

「期待効用」の概念をめぐる覚え書き

一原発事故と低線量被曝問題に寄せて一

一ノ瀬 正樹

1. 期待効用最大化原理

明日の正午に大阪のとある場所にて知人と待ち合わせをしなければならないとしてみよう。私は東京にいる。しかし、明日の9時前に家庭内の所用があつて、9時より前には動けない、としてみよう。しばしば日常的に生じる状況である。こういう場合、私はどういう行動を取るべきか。たぶん、9時過ぎの新幹線に乗るか、羽田空港から飛ぶか、いずれかの方法を探るだろう。では、どちらかを選択するとき、私は何を基準にして決断するだろうか。飛行機が嫌いだとしたら、あるいは逆に、飛行機に乗ることが無上の喜びだとしたら、答えは多分はっきりしている。新幹線に関しても同様なことが言えるだろう。あるいは、天候なども関わってくる。風が強いときは、飛行機は揺れるのでいやだ、ということもあるかもしれない。逆に、鉄道はやはり乗車時間が長いのでいやだ、ということもあるだろう。むろん、運賃の高低も関係なくはない。また、天災などの理由で、鉄道の線路に支障が生じているような場合も、答えは多分はっきりしている。さらに、鉄道会社や航空会社の状況、たとえば労使交渉の行き詰まりとか、そうした状況があれば、それも考慮しなければならない。間引き運転とか、キャンセルとか、そうしたことがありえるからである（実際私は外国で搭乗予定の飛行機が労働ストライキで当日キャンセルになってしまったという経験をしたことがある）。

些細な選択かもしれないが、こうした事例の中に、私たちが何かを選択したり意思決定したりするときの典型的なあり方が現れている。古典的に言えば、一般に、こうした意思決定は、それぞれの選択肢の、それが実現された場合の価値や快適さ（「効用」(utility)と呼ばれる)に、実際にそれが実現に至る確率(probability)を乗じた値、すなわち「期待効用」(expected utility)を比較考量することによって、より大きな期待効用を持つ選択肢を採用する、という方針で遂行されているように思われる。あるいは、そうした方針で意思決定することが合理的であるとされ

ていると思われるのである。いわゆる「期待効用最大化原理」である。上の例で言えば、飛行機や新幹線に対する好悪や快適さ、運賃などが「効用」に当たり、天災や労使交渉などの条件下で予定時間通りに到着する確からしさが「確率」に当たるわけである。

以下、本「覚え書き」では、この「期待効用」の概念について私が思うところを書き残しておく。その際、2012年3月11日の東日本大震災による津波震災に起因して発生した福島第一原子力発電所の事故と放射性物質拡散の問題に沿う形で、論を展開したい。

2. パスカルの賭け

さて、こうした「期待効用最大化原理」という意思決定についての考え方は、決して、上に挙げたような日常的な意思決定だけに当てはまるのではない。もっとはるかに大々的な、そして日常的ではなく、むしろ形而上学的な場面での意思決定にも「期待効用最大化原理」を適用した、歴史的に著名な議論がある。いわゆる「パスカルの賭け」(Pascal's wager)の議論である。これは、期待効用の概念に訴えて、「神は存在しない」ではなく、「神は存在する」と信じるよう意思決定すべきである、とする議論であると理解することができる。「パスカルの賭け」と総称される『パンセ』におけるパスカルの議論はきわめて錯綜しているが、発想という点では一貫している。パスカルは、次のように問いを立てる。

「神は存在するか、あるいは存在しないかである。私たちはどちらの側に傾いたらよいのか... あなたはどちらを取るのか。考えてみよう。選ばなければならないのだから、どちらがあなたにとって利益が少ないか (*intéresse le moins*) 考えてみよう」(Pascal 1972, pp.113-114)。

つまり、パスカルは、「神が存在する」と信仰する場合と、「神が存在しない」と信じる場合とを比較して、どちらが有益か、と問うているのである。むろん、パスカルの護教論のなかでの「パスカルの賭け」の意義については別途大々的な研究が必要であるが、ここでは「パスカルの賭け」の議論をそれ自体として抽出して扱う。

パスカルは、いま触れたような、神の存在・非存在のいずれかに賭ける、という問題設定のもと、「神が存在する」に賭ける場合のことを次のように記述する。

「ここでは、無限に幸福な無限の生が得られるのであって、勝つ運 (hazard) は一つであるのに対して、負ける運の数は有限であり、この賭けに加わるための賭け金も有限である。これが、あらゆる分裂状態 (parti) を取り除いてくれる。どこでも無限のあるところ、そして勝つ運に対して負ける運が無限でないところでは、比較考量する余地はない。すべてを投げ出すべきである」 (Pascal 1972, pp.114-115)。

やや分かりにくいので、この議論を明快に整理しているアラン・ハイェックのまとめに負うことにしよう。厳密に言うと、「パスカルの賭け」の議論は複数の構造を交差させているが、ここではハイェックの言うところの、「一般化された期待に基づく議論」 (an argument from generalized expectation) という、最も主要な構造だけを問題にしたい (see Hájek 2008)。ハイェックによれば、ここでのパスカルの議論は、まず私たちは、神が存在するか、存在しないかのいずれかに賭けて、それぞれの期待効用を比較考量するという構造になっている。もし私たちが「神が存在する」に賭けて、それが真であったならば、私たちは無限の幸福を手にする。また、「神が存在しない」に賭けて、実は「神が存在する」が真であったならば、不信心の咎のゆえに、神の存在によって平等に万人に与えられる幸福は減じられ、有限な幸福しか手に入れられない。しかるに、もし「神が存在する」が偽であったとするならば、「神が存在する」に賭けても「神が存在しない」に賭けても、不幸になるか、あるいはせいぜいわずかな有限な幸福しか手に入れられないかのいずれかである。 ∞ を無限な幸福として、 h_1 、 h_2 、 h_3 をそれぞれの場合の幸福の量を示すとして、事態は次の図のように表せる。

	神が存在する	神が存在しない
「神が存在する」に賭ける	∞	h_1
「神が存在しない」に賭ける	h_2	h_3

ここで、 p を「神が存在する」確率とする。それは、たとえ低い値だとしてもゼロではない(ゼロであると賭にならないし、そもそもゼロであるとする論証はない)。かくして、「神が存在する」に賭ける期待効用と、「神が存在しない」に掛ける期待効用とが、次のように求められる (期待効用を EU と表記する)。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{EU (「神が存在する」に賭ける)} = \infty p + h_1 (1 - p) = \infty \\ \text{EU (「神が存在しない」に賭ける)} = h_2 p + h_3 (1 - p) < \infty \end{array} \right.$$

かくして、「期待効用」に意思決定の基盤を置くならば、私たちは躊躇することなく、「神が存在する」に賭けるべき、すなわち、神の存在に対する信仰を持つべきなのである。「パスカルの賭け」は、「期待効用最大化原理」が形而上学的文脈で巧妙に用いられている、きわめて印象的な議論である。

3. サンクトペテルブルクのパラドックス

しかし、このように応用範囲が広いからといって、「期待効用最大化原理」が完璧な意思決定の指針なわけではない。多くの問題点が指摘されている。最も著名なのは、ニコラス・ベルヌーイによって発見され、彼の従兄弟のダニエル・ベルヌーイによって1738年の論文の中で発表された問題で、発表した雑誌の発行場所にちなんで「サンクトペテルブルクのパラドックス」と呼ばれているパズルであろう。ここでは、ロン・ソレンセンの記述に沿う形で「サンクトペテルブルクのパラドックス」を導入しておく。

歪みのない硬貨が表が出るまでトスされる。 n 回トスして初めて表が出たならば、あなたは 2^{n-1} 円を獲得する。だとすると、ここで期待される収入は、金額とそれが実現する確率とを乗じたものの総和と考えるならば（つまり期待効用の考え方を適用するならば）、次のようになる。

$$(1/2 \times 1 \text{ 円}) + (1/4 \times 2 \text{ 円}) + (1/8 \times 4 \text{ 円}) + \dots + (1/2^n \times 2^{n-1} \text{ 円}) + \dots = \infty$$

一つの項が 1/2 円に等しいのだから、そしてそうした項が無数あるのだから、この賭けのゲームの期待効用の値は無限大になる。では、私たちがこのゲームに参加するとき、いくらまで参加代を支払う用意があるだろうか。期待効用が無数大なのだから、たとえば、1 万円を最初に支払う気になるだろうか。とてもそんな気にはなれないだろう。おそらく、10 円かそこらの参加代ならば支払ってもよい、という程度ではなかろうか。ダニエル・ベルヌーイの提出したこのパズルは、「パスカルの賭け」のように、期待効用の計算をするときに「無限」の概念を導入し

てしまうことの不適切さを示しているように思われる。言い方を換えれば、「パスカルの賭け」の議論は妥当でない、ひいては「期待効用」の概念に基づいて意思決定することは決して合理的とはいえない、という含意をもたらすと考えられるパズルなのである(See Sorensen 2003, p. 232)。

ダニエル・ベルヌーイ自身は、このパズルに対して、今日で言うところの「限界効用逓減の法則」(the law of diminishing marginal utility) とほぼ同じ考え方に基づいて、それぞれの項に対応する金額の増大の価値は、金額に応じた線形的なものではなく、むしろ対数関数的に増大するにすぎないものであって、したがって期待効用の総和は決して無限大にはならないと論じた。いってみるならば、ダニエル・ベルヌーイは、金額とは切り離された意義を持つ「効用」概念を提起したわけである。この「効用」概念は、私たち人間の金銭価値に関する感じ方、すなわち主観的・心理的な価値観を取り込んだものにほかならず、含みとしては、今日興隆を迎えている「行動経済学」の一つの源泉となっているといってもよいような鮮やかなアイデアである。

そのほかにも、この「サンクトペテルブルクのパラドックス」に対しては、いくつかの提案が提出された。たとえば、ここではゲームが無限回続けられるという、現実にはありえない想定が導入されており、議論として成立していないとか、あまりに小さな確率はゼロとみなすべきである、といった議論である。いずれにせよ、この「サンクトペテルブルクのパラドックス」を前にしたとき、「期待効用最大化原理」に従っているという私たちの日常的感觉、それが合理的なのだという漠とした理解、は揺らいでいかざるをえない。「期待効用」の概念に訴えることは、果たして本当に合理的なことなのだろうか。

4. 確率の迷路

「サンクトペテルブルクのパラドックス」は、「期待効用」概念のなかの、「効用」概念の意義を問い質すものであった。しかし、もちろん、「期待効用」はもう一つの要素から成っている。「確率」である。しかるに、実は、ここにも落とし穴が待ち受けている。むろん、確率の数学的処理に関しては、理論的には不明瞭さはほとんどない。「大数の法則」、「中心極限定理」、「大偏差原理」という三つの法則性を適用するならば、対応できる。しかし、これはあくまで、確率の値のあり方や関係を把握したり、ある確率の値から別の確率の値を導くことが数学的に

できる、という意味での対応である。しかるに、では、確率の初期値をどう決めるか、そもそも確率とは何か、といった問いが提起されたとき、数学の確率論がそれに説得的に解答できるかという、「解答する」ということをどう解するかにもよるが、必ずしも十全な何かを期待できるとは限らない。たとえば「明日東京9時発新幹線に乗って、遅れなしに大阪に着く確率」といった値はどうやって決めるのだろうか。ここで、いわゆる「確率の解釈」の問題が出てくる。これは「確率の哲学」が携わってきた主題である。頻度説、傾向性説、主観説など、確率が何であるかについては議論の積み重ねがある（一ノ瀬 2006 および 2011 を参照）。こうした異説の錯綜という現状からして、根本的なところで確率概念に揺れがあることは間違いない。そもそも、確率概念によって何かを理解するとはどういうことなのか、たとえば「明日の降水確率 70 パーセント」という情報を受けたとき私たちは何を理解したことになるのか。こうした問いに面したとき、哲学的問いに特有の、もやもや感が沸き立つのは必定であろう。

けれども、こうした根源的な問いのレベル以外でも、問題がある。私がここで触れたいのは、もっと表面的で実際的な場面で発生する陥穽、すなわち、確率の初期値がすでに与えられて、数学的処理が可能になっているのにもかかわらず、現に確率を適用する現実の場面において、私たちは適用を上手にできないという、そういう意味での、確率概念の落とし穴である。とりわけ、こうした事態は「条件つき確率」、そして「ベイズの定理」に関して発生しやすい。この点を、心理学者のギゲレンツァーが挙げている例に沿って跡づけておこう。

ギゲレンツァーは、ある病院の部長に、女性の乳がん検診に関する次のような問題を出したという。

これらの女性の一人が乳がんである確率は 0.8 パーセントです。また、もし乳がんであれば、その女性の検査結果が陽性である確率は 90 パーセントです。しかし、乳がんでなくても、陽性とする確率は 7 パーセントあります。ある女性の検査結果が陽性と出ました。この女性が実際に乳がんである確率はどれくらいでしょう（Gigerenzer 2002, p.41）。

この問題を出された病院の部長は、答えがよく分からず、不安げに「90 パーセントでしょう、陽性としたのだから」と述べたという。こうした対応は決して珍しいものではない。要するに、私たちにとって一般的に、乳がんの確率 0.8 パーセン

トという「事前確率」を考慮することが、なかなか難しいのである。しかし、厳密に「ベイズの定理」を適用するならば、正確に確率を導くことが理論的にできる。 $P(\text{Fbc})$ を「その女性は乳がんに罹っている」とおき、 $P(\text{Fpm})$ を「その女性の乳がん検査結果は陽性である」とおくと、ここで求めたいのは $P(\text{Fbc}|\text{Fpm})$ という「条件つき確率」の値である。前提により、 $P(\text{Fbc})=0.008$ 、 $P(\sim\text{Fbc})=0.992$ 、 $P(\text{Fpm}|\text{Fbc})=0.9$ 、 $P(\text{Fpm}|\sim\text{Fbc})=0.07$ である。すると、「ベイズの定理」により、

$$P(\text{Fbc}|\text{Fpm}) = \frac{P(\text{Fpm}|\text{Fbc}) P(\text{Fbc})}{P(\text{Fpm}|\text{Fbc}) P(\text{Fbc}) + P(\text{Fpm}|\sim\text{Fbc}) P(\sim\text{Fbc})}$$

となるから、前提の数値を代入すると、 $0.9 \times 0.008 / (0.9 \times 0.008 + 0.07 \times 0.992)$ が求める値なので、

$$P(\text{Fbc}|\text{Fpm}) \doteq 0.093$$

と答えが導かれる。すなわち、検査結果が陽性と出た女性が乳がんである確率はおおよそ9パーセントなのである。私が指摘したいのは、こうした数学的錯誤が、實際上、さまざまな意思決定の場面で発生しているのではないかという危惧なのである。だとすると、さらに「期待効用」の概念は危ういもののように思われてくる。果たして私たちは「期待効用」を上手に適用できているのだろうか。

5. 原発事故の事例への適用

2011年3月11日に発生した東日本大震災と、その津波震災によって発生した原子力発電所からの通常以上の大量の放射性物質拡散を、一つの例に取ってみよう。偶然だが、さきほどの乳がんの例での $P(\text{Fbc})$ を「原発から一定量以上の放射性物質が拡散される」と置き換えて、 $P(\text{Fpm})$ を「原発近くで巨大地震が発生する」と置き換えると、確率の値からして、おおよそ対応的な関係を構成できるように思われる。おおよそ一般的に原発から通常以上の放射性物質の拡散が発生する確率は0.008（かなり高すぎる確率かもしれないが）ぐらいと言えそうだし、放射性物質の拡散が発生したときに巨大地震が発生していた確率（つまり福島原発事故のような事故が巨大地震によって説明される尤度）は、（ほかにテロとか老朽化など

もありえるにせよ）当然大きく見積もれるので、0.9 と言ってよさそうである。また、放射性物質の通常以上の拡散が生じていない場合に（つまり原発が平常運転している場合に）巨大地震が発生していた確率（つまり原発事故が発生しなかったという事態が巨大地震によって説明される尤度）は、日本のように一般的に巨大地震の発生頻度が高い地域であるならば、原発に異常なしという事態は大きな地震が発生しているケースも含んでいるはずなので、当然値としては小さいとしても、0.07 ぐらいはあると言えるだろう。つまり、たまたまだが、先ほどの乳がんの例がそのまま原発事故の例にも実感として当てはまるように感じられるのである。そしてこのとき、焦点を当てられるべきは「巨大地震が発生した場合に放射性物質の拡散が発生してしまう確率」にほかならない。ここでの対応関係をそのまま認めるならば、「ベイズの定理」に従って、この確率はおよそ9パーセントとなるわけである。これは大きい確率というべきか、それともさほどでもないというべきか。この問いに対する検討はともあれ措こう。しかし、放射性物質の通常以上の拡散が発生していたときに巨大地震が発生している確率が90パーセントという情報だけを受けとったときに導かれるであろう予想値に比べて、格段に低い値であることは間違いない。私は何も、同様な錯誤が実際に生じていると言いたいのではない。これに類する錯覚が、私たちが「期待効用」の概念に拠って意思決定をしているときに発生している可能性がある、という危惧、それを申し述べたいのである。

加えて言えば、確率の初期値をどう確定するか、という原理的な問題性も、原発事故のようなプラクティカルな場面において顕在化する。放射線被曝の影響に関しては疫学的な研究に基づくデータがしばしば使われる。たとえば、3.11 以降の文脈で、ICRP による標準的な見解（1990年勧告）に従うと、1シーベルトの被曝によりがん死率が5パーセント上昇することになり（佐藤 2001, 107 などが紹介しているように、5パーセントというのは厳密には「全集団に対するリスク係数」と呼ばれる）、その影響は線量にほぼ比例的に推移し、100ミリシーベルトの被曝でがん死率が0.5パーセント上昇する、という考え方が、3.11 以後の、いわゆる「低線量被曝」問題をめぐって、しばしば言及されてきた。しかし、100ミリシーベルト以下の被曝に関しては、3.11 直後から、中川恵一氏などの多くの放射線医学の専門家は「100ミリシーベルト以下の被曝の影響は識別できない」と述べて（中川 2011, 47 など参照）、それは、100ミリシーベルト以下の被曝のデータがないということではなく、データは相応にあるのだが、しかし被曝の影響があま

りに小さすぎて、他の要因による影響に埋没してしまい、特定できない、ということだと繰り返し説明していた。そして、100 ミリシーベルト以下の被曝に対して、いわゆる「直線しきい値なし仮説」（LNT 仮説）を当てはめるという考え方が ICRP によって放射線防護の観点から採用されているが、それはあくまで一つの「仮説」であって、客観的に確証された事実とは言えない、とも強調された。なので、専門家たちは、100 ミリシーベルト以下の被曝については過剰な心配は不要だ、と語っていたわけである。

私の素人感覚を言わせてもらえば、放射性医学の専門家は自らもそれなりの被曝を仕事上している立場であり、そうした実体験からして、おそらく 100 ミリシーベルトという線量は、専門家の観点からはかなりの低線量なのだろう、と推測する。がんの放射線治療などというものは、ミリシーベルトの単位ではなく、シーベルトの単位の放射線を日々扱うものだからである。けれども、これに対して多くの批判が直ちに寄せられた。よく提起された議論は、ICRP の標準的見解に仮に従うとしても、100 ミリシーベルトの被曝をすると、10 万人のうちの 0.5 パーセント、すなわち 500 人が被曝によって（通常に比べて追加的に）がん死することになり、500 人を死に至らしめる事態を大したことないなどといえるのか、という疑問である。

6. 原発事故の実際

この種の議論に対して私が覚えた疑問は二つある。第一に、そもそも今回の福島原発事故によって 100 ミリシーベルト、あるいはそれ以上の被曝をした人はどれくらいいるのだろうか、という点である。2012 年 2 月 20 日付けの『朝日新聞デジタル』の報道によると、福島第一原発事故による福島県民の外部被曝線量について、原発作業員を除く 9750 人について調べたところ、以下の図のような分布になったという (<http://www.asahi.com/health/news/TKY201202200195.html>)。



確かに、10万人中500人のがん死が追加されるとするならば、社会として看過できないように感じられるが、このことは今回の事故に関しては当てはまらないのではないか。ほとんどの方々が、5ミリシーベルト、あるいはせいぜい10ミリシーベルト未満の外部被曝（実効線量）にとどまっているからである。この現状において、100ミリシーベルトの場合の議論を提示しても的を射ているとは言えないだろう。

この件に関して一点触れておく。2012年3月9日付け『朝日新聞』朝刊一面において、弘前大学の床次眞司氏らの調査によると、原発事故直後に放射性ヨウ素によって、最大で、甲状腺に90ミリシーベルト近い被曝をしていた人がいることが判明したと報道された。これはしかし、甲状腺への「等価線量」であって、これを放射線防護において使用される「実効線量」に直すと、90ミリシーベルトの等価線量は（甲状腺の組織荷重係数0.04を乗じて）「3.6ミリシーベルト」になる。実効線量は、厳密には、全身の他の臓器の被曝線量を総計して求めるのだが、放射性ヨウ素の場合は、性質上、ほぼすべてが甲状腺に集まるので、3.6ミリシーベルトを実効線量と考えてほぼ正しいだろう。こうした点から確認できるように、被曝線量は、等価線量で表すと一見かなりの線量に聞こえる。しかし、この点は、「シーベルト」という単位が、等価線量と実効線量の両方に対して用いられるという事情からのトリッキーな側面であって、情報の理解にやや注意が必要である（この点については中川恵一氏から示唆を受けた。また、田崎晴明氏によるweb上の次の記述も参考になる。<http://www.gakushuin.ac.jp/~881791/housha/details/thyroid.html> ただし文責は筆者（一ノ瀬）にある）。

また、内部被曝に関して言えば、やはり2011年11月15日付けの『朝日.com』によれば、福島第一原発周辺の住民に関して京都大学の石川裕彦教授らのグループが調査したところ、「最大に見積もって計0.16ミリシーベルトで一般市民の年間線量限度1ミリシーベルトを下回った」という(<http://www.asahi.com/national/update/1114/OSK201111140130.html>)。福島第一原発の20～70キロの圏内のスーパーマーケットでの食料と飲料水で年間平均0.003ミリシーベルト、最大で0.083ミリシーベルト、地上1.5メートルの空気中のチリから最大で0.077ミリシーベルト、ということである。だとするなら、やはり10万人で500人のがん死追加という議論はあまり意味を持たない。むしろ、しかし、これはあくまでICRPの標準的見解を仮定した場合の話しであるし、こうした新聞報道による情報に一定の信頼性があると仮定しての話しである。こうした仮定それ自体に対する異議は別途

扱う必要がある。

他方で、しかし、先に触れた「LNT 仮説」を採用するならば、仮に 10 ミリシーベルトの被曝でも 0.05 パーセントのがん死亡率上昇が見込まれ、10 万人中 50 人が追加的ながん死することになると計算できる。ただし、「LNT 仮説」が文字通り「仮説」であって、実態に対応していることが確認されているわけではない以上、こうした計算によってがん死亡率を推定するのは、どう考えても適切とは言えないだろう。実際、ICRP も 2007 年の「勧告 103」において次のように明言している。

「実効線量を疫学的評価のために使用することは推奨されないし、個々人の被曝とリスクに関して、遡及的な仕方では詳細かつ特定の評価を行うのにも使用されてはならない... 集団実効線量はリスク評価の認識のツールとして用いられることを意図されていないので、それをリスク評価の判断に用いるのは不適切なのである... 微量の個々の線量からの実効線量に基づいてがん死数の計算をすることは避けるべきである」(ICRP Publication 103, 13)。

ただ、この場合も、ICRP の標準的見解それ自体に対する疑義に関しては別途扱う必要がある。

第二に感じた疑問は、それがまさしく確率の初期値をどう捉えるかに関わるのだが、そもそも 100 ミリシーベルトの被曝でがん死亡率 0.5 パーセント上昇、という確率の値（もしそれを正当だと仮定して）をどう受け止めるべきかという基本点に関わる。これは疫学的調査によって導かれた値である。つまり、過去において、こうした線量の被曝をした人々についての統計的分布である。しかし、哲学的観点からすれば、当然の疑問が湧く。過去のありようを、どのようにして、未来に生じることの根拠と見なしうるのか。いわゆる「帰納」に関する疑問である。なるほど確かに、純粋な物理・化学現象、たとえば、気圧と水の沸点の関係とか、放射性物質の物理的半減期だとか、そうした事柄に関して、過去のデータにのって未来を予測する、というのならば、少なくとも常識のレベルで、かなりの信憑性をもって受け入れられるだろう。けれども、ここで問題にしているのは、放射線の人体への影響という、生命という複雑系を包含する問題である。

しかも、「がん」は鋭意治療法が研究されている病気であって、今後数年の内にも、新しい、かなり効果のある療法が生まれる可能性もある。さらに、発症に至るには長期のプロセスを経る病気なので、多様な別要因が間違いなく絡んでく

る。喫煙習慣、食習慣、運動習慣、ストレスなどが、がん発症に関わっていることは周知のごとくである。いわゆる「重複決定」(overdetermination)である(一ノ瀬 2012a 参照)。加えて、がん予防、がんの進行を遅らせる、などのための方法とて、効果に個人差があるにしても、まったくないわけではない。私の知る限り、たとえば「AHCC」の服用などは、免疫力強化という点で、そこそこの効果が見越せるのではなかろうか。状況がこのようだとしたら、一定の線量の被曝をしてしまった場合、そしてそれががん死率の多少の上昇がもしかしたら懸念される場合でも、そうした事実を踏まえて、がん発症をできるだけ抑えるよう節制した生活をし、予防措置を取るならば、何パーセントがん死率上昇という数値は十分に軽減化可能なのではないか。私には、そのように考えることがとても自然に思われる。こうした意味で、放射線被曝、とりわけ低線量被曝に関して、疫学的に何パーセントのがん死率上昇という確率の初期値は、実際は可変的なものであって、警鐘を鳴らすための目安のようなものだと理解されるのが適切なのではなかろうかと思うのである。

これ以外にも、統計的あるいは疫学的にデータを採って、それにのっかって二つの事象の因果関係や相関関係を確率的に導出するという発想に関しては、「シンプソンのパラドックス」などの根源的な背理の発現可能性という問題があるが、それについてはここでは立ち入らない(詳しくは、一ノ瀬 2012a 参照)。

7. 「不の感覚」から優越原理へ

以上、今回の福島原発事故・被曝問題に沿って、期待効用の基盤をなす確率概念にまつわる問題性を少しく追いかけてみた。実は、被曝問題に関する放射線医学の専門家たちの「100 ミリシーベルト以下の被曝の影響は識別できない」という見解に対しては、がん死上昇の確率に関する上記の問題性とは異なる、別角度からの批判が多様な形で提起されている。これらの批判に目を向けることで、本題である「期待効用」の概念へと徐々に立ち戻っていこう。たとえば、

- (1)低線量被曝のデータのもととなっている広島・長崎の原爆被害者の疫学調査には戦勝国アメリカ合衆国の政治的バイアスがかかっているのではないか、
- (2)昨今は疫学ではなく分子生物学のレベルで低線量被曝の危険性が明らかになってきているのではないか。

(3)一般公衆の（自然放射線と医療放射線の被曝を除く）被曝上限を「年間 1 ミリシーベルト」としている日本の法令基準違反を容認してしまうことになるのではないかと、

といった批判がこれまで提起されてきた。また、これは私自身が別の論文で提起した論点だが、

(4)今回の問題性の核心には、不要な被曝をしてしまったという不条理感、将来の晩発性被害発生への漠とした不安感、政府・電力会社の情報が二転三転したことへの不信感、といったいわば「不の感覚」があり、放射線医学の専門家たちの説明はこの「不の感覚」を捉え損なっているのではないかと、

といった切り口もありえる(一ノ瀬 2012b 参照)。

このうち、(1)に関しては、たとえば島菌進氏が強調している論点であり(一ノ瀬・伊東・影浦・児玉・島菌・中川 2012, pp.109-135)、程度の多寡はあれ、原爆被害者の疫学調査に政治的バイアスがかかっていたことはほぼ間違いないだろうと私も思う。これは、むしろ、研究費を必要とする自然科学研究一般の、いわば宿命というべき側面であって、逆に言うならば、政治性のまったくない自然科学研究というのは、よほど実益から距離のある純粋な真理追求の領域（なので予算もあまり付かず社会への影響力も持ちにくい）か、自費で行う研究かの、いずれかぐらいであろう。ここでの問題は、では、バイアスを除いたとき、どのくらいの線量の放射線被曝から明確な人体への影響が見越されるのか、ということを確認にしなければならない、ということである。それなしに政治的バイアスを指摘しても、単なるネガティブ・キャンペーンになるだけで、ではどうすればよいのかという具体的な指針には結びつかない。おそらく、原爆被害者だけでなく、動物実験や放射線業務従事者や宇宙飛行士、パイロット、自然放射線のもともと高い地域に住む人々、などのデータを注意深く解析しつつ、100 ミリシーベルトとは別の、目安となる線量を提起すべきだろう。たとえば、放射線医学の専門家の言う「100 ミリシーベルト」のところを、「5 ミリシーベルト」に換えたら妥当になるだろうか。こうした線での展開が求められる。

また、先の(2)は、たとえば児玉龍彦氏が強調している視点であり(一ノ瀬・伊東・影浦・児玉・島菌・中川 2012, pp.41-79)、別稿でも述べたが(一ノ瀬 2012a)、分子

生物学的な次元での被曝とがん死との間の関係が「例外なしに」確証できるならば、疫学的アプローチとはまったく別の、新しい放射線防護の明確な基準となることは間違いない。けれども、一定量の被曝とがん死との間の関係性がやはり「頻度」の増大ということで扱われるのであれば、議論の構造としては疫学的アプローチとまったく同じであり、したがって、疫学的アプローチがさらされる問題性にやはり再び面することになる。放射線によって細胞が損傷されるのが生物的事実であることは間違いないが、人々がいま問題にしているのは、放射線被曝によって細胞が損傷されるかどうかではない。放射線被曝によってがんが発症してしまうか、がん死してしまうか、という点こそが問題なのである。(2)の論点は、こうした「放射線による細胞の損傷」と、「がん死」という、二つの概念的にも事実的にも異なる様態の間がどう結びつくか、を解明していく今後の臨床的研究にかかっていると見えるだろう。また、こうした文脈で、線量は関係ない、といった議論が提起されるときがあるが、そうした見解は、すべて線量によって管理されている法律、避難地域の確定、除染計画など一切の現状をグランドデザインから変更しなければならないような重大な提案であり、そのフォローを責任をもってすべきではなかろうか。そして(3)は、多くの論者が強調点を置いている論点であるが、私が考えるに、「年間1ミリシーベルト」という法令基準の意義について、たとえば刑法との比較などを通じて、判断していく必要があるはずである。

私が見るに、最大の問題は(4)の「不の感覚」である。これは、原発事故の、いわば物理的事実としての実態とは別に、それ自体として大きな問題性をもたらしているからである。つまり、かりに放射能漏れの規模が致命的なものでないとしても、この「不の感覚」は人々に甚大なる影響を及ぼし、不安感を抱く人々の被害性は言うに及ばず、そうした人々の行動や言動によって忌避され、場合によっては差別される原発周辺の人々や産業が被る被害も膨大である。こうした被害の真相は、確かに「100 ミリシーベルト以下の被曝の影響は識別できない」という言い方だけで止めてしまうならば、語り尽くされていないと言わなければならない。

この「不の感覚」を抱くとき、人々が自然と至るであろう考え方は、原子力発電それ自体、何か事故が発生したときの危害性・損害性があまりに甚大であるので、そんな危険なものは廃棄してしまおうという見方であろう。こうした見方は、「期待効用」の考え方が依拠する確率的な発想ではなく、ともかくも、一つの選択をしたときのありうる帰結・結果を（それが生起する確率などは考えないで）すべて比較考量した上で、よりよい道を選ぼう、という捉え方にほかならない。もう少

し精確な言い方をすれば、「いかなる状態においても Q という結果が R という結果よりも悪いということはなく、また少なくとも一つの状態においては、Q という結果は R という結果よりもよい」（一ノ瀬 2010, p.262）ときに、Q に至る道を選択しようという見方である。これは、意思決定理論の文脈で、例の「期待効用最大化原理」と対比される形で紹介されることの、「優越原理」（dominance principle）と呼ばれる考え方である。

たとえば、原子力発電に関しては、最大限に単純化して考えるならば、それを維持する、廃止する、という二つの選択肢がありえる。また、問題となる事態として、3.11 規模の自然災害が発生する、発生しない、という二つの場合があると想定される。このとき、原発を廃止するという選択肢は、3.11 規模の災害が発生しなかった場合でも、代替エネルギーが相応に可能ならば、原発を維持するという選択肢と善さという点でさほど変わらないし、3.11 規模の災害が発生した場合には、原発を維持するという選択肢よりもはるかに安全である、と考えられる。次のように図示してみよう。a, b, c, d は各々のケースの善さの量を表すとする。

	大災害が発生する	大災害が発生しない
原発を維持する	a	b
原発を廃止する	c	d

このとき、私たちにとっての善さという点で、

$$a < c$$

$$b \doteq d$$

という関係性が成り立つ。ならば、この「優越原理」に従って、原発廃止の選択肢を採用しよう、ということになるわけである。これが、日本人の一定多数の人々の考え方の記述として妥当するように思われる。

8. 「期待効用」への疑問

私も、個人的に言って、「優越原理」にしたがった原発廃止の方針に基本的に同感を抱く。少年時より東海村原子力発電所の近隣を訪れることがしばしばあり、

子どもながらも一種の恐怖心を抱いていた感覚は染みついている。まして、1999年のあの JCO 臨界事故である。あのとき亡くなった方々のことを思い返すとき、高線量の放射線を浴びたときの恐ろしさは筆舌に尽くしがたいと感じる。最も大量の被曝をした大内久さんは 16 シーベルトから 20 シーベルトまでの放射線被曝をしたと推定されている(館野・野口・青柳 2000, p.51)。原発なしで済むなら、もちろん、ない方が安心する。加えて、今回の福島原発事故が起こった。大方の人たちは、私の個人的な感覚に近い気持ちから、原発廃止を望んでいるのだろうと推測する。

しかし、そんな素朴な感覚ではなく、もう少し理論的に考え込んでいこう。いま辿ったような思考の道筋は、発生確率ということは脇に置いて、最悪の事態が発生した場合を想定して、そうした想定も包含した視点から物事を決定していこうという考え方に基づいている。換言するならば、確率概念を媒介した「期待効用」の考え方を、原発問題に関しては適用しない、という考え方である。なぜそのような道筋が浮かび上がって来るのだろうか。

この点については、「偶然性」について真摯な論考を発表した竹内啓氏の議論が手がかりになるだろう。やや長くなるが、竹内氏の文を引用してみよう。

「小さい確率の偶然が起きてしまって大きな被害が生じたことは、それ自体大きい「不運」である。そこでその「不運」が被害者にもたらした「不幸」をできるだけ軽減するために努力することが社会の義務と考えねばならない。それはこのような事故が起こる確率をできるだけ小さくするというとは別の次元の問題である。「不確実性の下における意思決定の理論」に基づいて、確率や「期待損失」を最少にすれば、それで問題が終わりということではない。それは事前の合理的な行動の指針を与えるものであっても、小さい確率の偶然という「不合理」、あるいは少なくとも「不条理」なことがおこってしまったときの事後処理については、何の指針も与えるものではない」(竹内 2010, pp.175-176)。

あるいは、このようにも記している。

「ことが生死に関わるような問題であつたら、「自分が死ぬことの効用(負効用)」を正確に評価できるであろうか... したがって、生命の危険を含むよう

な事態における「合理的決定」が可能であるか否かは疑問である」（竹内 2010, p.179）。

竹内氏は、こうした議論を原発事故にも当てはめている。というより、こうした議論が当てはまる典型として原発事故を捉えているように思われる。竹内氏は、原子力発電所のメルトダウン事故に言及して、そうした事故が発生する確率は一年間に百万分の一とした上で、そうしたリスクは自動車事故などと比べてはるかに小さいというように述べるのはナンセンスである、とする。なぜなら、

「そのような事故がもし起こったら、いわば「おしまい」である。こんな事故が起こる確率は小さかったはずだなどといっても、何の慰めにもならない」（竹内 2010, p.202）

からである、と論じる。原発事故に対しては、「期待効用」などという概念は意味をなさない、という議論である。別の論考で竹内氏は、この点、次のように明言する。「一回限りの事象については、それはおこるかおこらないかのどちらかであるのと同様、損失や利益は大きい小さいかであって、期待値に等しくなるわけではない。したがって期待値は行動を決定するときの一つの尺度にはなるけれども、それ以上の意味を持つものではない」（竹内 2012, pp.64-65）。

加藤尚武氏も、この竹内氏の議論を高く評価する。加藤氏は、原発事故のような大規模な事故についての「期待効用」に基づく意思決定のスタイルを「確率論的安全評価」として捉え返した上で、竹内氏の論に沿いながら、これは「大数の法則」にのっとりた確率論の時代のシステムであって、カオス理論が興隆した現在では通用しないと論じる。そして、「確率論的安全評価」は、冷却装置、予備電源といったそれぞれの安全装置についての確率を乗じて危険率を求めるが、それは各安全装置の作動が独立であるという「乗法原理がなりたつ条件」が前提される限りでの話しである、しかし、「乗法原理がなりたつ条件」を再確認する作業はなされないまま」（加藤 2011, p.57）、今回の原発事故を招いてしまった、と論じ及ぶ。いや、仮にそうした再確認の作業がなされたとしても、そもそも「原子炉事故などの「異常な危険」（abnormal danger）は損害の受忍限度を超えて」（加藤 2011, p.48）おり、反復可能な損害にしか当てはまらない確率論的安全評価は適用できないのである。そう加藤氏は指摘する。

こうした論調は、「優越原理」とまったく同じではないが、「期待効用最大化原理」に訴えることを避け、確率概念への依拠を回避し、一回限りの重大被害のリアリティに目を注ぐという点で、「優越原理」とその志向性を一にするとと言えるだろう。

9. 「予防原則」の制限性

このような文脈は、おのずと、いわゆる「予防原則」(precautionary principle) という考え方に結びついていく。「予防原則」とは、「重大なあるいは不可逆な損害が生じる恐れがある場合には、完全な科学的確実性が欠けていることを理由に、環境破壊を防止する費用効果の高い予防的な措置を採るのを延期すべきではない」(「リオ宣言」、加藤 2011, p.31 参照)という考え方である。これはやや分かりにくい表現だが、ざっくり言ってしまえば、確実に重大な被害が生じるかどうかは確言できないけれども、重大被害の発生の恐れがある場合は、それを避けることがほぼ確実にできる予防措置を速やかに実行すべきである、という考え方であると言えるだろう。要するに、君子危うきに近寄らず、あるいは、君子少しの危うきにも近寄らず、という行動方針である。具体的には、遺伝子操作だとか化学物質などに関して、「予防原則」の適用が議論される。加藤氏は、これを「重大なあるいは不可逆な損害が生じる恐れのある場合には、確率論的安全評価は使えない」という含意であると、別言すれば、「安全評価に市場原理を読み込むことの不合理」を示していると、解釈している(加藤 2011, pp.32-33)。明らかに、「期待効用原理」を排して、「優越原理」に依拠する、という思考の道筋が「予防原則」に即して現出していると思われる。

私が見るに、今回の3.11に起因する福島原発事故に関する評価の一つの核心は、果たして「予防原則」をその問題に適用することが妥当かどうか、という点にある。いや、その前に、そもそも「優越原理」と即応する形で理解されるところの、この「予防原則」という考え方がどれほど説得的なのか、という基本点も検討されるべきだろう。なぜこのように問うかという、私には、この「予防原則」という考え方は、一歩間違えると、大変に有害な帰結をもたらさうと直観されるからである。というより、むしろ、「予防原則」の有害性はつとに指摘されてきたのであり、その点への注意は欠かせないと思うからである。少しく丁寧に吟味してみよう。

ここでいう「重大な損害」とは厳密にはどういうことか。おそらく、環境悪化を

招き多数の死傷者が出る、ということを典型的かつ究極的には指しているのだろう。そうした損害が発生する「恐れがある」とときには、それを避けよ、というのが「予防原則」である。「予防原則」は、地球温暖化とか電磁波の影響とか、かなり大規模な環境問題に対して適用されることが想定されているものだが、ここで理解の容易さのため、簡単なたとえ話をしてみよう。町の外れの山裾から灰色の煙が上がり、異臭が漂ってきたと想定してみよう。煙の中身が何であるかは分からないが、有害である「恐れがある」ので、とりあえず近づかないでおこう。これが「予防原則」適用の、一つのたとえ話になるだろう。こうした行動方針は、明らかに私たちの「危険」とか「安全」とかの意識に適っている。

しかし、これは、あくまで予防行動を取ることが容易であるからだ、ということに注意しなければならない。怪しい煙に近づかない、という行動を取ることが容易であり、そうした行動によって別の負荷が発生しないと思われるからである。つまり、予防行動が理に適っているのは、予防行動が容易に遂行可能であり、それによって別の重大な損失が発生しないならば、という条件を実質的にクリアしている場合だけなのである。このことは、予防行動を取ることによって別の重大な実害が発生してしまう場合を考えれば、すぐに分かる。町の外れの山裾に金山があり、そこでの金の採掘が町の基幹産業だとしてみよう。その場合、怪しい煙が立ったからといって、そこに近づかないということだけで問題は解決しない。というより、近づかないとしたら、かえって町の生活という点で被害が出てしまう恐れがあるわけである。当たり前と言えば当たり前だが、「予防原則」はいつでも適切な行動指針になるわけではなく、強い制限性のもとに置かれているのである。

実際、もし「予防原則」を、なんでも危険性が少しでもあるものは避けよという指針であると、理論的に最も極端な捉え方をしたとするならば、私たちの生活が立ちゆかなくなることは目に見えている。そうした場合、交通機関は一切使えなくなるし、ほとんどの食品は食べられないし、歩道に立っていることさえできなくなる。「予防原則」の現状と問題点を分析した標宣男氏の（3.11 以前の）言葉を引くならば、

「予防原則の強力な適応が技術的な不確実性を避ける為の唯一の方法であるべきかのように言うことは愚かなことである。何故なら、予防原則はしばしば予測できる未来ではなく、単なる理論上でのみ可能な未来に適応されるこ

とがあり、従って誤用すると人間活動のほとんどを妨げてしまうからである」(標 2003, 103)。

標氏によれば、

「予防原則により規制しようとするリスク (target risk: 目標リスク) に対し、予防原則そのものが原因となって予期しないリスク (countervailing risks: 対抗リスク) を生じさせるかもしれない。医学において意図しない副作用が調べられるように、公衆の健康や環境を守る為の予防的な措置は対抗リスクについて十分解析される必要がある」(標 2003, 104)。

このように、目標リスク削減と、それによって生じうる対抗リスクとを解析して、全体の行動方針につなげていく方法論は J.D. グレアムらによって「リスク・トレードオフ解析」(risk tradeoff analysis) (See Graham, Wiener, and Sunstein 1995) と呼ばれる。たとえば、「予防原則」で話題となる地球温暖化問題でいえば、CO₂ と温暖化との「ハザード－傷害関係」(hazard-harm relation) が不確実なときに、CO₂ 排出規制をかけるという方針を採用するに当たっては、CO₂ を減らすことによって低減されるであろう温暖化のリスクと、CO₂ を減らすという行動によって発生してしまうであろう（産業上のあるいは生活上の）リスクとの、トレードオフの関係を分析する必要がある、ということである。

ということは、どういうことになるか。これはすなわち、「優越原理」、そしてその延長上に位置づけられる「予防原則」は、実は、そのまま意思決定の基準指針となるのではなく、その適用を決定する前に、リスク、ひいては確率を考慮した分析をしなければならないということである。換言すれば、「期待効用」のような、確率概念を媒介した意思決定方針とは異なる立場から、「異常な危険」に重きを置く形で提起された「優越原理」や「予防原則」の考え方は、実はそうした初期の意義に相違して、適用可能性あるいは実行可能性を具体的に考えていくと、結局再び確率概念に依拠せざるをえない、ということにほかならない。このことより私は、たとえ無限性に触れたときに多様な問題性を産み出すとしても、また、確率の適用において混乱が生じる恐れがしばしばあるとしても、それでもやはり「期待効用」の概念を廃棄するわけにはいかない、という帰結が導かれると考えたい。これまで「優越原理」や「予防原則」を適用しようとしていたような場面も含めて、

私たちは、「期待効用」の概念を、理論的にさらに掘り下げ洗練させ、実際の適用の際には十二分な慎重さを加えつつ、使用していくべきなのではないか。

10. 「予防原則」の原発事故への適用

では、「予防原則」と原発問題との関連はどうだろうか。まず、3.11の原発事故がらみではなく、一般的視点から考えて、一方で、事故の可能性を「予防原則」の観点から捉えると原発廃止という考え方が導かれると同時に、しかし他方で、原発廃止を「予防原則」の観点から捉えると、自然エネルギーの限定性から考えて、火力発電に頼ることになり、そこからの温暖化や政治的な供給不安定性といったリスクが浮上し、かえって人々の生活に対する有害性が高まる、といった相反する両面の議論が可能である(ノードハウス 1999 など参照)。つまり、原発問題一般に関して、「予防原則」が与える方針は揺らぐ。それどころか、藤沢数希氏に従うならば、単位電力当たりの死亡者数で比較すると、化石燃料の場合 21 人、原子力の場合 0.03 人だという(藤沢 2012, p.28)。「予防原則」をシンプルに適用するならば、まずは火力発電こそ直ちに停止すべき、ということに理論的にはなるだろう。とはいえ、すでに触れたが、人々の、とりわけ広島・長崎の記憶を持つ私たち日本人の抱く、原発事故に対する「不の感覚」は何とも本源的である。この感覚それ自体もまた、想定しうる被害として考慮していくべきではないか、という議論展開は当然ありうるはずである。以上は、「予防原則」と原子力発電一般に対する関連の話しである。

では、一般的なレベルの話しではなく、今回の福島原発事故という個別事例に関して、「予防原則」を適用することはどうであろうか。事故が勃発した当初、多くの人々が「予防原則」的な方針を採ることを訴えた。本当に危険かどうかはさておいて、危険である「恐れがある」のだったら、被曝を避けるため早く避難し、汚染された事物を避ける方が、そうしないよりいいに決まっているだろう、という考え方である。もっともなことだし、事故直後の、放射性物質が急激に大量に飛び散っていたときには正しい考え方であった。実際、あのような緊急的な状況のときは誰も避難しようとする。けれども、事故発生後一年が経過して、福島第一原発近隣の高線量地域を別にすれば、事態は必ずしも破滅的なものではないことが徐々に明白になってきた。あるいは、少なくとも2012年3月現在の時点で、事故直後に懸念されたほどの重大な被害には何とか至らないですんだことが明ら

かになってきた（これから再び津波震災などが発生したならば話は別であるが）。むしろ、大方の理解としては、今回の福島原発事故によって、「予防原則」というものがあまり有効な考え方ではないということが浮かび上がってきた、あるいはもっと端的に、今回の原発事故は「予防原則」の非有用性そして有害性が白日の下にさらされてしまった、ということなのではないだろうか。なぜかというに、いわゆる「メルトダウン」が発生したにもかかわらず、大変にラッキーなことに、少なくとも事故後一年の現時点では、原発至近の場所を除けば、「異常な危険」でもなく「おしまい」にもならなかったことが徐々に明らかになってきて、それゆえ、それに対する「予防原則」の適用継続は、被害の実態に比して、かえって逆の弊害をもたらす結果となっているからである。

むろん、いまでも今回の原発事故に関して予防原則を前面に出してくる人もいる。たとえば、一ノ瀬・伊東・影浦・児玉・島菌・中川 2012 における影浦論文はその一例である。そこでは、「予防原則」が「国際的な共通了解事項」と説明されている(p.142)。しかし、「予防原則」が強い制限性の下にあること、そしてむしろ有害な帰結をもたらす可能性があるので、適用にはきわめて慎重でなければならないこと（実際、たとえば電磁波の危険性に対する予防原則の適用に関してはアメリカの複数の州がそれを拒否している：標 2003, p.102 参照）、加えて、今回の福島原発事故という個別事例に対して「予防原則」を適用することは、有害でこそあれ、有効ではないこと、そうした点に注意を払わなければならないのではないか。

福島原発事故への「予防原則」の適用に関して、二点述べることがある。それらを述べることで、福島原発事故に「予防原則」を適用することに対する私の評価を説明していきたい。第一に、もし、すでに触れたような、政府やメディアの多くが報道している、今回の原発事故による一般の人々の被曝線量の実態に関する情報が、一定程度信頼できるものであるとするならば、福島の人々も含めてほとんどの人々が今回の事故で被った外部被曝および内部被曝の合計の実効線量は、せいぜい5ミリシーベルト程度であるという事実（10ミリシーベルトという数値を出せばほぼすべての人々がその範囲に収まる）を、まず注目しておきたい。こうした点は、中川恵一氏をはじめとする専門家も、現地での計測などを通じて、かなり早い段階から指摘していたことである。むろん、福島第一原発の直接の隣接地帯、たとえば年間50ミリシーベルト以上の外部被曝が予想されるような地域、そして原発作業員などに関しては、別枠で扱わなければならないことは言うまで

もない。けれども、それ以外の地域の、せいぜい5ミリシーベルト程の被曝線量に関して、それでも「年間1ミリシーベルト」という法令基準を侵犯しているし、危険でないとは断定できないではないか、という見方が出てくるのは必定であろう。そうした見方に、私も同意する。法令違反が確かに生じているし、危険がないと100パーセント断定などできない（100パーセント断定できるのは、厳密には、トートロジーのような論理的真理だけである）。

しかし、リスクが問題になる場面というのは、すべて「程度の問題」（matter of degree）なのである。少なくとも、福島原発事故の被害性を論じるとき、広島・長崎の原爆被害とか、JCO 臨界事故とか、シーベルト単位の被曝事例と並べて論じるのは適切でないだろう。むしろ、中国やイランなどのやや高めの自然放射線にさらされている地域の人々とか、CT スキャンなどの医療被曝の影響とか、そうしたものと比較が有効である。世界には年間10ミリシーベルト以上の被曝をしてしまう地域もあるし、胸部CT スキャンは一回で7ミリシーベルト程被曝する（土居・神田・米原・吉永・島田 2007, 34-35）。こうした背景の中で、今回の福島原発事故による被曝が、ほとんどの人で1ミリシーベルト未満、多くてせいぜい10ミリシーベルト、追加されたわけである。たぶん、CT スキャンをまったく受けない人と、1回CT スキャンを受けた人との対比が、原発事故前と、事故後との対比に対応するだろう。CT スキャンを一度受けた人が、受けない人に比べて、その後どのような健康上の影響を受けるか、ということが大きな参考となるはずである。言い方を換えれば、CT スキャンを年に二度、三度と受ける人は、今回の原発事故による被曝以上の被曝を受けていることになるわけである。むしろ、これは事故後およそ一年間の被曝線量の話であって、累積線量ではない。ただ、今後とくに追加の事故がなければ、放射線量は、物理的にも少しずつは減っていくし、拡散や希釈などによっても自然に減衰していくだろう。

こうした議論に対しては、これまでの日本の言論状況からして、必ずと言ってよいほど、自然放射線と人工放射線は異なるとか、医療被曝はベネフィットを持つ自発的なもので原発による強制的かつ非意図的な被曝とは異なる、という見方が出てくる。こういう見方にも私は同意する。自然に存在するウランやトリウムと、原発から出てくる放射性セシウムは、核種として異なる。また、医療被曝の制度的意義は、原発事故とは全然違うので、位置づけの混同はできない。ただ、私がいま焦点を当てているのは、単に、人体に対する影響という、その一点だけである。その点が核心的な問題だと思うからである。その点でなら、カリウムで

あれ、ウランであれ、セシウムであれ、放射性物質というのは、 α 線、 β 線、 γ 線、陽子線、中性子線、などといった放射線を体にぶつけてくるという点でまったく同じである。 γ 線は γ 線であって、線源が何であれ同じだからである。自然だから人工だからと放射線を区別するのは、まるで、溶岩の熱とガスコンロの熱とは、前者は自然で後者は人工なので、それに人体が触れたときの影響は異なる（ガスコンロの熱は危険だが溶岩の熱は危険でない）、と言っているようなものであり、受け入れにくいだろう。同じことは医療被曝と原発事故の被曝にも当てはまる。人体に放射線がぶつかってくるという点では、両者を区別する必然性は何もない。

さらに、内部被曝に深く関わる食品についてだが、日本政府は2012年4月から基準値を改め、ほとんどの食品で、1キログラムあたり100ベクレル以下、という流通可能基準を定めることになった。これは果たしてどれくらいの内部被曝をもたらすのか。中西準子氏の2012年2月22日付けのweb上での報告によれば、セシウムの濃度100 Bq/kgのコメを1日170 g(約375 gのご飯)、年間365日食べ、それが3年間続くとし、そしてICRPのがん死リスクの係数を受け入れるとすると、がん死リスクは、

$$\begin{aligned} &= 100 \text{ Bq/kg} \times 0.17 \text{ kg/日} \times 365 \text{ 日/年} \times 3 \text{ 年} \times 5.5 \times 10^{-2} \text{ /Sv (slope factor)} \times (1.9 \\ &\quad + 1.3) / 2 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq (実効線量係数)} \\ &= 1.6 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

すなわち、

100 Bq/kgのコメを3年間毎日食べた時の内部被曝は0.24 mSv
(別の表現にすれば、10万分の1.6のがん確率または、損失余命で1.8時間)

ということになる(http://homepage3.nifty.com/junko-nakanishi/zak576_580.html#zakkan578)。

これは受容不可能なリスクだろうか。すでに述べたように、がん死リスクの係数は過去の疫学的調査に基づくものであり、今後の生活次第で可変的である。私の率直な直観を述べるならば、1.8時間の余命短縮の可能性（もっと短縮時間を少なくすることも可能）のために無理に避難することや、大きなストレスを抱える

のは、割に合わないように感じられる。少なくとも、3.11の津波震災で亡くなられた2万人にのぼるほどの犠牲者の方々が受けた被害性に比して、決して過大なものとは言えないと思うのである。そして、一般消費者の観点からしても、規制値以下の食品であっても忌避する、という態度は、そういう態度を取る人々自身にとってもストレスフルだろうし、日本の生産業の衰退を漸次招き、将来社会に対する負の傾斜をもたらすという、当人自身にとっての損失につながりうるだろう。確かに「いかなる被曝も危険」という言説も聞かれることがあるが、それは「危険」という言葉の乱用だろうと私は思う。世界の環境中に放射線が常時飛び交っている中で「いかなる被曝も危険」と述べてしまったら、その発言の意義は空転してしまうだろうからである。

むろん、しかし、すでに触れた「不の感覚」は事実として多くの人々が抱いている。事実としての被曝線量と、事実として抱かれている「不の感覚」、この二つの適切な調停が求められている。これはしかし、冷静に考えて、可能な徐染をしたり、子どもに与える食品は（気になるなら）とくに注意したり、ホットスポットにむやみに近づかないようにしたり、といった程度で対応できるのではなかろうか。もちろん、原発事故の収束や、徐染活動を通じて、「年間1ミリシーベルト」という法令基準遵守状態に可及的速やかに戻そうという、全国民挙げての努力はなすべきであることは、法治国家である以上言うまでもない。また、むろん、以上の議論は、現在の被曝レベルについての情報や、中西氏が利用したICRPのがん死リスク係数を前提したものであって、そうした前提それ自体に対する疑義が提起された場合は、あるいはそうした前提に誤りがある場合は、改めて検討し直す必要がある。

11. 「予防原則」の有害性

誤解を避けるため急いで付け加えたいが、私は、原発を容認しようとしたり、放射線の危険性を意図的に低く見積もろうとしているのではない。私は、今回の福島原発事故が、津波震災という自然災害に起因したとはいえ、電力会社のリスク管理の甘さ、事故予防に対する真摯な態度の不足、といった人為的ミスに基づくものであり、その責任は問われなければならないと固く信じているし、原発それ自体についても、なしで済むならばよいと心の底から感じている。JCO臨界事故のありさまは、悪夢のように私の心に焼き付いている。一刻も早い事故

の収束を強く希望する。そして、原発事故による被曝が、たとえどのような線量のものであれ、不必要で不条理な被曝であることも、明らかなこととして承認している。だからこそ「不の感覚」を言挙げしているのである。ただ、ここで私がいま述べているのは、すでに発生してしまった今回の個別的事態に関する、事実としての確認なのである。そして、そうした確認が「程度の問題」なのだということをも改めて跡づけているのである。その点、誤解のないようにしていただきたい。

そして、こうした事実を踏まえて、今回の福島原発事故と「予防原則」との関連を考えると、第二の論点が出てくる。それは、福島原発事故に対して「予防原則」をダイレクトに当てはめ続けて、被曝リスクを避ける、という方針を実行したり、そういう方針を実行すべきと論じたり、あるいはその実行を示唆したりすることが、逆に、少なからぬ死者をさえもたらすような、重篤な被害性を発生させる、という点である。いくつかの局面が挙げられるが、一つには、東京などの東日本の方々が、原発事故直後、西日本や海外に避難したことがまず触れられてよい。家族離反にもなった場合が多かったし、放射線被害に関する意見の相違のゆえに離婚に至ったケースもある。家族全員で避難した場合には、職を失うこともあったわけである。また、「予防原則」の適用を強調する発言や発信、あるいは「いかなる被曝も危険」といった発信などによって、今回の被曝被害が(たぶん実態以上に)大変に危険なものであるという印象を与えられ、大きなストレスを感じた方々も多数発生した。これらの人々の観点からすると、被曝リスクに関する「予防原則」の適用は、かなりな規模の対抗リスクをもたらし、それがゆえに実際上の被害を被ってしまったのである。あるいは、「不の感覚」を抱いてしまう、ということも一種の被害性かもしれない。ただ、これに関しては、「予防原則」に関わるだけでなく、事故そのものの不条理性や、情報開示への不信感も関わっている。

しかし、より深刻な対抗リスクに巻き込まれたのは、主として福島原発近くに暮らしていた人々、およびその他の被災地の方々であろう。まず、避難した方々の自殺者の急増という事態が触れられなければならない。報道によれば、福島県内の自殺は、2011年5月の時点で、前年比40パーセントの上昇だという。とりわけ、2011年6月に「お墓にひなんします」といって自殺した南相馬市の93歳の女性のケースは大変印象的であった(<http://sankei.jp.msn.com/life/news/110716/trd11071600220000-n1.htm>)。すべての自殺の事例で、原発事故との因果関係が明確なわけではないが、福島県にとくに上昇率が目立つという状況からして、原発事故のゆえの避難生活が深く関わっていることは強く推定できる。また、自殺で

はないが、2012年3月4日付けの「毎日新聞」の報道では、「原発周辺の特別養護老人ホームで、避難後死亡した入所者が前年同期（10年3月1日～11年1月1日）の死者の2倍近い」とのことである(<http://mainichi.jp/life/today/news/20120304k0000e040116000c.html>)。原発事故による放射線被曝を避けるための避難という行動が、思われている以上にリスクであることが窺われる。福島在住の僧玄侑宗久氏は、こうした避難という行動がいかに関わる危険性を胚胎するものであるかの、生々しいレポートを提示している（玄侑 2011、とくに第2章参照）。避難所での凍死の増加、自殺の増加、そして絶望感の蔓延、これらが実際の観察とともに綴られている（玄侑 2011, 72ff）。

確かに、原発事故発生当初の段階では、避難は有意義であった。「予防原則」での「目標リスク」、すなわちこの場合は被曝リスクだが、それを避けることがたぶん事実として優先的であったと思われる。しかし、一年が経過したいま、原発至近の本当に危険な地域に関する場合を別にして、いつまでも「予防原則」を声高に叫び続けるべきではないのではないか。先に確認した、被曝状態に関する事実を前提するとき、避難活動に伴う被害に関して、もし「予防原則」の適用をもっと早い段階で止めたならば、少なからぬ命を救うことが、あるいは少なくとも命を永らえることが、できたかもしれない（ただそのためには政府の情報に信頼性が置かれなければならないが）。客観的に言って、もし避難所で亡くなられた方々（おもには高齢者である）が避難せずに自宅に待機していたならば、あるいは、もっと早くに自宅に戻る態勢にしたならば、これほどの数の早い死は避けえたはずだと高い蓋然性をもって推定できる。避難を始めた後に急に死亡率が高まったことがそう推定する根拠だが、さらには、今回の原発事故での放射線被曝の程度からして、急性の被害は想定しにくいからでもある。自宅にいて、可能な範囲で被曝を少しでも少なくするよう気をつけながら生活する、という選択肢もあったはずなのである。何とも無念である。

このことは、仮に数十年後にがん発症に至るとしても、言いうる。数十年後にがん死することと、いま自殺死することでは、明らかに余命が異なるからである。被災地から離れた場所に暮らす人々が、10年後、20年後の晩発性のがんを心配する気持ちは、「不の感覚」の一つの現れであり、事実として受け止めなければならないが、放射線被曝線量の現況に鑑みて、被災地において現在ただいま生じるかもしれない避難苦のゆえの自殺や死亡を食い止めることの方が、社会政策としては優先性が高いと私は確信している。

むろん、こうしたことは主として年配者に当てはまることであって、子どもや妊婦のケースは異なるのではないか、という意見も出るだろう。もっともである。この辺りは、現在の被曝状況に対して、どのような医療的評価を与えるかということに依存する。子どもにCT スキャンを一回用いることは（福島での被曝状況はそれにほぼ対応する）、現状の医療現場ではある程度容認されており、また、妊婦に関してもCT スキャンを用いることは絶対にしてはならないとまでは考えられていない。しかし、その安全性については今後の議論を待つべき問題ではあると思う。さらに付言すれば、もしかしたら、私の議論は、いかなる原発事故の場合でも避難する必要はない、というとんでもない主張だと誤解される可能性もないとは言えないかもしれない。この点、再び強調しておくが、放射線被曝の問題は本質的に「程度の問題」であり、私がいま論じているのは、今回の福島原発事故という個別事例に関して、被災者の方々の実際の放射線被曝線量（外部被曝＋内部被曝）の程度に照らして、事故後一年の現時点で「予防原則」を適用することが妥当か、という主題である。別の原発事故が起こり、今回よりもはるかに大量の放射性物質が拡散した場合は、当然ながら、避難は必要になる。当たり前である。しかし、いずれにせよ、今回の避難行動において、自殺や死亡、精神的不安症状の増大・増加は事実である。それはまさしく「予防原則」が牙をむいてしまう、すなわちきわめて重大な被害を招いてしまう、一面である。今回の原発事故に関して「予防原則」をいまでも前面に出し続けている方々は、その発言の加害性にぜひ思いをいたしてほしい。

その他、原発事故による放射性物質拡散に起因する、差別的現象の発生も特筆されなければならない。これについては多くの報道がなされてきた。放射性物質の拡散への懸念という理由で、福島ではない岩手の松を京都の五山送り火で燃やすことが却下されたり、福島のトラックが福岡の市場に入ることを拒絶されたり、3.11 前に福島で製造された花火が愛知県日進市の花火大会で拒否されたり、あるいは、東北の震災がれきの受け入れが日本の各地方で反対されたり、沖縄に青森の雪を運んで南国の子どもたちに雪に触れる機会を与えるというイベントが反対されたり、こうした事象は枚挙にいとまがない。被災地での農・漁業生産物に関する忌避感もまた、それら食品のリスクが先に触れたような程度であるとするならば、差別的現象の延長と言ってよいかもしれない（ただこれも情報の信頼性にまつわる「不の感覚」が関わりはする）。さらに深刻なのは、ほぼ人権問題とも言うべき事態も発生しているという事実である。2012年3月2日付けのweb版「朝

日新聞」が報じるところによると、福島から山梨県に避難してきた子どもたちが、保育園入園を断られたり、公園で遊ぶことを自粛するよう求められたりしたという (<http://www.asahi.com/national/update/0302/TKY201203020761.html>)。こうした事態をどう消化したらよいのか。頭を抱えてしまう。

こうした差別的事態は、二つの意味において深刻な被害性をもたらす。一つは、差別的に扱われた人々が被る心の傷である。過去、原爆、水俣病、ハンセン病などに関して、繰り返し発生した悲劇が再び生まれつつある。これは、現在の事実としての被曝状況に照らして、正当とは到底言い難い。明らかに「予防原則」の度が過ぎている。道徳的害悪がもたらされていると言うべきである。そして第二に、差別をしてしまう側にとっても、晴れがましい事態では決してなく、差別的行動をしてしまったということが悪しき体験として澱のように心に沈殿していつてしまうと思われる。そしてむしろ、放射線被曝の被害をいつも気に掛けなければならぬという生活それ自体に対するストレスも加わるだろう。こうした被害性の一つの原因は、今回の福島原発事故による放射線被曝の影響に対して「予防原則」を適用し、そして適用し続けようという考え方、それを推奨する発言にある。そうした考え方や発言それ自体によって作られる対抗リスクが、まさしく悪い仕方で顕在化してしまったのである。ただ、私が思うに、今回の事故に関して「予防原則」を持ち出した方々は、人間愛のゆえからであろう。だとしたら、事態を改めて正視した上で、そして「予防原則」に対して世界的に論じられている有害性にも目を向けて、道徳的に是認できるような方向の貢献へと、労力の向け先をスイッチしていただきたいと切に希望する。

12. 「期待効用」再び

以上論じてきたように、「予防原則」は簡単に採用できない。場合によっては、「予防原則」の採用がより大きな被害をもたらしてしまう。今回の福島原発事故は、残念ながらいまのところ、そうした一例になりかねない状況である。では、「予防原則」という考え方のどこに問題が潜んでいるのだろうか。あるいは、おそらく「予防原則」の考え方の根底に流れているであろう、「優越原理」の考え方のどこに問題が巣くっているのだろうか。私が思うに、「優越原理」や「予防原則」というのは、いわば「反事実的条件法的」(counterfactual)に、すでにことが起こってしまったということを想定して、いわばそうした未来の視点から、その被害

性に注視していく、という態度に基づいている。こうした態度は、起こることが想定される被害性の内実についてリジッドに表象している、表象できる、ということ的前提していると思われる。私は、たぶん、この前提が間違いのもとなのではないかと直観する。人間には、未来の被害性について、リジッドに表象することはできないのではないか。それができない、ということデフォルトとして置くべきなのではないか。木星の土を大量に運んで埋め立て用に用いたとき、どうい問題が生じるか。犬と人間の異種交配を人為的に行ったとき、長期的に何が生じるか。それらの結果が倫理的にどういう意義をもたらすか。こうした問いに対して、リジッドに帰結を表象して、可能な選択肢のどれがドミナントかなどと論じることは、到底可能ではないように思われるのである。

では、「期待効用」の概念はどうだろうか。「期待効用最大化原理」もまた、発生するであろう効用や損害をそれとして個体化した上で、それぞれに発生確率を乗じて、総計する、という形で求められるのであり、したがってやはり、将来の被害性を表象するということを前提している。けれども、期待効用の場合は、「期待」という言葉がいみじくも暗示しているように、反事実的条件法的に、ことがすでに起こってしまった、という未来視点的な想定はしておらず、むしろあくまで現在視点にとどまって、「直説法的」(indicative)な観点から各可能性を確率込みで見ていると理解される。私は、ここに「優越原理」や「予防原則」との発想レベルの違いを、ひいては、困難性からの突破口のヒントを、見て取りたい。すなわち、1ではない確率を考慮に入れているという志向性のなかに、未来の被害性をリジッドには表象できないという、上に確認した見方と両立しうるようなスタンスを見取りたいのである。確かに、すでに見たように、「期待効用」の概念には、無限にまつわる問題性や、適用に当たっての可謬性という問題があるのだが、それでも、「優越原理」や「予防原則」のもつ無理な前提を免れているという重大な利点があるように私には思われるのである。

具体的に言うならば、各選択肢・各可能性に対する付与確率の合計が1以下であり、残りの剰余確率に未知の効用・損失 x が対応する、という捉え方が許容される余地が「期待効用」の考え方にはあるのではないかと思うのである。ここに、「予防原則」の「リスク・トレードオフ解析」で問題とされる対抗リスク、さらには対抗リスクの回避によって生まれるかもしれないメタ対抗リスクなどなどを、想定上入れ込んでおき、現状で推定可能な範囲で暫定的な効用・損害量を割り当てながら意思決定していく、しかし、何か事態が進めば、改訂に可能な限り応じ

られるようなシステム・制度にしておく、というフレキシブルなやり方がとりあえず考えられるのではないだろうか。換言すれば、これまで「予防原則」的な方針で意思決定されていた場面をも、柔軟な改訂可能性を許容することで、「期待効用」的な発想の中に取り込んでしまおう、ということである。この場合、改訂されるのは、効用・損害量だけでなく、確率値もそうであろう。この点は、人類史上はじめての体験に関しても対応できるよう、ベイズ主義的な視点を導入し、データの蓄積に応じて「ベイズの条件づけ」を適用していけばよいのではないか。たとえば、気候の変動や軍事的緊張が顕著になってきたときには、そうしたデータを踏まえて、原発の安全性に付与すべき確率値をアップデートしていく、というやり方である。ベイズ主義を導入するならば、過去の統計だけに頼るのではなく、多様な観点から確率を割り振れるようになるはずである。

「効用」について言えば、すでに触れたように、もともと、ダニエル・ベルヌーイの時代から、期待効用の「効用」は論議を呼ぶ概念であった。私は、この「効用」あるいは「損害」の概念について、単に量的なだけでなく、ベルヌーイの故事に倣って、質的な内包を吟味することで、「期待効用」の考え方をさらに実効性のあるものに彫琢できるのではないかと踏んでいる。たとえば、原発事故に対する「不の感覚」を効用・損失の要素として組み込んでいく、といったことである。「不の感覚」それ自体を、脳科学などを通じて計量化する、というアイデアでさえありうるだろうと考えている。私は、「優越原理」や「予防原則」の不備を思うとき、このように効用・損害の意義をさらに掘り下げて、しかも確率値の確定、付与すべき事象の個体化・特定化を慎重に行いながら、「期待効用」の概念を引き続き活用すべきなのではないかと考えるのである。すなわち、「期待効用」の考え方は、効用や確率というそれぞれの構成要素に関して確かに問題性や可謬性をはらんでいるのだが、それを自覚した上で、叡智を結集してさらに錬磨し、実効性の高いツールへと煮詰めていくべきだと思うのである。

けれども、このように「期待効用」の概念を使い続けた結果、重大な被害が発生してしまった場合はどうするか。今回の福島原発事故は必ずしも現時点では著しく深刻とまでは幸運なことになっていないが、将来、世界のどこにでも、一層深刻な被害が、原発にまつわって、あるいは他の要因によって、発生する可能性はもちろん否定できない。上に展開した私の見方に従うならば、現時点で、そうした重大な被害性が確率込みで「直説法的」に見込める程度に、つまり、一層重大な被害が発生したらどうするかと問うているときに表象している限りにおいて

見込める程度に、「期待効用」の算定にそれを算入すべきである、ということになる。「パスカルの賭け」や「サンクトペテルブルクのパラドックス」で扱うような無限性を含まない限り、それらを算入することで原理的かつ哲学的な問題性が生じることはないであろう。

しかし、そうした見込みさえなかったような形で、別の重大な被害が発生してしまったなら、どうするか。私の答えは、潔く受け入れる、である。というより、そうするしか現実にはない。そして、それを将来の「期待効用」の算定に活用するしかない。おそらく私たちは、構造の上でこれに似た態度を実際には取らないかと思われる。思わぬ原因による飛行機事故などが例になるだろうか。突然の海底火山噴火に巻き込まれたとか、隕石が突然ぶつかってきたとか、まず予想できないことによって飛行機事故が発生して多数の犠牲者が出たとき、それを前にして、私たちにはたぶん二つの可能な選択肢がある。こういうことが起こりうるので、飛行機は廃止しよう、という選択肢と、起こったことは受け入れて、将来の安全対策の際の考慮要素に加えていこう、という選択肢の、二つである。いうまでもなく、二つ目の選択肢が（実際これを選ぶことが私たちの社会では多いと見越されるだろう）、私がここで思い描いている「期待効用」的なものの考え方にゆるく対応している。あえて思い切った散文的な言い方をしてしまうなら、私には、「期待効用」の考え方というのは、最大限安全で有効なものを全力で目指し、しかしそれでも何かことが起こってしまったときには諦観を持って受け入れるという、ある種の「高潔」、ある種の「覚悟」、を根底に胚胎しているように感じられるのである。これは決して無責任と同じではない。人間にとって、絶対に何もまずいことは起こらない、というギャランティーは不可能である以上、そういう条件の中で最善・全力をつくすこと、それが「期待効用」の含意するところである。むしろ、そのようなギャランティーを（偽装的に）標榜しようとする、かえって有害性をもたらしてしまうことがありうる、というのが私がこの覚え書きの中で強調したかったことなのである。

いずれにせよ、もちろん、可能な限りの措置をしたにもかかわらず、それでも不幸が起きたときに、どういう道筋を取るべきかは、対象事例が何であるか、私たちの受けとる感覚がどのようなものであるか、に掛かっている。しかし、少なくとも現在の私には、たとえ生死に関わる案件についてできえ、いや、むしろ、生死に関わる案件についてこそとくに、意思決定のプロセスから「期待効用」の考え方を完全に排除することは合理的ではないと、あるいはもっと強く、「期待効

用」の考え方を排除するべきではないと、そう思われるのである。

[参考文献]

- 藤沢数希 2012. 『「反原発」の不都合な真実』、新潮社
- Gigerenzer, G. 2002. *Calculated Risks*. Simon & Schuster. 邦訳『リスク・リテラシーが身につく統計的思考法』（吉田利子訳、早川書房、2010年）
- Graham, J. D., Wiener, J. B., and Sunstein, C. R. eds. 1995. *Risk vs. Risk: Tradeoffs in Protecting Health and the Environment*, Harvard University Press.
- Hájek, A. 2008. Pascal's Wager. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy, Spring 2004 Edition*, Edward N. Zalta (ed.) [On-line]. Available online at: <http://plato.stanford.edu/entries/pascal-wager/>
- 一ノ瀬正樹 2006. 『原因と理由の迷宮』、勁草書房
- 2010. 『功利主義と分析哲学』、日本放送出版協会
- 2011. 『確率と曖昧性の哲学』、岩波書店
- 2012a. 「因果関係とは何か —低線量被曝の因果的影響をめぐる—」（一ノ瀬・伊東・影浦・児玉・島菌・中川 2012, 219-250）
- 2012b. 「日本における低線量被曝論争の構図」、『東アジアの死生学IV』、グローバルCOE「死生学の展開と組織化」、38-58.
- 一ノ瀬正樹・伊東乾・影浦映・児玉龍彦・島菌進・中川恵一 2012. 『低線量被曝のモラル』、河出書房新社
- 加藤尚武 2011. 『災害論 —安全性工学への疑問』、世界思想社
- 玄侑宗久 2011. 『福島に生きる』、双葉新書
- 中川恵一 2011. 『放射線のひみつ』、朝日出版社
- ノードハウス W. D. 1998. 『原子力と環境の経済学』、藤目和哉監訳、電力新報社
- Pascal, B. (1972). *Pensées*. peface et introduction de Léon Brunschvicg, Montrouge: Le Livre de Poche.
- 佐藤満彦 2001. 『「放射能」は怖いのか』、文春新書
- 標宣男 2003. 「予防原則の現状とその問題点」、『聖学院大学論叢』第15巻、第2号、91-107.
- Sorensen, R. 2003. *A Brief History of the Paradox*. Oxford University Press.
- 竹内啓 2010. 『偶然とは何か —その積極的意味』、岩波新書
- 2012. 「確率的リスク評価をどう考えるか」、『科学』2012年1月号、岩波書店、63-67.
- 舘野淳・野口邦和・青柳長紀 2000. 『徹底解明 東海村臨界事故』、新日本出版社
- 土居雅広・神田玲子・米原英典・吉永信治・島田義也 2007. 『低線量放射線と健康影響』、独立行政法人放射線医学総合研究所編、医療科学社