

「
」 2007年8月号、64頁～67頁
(「科学と生活」)

題名 「原子炉1号」 - 1」が建造され、そして第1号原子炉として
現在に至っている
著者 ラーリン (.)

我が国の科学と技術の記念物との地位を得ている最初の原子炉「おじいさん」は、その点火から60年を経過した現在でも正常に働き続けている。この原子炉から生まれた子供として、オブニンスク市にある世界初の原子力発電所(1954年)、我が国初の原子力潜水艦(1958年)、原子力砕氷船(1959年)がある。原子炉1号の製作の歴史には劇的な出来事と共に、著名な学者の名前の列挙、そしてソ連邦初の原子爆弾の製造など、上げればきりが無い。

原子炉製作専門家であるイワン・イワノビッチ・ラーリンが当時の出来事を紹介する。

- 1の建造はソ連邦原子力計画の重要な達成度の1つとなった(「科学と生活」2000年3月号、7月号、2002年5月号、2003年1月号、2月号を参照)。アカデミー会員ヨッフエ(.)の指示のもとで、その計画を指導することをゆだねられたのは、レニングラード物理技術研究所の所員であり、理学博士号を持つ40歳のクルチャトフ(.)であった。彼は、原子爆弾開発のために、ソ連邦科学アカデミー常任委員会の決定で1943年4月に設立された第2研究所の所長となった。当時、彼はまだ科学アカデミー会員ではなかったが、実質的にアカデミー会員とみなされて選抜された。第2研究所は、パクロフスキー - ストレシュネーフ地区(当時はモスクワ市の外れであった)に、120haと言う広大な敷地をしめていた。

原子爆弾の材料として利用できるのは、同位元素ウラン235と自然界には存在しない元素プルトニウムであった。プルトニウムはウラン238に中性子を照射した際の生成物として発見された。ウラン235は自然界に存在する同元素の混合した鉱石から、同位元素分離技術で、分離された。が、プルトニウムは特別な装置で得られた。この特別な装置のことを、当時は原子炉(なを、専門用語「核反応炉」は1955年から使用されるようになった)と呼んでいた。原子炉中では、ウラン235の連鎖反応により、強大な熱が放出される。現在ではこの巨大な熱を原子力発電に利用している。実際において、原子力発電所においては、プルトニウムは、副産物つまり2次生産物である。

プルトニウムを使用した原子爆弾の方が、より早く、よりやすく製造できることを理解していた。つまり、兵器用プルトニウムを生産する原子炉が必須であった。自分の研究姿勢を譲ろうとしない若くて、野心的な学者たちが集まっている。計画推進中、至る場面で論争が起こった。著名な原子核物理学者であり、アカデミー会員アリハノフ(.)は、最初に第2研究所で働き始めた。中性子を減速するのに重水を利用する方法を、彼は提案した。重水は中性子を吸収しないからでもある。クルチャトフはアメリカで行われている方法の利用を考えていた。自身の考えを論証して、黒鉛を減速剤に用いた原子炉である。ウラン・黒鉛炉の方が安く済む上に、建造時間も短くて済むという

論理である。

科学論争では誰も持論を譲らなかった。クルチャトフは最高管理者としての立場を用いて決定を下していった。原子力部門を管轄していた中型機械省長官スラブスキー（ . . . ）の記憶によると、或る会議で、クルチャトフは次のように述べた。「第2研究所がウラン - 石墨原子炉を建造するのか、それとも、第2研究所は原子炉計画を拒否するかのどちらかだ。」 政府高官はクルチャトフの見解を採用した。ついでながら、重水を用いた原子炉は1949年に、熱技術研究所（現アリハノフ記念理論物理学・実験物理学研究所）に建造された。アリハノフがそこへ移籍したのである。重水型原子炉は核兵器製造に重要な役割を担った。重水型原子炉では、水素爆弾に必要な三重水素が製造できたからである。

当時まで、原子炉のような設備建設は、ソ連邦の学者や技術者には未経験であった。全てが初めての経験であった。原子炉のためには、ウランと黒鉛、新構造材料が必須であった。全ての原料・材料には前例のない程の化学的純度を必要とした。少しの不純物でも、中性子が吸収されてしまい、連座反応の継続を不可能にしてしまうからである。

理論や計算方法は、建設しながら作り上げなければならなかった。そのため、あまり深く考慮することもなく、爆弾を製造するために十分な量のプルトニウム生産のための原子炉の建造が直ちに開始された。最初に小さい原子炉の製造が決定された。将来の生産用原子炉の原型としてである。

全ての分野の仕事が同時進行で行われた。立ち足る問題の解決のために、科学アカデミーや国立研究機関（その中には、モスクワ物理問題研究所、物理学研究所、物理化学研究所、希少金属研究所、石墨科学研究所等がある）幾つかの工場、特にエレクトロスターリ市にあった第12工場等が参加した。この工場では溶鋳炉が稼働中であった。

著名な建築士シューセフ（ . . . ）を主管を務めていたアカデミー設計所に、原子炉建家の建築が任された。原子炉からは強力な放射線が放射されるので、建家のほとんどは地下に配置されるべきであろうと物理学者は考えていた。建家の建設は1946年のはじめに開始された。これには内務省の建設部署が動員された。原子爆弾計画に、ハリトン（ . . . ）セリドーピッチ（ . . . ）ポメランチュック（ . . . ）グレーピッチ（ . . . ）などが原子炉の理論解析、計算方法の確立のために参加してきた。エルショーバ（ . . . ）とサージン（ . . . ）はウラン抽出技術のために参加してきた。1943年12月に、初めて1kgのインゴットのウランが生産された。超高純度の石墨の生産は、ゴンチャロフ（ ）とプラブデューク（ ）がモスクワ電解工場の専門家と一緒にやって行った。この工場には、石墨に関して十分な経験があった。この工場からは、アーク放電式電球の電極（これが石墨製）が生産されていたのである。

必要とされる100トンのウランは、当時、国内にはなかった。グラム単位で、ウランをかき集めた。占領したドイツ国内で発見された若干のウランの残りとうラン鉱石が輸送された（大半はアメリカに渡されたのである）。直ちに、全国にウラン鉱石探索のための調査隊が組織された。鉱石は、ウズベキスタン、タジキスタン、グルジア、ウクライナで発見された。中東の山岳地域からの鉱石は鉄道で輸送された。時には、ロバの背でも運ばれた。エレクトロスターリ市の工場、金属ウランから、直径32mm、長さ100mm

の円柱形状ブロックが生産された。ドイツ人技術者も生産に参加した。その後になって、彼らのうちの一人、ブリアは社会主義労働英雄勲章を受章した。

原子炉建家は秘匿のために、書類上でも、日常でも「組み立て工場」と呼ばれた。原子爆弾計画に関連した全ての書類には、「極秘」、「特別書類入れ」の印が押された。装置には暗号が使用された。例えば、原子炉は「電解炉」、ウランは「珪素」。第2研究所に入所する所員は、長期間の審査を受け、秘密を秘匿する宣言書に署名をした。

原子炉のための基礎台は深さ7mの地下に作られ、「組み立て工場」は一階建てであった。1946年7月に完成した。

原子炉内で行われるであろう状態の理論は実験での確証が得られていなかったの、小さい原子炉から初めて、徐々に大きくし、最終的に原子炉の定格直径を6mとすることと決定した。最初のウラン-石墨原子炉の直径は1.8mであった。終わりから2番目である4番目の原子炉の直径は5.6mであった。第1部署と呼ばれた部署に配属された30名ほどの所員が手で組み立てを行った。部署員の4分の1は女性であった。組み立てそして分解を5回行った。石墨角材とウラン棒は文字通り、腹で押しながら動かした。数百トンもあった。足場の組み立てには、クルチャトフ自身も時折参加した。

第2研究所所員には、パナシュック()、デュボフスキー()、ジェジェールン()、シュリヤーギン()、マカロフ()、パプレービッチ()等がいた。制御装置、検出計などの設計制作を担当した。

1946年11月に、原子炉本体の建設が始まった。大きさ100mm×100mm×600mmの石墨ブロックが一層毎に積み重ねられた。その中には、3つの円筒形の穴が開けられていた。この円筒形の穴の中に、ウラン棒が入れられるのである。

連鎖反応を制御するための吸収剤であるカドミニウム棒、中性子量の検出器などの装置を、原子炉の中心部に配置した。原子炉の名前は「 - 1」(

)。石墨ブロックを一層積み重ねる毎に、制御棒を引き抜き、中性子を測定した。石墨ブロックが積み重なっていく毎に、中性子量が増大していった。

1946年12月25日の夕方に、最後の62層の積み重ねが完了した。カドミニウム棒を引き出す前に、装置全体の安全性の再確認が行われた。異常事態防御用のカドミニウム棒をロープで吊し、クルチャトフは手元にまさかりを置いた。異常事態が発生し、防御装置が正常に作動しない場合に、ロープを切断することになっていた。切断でカドミニウム棒が炉心に落下し、連鎖反応を止めることになっていた。

制御盤の所には、原子炉の直接の関係者、閣僚会議代表パプロフ()だけがいた。クルチャトフは制御盤の前に座り、原子炉からカドミニウム棒を引き出し始めた。放射線検出器「カチカチ器」が中性子線を検出し始め、急激にその検出量が増大していった。原子炉内に配置した熱量計は数十Wを示した時、クルチャトフは調整用カドミニウム棒を動かし、反応を平衡状態とした。その後、非常用カドミニウム棒を炉心に入れ、反応を停止させた。この日、原子炉は4時間ほど作動した。

原子炉の始動試験の成功を、クルチャトフは原子爆弾計画監督者であるベリヤ()

)に直ぐに報告した。ベリヤは学者を全く信用していなかった。スターリンの命令と言うことで、自分の目で確かめたい。明日もう一度自分を立ち会わせて原子炉を動

かして欲しいと、クルチャトフに申し入れた。原子炉はもう一度始動された。

原子炉には、400トンの石墨と50トンのウランが納まっていた。原子炉は最初の日から24時間態勢で、100Wから1000kWの当たりで稼働させた。原子炉内の熱を取り出す設備は組み込まれていなかった。大出力で稼働中には、熱は石墨内に蓄積した。そのため、石墨を送風機からの空気流で冷却をした。

国の指導者への公式の報告書の中で、クルチャトフは次のように書いている。「1943年7月から1946年12月にわたって行われた大事業は、1946年12月25日18時に成功裏に完遂された。ウラン-石墨原子炉で、持続連鎖反応が初めて観測されたのである。準備したウランと石墨の使用が正しかったのである。」

このように、ソ連邦科学アカデミー所属の第2研究所の設置からわずか4年足らずで、原子炉の始動に成功したのである。この短期間に、原子炉中における核反応の基礎理論の確立、ウランの分離、長高純度石墨の生産、連座反応の制御、制御装置の製作に成功したのである。その結果が原子炉の製造である。

原子炉 - 1 で、大量のプルトニウムが生産された。それまでは、物理学者は極々わずかのプルトニウムしか手にすることが出来なかった。入手したわずかのプルトニウムを中性子源として利用していた。ウラン238がプルトニウムに変化した燃料棒はポッチュバルが主管していた第9科学研究所に送られた。この研究所で、プルトニウムが抽出され、その特性研究に使用された。この元素無しでは、原子爆弾は製造できなかった。

必要な量のプルトニウムを生産するために、原子炉は周期的に数百kWの出力で運転された。原子炉の周りには、生体を放射線から保護する設備は無かった。原子炉建家は高い放射線量を示していた。原子炉から500mほど離れた建家から、原子炉を制御した。原子炉建家「組み立て工場」の屋根の上には大きな赤い灯が点灯していた。この電灯は研究所所員に、危険、及び建家に接近してはならないことを警告していた。

原子炉 - 1の成功により、ウラル市(現オゼルスク市)に最初の生産原子炉 - 1(出力10万kW)が建設された。この生産原子炉は1948年6月に稼働し始めた。1949年の夏には、この原子炉から約4kgのプルトニウムが得られた。このプルトニウムを用いて、アルザマス市(現サロフ市)で、ハリトン()の指導のもと、最初の核爆弾が製造され、その核爆発は1949年8月にセミパラチンスク実験場で行われ、成功裏に終わった。

原子炉 - 1の実質的な必要性が無くなった時でさえ、この原子炉を解体しないことに決定がなされた。フェルミが指導して建設したアメリカの最初の原子炉は解体されたが。この原子炉 - 1はまだ無駄ではない。原子炉 - 1は昔の場所で稼働し続けている。中性子源として、極めて安定性がよいので、新しい原子力発電所の原子炉に使用予定の各種装置の校正の基準源として使用されている。

写真



イーゴリ・ワシーリエビッチ・クルチャトフ（1903年 - 1960年）



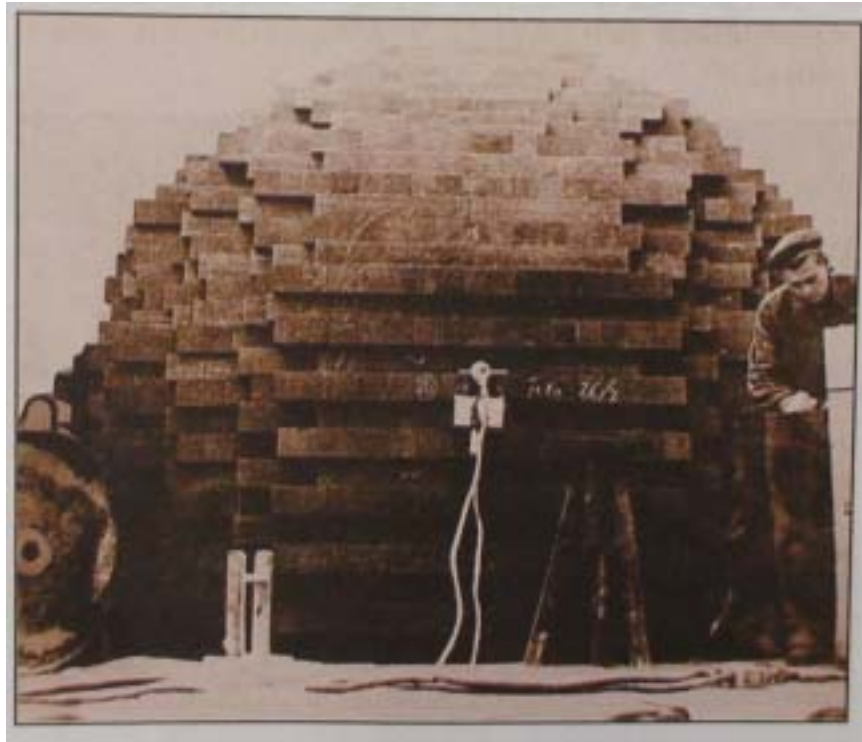
ソ連邦科学アカデミーは、この原野に、わずか数年間で第2研究所群（現在、ロシア科学センタ「クルチャトフ研究所」）を設立した



原子炉 - 1 が設置された建家。完成した直後。



原子炉 - 1 が設置されている建家。現在の姿。



石墨ブロックを円蓋状に積み重ねた。内部には中性子源(ウラン棒)が納まり、表に出てきた中性子量を検出器で記録した



第2研究所の敷地内に、邸宅が建設された。この邸宅に、原子爆弾計画指導者のクルチャトフが住んだ



60年経過しても原子炉 - 1 はそのままである。が、制御装置などは近代化されている。



20世紀の80年代における原子炉制御台の様子



1942年、シカゴ市に建設された世界初のウラン - 石墨型原子炉の点火の瞬間。写真撮影は禁止されていたので、後になってそのときの様子を画家が絵に描いたものである。