は文化的に人間主義ではないか。（逢沢）

A：現在の日本はそうだと思う。アメリカはアポロの頃に多少人間主義の傾向があったが、一般に人間主義でない。

Q：最大3Gまで経験したそうだが、特別な訓練を経ないと耐えられないものか。（金）

A：健康な人なら3Gは耐えられるものである。

Q：宇宙空間で実際に実験してみて、何かおもしろいことはあったか。（田中）

A：先ほど話したように水球に花びらを入れてみることはおもしろかった。また、同じく液体の振る舞いだが、ジュースを飲み損ねると口の回りに広がって鼻を覆ってしまうような危険なこともあった。ヘリウムの超流動のような現象がすぐ見られる。

Q：重力がない場所で生活するときの人体の反応はシビアらしいが、どうだったか。（荻原）

A：初日は顔のむくみや吐き気もあったが、2日目からは体調はほぼ戻った。10年以内に宇宙ステーションができて、訓練しない実験者が自分の実験のために自由に宇宙に行くことも可能になるのではないか。

Q：子供達に夢を運ぶ働きをしたわけだが、反響はどうだったか。（逢沢）

A：励ましの手紙は1万通以上届いた。自分が30年前に与えてもらった夢を次の世代の子供達に与えてあげたい。

Q：今後の自分の夢は。（Becker）

A：スペースシャトルは8 km/sで飛んでいて、これは分子運動より速い。その後ろには 10^{-12} paの真空ができる。そこで表面状態の研究がしたいが、その真空度を測定する機器はまだない。

Q：現在のシステムの安全性をどう思うか。（菊池）

A：どこで満足すべきかというところだが、スペック通りに作られている限りは問題ないと思う。しかし、飛ぶかどうかの問題は最終的に一人の人間に任されており、運用する人間のクォリティーコントロールが問題である。

Q：夢が実現した後に、アメリカ人の飛行士のような職業意識を持つに至ったか。（荻原）

A：日本の人間関係はアメリカとは違う。日本人は情緒的であり、私もオーロラを見たとき、ゆらぎの中に美しさ、はかなさを感じた。

Q：燃えつき症候群というのは現実にあるか。（荻原）

A：ミッションまでは手厚いが、その後は知らないという体制である。どんどん新しい飛行士に変わってゆく。

4. 総合討論

逢沢：まずS.O.としてDiscussionのテーマを提示したい。科学技術と文化が関連するところで、昨日までに類出した話題は、

①科学はモノから人・生活に向かっているとはどういう意味か

②日本は集団主義から個人主義へ向かうべきか

であった。情報分野の科学技術は確かに人・生活に向かっている。工業分野の科学技術が人・生活に向かうとはどういう意味か、具体的に検討してほしい。また創造性のためには個人主義が適しているといわれながら、個人主義の欧米でも科学技術が行き詰まっていることに注意して、個人化の動向を論じてほしい。これらをふまえて技術立国、グローバル化についても論じたい。

毛利：①については人・生活に関するモノは価値が関わってくるので、現在のままの自然科学にはそぐわないかもしれない。日本は個々人の生活がうまくゆくように発展し、アメリカは論理をつくる。②については全世界における価値観の平均化は個人主義から集団主義（国際化、グローバル化）に向かっているようだ。

Becker：世界の文化が似てくるのを認めるが、全部が集団主義になるわけではない。

アメリカはやはりまだ個人主義が強く、個人の選択も認める。

Vahlefeld：欧米の犯罪増加等の社会問題は個人主義の結果だと思う。東洋で創造性を発揮するには、個人主義の良さを取り入れるのもよい。西洋は集団主義の良さを導入したい。東洋、西洋とも個人主義と集団主義を統合するべきだろう。

逢沢：人・生活に対する科学技術はヨーロッパにあるか。西洋の科学技術はモノに対するものか。

Vahlefeld：ドイツでは若者の運動家は科学技術に不信感を持っている。ローマ教皇は今の科学技術の発展を批判している。少数派の知識人は警告するが、一般にはそういう思想は定着していないとみなせる。

毛利：自然科学が宗教になっているところに問題がある。自然科学離れは、もう少し大切なものがあるのではという態度だ。そういう意味で人・生活に向かう。

橋爪：科学技術が究極的に突き当たるのはエネルギー消費の壁、環境問題である。

科学にはリスクやネックがある。日本人が議論するとおり、人・生活、集団へという提案どおりと認める。最終的に動かせるパラメータは人口だけである。

逢沢：日本は70年代に公害問題に突き当たったが、それに正面から取り組むことによって克服し、クリーンテクノロジーを生んだ。そのように成長するのが科学技術であり、これは人・生活志向の一環であると思う。

橋爪：公害は生産過程での副産物。熱は環境に放出される。有限の地球で、今後も温室効果は本質的に解決しがたい可能性がある。

川合：科学自体とそれを使う側の問題（Social Mind）を分離すべきだ。使う側の人間の問題

である。

菊池：有限の限界には疑問がある。まだ使っていないスペースは多いと思う。異なるデザインが必要だ。

川合：文化に特徴づけられた発展の方向性がありうる。アメリカは要素をみつけ、日本は応用する。それらが有機的に絡まって世界が発展する。

Vahlefeld：日米の経済政策の違いがある。アメリカは科学の基本を重視し、日本は応用を重視してきた。

川合：集団主義・個人主義の問題は科学者個人の個性に依存し、文化には無関係だと思う。日本は集団主義なので、個人が出てくる確率が低くなっているが。

田中：マクロに見ると、個人・集団には大きい違いがない。現状認識は全員に必要な。科学技術の独走が許されなくなっている。技術開発は環境まで入れて考えなければならない。人について世界に独創的な貢献をすべき。どのように貢献できるか、悲壮感のない使命感を持つことが必要だ。

川合：独創的なものが日本で発表されても、すぐには認められず、海外で騒がれて戻って来たときに火がつく。それが問題だ。

田中：商品でも同じだ。

Becker：独創の定義や例もなしに議論するのは無駄だ。個人主義と集団主義も未定義である。技術や規制で環境を護ろうとするのではなく、一人一人が生活をしていく上で常に考えるべきことだろう。そういう発想は東洋的である。アメリカでは科学技術の人・生活志向はない。日本の目指す問題は、第三世界の問題と近づくだろう。

逢沢：どうやら、集団主義・個人主義の問題より、人・生活志向の問題のほうが重要なようだ。わが国のハイテク業界は、民生技術を重視したが、これは生活文化に貢献する哲学を日本企業が持っていたためだ。たとえば松下幸之助が、水道の水のように安価に製品を供給しようとした態度など。米国ではZero-Sum社会の下、生活水準が低下した。成長志向は批判を受けることもあるが、全員が豊かになるには、Plus-Sum社会であるべきと信じる。心の豊かさだけではだめで、人・生活志向にはそのための技術立国思想を含んでいる。

菊池：技術者はコストファクターを考えるが、便益ファクターを意識していないのが問題である。

Vahlefeld：欧米では日本の成功はチームワークに尽きると思っている。科学技術における人・生活志向など、さまざまな思想を日本に学ぶべきである。一人の発明・発見でなく、チームワークに基づかねばならぬという人がいる。

毛利：日本人はオリジナリティのなさなど気にしなくてよい。日本のメンタリティはモノより人・生活を目指すのに適している。人・生活思想は日本が世界の先頭を走っているので、やがて日本で最も先端的な成果を生んでくる可能性がある。

金：自然科学と宗教の中間の思想のようなものが人・生活の問題を解決するものであろう。韓国はまだ成長中の国であり、今はモノの段階。人・生活思想が出てくるような成熟段階

にない。

荻原：技術者は便益を考えないというのはショック。便益とコストは逆である。西洋文明が入ってきたことは便益が入ってきたこと。工業はそれに対するレスポンスである。科学技術がもともと西洋のものだというのがおかしい。

菊池：新しいものができれば、それが広がるが、その責任を科学技術者だけがとるべきか。ニーズ側の便益もある。

逢沢：農業の機械化、化学肥料の導入などで、工業は農業に貢献した。同様に情報化が工業に貢献する時代がやってくるだろう。人・生活志向はその前兆の一つと思う。

川合：最後に科学技術の夢について一言ずつお願いしたい。

塚本：21世紀には欲望をコントロールしながら実現できる夢を考えるべきである。

川合：未来予測に入ってこなかったものの中に、重要な技術要素が現われると思う。

中谷：科学技術の営みは、もともと人に向かっていてものであろう。重要な課題として大気中のCO₂の減少、スペースコロニー構想などが、環境・人口問題の解決になる。

田中：科学と技術の距離が短くなり相互作用が密接になってきた。また、情報は科学技術を支える一つの手段であるので、現在はまだ工学の方が重要度が高いだろう。毛利さんは若者に夢を与えた。

荻原：科学技術の夢としてはアルツハイマー症、歯痛の撲滅、今ある材料に超電導性を持たせること。Social Mindに関する夢は悪いことをする人がいなくなること。

Vahlefeld：原子爆弾の開発によって人々は科学技術（者）に恐れを抱くようになった。今後、科学技術がよい方向に向かって行くことを希望している。

菊池：自分には東洋人、西洋人という意識はない。みんなで科学技術に関して議論できる中庭のような場を作りたい。またPlus-Sum社会であるべきである。

橋爪：今後の科学技術は人ではなく地球環境の危機の克服に向かうべきである。

Becker：私にとっては、予言、潜在能力、念力に関する研究を科学的に行なって行くことが夢である。

金：子供たちに夢を与えるのが夢である。

逢沢：コンピュータの進歩はある程度予測可能なので、自説の30年周期説によって将来を展望するのが夢である。またPlus-Sum社会に賛同する。

川合：夢はそれなりに見えてきたと思う。

第2分科会

「『夢』の伝達 —自己実現としての科学技術—」

1. 背景と総括

(1) 分科会開催の背景

生きる喜びは、探し求める喜びであり、見つけ出す喜びでもある。

しかし、その喜びには二種類ある。ひとつは、今、その活動そのものが楽しく、喜びである場合で、普通に言う「遊び」がこれにあたる。もうひとつは、地道な、時として苦痛な営みの末に達成される創造の喜びである。その喜びは、ただ単に達成の喜びであるにとどまらず、そこにたどりつくまでのおぼろげな予感のかたちでもある。より高次の「遊び」であるともいえるかも知れない。

今日の若者たち、こどもたちの直面している問題を、このような視点からみてみたい。「今のこどもたちは、与えられすぎている」とは、しばしば呈せられる苦言だが、その最も本質的な意味を考えてみたい。それと同時に、若者の科学技術離れの原因や、自然科学がついには人文・社会系との連携を求め始めたいきさつをも、（その目につきにくい根元の部分を含めて）検証しておきたい。

「地道な営みの末に達成される喜び」というとき、その達成された成果はいわば日の当たたる表の部分である。一方、そこに至る苦波と挫折をともなう過程は、かげの部分である。日のあるところに、かげは常にある。かげの存在なしに日差しは有り得ない。この意味で、科学技術は、陽の部分と陰の部分を持つ。

後に偉大な研究者となる子どもの、狂気じみた空想は、陰である。正当な科学としてついに承認されなかった幾多の錬金術も、陰である。研究者の嫉妬と裏切りと、にもかかわらず純粋な真理への情熱も、陰である。そのような陰の土壌なしには、科学技術の華はついに咲かない。

今日の若者が理解しづらいのは、この陰と陽との不可分のつながりなのではないか。陽の部分のみが「コンビニ」のように与えられ、陰の部分が、実は本当の喜びの源であることが実感しにくいのではないか。それが実感しにくいのは、おとなが本当にはわかっておらず、与え方を間違えているからではないのか。

物語と神話が、科学的事実の集合に還元されるのではない。巨視的にみれば、物語と神話と劇の文脈の中に、科学技術の栄光が位置づけられるはずであろう。サイエンスフィクションの奇想、天才と狂気、こどもの好奇心と神話性、ハイテクとミュージアム……これらの今日の問題を、そのような枠組みの中で、じっくりと眺め直す作業を行ってみてはどうだろう。

失敗に失望することはない。かつて、ヴィンチ村の片田舎を出たレオナルドは、水に潜