

技術者倫理において予防原則を補完する概念と指針

-水俣病とイタイイタイ病の事例から-

Concepts and action agendas for complementing the precautionary principle in engineering ethics: case studies on Minamata disease and Itai-Itai disease

杉原桂太

南山大学

理工学部ソフトウェア工学科

Keita SUGIHARA

Nanzan University

Faculty of Science and Technology

Department of Software Engineering

【Key words】

1. 技術者倫理 (Engineering Ethics)
2. 科学技術社会論 (Science and Technology Studies/Science, Technology and Society)
3. 予防原則 (Precautionary Principle)
4. 水俣病 (Minamata Disease)
5. イタイイタイ病 (Itai-Itai Disease)

【概要】

技術者倫理と科学技術社会論において予防原則の必要性が論じられている。本稿では、技術者倫理において予防原則だけでは十分ではないことを指摘し、予防原則を補完するための概念と指針として科学技術社会論におけるジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤、固い科学観を技術者倫理に導入することを主張する。本稿はこうした主張を行う上で、水俣病とイタイイタイ病の事例に着目する。技術者倫理においてジャーナル共同体と第二種の過誤といった枠組みの提示は理にかなっている。固い科学観については技術者倫理における新たな取り組みを必要とする。さらに本稿は、ジ

ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤, 固い科学観を技術者の視点に基づく水俣病事例に適用した結果得られる科学技術社会論に向けてもたらされる知見について言及する。

1. はじめに

技術者倫理においては水俣病などの公害問題が扱われている¹。同時に、科学技術社会論 (Science and Technology Studies または Science, Technology and Society: STS) も公害の問題に関心を寄せている²。本稿は、公害の問題についての分析を通して技術者倫理に科学技術社会論の知見が役立てられることを指摘する。技術者倫理においては、科学技術社会論で論じられている予防原則の重要性が指摘されてきた。本稿では、技術者倫理において予防原則だけでは不十分であることを論じ、科学技術社会論におけるジャーナル共同体への誠実さ、第二種の過誤、固い科学観といった概念と指針が予防原則を補完することを主張する。その上で、技術者を中心とする水俣病の事例に適用されたこれらの概念と指針が科学技術社会論にもたらす知見について本稿は言及する。

本稿の先行研究には、技術者倫理において水俣病を論じた比屋根による一連の論考³⁴、杉原による指摘⁵がある。さらに、科学技術社会論において水俣病をはじめとする公害を扱った友澤の研究⁶、杉山の研究⁷⁸、藤垣の論考⁹¹⁰、梶の研究¹¹も先行研究に含まれる。

¹ 福田 (2002, 67)。

² 友澤(2022)および杉山(2022)。

³ 比屋根(2012)。

⁴ 比屋根(2018)。

⁵ 杉原(2012)。

⁶ 友澤, 前掲著。

⁷ 杉山, 前掲著。

⁸ 杉山(2005)。

⁹ 藤垣(2003)。

¹⁰ 藤垣(2020b)。

¹¹ 梶(2005)。

以下ではまず、技術者倫理と科学技術社会論において水俣病とイタイイタイ病を通じて予防原則が提示されていること、技術者倫理においては予防原則だけでは十分といえないことを確かめる（第2章）。その上で、予防原則を補完する概念と指針として科学技術社会論からジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤、固い科学観を提示する（第3章）。続いて、ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤、固い科学観を技術者の視点に基づく水俣病事例に適用する（第4章）。引き続き、ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤という概念と指針が技術者倫理において理にかなっていること、固い科学観については技術者倫理における新たな取り組みを必要とすることを指摘する。さらに、これらの概念と指針を技術者を中心とする水俣病の事例に用いたことから見えてくる科学技術社会論に向けた知見について考察する（第5章）。最後に、全体の議論をまとめる（第6章）。

2. 論点の提示

熊本県の水俣湾沿岸から不知火海一帯で発生した水俣病は、チッソという企業を原因企業とする環境汚染が引き起こした有機水銀中毒によるものである¹²。メチル水銀化合物が海中の魚介類の中で濃縮され、それを食べた沿岸住民が中毒性脳症・神経疾患を患ってしまった。

技術者倫理とは技術者の専門職倫理である¹³。技術者倫理においては、水俣病について次のような議論がある。比屋根はチッソの技術者である石原について次のように指摘した。「好例は、石原の確認でした。彼は、工場排水からメチル水銀化合物を検出し、さらに結晶として取り出しています」¹⁴。これに対して杉原は次のように指摘する。「石原を好例とすることは、公害の原因物質が結晶として取り出されなければ対応を取らないことを正当化してしまわないだろうか」¹⁵。さらに杉原は、「石原を好例とすることは、予防原則

¹² 黒田(2012, 118).

¹³ 杉原(2007).

¹⁴ 比屋根, 前掲著(2012), 52.

¹⁵ 杉原, 前傾論文(2012), 141.

に反して、公害の原因物質が結晶として取り出されなければ対応を取らないことを正当化してしまうのではないだろうか¹⁶と述べる。予防原則は、「科学的証拠が不十分であることを、規制措置の実施を控える理由とするべきでないとする原則」¹⁷、「環境や人間の健康などに取り返しのつかない重大な悪影響を与えることが懸念される場合には、科学的知見が不確実でも何らかの保護対策を講じるべきである」とするリスク管理の原則¹⁸、である。

さらに比屋根は、「彼（石原）はアセトアルデヒド工場の排水からメチル水銀化合物を検出し、1961年には結晶として取り出した。これで原因が工場排水中の塩化メチル水銀だと科学的に証明されたことになる」（括弧内引用者）¹⁹と指摘し、「しかし、この情報は様々な混乱の中で公にされず」²⁰、排水は続けられたことを述べている。ここでも比屋根は、水俣病の原因が工場排水であることの科学的な証明が排水の停止という対策にとって重要であると考えているようである²¹。

科学技術社会論とは、科学と技術と社会のインターフェイスに発生する問題について、人文・社会科学の方法論を用いて探究する学問である²²。科学技術社会論では、水俣病とイタイタイ病が以下のように示されている。『よくわかる現代科学技術史・STS』において友澤は、水俣病について、「1959年、ネコに排水を投与する実験で水俣病の発症が確認されたが、「一例だけでは正しいかわからない」として実験継続、非公表とされた」²³こと、「1961年、工場内の排水中からメチル水銀化合物が検出されてもなお、上司は「メチル水銀がどうやって魚に入り、どうやって人間の発病に至るのかわからないと社内が納得しない」として「完璧な答え」を要求した」²⁴ことを指摘する。その上で友澤は次のように主張する。「ここでは、一面においては誠実に

¹⁶ 同上, 141.

¹⁷ 藤垣, 前掲著(2003), 112.

¹⁸ 杉山, 前掲著(2022), 119.

¹⁹ 比屋根, 前掲著 (2018), 50.

²⁰ 同上, 50.

²¹ もちろん、原因についての科学的な証拠は重要だが、予防原則の見地からは科学的な証拠が立証されていなくとも対策を取る必要があることになる。

²² 藤垣 (2020a, iii).

²³ 友澤, 前掲著, 29.

²⁴ 同上, 29.

見える「科学的であろうとする態度」が、被害の拡大を止めるために必要な決断を先延ばしする役割を果たしてしまった」²⁵では、どうすれば良いのか。

『よくわかる現代科学技術史・STS』において杉山は、科学の特性を踏まえた上で、イタイタイ病を通じて公害問題における予防原則の重要性を指摘している²⁶。富山県神通川流域の農村地区で発生したイタイタイ病は1955年に学会に報告され、研究者たちが原因探索を進めた結果、神通川上流の三井金属鉱業神岡工業所によるカドミウムが原因だとされた。県などはこの結論に否定的だったが、1968年に厚生省がカドミウム説を認めた。厚生省の見解は次のような考えに基づいていた。「イタイタイ病について科学的不確かさは半分近く残っている。しかし全てが明確になる見込みは当面ないので、それを待ってから行政としての判断と対応をしたのでは、水俣病と同じような大失敗を繰り返しかねない。したがって、最善の科学的知見に基づいて行政と今後の対応を宣言し、それと並行して科学的究明を今後も続けていくべきである」²⁷。杉山は、こうした考え方が予防原則へとまとめられて行くことを指摘している²⁸。

このように、技術者倫理と科学技術社会論の双方において、予防原則の重要性が示されている。しかし、技術者倫理において予防原則の提示だけで十分だろうか。そう考えることは難しいだろう。公害問題において被害の拡大を停止するための決断を先延ばしすることにつながる「科学的であろうとする態度」は、一面においては誠実に見えるものであり、予防原則の実施を難しくさせることは容易に予想できる。さらに、大学に所属する科学者と企業に雇用される技術者を比べれば分かる通り、科学者と比較して技術者は所属組織からの制約が大きい²⁹。科学者に予防原則を求めるのと同じように技術者にもそれを要請することは難しいだろう。そこで、予防原則を補い、「科学

²⁵ 同上, 29.

²⁶ 杉山, 前掲著 (2022), 118-9.

²⁷ 同上, 118-9.

²⁸ 同上, 119.

²⁹ 藤垣 (2003)は、科学技術社会論について、大学といった組織から比較的自由に意思決定できる科学者を念頭に論じているように見受けられる。蔵田 (2012, 230) は、技術者倫理において、多くの技術者が企業の一員として仕事をし、企業と技術者の間に摩擦や対立が生じることがあり、仕組み作りがうまく行われた場合には企業は技術者を守り、その倫理的行動をサポートできることを論じている。

的であろうとする態度」に対して上手く働く概念と指針が必要であることになる。

3. 予防原則を補完する概念と指針

本章では、科学技術社会論におけるジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤、固い科学観を取り上げる。

3-1 ジャーナル共同体への誠実さ

藤垣は、ジャーナル共同体を、専門誌の編集・投稿・査読活動を行うコミュニティとして定義する³⁰。その上で藤垣は、科学者の責任感がジャーナル共同体における精確さを維持するために費やされて来たことを指摘する³¹。科学者が自らに課した責任（つまりジャーナル共同体における精確な知識産出）と誠実さが、市民から見ると不信に見えてしまうということになる。市民は、科学者の誠実さが何を守るために生じているのか（ジャーナル共同体における精確さを守るために生じている）理解するべきであるし、そしてそれは専門家の責任からそうしているのだ、ということを理解するべきであろう。また科学者の側は、市民が求めているものが、自らが誠実さと信じていたもの（ジャーナル共同体における精確さ）とは違うものであることを理解し、ジャーナル共同体への誠実さだけでは、公共の問題に対峙できないことを知る必要がある。

梶は、藤垣の主張を受け、市民がジャーナル共同体に対する誠実さとは違うものを専門家に求めていることを専門家が理解すれば、自らの専門性を公害病のような科学技術と社会の界面に生ずる問題の解決に結びつける可能性が生まれることを指摘している³²。この違いを自覚しない専門家は、専門への誠実さが返って解決に対して負に働く結果になったり（解決を妨げたり）、解決を図らないことに利益を持つ勢力に利用されてしまったりする。

³⁰ 藤垣, 前掲著 (2003), 16.

³¹ 同上, 203-4.

³² 梶, 前掲著, 37.

3-2 第二種の過誤

予防原則とは、科学的証拠が不十分であることを、規制措置の実施を控える理由とするべきではないとする原則であった。藤垣は、この「科学的に確実な結果がでるまで待っていては、結果的に対策が後手にまわる」という現象を「不確実性下の意思決定における第二種の過誤」と呼んでいる³³。統計学には、第一種の過誤（例えば疾病がないのに、あると判断してしまう過誤）と第二種の過誤（疾病があるのにないとしてしまう過誤）とがある。これを行政判断に応用して、問題があるのに事態が悪化するまで規制をしないという誤りを「第二種の過誤」と呼ぶことにする。こうすると、水俣病のケースはまさしく第二種の過誤が起きてしまったと考えられるケースと考えられる。水俣病の事例は、科学者でさえ答えを出せない（因果関係が特定できない）時に、その答えを出せない状況が企業にとって有利に働いた（疑わしきは罰せずの形で）ことによって、社会的な救済が遅れた。確かに「問題は存在した」のに、「ない」と判断する第二種の過誤を行政も企業も引き起こしてしまった。この「不確実性下の意思決定における第二種の過誤」を避けるためには、先制的予防原則（時期を失せず政策を決定する原則）が必要である。

梶は、イタイイタイ病の事例において重松³⁴が果たした「負の役割」を「第一種の過誤」と「第二種の過誤」を使って提示している³⁵。疫学を日本の学会で定着させようとしたとき、重松は専門家として、第一種の過誤を犯すことは極度に恐れたが第二種の過誤をほとんど考慮しなかったといえる。このことは理解できないことではない。なぜなら、学術論文では問題がないのがあると主張することは厳しく非難されるが、ある問題を取り上げなかったと言って非難されることはほとんどないからである。重松は第一種の過誤を恐れて原因物質を否定して「火消し役」を務め、結果的に第二種の過誤を犯してしまったといえる。藤垣が分析するように、科学者という専門家の責任感の多くが、ジャーナル共同体における正確さを維持することに費やされてい

³³ 藤垣、前掲著（2003）、112-3。

³⁴ 重松逸造は、疫学の権威をみなされ、スモン病、川崎病、イタイイタイ病、水俣病などの原因究明のための委員会の長を務めながら、常に批判の火消し役を務め、原因物質のあいまい化をはかり、専門家として負の役割を一貫して果たしてきた。梶(2005, 33)に依る。

³⁵ 梶、前掲著、36-7。

る。重松はある意味でそうした専門家の典型であり、ジャーナル共同体への責任をはたすのみで市民からの期待が別方向を向いていることを理解しなかったゆえに、結果的に市民の不信を買うことになってしまった。

3-3 固い科学観

藤垣は、市民が科学に対して持っているイメージと、現実の研究との間のギャップを「作動中の科学」という概念を用いて説明する³⁶。科学的知識が常に現在進行形で形成され、時々刻々作られ、書き換えられ、更新されていくことをSTSでは「Science in the Making」（作動中の科学）と呼ぶ³⁷。われわれは、「19世紀においてはXが真実と考えられていたが、現在ではYが真実である」という種類の記述をみても、驚かない。科学的な知識が「作動中」であることをわれわれは理解している。ところが、科学と社会との接点で起こる問題となると、人々は「科学は常に正しいことをいっているはずなのに、なぜ答えが変わるのか」といって批判をはじめ。例えば水俣病の原因物質は、有機水銀であることがすぐに分かったわけではない。1956年に水俣病患者が公式に発見されて以来、マンガン説、セレン説、タリウム説など多くの説が報道された。これは、科学的知見は作られつつあり、科学は常に「作動中」であるということ、科学的知識が常に現在進行形で形成され、時々刻々つくられ、書き換えられ、更新される、という性質からすると、全く正常なことである。ところが、当時の人々は、原因物質が二転三転すると、「科学は常に正しいことを言っているはずなのに、なぜ答えが二転三転するのか」と言って批判をし、ついには原因物質の探究をしている科学への信頼を失ってしまったという経緯がある。このような人びとの反応から、市民の持つ科学のイメージとして「科学は常に正しい」「いつでも確実に厳密な答えを提供してくれる」といったものを持っていることが推測される。そのようなイメージがあるからこそ、「確実に厳密な科学的知見に基づいて決定しないといけない」「確実に厳密な科学的知見が出るまで原因特定してはいけない」ということになる。これらの言説は、科学的探究の現実の姿とは異なる。科学的な知見は常に作られつつあり、新しい事実や発見によって書き換わると

³⁶ 藤垣、前掲著（2020b）、41-2。

³⁷ 同上、51。

というのが科学的探究の現実の姿である。作動中の科学のイメージを柔らかい科学観だとすれば、「いつでも確実で厳密な答えを提供してくれる」という科学観を固い科学観といえる。藤垣は固い科学観が一般市民と行政に共有されていることを指摘している。

その上で藤垣は、「現実の科学がどのように動いているのか」を理解する必要性を指摘する³⁸。これは、科学研究のプロセスを説明し、科学者の日々の努力によって、時事刻々正しい知見が書き換えられ更新させていくプロセスを説明することになる。そのことにより、科学に対するイメージのギャップを埋め、科学者と市民とのコミュニケーションギャップを埋めることが可能になる。

杉山は、水俣病の原因物質についての熊本大学の見解が二転三転していたわけではないことを指摘する³⁹。「二転三転」という評が説得力を持ってしまったのは、＜次第に絞り込んでいっている＞という実態が人びとに伝えられていないことと、異説（他の可能性）の存在が語られていないという＜科学者の発表の仕方＞にかかわる問題である。さらに、「異説の存在」を外部に出したくないという性向が科学者の側にあったと思われる。熊本大学がこうした対応を取ったのは、おそらく、「不確かさ」を認めての公表では、その力（説得力）を弱める、という判断からだろう。そして科学者たちがそう判断した背景には、「一般の人びとは、科学的探究の結果はバチッと明確に出るものだ」⁴⁰と理解しているだろう、したがって、曖昧さや不確かさが残っていることを認めてしまえば、説得力を大きく下げる、と想いがあったのだろう。科学者たちは、科学において全てがバチッとわかるものではない、ということは、日々の研究において十分にわかっている。したがって、たとえば学会発表など仲間内で話すときには、「この先ははまだよくわからない。しかしここまでではわかった」という語り方をする。しかし専門家集団の外に出た時には、こうした語り方が通用しにくいと考え、＜一般の人々に受けいれられやすい語り方＞、すなわち確定的な色彩の強い語り方をしてしまう、ということになる。

³⁸ 同上、42。

³⁹ 杉山、前掲著(2005)、13-4。

⁴⁰ 科学についてのこうした見方は固い科学観といえるだろう。

しかし、こうした語り方は、いったん「内部の事情」が公になるや、かえって科学者たちの信頼性を傷つけることになる。水俣病事件のときも、工場はさっそく「病理所見についてさえ学内に対立した見解を持っている学者がいる」のだから「客観性があるといえない」と反撃した。杉山は、一般の人びとの科学理解に科学者たちの対応を適合させていくだけでは混乱が生じるため、科学とはどういうものかについての人びとの理解が科学の実態に則したものに改められるべきだと指摘している⁴¹。

4. 予防原則を補完する概念と指針を通して見る水俣病事例の展開

本章では、ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤、固い科学観を技術者の視点に基づく水俣病の事例に適用する。

4-1 工場への疑い

水俣病が公式発見された1956年、熊本大学は「水俣奇病研究班」を作り、病理、臨床、疫学などの側面から研究を始める⁴²。この段階で、水俣病の原因はチッソの水俣工場の排水にあるという推測がなされていたことを確認しておこう。チッソの水俣工場附属病院の医師だった小嶋は次のように述べている。「地図を見ますとね、漁村の近くには工場の排水口がある。ほかには重金属を扱うようなところはないですからね。常識的に考えて工場しか考えられませんよ。口に出すかどうかはともかく、私を含めてみんな工場が怪しいと思いましたよ」⁴³。しかし、水俣病の原因である水俣工場のアセトアルデヒド工場が操業を停止したのは、1968年である⁴⁴。以下では、工場への疑いや工場に原因があることを示す知見にチッソの技術者たちがどのように対応

⁴¹ 杉山、前掲著(2005), 14.

⁴² NHK取材班(1995, 78).

⁴³ 同上, 79.

⁴⁴ 同上, 195.

したのかを確かめて行く。チッソの技術者たちの研究は大学を凌ぐ科学に達していた⁴⁵。

4-2 工場への疑いに対して

1957年には熊本大学は、工場排水への疑いを強めつつも、決め手がかみつかず、マンガン他にセレンやタリウムを原因だとする学説も出ていた⁴⁶。チッソは、熊本大学にいわば対抗する形で企業内研究を進めていた。水俣工場技術部の上妻は次のように振り返っている。「工場が疑われたら、そうじゃないと言いたいのは当たり前でしょう。当然じゃないですか。理屈じゃないです。まして、まだ原因がはっきりしていない段階で、『説』というようなかたちで出れば、そうであってほしくないわけですから、ましてその説がおかしいと思えば、そうじゃないんじゃないか、と言うのはあたりまえじゃないですか」⁴⁷。

上妻の発言は予防原則に則していないことを確認しておこう。予防原則は、科学的知見が不確実でも何らかの保護対策を講ずるべきであるという原則である。上妻は、まだ原因がはっきりしていない段階で、『説』というようなかたちで出れば、そうじゃないんじゃないか、と言うのはあたりまえだと述べている。さらに、上妻の発言は、固い科学観に訴えていることも確かめておこう。固い科学観は、「いつでも確実に厳密な答えを提供してくれる」という科学観で、「確実に厳密な科学的知見が出るまで原因特定してはいけない」という考えにつながる見方である。当時、水俣病の原因についての研究はじっさいには「作動中」であった。しかし、上妻ははっきりした科学的知見が出るまで原因特定するべきでないと述べている。

今日、上妻のような立場に置かれた技術者がいたとすれば、予防原則を保持すること、固い科学観に囚われないこと、さらに、現在では作動中の科学のイメージに基づく柔らかい科学観が示されており固い科学観を持ち出すことの効果は減じられていることを理解することが重要であると考えられる。

⁴⁵ 例えば水俣工場技術部の上妻は「化学分析に関しては、もうレベルは大学よりはるかに高かった」と述べている。NHK取材班(1995, 87)に依る。

⁴⁶ NHK取材班, 前掲著, 85-6.

⁴⁷ 同上, 87-8.

4-3 有機水銀説への反論

1959年に熊本大学は有機水銀説を発表する⁴⁸。チッソの工場は、技術部長の徳江が反論書をまとめ、有機水銀説の弱点⁴⁹を指摘した上で次のように論じた。「推論は、研究者の自由であるが、これが客観的に価値を生ずるのは実証されてからである。(中略)論拠とならざるものを論拠とし、また実証の伴わない推論により、且つ又不完全なデータを基礎として何故この段階で、“有機水銀説”を断定的に発表しなければならぬか理解に苦しむ次第である」⁵⁰。

反論書のこの箇所は予防原則を採用していないことを確かめておこう。予防原則においては、科学的知見が不確実であることは保護の対策を講じない言い訳とならない。反論書は、実証の伴わない推論により、且つ又不完全なデータを基礎として有機水銀説を断定的に発表しなければならないか理解できない、と述べている。加えて、反論書は固い科学観を持ち出しているといえることを確認しておこう。固い科学観に依れば、科学はいつでも確実な答えを提供してくれる、確実に厳密な科学的知見が出るまで原因特定してはいけない、ということになる。この時点で、水俣病の原因研究の実態は「作動中」である。しかし、反論書は完全なデータが出るまで原因特定するべきではないと主張している。

現在において、反論書を作成した徳江と同じ立場の技術者を想定すれば、予防原則に基づくことと、固い科学観に寄りかからないこと、今では作動中のイメージに依る柔らかな科学観が提示されており固い科学観に訴えることの意義は少なくなっていることを知ることが肝要であると考えられる。

⁴⁸ 同上, 103.

⁴⁹ 弱点の一つは、この段階では有機水銀説は無機水銀が魚の中で有機水銀に変わるという見方をとっており、どのように魚の中で有機水銀に変わるのか説明できていない点だった。もう一つは、水俣湾の貝などの物質をエーテルなどの有機溶媒で溶かして抽出してネコに投与するとネコは抽出物で発病せず、抽出されたあとの残りカスを食べると発病するため、水俣病の原因毒物は有機溶剤に溶けないことが分かっていたが、熊本大学が実験に使ったジエチル水銀は通常はエーテルに溶けることだった。NHK取材班(1995, 105-6)に依る。

⁵⁰ NHK取材班, 前掲著, 106.

4-4 ネコ実験

1959年に、チッソの附属病院の医師である細川は、工場のアセトアルデヒドの排水をネコに投与する実験を行った⁵¹。このネコは後ろ足のマヒとけいれんを起こしている。しかし、工業技術部の次長の市川は、次のように実験結果を公表しないように細川に働きかけた。「重要なデータだけれども、まだ実験例が一例だけだから正しいかどうか分かりません。この一例だけを見解書に載せたくはないので、もっと実験を重ねませんか。正しいかどうか分かったら、続報に載せましょう」⁵²。細川は次のように同意する。「その方がいい。正確に出てから発表しよう」⁵³。

市川の示唆は予防原則となっていないことを確かめておこう。予防原則では、科学的知見が不確実でも何らかの保護対策を講じなければならない。市川は、正しいかどうか分かったら、続報に載せようと提案している。さらに、市川の発言は、固い科学観に訴えていることを確認しておこう。固い科学観は、科学はいつでも確実で厳密な答えを提供してくれる、確実で厳密な科学的知見が出るまでは原因特定してはいけない、という考えである。この時、水俣病の原因についての研究の現実は「作動中」であった。しかし、市川は確実な科学的知見が手に入るまで原因の特定をするべきではないと述べている。加えて、市川は第二種の過誤に関与していることを確かめておく。例えば疾病がないのにあると判断する過誤である第一種の過誤に対して疾病があるのになくしてしまう過誤が第二種の過誤である。市川は、第一種の過誤を恐れて第二種の過誤を犯してしまったと考えられる。なぜなら、見解に問題がないのにあると記載することは社内で非難されると予想されるのに対し、問題を取り上げなかったとって非難されることはないと考えられるからである。

今日において市川のような立場にある技術者を考えれば、予防原則に立脚すること、固い科学観に依拠しないこと、今日の作動中のイメージに依る柔らかな科学観に下では固い科学観を持ち出しにくいことを理解すること、第二種の過誤を避けようとするのが大切であると考えられる。

⁵¹ 同上, 129-30.

⁵² 同上, 132.

⁵³ 同上, 132.

4-5 工場排水から有機水銀を検出した技術者

1960年に、工場の排水から有機水銀を取り出すことになる技術者の石原がチッソに就職する⁵⁴。石原は次のように振り返っている。「私だけじゃなくて、社会全体が、水俣病の原因は工場だと思っていました。工場の人もそうだったと思いますよ。だけどそれだったら、もっと科学的に正しい姿をちゃんと出してくれよ、という気持ちでした。状況証拠的なものだけの積み重ねで、工場が原因だという方向に引きずられていくことには非常に抵抗がありました」⁵⁵。

石原の発言は予防原則に則っていないことを確認しておこう。予防原則によれば、科学的知見が不確実でも何らかの保護の対策を講ずるべきである。石原は、もっと科学的に正しい姿をちゃんと出してくれよ、状況証拠的なものだけの積み重ねで工場が原因だという方向に引きずられていくことには非常に抵抗があった、と述べている。さらに、石原の発言は、固い科学観に基づいていることも確認しておこう。固い科学観では、確実に厳密な科学的知見が出るまでは原因特定してはいけない、ということとなる。まさにこの時点において、水俣病の原因研究は「作動中」だった。しかし、石原は科学的に厳密な知見が出るまで原因特定するべきではないと主張している。加えて、石原の論述は、ジャーナル共同体への誠実さと考えることができることを確認しておこう。ジャーナル共同体への誠実さは、誠実さがジャーナル共同体における精確な知識産出に向けられていることを意味している。石原は、状況証拠だけで工場が原因だと考えることに抗している。

現時点において石原のような状況に置かれた技術者を念頭におけば、予防原則に立ち、作動中の科学の見方に立脚し、ジャーナル共同体への誠実さだけでは公共の問題に対峙できないことを理解することが肝要だといえる。

4-6 有機水銀の検出の報告を受けた技術者

工場排水から有機水銀を検出したと石原から報告を受けた上司の上妻は、公表すべきとは考えなかった。「公表するためには私の一存ではできません。社内を納得させるだけの根拠がなければならない。メチル水銀や何かが排水の中にあることはわかっても、それが魚の中にどうやって入るのか、その魚

⁵⁴ 同上、174。

⁵⁵ 同上、175。

を食べると発病するのか、ということを実証しないと社内は納得させられない」⁵⁶。ここでの上妻の論述は予防原則に則していないことを確かめておこう。予防原則では、科学的知見の不確かさは何かしらの保護対策を講じない理由とならない。上妻は、メチル水銀が魚の中に入ること、その魚を食べると発病することの実証を公表の条件としている。加えて、上妻は固い科学観に訴えていることを確認しておこう。固い科学観に依れば、科学は常に確実な答えを出す、確実に厳密な科学的知見がなければ原因特定してはいけない、ということとなる。この時、実証が済んでいないという点で水俣病研究は「作動中」だった。だが、上妻は実証された厳密な科学的知見が手に入るまでは原因の特定をするべきではないと主張している。

現代において上妻と似通った立場の技術者を念頭におくと、予防原則に則ること、固い科学観に基づかないこと、今では作動中のイメージに基づく柔軟な科学観が示されており固い科学観を持ち出すことの意味は減じられていることを理解することが必要だと思われる。

4-7 実験結果に対する上司からの指示

石原の報告を聞いた上妻は次のように指示している。「どうせ研究をやるんだったら、完璧な答えが出るようにしろ。そのうえで、学会に発表しろ」⁵⁷。上妻の指示は予防原則となっていないことを確かめておこう。予防原則においては、科学的知見が不確実でも何らかの保護的対策を取る必要がある。上妻は、完璧な答えが出るようにしろと命じている。さらに、上妻の発言は、固い科学観に即していることも確認しておこう。固い科学観は、科学はいつでも確実に厳密な答えを提供してくれるとし、確実に厳密な科学的知見が出るまで原因特定してはいけない、という考えを導く。この時点において、水俣病の原因研究は「作動中」であった。にもかかわらず、上妻は完璧な科学的知見が出るまで原因特定してはならないと述べている。加えて、上妻の指示は、ジャーナル共同体への石原の誠実さに訴えようとするものだったと考えることができることを確かめておこう。ジャーナル共同体への誠実さは、誠

⁵⁶ 同上, 178.

⁵⁷ 同上, 178.

実さがジャーナル共同体での精確な知識の産出に向けられていることを意味する。上妻は、完璧な研究を学会で発表することを求めている。

今日において上妻と同じ立場に置かれた技術者を想定すれば、予防原則に立脚すること、固い科学観を排除すること、ジャーナル共同体への誠実さだけでは公共の問題に対応できないことを把握することが重要だといえよう。

5. 考察

本稿では、技術者倫理において予防原則を補完する概念と指針に着目してきた。これらの概念と指針とは、いずれも反面教師としてのジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤、固い科学観だった。これらの概念と指針に沿って水俣病の事例の展開を確かめると、予防原則からの乖離とジャーナル共同体への誠実さ、第二種の過誤、固い科学観の保持・訴えといった事項がチツソの技術者達の意志決定と行動を詳らかにしていることが明らかになった。今日の技術者倫理において、予防原則を補完するジャーナル共同体への誠実さ、第二種の過誤、固い科学観が持つ見込みについて検討しよう。

ジャーナル共同体への誠実さについては、市民が求めているものが、自らが誠実さと信じていたもの（ジャーナル共同体における精確さ）とは違うものであることを理解し、ジャーナル共同体への誠実さだけでは、公共の問題に対峙できないことを知ることが技術者に求められる。市民がジャーナル共同体に対する誠実さとは違うものを専門家に求めていることを専門家が理解すれば、自らの専門性を公害病のような科学技術と社会の界面に生ずる問題の解決に結びつける可能性が生まれる。ここで、ジャーナル共同体への誠実さとは別に技術者に求められるものを市民への責任、誠実さと呼ぶことにしよう。技術者倫理において、市民への責任と誠実さを技術者に求めることは理にかなっている。なぜなら、技術業は専門職であり⁵⁸、専門職倫理としての技術者倫理においては技術者がプロフェッションであることの意味が、ほかの仕事では要求されないような高度な責任を自ら引き受けるという点に求

⁵⁸ Harris et al.(2018, 3-5).

められる⁵⁹からである。高度な責任を引き受ける理由として、社会との暗黙の契約や誇りある仕事をしたという充足感としての自分自身への報酬といった説明がなされている⁶⁰。高度な責任の対象には、多くの技術系学協会の倫理綱領に示されているように、「公衆の安全・健康・福利の最優先」がある⁶¹。公衆とは雇用者や依頼人と並んで技術者の責任の対象となるものであり、市民という概念と重なっているといえることができる。ジャーナル共同体への誠実さだけではない市民への責任と誠実さを技術者倫理において技術者に求めることは合理的である。

第二種の過誤に関しては、「不確実性下の意思決定における第二種の過誤」を避けるためには、先制的予防原則（時期を失せず政策を決定する原則）が必要になる。重松の例を通して、第一種の過誤を恐れて第二種の過誤を犯してしまう専門家がいることが分かる。専門家の責任の多くがジャーナル共同体における精確さを維持することに費やされている。重松はそうした専門家の典型例であり、ジャーナル共同体への責任を果たすのみで市民からの期待が別方向を向いていることを理解せず、市民の不信を買うことになった。市民が求めるものが、科学者が誠実さと信じているジャーナル共同体における精確さとは違うものであることを専門家は理解する必要がある。技術者倫理に関して、第二種の過誤を犯して市民の不信を買わないようにすることを技術者に示すことは理にかなっている。というのは、技術者倫理は「公衆の安全・健康・福利」を重視する専門職倫理であるからである。市民から不信の目が向けられるようでは専門職といえない。第二種の過誤を回避し、予防原則を採用することが市民の不信感を振り払うのだから、技術者倫理において第二種の過誤の回避を提示することは合理的である。

固い科学観については、科学はじっさいには「作動中」であるにもかかわらず、市民は、科学のイメージとして「科学は常に正しい」「いつでも確実で厳密な答えを提供してくれる」といったものを持っており、「確実で厳密な科学的知見に基づいて決定しないとイケない」「確実で厳密な科学的知見が出るまで原因特定してはいけない」ということになる。固い科学観は市民と行政によって共有されており、「現実の科学がどのように動いているか」を理

⁵⁹ 戸田山(2012, 86).

⁶⁰ 伊勢田 (2012, 75-84).

⁶¹ 大野 (2012, 247-50).

解するには、科学的知識が日々書き換えられていくプロセスの説明によって、科学者と市民とのコミュニケーションギャップを埋めることが可能になる。技術者倫理において固い科学観に囚われないこと、訴えないことを技術者に求めるには、技術者と市民とのコミュニケーションギャップを埋め、固い科学観から市民が解放されることと、そうした場を用いて固い科学観から技術者自身が脱却することが必要であろう⁶²。

科学者と市民がコミュニケーションを図る場には、サイエンスカフェがある⁶³。サイエンスカフェを念頭においたテクノロジーカフェの取り組みが技術者によって行われている⁶⁴。これらの場を通して、固い科学観から市民が解放されれば、固い科学観に訴えて公害の原因についての学説を技術者が攻撃することは難しくなるだろう。さらに、固い科学観から技術者自身が解放されることによって、固い科学観に囚われて完璧な答えが出るまで公害の原因特定を技術者が行わないという傾向も低くなるだろう。こうした取り組みは今後の課題となる。

本稿においては、ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤、固い科学観を技術者の視点に基づく水俣病の事例において適用した。そこから、科学技術社会論に向けて以下のことが明らかになる。すなわち、科学技術社会論では、ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤といった枠組みは、所属する組織の制約を比較的受けない科学者たちに作用すると考えられている。そして、固い科学観という枠組みは市民と行政が保持していると想定されている。しかし、これらの枠組みを技術者を中心とする水俣病事例に適用すると、ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤は属する組織内において技術者たちに公害問題を解決しない方向への制約として作用することがあることが分かる。加えて、固い科学観は技術者によっても保持されており、やはり公害の問題の解決の先送りのための制約として作用することがあることも

⁶² 水俣病の事例については、チッソの技術者たちは固い科学観に訴えて熊本大学の学説に反論したり、固い科学観に囚われて状況証拠の積み重ねによって原因特定することができずじまりしていた。

⁶³ 水沢 (2008, 12)。サイエンスカフェは、カフェやバーといった日常生活の場で、科学者と市民が気軽な雰囲気ですり合う場を作ろうとする試みである。

⁶⁴ 比屋根 (2007)。その動機には、科学技術コミュニケーションに技術者自らが取り組む必要性が感じられたことだった。

みえてきている。さらに、同様のことが科学者たちについても当てはまると想定する必要があることが分かる。

科学技術社会論においては、ジャーナル共同体への誠実さは公害の事例における重松の例で問題となっていた。重松は、ジャーナル共同体への責任をはたすのみで市民からの期待が別方向を向いていることを理解していなかった。ジャーナル共同体への責任をはたそうとすると、重松は所属する組織⁶⁵において比較的自由だったと思われる。重松は一人の科学者としてそうした決定を行なった。技術者倫理においても同様の例はみられる。例えば、水俣病の事例において「もっと科学的に正しい姿をちゃんと出してくれ」という時の技術者の石原は似通った例といえるだろう。しかし、技術者を中心とする水俣病の事例では、ジャーナル共同体への誠実さは、チッソといった組織内において、原因物質を特定しない理由づけとして訴えられることもあった。工場排水から有機水銀を検出した技術者の石原に対して上司の上妻は、完璧な答えが出るようにしろ、学会に発表しろ、と指示している。

科学技術社会論では、第二種の過誤は、公害問題での重松の例において指摘される。重松は専門家として、第一種の過誤を犯すことは極度に遅れたが第二種の過誤をほとんど考慮しなかった。これは、学術論文では問題がないのにあると主張することは厳しく非難されるが、ある問題を取り上げなかったと言って非難されることはほとんどないからである。論文で問題がないのにあると主張すると非難されるのは、ジャーナル共同体においてであろう。問題を取り上げなかった時、その決定について、重松はやはり所属する組織において自由の度合いが高かったと考えられる。重松は一人の科学者としてそのような決定をした。これに対して、技術者の視点に基づく水俣病事例においては、第二種の過誤の軽視は、チッソと付属病院という関連する組織内において、ネコ実験の結果を公表しない理由として用いられている。技術者の市川は所属するチッソの見解書をまとめる上で一例だけを見解書に載せたくないと細川を説得している。

科学技術社会論においては、固い科学観は、水俣病の原因物質についての熊本大学の見解が「二転三転」しているという評が説得力を持ってしまった例において問題となっている。科学者は、科学において全てがバチッとわか

⁶⁵ 重松が各時期に所属した組織については、梶（2005, 33）を参照のこと。

るものではない、ということは、日々の研究において十分にわかっているが、「異説の存在」を外に出さないという決定をした。すなわち、科学者は固い科学観が成り立っていないことを十分に理解しているとされる。そして、科学者は、異説の存在を外に出さないと決めた時、その決定について所属する熊本大学において比較的自由だったと思われる。これに対して、技術者を中心とする水俣病事例では、固い科学観は技術者によって保持されている例が見られた。例えば石原は、もっと科学的に正しい姿なしに工場が原因であると考えすることに抵抗を覚えている。さらに、固い科学観は、チッソおよび附属病院といった関係する組織において、科学的な証拠が確実といえない状況で重要な事実の公表を先送りする理由づけとして用いられている。ネコ実験の結果を市川は「まだ実験結果が一例だから正しいかわか」らないとして見解書に掲載しなかった。加えて、固い科学観は、チッソという組織内において、原因物質の特定を先延ばしにする理由として用いられることがあった。工場排水から有機水銀が検出された時、上妻は実証された厳密な科学的知見が揃うまでは原因の特定を行うべきではないと主張している。さらに、上妻は、有機水銀を検出した石原に、完璧な科学的知見が出るまで原因の特定をすべきではないと述べている。

このように、科学技術社会論では所属する組織の制約を比較的受けない科学者たちに作用すると考えられているジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤といった枠組みは、技術者を中心とする水俣病事例において、属する組織内において技術者たちに公害問題を解決しない方向へ作用することがあった。さらに、固い科学観は技術者によって保持されることがあり、公害の問題の解決の先送りへの作用がみられる。同様のことが科学者たちについても当てはまる場合があると想定する必要があるだろう⁶⁶。つまり、ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤が所属する組織において公害問題を解決しない方向に科学者に作用することがありえ、加えて、固い科学観を保持する科学者の存在があり得る。こうした状況におかれた科学者と技術者にとっ

⁶⁶ ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤については、企業に所属する科学者については特にそう考えられる。固い科学観測に関しては、水俣病に技術者が関与した時期から今日まで時間は経過しているが、状況が一変したわけではなく、固い科学観は科学者にも共有されることがあると思われる。

てより効果的な概念枠組みと行動指針を検討することが科学技術社会論と技術者倫理において求められている。

6. まとめ

本稿においては、予防原則を補完する概念と指針として、ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤、固い科学観を技術者の視点に基づく水俣病事例において適用した。技術者倫理において、ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤は、理にかなっているといえる。固い科学観については技術者倫理について今後の取り組みを要することが分かった。科学技術社会論においては、ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤は、属する組織の制約をあまり受けない科学者に働きかけると考えられており、固い科学観は市民と行政によって共有されているとされている。これらの概念と指針を技術者を中心とする水俣病の事例に適用すると、ジャーナル共同体への誠実さと第二種の過誤は所属する組織内において技術者に作用しうることが明らかになった。同様のことは科学者にも当てはまると考える必要がある。この点を踏まえた概念と指針からなる枠組みの検討が今後必要になると考えられる。

[文献]

- ・藤垣裕子 2003: 『専門知と公共性 科学技術社会論の構築に向けて』, 東京大学出版会.
- ・藤垣裕子 2020a: 「はじめに」, 責任編集: 藤垣裕子 協力編集: 小林傳司・塚原修一・平田光司・中島秀人 『科学技術社会論の挑戦 1 科学技術社会論とは何か』, 東京大学出版会, 35-54.
- ・藤垣裕子 2020b: 「第2章 ものの見方を変える」, 責任編集: 藤垣裕子 協力編集: 小林傳司・塚原修一・平田光司・中島秀人 『科学技術社会論の挑戦 1 科学技術社会論とは何か』, 東京大学出版会, 35-54.
- ・福田孝之 2002: 「技術者倫理エッセイ 2 技術者の倫理を考える」, 藤本温編著 川下智幸・下野次男・南部幸久・福田孝之共著 『技術者倫理の世界』, 森北出版, 67-70.
- ・Harris, C. E., M. S. Prichards, R. W. James, P. E., and E. E. Englehardt, and M. J. Rabins 2018: *Engineering Ethics Concepts and Cases* Sixth Edition, WADSWORTH.

- ・比屋根 均 2007: 「技術士による技術コミュニケーションの試みから: ETの会からテクノロジーカフェへの発展」, 『科学技術コミュニケーション』, 1, 4-13.
- ・比屋根 均 2012: 『技術の営みの共用課程 技術の知と倫理』, 理工図書.
- ・比屋根 均 2018: 『大学の学びガイド 社会人・技術者倫理入門』, 理工図書.
- ・伊勢田哲治 2012: 「プロフェッションとしての技術業」, 黒田光太郎・戸田山和久・伊勢田哲治編『誇り高い技術者になろう 工学倫理ノススメ 第二版』, 名古屋大学出版会, 66-84.
- ・梶 雅範 2005: 「第2章 イタイイタイ病問題解決にみる専門家と市民の役割」, 藤垣裕子編『科学技術社会論の技法』, 東京大学出版会, 21-42.
- ・蔵田伸雄 2012: 「5-2 企業の倫理と技術者の倫理」, 黒田光太郎・戸田山和久・伊勢田哲治編『誇り高い技術者になろう 工学倫理ノススメ 第二版』, 名古屋大学出版会, 230-242.
- ・黒田光太郎 2012: 「3-3 かなり見えにくい人たち」, 黒田光太郎・戸田山和久・伊勢田哲治編『誇り高い技術者になろう 工学倫理ノススメ 第二版』, 名古屋大学出版会, 117-38.
- ・水沢 光 2008: 「第1章 英国における科学コミュニケーションの歴史」, 藤垣裕子・廣野喜幸編『科学コミュニケーション論』, 東京大学出版会, 3-20.
- ・NHK取材班 1995: 『NHK スペシャル戦後50年その時日本は 第3巻 チッソ・水俣工場技術者たちの告白 東大全共闘 26年後の証言』, 日本放送出版協会.
- ・大野波矢登 2012: 「5-3 学協会と倫理綱領の役割」, 黒田光太郎・戸田山和久・伊勢田哲治編『誇り高い技術者になろう 工学倫理ノススメ 第二版』, 名古屋大学出版会, 243-59.
- ・杉原桂太 2007: 『科学技術社会論と統合された技術者倫理の研究』, 名古屋大学博士論文.
- ・杉原桂太 2012: 「比屋根均著『技術の営みの教養基礎 技術の知と倫理』を読み解く」, 『技術倫理研究』, 第9号, 名古屋工業大学技術倫理研究会編, 137-45.
- ・杉山滋郎 2005: 「第1章 水俣病事例における行政と科学者とメディアの相互作用」, 藤垣裕子編『科学技術社会論の技法』, 東京大学出版会, 3-20.
- ・杉山滋郎 2022: 「2 公害問題と科学技術 1 日本における公害と科学者」, 塚原東吾・綾部裕則・藤垣裕子・柿原 泰・多久和理実編著『よくわかる現代科学技術史・STS』ミネルヴァ書房, 28-9.
- ・戸田山和久 2012: 「3 技術者は何に配慮すべきかー小さな視点から大きな視点まで」, 黒田光太郎・戸田山和久・伊勢田哲治編『誇り高い技術者になろう 工学倫理ノススメ 第二版』名古屋大学出版会, 86-8.
- ・友澤悠季 2022: 「5 現代的課題6 公害(水俣病, イタイイタイ病)」, 塚原東吾・綾部裕則・藤垣裕子・柿原 泰・多久和理実編著『よくわかる現代科学技術史・STS』ミネルヴァ書房, 118-9.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 23K02799 の助成を受けた。

本研究は 2023 年度南山大学バツへ研究奨励金 I-A-2 による助成を受けた。