

問われている科学観の教育

永井宏幸

NAGAI Hiroyuki

福岡市東区御島崎1丁目19-401 nagai.koko@gmail.com

【キーワード】 科学技術と人間, 科学の限界, PISA, 科学リテラシー

1. 科学者への不信

現代社会は科学・技術から多くの恩恵を受けている。いっぽう、農薬被害、工場公害、放射能被害などの被害者からは国や企業の責任を追及する声が挙がり、次々と裁判が争われるようになった。

新技術の導入は、許認可権や規制監督権を持つ国の責任のもとに国や企業が行うが、技術の安全性や周囲への影響については、専門家*の見解を根拠にして押し進められてきた。そのため、被害者をはじめ国民から、専門家のいうことは信用できない、技術導入のありかたを見直せという声がかかるようになった。

平成24年版科学技術白書は、東日本大震災・福島第一原発事故を経験した国民に、科学に対する考え方に大きい変化がうまれていることを報告している[1]。

ある世論調査によると、「あなたは、科学者の話は信頼できると思いますか」という問いに、「科学者の話は信頼できる」と答えた人の割合が、事故前は12～16%であったのが、事故後には6%へと下がった。逆に、「信頼できない」、「どちらかという信頼できない」、「わからない」と答えた人の合計は、事故前の16～24%から、事故後には34～36%に増えている。（科学技術政策研究所）

原発事故・震災を経験して、国民の約2割が科学者の話を疑わしいと思うようになったのである。

*専門家という用語を、科学者+技術者+アルファの意味で使っている。

科学技術に対する国民の意識は、原発事故・震災の前から変化がおこっていた。別の世論調査では、「科学技術の発展にはプラス面とマイナス面があると言われているが、全体的に見た場合そのどちらが多いと思うか」という問いに、「両方同じぐらいである」と答えた人の割合は2004年に24.4%であったが、2010年には36.2%に増えていた。逆に、「プラス面が多い」と「どちらかというプラス面が多い」と答えた人の合計は59.3%から53.5%に減っていた。（内閣府の「科学技術と社会に関する世論調査」）

原発事故・震災が起こる以前から、国民は科学技術の発展のマイナス面を強く意識するようにならっていた。

科学技術白書は、原発事故・震災を通じて国民の中に生まれた戸惑いを、「地震・津波による被害を少しでも小さくすることができなかったのか、原子力発電所の事故は防ぎ得ないものであったのか、健康への影響はないのか等、国民は科学技術に対し、非常に厳しい目で見ている」と表現したうえで、科学技術には限界があること、原発事故のような科学技術の「影」の側面が大きな犠牲を伴うものであることを指摘し、わが国のこれからの課題として、「新しい科学技術の在り方を国民、政治家、行政官、科学者、技術者等、あらゆる関係者がそれぞれの視点から見つめ直すことが重要となっている」と結んでいる†。

国民の目は科学技術に厳しいのではない。原発は安全であるといってきた科学者に不信の目が向けられているのである。

†平成25年版科学技術白書は、イノベーションの文字が踊る、経済発展を至上とする内容に一変している。

2. 科学の限界

アメリカの原子核物理学者 A・ワインバーグが 1972年に発表した”Science and Trans Science”は、国民に深まる科学者への不信の原因を考察し、新しい時代における科学者の社会的責任を論じたものである [2]。以下に論文の趣旨を紹介するが、忠実な翻訳ではないことをお断りしておく。正確な内容はネットで論文が手に入るのをそれを読んでいただきたい。

＜科学者は新しい技術導入に際し国や企業から安全性や周囲への影響について質問される。科学者はこれに答える。しかし、実際の科学には限界があって、科学によっては答えの出ない種類の問題がある。この種の問題にあえて科学者が答えるとき、答えは科学の領域を超えたなんらかの価値基準にもとづくものにならざるを得ない。こうした領域で科学者の答えはしばしば間違ふ。社会はそのために大きな被害を受ける。したがって、この領域では科学者は知の独占者としてふるまうべきではない。この領域の問題は民主主義の原則によって国民が決めるべきものであり、科学者はその助言者にとどまるべきである＞

論文では、科学を超える問題の一例として原発の過酷事故発生確率をとり上げている。

＜1 基当たり 10,000,000 年に 1 回という安全評価があるが、これを検証するには 1000 基の原発を 10,000 年運転しなければならない。これは科学の限界を超えた問題なのだ＞

このころアメリカの原子力施設では次々と重大事故が起こっていた。1959年、ナトリウム冷却原子炉の溶融事故、1961年、軍用試験炉の核反応暴走事故、1966年、高速増殖炉の炉心溶融事故。その後1979年には、スリーマイル原発の炉心溶融事故が起きる。

科学と見えた安全評価は科学ではなかったのである。

3. OECD/PISAの科学教育観

34 の先進国の加盟する経済協力開発機構

(OECD) は、義務教育終了時の生徒の学習到達度調査 (PISA) をおこなっている。その PISA が重視する科学教育の柱に科学リテラシー能力がある。2003 年 PISA 調査フレームワーク [3] で示されたその内容は、PISA が科学教育に何を求めているかをよく示しており、日本の理科教育を考える上で非常に参考になる。

＜現代社会に生活する市民は、科学に絡んで何かを判断しなければならない様々な場面に遭遇する。したがって、市民が必要としているのは、証拠を収集する能力よりも、証拠と判断を結びつける能力である。そのためには

- 科学で答えられる問いであるか答えられない問いであるかを区別し、どのようなときに科学的知識が関係するのかわかる能力
 - 関連づけ方や証拠の集め方から正しい証拠であるかどうかを判断する能力
 - ある政策に有利な証拠と不利な証拠のウエイトを知る能力
- を必要とする＞

科学教育の目的に、すべての市民が科学技術に関する政策について賛否の態度を決めるための能力をつけることをうたっているのである。

この能力を義務教育で養うとしているところも注目するところである。高校・大学では教育内容が進路によって変わる。すべての市民が科学リテラシー能力を身につけるためには義務教育がこ **教育** の任を負わなければならない。市民だけではない。首相をはじめ、政治家、行政官、裁判官がみな、科学リテラシー能力を持たなければ、社会が困るのである。

4. 学習指導要領の科学教育観

わが国の初等教育はこれらの問題をどう扱うことにしているのだろうか。つぎに示すのは中学校理科「科学技術と人間」(第 1 分野) の学習指導要領の説明である。

＜エネルギー資源の利用や科学技術の発展と人間生活とのかかわりについて認識を深め、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について

科学的に考察し判断する態度を養う>

学習指導要領（学習指導要領解説を含む）が示す科学技術観には是正すべき問題点がある。

① 前段の解説では、「科学技術が人間の生活を豊かで便利にしたことを認識させることにある」としており、プラス面のクローズアップを求めていること。

② マイナス面については、「触れる」程度としており、またその解決のためには、科学技術の発展が重要であるというだけで、科学技術の導入を慎重かつ適切にコントロールする重要性に言及していないこと。

③ 後段については、自然環境と科学技術の関係に限っているため、人間社会との関係が見過ごされていること。たとえば、原子力の利用についていえば、原子力発電と地球温暖化の関係は取り上げても、原発事故の危険性や放射性廃棄物の処理問題などは取り上げないことになるおそれがある。

改訂前の学習指導要領は、科学技術が社会にプラスになった面を知るとともに環境と調和した発展が必要であることを知ること、としていたが、改訂によって調和の言葉が消え、プラス面をより強調し、マイナス面を後退させるような扱いに変わっている。

5. 日本原子力学会の科学教育観

学習指導要領のこの部分の改訂には、日本原子力学会が与えた影響が大きいものと考えられる。

日本原子力学会は、原子力教育・研究特別専門委員会を設置し 15 年にわたって教科書の記述内容を調査し、1996 年に、文部大臣に「初等・中等教育についてはエネルギーの扱いの『改善』を、高等学校学習指導要領に関する要望」を提出し政界・官界・学界の各方面に働きかけを行った。これには、高等学校教科書中の原子力に関する不適切な記述例を資料に付けていた。

2009 年には、学習指導要領の改訂の機に依じて、原子力に関する 6 項目の要望を教科書に反映させるよう関係者に求めた[4]。その 6 項目は以

下の通りである。

1. （小学校理科）原子力が発電時に炭酸ガスを排出しないこと、（社会科）エネルギー資源や環境問題の解決策の一つとして原子力発電が既に国内外で広く利用されていること。
2. （中学校理科）原子力エネルギー利用の基本的な原理、高速増殖炉とその燃料サイクルの仕組み並びにその効果。（中学校社会科）原子力がリサイクルの可能性を持ち資源の節約に繋がること
3. （中学校理科）放射線が現代の健康で快適な生活と社会を広く水面下で支えていること。放射線に対する過剰なアレルギーとなる記述は改めるべき。
4. （中学校理科）自然放射線と人間が共存している事実、簡便な測定実験などの実習を通してその事実を学ぶ。
5. （中学校社会科）原子力施設の安全性は高いこと。ガン、自動車事故などよりもリスクが十分小さいこと。
6. （中学校社会科）世界的な原子力エネルギー利用拡大の動き。我が国が原子力利用技術について世界に貢献できること。

ここで求めているのは原電拡大政策の擁護である。国民的に議論がある問題を、初等教育の理科と社会科の教科書を通じて刷り込み、浸透させようとするものであって、考える力や批判する力を育てようとする教育とは無縁のものであるといえる。

それだけではない。要望の説明では、これまでの教科書の記述内容について、「原子力発電に対する反対運動や、チェルノブイリ事故、ジェーシーオー(JCO)臨界事故などのマイナスイメージの記載が顕著でした」と批判し、「放射線に対する過剰なアレルギーとなる記述は改めるべきです」としている。「マイナスイメージの記載」、「過剰なアレルギー」など、主観的物差しに頼って記述の変更を求めているのは驚くべきことである。

ワインバーグが警告を発したのは、科学者のこのような科学の範囲を超えた社会的発言であっ

た。専門知とは無関係な政策上の見解を、社会に大きな影響力を持つ専門家が「科学的判断」であるかのように示す行為は、いつか国民に専門家への不信を生み出すことになると憂えたのである。

なお、要望書[4]に付けられた原子力教育・研究特別専門委員会の名簿から、委員には原発関連企業所属が相当の比重になっている実態が分かる。

6. 理科教育の新しい役割

科学技術社会論の分野で発言をしている物理学者の本堂毅は、日本の理科教育を「科学にできることばかりで、科学の生い立ち、仕組み、適用限界を正直に伝えてこなかった」と批判している。そして、「理科教育の結果、むしろ誤った科学観を社会に広めているという意味で、『教育汚染』といってもよいだろう」といっている[5]。

中学理科には「科学技術と人間」（第1分野）と「自然と人間」（第2分野）が設けられている。新しい科学観の必要を生徒に気付かせるとすれば、この単元をおいてほかにない。どのように取り上げればいいのかを考えてみたい。

科学技術と社会の^{関係}環形は複雑で重層的であるので、新しい科学観などと抽象的にとり上げては散漫な議論になってしまう。したがって、具体的なケーススタディーをおこなうのがいい。技術の安全性や社会・自然への影響についての誤った見解のために社会が被害を受けた出来事を調査するわけである。なぜ科学者は誤った証言をしたのか。それは科学で導くことができない領域の問いに答えたためではなかったのか。そうであれば、なぜそのことを正直にいわなかったのか。

授業は、テーマの提示、調査、議論によって進められる。教師はもちろんテーマの正解を持たない。授業の方向性を見失わないためにはチェックポイントを用意しておく必要がある。PISAの科学リテラシーの概念はそのために使えるが、もう少し詳しいチェックポイントをあげておくことにする。

- ① 科学技術の導入において、技術の安全性、人間社会への影響、自然界・生物界への影

響について専門家からどのような見解が示されていたか。

- ② 専門家のその見解は、科学から導かれる結論だったと思うか。
- ③ その見解と異なる見解や対立する見解はなかったのか。
- ④ 同じ科学的データからなぜ違った見解が導かれるのか。
- ⑤ 政策決定者はどのような専門家に見解を求めるのか。
- ⑥ 法廷で専門家はどのような役割を果たしているのか。
- ⑦ 政策決定の正当性を専門家に求めるこれまでの方法を続けていいのだろうか。

7. まとめ

理科教育は、科学知識や科学の方法を教えるだけでなく、科学技術と社会のあるべき関係を考えるきっかけを与えることが必要である。現代社会を生きていくには、専門家の発言を批判的に聞き、信用できるものかどうかを判断する能力を身につけなければならない。新しい時代に応じた理科教育が求められている。

[1] 平成 24 年版科学技術白書, 文部科学省
http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/kagaku.htm

[2] Weinberg, Alvin M. (1972). Science and Trans Science, *Minerva*, Vol. 10.
<http://www.quantamike.ca/pdf/Weinberg-Minerva.pdf>

[3] The PISA 2003 Assessment Framework

[4] 新学習指導要領に基づく小中学校教科書のエネルギー関連記述に関する提言, 日本原子力学会原子力教育・研究特別専門委員会, 2009
<http://www.aesj.or.jp/teigen/H2101.pdf>

[5] 科学の適用限界を伝えるリテラシー教育, 本堂毅, 素粒子論研究 117 巻, 2009 年 10 月