

理研二号研究阪大分室について*

福井崇時**

- (1) はじめに
- (2) 菊池正士教授らの原子核研究中断と海軍の電波研究への参加
 - (2. i) 原子核研究中断の時期 (2. ii) 研究中断の動機 (2. ii. a) 彦坂忠義先生のウラン核分裂検討の報告 (2. ii. a. 1) 彦坂先生の検討の論旨 (2. ii. b) 菊池先生の彦坂報告への質問と決断
- (3) 二号研究阪大分室設置
 - (3. i) 奥田毅先生 (3. ii) 奥田先生へ二号研究分室設置依頼 (3. ii. a) 分離筒設置 (3. ii. b) 武田栄一先生との関係 (3. ii. c) Nier-type mass spectrometer
- (4) 装置の疎開
 - (4. i) Nier-type mass spectrometer (4. ii) Bainbridge-Jordan mass spectrograph
- (5) 敗戦後の処理
 - (5. i) 物理教室の分離筒 (5. ii) 甲南高校へ疎開した装置 (5. iii) 井原へ疎開した装置 (5. iv) Nier-type mass spectrometer
- (6) 私の印象
 - (6. i) 分離筒 (6. i. a) 分離筒に対する疑問
- (7) 二号研究阪大分室の実態
- (8) 謝辞
- (9) 参考資料と文献、SYNOPSIS

(1) はじめに

理研仁科芳雄先生の二号研究の分室を大阪帝国大学理学部物理学教室建屋に設置した公式記録はない。敗戦後に焼却したのか元から存在していなかったのか分らない。仁科先生は米軍への報告に阪大分室の存在を含めなかったようである。ALSOS Mission と平行して GHQ/SCAP が Atomic Bomb Mission Japan を組織し、理研、東大、京大、阪大を査察した。ALSOS Mission の報告やモリソンらの査察報告に二号研究関連についての記述はない[1]。戦後かなり月日が経ってから幾つかの記録が刊行されたが、いずれも当事者の記憶に依拠したものである[2. 1, 2, 3]。

この報告も奥田毅先生からの私信[3]と談話が中心である。事の経緯を追跡しようにもそれらに関与された当事者が既に鬼籍に入っておられ検証することも傍証調査も不可能になってしまった。が書き残された文書を検証無しの根拠とせざるを得ない。

(2) 菊池正士教授らの原子核研究中断と海軍の電波研究への参加

(2. i) 原子核研究中断の時期

一連の研究で最後の論文が投稿された期日から、それ以後は研究室として組織的な原子核研究は中断されたと考えられる。コッククロフト・ワルトン装置による D-D 中性子を使った実験結果の数物学会誌への英文による論文投稿は 1941 年 4 月 4 日で[4. 1]、サイクロトロンで行った実験結果の英文に依る論文投稿は 1941 年 4 月 5 日[4. 2]、Zeit. f. Phys. への投稿は 1941 年 7 月 1 日であるが[4. 3]、数物学会へは講演を 1942 年 10 月 17 日に行い 1943 年 6 月 28 日に受理された邦文記事投稿[4. 4]が最後となり研究は中断された。伊藤順吉先生の報告[4. 5]によれば昭和 16 年(1941 年) 末までにサイクロトロンの運転を休止している。

* 2003. 8. 7. 東京工業大学に於る山崎正勝教授主催の国際ワークショップ「核開発の国際史」(3) 第 2 次大戦期 日本における核開発: 山崎正勝 の報告の後で口頭で述べた内容を整理補充した報告である。(最終稿 2004. 1. 8. 提出。)

** 名古屋大学名誉教授

(2. ii) 研究中断の動機

(2. ii. a) 彦坂忠義先生のウラン核分裂検討の報告

菊池正士先生は彦坂忠義先生にウラン核分裂エネルギー利用の検討を依頼していた。数カ月後、彦坂先生はその結果を数物学会講演に先立って菊池研「特別研究集会」にて“中性子によるウラン分裂連鎖反応に就て”と題して報告した。昭和 18 年 6 月か 7 月初めのことである。彦坂先生はこれを年会講演[5. 1]と学術研究会議原子核分科会[5. 2]で口頭発表した。

(2. ii. a. 1) 彦坂先生の検討の論旨

(昭和 60 年 7 月 1 日付け私信と昭和 60 年 9 月 22 日日曜日午後彦坂邸を訪問した時の談話からの記述。)

ウラン同位元素分離は技術的に困難だから、それを避ける為、非分離ウランを適当な太さの棒にして減速剤中に適当な間隔に配置し、核分裂から放出される高速中性子が U238 に共鳴吸収されぬように減速してから U235 核に当り核分裂連鎖を継続させ得る条件を求めた。米国から文献が来なくなりフランスの文献に頼ったのでフランス語の勉強に時間が取られた。この計算結果が菊池研の特別研究集会にて行った「中性子によるウラン分裂連鎖反応に就ての総合報告」である。

(2. ii. b) 菊池先生の彦坂報告への質問と決断

前述の彦坂談は続く。私の報告に対し菊池先生が質問された。私は、ウラン核分裂からエネルギーを得るのは可能だが、それには、かなりの時間を掛けて基礎研究をする必要ありと答えた。菊池先生は、そうなら今次の戦争には到底間に合わぬからウランの研究は断念する。直接、戦争に寄与できる海軍での電波研究に専念するとの決断を言われた。

昭和 18 年(1943 年)8 月までに菊池先生は海軍技師となり目黒の海軍技術研究所へ出向された。昭和 19 年(1944 年)6 月には大井川左岸の島田に実験所が完成し研究者達は移動した[6. 1, 2, 3, 4, 5]。

(3) 二号研究阪大分室設置

以下の記述は奥田毅先生の私信[3]と談話、及び鈴木辰三郎氏の文書[2. 1]に依る。

(3. i) 奥田毅先生

岡山県出身、仁科芳雄先生は中学校及び第六高等学校の先輩。東北大学理学部物理学科昭和 7 年(1932 年)卒。大阪大学理学部が昭和 6 年(1931 年)5 月 1 日に創立された。奥田先生は昭和 8 年(1933 年)2 月阪大副手に採用され八木秀次物理主任教授の采配で浅田常三郎研究室配属となった。(理学部建屋は建築中で阪大病院裏の塩見理化学研究所内に浅田研究室があった。その時は浅田先生は助教授、隣室に湯川秀樹講師、毎日 Physical Review を読んでおられた。)奥田副手の仕事は学生実験用の器具購入と整理。授業が昭和 8 年(1933 年)4 月に開始され浅田先生は教授に、奥田副手は助手になり学生実験指導を担当した。

物理学科 1 期生(昭和 11 年(1936 年)3 月卒)の緒方惟一と共に Bainbridge-Jordan 型質量譜分析器を建設した[7. 1, 2, 3]。この質量譜分析器で昭和 18 年(1943 年)までに 30 種の同位元素質量を測定、分解能 7000、測定精度 10^{-5} を示し世界一の性能を誇っていた。

(3. ii) 奥田先生へ二号研究分室設置依頼

戦前に一度、仁科先生の依頼でサイクロトロン陽子線の照射したアルゴンガスの同位元素比を測定をした。

昭和 19 年(1944 年)春、仁科先生から二号研究分室を設置したいとの依頼が奥田先生にあった。後に鈴木辰三郎大尉が挨拶に来た[2. 1]。この依頼は Bainbridge-Jordan 型質量譜分析器でウラン同位元素分離度を測定することであった。奥田先生はこの計画に加えてウラン同位元素質量測定専用の Nier type mass spectrometer 設置を計画した。物資の調達と費用の支弁は陸軍がすると鈴木氏は言った[3]。

次項で述べるが、分離筒の設置は鈴木氏の手によるものだが、鈴木氏が管理上これらを合わせて分室としたと考えられる。

Bainbridge-Jordan 型質量譜分析器を取り扱う要員として学生の北垣敏男（福井と同級、東北大名誉教授）、小谷恒之（福井と同級、阪大名誉教授）、篠崎吉郎（福井と同級）が配置された[8]。小谷によれば数カ月後に質量譜分析器の取扱いを習熟しアルゴン同位元素質量の測定に成功した。この装置はウラン同位元素の分離度測定が予定されているので内部を金メッキする計画だと聞いたが、実行されなかった。

(3. ii. a) 分離筒設置

鈴木辰三郎氏は紀本俊夫少尉[9]、西脇安阪大助手[10]らと長瀬（現在の東大阪市長瀬町）の専門学校（近畿大の前身）に分離筒を建て稼働しようとしていた[3]。この分離筒は尼崎の住友鋼管に鈴木氏が製作を依頼したものらしい（詳細は不明）。奥田先生は分離筒には関係していないと言っておられるので、鈴木氏の一存で分離筒を阪大へ持ち込んだとすると彼の記述と一致する[2. 1]。

理学部物理学教室研究室の隅に、床と天井に 50cm 四方の穴をあけたが、この作業の経緯は全く不明である。鈴木氏が目黒の海軍技研に居られた菊池先生に了解を取り[2. 1]直接事務に依頼したらしい。その穴の場所は理学部中央翼（上から見るとアルファベット大文字の E の形、中央翼が一番幅が広く西に長く伸びていて、各翼は全て中廊下）のcockクロフトの部屋[11]の東南隅の天井、これは 2 階の床でもある、次に 2 階の天井にも穴を明けた。そして、分離筒を地階の床から 1 本、梯子階段の踊り場に 1 本、2 階の研究室に 1 本、合計 3 本を立て銅管で連結されていた。最上部は 3 階講義室の床に分離筒の頭が出ていて其所と地階の分離筒最下部にガラス管で油回転ポンプに繋ぎ排気するようになっていた。

当時大学院生だった尾崎誠之助さん（昭和 18 年(1943 年)3 月卒、大市大名誉教授）が担当したが既に分離筒が立っていたと言っている。昭和 19 年夏から私と杉本健三（阪大、東大名誉教授）、菅浩一（昭和 63 年 6 月 9 日急逝）が担当することとなり主としてお守は私がした[8]。鈴木氏はしばしば研究室に来て我々とよく話をした。

(3. ii. b) 武田栄一先生との関係

武田栄一先生は昭和 18 年(1943 年)4 月に東工大へ転出された。武田先生の分離筒は短い同心ガラス円筒だった。武田先生らはこの分離筒で CH_4 ガスの C^{12} と C^{13} の分離に成功した[12. 1, 2]。この分離度を奥田先生らは Bainbridge-Jordan 型質量譜分析器で測定した。仁科先生は竹内証氏に昭和 17 年 2 月ウラン問題に手を付けることを、昭和 18 年初めには熱拡散法にてウラン同位元素分離を試みることを命ぜられた。竹内氏は同年 3 月阪大を訪れ武田先生の装置を見学した。熱拡散法を経験している武田先生の援助を受けるよう仁科先生に依頼したが先生からは働きかけがなく、武田先生もその意思を示されなかったと竹内氏は書いている[13]。また、鈴木辰三郎氏も武田先生らに相談せず全く独自に分離筒を製作した。

(3. ii. c) Nier-type mass spectrometer

杉本、菅、福井 3 人の目標は Nier-type mass spectrometer [14]の完成であった。奥田先生設計のマグネット 3 個、断面が 10cm×10cm の軟鉄角材 5 個で磁極間隔 5cm になるように角張った C 型に組み立て、理学部中央翼 2 階の元物理学教室図書室（廊下を挟んでcockクロフトの部屋が南側にある）に作ったコンクリート台の上に置いた[15]。奥田先生は磁石用軟鉄を日立製作所から入手され、工作を神戸製鋼の下請けに頼まれた[3]。

昭和 19 年 12 月 26 日（正確な日は不明）奥田先生から東京駒込の理研へコイル用綿巻銅線を取りに行くように言われ杉本健三と共に昭和 19 年(1944 年)12 月 28 日夕刻、理学部まで運んだ[16]。

翌昭和 20 年(1945 年)1 月から金工室の旋盤を使って磁石に合わせて作られた枠に綿巻銅線を杉本、菅と三人で巻いた。

昭和 20 年 3 月 12 日夜半から 13 日未明にかけ大阪市は東京、名古屋に次いで第一回目の焼夷弾空襲を受けた。理学部建屋は被弾したが燃えず宿泊していた学生らの活躍で北隣からの類焼が阻止された[17]。

その後、空襲は回を重ねて烈しさを増した。鈴木辰三郎氏は研究室に来なくなった。

5 月初め杉本と二人で三重県名張在の鈴木氏の宿泊先に行き「研究室へ来て仕事の進め方を奥田先生らと相談して欲しい」と頼んだ。

早速翌日、大学へ来られ奥田先生と装置の疎開等が話されたようである。鈴木氏は分離筒を尼崎の住友鋼管工場にも作り[2.1]、北垣敏男は鈴木氏に頼まれて真空配管の硝子細工に工場まで出向いた。

(4) 装置の疎開

(4. i) Nier-type mass spectrometer

mass spectrometer 用のマグネットと鉛蓄電池とその充電器を昭和 20 年 5 月甲南高校[18]へ疎開した。

(4. ii) Bainbridge-Jordan mass spectrograph

岡山県出身の奥田先生の采配で疎開先は先ず岡山県井原町の井原高女に、後日に興譲館中学の教室へ移動した[19]。

(5) 敗戦後の処理

(5. i) 物理教室の分離筒

敗戦後の数日過ぎた夕刻、3 本の分離筒は連結部を外して、杉本健三と二人で理学部建屋南側の土佐堀川に架かっている筑前橋の中央から、川の上手側へ橋に平行に分離筒を次々と投げ込んだ。

(5. ii) 甲南高校へ疎開した装置

期日は不明だが昭和 20 年 9 月までに全て中之島の元の部屋に戻した。

(5. iii) 井原へ疎開した装置

北垣敏男と小谷恒之によれば装置は梱包のまま保管し、昭和 21 年 5 月頃には全ての物品を中之島校舎に戻し、北垣、小谷、篠崎の三人の卒業論文は疎開の前に行った同位元素質量測定の実験をまとめたものが採用された。

(5. iv) Nier-type mass spectrometer

敗戦とともに 3 年生になった福井らに対し教室主任伏見康治先生、菊池正士先生、伊藤順吉先生、奥田毅先生らの決定で、mass spectrometer を完成すれば卒業論文とすると言われた。伊藤先生の指導を受け Strong [20] の本を参考に杉本健三、菅浩一の三人で無事完成し論文ができた。

(6) 私の印象

(6. i) 分離筒

設計図は無く構造の説明もなかった。伊藤順吉先生の指導で熱拡散同位元素分離の理論[21]を勉強した。学習途上の 2 年生には十分に理解できなかった。

6 フッ化ウランガスの粘性、拡散などの係数、熱伝導度等のデータはなかった。分離筒の構造に対する適正なガス密度、気圧、温度差等は不明だった。ウランの金属腐食性のデータはなかったが常識的な危険性は認識していた。

真空度は一向に良くならなかった。昭和 19 年秋に仁科先生が来られた。真空が良くならないと伝えた。「表面積が広く間隙が狭く長いパイプだから、長時間連続排気すれば良くなるのでは」とおっしゃった。

(6. i. a) 分離筒に対する疑問

真空が一向に良くならないから溶接の仕上がりに疑問を持った。後年分かったことだが、理研の竹内証さんの報告[22]、中根良平先生の記述[23]によると、理研における分離の失敗はウランガスが分離筒の銅と化学反応をして固体化した為であった。

昭和 20 年の春に木越さんが作った 6 フッ化ウランが持ち込まれたが[24]、分離筒には注入しなかった。真空度が悪すぎるのでガスを入れるのは意味がないと判断したからである。ガラス球に入った 6 フッ化ウランは敗戦の混乱で紛失した。

(7) 二号研究阪大分室の実態

上記が二号研究阪大分室顛末記である。当時大学 1 年生から 2 年生になった物理の学生が殆ど主力で働き、研究とは言えない装置のお守をする作業だった。陸軍から来たのは鈴木辰三郎氏一人で後は奥田毅先生、緒方惟一さんと尾崎誠之助さんだけであり、空襲のため電気の供給が途切れ途切れとなり装置のお守すらできなくなった。

数人の大学卒の技術将校が手伝ったとは言え理研でも竹内枢氏一人が担当だった。このように極く少人数でウラン同位元素分離作業（それも本格的に分離ができる状況ではなかった）をしていたことがウラン爆弾開発研究をしていたと言えるのだろうか。

確かに装置として分離筒は製作された。それがもし完全なものだったとしても、僅か数本の分離筒ではウラン 235 を核分裂の実験に使える量まで分離し固体化するには、非常に長時間の運転が必要という計算である。

鈴木辰三郎氏は敗戦直前に尼崎の住友鋼管工場に分離筒を作らせたが何もできずして敗戦である。彼は逝去される前でも分離筒でウランを分離する夢を見つけていた。

此の研究会に出席していた朝日新聞記者が「我が国ではウラン核研究を敗戦までしていた」と発言した。装置が存在していたから研究をしていたと言う主旨だが、実態を正しく認識し実際に行っていた作業内容から判断すべきだろう。

陸軍のウラン爆弾研究開発に対する取り組みは人員、資材、費用など、いずれも小規模だったし、研究者の協力態勢は非常に希薄であったから、海軍の電波研究と比較すれば陸軍のは外形だけの真似事に近いものだったと言っても過言ではない。陸軍部内の扱いに大きな疑問を持つ。これらとは別に理論の方は彦坂忠義先生、理研の玉木英彦先生ら、京大の荒勝文策先生らが考察と計算をしていた。しかし、非常に短い時間に大量の核分裂を起こさせる爆発反応の手段は考慮の外だったようである。

奥田毅先生に陸軍から渡された費用の一部で私と杉本健三と菅浩一は mass spectrometer を作り上げ卒業論文を書くことができたし、北垣敏男、小谷恒之、篠崎吉郎らも含めて多様な物理実験の勉強をさせて貰ったので二号研究に感謝せねばならない。

被爆地広島へ仁科芳雄先生は 8 月 8 日に行き[25]、8 月 14-17 日に再調査を行い[27]、京大荒勝文策先生一行十名は 8 月 10 日から 15 日まで調査し[25, 26, 27]、9 月 16 日に派遣した調査団は 17 日夜、枕崎台風により先発の医学調査団と共に宿舎で遭難死した[26, 27]。阪大浅田常三郎先生は尾崎誠之助さんと 8 月 10 日に先ず呉に着き広島を調査した[25]。長崎の調査は仁科先生が 8 月 14 日、後に学術研究会議が委員会を組織して行った[27]。これらの行動を GHQ/SCAP Atomic Bomb Mission Japan の報告では「8 月 6 日広島爆撃以後、原子核の研究活動が盛んになった」と書いている[28]。

(8) 謝辞

この報告を準備するに際し、奥田毅先生から多くの事項を知らせて頂き、また記述の校閲をして頂き感謝申し上げます。伊藤順吉先生から菊池研究室で原子核研究を中断された具体的な経緯を教えて頂き感謝申し上げます。杉本健三さん、小谷恒之さんから記述の訂正と追加を指示されました。厚く感謝します。

今回の国際ワークショップへの参加を取り計られた東京工業大学大学院社会理工学研究科山崎正勝教授の御好意と主催者として会の運営に対し発揮された並々ならぬ御尽力に感謝します。そして種々運営進行を良い状態になるよう努力された研究科所属の方々に感謝します。さらに協同企画者として研究会の運営に協力された広島大学総合科学部総合科学科社会環境研究講座市川浩助教授にもお礼を申し上げます。

(9) 参考資料と文献

[1] 市川 浩：平成 8-10 年度科研費（基盤研究 C）研究成果報告書「第二次世界大戦期における日本の戦時科学技術研究の実態に関する実証的研究」平成 11 年 3 月（番号 08680075）：頁 7 の記述及び頁 81 の附表.7 のマイクロフィルム。

[2.1] 鈴木辰三郎：元陸軍航空技術研究所員『ニッポン製原子爆弾の全貌』「丸」潮書房
エキストラ「戦史の旅」1997 年 11 月号 頁 50-55 （昭和 36 年 11 月号・秘密兵器）。

- [2.2] 保坂正康 : 戦時秘話『原子爆弾完成を急げ』 現代 5月号(1982)頁146-178。
- [2.3] 読売新聞社編 : 『昭和史の天皇 —原爆投下—』 角川文庫 昭和63(1988)年11月15日。
- [3] 奥田毅先生より頂いた昭和58(1983)年2月12日、昭和60(1985)年7月1日、1991.4.26.、2002.10.13.及び2003.8.24.付け私信が根拠。鈴木氏が紀本氏らと長瀬の専門学校で実験をしていたことは、鈴木氏は全く触れていない。奥田先生の今回の2003.8.24.付け私信で初めて知らされた。
- [4.1] AKABORI, H., K. GOTO, K. HUSIMI, J. ITOH, S. KIKUCHI, M. KOBAYASI, Y. KO, T. MOMOTA, H. NAGAOKA, M. OKAZAKI, I. SUEHIRO, E. TAKEDA, T. UTIYAMA, T. WAKATUKI, Y. WATASE, S. YAMAGUCHI and I. YUKAWA : "The Scattering of Neutrons by Protons." Proc.Phys.-Math. Soc. Japan 23(1941)855-860.
- [4.2] WATASE, Yuzuru : "A Study of the Disintegrations of ^{38}Cl , ^{28}Al and ^{21}Na with the Use of the Method of Coincidence Counting." Proc.Phys.-Math.Soc. Japan 23(1941)618-632.
- [4.3] KIKUCHI, Seishi, Yuzuru WATASE and Junkichi ITOH : "Über die Winkel-abhängigkeit der zwei γ -Quanten, die von einem Atomkern kaskadenweise ausgestrahlt werden." Zeit.f.Phys.119 (1942) 185-187.
- [4.4] 大阪帝国大学理学部原子核研究室(菊池、渡瀬、伊藤、若槻、武田、山口、国府、末弘、岡崎、小林、小田、赤堀) : "短寿命の放射性体の半減期の正確な測定" 日本数学物理学會誌 第十七卷 第十、十一、十二號 昭和18年(1943年) 544-551.
- [4.5] 伊藤順吉 : "大阪大学の昔のサイクロトロン" 日本物理学会誌 第32卷 第9号(1977)706-713.
- [5.1] 1943日本数学物理学會誌 第17卷 昭和18年 第5号 (年会講演抜粋)
昭和18年(1943年)7月19日 昭和十八年度年会講演 第三日 午前 8:30-12.
36. 彦坂忠義 (山口高校) : U 分裂エネルギー利用の問題 (核分裂連鎖継続条件と容器の大きさを論じた理論)
- [5.2] 1943年11月 学術研究会議 原子核分科会 口頭発表 彦坂忠義「原子核エネルギー利用の一方法に就て」
此の論文を学位論文として昭和20年5月に東北大に提出したが戦災にて焼失、昭和24年12月に再提出した。
- [6.1] 菊池研究室からは渡瀬譲先生(当時、助教授、現在の大阪駅正面、阪神百貨店西側に建っていた木造三階建て旅館「国有館」の御曹子、天王寺師範付属小学校、大阪府立生野中学校、姫路高校、京大経済学部卒、川上肇の弟子、唯物弁証法実践のため東北大物理入学、卒業前早くに東芝入社が決まったが採用は取り消され阪大助手、宇宙線研究草分の一人、後の大阪市立大学学長、府立女子大学長、1978年5月17日急死)。小林省己助手(昭和16年(1941年)12月卒、戦後、東洋精機、後の日本真空を経て自営)。蜂谷謙三(伏見研大学院生、小田稔と同級、昭和19年(1944年)9月卒、物理専攻学生中の最優秀生の誉れ高く、後に日本真空、新宿の自宅地下室の工房で日本帯、着物の模様の創作等、「京半」)。小田稔(台北高校出身、昭和19年(1944年)9月卒、当時大学院生。MITのRossi教授に招かれ共同して宇宙からのX線を観測研究中1964年にX線源の大きさと位置が特定できるスダレ・コリメーターを発明、これをX線のエネルギーが測定できる比例計数管に取り付け観測を始めた。星雲や恒星がX線源であること、特に青白く光る恒星から大量のX線が発生している事を見付け、X線天文学を飛躍的に発展することに成功したX線天文学研究開拓第一人者、文化勲章受賞、2001年3月1日急逝、らが参加。小田稔さんの弟、滋さんは元ハーグ国際司法裁判所判事。
- [6.2] 島田実験所所員
所長 東北大 渡辺寧、副所長 海軍技師 水間正一郎(戦後、日本電子社長)
所員 東大 萩原雄祐、小谷正雄、東京文理大 朝永振一郎、阪大からは上記の研究者
海軍から大学関係者に対する世話係 小塩高文少尉(阪大物理、昭和17年(1942年)9月卒、小田稔の2年先輩、後に大阪市大渡瀬研、2002年9月16日没)
- [6.3] 河村豊、山崎正勝 : 物理懇談会と旧日本海軍における核および強力マグネトロン開発。

- [6.4] 水間正一郎、朝永振一郎、高尾磐夫共著「超短波磁電管」昭和二十三年三月二十五日発行コロナ社。
- [6.5] 朝永振一郎、小谷正雄共編「極超短波磁電管の研究」昭和27年6月25日発行 みすず書房。
- [7.1] BAINBRIDGE, Kenneth T. and Edward B. JORDAN : "Mass Spectrum Analysis. 1. The Mass Spectrograph. 2. The Existence of Isobars of Adjacent Elements." Phys. Rev. 50, Aug. 15 (1936) 282-296.
- [7.2] ASADA, T., T. OKUDA, K. OGATA and S. YOSHIMOTO : "Preliminary Report on the Masses of ^{12}C and ^{14}N ." Nature 143, May 13 (1939) 797.
- [7.3] 奥田毅、緒方惟一 : "質量譜による同位元素の研究。"「量子物理学の進歩 第一輯」仁科芳雄監修 共立出版 昭和19年(1944年)2月10日 発行。
- [8] 学生が先生方の戦時研究に参加する事になった経緯は別の機会に記述する。
- [9] 紀本俊夫 : 大阪大学理学部物理学科昭和18年9月卒後、直ちに陸軍技術将校となり、理研勤務、二号研究担当で奥田先生や我々の世話をした。戦後、紀本電子工業社長。2001年没。
- [10] 西脇 安 : 大阪大学理学部物理学科昭和14年3月卒、元 IAEA 委員、ウイーン大名誉教授。
- [11] 地階から1階の天井まで吹き抜けの大きな部屋で東南隅に点検保守用の梯子階段がある。1階の床に相当する所に階段の踊り場があり、コッククロフト装置に近か付けるよう幅の狭い張り出しが南側壁に沿って走っていた。
- [12.1] AKABORI, H., K. HUSIMI, J. ITOH, S. KIKUCHI, M. KOBAYASHI, Y. KO, T. MOMOTA, H. NAGAOKA, M. OKAZAKI, I. SUEHIRO, E. TAKEDA, M. TAKETANI, T. UTIYAMA, T. WAKATUKI, Y. WATASE, S. YAMAGUCHI and I. YUKAWA : "Separation of Isotopes by Thermal Diffusion, I. Preliminary Test of the Separation Column." Proc. Phys.-Math. Soc. Japan 23. No. 3, August (1941) 590-598.
- [12.2] AKABORI, H., K. HUSIMI, S. KIKUCHI, M. KOBAYASHI, Y. KO, T. MOMOTA, H. NAGAOKA, M. OKAZAKI, I. SUEHIRO, E. TAKEDA, M. TAKETANI, T. UTIYAMA, T. WAKATUKI, Y. WATASE, S. YAMAGUCHI and I. YUKAWA : "Separation of Isotopes by Thermal Diffusion, II. Separation of Chlorine Isotopes." Proc. Phys. Math. Soc. Japan 23. No. 3, August (1941) 599-604.
- [13] 竹内 稔 : "始終苦号館の記"「日本科学技術史大系」第13巻「物理科学」第10章「物理学における戦争の投影」頁445, 447. 日本科学史学会編 全25巻 (1970年1月)。
- [14] NIER, Alfred O. : "A Mass-Spectrographic Study of the isotopes of Argon, Potassium, Rubidium, Zinc and Cadmium." Phys. Rev. 50, Dec. 1 (1936) 1041-1045.
- [15] コンクリート台は杉本、菅が設計し、床の基盤まで穴をあけて作られた。
- [16] 昭和19年(1944年)12月7日の東海道沖「東南海地震」で東海道線浜名湖鉄橋が壊れたので三ヶ日線経由の大回りだった。理研へ着いた日か翌日、12月27日の夕刻、東京の西北方面へ B29 が来襲、所沢方面の工場を爆撃していると屋上から若い女性の実験補助者（彼女は渡辺周 かね さん、後年判明した）が盛んに状況を叫んでいた。何機もの戦闘機がまっ逆さまに落下するのを見た。その時 B29 が1機黒煙を出しふらふらと高度を下げ東京湾に落ちた。翌日の新聞によれば初めて B29 が我々の眼前で落ちたとのこと。この日付けがあるので我々が理研で B29 を見た日が27日だと確定できた。27日夜、六義園の宿舎は寒かった。暖房がなく冷えきった夕飯は菌に凍みた。銅線は紀本俊夫少尉の配慮で東京駅にて列車に乗せた。大阪駅から人力車で理学部まで運んだ。
- [17] 理学部は被弾したが焼夷弾は屋上で止まり火災は起らなかった。サイクロロン建屋にも数発、薄い屋根を貫いて落ちたが火災を誘発しなかった。道路を挟んで北側に建っていた附属医学専門部の木造校舎が燃えその炎の輻射熱で物理学教室北側の部屋の各窓の内側の木枠やカーテンが燃え同時に北風で火炎が吹き付けられ窓ガラスが割れ炎が入って来たが、杉本ら宿泊していた学生らの懸命の消火活動により損害を軽微なものに食い止められた。13日朝、伏見康治教室主任教授は握り飯を差し入れ学生らに感謝状が与えられた。福井はたまたま帰宅していた。

- [18] 甲南高校は現在の甲南大学で大阪の西、約20km 神戸市東灘区岡本にある。昭和20年5月中旬か下旬、確かな日は不明、マグネットと最重要で確保しておくべき電源（渡瀬譲先生が Stern-Gerlach の実験

から発展した Rabi の実験の為、設置されていた大電流用の大型鉛蓄電池、二十槽)とその充電器(大型水銀整流器、通称タコ坊主)を蓄電池の硫酸が溢れ出ない為とタコ坊主整流器に振動を与えない為に尾崎誠之助さんが牛車を用意し中之島から一日かかって移動した。既に作られていたコンクリート台にマグネットを置き蓄電池と整流器は別室に置いた。甲南高校には浅田研究室の一部も来ていた。

[19] 井原町、現在は井原市、は岡山市の西約 50km、当時は笠岡から鉄道が走っていた。Bainbridge-Jordan 型 mass spectrograph は解体し真空排気装置一式と共に鉄道輸送した。北垣が井原への最後の梱包を大阪駅貨物掛で発送手を完了した時が 8 月 15 日正午頃、天皇のラジオ放送をそこで聞き井原に向かって列車に乗ったと言っている。これらの梱包は後日無事井原についた。国鉄は敗戦時も十分に機能していたことを示している。疎開先へは物理学教室図書室の蔵書も送った。奥田研究室所属の学生と昭和 20 年 4 月入学の物理学科学生の大半が参加した。半年程の間、永宮健夫先生はじめ数人の先生が適宜、集中講義に来られた。

[20] STRONG, John : "Procedures in Experimental Physics" Prentice Hall, Inc. New York, 1938. Rev. Sci. Instrm. の 1939 年 Vol. 10, p. 120, Book Reviews に旧約聖書箴言 viii-12 を掲げて評者は最高の賛辞を呈している。各種の物理実験について準備作業と実施の手順が克明にその真髄を記述し伝授している。我々が購入した本は北星堂が写真印刷した海賊版だった。

[21] FURRY, W. H., R. Clark JONES and L. ONSAGER : "On the Theory of Isotope Separation by Thermal Diffusion." Phys. Rev. 55, June 1(1939)1083-1095.

[22] [13]と一部同じ。竹内 稔 : 資料 10-10, 10-11. 第 13 巻 物理学 (1970 年 1 月 刊)、第 2 節 物理学と戦時研究、第 10 章 物理学における戦争の投影、頁 444-467. 「日本科学技術史大系」日本科学史学会編 全 25 巻。

[23] 中根良平 : 仁科芳雄先生と同位体分離 「仁科芳雄博士生誕百年記念・特別寄稿集」日本原子力学会誌 第 32 巻 第 12 号 (1960 年) 頁 1163-1185.

[24] 小谷恒之は理研へ受け取りに行くよう奥田先生が指示された。膝に乗せられる程度の重い木箱だったとのこと。多分 6 フッ化ウランを封入したガラス球を鉛板で囲い木箱に納められていたようである。

[25] 被爆地広島を調査した各種の報告を広く収集して広島県史に記載している。

広島県史 原爆資料編 広島県 昭和 47 年 3 月 31 日 発行
第三部 原爆調査団の活動 III 理化学研究所 頁 429-
IV 大学調査団 2 京都大学 頁 513-
3 大阪大学 頁 578-

[26] 京大荒勝研が行った調査は昭和 20 年 9 月 14-17 日の朝日新聞に「原子爆弾報告書 広島市における原子核学的調査」として報道された。これらは後年、詳細な報告書の中に再録されビキニ水爆調査報告と共に発刊された。

"Hiroshima Atomic Bomb, August 1945 and Super-Hydrogen Bomb Test at Bikini Atoll in the mid-Pacific, March 1954" --Investigation by Scientists of Kyoto University, Edited by Sakae SHIMIZU. Published by Katsuhiko YAZAKI, Kyoto Forum, July 1995.

[27] [25]の広島県史と重なる記述もある。

「原子爆弾」 仁科記念財団編纂 光風社書店 昭和 48 年 8 月 6 日。

広島調査については頁 47-68、長崎調査については頁 109-118。

[28] この註[1] 市川の報告書の頁 32、注記 2)、R. R. Furman. "Summary Report, Atomic Bomb Mission, Investigation into Japanese Activity to Develop Atomic Power." 30 Sept 45. I. SUMMARY A. 3.

GHQ/SCAP TOP SECRET RECORDS IV 柏書房 1998 刊 第 4 期 第 4 巻 頁 264-272

に全文のコピーがある。

On a Small Side Plant of Nishina's NI-Project in Osaka Imperial University

A review of a small side plant of Doctor NISHINA's NI-Project set in the Physics building at the Osaka Imperial University is reported. We could not find any Japanese official record of this plant. The ALSOS Mission and the GHQ/SCAP Atomic Bomb Mission did not mention this plant. The personal recollection can only tell this work. In 1944 the army officer, Mr. Tatsusaburo SUZUKI had put three of Clusius-Dickel type thermal diffusion columns in the Physics building with Professor Seishi KIKUCHI's permission. Dr. NISHINA asked Dr. Tsuyoshi OKUDA for determination of separated ratio of Uranium isotopes. Dr. OKUDA planned to build a Nier-type mass spectrometer for this purpose. Mr. SUZUKI supplied sufficient financial and material supports to Dr. OKUDA. The author, Shuji FUKUI, at that time a physics undergraduate was asked to work on this project together with other students of the same class. Due to then Japanese poor industrial and technical background and due to only a few collaborating scientists in NI-Project any physical result had not been progressed. Meanwhile Riken and Osaka Imperial University had lost their working activities due to American severe air raids. When Japan was defeated, almost nothing had been resulted from these projects. However, our physics students engaged to this plant had gotten big benefits of very wide various knowledge and experiences how to prepare and how to perform physics experiments.

『技術文化論叢』第7号（2004年） 2004年4月1日 発行

頁40 - 53.

発行 東京工業大学大学院 社会理工学研究科 経営工学専攻 技術構造分析講座