

原子力エネルギーは人間に制御できていたのか

二一〇

鈴木竜雄

0. はじめに

この研究ノートは、純粹に哲学あるいは倫理学の研究を目的として書かれたわけではない。また、科学史の研究論文として書かれたわけではない。むしろ現在の私にとって最も重要な関心事であり、かつ問題であることを、私なりに纏めたものである。二〇一一年三月一日、東北地方沖を震源地としたM9・0の地震と、それによる津波が東北地方沿岸を襲った。それだけでも大災害には違いないが、それでも地震と津波で破壊された地域をもう一度復旧・復興することにより、それぞれの地域は元の生活に戻るかもしれないし、戻れるであろう。しかし、今回はさらに、福島県においては最悪の「おまけ」が付いてきたのである。それは、東京電力福島第一原子力発電所（以下、福島第一原発）の全電源喪失による炉心溶融・原子炉損傷、さらには原子炉建屋の水素爆発という事故であり、この事故によって、原子炉内での核分裂によって生じた放射性物質および使用済核燃料プールの核燃料の放射性物質が、日本の大地に広範囲に飛散した。そのことにより、特に福島県の事故原発周辺の市町村の多くの住民が否応なく、すべての私有財産を置き去りにし、避難をせざるをえなかったのである。こうした事態は私に大きな衝撃を与えた。

そうして事故から6か月間、すなわちこのノートを書き始める前二〇一一年三〜九月を通じて、私はこの事態について多くのものを見、そして考えてきた。様々な要素が絡んだ事故であるので、この問題に対して、様々な学問から客観的に検証されることはもちろん重要であろうと考える。当然そうした努力はこの間なされてきているはずである。しかし、では個人は自らの学問を基礎として、考察し問題提起することはできないのだろうかと考えたのであった。

そのような経緯からの結論として私は、「原子力エネルギー」を生み出す、物質の「原子」の自然本性あるいは本質を人間がコントロールできていたのかを問おうと考えた。そのために、そのエネルギーを用いた「原子爆弾」及び「原子力発電」の誕生についての歴史的経緯、そして、今回の福島第一原発の事故を考察した。そして、果たして人間が制御できたのかという根本的な問題を、アリストテレスの「自然概念」に遡って考え、その思考の結果を述べようとした。その目的を達成できたかどうかはわからないが、その試みを以下に述べることにする。

1. 原子力エネルギーと原子爆弾

二〇一一年三月十一日の東日本大地震が引き起こした福島第一原子力

発電所の事故は、日本人に大きな問題を提起した。すなわち、原子力エネルギーとはいかなるものであり、どのように理解すればよいのか、と。というのも、日本人はアメリカ合衆国（以下、アメリカ）によって、広島と長崎に原子爆弾を投下され、何十万人という民間人が一瞬のうちに殺されたという歴史を持ちながら、実際のところその爆弾が内包していたエネルギーについて何も知らなかったからである。つまり、原子力エネルギーについて、その原理がいかなるものであり、そこから放出される放射線がいかなる特性を持っており、さらにはそれが自然や人体にいかなる影響を与えるのかなどの問題点について、日本人は何も知らなかった。したがって、戦後の反核運動は、広島・長崎の惨状を感情的に訴えていくという方法しかとりえなかった。それは核兵器が極めて高度な軍事機密であり、そのために原子力エネルギーとその影響についても機密事項であり、具体的な事例を基に反対運動ができなかったことに起因する。それどころか、日本はアメリカの核戦略に組み込まれながら、同じアメリカの提唱する「原子力の平和利用 (Atoms for Peace)」のもと、原子爆弾とは切り離された形で、原子力発電を導入することになる。これについては別の機会に考える事にして、まずは原子力エネルギーと原子爆弾の関係について簡潔にみておきたい。

原子力エネルギーとは、原子を構成している核の構成（あるいは核自体）を自然的あるいは人為的に破壊することで生ずる運動エネルギーのことである。その運動エネルギーは熱エネルギーに変換され莫大なエネルギーを生ずる。しかし、崩壊は自然的あるいは人為的になされることであるが、原子核の崩壊に伴うエネルギーの放出は、その原子が本質的に有している自然本性である。もはや自然科学は、それまでの単純な物質理論では記述が不十分であり、こうした原子核のレベルから記述せねばならないという、新たな段階へと移行したのである。こうした現象を、

原子力エネルギーは人間に制御できていたのか

例えばニールス・ボーアは、その論文「原子理論と自然記述の根底をなす基本原理」（以下「原理」、ニールス・ボーア『原子理論と自然記述』（井上健訳、みすず書房、一九九〇年、所収）の中で簡潔明瞭に叙述している。

「われわれの経験すべてが電子の恒久的な不変性という仮定を強固にしているのに対して原子核の安定性はずっと制限された性格のものであることがわかっています。実際、放射性物質からの特異な放射線の数々が原子核が崩壊することによって、電子や正荷電の各粒子が大きなエネルギーで放出されるわけです。こうした崩壊は、あらゆる経験から判断しうる限りでは、何ら外的原因もなしに起こるのです。」（「原理」、一一五頁）

ニールス・ボーアはここで、ある特定の原子核はその自然本性から、自ら原子核が崩壊し、その際に電子や放射線が放出されるという理論を提示した後で、同じ物理学者であるラザフォードが発見した別の原子核の振る舞いについて触れている。

「（ここでは原子核の崩壊はある種の環境のもとでは外的な影響によってもたらされることがあるというラザフォードの重要な発見を思い出していたただくことにとどめたいと思います。周知のように彼は、放射性核から飛び出してくる粒子をおち当ててやると、ある種のそうしたなければ安定な元素を核がバラバラになることがあるということを示すのに成功しました。」（「原理」、一一六頁）

このことについてボーアは、「人間によって制御された元素の転換」（「原理」、一一六頁）とし、原子核物理学への道が開かれたという。もちろん

そのことが人工的な原子核分裂の利用への道を開くことになったことは言うまでもない。もつとも、このことが正しい判断だったのかは別の話で、その是非に関しては後の箇所でも触れることにする。

さて、以上から帰結する原子核の崩壊によるエネルギーの解放、特にウラニウムの原子核は中性子の衝突により2つに割れ、そこからエネルギーとともにさまざまな放射性物質が生じ、それから放射線が放出されるという結果を得ることになる。そのエネルギーは莫大であり、わずかなウラニウムから非常に大きな熱エネルギーを取り出すことができる。原子爆弾はウラニウムのもつこの特性を最大限に兵器として利用したものと見える。その爆弾が引き起こす結果について、原子力の理論からの確な予測が、一九四〇年に大英帝国（以下イギリス）のテイザード委員会に提出された、いわゆる「フリッシュ・パイエルス覚書」（以下、「覚書」）の中で詳細に語られている。そこでここでは、この「覚書」をもとにし、ウラニウムの原子核崩壊を原理とする原子爆弾の威力と構成に關して、当時の原子物理学者がどのような見方をしていたかを簡単に要約しておく。以下「覚書」からの引用としているものは、スタンフォード大学から電子版 (<http://www.stanford.edu/class/history/Pnemo.pdf>) で公開されている「Frisch-Peierls Memorandum」（以下「FPM」、ページ数は電子版のページ数による）により、すべての訳文は筆者に由来する。ただし、一部、山崎正勝・日野川静枝編著『原爆はこうして開発された』（青木書店、一九九〇年）を参照した。）

さて、この「覚書」はイギリスのバーミンガム大学の原子物理学者、オットー・フリッシュとルドルフ・パイエルスにより書かれた、「ウランにおける連鎖反応に基づいた「スーパー爆弾」の製造について」と「放射性「スーパー爆弾」の特性に関する覚書」との2つの覚書からなり、原子核崩壊に伴うエネルギーを用いた原子爆弾の威力と構成を説明した

報告書に添付された。そしてこの報告書が巡り巡ってアメリカの原爆製造に一定の役割を果たすこととなる。（ここでいう「スーパー爆弾」はのちの「原子爆弾」のことである。）

この「覚書」は、非常に衝撃的な予言（この言葉が不適切なら予測。しかし実際には広島・長崎で、まさにそこで語られている威力によって多くの日本人が殺され傷つけられた。いや、今も傷つけられていることから見ても「予言」という言葉は間違っていないと考える。）から始まる。

「そのようなスーパー爆弾の爆発において解放されるエネルギーは、ダイナマイト一〇〇トンの爆発によって作り出されるエネルギーと凡そ同じである。このエネルギーは、少量（のウラニウム）で解放され、そこでは、瞬間的に、太陽の内部に匹敵するほどの温度を作り出すであろう」（「FPM」、一八七頁。括弧内は筆者の補足）

あるいは、

「爆弾により解放されるエネルギーのある部分は、放射性物質を作り出すことになる。そして、それらは非常に強力で危険な放射線を放射するだろう。（中略）この放射能のいくつかは、風に乗って運ばれ、汚染を拡げるだろう。」（「FPM」、一八七頁）

一九四〇年代にはすでに原子核理論から導かれる、原子核崩壊エネルギーの大きさと影響は、ほぼ正しく理解され、科学者間で共有されていたことになったといえるだろう。

そこで、彼らはウラニウムの連続核分裂を用いた爆弾の構成について述べている。そしてこの方法を、それまでの議論から除外されてきたも

ので、しかし確実な方法だとしている。ここでは、副題を「ウラン核連鎖反応を基にした「スーパー爆弾」の構成について」とし、具体的な原子爆弾の構成を詳らかにしている。

ウラニウム元素にはウラニウム235とウラニウム238の二種の同位体（アイソトープ）^②が含まれている。そのうち不安定で核分裂が生じやすいウラニウム235の方が連続核反応を起こしやすい。そのウラニウム235を分離・濃縮することでより効率がよく強力なエネルギーの爆弾を作ることができる。その方法について、前出のニールス・ボーアの理論から新しい方法が開発されたとして次のように報告されている。

「ボーアが提唱するのは、遅い中性子で観察される核分裂は、ごく少量の同位体ウラニウム235に帰されるべきであり、またこの同位体は、概して、ありふれた同位体ウラニウム238よりもさらに大きな核分裂の確率を持っているという、考案への有力な論拠である。各同位体を分離する効果的な方法が最近になって開発された。その中でも、熱発散という方法は、かなり大規模に、分離を可能とするに十分に簡易である。

このことは、原理的には、そのような爆弾に、ほぼ純粹に近いウラニウム235を用いることを可能にする」（「FPM」、一九〇〇～一九一頁）

このように原子爆弾は、濃縮されたウラニウム235の連続核分裂を利用した兵器であり、それが発する熱エネルギーは、局所的には太陽にも劣らないほど大きなものである。つまり、原子爆弾はまず何よりも、その熱エネルギーによってあらゆるものを焼き尽くすことで、敵に極めて大きなダメージを与えるのが目的であり、放射線による汚染は副次的

なものにすぎなかったといえる。というのも、放射線が自然や人体に与える影響については未知のものであったからだ。例えば、「覚書」の中に次のような一説がある

「人間における放射線の影響へのどのような判断もかなり不確実とならざるを得ない。というのも（爆弾の）爆発後、放射性物質にいったい何が起きるかを明確に述べることが困難だからだ。（中略）不確実さの主たる原因は、そのような（爆弾の）超爆発における物質の作用に関して我々は知識を持たないことである。」（「FPM」、一九三〇～一九四頁。括弧内は筆者補足）

こうした理由から、アメリカは第2次世界大戦後すぐ、広島に「原爆傷害調査委員会（ABCC）^③」と名付けられた、放射線の人体における影響についての研究所を設置した。そこで、10万人を超える原子爆弾被災者（以下、被爆者とする）の経年検診を行ったのは、ヒューマニズムに基づいた医療行為ではさらさらなく、数多くの被爆者のデータを収集・集積しようとしていたからであった。以後、アメリカ合衆国内、あるいは南太平洋においてなされた核実験は、単に性能の向上などを図るといった技術的な目的のほかに、人体への影響のデータの収集といわば「人体実験」の側面を持っていたということは、先の「原爆傷害調査委員会」の設立目的から見ても、そして核実験に選んだ場所（アメリカ合衆国内では一九五〇～一九六〇年代に行われたアメリカ先住民の多く住むネバダ州の砂漠、国外では一九五四年に行われた有色人種の住む南太平洋のマーシャル諸島ビキニ環礁）を見ても明らかであろう。

2. 核の平和利用と原子力発電

一九五三年十二月八日、国際連合総会においてアメリカのアイゼンハワー大統領が「核の平和利用 (Atoms for Peace)」を突如宣言する。この一九五三年が意味しているのは何なのだろうか。一面的には、原子爆弾製造の一翼を担ったアインシュタイン（一九五五年没）の平和運動が実を結んだともいえよう。しかし、現実的には、中華人民共和国を除いた連合国の多くが一九五〇年前半までに核兵器保有国となったことから、これ以上の核兵器の拡散を避けるために、核エネルギーの兵器としての保有と使用に対していわば自らの手足を縛ったのである。そのため一九五七年にアメリカ主導で「国際原子力機関 (IAEA)」が発足している（歴史的には、冷戦終結後、堰を切ったように核兵器保有国は増加するが、本論ではこれ以上は触れない）。

原子力エネルギーはすでに述べたとおり、まず原子爆弾開発のために用いられたが、その開発途上で原子爆弾が有効に作用するための臨界実験が必要であり、その最初の実験に、一九四二年十二月にエンリコ・フェルミのチームが成功した^④。もちろん一義的には、そのことによって極めて小さく効率的な原子爆弾を作成することを可能にしたのだが、同時に原子炉内で大きな熱エネルギーを生じさせることもまた可能にしたのであった。

それでは、そうした過程の中で「核の平和利用」とはどのような意味を持つていたのだろうか。上述の通り原子力エネルギーとは、少量のウランウムの核分裂エネルギーから莫大な熱エネルギーを取り出したものであることはすでに述べた。その熱エネルギーの使い道として考えられる先は、概して少ない。というのも、熱エネルギーはそれ自体を別のエネルギーとして使用することはできないからである。それまでの熱エネ

ルギーの担い手は、主として化石燃料である石炭や石油であった。しかし、これらは一度しか使えず（化学変化するために再利用不可能）、資源対効果としても、長期間使用できるウランウムに比べれば効率がひどく悪かった。アメリカはこの点に注目し、ウランウムの熱エネルギーを原子爆弾だけではなく平和的に利用することを提言したのであった。

しかし、ウランウムの原子崩壊には放射性物質と放射線の発生が伴う。石炭や石油が、その化学変化の際に有毒なガスを発生させるにしても、大気中で化学変化することが可能であるのに対し、ウランウムはそれが不可能である。ほぼ完全に閉鎖された原子炉の中で、核分裂反応を起こさせ、その中で熱エネルギーを取り出さねばならない。しかも核分裂反応は一定の割合で継続的に起こり続けなければならない（臨界状態）。そのため減速材（と同時に冷却材）として水が常に必要であり、その水が熱せられ水蒸気となる過程が、蒸気機関車の動力と同じ役割を果たすのである。蒸気機関を用いるものとしては、一つには動力、一つには発電であった。というのも、現在のところ原子力エネルギーはそのままエネルギーとして利用することができないからである。例えば、手塚治虫の『鉄腕アトム』では、ロボットたちが原子力をそのまま動力として使っていたが、これはSFの話であって、現実的な話ではない。とすると、原子力エネルギーの活用方法は、原子核崩壊の過程で生じる運動エネルギーから変換される熱エネルギーを用いる以外にはないのだ。しかも、崩壊過程で放射性物質を生成し、放射線を放出するので、原子炉内で活用するしかない。その意味では、ウランウムは物理的に効率的なものかもしれないが、現実的な利用としては非効率ともいえるのである。その意味でも、動力に原子力エネルギーを使用するには危険が伴うので、基本的には空母や潜水艦といった軍事目的に限られた^⑤。しかし、これは形を変えた兵器への利用となるので平和利用とはならない。とすると、残

りは一つ、発電への利用であった。

一九世紀後半に発明された発電技術は、瞬く間に当時の社会を電気社会に変えていった。特に、産業において、画期的な革新がもたらされたことは、現在までの先進国を見れば、これ以上言葉を弄する必要もない。逆に言えば、すでに現代社会は、電気が無ければ成立不可能なまでに電気エネルギーに依存させられてしまっている社会であるともいえるよう（例えば、現在の医療は、その治療・生命維持の多くを電気による医療機器に依存しており、電気を失うことは多くの病人の命が失われることを意味する。また、生命維持装置が機能しなくなることは、脳死状態の身体を生かし続けることが出来ず、そのために脳死者からの臓器移植を不可能にしてしまう可能性があることを意味する）。そのような社会に安定的に電気を供給するためには、出力の高い発電所を必要とすることになる。水力発電に始まる発電の歴史は、蒸気タービン式発電機の発明とともに、火力発電が主流となつてゆく。ここに原子力を発電に使用するという道が開かれた。どういうことかと言えば、火力発電の原理は、ボイラーで石油（など化石燃料）を燃やし蒸気を発生させ、その蒸気に圧力をかけ配管に流し、タービンを回すという単純なもので、原子力発電はそのボイラーの部分を原子炉に置き換えたものだ。とするなら、上述のように原子炉そのものは原子爆弾の製造過程での「臨界実験」のための道具だとすれば、原子力発電は原子爆弾製造と同じ過程上にあるといえる。以上のような経緯や観点から、福島第一原子力発電所の事故を考えてみたい。

3. 福島第一原発事故と「フリッシュユールパイエルス覚書」

この章では、第1章で触れた「フリッシュユールパイエルス覚書」に再び立ち戻ってみたい。と同時に、現在進行中の東京電力福島第一原発の事

原子力エネルギーは人間に制御できていたのか

故を、「覚書」から読み直してみることにする。

これまで、「原子力の平和利用」を後盾に、原子爆弾と原子力発電は根本的に異なる、と多くの政治家・官僚・学者が主張してきた。しかし、二〇一一年三月十一日に起こった、福島第一原発の事故はその主張を根底から覆した。核分裂を起こしたウラニウムは崩壊し続け、放射性物質を放出し続ける。と同時に、熱エネルギーも放出し続けるので、核燃料棒を冷却し続けなければならない。でなければ、原子炉内は高い温度と圧力によって、極めて危険な状態に陥るからだ。今回の事故では、当日の地震と津波により電源がすべて断たれ、冷却システムが完全に停止してしまった（Station Black Out）。地震当日には、すでにメルトダウンが生じ、さらには数日で压力容器を突き破り、格納容器まで達していたことと、極めて高い圧力による高温で、原子炉上部の天蓋部分に隙間が作られ、燃料棒が溶解する際に生ずる水素が漏れ出したことが、水素爆発が生じた原因であるという推測が公表されている（二〇一一年九月三日放送、NHK「サイエンスZERO」等参照）。

これらの事実が意味するところは、どのような形であれ放射性物質が、水蒸気その他（水素爆発による瓦礫や塵など）によって、空中に放出され、その多くがその周辺のさまざまな場所に飛散したということである（文部科学省二〇一一年八月三〇日発表「放射線量等分布マップ」の「セシウム137の土壤濃度マップ」（図1）参照）。この事実を「覚書」と合わせてみると非常に興味深い。まずは繰り返し返しの引用になるが、

「爆弾により解放されるエネルギーのある部分は、放射性物質を作り出すことになる。そして、それらは非常に強力な危険な放射線を放射するだろう。」（「FPM」、一八七頁）

ここで、「爆弾により」の部分で、「原子炉内の核分裂反応により」と置き換えればどうだろうか。そして、事故によって放射性物質が大気中に放出されたとき、

「この放射能のいくつかは、風に乗って運ばれ、汚染を拡げるだろう。」(FPM、一八七頁)

こうした指摘を、政府の観測による図と対応させれば、我々はその予測に愕然とせずにはおれない。それを例証する文部科学省の観測結果に関して、ここではセシウム137だけの結果しか示していないが、それだけでも現実の飛散結果は「放射線量等分布マップ」において、物理的にも地理的にも証明されている。もちろん、それ以外の放射性物質も同様に放出されていると考えなければならぬ。そこには、ウラニウム238の核分裂によって生ずるプルトニウム239（その他の同位体を含め飛散状況は、文部科学省二〇一一年九月三〇日発表「文部科学省によるプルトニウム、ストロンチウムの核種分析の結果について」の別紙2-1（図2）を参照）も当然含まれている。だとすると、そうした事故が起こった現場や放射性物質が飛散した地域に関して、「覚書」では原子爆弾が爆発した場合についてどのように述べているのだろうか。

「（この爆弾を使用した場合）放射能による放射線が、誰であれ、数日間、影響を受けた地域へ近づくことを妨げるであろうことは、心に留めておくべきであろう。放射能による放射線はまた同様に、防衛側が影響を受けた場所を再占拠することも妨げるだろう。」(FPM、188頁。括弧内は筆者補足)

また、

「放射性物質が、風に乗って拡がるため、爆弾はおそらく非常に多くの市民を殺すことなしに用いられることはできないであろう。したがって、この爆弾が、当国家（イギリス）によって使用されるのを不相当とされるかもしれない。」(FPM、一八八頁。括弧内は筆者補足)

これらの予測が、現在の福島に重ね合わせられることは明らかだ。ひとつ前の引用では、まさに自らの故郷に帰れない事故現場近辺の人々の状況を的確に表している。またすぐ前の引用では、「爆弾は」のところを、「原発の事故は」と読み替え、さらには「この爆弾が」のところを「原発がエネルギー源として」と読み替えてみればどうだろうか。問題点を見出すのは極めて簡単だ。

原子物理学の研究者にとっては、その黎明期であるはずの一九四〇年でさえ、その理論からこの程度まで結論が導き出せていたのである。原子炉の事故は、いわば原子爆弾の爆発と同様である。この章のはじめにも指摘したが、福島第一原発の事故が起こった際、原子爆弾と原子力発電は違ふと主張した人々は、七〇年前の同じ分野の科学者たちのこうした指摘をどのように受け止めるだろうか。そしてこの「覚書」は、次の一節で、原子爆弾使用後の状況に関する予測を述べている。

「放射性物質のほとんどは、おそらく、空中に飛ばされ、風によって運ばれる。放射性物質の雲は、数マイルの長さで見積もられる帯の中にいる人々を殺すことになる。もし雨が降れば、危険は更に悪くなることになる。というのも、放射性物質は、大地に降りそ

そぎ、そこに付着するであろうし、そのために汚染された地域に入る人々は、数日後でさえ、危険な放射線に晒されることになるだろうからである。もし、放射性物質の1%が爆発の周辺にある残骸に付着し、その残骸が、おおよそ一平方マイルの地域を超えて拡がるのだとすれば、この地域に入る人は誰であれ、爆発後の数日でさえ、深刻な危険の中にいることになるであろう。〔FPM, 193頁〕

この一説を読むだけでも、原子爆弾と原子力発電所の事故が同じ地平にあるということがわかるであろう。いやもっと厳しく言えば、スリーマイル、チェルノブイリ、そして福島第一原発における事故(どの国の原発でも数知れない小さな事故が起こっているが)を経験した我々はそれを理解しなければならぬ。しかし、だとしてこうした事態を前にして我々は、そして哲学は何かができるのだろうか。具体的な問題解決はできないかもしれない。そうだとしても、より原理的な問題を提出することによって、この本質を捉えることはできるのではないか。そして、その問題は、原子核のもつ自然本性にあるのではないかと考えるに至った。そこで私は、そのヒントをギリシアの哲学者アリストテレスに求められるのではないかと考えたのだ。そこで次の章では、アリストテレスの『自然学』、それも「自然 (physis)」を定義した第2巻第1章に焦点を当て、それを求めたい。

4. アリストテレスの「自然 (ピュシス)」による反照

この章のタイトルは間違いではない。ましてや現代の自然科学を哲学(それもギリシア哲学)で解釈し直そうとしているわけでもない。そうではなく、このように表題づけることでこの章での内容を初めから理解して

もらうためである。そして、原子核分裂反応による放射性物質及び放射線の放出という現象を持つ物質の本性について原理的に考察するために、哲学の最も根本的な点から考察するという作業が必要だと考えたからだ。その作業にあたって最も適当である思想は、自然を個々のものから考察し、各々の原理を探索したアリストテレスの思想にあるだろう。

周知の通りアリストテレスは、その『自然学』(Physike Akroasis)に、「自然とは何であるか」についての論及を纏めている。彼はその中で、「自然そのもの」の定義を第2巻第1章(192b-193a21、以下『自然学』の引用は、*Aristotelis Physica*, Oxford Univ. Press, 1950より)で述べている。本章の表題にあるように、アリストテレスの自然概念によって原子核の本性を反照することで、原子力をどのような仕方であれ利用することは、如何に自然そのものに反しているかを示すことにつながるのではないかと考えたのだ。

本論の第一章を振り返ってみてほしい。アメリカの原子爆弾製造の理論の一翼を担ったニールス・ボーアは原子核分裂について、「人間によって制御された元素の転換」としていた。福島第一原子力発電所の事故を受けて、私はこの言葉に対して違和感を覚えたのだ。その違和感の根は、アリストテレスの「自然」の概念にあった。したがって、この章は、アリストテレスの思想の解釈ではなく、アリストテレスの「自然」の解釈を用いて、原子力の問題に対しての反照が可能であるかを考察することが主題である。

さて、アリストテレスは、『自然学』において、「自然 (physis)」を、「自然によって (phusei) あるもの」と「自然そのもの」とに区別し、各々を定義することによって「自然」を明確にしようとしている。その原因は、「physis」という言葉のもつようになった動詞「phyo」にある。「phyo」という一語には、「生む(能動・原因)」と「生まれる(受動・結果)」とい

う2つの意味が一つの言葉に含まれており、そこには「生み出すものと生み出されるものと同じものの中にある」という内容が含まれているからだ。それを踏まえたうえで、アリストテレスは、「結果」である「自然」によってあるもの」のあり方の分析から考察を始める。彼は「自然によってあるもの」を端的に次のように定義する。『自然学』からの引用はすべて、"ARISTOTELIS PHYSICA", edit by W.D.Ross, Oxford Univ. Press, 1956により、日本語訳はすべて筆者による。)

「これら(自然的にあるもの)の各々は自らのうちに運動と静止の原理を持っている。」(192b13-192b14)

もちろん、この「原理」は、単に運動と静止だけではなく、成長と衰弱などその他あらゆる変化の原理でもある。そこには、質の変化も含まれている。そしてその「原理」こそが「自然そのもの」でもあるとする。

「自然であることは、動くことと静止することの何らかの原理や原因が第一義的には自らのうちに、そして決して付帯的ではなくその中に属していることである。」(192b20-23)

そして、内属している原理としての「自然」は、素材(例えば身体)が自ら変化するための内的な原因である。それは次のように述べられている。

「(自然とは) ロゴス (logos) に従った、「形式 (morphé)」ないし「形相 (eidos)」である。」(133a30-31)

このように、アリストテレスは、まず自然的にあるものに関して、現象

として現れてくるものの変化から考察を始める。そしてさらに、人間が技術 (techné) によって製作するものとを比較しながら、その原因が内属するものであり、そこに含まれる「ロゴス」に従って、変化すると考えた。

ここまでは、『自然学』の簡略的で、まさに言葉(ロゴス)に即した説明にすぎない。むしろここからが反照の始まりである。上記のアリストテレスの「自然」の概念が「原子核」の本性に当てはまるのかどうか、そして当てはまるのだとすれば、どのような結果がそこからもたらされるのかを考察したい。さらには、人間が原子力エネルギーを利用することが本当に正しいことであるのか、を問うてみたい。その根底には、私が違和感をもった、ニールス・ボーアの「人間による制御」という言葉があるからだ。

そこで、第1章で取り上げた、ニールス・ボーアの「原理」からの一節をもう一度思い出してほしい。そこでニールス・ボーアは、原子核の崩壊について2種のことを述べていた。一つには「外的原因なしに自ら崩壊するもの」と、もう一つには「電子をぶつけることで崩壊をするもの」であった。ボーアは後者をとらえて、「人間によって制御された元素の転換」(「原理」、一六頁)としている。つまり、前者は一定の確率で内的原因によって核崩壊が起こるもので、人間は全く「制御」できないばかりか、何時どのように核崩壊が起こるかさえ確率的にしかり理解できないものである。ところが、後者は一定の割合で電子を原子核にぶつけることによって、人為的に核崩壊を起こすことができるのである。

そこで、この二者をアリストテレスの「自然」と「技術」の概念に当てはめてみると、一見すると、前者が「自然によるもの」、後者が「技術によるもの」というようにみることができるといえる。というのも、後者は人間が介入することで初めて原子核の崩壊をもたらす、エネルギーを放出す

るからだ。同時にそこに道具（原子炉施設等）も必要となる（だからこのボーアは「人間によって制御」しうるものと考えたのであろう。と同時に「原子力の平和利用」の思想的根がここにあるともいえる）。

しかし、である。私はアリストテレスの「自然」の概念からもう一度この点を問い直してみたい。彼は、「自然」という概念を、「自然によってあるもの」と「自然そのもの」として二面的にとらえていた。それと同時に、彼は「自然」を「可能態 (dynamis)」と「現実態 (energeia)」として、規定してもいる。それらのうちで彼は、「形相」を自然的に存在するものに内在する原理として「現実態」と規定していることは周知のとおりである。したがって、現象として現れているものは、「形相」を内在した「素材」としての「可能態」である。このことを先ほどのボーアの区別に当てはめてみよう。「自ら核崩壊を起こすもの」と「電子をぶつけて核崩壊を起こさせるもの」、これらは我々に現れている状態では、「可能態」でしかない。しかし我々は「素材」しか感覚にとらえることはできないし、ましてや核崩壊による放射性物質と放射線の放出を感覚では捉えられない（ただし、核崩壊時に生ずる熱エネルギーを感覚でとらえることは可能）。したがって、現象の面からは原子核の本質は捉えられない。とすれば、答えは一つである。

すなわち、（崩壊する）原子核の本質は、崩壊し放射性物質と放射線を放出し続けることであり、それが原子核の「自然」、すなわち「形相」である、といえよう。とするならば、それが「初めから崩壊するもの」であれ、「電子の衝突により崩壊するもの」であれ、崩壊することはその原子核に内在する本質（自然本性）ということになる。原子爆弾の爆発や原子力発電の原子炉内で行われる操作は、あくまでも原子核の本質を利用しただけである。自然物に「形相」・「目的」・「作用」を外的に与えるというアリストテレスの「技術」の概念から見れば、それは決して「技術」

ということではできないのである。

5. 結びにかえて

以上、福島第一原子力発電所の事故に触発を受け、その経緯より見出した問題を、私なりに整理し纏めたものである。この事故だけでなく、25年前に起こった旧ソ連のチェルノブイリ原子力発電所の事故はまだ収束しないばかりか、未だに事故の建物から核崩壊による熱エネルギーが、「石棺」の中で排出され続けているという。そして、福島第一原発周辺は、どれだけ短く見積もっても、四〇年は住民がその地域に戻ることができないほど、放射性物質によって汚染されている。こうした事態を目の当たりにした私は、原子力エネルギーの基本的な概念を理解しようとした。その中で最終的に明確になったことは、原子力が自然そのもののうちにある以上、人間の制御のうちにとどめることなどできないということであった。そのうえで、では私はそのことを哲学という学問を通して、どのように伝えることができるのか、を問い続けたのだった。

そこで私は、アリストテレスの『自然学』の「自然概念」を反照とし、原子核の本質を「自然」ととらえた。そして原子核に内在する「形相」と読み替えることによって、原子核もまた人間と同じく「自然」に属するものであり、「自然」は「技術」によって制御できるものではないという考えに私は至った。つまり、人間の手に負えるものではないことを示そうとしたのであった。それ故に、本論は、何かを解決するための思索や方法が述べられているわけではないし、明るい未来への希望が述べられていないわけでもない。むしろ、人間は、半減期二万四千年という途方もない時間をかけて安定するプルトニウム239と共存していかねばならなくなったこと、さらにはそれによる生命への危険に怯えてゆかねば

ならないことを、我々自身と子孫たちが覚悟しなければならなくなったことを示すだけにすぎない。しかし、裏返して言えば、人間が、自ら手に負えない「自然」を制御できると錯覚し、歴史の悪戯とはいえず、その力を使用したことはもはや取り返しがつかないのである。その答えは人間の生存中に出るかどうかもわからない…。

注

① この経緯については山田克哉『原子爆弾』（一九九六年、講談社ブルーバックス）の二六一～二六五頁参照。

なお一般的に原子爆弾製造に影響力があつたとされる、アインシュタインからフランクリン・ルーズベルト大統領に当てた手紙の中はこの「覚書」の1年前に書かれている。基本的な内容は「覚書」とほぼ同じである。なお、この手紙の日本語訳は、K. Z. モーガン、K. M. ピーターソン『原子力開発の光と影』（松井浩・片桐浩訳、二〇〇三年、昭和堂）に所収。

② 「覚書」、一九〇頁参照。ウラニウム238の同位元素に関してはこの記述で十分理解できる。「ウラニウム238には、本質的に2つの同位体が含まれている。すなわち、ウラニウム238（99.3%）とウラニウム235（0.7%）である。」

原子爆弾は効率的な原子核の連続分裂反応（臨界）が必要なので、ウラニウム235を分離し濃縮しなければならないが、原子力発電は、ウラニウム235とウラニウム238の混在したウラニウムを低濃縮で利用する。しかし、そこにとんでもない事実がある。それは、ウラニウム238を利用することで、プルトニウム同位体が生成されてしまうのである。これが、原子力発電の一番の問題点といえる。

③ 笹本征男が、「ABC」に関して、その著書『米軍占領下の原爆調査』

（一九九五年、新幹社）の中で、詳細な調査により明らかにしている。「ABC」は Atomic Bomb Casualty Commission の略で、日本語では「原爆傷害調査委員会」。基本的な目的は、原爆による被爆後に人間にいかなる変化を生じるのかを追跡調査する機関である。その組織構成も、「アメリカ原子力委員会」、「アメリカ陸海軍軍医総監」、「全米科学アカデミー・国家研究評議会」、「原子力傷害調査委員会」の下部に位置し、アメリカ政府及びアメリカ軍と密接な関係がある。したがって、「ABC」の目的は、アメリカ政府・アメリカ軍による放射線の人体における影響の調査であつたことは疑いないだろう。

なお、笹本は同著の中で、アメリカ政府が自国民に対してプルトニウムを注射するという「人体実験」を行っていた事実を、被験者の実名入りで紹介している。長崎で使用された原子爆弾がプルトニウム型であつたことを考え合わせると興味深い事実である。

④ エンリコ・フェルミのチームが、シカゴ大学に設置された原子炉の中で、安定的な臨界状態を作り出すことに成功したのは、一九四二年十二月二日のことであつた。（山崎正勝・日野川静枝『原爆はこうして開発された』一九九〇年、青木書店、一〇二～一〇七頁参照）

⑤ 日本は、一九六三年に原子力船「むつ」を製造するが、その後配管のトラブル等が頻発し、結局実用化されることなく、一九七四年に引退している。船名である「むつ」は現在の青森県の旧国名であるが、青森県六ヶ所村に建設された、核燃料リサイクル施設がやはり事故やトラブルの頻発で、正式稼働しないままであることと妙に一致している。

⑥ ここでは、アリストテレスの『自然学』の自然概念を、あくまでも原子核と原子力エネルギーの本質に反照させるために用いただけである。本研究ノートではアリストテレスについてこれ以上は触れない。

（本学非常勤講師）

原子力エネルギーは人間に制御できていたのか

セシウム137の土壤濃度マップ

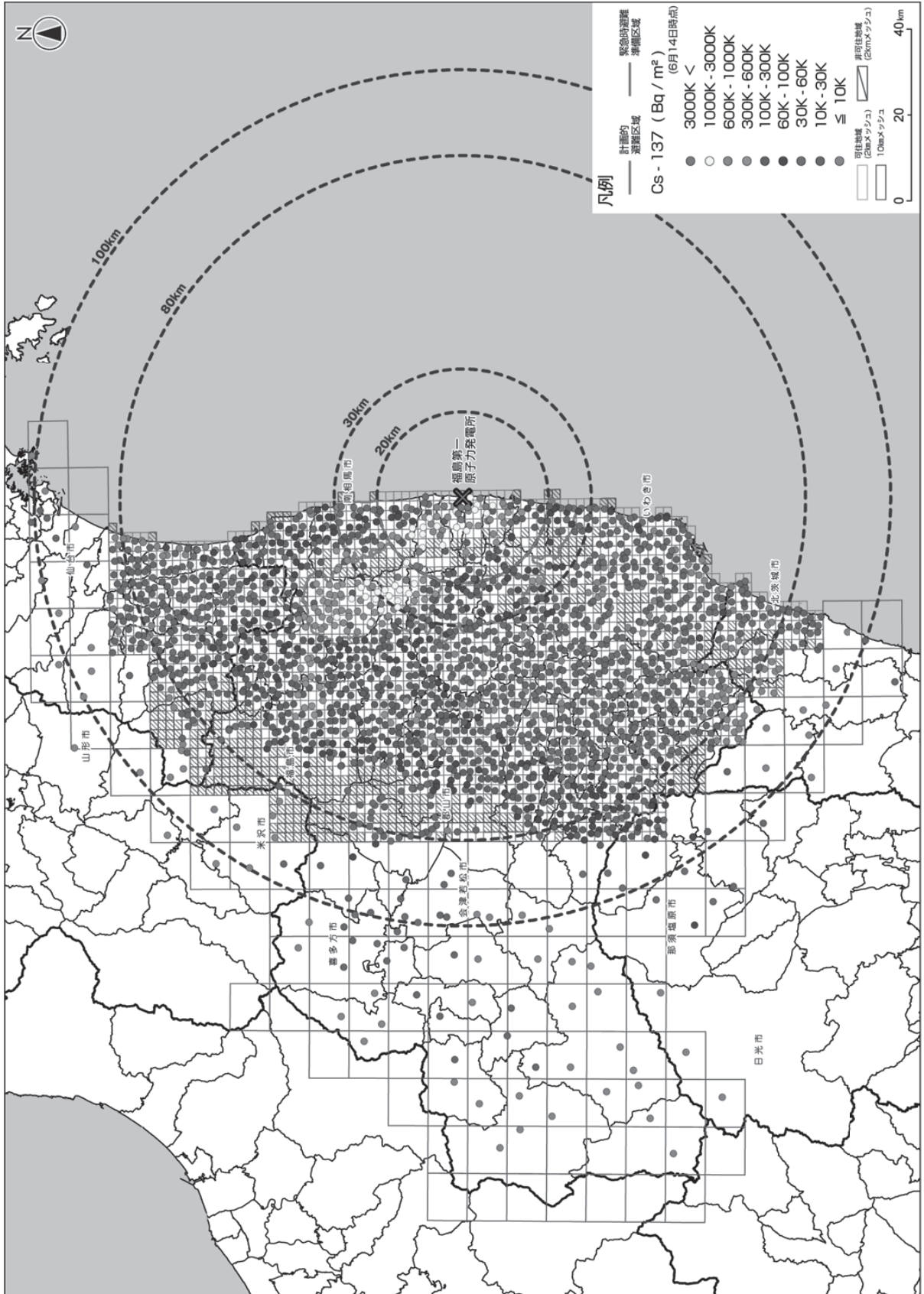
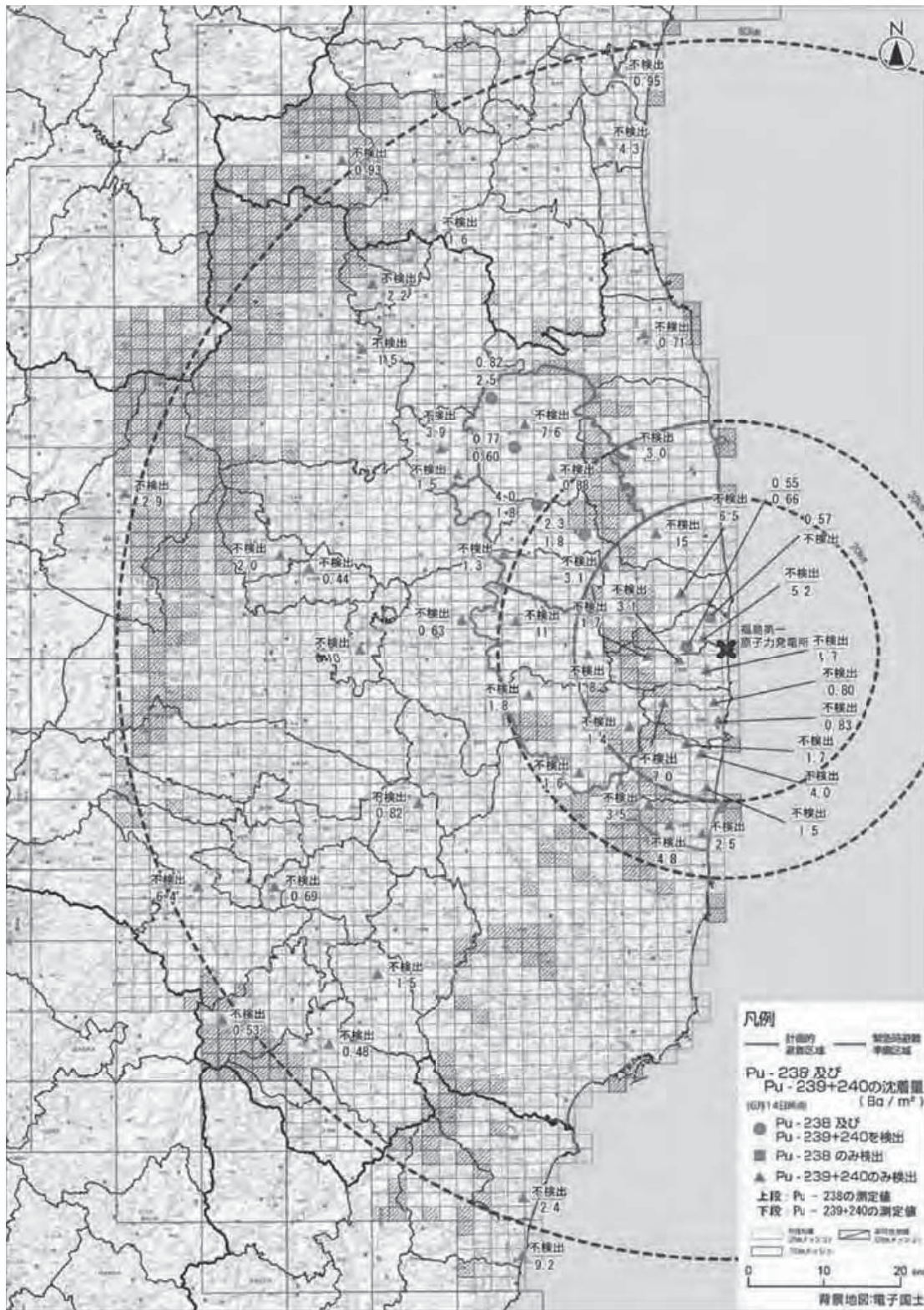


図 1

プルトニウム238、239+240の測定結果について

別紙2-1



※○□: 福島第一原子力発電所事故に伴い、新たにプルトニウム238、239+240が沈着したものと考えられる箇所

図2