

中国と日本の中学生における環境問題に対する意識

隅 田 学・熊 谷 隆 至

(愛媛大学教育学部理科教育講座)

菊 地 博 明・高 橋 進・小 池 達 士

(愛媛大学教育学部附属中学校)

(平成15年5月22日受理)

Junior High School Student's Attitude toward Environmental Issues in China and Japan

Manabu SUMIDA, Takashi KUMAGAI, Hiroaki KIKUCHI,
Susumu TAKAHASHI and Tatsushi KOIKE

1. はじめに

科学が、客観的な真理を扱うことを認めるとしても、それが、社会的で文化的な営みであることに今や議論の余地はない(例えば、村上, 1999; ニュートン, 1987/1990)。しかしながら、現在の科学教育では、科学の社会的な側面や文化的な側面を扱うことは少なく、例えば世界的に科学技術倫理に関わる内容を含めることの重要性が謳われることはあっても、具体的に小学校や中学校の科学教育カリキュラムに実現されている国は未だ限られている(Johnston, 1995)。

例えば、大気汚染のような環境問題を考える場合、科学的な分析結果をどのように意味づけるか、そしてそこから自分たちがとるべき行動をどのように意志決定していくか、といったようなことは、単に汚染の度合いを科学的に分析する活動以上に、現代の科学教育の内容として重要だと思われる。また、実際に当事者である科学者でさえも意見が分かれるような社会的な科学技術問題に直面した場合、科学者としてはもちろん、一市民としてどのような倫理観を拠り所として参画していくかを考えることは、科学の公衆理解(Public Understanding of Science)という観点からも重要なテーマである。

そこで、本研究では、愛媛大学教育学部附属中学校の生徒と、日本が歴史的、文化的、社会的に大きく影響を受けてきた中国において愛媛大学が学术交流協定を結んでいる遼寧師範大学附属中学校の生徒を対象に、環境問題に対する彼らの意識の実態を明らかにすることを試みた。

2 対象と方法

(1) 調査対象

本研究では、遼寧師範大学附属中学校（以後、中国と呼称する）と愛媛大学教育学部附属中学校（以後、日本と呼称する）に所属する中学生それぞれ140名の合計280名を調査対象とした。その内訳を表1に示す。参加者は全て中学校第2学年の生徒で、各学校共に4クラスを対象とした。

表1. 調査対象の内訳

対象国	性別	参加者数	計
中国	男子	71	140
	女子	69	
日本	男子	70	140
	女子	70	

(2) 調査課題

本調査課題は、基本的に二つの部分から構成されている。一つは、環境問題に対する科学の役割に関して問う課題である。「大気汚染」、「森林破壊」、「動植物の絶滅」、「原子力発電所」の四つの環境問題について、それぞれ科学にどの程度原因があると思うか（科学の因果性）、そしてそれらの問題を解決するのに科学がどの程度役立つと思うか（科学の必要性）について、1（とても原因がある：とても必要である）、2（いくらか原因がある：いくらか必要である）、3（ほとんど原因がない：ほとんど必要がない）、4（全く原因がない：全く必要がない）の評定尺度から自分の考えに最も近いものを回答するようになっている。これら四つのテーマは、第3回国際数学・理科教育調査において、中学生を対象に、環境問題への科学の有効性に対する彼らの意識を調査するテーマとして使用されたものである。「森林破壊」と「動植物の絶滅」については、我が国の中学2年生の6割程度しかその問題解決に対する科学の有用性を認識していないことが報告されている（国立教育研究所、1996）。

もう一つの課題は、環境問題を事例とした科学技術者倫理に関するものである。米国 NSPE（National Society of Professional Engineers）による科学技術者倫理の事例と考察（1999 / 2001）の事例No79 - 2「公衆の批判 - 環境問題」を、中学生向けに、わかりやすくまとめ直したものを事例として提示した。その事例では、町の廃棄物処理に伴う町議会の決定に参画した科学技術者と、その決定に公的に質問を投げかけたその町の居住者である別の科学技術者が登場する。そして、二つの立場の科学技術者のそれぞれについて、その科学技術者の行動は正しかったかどうか、自分だったらその科学技術者のように参画するかどうかを二者択一で回答するようになっている。米国の倫理規定の指示に従うと、両科学技術者共に、その行動は倫理的であったと結論づけられている（米国 NSPE 倫理審査委員会編、1999 / 2001）。

(3) 調査方法

調査方法は、選択法の質問紙調査形式で実施した。調査は、無記名で、各参加者のペースで回答し、調査用紙はその場で回収された。調査時間は、熊谷ほか（印刷中）と隅田ほか（印刷中）の調査とあわせて約30分であった。調査時期は、両国共に、2002年12月である。中国での調査については、日本語で作成した調査課題を中国語に翻訳し、相手側研究者のチェックを受けた後、中国語版で実施した。日本語版・中国語版の各調査課題は、資料として添付している。

3 結果と考察

(1) 環境問題に対する科学の役割に関する中学生の意識

最初の課題では、「大気汚染」、「森林破壊」、「動植物の絶滅」、「原子力発電所」の四つの環境問題に対して、被験者となった中国・日本の生徒たちが、それぞれ科学にどの程度原因があると思うか（科学の因果性）、そしてそれらの問題を解決するのに科学がどの程度役立つと思うか（科学の必要性）を回答するようになっている。1（とても原因がある：とても必要である）から4（全く原因がない：全く必要がない）の評定値を便宜的に間隔尺度上の得点とみなし、各環境問題毎に科学意識の平均値と標準偏差を国別・科学の役割（科学の因果性と科学の必要性）別にまとめたものが、表2から表5である。なお、各国において男女間でその回答傾向にほとんど違いが見られなかったため、下表は全て男女込みで整理されている。そして、「大気汚染」に関する科学の因果性に対する中国の生徒たちの意識の高さと日本の生徒たちの意識の高さというように、環境問題別・科学の役割別に両国間で科学意識の違いについて *t* 検定を行い、その結果を記号で示している。同時に、環境問題別・国別に、科学の因果性に対する意識と科学の必要性に対する意識との間で対応のある *t* 検定を行い、その結果も表中に示している。なお、記号 \cdot は有意水準0.01の有意差を、 $>$ ・ $<$ は有意水準0.05の有意差を示す。

表2. 「大気汚染」に関する中国・日本の中学生の科学意識

	科学の因果性	科学の必要性
中国	1.29(0.52)	1.12(0.37)
日本	1.52(0.63)	1.44(0.58)

()内は標準偏差

表3. 「森林破壊」に関する中国・日本の中学生の科学意識

	科学の因果性	科学の必要性
中国	1.67(0.77)	1.28(0.52)
日本	1.99(0.76)	1.79(0.79)

()内は標準偏差

表4. 「動植物の絶滅」に関する中国・日本の中学生の科学意識

	科学の因果性	科学の必要性
中国	1.75(0.91)	1.31(0.61)
日本	1.93(0.76)	1.84(0.81)

()内は標準偏差

表5. 「原子力発電所」に関する中国・日本の中学生の科学意識

	科学の因果性	科学の必要性
中国	1.41(0.67)	1.28(0.61)
日本	1.61(0.78)	1.44(0.65)

()内は標準偏差

表2から表5で示されている値は、1（科学にとっても原因がある：解決に科学はとても必要である）から4（科学に全く原因がない：解決に科学は全く必要がない）までの尺度に対する評定値の平均値であるから、数値が1に近いほど、各科学の役割に対する意識が高いことを示すことになる。まず「科学の因果性」については、「大気汚染」、「森林破壊」、「原子力発電所」について、中国の生徒の方が日本の生徒よりも有意に科学意識が高く、科学の因果性を意識していた。残り一つの「動植物の絶滅」問題においても、統計的に有意な差は見られないものの、日本の生徒よりも中国の生徒の方が科学意識が高く、科学の因果性を意識していた。

次に問題解決における科学の必要性については、「大気汚染」、「森林破壊」、「動植物の絶滅」、「原子力発電所」の四つ全ての環境問題について、中国の中学生の方が日本の中学生よりも科学意識が有意に高く、科学の必要性を意識していた。本研究の調査対象となった、日本の愛媛大学附属中学校が位置する愛媛県には、原子力発電所が存在する。それにもかかわらず、遼寧師範大学附属中学生の方が愛媛大学教育学部附属中学生よりも原子力発電所問題に対する科学の必要性の意識が高かった。

「科学の因果性」と「科学の必要性」に対する意識の高さを比較すると、全ての環境問題について両国共に「科学の必要性」に対する意識の方が高く、中国の中学生の場合、「大気汚染」、「森林破壊」、「動植物の絶滅」、「原子力発電所」の四つの問題において、「科学の必要性」に対する意識の方が「科学の因果性」に対する意識よりも有意に高かった。日本の中学生は、「森林破壊」、「原子力発電所」の問題において、「科学の必要性」に対する意識の方が「科学の因果性」に対する意識よりも有意に高かった。今回の調査で取り上げたような現代的な環境問題に対する「科学の因果性」に対する意識が「これまでの科学」に対する意識であり、「科学の必要性」に対する意識が「これからの科学」に対する意識であると考えれば、特に、中国の遼寧師範大学附属中学生において、未来の科学に対する期待が高いように思われる。

(2) 科学技術者倫理課題に対する中学生の意識

次に科学技術者倫理課題について、各科学技術者の行動に対する肯定数と各科学技術者として自分が参加することに対する肯定数を国別にまとめて表にしたものが下の表6である。なお、各国において男女間でその回答傾向にほとんど違いが見られなかったため、下表は全て男女込みで整理されている。そして、科学技術者 A/B の行動に対する中国の生徒の肯定率と日本の生徒の肯定率、科学技術者 A/B としての参加に対する中国の生徒の肯定率と日本の生徒の肯定率というように、場面別・科学技術者別に両国間で肯定率の違いについて²検定を行い、その結果を記号で示している。同時に、科学技術者別・各国別に、科学技術者の行動に対する肯定率とその科学技術者としての自分の参加に対する肯定率との間でサイン検定を行い、その結果も表中に示している。なお、記号・は有意水準0.01の有意差を、>・<は有意水準0.05の有意差を示す。

表6. 科学技術者倫理課題に関する中国・日本の中学生の意識（各項目に対する肯定者数）

	科学技術者 A/B の行動		科学技術者 A/B としての参加		科学技術者 C の行動		科学技術者 C としての参加
中国	49(35.0)	<	66(47.1)		118(84.3)		127(90.7)
日本	57(40.7)	>	42(30.0)		133(95.0)		113(80.7)

()内は%

まず、自分たちの第一案は採用されなかったものの町議会の決定に参画した科学技術者 A/B の行動に対する肯定の割合は、中国と日本の間で有意な違いは見られない。しかし、自分が科学技術者 A/B だった場合に参加するかどうかと聞かれた場合、日本の中学生の参加に対する肯定率は、中国の中学生の参加肯定率よりも有意に低く、科学技術者 A/B の行動に対する自分たちの肯定率よりも有意に低かった。中国の生徒における科学技術者 A/B としての

参加に対する意識は、科学技術者 A/B の行動に対する肯定率よりも有意に高かった。ただし、その中国の中学生における科学技術者 A/B としての参加でも、肯定者の割合が全体の半数に満たず、日本の中学生の肯定者の割合は30%であった。

次に、科学技術者 A/B に対して、公式に質問を投げかけた別の科学技術者 C の行動に対しては、中国・日本の中学生共に、科学技術者 A/B の行動に対してよりもかなり多くの者が肯定した。特に日本の中学生は、科学技術者 C に対する応答率が95.0%と、ほとんどの者が肯定した。しかし、科学技術者 C として自分が参加するかどうかという問いに対する回答の傾向は、先の科学技術者 A/B に対する回答傾向と同じで、中国の生徒は、科学技術者 C としての参加に対する肯定率はその科学者の行動に対する肯定率よりも高いのに対し、日本の生徒は、科学技術者 C としての参加に対する肯定率はその科学者の行動に対する肯定率よりも有意に低かった。そのため、日本の生徒における科学技術者 C としての参加意識は、中国の生徒の参加意識に比べて有意に低くなっている。つまり、中国の遼寧師範大学附属中学生・愛媛大学教育学部附属中学生共に、科学技術者 A/B よりも科学技術者 C の行動を肯定的に評価する。そして各科学技術者として自分が環境問題に参画することを想定した場合、中国の中学生の方が日本の中学生よりも、参加意識が高いと思われる。

4 全体的考察

まず、「大気汚染」、「森林破壊」、「動植物の絶滅」、「原子力発電所」といった環境問題に対する中学生の意識では、日本の生徒たちは「これまでの科学」に対する意識は中国の生徒と同様に高いものの、「これからの科学」に対する意識は中国の生徒よりも低いことが明らかとなった。こうした結果は、日本の中学生が、理科を学ぶ理由として、希望する高校や大学への進学を第一に挙げることにもつながっているように思える（熊谷ほか、印刷中）。彼らが学ぶ「科学」は多くの場合、「過去の科学」であり、「現代の科学」や「未来の科学」を意識する機会が少ないのではないだろうか。発展的な学習等、今後は、現代科学について学び、未来の科学について夢を膨らませるような理科教育のあり方が問われるといえる。

環境問題に関わる科学技術者倫理課題に対する中国・日本の生徒たちの回答で興味深いのは、町議会側に参画した科学技術者 A/B に対する肯定率とその決定に異議を申し立てた科学技術者 C に対する肯定率よりもずっと低いことである。この事例を扱っている米国 NSPE においては、科学技術者 A/B 及び科学技術者 C のいずれの行動も倫理的に正しい行動であったと結論していることは先述の通りである。そして、実際の科学技術という営みにおいて、それが公的な制度として確立されているからには、科学技術者 A/B のような科学技術者の数は、科学技術者 C のような科学技術者の数を大きく上回るはずである。つまり、今回調査対象となった中学生たちは、職業としての科学技術や人間としての科学技術者についてほとんど知らない可能性がある。そして、社会に密接に関連のある現代科学の正しい姿を理解しているとは言い難い。また、自分がそうした科学技術者だった場合を想定して、各科学技術者のように参画するかという問いに対して、日本の中学生の多くが、「正しい行動」と認めながらも「自分だったら行動（参画）しない」と回答したことは、現在の科学教育に対する重要な問題提起になると思われる。科学技術が社会化し、社会が科学技術化した現在、将来、理系の仕事に関わる者はもちろん、そうでない者に対しても、一市民としてこの科学技術社会をどのように生き

るかを自分できちんと意志決定し、行動できるようにサポートする教育の在り方を考える必要があるだろう。

【謝辞】

本研究を行うにあたって、調査課題の翻訳について遼寧師範大学からの留学生である陳麗さんに多大なご協力いただきました。深く感謝いたします。

【付記】

本研究の一部は、平成14年度愛媛大学長裁量経費「愛媛大学附属中学校&遼寧師範大学附属中学校における教科・生徒の人間形成に関する国際比較研究」(研究代表者：渡辺弘純)の援助を受けて行ったものである。

【引用・参考文献】

- 米国 NSPE 倫理審査委員会編日本技術士会誌編 (1999 / 2001) 科学技術者倫理の事例と考察, 丸善 .
D. E. ニュートン著 / 牧野賢治訳 (1987 / 1990) サイエンスエシックス - 科学者のジレンマと選択 -, 化学同人 .
Johnston, J. (1995) *Morals and ethics in science education, Education in Science*, 163, pp 20 - 21 .
国立教育研究所 (1996) 小・中学生の算数・数学, 理科の成績 - 第3回国際数学・理科教育調査国内中間報告書, 東洋館出版社 .
熊谷隆至・隅田 学・菊地博明・高橋 進・小池達士 中国と日本の中学生における理科に対する意識, 愛媛大学教育学部紀要, 印刷中 .
隅田 学・熊谷隆至・菊地博明・高橋 進・小池達士 中国と日本の中学生の理科の成績と理解の特徴, 愛媛大学教育学部紀要, 印刷中 .
村上陽一郎 (1999) 科学・技術と社会, 光村教育図書 .

中学生の環境問題に対する意識

資料 1：調査課題（日本語版）

4. 次に世界の環境問題についての項目があります。あなたはそれぞれの項目の問題に対して、科学にどの程度原因があると思いますか。またそれらの問題を解決するのに科学がどの程度役立つと思いますか。自分の意見に最も近い番号に○を付けてください。

	環境問題に対する科学の因果性				環境問題の解決に対する科学の必要性			
	とても原因がある	いくらか原因がある	ほとんど原因がない	全く原因がない	とても必要がある	いくらか必要がある	ほとんど必要がない	全く必要がない
大気汚染	1	2	3	4	1	2	3	4
森林破壊	1	2	3	4	1	2	3	4
絶滅のおそれのある動植物	1	2	3	4	1	2	3	4
原子力発電所から生じる問題	1	2	3	4	1	2	3	4

5. 次の事例は、ある町の科学技術者が関わった環境政策の事例です。事例を良く読んで、下の(1)～(4)に答えてください。

事例：町の科学技術者 A と B は、町から委託されて、今あるゴミ処分用の埋め立て地について、土地の使用状況や環境問題、周辺土地の利用等を多面的に検討する仕事に取り組んでいました。

科学技術者 A と B は、現在の状況では、今の埋め立て用地は3年程度で使い尽くされてしまうと算定しました。そこで町議会は、別の廃棄場を探しましたが、見つかることができませんでした。そのため議会は、既存の用地を使って、科学技術者 A と B に法律の範囲内で高い囲いを設ける計画案を作成するよう求めました。そして最終的には、最初に提案されたものより 30m以上も高くなる囲いを設けたデザインに決定しました。

同じ町に住んでいる別の科学技術者 C は、このより高い高度を持つ最終デザインは環境面で安全ではないと、公的に主張しました。その理由には、居住区へのメタンガスの移動や地下水の汚染等が挙げられました。科学技術者 C は、科学技術者 A 及び B に対して、本当にそのような高い囲いを設けるデザインに賛同しているかどうか、公的に質問を投げかけました。

- (1) 科学技術者 A や B が、町議会から要求された埋め立て用地のデザインに参画したことは正しい行動だったと思いますか？自分の考えに近い方を○で囲んでください。

正しい行動であった・正しい行動ではなかった

- (2) あなたが科学技術者 A または B だったら、町議会から要求された埋め立て用地のデザイン立案に参画しますか？自分の考えに近い方を○で囲んでください。

参加する・参加しない

- (3) 科学技術者 C が、別の科学技術者が参画しながら最終決定した町議会の埋め立て用地デザインに対して、自分の考えに基づき公的に質問したことは正しい行動だったと思いますか？自分の考えに近い方を○で囲んでください。

正しい行動であった・正しい行動ではなかった

- (4) あなたが科学技術者 C だったら、別の科学技術者が参画しているとはいえ、環境面で問題があると考えられる町議会案のデザインに対して、公的に質問をしますか？自分の考えに近い方を○で囲んでください。

質問する・質問しない

資料2：調査課題（中国語版）

4、下面是关于世界环境问题的调查。你认为各个问题与科学有多大关系?另外解决这些问题科学会起作用吗?请在与自己的意见最接近的数字上画圈。

	环境问题与科学的因果性				解决环境问题科学的必要性			
	有原因	有些原因	几乎没有原因	毫无原因	有必要	有些必要	几乎没必要	毫无必要
大气污染	1	2	3	4	1	2	3	4
森林破坏	1	2	3	4	1	2	3	4
要灭绝的动植物	1	2	3	4	1	2	3	4
原子能发电站所产生的问题	1	2	3	4	1	2	3	4

5、下面是某城市科学家与相关的环境政策的事例，读后，请回答后面的问题。

事例：科技工作者 A 和 B，受市里的委托，对埋垃圾用地，土地的使用情况，环境问题、周边土地的利用等问题进行多方研究。

科技工作者 A 和 B，估计以现在的情况，这些土地在三年左右之内会被用尽。因此，市里议会决定寻找其它的废弃地，但是没有找到。所以议会要求还使用原有的土地，让科技工作者 A 和 B 在法律允许的范围内，提交一个建高围墙的设计案。并且最终决定了建比原草案高 30 米的围墙的设计。

住在同城市的科技工作者 C，公开主张超过原高度的设计在环境方面不安全。理由是甲烷向居住区移动和地下水的污染等。科技工作者 C，公开向 A 和 B 提出质疑，是否应真的赞同建那么高围墙的设计吗？

(1) 科技工作者 A 和 B，企划议会所要求的垃圾处理地的设计，你认为正确的行为吗，请在与你想法接近的答案上画圈。

正确的行为 · 不正确的行为

(2) 如果你是科技工作者 A 或 B，你会企划议会所要求的垃圾处理地的设计吗？请在与你想法接近的答案上画圈。

参加 · 不参加

(3) 科技工作者 C 对其他科技工作者企划并最终由议会决定的垃圾处理地的设计，以个人想法为基础公开提出质疑，你认为这种行为正确吗？请在与你想法接近的答案上画圈。

正确的行为 · 不正确的行为

(4) 如果你是科技工作者 C，对于其他科技工作者企划的，但觉得在环境方面有问题的议会草案的设计，会公开提出质疑吗？请在与你想法接近的答案上画圈。

质疑 · 不质疑