

20世紀の科学技術

19世紀の科学技術についてはNo.143参照
アメリカ合衆国をアメリカと記す。

$E = mc^2$ 時間と空間に関する認識の変化

- 1) $E = mc^2$ とは、当時無名の特許局員だった【1: 】が1907年に発表した、「質量とエネルギーの等価性」とその定量的関係を表す式で、特殊相対性理論の帰結である。この等価性の帰結として、質量の消失はエネルギーの発生であり、エネルギーの発生は質量の消失を意味する。したがってエネルギーを転換すれば無から質量が生まれる。
- 2) 質量とエネルギーの等価性は「宇宙に始まりがあるのなら、どうやって無から有が生じたのか」という、根源的な問題にもひとつの解答を与えた。広島に投下された原子爆弾で核分裂を起こしたのは、爆弾に詰められていたウラン235 (約50kg) だが、実際に消えた質量は0.7g程度だったと推測され、それが転換されたエネルギーが広島を壊滅させた。
- 3) 【2: 】は、「物理法則は、すべての慣性系で同一である」という特殊相対性原理と、「真空中の【3: 】の速度は、すべての慣性系で等しい」という光速一定の原理を満たすことを出発点として構築され、結果として、空間三次元と時間一次元を合わせて四次元時空として捉える力学である。
- 4) 【4: 】は、その時空連続体が均質でなく歪んだものであるとする。つまり、質量が時空間を歪ませることによって、重力が生じると考える。そうだとすれば、大質量の周囲の時空間は歪んでいるために、光は直進せず、また時間の流れも影響を受ける。これが重力レンズや時間の遅れといった現象となって観測されることになる。また質量が移動する場合、その移動にそって時空間の歪みが移動・伝播していくために重力波が生じることも予測される。
アーサー=エディントンが、1919年5月29日の日食で、太陽の近傍を通る星の光の曲がり方がニュートン力学で予想されるものの2倍であることを観測で確かめ、重力場中では光が曲がって進むことを、従って一般相対性理論が正しいことを示した。
【5: 】は時空の歪み(重力場)の変動が伝播する現象とされ、伝播速度は光速である。アインシュタインによる予測の発表から100年目の2016年に、アメリカのLIGOにより直接観測された。
《アインシュタインが原爆の開発を大統領に提案した》というのは正確ではない。ハンガリー人の核物理学者レオ=シラードは、ウラン235が核連鎖反応を起こし、その時に莫大なエネルギーを放出するので兵器に転用しうることを確信した。ドイツが既に原爆研究に着手していると直感した(これは当たっていた)シラードは、ドイツに原爆を使わせないために、アメリカが先に原爆を持つべきだと考えた。彼は、無職の亡命科学者に過ぎなかったが、1939年にアインシュタインに面会、2日間説得した。その結果、アインシュタインはシラードがタイプした大統領宛の「手紙」に署名したというのが真相。また、ローズヴェルト大統領が原爆開発を決断した理由もこれとは別にあるとする説もある。言うまでもなく、アインシュタインは理論物理学者であって、核連鎖反応は専門外であり、彼が原爆開発に携わった事実はない。
- 5) このように時間と空間に関する認識が変化するとともに、物質の構造を解明する量子力学が発達した。物質の最小単位は原子ではなく、それを構成する陽子・中性子などの素粒子であることが分かった。

マンハッタン計画 人類史上最初のビッグ=サイエンス。

- 1) 多額の国家資金を投じ、多数の研究者を動員して行われる科学上の研究プロジェクトをビッグ=サイエンスという。
- 2) 1942年2月、政府資金を得た民間研究に過ぎなかった核連鎖反応の研究は、グローブズ大佐(後に少将)の指揮する国家プロジェクトになった。その暗号名が【6: 】であり、人類史上最初のビッグ=サイエンスである。学者・技術者は陸軍の民間人職員となり、原爆開発に従事していることは家族にも言えない状況に置かれた。核防護の発想自体なかった当時、なんと都市部にあるシカゴ大学の普通の実験室に黒鉛を減速材とする初歩的原子炉を組み立て、1942年の12月、核連鎖反応の実証実験に成功した。格納容器すらなく、実施した学者・技術者は被曝したと推定される。
- 3) 1943年から44年にかけて、いわゆる「三大秘密工場」が建設された。
テネシー州オークリッジ ウラン235の分離
ワシントン州ハンフォード プルトニウム239の生産
ニューメキシコ州ロスアラモス 爆弾本体の製造
砂漠の真ん中とか人口希薄な土地に建設された巨大な「研究都市」には、スーパーマーケットはもちろん、学校や教会まであり、厳重に警備され、学者・技術者たちはよほどの事情がない限り外出できなかった。1943年・44年の2年間は、ウラン235の分離・プルトニウム239の生産を可能にするプラントの建設に費やされ、総額20億ドルと54万人のマンパワーの大部分がこの2年間に注ぎ込まれた。
- 4) この間の1943年6月ごろ、【7: 】は原爆製造を断念した。ヒトラーの興味が人類最初のロケット兵器V-2に向けたこともあって原爆開発が再開されることはなかった。これ以降は、核抑止力としての原爆保有には意味がなくなったが、計画は続行され、1945年7月16日、ニューメキシコ州アラモゴード砂漠でプルトニウム原子爆弾の起爆実験に成功した。ウラン原子爆弾は実験の必要はなかった。これ以降はNo.189を参照せよ。

第二次世界大戦後の科学技術 非常に多岐にわたるが最重要のものは次の通り。

- 1) 【8: 】の開発……原子爆弾を起爆装置とする水素核融合反応による高出力の核兵器。No.197参照。
- 2) 原子力発電の開発……No.207参照。
- 3) コンピュータの開発……No.211参照。
- 4) 石油化学による人工素材の開発……ナイロンなどの化学繊維や【9: 】などが生産できるようになった。
- 5) 飛行機・ロケット・宇宙開発・抗生物質・分子生物学……後掲。

飛行機も軍事用から

- 1) アメリカの【10: [ライト兄弟](#)】は、世界最先端のグライダーパイロットでもあったが、自転車屋をしながら兄弟で研究を続け、動力飛行機を発明し、1903年に59秒間の有人動力飛行に人類史上初めて成功した。最初の飛行機パイロットでもある。
- 2) 人類は最先端の科学技術を真っ先に軍用にしてきた歴史を持つ。飛行機は最初は偵察機として用いられたが、第一次世界大戦で初めて戦闘用に用いられた。《参考》長編アニメーション作品『紅の豚』(宮崎駿監督 スタジオジブリ 1992年)
- 3) 第二次世界大戦中に、最高時速500km以上の高性能戦闘機、大型の【11: [零戦](#)】が開発され、ジェット機の原型が発明された。こうした技術蓄積が、戦後の民間航空機による大量高速長距離輸送を可能にした。

ロケットも軍事用から

- 1) 自らの質量の一部を後方に射出し、その反作用で推力を得る装置、もしくはその推力を利用して飛翔する装置が【12: [ロケットエンジン](#)】である。ジェットエンジンは外気から酸化剤を取り込むのでロケットではない。ロケットの語源は、1379年にイタリア人のムラトリー (Muratori) が西欧で初めて火薬推進式のロケットを作り、それを形状にちなんで『ロケットタ (Rocchetta:小さな糸巻棒)』と名づけたことによる。飛行機と異なり発明者の記録はない。
- 2) 1944年、ドイツは【13: [V2](#)】と命名された世界初の軍事用液体燃料ミサイルを、主にイギリスとベルギーの目標に対し発射した。設計者は、後にアメリカでアポロ計画を主導した【14: [ヴァンブレン](#)】である。これは今で言う中距離弾道弾で、一度宇宙空間に出て再突入し、ほぼ真上から落下する。飛翔中の迎撃は当時の技術では絶対に不可能。イギリス国民に与えた心理的打撃は大きいが戦果は僅かだった。このドイツのV2設計チームは敗戦後に、米ソ両国に確保されそれぞれのロケット開発を担った。
- 3) 1957年にソ連が人類最初の人口衛星、【15: [スプートニク1](#)】の打ち上げに成功。ここまではNo.197参照。アメリカも1958年に【16: [スカイラブ](#)】(NASA) を設置してロケット開発を急いだが、人類最初の有人宇宙飛行は、1961年4月、ロシアのボストーク1号で、搭乗したのは【17: [ガガーリン](#)】である。語ったとされる「地球は青かった」が有名であるが、正確な引用ではない。1961年5月のマーキュリー・レッドストーン3号によりアメリカも有人宇宙飛行に成功。搭乗したのはアラン・シェパード。ソ連より大幅に後れをとっていたアメリカの巻き返しが始まり、【18: [ソ連](#)】大統領は1961年5月15日に『この10年期の末までに人間を月に着陸させ無事に帰還させるべきだと信じる。』とする演説を行った。
- 4) 【19: [スペースシャトル](#)】年には、アポロ11号※1が有人月面着陸・帰還に成功した。NASAは1981年から2011年にかけて【20: [スペースシャトル](#)】(Space Shuttle) を135回打ち上げた、再使用をコンセプトに含んだ有人宇宙船である。スペースシャトルは、地球軌道上に宇宙ステーションを組み立てる上で大きな役割を果たした。現在、アメリカ、ロシア、日本、カナダ及び欧州宇宙機関 (ESA) が協力して、【21: [国際宇宙ステーション](#)】(ISS) を運用している。地上約400km上空を秒速約7.7kmで飛行し、地球を約90分で1周、1日で約16周する。1999年から軌道上での組立が開始され、2011年7月に完成し、「きぼう」日本実験棟も連結されている。スペースシャトルによる宇宙飛行士の交代は2009年11月で終了し、以後の宇宙飛行士の交代には専らソユーズ宇宙船が使われ、物資の輸送・回収は民間の宇宙輸送会社が担っている。
※1「ベトナムでは、毎日多数のアメリカ兵が死んでいるのに、世界は月面上のたった2人のアメリカ人の安否を気遣っている」と揶揄された。アポロ11号は、日本のロックバンド、ポルノグラフィティの1枚目のシングル、『アポロ』(1999年)にも歌われている。1970年、月に向かう途中、重大な爆発事故を起こしたアポロ13号が帰還するまでの実話ベースの危機一髪ストーリー、アメリカ映画『アポロ13』(1995)はたいへんよく出来ている。先輩飛行士の妻が、初搭乗の飛行士の妻に、メディアには「幸せな気持ちです。夫に与えられた任務に満足しています」と言いなさいと助言するシーンも印象的。
- 5) 現在では、宇宙工学は軍事に限らず、人工衛星による天文観測、気象観測、通信中継、カーナビや『ポケモンGO』にも不可欠な【22: [GPS](#)】(GPS)などに活用され、日常生活にも大きな影響を及ぼしている。

抗生物質の開発

1928年、イギリスの【23: [ペニシリン](#)】※2は、ブドウ球菌の培養実験中に生じたアオカビのコロニーの周囲に阻止円(ブドウ球菌の生育が阻止される領域)が生じる現象を発見したことに端を発し、世界初の抗生物質を発見。単離したわけではないが、1929年にアオカビの学名にちなんで【24: [ペニシリウム](#)】と名付けた。ペニシリンは、1940年に単離に成功、翌1941年には臨床実験で抗菌剤としての効果を確認され、大量生産が可能となり、第二次世界大戦において広く用いられ、無数の戦傷兵を細菌感染死から救った。終戦後の1945年からは民間にも開放された。ペニシリンの発見は後続の抗菌剤開発の礎を築いたもので、国民の平均寿命を延伸するレベルの効果があつたことから、しばしば「20世紀における偉大な発見」の中でも特筆すべき1つとして数え上げられる。現在では新薬に座を譲り、特定の感染症にしか用いられなくなった。

戦後日本2代目の総理大臣幣原喜重郎は、高齢であったため激務から肺炎を起こし入院したが、焼け跡が残り輸出も止まっているため外貨がない日本では、総理大臣が入院するような立派な病院にもペニシリンがなかった。驚いたマッカーサーは早速米軍用のペニシリンを贈った。速やかに全快した幣原は、1946年1月24日、お礼を言いマッカーサーを訪問した。このとき、マッカーサーの回想によれば、幣原が新憲法における【25: [第9条](#)】(第9条の原型)を提案したとされている。マッカーサーが提案したとする説もある。

※2 フレミングは3人いる。前掲の①ペニシリン発見者のアレクサンダー=フレミング(英 1881-1955)、②フレミングの左手の法則のジョン=フレミング(英 1849-1945)、そして、③007シリーズの原作者で自ら本物の諜報部員(但しほぼ事務職)だった、イアン=フレミング(英 1908-64)である。

No.220につづく