

第2章 科学技術の光と影 (1)

原子爆弾の開発と科学者の社会的責任

- 2.1 科学技術と現代社会
- 2.2 科学技術の光と影
- 2.3 原子爆弾の開発と投下
- 2.4 科学者の社会的責任

2.1 科学技術と現代社会

20世紀に入って今日まで100年あまり。この間、科学技術は目覚ましい進歩を遂げた。

表 2.1 過去 100 年の科学技術史

| 主な発明・発見・成果 | 時代のキーワード | 世界の出来事 |
|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| 1900 プランクの量子仮説 メンデルの法則再発見 | | 1904～05 日露戦争 |
| 1903 ライト兄弟の初飛行 フォード・モーター創業 | モータリゼーション | |
| 1905 アインシュタインの特殊 相対性理論 | 《米国》 | 1914～18 |
| 1908 アンモニアの合成 | | 第1次世界大戦 |
| 1925 量子力学の誕生 | | 1918 ロシア革命 |
| 1928 ペニシリンの発見 | | 1929 世界大恐慌 |
| 1938 ナイロンの合成 | | |
| 1939 原子核分裂の発見 | | 1939～45 第2次世界大戦 |
| 1946 電子計算機の発明 | | 1945 広島、長崎に原爆投下 |
| 1947 トランジスターの発明 | 第3次産業革命 | 1949 中華人民共和国誕生 |
| 1953 DNA 二重らせん構造 の発見 | (オートメーション等、 大量生産技術が確立) | 1950～53 朝鮮戦争 |
| 1957 人工衛星スプートニク 打ち上げ成功 | 石炭化学→石油化学 | 1964～73 米国-ヴェトナム戦争 |
| 1958 集積回路の発明 | 高度経済成長《日本》 | 1973 第1次オイルショック |
| 1969 人類、月に立つ | 家電ブーム《日本》 | 1984 ボパール化学工場事故 |
| 1973 遺伝子組み換え技術 | 公害《日本》 | 1986 チェルノブイリ原発事故 |
| 1978 試験管ベビー誕生 | | 1989 ベルリンの壁崩壊 |
| 1981 IBM-PC 発売 | 第4次産業革命 | 1991 湾岸戦争 |
| 1985 フラーレン C60 の発見 | (情報通信技術、 | 1992 地球サミット |
| 1996 クローン羊ドリー誕生 | ナノテクノロジー、 | 2001 9.11 テロ |
| 2003 ヒトゲノム解読完了 | ライフサイエンス) | 2003 米国のイラク攻撃 |
| | | 2008 リーマン・ショック |
| | | 2011 エジプト革命 |
| | | ” 東日本大震災 |

第2章 科学技術の光と影 (1)

1900年、マックス・プランクが、物質が電磁波を吸収・放出するときのエネルギーについて不連続な値をもつ「量子」の概念を導入し、量子論の端緒を開いた。

遺伝に関するメンデルの法則は1866年に論文発表されたが、当時はほとんど注目されず、埋もれたままになっていた。1900年に、3人の植物学者が別々にメンデルの法則を引用した論文を発表したことを契機に、メンデルの業績の真価が認められるようになった。

05年にアルバート・アインシュタイン（当時26歳）が「物理学年報」（ドイツ）にブラウン運動、光電効果、特殊相対性理論（物体の速度が光速に近づくと、物体の長さは縮み、質量は増し、時計の進み方が遅れて見える）の3つの論文を発表した。国際純粋・応用物理学連合はその100年後の2005年を「世界物理年」と宣言して彼の業績をたたえた。

08年にハーバーがアンモニア合成に成功、13年にハーバーとボッシュがその工業化に成功した。ちなみに、日本では早くも23年（大正12年）、日本窒素肥料がこの技術を導入して延岡にアンモニア合成工場を建設している。

25年にヴェルナー・ハイゼンベルクがマトリックス力学を、翌26年にエルヴィン・シュレーディンガーが波動力学を発表し、量子力学が誕生した。

28年、アレキサンダー・フレミングが、インフルエンザの研究のためにシャーレの中で細菌を培養していたところ、カビの周りがきれいなことに気付いて、ペニシリンを発見した。シェーレンディップな発見（思いがけない発見）の典型的な例として、有名だ。

39年1月に原子核分裂の論文が発表され、そのわずか6年半後に原子爆弾が開発されて、ヒロシマ、ナガサキに投下された。

第2次世界大戦中、ペンシルベニア大学ムーア校で陸軍より、「砲弾をどんな角度で撃ち出せば的確に目標に命中するか」の計算を委託され、当初手計算でしていたのを、同校の教官ジョン・モークリーが真空管を使った計算機の開発を提案し、46年2月に「ENIAC」を完成させた。その後、トランジスターと磁気コアの出現により本格的な電子計算機時代が到来する。

47年、米国ベル電話会社のウィリアム・ショックレー、ジョン・バーディーン、ウォルター・プラッテンが真空管に代わるトランジスター（ゲルマニウム）を発明した。（後に、ゲルマニウムの代わりにシリコンが使われるようになる。）

戦後、化学工業原料が石炭から石油に転換され、石油化学工業の時代が始まった。合成繊維、合成ゴム、プラスチックなどが大量生産され、生活は豊かになったが、他方、深刻な公害問題も発生した。

53年、ジェームス・ワトソンとフランシス・クリックが、DNAの二重らせん構造を英国科学誌「ネイチャー」に発表し、現代遺伝学が誕生した。2人はDNAのX線回折に功績のあったモーリス・ウィルキンスとともに、62年のノーベル医学・生理学賞を受賞したが、X線回折のもう一人の功績者ロザリンド・フランクリンは58年に亡くなって（37歳）、受賞を逃した。不運な女性科学者として同情が集まった。

東西冷戦の真最中に、国の威信をかけて米ソ間で宇宙開発競争が行われた。人工衛星についてはソ連が先勝。しかし、先に月に立ったのはアメリカ（アポロ11号）で、両国は1勝1敗。

58年、テキサス・インスツルメントの技術者ジャック・キルビーが集積回路（IC）を発明し、コンピューターの小型化、高性能化が一気に加速した。キルビーは00年にノーベル物理学賞を受賞したが、これはノーベル賞の授賞対象が応用研究にまで広げられてきたことを示す象徴的な出来事だった。

73年、スタンフォード大学コーエン、ボイヤー両博士が遺伝子組換えの基礎技術を確立して、遺伝子治療、遺伝子組換え作物など、遺伝子工学の端緒を開いた。

第2章 科学技術の光と影 (1)

78年、イギリスで試験管ベビー（体外人工授精児）が誕生した。

81年、IBM社がパーソナル・コンピューター（PC）を発売し、IT（情報技術）革命が始まった。

85年、クロトー（英サセックス大教授）、スモーリー（米ライス大教授）、カール（同）がフラーレン（炭素の第3番目の同素体）を発見し、96年にノーベル化学賞を受賞した。70年に大沢映二（豊橋技科大教授）はその存在を予言していたが、受賞を逸した。

97年2月、英国ロスリン研究所のイワン・ウィルムット博士らが7ヶ月前にクローン羊をつくっていたことが判明し、世界に衝撃が走った。

このように振り返ってみると、この僅か100年あまりの間の科学技術の進歩に、改めて驚かされる。これらは真理の探究と応用に対する科学技術者のあくなき挑戦の成果である。しかし一方、原爆、公害、地球環境問題、原発事故など、科学技術の暗い面も表2.1にかいま見える。

2.2 科学技術の光と影

20世紀は「戦争と革命の世紀」であり、同時に「科学技術文明の世紀」でもあった。

20世紀にはいろいろな出来事があった。大きな戦争が2つもあった。ロシアや中国で革命が起こった。世界の全植民地が解放され、独立した。しかし、先進国において20世紀を特徴付ける最も大きな出来事と言えば、科学技術の爆発的な進歩ではなかろうか。前節で見たように、科学技術の目覚ましい進歩により、私たちの生活は人類史上例をみないほど急速に変化し、大変便利で豊かなものになった。

19世紀の末に電灯が発明され、20世紀に入って急速に普及して、人々は闇から解放された。自動車や飛行機の発達・普及は交通手段を一変させた。耕運機は農家の牛や馬に取って代わった。化学肥料や農薬の発明も農家を重労働から解放すると共に、急増する世界の人口^{*1}に対する食糧供給に重要な役割を果たしてきた。^{*2}洗濯機、冷蔵庫、エアコン、テレビなどの電気製品、合成繊維、合成ゴム、プラスチックなどの化学製品は、私たちの生活を豊かにし、便利にしてくれた。女性の社会的地位が著しく向上したのも科学技術の進歩によるところが大きい。家事の時間が短縮され、女性が外で仕事をする、あるいは文化的生活を楽しむ時間を持つようになった。医療も発達し、特に日本は世界で一、二を争う長寿国となった。また、パソコンや携帯電話の発達によって、いつでも、どこでも欲しい情報を入手したり、交換したりすることができるようになった。情報技術（IT）の進歩は、地球規模で社会を大きく変えつつある。

科学技術は、私たちの生活に豊かさをもたらすと同時に、国の経済力の源泉になっている。資源に乏しい日本が経済大国になれたのも、日本の優れた科学技術のお陰である。

また、科学技術力は国の軍事力とも密接に係わっている。先端科学技術が高性能兵器を創り出し、また軍事上の要求が新しい科学技術を生み出す。^{*3}

^{*1} 1900年17億人 → 2000年60億人。100年間に3.5倍強増加した。

^{*2} ちなみに日本の人口は江戸時代中期から後期にかけて約2500万人で、ほぼ一定。これ以上の人口を養う食糧がなく、餓死や間引きなどにより人口の増加が抑えられた。

^{*3} コンピューターは砲弾の打ち出し角度の計算が、インターネットは軍事用自律分散型ネットワークの構築が、カーナビなどに使われるGPS(Global Positioning System)は軍事用の人工衛星による地上探査が、開発の端緒だった。これらが民生分野に転用されて、IT革命が起こった。

一方、科学技術はこのように経済力、軍事力と密接な関係にあることから、経済優先と競争を原理とする市場経済や軍事に巻き込まれて、時に暴走する。^{*4}

20世紀の科学技術は、核兵器などの非人道的無差別大量破壊兵器を生み出した。また、科学技術がもたらした大量生産・大量消費・大量廃棄社会は、公害や地球環境問題、資源の枯渇など、人類の生存に係わる問題を引き起こした。

科学技術にリスクは付きものだが、特に近年は科学技術の高度化に伴って、巨大リスクやリスク未知の科学技術が出現して、私たちの健康や生活の安全・安心を脅かしている。2011年の福島第1原発事故は、原発の安全神話を打ち砕き、改めて私たちに原発の是非を問いかけている。

パソコンやケイタイは今や現代人の必需品になっているが、その便利さの反面、匿名性を悪用したネット犯罪やハッカーによる情報漏えい、サイバーテロなど、新しいリスクを生んでいる。

さらに、科学技術や情報技術の進歩は国レベル、個人レベルで経済格差を拡大させ、人間の強欲を助長している。最近では、確率論を金融の世界に応用した金融工学がリーマン・ショック(2008年)を引き起こし、これがきっかけとなって100年に一度の経済危機が世界を襲っている。

科学技術の光と影を、次の表にまとめた。

表 2.2 科学技術の光と影 (まとめ)

| |
|--------------------|
| 便利で豊かな社会の実現 |
| 経済の発展 |
| 豊かな衣食住 |
| 保健・医療の進歩 |
| 女性の社会的地位向上 |
| ヒト、モノ、カネ、情報のグローバル化 |
| 科学技術の暴走 |
| 大量破壊兵器の開発 |
| 大量生産大量消費社会の実現 |
| → 公害、地球環境問題、資源の枯渇 |
| 科学技術の進歩に伴うリスクの増大 |
| 新たな社会問題の発生 |
| 経済格差の拡大 |
| 人心の荒廃など |

本章では、次節以下で科学技術の暴走の典型的な例として原子爆弾の開発を取り上げる。

また、公害・地球環境問題および科学技術のリスクについては章を改めて述べる。

しかし、表 2.2 に掲げた「新たな社会問題の発生」は科学技術の進歩に関係しているのは確かだが、これを科学技術の視点だけから論じるのは無理だ。人間の心の動きや社会のあり方とも大きく関わっていて、この議論は本書の主題から外れるので詳しくは述べない。第6章で企業の社会的責任に関連して少し触れる予定である。

^{*4} 参考書：市川惇信著『暴走する科学技術文明』，岩波書店，2000年。

2.3 原子爆弾の開発と投下

科学技術の研究の成果は、研究者の手から離れて一人歩きを始め、時に暴走して、思いがけない災害を人類に及ぼすことがある。原子爆弾の開発は、その代表的な例だ。

参考書 ①小嵐正昭編『核兵器年表』, <http://www.ask.ne.jp/~hannkaku/html/nenpyou.html>.

② 山崎正勝, 日野川静枝編著, 『増補 原爆はこうして開発された』, 青木書店, 1997年.

③ アミール・D・アクゼル著, 久保儀明ほか訳『ウラニウム戦争』, 青土社, 2009年.

④ 日本エネルギー学会編, 山地憲治著『原子力の過去・現在・未来』, コロナ社, 2009年.

2.3.1 核分裂の発見

1939年1月、ドイツの化学者オットー・ハーンとフリッツ・シュトラスマンが核分裂に関する論文を発表した (*Naturwissenschaften*, Vol. 27, No. 1.)。ウラン原子に減速した中性子を衝突させると、バリウムが生成したというのだ。

当時、多くの研究者は、中性子をウランに衝突させると強い放射能をもった核種が生成することから、ウランの原子核が中性子を取り込んで電子を放出し、超ウラン元素が生成することを予想して、その実証を競い合っていた。ところがハーンらが確認したのは、意外にも原子量がウランのおよそ半分のバリウムの生成だった。

ハーンは、長年の研究仲間で、この発見の少し前にナチスの迫害から逃れてスウェーデンに亡命していた女性物理学者リーゼ・マイトナー^{*1}に手紙を送って、この結果について物理学者としての意見を求めた。マイトナーとその甥の物理学者オットー・フリッシュは、この結果がウランの原子核の分解 (disintegration) によるものだと直ちに気づき、ボーアの液滴モデル^{*2}を使って原子核の分解が起りうることを解明して、科学雑誌に発表した (*Nature*, Vol. 143, No. 3615, 11th Feb, 1939.)。 ^{*3} フリッシュは後に、この原子核の分解を“核分裂 (nuclear fission)”と命名し、以来この用語が使われるようになった。

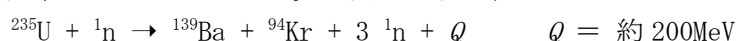
^{*1} オーストリア国籍のユダヤ人、1878-1974.

^{*2} ボーアの液滴モデルとは、ウランのように陽子や中性子が 200 個以上も集まってつくられる大きな原子核は、核力という力で陽子や中性子がお互いを引っ張り合う結果、原子核の表面近くの陽子や中性子に小さな水滴と同じような表面張力が働いて、球状になるという模型。マイトナーたちは、ウランの原子核には 92 個もの陽子があり、その陽子間の電氣的反発力が核力を相殺して、核に働く表面張力はそれほど強くないから、原子核が中性子を吸収した衝撃によって球状の形が崩れ、原子核が分裂する、と説明した。

(『核兵器をなくす「反核ゼミ」』, 原水協通信, 2002年6月号 (第700号) より引用)

^{*3} ハーンは「原子核分裂の発見」の功績で 44 年のノーベル化学賞を受賞した。一方、マイトナーはノーベル賞受賞を逸したが、1994年ドイツで合成された原子番号 109 の元素は、マイトナーの功績に対する敬意とナチスの迫害に対する贖罪の気持ちを込めて、「マイトネリウム」と命名された。

核分裂の仕方はいろいろある。一例を示すと、^{*1}



この式は、通常の化学反応に比べて桁違いに大きいエネルギーが放出されること、^{*2} および中性子 1 個が反応して新たに中性子 3 個が生成することを示している。

^{*1} 元素の原子番号の記入は省略している。

^{*2} 通常の化学反応では反応に関与する分子 1 個あたり数 eV。(1eV/分子 = 96 kJ/mol)

1939年1月26日、米国ワシントンで開かれた理論物理学の学会で、ニールス・ボーアとエンリコ・フェルミがハーンらの実験結果を披露して、ニュースは世界中に流れた。このニュースから、欧米の一部の物理学者たちは直ちに、中性子を連鎖担体とする核分裂の連鎖反応によって巨大なエネルギーの放出が起ることに気付き、原子爆弾の構想が芽生えた。

2.3.2 米英における原子爆弾開発の経緯

(1) 原爆の研究開始から完成・投下まで

| | |
|------------|---|
| 1939年1月 | 核分裂発見のニュースが米国理論物理学会で流れた。 |
| 1939年8月 | アルベルト・アインシュタインはハンガリーからの亡命者、レオ・シラード、ユージン・ウィグナー、エドワード・テラーの依頼に応じて、ルーズベルト大統領に「原爆製造の研究を急ぐべし」の書簡を送る（実際に大統領の手に渡ったのは同年10月）。 |
| 1939年9月 | ドイツ軍がポーランドに侵攻し、第2次世界大戦が勃発。 |
| 1940年2月 | オットー・フリッシュとルドルフ・パイエルスが、濃縮 ²³⁵ Uを用いることにより原子爆弾の製造が可能とするメモを英国政府に提出。 |
| 1940年4月 | 英国政府はジョージ・トムソンを委員長とするトムソン委員会（同年6月、モード委員会に改称）を開設し、核分裂連鎖反応の調査研究をスタート。 |
| 1940年6月 | 米国政府はアインシュタインや英国筋からの進言を受け入れて、国防研究委員会を発足させ、原爆の検討を開始。 |
| 1940年12月 | グレン・シーボーク（カリフォルニア大バークレイ校）が ²³⁸ Uに中性子を当てると新元素プルトニウムができることを発見。 |
| 1941年9月 | 英国で原子爆弾審議会（コードネーム「チューブ・アロイ」）がスタート。 |
| 1941年12月7日 | 太平洋戦争が勃発。（日本時間12月8日） |
| 1941年12月 | 米国政府は原爆研究を陸軍の計画として決定し、莫大な予算を認可。 |
| 1942年2月 | 核反応に関する基礎研究を行うため、シカゴ大学にアーサー・コンプトンを首班とする研究チーム（コードネーム「冶金研究所」）を設置。 |
| 1942年6月 | 米国で原爆開発プロジェクト（マンハッタン・プロジェクト）がスタート。 |
| 1943年4月 | ロスアラモス国立研究所が発足。初代所長ロバート・オッペンハイマー。 |
| 1943年8月 | 米英両国は原子爆弾共同開発を合意し、共同方針委員会を設置。チューブ・アロイ研究者はマンハッタン・プロジェクトに合流した。 |
| 1945年4月 | ルーズベルト大統領が脳溢血で急死、トルーマン副大統領が大統領に就任。 |
| 1945年5月8日 | ドイツ降伏。 |
| 1945年7月16日 | ニューメキシコ州アラモゴードの砂漠地帯で原子爆弾（プルトニウム爆弾）の実験に成功。 |
| 1945年8月6日 | 広島に原爆（ウラン爆弾）投下。1945年末までの死者約14万人（即死者約7万人、負傷者約8万人。広島市による1976年の報告）。 |
| 1945年8月9日 | ソ連が対日宣戦布告。満州、朝鮮、樺太に侵攻。 |
| 1945年8月9日 | 長崎に原爆（プルトニウム爆弾）投下。1945年末までの死者約7万4千人（即死者約3万5千人、負傷者約7万5千人。1950年長崎市原爆資料保存委員会の調査）。 |
| 1945年8月15日 | 日本降伏 |

第2章 科学技術の光と影 (1)

米国政府は1942年6月、アインシュタインや英国筋からの進言を受け入れて、巨費を投じて原爆開発プロジェクト（マンハッタン・プロジェクト）をスタートさせた。

このプロジェクトにはオープンハイマーを中心に当時の第一線の研究者たち、およびその後の物理学の発展を担うことになる新進気鋭の研究者たちが馳せ参じた。

彼らを原爆開発研究に駆り立てたのは純粋な知的探究心だったに違いない。それは当時の原子物理学における最先端の研究テーマだったからだ。加えて、当時第二次世界大戦という特殊な事情もあった。マンハッタン・プロジェクトには多くの亡命ユダヤ人研究者が参画したが、彼らはナチスドイツに先を越されることを何よりも恐れ、研究を急いだ。

ちなみに、シラード、ウイグナー、テラーはハンガリー生まれ、フリッシュはオーストリア生まれ、パイエルスはドイツ生まれ、のユダヤ人。ボーアはお母さんがユダヤ人のためデンマークから、フェルミは奥さんがユダヤ人のためイタリアから、米国へ亡命。オープンハイマーはユダヤ系の米国人だった。アインシュタインもドイツ生れのユダヤ人亡命者である（ただし、彼は大統領宛に書簡を送った以外、原爆開発に直接関わってはいない）。

そして45年7月16日、ニューメキシコでの実験に成功する。ハーンとシュトラスマンの核分裂に関する論文が発表されて僅か6年半後のことだった。

(2) 原爆投下に反対の動きもあったが

ここで、マンハッタン・プロジェクトが完成に近づいた時期の科学者の行動について、特記しておかねばならないことがある。

一つは、ジョセフ・ロートブラットのこと。彼はポーランド生れのユダヤ人物理学者。英国に亡命し、チューブ・アロイ研究員の一人としてマンハッタン・プロジェクトに参加したが、ドイツが降伏した時点で「原爆は不要になった」とロスアラモスを去った。原爆開発を途中で降りた唯一の科学者である。彼は後にパグウォッシュ会議とともにノーベル平和賞を受賞する。

今一つは、マンハッタン・プロジェクトに参加していた一部の科学者たちの間に日本に対する原爆の使用に反対する動きが起ったことだ。

シラードはナチスの敗北が明らかになってきた1945年春、ルーズベルト大統領宛に原爆を使用しないよう請願する文書を準備したが、ルーズベルトの急死によって頓挫。シラードは仲介者の紹介を得てジェームズ・バーンズ（ルーズベルトのあとを継いだトルーマン政権で国務長官に就任）に会い、請願書の主旨を説明したが、受け入れられなかった。

原爆完成が間近になった5月末、陸軍長官を委員長とする暫定委員会の下に、原子爆弾の政治的・社会的問題を検討するための委員会がシカゴ大学の冶金研究所（核開発研究チームのコードネーム）に結成された（メンバーは7人、シラードもその一員、委員長はジェイムス・フランク）。この委員会は45年6月11日、原爆は示威用にのみ用い、実際には使用しないこと、核兵器の国際的な管理体制をつくることなどを提案する報告書「フランク・リポート」をまとめて、暫定委員会に提出した。しかし、提案は無視された。さらにシラードは7月、科学者70名の署名を集めて、同様の趣旨の提言を陸軍長官に申し入れたが、これも握りつぶされてしまった。

製造された2発の原子爆弾は軍の管轄下にあり、その使用に関する決定権は科学者になかった。遂に45年8月6日、広島にウラン爆弾が、同月9日、長崎にプルトニウム爆弾が投下された。

2.3.3 日独ソにおける原爆開発の動向

[ドイツ]

ナチス政権はかなり早い時期（戦前）から、陸軍兵器研究所に「ウラン・クラブ」を設置し、

第2章 科学技術の光と影 (1)

ウランの軍事利用について調査・研究を始めていた。1939年9月には理論物理学の第一人者ヴェルナー・ハイゼンベルク（1932年ノーベル物理学賞）がこれに参加し、ドイツ南西部の森林地帯に原子炉を建設して核反応研究の指揮をとった。

ドイツの科学陣はウラン爆弾の原料となる²³⁵U（天然ウラン中の存在比0.7%）の濃縮法を開発していたし、また超ウラン元素による爆弾（後にプルトニウム爆弾と称されるもの）の可能性にも気付いていた。しかし、ドイツの原爆開発は、米英に亡命したユダヤ人科学者たちが恐れていたほど進んではいなかった。米英に比べて遥かに遅れていた。

有能な原子物理学者のほとんどが米英に亡命していた、ドイツにとどまったハーンやハイゼンベルクは原爆開発にあまり積極的でなかった（ハーンもハイゼンベルクも原爆の実現は容易でなく、今度の戦争には間に合わないと予想していた）、ヒトラーが原爆よりロケット砲の開発を急いだ、などの理由による。

1943年末ごろ、米軍は収集情報によりナチスの原爆開発が進んでいないことを把握していたが、このことは原爆開発に励んでいた米国の科学者たちには伏せられていた。

[ソ連]

ソ連は戦後、米国と並ぶ核大国となるが、終戦まで研究は米英に比べて遅れていて、もっぱら諜報活動により、米英の情報を収集していた。得られた情報を基に1942年9月に核物理学者イーゴリ・クルチャトフを責任者とする原爆開発研究を開始、1943年4月にモスクワ郊外に原爆開発を目的とするソ連科学アカデミー第2実験室（後のクルチャトフ研究所）を設置、1944年11月に国立希少金属研究所で金属ウランの精錬に着手、などしている。

しかし、原爆開発に要する広範な知識や技術の獲得、人材の育成は、急には間にあわなかった。

ヒロシマ、ナガサキにおける原爆の強烈な破壊力を知ったスターリンは直後の1945年8月20日、原子爆弾特別委員会を急いで設置して、本格的に核兵器の開発に乗り出した。

[日本] *¹

| | |
|----------|---|
| 1939年 夏 | 海軍技術研究所で「原子核物理研究」のテーマで調査を開始。 |
| 1941年 4月 | 陸軍航空技術研究所が理化学研究所にウラン爆弾の可能性を諮問。 |
| 1942年 7月 | 海軍「核物理応用研究委員会」を設置。 |
| 1943年 1月 | 理化学研究所仁科芳雄博士が陸軍に対し、原爆製造は技術的に可能と回答。 |
| 1943年 5月 | 陸軍航空本部が理化学研究所仁科研究室に原爆製造計画「二号研究」を委託。 |
| 1943年 5月 | 海軍艦政本部が京都大学理学部荒勝文策研究室に「F研究」を委託。 |
| 1944年 3月 | 「二号研究」で ^{U235} 分離塔（気体熱拡散法）が完成。 |
| 1945年 4月 | B-29爆撃機が理化学研究所を爆撃。「二号研究」の分離塔が焼失して、日本の原爆開発計画は終焉。 |

年表に記載のように、日本の陸軍、海軍は、かなり早くから原子爆弾に関心を寄せていた。

しかし、原爆開発には巨額の資金と大規模な研究組織を必要とする。この点で、到底米国に太刀打ちできるものではなかった。ましてや、陸軍と海軍がことごとく対立し、主導権争いをしてきたから、原爆開発など所詮無理な話だった。

*¹ 参考：保阪正康著『原子爆弾完成を急げ』，朝日ソノラマ，83年5月。

2.3.4 戦後の核兵器を巡る世界の動き

| | |
|----------|--|
| 1949年8月 | ソ連が初の原爆実験。 |
| 1952年10月 | 英国が初の原爆実験。 |
| 11月 | 米国が初の水爆実験。 |
| 1953年8月 | ソ連が初の水爆実験。 |
| 1954年3月 | 米国の水爆実験による降灰で第五福竜丸が被爆。日本で反核運動が広がる。 |
| 1955年7月 | ラッセル・アインシュタイン宣言。 |
| 8月 | 第1回原水爆禁止世界大会が広島で開催。以後毎年8月、広島と長崎で開催。 |
| 1957年4月 | ゲッチンゲン宣言（西独のアデナウアー首相の核武装発言に対し、ハーン、ハイゼンベルクら18人の科学者が核兵器の製造、実験への非協力を宣言）。 |
| 7月 | 第1回パグウォッシュ会議。 |
| 1960年2月 | フランスが初の原爆実験。 |
| 1964年10月 | 中国が初の原爆実験。 |
| 1967年12月 | 衆議院予算委員会で佐藤栄作首相が非核三原則「核を持たず、作らず、持ち込ませず」を表明。他方、首相は翌年1月の衆議院本会議で、三原則に加えて、米国の核抑止力（核の傘）依存を表明。 |
| 1968年7月 | 核兵器不拡散条約（NPT）を62カ国が調印（1970年3月に発効。） |
| 1969年2月 | 日本の外務省幹部が西ドイツの外務省幹部と箱根で極秘裏に会合し、日本の核兵器保有について協力を求めるが、西ドイツ側は難しいと返答*1 |
| 1970年2月 | 日本がNPTを署名（1976年6月に批准） |
| 1996年7月 | 国際司法裁判所は「核兵器の使用・威嚇は、一般的に国際人道法に違反する」、「ただし、国の存亡がかかわる極限の状況の中で、自衛のために核兵器を使用することが合法か違法かについては、確定的な判断を下せない」と結論した上で、「すべての国に、核軍縮交渉を誠実に進め、完了させる義務がある」という勧告的意見を出す。 |
| 1996年9月 | 包括的核実験禁止条約（CTBT）を国連で採択。しかし批准国数が発効要件（44カ国）に達せず、まだ発効していない。印、パ、北朝鮮は署名拒否、米は未批准。 |
| 1998年5月 | インドとパキスタンが核実験。 |
| 2002年8月 | イランにウラン濃縮施設の存在が発覚。 |
| 2003年1月 | 北朝鮮が「NPT脱退」を宣言。 |
| 2004年2月 | パキスタンの核科学者アブドル・カディル・カーン博士が、イラン、リビア、北朝鮮にウラン濃縮技術を供与したことを自供。ドバイを本拠とする闇市場で核技術が売買されていたことも明らかとなる。 |
| 2006年4月 | イランが試験施設で低濃縮ウランの製造に成功と発表。 |
| 10月 | 北朝鮮が地下核実験実施を発表。 |
| 2007年1月 | 米政界の重鎮ら4人（キッシンジャー元国務長官（共和党政権）、シュルツ元国務長官（共和党政権）、ナン元上院軍事委員会委員長（民主党政権）、ペリー元国防長官（民主党政権））が連名で、米紙ウォール・ストリート・ジャーナルに2007年1月と2008年1月の2度にわたって「核兵器のない世界」の論文を発表。核拡散の防止と将来の核廃絶を訴え、国際的に大きな反響を呼ぶ。 |

| | |
|----------|---|
| 2008年6月 | 英国のハード元外相やロバートソン元国防相（前 NATO 事務総長）ら4人が、前述のキッシンジャーらの提言に共鳴して、「核兵器のない世界を目指して、核保有国は大幅な削減をすべきだ」との主張を英タイムズ紙に寄稿。 |
| 2008年10月 | 日豪政府が主導して設置された国際賢人会議「核不拡散・核軍縮に関する国際委員会」の第1回会合がシドニーで開催。 |
| 2009年1月 | 「核兵器のない世界を目指す」を公約に掲げたオバマ氏が米国大統領に就任。 |
| 4月 | オバマ米大統領がチェコの首都プラハで演説。「米国は、核兵器を使ったことがある唯一の核兵器国として、行動する道義的責任がある」と述べ、「核のない世界」への具体的な道筋を示した。しかし、「核兵器が存在する限り、敵を抑止するための、安全で効果的な核兵力を維持する」とも述べた。 |
| 5月 | 北朝鮮が2度目の地下核実験。 |
| 7月 | オバマ米大統領はクレムリンでメドベージェフ露大統領と会談し、両国の戦略核弾頭数を大幅に削減することで合意。これを受けて2010年4月、両大統領はプラハで第1次戦略兵器削減条約（START1）の後継となる新たな核軍縮条約に署名した（新条約は米ロ双方の議会が批准承認して11年2月5日に発効）。 |
| 7月 | イタリア・ラクイラのG8サミットは「包括的核実験禁止条約の早期発効に向けて努力する」などの声明を発表。 |
| 9月 | 国連安全保障理事会（15理事国）首脳会合が、核のない世界を目指す決議を全会一致で採択。爆発を伴う核実験の自制や、CTBTの重要性の確認と加盟の促進が盛り込まれる。 |
| 12月 | 日豪政府主導の国際賢人会議が「核なき世界」に向けたロードマップを発表。 |
| 2010年4月 | オバマ米大統領が新たな核戦略見直し（NPR）で、核不拡散条約（NPT）を順守する非核保有国に対しては核攻撃をしない方針（消極的安全保障）を表明。 |
| 4月 | オバマ米大統領の呼びかけで、世界47カ国の首脳が核テロ対策を話し合う初の核保安サミットがワシントンで開かれた。（次回は2年後にソウルで開催） |
| 5月 | NPT再検討会議（5月3～28日、ニューヨーク国連本部）が最終文書を全会一致で採択した（前回（2005年）は交渉決裂）。 最終文書は、工程表こそ示せなかったが、「核なき世界」の実現を目標に掲げ、「核兵器禁止条約」構想に初めて言及した。 |
| 8月 | 被爆から65年を迎えた8月6日の広島平和記念式に、米英仏の代表と国連事務総長が初参列。ロシアも含め過去最多の74カ国の代表が集まった。 |
| 9月 | 米国が未臨界地下核実験を実施（さらに10年12月、11年2月にも実施）。実験は爆発事故を起さない「安全性」や、設計通りの破壊力が出せる「信頼性」を確認することが目的と弁明している。 |
| 2011年3月 | 福島第1原発事故。原発反対運動が各国で盛んになる。 |
| 5月 | 米国が強力なX線を使う新型の未臨界核実験に成功したことを発表。（実験は10年11月と11年3月に実施）。 |
| 2012年3月 | 第2回核保安サミットが韓国ソウルで開催。核テロ・核拡散の防止策等を協議。 |

*1 NHKスペシャル「核を求めた日本～被爆国の知られざる真実～」, 2010年10月3日放映。

無差別大量殺戮兵器のうち生物兵器と化学兵器については、開発、生産、保有等を禁止する国際条約が、米、中、ロを含む多数の国々の批准を得て、すでに発効している（生物兵器禁止条約は1975年3月に、化学兵器禁止条約は1997年4月に発効）。

また、非人道的兵器として対人地雷の使用、貯蔵、製造を禁止する条約（オタワ条約）も1999年3月に発効。クラスター爆弾禁止条約も2010年8月に発効した（米、中、ロは対人地雷禁止条約にもクラスター爆弾禁止条約にも背を向けている）。

これに対し、核兵器の保有を全面的に禁止する国際条約はまだ実現していない。核兵器不拡散条約（NPT:核保有国を米ロ英仏中の5カ国に限定する条約）は70年に発効しているが、不平等かつ抜け穴だらけのザル条約だ（インド、パキスタン、イスラエル、北朝鮮は事実上核兵器を保有しているが、条約上は非核兵器保有国扱い）。さらに、包括的核実験禁止条約（CTBT）は1996年に国連総会で採択されたが、まだ発効に至っていない。

核保有を正当化する考え方として核抑止論がある。核兵器の存在が敵国への威圧となって、戦争が抑止されるというのだ。しかし、今や核保有国はNPTが規定する5カ国にとどまらない。核は拡散を続け、偶発核戦争や国際テロ組織による核テロの危険が迫っている今日、核抑止論はすでに破綻している。「核廃絶」を実現しない限り、核の脅威を取り除くことはできない。

最近、米・英政界の重鎮らが相次いで「核兵器のない世界」を目指すキャンペーンを始めた。いずれもかつての核抑止論者だ。

さらに09年に入って、「核兵器のない世界を目指す」を公約に掲げたオバマ氏が米国大統領に就任し、世界の核軍縮へ向けて次々にメッセージを発信している（しかし、一方においてオバマ政権は「核兵器の安全性などを維持するため」と称して未臨界核実験を続けている）。

一方、日豪両政府の主導で2008年9月に設置された「核不拡散・核軍縮に関する国際委員会」は、09年末に報告書をまとめ、核兵器のない世界に向けた中長期的な視点からの行動計画を策定して、米ロなどの核保有国に核削減を呼びかけている。

平和市長会議^{*1}をはじめ、いろいろな民間の反核団体、NGOの活動も、核廃絶へ向かう世界の新しい潮流に勢いづいている。

^{*1} 広島、長崎市長が正副議長を務める。2010年8月1日現在、144カ国・地域の4069都市が加盟。

2.3.5 戦後の科学者たちの動き

オッペンハイマーは戦後、妻や弟が共産党員だったことや自身も共産党系の集会に参加したことなどから、マッカーシー旋風（赤狩り旋風）に遭い、公職を追放された。後年、原爆開発を主導したことを痛切に後悔している。

アインシュタイン、フェルミらも戦後、核開発反対に転じた。

1955年7月、哲学者バートランド・ラッセル（英国）と物理学者アルバート・アインシュタインを中心とする世界的科学者・思想家11人（日本の湯川秀樹もその中の1人）が、核兵器の脅威を説き、紛争の平和的解決を訴えた「ラッセル・アインシュタイン宣言」を発表した。

この宣言の呼びかけに応じて、1957年7月、カナダ・ノバスコシア州パグウォッシュ村の富豪の別荘に湯川秀樹、朝永振一郎、小川岩雄、マックス・ボルン、F・ジョリオ・キュリーら、11カ国22人の科学者たちが集まり、「科学と世界の諸問題に関するパグウォッシュ会議」を開いた。

主要な議題は、

- ① 核エネルギーの使用が引き起こす障害
- ② 核兵器の管理
- ③ 科学者の社会的責任

第2章 科学技術の光と影 (1)

第1回の会議の場所にちなんで、以後、「パグウォッシュ会議」の名称が使われるようになった。1995年に第45回パグウォッシュ会議が日本で初めて広島で開かれ、この会議の直後に、当時のパグウォッシュ会議の会長ジョセフ・ロートブラット博士とパグウォッシュ会議にノーベル平和賞共同授賞の発表があった。05年9月、ロートブラットが亡くなり、第1回パグウォッシュ会議出席者は全員いなくなったが、会議はその後も世界各地で開催されている。

他方、戦後も引き続き核兵器の開発に積極的に係わった科学者も多数いる。その代表格が「水爆の父」エドワード・テラー（1908年～2003年）。ハンガリー生れのユダヤ人核物理学者で、マンハッタン・プロジェクトに参加している。戦後は対ソ連戦略としての核軍拡の必要性を唱え、水爆開発を指揮した。また80年代のレーガン政権時代には、戦略防衛構想（SDI、スターウォーズ計画）を推進するなど、米国の核戦略・防衛政策に大きな影響を与えた。これらの功績に対して、1982年にレーガン大統領より「アメリカ国家科学賞」が贈られている。

レオ・シラードも冷戦下、核抑止論を唱えて、核廃絶派と対立した。

ソ連では、イーゴリ・クルチャトフをはじめ、多くのアカデミシャン（科学アカデミー会員）が協力して、原子爆弾や水素爆弾を開発した（ただし、クルチャトフは後年、核実験に反対の立場をとるようになった）。

また、04年2月に、パキスタンで「核兵器開発の父」と言われてきた核科学者アブドル・カディル・カーンが、1986年頃から1997年にかけて北朝鮮、イラン、リビアなどにウラン濃縮技術を供与したことを認め、世界に衝撃を与えた。核技術売買のブラック・マーケットが、ドバイを拠点に国際的ネットワークを形成していることも明らかとなった。

2.4 科学者の社会的責任

2.4.1 フランク・リポート

「科学者の社会的責任」の内容は時代とともに変わってきているが、その源流は原爆製造に係わった科学者たちの強い後悔と反省にある。

「科学者の社会的責任」についての論議の一つの原点として、内井惣七は「フランク・リポート」を挙げている。^{*1} そのリポートの序文には、次のように述べられている（内井訳）。

「過去においては、科学者たちは、利害を離れた科学的発見が人類によって利用されたことに対して直接の責任はないと主張することができた。われわれはいまや同じ態度をとることはできない。なぜなら、核エネルギー開発においてわれわれが成し遂げた成功は、過去のいかなる発明とも比べものにならない大きな危険を伴うからである。」

^{*1} 内井惣七著『科学の倫理学』、丸善、2002年4月、pp. 80-86.

「フランク・リポート」については本章 p. 7 を参照。

2.3.2 科学者憲章

戦後、フランク・リポートのこの理念は原子科学以外の分野の科学者たちにも広がっていった。

1948年に世界科学者連盟が、また1949年に国際学術連合会議がそれぞれ「科学者憲章」を定め、科学者の使命と責任、及びそれを達成するために与えられるべき諸条件を表明した。次の文は世界科学者連盟が定めた「科学者憲章」の中の「科学者の責任」の項の一節である。^{*2}

^{*2} 民主主義科学者協会訳編『科学者憲章』（科学新書 No. 3）、蒼樹社、1954年、p15-16.

第2章 科学技術の光と影 (1)

「科学が善用されるか悪用されるかによってもたらされる結果は特に重要であるため、科学という職業には、市民の普通の義務についての責任のほかに特殊な責任がともなう。とくに、科学者は、公衆がちかづきたい知識をもっているかまたはそれをたやすくもつことができるので、かかる知識が善用されることを確保するために全力をつくさなければならない。

これらの責任は、科学者が個人的または集団的に負っているものである……」

「科学者の責任」の理念が具体的に結実したのが、1975年に米国カリフォルニア州アシロマで開催されたアシロマ会議である。遺伝子組換え実験に関するガイドラインを定めたこの会議は、科学コミュニティがその社会的責任を自覚し、研究に自主規制を課した初めての会議として、歴史に残る。

2.4.3 ブダペスト宣言

さらに、1999年のブダペスト宣言で「科学者の社会的責任」の内容は大きく変容する。

20世紀後半、科学技術の進展は社会にさまざまな恩恵をもたらす一方で、軍拡競争、地球環境の劣化、重大事故の多発、社会的な不公平の助長など、科学技術の負の側面も生み出した。これら負の側面の課題を解決するには、科学界だけでなく、産業界、政府、国民も一緒になって協議する必要がある。

このような認識の下に、1999年7月、ハンガリーの首都ブダペストで、国連教育科学文化機関(UNESCO)と国際科学会議(ICSU)の共催による世界科学会議(WCS)が、世界中から各界の代表約2,000人の参加を得て開催された。

1週間にわたる議論の末、まとめられたのが「科学と科学的知識の利用に関する宣言」、いわゆるブダペスト宣言である。この宣言において、

21世紀の科学は、これまでの「知識のための科学」だけでなく、「平和のための科学」、「開発のための科学」、「社会における科学と社会のための科学」であらねばならない。

の4つの理念が打ち出された。

これは、学の自由を掲げ、外部からの干渉を拒否してきた科学の長い歴史を軌道修正するものであった。これはもちろん、知的好奇心から発する基礎研究の重要性を否定するものではない。それに加えて、科学が社会からの信頼と支持を受けるために新たなコミットメントが必要であることを表明したものだ。この点で、この宣言はまさに画期的であった。

このブダペスト宣言の趣旨は、以後、各国の科学技術政策に浸透していった。また第1章で見たように、科学技術関連の学協会、企業、各種団体の倫理綱領や行動規範にも継承されている。

2.4.4 お国のためより、人類のために

この章の終わりに、核兵器の開発に関連してもう一言ふれておきたい。

核廃絶の国際世論が高まる中で、核兵器は今なお拡散を続けている。言うまでもないことだが、核軍拡に励む国々にはそれに協力する科学者・技術者がいるからだ。

彼らを協力に駆り立てるものは何か？ 愛国心か、それとも利己心か？

長崎の伊藤市長(07年4月、暴力団員の凶弾で死亡)は06年8月9日の平和宣言の中で、
「科学者は、自分の国のためだけではなく、人類全体の運命と自らの責任を自覚して、核兵器の開発を拒むべきです。」

第2章 科学技術の光と影 (1)

と世界の科学者に呼びかけた。

「国のため」には、わが国にも苦い経験がある。先の大戦中、日本の科学者・技術者たちは国のためを思って、非人道的な研究に情熱を傾けた。前述のように、日本でも第一線の物理学者や化学者が原爆の開発研究に取組んだ。また、旧満州（現在の中国東北部）において「731部隊」が細菌兵器開発のために生体実験を行った事件や、九州大学医学部の教授や軍部関係者らが軍事医療の研究のために米軍捕虜の生体を解剖した事件は有名だ。

当時は国益優先の時代だった。しかし、時代は変わった。現代は公益最優先である。

愛国心が過ぎると間違いを起すことがあることを、歴史の貴重な教訓として、科学技術者は肝に銘じておかねばならない。

第2章のまとめ

- ★ 20世紀は科学技術文明の世紀だった
便利で物質的に豊かな社会を実現
女性の社会進出を支援
- ★ 科学技術は両刃の剣
国の軍事力・経済力の源泉
非人道的兵器の開発、公害・地球環境問題の発生
- ★ 科学者の社会的責任
21世紀の科学は、これまでの「知識のための科学」だけでなく、
「平和のための科学」「開発のための科学」、「社会のための科学」
であらねばならない。