

NATIONAL INSTITUTE FOR FUSION SCIENCE

日本の核融合研究開発の経緯 1965～1986
関口忠氏インタビュー記録

An Archival Study on the Fusion Researches
in Japan from 1965 to 1986
An Interview with Sekiguchi Tadashi

西尾成子、植松英穂、大林治夫、川上一郎、高岩義信、竹田辰興、
寺嶋由之介、難波忠清、藤田順治、若谷誠宏、木村一枝
Nisio, S., Uematsu, E., Obayashi, H., Kawakami, I., Takaiwa, Y., Takeda, T.,
Terashima, Y., Namba, C., Fujita, J., Wakatani, M. and Kimura, K.

(Received - Dec. 5, 2001)

NIFS-MEMO-33

Dec. 2001

This report was prepared as a preprint of work performed as a collaboration research of the National Institute for Fusion Science (NIFS) of Japan. This document is intended for information only and for future publication in a journal after some rearrangements of its contents.

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to the Research Information Center, National Institute for Fusion Science, Oroshi-cho, Toki-shi, Gifu-ken 509-5292 Japan.

RESEARCH REPORT
NIFS-MEMO-33

日本の核融合研究開発の経緯 1965~1986 関口忠氏インタビュー記録

西尾成子^{a)}、植松英穂^{a)}、大林治夫^{b)}、川上一郎^{c)}、高岩義信^{d)}、竹田辰興^{e)}、
寺嶋由之介^{f)}、難波忠清、藤田順治^{g),h)}、若谷誠宏^{h)}、木村一枝

核融合科学研究所研究・企画情報センター、a) 日本大学理工学部、b) 核融合科学研
究所名誉教授、c) 日本大学名誉教授、d) 高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核
研究所、e) 電気通信大学電気通信学部、f) 名古屋大学名誉教授、g) 大同工業大学
工学部、h) 京都大学エネルギー科学研究科

要 旨

平成 11 年以来、我が国の核融合研究発展に関する資料を中心に、データベース作成を目標とする調査研究を続けてきた。これに関連して、インタビュー形式の調査が有効であると考え、その第 1 回として 2000 年 8 月に関口忠氏を核融合科学研究所に招いてインタビューによる調査研究を行った。テーマは、核融合計画的研究の立ち上げ期 (1965~76) および JT-60 の建設着手とその後 (1970~86) における核融合研究発展の経緯について、である。ここにその記録と関連資料とをまとめ報告する。

日本の核融合研究開発の経緯 1965~1986 関口忠氏インタビュー記録

西尾成子^{a)}、植松英穂^{a)}、大林治夫^{b)}、川上一郎^{c)}、高岩義信^{d)}、竹田辰興^{e)}、
寺嶋由之介^{f)}、難波忠清、藤田順治^{g),b)}、若谷誠宏^{h)}、木村一枝

核融合科学研究所研究・企画情報センター、a) 日本大学理工学部、b) 核融合科学研
究所名誉教授、c) 日本大学名誉教授、d) 高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核
研究所、e) 電気通信大学電気通信学部、f) 名古屋大学名誉教授、g) 大同工業大学
電子情報工学科、h) 京都大学エネルギー科学研究科

An Archival Study on the Fusion Researches in Japan from 1965 to 1986 An Interview with Sekiguchi Tadashi.

NISIO Sigeko^{a)}, UEMATSU Eisui^{a)}, OBAYASHI Haruo^{b)}, KAWAKAMI Itiro^{c)},
TAKAIWA Yoshinobu^{d)}, TAKEDA Tatsuoki^{e)}, TERASHIMA Yoshinosuke^{f)},
NAMBA Chusei, FUJITA Junji^{g),b)}, WAKATANI Masahiro^{h)}, KIMURA Kazue

Data and Planning Center, National Institute for Fusion Science, a) College of Science and
Technology, Nihon University, b) Professor Emeritus at NIFS, c) Professor Emeritus at Nihon
University, d) High Energy Accelerator Research Organization, Institute of Particle and
Nuclear Studies, e) The University of Electro-communications, f) Professor Emeritus at
Nagoya University, g) Daido Institute of Technology, h) Graduate School of Energy Science,
Kyoto University

Abstract

We here report an archival study undertaken by the method of an interview with Sekiguchi Tadashi, Professor Emeritus at the University of Tokyo. The theme covers the circumstances of the fusion research during the period (1965-1976) when fusion project was launched in Japan, and during the period (1970-1986) when JT-60 was initiated and subsequently developed. This interview was arranged as a part of the collaborative works organized with the Data and Planning Center of NIFS since 1999.

Keywords: nuclear fusion, archival study, fusion history

1. まえがき

我々は平成 11 年度より西尾成子を研究代表者とし「我が国の大学における核融合研究に関する資料調査研究」を研究課題とする共同研究を続けてきた（各年度の研究協力者氏名は本報告書末に記載する）。現在、核融合科学研究所に仮置されている核融合研究発展に関する資料、その多くは核融合研究の黎明期に活躍された先達の残されたものであるが、これらの資料を中心に、日本学術会議内、原子力委員会内、および文部省学術審議会内の核融合関係委員会、核融合国際交流などの関係資料について調査研究を行ってきた。

これまでわが国で行われた核融合研究の分野における資料調査研究には次のものがある。早川幸男による「我が国における初期の核融合研究に関する調査－資料目録」(1983)¹⁾、早川幸男・木村一枝「核融合研究事始め(1)、(2)、(3)」(1987)²⁾、西尾成子を代表者とする日本原子力研究所委託研究「核融合研究の歴史」(1995)³⁾、「核融合研究発展に関する情報収集及び調査」(1996)⁴⁾、「核融合研究発展に関する情報収集及び調査」(1997)⁵⁾。

我々の共同研究の具体的方法は、次のとおりである。i) 収集された資料を再調査して内容を確認し目録を完成することを目標として、データベースを作成すること。ii) 資料相互間の関連を明確にし、有機的に体系化するため、この分野の先輩に依頼し、インタビュー調査を活用する。

平成 12 年度には、関口忠氏を招き、わが国において核融合分野でのプロジェクト研究が計画された 1965 年以降 1985 年頃までの研究動向についてインタビュー調査を行った。同氏は学術会議において、核融合第 2 次将来計画小委員会委員長を務められて以来、計画研究の立ち上げ期から、その後の発展期を通し、一貫して核融合研究開発の進展に寄与され、その間の経緯に関し、正確かつ詳細な研究情報を提示される適切な Interviewee であると判断した。

インタビュー調査の成功の条件は、主題、Interviewee の人選、事前の準備とされる。今回は事前準備として、質問事項を関口氏に予め提示することとし、その役割は研究代表者西尾が担当し、核融合科学研究所及び日本大学理工学部にある研究資料を基に、研究協力者の意見も徴してとりまとめ[以下、西尾質問状と呼ぶ]提示した。

インタビューは平成 12 年 8 月 3 日、核融合科学研究所研究・企画情報センターにおいて実施された。関口氏は、西尾質問状に対して自ら周到な事前準備のうえに、回答メモを用意された。さらに、Interviewer に対しては、関連する資料の準備を要請された。聞き手多数となるインタビューであったが、その内容は極めて充実したものであり、文書資料のみでは理解しがたい時代状況、研究環境の雰囲気、研究者の姿勢などが、よくわかる臨場感あふれる語り口であった。

なお、西尾質問状と関口事前回答メモは、第 2 節、第 3 節に記載する。

文献

- 1) 早川幸男「わが国における初期の核融合研究に関する調査」科研費エネルギー特別研究（核融合）総合総括班報告（1983）。
- 2) 早川幸男、木村一枝：核融合研究事始め(1) 核融合研究 Vol.57, No.4 (1987) 201-214、同(2) 同 Vol.57, No.5 (1987) 271-279、同(3) 同 Vol.57, No.6 (1987) 364-378。
- 3) 日本原子力研究所委託調査研究「核融合研究の歴史－委託調査報告書」(1995 年 2 月、代表者日

本大学工学部西尾成子).

- 4) 日本原子力研究所委託調査研究「核融合研究発展に関する情報収集及び調査—委託調査報告書」
(1996年2月)(プラズマ・核融合学会、調査委員長西尾成子).
- 5) 日本原子力研究所委託調査研究「核融合研究発展に関する情報収集及び調査—委託
調査報告書」(1997年2月)(プラズマ・核融合学会、調査委員長西尾成子).

2. 西尾質問状

平成 12 年 7 月 14 日

関口忠先生

(一部省略)

先日お願いいたしましたように、次の 2 つの時期にしばって質問させていただきます：

- イ) 計画的研究(1965-1974 年) [山本賢三先生の「核融合の 40 年」¹⁾の区切りに従う] の立ち上げ時期において果たされた役割。
- ロ) JT-60 の着手、ナショナル・プロジェクトへの格上げの時期 (1970-1983)。

まず、イ) に関して

○プラズマ研究所設立後、日本のプラズマ・核融合研究の進展が思わしくなく、“霜降り” 論迄出た。その打開を計ったこと。方策討議は核融合特別委員会を中心に行われたがこの中で特に努力されたことは？

- 核融合特別委員会将来計画小委員会 (第 1 次、第 2 次)。嵯峨根先生の見通し。
- 原子力長期計画委員会核融合小委員会の設置 (設置されたときは長期計画専門部会核融合分科会) 核融合特別委員会から原子力委員会への働きかけについて。嵯峨根遼吉先生から駒形委員への書簡等
- 嵯峨根先生の“B 計画のお墨付き” の客観的証拠は？
- 原研を中心とする 3 研の拡充策。当初の見通し。
- 昭和 42 年原子力委員会核融合専門部会設置。

以上の経過において、日本学術会議の委員会と原子力委員会とのやりとりが重要であったと思います。核融合懇談会がありました。核融合懇談会が直接原子力委員会と交渉する訳には行きません。従って、核融合懇談会→日本学術会議→原子力委員会→科学技術庁の筋道が重要であったと思います。

ロ) に関しては以下の通りですが、いずれも現在の視点からの質問になりました。

- 臨界プラズマ試験装置の基本概念は何であったか。その推進者はどなたでしたか？山本先生の本によると、「JFT-3 の話が先ず出て、伏見先生、山本先生が原子力委員会に働き掛けられた。ついで、専門部会より懇談会の方がハイレベルでよいとの話になり、懇談会では井上五郎さんが中心になられた。この段階で話がしやすくなった。井上さんの下に大河、吉川から JET、TFTR を含む情報が届く。そして境界条件の見通しがついたのを見極めて、原研内部の森さん等が設計研究に着手した・・・」このように読み取りましたが、実際はどうでしたか。
- さらに山本先生の本によると、“核融合研究所” の話が出たが、時間が掛かるので原研中心の体制をつづけ、その代わりに、核融合会議が設置されたとあります。
- 用地について 155 頁には、“臨界プラズマ試験装置だけなら東海研究所設置も可能であるが、…実験炉まで見通すと、新たな用地が必要”、と書かれています。実験炉では核燃焼の実験は必須ですから、那珂サイトでは JET、TFTR 並みの実験が可能であったということになります。トリチウム分科

会やトリチウム生物影響分科会による検討を進めたにも拘らず、JT-60 で核燃焼実験をあきらめた理由を改めて問いたくなりました。本当はどうであったのでしょうか。

○プラズマ研の R 計画に関して地元交渉の難しさを経験していますから、本に書けないことがあるかも知れないと思いますが。

○ITER も那珂サイトで行えるのでしょうか。これは当事者に聞くべき質問ですが、今までの約束の有無が気になります。

○6 月 12~3 日開催の第 3 回核融合エネルギー連合講演会の招待講演において、有馬元文相科技庁長官は「また狼と言わないこと」²⁾と題し今後の指針について講演されました。‘今度の ITER は大丈夫でしょうね’と念を押されました。JT-60 は政財界の要人にどれぐらい期待を抱かせたのでしょうか？

○予算規模から、政財界のかなりの人々は核融合の実験可能性を期待したのではないのでしょうか。余談になりますが、有馬元文相・科技官の招待講演「また狼と言わないこと」を聞き、この心配が起りました。

○核融合開発基本問題検討分科会で最も苦心されたことは？

○ナショナル・プロジェクトの立ち上げと大学関係への配慮のバランス、およびその間の相互作用のあり方は、その後の学審の動きを経て、現在にまで（ITER と大学の関係等）なお尾を引いていると思います。

学術会議の役割とともに、特に大学側に本拠をもちつつ活躍されたキーパーソンとして、当時あつてはどこまで見通されていたのか、などの点も伺いたいところです。

以上でございます。

文献

- 1) 山本賢三：核融合の 40 年 - 日本が進めた巨大科学 - (株式会社 ERC,1997)
- 2) 有馬朗人：第 3 回核融合エネルギー連合講演会「21 世紀が求めるエネルギー」
(2000 年 6 月)、プラズマ・核融合学会誌第 77 巻第 1 号付録 9 頁

3. 関口事前回答メモ

2000-07; 関口 忠

2000-08-03(NIFS): 日本の核融合研究開発の経緯について

<西尾成子先生よりの質問事項に対する応答>

A. 計画的研究の立ち上げ頃(1965-1976)-----日本学術会議・核融合特別委員会(略称融特委) 嵯峨根遼吉委員長・第1および2次将来計画小委員会の頃の情勢と、取ったアクション:

---1961:プラズマ研発足から3~4年後頃の“霜降り”論から、“総合装置的アプローチ”による計画的(プロジェクト的)研究の開始(科技厅側)へ

---当時の関口の立場 = プラ研運営委員、核融合懇談会常任委員長、融特委委員-----第2次将来計画小委員会委員長

---当時の世界および国内情勢 = “アルツィモビッチの煉獄”時代;

’65 Ioffe,大河の(absolute & average) Min-Bの完全実証直前、
プラ研は理論、基礎実験、高温プラズマ発生の3分野、7部門、
各大学:小グループの“群雄割拠”;プラ研への風当たり!
他分野からの研究予算に関するヤッカミ!

-----文部省への要請;プラ研による、各大学への別枠研究費の設置、特別事業費の新設-----すべてうまく行かない!! 伏見所長の“霜降り”論!

-----融特委:’64現状分析作業¹⁾(吉村久光委員長);’64/8~’65/4第1次将来計画委²⁾(山本賢三委員長):各大学、プラ研、科技厅関係3研究所、産業界の全般に亘る基本構想;プラ研第2次計画および科技厅3研の将来計画は未定のまま残された。(これは、後で1975年以降の各大学の拡張計画に生かされた!)

-----第2次将来計画小委発足(’65/6)*;八方塞がり状態からの脱却には新構想、質的転換が必要だが暗中模索の状態!! ’65/9カラム研究所(英国)で第2回IAEA国際会議が予定(暫く開店休業を決め込む!)この会議で“高温プラズマの安定化制御”がいよいよ軌道に乗りにかけたことがほぼ明確化! いよいよ将来計画委の-----“行動開始”!(嵯峨根委員長と小委との可成り激しいやり取り!)

*委員長:関口、 *幹事:大西、杉浦、

*委員:板谷、伊藤(博)、森(茂)、長尾、岡本(耕)、佐藤(正知)、高山、内田、渡辺(健二)

*顧問:山本(賢)、吉村、早川、寺嶋、木原、宮本(悟)

-----それまでの“プラズマ物理主義”だけでは核融合達成は不可能!、「“点”から“線”への積み上げ努力;“総合装置的なアプローチ”が不可避!」を唱導!(「核融合・プラズマ研究白書」(速報 No.1³⁾;1965/12;通称“ピンク・パンフ”;No.2⁴⁾;1966/5) ’66/5~’66/9:核融合懇談会メンバーとの「地域別将来計画討議会」の開催[関西、名古屋、東北、関東の4

地区；小委の“巡業”——大西（日大）、杉浦（電総研）幹事の奮闘！]とアンケートの実施と3回の追加討論会の開催！（多くの疑問、批判、意見が出て、大いに“吊り上がった”！）

——結局、これらの討論の結果は、'66/10(実際に出版されたのは'67/4)：「プラズマ・核融合将来計画・第2次案」⁵⁾に纏められ公表された。その骨子は：

- (1) “総合装置的なアプローチ”によりプロジェクト的にすすめる事。
- (2) 建設する装置の候補として三つの型を提案、さらに煮詰める事。
- (3) 実施場所としては、技術開発、その他の条件を考慮して、それまで未定のまま残されていた科技庁側3研が妥当であり、早急に体制を整備すること、さらに将来適当な時点において、新しい「研究開発組織体」（いわゆる“新研”）を設立すべく、その準備を進める事。

の3点であった。

——色々な批判・意見が出たが、最も集中したのは、“総合装置的なアプローチ”によりプロジェクト的に進める事は時期尚早ではないか？それを、プラ研でなく、原子力予算で実施する必然性は？大学関係の基礎研究が圧迫されないか？新研の設立時期とそのイメージ、運営方法は？等であった。小委メンバーは大いに吊り上がり、苦慮したが、粘り強い小委の主張が次第に理解されるようになり、結局、「各大学およびプラ研の研究と相互に有機的連携を保ち、日本全体として調和のとれた発展をすること」を条件として、大局的には、核融合懇談会メンバーのコンセンサスが得られたと判断された。(ただし、“新研構想”なるものが少し強く出過ぎており、すぐにでも出来るという印象を与えたのではないかと気掛かりであった。“総合装置的なアプローチ”が本当に将来根づくよう、科技庁側3研の体制整備が先ず最優先と云うのが主要ポイントであったが、議論中にそれがエスカレートしてしまったというのが実感であった！)

——結局、学術会議・融特委・第2次将来計画小委が果たした役割は、第1次案で未定として残された、科技庁側の原子力予算による3研究所（原研、電総研、理研；後で金属材料技研が加わって4研となる）の将来計画を、日本全体の研究体制整備の一環として位置付けると云うことであった。

従って、プラ研を含む大学関係の将来計画第1次案の内容の煮詰めと具体化は次の第3次将来計画小委（宇尾委員長）に引き継がれる結果となった。

[これは、1975年以降の大学側の研究規模の拡大——ヘリオトロン、レーザー、筑波大、広島大等——に繋がった]。

——上記の経緯を経て、学術会議・融特委・第2次将来計画小委の内容・骨子は、その後、嵯峨根融特委委員長、伏見・山本先生、その他の当時の長老の先生方のご努力により、原子力委員会（駒形作次委員長代理）・原子力長期計画専門部会・核融合分科会⁶⁾（'66/10～'66/12）および核融合専門部会⁷⁾（'67/5～'68/5）等の答申に盛り込まれ、さらに'68/7に核融合が原子力委員会により、「原子力特定総合研究」に指定され、JFT-1(Hexapole)およびJFT-2トカマク（原研）、高ベータ・トラス（電総研）、理研のプラズマ生成・計測等の研究計画の実施へと進展した。なお、その運営組織として、「核融合研究運営会議」⁸⁾（'69/1～'75/6）および「核融合研究連絡会議」⁹⁾が設立され、実施された。

-----嵯峨根先生の“思い入れ”(?)；名大プラズマ研設立に先だつての[A-B論争]が、原子力委員会・核融合専門部会・同研究委員会と日本学術会議・核融合特別委員会('58/4~'60/7)の場で行われ、白熱した議論の後、結局、'59/8/3、前者の湯川秀樹部会長より(菊池正士原子力委員、伏見先生、嵯峨根委員との協議の結果)「やや大型の研究発足を目指す(B-)計画」に対する'60年度概算要求は行わないことの決断が出され、これが'61/4のプラズマ研の新設に繋がった。しかし、この時、嵯峨根先生は「プラズマ研が成長し、日本のプラズマ・核融合研究が実績を積み重ね、また世界の核融合研究の進展から、核融合の実現を目指す大型計画の発足が必要と判断される時点では、“B計画”に相当する研究の開始提案を尊重する」旨の基本構想を描き、それを各方面に説得されたと伺っている。これが、世に云う「お墨つき」であるが、これが公式の文書に残されているかは不明である。(森茂氏によれば)これは、概算要求上の大蔵省との非公式なメモの形ではなかったかとのこと！(嵯峨根先生ご自身が、森氏に、「お墨つきを貰ってあるよ!」と云われたと記憶している由。)

これが正確とすれば、上記の学術会議・融特委・第2次将来計画小委報告の内容・骨子は、将にその時期が到来したと判断されてもおかしくないと思われる。

B. JT-60の建設着手とその後(1970~1986)

-----臨界プラズマ試験装置(JT-60)の基本概念とそれに至る経緯

これは極めて明確に、ローソン図上で、「臨界プラズマ条件」に近いターゲット領域(具体的には、イオン温度：約6,000万~1億度、 n_e 値： $4 \times 10^{19} \sim 9 \times 10^{19} \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$ の矩形領域)を設定、それへの到達を目標(使命)とした。これは、「原子力委員会・核融合懇談会・技術分科会・幹事会」('73.6~'73.11;主査：関口；委員：安成弘(東大・工・原子力)、岡本(理研)、田丸(電総研)、森茂(原研)、吉川庄一(東大・理)、吉村(日大・理工)で策定されたもの。その当時、高温プラズマの比例則として四つ程が提示されていた[(a)新ボーム則、(b)捕捉粒子不安定則、(c)擬古典則、(d)実験則]が、プラズマ密度・温度・領域が余り違うので、どれが正確かは判断できない状況にあり、結局、プリンストン帰りの吉川庄一さんが、より“pessimisticな”上記(c)、(d)の比例則に基づいて提案したと記憶する(これには後日談があり、大分後になって、伊藤早苗現九大教授から、「あのターゲットは、どの様な経過を経て決められたのですか?」と問われて、うっかり冗談に「鉛筆なめなめ決めた!」と申して大いに叱られた!)

話が多少前後するが、前項最後に出てきた、原子力委による「原子力特定総合研究」が発足し、「核融合研究運営会議」('69/1~'75/6)および「核融合研究連絡会議」による科技厅3研の研究に対するsteeringが行われたが、その内容の主なものは：(1)計画予算の審議、(2)「核融合第1段階計画」の検討と決定、(3)体制・敷地問題、(4)国際会議・国際機関(IAEA等)を通して、また人物交流による核融合の世界的趨勢の把握、(5)次段階(第2段階)の予備的検討、(6)第1段階の研究のまとめと評価、(7)次段階(1975年頃開始と想定)に進む為に取り組むべき方策等であった。

当然のことながら核融合研究運営会議では、上記の(5)と(7)が頻繁に議題に上り、模索が続けられた。この頃は、大型トカマクの前段階であるPLT(米国：プリンストン大、PPL)、T-10(旧ソ連；クルチャトフ研)が既に動いており、更に次段階---大型トカマク：JET(現Culham;EU)及びTFTR(Princeton;米)の両計画の発足が決定直前という時期である。このような情勢の下で、日本の当時

の長老の先生方からの多くの唱導に加え、在米の大河千弘（米国,GA）および吉川庄一（当時、プリンストン、PPL 在籍）両氏からの情報注入もあり、吉川氏の岳父でもあられた当時の井上五郎原子力委員長代理が最終的に決意され、「核融合研究開発懇談会」*注記 および「同技術分科会」¹⁰⁾（'73.5～'74.7）の設置を決定、当時の学界、官界、電力界、産業界、ジャーナリズム等を網羅した委員構成であった。これが基になって、「第2段階核融合研究開発計画」が「原子力特別研究開発計画（国のプロジェクト）」として出発することとなり、原研の森茂氏が中心となって設計研究が開始された。

*注記：当時、「懇談会」と云う形式は、全く新しい国の計画を発足させる時に使われたものであり、「高速増殖炉(Monju)」の開発開始の際も同様であった。

-----新研設立問題

上記「懇談会報告書」¹¹⁾（'74.7）の中に、計画を効果的に推進するには新しい研究開発実施機関（仮称：「核融合研究所」）が必要と指摘されており、学術会議融特委や政官界まで含めて色々な議論があったが、当時新しい機関の新設は政治的に余り簡単ではなく、また時期尚早論や実行の困難性（研究者の移動・交流等制度の壁もあり、今程自由ではなかった！）等が指摘され、結局当面は原研を母体として実施することとした。（ただし、原研内に将来の新研設立に向けた準備態勢を整えることとされた。）

これらの動きを経て、原子力委員会は'75.7.31に「第2段階核融合研究開発基本計画」¹²⁾を策定、そのsteering組織として、「核融合会議」（委員14名；'75.11.11）を新設した。これら一連の動きは、学術会議・融研連にも報告・議論され、了承された。

-----用地問題とD-T燃焼問題

「臨界プラズマ試験装置」だけでなく、その次段階の「実験炉」までを見通すと、可成り広い新しい用地が必要と考えられた。そこで当初は、国有地であり、当時自衛隊が使用していた水戸海岸線の「水戸射爆場」が茨城県に返還予定であることから、これが第1候補とされ、色々な検討が行われた。茨城県は、「核融合安全問題懇談会」（宮本悟楼会長、田島英三副会長、秋田康一、関口忠、三好昭一、宮永一郎、柿本善也委員）を組織し、実験炉（熱出力100MW；トリチウム・インベントリ—約500g、年間補給量約500g）までの安全問題を検討した（'76.12.24報告書）。

その後、関口は詳細な経過は知らないが、向山地区（那珂町）、その他二カ所の候補が加わり、結局現那珂町に敷地が決まった。現在JT-60建家の北側に広い敷地があるのは実験炉建家用。（ついであるが、那珂研の民家との境界には放射線モニタリング・ポストが数カ所設けてあり、去年のJCO事故 --- 一番近いポストがJCOから約700mとか --- では、これが最初に中性子の発生を検出した。）

D-T燃焼については、核融合会議の下に「トリチウム分科会」¹³⁾（垣花秀武主査：'76.10～'77.7）および「トリチウム生物影響分科会」（田島弥太郎主査----遺伝研；'77.8～'78.4）を設けてその取り扱い方法について調査し、また核融合会議において何回かJT-60のD-T運転の可能性について議論したが、きめ細かく精力的に高温プラズマ研究を進めるには、出来るだけ装置そのものの「放射化問題」に煩わされない方が得策との判断であった。D-T燃焼における「点火(ignition)」（高エネルギー生成粒子による内部自動加熱）の研究には、中性子が発生しないD-He³運転（3.7MeVのHe⁴

と 14.7MeV の proton が生成される) による simulation も考えられるとした。学術会議融特委でも議論されたが、上記に賛成する意見が多かったと記憶する。

(近年行われた TFTR および JET による D-T 燃焼実験も、少量のトリチウム混入による熱出力 10MW 程度に過ぎない——これは政治的な demonstration の意味あいが強い！)

なお、日本としては、将来に備えて、トリチウム技術習熟の為、原研・東海研内にトリチウム・プロセス研究棟を新設し、同時に米国ロスアラモス研究所の TSTA (Tritium System Test Assembly; トリチウム inventory 約 100 g、循環量 1 kg/日) による日米共同実験を実施することとした (これらは成功裡に進行した)。

-----国内の ITER Site について

日本国内で現在、正式に ITER Site として立候補しているのは、茨城県・那珂町 (那珂研敷地内)、青森県・六ヶ所村および北海道・苫小牧の三カ所で、それぞれ知事が誘致を公表していると聴く。那珂研敷地は、既に前に述べたように、実験炉 (ITER はその位置付け) 敷地をも含むとされている。

-----また、経団連は公式に ITER の日本誘致を support していると聴く。

-----有馬前文部大臣の核融合連合講演会における発言の趣旨は判るが、現在再設計中の (縮小版)

ITER における重要な check-point の一つが安全性の問題であり、近く建設サイトがきまれば、その立地国による安全審査が改めて行われることになる。

-----「核融合開発基本問題検討分科会」('86/2 報告) について

ITER 国際共同設計活動が開始される直前の '85 末頃、核融合会議の下に表記の分科会 (主査：関口) が設置され、'86.2 に (中間) 報告書がだされた。これは、次いで設置・審議された「核融合次期大型装置分科会」 (主査：井上信幸) および「核融合炉工学技術分科会」 (主査：苫米地頭) の露払い的な役割のものであった。この頃は、JT-60、TFTR および JET の 3 大トカマクがそろそろ臨界条件を達成しようとしており、各グループ共次の実験炉級装置の計画が進められていて、現在の ITER の話も出かかっていた時期である。

一方、世界的には (特に日本の大学側では)、ステラレータ/ヘリオトロン、ミラー、逆磁場ピンチ、Compact-Tori、慣性核融合などの研究が進んでいる状況の下で、「実験炉級・次期大型装置」をどの様に位置付けるかが問題であった。

当時 (今でも)、トカマクは圧倒的に多くのデータを蓄積しており、定常運転化、自己点火、長時間 D-T 燃焼等の課題を抱えているが、(n_e-T) 図上では際立って急先鋒の形を取っている。従って、国のマイルストーンとしての「実験炉・次期大型装置」としては、トカマクを採用せざるを得ないと判断された。

なお、この装置については、土地の提供を元に、興味ある国の参加を呼びかけ、また実施組織としても、“国際研究所”とし、日本側は、原研、大学、国立試験研究機関、民間等からの出向とする等、従来の方法にこだわらない種々の工夫をすることが望ましいとした。

しかし、上記のトカマク以外の方式は、トカマクとは相補的な部分が多く、将来の実用炉で問題になるであろう経済性や社会受容性については、トカマクより優れた方式に成長する可能性も有り得る。従って、これらの方式については、当面トカマク並みのデータ・ベース蓄積を目指し、核融合に共通

な課題の解決や、トカマクの問題点を別の角度から解決することを目指すこととし、その判断は次次期の大型装置（原型炉級）の方式決定の際まで保留する。当面の非トカマク方式の具体的な検討・進め方については学術審議会の結論を尊重する。

-----ナショナル・プロジェクトと大学関係の配慮のバランス問題

原研、その他のこれまでの科技庁傘下の研究所におけるプロジェクト研究と、大学等における研究とは、本来そもそも性格が異なる。

即ち、前者は、国のエネルギーの将来のレパトリーを拓げる為に、その実用化に責任を持たされており、国の計画として厳重な監視の下に進められる。一方、後者は基本的には、飽くまで学術の進歩、新しい領域の展開が責務であると世の中の人々は見ている。研究者・技術者の養成まで含めて、これら両者間の連携・バランスを如何によく保持しながら進むかは恒に頭を悩ます問題である。核融合は今まで、いわゆる「二元行政」をうまく使って比較的スムーズに来たように思う。

間もなく始まる予定の省庁統合で、「文部科学省」になった時、これがどうなるかは大きな問題点として注視される。

以上

文献・資料

[] 内は、この共同研究において作成したデータベースの ID 番号を示す。

- 1) 日本学術会議核融合特別委員会「研究現状の客観的な分析と認識」
作業委員会「プラズマ・核融合研究の現状」中間報告（1965. 4.） [002-02]
- 2) 日本学術会議核融合特別委員会 核融合将来計画第1次案（1965. 4.） [002-07]
- 3) 日本学術会議核融合特別委員会 第2次将来計画小委員会
速報 No. 1「核融合・プラズマ研究白書」（1965. 12. ） [002-05]
- 4) 日本学術会議核融合特別委員会 第2次将来計画小委員会
速報 No. 2「核融合・プラズマ将来計画について」（1965. 12. ） [002-05]
- 5) 日本学術会議原子力特別委員会・核融合部会、核融合将来計画第2次案
（1966. 10.） [002-07]
- 6) 原子力委員会・原子力長期計画専門部会（1966. 10. ～12.） [002-09]
- 7) 原子力委員会「核融合専門部会」（1967. 5. ～1968. 5.） [002-12～19]
- 8) 原子力委員会・核融合研究運営会議（1967. 5. ～1968. 5.） [002-12～19]
- 9) 核融合研究連絡会議（1969～1974）編、
原子力特定総合研究「核融合研究開発成果報告書」（1975. 7.） [003-11, 12]
- 10) 原子力委員会・核融合研究開発懇談会、技術分科会報告（1973.11.30） [016-11]
- 11) 原子力委員会、核融合研究開発懇談会報告書（1974. 7. 26） [016-12]
- 12) 原子力委員会、核融合研究開発第1段階評価と第2段階策定（1975. 7. 31） [003-12]
- 13) 原子力委員会・核融合懇談会、トリチウム分科会報告書（1977. 7.） [016-19]

4. 関口忠氏インタビュー 「日本の核融合研究開発の経緯 1965-1986」

西尾先生が用意されました2枚の質問状を頂きまして、それに私がレスポンスするような形での回答をここに用意しました。これは質問の内容より少し詳しくなっています。前半は1965年から1975、6年までのスパンの話ですね。後半はもう一つの時期1970-1986年の話です。

A. 計画研究の立ち上げ頃 (1965-1976年)

日本学術会議・核融合特別委員会（嵯峨根遼吉委員長）第1次および第2次将来計画小委員会の頃の情勢と取ったアクション。

前に、西尾先生に原研、電総研、理研側の話をしました（1995年9月22日、学士会館）。従って今回は大学関係の話とと思っていましたが、西尾先生のご質問状を見ますと、日本学術会議の核融合関係の活動を中心に話しをせよということになります。日本学術会議の核融合関係の委員会の名称等は途中何度も変遷がありました。最初は核融合特別委員会からですね、一番最近は、確か、核科学研究連絡委員会の中の、核融合専門委員会という形に変わっていると思います。

核融合特別委員会の将来計画小委員会の活動は、大学関係と原研など科技庁関係とにかなりまたがっているんですね。日本学術会議というのは、文部省傘下とみなさんおっしゃるんですが、それは全然違いまして、あれは、正式に言うと、総理府なんですね。内閣総理大臣直轄の組織でありまして、原子力委員会もそうですし、宇宙開発委員会もそうです。従って、日本学術会議を含むこれらの諸機関の法政上の責任者は総理府の女房役である内閣官房長官なんです。あまりご存じないようなんですけど。ですから、日本学術会議は文部省じゃないんですよ。そういうことで、逆に言いますと、日本の中で科技庁と文部省が統合しますけれども（実際の統合は平成13年1月6日に行われた）、当時どちらにも並列にものが言えたのは、実は日本学術会議しかないんです。今までは、そうだったんです。そういう意味で、ニュートラル、中立的というか、どちらにも、偏しないということで、いろいろなアクティビティがあったのです。自主的に取り上げたいろんな問題もありましたが、そういう根拠からであります。

さて、質問状の1枚目の時期的始まりは、プラズマ研究所設立の1961年（昭和36年）その直後、3、4年くらいたった頃ですね。「プラズマ研究所設立後、日本のプラズマ、核融合研究の進展が思わしくなく、“霜降り”論まで出た。その打開を図ったこと、方策討議は核融合特別委員会を中心に行われたが、このなかで、特に努力されたことは？」・・・わたしが何をしたのか、という御質問ですね。

核融合特別委員会の中に将来計画小委員会というのが出来ました。当時は嵯峨根先生が委員長でした。嵯峨根遼吉先生というのは、皆さんご存知かと思いますが、長岡半太郎先生の一番下のお子さんです。何人お子さんがおられたのかよく知りません。嵯峨根先生は、東大の物理の教授でしたが、早くから（戦前）アメリカに行かれて、ローレンス先生が居たカリフォルニア大学バークレー校に滞在され、そこで加速器の分野で大いに活躍された。先生は物理の先生ですけども、真空工学を大い

におやりになったと聞いております。当時はまだ超高真空の技術はあまりなくて、加速器の中の超高真空をどうやって作ったらいいかというところで、非常に苦心なされた、という話を伺っています。その嵯峨根先生がアメリカ（戦後再度の出張）から帰ってこられて、原子力研究所の副理事長をやられていた時に核融合特別委員会の委員に就任された。先生は、昭和 44 年 4 月に学会議の原子力特別委員会核融合部会（核融合特別委員会の後身組織）の部会長のまま病気で亡くなりました。その時には日本原子力発電株式会社の副社長をやっておられたと思います。

核融合特別委員会で私は嵯峨根先生に、散々おこられたのですけれど、その嵯峨根先生がどんな見通しを持っておられたのか、という質問事項がありますが、結論から先に言ってしまうと、これは結果的にそうなったのですが、当時の日本大学理工学部の吉村久光先生が、「やっと日本でも核融合がローンチ(launch)された」と、言われた結果に至った。逆に言うと大学、プラズマ研究所を中心とする基礎および人材養成研究から、結果的に、科学技術庁側の原研、電総研、理研の核融合研究の立ち上げに至ったということです。私のやった仕事というのは、大学の先生のくせにそっちに旗を振っちゃったという結果になった。どういう経緯でそういうことになったのか、というのが、質問内容と思うのですが、まあものごとはよくそういうことがあります。その辺の経緯を少し話しましょう。

それで、私の回答をご覧になっていただくとですね、2 頁、3 頁の半ばくらい（本報告 6 - 8 頁）までが、その辺のことが少し細かく書いてあるんです。その当時は先ほど申したように、1961 年にプラズマ研究所が出来てから、3、4 年たった頃です。1965 年、昭和 40 年プラス・マイナス 1、2 年ころの話です。以下、私の回答をもとに説明します。それから年表を示すグラフ（付図 1）も用意しました。

要するに、プラ研は出来たが、“核融合”はなかなか立ち上がらない、という頃なのです。結果的には日本で核融合を目指すプロジェクト的な計画的な研究を開始する口火を切ったこと、国が原子力長期計画の看板を掛けたこと、結論的にはそういう事になったのです。私は、その後、「関口先生は大学の先生のくせになんでそちらの旗を振ったの」と悪口を言われた覚えがあるのですが、別にそういうつもりでやったわけではありません。その話は後で申しますけれども、当時私はどういう立場だったかといいますと、その頃まだ若くてですね、40 歳前後で、ちょうど私はわりに早く教授にもらった直後だったのです。まず、プラズマ研の運営委員をやらせていただいて、次に核融合懇談会の常任委員長というやつをやらされ、これが一番四苦八苦した役目なんです。更に、先ほどの日本学会議の融特委、すなわち、核融合特別委員会というところの委員をさせられて、後で申しますが、最後に第 2 次将来計画小委員会委員長というのをやらされた。これ等は、四つばかりの立場を一遍に引き受けさせられた訳です。まだ若くて血の気の多いときだったから出来たとは思いますが。

その当時どういう情勢だったかという説明が次にありますが、世界及び国内情勢は、いわゆる アルツィモビッチの“煉獄”時代とってですね、要するに外国ではかなり大きな装置、大きいといっても、今で言えばかなり小型か中型の装置ですけれども、いろんなものを作ってもですね、さっぱり閉じ込め性能 (confinement) が上がらない。確か 1961 年、サルツブルクで第 1 回のプラズマ物理

および制御核融合国際会議、いわゆる IAEA の国際会議があった。その時にはヨッフエが、今で言うアブソリュート・ミニマム B (絶対極小磁場) のアイデアを出して、そろそろ実験に入ったという時ではあったのですが、まだあまり一般的基礎概念になっていなかった、そういう時代です。それで、当時の旧ソ連の、核融合の親玉というか、アルツイモビッチさんが、IAEA の最後のまとめの時に「われわれは、煉獄の中に居る」という有名な言葉を発した、そういう時代です。

ですから、ヨッフエのアブソリュート・ミニマム B と大河千弘さんのアヴェレージ・ミニマム B (平均極小磁場) が完全にはまだ実証されていなかった時代、そういう時代です。ヨッフエは言い出していたけれども、嘘か本当かまだ分からなかった。大河さんの実験が出てきたのは 1965 年ですので、その 4 年後なんです。トーラスに対するアヴェレージ・ミニマム B というアイデアで、これはすごいやという話に結局なるわけですが、その直前なのです。プラズマ研はその当時、理論、基礎実験、高温プラズマ発生という 3 分野があって、計 7 部門しかなかった。

各大学には小さなグループが群雄割拠していて、プラズマ研だけが大きな金を使ってと見なされ、といっても、今から考えればたいした額では無いんですけども、その当時としてはかなり大きな金を使っていて、風当たりが非常に強かった。特に一般の大学からプラ研に対する風当たりが強かった。

プラズマ核融合以外の他の分野からはですね、研究費の絶対値からいうと大したことないんですけど、プラズマ核融合だけはでっかい金を使っているとやっかまれて。プラ研は作ってみたけれど、どうもなんかうまく行かないなという風評が飛んでいた時だった。たまたま、その頃に、私は核融合懇談会常任委員長というのをやらされていてですね、このままでは、大学が皆干上がっちゃうというんで、何とかしろと、皆さんからお尻をたたかれて、それで、打開策にいろんなアイデアを出したわけです。みなさんとの議論でですね。まあ他の分野でも New institution が出来る時は多分そういう事があったわけですけども、プラズマ研究所が出来るとどうしてもほかの一般の大学に研究費がなかなか回らなかった。

そこでいろんな事をしているわけです。プラズマ研究所内に別枠研究費というのをなんとか作れとか、プラズマ研究に特別事業費というような名前で文部省からお金を取ってきてばらまけとか、研究費獲得に珍案、妙案、色々出て、伏見先生がプラズマ研究所の所長をしておられたので、伏見先生を介して文部省その他いろいろついでにもらう、という言葉が悪いですが、いろいろやって見たけれど、みんなうまく行かない、どれもこれもうまく行かないという、だめな時というのはだめで、タイミングが悪いと全然だめなんです。・・・それで、伏見先生が「霜降り」という言葉を言い出されてですね、「君らがしっかりしないからこのようにだんだん具合が悪くなる！！」と。こうまあ、さんざんでしたね。伏見先生一流のお尻たたきのやりかたなんですけど、今から思えば、・・・わたしはまだ 40 才前後でしたから、血の気が多くて、さんざん伏見先生に食って掛かったりしたおぼえがあるんですが、まあそういう世情の時代だったんです。

一方、日本学術会議はどうだったかという、さきほどの核融合特別委員会の嵯峨根委員長の時代でした。1964 年ですから、ちょうど、この辺ですね。(付図 1 を指さす)。先ず、日本大学の吉村久光先生が委員長になられて、「現状分析作業」というのを、学術会議中心でやられた。半年くらいやられて、報告書が出た。その後、山本賢三先生が委員長として、64 年 8 月から 65 年 4 月迄、「第 1 次将来計画委員会」を、融特委の中に作られた。ですが、この第 1 次将来計画委員会というのは各大

学、プラズマ研究所、科技厅関係 3 研（今の原研と電総研と理化学研究所です。後になって、現在、筑波にある金属材料技術研究所が入ってくるんですが）、さらに産業界の将来計画、そして、全般にわたる基本構想をと、山本先生がまとめられた。ところが、その中で、プラズマ研究所の「第 2 次計画」（創設からの 5 年間で第 1 次で、そのあとが第 2 次ということになっていた。）や科技厅関係 3 研の将来計画は未定のまま残されていた。これ等は、実は後になってから実現されていきましたが。また、各大学はと言うと、1960～70 年に名大、京大、阪大に研究施設が設置されたが規模は未だ小さく（名大の施設はプラズマ研に統合）、それらが拡張されたのは 1975 年以降。また、阪大レーザー研は 1972 年から、広島大理論センターができたのは 1978 年、筑波大プラズマ研究センターは 1979 年、さらにその後 1980 年に電通大新型レーザー研究センター、富山大トリチウム科学センターが設立された。これらには、もちろん、山本先生の将来計画取りまとめの精神は生かされたのですが、それは後になってから、10 年以上後になってからだと思います。

このような訳で、第 1 次将来計画というものを実行にうつすわけにはとうとう行かなかった。これは山本先生が随分ご苦労なさってですね、なんとかしようと思われたんですけども、要するに、いろんな計画は幅広く出されたのですが、実行するまでには、盛り上がらなかったとか、固められなかった。そこでですね、「第 2 次将来計画小委員会」でやろうということになりました。結果的にいうと私の出番になった。1965 年の 6 月です。それは、この辺です。（付図 1 を指す）。・・・将来計画などの会合費は科研費（文部省科学研究費補助金）に頼っていたのですが、その科研費が何回か年次計画でやって来たその最後の科研費でやりました。当時は、本当に研究費は八方塞がりの状態で、こんな状態からなんとか脱却しないと日本の核融合プラズマは潰れて死んでしまうと、危機感を持ったわけです。

ところがどうしたらよいか解らない、何をやってもうまく行かないという状況だったのですが、たまたま 1965 年の 9 月に、イギリスのカラム研究所で第 2 回の IAEA 国際会議が開かれた。この会議で、実を言うと、先ほど申し上げたヨッフエのアブソリュート・ミニマム B 装置でプラズマ加熱法をいろいろ変えて見てもやっぱりちゃんと効く、ミニマム B というのは確かに安定閉じ込めの一つの原理であるということがはっきりした。同時に、大河さんのいわゆるオクタポール、アヴェレッジ・ミニマム B と称するものの実験結果が発表された。ですけども、国際会議開催は 65 年 9 月ですから、その三カ月前の 65 年 6 月に第 2 次将来計画小委員会というのが発足したわけです。私が小委員会の委員長で。ですが、この三カ月は開店休業で怠けて何もしなかったのです。国際会議でおそらく何か出るだろうという予感がしたので、下手なことを先走るよりは、開店休業していたほうが良いというわけで、今のようにインターネットがあるわけでもなく、結局何もしなかった。それで、会議に出ていた皆さんにいろんなご意見を伺うと、いよいよ、ある種のイク・オフが起こっているのではないかと、という議論がでてきた。要するに高温プラズマの stable confinement とか、コントロール、とかが軌道に乗りかけてきたのではないかと、さでと、行動を開始した。それが 65 年の 10 月か、11 月だったと思うんです。

それで、嵯峨根融特委員長と将来計画小委との間で随分激しいやり取りをした覚えがあるんです。その時の将来計画小委員会の委員長は私で、幹事は 2 名。その一人は大西晴幸さん、あとで亡くなっちゃった。全く惜しかった。この時は日本大学理工学部、物理の助教授でした。それから杉浦賢君、

学、プラズマ研究所、科技厅関係 3 研（今の原研と電総研と理化学研究所です。後になって、現在、筑波にある金属材料技術研究所が入ってくるんですが）、さらに産業界の将来計画、そして、全般にわたる基本構想をと、山本先生がまとめられた。ところが、その中で、プラズマ研究所の「第 2 次計画」（創設からの 5 年間で第 1 次で、そのあとが第 2 次ということになっていた。）や科技厅関係 3 研の将来計画は未定のまま残されていた。これ等は、実は後になってから実現されていきましたが。また、各大学はというと、1960～70 年に名大、京大、阪大に研究施設が設置されたが規模は未だ小さく（名大の施設はプラズマ研に統合）、それらが拡張されたのは 1975 年以降。また、阪大レーザー研は 1972 年から、広島大理論センターができたのは 1978 年、筑波大プラズマ研究センターは 1979 年、さらにその後 1980 年に電通大新型レーザー研究センター、富山大トリチウム科学センターが設立された。これらには、もちろん、山本先生の将来計画取りまとめの精神は生かされたのです。ですが、それは後になってから、10 年以上後になってからだと思います。

このような訳で、第 1 次将来計画というものを実行にうつすわけにはとうとう行かなかった。これは山本先生が随分ご苦労なさってですね、なんとかしようと思われたんですけども、要するに、いろんな計画は幅広く出されたのですが、実行するまでには、盛り上がらなかったというか、固められなかった。そこでですね、「第 2 次将来計画小委員会」でやろうということになりました。結果的にいうと私の出番になった。1965 年の 6 月です。それは、この辺です。（付図 1 を指す）。・・・将来計画などの会費は科研費（文部省科学研究費補助金）に頼っていたのですが、その科研費が何回か年次計画でやって来たその最後の科研費でやりました。当時は、本当に研究費は八方塞がりの状態で、こんな状態からなんとか脱却しないと日本の核融合プラズマは潰れて死んでしまうと、危機感を持ったわけです。

ところがどうしたらよいか解らない、何をやってもうまく行かないという状況だったのですが、たまたま 1965 年の 9 月に、イギリスのカラム研究所で第 2 回の IAEA 国際会議が開かれた。この会議で、実を言うと、先ほど申し上げたヨッフエのアブソリュート・ミニマム B 装置でプラズマ加熱法をいろいろ変えて見てもやっぱりちゃんと効く、ミニマム B というのは確かに安定閉じ込めの一つの原理であるということがはっきりした。同時に、大河さんのいわゆるオクタポール、アヴェレッジ・ミニマム B と称するものの実験結果が発表された。ですけども、国際会議開催は 65 年 9 月ですから、その三カ月前の 65 年 6 月に第 2 次将来計画小委員会というのが発足したわけです。私が小委員会の委員長で。ですが、この三カ月は開店休業で怠けて何もしなかったのです。国際会議でおそらく何か出るだろうという予感がしたので、下手なことを先走るよりは、開店休業していたほうが良いというわけで、今のようにインターネットがあるわけでもなく、結局何もしなかった。それで、会議に出ている皆さんにいろんなご意見を伺うと、いよいよ、ある種のテイク・オフが起こっているのではないかと、という議論がでてきた。要するに高温プラズマの stable confinement とか、コントロール、とかが軌道に乗りかけてきたのではないかと、さでと、行動を開始した。それが 65 年の 10 月か、11 月だったと思うんです。

それで、嵯峨根融特委委員長と将来計画小委との間で随分激しいやり取りをした覚えがあるんです。その時の将来計画小委員会の委員長は私で、幹事は 2 名。その一人は大西晴幸さん、あとで亡くなっちゃった。全く惜しかった。この時は日本大学理工学部、物理の助教授でした。それから杉浦賢君、

後で、電総研所長、工業技術院院長までやったんですが、実はわたしの最初の卒論の弟子だったんですが、その二人にお願いした。委員は伊藤博、板谷良平、森 茂、岡本耕輔、佐藤正知、高山一男、長尾重夫、内田岱二郎、渡辺健二等の各先生でした。そして顧問として、山本先生、早川先生、吉村、寺嶋、木原、八田、宮本悟楼の先生方というようなところですね、喧々譁々議論したわけです。

結果的にはですね、プラズマ研究所が出来たわけですが、それより数年前に、A-B 論争、すなわち、「A 計画、B 計画論争」というのがあった。その結果として、大きな装置を作らないで、まず、基礎的なプラズマ物理の育成、ないし人材の養成があるということで、プラズマ研究所が出来た・・・という経緯があったわけです。“プラズマ物理主義”というのか、例えば、プラズマ波の減衰とかそういう或る一つの部分的な課題を実証しようとかという類の話、“QP”マシン (Quiescent Plasma Machine) とかいうのがあって、その小委員会の中では学問的な大議論が起こっているのですが、一方、プラズマ物理主義だけでは、核融合の達成は不可能ではないか。要するに“点”的な、ある特定の物理的な課題の、“点”的研究、もちろん大事なんだけれども、それだけではどうにもならない。“点”から連続的な“線”への積み上げ努力、継続的な何等かのアプローチがないと、だめなんじゃないか、という議論です。

そこで、私の発言なんですが、別に「手柄話」ではないんですけど、どうやったら皆さんに納得していただけるかということで、「総合装置的なアプローチ」が不可避だという言い方をしたんです。それは、まあ「プロジェクト的」と言っても同じなんですけれども、要するに、点ではなくて、線的な研究、積み上げ的研究が、どうしても一方で必要という主張です。そこで、ここにある「将来計画小委員会白書」〔前節文献 3〕を作ってますね、表紙の色から通称「ピンク・パンフ」といわれている、これは今日持参したんですけど、これを全国にばらまいて、それを皆さんの議論の種にしたんです。1965 年の 12 月です。実は後からもう一つ改訂版をナンバー 2 として出しました。核融合懇談会のメンバーとは更に約四カ月に渡ってあちこちで討論会を開いた。「地域別将来計画討論会」と称してですね、関西、名古屋、東北、関東、四つの地域で、小委員会は巡業をし、議論を巻き起こした。それから大西幹事と杉浦幹事が大奮闘したわけですが、それからあとも、アンケートをとるとかですね、追加討論会を 3 回やるとか、いろんな批判、議論が出たわけですが、結局それらをまとめたのが、66 年の 10 月、実際に出版されたのは、67 年の 4 月なんですけど、「プラズマ核融合将来計画第 2 次案」〔前節文献 5〕という形でまとめて報告されました。(この間、1966 年 7 月に学術会議核融合特別委員会は改組され、学術会議原子力特別委員会・核融合部会となった。委員長は引き続き嵯峨根遼吉先生でした。)

その骨子は三つありまして、一つは「総合装置的アプローチによるプロジェクト的研究を進める」。二番目は建設する装置の候補として三つの型を提案して、更に煮詰めること。三番目は実施場所としては、技術開発その他の条件を考慮して、それまで未定のまま残されていた科技厅側の 3 研が妥当であり、早急に体制を整備すること、さらに、将来適当な時点において、新しい研究開発組織体、いわゆる「新研」を設立すべくその準備を進めること。この三つが骨子になったわけです。これに対してはまた、いろんな批判、意見が出まして、もっとも集中したのは、総合装置としてプロジェクト的ア

アプローチで進めるのは、時期尚早ではないか、プラ研ではなく原子力予算で進める必然性はどうか、大学関係の基礎研究が圧迫されないか？ 新研の設立の時期、そのイメージ、運営方法はどうか。新研に疑問を持つメンバーが多くて、散々に吊し上げられた。その為に苦しみはしたんですが、結局、「各大学及びプラズマ研の研究と、相互に有機的な連携を保ち、日本全体として調和の取れた発展をすること、という条件付きで大局的には核融合懇談会のコンセンサスが得られた」と判断された。ただし、「新研」という構想が少し強く出過ぎていて、これは私の感想なんです、すぐにでも出来るという印象を与えてしまったのではないかと気がかりでした。「総合装置的アプローチ」が本当に将来根づくよう科技厅側 3 研の体制整備がまず最優先というのが主要ポイントでしたが、議論中にそれがエスカレートしてしまったというのが実感でした。これはわたしの非公式的な実感なんです。新研構想が後で、新研、新研と一人歩きしてですね、一寸まあ困ったわけです。

そういうことで、結局、学術会議・融特委・第 2 次将来計画小委が果たした役割は、第 1 次案で未定として残された科技厅側の原子力予算による 3 研究所（原研、電総研、理研、あとで金属材料技術研究所が加わって 4 研）の将来計画を日本全体の研究体制・制度の一環として位置づけることであったということです。先にも、申し上げていましたが、これは実は嵯峨根先生の誘導であった、結果的には嵯峨根先生の誘導に沿った結果になったわけです。ですから、まあ、いろんな誤解を受けたり、怨まれたりしましたけれども、結果的には先程も申し上げました、吉村久光先生が、「やっと、日本でも核融合が launch された、take off した」と、名表現された結果になったわけです。

そういうことで、先程も申し上げましたけれども、結果的には大学ではなくて、科学技術庁側の旗を振った結果になったわけです。けれども、これが 1975 年以降、大学側の拡大の方に逆に推移していくという、まあ、余り大きな声では言えないんですが、今まで、二元行政でやってきて二元行政の妙味をうまく使って来たという言い方も出来る。その意味では、来年 1 月から両方が統合するという、これ本当にどうなるのか、わたし自身は心配なんです、というのは、余程うまくやらないと核融合は潰れるということ、みんな潰されちゃうという心配、危険すらあると思うわけです。これは余計なこと、私一人の独り言だと受け取って下さい。

この後、私の回答メモで左側の点線で区切った一番最後の所ですが、このような経緯を経て学術会議第 2 次将来計画小委員会の内容骨子は、その後嵯峨根特別委員会委員長、伏見先生、山本先生その他、当時の長老の先生方のご努力により原子力委員会（当時は駒形作次委員長代理、この方は元電総研の所長、通産省の工業技術院の院長をなさった方で、最後は軽井沢で自動車事故で亡くなったのですけれども）は、原子力長期計画専門部会・核融合分科会、さらに核融合専門部会を設置することになった。とにかく、長老の先生方が、うまく原子力委員会に橋渡しをされて、結局、原子力委員会によってですね、「原子力特定総合研究」として進められることになった。回答メモ 2 頁の下から 3 行目（本報告書 7 頁）に書いてある原子力特定総合研究という新しいスタイルに指定されて、その中で原研の仕事が始ったわけです。JFT-1（ヘキサポール）、JFT-2 トカマク、これは改良されて JFT-2A トカマク。次に電総研の高ベータ・トラス、理研のプラズマ生成・計測法等の研究計画の実施へと進展した。その運営組織として、「核融合研究運営会議」というのが、約 6 年間設置され、さら

に、「核融合研究連絡会議」も設置された。これは実施機関の原研、電総研、理研の方々の連絡会なんです、ですから、森茂さんとか、電総研の当時の所長とか、理研は岡本さんあたりが入られた。

最後の質問項目は「嵯峨根先生の“思い入れ”(?)」ですね、“お墨付き”という言葉があるんなら、これは一体どういうことか、西尾先生からその客観的証拠はあるのか、という御質問なんです、私もよく分からなくて、チャンと証拠あるのかと、森茂さんにも聞いたのですが、どうも森茂さんの覚えておられるのが正しいらしいですね、その答えは以下のようです。

昔の歴史に戻るわけですが、名大プラズマ研究所設立に先立って A-B 論争というのがある。A 計画、B 計画というのがある、A 計画というのはプラズマ研究所の設立に繋がったわけですが、人材の養成と基礎研究から始めようというのが「A 計画」で、「B 計画」というのは外国ではどんどんやっているんだから、中型といっても、今の超小型ですが、ちょっと大きな装置をいきなり作って、高温プラズマ実験をやれという主張、その二つが大論争を学術会議と原子力委員会が両方で同時平行で議論した。原子力委員会側は核融合専門部会、あるいは同研究委員会というのが出来て、これは湯川秀樹先生が部会長でした。それから、学術会議側は核融合特別委員会というのがあって、これはたしか、伏見先生が委員長をされていたんだと思います。結局最後まで A-B 論争というのは、学術会議の委員会で投票しても、原子力委員会の委員会で投票しても、ほぼ同数で、1 票で結論が行ったりきたりする状況で困っちゃった。どうにもならない。最後はですね、湯川先生が、嵯峨根、菊池正士先生、それに伏見先生の 3 人と相談して決めるから任せて欲しいと申し出られた。それで結果的には、学術会議の議論を踏まえて湯川先生は A 計画だと断定なさった。それがたしか 1958 年の夏ですね。これは結局 61 年 4 月のプラズマ研設立に繋がった。

・・・という歴史がありまして、その時にですね、嵯峨根先生がおっしゃったのは、その回答メモ 3 頁目の中段数行に書いてありますが、この時、嵯峨根先生は「プラズマ研が成長して日本のプラズマ・核融合研究が実績を積み重ね、また世界の核融合研究の進展から、核融合の実現を目指す大型計画の発足が必要と判断される時点では、“B 計画”に相当する研究の開始提案を尊重する」旨の基本構想を描かれて、各方面に説得されたと伺っている。これが世に言う「お墨付き」ですが、これが公式の文書に残されているかどうかは不明です。これは概算要求上の大蔵省との非公式なメモの形ではなかったかというのが、森茂さんの推測なんです。それは、嵯峨根先生御自身が森さんに「お墨付きをもらってあるよ」といわれたと記憶されている由。だから公文書があるはずはないと思う。おそらく嵯峨根先生が大蔵省と交渉なさる際、将来こういう事も起こりうるからと言って「口約束」なさったのかもしれない。何らかの形で文書にされたものがあつたのかどうかは、今になっては判然としません。というのが森さんの話です。私も、お墨付きという言葉は聞いていましたが、事実どうだったのかは、結局わからない。

(質問)

(寺嶋) 質問ではなく関連するコメントです。実はカラム会議の直前の 6 月に嵯峨根委員長に連れられて朝日新聞の広岡社長に会いに行きました。用件は、核融合若手研究者に対する朝日奨学金のお礼

と復活要望でした。私は融特委の中の研究者養成小委員会の委員長でした。勿論復活はなりませんでしたが。この帰途、嵯峨根先生から直接、「B 計画の予算は大蔵に預けてあるので、計画が立てば直ぐに交渉できるんだ」と伺いました。もっとよく聞いておけば良かったと思っています。関連して次の資料があります。

資料（イ） 嵯峨根先生から駒形先生宛の手紙の写し¹⁾

資料（ロ） 原子力特別委員会・核融合部会のメモ「核融合専門部会の設置

要請と従来経過についてのメモ」昭和41年12月7日付け²⁾

このメモは12月8日の核融合部会拡大幹事会ノート別添として核融合研究誌（第18巻第3号278頁、1967）に掲載された。

（藤田）資料（イ）には、メモの中のたとえばアンダーラインをした所あたりを差し支えない程度に長期計画の報告書に書き入れて頂いてはいかがか・・・とありますが、実際そうになりましたか。

（関口）資料のメモの方は残っていますが、手紙は貰ったはずですが、今回家で探した資料の中に見つかりませんでした。

B JT-60 の建設着手とその後 (1970~1986)

臨界プラズマ試験装置 (JT-60) の基本概念とそれに至る経緯

前半の嵯峨根先生の A-B 論争の話で思い出すのは、私が 1959 年 2 月に約 2 年半アメリカに居て帰ってきたばかりだったことです。私は元々強電屋ではなくて、マイクロウェーブ・エレクトロニクスをやっていて、学位論文もこの分野からなんです。たまたま、色々な事情があってアメリカに行って、向うでプラズマなるものを始めた。今そんなことを威張って見てもしょうがないんですが、私がアメリカで当時やった仕事はですね、いわゆる「スピッツァの $5/2$ 乗則」、熱伝導係数が、電子温度の $5/2$ 乗だということを実験的に確かめたことです。熱伝導では電子間相互作用が結構主役をなすので低温プラズマでも探索できる。その当時私はプラズマは何も知らなくてですね、マイクロウェーブの技術だけを使って、電子をパルス加熱し、電子温度変化を検出して熱伝導係数を決めた。そして Physical Review に二つ論文を書いたんです。そして、帰ってきたのが、1959 年の 2 月なんです。丁度、A-B 論争が華やかになる直前ですね。

私は何のこともさっぱり判らなくて引き回されてうろろうろしていたのですが、その時に嵯峨根先生に散々叱られた。「おまえ本来電気屋だろう、工学部出身だろう、下手な物理屋の真似するな」と云われたんです。どういう意味かという、「工学屋はもう少し広くものを見て判断しなければダメだ!」と怒られたのです。何ということはない、その当時私の方が、発想がよっぽど物理屋的だったのでしょう。嵯峨根先生は先程申し上げた通り、本来物理の先生なだけけれど、真空工学その他、今で言う超高真空技術ですね、余程技術的なことをやっておられる。話は丁度逆になっていて、「おまえあんまり下手な物理屋の真似はするな!」と叱られて、いまだにそれが強く印象に残っています。

西尾先生の質問状の 2 枚目 (本報告 3 頁) からお答えすることになりますが、年代の付図 1 で見ますと、大体 1975 年前後からの話になります。(1973-74 年原子力委員会・核融合研究開発懇談会、1975 年原子力委員会・核融合会議、1976 年文部省学術審議会・核融合部会)。ヘリオトロン核融合研究センターや、レーザー核融合研究センターが拡張された頃で、実は原研の JT-60 の立ち上げから後の話です。

西尾先生の質問状の 2 枚目の最初の項目、「臨界プラズマ試験装置の基本概念は?」という質問なのですが、考えてみると案外皆さんご存知ないのかもしれない・・・? 実は非常に明確なターゲットを作っていた。山本先生の『核融合の 40 年』の中では、1970~83 年の章に対応します。1973、74 年頃に JT-60 をプランニングした。原子力委員会の下部委員会で、これは後程お話しします。ローソン図 (付図 2) の上で、我々はこの辺にいた (計画当時と示されている ⊗ 点を指しながら説明)。ここから、「ターゲット (目標) 領域」と記してある矩形枠で示した領域を設定したのです。温度は 6 千万度から 1 億度、密度 \times 保持時間の中心値は 4×10^{13} /cc.秒。この四角の領域に入れることを目指すという非常に明確なターゲットを作った。この目標達成が最終的に D-D 反応 (D-T 反応換算) ではっきりしたのは 1995.6 年ですから、今から 4、5 年前ですね。実際には、最初の 87 年から 88 年は水素プラズマでやり、その結果を D-T に換算していた。

この目標は、計画当時の実験水準から横軸で約一桁、縦軸で約二桁近く進展した領域で、私の回答メモの 3 頁 (本報告 7 頁) にイオン温度と、密度・保持時間 $n\tau$ の数値が書いてありますが、「基本

概念は何だったか?」という御質問に対して、答ははっきりしていて、この枠の中に入ることであると。こんなにはっきりしたターゲットはないですね。

こういう達成パラメーターを指定すると云うようなやり方は大学ではできない。ですから、先程来申し上げているように、国のプロジェクトとして、至上命令で何とかその中に飛び込めということなんです。このような研究計画がどういうプロセスで作られたかということですね（年代の付図を示しながら説明）。プラズマ研設立の数年後、科技厅関係研究所の核融合研究が原子力特定総合研究として 68 年 7 月から立ち上げられ、原研では JFT-1、JFT-2 トカマク、電総研では高ベータ・トーラスなどが実験された。これらの運営組織として核融合研究運営会議、核融合研究連絡会議が設置されていた。70 年代に入ると、75 年頃大学側ではヘリオトロン核融合研究センターや、阪大レーザー核融合研究センターが拡張された。その 2,3 年前頃から、JFT-2 の次のステップをどうするかという議論が核融合研究運営会議の中などで起こっていた。何が議論されたは回答メモの 3 頁下段から次頁（本報告 8 頁）に書いてあります。

ローソン図で話をしますと、スケーリング・ロー（比例則）が当時四つあった。即ち (a) 新ボーム則、(b) トラプト・パーティクル不安定則、(c) 擬古典則、(d) 実験則。計画当時の既達成の実験値から、目標の枠を見上げるとなかなかつながらない。結果的には吉川庄一さんの推定になるのですが、一寸検討委員会の話をして。JT-60 を立ち上げる前に、核融合研究開発懇談会・技術分科会幹事会という長ったらしい名前のもので設置された。

当時、原子力委員会委員長代理は元中部電力社長の井上五郎さんで、原子力委員会の中に「核融合研究開発懇談会」を設置され、さらにその下に技術分科会および同幹事会というのを作って、そこでまた私が主査をさせられた。メモ 3 頁の下段（本報告 8 頁）に書いてありますが、幹事会の構成は、東大の安先生、理研の岡本耕輔さん、電総研の田丸健さん、原研の森茂さん、吉川庄一さん（当時はもう東大の理学部教授でした）、それから、吉村久光さん。この 6 人に私が加わって、ああでもない、こうでもないで大議論した。吉川さんが、プリンストンから帰ってこられていたので、これら四つの比例則を一生懸命ながめてですね、一番厳しい法則はどれだという話になって、その結果、(c)、(d) の比例則に基づいてこの枠を設定した。当時からいうと、原研は大変困ったと思う。一桁、二桁というのはとんでもない至上命令ですし、実際困られたと思うんですけども、結果的には見事にこの中に飛びこんでくれたわけです。約 10 年近くかけて飛び込んだ。

後日談ですが、今九大に居られる伊藤早苗先生に散々怒られた覚えがあります。「関口先生、これどうやって設定したの」と質問されてですね、あまりまともに答えるのも策がないと思って「鉛筆なめなめ書いた」と言ったら怒られて、「そんないいかげんなことでやったんですか」と。鉛筆なめなめやったというのは半分冗談で、実際は、吉川庄一さんがああでもない、こうでもないと言われるのを皆で議論して、この当たりかと押さえた。途中で、四角の枠の隅々がどれだけ物理的意味があるのかという議論に戻ったり、結局おおまかな推定ですよ。

私のメモの説明に戻ります。3 頁の終りから 4 頁（本報告書 8 - 9 頁）にかけて書いてあるのは、核融合研究運営会議、核融合研究連絡会議で検討された項目が並べてあります。原子力特定総合研究「核融合第 1 段階計画」、いわゆる JFT-2、JFT-2A 等の (1) 予算審議 (2) 計画の検討 (3) 体制・敷地問題 (4) 国際会議・国際機関 (IAEA) を通して、あるいは人物交流による核融合世界的趨勢の

把握 (5) 次段階の予備的検討 (6) 第 1 段階のまとめ (7) 次段階への方策・・・等々。特に、(5) および (7) 項は原子力委員会側の議論が可なり進んでいたのです。当時の国際情勢は、米国プリンストンの PLT とクルチャトフの T-10 とが動き始めていた。JET と TFTR の両計画は発足間際だったんですね。3 大トカマクか、4 大トカマクになるかです。そして、大河千弘さんや吉川庄一さん辺りから色々な情報が寄せられてきた。ご存知のように、当時の井上五郎原子力委員長代理は、吉川庄一さんの奥さんのお父さんでしたので、その線で情報伝達が速かった。色々と長老の先生方が一生懸命井上委員長代理を口説かれた。私は出番ではなかった。結局、井上委員長代理が決心されて、核融合研究開発懇談会と、その下の技術分科会を作られた。開発懇談会は経済界の大手やジャーナリズムの代表を集めたお偉方の会で、岸田純之助、芦原さん、土光さん等が名を連ねた。技術分科会は科学技術的な議論をするところで、委員長は伏見康治先生。幹事会の幹事長は私でした。私はどういう訳かよくこういう所に引っ張り込まれて、それで先程の話になるわけです。

「第 2 段階核融合研究開発計画」というのが、「原子力特別研究開発計画」（いわゆる国のプロジェクト）という形で正式にオーソライズされた。それが JT-60 を作る源となったということなんです。研究開発懇談会というのは、一つのスタイルでありまして、高速増殖炉“もんじゅ”が発出する時も懇談会という形で発出している。要するに、今まで、何も無い全く新しいことを始めようとする時に、原子力委員会が、まあ癖というか、そういう慣例になって懇談会という形を取って始めるということです。従来「原子力長期計画」というのがあるんですが、これは 5 年毎に更新という慣例です。全く新しいことをやる時に「懇談会」というスタイルを取ったと理解しています。

西尾先生よろしいですか。ターゲットは非常にはっきりとしていたのです。はっきりし過ぎる位です。目標達成は既に述べましたが、1987 年頃に水素プラズマ実験で、パラメーターとしては、D-T に換算すれば目標の枠内に入っていた。それが、1995,6 年には本当に D-D で中性子も出て、確かに枠の中に入った。それで、こちらの値の方がよいということになった。その前に、何で枠を設けたのかとマスコミに散々怒られたんですが、何故枠を作ったのかといわれると困っちゃうんですが、要するに、この目標達成が原研の責任だという言い方ですからね、まあ、幸い入ったからいいんで、もし、入らなかったらどうなったか、冷や冷やするんですが、原研がひどい目にあっただかも知れない。このような場合の話はサイエンティフィックでないことも関わってくるので予測つかない。当時、臨界プラズマ条件領域にすれば、多分、皆さん文句を言わないだろうという読みが一つあった。このような考え方は、多少ポリティカルと言われても仕方ないと思いますが。

新研設立問題

西尾先生の質問事項は、次に「新研設立問題」というのがありますが、先程の核融合研究開発懇談会の前からそういう話があったのですが、開発懇談会で JT-60 の基礎プランニングをやった時に開発懇談会の報告書の中に、科技厅側に新しい研究組織等を作れとはっきり書きちゃった。それがまた問題になって、随分色々な議論が出た。結果としては実現せず、将来必要があれば、原研を中心として新しい組織体を作るということで、原研の中に準備室を作った。まあ、これも一つのスタイルと思いますが、将来、場合によったらということ、「原研よ覚えておけ」という意味だったと思います。実際に作れなかった。

新研と書いてあるのに何故できなかったか？これは色々な理由が重なったの事です。私の個人的感覚も入りますが、次のように考えています。お役所である科学技術庁というのは、本来研究調整のための官庁なんです。下手に自分で研究所を持っているから問題なんで、例えば、金属材料技術研究所。今は筑波にある科学技術庁直轄の研究所ですが、下手に傘下の研究所を作ると、本当の意味の研究調整が出来なくなる。まあ、お役人というのは、コントロール・パワーを持ちたいというのがあってですね、しかし、結局新研は出来なかった。

逆に見ると、例えば、電子技術総合研究所というのは、通産省工業技術院管轄なんですけど、研究費は科学技術庁を経由している。今はどうか知らないが、その当時は、原研以外の国立試験研究機関の原子力関係の予算が全部ひっくるめて、最大 10 億円というのが当時の状況でした。本来、科学技術庁は強い権限を持っていたわけなんです。なまじっか自分で研究所を持ち始めたために、かえってだんだん弱くなっちゃった。ですから、その当時、我々が新しい研究組織を作れと言えばですね、原研、電総研、理研のプラズマ関係を結集して、何か一つのまとまった組織体を作れたかもしれないんです。しかし、それは上手く行かなかった。

一番反対したのがやはり電総研だった。その当時の所長、森英夫さん（私より 4.5 年先輩）が強く反対された。結局ですね、研究者自身の問題というよりも、人が異なった組織の間を簡単に移動出来なかった。今なら、割合にモビリティが増えて、特に最近では、定年間際というのではなくて、若い研究者が電総研から、例えば大学に移り、何年か経ってまた戻るとか、制度的にもそんなことが比較的簡単にできるようになった。しかし、その当時はこれがなかなかできない。何かというところでですね、非常に人間臭いことが起こるわけですよ。

事実起こった典型的例が超伝導コイルの分野でした。原研の中に超伝導関係のグループを作りたいということで、日大の安河内昂先生と私はしょっちゅう議論しながら、計画した。要するに、電総研の研究者は身分上は通産省のお役人なんです。一方、原研は特殊法人で民間なんです。そんなことはどうでもいいじゃないかという、そうじゃない、国家公務員が民間に移って何年かして戻ったら、当時は給料が下がっちゃうんですよ。それに、退職金もおかしくなっちゃう。今なら調整できるようになっている筈ですね、今は民間から大学の先生へも当たり前になっていますけれども。当時は、電総研の職員が原研にまともに移れなかった。それで、唯一やったのが、島本進君・・・余り個人名を出したくないのですが、勘弁して貰って。島本進君というのは、最近まで那珂研の所長をやって、今東北大学の教授ですが、当時電総研で超伝導の開発に活躍していた。その当時 MHD 発電のプロジェクトがあって、島本君と小山健一君・・・僕の弟子ですが・・・とが、一生懸命努力して、MHD 出力 1 MW の発電機用超伝導コイルを作るのに大いに働いていた。それを安河内さんが島本君を原研にと言い出した。よっしゃというわけで当時の電総研の所長を掴んで散々議論した。僕もまだ若かったので散々やったが、簡単に上手く行かない。それで、安河内さんが島本君を、フランスのサックレー研究所に電総研から留学させた。始めのうちは一時的な留学 (on leave) だったと思うんですが、そのうちに島本君は電総研を辞めちゃった。3,4 年位かな、サックレーにいて、原研が超伝導を立ち上げる時に、安河内さんが原研に引っ張り込んだ。結局、島本君は、サックレーをバッファーとして電総研から原研に移る結果となった。こういう例は当時としては稀で、一般にグループ全体が電総研から原研に移るということは出来なかった。時代が時代でしたが、本当に日本の人事システムというのは、今では少し良くなっているようですが、当時はいかに硬くてモビリティが無かったということです。研究者

の側は使命感を持っているからいいだろうというが、いざとなると奥さんが殆ど皆反対する。実際問題として、給料が何年間分減るとか、退職金がうんと違うとか、そうなる、奥さんは大反対して、みんな奥さんに潰されるといってオーバーですが、そういう感じであった。

まあ、そういうことで、新しい研究所は主に人事問題で一カ所にまとめることは出来なかった。

用地問題とD-T燃焼問題

次に私のメモの4頁下段(本報告8頁)、用地問題とD-T燃焼問題というのがあります。西尾先生の御質問は、何故JT-60ではD-Tバーニングが出来ないのか、ということですね。

意図的にしなかったのか、あるいは、出来なかったのか?これも、またはっきりしては、今の那珂研究所は、JT-60だけでなく、次の実験炉までを見通して敷地を獲得している。臨界プラズマ試験装置だけでなく、その次の段階の実験炉まで見通すと、かなり広い新しい用地が必要と考えられる。当初は国有地であり、当時自衛隊が使用していた水戸海岸縁の水戸射爆場というのがあり、それが茨城県に返還予定であると。これが第一候補とされ、いろんな検討が行われた。宮本悟楼先生はじめ何人かでその露払いさせられた。茨城県の「核融合安全問題懇談会」というのがあったんです。懇談会メンバーはメモに書いて置きましたが、宮本悟楼会長、田島英三副会長、秋田さん(遺伝研)、私、三好昭一委員、宮永一郎先生(原研の安全部長)、柿本善也委員。

ここに、「茨城県核融合安全問題懇談会報告書」があります。これではっきりしているんですが、JT-60だけでなく、次のステップまで大丈夫かと、要するに放射線問題まで含めて書いてあります。熱出力が100MW(10万kW)、トリチウム・インベントリー500グラム、年間補給量は約500グラム/年、なにか事故があっても、1日に1グラム以上絶対サイト外にださない、煙突からは100グラム以上出さないということで、それは十分コントロール出来るという報告書を書いてですね、それで茨城県から認可を受けている。核融合安全問題懇談会でも、既にJT-60だけではなく、次のステップという前提で、今の那珂研の用地を選択しているんですね。実際には、水戸射爆場は二転三転して、結局、今の向山地区(那珂町)に決まった。今でもJT-60の建家の北側が空きます。あれはまさに次期実験炉用として考えられた。

これは余計な話ですが、那珂町の核融合研敷地にモニタリング・ポストがある。例のJCOの事故の時、一番近いポストは現地と約700mしか離れていなかったのも、それが最初に中性子を検出したとの事です。

D-T燃焼を何故しないのか?これもはっきりしています。D-T燃焼に関しては核融合会議の下に「トリチウム分科会」(垣花主査)と「トリチウム生物影響分科会」(田島弥太郎・遺伝研所長・主査)を設けて、その取り扱いについて調査し、核融合会議において何回かJT-60のD-T運転可能性について議論した。しかし、きめ細かく精力的に高温プラズマを研究するには、できるだけ装置そのものの放射化問題に煩わされない方が得策であると判断された。D-T燃焼における点火条件(高エネルギー粒子生成による内部自動加熱)の研究には、中性子が発生しないD-He³運転によるシミュレーションも考えられるとした。つまり、放射化の問題が絡むと、日本は特別センシティブであるから、プラズマ研究がきめ細かくできなくなってしまう。やるとすればシミュレーション実験で扱うという考えでした。

確かに ITER が日本にやってきたら、否応なしに D-T 実験をやらねばならない。それは ITER サイトの方の問題でしょう。

JET や TFTR が D-T 燃焼実験をやったといっても、トリチウムはせいぜい数%しか入れていない。本当は D, T 各々 50%位の混合率の筈のものを、その十分の一も入れていないのですから、小規模のデモンストレーションの意味合いが強く、フルに D-T を燃やして出力がありましたとは言えない。

実質的な物理実験を行う日本の方針の方が、ある意味でよい。現在一番きめの細かい運転をしているのが JT-60 です。例えば、閉じ込め性能が格段によい「熱的バリアー」のキメ細かな形成研究など、色々成果が得られている。下手に D-T 燃焼したら、色々な理由から装置寿命は短期間で終わってしまう。

原研としては、その代わりと言っては何ですが、将来に備えて、トリチウム・プロセス技術のためのプロセス研究棟を東海研内に作り、同時に、アメリカのロスアラモス研究所の“TSTA” (Tritium System Test Assembly; トリチウム・インヴェントリー 100g、循環量 1kg/日)による取扱技術開発の共同実験を行った。

国内の ITER Site について

ITER の日本への誘致ですが、国内ではどうなっているのか、候補地は正式に発表されていて、三カ所です。北から行くと、北海道苫小牧、青森県六ヶ所村 (例の核分裂炉燃料関係の設備の在る所)、それに茨城県那珂町那珂研敷地内。それぞれの県知事が公式に誘致を表明している。それから経団連が公式に日本に誘致せよとの意見を表明。

有馬文部大臣が核融合エネルギー連合講演会で今度は大丈夫かねと言われたとの話があるが、いわゆる「ITER Compact」(*)と称する建設費半減案に対して、チェックポイントの一つが安全性、信頼性の問題で、手順としては、サイトがどこか決まっていなくて分かりませんが、一旦決まれば、その国の安全基準に従って審査を受けることになる。有馬さんには、安全性は大事な項目として考えていますよという外はないですね。

(*) 現在 (2001 年 8 月) では ITER-“FEAT” と呼んでいる。

「核融合開発基本問題検討分科会」(’86.2 報告) について

ITER が具体的になる直前に、核融合会議にこの分科会が設置され、私が主査をやらされ、報告書を出した。JT-60 の次をどうするかが問題であった。この後の「核融合次期大型装置分科会」(主査: 井上信幸さん)、「核融合炉工学技術分科会」(主査: 苫米地顕さん)の「露払い的」役割であった。一番問題となったのは、トカマクでどこまでやれるかであった。結局、原型炉のタイプは「未定」とした。しかし、トカマクのデータは圧倒的に多いので、国のマイルストーンとしての「実験炉級・次期大型装置」としてはトカマクを採用せざるを得ないと判断された。

そして、実施組織は国際協力による“国際研究所”にしようと思いついたことを書いてある。このような考え方が分科会の結論でした。

さらに ITER にどのように対応するかが問題でした。ITER を日本の核融合開発の第 3 段階として認めようというのが現在の考え方である。

[質問] ITER と IAEA との関係は

[関口] ITER 計画の関連で見ると、IAEA は ITER 計画をその傘下に引き込みたいと考えている。ITER 自身の組織は [ITER Director (Aymar 所長)、ITER-Council (Verikhov、吉川允二共同議長)、TAC (Technical Advisory Committee: 藤原正巳)、MAC (Management Advisory Committee: 吉川允二)] むしろ IAEA と独立に動きたい動向がある。

また、IAEA と別に、キッシンジャー以来の国際組織(OECD (Organization for Economics Corporation and Development)) 中の機構として IEA (International Energy Agency) があります。これは先進工業国が主体で、ロシアは公式には含まれていない。IEA の核融合関係は FPCC (Fusion Power Coordinating Committee) が運営しているが、これには各国の核融合執行機関(日本では原研、核融合研)の長が必ず出席することになっている。

[大林] 永年にわたり IFRC 日本代表の立場でご尽力を重ねて来られたと伺っていますが、この機構についてご説明下さい。

[関口] IFRC (International Fusion Research Council) は、核融合の分野に関する IAEA の Director General の諮問委員会として設けられたもので、委員は個人ベースで選ばれ、国家の代表としての正式の権限を持たない。(IAEA は約 130 ヶ国が加盟)。これまでの日本からの委員は、伏見、宮島、関口、井上と替わってきた。

ナショナル・プロジェクトと大学関係の配慮のバランス問題

この最後の質問は一番難しい問題ですね。従来、日本の核融合研究開発は科学技術庁の側はエネルギー開発の観点から、文部省はあくまで学術的立場からやってきた。

核融合の分野では、今まで上手く交通整理してやってきた。最初にプラズマ研を設立し、次いで、科技庁関係の研究を立ち上げ、また大学関係の研究センターを拡充し、さらに、国のプロジェクトとして JT-60 という具合に、言い方に差し障りはありますが、「二元行政」を上手く使って比較的スムーズにこれまでは来た。しかし、これから、「文部科学省」ではどうなりますかね。

[質問] もし、ITER の建設・運転研究を進めるとなると、受け入れ組織はどうなりますか？

[関口] 国際的組織というのが基本的考えですが、ホスト国がどういう形で関与するかが問題ですね。他にもいろいろ問題がある。装置の費用分担、分割発注の問題。どの会社に何をやらせるのか、さらに、知的所有権の問題がある。これは、後でごたごたしないように、ITER に関連した新しい発明は、メンバー国には無償提供するという事になっている。

沢山問題があって、問題毎に special working groups を作って検討中です。日本が有力候補になった途端にいろんな国際的駆け引きが横行している。来年の 1 月、2 月から正式交渉が始まる予定で、それまでは非公式交渉とのことです。

文献・資料

1) 嵯峨根遼吉学術会議原子力特別委員会核融合部長より駒形作次原子力委員会委員長代理への書簡。

【全文を以下に掲げる。なお、書簡中にある“簡単なメモ・・・”のメモは文献2)を指す。】 [002-11-01]

2) 日本学術会議原子力特別委員会・核融合部会「核融合専門部会の早期設置要請と従来の経過においてのメモ」

核融合研究誌 (第 18 卷第 3 号 278 頁, 1967).

[002-11-02]

核 融 合 文 書	
ID番号:	002-11-01
備考:	
照合:	年 月 日
文部省核融合科学研究所	

No.

核融合研究に科学技術庁関係として如何に交際して来たかの簡単なメモを一稿小生 draft したので即目にかけます。今朝小生室にて学術会議の核融合部会の拡大幹事会を致して居りますので何か即気付のことがありましたら今日午前中に即連絡頂ければ幸甚と存じます。

討論の結果が如何なるかは存じませんが一稿メモとして核融合部会の記録に残し、更に村田君にあたり目を通して貰って差支ない所を繕って可或いは分科会に提出したと号へて居ります。

その中の例へば"under line"をした所あたりを差支ない程度に長期計画の報告書に書入れて頂いては如何かと存じます。

嵯峨根遼吉

駒形作次 宛

5. あとがき

謝辞

我々の共同研究の最初の報告を、この NIFS-MEMO に発表する事が出来たのは、関口忠東京大学名誉教授に負うところ大です。即ち、資料調査研究におけるインタビュー形式という計画を快く引き受けて頂き、質問事項の打ち合わせ、これに対する事前メモ作成などにご指導、ご尽力頂きました。ここに深く感謝します。

研究組織（所属機関などは平成 13 年度の現職、参加年度は特に断らない場合は平成 11～13 年度）

研究代表者：

西 尾 成 子（日本大学理工学部教授）

研究協力者：

植 松 英 穂（日本大学理工学部助教授）

大 林 治 夫（核融合科学研究所名誉教授）

川 上 一 郎（日本大学名誉教授）

佐 藤 浩之助（九州大学応用力学研教授）（平成 13 年度より参加）

高 岩 義 信（高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所助手）（平成 12 年度より参加）

竹 田 辰 興（電気通信大学電気通信学部教授）

寺 嶋 由之介（名古屋大学名誉教授）

難 波 忠 清（核融合科学研究所助教授）

藤 田 順 治（大同工業大学電子情報工学科教授、核融合科学研究所名誉教授）

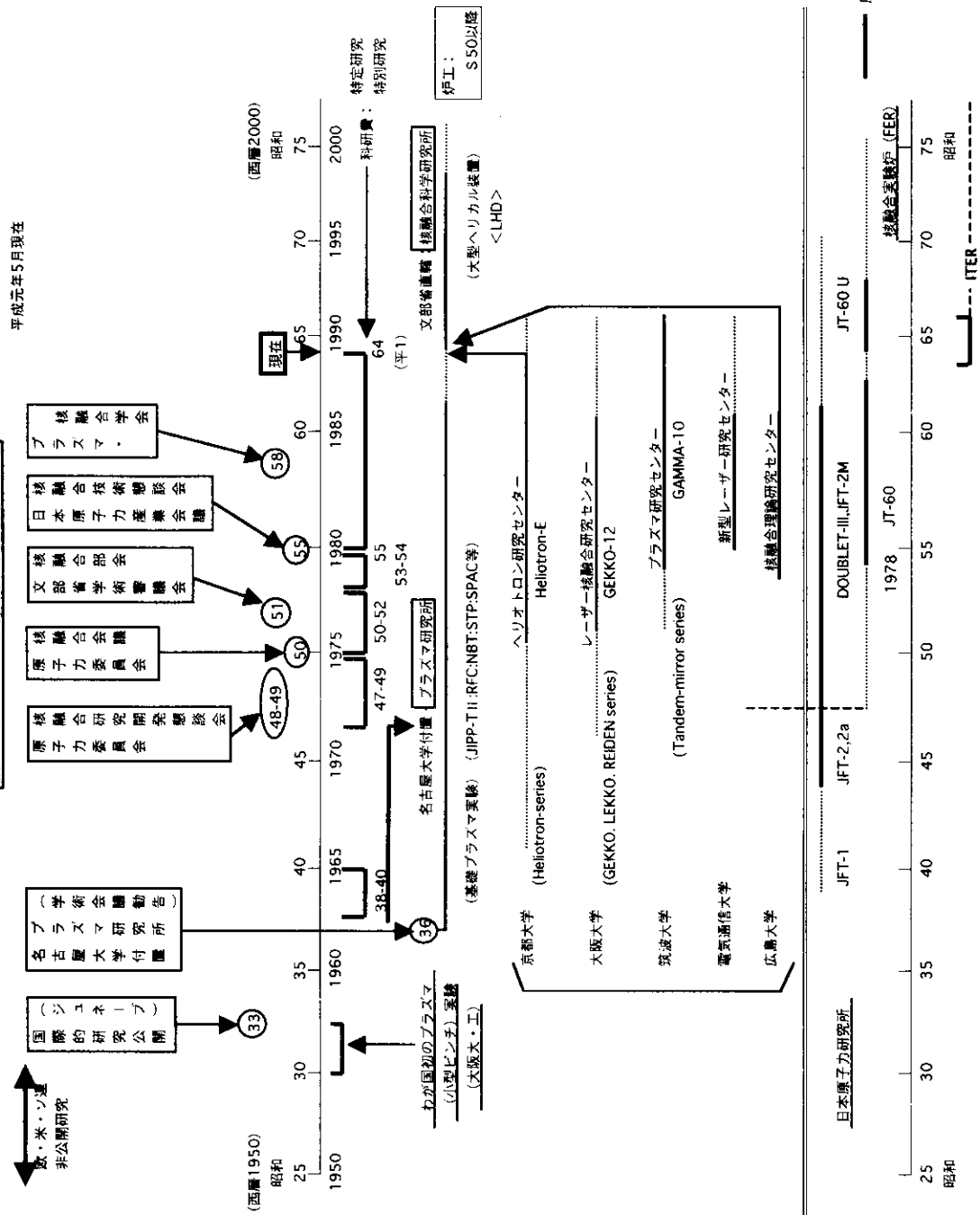
若 谷 誠 宏（京都大学エネルギー科学研究科教授）

木 村 一 枝（個人）

今後のインタビュー計画：

関口忠氏インタビュー続編：今回の記録に続く 1980 年代後半を対象時期として日本の核融合研究開発の経緯について。

我が国における核融合研究開発の経過



付図 1

NIFS-MEMOシリーズ出版リスト

- NIFS-MEMO-18 田辺哲朗、森田健治 編集
核融合科学研究所共同研究
「プラズマと壁との相互作用に関する研究会」核融合科学研究所、平成7年9月12日 - 9月13日
(Eds.) T. Tanabe and K. Morita
"Proceedings of the Symposium on Plasma-Materials Interaction" NIFS, Sep. 12-13, 1995; Dec. 1995 (In Japanese)
- NIFS-MEMO-19 K. Itoh (ed.),
Study on Sawtooth and Transport in Part of Japan-TEXTOR Collaboration 1995; Feb. 1996
- NIFS-MEMO-20 編集責任、核融合科学研究所、太刀川恭治、山本純也、
「核融合科学研究所共同研究、核融合炉用先進超伝導体、研究調査報告書 Nb₃Sn系超伝導体」
Editors: K. Tachikawa and J. Yamamoto,
"Studies on Advanced Superconductors for Fusion Device" Part 1 - Present Status of Nb₃Sn Conductors -", Mar. 1996 (in Japanese)
- NIFS-MEMO-21 飯吉厚夫、藤原正巳、岡本正雄、大藪修義、金子修、笹尾眞實子、須藤滋、菅野龍太郎、武藤敬、村上定義、竹入康彦、冨田幸博、山崎耕造
「LHDにおけるD-³He核融合の検討」
A. Iiyoshi, M. Fujiwara, M. Okamoto, N. Ohyabu, O. Kaneko, M. Sasao, S. Sudo, R. Kanno, T. Mutoh, S. Murakami, Y. Takeiri, Y. Tomita and K. Yamazaki,
"Studies on D - ³He Fusion in LHD", Mar. 1996 (in Japanese)
- NIFS-MEMO-22 編集責任、核融合科学研究所、太刀川恭治、山本純也、三戸利行
「核融合科学研究所共同研究、核融合炉用先進超伝導体、研究調査報告書 2先進金属系超伝導体」
Editors: K. Tachikawa, J. Yamamoto and T. Mito,
"Studies on Advanced Superconductors for Fusion Device" Part 2 - Metallic Superconductors other than Nb₃Sn -", Mar. 1997 (in Japanese)
- NIFS-MEMO-23 K. Itoh (ed.), S.-I. Itoh, U. Stroth, T. Iwasaki, M. Yagi and A. Fukuyama,
"Discussion Record of the Workshop on Nonlocal Transport" June 1997
- NIFS-MEMO-24 Collapse, Terminating Eventsの物理
日本物理学会 シンポジウム 第52回年会 1997.3.29
"Physics of Collapse and Terminating Events" (in Japanese); July 1997
- NIFS-MEMO-25 中村浩章、池田一昭、山口作太郎
「強磁場中でのネルンスト素子の輸送現象とエネルギー変換」
H. Nakamura, K. Ikeda, S. Yamaguchi,
"Transport Phenomena and Energy Conversion of the Nernst Element in a Strong Magnetic Field" (in Japanese); Nov. 1997
- NIFS-MEMO-26 核融合科学研究所技術部
「平成9年度核融合科学研究所技術研究会
日時：1998年9月11日・12日 場所：セラトピア土岐」1998年3月
"Proceedings of Symposium on Technology in Laboratories by Department of Engineering and Technical Services" Mar. 1998 (In Japanese)
- NIFS-MEMO-27 編集責任、核融合科学研究所、太刀川恭治、三戸利行
「核融合科学研究所共同研究、核融合炉用先進超伝導体、研究調査報告書 3 酸化物系超伝導体」
Editors: K. Tachikawa and T. Mito,
"Studies on Advanced Superconductors for Fusion Device, Part 3 - High-T_c Oxide Superconductors -", Mar. 1998 (in Japanese)
- NIFS-MEMO-28 陰山聡、佐藤哲也
「VRシステムComplexXcopeプログラミングガイド」
A. Kageyama and T. Sato,
"VR System ComplexXcope Programming Guide"; Sep. 1998 (in Japanese)
- NIFS-MEMO-29 北内英章、木田重雄
「回転球殻内のMHDシミュレーションコードの開発」
H. Kitachi and S. Kida,
"Numerical Code for an MHD Simulation in a Rotating Spherical Shell": Feb. 1999 (In Japanese)
- NIFS-MEMO-30 津田健三、山本孝志、加藤丈雄、中村修、渡邊國彦、渡邊令子、津川和子、上村鉄雄
「核融合科学研究所キャンパス情報ネットワークNIFS-LANの構築」
K. Tsuda, T. Yamamoto, T. Kato, O. Nakamura, K. Watanabe, R. Watanabe, K. Tsugawa and T. Kamimura,
"Construction of the NIFS Campus Information Network NIFS-LAN": Oct. 2000 (In Japanese)
- NIFS-MEMO-31 文部科学省 核融合科学研究所 安全管理センター
「放射線安全管理年報 -1999年度-」
Safety and Environmental Research Center, National Institute for Fusion Science,
"Report on Administrative Work at Radiation Safety Center in fiscal year 1999": Apr. 2001 (In Japanese)
- NIFS-MEMO-32 渡邊國彦、渡邊令子、津川和子、津田健三、山本孝志、中村修、上村鉄雄
「大型汎用計算機システム2001運用報告」
K. Watanabe, R. Watanabe, K. Tsugawa, K. Tsuda, T. Yamamoto, O. Nakamura and T. Kamimura,
"Report on the Operation and Utilization of General Purpose Use Computer System 2001": Sep. 2001 (In Japanese)
- NIFS-MEMO-33 西尾成子、植松英徳、大林治夫、川上一郎、高岩義信、竹田辰興、寺嶋由之介、難波忠清、藤田順治、若谷誠宏、木村一枝
「日本の核融合研究開発の経緯 1965~1986 関口忠氏インタビュー記録」
Niso, S., Uematsu, E., Obayashi, H., Kawakami, I., Takaiwa, Y., Takeda, T., Terashima, Y., Namba, C., Fujita, J., Wakatani, M. and Kimura, K.,
An Archival Study on the Fusion Researches in Japan from 1965 to 1986 An Interview with Sekiguchi Tadashi": Dec. 2001 (in Japanese)