

原爆とは？

アインシュタインが発見した原理



原爆に焼かれた長崎・浦上天主堂の聖人像

1905年、科学者アルバート・アインシュタインは、質量(グラム単位ではかれる物質の量)はエネルギーの塊であることを発見しました。えっ、どういこと!?

これがどれほどんでもない発見かを理解するために、1円玉の質量(ちょうど1グラム)をアインシュタインの理論にしたがってエネルギーに換算(置き換え)してみると、トリニトロトルエン(TNT)という高性能火薬21,480,764,310グラム(=21,480トン)に相当するということです。これは、大体、長崎に落とされた原爆の威力と同じです。

たった1グラムの質量が、長崎原爆の破壊力のかたまりだと!!

別の言い方をすれば、長崎上空で原爆が爆発したとき、1グラムの質量が地上から消え失せ、破壊エネルギーに変わったということです。

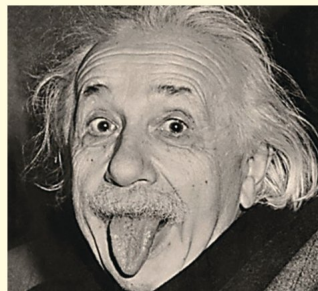
このアインシュタインの「特殊相対性理論」を象徴する有名な式があります。

$$E = m \cdot c^2$$

m: 物質の質量(キログラム)

c: 真空中の光の速さ(=299,792,458m/秒)

E: エネルギー(ジュール)



ニュートン物理学を塗り替えた男
アルバート・アインシュタイン

原爆の原理を発見したアインシュタイン
1905年 特殊相対性理論

えっ、ホント!



=

1円硬貨=1グラム



長崎原爆

長崎上空に立ち上がったきのこ雲
(米国立公文書館所蔵、Wikimediacommonsから)

アインシュタイン、いわく「質量はエネルギーの塊である」

この式の意味は、m(キログラム)の物質は、 $m \cdot c^2$ (ジュール)のエネルギーのかたまりということです。ジュールはエネルギーの単位で、トリニトロトルエン(TNT)火薬1グラムは4,184ジュールに相当します。したがって、1グラムの質量をエネルギーに換算するには、上の式に $m=0.001\text{kg}$ と入れてE(ジュール)を計算し、最後に、4,184(ジュール)で割り算すれば、1グラムの質量がTNT火薬何グラムに相当するかが計算されます。その答えが上に紹介した21,480,764,310グラム(=21,480トン)というわけです。すごいですね!

ドイツの原爆開発



オットーとマイトナー (1912年, Wikimediacommonsから)

第二次世界大戦が始まる1年前の1938年、ドイツのオットー・ハーンとオーストリアのリーゼ・マイトナーは、ウランに中性子をぶつけると核分裂反応が起こることを発見しました。さっそく科学者が集められ、ウランの核分裂連鎖反応を利用して原爆が作れないかが検討されました。

天然のウランの主成分はウラン235とウラン238ですが、核分裂反応を起こすのは0.7%しか含まれていないウラン235だけです。天然ウランからウラン235だけを分離して取り出すのはとても困難だったので、天然ウランのまま連鎖反応を起こす方法が検討されました。

ウラン235が核分裂すると中性子がこぼれおちますが、そのままだと天然ウランの99.3%を占めるウラン238に中性子が吸収されてしまい、ウラン235の連鎖反応がうまく起こりません。そこで、核分裂反応でこぼれおちる中性子のスピードをうんと遅くしてウラン238に吸収されにくくする方法が考えられました。そのためにはウランを「重水」と呼ばれる特殊な水に浸し、生まれたての中性子(高速中性子)をスピード・ダウンさせるのが有効と分かりましたが、重水は普通の水分子



ドイツのミンヘン博物館で再現されたオットー・ハーンやリーゼ・マイトナーがウランの核分裂反応を発見するために用いた1938年当時の核分裂実験装置 (Wikimedia commonsから)

の水素でのかわりに「重水素」という重い水素原子でできており、簡単には手に入りません。そこでドイツはノルウェーにある世界最大の重水製造工場「ノルスク・ハイドロ電気化学工場」を占領しましたが1943年2月23日、この工場は、6人のノルウェー人の決死隊の手で爆破されてしまったのです。

当時のナチス・ドイツの総統アドルフ・ヒトラーは、戦況が差し迫っているため、「6週間以内に実戦に使える兵器」以外の研究は許可しませんでした。

こうしてドイツでは、原爆の製造は第二次世界大戦中には間に合わないと判断され、開発計画は中止されました。

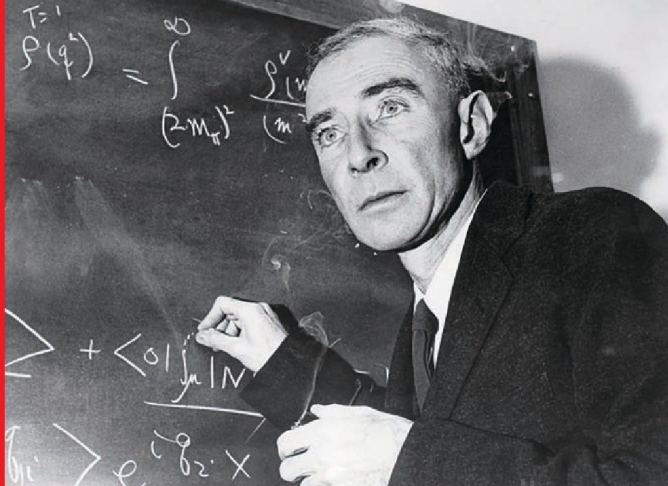


真ん中はヴェモルクの水力発電所。その手前の建物がノルスク・ハイドロ重水工場 (1935年撮影, Wikimediacommonsから)



アドルフ・ヒトラー (Wikimedia commons Sashi Susesht投稿から)

ロバート・オッペンハイマー



黒板に公式を書くオッペンハイマー (写真提供 ullstein bild/Getty Images)

ロス・アラモス研究所の所長としてマンハッタン計画を指揮したロバート・オッペンハイマー博士は、時に「原爆の父」と呼ばれることもあります。オッペンハイマーは「実際には使うことができないほど強力な兵器をつくって、戦争を無意味にしようと思った」と弟のフランク・オッペンハイマーに語ったと伝えられますが、この考え方はダイナマイトを発明したアルフレッド・ノーベルとよく似ています。しかし、現実には人間は開発した兵器は核兵器も化学兵器も生物兵器もすべて戦争で使いました。

広島・長崎への原爆投下の2か月後、オッペンハイマーはハーリー・トルーマン大統領とホワイトハウスで初めて会いましたが、「大統領、私は自分の手が血塗られているように感じます」と語ったといいます。それに対して大統領はオッペンハイマーを「泣き虫」と激しく罵りました。

オッペンハイマーは、1947年にはアインシュタインらも務めたプリンストン高等研究所の所長に任命されました。

やがて、エドワード・テラーらが原爆の1000倍も強力な水爆（水素爆弾、核分裂で



ロスアラモス研究所に陸軍海軍E賞を授与する式典に出席するロバート・オッペンハイマー(左)、レスリー・グロブス陸軍特殊兵器計画部長(中央)、ロバート・スプロール(右)。1945年10月16日、ロスアラモスの牧場で(Wikimedia commonsから)



アルバート・アインシュタイン(左)とロバート・オッペンハイマー(Wikimedia commonsから)

はなく、核融合反応を利用した核兵器)の開発を進めると、オッペンハイマーはアインシュタインらと同様、「反対」の声を上げました。エレノア・ルーズベルト元大統領夫人とのテレビ討論では、「水爆の開発は、人類の倫理の根本に影響を与えます。恐怖に駆られてばかりいてはこの危機の時代を生き抜くことはできません。恐怖を乗り越える答えは歩み寄る勇気ではないでしょうか」と水爆開発に異議を唱えました。

すると、後に「水爆の父」と呼ばれるようになったエドワード・テラーらの批判を受け、1954年、「ソ連のスパイ」の疑いをかけられて私生活も監視されるようになり、1967年、62歳で失意のうちに亡くなりました。

2022年、アメリカ・エネルギー省のグランホルム長官は、オッペンハイマーを公職から追放した1954年の処分は「偏見に基づく不公正な手続きだった」として取り消しました。

3日後の1945年8月9日午前2時47分、 B29「ボックス・カー」テナン島を飛び立つ (機長:チャールズ・スウィーニー)



プルトニウム原爆「ファットマン」



B29「ボックス・カー」

(写真:国立米空軍博物館から)

広島に人類史上初の原爆が投下されてから3日後の1945年8月9日、すでに7月16日の「トリニティ・テスト」で実験済みのプルトニウム原爆を積んだB29が、2時47分にテナン島を飛び立ちました。機長はチャールズ・スウィーニー、機体の名はボックス・カー。普段この機体を使っているフレデリック・ボック少佐の名にちなんだ命名です。

この日の第一目標は小倉、第二目標は長崎でした。当日は広島に原爆を落としたエノラ・ゲイが先に離陸して天候を観測し、「天候に問題なく、爆撃可能」と報告していました。それを受けた原爆投下作戦は、ボックス・カー単独ではなく、観測機グレート・アーティスト(機長はフレデリック・ボック)および撮影機ホプキンスの3機で実行されましたが、3機が一緒になるはずの屋久島上空でホプキンス機とはぐれ、ボックス・カーとグレート・アーティストだけで作戦を実行しました。

ところが、小倉に到達したものの、爆撃の経路に入るのに3回失敗して45分も時間を費やしてしまいました。やがて天候も悪くなり、小倉上空に前日の博多爆撃の火災で生じた煙もたちこめて爆撃照準器も役立たず、とうとう第一目標の小倉をあきらめて第二目標の長崎に向かいました。

ボックス・カーはテナン島を離陸する時から予備タンクの燃料ポンプが故障しており、燃料に余裕がありませんでした。長崎も空の80~90%が雲に覆わ

長崎に原爆を投下したB29「ボックス・カー」の航跡



9日の午前2時47分にテナン北飛行場を離陸。

8時15分に会合点屋久島に到着、5分後にThe Great Artistと会合、しかしHopkins機を発見できなかった。8時50分に2機だけで屋久島出発、第1目標小倉に向かう。

9時44分に攻撃始点に到着、3回の爆撃航程を試みるが目視できず、小倉上空で45分を費やしたのち長崎に向かう。

10時50分長崎に到着、レーダー接近し、雲の切れ目を見つける。

10時58分に目視でF31(長崎に投下された原子爆弾(通称ファットマン))を投下。

11時02分爆発。

11時05分に沖縄に向かう。

12時52分に沖縄の読谷(よみたん)飛行場に着陸。

午後9時45分にテナンに着陸。

れていましたが、10時58分、ボックス・カーはわずかな雲の切れ間から長崎の街を確認、手動操作でプルトニウム原爆を投下しました。

ボックス・カーは燃料不足でテナンに帰れなくなり、すでにアメリカが支配していた沖縄に向かい、読谷飛行場に着陸、翌8月10日の9時45分にテナン島に帰りました。

長崎に投下された爆縮型プルトニウム原爆はその後の原爆の標準となったこともあり、長崎原爆は広島原爆とは異なる重要な意味をもっています。

1945年8月9日11時02分 長崎上空5000mで炸裂したプルトニウム原爆

