

## 第三の実験<sup>(1)</sup>

澤野雅樹

### 1 核分裂と核融合

子どもの頃に読んだ怪獣図鑑の記憶を辿ってみると、ゴジラの体重はおおよそ2万トン程度であった。体長50メートルの巨大生物であるとはいえ、2万トンという数値は途方もない。同じ架空の大怪獣、ガメラは体長60メートルと、大きさではゴジラを凌駕していながらも体重は80トンとずいぶん軽めだ。

架空の生物同士を比較しても実り薄なので、実在する動物の体長および重量を参考にしてみよう。

最大の哺乳類であるシロナガスクジラは体長が20メートルから34メートル、体重は80トンから190トンになるという。魚類で最大のジンベエザメは体長が最大で13メートル、体重は15トンから21トンにもなる。

陸上で最大の動物、アフリカゾウは、体長が6メートルから7メートル、体重は最大で10トンになるという。

もしもシロナガスクジラの体長が2倍になるとして、体重はどれくらいになるだろうか。些か単純な計算であるが、体重は体積の増加に比例し、だいたい2の3乗倍になると見積もられることから、結果は約640トンから1520トンになる。ジンベエザメの体長を4倍してゴジラ並みにすると、体重は21トンの64倍と見積もられ、1344トンになる。ガメラが軽量に過ぎると感じられる一方で、ゴジラは重量級に過ぎる印象である。しかし、ゾウの体長を10倍し、体重を（2の3乗ではなく）10の3乗倍にしてみると約1万トンになり、にわかに説得力

### 第三の実験

が増してくる。ならばガメラの設定がおかしいのかと言うとそうでもなくて、たとえば同じく空を飛ぶ猛禽類を基準にして、イヌワシやクマタカの体長が10倍になったと仮定し、彼らの体重を10の3乗倍しても、3トンから、せいぜい5,6トン程度にしかならない。

そもそも計算方法が幼稚な計算の域を出ていないし、現実の動物から倍々ゲームで類推することにも一応の参考といった程度の意義しかないだろう。なぜなら、ゴジラの2万トンという数値は、どう考えても実在する動物が単純に巨大化した結果として設定ないし算出されたものであるとは考え難いからだ。

ゴジラは第二次大戦後の核実験による突然変異として誕生した。つまり、何らかの生物が巨大化した結果であるとはいえ、生物学的な成長の結果などではなく、特別な意味の負荷を帯びたことにより、過去に存在したどのような動物種からも隔絶した新生物として世界に生まれ落ちた。

冷戦下の米ソによる熾烈な核開発競争がゴジラ誕生の背景にあった。それ以前、つまり戦時中のマンハッタン計画における初の核実験（「トリニティ実験」）において、前哨戦というかりハーサルを兼ねて通常の爆薬を使った爆発実験が行なわれた。そのときに使われた爆薬がいわゆる TNT 火薬、つまりトリニトロトルエンである。名前の通り、トルエンにニトロ基が3つ結合していることからして反応性の凄まじさは想像できるが、実際、通常火薬では最大級の威力を誇る。この実験が行われて以降、エネルギーの値を TNT 火薬に換算したものが用いられるようになった。今や核兵器の威力だけでなく、地震など自然災害で解放されるエネルギーも「TNT 換算」で表わされるようになったが、今でもその含意するところは「同程度の力を有するトリニトロトルエンの重量に換算すれば——」である。

1945年8月6日、「リトルボーイ」のコードネームで呼ばれる原子爆弾が広島に投下された。歴史上一度限りのウラン235を用いたガンバレル方式の爆弾だったが、その威力は TNT 換算で約1万5000トン（15キロトン）と見積もら

### 第三の実験

れている。

元素番号92のウランに安定同位体は存在しない。すべてが放射性同位体であり、採掘量が最も多いウラン238は最も安定しており、半減期は45億年ほどである。元素番号である92という数は、原子核に詰まった陽子の数であり、どのウランも同じだけの陽子を有し、それゆえ同数の電子をも有する。238という数は原子核に格納されている粒子の総数、つまり陽子と中性子の合計であり、陽子92個に中性子146個を加えた元素がウラン238であることになる。半減期が長いということは反応性が相対的に乏しいということを含意している。それゆえウラン238は核兵器としては使えそうになかった。ただし、ウラン鉱から採掘されるウランの中には、0.7パーセントほどの割合で、半減期が約7億年という、やや反応性の高い同位体が含まれていた。それがウラン235であり、名称から明白なのは、陽子数が変わらないという前提から、中性子がウラン238よりも3つ少ない同位体だということである。課題はそれを濃縮することにあつた。ただでさえ希少なことから、十分な量の濃縮ウランを得るためには歴大な採掘量が必要とされる上に、同じ性質の同位体から僅かに軽いウラン235のみを選び分けなければならない。もしも十分な量が手に入り、簡単な濃縮法が確立できれば、すこぶる反応性の高い物質のかたまりを速やかに得ることができる。つまり、それだけ核分裂連鎖反応を実現する確率が高まるというわけだ。

「濃縮ウラン」とは一般にウラン238の割合を低くし、ウラン235の割合を高めたものを指す。対して、残り滓とも言えるウラン238ばかりになった方は「劣化ウラン」と呼ばれる。濃縮はむろん簡単ではない。何しろ中性子の数が3つ多いか少ないかのちがいがいしくなく、性質は全く同じなのだから、分けるといっても中性子の多寡以外の手がかりがない。それでも分けるという、すこぶる手間がかかる作業を繰り返した末に、3～4パーセント程度にまで濃縮されたウランは現在、原子力発電所で用いられ、100パーセント近くまで濃縮されたものが核兵器に用いられた。広島に落とされた「リトルボーイ」は、もちろん後

者に当たる。

おまけとして得られた知識になるのかもしれないが、2つの同位体を区別し、異なる半減期とその存在比が明らかになったことにより、ウランウムという巨大元素がいつ、どのような因果で誕生したのかということもわかった。その生年月日は約60億年前と推定される。地球が誕生してから45億年ほどの年月が経過していることから、少なくともウランは地球で作られたものではなく、外から地球に飛来したものであるか、もしくは寄り集まって地球の原料になった物質の一つだと推測できるだろう。一般に、質量の大きな元素は巨大な恒星が老化の末に超新星爆発を起こし、その余波の中で作られたと推測されている。因みに質量が大きいという曖昧な言い方は、鉄よりも原子番号が大きいと言い換えることができる。すなわち、核融合炉という製造所は鉄までの元素なら作れるが、そこで打ち止めとなり、鉄より大きな元素は例外なく、そのすべてが超新星爆発の産物と見積もられている。

歴史に話を戻すとしよう。トルーマンは広島に「リトルボーイ」を落とし、日本政府の狼狽ぶりを伺うかと思いきや、日本に政治的な判断をするすきを与えまいとするかのようにして、3日後の8月9日、今度は「ファットマン」と呼ばれる爆縮 (implosion) 型の原子爆弾を長崎に投下した。実際の被害は地形が幸いして長崎の方が広島よりも小さかったようだが、爆弾の威力そのものは TNT 換算で約2万トン (20キロトン) と、こちらの方がより凶悪な爆弾だった。

ファットマンそのものの重量は4.7トン程度にのぼると言われているが、あとで確認するようにそこに用いられたプルトニウムは6キログラム程度と言われている。

プルトニウムは元素番号94であり、つい最近まで人工の元素であって、天然ものは存在しないと思われていた。しかし、ウラン鉱から採掘される物質の中に、ごく僅かではあるが天然のプルトニウムが含まれていることがわかった。

### 第三の実験

ウランやトリウムのどのような同位体のどんな崩壊系列にもプルトニウムは姿を現わさない。ということは、天然もののプルトニウムもまたウランやトリウムと同様、宇宙のどこかで始めからプルトニウムとして生まれ落ち、他の巨大元素と一緒に地球に降り立った可能性が高い。因みにプルトニウム239はアルファ崩壊によってヘリウム原子核、すなわち陽子2つと中性子2つを放出するから、結果としてウラン235に変わる。周期表に記載されているプルトニウムの半減期は約2万4000年である。ウランと同時期に作られたとするなら、天然ものが無事に出土したこと自体が奇跡に近い。

一般にプルトニウムは原子炉で生成される。炉内でウラン235が核分裂すると激しく中性子線を放射する。中性子線とは中性子から成る放射線であり、それがウラン238の原子核に飛び込むと、中性子の数が1つ増え（中性子捕獲）、その結果としてウラン239が生成される。ウラン239の半減期は20分ちょっとしかなく、間もなく1つの中性子が負の電荷をもつ物質（電子）を放出して（ベータ崩壊）、正の電荷をもつ核子、すなわち陽子に鞍替えして、元素番号93のネプツニウム239に改名する。マイナスを失ってプラスになったのに質量が減少するという、数学的には納得しがたい現象が起きたことになるが、これは実のところ数学には関係なく、かといって謎の物理現象が生じたわけでもなく、単純に科学史のどこかで誰かがプラスとマイナスの名づけ方を間違え、そのまま放置しているだけのことである——因みに犯人はベンジャミン・フランクリンである。とはいえ、この物理現象だけでも十分に不思議であることに変わりはない。なにしろ物質がその一部を現実には失っているにもかかわらず原子番号は1つ増えており、にもかかわらず核を構成する粒子の総数は変わらないのだから。92番元素から93番元素に席順を移動した元素は新たにネプツニウムを名乗るが、その原子量はウランのときのままなのである。こちらも著しく安定性が低く、約2日後にベータ崩壊して別の元素に変わる。ベータ崩壊ということは核を構成する粒子の総数が変わらずに番号だけ1つ増えることになるから、元

素番号94にして質量数239の物質、ついにプルトニウム239のご登場と相成ったわけである。

したがって、原子炉を運転してさえいれば、プルトニウムは核分裂の副産物として必ず一定量が産出されることになる。実際、原子炉の中では239以外のプルトニウムの同位体も少なからず生成されるし、プルトニウムよりも巨大な元素も形成される。しかし、核兵器の材料として目を付けられたのには安定した量を得られるというのが大きなポイントになったのだろう。また、いかに扱いが難しく、謎めいた点が多かったとはいえ、他の副産物に比較すれば性質も相応に安定しているプルトニウム239に白羽の矢が立ったのは、ある意味、当然でもあった。

さて、繰り返すがファットマンに用いられたプルトニウムは6キログラム程度と推定され、そのうち核分裂したのはだいたい1キログラム程度だったはずである。その1キログラム余りの物質が到達した超臨界状態から解き放たれたエネルギーがTNT火薬にしておよそ2万トンに相当する。

ただし、厳密に言うと、プルトニウム1キログラムの総量がそのままエネルギーに転換して、TNT換算で2万トン分の炸裂を実現したというわけではない。核分裂の結果、プルトニウムの原子核は割れて二つの破片と化す。それらの破片は、残った原子核の陽子数に応じてそれぞれセシウムやヨウ素などに改名しながら周囲に飛散してゆく。中には猪突猛進しながら短い半減期を経て次々に名前を変えて行く物質もあるだろう。今、仮に分裂したプルトニウムの総量が厳密にわかり、なおかつ反応の末に飛び散った破片を一つ残らず回収できるとしてみよう。たとえ漏れなく回収できたとしても、破片の総量を計測すると元のプルトニウムの質量よりもほんの僅かであるが少なくなっているはずだ。すべて回収しても元の量に達しないのは、その分だけ世界から失われたからであり、その失われたごく微量の物質が凶悪な炸裂に結実したことになる。物質の幕引きに相応しいのかどうかはわからないが、炸裂の主体は物それ自体

### 第三の実験

としては何も残すことなく、この世界から完全に退場したことになる。

したがって、2万トンという数値は、ごく僅かな物質がこの宇宙を去るのと引き換えにして生み出されたエネルギーであったことになる。ゴジラの体重が帯びる意味の負荷はその数値の大きさと無縁ではない。象徴的ともいえる大きさは、ゴジラの動物的な体躯の重量を指すのではなく、むしろ重量以外のもの、すなわち存在の怪物性ないし出現という事象の象徴性についてこそ言われなければならない。

ビキニ環礁と思しき場所から核兵器の分身としての怪物が生まれ落ちた。そこから日本に上陸し、放射能を吐きながら都心を徘徊・蹂躪してゆく。ゴジラとは、そこにいること自体が悪であり、ただ生きて歩くだけで市街地を汚染させてゆくという、その紛れもない怪物性の名称であり、名づけようもない悪の象徴性が2万トンという数値に籠められていたのである。

ところでTNT換算の単位について、さらに一般的な単位に換算して説明を加えておくべきだろうか。TNT火薬1グラムに含まれるエネルギーが1000カロリー、つまり1キロカロリーになると考えればわかりやすいだろう。つまりTNT1キログラムは1000キロカロリーであり、TNT1トン（1000キログラム）の熱量は、100万キロカロリー（ $1000 \times 1000$ キロカロリー）に相当する。そしてTNT1万トンともなると、100億キロカロリー（ $10 \times 1000 \times 1000 \times 1000$ キロカロリー）に達する——ジュールを持ち出すと一挙に字面が面倒になるので、そちらについては省略させていただこう。

TNT換算で1万5000トンの爆発がどのようにして起きたのか。熱量は150億キロカロリーになるが、単純に熱量では測り知れない事象が生じた。私たちは被災地の惨状について熱量で表わすにはあまりに悲惨な出来事が起きたことを知っているし、人々が蒙った悲劇については相応の知識があるものの、爆発の詳細については実のところ、疎いところがある。そのため、核爆発そのものに眼を向けてみることにしたい。



### 第三の実験

原子核には正の電気を帯びた陽子がひしめいているので、ふつうは外部からの粒子の侵入が阻止される。だが、中性子は電気を帯びていないので、陽子にも気づかれることはない。やってきた中性子は原子核のなかに割り込み、そのバランスを崩して、押し合ってぐらつかせる。

地中に埋もれているウランの原子は、どれも45億年以上前に生まれたものだ。地球がつくられる前に存在したきわめて強力な力だけに、電氣的に反発する陽子同士を一つに束ねる作業が可能だった。いったんウランがつくられると、「強い核力」が接着剤として働き、長い期間にわたって陽子をずっとひとまとまりのままに保ってきた。やがて地球の気温がさがり、大きな陸地があらわれた。アメリカ大陸がヨーロッパ大陸から分離し、北大西洋がゆっくりと広がっていった。地球の裏側では火山活動が盛んになり、いずれは日本になる陸地が形成された。これだけの時間がたつあいだも保たれてきた安定性が、いまや一個の余分な中性子によって乱されようとしている。

原子核が強い核力の束縛を断ち切るほどぐらつくと、すぐに陽子が静電気力によって分離する。一個の原子核の重さはたかがしれていて、その破片ともなるとさらに軽い。ウランのほかの部分に高速で衝突しても、それほど熱は発生しない。だが、ウランの密度がじゅうぶん高いので、連鎖反応がはじまる。ウランの原子核の高速で飛ぶ破片は、2個からすぐに4個になり、8個、16個と増えていく。原子のなかで質量が消滅していき、原子核の破片が動き回るエネルギーとして出現する。まさに  $E = mc^2$  大活躍の過程である。

エネルギーの倍々の放出は、すべてがわずか数百万分の1秒で起こる。爆弾は朝の湿った空気のなかにまだ浮かんでいて、外装の表面はかすかに結露している。わずか43秒前には高度3万1000フィート〔1万メートル〕の冷気の中にいたのが、いまや病院の上空1900フィート〔600メートル〕



### 第三の実験

で気温が摂氏27度にまであがったためだ。あと1インチ〔1センチ〕と落ちないうちに、核反応のほとんどが終わる。爆弾の外部からは、はじめに鋼鉄の外装が奇妙にゆがむのが見え、内部で起きていることが暗示される。

連鎖反応はエネルギーの倍加が80「世代」をへて終わる。最後の数世代にいたるところには、割れたウランの原子核の破片がかなり増え、きわめて高速で飛びまわるので、周囲の金属が熱くなり始める。最後の何回かの倍加はすさまじい。たとえば、庭の池にハスの葉が浮かんでいて、1日ごとに倍の大きさになると仮定しよう。80日後には、葉が池を完全に覆うとする。池の半分がまだ覆われておらず、陽光にあたり、外気にふれているのは、いったい何日目だろうか。それは79日目のことだ。

80世代がすぎた時点で、 $E = mc^2$ の反応はすべて終わる。もはや質量は「消滅」せず、もはや新しいエネルギーは生まれえない。原子核の運動エネルギーは単純に熱エネルギーに変わっていく。ちょうど、両手をこすると手のひらが温まるようなものだ。だが、ウランの破片は、止まっている金属に猛烈な速度でこすりつけられる。 $c^2$ の掛け算の効果によって、その速度はすぐに光速に近づいていく。

ぶつかられ、こすられることで、爆弾の内部の金属は熱を運び始める。体温と同じくらいの37度から、水が沸騰する100度を超え、鉛が気体になる1744度にいたる。だが、倍々の連鎖反応が進むにつれ、さらにいっそうのウラン原子が分裂して、その温度はやがて太陽の表面と同じ5000度に、つづいて太陽の中心と同じ数百万度に達するばかりか、さらにどんどんあがっていく。ほんの短いあいだ、空に浮かんだ爆弾の中心は、宇宙が誕生した初期の瞬間と同じような状態になる。

熱は爆弾の外部に出ていく。ウランを包む鋼鉄の反射材を突き抜け、数千ポンドもあった外装の残骸もやすやす通過する。だが、そこでいったん止まる。核爆発のような高温の状態は、放出してやる必要のあるエネルギー

を含んでいる。そこで、きわめて大量のX線を周囲に向かって放出しはじめる。一部は上向きに、一部は横向きに、そして残りは地上の広大な範囲へと向かっていく。

爆発を途中で止めたまま、破片は自分自身を冷やそうとする。空中にとどまりながら、エネルギーの大部分を噴出する。1万分の1秒がすぎ、X線の放射が終わると、熱の玉はふたたび膨張しはじめる。

この時点で、ようやく大爆発が見えるようになった。ふつう光子には、放射されているX線のあいだをかいくぐってその外に出ていくことができない。だから、これまでは放射の外側で発生する輝きだけが見えていた。いまや、強烈な閃光がきらめき、まるで空が裂けたかのようだ。あらわれた物体は、銀河の彼方に存在する巨大な太陽の一つにも似ている。空に占める大きさは太陽の数百倍になる。この世のものとも思えないその物体は、あらんかぎりの火力で0.5秒にわたって燃えたあと、弱まりはじめ、2、3秒後には消滅する。この「消滅」は、大部分が外部への熱エネルギーの放射によっておこなわれる。一瞬にして大火災が発生したようなもので、直下周辺の人間はみな皮膚のほとんどがはがれ、身体から垂れ下がった。広島にもたらされた10万を超える死は、このようにしてはじまった。

連鎖反応によって発生したエネルギーの少なくとも3分の1が、このときまでに使われた。残りのエネルギーもすぐ後ろから追ってくる。この異様な物体の熱によってふつうの空気が押され、太古に巨大な隕石か彗星が落ちたときをのぞけば、かつてない速さで動きはじめる。いかなる台風がもたらす暴風よりも、さらに数倍は速い。じつのところ、あまりにも速いので音がしない。爆風が強大な力で何か音を発生させても、それを追い抜いてしまうからだ。最初の爆風のあと、やや遅い第二波がくる。それが終わると、大気は押しのけられた隙間を埋めるために急いで後戻りする。その結果、気圧が一時的にほとんどゼロまで下がる。爆発地点からじゅうぶ

### 第三の実験

んに離れていて助かった生き物も、わずかのあいだ大気圏外の真空にさらされたようになり、自分自身が破裂してしまう<sup>(2)</sup>。

原則として、リトルボーイだけが濃縮ウラン（ほぼ100パーセントのウラン235）を用いたガンバレル方式による原子爆弾であった——「原則として」と言わなければならない理由については後述する。ガンバレル方式とは、拳銃のリボルバーに似た装置から、ウランの弾丸を撃ち込む方式であり、撃ち込まれる爆薬の方もウランの塊になっている。まずウラン235を主たる原料とした爆薬をタンパーと呼ばれる中性子反射材で作られたカバーで包み、そこに凹みないし穴を空けて、爆薬の中心部に直結した空洞を作る。ウラン弾を装填した巨大拳銃は銃身を標的の中心部に向けて固定されている。弾を打ち出すと濃縮ウラン弾は爆薬の中心部に直進し、そこでウラン同士が激しく衝突する。この衝突を契機に忽ち核分裂連鎖反応が始まり、核爆発にまでつながる。このような爆薬同士を激突させて反応を起こす方式がガンバレルと呼ばれるのである。これに加えて、爆縮方式のファットマンとの二つの原子爆弾投下によって「第一の実験」が構成される（爆縮方式については後述）。

それが実験であったことは、原爆投下直後から米軍から調査団が派遣され、被害状況をつぶさに観察し、記録していることから明白だろう。原子爆弾の投下は戦争行為である以上に実験であり研究調査であった<sup>(3)</sup>。ゴジラの体重は、長崎型原爆のTNT換算による熱量と正確に一致する——その数値が $E=mc^2$ ではなく、それを変換して得られる $m=E/c^2$ でもなく、象徴化された $m=E$ （「エネルギー＝質量」という通常では考えにくい事態を意味する等式）という形をしている点に留意されたい——が、物語の設定では戦後の水爆実験による突然変異ということになっている。それゆえ怪物の誕生と存在については戦後に行なわれた一連の核実験、すなわち「第二の実験」に由来すると言わなければならない。

### 第三の実験

さて、文中の  $E = mc^2$  に戻るとして、これはむしろアインシュタインの特殊相対論に由来する式であり、その意味は「エネルギーは、質量に光速の2乗を掛けたものに等しい」ということになる。通常の物理世界ではニュートンの法則、すなわちエネルギーは質量と速度の積に等しくなり、質量と光速の自乗の積になったりはしない。もちろん、どちらか一方が正しくて、他方が誤りなのではない。リチャード・ファインマンの言葉を引けば、ニュートンの運動「法則にあやまりがあるということがはじめて発見されたとき、同時に、それを修正する方法も発見されたのであり」<sup>(4)</sup>、その補正として力学に変更を加えたものが特殊相対性理論だった。光速は秒速にして約30万キロメートルであり、それを3600倍すれば時速10億8000万キロメートルが得られる。いずれにせよ、その数値を難問として捉えるのではなく、定数として導入したところにローレンツからアインシュタインへの飛躍があった。

質量と光速の2乗との積により、原子核に含まれていたごく僅かな物質がこの世界から永遠に消滅し、代わりに莫大なエネルギーが放出される。新たに生まれたエネルギーは、それまで原子核を穏やかな物質としてまとめあげていた何かしらの力を凌駕しただけでなく、いわば禁断の力をも解き放って、最終的に一つの都市を壊滅させることになった。禁断の力が何かという問題は取り敢えず措くとしても、次のことだけはすでに明らかだと思われる。すなわち、陽子の電荷（反発力）を押さえ込み、中性子とともに一つの原子核に縛り上げている力は、質量に由来する力（引力＝重力）よりも遥かに強大な力ではなくならず、それゆえニュートンの力学から導かれることはない。何しろ電磁気力にしてからが重力の $10^{40}$ 倍も強く、問題の力は核内にひしめく電気的な反発力をも抑えこんで原子核を一つにまとめあげていたのである。ともあれ、ニュートン力学との齟齬が判明するのは電子の振る舞いを扱う電磁気学の登場によってであり、そこで扱われる電磁波の伝達速度は当然ながら光速になる。ローレンツ変換の心臓部にある「 $1 - v^2/c^2$ 」は、ニュートン力学と電磁気学との橋渡

### 第三の実験

しを演じただけでなく、ニュートンの第二法則の補正版たる特殊相対性理論の土台となった上、今やシンクロトロンで漸進的な加速にしたがって怪物化する物質の容貌を捉えるためのツールにもなっているのである<sup>(5)</sup>。

次に、ボダニスが核分裂連鎖反応を数百万分の1秒のうちに進行した倍々ゲームで説明しているが、これは「k」という単位に関係している。kは中性子増倍率を意味し、kの値が1の場合は一つの原子が核分裂して、放出した中性子が確実に別の原子を一つ核分裂に導くもので「臨界」の名で呼ばれる。他方、ボダニスが言及しているのはkの値が2になるケースであり、これは1つの原子が核分裂し、放出した中性子が別の原子2つを核分裂に導くことを意味し、「超臨界」と呼ばれている。

ボダニスの言葉を信じれば、広島上空で行なわれた倍々ゲームは数百万分の1秒以内に80回ほど展開されたという。はじめに1つのウラン235が核分裂し、それによって放出された中性子のうち、ちょうど2つがそれぞれ他のウラン元素の中に飛び込み、原子核にまで到達する。不意を突かれた2つの原子核はいずれも侵入者に狼狽して安定性を失い、驚愕のあまり真っ二つに割れてしまう。この一連のプロセスに要する時間はわずか1億分の1秒だという。この数字を基準に考えを進めるなら、次に2つの元素から放出された中性子がそれらの2倍に相当する4つの元素を捉えることになり、それまでに1億分の2秒が経過することになるだろう。さらに4つのウランが核分裂し、1億分の3秒が経過……と倍々ゲームが続く。

$$2^2 = 4, 2^3 = 8, 2^4 = 16, 2^5 = 32, 2^6 = 64, 2^7 = 128, 2^8 = 256, 2^9 = 512$$

ここまで1億分の9秒を要している。続く1億分の1秒のあいだに達成されるのは、

### 第三の実験

$$2^{10} = 1\,024 \doteq 10^3 = 1000 : 1 \text{ キロ (千)}$$

これで、1バイトから1キロバイトまでの核分裂が達成されたことになる。今、1億分の10秒、すなわち1千万分の1秒が経過したところだ。続いて1千万分の1秒ごとに刻んでゆくと、

$$2^{20} = 1\,048\,576 \doteq 10^6 = 1\,000\,000 \quad \cdots \cdots 1 \text{ メガ (100万)}$$

$$2^{30} = 1\,073\,741\,824 \doteq 10^9 = 1\,000\,000\,000 \quad \cdots \cdots 1 \text{ ギガ (10億)}$$

$$2^{40} = 1\,099\,511\,627\,776 \doteq 10^{12} = 1\,000\,000\,000\,000 \quad \cdots \cdots 1 \text{ テラ (1兆)}$$

$$2^{50} = 1\,125\,899\,906\,842\,624 \doteq 10^{15} = 1\,000\,000\,000\,000\,000 \\ \cdots \cdots 1 \text{ ペタ (1000兆)}$$

ちょっと面倒になってきたので、2の累乗の詳細については省略させていただく。

$$2^{60} \doteq 10^{18} = 1\,000\,000\,000\,000\,000\,000 \quad \cdots \cdots 1 \text{ エクサ (100京)}$$

$$2^{70} \doteq 10^{21} = 1\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000 \quad \cdots \cdots 1 \text{ ゼタ (10垓)}$$

$$2^{80} \doteq 10^{24} = 1\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000 \quad \cdots \cdots 1 \text{ ヨタ (1杼)}$$

この時点で1千万分の8秒が経過している。まだそんな時間しか……と感じるか、すでにこんなにも……と感じるのかは問題ではない。問題はボダニスの言うところの「数百万分の1秒」であり、自由落下する爆弾が上空600メートルに差しかかってからさらに1センチ落下するまでの間で起きることである。1世代の反応が正確に1億分の1ならば、80世代はおよそ125万分の1秒あたりで達成される計算になる。もしも1回の反応が1億分の1秒以下ならば、80世代を経るのに要する時間についても125万分の1秒以下と見積もられ、この

### 第三の実験

極度に短い制限時間内ならば暴発を押さえ込み、炸裂を阻止することが可能になる一方、連鎖反応は同じ制限時間を倍々の増殖を許された猶予期間として、てきぱきと反応を展開ゆくことになる。

長崎に投下されたコードネーム「ファットマン」は、爆薬の主体がプルトニウムの爆縮（implosion）方式の原子爆弾だった。爆縮方式が採用されたのは、プルトニウムを主原料にガンバレル方式の爆弾を作ると、十分な爆発力を獲得する前に暴発し、爆薬が飛び散ってしまうからだった。そのため爆縮方式では、中心核のプルトニウムの周囲を、爆発速度の異なる火薬（TNT）で取り囲むように配置する。このプルトニウムを包む TNT 火薬の絨毯を爆縮レンズと呼ぶ。レンズから発せられる衝撃波が寸分の狂いもなく同時に中心核に到達する仕組みを作るのに、フォン・ノイマンの超人的な計算力をもってしても実に10カ月の月日を要したという。爆薬の全体を包み込むタンパーには通常、中性子反射体ないし減速材としてグラファイトやベリリウム、鉛、ウラン、タングステンなどが使われる。その目的には、中性子が外に逃げないようにすることもあがるが、もっと大事なものは固い材質によって爆薬（反応物質）の急な膨張を抑え、連鎖反応をより長く持続させることである。爆縮方式の原子爆弾には、このタンパーという装置が欠かせない。また、爆縮方式の設計と計算にはガンバレル方式に比して遥かに厳密な配慮がともなうということも忘れてはならないポイントである。

第二次大戦後、大国は製造が簡単であるにもかかわらず「リトルボーイ」型原爆の開発には目もくれず、ひたすら「ファットマン」型の爆弾、すなわちプルトニウムを爆薬に用いた繊細な核兵器の開発に精根を傾け、ひたすら威力の拡大に精力を注いできたように思われる。その理由は、ウラン235はただでさえ希少であり、原子炉を運転すればするほど減ってゆくばかりなのに対し、プ



### 第三の実験

ルトリウムは原子炉の運転によって半ば自動的に製造され、漸進的に増えてゆくからである。爆弾の製造の難易度よりも材料の希少性が優ったわけだ——どちらも製造できる先進国においては……。

実際に戦後、核開発がどのような展開を見せるかについて、少しばかり興味深い報告があるので、それを読んでみることにしよう。

私は1967年夏をニューメキシコ州・ロスアラモス研究所で過ごしました。〔中略〕建物の側には原爆の「中心核」、すなわち爆発の連鎖反応を起こすために圧縮される球状のものが置いてありました。そのうちの1個を持ってみるように渡されました。私は機密情報に接する許可証を得ていましたが、知る必要もありませんでしたので、何も説明を受けませんでした。そのときには、持つように言われた球状物体がいかに特殊なものであったかを理解していませんでした。それは次のようなことだったのです。

長崎に投下されたファットマンと呼ばれた原爆の中心核は直径が9センチメートル、重さが6キログラムを少し越える程度でした。私が持つように言われた球状物体の直径はその2倍以上ありましたが、重さは同程度でした。1957年には私が知らなかったことですが、ファットマンの中心核は中が詰まった球状物体でした。私が持つように言われた大きさの球状物体が中が詰まったものだったなら、重さは数百キログラムにもなっていたでしょう。重さがそんなになかったということは、中が詰まっていない、すなわち中空球だったということです。それを知っていたら、どうしてそうなっているのかを質問していたでしょう。しかし、その質問に対する返事は得られなかったはずですが。実は、爆発前に水素の同位元素のような軽い元素が中空球に入射されるのです。これら軽い元素は、プルトニウムが行なう核分裂とは違って、核融合反応を起すのです。核分裂反応が核融合反応を点火させるもので、「強化」核爆弾と呼ばれているものです<sup>(6)</sup>。

### 第三の実験

上の引用文の著者、ジェレミー・バーンシュタインが持たされたものは、いわゆる水素爆弾の中心核である。中心核の主原料であるプルトニウムのかたまりの中心部分を中空にして、そこに中性子が一つないし二つ多い水素の同位体、すなわち重水素を注入する。通常、水素原子は陽子一つと電子一つから成るが、重水素の核は陽子が一つないし二つの中性子と結合している。また「重水」という言葉もよく使われるが、こちらは重水素と酸素が結びついてできた特殊な水を指す。

重水は通常の水とは異なり、飲めば飲むほど喉が渇くという。ごく少量ならなんともないが、ふつうの水の代わりにがぶ呑みしたりすると、命にかかわる。原子炉の冷却水は、核分裂による中性子放射を日常のかつ反復的に受けているため、重水の割合が（併せて水の毒性も）著しく高くなる（重水の毒性についての詳細は後述）。

さて、中心核にびっしり詰まった重水素は、通常の爆薬による爆縮に加え、さらにプルトニウムの爆縮によって猛烈な高温高压状態に導かれ、次第に独立した一人前の元素としての状態を保てなくなってゆく。すると隣り合う二つの重水素が過度に密着した状態に至り、押しつぶされるようにして結合するに至る。重水素は今や陽子二つに中性子二つの原子核、すなわちヘリウム元素の電子を欠いた状態へと変身してしまった。変身の際に放出されたエネルギーもまたアインシュタインの  $E=mc^2$  の公式にしたがう。それがわかるのは、ヘリウムの質量は水素原子核（陽子）二つと中性子二つの総和よりも僅かに小さいからである<sup>(7)</sup>。また、炭素の質量もヘリウム三つの和（陽子2・中性子2の元素×3）よりも僅かに小さい——質量欠損の数値を見ると、炭素の核子（陽子・中性子）一粒の100分の1より僅かに小さい程度であるが、水素からヘリウムが作られる際の質量欠損の値と比較してみると、ざっと3倍以上の値となっている。このことからわかるのは、陽子6個と中性子6個、計12個の核子を結合させて炭素原子一個を作る際に核子1個の1000分の1より僅かに少ない物質が

消し飛んだという事実である。原子番号が大きくなるにつれて、その損失量は僅かずつ増え、相対的に核子一つ一つの質量は少しずつ減ってゆく。皮肉な現象だが、元素を巨大化しようとするほど構成要素の核子一つ一つの重量は小さな元素の核子よりも相対的に軽くなってゆく。その、ごく僅かであるが番号の増大にともない、確実に欠けてゆく質量が核融合の際にエネルギー量に転換され、放出されたことになる。また、同じ事実が同時に少なからぬ元素がかつて宇宙のどこかで核融合から作られたものであることを如実に物語ることになる——ただし、いわゆる核融合という手段によって創出される元素は鉄が限界と言われているので、鉄よりも番号の大きな元素は我々が理解する核融合ではない手段によって作られたことにもなるが——。

ならば、地球の材料となった物質は、いったいどこで作られたのか？ その詳細はわからない——恐らく永遠に。しかし、水素からヘリウムを作る錬金術なら、ある意味では、すぐ近くで起きているとも言える。

水素爆弾は途方もない熱と重力によって核融合を実現するのだが、それはたった一瞬ではあるが太陽の中心核で起きている事象を地上で再現することにもなっている。もしも二つの核融合のあいだにちがいがあるとすれば、融合の際に放出される途方もないエネルギーが、太陽では長い年月を経てようやく表面にまで迫り上がってくるのに対し、爆弾ではそのまま炸裂して即座に外部へと表出されてしまう点にある。

太陽の中心で行なわれている核融合が水爆による核融合と異なることを理解するには、太陽の場合、莫大な量の気体を一つの天体にまとめ上げている巨大な重力が同時に核融合をも引き起こしているという事実に目を向けなければならない。つまり、核融合によって解放されたエネルギーもまた同じ重力によって絶えず中心部に押し戻されようとしているのである。莫大なエネルギーを外に放出しようとする力と何もかも押しつぶそうと内に向かってくる重力とが恒星の中心部でぶつかり合い、拮抗し、単純かつ熾烈なドラマを演じている。結

### 第三の実験

果、中心部で生じた核融合のエネルギーが太陽の表面に達するには、およそ数百万年の年月を要することになる。つまり、明日の朝、眠い目を擦りながら戸外を眺める我々の目に届く光は、数百万年前に起きた核融合のエネルギーが隘路を這うようにして、ようやく太陽表面にまでよじ登ってきた結果なのである。

無論、地球上には核融合によって解き放たれたエネルギーをその場所にとどめ置く力などないから、起爆から100万分の1秒と経たないうちに全エネルギーが外部に放出される。このエネルギー放出が爆発にはかならない。一例として、代表的な二つの核実験とその威力を挙げておこう。

1952年11月1日 アイビー作戦：TNT換算で約1040万トン（10.4メガトン）

1954年3月1日 ブラボー作戦：TNT換算で約1500万トン（15メガトン）

第二次大戦後の代表的な核実験はみな水爆（ないし「強化原子爆弾」）である。もちろん、ゴジラもその副産物という設定になっている。ブラボー作戦はどうやら実験の担当者にとっても想定外の大爆発になってしまったらしいが、それによって被爆の憂き目をみた日本の漁船が、あの有名な第五福竜丸である。いつの日付をもつ、どんな名の実験に起因するのか残念ながら正確な記述を見たことはないものの、ゴジラもまた同じ放射能の産物、つまりは「第二の実験」の禍々しい化身であることだけは間違いない。

私が子どもの頃、テレビで流れるロボットもののアニメや特撮では、無邪気にも「メガトン・パンチ」とかいう言葉を多用していたものだ。おそらく、その「メガトン」という語彙もまた核兵器ないし核実験に由来していたにちがいない。プロレス技のジャーマン・スープレックス・ホールドを「原爆固め」と呼び、ある選手のヘッドバットを「原爆頭突き」と呼んだのも、不謹慎という印象を越えて、あまりの無邪気さに今や笑すら催してしまうほどである。

しかし、その無邪気さは21世紀には、どうやら似つかわしくない。

先に TNT 換算は地震についても使われていると述べた。

因みに東日本大震災によって解放されたエネルギーは、TNT 換算では 4 億 8000 万トン（480 メガトン）である。恐竜を滅ぼした白亜紀末の巨大隕石の衝突にともなう地震（マグニチュード 11）は、TNT 換算で約 4800 億トン（480 ギガトン）と見積もられている。比較可能か否かの原則論を措くとしても、威力という一点のみで比較すれば、スマトラ島や東北関東を襲った地震の 1000 倍であり、それと比較すれば水爆など爆竹と大して変わらないということがわかるだろう。そして、もしもそんな代物が再びやってきたら誰も助からないということも同時にわかるはずだ。この話題には後で再び出会うことになるので、大半の恐竜が災害で滅びたということだけは頭にとどめておいていただきたい<sup>(8)</sup>。

さて、細かい話になるが、水素爆弾と強化原子爆弾は、意味する内容が少しだけ異なっている。重水の核融合に重きを置いたものが水爆、重水素と化合したリチウムの核分裂によって破壊力を増強したものが強化原子爆弾である。原子番号 3 のリチウムは、2 番のヘリウムや 4 番のベリリウムなどと比較して原子核の結合エネルギーがわずかに低い。これは内的に安定していて質量の軽い元素のうち、リチウムだけが核分裂反応を通じて正味のエネルギーを放出できるということを意味している。

## 2 レオ・シラードと最終兵器

レオ・シラードの名をよく知る人はあまり多くないかもしれない。アインシュタインやハイゼンベルクに比べると無名に近いだろうし、エンリコ・フェルミやリーゼ・マイトナーと比べてもずいぶん見劣りする。実績についても他の有名な科学者たちとは少しばかり放つ空気が異なっている。何しろ論文を書いたり実験に励んだりするよりも特許を取ることに熱心だったという奇妙な特徴を

### 第三の実験

もった研究者だったからである。

彼のことを簡潔に紹介した文を読むことから始めよう。

レオ・シラードは自らの人生に高遠な目標を抱いていた。彼は、科学者になるために、世界を救うために、この世に生を享けたと信じていたのである。シラードは、科学者として着実に実績を積み重ねていったのだが、それを成熟させようとしていた矢先に騒乱の時代を迎えたことによって、研究活動を一時的に中断せざるをえなかった。1938年に合衆国に移住したシラードは、ドイツが原子爆弾を手にする前にその開発に着手すべきだと合衆国政府に強く働きかけた<sup>(9)</sup>。

シラードが天才なのか香具師なのか、はたまた天才的な香具師なのかについては、次の文章を読んでから判断していただきたい。

1933年9月11日付けの『ネイチャー』誌には、アーネスト・ラザフォードが「英国学術振興協会」でおこなった講演が掲載されていたのだが、そのなかでラザフォードは、「一部の研究者たちは、原子の変換がエネルギーを生み出すと考え、その研究と取り組んでいるのだが、そうした発想は何一つとして根拠のないたんなる憶測にすぎない」と語っていた。

ラザフォードのこの言葉を、一流の物理学者にあるまじき言説だと考えざるをえなかったシラードは、それとは逆の方向に思索をめぐらせようとした。ある日のこと、ロンドンの街を歩いていて交差点で信号待ちをしていたシラードの頭に一つの発想が閃いた。「ある元素が中性子によって核分裂を引き起こし、その原子が一つの中性を吸収したとき二つの中性を放出するとすれば、そうした元素がじゅうぶんな大きさの質量を成して

### 第三の実験

いれば、核分裂の連鎖反応を持続させることができるのではあるまいか。

それは、フェルミ、マイトナー、ハーン、シュトラスマンによる具体的な研究に先行する純粋に論理的な思索の一つの成果であり、そうした意味合いからすれば、シラードは連鎖反応という発想を先取りしていた。だが、シラードはその主題をさらに深く追究しようとしなかったし、それに関する論文を執筆しようとしなかった。シラードはそれについて、こうした連鎖反応によってエネルギーを放出され、それを発電や爆弾の製造に利用できるのではあるまいかという概念が「ある種の強迫観念となって脳裏を去らなかった」と回想している。

シラードはさらに歩を進め、ベリリウムがそうした元素の一つではないかと推測した。ベリリウムが核分裂を引き起こしたとき、その原子核が吸収するよりも多くの中性子を放出すれば、それは連鎖反応を引き起こすと推論したのである。いずれにせよ、時代に先駆けて思考を巡らせるとともに人間倫理のあり方に強い危機感を抱いていたシラードは、すでに核戦争の可能性を危惧しており、1934年という早い段階において連鎖反応の特許を申請し（英国特許番号440023、出願日1934年3月12日、及び特許番号630726、出願日1934年6月28日）、それを英国海軍本部に譲渡したと語っている。

連鎖反応は、そのプロセスの可能性が理論的に証明され、実験によってその事実が追認されるはるか以前にその特許が英国において申請されていたのである<sup>(10)</sup>。

レオ・シラードという科学者は、科学的な考察を好み、資質においても優れていながら、その考察を論文として発表しないし、執筆するつもりもなかった。代わりに何をするかというと特許を取る……。ユダヤ民族に貼り付いた有り難くないイメージに忠実に、彼にとってもお金を稼ぐことが目的だったとでも？



### 第三の実験

しかしながら、彼の特許がいかに時代を先読みしていたとはいえ、そこから巨万の富を築いたという浮ついた話は今のところ洩れ伝わってはいない。

むしろ問題なのは彼が取った特許の日付である。1934年3月12日というのは、出願の証拠がなければ「口から出まかせ」と謗られてもおかしくないくらい信じがたい日付なのである。

核分裂を発見したリーゼ・マイトナーは、1934年当時、中性子照射による超ウラン元素の創出可能性に関するエンリコ・フェルミの論文を読んだばかりだった。他方、フェルミが核分裂について知るのはアメリカ亡命直後の1939年だった。その知らせとは、オットー・ハーンの実験成功のことであり、ハーンの論文は、かつての同僚、リーゼ・マイトナーによる核分裂の証明（1938年12月末発見～1939年1月16日『Nature』誌への投稿、公表2月11日号）を受けて急遽書かれたものであって、その内容の一部が災いしてマイトナーではなくハーンにだけノーベル賞が授与されることとなった。また、マイトナーと甥のオットー・フリッシュの連名による論文が世に出るまでは、「核分裂」という言葉すらこの世に存在しなかったことに注意されたい。

キュリー夫人の娘、イレヌ・ジョリオ＝キュリーは夫のフレデリックとともに、実験においてはすでに核分裂を成し遂げていながら、マイトナーとフリッシュに到達しえた着想に自分たちはどうして思い至らなかったのかと泣いて口惜しがったと伝えられている。

だからこそ、もう一度だけ言うておくことにしよう。シラードが核分裂連鎖反応の特許を出願した1934年3月という記録は俄かには信じがたい。彼だけが実に奇妙な形ではあれ、その先見の明を歴史に刻み込んだ理由は、どうやら物理学の歴史を見るだけでは分からないようだ。Tom Zoellnerは、ラザフォードの発言に苛立ちながらロンドンの交差点で信号待ちをしているシラードの思考風景をスケッチしながら、次のように述べている。

### 第三の実験

彼〔シラード〕は専門家の義務として数年前にチャドウィックの実験結果を研究していたが、おそらくもっと重要だったのは、H・G・ウェルズの『解放された世界』〔原題：“The World Set Free”〕を読んでいたことだ。ウェルズは作中で《連鎖反応》を引き起こすことのできる鉱物について幻想的とも言える説明をしているのだが、その連鎖反応たるや巨大原子を一個にまとめ上げているエネルギーを一度に解き放ってこの世に地獄を作り出すような代物だった<sup>(11)</sup>。

シラードの先見の明には驚かされるばかりだが、完全なる独創というわけでもなかった。彼の前にはH・G・ウェルズという（ジュール・ベルヌに比肩する）文学者の先見の明があり、ウェルズの発想の源にはシラードが苛立ちを隠さなかったラザフォード率いるキャベンディッシュ研究所から続々と現われてきた成果があり、さらにはシラードのアイデアそのものがラザフォードの十数年前の講演からヒントを得ていた。因みに、史上で初めて「原子爆弾」という言葉を使用したと言われるウェルズの『解放された世界』は、なんと、1914年に発表されている。ウェルズの目には第一次世界大戦が勃発した時点で、原子物理学や量子力学が見出そうとしている「力」の恐るべき可能性がすでに見えていた。その「力」、すなわち「巨大原子を一個にまとめ上げているエネルギー」とは後に「強い力」や「強い相互作用」の名で呼ばれることになるものであり、湯川秀樹が「中間子」の名の下にその力の担い手について提唱したのが1935年のことである。そのことを考えれば、些か幻想的であるとはいえ、ウェルズの想像力とシラードの直観には、やはり恐るべきものがあつたと言えよう——とはいえ原子爆弾が放出するエネルギーは「強い力」ではなく、その力を引き裂いて炸裂を可能にする力でなければならなかった。また、量子力学的な考察とは別に、長年にわたる実験から「放射能」というエネルギーの途方もなさについては、ピエール・キュリーも早くからほぼ同様の危惧を抱いていたこ

### 第三の実験

とが1905年のノーベル賞受賞講演などでわかっている——ただし、キュリー夫妻の受賞は講演の前年に当たる1903年であり、ピエールは体調不良のため、受賞の式典には出席できなかった。

すでに放射能でヘロヘロになっていたピエールの抱いた危惧はもちろん、ウェルズの文学的かつ悪夢的な夢想も、そしてシラードの特許にしても、いずれも漠然とした想像の域を脱しておらず、発見や解明の名にはほど遠い段階にあったのも確かである。それゆえ忘れてならないのは、発見および解明の功績はあくまでもマイトナーとフリッシュのものであり、取り分け二人の厳密な着想以降、何もかもが広島・長崎への投下に向けて進んで行ったというのが歴史的な事実であり、また史実としての経緯である。

マイトナー&フリッシュ論文とハーン論文の発表を受けて、1939年、シラード、フェルミ、ジョリオ＝キュリーの3グループはそれぞれ中性子照射によってウラン原子の中で中性子数が増加する事実を確認し、核分裂による連鎖反応が可能なることを証明している。むしろ可能性を証明することは、現実に連鎖反応を達成することとは異なる。

エンリコ・フェルミによる核分裂連鎖反応の達成は、1942年12月2日のことだった。その業績は学問的には偉業の名に値するにちがいないが、人類の歴史、あるいは人間の歴史、とりわけ政治と科学の歴史にとって、その偉業はとても幸福な出来事とは言い難い苦みをともなうことになる。

不幸な出来事にどれほどの射程があるかを見定めるのは取り敢えず後回しにしておくとして、私たちが次に進むためには物理・化学について、少しだけおさらいをしておく必要がある。おさらいと言うよりも但し書きと言った方が適切かもしれないが、まあ、先に進めよう。

素人にとって放射線の何が紛らわしいとって、同じものを「エックス線」と呼んだり「ガンマ線」と呼んだりすることがあるからだ。取り敢えず波長の

### 第三の実験

長さに違いを設けて区別することがあるが、それは本来の区別ではない。

まず、放射線の名称についてはラザフォードの功績によるところが大きい。  
主な放射線の名称と中身（および電荷）を列挙してみよう。

名称	中身（電荷）
アルファ線	ヘリウム原子核（+）
ベータ線	電子（-）
ガンマ線	電磁波（なし）
中性子線	中性子（なし）

一見してわかることだが、これらの名称は実験によって検出された放射線を発見した順にアルファ、ベータ、ガンマと名づけただけで、他に意味はない。だが無理もないのだ——最初はこれらの正体すらわからなかったのだから。わかってみれば、放射性崩壊にともなって放出されるという点を除けば物質的な関連性は何もなかった。ガンマ線に至っては物でないだけでなく、元の物質の成分にすら含まれていない。

なお、中性子は、ラザフォードの弟子筋に当たるジェームズ・チャドウィックが発見したから、命名の時代も文脈も大きく異なっている。今や放射線を一義的に定義できる条件を思い浮かべるのは難しいし、「陽子線」や「荷電粒子線」のように用途や性質に応じて名前を使い分けたりする状況を考慮すれば、そもそも「アルファ、ベータ、ガンマ」という命名の仕方自体がおかしかったと考えて差し支えないだろう。（それでも誰も文句を言わないのは、科学の世界にはもっともっといい加減で困った慣習が背後にあるからであり、それこそ先に言及した電荷の「プラス」と「マイナス」にほかならない。）

放射線のうち、特にガンマ線が異質なのは物質的な内実がなく、「エックス線」と同様、電磁波に属する点にある。電磁波とは「光」である。ただし、電

### 第三の実験

磁波全般を「光」と一括する場合、我々の目に見える光を「可視光線」と限定して呼ぶという余計な手間がかかる。だが、それでもすべての電磁波を束ねる言葉を敢えて探すとすれば「光」しかない——なぜなら、すべての電磁波は、同じ条件の下では等しく同じ速度、すなわち光速で進むのだから。

光は私達が「物質」という語で理解している物質ではない。しかし物質と無関係というわけではなく、物質の特徴や振る舞いを波長として表現している。波長は物質の振動数に対応し、振動数は物質が湛えている熱を表わしている。波長が長い電磁波は冷たい物質の緩やかな振動を伝えており、逆に波長の短い電磁波は激しく振動する熱い物質から放たれたことを物語っている。その熱さや冷たさを私たちは、ときに眩しさの度合いとして感じ取り、ときには鮮やかな色彩として感じ取る。

以上の知識を前提に、一例として光の呼び名と波長の一覧を見てみたい。

名称	波長
超長波	10km 以上
長波	10km ~ 1 km
中波	1 km ~ 100m
短波	100m ~ 10m
超短波（電波）	10m ~ 1 m
マイクロ波	1 m ~ 100 $\mu$ m (0.1mm)
赤外線	100 $\mu$ m ~ 1 $\mu$ m
可視光	800nm ~ 400nm
紫外線	400nm ~ 10nm
X線	10nm ~ 1 pm
ガンマ線	1 pm 以下

### 第三の実験

波長と名前の対応については、あくまでも一例としてご覧いただきたい。また、しつこいようだが、念のために繰り返しておけば、エックス線は電磁波として命名されたのに対し、ガンマ線は放射線として分類されている。一覧では二つの光は波長によって区別されているけれども、その区別自体が便宜的なものでしかなく、明確な基準に則って区別されたものでないのはそもそも由来が異なっているためである。

ともかく一覧に戻れば、エックス線には可視光の千倍から十万倍という非常に高いエネルギーが含まれている。エネルギーの高さは、我々の身体が光を浴びる際の如実な影響力のちがいで現われる。可視光線は皮膚の表面で弾き返される。可視光のうち、もっとも波長の短い「紫」の光よりもさらに波長が短くなるとヒトの錐体細胞では捉えられなくなり、紫外線という名で呼ばれる強力な光になる。紫外線は波長の短い紫の光よりもさらに強い力を持っているから皮膚の内部に侵入してメラノサイトを刺激し、通常は日焼けを促進するが、ときには皮膚ガンの原因となったりもする。紫外線よりもさらに強力になると、皮膚だけでなく筋肉や体液を貫いて、人の背後の写真乾板や銀塩フィルムに体内の様子をリアルに焼きつけることができる。レントゲンという学者が発見したから、今でもエックス線撮影装置は彼の名で呼ばれる所以である。

さて、先に断ったようにエックス線を放射線の観点から見ると「ガンマ線」になる。もしくはエックス線よりもさらに波長が短く、それゆえ強力な電磁波をガンマ線と呼ぶ。原子爆弾による被害のうち、真っ先に人を襲い、人影だけを残して一瞬にして蒸発せしめた力はガンマ線のものである。言い換えるなら、甚大な被害を及ぼした核兵器の「力」の正体は電磁気力だったのだ<sup>(12)</sup>。

冬の夜空を赤く彩るベテルギウスが数年内に爆発すると予測されていて、もしもそれが実現すれば世紀の天文ショーになると言われている。唯一懸念されていることがあるとすれば、超新星爆発にともなうガンマ線バーストが地球を直撃する可能性である。不幸にもその射程内に地球が入ってしまえば、光が降

### 第三の実験

り注ぐ地表、すなわち地球の半球全域に高さ1000メートル以上の巨大な炎が立ちのぼると言われている。そのときには、ちょうどオルドビス紀の大絶滅と同じように、地表に生きる生物はもちろん、海の浅瀬で暮らす生物も含め、動植物の大部分は一瞬にして焼き尽くされ、消滅するであろう<sup>(13)</sup>。

核兵器やガンマ線バーストによる被害は、なるほど強烈かつ劇的ではあるが、それほど長く余波が続くことはない。地中深くに棲む細菌や、極度に熱に強い微生物などは平然と生き残るかもしれないが、その際に生死を決する条件はおそらく進化論とは何の関係もない。生死の問題を運・不運に委ねざるを得なくなる問題の次元があるのだ——進化論が持てる力を存分に発揮するのは、不運に見舞われた主役たちが舞台を降りたあとの殺風景な世界に限られる。

大事なのは瞬間的な殺傷力によって私たちの度肝を抜くガンマ線がある一方で、エックス線撮影や殺菌処理のために持続的に利用しうるガンマ線源もあって、私たちが後者を日常的に利用しているという事実である。ガンマ線の日常的な利用価値は、「焼き尽くす」とか「消滅」といった大げさな表現に比較すれば穏やかな影響にとどまるかもしれない。だが、それでも兵器が誰の手にあり、どんな利用法を画策しているかによって、悪夢的な潜在能力を隠し持つてしまうことだけは疑い得ない。あたかも晩年のピエール・キュリーの懸念を直感的な想像力で肉付けしたかのようにして、レオ・シラードは原子爆弾のもっとも悪質かつ残酷なヴァージョンについて思いを巡らせることで、原子力が抱える問題の核心に迫ろうとした。かなり長い引用になるが、だからこそ全文をゆっくりと読んでいただきたい。

原子爆弾の先には道が二つある。人がたくさん死んで建物がたくさん吹き飛ばせばいいと思っている狂人には、それまでのような単段階反応式の核分裂爆弾でいい。つくるのは比較的容易だし、大きな閃光と轟音をともなう爆発という見た目の点でも、竜巻が自然と起こるとか、レンガの壁に犠



犠者の跡が焼きついて残るとかいう余波の点でも、狂人は満足するだろう。だが、その狂人が忍耐強く、もっと陰惨なことを望むなら、たとえて言うなら井戸を残らず汚してまわり、土壤に塩をまくようなことをしたいのなら、コバルト60を使った汚い<sup>ダーティ・ボム</sup>爆弾を爆発させるだろう。

従来の核爆弾が熱で殺傷するのに対し、<sup>ボム</sup>爆弾が殺傷に使うのはガンマ線——有害なX線——の放射だ。狂気の放射性現象によってガンマ線が発生し、人体に恐ろしいやけどを負わせるばかりか、骨髓まで届いて白血球の染色体がめっちゃくちゃにされる。そうなったら白血球細胞はすぐさま死ぬか、ガン化するか、あるいは巨人症にかかったかのようにどんどん成長し、形がおかしくなって感染症に対抗できなくなる。どんな核爆弾もある程度の放射線を出す<sup>ボム</sup>が、爆弾はガンマ線を放射することが目的なのである。

局地的な白血病発生も、これから紹介する爆弾と比べると規模が小さい。これまたマンハッタン計画に従事したヨーロッパ移民であるレオ・シラード——1933年頃に自己持続型の核連鎖反応のアイデアを思いつき、のちにそのことを後悔した物理学者——が1950年により分別のある冷静な人間として計算したところによると、地球全体にコバルト60を1マイル(1.6キロ)四方辺り10分の1オンス(約2.8グラム)まき散らすと、地球は人間が全滅するほどガンマ線で汚染される。恐竜を絶滅に追い込んだ塵の雲の核ヴァージョンだ。彼の爆弾は、多段階反応式の核爆弾をコバルト59で覆ったもので、プルトニウム中の核分裂反応が水素中の核融合を起こし、この核融合反応が始まればもちろん、コバルトの覆いもその他すべてもすっかり消えてなくなる。だが、その前に原子レベルで起こることがある。原子レベルでは、核分裂や核融合で発生した中性子をコバルト原子が吸収する。ソルティングと呼ばれるこの段階によって、安定なコバルト59が不安定なコバルト60になり、それが灰のように舞い落ちるのである。

ガンマ線を発する元素はほかにもたくさんあるが、コバルトは特殊だ。

### 第三の実験

ふつうの原爆なら地中のシェルターでやりすごせる。死の灰はすぐにガンマ線を吐き切って無害なものになるからで、1945年の爆発時、広島と長崎は多かれ少なかれ数日で住めるようになっていく。ほかの元素も、酒好きがバーでよせばいいのにもう一杯やるかのように、中性子を余計に吸収する——そのうち具合が悪くなるかもしれないが、永遠には続かない。この場合、最初の爆発のあとで放射線濃度が危険なほど高くなることはない。

コバルト爆弾は、この極端な二つの例の中間に当てはまる、おぞましいタイプのものと言える。中庸が最悪の事態となるまれなケースだ。コバルト60原子は地中に小さな地雷のごとく居座る。かなりの数の原子がすぐさま放たれるのですぐ逃げる必要があるばかりか、5年たってもまるまる半分のコバルトが武装したまま残っているのだ。こうしてガンマ線という霰弾が定常的に放たれることから、コバルト爆弾はやりすごせるものでもなく、仕方なく浴びせられるものでもない。土壤が元通りになるには人間の一生ほどの時間がかかる。実はそのせいで、コバルト爆弾が戦争で兵器として使われることはなさそうだ。なにしろ征服した軍がその地域を占領できない。だが、焦土作戦が大好きな狂人はまったく気にしないだろう。

シラードを弁護すると、彼の望みはあのコバルト爆弾——初の「最終兵器」——が決してつくられないこと、そして（世間が知る限りの）いかなる国もそれをつくろうとしないことだった。そもそも、このアイデアを考えたのは核戦争の狂気を世に示すためにほかならない。実際、世間は彼の意図を理解しており、たとえば映画『ドクター・ストレンジラヴ』[邦題は『博士の異常な愛情』]では敵対するソ連がコバルト爆弾を持っている。このアイデアが知られるまで、核兵器は恐ろしいものではあったが必ずしも終末の到来を告げる不吉なものではなかった。シラードは、あの控えめな提案を受けて人類がもっと分別をわきまえ、核兵器を諦めることを願った。しかし、まったくかなわなかった<sup>(14)</sup>。

### 第三の実験

コバルト爆弾は長らく核戦争の狂気の象徴だった。なるほど、それは戦略的な価値が全くないという点で、究極の迷惑行為であり、それ以上が考えられない最悪の嫌がらせでもあるだろう。だから、これまで実用の兵器として開発されたことは決してなかったし、今後も開発される様子は見当たらない。

ちなみにコバルト爆弾の構造であるが、簡単に言えば、爆縮型原爆のタンパーにコバルト59を用いるだけである。タンパーについては長崎に投下されたファットマンの説明に際して触れたが、もう一度だけ繰り返しておけば、爆弾の中心核であるプルトニウムを TNT 火薬の布団でくるみ、さらに爆薬の全体をタンパーで包む。通常は連鎖反応を維持するため、中性子反射体ないし減速材としてグラファイトやベリリウム、鉛などが使われる。しかし、コバルト爆弾ではタンパーにコバルト59を用いることで、中性子を弾き返したり減速させたりすることよりも、むしろ積極的に吸収することが期待されているわけである。タンパー自体を放射性物質に変貌させるプロセスをキーンは「ソルティング」と呼んでいるが、コバルト59が放射性のコバルト60に変わることで、爆薬の殺傷力に加え、タンパーの破片が周辺地域に降り注ぐことによる長期的かつ致命的な土壤汚染がもたらされる。コバルト爆弾が最終兵器の名に相応しいのは、それを使用するような戦争がもしも起こるとすれば、大地を二度とヒトの住めない状態にする競争を、敵対する国々が足並みを揃えて行なうことにしかないからである。

「二度と住めない」は言い過ぎだろうか？ いや、全面戦争によって地球の表面全体が汚染されたなら、コバルトの毒性が消える前に大半の動物は死滅してしまうだろう。地下シェルターを購入したところで、100年以上も地表に出られなくなってしまったら、何の役にも立ちはしない。もちろん被害が地表の一部地域に限定されるなら、話は別である。しばらくそこに近づけなくなるだけで、一定期間を過ぎれば再び行き来できるようになるだろう。因みにその期間であるが、キーンはコバルトによる土壤汚染には人の一生に匹敵する回復の

### 第三の実験

時間を要すると述べていた。

コバルトの原子番号は27である。放射性となったコバルト60の原子核には60個の粒子が含まれているが、そのうち27個は陽子だから、残る33個はみな中性子であることになる。余分な中性子は、原子炉に拘禁されたコバルト59に撃ち込まれたものである。中性子線照射を専門とする装置の標的にされたか、もしくはウランやプルトニウムの核分裂によってできた副産物という位置づけになる。以降、放射性同位体となったコバルトは内側に抱え込んだ不安定性のために絶え間なく打ち震え、獐猛な貧乏ゆすりをやめてくれそうにない。原子炉に閉じ込められた際に受けた拷問のせいで、すっかり不機嫌になったコバルトは苛立たしさの表現としてガンマ線を絶えず放出することになったわけだが、その半減期は5.3年ほどである。半減期とはこの場合、5年強でコバルト60の約半分が崩壊するという意味であり、不機嫌が収まった個体数が半分になったものの、さらに5年ほど経過しないと残った半分のうちの半分以上が機嫌を直してくれない。それでもなお4分の1の貧乏ゆすりがまだ続く。元の量の約4分の1の個体群が放射性のまま残っているからである。ずいぶん少なくなったようにも感じられるが、ヒトの身体が「もうすっかり影響がなくなった」と感じる程度まで崩壊が進むには、まだ長い時間がかかる。どれくらいかというと、大地が汚染された日に誕生した赤ん坊が天寿を全うするくらいまでである。

シラードの警告に人類は全く耳を傾けなかったとキーンは言う。もちろん鋭い警告の後も核兵器の開発は止まらなかったからである。なるほど、思い返しても米ソの核開発競争は愚かなことこの上ないレースだったが、今なお核開発に余念がない国々が少なからず存在する。しかし、それでもなおコバルト爆弾の開発に着手するほど凶悪かつ愚鈍な指導者はいなかった——幸いにも？

時代がチェルノブイリ以前であれば、恐らく大半の人々は鎮くことができたのではないだろうか。しかし、今、2015年にあつて、私たちは狂気の独裁者を恐れてよりも、むしろごく普通の頭脳の思い上がりとするこぶるIQの高い愚か

### 第三の実験

さを念頭に入れながら、シラードの警告との再会を果たしているのかもしれない。すこぶる知能の高い者たちに見られるこの種の愚かさは、多くの者たちの脳裏に、ハンナ・アレントが短慮（thoughtlessness）と呼んでいた思考パターンを思い起こさせることになるだろう。彼女のいう「短慮」とは、自分のしていることが大量虐殺に結びついていることに思い至らない、もしくは敢えて考えまいとしながら、日々の仕事にせつせと従事することである。20世紀という戦争の時代を支配していた気分は、悪魔めいた野心を胸に抱く者たちの熱情などではなく、むしろ脇目もふらずに日々の業務をこなす市井の人々の短慮だった。私たちは大地に深刻な汚染をもたらし、人が立ち入ることはおろか、近辺を散策することすらできなくなるような事故をすでに二度も経験してしまった。にもかかわらず、大して懲りていないし、大事なことに限ってあまり覚えていないということに思い至る。宿命的同时に狡猾であり、なおかつ臆病でもある短慮の習性によって——。だが、考えまいとしながらも微かに脅威の気配を感じることもならできる。潜在的なコバルト爆弾が世界中に設置されているという事実にも、人はやがて気づかざるを得ない……。そう、世界中に設置されている原子力発電所は、どれもがコバルト爆弾であって、今はまだ不発弾としてそこに埋まっているだけなのかもしれない。

第三の実験が教えてくれる一つ目の教訓は、以上のようなことである。

### 3 自然選択と絶滅の論理

さて、ここから話題は物理や化学を離れ、生物学に移行し、少しばかり進化論について話さなければならない。主役はハエである。

ただし、生物学の代名詞みたいなショウジョウバエではなく、もっとずっと怖いハエである。

とはいえ、残念ながらと言うべきか、すぐに本題には入るわけにはいかない。

### 第三の実験

本題の前に、生物進化について長らく染み付いている思い込みや神話のたぐいを一掃しておく必要があるからである。

代表的な神話の例として、恐竜の絶滅を挙げることができる。彼らの死滅は進化論とは何の関係もない。つまり彼らは自然選択の結果として進化のレースに敗れ、すっかり時代遅れの生き物となって地球という表舞台から退いたわけではない。

そのことを理解するためには、地球が何度となく生物の大半を死滅せしめる大災害に見舞われてきたことを確認しておかなければならない。生物学や地質学で用いられる「紀」という時代区分はすべて大規模な絶滅によって画されている。時代を画す絶滅事件の中でも特に規模の大きいものを「大絶滅」という。大絶滅のうちでも代表的なものとその規模、推定されている主な原因について以下に列挙しておくことにしよう。

- ① オルドビス紀末（4億4400万年前）の大絶滅では全生物の85パーセントが絶滅した。原因としては超新星爆発によるガンマ線バースト説が有力であるが、証拠は乏しいと言わざるを得ない。
- ② デボン紀末（3億7500万年前）の大絶滅では生物種の82パーセントが絶滅した。原因は、寒冷化にともなう海洋無酸素事変が有力と言われている。
- ③ ペルム紀末（2億5100万年前）の大絶滅は知られている限りでは史上最悪の大量絶滅であり、実に全生物種の95パーセントが絶滅した。原因は地殻変動による温暖化が引き金となって深海のメタンハイドレートが大量に気化し、温室効果が促進されるという悪循環が発生したことによる。幾つもの悪条件が重なった結果として、灼熱状態における低酸素・毒ガス地獄が長期間にわたって続くことになった。
- ④ 三疊紀末（1億9960万年前）の大量絶滅では生物の76パーセントが絶滅。原因は火山活動が有力である。

- ⑤ 白亜紀末（6500万年前）の大絶滅では、恐竜をはじめ、生物種の70パーセントが絶滅。原因は直径約10kmにおよぶ巨大隕石の落下が定説となっている。落下地点は現在、のメキシコ、ユカタン半島付近とされており、それと前後して地球の反対側で大規模な火山活動があり、インドのデカン高原はその産物と言われる。
- ⑥ 現在進行中。現に日々、大量の生物種が絶滅している。つい先日もニホンカワウソの絶滅が公式に発表された。この度の絶滅の原因は専ら人間の活動にあり、破局の到来を前提にした考察や行動が望まれている<sup>(15)</sup>。

「自然選択」は、大規模な絶滅によって世界の主役だった者たちが姿を消した後、環境の改善にともなって脇役たちが表舞台に姿を現わし、主役を奪い合う様子を指すのに向いている言葉である。実際、進化が劇的に展開するのは、有力だった絶滅種がいなくなったことで空き地になってしまった空間である。空いているニッチをせっせと埋めてゆくか、もしくは競合する複数の種のあいだで奪い合う形で展開してゆくプロセスが一般に淘汰（選別・選択）と呼ばれる。

もちろん、すべての動物種が争いに明け暮れるわけもなく、シーラカンスのように目まぐるしい変化に明け暮れる生活から足を洗い（実際には洗うための足がないのだが……）、実に3億年にも及ぶ隠居生活を楽しんでいる種もないではない。地球には彼らをはじめ、オウムガイやカブトガニのように変異の可能性を豊かに宿しているながらも、つまらぬお洒落には目もくれず、長閑な隠居生活を数億年にわたって過ごしてきた者たちも少なくない。

他方、多くの種は何かとお洒落に走り、変異しては未知の装飾品をゲットしたかと思っていたら、続く変異ではせっかくのチャームポイントを失い、また変異しては何か別なものを獲得するといった具合に、慌ただしく身体の改造に勤しんできた。



### 第三の実験

わかりやすい例としてヒトの視覚を見てみよう。

人間に見える光の波長は、およそ380ナノメートルから770ナノメートル ( $3.8 \times 10^{-7} \text{m} \sim 7.7 \times 10^{-7} \text{m}$ ) と言われる。可視光のうち、哺乳類の多くは主に2色を知覚する。2原色に甘んじていると言っても過言ではない。だが、ヒトをはじめ、サルは多くは3色の色覚を持つ。色覚に関係する4つの錐体細胞のうち、哺乳類には僅か2つしか残っていないのだが、ヒトとサルは3つ目の錐体細胞をごく最近になって再獲得したのである。

敢えて「再獲得」と言った以上、哺乳類は元々、3つ（ないし4つ）の色覚を持っていたことになる。人間の起源とされる動物がかなり以前、色覚の構成要素の少なくとも1つを失った理由は、それを維持し続けることで得られる利益がなくなってしまったか、もしくは同じ特徴を持つ個体を敢えて選別する理由がなくなってしまったからである。ペルム紀の絶滅から立ち直った生物種のうち、爬虫類は劇的な進化を遂げ、恐竜となって昼の大地に君臨することとなった。他方、哺乳類は中生代のあいだ、ずっと暗がりに隠れ、臆病な小動物としてコソコソ暮らさなければならなかった。三畳紀からジュラ紀を経て白亜紀が終わりを迎えるまでの実に2億年ものあいだ、恐竜たちは光に溢れる世界を支配し、昼の大地を堂々と闊歩していたが、その一方で哺乳類は物陰に隠れて息を殺し、暗い静寂のうちに佇んでいなければならなかった。かつて3ないし4原色を知覚することで得られた世界認識の利点はもはや利点でも何でもなくなっていた。だから、それらを一挙に失ったところで大したちがいはなく、また性選択の場面においても錐体細胞を4つも抱えた贅沢な個体をわざわざ選別する動機が種の中からそっくり消滅してしまった。あってもなくても変わりがなくなったものを2億年ものあいだ、ずっと持ち続けるためだけに壮大な夢を抱くこと、たとえば恐竜が滅びたあとの世界を見据えて、再び4色の世界を見わたす日が訪れるにちがいないから……といった途方もない将来設計をするのは、さすがに小動物の身には難しいと言わなければならない。

とはいえ人間が3原色を再獲得した理由にしたところで、結局は失った理由と大して変わらない。喪失のロジックをひっくり返してみればよい。つまり、以前とは逆に3色を識別し知覚することで利点が得られるようになったのはもちろん、その利点が種の中で幅を利かせるようになったと考えてみよう。恐竜という脅威がなくなった世界では昼の明るい世界が空き地になっている。多くの哺乳類が光の豊富な世界に足を踏み出した後、繊細な色覚を有することに新たな価値が生じることとなったのは言うまでもない。どうやら新たな錐体細胞は失われたものの再獲得ではなく、残った細胞の分化から生じたいが、ともあれ新たな色を手にした者とそうでない者とのあいだに何らかの違いが生じることとなった。結果論として、私たちの生存と繁栄の事実が、遠い昔、3つ目の錐体細胞をたまたま分化させた個体の病的変質を密かに祝福していることになるのである。

もちろん、そのことによって人間が視覚における勝利者になったかと言えば、到底そこまでは言えない。恐竜の子孫である鳥類の多くは相変わらず4色色覚である。彼らの多くは紫外線を見るし、地磁気（つまり磁力線）が見える種も少なくない。ほかにもモンシロチョウやミツバチなど昼行性の昆虫には紫外線を感知できるものが多い。チョウの場合、羽根の紫外線反射率のちがいによって交尾の相手を識別するとも言われている。チョウの美醜は私たちには見えない紫外線で決まっていることになる。鳥類の羽根の華麗さについても実は半分くらいしか我々には見えていないのかもしれない。紫外線は可視光線のなかで最も波長が短い紫の光（可視光）の外側に広がるが、他方、波長の長い赤色光の外にある赤外線を感じ取る動物の例では、マムシやニシキヘビなど夜行性の動物が知られている。彼らは、人の目には赤い色の外に消え、ただ漆黑にしかなじられない光を頼りにしながら、闇に紛れて獲物を襲うのである<sup>(16)</sup>。

ともかく大事な点をまとめておくと、恐竜は自然淘汰という戦いに破れて絶滅したわけではなく、自然災害による大絶滅に巻き込まれていなくなった。そ

### 第三の実験

れゆえ、人間を含む哺乳類が進化という戦いの果てに恐竜をはじめとする地球の先輩たちを打倒し、勝利の勝鬨を挙げたというわけでもない。自然選択には実のところ勝利という目的すら存在しない。何ごとにも目的はないし、とりわけ進化に目的や理由などありはしない。すべては偶発的な異変とそれがもたらした思いがけない幸運と不運だけなのである。因果論的な運・不運ではなく、結果論的な運・不運であり、それ以外に何も無い。それゆえ「〇〇のため」といったような何にでも目的を見出したがる考え方は、少なくとも生物世界の有為転変についてはすべて間違いであり、その素振りを見せただけでも却下に値すると断定しておかなければならない。

一つの結論として、ヒトが自然から選ばれたわけではないという教訓が得られる。どんなに自惚れたところで、すべては偶然の悪戯の結果に過ぎない。人間は進化の目的でも終着点でもない。人間それ自体に何か特別な使命があるわけでもない。残酷なようだが、人間は手前勝手に考え出した内輪の目的を必死になって追求しているだけであって、宇宙や自然の観点からは、どんな人間活動にも何ら価値などないし、どんな人生にも意味などありはしない。

人間の活動には人間にとってのみ意味があるに過ぎないということを前提した上で、次のように言うことができる。もしも人間に相応しい美点の一つでもあるとすれば、宇宙がどのように誕生し、地球がどのような歴史を辿ってきたのか、そして人間はどこからやってきてどこに向かっていくのかを知ることができる宇宙で唯一の生き物だということ、これである。

慎ましく人間を肯定するというだけなら、たぶん「知る」という使命だけでも十分であろう。もしもそれ以上の期待を人間に寄せようとするなら、大絶滅の主犯というステイタスを降りるために行動すべきこと、すなわち、生活様式の修正によって未来への軌道修正をも同時に行なうこと、これに尽きる。それ以外の目的や使命は結局のところ偽善か「短慮」、さもなければヒトという種における内輪の言葉遊びにすぎない。

### 第三の実験

さて、本題である。ハエについて考えよう。

ハエのエネルギー源は何だろう。彼らの好物といえば、だいたい人は動物や昆虫の死骸、または排泄物など嫌な匂いのするものばかりを思い浮かべるのではないだろうか。おぼろげな記憶によれば、ヒトとハエは遺伝子を40パーセントくらい共有しており、ウニとは60～70パーセントくらい共有しているのではなかったか。ゲノムを共有する度合いを百分率で示すことにどんな意味があるのかはわからないが、取り敢えず言うことができるのは、私たちがどんなに軽蔑しようとも、生物の仕組みとして考えるなら、ヒトはハエと大して違わないが、どちらかといえばハエよりもウニに近い生き物だということになる。

人は調理して肉や魚を食べる。蚊や蛭、ダニは動物の皮膚から血液や体液を吸う。みんなタンパク質が必要なのだ。ハエは、我々とはちがって、タンパク源として、ヒトや家畜の涙や唾液、傷口から出る体液を吸い、動物の糞、死骸に群がるのである。

タンパク質は身体を作る部品になるが、身体を動かすエネルギー源は別に摂取しなければならない。ハエもチョウやカブトムシと同じく糖分を必要とする。多くの昆虫と同様にハエも花の蜜や果物の果汁、甘露などを摂取するのである。甘露はアブラムシの排泄物であり、多くの蟻がアブラムシを襲うどころか、保護し共生しようとするのは、(私たち人間と同様にして)アブラムシの排泄物に特別な価値を見出しているからだと考えられる。

ハエがフルーツ好きだというのは意外に感じられるかもしれないが、少し考えを巡らせば当然でもある。他方、意外な印象というのも核心を突いており、ハエの際立った特徴は死骸や糞尿に群がって、厄介な生ゴミを山野から一掃してくれる点に求められる。

動物が死ぬまでのあいだ、ハエはどこにいるのか？ 最初からそこにいるのではないとしたら、ハエはどうやって動物の死を嗅ぎつけ、どこからやって来るのだろうか。

### 第三の実験

古生物学者であるリチャード・フォーティによると、ハエが動物の死を嗅ぎつける速度は途轍もなく早いらしい。彼らは、どこかで動物が死ぬと、距離がかなり離れていても、かすかに漂ってくる「おいしそうな匂い」を嗅ぎつけ、犠牲者の元にやってくる。彼らはご馳走にありつくそばから卵を産みつける。数日後、ウジが孵って肉を食べ、間もなくサナギになる。羽化したときは腹ぺこで、すぐに交尾できる状態になっている。このようにして何世代にもわたるハエの歴史が腐りゆく死骸の内部に展開されてゆく。

法医学昆虫学者は、ハエの年代記とでも言うべきライフサイクルを観察することにより、刑事事件の被害者をはじめ、さまざまな遺体の死亡時期を正確に割り出すことができるようになる。彼らが専門知識を身に付けていく過程を、フォーティは『乾燥標本収蔵1号室』という本で克明に描いている。テネシー大学に近い森には「死体農場」なるものがあるそうだ。農場には家族から献体された死体が順番に並んでいる。専門家は、順番に腐敗の度合いが進んでゆく死体の状態を季節や天候などを考慮しながら冷静沈着に観察し、常に正確な判断ができるようにならなければならない。

多くの人は、死体が腐敗してゆくさまを観察すると聞いただけで、その手のテーマを追求する研究者の人格を疑いたくなるだろう。大群のハエが死骸にたかっているのを見たり、想像したりするだけで気分が悪くなる人も少なくない。しかしフォーティが指摘しているように、ハエは「自然界のごみ処理係」なのだ。テネシー大学の裏山で展開されている凄惨な場面は、しかし数千万年、いや、数億年ものあいだ、自然界で延々と繰り返されてきたごく普通の場面であり、あきれるほど凡庸なプロセスでもある。

私たちは腐った肉のシチューなど願い下げだが、菌のない昆虫にとって、液状になったタンパク質がいかに貴重な栄養源であるかは容易に想像できる。だから、僅かな種類のハエが死骸を独占しているわけではなく、さまざまな種類のハエが死体に集い、一個の肉塊をめぐる熾烈な争いを繰り返している。

こうした場面にこそ実は「自然選択」の熾烈な闘争場面が見られるのである。

ところが、なかにはこの種の争いから一步引いて、新天地を求めて旅立ち、新たな食物庫を求めて生きている肉体を襲撃する種もある。「ハエは無防備なソフトスポットに卵を産みつける。たいていは唇や目や肛門といった湿り気のあるデリケートな部分だ。そうすれば幼虫は卵から孵ってすぐ仕事にとりかかることができる」<sup>(17)</sup>。どんな「仕事」に取り掛かるのかはご想像に任せよう。

アフリカ睡眠病の病原体であるトリパノソーマを媒介することで有名なツェツェバエという害虫がいる。彼らのように吸血性の種では、ハエでも口吻が針状になっていて、哺乳類や鳥類の皮膚に針を突き刺して体内から血液を吸い取ることができる。しかし他のハエの多くは口吻が唇状になっていて、獲物の体内に口を差し込むことができないから、生体から分泌される体液や老廃物を吸い取って摂取する。肉が腐敗し、液状になれば、ハエの口にとっても容易に吸い取れる。ヒトと同様、ハエもグルメならさしずめ、とろけるような柔らかい肉の味わいにうっとりすることだろう。

また、生体を標的にしたハエの生態を人間が逆手に取った例として「ウジ療法」なるものがあるという。そのハエは負傷した人間の「腐った部位だけを食べて、健康な筋肉はほぼ手つかずのまま残すだけでなく、傷ついた組織の再生をうながす化学物質も分泌する」<sup>(18)</sup>。ツェツェバエのように有害な病気を媒介する恐ろしいハエもあれば、傷口をきれいに治して治療費も取らずに立ち去る名医のハエもいるというわけだ。

これから問題にするラセンウジバエは、そういう優しい種類の人食いバエではない。いわんや伝播する病原体がもたらす被害によって我々を戦慄させるタイプの害虫でもない。ヒトを食い、家畜を食う文字通りの食行為によってヒトを怖じ気づかせる種である。どんな習性をもっているか、フォーティの文章から教えていただく。

### 第三の実験

犠牲者の傷口のなかで、特別な消化酵素を分泌して肉をどろどろに溶かし、奥へスムーズに入り込めるようにする。……一週間で幼虫からサナギになり、成虫は何キロも飛んで何千個もの卵を産みつけるため、たちまち大発生しかねない<sup>(19)</sup>。

ラセンウジバエの口吻に針はない。唇状の口吻のままであるが、死体をめぐる熾烈な争いに加わる気もないらしい。彼らは新たなニッチを生きている動物に求めた。武器は唇状の口吻でも容易に吸い取ることができるよう肉を溶かしてしまう酵素である。彼らは家畜を襲撃して肉をどろどろに溶かして啜り、そのせいで空いた穴から肉の内部へと侵入し、さらに肉を溶かし、すっかり柔らかくなった肉汁を啜りながら奥へ奥へと侵入してゆく。ラセンウジバエはこのようなにして家畜を片っ端から溶かして食い散らかし、殺戮してしまう。それでも被害が家畜にとどまるならまだ恐怖の度合いも限定されるところだが、いやな予感のはたし中するものであり、人間も獲物として彼らに狙われることがある。だから一度でも繁殖してしまうと始末に終えない。もしも荷物に混じって新天地に上陸してしまった場合、第一の課題は、その猛烈な繁殖プロセスに介入し、何としても大発生をくい止めることである。

フォーティの挙げている対処には実に興味深い点が含まれているので、じっくり読んでみることにしよう。

1989年、[マーティン・]ホールはリビアに赴き、農業省所有の家畜の体にラセンウジバエの幼虫を見つけた。彼によると、見てすぐにラセンウジバエ特有の黒い呼吸孔に気づいたようだ。おそらく南アメリカから輸入されたヒツジとともに入ってきたのだろう。

しかし、リビアの役人たちがホールの見解を受け入れようとしなかったため、彼は自説を証明するためにホテルの部屋でウジを飼育するはめに



### 第三の実験

なった。彼は自らの専門知識に異を唱えられて黙っている男ではない。もしラセンウジバエのアフリカ侵入をそのまま見逃したら、どうなるだろう。リビア国内の畜牛が大きな被害にあうだけでなく、大陸中の野生のウシ科の動物、すなわちヌーもアンテロープもその近縁種も大打撃を被るにちがいない。希少種に至っては、絶滅の危険性さえあるのだ。そんなことになれば、すでに自然破壊が進んでいるアフリカ大陸にとって、未曾有の大惨事になるだろう。リビア側にとってとりわけ腹立たしかったのは、この寄生虫の通称が「アメリカラセンウジバエ」だったことだ。経済制裁だけでは足りず、ラセンウジバエまで送り込んできたのかという被害妄想まで招きかねない。害虫を駆除するために、早急に手を打たなければならなかった。

そこで、断種という手段を使うことになった。家畜の群れに、膨大な数の不妊のオスのハエを放つのだ。不妊のオスが増えれば、メスが繁殖力のあるオスと出会うチャンスは少なくなる。交尾しても孵らない卵が産まれるだけだ。このプロセスを何度もくり返せば、繁殖力をもつ集団は小さくなり、やがて絶滅する。危機は回避されるはずだ。

不妊化は、蛹期（ようき）の後期にセシウム135という放射性同位体でさらすことで行なう。その時期なら十分成長しているので、蛹から羽化したオスは、不妊であることを除けば、性衝動をふくめ、すべてふつうのオスと変わらない。

その数がすごかった。撲滅計画の進行中、メキシコからリビアへ毎週6000万匹のサナギが空輸されたのだ。これほど多くのウジやサナギを生産するには、不快きわまりない肉のパテが大量に用意されたはずだ。ワームおじさんの飼育所など比ではない。

不妊化によって生物をコントロールする方法を考案したのは、エドワード・ニップリングである。その名は、エドワード・ジェンナーやルイ・パ



### 第三の実験

スツールとともに、人類を窮状から救った偉大な科学者として記憶されるべきである。1995年にノーベル賞に比肩する日本国際賞を受賞しているが、科学界以外ではあまり知られていない。

リビアの害虫がどうなったかという、不妊オスの放飼は六カ月続き、ようやく繁殖力のあるハエが一匹もいなくなった。一匹のハエが入ってきて、何十億匹というサナギが運び込まれ、ようやくウシは自由の身になった。これが成功したのはひとえに、一人の研究者が専門とするウジを識別したからだ<sup>(20)</sup>。

ラセンウジバエの生態が我々に与えるインパクトは絶大だが、だからといって、彼らが無敵の害虫であることにはならない。彼らは腐肉を奪い合うハエたちの熾烈な争いから手を引き、新天地を生きている動物の肉に求めただけである。そのための武器が肉をも溶かす特製の酵素だった。たしかに強烈な印象を与える兵器ではある。しかし、そんな武器をもってしても生来のニッチには限りがある。彼らの猛威が全世界に広がっていなかった所以である。

どうしてラセンウジバエが世界征服を達成できなかったのかを、素人なりに推論してみよう。

まず第一に、家畜の数に限りがあること。もし獲物になりうる動物の群れが悉く死滅してしまうほどラセンウジバエが繁栄すれば、その繁栄自体が彼ら自身の命取りになってしまう。第二に、そこまで繁殖に成功しなくとも、彼らの食事中に獲物である家畜が苦しみのもとに息絶えてしまえば、今度は腐肉の匂いを嗅ぎつけて他のハエたちが大量に集まってくるだろう。となれば、せっかく虚しい競争から足を洗ったはずなのに再び以前と似たような諍いに巻き込まれてしまう。そうなれば彼らの優位性は途端に失われる。そして、第三点目として、生きている肉を標的に選んだことで、他のハエたちの生息域から自分たちを追い出してしまい、繁殖できる範囲を自ら狭めてしまったことも考えられる。

素朴に考えても、これくらいの「障壁」なら誰でもすぐに思いつくはずだ。実際にはさらに複雑かつ精妙な生態の編み目が彼らを広大なニッチのごく一部に囲い込み、そこから外に旅立つことを阻んでいたことであろう。

何が言いたいかといえば、どんなに凶悪かつ強力な手段を手に入れたところで、一種だけが限りなく発展を遂げられるわけではないということである。なぜなら自然環境は、それを構成する何千、何万という生物種から成る複雑な構造が彼らの突出を容易には許さないようにできているからである。彼らが誕生し、進化を遂げ、適応してきた環境に身を置いている限り、彼らは彼らに占めることの可能な領分を占め、固有の領分に見合った役目を果たしながら相応の見返りを得ることしかできない。しかも、他の新たな種が出現し、それまでラセンウジバエが占めていた地位を奪い去ることができれば、いかに凶悪なラセンウジバエといえども居場所を失って滅びの一途を辿ることになるだろう。逆に言えば、どのような種であれ、今あるステイタスを失う日が訪れるまでは、生態系という複雑かつ多様な世界の一角を占め、その奇妙な振る舞いがそうであるがために今あるその場所で一定の役割を果たし続けることにもなる。

ただし、もしも人の手によって予想外の新天地を与えられたなら、彼らを特定のニッチに閉じ込めていたいわば《構造の壁》とでも呼ぶべき生態系の制約ないし障壁がいきなりなくなってしまうかもしれない。いや、エイリアンの襲来を前にして在来の生態学的圧力など機能しはしないだろうし、障壁など存在しないも同然になるだろう。オーストラリアに犬が、沖縄にマンゲースが、そして本州の山河にブラックバスだのミシシッピーアカミミガメだの、さらにはセイヨウタンポポや、はたまたヘラクレスオオカブトといった実にさまざまな外来生物が解き放たれ、大量に繁殖するようになったように、ラセンウジバエなどという恐ろしい害虫が一度でも新天地に放たれたりしたら、あとは何が起るか誰にも予想できない。

いや、悪い予想だけならいくらでも思いつくと言った方がよいかもしれない。

### 第三の実験

その悪い予感の最たるものを食い止めるために行なわれた対策がフォーティの引用で述べられている対策である。

作戦を一口で言えば、ラセンウジバエの生殖を妨げることにより、繁殖のチャンスを阻むことである。引用を読んで驚かされたのは、生殖行為を妨げるのではなく、彼らの旺盛な生殖力を逆手に取って繁殖を妨害しようとした点である。フォーティによれば、夥しい数の不妊オスを作成し、それらを一齐に解き放って、数で天然オスを圧倒するよう仕向けた。つまり、まともなオスが生殖のチャンスを得られないような環境を人工的に整えてしまったのである。ラセンウジバエにとってはひどい仕打ちと言うほかはないだろうが、蛹期（サナギ時代）に放射性セシウムに被曝したラセンウジバエは生殖能力を失ったものの、性欲、いや生殖衝動だけは現役バリバリだった。子どもをこしらえる能力はないけれども、やたらと求愛に積極的で、容姿も相応に冴えていれば、そんなオスを前にして、メスたちもまさかヒトによる複雑な策略が目の中のオスに仕込まれているなど思いも依らなかったろう。まんまと二重に騙されたメスたちが生んだ卵は案の定、すべてが無精卵となり、次世代を形成することはできなかった。

因みにラセンウジバエの生殖能力を完全に剥奪したセシウム135は、放射性セシウムの中では桁外れに長寿の同位体であり、半減期は230万年に及んでいる。

一概に半減期の長さを放射性物質の威力や有害さの尺度にすることはできないが、福島第一原子力発電所の事故により、東日本全域に降り注いだセシウム137の半減期は約30年であり、するとセシウム135の崩壊速度はセシウム137の約7万7千倍もの長きにわたる。ベータ崩壊は中性子が負の電荷（電子）を放出することにより陽子が1つ増え、原子番号が1つ大きい物質に変わることを意味する。セシウム135は約230万年かけて半分がバリウム135になり、セシウム137は約30年を経て半分がバリウム137になる。セシウムはコバルトと同様、電子を放出するだけでなく、継続的にガンマ線をも放射しており、ラセンウジ

バエのオスが曝露して生殖能力を喪失したのもそのためだ。当然、半減期が長い物質よりも短い物質の方が激しい興奮状態にあり、ベータ線もより強力であり、危険性も高い。半減期を比較すれば、セシウム137のガンマ線出力はラセンウジバエの生殖力を奪った放射線の少なくとも7万7千倍にはなるだろう。実際、セシウム137はコバルト60などと比較しても、とりわけ取り扱いの難しい物質としても名高い。

2012年のことだったと記憶しているが、放射性物質のせいで奇形がたくさん産まれると不用意に発言してやり玉にあげられ、さんざん叩かれた研究者がいた。「奇形」という特別な含意をもつ言葉をどのように捉えるべきかは判断しかねるところがあるが、単に「変異」というだけなら、すでに答えは出ているように思われる。防疫の前例によれば、ラセンウジバエのオスのサナギをセシウム135に一定時間さらしただけで彼らは完全に生殖能力を失い、羽化したハエはすべてが不妊オスになった。この方法を考案したエドワード・ニップリングは、驚くべき点は実はここにあるのかもしれないが、日本国際賞を受賞している。受賞の背景には、おそらく「核の平和利用」という観点も含まれていたと思われる。セシウムにちょっと曝露させるだけで、害虫の生殖能力を片っ端から剥奪することができるわけだから、これが核の平和利用の成果でなくて他のなんであろう。ハエと私たちヒトが半分近い遺伝子を共有している以上、私たちの能力もセシウムに晒されることによって、何らかの変異を被ることになるのは間違いない。

そうであればこそ、福島原発事故に関連して、エドワード・ニップリングの業績が再び思い起こされ、取り上げられていないことはむしろ不可解な事実属する。スキャンダラスな話題に飛びつく習性のメディア関係者がニップリングの業績から推測される不吉な影響について頑なに沈黙を守り続けている理由の方がむしろ不吉に感じられるほどである。明らかな事実は、東北と関東には、少なくともセシウム135よりも強力なガンマ線源であるセシウム137が大量

### 第三の実験

にばらまかれてしまったということである。

ウルリッヒ・ベックの言葉を持ち出すまでもなく、原子力発電所事故は、これまでの災厄と異なり、建物や地域、国境、民族といった境界によって区切られることのない被害であり、しかも長期に渡る大地の汚染という観点から見れば、現存するどんな核兵器よりも遥かに恐ろしい帰結をもたらす。チェルノブイリとフクシマは、戦略的なメリットがないから誰も作ろうとしなかったシラードの「コバルト爆弾」を、意図せざるを事故によって誤爆させてしまったような事件であり、その意味において世界史的な事件の現場であり続けるよりほかにはないのである。しかも、この種の事件に限っては、起きたからそれで終わりというのではなく、ただ始まりを告げているだけであり、我々の記憶がどんなに錆びついてしまっても始まってしまった以上は一向に古びてくれないし、終わってもくれないのである。

したがって、今後、少なく見積もっても百年以上もの永きにわたり、少なからぬ人々が第三の実験の渦中であって、実験動物としての生命の営みを続けるよう余儀なくされることだろう。たとえ結果論としてそうなったにすぎないとしても、そのことだけは銘記されてよい。

以上が第三の実験に学ぶ第二の教訓である。

## 4 さらに考察を要する二つの事柄

核開発をめぐるテーマ系にあって、どうしても考えておく必要のある問題が二つある。一つは第三の実験の余波として考えなければならない問題であり、もう一つは日本の核武装が現実問題になったときに否応なく直面させられる問題である。

まず第一に「汚染水」と呼ばれる代物について。

### 第三の実験

いわゆる「高濃度汚染水」は長らく垂れ流しの状態にあって、未だ解決の糸口すら見えない状態にある。ある専門家は、流れる水は凍結しないという基本的な知識すら知ろうとせず、T電はコスト計算ばかりしていると激怒していた。怒れる声の主が言うことには、電力会社の中樞は土木の専門家に助言を仰げばすぐにわかることなのに、人の話を聞く気すらなく、結果的に長大な時間と莫大な費用を汚染水と一緒に垂れ流しにしてしまったのである。

また、汚染水が止まらないし、止められないとマスコミも相も変わらぬ情報をひたすら垂れ流すばかりである。何もかも流れてゆくばかりで、ちっとも止まらないし、残らない。いったい何が流れているのか？ 新聞もテレビも「トリチウム」「トリチウム」と繰り返していた。オウムのように同じ語彙を繰り返すばかりで、いったい何がどう問題なのかは一向に語られようとしなない。だから、誰も問題の核心が何なのかがわからない。

そもそも汚染水とは何か？ 水が何か水でないものによって汚染されているわけではない。ならば、どうして汚染水と呼ばれなければならないのか？ この問いに答えるためには別の初歩的な質問を経由する必要がある。

水は何からできているのか？

こんな問いから始めよう。もちろん年端もいかぬ子供でもなければ、水が水素と酸素から出来ているのは誰でも知っているはずだ。

汚染水について語る場合、動物にとって大切な酸素という元素のことは取り敢えず脇にどけておくことにしよう。なぜなら、水の構成要素のうち、核分裂による影響を受けるのは専ら水素だからである。

さて、汚染水と呼ばれるものを別の言い方で呼ぶなら「重水」となる。重水の構成要素の水素は通常の水素ではなく、重水素と呼ばれる。重水素には二種類ある。通常、「水素」と言われる元素の原子核には陽子が一つだけあって、中性子はない。報道で「トリチウム」と呼ばれているものも一応は水素である。水素の原語は hydrogen であり、その読みは英語の場合ではハイドロジェンと

### 第三の実験

なり、ドイツ語ではヒドロゲンだから、トリチウム (tritium) は呼び名にしてからが些か異様である。その理由は陽子に中性子が2つ結合したものを指すからであり、核子が3つだから名前に「tri-」の接頭辞がある。実際、トリチウムの和名は三重水素である。ちなみに中性子が1つ陽子に結合したものをデューテリウム (deuterium) と言う。汚染水のなかにデューテリウムが含まれていないとは考えられない。しかしながら、その点についてテレビや新聞の報道では全く触れられていない。同じ重水素でありながら、トリチウムについてのみ触れ、デューテリウムには触れなくても差し支えないと判断されたのだとすれば、その理由はただ一つ、後者が安定同位体に分類されているからに過ぎない。言い換えるなら、トリチウムのみが「汚染」源としてカウントする価値があり、その理由は放射性元素がトリチウムのみであるからという、それだけのことである。しかし、その種のロジックが実際にあったがゆえに今なお報道されていないのかは皆目わからない。なにしろ事実問題として、そもそも報道されていないのだから、その理由や動機など第三者が勘繰ることもできないのは言うまでもない。

ともかく水素の同位体には2つあり、それらを重水素と呼び、重水素と酸素が結合した水分子を重水と呼ぶ(ことにする)。一般に重水は  $D_2O$ 、つまりデューテリウム2つと酸素1つが結合したものを指し、トリチウムを含む水は HTO、すなわち通常の水素1個とトリチウム1個から成る水素2個と酸素1個からできた水を指し、「トリチウム水」などと呼ばれる<sup>(21)</sup>。

問題点は重水素の毒性にある。新聞やテレビの報道でも、放射線の観点から半減期がどれくらいであって、仮に体内に入った場合にどれくらいの時間を経て体外に排出されるかを教えてくれる情報は辛うじてあるにはあった。しかし、重水素や重水という物質が、放射性云々を除いて、生体にどういう影響を及ぼすのかについて書かれているものは、(少なくとも私が見かけた限りでは)皆無であった。

### 第三の実験

先にレオ・シラードの件で長い引用をした本がある。サム・キーンによる『スプーンと元素周期表』であり、専門書というよりも啓蒙的な一般書に入る、ごく普通に読んでいて楽しくなる本である。その本のなかに示唆的な記述があったので、二つばかり引用しておきたい。まずは、ド・ヘヴェシーという研究者がノーベル賞の受賞を逃した経緯を述べたあとに続く文章である。

がっかりしつつも屈することなく、ド・ヘヴェシーはコペンハーゲンを離れてドイツへ渡り、化学物質のトレーサーにかんする重要な研究を続けた。彼は暇ができると、人体が水素分子を平均してどれくらい素早く循環させるか（九日かかる）の調査に協力を申し出て、特別な「重」水——水素原子に中性子が一個余計にある水——を飲んで尿の重さを毎日量りまですている<sup>(22)</sup>。

ド・ヘヴェシーといえば、ニールス・ボーアのノーベル賞受賞の証であるトロフィーをナチスによる没収から守るために「溶かす」という俄かには信じられない挙動に及んだ人物として名高いが、その点はトロフィーのその後の運命を含めて今は措くとしよう。

目下のところ、注意を払わなければならないのは、日本の新聞やテレビなどで、重水の振る舞い方はふつうの水とまったく変わらないと述べられていたことである。専門家と称する日米の物理学者たちもトリチウムを含んだ水は普通の水と何ら変わらず、全く安全だと豪語していた。だが、その物理学者たちは恐らく化学も生理学も全く学んでいないか、もしも学生時代に何か重大なことを教わっていたとしても、その内容を丸まる忘れてしまったにちがいない。

ド・ヘヴェシーも実際に重水を口にしていた。ただし、ごく少量を口に含んだ程度であり、とても飲んだとは言えないくらいだったにちがいない。恐らくは危険だからというよりも、非常に貴重だったからであり、一気に呑むにはあ



### 第三の実験

まりに勿体なかったというのが正直なところだろう。重水は、ごく少量であっても、明らかに軽水とは特徴が異なり、追跡可能である点から、医療現場では水分量や水分の代謝を計測するためのトレーサーとして使われることが多い。ド・ヘヴェシーがごく少量しか飲まなかった第二の理由は簡単だ——大量に飲んだ場合に身体に何が起こるか見当がつかなかったからである。上に引用した「重」水の箇所には星印があり、巻末の註に該当する解説文がある。啓蒙書の類は詳細を注に譲ることが多く、重要な事実が註にまとめて書かれていることはままあるものだが、次の引用箇所もそのよい例だろう。本屋に行き、繙きさえすれば、誰もがすぐにも以下のような文章を読むことができる。

ド・ヘヴェシーは重水実験を自分のほかに金魚に対しても行ない、何匹も死なせている。

ギルバート・ルイスも、1930年代前半にノーベル賞受賞を目指した最後の最後となる努力のなかで、重水を使った。ルイスは、ハロルド・ユリーによる重水素——中性子が1個多い重い水素——の発見がノーベル賞ものだとなっていた。それは世界中の科学者も、ユリー本人も同じだった（彼は概して精彩を欠くキャリアを送っており、妻の親族からあざけりを受けるなどしていたが、重水素を発見した直後に家へ帰って妻にこう告げている、「ハニー、おれたちの苦労は終わった」）。

ルイスは、逃し続けていたあの賞に手をかけるため、重水素でできた水の生物への影響を調べることにした。同じアイデアを持っていた科学者はほかにもいたが、アーネスト・O・ローレンス率いるバークレー核物理学科は、まったくの偶然から、世界で最も多量の重水を保持していた。研究チームは放射能実験に何年も使われていた水のタンクを持っており、そのなかに重水がたくさん（といっても数オンス〔100～200グラム前後〕）含まれていたのだ。ルイスは重水を純化させてもらえるようローレンスに頼

### 第三の実験

み込み、ローレンスは承諾した——ただし、ローレンスの研究にも重要かもしれないため、実験が終わったらルイスが水を返すことを条件に付けた。

ルイスは約束を破った。重水を分離したのち、彼はそれをマウスに与えて様子を観察したのである。奇妙な性質の1つとして、重水は海水と同じく、飲めば飲むほどかきむしりたくなるほど喉が渇く。身体が代謝できないからだ。ド・ヘヴェシーは重水をわずかししか飲まなかったので彼の身体は気づかなかったが、ルイスのマウスは重水を数時間ですっかり飲み干した末に死んでしまった。マウスを殺すというのはノーベル賞ものの行為とはとても言えず、貴重な重水を汚い齧歯類が尿としてすっかり流したと知って、ローレンスは激怒した<sup>(23)</sup>。

問題の水は、とても我々が知っている「水」と呼べる代物ではない。半減期がどれくらいで、濃度がどれくらいになるまで薄めれば……といった議論は、この種の生化学的かつ生理学的な事実を積み重ね、ありうる可能性のすべてを踏まえてでなければそもそも意味がないのであり、その点は「被害」を想定する限りにおいて、言うまでもないことのはずだった。

そもそも強烈に喉が渇くというのは、重水がふつうの水として体内や細胞に吸収されないからである。大部分の淡水魚が海水の中で生きられないのは、体内の塩分濃度を海水に合わせようとすると体内の水分が死線を越えて体外に排出されてしまうからであり、逆に大半の海水魚が淡水に適応できないのは淡水に適応すべく塩分濃度を薄めようとして身体が破裂するほど水を吸収してしまうからである。我々も塩辛いものを食べると喉の渇きに悩まされる。その理由は魚と同様、我々の身体もまた体内の塩分濃度を「ふつう」の状態にまで戻そうとしているからである。

だが、「ふつう」とはどれくらいの量なのか？ もちろん塩分濃度の話ではない。トリチウムの存在比は自然界では10のマイナス18乗になる。「1 / 1000

### 第三の実験

億×1000」だ。水の分子が1000億の1000倍ほどの数だけあれば、その中に一粒くらいまぎれているという勘定になる。それに対し、デューテリウムの存在比は0.015パーセントとされている。こちらは10万粒の水分子があれば、その中に15粒ほど混入している計算になる。重水素の内訳を見ると、トリチウムよりも遥かにデューテリウムの方が多い（約1500億倍）。太古から存在比が一定なのかどうかはわからないが、もしも一定であるとするなら、その比は地球の水が地球の生誕後に生成されたのか、それ以前にすでに生成されていたのかを決定するほど重要なデータとなる。もしもそれほど重大な事実を秘めていたとするならば、少なくとも生物は少量の重水なら軽く数億年単位で摂取しつづけてきたことになるだろう。だから、さすがに我々の身体もそれしきの量ではびっくりしない。

人が重水を飲んで感じる猛烈な渇きは、おそらく身体が高濃度の重水を何とかして薄めようとしているからであろう。我々の身体は塩分だけでなく、種々の濃度に途轍もなく敏感にできている。重水をどれくらいまで薄めれば「渇き」が落ち着くかといえば、おそらく全体の0.015パーセントくらいであろう——なぜなら、それが自然におけるデューテリウムの存在比だからである。

結局のところ、高濃度の重水に私たちの身体はとても耐えられないそうになり、そもそも重水素は代謝されない。

にもかかわらず、ルイスのマウスは重水を飲んで死んだ。この事実は単に「代謝されない」と言って済まされない重大な事態が生じていることをも含意している。もしも吸収もされず代謝もされなければ、ただ排出されるしかないのだから、多くの物理学者が言うように、なるほど危険性は低いにちがいない。真の毒性は、それゆえ本来なら代謝され得ないものが代謝のプロセスに紛れ込んでしまった場合に現われる何かであるということになる。

生き物の体内の細胞を構成する複雑な分子、いわゆる高分子には必ず水素結合が含まれている。激しい渇きという反応により、身体が水素の同位体を識別

して認知していることはわかったが、認知がどの範囲ないし水準まで貫かれているかはわからない。もしも身体が微細なレベルで重水素をふつうの水素と混同し、それらを等し並みに扱った場合、細胞や核酸は通常の水素の二倍から三倍も大きな元素を高分子構造の内部に繰り込んでしまうことになるだろう。周知のように我々の身体は同じアルカリ金属の仲間でもナトリウムとカリウムは峻別するが、その分だけカリウムとセシウムの差異にはこだわらないという傾向にある。また、アルカリ土類金属というグループにしても、身体がマグネシウムとカルシウムを識別する分だけ、カルシウムとストロンチウムのちがいには鈍感になりがちである。放射能汚染において、恐ろしいのは我々の身体に潜むその種の生理学的な「癖」と深く関連している。我々の身体は水の中に含まれる重水素の濃度については敏感に反応するが、同位体のちがいを代謝レベルで識別し、質量の軽いものだけ選別して用いるほどの厳密さを持ち合わせてはいないかもしれない。医療の現場でトレーサーとして用いられるという事実が、体内における重水の振る舞いが軽水と変わらないという事実を傍証している。となれば、大量摂取によりデューテリウムが危険になるという点に加え、放射性同位体のトリチウムも大挙して体内に浸入した場合、その影響は細胞はおろか分子レベルにまで及びかねない。高分子の構造的異変が何を含意するかといえば、タンパク質や核酸といった微細な領域に生じる阻害や攪乱が必然的に身体全域に及んでゆくということである。その帰結を雄弁に物語るのが、ド・ヘヴェシーの金魚やルイスのネズミの「死」である。彼らの実験を事実として受け入れ、なおかつ今後の健康を気づかうならば、少なくとも重水のがぶ飲みだけは慎んでおいた方がよいだろう。

もう一度くり返すが、どうして、このような指摘が必要なのかと言えば、新聞やテレビの報道番組において、いわゆる「専門家」と称する面々が、放射能の観点から「CT スキャンを浴びたのと同じくらいの線量だから、数十リットル飲んでも大丈夫」などと無責任に請け合っていたからである。彼らはトリチ

### 第三の実験

ウムの放射線のみを問題としているのだから、その観点から問題にする限りにおいては、そのように言えるのかもしれない。しかし化学的な毒性や生物学的な障害を想定すれば、間違いなく人が確実に死ぬ量を軽々しく「大丈夫」と保証して平然としていることになる。国の内外を問わず、残念ながら、いわゆる原子力の専門家を自称する人々には、この種の手合いが実に多い。

重水は危険である——放射性であるか否かを問わず。

これは予想ではなく、議論の前提にしなければならない命題である。とはいえ、繰り返すが、例外なく危険なのではなく、ごく少量の摂取なら問題ないというのも、もう一方の真実である。なぜなら少量の重水なら太古から自然界に存在し、我々の身体の内外を行き来してきたからである。反対に高濃度の重水——とりわけ放射性同位体を含む重水——は、これまで自然界に一度としてあった試しがなく、したがって本当の意味ではまだ人間が出会ったことのない未知数の物質である。未知数の害毒と言ってもよい。未知の部分は、おそらく既知の毒性の上に折り重なり、身体が水素を利用する幾多の方法に紛れ込みながら、生命活動の基礎的な水準にその厄介な姿を現わすことになるだろう。

第二点に移ろう。再び原子爆弾の問題である——しかも濃縮ウランを使った核兵器の現在形についてである。

先に、濃縮ウランによるガンバレル方式と比較して、プルトニウムを原料にした爆縮方式は爆発速度の制御と計算に途方もない緻密さがともなうと述べた。にもかかわらず先進国といわれる国々が第二次大戦後、爆縮型の爆弾を開発しつづけたのは、原子炉を運転してさえいれば人工的に原料を製造するのは容易だったからである。ウランを原料にした爆弾は、製造法は簡単だが、原料があまりに希少であるために作られてこなかった。

この考え方をひっくり返してみるとどうなるだろうか。たとえば、技術力についてはさほど高度な水準にはないけれども、希少元素のウラン235ならば一

### 第三の実験

定量、入手する当てがある。原料が入手できて、おまけに濃縮の手段もわかれば、ガンバレル方式の原子爆弾なら誰でも手が届くかもしれない。当代きつての物理学者などいなくてもいい。一定の知識と技術力があれば、どこかで誰かが製造しているかもしれないし、あるいは素人の我々だって製造できてしまうかもしれない。長谷川和彦監督による『太陽を盗んだ男』という映画は、沢田研二演じるしがない中学教師が自室で原爆を製造し、日本政府を脅迫するという作品だった。あの名作に描かれていたような製造可能性に今、どのようなアクセリアリティがあるのかを明らかにしておく必要がある。

第二次大戦後の核実験が例外なくプルトニウムを原料にしていたということは、言い換えれば、ウラン235を主原料とした「リトルボーイ」型原爆の投下は、実験を含め、ヒロシマ一度限りだったということの意味する——因みに初めての核実験であるトリニティ実験に用いられたのはプルトニウムを原料にした爆縮型の爆弾であり、ナガサキはそれゆえ二度目の経験だったことになる——。先に戦後の核実験に言及した際、「すべて」と全称命題の形で断定しておきながら、実験を実施した国々の範囲を「先進国」に限定した。「すべて」にはしばしば例外がともなうものだが、ここにも恰好の例があると言えそうだ。どうして全称命題の成立を許さないのかといえば、先進国による核の独占に抗う一人の高名な技術者がこの事実に関与しているからである。アブドゥル・カディール・カーンという人物がその人であるが、伝記的な情報は最小限にとどめよう。彼はカーン博士と呼ばれ、パキスタンを代表する物理学者とも言われている。しかし経歴からは工学系の技術者と言った方が正確だろう。大事なのは彼が途上国による核保有の試みのすべてに関与したと言われていることであり、しかもそれは単なる噂の域にとどまらない。

これまで核兵器の保有国は第二次大戦における戦勝国に限られてきたが、核の保有についての権利問題はまともに議論されたことがない。開発が保有に直結し、現に保有しているという既成事実があたかも保有権を有しているかのよ

### 第三の実験

うに推移してきてただけのことだ。ただし、開発の実績がそのまま保有権の証になるかという点、そうでもなく、あたかも国によっては開発と保有の自由が（いかなる留保もなく）あるようにみえる一方、別の国々には始めから開発のチャンスすら完全に絶たれているかのように語られている。さしたる根拠もなければ、また根拠についての議論が積み重ねられたという実績もなく、ただ一方的に開発について警戒され、保有について非難される国々があるだけなのだ。

もちろん議論が全くないというわけではない。権利の有無をめぐる表面的な議論なら、今でもかまびすしく鳴り響いている。表面的——というのは決して掘り下げようとする真似はしないという、暗黙の了解の下に騒々しくがなり立てるという意味である。その一方、「非核三原則」のように核の開発と保有だけでなく、他国からの持ち込みさえ許さないという、権利放棄が憲法の条文に記されている国家が存在する。にもかかわらず、その国で原子力発電所事故が起きたという逆説的な事態については、未だ根本的な議論がなされた形跡はない。無論、国内でさえ真面目な議論がほとんどないくらいであるから、このような原則を有する国の方が例外的であるのは言うまでもない。しかしながら、この例外状態を屈辱的な異常事態と見做し、外から強いられた振れを今こそ見直そうとばかりに、何事かを企てたりすると、その余波として名前を召還されることになるのが、またしてもアブドゥル・カディール・カーンとなってしまうのである。

事の起こりは1974年にまでさかのぼる。パキスタンの隣国、インドが敢えて国境付近で核実験を実施した。爆弾の名は「微笑むブッダ」だったそうだ。ベルギーで冶金工学の学位を取得したカーンは、そのとき37歳になっており、オランダのアムステルダムにある企業、Urenco に技術者として雇われていた。Urenco はヨーロッパで唯一、ウランの濃縮が可能な企業であり、核の脅威を肌で感じたパキスタン人にとってみれば、自分の勤め先には母国の救済に必要



な技術と情報がわんさとあった。あとは、いつ、どうやってカーンがその機密を持ち出すかだけだった。

詳細は省くが、カーンには生来の人懐こさもあつたらしく、周りに打ち解け、次々に信用を獲得していった。そのためか、彼は難なく必要な情報すべてを Urenco から持ち出し、母国で原子爆弾の製造に取り掛かることができた。大国といわれる国々は些か不用意にすぎたのかもしれない。実際、保有国の政治家たちの誰ひとりとしてパキスタンに核兵器が作れるなどとは思っていなかった。しかし、カーンは先進国から侮られているという感覚をむしろバネにして開発に励んだ。インドの実験から四半世紀を過ぎようとした1998年、ついにパキスタンは核実験に成功した。「それこそイスラム教国の政府——ついでに貧しい国の政府だ——が最後の審判を直接コントロールする道具を手にした初の瞬間であり、核の爆発は同時に国民の誇りと自信による巨大な爆発をも創り出したのである」<sup>(24)</sup>。その誇りがいかばかりだったかは、至るところで引用されるカーンの有名な台詞が他の何よりも雄弁に物語っているように思われる——「ミシンや自転車すらろくすっぽ組み立てられなかった国が、宇宙で最も未来的なテクノロジーを生み出そうとしていたんだ」<sup>(25)</sup>。

パキスタンが核開発に成功した瞬間は、同時にウラニウム型原爆が戦後、初めて製造され、投下された瞬間でもあった。カーンの動機は明白だった——大国の利害に翻弄され、蹂躪されるばかりの弱小国家が大国と対等に渡り合うためにはどうすればよいのか？ 答えは核を保有することであり、ウランを濃縮できる施設を作ることである。

しかも世界を見わたしてみれば、もちろん弱小国家はパキスタンに限らないし、大国に脅されている国も数知れない。Zoellner はカーンが核開発に奔走するようになる動機と実際の動向について次のように述べている。

〔核兵器の〕非拡散条約には考慮に値する固有の偽善がある。カーンや



### 第三の実験

大多数のパキスタン人の目には、アメリカ人や他のファーストクラスの有力国の人々は、核による安全保障を展開しようとするどんな国に対しても間髪入れずに指を横に振ってダメ出しするくせに、自分たちの莫大な核の保有はそのまま維持しようとするように映る。9世紀には世界の知的かつ軍事的な支配者であったが今や自分たちは西洋の核というブーツの踵に踏みつけられていると感じていた全世界のムスリム国家にとって、その状態はこの上ない屈辱だった。

毎日5回の祈りを捧げ、アラーに運命の恵みを大々的に感謝してはいるが、カーンは些かも原理主義には与していない。テロリストに核関連の技術を分けてやる素振りも見せなかった。しかし、パキスタンには自国のウランを濃縮する権利があり、自国の尊厳を自分の意のままにする権利があると信じていた——核を持たなかったがために他国に打ちのめされ、疲弊しきった国々にもちょうど同じ権利があったように——。

その動機が自己愛であれ、あるいは利得や利他主義、復讐心であろうとも、ともかくカーンと彼の下で働く連中は、秘密裡にパキスタンのウランと核関連グッズをイランやリビア、北朝鮮などの、いわば虐げられた最下層の国々に売りさばくようになり、その事実は15年以上も前、地中海のとある港で一隻の船が拿捕されたのを契機に明らかになった。

ディーラー集団は今や A. Q.カーン・ネットワークとして知られ、もっと軽薄な表現を使えば核のウォール・マートなどとも言われるが、彼らがセールスの産声を上げたのは1987年のことであり、そのときはイランに遠心分離機と原子炉を導入すべく一部をサンプルとして販売を申し入れた。商品は去る10年前にヨーロッパからカーンが密輸した核兵器のスターター・キットと基本的に同じものだった。当時のイランはサダム・フセインのイラクと交戦中であり、国境地帯で膠着状態にあったため、少しでも自国の優位性を示す方途を探していた。イランはこの買い物に300万ドル

で飛びつき、事態は動き始めた<sup>(26)</sup>。

核の保有と非-保有の線引きは第二次大戦後、戦勝国と敗戦国との間になされ、あたかも保有の根拠や権利問題についてもその線引きによって何もかも片づいたかのように演出された。日本においても、核兵器の保有や廃絶については色々と議論され、さまざまな主張があるが、誰に保有権があり、その根拠が那邊に存するののかという議論は、とてもされたとは言えないのが現状だ。その現状を文章で正確に追認しようとすれば、おそらく次のように言うことができるだろう。核を「持つ・持たない」の境界線は、第二次世界大戦の戦勝国と敗戦国との間に引かれ、それを契機に「持てる国々」である連合国側が戦後の国際連合に移行し、敵国条項に該当する日本とドイツは自動的に「持たざる国々」の側に回り、その境界線は今も活着しているが、法的な根拠というよりも政治的な惰性であり、半ば慣習化した線引きにすぎない。

もしも単なる惰性ではなく、何らかの法的根拠がある決定だとするならば、その裏付けとなる文言は唯一、日本国憲法に記されている文章だけだと言わなければならない——非核三原則そのものが憲法に記されているわけではないが、9条から演繹された地続きの国是である。

今、もしも「持たざる国」の日本が憲法を改正し、核保有国の一員に加わろうとし、また実際に加われるのだとすれば、そのとき、核の保有に関する権利問題は事実上、ゼロ地点にまで戻されることになるだろう。言い換えるなら、核の保有権には実のところ国際法上の根拠など全く存在しないという事実が議論の争点として白日の下に引きずり出されることになる。そのとき、新たな根拠を持ち出すことができなければ、事実上、「持つ」と言えばどの国でも持つことになってしまう。言い換えるなら、核の保有について、アメリカにあってイランにない権利を主張する根拠を見出すことなど誰にもできないし、中国やフランスにあってイランや北朝鮮にない権利というものを根拠づけることも

できなくなるのである。

「そもそも」論から始めよう。いわゆる大国ではない国が核の保有を匂わす契機になったのは、パキスタンではない。持つか持たないかが曖昧なまま、限りなく不透明な無言を貫きながら、その状態を超大国を含む全世界から黙認されてきた国が存在する。それがイスラエルであり、カーンは中東におけるイスラエルの処世術から核という力の運用術に関しても少なからず教訓を得ていた。彼がやがて核開発に奔走し、核関連グッズのセールスに奔走するきっかけになったのもイスラエルの狡猾さのお蔭である。途上国の「核開発の父」と呼ばれるカーンは今も「核の抑止力」を確信しているが、それはアメリカやイギリスなどが口にする建前としての「核の抑止力」と同じものではない。彼が企てたのは、中東で孤立する小国から漂ってくる無気味な「抑止力」をヒントにして、同じ力をインドの脅威に対抗すべく導入することだった。その彼が今度はイスラエルとその背後のアメリカの脅威にさらされているイランに核の売り込みを行なったのは、皮肉ではあるものの、ごく自然な成り行きであつと言わざるを得ない。しかも驚くべきことに、彼は自国で原爆を完成させるより10年も前に核の販売網を作り上げ、せっせと商売を始めていた。商魂たくましいと言えなくもないが、それが単なる資金集めにとどまらないのは、「核の抑止力」はそれがなければ決して得られなかった政治的な交渉能力を弱小国家に与えるということを彼が確信していたからである。

実際、カーンは最近のインタビューでも次のように述べていた。「イラクやリビアに核兵器があつたら、あんなふうには破壊されることはなかっただろう。パキスタンが〔19〕71年以前に核兵器を保有していたら、(第三次印パ戦争での)不名誉な敗北の後に国土の半分(現在のバングラデシュ)を失うこともなかったはずだ」<sup>(27)</sup>。

カーンの思想はいたってシンプルである。昔のパキスタンだけでなく、イラクだって、もしも核を持っていれば、あんな簡単に爆撃などされなかったら

うし、サダム・フセインやカダフィ大佐だって、あんな無残な最期を遂げることはなかっただろう。核の抑止力は、単に敵対勢力に脅威を与えるだけでなく、やっかい者あつかいされる弱小国家が超大国の気まぐれや勝手な都合で踏み潰されないための鎧ともなる。カーンや彼のネットワークには「最下層国家」の悲惨と屈辱の論理が控えており、その理解を抜きにして核保有の試みだけを非難し続けたところで何一つ解決しないだろう。

もちろん、カーンの発言を一面的と批判することは可能だし、その指摘はおそらく正しい。しかし、一面的と非難されるその一面は途轍もなく重大であり、一面的と誇るくらいのことで蔑ろにできるような代物ではない。

だからこそ、「平和の礎とは何か？」という問いを、少し奇異な論点から浮かび上がらせる必要があるのである。つまり余裕綽々の大国の視点ではなく、追い詰められた弱小国家の抱える論理から問い質されなければならない。カーンのビジネスが教唆する回答は、単純であるがゆえに恐ろしいものになる——すなわち「相互確証破壊」の可能性を肝に銘じ、常に忘れないでいるということ、これである。膠着状態とみまがうような平和状態をそのまま維持し続けるか、さもなければ相互的な破滅の道をひた走るかの二者択一を前にして、同じ場所に身を置きつづけることである。もしも破壊的な選択肢の方を選び取ってしまったら、どうなるのか？ そのときは、どちらか一方だけ破滅するのではなく、ともに相手を道連れにしながら全滅の道をゆくことになる。そうなる可能性を念頭に置き、悪しき夢を互いに仄めかし合いながら向かい合い、睨み合うこと、これだけが平和の礎になる。その緊張に耐えきれなければ、全面的な破局にひた走るしかない。惨劇を見たくなければ、破滅の場面を最悪の可能性として想定し、それだけはなんとかして回避しようと試みるしかない。そうやって睨み合う人々がじわじわ接近しながらも、ひたすら衝突を避け、互いに身をかわしつづける。しかし、近付きながら同時に遠ざけ合うという、その先に控えているものも、やはり同じ光景なのだ。核の使用をちらつかせるかと思えば、

### 第三の実験

相手の鼻先で顔を背け、焦らし、挑発し、動揺しつづけること。全面的な破局か瀬戸際の回避かの二者択一しかない状況を築き上げ、いつ始まってもおかしくないがまだ始まっていない状態をどこまでも持続し、延長し、また更新してゆくこと、これが平和を維持するために残された唯一の戦略となる。それゆえカーンは同じインタビューで続けて次のように述べていたのである——「インドもパキスタンも、冷戦時代に戦争を防いだ「相互確証破壊」の原理を理解している。どちらが先に核兵器を使おうと、結局は両方とも破滅を避けられない。だから軍事的な小競り合いはあっても、両国間に核戦争はあり得ない」<sup>(28)</sup>。

考えるべきは、ここからである。アメリカの核開発の動機になったのは、ナチスドイツの脅威であった。そのアメリカが今もなお核兵器を保有している理由は、ナチスドイツの脅威でもなければ、ソビエト連邦の脅威でもない。今や日本が「同盟国」となっている以上、連合国の敵国条項を持ち出すわけにもいかず、かといって「中国の脅威」など口が裂けても言えまい。

日本における「核兵器廃絶」の訴えは悲しいかな、いかに生々しい歴史的事実を背景にもっていようと、いつの間にか奇麗事としてしか耳に響かなくなってしまう。法律の条項であれ、政治家の演説であれ、核をめぐる言葉の本気度を人々が徐々に信用しなくなったと言ってもよいだろう。その理由を問うには及ばない。冷戦が終結し、新たな核兵器の開発が下火になるにつれ、日本国憲法の理念もどこか空々しく響くようになった。それが憲法の言語の耐用年数の問題なのか否かは問うまい。むしろ問わなければならないのは次の点である。もしも正論の言葉が空々しく響く時代の風土に乗じて何者かが憲法改正に着手し、さらには極東の弱小国が爆縮型原爆の製造にまで着手しようとしたならば、そのとき、実は同じ素振りでパンドラの箱をも開ける羽目になりはすまいか。

大事なのは、そのとき「持つ」と「持たない」とを区分し、世界をその両側

に裁断していたはずの強固な線分が一つ、しかし確実に消滅するということがある。カーンの論理によれば、弱小国が弱小国であるがゆえに、また最貧国が最貧国であるがゆえに虐げられるだけの地位に甘んじ続ける理由の一つに核を持たないことが挙げられていた。もしも弱小国家がこれまでと同様に今後も核兵器の製造を禁じられ、保有しないと誓わなければならないとすれば、その誓いは今後も以前と同様に一方的に虐げられることを容認し、最下層のステータスにとどまりつづけることへの同意にもなりかねない。カーンの思想と行為は、その「同意」の圧力に対する最もラディカルな拒否にはかならなかった。

仮にアメリカの同盟国たる日本に核兵器を開発する自由と核を保有する権利があると国際社会が認めることになったとして、ではパキスタンやイラン、北朝鮮にははじめから開発と保有の権利がなく、あらかじめ一切の機会を奪われているかのように議論するための根拠はいったい那辺にあるのか？

パンドラの箱は開きかけている。その隙間から窺えるのはイスラエルの不透明な沈黙とカーンの暗躍の軌跡である。目下の問題は、完全に開けるのが誰なのかという点である。権利問題としてではなく、置かれた立場において、今、開くことのできる者は誰なのか？ すでに答えは明白になっている——核の非武装を法的に宣言している国家の元首である。おそらく箱のなかには核をめぐる難問のすべてが書かれているはずだ——できれば議論の俎上に載せたくない問い、一般論が成立しない命題、全員一致がありえない選択肢、合意なしに進めた事柄のすべて、人間の記憶力を超越した毒性……。そして「相互確証破壊」の全面化——究極のドミノ倒しだ。誰がどこから始めるかわからないが、どの一点から始まっても必ず全体が倒れる仕組みになっているゲームである。したがって、日本がかつて国是として掲げた理念を放棄し、過去の屑籠に葬り去るとき、「持たない」と宣言した国が世界から一つ減るだけではなく、その国が全世界に向かって禁断の箱を開け、難問を空高く放り投げることになるということも併せて承知しておく必要がある。

### 第三の実験

#### 註

- (1) 本稿、即ち「第三の実験」は2012年9月14日（金）、明治学院東村山高等学校において、「アカデミック・リテラシー」という科目の授業で高校生を前に話した内容を原稿化したものである。オリジナルの極度の圧縮された授業を辛抱強く聞いてくれた生徒たち、および貴重な機会を与えてくださった高校の関係者みなさまに感謝する次第である。
- (2) デイヴィッド・ボダニス『 $E = mc^2$ 』伊藤文英・高橋知子・吉田三知世訳、早川書房、2005年。187-191頁。
- (3) とりわけ戦後50年を経て続々と公開された公文書資料が明白に物語っている。詳細はアミール・D・アクゼル『ウラニウム革命』（久保儀明・宮田卓爾訳、青土社、2009年）の第15・16章を参照。
- (4) リチャード・ファインマン『ファインマン物理学Ⅰ 力学』坪井忠二訳、岩波書店、1967/1986年。207頁。
- (5) 特殊相対性理論は、核爆発の理論化や核兵器の開発を睨んで作られた理論ではない。それはむしろ、物体の運動速度が電磁気学の扱う速度の極限、すなわち光の伝達速度にまで接近したときに出来る事態を説明する学説であった。有名な現象として、光速に近づくにつれて時間の進み方が変わるという不思議な事象がある。地上から光速に匹敵する速度で運動する物体の内部を見ると、その内部における時間の進み方は地上よりも遅延しているように見えるのだという。ニュートンの運動に関する第二法則では簡単に光速を超えてしまい、無限大の速度にも対応できてしまうが、物質の運動量は光速を超えることができない。言い換えるなら、光速に到達すると、物体の運動量が極限に達し、その内部では時間が止まる。物体の運動速度が極限に達すると逆説的にその内部では運動が完全に停止すると言ってもよい。因みに、ニュートンの運動法則とアインシュタインによる補正の式の外観はとても似ていて、それぞれに具体的な速度を代入して求めれば、速度が光速によほど接近しないかぎり、それとわかる時間のずれなど生じず、両者の式はほぼ一致する。ならば、どの程度まで光速に接近すれば目に見えて時間のずれを感じることができるのだろうか？ この問いに答えるためには、ニュートン力学を電磁気学に橋渡ししようとしたローレンツ変換に頼らざるを得ない。本文で挙げた「 $1 - v^2/c^2$ 」の平方根を利用すればよい。たとえば、宇宙船の速度が光速の90パーセントに達したとしよう。光速の9割など、実際にはありえない速度であるが、それを実現したとき、はじめて地上の1年に対して、0.436年という、地上の半分以下しか時間が経過しないという事態が実現する。さらに速度を上げ、光速の99パーセントの速度を達成すると、地上の1年に対し、宇宙船の内部では0.1年しか経過しない。さらに光速の99.98パーセントまで肉薄すると、船内の時間は



### 第三の実験

0.019998999974999…年となり、この段階に至れば地上から見たとき、ほぼ時間が止まったように見えるはずだ。ただし、このような速度は実現不可能である。むろん、技術的な問題ではないし、想像力の欠如に起因する難題があるわけでもない。宇宙には物があるというのが最大の理由だ。どこまで行っても何もない真空の空間のみを航行できればよいのだが、そんなことはできないというのが主たる理由なのである。もしも宇宙船の速度が光速に接近すると、宇宙空間で出会う物体、とりわけ目に見えない水素やヘリウム、窒素、そして酸素などの気体粒子たちは、たとえそれらが静止していたとしても、船が光速で移動しているのだから、当然、出会えば衝突するだろうし、しかも光速での激突となる。何の変哲もない気体分子がすべて最大出力の放射線となって襲いかかってくるだろう。ちょうど核爆発において高速で運動する分裂片が元素の表面を強く擦りつけたときと同様、宇宙船と乗組員の身体を途轍もない高エネルギーの粒子線と電磁波が直撃し、衝撃を与えることになる。したがって、宇宙空間の大気がいかに希薄であろうとも、その中を光速に近い速度で通過すれば、それだけで船も身体も瞬時に破壊され、消し飛んでしまうだろう。とはいえ余計な心配が無用なのは、現実には速度を上げてゆく際、加速の途中で誰もが苦痛に耐えられなくなり、ストップを掛けるにちがいないからである。事実、ファインマンによれば、ローレンツ変換のキモに当たる「 $1 - v^2/c^2$ 」の値が400万分の1に達すると質量は約2000倍になり、シンクロトロン内の電子は陽子の質量と同じくらいになってしまう。ヒトの身体を構成する分子にしても途方もない速度に投入されれば、あたかも熱せられた気体のように激しく運動し、巨大化してゆくだろう。全身が気化しながら、しかし体重だけ一挙に重くなるなどという悲しい目には遭いたくないものだが……。

- (6) ジェレミー・バーンシュタイン『プルトニウム』村岡克紀訳、産業図書、2008年。「日本語版への序文」i - ii 頁。
- (7) リュードベリらによる資料では、中性子の質量は1.008665u (u は原子質量単位) であり、水素の質量は1.007825u である。二つの質量の和は2.016490u になるはずだが、実測すると2.014102u にとどまり、質量欠損が-0.002388u あることがわかる。この消えた質量について、リュードベリらは「アインシュタインの式  $E = mc^2$  により、1 原子質量単位は931.5MeV に等しい」と述べている (MeV は100万電子ボルト)。この数値が意味するのは、水素原子核が中性子捕獲によってデュートリウムという重水素になる際に放出するエネルギーの大きさである。どれくらい大きさかと言うと二酸化炭素が作られる際に放出されるエネルギーの50万倍ほどになる。さらに、中性子2個のトリチウムになると欠損は-0.009106u となり、デュートリウムの3倍以上になり、さらにヘリウムの原子質量は4.002603u であり、質量欠損は-0.030377u となる。この数値が意味するのは、核融合によってヘリウムが作られる際にエネルギーに転換され、



### 第三の実験

それゆえ新たに作られた原子からは永遠に失われてしまった質量である。中性子捕獲と核融合は原理こそ異なるが、いずれにしろ新たな原子が創造される際には必ず質量の欠損がともなうという点においては共通する（シヨパン・リルゼンツイン・リュードベリ『放射科学』柴田誠一ら訳、丸善、2005年。49-52頁）。参照した頁のなかでも特に50頁の表3.1では、ほぼ全元素の網羅的な質量欠損の値を見ることができる。因みに原子質量「u」は炭素（陽子6つと中性子6つ）の質量を12と定めるところから相対的に決定されている。つまり、便宜的に炭素は1.0uの核子12個から成る元素と見なされ、それを基準にして炭素よりも小さい元素の核子は1.0よりも大きな核子から成っていて、反対に炭素よりも大きい元素の核子はみな1.0以下になり、大きな元素ほど作り出すのに要するエネルギーが大きかったことを示している。なお、標準的な単位で示すと中性子の質量は $1.6750 \times 10^{-27}$ kgであり、陽子は $1.6726 \times 10^{-27}$ kg、電子は $9.1094 \times 10^{-31}$ kgとなっている。

- (8) 本稿は多くの数字を取り扱うがゆえに脳裏に留めておきたいことがある。例えば、東日本大震災で地殻から解放されたエネルギー量を TNT 換算で4億8000万トンと表現するのは可能なことだし、事象の正確な理解に資する知識の一端と言うことができる。しかしながら、たとえば、その数値からこんな言い方をしたくなったりしたら、その途端に思考の迷走が始まる。すなわち、東日本大震災の災厄は、長崎型原爆2万4000発分に相当する、などと。実際に日本の国土に TNT 換算で2万トンクラスの核兵器を2万発も落とされたりしたら、人っ子一人、いや虫一匹すら生き残れはすまい。ブラボー作戦に用いられた15メガトンの核兵器がもしも都市部など人口密集地で使われたなら、死者の数は百万の単位には取まらないとも言われる。その意味において、地震の力を示す数値が決して誇張ではないとしても、数値をあげつらうことであかかも被害の面でも核兵器と比較しえたと信じ込むのは、やはり愚かな振る舞いと誇られても仕方がない。また、TNT換算の数値を無頓着に比較するのと同じ意味において、ヒロシマとナガサキの死者よりも東京大空襲の死者の方が多かったとか、戦後の交通事故死者数や自殺者数などと比較したりするのも愚かしい戯れと言えらう。
- (9) アクゼル、前掲書、175頁。
- (10) 同、176-177頁。
- (11) Tom Zoellner, *Uranium*, Viking, 2009, p.29.
- (12) リチャード・ファインマンは核分裂から解放されるエネルギーについて次のように説明している。「原子核を結び合わせているものは何か」という疑問もあるであろう。核の中には陽子がいくつかある。陽子は正電気をもつのに、なぜ反発してばらばらにならないか。原子核の中では、電気力のほかに、核力といわれる非電気力があり、これが電気力より強く、電気力に反対して陽子を結合させていることが分っている。

### 第三の実験

しかしこの核力は短い守備範囲（到達距離）をもち、力は $1/r^2$ より短く小さくなる。このことが大きな違いを生ずる。もし核内の陽子が多すぎると、核はふくれ上って、まとまっていられなくなる。その一例は92個の陽子をもつウランである。守備範囲のせまい核力は陽子（または中性子）とその最近接粒子との間にしか働かないのに対して、電気力は広い範囲に作用し、陽子と核内の他の陽子全部との間に反発力を生ずる。核内の陽子が多ければ、それだけ電気による反発力が強くなり、ウランのように釣合いは微妙になって核は電気的反発力のために飛び散らんばかりになっている。（おそい中性子を送り込んで）ほんのちょっと“たたかれる”と、核は二つに分裂し、破片は正電気をもつので電気力のために飛び去る。このように解放されるエネルギーが原子爆弾のエネルギーである。このエネルギーを“核”エネルギーと呼びなれているが、実は電気斥力が核力の引力に打勝って解放される“電気”エネルギーである（ファインマン、レイトン、サンズ『ファインマン物理学Ⅲ 電磁気学』宮島龍興訳、岩波書店、1969年。2頁）。

- (13) 天文学者の説明によると、ガンマ線バーストは $2^\circ$ の角度で上下2方向に放射されるが、どうやら地球は予測されるバーストの方向から $20^\circ$ ほど逸れているらしい。ただし専門家とはいえ所詮は人間の言うことだから、当たるかどうかは起きてみるまでわからない。世紀の天文ショーを満喫できればラッキーだし、見られず終いになればそれまでのことというわけだ。
- (14) サム・キーン『スプーンと元素周期表』松井信彦訳、早川書房、2011年。138-141頁。
- (15) ジャン＝ピエール・デュビュイは、リスク社会に特徴的な経営管理主義ではこの大絶滅を回避するために有効な手を打てないという見立てから、迫り来る破局を前提にしながら、その到来を少しでも遅らせ、可能なら回避するために手を打つことを提案する。実際、目先の利益を目指して、それぞれの対策に掛かるコストを計算したり、毎年の国家予算に「大絶滅」への対策に要する予算をいくら組み入れるかといった議論をしたりする程度では、とても「大絶滅」を想定することなどできているはずがないのだ。とはいえ、予言の実現を回避するために敢えて予言するという危険な一歩を踏み出しながら、その回避を切に願い、「狼が来た」と叫ぶ少年の愚かさを甘んじて受けるという、逆説的であるが勇敢な方法を採用することにも相応に勇敢さと困難さがともなう。加速する産業化の行き着く先を何人かの生物学者は見据えているようだが、今はその予兆をベルム紀の大絶滅の残像として横目に睨みつつ、デュビュイの以下の邦訳書を彼の破局論の参考書として挙げておくにとどめよう（順番は原著の発表順）。『ありえないことが現実になるとき——賢明な破局論にむけて』桑田光平・本田貴久訳、筑摩書房、2012年。『ツナミの小形而上学』嶋崎正樹訳、岩波書店、2011年。『チェルノブイリ ある科学哲学者の怒り』永倉千夏子訳、明石書店、2012年。『聖なるもの

### 第三の実験

の刻印』西谷修・森本庸介・渡名喜庸哲訳、以文社、2014年。

- (16) ピーター・ベジックは『青の物理学』において「空はなぜ青いのか？」という問いをめぐる科学史ないし思想史を繰り広げながら、真昼の空が青いのは物理的に青いというよりも、青よりも波長の短い光、すなわち紫色に対する人間の視覚的感受性の限界のためだと指摘していた。「紫色の空という魅力的な光景が見られないのは、わたしたちの目が波長を感じる時の特性のためだ——人間の目は（分光光度計などの計測機器とは異なり）、波長ごとに別々に記録するのではなく、可視領域の波長すべてを複雑な方法でひとまとめにして記録する。昼間の視覚はふつう、およそ五五〇ナノメートル（黄）の波長でもっとも感度が高く、青に対する感度はその八パーセント、紫に対する感度はわずか一パーセント未満しかない。紫に対する感度がこのように低いと、わたしたちの目は、紫よりもずっと見えやすい青を記録しているのだ」（『青の物理学』青木薫訳、岩波書店、2011年。173頁）。夜明けや黄昏時の赤く燃えるような空の色は正確に知覚していながらも、真昼の青よりも紫に傾斜した空の鮮やかさは我々の目には眩しすぎるのだ。しかし、オゾン層がわれわれを紫外線を始めとする宇宙線から保護しているという点を忘れてはなるまい。オゾンは波長の短い光をカットすることで空の青を際立たせるだけでなく、波長の長い赤をカットすることで朝夕のムード作りにも貢献している。「自然界のオゾンは、大気の上層で、太陽からやってくる高エネルギーの紫外線が、通常の酸素分子 $O_2$ の結合を破壊し、それが再結合してオゾン $O_3$ となることで生じる。このプロセスは、普通、大気の下層では起こらないが、それは紫外線のほとんどは上層のオゾンに吸収され、下層にまで届かないからだ。オゾンは可視領域の光も吸収するが、吸収のピークは赤色の光で、波長でいえば六〇〇ナノメートル付近にある。それに対して、通常の酸素分子 $O_2$ も窒素も、可視領域の光は吸収しない。そしてオゾン層は大気の上層にあって、大気全体の厚さのわずか三パーセントの厚みしかない。したがって、太陽が頂上にあるときは、オゾンの影響は重要ではない。しかし、夕暮れときには、太陽光はほとんど真横から入射するため、オゾン層を横切る距離が長くなり、オゾン層の存在は昼間よりずっと重要になるのだ」（同、180-181頁）。私たちの目は夕暮れどき、網膜にまで到達した光を見ているのではなく、途中で大気や砂塵、汚染物質などに遮られ、四方に散乱する光の名残りを見ていることになる。
- (17) リチャード・フォーティ『乾燥標本取蔵1号室』渡辺政隆・野中香方子訳、NHK出版。269頁。
- (18) 同、269-270頁。
- (19) 同、270-271頁。
- (20) 同、272-274頁。

### 第三の実験

- (21) 原子炉についてしばしば「重水炉」や「軽水炉」という言葉が使われるが、冷却水としてどちらを使うかという区別であって、「軽水」とはこの場合、ごく普通の水、つまり  $H_2O$  であり、重水と区別するためにのみ「軽水」と呼ばれているにすぎない。
- (22) キーン、前掲書、256頁。
- (23) 同、427-428頁。また、ユーリーやルイスの重水研究については以下の文献に詳しい。  
Patrick Coffey, "Cathedrals of Science", Oxford University Press, 2008. pp.208-223.
- (24) Zoellner, p.118.
- (25) ibid, p.117.
- (26) ibid, pp.119-120.
- (27) 「核開発の父」カーン博士の独白, ニューズウィーク日本版オフィシャルサイト:  
<http://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2011/06/post-2165.php>
- (28) ibid.