

萩原篤太郎が水爆原理発案第一号とされたことの検証
及び昭和十六年頃の、京大荒勝研を例とした、
日本の原子核研究状況 *

福井 崇時 **

1. 序
 2. 萩原篤太郎が水爆原理発案第一号とされた
ことの検証
 - 2-1. RHODES の記述とその出典
 - 2-2. 黒田和夫の報告とその出典
 - 2-3. 陸軍東二造研究所の記録
 - 2-4. 陸軍の「講義」抄記と海軍の印刷冊子
「講義録」との対比
 - 2-5. 結論
 3. 研究者萩原篤太郎
 - 3-1. 履歴記録
 - 3-2. 論文リスト
 - 3-3. 研究者萩原篤太郎
 4. 昭和十六年頃の日本における原子核物理学
研究状況
 - 4-1. 京大荒勝研と萩原の研究
 - 4-2. 萩原「論文」への付記と萩原の所属
 - 4-3. 萩原の「講義」の資料
 - 4-4. 東二造記録からみた陸軍の「原爆」開発
 5. 謝辞
 6. 註、文献
 - 6-1. 註
 - 6-2. 文献リスト
- 復刻-1. 萩原篤太郎の海軍第二火薬廠での講義録
復刻-2. 陸軍東二造研究所の記録「ウラン(U)ニ就テ」

* キーワード：萩原篤太郎、ウラン核分裂、Richard Rhodes、原爆、水爆、P. K. Kuroda、荒勝研

** FUKUI Shuji (名古屋大学名誉教授)

**Verification that T. Hagiwara Did Not Predict Hydrogen Fusion Initiated
by Uranium Fission.
Brief Reviews of the Nuclear Research at Universities and of the Actions
for Uranium Bomb in the Army in the Prewar Periods in Japan.**

FUKUI Shuji
Professor Emeritus of Nagoya University

SYNOPSIS

In the books, "The Making of the Atomic Bomb" and "Dark Sun—The Making of the Hydrogen Bomb", the author, R. Rhodes stated that University of Kyoto physicist Tokutaro Hagiwara was the first scientist to hypothesize that an explosive fission chain reaction might initiate a nuclear fusion process.

M. Kaji, Tokyo Institute of Technology, was suspicious of these accounts and asked Fukui to find out who T. Hagiwara was.

Hagiwara's references were searched.

The copy of "Tonizo Lab. Document dated on April 1943.", which was the source of Rhodes' writings, was sent to Fukui by T. Imanaka, Research Reactor Institute, Kyoto University, who got that copy from J. C. Warf, Professor Emeritus of Chemistry, University of Southern California. This Army Document was the hand script titled "On Uranium (U)" and its first part was the excerpt of Hagiwara's lecture given at the Navy's Second Arsenal, located at Hiratsuka near Yokohama on May 23, 1941.

Rhodes had paid a particular interest in the last sentence of the Tonizo account of the lecture. He then suggested that Hagiwara proposed an explosive U235 fission chain reaction might initiate a nuclear fusion process. The English word of "initiate" comes from a *kanji*, which looks like mis-script of a *kanji* that means "super".

P. K. Kuroda, Professor Emeritus of the University of Arkansas, had reported at the Symposium "50 Years with Nuclear Fission" on Hagiwara's works and described the same substance as those by Rhodes.

Their descriptions of Hagiwara's prediction are verified.

Hagiwara's daughter found the printed booklet of the lecture at the Second Arsenal. That was prepared by Hagiwara himself. The key word was printed as "super". The printed booklet was not known to Rhodes and Kuroda. It is clear that they had not noticed the mis-script of a *kanji* and use of the word "initiate" had exaggerated his talk by the knowledge of realized H-bomb.

The Army Document and the Hagiwara's lecture booklet are examined and reproduced. The references of Hagiwara's works are presented. The nuclear research status at Japanese Universities and the preparing actions on uranium bomb in the Army in the prewar period are reviewed briefly.

key words : Tokutaro Hagiwara, fission of uranium, Richard Rhodes, Atomic Bomb,
Hydrogen Bomb, Paul Kazuo Kuroda, B. Arakatsu Lab.

1. 序

Richard RHODES は著書『THE MAKING OF THE ATOMIC BOMB』^(c1)と『DARK SUN』^(c2)にて「京都大学の物理学者 Tokutaro HAGIWARA が海軍における講義で世界で初めて水爆の原理を示唆した」と書いている^{(1),(2),(3)}。彼は資料に記載されている期日から FERMI が考え付いた水爆原理を TELLER に伝えたのが1941年9月で、Tokutaro HAGIWARA が講義で示唆したのが1941年5月だから HAGIWARA にプライオリティを与えた。

この HAGIWARA の示唆は全く気付かれていなかった。1941年頃の日本に於ける原子核研究の状況や原爆開発への取組を辿ると、先進的発想だが当時としては突出している発言でもあるので研究者 HAGIWARA の行動と示唆の真偽を確認する必要がある。

次に、RHODES が根拠にした資料、Tonizo Lab.の「ウランに就て」、は日本の原爆開発に関連する文書のようなものである。しかし、既刊の史書にはその存在は記述されていない。原文書が見つければ科学史上の重要な資料となるだろう。

HAGIWARA が海軍で行った講義の正確な内容と Tonizo Lab. が記述した「ウランに就て」を捜す作業を始めた。

HAGIWARA は荒勝研究室所属の研究者だと判断できるので京大出身の友人二人⁽⁴⁾の指示を受け清水榮京大名誉教授⁽⁵⁾に尋ねた。その人物は萩原篤太郎で化学教室堀場信吉教授に所属した化学者で、彼を記憶している者は非常に少なく、Tonizo Lab.や海軍での「講義」については調べる術がない、彼が転勤した広島文理科大学での行動は不明とのことだった。福井が先に報告した彦坂忠義の業績^{(6),(c3)}の1つ、学位論文「原子核エネルギー利用の一方法に就いて」^{(7),(c4)}に引用されている中性子によるウラン⁽⁸⁾核分裂の際に放出される中性子数のデータはHAGIWARA の実験^(c5)であった。

「Tonizo Lab. の記録」と「萩原の海軍における講義録」を防衛庁の資料から探すよう久保添⁽⁹⁾に依頼した。広島大学理学部⁽¹⁰⁾から萩原の履歴記録と業績リストと共に広島文理科大及び広大50年史^(c6)中の萩原に関する記録を入手した。

清水そして米国の化学者で RHODES の記述を疑った James C. WARF⁽¹¹⁾は今中哲二⁽¹²⁾に萩原についての調査を依頼していた。WARF は KURODA⁽¹³⁾から入手した資料を今中に送った。今中はこれらを清水に報告し(1997年4月23日)、福井へも同じ資料の写しを送付した。この中に RHODES が根拠とした Tonizo Lab. の記録「ウランに就て」^{(14),(c7)}があった。Tonizo Lab は東二造研究所だった。この東二造研究所についても久保添に調査を頼んだ。

久保添が調べている間、WARF、清水、今中及び読売新聞社科学部の北村行孝⁽¹⁵⁾から幾つかの資料が送られてきた。WARF が送ってきた読売新聞コピー⁽¹⁶⁾に東二造研究所の記録を黒田が入手した経緯が記述されている。

久保添から捜している資料は無さそうだと言ってきたので検証作業を進める術が無くなった。疑問が残ったままで論考を纏めるべく萩原の研究活動と論文リストを整えるために、京大堀場研と関係が深かった小沢国夫⁽¹⁷⁾に調査を依頼した。小沢は萩原の息女、滋子⁽¹⁸⁾に頼み萩原の論文別刷や文書原稿等を探してもらった。それらの中に海軍、正確には平塚に在った第二海軍火薬廠、で行った講義録の印刷冊子^{(19),(c8)}があった。萩原は鉛筆で追加記入をした1冊を確保していた。この講義録の出現で調査検証作業は一挙に終点に到着した。

2. で RHODES と黒田が書いた萩原が水爆原理発案第一号だという話を検証する。2-4. で彼等が根拠とした「陸軍の記録」にある萩原の講義抄記と講義録を対比する。2-5. は結論である。3. では萩原の業績と

研究者像を述べ、4. で昭和16年(1941年)頃の日本における原子核研究の状況と陸軍での原爆への取り組みの一端を考察する。

全体の頁数が多くなるが、復刻-1と復刻-2にて、第二海軍火薬廠の印刷物「萩原の講義録」と「陸軍の記録」との二つの記録を、できる限り原文の文字で再現した。

文中では人名に敬称をつけていないことを断わっておく。

2. 萩原篤太郎が水爆原理発案第一号とされたことの検証

2-1. RHODES の記述とその出典

RHODES が原爆開発について書いた本^(r1)の375頁に、

水素に熱核反応を起こさせるのに核分裂連鎖を使うことを最初に思い付いたのはフェルミとテラーではなく日本人で京大の物理学者 Tokutaro Hagiwara である。彼は1941年5月に「超爆裂性U235について」と題して当時の知識をまとめて講義をしていて、核分裂と核融合との関連を論じ分離されたU235の濃度を適当にすると水素の核融合を惹き起こさせる可能性があり大いに期待している……………

とある。この記述の出典として、820頁のNotes欄に、

p.375. Hagiwara lecture : quoted in "Concerning uranium. Tonizo Laboratory. April 43."

Document copy and translation in the private collection of P. Wayne Reagan, Kansas City, Mo.

とあり、水爆の本^(r2)では246-247頁に、

爆発的な核分裂連鎖反応は水素をヘリウムに融合させるのに十分なエネルギーを作り核分裂より遙かに大きな核爆発をおこすことができることに気付いた記録上の最初の科学者が Hagiwara である……………

と書き、624頁に、原爆の本で示した出典と同じ出典を示している。

2-2. 黒田和夫の報告とその出典

今中からの資料によると、RHODES は執筆に用いた資料を1995年に広島原爆資料館に寄贈していた。その中に、1989年4月に Gaithersburg, MD. で開催されたシンポジウム^{(20),(r9)}にて黒田が報告した "The Early Japanese Program"^(r9-1)の写しが「Rhodes 資料No.322」として含まれている。黒田は萩原に関して以下のように記述している、

THE EARLY JAPANESE PROGRAM : 1939 - 1941

Soon after the initial excitement of the news from Germany subsided in January 1939, investigators in Japan reacted quickly. In a manuscript submitted to the Review of Physical Chemistry of Japan in October 1939, Tokutaro Hagiwara¹¹ at the Nuclear Research Laboratory, Department of Physics of the Kyoto Imperial University, reported that the average number of neutrons emitted by uranium per fission to be

$$\nu = 2.6 \quad \dots\dots\dots (1)$$

……………

It is also highly significant that in May 1941, Hagiwara¹⁵ gave a lecture at the Japanese Imperial Navy Department in which he suggested the use of 235U chain reaction as a detonator for the thermonuclear device.

(ref.11) T. Hagiwara, Liberation of neutrons in the nuclear explosion of uranium irradiated by ther-

mal neutrons, The Review of Physical Chemistry of Japan 13, 145 (1939).

(ref.15) T. Hagiwara, Quoted in an Imperial Japanese Army Document entitled "Concerning Uranium", dated April 1943.

.....

黒田は (ref.11) で萩原の「論文」(3-2. 論文リストの(12))を、(ref.15) で陸軍の記録「ウランに就て」を引用している。

萩原水爆原理発案説を最初に公表したのは黒田だと言う風聞に対して黒田は、WARF への私信で「1986年の RHODES の原爆の本より先に萩原を水爆原理発案第一号の人物だと言ってはいない、1989年のシンポジウムで初めて取り上げた、1988年10月10-12日に Las Vegas に来た SEGRÉ と萩原水爆発案説について話合った」と書いている⁽²¹⁾。

2-3. 陸軍東二造研究所の記録

RHODES が根拠とした資料「Tonizo Lab. の記録」と、黒田が引用している「陸軍の記録」とは、それぞれ表現が違うが、陸軍東二造研究所の記録「ウラン(U)に就て」だと認定できる。資料の所有者であり翻訳者 REAGAN と黒田との接点は判らない。

読売新聞の記事⁽¹⁶⁾には「旧陸軍の機密文書」とあるが、この文書には「秘」という文字は無い⁽⁹⁻¹⁾。

「記録」の4頁から RHODES と黒田が取り上げたのは、

チ、 若し、万一この U235 が相当量製造することが出来、之と適当濃度水素との混合物の或る適当の大きさの容積が実現さるる暁には U235 は有用なる起爆裂性物質として其の可能性を多分に有するものと期待せらる

この文中の「U235と適当濃度水素との混合物」と「起爆裂性物質」との文言である。

後日見つけた第二海軍火薬廠の講義録冊子では、「起爆裂性物質は「超」爆裂性物質となっている。萩原の講義抄記以外の「記録」の内容は米国海軍の報告書、村田訳の STETTINBACHER の論文⁽¹⁰⁾「アメリカ」の超爆裂「U-235」の記述⁽²²⁾、⁽¹¹⁾、及び FLÜGGE の論文⁽¹²⁾の抜粋に、筆記者が知るところを加えている。理研仁科研における取組と担当者についての記述は混乱している。記述から当時の陸軍の一部が原爆開発に取組んでいた状況とウラン核分裂に対する認識度の一端が推測できるので、4.4. 東二造記録からみた陸軍の「原爆」開発の項にて論じる。

2-4. 陸軍の「講義」抄記と海軍の印刷冊子「講義録」との対比

陸軍東二造研究所の記録⁽⁷⁾を「陸」、海軍での講義録印刷冊子⁽⁸⁾を「海」と略記する。講義では当時までに得られている原子核、特に放射性元素に関する広範な知識が詳しく述べられている。

「陸」の「イ」は「海」からの忠実な抄記である。

「ロ」も同じだが「海」で説明している「ウランは核分裂して 54Xe と 38Sr になりその質量差が放出エネルギーとなる計算の具体例」を省いている。萩原は核分裂を爆裂とも表現している⁽²³⁾。この爆裂という表現が読者を混乱させた。「陸」ではこの表現の初出の記述を省いたので、爆裂が核分裂を指すのか本来の爆裂なのか分からなくなっている。次に、「陸」では元素の変換、同位元素、放射能の発見、Po の α を Be に衝ると発生する BOTHE 線を中性子と同定した CHADWICK の話、中性子による誘導放射能、人工放射性同位元素による核化学などの説明を全て省いた。「海」の7頁で萩原は質量が消滅しエネルギーに変換することを物質 Anihilation と言ひ核分裂からの放出エネルギーを説明しているが、スベルは Annihilation はである。

「ハ」、「ニ」、「ホ」は「海」からの忠実な抄記で核分裂とウランについて当時の一般的知識の説明である。「陸」の筆記者は自然崩壊と核分裂との機構の違いを認識していなかったと思われる記述がある。

「へ」の爆裂機構は核分裂機構のことで分裂と書き改め核分裂が連鎖的に起こる可能性を説明している。「海」では核分裂からの放出中性子の速度を遅くできこれらの緩中性子が全反応系に連鎖的に核分裂を継続させればウラン全部が爆裂すると言っている。更に連鎖反応を可能にするには放出中性子数と中性子のエネルギー減衰との関係でウランの空間的分布には工夫が必要と言っているが、この重要な記述を「陸」では省いた。「海」では金属ウラン以外では核分裂連鎖は起こらぬと述べ、ウラン同位元素 ^{235}U が緩中性子により核分裂するとした BOHR の説を述べているが「陸」はこの記述も省いた。「陸」は核分裂に関する物理学上の重要な事項の記述を殆ど省いている。

「ト」での記述は「海」で核分裂連鎖を爆裂的連鎖分裂と言い換えていることを受けて核分裂連鎖即爆裂と認識したのか、言葉の言い換えなのか不明である。爆裂させる具体的方法に言及していない。 ^{235}U のみが爆裂的連鎖分裂をすると書き大規模分離が重要だと強調している。

「チ」は講義の結語であって「海」と殆ど同文である。講演などでは話の結びとして初めに使った表題などの文言を再び出して終わるのが一般的である。萩原もこの慣習に従った。「海」では将にそのように書かれている。「陸」は不用意に「起」爆裂性物質と書いてしまった。書き写しに専念し、記録の校正はしなかったらしい。続く文言は「海」で中性子の金属ウラン中の平均自由行路が数 cm、核分裂連鎖維持に水で中性子減速に使へば大きな容積となる等と説明したので、分離された ^{235}U の金属片を水と混合し、水の水素量が適量なら核分裂連鎖が全体におよび爆裂する可能性がある、と言ったと解釈できる。萩原は言葉足らずの結語で、反応時間には触れず爆裂原理を述べたに過ぎない。

「リ」も「海」と同文でウランの混合形態について追加の話をしている。萩原は印刷後に自分の冊子には窒化物の「窒化」を消し「ハロゲン化」と記入している。

2-5. 結論

記録「ウラン(U)ニ就テ」中の萩原の講義部分は第二海軍火薬廠の印刷冊子「講義録」から記述者が抜粋した文章で、重要な部分が省かれ簡潔過ぎる要約である。講義の結語は萩原自身の言葉であるが内容は不明確である。前段の論旨から、当面の最大関心事は核分裂連鎖反応維持の手段でそれが可能であると述べたと解釈できる。当時、萩原を含め日本の原子核研究者は一定量の $\text{U}235$ 全体を遅い中性子で核分裂連鎖を起させると爆発すると理解していたようである。

講義の題は「 $\text{U}235$ は超爆裂性物質」で、 $\text{U}235$ を強爆薬とも記している。しかし、熱核融合と言う言葉は記録には全く書かれていない。海軍での講義でも萩原は言及していない。

「起爆裂性物質」と言う表現は大変奇異であるから、漢字の一文字「起」が「超」の書き間違いだと直ちに認識できないとしても疑わしい表現だとすべきである。そして、熱核融合と言う記述はないから ^{235}U の核分裂を起爆として水素核融合反応を起こすと言う話への展開はできるとは思えない。

しかし、翻訳者は核分裂を起爆とする熱核融合生成という話に仕立てた。黒田は RHODES の記述を踏襲し、さらに熱核反応装置という言葉まで創作した。いずれも、水爆実現後の知識により萩原が言ってもいない事にまで拡張したと言わざるをえない。

萩原の書齋で見つかった海軍火薬廠での講義録印刷冊子に「起」爆裂性物質ではなく「超」爆裂性物質と書かれていた。萩原は原爆実現の可能性を言ったのであって水爆原理を示唆したのではないことが明確になり、RHODESと黒田が萩原を水爆原理発案第一号にしたことは、完全に否定された。

3. 研究者萩原篤太郎

広島大学理学部長牟田泰三⁽¹⁰⁾より送付された萩原の履歴、論文リストと参考資料を小沢⁽¹⁷⁾が入手した資料にて追加修正して以下に示す。

3-1. 履歴記録

明治30年(1897年)8月7日名古屋市生 一 昭和46年(1971年)9月24日京都市没 (74才)

大正 8 (1919) 年 7月 2日	第三高等学校大学予科第二部乙類 卒業
大正11 (1922) 年 3月25日	京都帝国大学理学部化学専攻 卒業
大正11 (1922) 年 3月31日	京都帝国大学理学部 物理化学研究嘱託
大正13 (1924) 年 4月 1日	京都高等工芸学校 講師嘱託
大正14 (1925) 年 3月16日	旭絹織株式会社、大津市膳所 入社
昭和 8 (1933) 年12月19日	旭ベンベルグ絹糸株式会社 (社名改名) 研究部長職で退社
昭和11 (1936) 年 1月31日	京都帝国大学理学部 講師嘱託 化学研究所 研究嘱託
昭和18 (1943) 年11月27日	助教授
昭和22 (1947) 年 7月31日	化学研究所勤務
昭和23 (1948) 年12月24日	広島文理科大学 教授
昭和25 (1950) 年 4月10日	滋賀大学学芸学部 教授 併任
昭和28 (1953) 年 4月 1日	広島大学 教授 広島文理科大学 教授併任
昭和28 (1953) 年 4月30日	滋賀大学学芸学部 教授 併任解除
昭和36 (1961) 年 3月31日	停年により広島大学を退職
昭和19 (1944) 年10月19日	学位論文 理学博士

「ウラニウムの熱中性子照射に依る核分裂に伴う中性子放出に就て」

「広島文理科大学創立五十周年」及び「広島大学理学部化学教室創設五十周年記念誌」⁽⁶⁾の6頁及び166頁に、同文の以下のような記載がある。

柴田教授の後任として着任した萩原教授は京都大学の出身であったが、卒業時、日本に亡命中であった白系ロシア人ベーマルンについて膠質化学を専攻し、のちに京都大学の荒勝文策教授のもとで、中性子による化学反応などを研究した経歴の持主であった。広島に着任後は微弱放射能の検出、無機化合物の構造化学的研究などを企図したが、当時の困難な社会事情もあって、わずかにアルミナの水和物についての報文を発表したにとどまった。

(原文のまま)

3-2. 論文リスト

邦文は牟田よりの送付資料に記載されていた原文(人名は姓名をはっきりさせた)のままで、欧文は主に綾部広則⁽²⁴⁾が東大総合図書館にて調べた原著の表題である。さらに小沢により掘り起こされた論文を追加し、殆どの論文の共著者名と題目が確認できた。論文表題の文字、欧文の綴りは原著のままである。

(1) Tokutaro HAGIWARA: "Über den Übergang von Hydratwasser in Adsorptionswasser bei mechanischer Zerkleinerung von Kristallhydraten." 「結晶水和水の機械的分散化に伴う水と結晶水の吸着水への遷移に就て。」 *Japanese Journal of Chemistry* 2 No.1 (1923) 27-32.

(2) Tokutaro HAGIWARA: "Ueber den Uebergang von Hydratwasser in Adsorptionswasser bei mechanischer Zerkleinerung von Kristallhydraten." 「結晶水和水の機械的分散化に伴う水と結晶水の吸着水への遷移に就て。」 *Kolloid-Zeitschrift* 32 (1923) 154-156.

- (3) P. P. von WEIMARN und Tokutaro HAGIWARA: "Amorphielehre ist Irrtum." (Vorläufige Mitteilung) 「非晶性論は謬説なり。」(予報) *Kolloid-Zeitschr.* **38** (1926) 129-136.
- (4) P. P. von WEIMARN und Tokutaro HAGIWARA: "Amorphielehre ist Irrtum" 「非晶性論は謬説なり。」
Japanese Journal of Chemistry **3** No.1 (1926) 15-70.
- (5) T. HAGIWARA: "Quantitative Investigations on the Changes in Strength of Union with Water Exhibited by Hydrates with Crystallization Water when their Degree of Dispersity Is Changed by Mechanical Means." 「機械的方法に依る結晶水和物の分散度増加が水和物内に於ける結晶水の総合強度に及ぼす変化に関する定量的研究。」
J.Alexander Ed.: *Colloid Chemistry, Theoretical and Applied*. Vol.I, New York (1926) pp.647-658.
- (6) P. P. von WEIMARN und Tokutaro HAGIWARA: "Amorphielehre ist Irrtum." 「非晶性論は謬説なり。」
Kolloid-Chemische Beihefte **23** (1927) 400-427.
- (7) 萩原篤太郎: 「結晶水の結合状態に対する分散度の影響に就て。」『物理化学の進歩』 第二巻第一輯 (1928) 23-47.
- (8) 萩原篤太郎: 「"Beilby Layer" に就て。」『物理化学の進歩』 第十巻 六月刊 (1935) 197-212.
- (9) 萩原篤太郎: 「水及氷の構造と Hydrogen Bond に就て[I.]」『物理化学の進歩』 第十一巻 第一輯 (1937) 43-54.
- (10) 萩原篤太郎: 「水及氷の構造と Hydrogen Bond に就て[II.]」『物理化学の進歩』 第十一巻 第二輯 (1937) 121-135.
- (11) 萩原篤太郎: 「気体の電離に要するエネルギー。」『物理化学の進歩』 第十二巻 第二輯 (1938) 62-72.
- (12) Tokutaro HAGIWARA: "Liberation of Neutrons in the Nuclear Explosion of Uranium Irradiated by Thermal Neutrons." 「ウラニウムの熱中性子照射の核分裂に伴ふ高速度二次中性子の放出について。」 *Review of Physical Chemistry of Japan* **13** (1939)145-150.
- (13) Tokutaro HAGIWARA: "Liberation of Fast Neutrons in the Nuclear Explosion of Uranium Irradiated by Thermal Neutrons." 「ウラニウムの熱中性子照射の核分裂に伴ふ高速度二次中性子の放出について。」 *Memoirs of the College of Science, Kyoto Imperial University, Series A*, **23** (1940) 19-32.⁽²³⁾
- (14) 萩原篤太郎: 「安定同位元素及原子量表 (1939年末現在) Data Compiler T.Hagiwara; from *Physikalische Zeit.* 41 (1940).」『物理化学の進歩』 第十四巻 第二輯 (1940) 98-106.
- (15) 萩原篤太郎: 「人工放射性元素表 Data Compiler T.Hagiwara; from *Rev. Mod. Phys.* **12** (1940).」『物理化学の進歩』 第十四巻 第三輯 (1940) 143-155.
- (16) Tokutaro HAGIWARA and Eiji SUIITO: "The Slowing Down of Neutrons from (Ra + Be) in a Large Volume of Water." 「(Ra + Be)源より放出する中性子が大容量の水中に於ける遅緩について。」 *Proceedings of Imperial Academy of Japan* **16** No.10 (1940) 543-548.
- (17) 堀場信吉、萩原篤太郎: 「中性子と化学」『(学術研究会議編纂) 化学綜報』 第1輯 (1941) 25-66.
- (18) 萩原篤太郎: 「超爆裂性原子 "U235" に就て。」『二火廠雑報』 第三三号 (第二海軍火薬廠) 昭和十六年七月二十四日 (1941).
- (19) Tokutaro HAGIWARA, Shuji MORITA, and Saihei KOBAYASHI: "On the Measurement of the Radioactivity of Soils by a Geiger-Müller Counter." 「萩原篤太郎、森田修二、小林幸平: 計数管による土壤放射能の測定に就て。」
The Review of Physical Chemistry of Japan 『物理化学の進歩』 **17** (1943) 167 - 173.
- (20) 萩原篤太郎: 「ウラン核の自然分裂。」『物理化学の進歩』 第十七巻 第六輯 (1943) 143-144.
- (21) Tokutaro HAGIWARA and Tatsuo SAITO: "Proton Magnetic Resonance Absorption of Aluminum Hydroxides and of their Thermal Dehydration-Products." *Bulletin of the Chemical Society of Japan* **33** (1960) 1463-1464. (Short

Communications)

学会口頭発表

- (1) 萩原篤太郎、屋代雄三:「接触電位差測定による水素気相中に於けるニッケル表面の研究。」昭和16年(1941年)4月 於東大 日本化学会誌第六十二帙第五号 頁 456.
- (2) 萩原篤太郎、水渡英二:「中性子による過酸化水素溶液の分解に就て。」昭和16年(1941年)4月 於東大 日本化学会誌第六十二帙第五号 頁 456.
- (3) 萩原篤太郎、桑原良敏:「水和ゲル凍結効果の吟味に就て(第二報)水酸化アルミニウム・ゲルの自然老化とゲル生成初期の凍結効果に関するX-線の変態吟味。」日本化学会中国四国地方大会 昭和26年(1951年)10月.
- (4) 四手井綱彦、萩原篤太郎、矢野淑郎、下手龍夫:「アルミニウムの水和ハロゲン化物及水酸化物に於る陽子核磁気共鳴吸収について(I)。」日本物理学会 於東大 昭和28年(1953年)10月.
- (5) 萩原篤太郎、下手龍夫、末田俊彦:「広島被爆後の残存放射能について(1) 主として広島爆心地附近において昭和28年度なお残存する放射線の計数調査。」日本化学会中国四国支部広島地方大会 昭和28年(1953年)11月.
- (6) 四手井綱彦、萩原篤太郎、矢野淑郎、下手龍夫:「 $Mg(H_2O)_6Cl_2$ の核磁気共鳴吸収。」日本物理学会 於東北大 昭和29年(1954年)7月.
- (7) 萩原篤太郎、下手龍夫、四手井綱彦、矢野淑郎:「水酸化物或は水和酸化物の熱脱水遷移におけるプロトンの核磁気共鳴吸収について。」構造化学討論会 日本化学会近畿支部 日本物理学会 於阪大 昭和29年(1954年)10月.
- (8) 萩原篤太郎、斎藤龍夫、斎藤美智子:「煙草植物体内に於ける無機成分よりの天然放射能の計数測定(予報)。」昭和36年(1961年)4月 以降と思われる。(斎藤龍夫、私信)

3-3. 研究者萩原篤太郎

先に広大理五十周年記念誌にある萩原に関する記述を掲載したが小沢から送付された資料により、もう少し詳しく研究者萩原の行動を顕わす文言として以下のように書くのが妥当であろう。

柴田教授の後任として着任した萩原教授は京都大学理学部化学教室出身で卒業時、大幸勇吉教授のもとで亡命中であった白系ロシア人ヴェイマルン博士についてコロイド化学を専攻し、のち堀場信吉教授及物理学教室荒勝文策教授のもとで海軍省委託 F 号戦時研究に参画、熱中性子によるウラン核分裂に伴う中性子放出や化学反応の研究など核物理学分野にも携わった化学者であった。広島に着任後は無機化学講座を担当、核化学者として当時の困難な研究情勢にも拘わらず爆心地附近の残留放射能の測定や広島専売公社の葉煙草中に残存する放射性核種 40K の分布を測定した。更に戦前の研究テーマだった無機化合物コロイド化学の分野で構造化学的研究を企画、アルミナ水和酸化物の熱脱水転移を核磁気共鳴法により研究した。

敗戦時に戻るが、広島への原爆投下後、荒勝を中心とする調査団が逸早く広島へ調査に行った。その記録が刊行⁽¹³⁾されているが、萩原の名前は含まれていない。この記録に続いて米国のビキニ環礁水爆実験で被爆した第五福龍丸の調査報告が含まれている。この報告にも萩原の名前はない。

萩原は書齋には家人も手を付けることを許さなかったと息女滋子から聞いたと小沢は話している。滋子が探し出した書類の中に、昭和26年(1951年)3月20日毎日新聞社広島支局からの依頼原稿があった。科学者として人間が原爆を手にしたことへの強烈な悔悟と平和利用を祈念している短文で、その表題が「自責の譜」から「新しい炎の譜」に変えられている。小沢が入手した中国新聞昭和27年(1952年)11月1日夕刊の「郷土プロフェッサー列伝」に載った記事には、自らを老書生だとしいる謙虚で典型的な学者だとある。萩原は明治の余韻を漂わしていた自らに厳しい孤高の研究者だった。

4. 昭和16年(1941年)頃の日本における原子核物理学の研究状況

昭和16年(1941年)頃は原子核を最先端の研究対象とし理研、台北大(後に京大)と阪大ではコッククロフトワルトン式高電圧発生装置が既に稼働していた。重水素イオンを加速し標的重水素に衝突、D-D反応で発生する中性子を使い原子核による散乱実験等の研究が行なわれていた。ヴァンデグラーフ型高電圧装置は東大では稼働していて、東北大、阪大、九大で建設中であった。28インチのサイクロトロンは理研と阪大で稼働し実験が行なわれていた。後に阪大では改良のため解体した状態で敗戦を迎え、理研では仁科とローレンスとの友好の発展として60インチの大型が米国の好意で建設されたがビームが出たのは昭和19年(1944年)2月だった⁽²⁵⁾。

4-1. 京大荒勝研と萩原の研究

「昭和史の天皇」⁽²⁶⁾、^(r14)に京大荒勝研の状況が記述されている。荒勝、木村らの台北帝大時代は自由を謳歌し原子核物理学において先駆的実験研究を行っているという自負を持っていた。その気風は京大理学部へ戻っても継承され、化学の堀場信吉教授の協力を得て原子核物理学研究の強力な拠点となっていた。

各旧帝国大学は二十五年誌、五十年誌等を刊行し戦前戦中の研究事情を記述している^(r6)、^(r15)。

荒勝らは原子核研究の先頭にいるという自負から、HAHN-STRASSMANNの論文^(r16)が発表されるや逸早くウラン核分裂の際に放出される中性子数測定実験となった。萩原はこの実験に参加した。(Ra + Be)源からの中性子をパラフィンで減速し酸化ウラン微粉末に衝突してくる中性子を円筒形ボロン電離箱で計測し、ウラン核分裂当り2.6という値を得た^(r5)、^(r16-1)、^(r16-2)。WYNN-WILLIAMS-type リニアアンプ⁽²⁷⁾、^(r17)は荒勝が台北時代に製作し持ち帰った回路である。荒勝が話しているようにこの実験は原子核物理学への興味を中心にウラン核分裂連鎖反応とか原爆への応用は全く念頭に無かった⁽²⁶⁻¹⁾。この実験結果が萩原の単名で発表された⁽²⁶⁻²⁾。

中性子減速にパラフィンや重水を使うことは常識だった⁽²⁸⁾、^(r18)、^(r18-1)。荒勝らは台北帝大時代の1934年、既に重水の濃縮に成功し⁽²⁶⁻³⁾、70%及び90%に濃縮した重水をそれぞれ2ccずつ得ている^(r19)。

昭和15年(1940年)に堀場、荒勝の示唆により、低速中性子は特定原子核に対し衝突断面積が大きくなるので、これを利用すれば化学試薬の役目をするのではないかという考えのもとに、萩原は中性子源を大きな蒸留水槽に入れ、過酸化水素水を入れた円筒12本を中性子源から適当な距離に配置し、それぞれの円筒内の過酸化水素分解量を測定し、源からの距離による中性子減速を推定した(3-2. 論文リストの(16))。1941年には「中性子と化学」と題する総合報告を堀場信吉と共著で「化学綜報」に発表した。この報告でもウラン核分裂には言及していない。化学に関係する記述は僅かで、当時の中性子核物理学を詳細に解説している(3-2. 論文リストの(17))。

原爆製造や²³⁵Uの分離など荒勝が軍へ対応した経緯は、「荒勝先生覚え書き」⁽²⁶⁻¹⁾で述べている。戦争も末期に堀場を通して海軍から協力要請があった。荒勝は本気でウラン分離作業をするというより研究者を大

学内に留めることを意図しての参加で戦前から続けている原子核研究の方に大きく傾斜していた。それでもウランと核分裂に関する研究報告はしていた^{(29),(r20),(r30)}。

WARF は私信で「1941年では既に星のエネルギー源として核融合反応が議論されていたから原爆水爆とは別に熱核融合は原子核研究者間では既知の知識になっていた筈だ」と言ってきた⁽³⁰⁾。文献上では確かにその通りである^(r21)。「星内部の核反応」について荒勝研究室や堀場研究室ではどの程度の認識を持っていたのだろうか。

4-2. 萩原「論文」への付記と萩原の所属について

清水⁽⁵⁾の説明によると、堀場は萩原の助教授昇格を意図したが、博士号所持が条件の一つだった。京大理学部内規では、博士号申請には単名論文を必要とした。堀場は友人である荒勝と相談した。丁度、荒勝研ではウラン核分裂から放出される中性子数測定を計画していた。これに萩原を参加させ実験結果の報告を萩原の単名論文とした。

嵯峨根が論文に書いているように^(r17)、リニアアンプは製作も稼働も大変厄介な回路だった。製作者の荒勝、木村、植村らが中心となって扱ったことは間違いない事実だろう。「論文」の測定値には誤差が付けられていない。実験結果の中間発表的論文と言える。実験値を世界の学会へ逸早く示された荒勝研の功績は賞賛されるべきだろう。

「論文」で萩原は、所属を Nuclear Research Laboratory, Department of Physics と書いているから物理学者だと認定されて当然である。堀場研に所属する化学者であるにも拘わらず物理学教室としたのは、実験の全てが荒勝研の研究だったことを明らかにしておく意図であったと理解できる。謝辞において荒勝や堀場に感謝しているがこれら二人の所属には触れず、荒勝研の研究者らが協力した実験だったにも拘わらず彼等への直接の謝辞がないのは何故だろう。

4-3. 萩原の「講義」の資料

昭和16年(1941年)頃は研究者は欧米の文献で²³⁵U 分離や核分裂等に関する知識を得ていた。萩原も同様だった。更にウラン核分裂からの放出中性子数を測定し、(Ra + Be) 中性子の水による減速実験をしていたので、ウラン核分裂や連鎖反応について広範な知識を持っていたことは確かである。これらの知識と STETTbacher^(r10)、FLÜGGE^(r12) の論文等を材料にして講義をした。核分裂連鎖を継続させる手段や爆裂させる方法は判らなかったので原理的な話に止まっている。

4-4. 東二造記録からみた陸軍の「原爆」開発

日本の原爆開発の正史は無い。一般書には山本洋一⁽³¹⁾の「日本製原爆の真相」^(r22)、「昭和史の天皇」^(r14)と保阪正康「戦時秘話一原子爆弾完成を急げ」^(r23)などがある。保阪の記述は昭和17年(1942年)から始まっていて、幾つかの明らかな間違いがある。「昭和史の天皇」には原爆開発やウラン分離に関して理研と陸軍、京大と海軍との関係等が詳しい。RHODES も同じ内容を書いている^(r1-1)。山本は陸軍内部における状況を詳しく記述し参加科学者の態度への批判も書いている。

GROVES が書いているように日本の原爆開発を米国が完全に無視し得たのは、取組がマンハッタン計画とは比較にならない大きな差で計画性が無く小人数の規模だったからである^(r18-2)。「東二造の記録」が書かれたのが昭和18年(1943年)で、必要量のウラン入手もなく、軍自身が原爆開発をする必然性が欠如している。

山本は「ウラニウムの水中爆発」の章(54頁)で陸軍兵器行政本部から第八陸軍技術研究所にウラニウムを水中に入れると爆発することについて質問し(秘)公文書で内容の無い返答を貰ったと書いている^(r22)。東二造の記録筆記者も兵器行政本部の軍人同様、中性子減速についての認識が乏しく、水がエネルギー発生源と捉え「全く理解しえず」と書いている。恐らく陸軍の殆どの軍人は、ドイツ軍が重水の確保に走ったことの意味と情報には疎かだったようである^{(28),(r18-1),(r24),(r25)}。第八技研近松穰科長はウラン資源が無いから研究が完成しても実際の利用はできぬと言っている^(r22)。

昭和16年(1941年)頃までは陸軍では原爆製造の可能性や欧米での研究状況を帰国学者や国内の原子核研究者から聞くなどして勉強をしていた。海軍でも同じ状況だった。萩原の海軍での講義はその1例である。別件だが阪大の故浅田常三郎教授について調べていて見つかった資料に、浅田は戦前から海軍嘱託として毎月海外の学術論文を十数篇ずつ海軍で紹介していたとの記述^(r26)があった。

昭和19年(1944年)12月発行の「軍事と技術」という軍関係の雑誌に長岡半太郎は核分裂を兵器として使うには、資源、技術、時間いずれも問題が有り過ぎて開発は到底無理である、それより既知のものを応用する兵器開発に専心すべきだと述べている^(r27)。敗戦数カ月前のことである。

5. 謝辞

この論考は梶雅範氏から RHODES の著書にある萩原篤太郎氏に関する記述への疑問から萩原篤太郎氏についての調査を依頼されたことに始まる。このような端緒を与えられ、さらにこの論考に対し数々の貴重な意見を頂いた梶氏に感謝する。

清水榮京都大学名誉教授からは何回にも亘って快く提供された資料、荒勝研の論文、原爆及び水爆被爆調査報告書、長岡半太郎先生の論考等のコピー、と先生の記録や記憶による間接の情報がこの考究の根幹になっていてそれらが無ければこの考究が仕上がらなかったと言っても過言ではない。清水榮先生のご好意とご協力に深甚なる謝意を表したい。

今中哲二氏は東二造記録や広島大工学部岩谷和夫氏から入手された黒田和夫氏の報告等の写しを送付され、さらに本稿の内容について今中氏自身の調査に基づいた意見をもらった。WARF氏から読売新聞記事、黒田和夫氏の私信、等の貴重な資料の提供を受けた。著者はご両人の好意と協力に心から感謝する。

萩原氏の論文とその題目等の確認は、綾部広則氏に依頼し東大総合図書館にて作業をしてもらった。氏の好意と努力に深く感謝する。

久保添忠嘉氏には東二造研究所について調査を依頼し、同時に当時の東京陸軍造兵廠の作業内容、旧陸海軍での文書処理の実態等についての調査を頼み、STETTbacher の論文コピーを入手してもらった。さらに旧陸海軍に関する種々の事項を教えてもらった。その好意と労に厚く感謝する。

読売新聞社科学部北村行孝氏からは多くの資料の提供を受け、この論考をより完全にできた。氏の好意に感謝する。

著者の依頼を快く受けて頂いた小沢国夫氏の好意と惜しまぬ努力で研究者萩原の全貌が整えられた。この論考への最大の支援は萩原滋子氏が尊父の書斎にて海軍での講義録の印刷冊子を探し出されたことである。ご両人から受けた多くの暖かい支援に深く感謝する。萩原恒子未亡人ご存命中にこの考究が仕上がらず1999年9月に他界された。心からご冥福をお祈りする。

この論考を発表するにあたり年報『科学・技術・社会』主宰、松本三和夫東京大学教授に特別の配慮と援助を受けたことを厚く感謝する。

6. 註と文献

追記 この論考の概要部分を WARF がまとめ The Bulletin of the Atomic Scientists, July/August 2000 の LETTERS に "Who came up with it first" と題して S. FUKUI, T. IMANAKA, J. C. WARF の連名で掲載した。WARF は RHODES に原稿を送った。彼から我々の検証結果に感謝し例の本の再版時に訂正するとの手紙が、さらに Bulletin の LETTER に対し事を糺したことを喜ぶとの手紙が送られて来た。

** 1946年阪大理・物理卒、専門は宇宙線及び高エネルギー粒子物理実験、名古屋大学名誉教授。

464-8602 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院理学研究科

FAX No. 052-789-2903

6-1. 註

(1) この記述に疑問を持った梶雅範⁽²⁾から1997年1月 Tokutaro HAGIWARA について調べて欲しいと依頼されたのがこの論考を書く動機であった。

(2) 梶 雅範 KAJI Masanori: 1979年東工大理・化学卒、東工大大学院社会理工学研究科経営工学専攻助教授。専門は科学史。HISAP-96⁽³⁾に日本より出席した一人。以後福井とは科学史に関係して交流している。

(3) HISAP-96 は1996年5月14-18日の間、ロシアのDUBNA にて開催された国際シンポジウム "Science and Society: History of the Soviet Atomic Project ('40s - '50s)". 旧ソ連での原子炉、原爆、水爆開発に関与した学者が多数参加し各自口頭発表した。これらの研究者は高齢なのでこのような会合での発言は最初にして最後と思われる。Proceedings は1998年に刊行されたが諸般の事情により国外への発送が遅れている。

(4) 久寿米木 朝雄 KUSUMEGI Asao: 1949年京大理・物理卒、東大原子核研究所及び高エネルギー物理学研究所にて福井との研究仲間。1993年高エネルギー物理学研究所定年退官。1999年1月没。

小亀 淳 KOKAME Jun: 1947年京大理・物理卒、東大原子核研究所に所属。福井との研究仲間。1985年東大原子核研究所定年退官。

(5) 清水 榮 SHIMIZU Sakae: 1940年京大理・物理卒、専門は実験原子核・原子物理学、京都大学名誉教授、ハンガリー科学アカデミー名誉会員。京都市在住。1997年7月3日久保添⁽⁹⁾と共に訪問し、記憶を辿って数々の話を聞き幾つかの資料の提供を受け、その後も多くの資料が送られて来た。

(6) 彦坂忠義の学位論文にまつわるエピソードは6-2. 文献リストの(r2)に記述されている。

読売新聞社刊行のシリーズ本^(r28)の312-321頁に北村行孝⁽¹⁵⁾が「早過ぎた原子核理論、悲運の物理学者・彦坂忠義 「殻模型」説、時流に埋没」という題で一般向けの読み物として書いている。

(7) 日本原子力学会では1992年に彦坂論文について詳細な再評価をした^(r4)。

(8) ウランは日本語元素名、ドイツ語Uran、ロシア語уран、英語、仏語uranium、イタリア語uranio。

(9) 久保添 忠嘉 KUBOZOE Tadayosi: 福井と第七高等学校造士館同期、1943年9月卒、1946年京大理・物理卒、堀場信吉教授の子息、雅夫は京大物理同級、1990年防衛大定年退官、同大名誉教授。

(9-1) 久保添の調べでは、旧陸軍の公文書は発信者の姓名と職名所属部署が書かれその部署の公印が押されることになっている。「陸軍東二造研究所の記録」にはこれらが全て欠落しているため、正式文書として作成する前のメモ書きと思われると伝えてきた。

(10) 資料等の依頼先は、牟田 泰三 MUTA Taizo: 1960年九大理・物理卒、広島大学理学部物理学科、理学部長。

(11) WARF, James C.: Professor Emeritus of Chemistry, University of Southern California, Los Angeles, CA 90089-1062, USA. 黒田和夫⁽¹³⁾と親交があり黒田より萩原に関係する多くの資料を入手している。それらの内の幾つかは福井へ送られた来た。WARF は数カ国語に堪能で日本語は元ジャーナリストのKyoko(京子)夫人の助けをかりている。今中哲二より資料の交換と交流を勧められ、1997年から文通している。

- (12) 今中 哲二 IMANAKA Tetsuji: 1973年阪大工卒、1976年東工大大学院原子核工学専攻修了、京都大学原子炉実験所 590-0494 大阪府泉南郡熊取町野田、原子炉安全管理研究部門所属、専門は原子力工学。
- (13) 黒田 和夫 KURODA, Paul Kazuo: 1939年東大理・化学科卒、故木村健二郎(東大化学教授)の弟子、1949年渡米、専門は核宇宙化学・地球化学。Arkansas大名誉教授、Nevada大客員教授、Las Vegas環境研究所員、日本地球化学会名誉会員。アフリカのオクロ・ウラン鉱山で天然に原子炉内と同じ核反応が起こり超ウラン元素が作られた痕跡を見つけた。

"On the Nuclear Physical Stability of the Uranium Minerals" J.Chem.Phys. 25 (1956) L. 781 - 782.

"The Origin of the Chemical Elements and the Oklo Phenomenon" Springer-Verlag, Berlin, 1982.

(14) 「陸軍」と印刷された用紙に手書きした文書。始めの部分に萩原が海軍で行った『講義録』の抄記がある。Tonizo Lab. は東二造研究所で東京第二造兵廠研究所の略称。久保添によれば、東京第二造兵廠では主として火薬の研究と生産をしていた。ここが扱っている爆薬の一つとしてウラン爆弾が取り上げられた。第一造兵廠では大砲、鉄砲等の砲弾と通信機器の開発と生産をしていた。

(15) 北村 行孝 KITAMURA Yukitaka: 現在は読売新聞社論説委員会委員。科学史関係で交流し多種の資料の送付を受けている。

(16) 読売新聞、昭和58年(1983年)8月13日(土曜日)夕刊の「イブニングすべしゃる」欄で"38年ぶり旧陸軍機密文書、原爆開発の内幕生々しく"とあり、陸軍東二造研究所の記録「ウラン(U)ニ就テ」の第一ページの写真を載せ、ニューヨーク支局本池滋夫記者(当時)が黒田と面談し「記録」が黒田へ手渡った経緯を詳しく書いている。

(17) 小沢 国夫 OZAWA Kunio: 1953年京大理物理化学卒、1958年博士号、京都府大助教授後、1961年-1986年日本原子力研究所物理部主任研究員原子分子物理研究室長、1986年-1992年日立エネルギー研究所研究主管、同所退職。水戸市在住。

(18) 萩原 滋子 HAGIWARA Shigeko: 京都府立桂女専卒、京都府大生活科学部講師停年退職。篤太郎氏の未亡人恒子と住まっておられた。恒子氏は平成11年(1999年)9月27日逝去(92才)。京都市在住。

(19) 3-2. 論文リストの(18)で、その表題「超爆裂性原子²³⁵Uに就て」について萩原は、村田勉少佐がSTETTINBACHERの論文⁽¹⁰⁾を翻訳し火薬雑報冊子⁽¹¹⁾となっていたから火薬廠の軍人達が読んでいるものとしてこの表題を借用したと書いている。これらの印刷物は敗戦直後焼却されたようで防衛庁史料室には無かったのだと思われる。久保添によればこの冊子は「普」級で、旧海軍の報告は軍極秘、極秘、秘、普の四つがあり、普の場合は判任官以上、手の空いている将校が聴いたようで、この冊子の序を見る限り海軍省からの公式依頼ではないとのこと。

(20) シンポジウム "50 Years with Nuclear Fission." は1989年4月Gaithersburg (Washington, DCの北北西約70マイルにある街)で開催された。清水榮は期日に遅れシンポジウムは終わっていた。

(21) 黒田は手書きの手紙をWARFに送っている。KURODA, P. K.: Private Communication to WARF, J. C., Dated on June 27, 1997.

(22) 村田が翻訳したことは『昭和史の天皇』207頁に千藤三千造の話として記述されている。

(23) 3-2. 論文リストの(12)は(13)の予報で実験方法等の詳細は(13)の論文に記述されている。これらの論文の表題を萩原は日本語で核分裂、英語で nuclear explosion と書き、「講義」では核爆裂と言っている。この核爆裂という表現が本来の意味と混同され、解釈に混乱を起こした。英語表現では核分裂研究の初期、fissionの他に cleavage, division, splitting が使われ萩原と同じように v. HALBAN et al.⁽¹⁶⁻¹⁾は explosion と書いている。やがて英語では fission が統一的な表現となった。

- (24) 綾部 広則 AYABE Hironori: 1993年九大理・化学卒、東京大学大学院・総合文化研究科国際社会科学専攻、1998年博士課程満了、同専攻助手、科学史専攻。HISAP-96に日本より出席した一人。
- (25) これらのサイクロトロンは1940年11月24日、米軍により一斉に破壊、海中投棄された。理研の2台、京大の1台、阪大の2台と米軍は記録した。阪大は1台の筈だが2台目があったことになった経緯については別途報告する。
- (26) 角川文庫の『昭和史の天皇』に京大荒勝研と理研仁科研が原爆開発を含む戦時研究に取り組んでいた状況が詳しく記述されている。梶によれば我が国にはこのような戦時研究の記録等に関する公文書は無く『昭和史の天皇』が最も信頼できる記録文書だとのこと。『日本科学技術史大系』第13巻「物理科学」^(r29)に戦時中の理研の状況を竹内証ノートを再現し詳細に記述している。
- (26-1) 244 - 259 頁。補遺「荒勝先生覚え書き」
- (26-2) 256 頁。この論文は、昭和十四年(1939年)十月六日付けの『レビュー・オブ・フィジカル・ケミストリー・オブ・ジャパン』誌〈巻十三、一四五号〉に萩原篤太郎氏の名前で発表されたが、実際の仕事は荒勝博士を中心とする研究員たちが行なった、と言う記述がある。
- (26-3) 252 頁。
- (27) 初段が Osram "D.E.V."三極真空管で全体で5段のオーディオアンプである。音響領域の雑音と高周波雑音の除去が難しく、特に音響雑音除去のため第1段の真空管を重い鉛板に取り付け、さらにゴムスポンジで振動を除去した。各真空管は独立に厚い鉄板で囲み、電源は蓄電池である。嵯峨根は製作困難で稼働には繊細な技術的取り扱いを必要としたと論文に書いている^(r17)。Osram "D.E.V."は当時の日本でも東京電気が製造していた。放射線による電離を電気パルスとして計測する回路技術は1926年に Greinacher が考案し、Ortner と Stetter、Caveらが発展させた^(r17)。
- (28) GROVES の著書^(r18) 187-189, 337 頁。オスロの西約75マイルにある Rjukan にノルウェーは水力発電所と電気化学工場 (Norsk Hydro) を建設し当時で世界最大量の重水を生産していた。独逸軍が此処を占領する前にジョリオ・キュリーは 160 立ほどの重水を入手していた。独逸軍の占領後、英米軍の攻撃によって大量の重水は捨てられ施設は破壊された。戦前の日本では高純度の重水は輸入に頼り昭和19年(1944年)中頃のこと福井は阪大菊池研究室に 2 ~ 3 cc の重水が入った注射液アンプルのような小さなガラス容器が貴重品戸棚の中にあつたのを記憶している。その価格は重量で金と同じだと聞かされていた^{(26-3),(r19)}。
- (29) 荒勝文策メモ: 3編の報告は手書きである。『昭和史の天皇』の259 頁に琵琶湖ホテルでの F 研究会の為にまとめたと書いている。論文の内容は計算メモ程度で荒勝らの F 研究に対する取組の真実度が推測される文言である。これらの論文について深井佑造が詳細に検討した^(r30)。
- (30) WARF は「萩原は講義で核融合には触れなかったが、太陽内では水素の熱核融合でヘリウムなる過程は当時既に確立されていたから核融合は十分に熟知されていた筈だ」と言っているが1941年頃はこうまで断言できる認識だったとは思えない。
- (31) 山本 洋一 YAMAMOTO Yoichi: 1907.10.10.生、1928年東京大学理学部鉱物学科卒、同大学院、1930年理研、1940年日本化成工業(現三菱化成)、1941年陸軍技術研究所、1942年陸軍技術少佐、第八陸軍技術研究所所員、1945年日本大学工学部、1974年定年退職、工学博士。

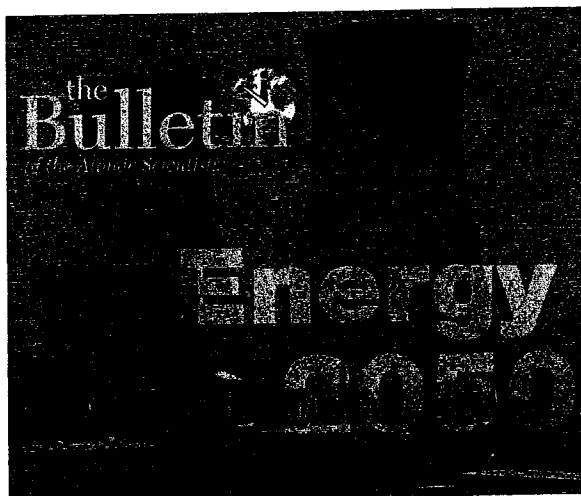
6-2. 文献リスト

- (r 1) RHODES, Richard: "THE MAKING OF THE ATOMIC BOMB - The Comprehensive History of the Bomb" Simon & Schuster, New York, 1986. p.375.
 (r 1-1) pp.327, 346, 457-459, 580-582, 612.

- (r 2) RHODES, Richard: "DARK SUN - The Making of the Hydrogen Bomb" Simon & Schuster, New York, 1995. p.246-247.
- (r 3) 福井 崇時:「彦坂忠義先生と殻模型と原子炉」『日本物理学会誌』 41 (1986) 765-768 頁。
- (r 4) 「核分裂連鎖反応制御50周年記念特集号」『日本原子力学会誌』 34 No.11(1992)付録。
住田 健二:「彦坂論文の復刻まで」 p.(後付1-2).
彦坂 忠義:「論文の復刻」 p.(後付3-11).
桂木 學:「彦坂論文の解説と意義」 p.(後付12-16).
- (r 5) Tokutaro HAGIWARA: "Liberation of Fast Neutrons in the Nuclear Explosion of Uranium Irradiated by Thermal Neutrons." 「ウラニウムの熱中性子照射の核分裂に伴ふ高速度二次中性子の放出について。」 *Memoirs of the College of Science, Kyoto Imperial University, Series A*, 23 (1940) 19-32. (3-2. 論文リストの(13)).
- (r 6) 『広島文理科大学創立五十周年』及び『広島大学理学部化学教室創設五十周年記念誌』: 昭和五十五年(1980年)十二月十二日印刷・発行 編集兼発行者 広島文理科大学創立五十周年記念事業会。
- (r 7) 「ウラン(U)ニ就テ」 東二造研究所 昭和十八年(1943年)四月。(記述者名のない手書き文書)。
- (r 8) 萩原篤太郎:「超爆裂性原子 "U235" に就て。」『二火廠雑報』第三三号 (第二海軍火薬廠) 昭和十六年(1941年)七月二十四日。(3-2. 論文リストの(18)).
- (r 9) BEHRENS, J. W.& CARISON, A. D. (Eds): *Proceedings of the Symposium on "50 Years with Nuclear Fission."* Vol.1, La Grange IL. American Nuclear Society, Inc. 1989. 478 p. at Gaithersburg, MD. 25-28 April 1989.
- (r 9-1) KURODA, P. K.: "The early Japanese program." pp. 60-68.
- (r 10) STETTbacher, Alfred: "Der Amerikanische Super-Sprengstoff "U-235"." *Nitrocellulose* Nr. 11 (1940) pp. 203-204.
- (r 11) 村田勉少佐訳:「「アメリカ」の超爆薬 "U-235"」『火廠雑報』第31号 (火火訳第25号)。
- (r 12) FLÜGGE, S.: "Kann der Energieinhalt der Atomkerne technische nutzbar gemacht werden ?" *Naturwissenschaften* 23/24 (1939) pp. 402-410.
- (r 13)
- (1) SHIMIZU, Sakae (Ed.): "*Hiroshima Atomic Bomb, August 1945 and Super-Hydrogen Bomb Test at Bikini Atoll in the Mid-Pacific, March 1954.*"
 - (2) Katsuhiko Yazaki, Kyoto Forum, July 1995.: "*The Radioactive Dust from The Nuclear Detonation*", Bulletin of the Institute for Chemical Research in Collaboration with The Radioisotope Research Committee, Kyoto University, Supplementary Issue, November, 1954.
- (r 14) 『昭和史の天皇一原爆投下』 読売新聞社編 角川文庫 昭和63年(1988年)11月15日発刊。
- (r 15) 例えば、『大阪大卒二十五年誌』 大阪大学 昭和31年(1956年)11月発行。
- (r 16) HAHN, Otto und STRASSMANN, F.: "Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle," *Die Naturwissenschaften* 27 Jan. 6 1939) pp. 11-15.
- (r 16-1) v. HALBAN, JUN., H., JOLIOT, F. and KOWARSKI, L.: "Liberation of Neutrons in the Nuclear Explosion of Uranium." *Nature* 143 March 18 (1939) L. pp. 470-471.
- (r 16-2) 核分裂当り放出される中性子数は多くの研究者による報告がある。幾つかを列挙しておく。
- (1) v. HALBAN, JUN., H., JOLIOT, F., and KOWARSKI, L.: "Number of Neutrons Liberated in the Nuclear Fission of Uranium." *Nature* 143 April 22 (1939) L. p. 680.

- (2) ANDERSON, H. L., BOOTH, E. T., DUNNING, J. R., FERMI, E., GLASOE, G. N., and SLACK, F. G.: "The Fission of Uranium." *Phys.Rev.* 55 (1939) L. pp. 511-512.
- (3) ANDERSON, H. L., FERMI, E. and HANSTEIN, H. B.: "Production of Neutrons in Uranium Bombarded by Neutrons." *Phys.Rev.* 55 (1939) L. pp. 797-798.
- (4) ANDERSON, H. L., FERMI, E. and SZILARD, Leo: "Neutron Production and Absorption in Uranium." *Phys.Rev.* 56 Augst 1 (1939) pp. 284-286.
- (5) ZINN, W. H. and SZILARD, Leo: "Emission of Neutrons by Uranium." *Phys.Rev.* 56 No.7, October 1 (1939) pp. 619-624.
- (6) SZILARD, Leo, and ZINN, Walter H.: "Instantaneous Emission of Fast Neutrons in the Interaction of Slow Neutrons with Uranium." *Phys.Rev.* 55 (1939) L. pp. 799-800.
- (r 17)
- (1) GREINACHER, H.: "Eine neue Methode zur Messung der Elementarstrahlen." *Zeitschrift für Physik* 36 (1926) pp.364-373.
- (2) ORTNER, Gustav und STETTER, Georg: "Über den elektrischen Nachweis einzelner Korpuskularstrahlen." *Zeitschrift für Physik* 54 (1929) pp.449-476.
- (3) WARD, F. A. B., WYNN-WILLIAMS, C. E., and CAVE, H. M.: "The Rate of Emmission of Alpha Particles from Radium." *Proc. Roy. Soc. London* A125 (1929) pp.713-730.
- (4) WYNN-WILLIAMS, C. E. and WARD, F. A. B.: "Valve Methods of Recording Single Alpha Particles in the presence of Powerful Ionising Radiations." *Proc. Roy. Soc. London* A131 (1931) pp. 391-409.
- (5) ARAKATSU, B., KIMURA, K., UEMURA, Y.: "The title has not yet been confirmed." *Momoirs of the Faculty of Science and Agriculture, Taihoku Imperial University* 8 (1936) pp. 75- ?.
- (6) KIMURA, Kiichi and UEMURA, Yoshiaki: "A Counting Instrument with Linear Amplifier." *Memoire of the College of Science, Kyoto Imperial University* A23 (1940-1941) pp. 1-7.
- (7) KIKUCHI, Seishi and AOKI, Hiroo: "A Note on the Counter of Wynn-Williams' Type." *Scientific Papers of the Institute of Physical and Chemical Research* 26 (1935) pp. 36-41.
- (8) SAGANE, Ryokichi: "Linear Amplifier of Wynn-Williams' Type." *ibid.* 27 (1935) pp. 93-98.
- (r 18) GROVES, Leslie M.: "Now It Can Be Told - The Story of the Manhattan Project" Da Capo Press (A Subsidiary of Plenum Publishing Corporation), New York (1983). Originally published: Harper, New York (1962).
- (r 18-1) 187-9, 231, 242, 337 頁。
- (r 18-2) 187 頁。
- (r 19)
- (1) OTA Tsuneyori: "Studies on Concentrating the Hydrogen Isotope H² by the Electrolysis of Water, Part I." *Memoirs of the Faculty of Science and Agriculture, Taihoku Imperial University, Formosa, Japan*, 10 No.3, Physics No.5 (1934) pp. 71-81.
- (2) OTA Tsuneyori: "Studies on Concentrating the Hydrogen Isotope H² by the Electrolysis of Water, Part II. The Production of Heavy Water and its Apparatus." *ibid.* 15 No.6, Physics No.6 (1935) pp.166-170.
- (r 20)
- (1) 荒勝研究室: 「U 核分裂の連鎖反応」。
- (2) 荒勝研究室 荒勝文策、花谷暉一: 「熱中性子ニ對スルウラニウム原子核分裂斷面積及ビ吸収斷面積ニツイテ」、昭和二十年(1945年)六月二十三日。

- (3) 荒勝研究室 荒勝文策、花谷暉一、木村毅一:「ウラニウム原子核ノ熱中性子捕獲(吸収並ニ核分裂ノ和) 斷面積ノ測定」昭和二十年(1945年)六月二十三日。
- (r 21) 星内部での核反応に関する文献(昭和16年(1941年)まで)を以下に示す。
- (1) v. WEIZSÄCKER, C. F.: "Über Elementumwandlungen im Innern der Sterne. I." *Physik.Zeitschr.* **38** (1937) pp. 176-191.
 - (2) v. WEIZSÄCKER, C. F.: "Über Elementumwandlungen im Innern der Sterne. II." *Physik.Zeitschr.* **39** (1938) pp. 633-646.
 - (3) GAMOW, G.: "Nuclear Energy Sources and Stellar Evolution." *Phys.Rev.* **53** April 1 (1938) pp. 595-604.
 - (4) GAMOW, G.: "Tracks of Stellar Evolution." *Phys.Rev.* **53** June 1 (1938) L. pp. 907-908.
 - (5) GAMOW, G., and TELLER, E.: "On the Neutron Core of Stars." *Phys.Rev.* **53** (1938) A. pp.929-930.
 - (6) GAMOW, G., and TELLER, E.: "The Rate of Selective Thermonuclear Reaction." *Phys.Rev.* **53** (1938) L. pp. 608-609.
 - (7) GAMOW, G.: "Tentative Theory of Novae." *Phys.Rev.* **54** (1938) L. p. 480 .
 - (8) LANDAU, L.: "Origin of Stellar Energy." *Nature* **141** Feb. 19 (1938) pp. 333-334.
 - (9) BETHE, H. A.: "Energy Production in Stars." *Phys.Rev.* **55** March 1 (1939) pp. 434-456.
 - (10) GAMOW, G., and TELLER, E.: "On the Origin of Great Nebulae." *Phys.Rev.* **55** April 1 (1939) pp.654-657.
 - (11) MARSHAK, R. E., and BETHE, H. A.: "The Energy Production in the Sun." *Phys.Rev.* **56** (1939) A. p. 210.
 - (12) BETHE, H. A.: "The Internal Temperature-Density Distribution in the Sun." *Phys.Rev.* **59** (1941) A. p. 467.
- (r 22) 山本 洋一:「日本製原爆の真相」 創造 東京 昭和51年(1976年)8月15日発行。
- (r 23) 保坂 正康 HOSAKA Masayasu: 「戦時秘話-原子爆弾完成を急げ」 『現代』5月号(1982年) 147-178 頁。講談社。
- (r 24) JONES, Vincent C.: "Manhattan, the Army and the Atomic Bomb" Center of Military History, United States Army, Washington, D. C., CMH Pub 11 - 10 (1985) pp. 23-24, 66.
- (r 25) S.A.ハウトスミット/山崎和夫、小沼通二訳:「ナチと原爆 - アルソス: 科学情報調査団の報告」海鳴社 東京 (1977年) 7頁。
- (r 26) 「故浅田常三郎先生の思い出集(1)」 1985年3月 浅田会 3頁 吉永 弘。
- (r 27) 長岡半太郎:「原子核分裂を兵器に利用する批判」 『軍事と技術』 12 (昭和19(1944)年12月12日) 1- 6 頁(軍事工業新聞発行)。山本が71頁にて取り上げ119頁以下に全文を再掲している(r22)。
- (r 28) 読売新聞社編:「20世紀どんな時代だったのか 思想・科学編」読売新聞社1999年10月7日発行。
- (r 29) 「日本科学技術史大系」編者 日本科学史学会 第一法規出版 東京 1964年。
- (r 30) 深井佑造 FUKAI Yuzo: 「旧海軍委託「F 研究」における臨界計算法の開発」 『技術文化論叢』 No.2 (1999年2月) 東京工業大学社会理工学研究科技術構造分析講座 発行。



Priority in the Concept of Hydrogen Bombs

Bulletin of the Atomic Scientists,
July/August 2000, page 5

Who came up with it first?

In his books *The Making of the Atomic Bomb* and *Dark Sun: The Making of the Hydrogen Bomb*, Richard Rhodes attributes the idea of using a uranium 235 fission bomb to trigger fusion in a hydrogen bomb to Tokutaro Hagiwara (1897–1971), a chemist at Kyoto Imperial University.

Shortly after Otto Hahn and Fritz Strassmann announced the fission of uranium 235 early in 1939 (co-discoverer Lise Meitner had been forced into exile), many investigations of fission were stimulated. An example was the research Hagiwara published in 1939 and 1940 describing the number of neutrons released per atom for each fission event; he also studied delayed neutrons.

During this research, Hagiwara cooperated with several others in Bun-saku Arakatsu's laboratory. In 1940 he devised an ingenious chemical method for counting neutrons. Hagiwara used hydrogen (as a constituent of paraffin and water) to slow down fast neutrons. Various scientists worldwide realized that nuclear bombs based on chain-reacting fission of uranium 235 were possible.

Hagiwara gave a lecture to the Imperial Navy's Second Arsenal on May 23, 1941; its title was "On the Super-Explosive Atom, U 235." This unclassified lecture was printed in the July 24, 1941, issue of the Arsenal's internal journal. An official of the army's Tonizo laboratory read the account and prepared a summary in hand-written kanji characters. This unofficial report, with the title "On Uranium (U)," became known as the Tonizo document; it was dated April 1943. It was the source available to Rhodes, whose copy and English translation came from a private collection.

The key sentence quoted in Rhodes's works is: "If by any chance U 235 could be manufactured in a large quantity and of proper concentration, U 235 has a great possibility of becoming useful as the initiating matter for a quantity of hydrogen."

Studying the Tonizo document in its entirety induced us to doubt whether the statement quoted is entirely correct. For example, there was no mention in the paper of expected terms such as fusion, or the resulting helium, or deuterium, although they were

known at the time of writing.

The remaining copies of the document were destroyed just before the occupation by U.S.-armed forces, but Hagiwara saved a copy in his home. In June 1999, Kunio Ozawa visited Hagiwara's daughter in Kyoto and was presented with a printed version of the lecture in its entirety. He made a copy available to us. Its title was "On the Super-Explosive Atom, U 235," identical with that of Hagiwara's lecture.

Comparing the sentence in the newly recovered paper to the one quoted above revealed a crucial difference. Two kanji characters in Japanese are closely similar in appearance but have very different meanings: "initiating" and "super." The flawed paper available to Rhodes had the character for "initiating"; the printed version contained the character for "super."

Keeping in mind that different translators of a given passage in Japanese produce somewhat different

English versions, we offer the following translation of Hagiwara's sentence: "If in some way it becomes possible to manufacture a fairly large amount of uranium 235 and mix it with suitably concentrated hydrogen on an appropriate scale, the uranium 235 is expected to have a high probability of causing a super explosion."

During 1940-41, the members of Britain's MAUD Committee (who were investigating the feasibility of the atom bomb), realized that a successful nuclear bomb must be based on chain-reaction fission by fast neutrons, as pointed out by Rudolf Peierls and Otto Frisch. This information was not widely known publicly, and many thought in those early times that a bomb would require a moderator, hence Hagiwara's reference to hydrogen.

We conclude that Hagiwara predicted a super explosion (a nuclear fission explosion, often described by the word super at the time) rather than an explosion that was being initi-

ated (a hydrogen bomb based on fusion, referred to in the United States as "the Super" more than a dozen years later).

The idea of using a fission bomb to trigger fusion of hydrogen did occur to Enrico Fermi and he discussed it with Edward Teller in September 1941.

When informed of the account related above, along with supporting evidence, Richard Rhodes responded that he was "fully persuaded" that it is correct.

Shuji Fukui
Professor Emeritus of Physics
Nagoya University, Japan

Tetsuji Imanaka
Instructor
Research Reactor Institute
Kyoto University, Osaka, Japan

James C. Warf
Professor Emeritus of Chemistry
University of Southern California

Richard Rhodes ∞ Ginger Rhodes

December 10, 1999

Dear Professor Warf:

My apologies for the delay in responding to your letter. I was just about to publish my seventeenth book, *Why They Kill*, about the cause of violent criminality, when it arrived, and since then I've been almost continuously traveling for book promotion.

But what a fine piece of detective work you've done! I'm grateful to you for clearing up a mystery. It did seem curious that Hagiwara had put two and two together before Fermi. I'm fully persuaded by your clarification and will use it, if I may (with appropriate credit) to correct *The Making of the Atomic Bomb* if and when I prepare a new edition.

It seems to have been a fairly common mistake to assume a bomb would need a moderator; fast fission is only efficient, as I understand it, with highly enriched uranium, which had not yet been separated in those early days. People were more familiar with ideas of neutron moderation, which of course functions to sneak neutrons past the U238 capture threshold.

Now that I've written this letter I see you have an email address. Mine is RhodesR@pantheon.yale.edu if you'd like to contact me further.

Best wishes for the New Year.

Sincerely,



Richard Rhodes

Professor James C. Warf
3930 Franklin Ave.
Los Angeles CA 90027-4624

10.vii.00

Richard Rhodes

Professor Wolf: I saw the letter
in Pub. atom. sci. Thanks for a
copy. I'm glad you straightened
the matter out. My best wishes
to you and to your Japanese col-
leagues.

Richard Rhodes