

## 人間生活における科学技術観の実態解明に基づいた新しい科学技術観の構築

### Construction of New Scientific/Technological Point of Views Based on

#### Survey on Actual State of Peoples' Points of Views in Human Life

○長洲南海男\*、熊野善介\*\*、丹沢哲郎\*\*、土田理\*\*\*、山崎貞登\*\*\*\*、小林信一\*

○Namio NAGASU\*, Yoshisuke KUMANO\*\*, Tetsuro TANZAWA\*\*, Satoshi TSUTIDA\*\*, Sadato Yamazaki\*\*\*\*, Shinichi KOBAYASHI\*

○筑波大教育学系\*、静岡大学教育学部\*\*、鹿児島大学教育学部\*\*\*、上越教育大学\*\*\*\*、筑波大大学研究センター\*

○University of Tsukuba\*, Shizuoka University\*\*, Kagoshima University\*\*\*, Jyuetu University\*\*\*\*

We clarified actual state of Japanese people's scientific/technological point of view. Total number of 1502 had both traditional and new scientific/technological point of view such as theory-laden, revolutionary and/or continuous development of history of science and value-free. We almost clarified the original idea, which was stated by Professor Ooshima, in terms of scientific point of views such as theory-free on scientific observation in science education since Taisho-era. We constructed the data-based using computer systems on scientific/technological point of view. We also constructed new vision so called issues oriented-science education based on new scientific/technological point of view. We called modern society in Japan as advanced scientific/technological society, which had twofold structure.

## 1 研究目的、研究方法

### 1.1: 研究目的

科学観或いは技術観についての英語圏でのこれまでの研究としては、第一は理論的側面に焦点化している Hess(1997), McComas(1998), Mitcham(1980), Johnson(1989), 第二は実態調査的側面にウエイトが置かれている Yager(1992), Aikenhead (1989), 第三はこれら両者を兼ねた Driver, etc.(1996)などを挙げることができる。この第二の研究は対象が青少年日限定され、また日本においてはこれらの紹介はあるが日本人の科学観や技術観に関する実態を踏まえた研究は皆無に近い。

一方、近年、日本における青少年の科学技術離れ等が喧伝されているが、彼等も含めた一般大衆の科学技術観の実態は不明である。これら今日有していると思われる日本人の科学観や技術観が明治以来の学校教育のいづこから由来するのかわかり不明である。他方、今日及び21世紀に想定される高度科学・技術社会としての「人間-人工環境」における望ましい科学技術教育ないしは科学技術政策はこれまで殆ど明らかにされていない。

従って、本研究の目的は以下の4点となる。

- 1 青少年、教師、一般人も含めた2,000人程を対象に科学観、技術観の認識実態と近年の科学技術論で展開されている科学技術観との差異を解明する。
- 2 上記1で解明された現代の日本人が捉える科学技術観の由来を解明する。
- 3 科学技術観に関するデータベースの構築を図る。
- 4 上記1, 2で解明された従来の人間生活における人々の科学技術観の実態と、近年の科学技術論に基づく科学技術観とのギャップ並びに問題点を打開するために、現代及び21世紀の高度科学・技術社会の特徴を解明し、この高度科学・技術社会としての「人間-人工環境」における人間生活にとっての新しい科学技術観を構築し、この成果を生涯教育としての科学技術教育や科学技術政策への反映の方策を構想する。

### 1.2: 研究方法

研究目的1に関しては、2年前に終了した日韓科学観・技術観調査の結果も含めて内外の先行研究の分析に基づき、調査問題作成の基本的理念の分析をする。次に調査問題の試作と試行をする。第三にその結果を分析評価して修正して実施版を作成する。第四に実施版を郵送して、調査を実施し、回答問題用紙を回収してコンピュータ処理して、必要データを作成して分析する。その際サンプルとしての対象の数と対象群を確定する。これらの間において代表者及び各分担者が適宜会合を持って討議を繰り返し、論議を深め、研究分析の視点を整理する。

目的2、3に関しては収集した文献の分析、整理する。

目的4に関しては関連文献の分析と代表者及び各分担者との討議を行う。

## 2 結果と考察

### 2.1: 現代日本人の捉える科学技術観

#### 1. 調査問題作成のプロセス

調査問題は、以下のプロセスを経て作成された。

#### 1) 本調査の目的の確定

上記の本研究の目的に基づいた調査目的を確定した。

#### 2) 調査対象と調査内容のフレームワークの検討

数回の議論を踏まえ、本研究における調査対象は、高校生、大学生、中学校と高等学校の教師、一般社会人とし、結果的に調査対象の合計人数は1502名となった。

・高校生：茨城県と静岡県の公立普通高校併せて6校の473名併せて366名

・教師：中学校(理科・技術・国語・社会)と高等学校(理科)の教師395名

・一般社会人：静岡市内在住の市民1,000名(回答者268名、回収率27%)

調査問題のフレームワークは、日韓科学観・技術観調査の結果を基に、内容を大幅に焦点化し、以下のように決定した(カッコ内の数字は調査問題番号に対応する)。

1. 科学理論及び知識の変換や継続性 (1, 4, 10)

2. 観察の理論負荷性 (2, 6)
3. 科学の論理性、推測性、予測性 (3, 5)
4. 自然科学の方法と学校理科の実験・観察 (7)
5. 日本社会の科学の親近性 (8)
6. 科学、技術、社会との関連 (9, 11, 12)

調査問題は上記フレームワーク4と5を除いて複数問を作成し、クロス集計が可能となるよう配慮した。

### 3) 先行研究のレビュー

調査問題作成に際しては、これまでに行われた英語圏の調査問題をレビューし、上記フレームワークに従ってそれらを分類し、調査問題バッテリーをまず作成した。その際の先行研究には、たとえば以下のものがある。

- ・ D. Pomeroy (1993) S.E. 77(3)
- ・ Faud Abd-El-Khakick, et al. (1998) S.E. 82(4)
- ・ Rudi Laugksch and Peter Spargo (1996)
- ・ NAEP Assessment Items (1990)
- ・ 長洲他 (1998) 日韓科学観・技術観調査問題

### 4) 調査問題 (試行版) の作成

以上において作成された調査バッテリーの中から、表現の適切さ、内容と表現の難易度、文化的背景等を考慮し、調査問題 (試行版) の作成を行った。

### 5) 調査問題の試行と修正

試行版を、静岡県内の理科教師約20名と、高校生約100名を対象に試行し、その結果をもとに問題の削除・追加・修正を行い、本研究で用いた調査問題の確定した。

### 2. 調査サンプルの属性

今回の調査サンプルは男性が64%、女性が36%であり、世代別では多い順に10代の35%、20代の30%、30代の12%、50代の10%であった。職業別の多い順では高校生の32%、教師の26%、大学生の24%、教師以外の成人18%であった。

上記調査問題のフレームワークとこれらサンプルの属性との様々な観点からの分析を行い、興味ある多くの結果が得られているが、今回は紙幅の都合で以下の特徴ある結果とその考察に限定せざるを得なかった。

### 3. 科学理論や知識の連続性と変換性

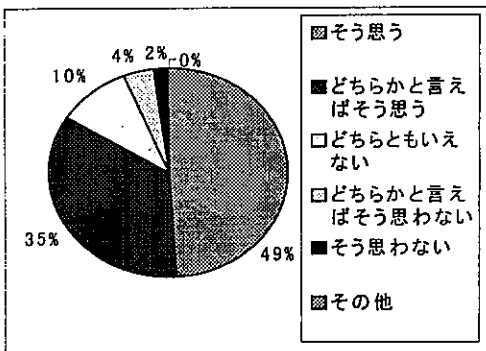


図1 問題1 科学知識の連続性

図1より、自然科学の歴史から見て、科学知識は蓄積され、連続的に発展してきたと捉えていると推測されるのが消極的同意も入ると84%とかなりの割合になっている。一方、図2の問題4のように具体的な幾つかの科

学理論を事例にその変換の可能性を問うと、消極的同意も入ると約6割が変換可能と捉えている。また問題10の科学知識の根本的転換を問うと、消極的同意も入ると約6割がその通りと応答している。しかし、25%は中立の立場に立っている。

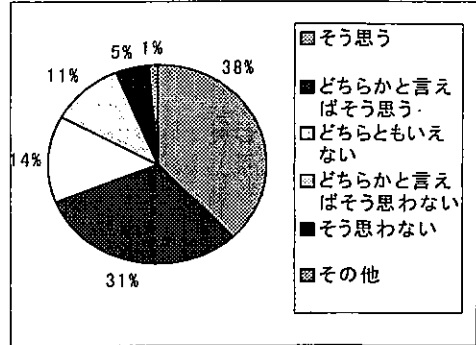


図2 問題4 科学理論の変換性

これらの問題1, 4, 10の結果より、日本人の大多数が具体的な科学理論については変換性の立場に立ちながら、他方では科学知識に関しては連続的と根本的転換性という両者併存するか、多くはないがそのどちらとも判断しかねている捉え方になっていると推測される。

### 4. 日本の社会にとっての科学の親近性

図3より問題8の日本の社会にとっての科学の親近性に関しては、55%が親近性を抱き、約2割が日本の社会に馴染みなくかけ離れていると捉えている。換言すれば、自然科学そのものは西欧において発展し明治以降に日本に紹介導入してきたにもかかわらず、現代の日本人にとっては、既に遠い異国のものと見ているより、日本社会にとっては親近感をもった存在と捉えられていると思われる。

### 5. 科学の理論負荷性

図4から、科学者は同じデータを用いても、解釈する理論が異なると、結果は異なるという理論負荷性の捉え方をしていると思われるのが約5割、一方、天文学という学問の未成熟さから、結論への導き方や誤差の処理の仕方から異なるとの捉え方は約4割みられる。

図5の同じく科学の理論負荷性について古生物学を事例に聞いている問題6では、約75%というかなりの割合が同じ化石を観察しても、科学者のものの見方や解釈の仕

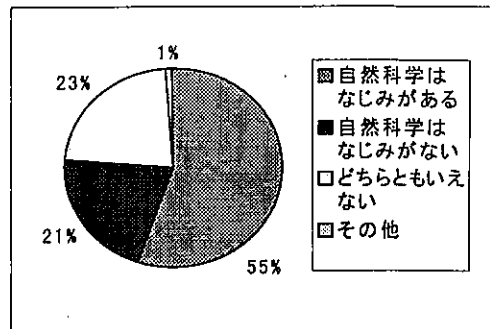


図3 問題8 科学の日本社会での親近性

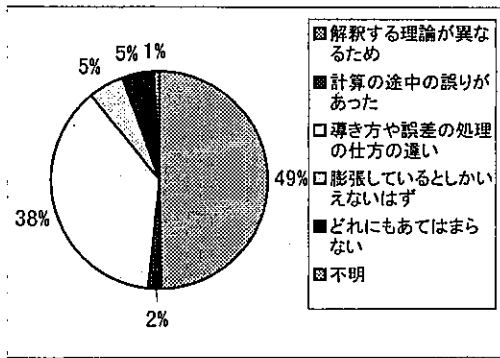


図 4 問題 2 科学の理論負荷性 (天文学)

方により異なってくる捉え方をしていることが伺える。

これら科学の理論負荷性に関する問題 2 と問題 6 の結果より、事例としての天文学と古生物学との違いによる選択者の割合に差が見られるが、いずれにせよ、日本人の過半数以上の者が科学の理論負荷性の捉え方にたっていると見られる。

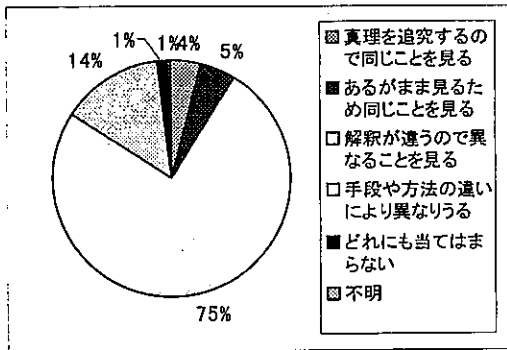


図 5 問題 6 科学の理論負荷性 (古生物学)

この他の問題でも一般的傾向の興味ある結果が幾つか見られるが、今回は省略して、世代間や教師の担当教科間についてのクロス集計や「群間には差がない」という帰無仮説検定の結果興味ある 2 点を以下に明らかにする。

#### 6. 教師の担当教科毎の世代間比較

問題 9 の科学、技術、社会の関連に関して、選択肢 1 が科学は真理追究で、価値には無関係という伝統的な科学観、技術観、選択肢 2 がこれら三者は密接不可分の関係で価値判断の基礎となるという新しい科学・技術観であり、選択肢 3 がこれらのどれにも当てはまらないという判断保留となっている。この選択肢 3 の応答に着目すると、理科担当教師は中学高、高校とも世代間に違いは見られないが、技術・家庭科と国語及び社会科の担当教師では 20 代で差が認められ、その差は世代が上がるにつれ減少していった。これらより、理科教師と他の教科の教師とでは科学、技術、社会の関連に関して捉え方の違いが存在していることが明らかにできた。

#### 7. 科学/技術/社会に関する捉え方

問題 9 の結果より、科学/技術/社会三者相互に関連し

合い、科学と技術は区別しにくく、人間社会の価値判断の基礎となる捉えかたに立っているのが約 6 割存在すると見なせる。しかし、科学は真理追究で、倫理、価値にとらわれないという旧来の見方に立つのが 26% いることは無視できない割合とも言える。

さらに、科学/技術/社会のそれぞれの本質及びこれら三者に関する捉え方を複数回答で聞いている問題 11 の結果によると、技術での問題解決は予測できない二次的影響もたらすか(選択肢 5)または多くの条件ある(選択肢 6)がそれぞれ約 66%、56%あり、技術について従来の単純な技術で必ず解決が得られるという楽観主義ではなく、最近の技術観とも言える技術の問題解決の予測不可能性や条件性を考慮しているのが過半数以上見られる。しかし、一方では技術は科学の成果の応用(選択肢 1)が約 58%、科学は真理追究(選択肢 7)と答えているのが 42%と、科学や技術に関して伝統的な捉え方に立っているのが過半数近く存在する。この点は上記の問題 9 の科学は真理追究と答えているのが 26%存在したことと考え合わせて見る必要があろう。すなわち、科学、技術に関して現代的な新しい三者の関係を考えている一方、伝統的な科学観や技術観も併せ持っているという、現代の日本人は科学/技術/社会のそれぞれの本質及びこれら三者に関する捉え方は新旧両論を併存していると思わせる。

#### 2. 2. 科学観、技術観の実態と近年の科学技術論

地域は限定されているが、今回の実態調査に基づく日本人の科学観、技術観の実態をおおよそ反映していると思わせ、次のようにまとめられる。

科学の知識や理論に関しては、その連続性、蓄積性と変換性両者併存する捉え方を有し、科学の理論負荷性に関しては過半数以上がその捉え方に立っている。また、科学/技術/社会のそれぞれの本質及びこれら三者に関する捉え方については、科学は真理追究で、技術は科学の応用という伝統的な捉え方をしているのが 4 割から 5 割ある一方、これら三者は密接に関連し、技術での問題解決は予測困難な二次的影響あるという現代的な新しい科学観、技術観に立っているのが過半数以上は存在する。

従って、高度科学・技術社会としての現代社会の人間生活にとって、その生活体験から、それまでの学校教育から学習してきた新しい科学観、技術観を無意識の内に意識化しつつある一方、それまでの学校教育において教育されてきた伝統的な科学観ないしは技術観を多くはないが有している人達が未だ存在していると思わせる。それ故、科学論、技術論の学的世界では半ば常態化している新しい科学観、技術観に日本人が所有しているのではなく、これら両者にはまだ大きな隔たりが存在すると言える。一方、現代の日本人にとって、西欧社会にその出自が由来する科学について、過半数以上の人々がさほど違和感をもち親近感を有していることは注目に値し、これらに現代の日本人の科学観、技術観の特色を見出せると言えよう。

#### 2. 3. 日本人が捉える科学観、技術観の由来

これまでの実態調査により明らかになった伝統的な科学観ないしは技術観の学校教育における由来の解明を図

ったが、今回は実態調査にかなりのエネルギーを割くことになったため、明治以来の理科、技術科、手工・工芸科等の教科書や参考図書類の徹底的な調査には至らず、理科教科書類や理科教育に関する限定的な調査により、次の事が明らかになった。

従来の科学観の根底となっていたいわゆる観察の中立性の由来は、大正時代に端を発すると見做せる。すなわち、理科教育界では古典的名著である、大島鎮治著の「理科教授の原理」(1920)において観察の要件として、「観察は心を虚心平気にし、-中略-偏見又は想像を避け、事実を有りのままに観察すること」と明言している。

これ以降、学校理科及びその基となっていた師範学校の理科及び大学の理学部では戦後も、場合によっては今日に至まで、連綿とこの考え方が受け継がれてきている。

これに代表されるような従来の科学観、技術観は依然として、我々日本人の根底に残っていると見えよう。

## 2. 4. 科学観・技術観に関するデータベース構築

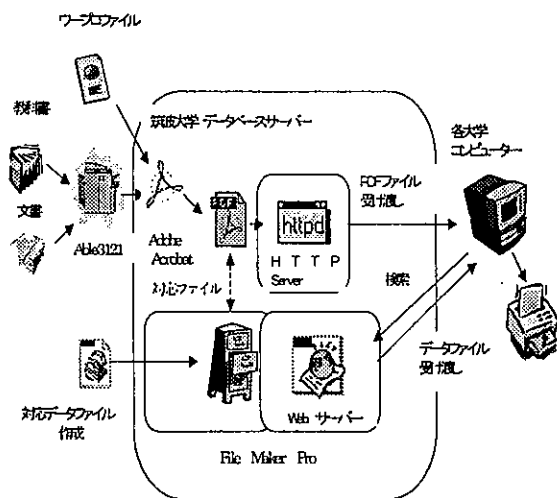


図 6 科学観・技術観に関するデータベース構築が、科学観・技術観に関するデータベースを構築したが、図6に基づいて以下その概略を述べる。

1. データ作成の手順：教科書、図書、報告書(図表、絵も含む)の選択した情報はAbk3121を利用してスキャナに取りこみ、ワープロファイルは直接PDFファイルを作成する。それに著者名、題目、出典、注釈等の情報をFileMakerProに入れる。
2. データの検索と通信：各大学のコンピュータからはインターネットを利用して筑波大学内のデータベースサーバ内のFileMakerProに附属のWebサーバに接続する。キーワード等を入力して目的のPDFファイルの情報を入手する。さらにサーバ内のHTTPサーバにより各大学へ送付される。

このデータベース構築により、明治以来の科学観・技術観に関するデータベースが可能であるが、現時点では必ずしも十分に蓄積されていず、拡充は今後の課題である。

## 2. 5. 高度科学・技術社会としての「人間・人口環境」

における新しい科学技術観に基づく科学技術教育及び科学技術政策の構想

これまでに解明されてきたように、現代の日本人は従来のと新しい科学観、技術観が並存している。このことは現代の日本社会を次のように位置づけることにより類推可能となろう。

すなわち、現代の日本社会には科学が基礎となつてその応用としての技術があり、それら中間に介在するのが応用科学という伝統的な科学、技術に根ざす社会も残存している(図7の下方の問題解決型の社会よりなる単層構造)。それに対して現代及び21世紀に向けての社会は図7の上部の科学/技術/社会三者が密接に相互関連した高度科学・技術社会とみなせる。そこでは図にみられるような新しい科学観、技術観で捉えられる。この高度科学・技術社会では既知の問題を解決するのみならず、解決可能でないか、将来解決しうるやも知れぬ問題をイシューズと称して、このイシューズの解決策を求めるのがイシューズ指向型社会である。つまり、イシューズ指向型社会と前述の問題解決型社会との重層構造をなし、特にこのイシューズ指向型社会が大きなウェイトを占めるのが高度科学・技術社会としての「人間・人工環境」と見做せる。

従つて、21世紀に向けて、我々の「人間・人工環境」における人間生活はこのような重層構造の中での営みと捉え、それに基づいた新しいイシューズ指向の科学技術教育並びに科学技術政策の構想が可能となる。

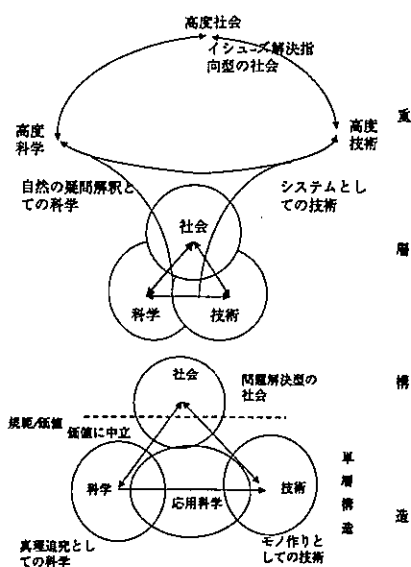


図 7 重層構造としての高度科学、技術、社会

## 3. 今後の課題

現代日本人の科学観、技術観の実態をおおよそ解明できたが、今後はその起源のさらなる解明と新しい科学観・技術観に基づく科学技術教育ないしは科学技術政策の具体策の立案が今後の課題である。