

[資料]

旧ソ連邦初の原子爆弾開発計画の全体像〔補遺〕

—最近の出版物から—

市 川 浩

I. はしがき

ロシアでは、1994年から翌1995年にかけて、旧ソ連邦初の原子爆弾開発計画の実態を明らかにする出版物の刊行があいついだ。筆者はそれらのなかから、種々の出版物に見られた不正確な理解や誤った記述を訂正し、正確な全体像を提示すべく、“正史”にふさわしい権威をもって編集された、ロシア連邦原子力省他編『ソ連初の原子爆弾の製造 (Министерство Российской Федерации по атомной энергии и др., «Создание первой советской ядерной бомбы» Москва, Энергоатомиздат, 1995.)』を特に選び、それを中心に、その他の関連する出版物から得られる知見をまとめて、日本の読者に旧ソ連邦初の原子爆弾開発計画の全体像を体系的に示す論稿¹⁾(以下、前稿と略記する)をまとめた。

しかし、それから7年が経過し、その間にいくつか重要な出版物もあらわれている。もちろん、それらの提示する知見は、けっして筆者の前稿の大幅な書き直しを要求するものではなく、その豊富化に貢献する性格のものである。しかし、重要でありながら、前稿では必ずしも十分に解明できていない問題もあり、1996年以降の出版物から学ばなければならないことも多い。

そこで、本稿ではこうした最近の出版物から、前稿の補遺を試みることにしたい。その際、この間の出版物から得られた新しい知見を無限定に並べるのではなく、より深い事実の探究が必要であると思われる若干の論点に沿って、紹介すべき出版物を選び、取舍選択のうえに、新しい知見を

提示することとしたい²⁾。取り上げる論点を予め示しておけば、以下のようになろう。

まず、ソ連邦の科学者には、原子力の利用について、比較的早くから展望を持っていたものもいたにもかかわらず、国家プロジェクトとしての原子爆弾開発計画がようやく1943年に始動している事実の背景について、より深い探究がなされなければならない。原子力エネルギーの利用という構想にたいする科学者の間でのフィージビリティの評価、政府当局者の対応などが吟味されなければならない。また、この問題領域には旧ソ連邦原子爆弾開発計画の大きな特徴となっている戦後の仕切直し＝計画の格上げと戦中における計画の進展との連続・不連続の問題も含まれなければならないであろう。

つづいて、最初の研究拠点となった科学アカデミー“第2^{ラボラトリー}研究所”における研究の水準を探るべく、当時旧ソ連邦で活用可能であった研究手段についても考察が加えられなければならない。これに関連して、100トンを超える精製ウランの酸化物の発見・利用を含め、ドイツからの“戦利品”、およびドイツ人専門家の利用についても事実が解明されなければならない。

具体的な技術開発の過程については、まず、初の実用プルトニウム生産用原子炉＝^ア「A」炉の操業実態が明らかにされなければならない。「A」炉は、アメリカのマンハッタン計画からの技術情報や、いわゆるスマイス報告³⁾を多くの点で踏襲したとされる計画全体のなかで、珍しく旧ソ連邦独自の技術選択がなされた、ユニークな炉型をもつものであり、同時に、その技術的未完成性やそこにおける放射性物質の杜撰な取り扱い、作業員の被曝についても関心を集めている問題である。また、前稿では明確さを欠いていた重水炉開発の位置づけ、前稿では触れられなかった他の炉型の原子炉開発⁴⁾についても触れられなければならない。さらに、前稿でほとんど触れられなかった電磁分離法、および、初期に力を傾注したはずの遠心分離法開発の過程が明らかにされなければならないであろう。そして、最後に、原子爆弾開発計画が、引き続いて水素爆弾開発計画につながってゆく過程

についても、新たに得られた知見を提示しておきたい。

II. 科学者による原子力開発のフィージビリティ評価

高名な地球化学者、ヴェルナツキー (В. И. Вернадский) が科学アカデミーにウランの原子核分裂研究の組織化を働きかけたこと、科学アカデミーがそれに応えて、幹部会付属ウラン問題委員会を発足させたことはよく知られている。しかし、ヴェルナツキーの提起は科学アカデミーの幹部たちにどのように受け止められたのであろうか。1940年7月16日、科学アカデミー幹部会の席上、ヴェルナツキーはウランの原子核分裂とそのエネルギーの応用について報告したが、翌日の彼の日記によると、聴衆の反応は報告者を落胆させるものであった。彼は、「圧倒的多数はこの瞬間の歴史的意義を理解していない」と書いた⁵⁾。彼は、この時期、政府筋にも訴える必要を感じたらしく、指導していたラジウム研究所の文書館には、科学アカデミーから彼とともにウラン研究の方針案づくりを委託されたフローピン (В. Г. Хлопин)、フェルスマン (А. Е. Ферсман) と連名の副首相ブルガーニン (Н. А. Булганин) 宛の7月12日付書簡草案がのこされているが、これが発送されたのかどうかはわかっていない。また、ブルガーニンから返答も一切のこされてはいない⁶⁾。しかし、この書簡草案にヴェルナツキーは、「一連のたいへん大きな困難があり、大量の科学研究活動を要するが、われわれが思うに、これらの困難は原理的性格を有していない。もし、原子核内部のエネルギーを技術的に利用する問題が解決されるならば、それは応用エネルギーのすべてを根本から変えるにちがいない。この問題の重要さは外国では完全に理解されていて、そこから届いた証拠によるとアメリカ合衆国とドイツでは、この問題を解決するための努力をする活動が勢いをもってすすめられていて、これらの活動には多額の資金が供給されている。われわれは今こそ差し迫った時であり、政府は原子核内部のエネルギーの技術的利用に関する問題を解決する可能性を認識し、一連の方

策、ソ連邦に外国からこの問題の解決で立ち後れさせないようにする諸方策を採用すべきである」⁷⁾と書き、自分たちがウラン原子核分裂のエネルギー利用に実践的展望をもっていることを明言した。

軍籍にあった若い物理学者、フリョーロフ（Г. Н. Флёров）はスターリン宛に原爆開発計画着手を訴える「直訴」書簡を出したことで有名である。彼は、1941年12月、カザンに疎開中であったレニングラード物理工学研究所の高名な物理学者、ヨッフエ（А. Ф. Иоффе）の主催するセミナーで原子力問題について報告したが、ヨッフエをはじめ出席者からはまったく賛同がえられなかった。グウレーヴィチ（И. И. Гуревич）の回想では、当時、科学アカデミーの科学者たちは他の「前線のために必要不可欠な仕事」に没頭していたこと、原子爆弾に必要な資源も、生産能力も、専門要員もいかなかったことがこうした消極性の背景であったとされている⁸⁾。フリョーロフは、2つの高濃縮ウラン塊をぶつける速度を50～3,000%と計算していたが、これは彼が宇宙線中の中性子速度を基準においたために導かれた計算結果で、実際にはもっと早い速度、最低でも3,000%の速度が必要であった⁹⁾。このことはすぐに指摘され、フリョーロフの立論に疑いを生じさせた。ゼリドヴィチ（Я. Б. Зельдович）とハリトン（Ю. Б. Харитон）が連名で発表した論文「ウランの分裂連鎖反応の動力学」では、このような超高速の実現可能性と高熱の作用（熱膨張など）のなかで臨界条件を維持する可能性に疑問を呈しており、この段階では核分裂による爆発性の反応の実現に懐疑的であった¹⁰⁾。

マースロフ（В. А. Маслов）とシュピネリ（В. С. Шпинель）は1940年10月、「爆発物、有毒物としてのウランの利用について」と題する発明申請をおこなった。また、マースロフは当時の国防人民委員ティモシェンコ（С. К. Тимошенко）に書簡を送り、航空機、艦船、戦車の動力源としての原子力の利用を訴えた。彼の提案は赤軍化学研究所で検討されたが、同研究所は「関心をもてない」として、科学アカデミー・ラジウム研究所のフローピンに相談している。上に述べたヴェルナツキーらのブルガーニン宛書簡

の共同署名者で、原子力問題の研究組織に積極的であったはずのフローピンだが、マースロフらの申請からほぼ半年たった1941年4月17日になって回答を寄せ、「我々はそれに向けて努力しなければならないが、今日的な問題ではない」と採用に消極的な姿勢を見せた¹¹⁾。

1942年5月、赤軍参謀本部諜報総管理部が科学アカデミーに自分たちが集めた外国における原子力研究に関する情報を提示し、その情報の価値について諮問してきた。科学アカデミーではフローピンの名前でこれに回答したが、それは戦時の劣悪な研究環境を取り上げ、「わが国では近い将来は難しい」と消極的な姿勢をしめすものであった¹²⁾。

Ⅲ. 政府の意志決定の諸要素

《諜報機関のイニシャティヴ》

クヴァスニコフ (Л. Р. Квасников) はモスクワ化学機械専門学校の大学院生であったが、博士候補論文が審査に通らず、研究者への道は塞がれてしまった。彼は、1938年、内務人民委員部の科学技術諜報部門の次長にスカウトされた。勤務を開始してまもなく、彼は、1939年頃からアメリカの物理学者たちが急に科学雑誌に原子力エネルギーの問題に関する論文を発表しなくなったことに気がついた。そして、1940年におけるフリューロフ、ペトルジャック (К. А. Петржак) によるウランの自発核分裂の発見、ハリトンとゼリドヴィチによるウランの核分裂連鎖反応理論を知り、アメリカではすでにウランの原子核研究が秘密研究になっているのではないかと、との疑いを強くし、その年末、「軍事目的での原子力応用の研究は確実である。これらの活動の拠点を明らかにし、その成果に関する情報入手を確実にせよ」との指示を各地の諜報活動拠点 (レジデントウーラ) に送った。こうした行動は、まったくクヴァスニコフの個人的な発案によるものらしく、この行動にいたるまでの間の科学アカデミーや科学者との接触の痕跡も、内務人民委員、ベリヤ (Л. П. Берия) へ事前に報告した形跡も見

いだすことができない¹³⁾。

英米の原爆情報を旧ソ連邦にリークしたことで知られるドイツ人物理学者、フックス (K. Fuchs) が手渡した分厚い資料がはじめてモスクワに届いたのは1942年の夏であった¹⁴⁾。

《「スターリノフ・ノート」の反響》

タガン=ログで戦死したドイツ軍将校の鞆から発見されたノート、いわゆる「スターリノフ・ノート」はドイツにおける原子力計画の存在を示唆したものとして有名である。フリューロフの提案を「まったくファンタジックだ」と考えていた国家防衛委員会の科学問題担当専門委員、カフターノフ (С. В. Кафтанов) も1942年4月に見たこのノートには衝撃をうけたらしく、早速ヨッフエを呼び、意見を聞いた。「戦時においては科学・技術上の理念の実現は驚くほど短縮される。戦争も15年～20年つづくかもしれない」と考えるにいたったと言う¹⁵⁾。

《政府部内での検討》

1942年春、電気技術者出身の若い副首相、ペルヴーヒン (М. Г. Первухин) は、政府の実力者モロトフ (В. М. Молотов) に呼び出され、彼から外国の科学者の手になる大部の報告を読むように依頼された。読後、彼は物理の専門家に意見を求める必要があると考え、モロトフに相談し、彼の同意をえた。彼は相談相手としてクルチャートフ (И. В. Курчатов)、アリハーノフ (А. И. Алиханов)、キコイン (И. К. Кикоин) をえらび、意見聴取の結果はモロトフに届けた¹⁶⁾。しかし、ペルヴーヒンに具体的な行動の指示が与えられたのは、ほぼ半年後の1942年11月27日であった。彼はこのとき、計画に動員すべき研究者、研究機関、企業の選定を依頼されている¹⁷⁾。

《戦後における計画の再出発までの政府内部の動向》

1944年5月14日付で政府側のウラン問題担当者、ペルヴーヒン化学工業

人民委員は独裁者スターリン (И. В. Сталин) 宛に書簡を送り、ウラン問題が理論研究から実際の開発研究の段階に移る準備ができた」と報告するとともに、国家防衛委員会に、副首相ベリヤを議長とする「ウラン関係会議」を創設することを提案した。自身の“格上げ”にも通じる計画の格上げを図ったのである。これに対する回答はなかなかえられず、7月10日付でベルグーヒンは、今度はクルチャートフと連名で、ベリヤに宛てて書簡を送った。彼らは新しい布告草案まで準備するが、ベリヤの支持をえられず、書き直しを命じられた。しかし、書き直した草案もベリヤは承認しなかった。これは8月のことであったが、11月になり、弾薬人民委員部次官のマフニョフ (В. А. Махнёв) が非鉄金属工業人民委員部によるウラン鉱開発の遅れと“第2研究所”における研究活動の小規模性を指摘した報告をよせると、これをもとに自ら布告草案を準備した。この草案を基礎に発令されたのが、国家防衛委員会布告No.7069ccであった¹⁸⁾。

1944年12月3日付国家防衛委員会布告No.7069cc「科学アカデミー第2研究所がおこなう活動の発展を保障するために不可欠の方策について」で、①レニングラード、スヴェルドロフスクなどから、モスクワへの設備、人材の移転促進、②弾薬人民委員部の工場を基礎とした、機械工場を附設する設計ビューローの建設、③120haの面積の“第2研究所”への譲渡、④内務人民委員部における、それぞれ1,000人からなる建設諸部隊の組織、などを予定していた¹⁹⁾。この布告によって、“第2研究所”関連施設の新規建設とウラン鉱開発、および精錬は新たに内務人民委員部の管轄となり、ベリヤは計画へのコミットメントを著しく強化し、彼の官庁はその権限範囲を大きく広げた。

1945年になると、スターリン自身が計画の緩慢な進行に焦燥感を露わにするようになった。1945年1月25日、クルチャートフはスターリンと1時間にわたり会談した。モロトフ、ベリヤが同席していた。ここでは、早くもドイツ人科学者の利用についても議論されているが、スターリンは席上、ヨッフエ、カピツア (П. Л. Капица)、アリハーノフ、ヴァヴィロフ

(С. И. Вавилов)ら高名な物理学者の原子爆弾開発計画への関わりかたを取り上げ、急がせるように繰り返し指示をあたえている²⁰⁾。ヒロシマ、ナガサキのあとになると、彼の焦燥感はいっそう激しくなった。前稿でも取り上げた、謎の多い“テルレツキー・ミッション”はこうしたスターリンの気持ちの高ぶりを鎮めることを目的にベリヤが仕組んだものであったのではないかとクルウグロフは推測している²¹⁾。

《技術協議会、エンジニアリング＝技術協議会、科学技術協議会》

国家防衛委員会特別委員会附属技術協議会(テフソヴィエト)、同エンジニアリング＝技術協議会(ИТС^{イー・テー・エス})、および、ソ連邦人民委員会議(のちソ連邦閣僚会議)第1総管理部附属科学技術協議会(НТС^{エヌ・テー・エス})との相互の関係についてここで整理しておきたい。

テフソヴィエトは1945年8月20日の特別委員会設置と同時に設置され、その後4ヶ月の間に13回開催され、71件の議案を審議した。テフソヴィエトには、「ウラン同位体分離の電磁的方法に関する委員会(委員長はヨッフエ)」、「重水の供給に関する委員会(委員長はカピッツァ²²⁾)」、「プルトニウムに関する委員会(委員長一フローピン)」、および、「分析的制御法に関する委員会(委員長はヴィノグラードフーА. П. Виноградовー)」の4つの委員会と「労働保護セクション」から成っていた²³⁾。

これに対し、1945年12月に設置されたИТС^{イー・テー・エス}は装置と工業施設の建設にむけた行政サイド主体の組織で、両者は短いながら、共存していた時期がある。それゆえ、前稿でテフソヴィエトがИТС^{イー・テー・エス}と「改称」したとしたのは誤りであり、ここで訂正しておきたい。ИТС^{イー・テー・エス}は「原子炉」、「同位体分離の分子的方法」、「粒子加速器」、「同位体分離法」、「鉱山・冶金学、および原子炉用ウラン・ブロック」のセクションからなり、それぞれの長にはペルヴーヒン本人やマルイシエフ(В. А. Малышев)、ザヴェニャーギン(А. П. Завенягин)など行政家が名を連ねていた²⁴⁾。

1946年3月28日、テフソヴィエト、の合同会議の席上、両協議会の合同

が提案され、4月9日付の閣僚会議布告№803-327によって、両者を統一した“科学技術協議会（エヌ・デー・エス H T C）”が設置された。H T Cは活発に活動を展開し、1946年には53回（議案200件）、1947年には47回（議案90件）会合をもち、1947年末には研究開発方針策定のための協議機関としてのその役割を事実上果たしきり、それ以降は休止状態となった²⁵⁾。

IV. 科学アカデミー “第2研究所”^{ラボラトリー}の研究設備

《サイクロトロン問題》

1938年5月5日付でレニングラード物理工学研究所の、ヨッフエ、クルチャートフ、アリハーノフをはじめとするメンバーは連名で、首相モロトフ宛に、当時のソ連邦に「好ましく機能する」サイクロトロンがないことを述べ、価格が100万ルーブリする10MeV出力のサイクロトロン購入の必要性を訴えた。当時、科学アカデミーのラジウム研究所にはサイクロトロンがあり、1937年から稼働していたが、出力は1 MeV、のちに改良されても3 MeVにすぎず、しかも安定して機能しなかった。1938~40年、科学アカデミーに原子核、ウラン問題、同位体元素に関する委員会が次々に組織され、原子核物理学研究の重要性が広く認識されるようになると、次のサイクロトロンをどこに建設するかが問題となった。科学アカデミー物理学研究所所長ヴァヴィロフはモスクワでの建設を、当時、発電所・電力工業人民委員であったペルヴーヒンは、実績のあるウクライナ物理工学研究所への設置を主張したが、最終的には、1941年4月13日付人民委員会議布告で、50MeV重陽子加速器（530万ルーブリ）をモスクワに建設することとなったが、この決定は遅きに失した。その後、ソ連邦は第2次世界大戦に本格的に突入し、サイクロトロンを建設する余裕を失ってしまった²⁶⁾。

ちなみに、1940年現在、ウラン塩の蓄積は300kg、重水は2kgしかなかった²⁷⁾。

“第2研究所”での研究活動がはじまると、クルチャートフはただちに

レニングラード物理工学研究所、ラジウム研究所から研究設備を次々と“第2研究所”に搬入した。これらのなかには、レニングラード物理工学研がサイクロトン建設のために確保していたラジウム=ベリリウム中性子線源、高周波発生装置などが含まれていた。1944年にはこれらを使って、水中においた4kgのウラン塊に2gのラジウムをつめた中性子線源からの中性子を加速して照射し、インジケータとなりうる量（1分間にアルファ粒子26バルス）のプルトニウム239を入手することに成功した²⁸⁾。

《戦後における粒子加速器の開発》

1945年12月、秘密裏に設置された^{ヴェー}「B」^{ラボラトリー}研究所では、陽子加速器の開発を課題のひとつとしていた²⁹⁾。1947年半ばから、1.5GeV出力のシンクロファザトロン^{ウーペー・カー}= γ ПК 1-1.5の開発がはじまっているが、1950年には、加速器開発の集中を図る政府の判断で^{ヴェー}「B」研究所での研究は中止されている³⁰⁾。

1946年、クルチャートフはノヴォ=イヴァニコヴォ（のちのドゥブナ）に5m高のシンクロサイクロトン建設を計画し、メシチェリャコフ（М. Г. Мещеряков）らを派遣した。彼らはこの地で、1949年12月にシンクロサイクロトロンを完成させた³¹⁾。この加速器の建設には「エレクトロシーラ」工場、イジョラ工場、「赤いヴィボルグっ子」工場など、当時旧ソ連邦でも有名な工場が参加している。このシンクロサイクロトロン出力は重陽子加速の場合、280MeV、 α 粒子加速の場合、560MeVに達した。1951年には、さらに改良され、重陽子を480MeVで加速し、当時の世界記録を塗り替えた³²⁾。また、^{ヴェー}「B」研究所からシンクロファザトロン陽子加速器の開発を引き継いだ、ドゥブナの科学アカデミー・^{ラボラトリー}“電気物理学研究所”は1951年ヴェクスレル（В. И. Векслер）をリーダーに、10GeV出力のシンクロファザトロン開発に成功している³³⁾。

《“戦利品”、ドイツにおけるウランの確保》

“第2研究所”には戦後まもなく、“戦利品”としてミリアンペア・メー

ター、フォアバキューム・ポンプなどを入れた、丈夫な布で梱包された箱が届いた³⁴⁾。しかし、もっとも重要な“戦利品”は100トンを超える大量の粗精錬ウランであろう。

ドイツ降伏の直前、1945年5月4日、すでにソ連軍が占領していたダーレムにあったカイザー・ヴィルヘルム協会物理学研究所をはじめ、数多くの研究施設、軍需工場に対するソ連邦側の調査がはじめられた。露骨で、違法な“戦利品”の品定めと移送が大規模におこなわれた。また、フォン・アルデンネ (M. von Ardenne) をはじめとするドイツ人専門家の旧ソ連邦への“招聘”工作も大規模に実施された。全体は内務人民委員部次官、ザヴェニャーギンが統括していた³⁵⁾。物理学者としてはハリトン、キコイン、シモネンコ (Д. Л. Симоненко) などが参加した。ドイツへの入国、ソ連邦への帰還の日時は人によって違うが、シモネンコの場合、5月9日にベルリンに入り、ドイツで45日を過ごした³⁶⁾。

アルデンネの証言から、ドイツではサイクロトロンはまだ組まれていなかったが、巨大な電磁石はすでに製作されていたことを知った³⁷⁾。のち、彼らはこの巨大な電磁石を発見し、ソ連邦国内に移送する。彼らはこれをもとに電磁分離法設備を完成させることになる³⁸⁾。

ベルギー領コンゴにきわめて埋蔵量豊富なウラン鉱山があることはわかっていたが、ドイツがベルギーを占領した際に、同国にあったコンゴ産のウラン鉱石を大量にドイツ国内に移送したらしいことを耳にして、キコインとハリトンはザヴェニャーギンにウラン探しの重要性を訴えた³⁹⁾。

ある日、キコインは偶然、ベルリン郊外の町、グリューナオで半分壊れかけた小さな工場を発見し、その主任技師という男にこの工場では何がつくられていたか尋ねたところ、戦前は塗料、戦時中は防毒マスクをつくっていたとのことであった。工場の会計係に勤務していたという若い女性に工場の建物について聞いていると、いつも閉まっていた何をしているかわからない建物がある、とのことであった。10m×5mほどの小さな建物のなかには焼き物用の炉がいくつか置かれていて、そのまわりに黄色い粉が

散っていた。地下室があり、そこは研究室らしかった。ここで、キコインは棚に酸化ウランのビン、トリウム製のビン、金属ウランのビンを発見する。いそいで会計記録を調べさせると、“特殊金属”が1945年2月に「粗原料会社 (Rohestoffgesellschaft)」から数百トン入荷していること、4月にはパルヒム (Parchim) 市のホフマン・ウント・メールツェン (Hoffman und Möltzen) 社に向けて発送するように、との指示があったことが記載されていた。ハリトンとキコインはいそいでパルヒム市を占領している部隊の指揮官に探索を依頼したが見つからなかった⁴⁰⁾。キコインはベルリンに帰還後、鉄道の積荷記録、および、「粗原料会社」の所在を探すことにしたが、両者とも爆撃等ですでに壊滅状態にあり、記録は失われていた。「粗原料会社」は戦火を避けて、何方所かに分散して移転したと言うので、その分散移転先をひとつひとつ調査していった。そのひとつポツダム移転先で、ベルギーから戦利品を搬送するのを担当した事業所長の名前を知ることができた。2日後身柄を確保された事業所長はウランをノイシュタット (Neustadt) に移送したことを証言した。ノイシュタットという地名はドイツに多い地名で、全国に20カ所、旧ソ連邦占領地域に10カ所あった。それをひとつひとつ風潰しに調査し、最後に残ったイギリス占領地域に隣接したところにあるノイシュタット・アム・グレーヴェ (Neustadt am Glewe) に望みを託すこととなった⁴¹⁾。同地にあった皮革製品工場のホールでは樽詰めされた大量の黄色い粉末を発見したものの、それは皮鞣しに使う鉛の酸化物であった。あきらめかけていたとき、年老いた工場主任技師に念のためホフマン・ウント・メールツェン社との関係を聞いたところ、思いがけず、最近ナチの郡指導者からあるストックをその会社に引き渡すように言われていた、と証言した。「それは鉛のことか」と聞くと、「鉛の樽のほか、自分たちのものではない、預かりものの樽もある」とのことであった。キコインらは急いで樽が置かれていたホールに引き返し、先ほど見たのとは別の樽の山を見ると、明確に“Uranium oxid”と書かれていた。その総計は100トンを越えていた。ただちに、ザヴェニャーギ

ンに電話すると、彼は移送の手続きをとった⁴²⁾。

V. 初の実用炉^{ア-}＝「A」炉の実態と“第817コンビナート”

《第817コンビナートの建設》

1945年12月21日付、人民委員会議布告No.3150-952、および、12月26日付第1総管理部指令No.032で、クィズィル＝ターシ湖近くのクィシュトイム近郊に内務人民委員部工業建設総管理部による施設（“第817コンビナート”）建設が決定した⁴³⁾。

1946年9月現在、“第817コンビナート”建設に従事していたものは21,600名、うち軍建設部隊の兵士は87,000名、“特殊移住者”、6,882名、囚人、5,348名、自由契約による労働者、670名であった。完成年次の1949年になると、投入された兵士の人数だけで、1万5,000人となった⁴⁴⁾。

1947年の10ヶ月で、“第817コンビナート”建設に、2億3100万ルーブリの資金、土の容量にして89万m³の土木作業、13万3,000m³のコンクリート、および鉄骨コンクリート、金属建材1万1,500トンが投入された。ペルヴーヒン、ザヴェニャーギン、ボリソフ（Н. А. Борисов）連名のベリヤ宛書簡では、1948年次、第817施設の基幹建設への支出は1億9000万ルーブリに設定されていたが、この額は同年次の前半だけで費消されざるをえないとして、総額を3億ルーブリに引き上げるように進言した。そして、翌1949年には3億4000万ルーブリの予算が組まれた⁴⁵⁾。

《「A」炉の実態^{ア-}》

当初、“第817コンビナート”内に^{エフ}Φ-2という呼称の実験炉を建設する予定であったが、可能な限り時間を節約する目的で省略された。^{エフ}Φ-2という呼称は、言うまでもなく、旧ソ連邦初の原子炉＝^{エフ}Φ-1の後継を意味するものであった⁴⁶⁾。

“第817コンビナート”の第156工場には旧ソ連邦初の実用プルトニウム

生産炉＝^{ア-}「A」炉が設置されることとなった⁴⁷⁾。

「A」炉は、当初、1947年11月7日（10月革命30周年記念日）に完成させる予定であったが、その工期は大幅に延びた。計5,000トンの金属建材、総計230kmの管、165kmの電線、5,745カ所の閉鎖・調整弁、3,800の計測・制御機器を組み合わせる作業は複雑を極めた。第11国立連合設計研究所が全体の設計を、化学機械研究所が炉の設計を担当した。1948年6月1日、建設が完了し、6月7日の23時15分には燃料ブロックの装荷を完了し、早速運転を開始、翌8日の0時30分に連鎖反応を開始した。6月17日には全作業チャンネルに燃料ブロックが装入され⁴⁸⁾、6月19日20時ちょうど、炉は基準出力に達した。しかし、喜びもつかの間、6月20日の12時50分、300ドーズの放射能を大気中に拡散しながら、炉は故障でストップした。黒鉛の土台に縦に穿たれた作業チャンネルのひとつ、第17-20孔に冷却不全によるスラグが凝固したためであった⁴⁹⁾。

この停止以前にも、炉の稼働状況はかなり不安定であった。連鎖反応が止まることはなかったものの、突然、通常出力の0.5～1%に落ち込むことがままあった。この原因は複数あった。ひとつは故障時自動制御装置の誤作動である。さらに、アメリカの実用プルトニウム生産炉＝ハンフォード・パイルを悩ませた核分裂生成物、クセノン135がここでも中性子を吸収したこと、アルミ管の腐食による水漏れによって黒鉛が濡れて、その中性子減速能が発揮できにくくなること、炉心内では水平位置と高さによって熱負荷がまちまちであることにより、炉の見かけ上の“過熱”が頻発することなども炉の不安定性の原因となった。もっとも深刻であったのが、上記の冷却不全によるスラグの発生、すなわち、ウラン・ブロックが黒鉛に焼き付いてついてしまうことであった⁵⁰⁾。

問題の本質的な解決をみないまま、クルチャートフは「例外的に危険だが、唯一可能な決定」として、第17-20孔の冷却を断念したうえで、運転を強行する決定を下し、炉は7月12日から運転を再開した⁵¹⁾。運転中、第17-20孔のほか、第28-18孔にもスラグが凝固した。これらスラグの除去を試み

ているうちに、作業員は次々と被曝していった。職長フローロフ (И. П. Фролов) は26レントゲン、作業員ペトロフ (В. С. Петров) は46レントゲン、ピチューギン (М. Н. Пичугин) は53レントゲン、ザハロフ (Л. И. Захаров) は108レントゲンの放射能を浴びた⁵²⁾。

1948年末、おびただしい管の破断、黒鉛の湿りに際会して、ついにクルチャートフらは「^{ア-}A」炉の根本的な修理を決断し、1949年1月20日に炉は停止され、計39,000本のウラン・ブロックが取り外された。修理ののち、1949年3月26日に再稼働されたものの、その後も「^{ア-}A」炉の稼働状況は不安定なままであった。ウラン・ブロックの被覆の気密性がしばしば失われ、直接冷却水などに触れたウランに腐食による生成物が発生すると、ブロックと管内壁の間隙を“叩き”はじめ、このためにこの間隙を走る冷却水の量が著しく減らされることがあった。また、中性子照射の作用によりウランが肥大化することや、熱により黒鉛が膨張することによっても冷却水の働きは劣化した。最終的には黒鉛の膨張を防ぐことを基準として、黒鉛の温度が330℃を越えないように出力を制限することで、炉の安定を図ることとなった。「^{ア-}A」炉の操業に携わる作業員の被曝線量は著しく大きくなり、1949年には年間で平均93.6レムに達した⁵³⁾。

「^{ベ-}B」工場での作業員被曝

プルトニウム分離を行う「^{ベ-}B」工場では、酢酸を使う共沈法のプロセスが利用されていたが、このプロセスの本質的な欠陥は、プルトニウム溶液中に硝酸塩、酢酸塩ができやすいことである。有機物と酸化物の混合物は、溶液中においては、高い温度でもさしたる危険はないが、凝固して乾燥すると、温度上昇につれて、爆発の危険性が増す。防護プレートは40mmの銅で覆われ、プレートの総重量は160トンにもなった⁵⁴⁾。

「^{ベ-}B」工場のプルトニウム溶液槽を使って、本格的工場稼働に向けた最終段階の実験を解析した結果、最終的に2酸化プルトニウムとして回収できたプルトニウムは、溶液中のプルトニウムの計算値のわずか40%にすぎ

ず、残り60%は装置のなかにまだ留まっていることが明らかになった。溶液槽のなかの残留プルトニウムがいつ臨界に達するかもしれない危険な状態であった。プロセスの途中で溶液内にアルカリ性の中間生成物が出来、これが硝酸を中和していたために起こったできごとであった。しかも、注目に値するのは、この測定結果がえられたのが、旧ソ連邦初の原子爆弾＝^{エル・デー・エス}P D C-1のためのプルトニウムがすでに出荷されたあとの1949年8月18日であったことであろう⁵⁵⁾。

「^{ベ-}B」工場では、1949～1954年にかけて、計1万1,000人の従業員のうち、医学検査の結果、程度の差はあれ、放射能による職業病と診断されたものは約1,300人にのぼった。また、100レム以上の被曝をうけたものは約3,000人になった。テーチャ川への低レベル放射性廃棄物の流出はこの段階ですではじまっていた⁵⁶⁾。1949年における「^{ベ-}B」工場従業員の年間平均被曝線量は48.0レムであったが、翌1950年には94.0レム、1951年には113.3レムにまで増大した。種々の放射能対策ののちに、同工場従業員の年間平均被曝線量が10レムを下回るようになるのは、ようやく1962年のことである⁵⁷⁾。

VI. 重水炉、および、その他の原子炉開発について

《重水炉の開発》

1945年12月1日、政府布告で“第3研究所”が設置されることとなり、すぐにモスクワ・チェリョムーシユカ地区に100haの土地が与えられた。1948年には「特殊建屋」と12MeV・サイクロトロンが備え付けられた。1949年4月、実験炉の建設が開始された。重水炉はウランの節約に有利であった。事実、「^{ア-}A」炉には150トンのウランを装入したが、のちに完成した実用重水炉は20トンで充分であった⁵⁸⁾。また、重水炉は出来るプルトニウムの質も良く、プルトニウムの厄介な同位体＝プルトニウム240の発生は黒鉛炉の半分を抑えることができた⁵⁹⁾。

初の実用重水炉=^{オーカー}「O K-180」炉はエリヤン率いるゴーリキー市の第92工場が設計を担当し、1949年6月6日、建設がはじまり、1951年9月23日に完了した。同炉は10月17日、チェリアピンスク-40の第37工場の第401建屋で運転を開始し、10月28日には設計出力に達した⁶⁰⁾。ただし、その稼働状況は前稿に記したように、決して安定したものと言えるものではなかった⁶¹⁾。

《その他の原子炉の開発—軽水炉を除く—》

1945年12月、政府決定で内務省第9管理部内にいくつかの秘密研究所を設置することとなったが、そのひとつが^{ヴェー}「B」^{ラボラトリー}研究所(1960年からはアー・イー・レイプンスキー名称物理エネルギー^{インスティテュート}研究所を名乗る)であった。翌4月、ブウヤーノフ(Л. С. Буянов)将軍が所長となり、5月13日付で、モスクワ南西100kmのオブニンスコエ村にもとスペイン難民の子どものためのコロニーがあった場所に新たに面積が与えられた。1946~1949年、レイプンスキー(А. И. Лейпунский)がこの研究所の学術面を指導した。同時に彼は内務省次官で第9管理部を指導していたザヴェニャーギンの学術担当副官という地位も与えられた。1948年4月6日付の政府布告№1127-402で、^{ヴェー}「B」研究所はベリリウム減速炉の開発を担当することになった。研究所には1952年まで、ドイツ人専門家が働いていた。その数は33人にもなった。彼らのリーダーはポーゼ博士(H. Pose)であった⁶²⁾。彼らは基本的にはドレスデンから連れて来られた専門家で、1952年にはそのほとんどがオブニンスクを去っていった⁶³⁾。

1949年10月11日、レイプンスキーはプロヒンツェフ(1950~56年、^{ヴェー}「B」研究所所長)、ズヴェレフと連名で、ザヴェニャーギン宛に報告メモを送り、ベリリウム減速ヘリウム冷却炉に関連した研究などを報告、「さまざまなエネルギー・システムを予定している」とした。このベリリウム減速ヘリウム冷却炉の構想は、思いがけず、政府サイドからの支持をえた。1949年末から1950初めにかけて、第1総管理部で原子炉問題が集中的に審議さ

れたのち、スターリンが署名した書類で、「^{ヴェー}B」研究所は一連の動力炉、
^{シャー}「III」炉、「^{ヴェー}B T」炉、「^{アー・エム}A M」炉を次々と「最短の期間で」開発するよう命
 じられた⁶⁴。

VII. ウラン濃縮法の研究

《遠心分離法研究の経緯》

イギリスに亡命中、そこで出会ったレイプンスキーの招きに応じてウクライナ物理工学研究所に在籍していたドイツ人ランゲ (F. Lange)⁶⁵ は、ドイツにいるときからウラン同位体の遠心分離法のアイディアをもち、必要な装置の回転速度を240%と見積もる計算を明らかにしていたこともある⁶⁶ が、1940～1941年、マースロフ、シュピネリとともに、2件の発明申請をおこなった。「ウランの混合物、ウラン235の量を多くした濃縮ウランの製造方法—多室遠心分離法— (1940年)」と「熱サーキュレーション遠心分離法 (1941年2月)」である⁶⁷。

キコインとランゲはウファー (Уфа) 航空機工場ですでに超遠心分離機のモデルを開発していた。これは戦前、ハリトンが行った計算に基づき、ウランの同位体分離が十分に効率的に行われるものとなるはずであった⁶⁸。当時、スヴェルドロフスクにあった科学アカデミー・ウラル支部電気現象研究所 (所長はキコイン) に勤務していたシモネンコの証言によれば、彼らはドイツの雑誌 [G. Hertz, *Ztschr. Phys.* Bd. 91 -1934-] から拡散法を、ドイツの特許情報 [No.701016 5/X II-1940] からクルジウス・ディッケル管による熱拡散法を知っていたが、これらに比較して、マルティン (H. Martin) とクーン (W. Kuhn) が1941年に発表した計算 [*Zs. Phys. Chem.* Bd.189 -1941-] から見る限り、遠心分離法はもっとも有望であると考えていた⁶⁹。

しかし、1943年3月7日に、アメリカでは拡散法と電磁分離法が応用される、との情報が届く⁷⁰ と、ただちにランゲは遠心分離法研究のためとし

て、スヴェルドロフスクに“左遷”され、“第2研究所”は全力を拡散法研究に集中することとなった。同時に、クルチャートフはカザンからアルツィーモヴィチ (Л. А. Арцимович) をモスクワに呼び、電磁分離法の研究を指導させるように提案した⁷¹⁾。

1943年春、3人の兵士に付き添われてスヴェルドロフにやって来たランゲは遠心分離機のモデルを携えていた。これに基づき、ただちに電気現象研究所では遠心分離機の組立作業にはいり、同年7月、完成させた。同機は、直径250mm、長さ600mm、厚さ5mmの鋼製のシリンダーを回転させるものであったが、回転速度は1分間に8,000~10,000回転とまったく不十分であった⁷²⁾。1943年秋には二酸化炭素を対象にした実験が20回繰り返されたが、ついに思わしい結果をえることができず、1944年春、研究は事実上の休止状態となった⁷³⁾。

遠心分離法は、1950年、スフミに形成されたシュテーンベック (M. Steenbeck) をリーダーとするドイツ人研究者のグループによって研究が再始動している⁷⁴⁾。しかし、早くも翌1951年9月15日には彼らの研究はレニングラード・キーロフ工場に引き継がれることとなり、シュテーンベックらはキエフに移動し、そこで他の研究課題に携わった後、1956年、ドイツに帰っていった⁷⁵⁾。

レニングラード・キーロフ工場の合同設計ビューローの設計技師、シーニョフ (Н. М. Синёв) らは遠心分離法装置のコンセプトを発展させ、ついに1957年、ウラル電気化学コンビナートに3,500機からなるプラントを立ち上げている⁷⁶⁾。

《電磁分離法の開発》

電磁分離法はアルツィーモヴィチのほか、ゴローヴィン (И. Н. Головин)、シチェプキン (Г. Я. Щепкин) が担当し、電磁分離装置の様々なヴァリエーションを設計していった⁷⁷⁾。1946年初頭、“第2研究所”に3つの課が誕生した。実用プルトニウム生産炉開発を担当する«К^{カー}»課 (クルチャートフが

長)、拡散法によるウラン濃縮装置の開発を担当する«^{エリ}Л»課(キコイン)、そして、電磁分離法開発を担当する«^{アー}А»課(アルツィーモヴィチ)である。アルツィーモヴィチはこの年、モロゾフ(П. М. Морозов)らとともに、塩化ウラン(UCl)の蒸発を利用したイオン線源装置の開発に成功し、“戦利品”としてドイツから届けられた大型電磁石で、2ミリアンペアの塩化ウラン・イオンをイオン収集器まで追い込む実験を公開で実施した⁷⁸⁾。

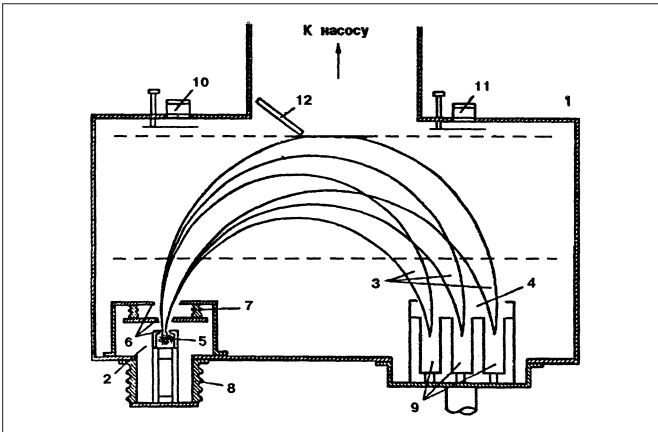
気体拡散法の開発は6フッ化ウランの強い腐食性のために、困難をきわめていた。1944年段階でも濃縮度40%までしか展望できず、そのため、電磁分離法はその補助手段として開発が急がれ、担当者は不眠不休の作業にはいった⁷⁹⁾。1947年末、ヴェルフニャヤ・トゥーラに「第418工場」を建設する政府決定が下った。のちにC^{ЭС・У}Y-20と名付けられる装置の製作は、有名な電気機械メーカー＝《エレクトロシーラ》が担当した。おもにドイツからの“戦利品”からなる電磁石の総重量は6,000トンに達した。5層にわたって電磁石と真空タンクを配置し(1層につき、タンクは4室で、計20室)、それぞれのタンク内に3つの線源をおいた電磁分離法装置(図-1、2)が建設された⁸⁰⁾。

Ⅷ. 水爆開発に向けて

1945年末、諜報機関のロンドン・レジデントゥーラはふたつの情報を受け取った。ひとつは7月に行われた核爆発実験＝“トリニティ実験”における爆心の温度が7,000万度に達していたという計測結果、もうひとつが、重水素とトリチウムを原爆の高エネルギーを利用して融合させることでえられる反応についての研究がはじまり、フェルミがロスアラモスでこの問題を担当するようになったとの情報であった⁸¹⁾。

1945年12月7日、特別委員会技術協議会の席上、ゼリドヴィチは「軽い原子核における反応を引き起こす可能性について」と題する報告を行った。グウレーヴィチ、ポメランチュク(И. Я. Померанчук)、そして、ハ

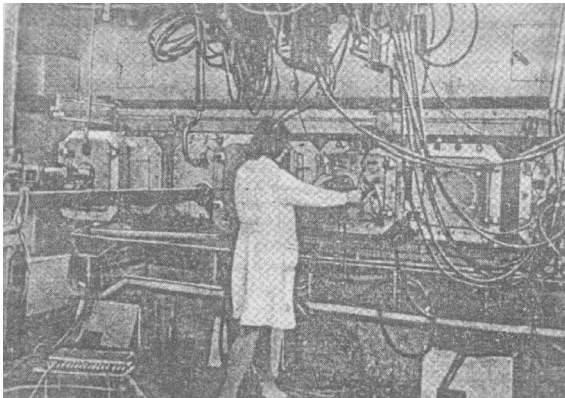
図-1 電磁分離法装置の原理図



1. 真空タンク、2. イオン線源、3. 分離される同位体イオンの飛行、4. イオン収集器、5. イオン線源の放電室、6. イオン線源のイオン-光学機構の電極、7, 8. アイソレーター、9. イオン収集器のポケット、10, 11. 観察窓、12. 使われる物質の成分による汚れからポンプを守る隔膜。：真空タンクは通常の吸引速度毎秒20,000リットルの強力なディフュージョン・ポンプによって気圧10-5 mm水銀ストークスまで排気されている。

出所) A. K. Круглов, «Как создавалась атомная промышленность в СССР» Москва, ЦНИИ-АТОМИНФОРМ, 1995. стр. 196.

図-2 分離タンク (前方の光景)



出所) A. K. Круглов, «Как создавалась атомная промышленность в СССР» Москва, ЦНИИ-АТОМИНФОРМ, 1995. стр. 197.

リトンが共著者であった。この報告では重水素の融合による爆発性の反応の可能性について触れられていた⁸²⁾。

1948年3月、フックスから、アメリカにおける水爆開発研究に関する、確度の高い、たいへん詳細な情報が届いた。“No.820”と番号を付けられたこの情報は、スターリン、モロトフ、ベルグーヒン、ヴァンニコフに4月26日付で報告され、6月10日にハリトンにも伝えられた⁸³⁾。

1949年6月10日付で政府は2つの布告を発令し、“第11設計ビューロー（のちのアルザマス-16）”と科学アカデミー物理学研究所の2つの研究機関に核融合に関する研究グループをそれぞれ組織するよう指示した。前者では、ハリトンを長に、フランク＝カーメネツキー（Д. А. Франк-Каменецкий）、アリトシューレル（Л. В. Альтшулер）、ツケルマン（В. А. Цукерман）、コズイレフ（А. С. Козырев）、ザババヒン（Е. И. Забабахин）、ダヴィディエンコ（В. А. Давиденко）らのグループが形成され、後者ではタム（И. Е. Тамм）を中心にベレニキー（С. З. Беленький）、ギンズブルク（В. Л. Гинзбург）、サハロフ（А. Д. Сахаров）らのグループが形成された。彼らは相互に連絡はしあいながらも、それぞれ独立して、膨大な計算作業を含む理論課題に取り組んだ。1950年5月12日、“第11設計ビューロー”で方針策定の会議が開催された。出席者はクルチャートフ、アレクサンドロフ（А. П. Александров＝物理学者、のち科学アカデミー総裁）、ゼルノフ（П. М. Зернов＝“第11設計ビューロー”所長）、ハリトン、シチョールキン（К. И. Щёркин＝設計技師）、ゼリドヴィチ、タム、サハロフらであった。席上、サハロフが提唱した“スロイカ”構造の案に支持が集まり、このタイプの水素爆弾を開発する方針が申し合わされた。1950年9月、サハロフは「エル・デー・エスР Д С-6（旧ソ連邦初の水爆のコード名…引用者）の設計にむけての技術的条件」と題するメモを作成、以降このメモに沿った研究開発が行われることとなった⁸⁴⁾。

1948年、アルツィーモヴィチの指導下、ニージナヤ・トゥーラに「電気化学計測＝制御機器」工場が完成した。ここでは、重水素、リチウムなど、

水爆の素材が生産された⁸⁵⁾。

IX. むすび

ここに紹介した出発物から新たにえられた知見のうち、計画全体の評価（政治的、および研究過程論的）につながる重要な論点に関連するものは以下のようにまとめることができるであろう。

ヴェルナツキーやフリョーロフなど原子力計画推進に強い意志をもって
いる科学者もいたが、科学者全体の受け止めは彼らの提案に対して積極的
とは言い難いものであったとみなすことができよう。したがって、原爆開
発計画の始動には、英米の情報（権力の中枢部からの指示ではなく、ク
ヴァスニコフの個人的なイニシャティヴによって集められた）、および、い
わゆる「スターリノフ・ノート」のほうが、より大きく影響していたと考
えることが自然であろう。このことは、その後の科学者と政治権力との関
係にも何らかの影響を与えたのではないであろうか。

また、戦局の好転にともない、1944年中には“第2研究所”の研究活動
が一時下火になっていったと理解されがちであるが、実際には“第2研究
所”内ではラジウム＝ベリリウム中性子線源など一定の実験設備をつかつ
た実験的研究が展開されていたこと、また、政府内部でも計画を実際の開
発段階に移す準備が進行していたこと、その過程で、ベリヤとその機構＝
内務人民委員部が計画におけるヘゲモニーを手にする工夫がなされていた
ことがわかった。

ドイツからの“戦利品”獲得は、偶然ではなく、周到な計画と、大がか
りな組織的準備のうえでおこなわれたものであること、ドイツで入手され
たウランや電磁石は計画遂行に大いに役立ったことも明らかとなった。

旧ソ連邦初の大規模な核関連施設群＝“第817コンビナート（チェリヤピ
ンスク-40、のち65）”の施設、とりわけ「A」炉^アの故障の様子、不安定性と
その原因、^ベ「B」工場の設備の危険性と放射線防護の不充分性について、

その詳細が明らかとなった。

ウラン濃縮法では、成果をあげられなかったとはいえ、遠心分離法について一定の蓄積をもっていたにもかかわらず、「マンハッタン計画」の情報をえて、急に路線が転換し、気体拡散法が主流に位置づけられた過程、また、ドイツから“戦利品”として届けられた電磁石のおかげで電磁分離法装置の開発が急速にすすみ、6フッ化ウランの腐食性などの困難によって遅延気味の気体拡散法開発を結果として補った経緯などを知ることができた。

注

- 1) 市川 浩「旧ソ連邦初の原子爆弾開発計画の全体像—ロシア連邦原子力省他編『ソ連初の原子爆弾の製造』(エネルギーアトムイズダート、1995、露文)を中心に—」『広島大学総合科学部紀要Ⅱ 社会文化研究』第22巻、1997年、121-183ページ。
- 2) 1996年以降の出版物で、旧ソ連邦初期の核兵器開発計画を扱ったものはいへん多いが、ここでは、上記の問題群に沿って取捨選択し、以下の出版物をおもな対象としている。1996年、モスクワ郊外のトゥプナを舞台に旧ソ連邦の原子力計画史に関する大規模な国際シンポジウムが開催されたが、まず、その報告集=イエ・ペー・ヴェリホフ編『科学と社会—ソヴィエトの原子力計画(40-50年代):国際シンポジウム HISAP '96報告集(Под ред. Е. П. Велихова, «Наука и общество: История Советского атомного проекта [40-50 годы]/ Труды международного симпозиума ИСАП-96» Москва, Изд-АТ, 1997.)』が参照されなければならない[当該シンポジウムの報告集はその後、第3巻(2003年)まで刊行されているが、ここでは第1巻のみを取り上げる]。アー・エム・ペトロシヤンツ他編『ロシアの核工業(Под ред. А. М. Петросьянца и др., «Ядерная индустрия России» Москва, Энергоатомиздат, 2000г.)』は1,000ページを越す、大部、浩瀚な著書で、分野別、組織別に詳細に旧ソ連邦における核開発過程が記述されている。残念ながら、初期に関する記述は相対的に少ないが、これも参照されなければならないであろう。アー・カー・クルウグロフ『原子力工業の司令部(А. К. Круглов, «Штаб атомпрома» ЦНИИ АТОМИНФОРМ, 1998.)』は実際の原爆製造過程に働いていた官僚、軍人、技術者に焦点を当てた好著である。なお、同じクルウグロフの著書、『ソ連邦でどのようにして原子力工業は創設されたか(А. К. Круглов, «Как создавалась атомная промышленность в СССР» Москва, ЦНИИ АТОМИНФОРМ, 1995.)』は1995年の出版ながら、前稿では充分活用できなかったので、ここでは『原子力工業の司令部』とあわせて利用している。ヴェー・ペー・ヴィズギン総編集『ソヴィエト原子力計画の歴史—文書、回想、研究— 第1巻、第2巻(Под общ. ред. В. П. Визгина, «История Советского атомного проекта: Документы, воспоминания, исследования» Вып. 1, Москва, «Янус-К», 1998. То же, Вып. 2, Санкт-Петербург, Изд-во Русского

- Христианского института, 2002.)』は、モスクワでねばり強くソヴィエト原子力計画史セミナーを開催しつづけている編者らの活動の成果である。原子力関連の公的機関に勤務するヒストリアン(公式年代記編集者)による研究が多いなかで、編者らは自由な立場にある歴史家として問題に接近しており、オーラル・ヒストリーを含む記述は、公式年代記が往々にして取りこぼした問題を拾っていて貴重である。最後に浩瀚で、包括的な核開発計画資料集で、現在、第2巻第3分冊まで刊行されているエリ・デー・リャーベフ総編集『ソ連邦原子力計画—文書と資料—(Под общ. ред. Л. Д. Рябева, «Атомный проект СССР: Документы и материалы» Том I Часть 1, Москва, Наука-Физматлит, 1998, То же, Том I Часть 2, 1998, То же, Том II Книга 1, 1999, То же, Книга 2, 2000. То же, Книга 3, 2002.)』をあげなければならないであろう。
- 3) Н. D. Smyth, *A General Account of the Development of Methods of Using Atomic Energy for Military Purposes under the Auspices of the United States Government 1940-1945*. U.S. Government Printing Office, 1945.
- 4) 軽水炉の開発過程については、別稿で詳細に述べておいたので、本稿では省略することとする。市川 浩「旧ソ連邦における船用原子力機関開発の最初期とその問題点」(『広島大学総合科学部紀要II 社会文化研究』第28巻—2002年—、1～33ページ)を参照のこと。
- 5) Д. Н. Трифионов, “В. И. Вернадский и Комиссия по проблеме урана”, Под общ. ред. Визгина, «История...»... Указ. соч., Вып. 1, сс. 52, 53.
- 6) Там же, стр. 54.
- 7) Записка В. И. Вернадского, А. Е. Фермана, В. Г. Хлопина Заместителю Председателя СНК СССР, Председателю Совета химической и металлургической промышленности Н. А. Булганину, “О техническом использовании внутриатомной энергии” от 12 июля 1940г., «Атомный проект СССР: Документы и материалы» ... Указ. соч., Том I Часть 1, стр. 121.
- 8) В. Б. Барковский (интервью с «атомным разведчиком» проведено и подготовлено к публикации В. П. Визгиньм), “Это была увлекательная работа ...”, Под общ. ред. Визгина, «История...»... Указ. соч., Вып. 1, стр. 99.
- 9) Г. А. Гончаров, Л. Д. Рябева, “О создании первой отечественной атомной бомбы”, «Успехи физических наук», Том 171, №1 (Январь 2001г.), стр. 83.
- 10) Там же, стр. 80. : この論文の原題はЯ. Б. Зельдович, Ю. Б. Харитон, “Кинетика цепного распада урана” (ЖЭТФ, 10-477.) である。
- 11) ①Заявка на изобретение В. А. Маслова и В. С. Шпинеля, “Об использовании урана в качестве взрывчатого и отравляющего вещества”, «Атомный проект СССР: Документы и материалы» ... Указ. соч., Том I Часть 1, сс. 193-196. ②Заключение НИХИ НКО на заявки на изобретение сотрудников УФТИ, направленное в Управление военно-химической защиты, Там же, сс. 220, 221. : ちなみに、ヴェルナツキーも1941年6月の書簡で、研究の現局面は鉱物化学的、物理化学的、地球化学的な研究の段階で、物理学者の先行に注意しなければならない、としていた(Гончаров, Рябева, Указ. статья, стр. 81)。

- 12) Письмо В. Г. Хлопина Заместителю Начальника 2-го Управления ГРУ Генштаба Красной Армии В. П. Панфилову об использовании ядерной энергии в военных целях, «Атомный проект СССР: Документы и материалы»... Указ. соч., Том I Часть 1, сс. 265-266.
- 13) Барковский, Указ. интервью, стр. 97.
- 14) Там же, стр. 101. : 戦争中、ロンドンのソ連邦大使館には亡命を望むドイツ人がよく訪ねて来た。そのひとり、クチンスキー博士はマイスキー (И. М. Майский) 駐英大使に、1934年以来、イギリスの原子力研究施設で働いている友人がいると告げた。マイスキーはその“友人”=フックスとの接触を望み、クチンスキーに仲介を依頼した。1942年夏、ロンドンのレジデントウーラにいたバルコフスキー (В. Б. Барковский) はフックスとの面談に成功した。フックスは協力を約束し、申し出のあった資金提供は謝絶した。2回目の接触で彼はバルコフスキーに分厚いノートを提供した (Там же, 101, 102)。
- 15) Гончаров, Рябев, Указ. статья, стр. 85. : ただちに彼はヨッフエに国家防衛委員会に届ける書簡の下書きを依頼している (Там же)。
- 16) Круглов, «Штаб атомпрома» ... Указ. стр. 11.
- 17) Там же, стр. 15.
- 18) Гончаров, Рябев, Указ. статья, сс. 91-93. : なお、布告や指令の番号末尾のсс (エス, エス) は“極秘”の頭文字である。
- 19) Л. Д. Рябев, Н. С. Работнов, Л. И. Кудинов, “К истории советского Атомного проекта (1938-1945 гг.)”, Под ред. Велихова, «Наука и общество ...»... Указ. соч., стр. 36.
- 20) Круглов, «Штаб атомпрома» ... Указ. стр. 20.
- 21) Там же, стр. 18. : テルレツキーのボーアとの会見の内容は1945年10月24日、ベリヤ、ヴァニニコフ、クルチャートフ、ザヴェニャーギン、キコイン、ハリトン、アルツィーモヴィチの前で報告されている。もちろん、具体的な成果があったわけではない (Там же)。
- 22) Там же, стр. 31. : カピッツァは1945年12月18日、モロトフに対して「13のテーゼ」なるものを送りつけた。彼はこれによって研究者の側に研究成果を公表する権利を保障するようもとめたのである。モロトフはベリヤと相談のうえ、研究成果の研究者による公表を認めないこととし、抵抗するカピッツァを特別委員会とテフソヴィエトから追放した。その後はカサートキン (А. Г. Касаткин) がこの委員会を取り仕切った (Там же)。その直前、カピッツァは1945年11月25日付で、原爆開発計画におけるベリヤの科学者に対する“無礼”を非難する書簡をスターリンに送っていた。彼は第2次世界大戦中、液体酸素を効率的に生産する装置の開発で政府から評価されていたが、1946年3月、カピッツァの装置を点検・評価する政府の委員会が開催され、この装置にたいする政府の評価は逆転する。これにより、カピッツァは原爆開発計画から追放されただけでなく、科学アカデミー物理問題研究所所長、モスクワ国立大学教授の職を追われ、1953年にスターリンが死に、ベリヤが逮捕されるまで公開の席に姿をあらわさなかった。カピッツァをめぐる諸問題については、A. B. Kojevnikov, *Stalin's*

- Great Science: The Times and Adventures of Soviet Physicists* (Imperial College Press, 2004. pp.123-146)を参照のこと。
- 23) *Круглов*, «Штаб атомпрома» ... Указ., сс. 30, 34.
- 24) Там же, сс. 38, 39.
- 25) Там же, стр. 41.
- 26) *Рябев, Работнов, Кудинов*, Указ. статья, стр. 24.
- 27) Там же, стр. 25.
- 28) *В. И. Мостовой*, “Ядерно-физические исследования в Лаборатории №2 по атомному проекту СССР (1943-1955гг.)”, Под ред. *Велихова*, «Наука и общество...»... Указ. соч., стр. 267.
- 29) Под ред. *Петросьянца и др.*, «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 309.
- 30) *Б. Ф. Громов, О. Д. Казачковский, М. Ф. Троянов*, “Создание Лаборатории В и первый этап ее деятельности”, Под ред. *Велихова*, «Наука и общество...»... Указ. соч., стр. 178.
- 31) *Мостовой*, Указ. статья, стр. 270. : “第2研究所”の支部の位置づけで設置された、このドゥブナの施設=科学アカデミー “流体技術研究所”^{ラボラトリー}は、1953年、科学アカデミー・核問題研究所^{インスティテュート}となる (Там же)。
- 32) *В. П. Желепов*, “Когда Дубны не было на карте”, Под ред. *Велихова*, «Наука и общество ...»... Указ. соч., стр. 285.
- 33) Там же, стр. 288. : この研究所は、1956年、核問題研究所と合同して、“合同核研究所”となり、現在にいたっている (Там же)。
- 34) Под ред. *Петросьянца и др.*, «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 50.
- 35) *И. С. Дровеников, С. В. Романов*, “Трофейный уран, или история одной командировки”, Под общ. ред. *Визгина*, «История...»... Указ. соч., Вып. 1, стр. 218.
- 36) *Д. Л. Симоненко* (Публикация О. Д. Симоненко), “Краткое описание первых экспериментальных работ по разделению изотопов урана в СССР (1942-1948)”, Там же, сс. 166-168.
- 37) *Дровеников, Романов*, Указ. статья, стр. 220.
- 38) Под ред. *Петросьянца и др.*, «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 52.
- 39) *Дровеников, Романов*, Указ. статья, стр. 218.
- 40) Там же, стр. 222.
- 41) Там же, сс. 223, 224.
- 42) Там же, сс. 224, 225.
- 43) Под ред. *Петросьянца и др.*, «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 319.
- 44) *В. В. Алексеев, Б. В. Литвинов*, “Советский атомный проект как феномен мобилизационной экономики”, Под ред. *Велихова*, «Наука и общество ...»... Указ. соч., стр. 297.: “特殊移住者”の内容は不明であるが、この時期、約5万人のドイツ人捕虜が、ラーゲリに収容されていたユーゴスラヴィヤ人、ルーマニア人、ポーランド人などともに、ウラン鉱山開発に駆り出されており、おそらく、これらと同じような構成ではなかったか、と考えられる (Там же, стр. 298)。

- 45) Под ред. *Петросьянца и др.*, «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 319. :ちなみに、旧ソ連邦原爆開発計画最大の建設作業となった第813コンビナート建設には、クルウグロフの計算によれば、総額10億ループリの資金が投じられたということである。建設のごく初期にあたる1946年8月の段階で、投入された労働力は9,415人、うち軍建設部隊は5,913名、囚人は2,438名、自由契約労働者は1,064名であった (*Алексеев, Литвинов*, Указ. статья, стр. 297)。
- 46) Под ред. *Петросьянца и др.*, «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 320.
- 47) Там же. : のち、施設内の第24工場には«A B-1»炉 (1951年4月設置)、«A B-2»炉 (1951年3月設置) の黒鉛炉が2基、第37工場には重水炉«O K-180»炉 (1951年10月設置)、«O K-190»炉 (1955年12月設置)、さらに、«A»炉が置かれている第156工場には«A И»炉 (1951年11月設置。実用・実験両目的) と«A B-3»炉 (1952年10月設置) が置かれることとなった (Там же.)。
- 48) Там же, стр. 321.
- 49) Там же, стр. 322.
- 50) *Круглов*, «Как создавалась ...»... Указ. соч., сс. 69-71. :米「マンハッタン計画」における実用プルトニウム生産炉＝ハンフォード・パイルの問題点については、さしあたり、山崎正勝・日野川静枝編著『原爆はこうして開発された』(青木書店、1990、112-120ページ)を参照のこと。
- 51) Под ред. *Петросьянца и др.*, «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 322.
- 52) Там же, стр. 323.
- 53) *Круглов*, «Как создавалась ...»... Указ. соч., сс. 72-80.
- 54) *Л. П. Сохина*, “Трудность пускового периода при освоении технологии получения металлического плутония высокой чистоты в период 1949-1950гг.”, Под ред. *Велихова*, «Наука и общество ...», Указ. соч., стр. 139. :しかし、1957年の事故では、このような厚いプレートも数十メートルも吹き飛ばされてしまったのである (Там же)。一般に「ウラルの核惨事」と呼ばれるこの事故は、1957年9月29日、高レベル放射性廃棄物の溶液タンクが爆発し、約6,000人が被曝した事件である。この事実は旧ソ連時代にはずっと伏せられたままであった (См. Под общ. ред. *А. А. Ярошинской*, «Ядерная энциклопедия», Благотворительный фонд Ярошинской, 1996. сс. 250-253.)。
- 55) Там же, стр. 142. :ちなみに、旧ソ連邦初の実験用原子炉 Φ -1の近くに設けられた「第5 (実験) 施設」がおこなった実験では、使用済みウラン燃料1トンからとれるプルトニウムは数十gにすぎず、きわめて低い効率であった (*Круглов*, «Как создавалась ...»... Указ. соч., стр. 100.)。
- 56) Под ред. *Петросьянца и др.*, «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 332.
- 57) *Круглов*, «Как создавалась ...»... Указ. соч., стр. 101.
- 58) Под ред. *Петросьянца и др.*, «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 144.
- 59) Там же, стр. 145.
- 60) Там же, сс. 145, 356, 357.
- 61) Там же, сс. 356, 358. : «O K-180»炉はのち、1965年1月に深刻な重水の漏れを起

- こし、3月3日に休止のやむなきにいたっている。また、つづく^{オーカー}「O K-190」炉は1953年10月6日建設がはじまり、1955年10月29日に完成、長い時間にわたる調整のうえで12月27日運転を開始した。1959年末から重水の漏れが見つかり、1965年10月、休止せざるをえなくなった。「O K-190」を全面的に改修した重水炉＝^{オーカー}「O K-190 m」炉は1966年3月に完成し、その後旧ソ連邦唯一の実用重水炉として稼働しつづけたものの、その年の秋には早くも重水漏れを起こし、1970年末、1980年と繰り返し重水漏れを、その間、1975年には燃料エレメントが大量に崩れる事故を、1983年には気密性を失う事故を起こし、ついに1986年4月16日、停止のやむなきにいたった (Там же, сс. 356-358.)。
- 62) Там же, стр. 309.
- 63) Громов, Казачковский, Троянов, Указ. статья, стр. 177.
- 64) Под ред. Петросьянца и др., «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 310. : これらの炉については前掲拙稿「旧ソ連邦における舶用原子力機関開発の最初期とその問題点」を参照のこと。
- 65) Симоненко, Указ. записки, стр. 143.
- 66) В. Н. Прусаков, А. А. Сазыкин, “К истории проблемы обогащения урана в СССР”, Под ред. Велихова, «Наука и общество ...», Указ. соч., стр. 172.
- 67) Рябев, Работнов, Кудинов, Указ. статья, стр. 26.
- 68) Под ред. Петросьянца и др., «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 50.
- 69) Симоненко, Указ. записки, сс. 140, 144, 148.
- 70) В примечании 5 (О. Д. Симоненко) к Симоненко, Указ. запискам, Под общ. ред. Визгина, «История ...»... Указ. соч., Вып. 1, стр. 185.
- 71) Под ред. Петросьянца и др., «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 50.
- 72) Симоненко, Указ. записки, сс. 139, 140.
- 73) Там же, сс. 148-150.
- 74) Прусаков, Сазыкин, Указ. статья, стр. 173.
- 75) Круглов, «Как создавалась ...»... Указ. соч., стр. 192.
- 76) Прусаков, Сазыкин, Указ. статья, стр. 173.
- 77) Под ред. Петросьянца и др., «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 51.
- 78) Там же, стр. 52.
- 79) Там же, стр. 53.
- 80) Там же, стр. 54. Круглов, «Как создавалась ...»... Указ. соч., сс. 198, 199.
- 81) Барковский, Указ. интервью, стр. 108.
- 82) Под ред. Петросьянца и др., «Ядерная индустрия России» ... Указ. соч., стр. 94.
- 83) Барковский, Указ. интервью, стр. 109.
- 84) Там же, стр. 95. : 「スロイカ」とは層状のパイ生地をもつロシアのスナックのことで、サハロフの水爆が重水化トリチウムとウランをサンドウィッチ状に重ねる構造をとっていたことからこう呼ばれるようになった (NHK取材班『旧ソ連 戦慄の核実験』NHK出版、1994年。77ページ)。
- 85) Алексеев, Литвинов, Указ. статья, стр. 300. (いちかわ ひろし)

【附記】 本稿は日本学術振興会科学研究費補助金〔基盤研究(B)2〕「初期原子力開発の歴史に関する日独露の実証的な比較研究（研究代表者－山崎正勝）」による研究成果の一部である。