



追跡評価

－原研基礎・基盤研究の主体性－

Ex-post Evaluation

-Research Independency of the Basic Science Study of JAERI-

柳澤 和章 高橋 祥次

Kazuaki YANAGISAWA and Shoji TAKAHASHI

経営企画部

Policy Planning and Administration Department

June 2010

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2010

追跡評価
-原研基礎・基盤研究の主体性-

日本原子力研究開発機構経営企画部

柳澤 和章, 高橋 祥次^{*1}

(2010 年 2 月 22 日受理)

歴史的展開の中で永く研究が持続し、その分野が成長しているのかどうか、を研究の主体性と定義しその追跡評価を行った。評価の対象となったパラメータは原研基礎・基盤注力研究分野のうち、社会経済的な評価の結果から研究ネットワークの中心にあると看做された Actinides、中心にないと看做された Positron 及び原研が他機関と競合関係にあると看做された Neutron の 3 つである。追跡評価対象期間は 1978 年(昭和 53 年)から 2002 年(平成 14 年)までの 25 年間である。この追跡評価は計量書誌学的手法によるものとし、評価のツールに IAEA(国際原子力機関)が主管する INIS を用いた。追跡評価の結果、原研基礎・基盤研究の主体性を持続的に発展させる要因は、原研コア研究員の使命感に基づく努力、適切な後継者の養成(明確知と暗黙知の伝授)および原研と協力関係にある学界および産業界との知的ネットワークの構築であることが定量的に分った。逆に、主体性の持続的発展を阻害する要因は、コア研究員の転・退職や管理職への移動、不慮の事故(死)等に起因する研究の中断である。対象とした 3 パラメータにおいては、発展要因と阻害要因の相互作用があり、その影響を受けて研究の主体性に萌芽、発展そして衰退といった変遷が見られた。研究の主体性の追跡評価には研究現場の技術的支援が必須である事も認識された。

Ex-post Evaluation
-Research Independency of the Basic Science Study of JAERI-

Kazuaki YANAGISAWA and Shoji TAKAHASHI^{*1}

Policy Planning and Administration Department, Japan Atomic Energy Agency,
Watanuki-machi, Takasaki-shi, Gunma-ken

(Received February 22 , 2010)

A research independency was defined here as the continuity and the development of a corresponding research field with an evolution of history. The authors took three fields as research parameters for the ex-post evaluation. They were all belonged to the basic science field studied in the Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI). The first parameter was actinides, which was situated in the center of research networking from the viewpoint of socio-economy. The second parameter was positron, which was situated in the periphery of research networking and the third one was neutron, which had competition with other research organizations in Japan. The three were supported and promoted financially by the JAERI. The target year was covered from 1978 to 2002, a 25-years. INIS (international Nuclear Information Systems) operated by the International Atomic Energy Agency (IAEA) was used as the tool for the present bibliometric study.

It was revealed that important factors that led the sustainable success of the research independency were the constant efforts to accomplish their mission, the education of their successors to instructing the explicit and tacit research findings and the construction of intellectual networking with learned circles and industries, those were in good collaboration with JAERI. These were quantitatively clarified. Conversely, main factors that impeded the development of the research independency were discontinuance of research caused by a retirement, a change of post or that of occupation, and an unexpected accident (death) of the core

^{*1} College of Economics, Rikkyo University

researchers. Among three parameters, the authors confirmed that there occurred the time-dependent stage of germination, development and declination of the research independency attributing to the interaction between the succession factors and impeded factors. For this kind of ex-post evaluation, the support of field research laboratory was inevitable.

Keywords: Research Independency, Ex-post Evaluation, Basic Science Study, Bibliometric Method, Actinides, Positron, Neutron

This is a blank page.

目次

1.	研究の背景	1
2.	研究の目的	2
3.	方法	3
	3.1 対象年	3
	3.2 評価ツール	3
	3.3 INIS への入力	3
	3.4 追跡評価の具体的方法	3
4.	結果と討論	4
	4.1 Actinides 研究の主体性	4
	4.2 Positron 研究の主体性	13
	4.3 Neutron 研究の主体性	15
5.	結論	24
	謝辞	25
	参考文献	26
	付録：原研全体における研究開発の流れ、その流れの中における基礎・基盤研究の役割	27

Contents

1.	Background of Research	1
2.	Purpose of Research.....	2
3.	Method.....	3
	3.1 Year of target	3
	3.2 Evaluation tool	3
	3.3 Input of INIS	3
	3.4 Concrete procedure of ex-post evaluation	3
4.	Results and Discussion.....	4
	4.1 Research independency of actinides	4
	4.2 Research independency of positron	13
	4.3 Research independency of neutron	15
5.	Conclusions.....	24
	Acknowledgment.....	25
	References	26
	Appendix: Flow of research and development of JAERI, the role of basic science research in the flow.....	27

1. 研究の背景 (Background of Research)

日本原子力研究所(以下、原研)は、昭和31年の創立以来、原子力分野におけるわが国の中核的な総合研究機関として、原子力エネルギーの長期安定供給を目指す原子力エネルギーの研究開発や国民の福祉の向上、生活の豊かさ・質の向上を目指す放射線利用の研究開発等を実施して来た。折しも、平成13年12月19日に「特殊法人等整理合理化計画」が閣議決定され、その計画書の中に「研究成果を出来る限り計量的な手法で国民に分り易く示す事」等の方針が打ち出された。これを受けて、同年、原研はそれまでの45年間(昭和31年から平成13年までの45年間)の研究活動を追跡評価し、費用対効果を「軽水炉技術の確立」および「放射線利用技術の確立」を対象にして求めた。その結果、前者に対しては1.5、後者に対しては1.3という投資効果率を明らかにした⁽¹⁾。

原研の研究開発は、企業における研究開発のように当初からかなりの的確度で投資に見合う効果が見込めるものばかりを実施して来た訳ではなく、企業が投資を回避するような高いリスクを背負った研究開発や科学技術・学術上の貢献といったように費用対効果算定におけるアウトプットが簡単に得られない研究業務が多かった。その代表格が原研の基礎・基盤研究ではなかろうか。

費用対効果を容易に求める事ができないような研究領域に対して、評価の観点からどのように対処していったら良いのであろうか。平成13年以降種々の検討が原研で続けられて来た。例えば、費用対効果に代替する成果の評価方法として、基礎・基盤研究がある種の大きさの研究ネットワークを形成するのに成功した後、異業種間でどの程度相互交流を促進できるかを計測する方法である。これは、言い換えれば、研究ネットワークのもたらす外部経済効果(External economic effect)を社会経済的(Socio-economic)な観点から評価する試みである。著者らも、原研基礎・基盤研究に所属する物質科学研究部を対象に、社会経済的な追跡評価を試み、これまでに幾つかの有益な知見を得ている^(2,3)。研究ネットワークによる外部経済効果を追跡評価する過程で見つけた重要事項は、基礎・基盤研究では研究の主体性(Research Independency)、すなわち「歴史的展開の中で永く研究が持続し、その分野が成長していること」を定量的に把握できれば、追跡評価がし易いという事である。基礎・基盤研究では、何らかの原因で研究ネットワークの萌芽が起こらないまま埋没したり、萌芽しても発展せずに埋没したりしてしまうケースが多々有るのである。そこで、著者らは今回初めて計量書誌学的手法により原研基礎・基盤研究の主体性を長期に亘って追跡評価する試みを実施した。本報はその結果である。

2. 研究の目的 (Purpose of Research)

原研が実施した費用対効果に係わる平成 13 年調査⁽¹⁾では、当時の原研がヒト、モノ、カネを注ぎ込んで大いに研究を促進させようとした、いわゆる注力研究分野(Emphasized Research Field)が存在していた。また、注力研究分野にあっても、結果として研究ネットワークの中心に位置できた研究分野と位置できなかった研究分野が存在した。さらに、原子力という分野では、他機関との競合が無く独善的に研究が推進された分野と他機関と競合しつつ研究を推進せざるを得なかった分野もあった。このような 3 様の研究環境の中では、研究の主体性はどのような歴史的変遷を辿る事になったのであろうか。そこで、原研基礎・基盤注力研究分野のうち、

- 1) 研究ネットワークの中心に位置したアクチノイド (Actinides)
- 2) ネットワークの中心に位置できなかったポジトロン (Positron)¹
- 3) 原研が他機関と競合して注力した中性子 (Neutron)

の 3 パラメータを取り上げた。それらについて、研究萌芽の段階から研究の核(コア)となった人を探し出し、彼らを中心に研究の主体性がどのように展開・発展していったのかを見極めたいと思ったのである。この追跡評価には計量書誌学的な手法が最も適していると判断し、研究室に所属するコア研究員の報告論文数を評価の目安とした。

コア研究員が提出した論文の検索は、論文キーワード欄に上記の 3 パラメータが記載されているかどうかで出来た。著者らは、さらにもう一步踏み込んで、原研研究の主体性とリンクした公的研究機関(以下、学界)の主体性も検討してみる事とした。これは容易なことではなく、まず原研コア研究員を確定し、彼らにヒアリングを繰り返し行う手続きを必要とした。

調査の出発に先立って、ある程度原研における基礎・基盤研究の歴史的展開が理解されていないといけない⁽⁴⁾。原子力の基礎・基盤研究の歴史的変遷をキーワード的に綴れば以下のようなになる。(1) 昭和 30 年代は応用研究のための基礎・基盤研究を重視した展開が実施された。(2) 昭和 40 年代は JMTR を利用した燃料材料開発、核燃料サイクル技術の基礎研究が実施された。(3) 昭和 50 年代にはタンデム加速器による原子核、物性等の研究、Actinides 化学研究が実

¹ 通常、「電子」は負の電荷を有するが、ポジトロンは正の電荷を有する。両者が電子結合すると両者の消滅時に γ 線が正反対の方向へ放出される。ポジトロン核種には、¹⁸F (半減期 110min)、¹⁵O (2min) 等があり、小型サイクロトロンやジェネレータで製造する。この原理は、医学・医療分野においては核医学診断として FDGPET (Positron Emission Tomography) と称すがん検査用の装置に応用され普及している。平成 9 年 (past(5)) の時点で 3 億円だった市場規模は平成 17 年 (present) の時点では 82 億円と急成長した。一方、農業利用分野においては例えばイネ、ユリといった種々の植物の機能試験等に多く用いられているが、研究開発段階である。

施された。(4) 昭和 60 年代から平成では、放射性廃棄物の分離変換処理研究、先端基礎研究センター設立といった研究体制の充実化がなされた。より詳しくは付録を準備したので、これを参照されたい。

著者らは、3 パラメータである Actinides、Positron、Neutron に関する基礎・基盤研究が注力的な研究分野になったと判断される昭和 53 年(1978 年) が追跡評価の出発点として最も相応しいと考えた。その時点から四半世紀すなわち 25 年に亘って、3 パラメータに関する主体性の変遷を追跡評価する事とした。

3. 方法 (Method)

3.1 対象年 (Year of target)

全体 25 年を以下のように 5 年毎に分割した。これは、25 歳で研究生活を開始したヒトが、順調に研究に従事し 50 歳に達するまでの期間である。事実はそうならない事が多い。

past(20) : 1978-1982, past(15):1983-1987, past(10):1988-1992,
past(5):1993-1997, present:1998-2002

3.2 評価ツール(Evaluation tool)

本研究では、原子力に関する論文を沢山収納した評価ツールが必要であり、国際原子力機関 (IAEA) が主管する INIS(International Nuclear Information System)が最適であつ²。3 パラメータを INIS に入力すると、そのアウトプットとしてまず関連公開論文を得る。その数は何百何千とあるので、足切りとして論文数ランキングを実施する。ランキングは筆頭著者、共著者につき彼らが所属する研究機関 (原研、学界) を考慮しながら行うが、このような機能は INIS は持っていない。この種の統計処理は著者の一人(柳澤)が作成した非公開計算コード SOCIOECO⁽²⁾を用いた。順序だててもう少し詳しく説明する。

3.3 INIS への入力(Input of INIS)

3 パラメータ {Actinides}、{Positron}。{Neutron} を用いた。

3.4 追跡評価の具体的方法(Concrete procedure of ex-post evaluation)

まず 3 パラメータを用いた研究は past(20)1978-1982 付近で萌芽したと予測し、

²<http://inisjp.tokai-sc.jaea.go.jp/inishome/index.html> INIS は国際原子力機関(International Atomic Energy Agency ; IAEA) が主管する文献データベースで、収録分野は原子力一般である。言語は英語で 1970 年から収録が開始されており、収録雑誌数は約 4,000、収録研究は約 220 万件である。2005 年では世界 113 ヶ国と 19 国際機関が INIS に協力し文献収集にあたっている。INIS は特徴として、国内的に見れば和文誌を非常に良くフォローしており、これは他の論文データベースでは見られない。国内では、原研、すなわち日本原子力研究開発機構(収録雑誌数 253)、科学技術振興開発機構(同 212)、国際医学情報センターIMIC(同医学関係 377)が協力し、延べ 842 雑誌から得た論文が入力されている。

この5年間に注目する。パラメータ {Actinides} を INIS に入力し、{Actinides} を論文のキーワードとして持っている公開論文およびその著者、共著者と彼らの所属機関を SOCIOECO に掃きだす。続いて、SOCIOECO 内で、原研研究員を筆頭著者に持つ論文と学界研究員を筆頭著者に持つ論文とを仕分けた後、論文数に応じたランキングを実施する。この掃き出しとランキングを残りのパラメータについても実施する。得られたそれぞれのランキング結果は、原研と学界において沢山の研究論文を執筆した、いわゆるコア研究員を探し出すものである。著者らはランキングリストを片手に INIS で探し出した原研コア研究員にヒアリングを掛け、色々確認すると共に当該コア研究員が最も妥当と思われる後継者も示唆してもらった。さらに、彼らと協力関係にあった学界の研究員(殆どが大学の教授等)を示唆してもらった。学界の教授については、現場が示唆した方が実際ランキングリストに入っているかどうかについても確認した。勿論、学界ランキング表で 1 位となった先生が原研と協力関係を持ち、原研基礎・基盤研究の主体性維持に協力して下さるケースばかりではない。本追跡調査は、採用パラメータについて原研研究主体性があったのか、それが発展したのかどうか等を追跡評価するのが主目的であり、学界での研究主体性を追跡するものではない。副次的効果として、原研と繋がりの方の深かった学界の先生とその弟子の方々に対して彼らの主体性についても言及できただけである。勿論、民間にも同様な興味があったが、原子力の基礎・基盤研究と民間の研究機関が知的ネットワークを築くのはかなり難しかったようであり、結果的にいうと 1 ケースしか例がなかった。

4. 結果と討論 (Results and Discussion)

予めお断りするが、本研究は INIS をツールとした計量書誌学的研究であり、INIS に収録され評価の対象となった論文は全て公開論文となっている。この公開論文による 3 パラメータのランキング結果を見ると、上位には当時の原子力界の著名人が列挙されていた。この事は事実で有り何ら臆する事はないのであるが、ランキング結果が思わぬ所で研究員の面子を通したり、不測の事態を生んだりするかもしれない。そこで、本報では個人名が出てくるときは仮名とし、その方の所属機関のみ正しく表記した。著者の所属機関まで仮名とすると、全てが仮想の話となって本報の評価結果に支障を来たためである。

4.1 Actinides 研究の主体性 (Research independency of actinides)

3 パラメータの一つ Actinides について INIS および SOCIOECO によるランキングを実施した。Actinides 研究が萌芽した Past (20)における原研と学界の論文数

ランキング結果(トップ 20 位まで)を **Table 1** に示す。原研では著者 255 人 596 論文が検索された。また、学界では著者 547 人 963 論文が検索された。表中の Points は左側に記載のある研究員が著者(必ずしも筆頭著者でなくとも良い)となった論文数である。

Table 1 Result of ranking made for the parameter Actinides(Top 20)
INIS, Past (20) 1978-1982

Actinides論文著者検索、P(20)				
547人963論文			255人596論文	
Rank	学界	Points	原研	Points
1	Imoto S.	17	Tagawa H.	13
2	Kirihara T.	14	Watanabe H.	13
3	Miyake C.	12	Fukushima S.	11
4	Matsui H.	10	Fujino T.	10
5	Okamoto M.	10	Handa M.	10
6	Fukutomi H.	9	Ikawa K.	10
7	Hashimoto T.	9	Maeda A.	10
8	Kobayashi K.	9	Ohmichi T.	9
9	Sotobayashi T.	8	Shiba K.	9
10	Suzuki S.	8	Arai Y.	8
11	Fujii Y.	7	Kikuchi Y.	8
12	Hayashi M.	7	Nakagawa T.	8
13	Inoue Y.	7	Nomura Y.	8
14	Naito K.	7	Tachimori S.	8
15	Yamanaka C.	7	Ueno K.	8
16	Kanda K.	6	Sasayama T.	7
17	Kimura I.	6	Hirota J.	6
18	Sakanoue M.	6	Hoshi M.	6
19	Sato A.	6	Iwamoto K.	6
20	Tochiyama O.	6	Muromura T.	6

(1) 原研研究の主体性維持に協力した学界

一口に Actinides といっても、固体系、溶液科学や核化学に関する Actinides 研究が有り、その他には再処理や廃棄物、環境中の Actinides 移行等様々な分野が存在した。研究現場の示唆によれば、原研は固体系の Actinides 研究で学界と深いつながりがあった。専門的には、固体系 Actinides は Actinides 基礎物性と Actinides 燃料化学に分けられる。著者らの検討の結果、原研の研究主体性に大きく協力した学界人はランク#1-#4、#14(阪大と名大)、および表には示していないが#40(東大)であった。表は past(20)に関するものであるが、同様な追跡評価を Present1998-2002 まで実施したところ、上記の大学の他に九大と東北大も原研と協力関係を結んでいる事が新たに分った。そこで、学界にあって原研研究の主体性維持に協力した研究者を **Table 2** のようにリストアップしてみた。合計 13 人でその内訳は阪大 4 人、名大 4 人、東大 3 人、九大 1 人、東北

大 1 人である。

Table 2 University teachers, who contribute the development of research independence of JAERI

Actinides 学界			
rank	氏名	氏名略記	所属
440	Sano T.	ST	阪大
*	Miyake M	MM	阪大
1	Imoto S.	IS	阪大
3	Miyake C.	MC	阪大
2	Kirihara T.	KT	名大
4	Matsui H.	MH	名大
14	Naito K.	NK	名大工、原子核
327	Matsui T.	MT	名大院、原子核
40	Kanno M.	KM	東大
485	Takahashi Y.	TY	東大
537	Yamawaki M.	YM	東大
*	Konashi K.	KK	東北大
103	Furuya H.	FH	九大

Note: Contribution of the Tokyo and Tohoku universities were significant not from past (20) but from near the present period.

(2) 原研研究の主体性維持に努力した原研コア研究員

原研について固体系 Actinides の研究者に着目してみると、Table1 に示されている 8 人（#1、#2、#4-6、#8-10）の他、表にはないがランク#20、#24 の 2 人が後継者として該当すると判断された。この内訳は、Table 3 に示すように基礎物性が 7 人、燃料化学が 3 人である。前者は原研大洗研究所にグローブボックス等の施設を有して研究活動に専念したプルトニウム燃料研究グループ員であり、後者は原研東海のプルトニウム燃料棟等の施設を利用して研究活動に専念したグループ員である。

Table 3 Core researchers of JAERI, who contribute the development of research independence of actinides study in JAERI

Actinides 原研		
Rank	氏名	氏名略記
2	Watanabe H.	WH
5	Handa M.	HM
8	Ohmichi T.	OT
23	Suzuki Y.	SY
10	Arai Y.	AY
87	Minato K.	MK
1	Tagawa H.	TH
4	Fujino T.	FT
20	Muromura T.	MT
110	Yamashita T.	YT

(3) 民間コア研究員

民間研究員で原研の研究主体性維持に協力した方に言及してみたい。軽水炉燃料の原料である二酸化ウラン (UO_2) に関する研究者は数も多く論文数も多い。その中で基礎・基盤の固体系 Actinides については、原研関係者に関するヒアリングから UC (ウランカーバイド) を研究した三菱マテリアルの Akimoto Y. 氏が代表格であると分かった。そこで、INIS を使って検索してみたところ Akimoto Y. 氏に関する論文が 10 件ヒットした。しかし、Actinides をキーワードとする Akimoto Y. 論文は検索でき無かった。民間の Actinides 研究は、プルトニウムを取り扱える施設対応が出来なかったため、文献調査が殆どだった事をこの結果は如実に物語っている。

(4) 原研、学界、民間との研究ネットワーク

Fig. 1 は、Past (20) における原研、学界等のネットワークを模擬したものである。原研内には Actinides 基礎物性と Actinides 燃料化学を研究する 2 グループが存在し、前者においては Watanabe H., Handa M. らが研究コアとなっており、後者においては Tagawa H. がコアとなっていた。Actinides 基礎物性については、原研は阪大、名大、東大、東北大と、また Actinides 燃料化学については名大と共同研究協力を推進した事実が残っている。

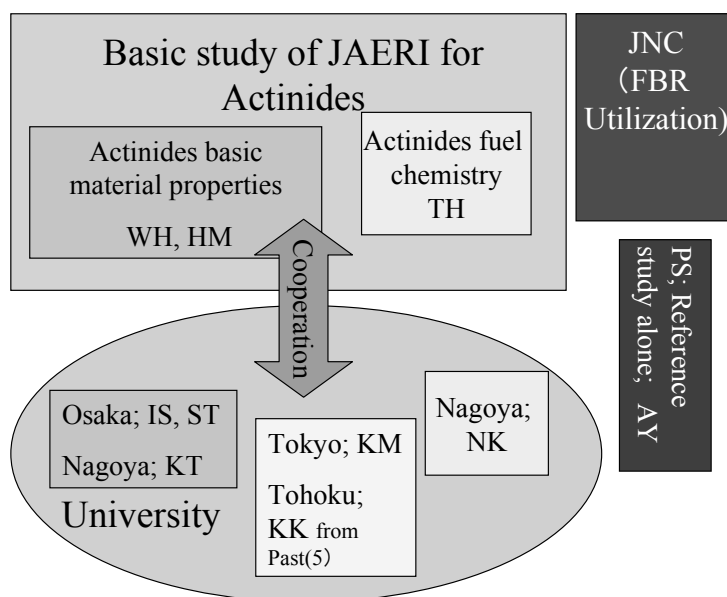


Fig.1 Research field in actinides solid system :
Past (20) 1978–1982, PS: Private Sectors

以下では固体系 Actinides に特化して。そこにおける原研研究の主体性について議論するが、説明の都合上 Actinides 基礎物性と Actinides 燃料化学に分ける。

(5－1) Actinides 基礎物性における研究の主体性

Past (20)は研究黎明期であり、この時の学界の状況は、阪大の Imoto S.、Sano T. 教授、名大の Kiri hara T. 教授、東大の Kanno M. 教授等が研究のコアとして原研と協力関係を築いていた。一方、原研では大洗のプルトニウム燃料グループ等が関連の大学と共同研究を実施していた。**Fig. 2** は学界の、**Fig. 3** は原研コア研究員とその後継者達の研究主体性を物語る変遷図である。この図をもう少し読み解くと以下のようなになる。

①Past (20) : 阪大 Sano T. 教授とその後継者 Miyake M. , 阪大 Imoto S. 教授とその後継者 Miyake C. , 名大 Kiri hara T. 教授とその後継者 Matsui H. , 東大 Kanno M. 教授と後継者 Takahashi Y. , Yamawaki M. 及び九大教授 Furuya H. が研究コア集団である。原研では Watanabe H. , Handa M. をコアに Ohmichi T. , Suzuki Y. , Arai Y. , Muromura T. らが研究者群を形成した。

②Past (10) 近傍: 阪大においては Imoto S. 教授から Miyake C. 教授へと代替わりがあり、原研では初期研究コアであった Watanabe H. , Handa M. が研究者から管理者 (マネージング) に職換えしたため、Actinides 研究は Ohmichi T. , Suzuki Y. , Arai Y. , Muromura T. らに研究の主力が移った。

③原研大洗グループは、当初から阪大 Sano T. , Imoto S. 教授、東大 Kanno M.

教授等と良好な協力関係が有り、共同研究や研究会等の開催で相互の情報交流を図りその成果を増進させた。阪大と原研との間には、阪大の理論と、それを実際の施設を用いて検証しようとする原研の研究者集団との間の補完関係があった。また、双方とも何人かの研究者の間で研究内容が引き継がれていく中で研究の主体性が維持・発展された。そこには、単に個人の範疇に留まらず組織間の知識の蓄積、発展がなされた。

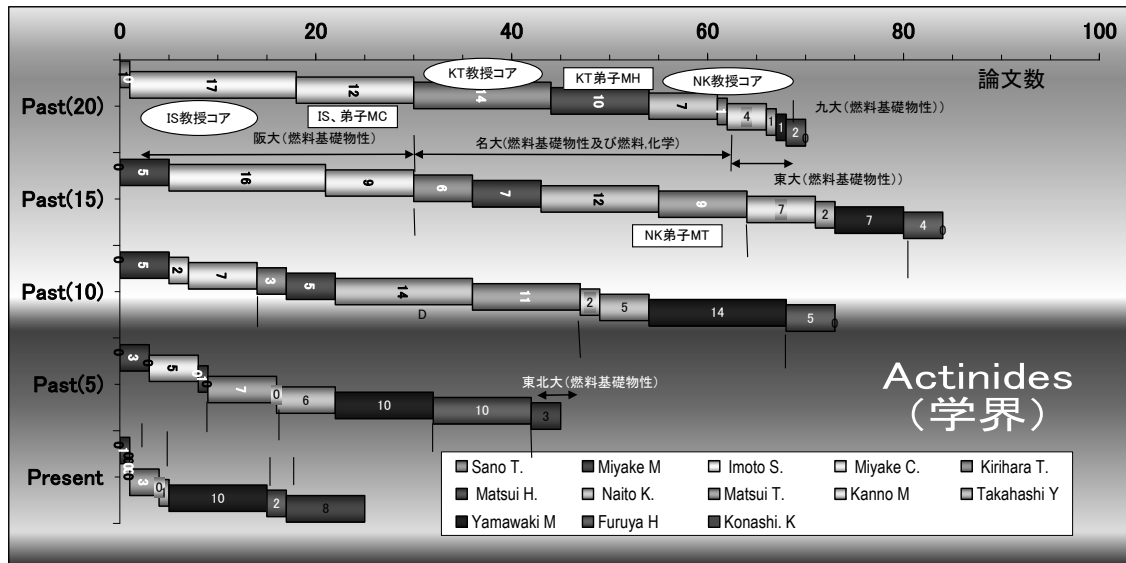


Fig.2 Research independence of the solid actinides system in the university

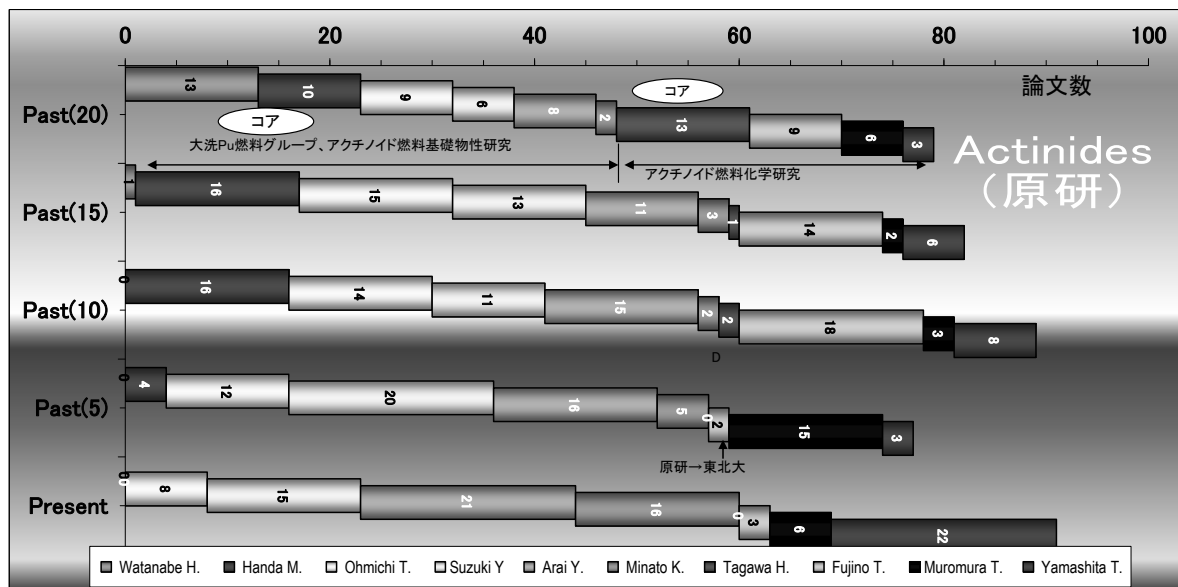


Fig.3 Research independence of the solid actinides system in JAERI

(5-2) Actinides 燃料化学における研究の主体性

前出 Fig. 2 および Fig. 3 を参照に、Past (20) から Present に至る Actinides 燃料化学研究の主体性について考えてみよう。

①Past (20) : 原研と協力関係の有った学界では、名大コア Naito K. 教授とその後継者 Matsui T. を中心に Actinides 研究が推進された。Naito K. 教授は、Past (10) の時点で政府系機関の重要ポストに就任したため大学を離れた。

②原研では、Tagawa H., Fujino T. のコア研究員が、Muromura T., Yamashita T. らとグループを形成し、名大 Naito K. 教授と共同研究を進めた。その後、Tagawa H. は横浜国大に移り燃料電池の研究に従事したが past (5) で死去、Fujino T. は Past (5) に東北大に移った。Actinides 基礎物性で見られたような研究の主体性と良好な大学との協力関係がここでも見られた。

(6) 原研と学界における所属機関別論文数の推移

Fig. 4 は、所属機関（学界と原研）毎に論文数がどの様に変遷したかを分り易く示そうとしたもので、固体系 Actinides に関する 5 年毎の論文数を面積表示した。①研究者に代替わりがあるものの、原研は概略 5 年毎に 80 前後の論文を輩出し続けた。一方、原研と協力関係にあった学界の論文数は浮き沈みが大きかった。Past (20) で固体系 Actinides 燃料物性研究を牽引していた阪大及び名大は、コアとなった教授達が定年等の理由でいなくなり、その結果論文数が減少した。それに代わって、東大や九大、東北大の研究活動が相対的に活発化したように見える。

②燃料物性研究で、原研 6 人と学界 13 人の研究者それぞれについて互いに共著論文を書いているかどうか追跡評価してみたが、INIS では一つもヒットしなかった。これは、原研や学界が独立的だからと言う理由ではなくて、互いに相互補完しながら、総体として課題の解決を試みたと解釈される。

③燃料化学研究で、原研 4 人と名大 2 人は、お互いに論文を輩出するとともに、共通論文も出す協調路線が維持された。但し、選択した名大の 2 人は Past (10) での論文輩出がピークで、それ以降は論文数が減少した。

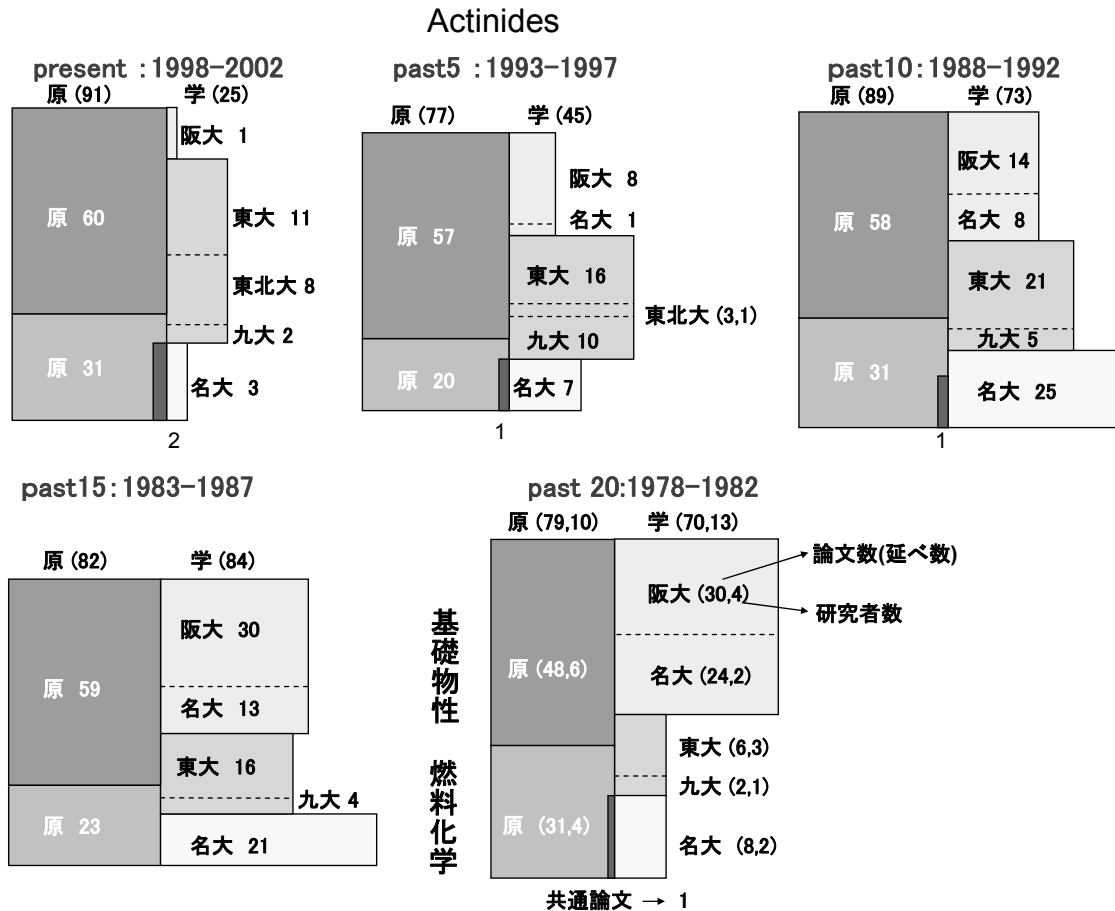


Fig. 4 Change of research independence in actinides solid system in JAERI and university. Core researchers were 10 for JAERI and 13 for university (12 up to past (10) and 13 after that)

(7) 再処理、廃棄物等に関する Actinides 研究

固体系 Actinides について以上議論してきたが、最後に参考として再処理、廃棄物等に関する Actinides 研究についても触れておく。この分野は、主として核燃料開発サイクル機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute; JNC) が研究の主体性を持って実施して来たところである。その研究の主体性に関する変遷を Fig. 5 に示す。Past (20) では沢山の論文が検索されたが、それ以降は数論文となり Present ではゼロであった。これは研究としての主体性が維持されなくなったのか、それとも研究開発段階が終了して技術の応用段階に入ったためなのかは明らかでない。いずれにしても、現場でのヒアリングを含めてデータの裏打ちを取れなかったため、これらデータの信憑性には言及できないし、学界との連関性も把握できない。表中 Akimoto Y. とあるのは民間三菱マテリアルの Akimoto Y. 氏であるが、(3) 節で触れたように論文は検索されなかった。

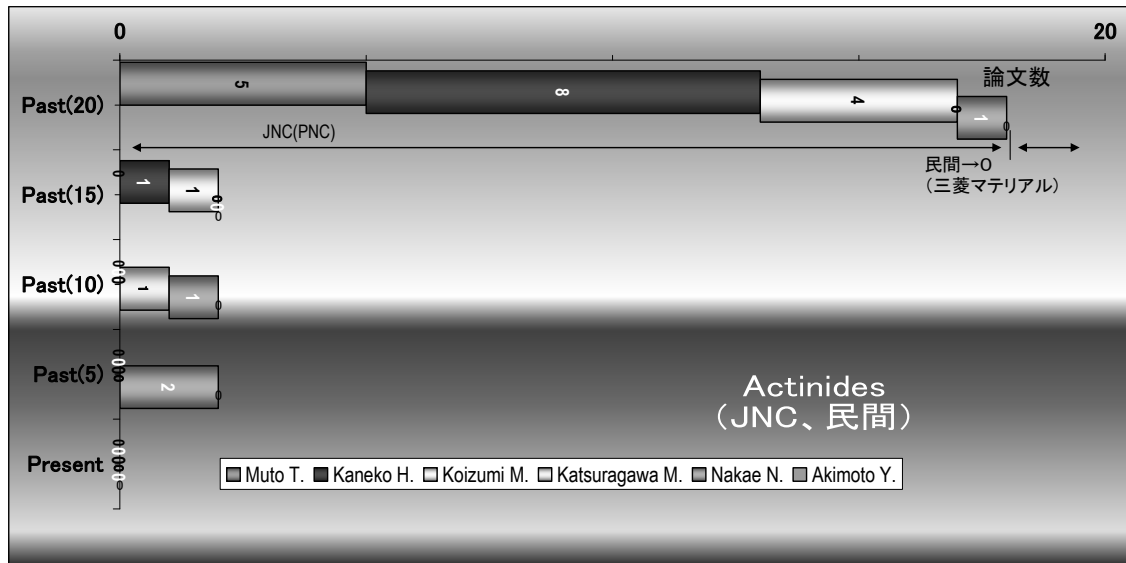


Fig.5 Research independence of actinides in reprocessing and deposition system: JNC and MAPI (Mitsubishi Atomic Power industries, Inc.)

(8) 本調査研究から得た結果に対する現場からの意見

本研究では、アクチノイドに関する結果が得られた段階で、改めて現場とヒアリングを実施し、率直な感想を得ている。以下にその感想の概要を示す。

- I: 物質科学は核物理、アクチノイド等の基礎研究を実施してきたが、産業界とは、これまで余り交流なし。僅かに SUS-316 等で企業(NKK 等)と一緒に調整等やった例が有る程度。
- O: 核データは原研のオリジナリティーであって、企業等はそれを使用。ネットワークを形成しにくい研究成果である。
- H: 原研の物質科学関連論文数は多いが、特許は少ない。これは、「原研のような国の機関が、研究開発で得られた成果を特許化してしまうのは、民間を縛ることになる」という上層部の考え方があって、成果の特許化が熱心でなかったためである。高崎研ではそうはならなかったが、東海研はそのような縛りがあつたと認識。研究上の付き合いを見ると、大学や国公立機関とは付き合いがあつたが、もともと基礎研究であり、産業界はその基盤もなかったこと等の理由により、産業界とは研究交流は、あまりなかった。
- I: 先端基礎、エネシス等との間では、予算と研究成果の取り合いで難しいものがある。つまり、予算は核融合の予算で、実際に仕事は物質科学で実施したものについて、成果の帰属は何処に属するとするのが良いのか。
- T: 原研の研究の歴史を見ると、基礎部門の幾つかの研究室を抱き合わせに

して、他の部門と合体し、プロジェクトが立ち上がった例が幾つかある。その繰り返しの中で、残った研究室を統廃合して出来た部もある。従って、その部に対して、目標がどうで、成果がどうといっても所詮無理な話ということになっても仕方がない。物質科学部でも、過去に遡及していくと歯が抜けた串のようにだんだん実態が不明になってしまう怖れがある。その辺りを充分留意されて調査お願いしたい。本件のような作業を実のあるものにするには、原研における部・課室組織の変遷を正確に掴んで「詳細な組織の時系列表」を作成する必要があるように思う（主な研究テーマと担当者の情報も加える）。その時系列図と研究分野との関係が把握出来れば、例えば、「物質科学研究」という範囲が"どのような人達が行った研究であるのか" を限定出来るので、作業もし易くなる。

4.2 Positron 研究の主体性 (Research independency of positron)

Positron についても前章と同様に INIS および SOCIOECO でランキングした。Positron 研究が原研で萌芽した Past (20) における原研と学界の論文数ランキング結果 (トップ 20 位まで) を **Table 4** に示す。筆者らの別報⁽²⁾で明らかなように、この分野における原研は国内研究ネットワークの中心には無い。図を見ると、原研コアは 2 人で、合計 4 論文である。一方、学界を見ると著者 308 人、696 論文が past (20) の時点で検索された。表中の Points は左側に記載のある研究員が著者となった論文数であるが、Doyama M. (東大→名古屋大→帝京大) が 72 論文、Tanigawa S. (東大、筑波大) が 40 論文、そして Hinode K. が 20 論文である。現場でのヒアリング結果によれば、past (20) ではランキング 18 位であった Hyodo T. (東大) が原研 Positron 研究の主体性維持に協力した。

Table 4 Result of ranking made for the parameter Positron (Top 20)
INIS, Past (20)

Positron論文著者検索、P(20)				
308人,696論文			2人、4論文	
Rank	学界	Points	原研	Points
1	Doyama M.	72	Iwata T.	3
2	Tanigawa S.	40	Okada S.	1
3	Hinode K.	20		
18	Hyodo T.	6		

Fig. 6 は著者らに取りまとめた Positron 研究の原研主体性に係わる変遷と原研に協力した学界における研究主体性の変遷である。Past(20)で原研研究の主体性維持に協力した東大の Doyama M. 教授とその弟子 Tanigawa S., Hinode K. および Hyodo T. らが活躍した。原研はこの時期 Iwata T. および Okada S. が研究コアとして萌芽した。past(15)1983-1987 になると、学界側における論文数が従前の約 1/7 に激減した(ポテンシャルの低下)。学界側の研究ポテンシャルはそれ以降余り回復せず present1998-2002 に至っている。一方、原研コアのほうは、past(5)1993-1997 で学界とほぼ同じ論文数に達し、present にまで至っている。

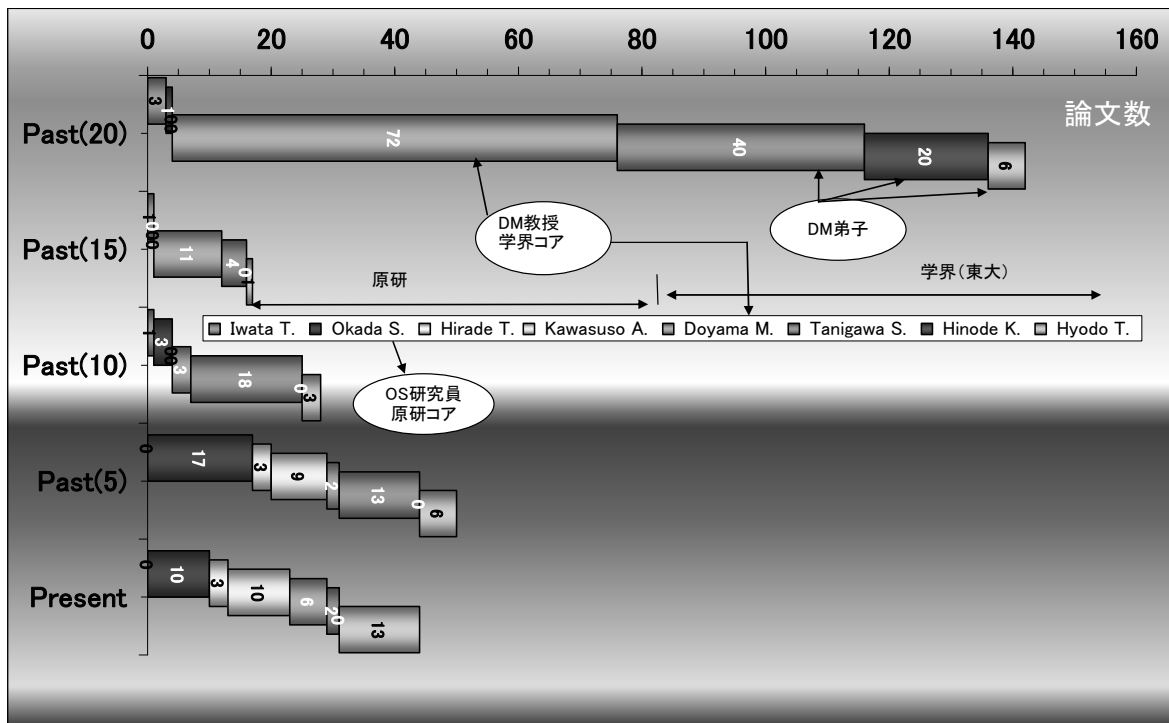


Fig.6 Research independence of positron in university and JAERI

4.3 Neutron 研究の主体性 (Research independency of neutron)

最後は、著者らによる研究ネットワークの研究⁽²⁾で原研が大学等の研究機関と競合状態にあったと認識された Neutron である。これは、原子力基礎・基盤研究を代表するパラメータであるためその調査内容を以下に詳述する。

(1) ランキングの結果

INIS に Neutron を入力して検索すると、論文のキーワード欄に「Neutron」を記載した全ての論文が検索される。次に SOCIOECO により一つ一つの論文に記載されている筆頭著者の所属に従って、その論文を原研 (JAERI) 所属なのか、大学を始めとする公的研究機関 (Public Organization: PO) 所属なのか、それとも民間 (Private Sector: PS) 所属なのかを仕分けする。Table 5 は SOCIOECO が仕分けた結果の一例である。検索番号 34034608 は筆頭著者が原研で共著がない単独論文である。この場合、この論文は原研論文となる。次の検索番号 34040126 は筆頭著者が北海道大学で共著者が原研である。この場合、この論文は学界論文となる。このようにして作業を進めて行く途中で、検索番号 33037515 のように筆頭著者が何かの都合で判定できない論文も出る。共著者は学、学、原研となっているので、この場合は学の論文とする。SOCIOECO で著者が判定できない場合が生じるのは、筆頭著者に関する所属の INIS 入力ミス、または SOCIOECO が認識できないような研究機関 (所属) が実存していたかのいずれかである。このような場合は、第二著者 (学) の所属からこの論文の所属を判定する。

Table 5 Neutron papers classified into JAERI, University and others taken into consideration of affiliation of the first author: past(20)

INIS検索結果通番	RN	Auth/Corp	Author 1	Author 2	Author 3	Author 4	Author 5
#1	34034608	AUTH	原				
#2	33040126	AUTH	北	学			
#3	33037519	AUTH	学		原	原	
#4	33037518	AUTH	北		原		
#5	33037517	AUTH	北	原			
#6	33037516	AUTH	学	学	学	原	
#7	33037515	AUTH	学	学	学	原	
#8	33037514	AUTH	学	学	学	原	
#9	33037513	AUTH	学	学	学	学	原
#10	33037512	AUTH	学	学	学	学	原

原研と学界の区分けを実施後、検索した論文に記載されている全ての著者を Table 6 に示すように掃き出し、一人の著者に 1 点 (Point) を与える。筆頭著者に加重得点を与えるようなやり方ではない。

Table 6 List of authors belonged to university; they wrote neutron papers
SOCIOECO, past (20)

Ichimaru M.
Kumabe I.
Kawai M.
Hasegawa M.
Nagamine K.
Okano K.; Funakoshi Y.; Kawase Y.
Sugimoto K.
Takahara M.
Shimomura Y.
Fujine, Shigenori; Yoneda, Kenji; Kanda, Keiji
Sato S.; Imamura Y.; Kawamata K.
Morita H.; Tanji K.; Hiroyoshi H.; Nakagawa Y.
Higashiguchi Y.; Kayano H.
Higashiguchi Y.; Kayano H.
Kayano H.
Kayano H.
Takeyama T.; Takahashi H.; Ohnuki S.
Yamane T.; Hirao K.
Miyake M.; Atsumi H.; Nakamura Y.; Yamanaka S.
Kojima M.; Kaneoka I.; Takigami Y.

Point 付加後は獲得した得点順に、**Table 7** に例示するようなランキングを実施する。ランキング対象の人数は合計 4,756 人、得点数合計は 3,108 点(著者総数 3,108 人)となった。話は少しわき道にそれるが、ランキングにおいて、対象の人数と得点の合計が合致しないのはある理由が存在する。ここではその原因を考察した。

(1-1) 入力仕様の不徹底

Table 7 の右側すなわち下位ランクに位置した Point1 の研究者を見ると、Yanagisawa I. ではなくて、Yanagisawa, Ichiro とフルネーム表記がある。このように入力がなされると Yanagisawa Ichiro 氏は Yanagisawa I. 氏とは違うヒトと SOCIOECO は認識する。本来 Point2 で処理されるべき Yanagisawa I 氏は入力のミスにより Point1 でランキングされる。INIS 入力時における仕様の不徹底が思いもしない所で著者番付を狂わせる事となる。

Table 7 Result of paper ranking for university; past(20), where left-hand side is top side and right-hand side is most bottom rank. 4,756men had 3,108 points.

Neutron、学界 Points			
Shibata T.	15		
Ohta M.	14		
Suzuki K.	14		
Nakamura K.	13		
An S.	12		
Ishikawa Y.	12		
Inoue K.	12	Yanagisawa, Ichiro	1
Iwasa H.	11	Yanagita S.	1
Takeda T.	11	Yashima H.	1
Nakamura T.	11	Yasue S.	1
Kobayashi K.	10	Yasumi S.	1
Atobe K.	10	Yokoro K.	1
Kanda K.	10	Yokota H.	1
Ohtomo N.	10	Yoneda K.	1
Takeuchi T.	10	Yoshida Y.	1
Kayano H.	9	Yoshida, Hiroyuki	1
Kirihara T.	9	Yoshii K.	1
Kobayashi K.	9	Yoshimori M.	1
Matsumoto T.	9	Yoshino Y.	1
Oka Y.	9	総合計	3108

(1-2) 同姓の研究者

再び Table 7 に戻る。Point10 のところに Kobayashi K. 氏が存在し、その下側 Point9 にも Kobayashi K. 氏が存在する。SOCIOECO では著者の所属を判読して仕分けしている。その判定基準に従えば、Kobayashi 氏が同一人物であっても past(20) 期間内で色々所属(大学等)を変えたり、同じ大学でも所属施設名(例えば京大炉とか京大工とか)を移動したりして、所属の記載に不一致があると別の人物とみなされる。別の場合もある。Kobayashi K. 氏が複数人存在する場合である。この場合、著者らはオリジナル論文にあたる事となるが、そこでの表記は相変わらず Kobayashi K. である。この場合は、可能であれば本人への直接ヒアリング(複数存在するので大変)、論文の内容や標題・共著者との相関から妥当な著者を類推する等幾つかの方法を採る事が可能である。いずれの場合にも、相手に疑われないよう上手に背景を説明することが必要である。また、必要に応じて当該分野の専門家に手助けを願ったりする等相当の時間を割かなければならない。

著者らは、まず past (20) 以降に刊行された原子力学会の名簿(最近の名簿も余り手に入らない)を原研図書館から得て調べた。すると、Neutron 学界において Kobayashi K. 氏に相当する人物として京大炉 KUR の小林圭二氏、京大工原子核教室の小林啓祐氏のお名前に行き着いた。お二方とも Neutron に関係するお仕事をしておられ、原研現場にヒアリングしたら原研(核物理、核データ)にも協力されているという。もし、原研とは無関係のヒトであれば、本論文の趣旨である研究の主体性調査とは無関係なので、これ以上深入りしないつもりであったが、そういっておられなくなった。

次に著者らが試みたのは、人物検索である。検索 1 として Kobayashi K. で始まる {著者名 and キーワード Neutron and 所属機関(大学名が無い場合は無指定) and 発行年} を INIS 検索した。補間作業の意味から検索 2 として {Kobayashi K. で始まる著者名 and 発行年} も検索した。その結果を **Table 8** に示す。past (20)における検索 1 でのヒット数は 24、検索 2 のヒット数は 43 ある。著者らが考えていた Kobayashi K. 氏は最大でも 19(10+9)かと思っていたのに、24 という検索結果は、京都大学ではさらに別の Kobayashi K. 氏が存在する事をも示唆するのである。日本全国では Kobayashi K. 氏の論文は 43 Points である。著者らはこれ以上の考察は不可能と判断し、Table 7 で出てきた Kobayashi K. 氏を名寄せ(合体)して、10+9=19Points として処理した。この処置が良かったかどうかは分らない。

Table 8 INIS search on Kobayashi K. Upper row shows a result of 4 search items and bottom row shows a result of 2 search items.

Rank	氏名	所属	Past(20)	Past(15)	Past(10)	Past(5)	Present
1	Kobayashi K.	京大	24	48	53	40	29
		(3)核物理核データ	43	72	82	68	60

このように、同姓の著名人が同一研究機関に所属していると、計量書誌学では大変な重労働が発生する。著者らは以上説明したような名寄せを繰り返し、重複者を除いた。その結果、当初の 4,756 人は 1,340 人に減らす事ができた。その後、SOCIOECO で再ランキングを行った結果が **Table 9** である。

(2) 原研の主体性維持に協力した学界

著者らは再ランキングが終了した時点で現場をヒアリングし、結果の妥当性を確認してもらった。著者らのランキング表から、学界の研究員で原研の研究主体性維持に協力してくださった方を示唆してもらった。その結果を **Table 10** に示す。ここでいう現場とは、当時の FNS 材料照射損傷、固体物理、核物理核データの室長クラスの研究員である。

Table 9 Result of ranking made for the parameter Neutron (Top 20)
INIS, Past (20)

Neutron論文著者検索、P(20)				
1,340人3,108論文			312人、795論文	
Rank	学界	Points	原研	Points
1	Kobayashi K.	19	Iida H.	14
2	Takeda T.	19	Seki Y.	13
3	Inoue K.	17	Nakagawa T.	12
4	Kayano H.	17	Takamura S.	12
5	Nakamura T.	17	Tanaka S.	12
6	Ishikawa Y.	16	Iizumi M.	11
7	Kanda K.	16	Hirano M.	10
8	Nakamura K.	16	Igarashi S.	10
9	Shibata T.	16	Naito Y.	10
10	Suzuki K.	16	Kikuchi Y.	9
11	Shin K.	15	Mizumoto M.	9
12	An S.	14	Nasu S.	9
13	Ohta M.	14	Sakurai K.	9
14	Ejiri H.	13	Sasamoto N.	9
15	Nakazawa M.	13	Sekine T.	9
16	Ohtomo N.	13	Shindo R.	9
17	Atobe K.	12	Tanifuji T.	9
18	Matsumoto T.	12	Ishiguro Y.	8
19	Takeuchi T.	12	Maekawa H.	8
20	Ikeda H.	11	Ohkubo M.	8

Table 10 University researchers, who contribute the research independency of parameter Neutron in JAERI: Past (20)

Neutron 学界			
Rank	氏名	氏名略記	所属
7	Takahashi A.	TA	阪大
8	Iida T.	IT	阪大
9	Kawade K.	KK	名大
6	Ishikawa Y.	IY	東北大
3	Inoue K.	IK	北大、原子力
1	Kobayashi K.	KK	京大
15	Nakazawa M.	NM	東大工、原子力工学

(3) 原研の Neutron コア研究員
現場ヒアリングにおいて、原研研究の主体性を考察するには Neutron を以下の 3

つの研究分野に分けた方が良いとコメントされたので、それに従う。

- 核融合炉物利用中性子源施設 (Fission Neutronics Source; FNS) による Neutron 利用
- Neutron プローブ利用
- 核データ・核物理での Neutron 利用

さて、Neutron に関する原研のコア研究員であるが past (20) の再ランキングでは上位にいなかったが、past (5) や present において研究の主体性を継続する原研コア研究員がいるとの指摘が有り、その名前も示唆してもらった。その結果、Neutron に関する原研コアは **Table 11** のような構成になった。図中ランクの栏目で疑問符が付いているのは、例えば当初ランキングでは (97) 位だったが、再ランキング (名寄せ作業) 後での位置づけが不明のものである。結果的には大きな変動は無かったと考えている。

Table 11 JAERI Neutron researchers, who worked as the core of laboratory for the research independency; they belonged to the FNS (1-4 columns from the top), neutron probe (5,6 columns from the top) and nuclear physics and data (7-11 columns from the top). Past (20) 1978-1982

Neutron 原研			
Rank	氏名	氏名略記	所属
19	Maekawa H.	MH	(1)FNS材料照射損傷
?(97)	Ikeda Y.	IY	(1)FNS材料照射損傷
?(98)	Jitsukawa S.	JS	(1)FNS材料照射損傷
?(99)	Nishitani T.	NT	(1)FNS材料照射損傷
6	Iizumi M.	IM	(2)固体物理
?(96)	Morii Y.	MY	(2)固体物理
8	Igarashi S.	IS	(3)核物理核データ
?(90)	Nakagawa Y.	NY	
?(95)	Tsukada K.	TK	(3)核物理核データ
5	Tanaka S.	TS	(3)核物理核データ
?(91)	Mizumoto M.	MM	(3)核物理核データ

この表を完成させるまでに幾つか貴重な経験をしたので、後世のため以下に一言する。

①Past (20) 1978-1982 の原研コアとして Igarashi S., Tanaka S., Mizumoto M. が挙げられたが、補完的に Tsukada K. も加えた。Tsukada K. は Past (10) 1988-1992 の期間に退職したので、それ以降の論文は検索されない筈だったのに Past (5) 1993-1997 で Tsukada K. 論文が依然として検索され続ける。調

査してみると、同じ分野で研究している別の若手 Tsukada K. がいた。そこで、退職した Tsukada K. については Past (5) 以降の論文を削除した。

②Past (20) のコア研究員として Tanaka S. を挙げたが、この方は 1984 年すなわち Past (15) 1983-1987 の期間に原研を退職した。Tanaka S. 論文はそれ以降も検索され続けたので、別の Tanaka S. と判定した。評価上 Tanaka S. 論文は Past (15) まで有効としそれ以降は削除した。

③若手研究員の代表として(上表からは既に削除されているが) Chiba S. を推薦に従って検索したところ、Past (10) 1988-1992 から論文が出現して 5 年毎に 20～40 論文が検索された。コアである Mizumoto M. (Chiba S. と同じ研究室) とのインタビューの結果、Chiba S. は Neutron ではなくむしろ基礎理論だという。この研究グループに含めるのは妥当でないと判断されたので、Chiba S. は表から削除した。

④Past (20) コア研究員として挙げた Mizumoto M. は、本人とのインタビューにより Past (5) 1993-1997 から中性子源用の加速器に職務を変えていたことが分った。従って Past (5) 以降の Mizumoto M. 論文はその中味が変質している。この事実に基づき Mizumoto M. の Past (5) 以降の論文は削除した。

⑤Past (20) のコアである Igarashi S. は、Neutron の理論・評価研究のうち特に評価研究での論文が主体であった。この研究員の後継者については Mizumoto M. とのインタビューから、Nakagawa Y. が推薦されたので、表に含めた。

⑥ヒアリングにおいて核物理・核データに関連して、Takegoshi E. がコア候補に上がった。INIS 検索すると Takegoshi. E では past (20) でヒットが無く、Takegoshi. E とすると 6 論文がヒットする。日本語読みすれば竹腰で同じであるが、どちらが本当であるか判定できずまた論文数も少ないのでコア研究員リストからは削除した。

⑦本報は INIS と SOCIOECO を使った追跡評価である。著者らは、これとは別に INSPEC³と JOLIS⁴を使って同じ様な評価を行い、INIS 結果が妥当かどうか吟味している。その際気付いたのは、共著者に関する表記の仕方であり、INIS と INSPEC は著者 A;_著者 B;_著者 C の様にブランクをつけて著者名を記載する。一方、JOLIS は著者 A;著者 B;著者 C のようにブランク無で著者名を記載する。この表示の仕方に違いによって、例えば Neutron の論文数が左右される事実を掴んだ。

³ INSPEC は英国の The Institute of Electric Engineers が発行するデータベースで、収録分野は物理、電気工学、電子工学、計算機科学等である。言語は英語で 1969 年から収録が開始されており、収録先の雑誌数は INIS と同じ約 4,000 を数える。これまでの収録件数は約 650 万件である。

⁴ JAERI 時代に蓄積された研究開発成果を検索するシステム(毎日更新)で未公開。JAERI と JNC 統合後は JOPSS(毎日更新)という名称に変更し公開した。

(4-1) 研究の主体性：FNS での Neutron 利用

FNS を利用した Neutron 利用研究(材料損傷研究)について、原研および原研に協力した学界(阪大、名大)の主体性に係る変遷を著者らが纏めた結果を **Fig. 7** に示す。past(20)1978-1982 は原研にとって明らかに萌芽期であり、Maekawa M. の論文だけである。原研と協力関係にあった学界(阪大、名大)も Takahashi A., Iida T., Kawade K. を合わせて 20 論文程度だった。past(15)1983-1987 から past(5)1992-1997 にかけての 15 年間は、これらコア研究員を中心に論文数が増加し研究の主体性が持続された。present1998-2002 で、学界側は依然として主体性に衰えはないが、原研側は衰退傾向にある。past(5)と present における Ikeda Y. の論文数が図抜けて大きかったので本人にインタビューしたところ、present では大強度陽子加速器の施設(核破砕、核変換や中性子ターゲット)の検討に依る論文が相当数あって FNS に関するものは 39 という事であった。これから分るように、コア研究員の研究分野変更が論文数の増減をもたらし、研究の主体性維持に変化が起こる。

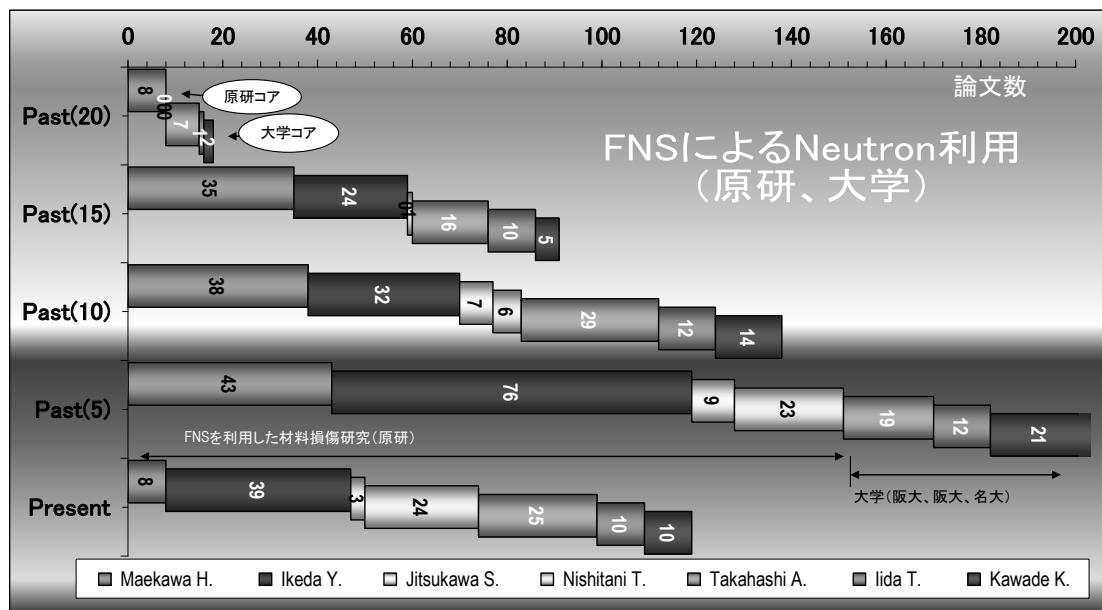


Fig. 7 Research independence of neutron utilization at FNS; University and JAERI are included together.

(4-2) 研究の主体性：Neutron プローブ利用

Neutron プローブ利用について、原研および原研に協力した学界(東北大、北大)の主体性に係る変遷を著者らが纏めた結果を **Fig. 8** に示す。past(20)1978-1982 における原研は明らかに萌芽期であり、Iizumi M. が研究コア

である。学界側は Ishikawa Y. と Inoue K. がコアとなっていた。原研と学界合わせて 50 論文程度である。10 年間は同じ様な状況が続いたが、past(10)になって原研コアの Iizumi M. が管理職となって一線から退いた。退職したのであろうか学界側の Ishizawa. Y の研究活動も停止した。この結果、present では、消滅こそしないが研究の主体性は衰退したままである。Present1998-2002 において、固体物理研究に係わる原研論文として Morii Y. の 206 論文が目立つ。これについては本人にヒアリングを実施して事情を伺った。206 論文のうち、外国籍のもの（筆頭著者が外国人）が 32 であり、残り 174 論文の所属先は、原研 37、民との共著 4、官との共著 7、学との共著 119 であった。原研 37 のうち Morii Y. が筆頭著者となっているのは 2 論文で残りは全て Morii Y. 以外の原研研究員との共著論文である。すなわち、この分野では present において研究ネットワークが大きく進展したと解釈した。

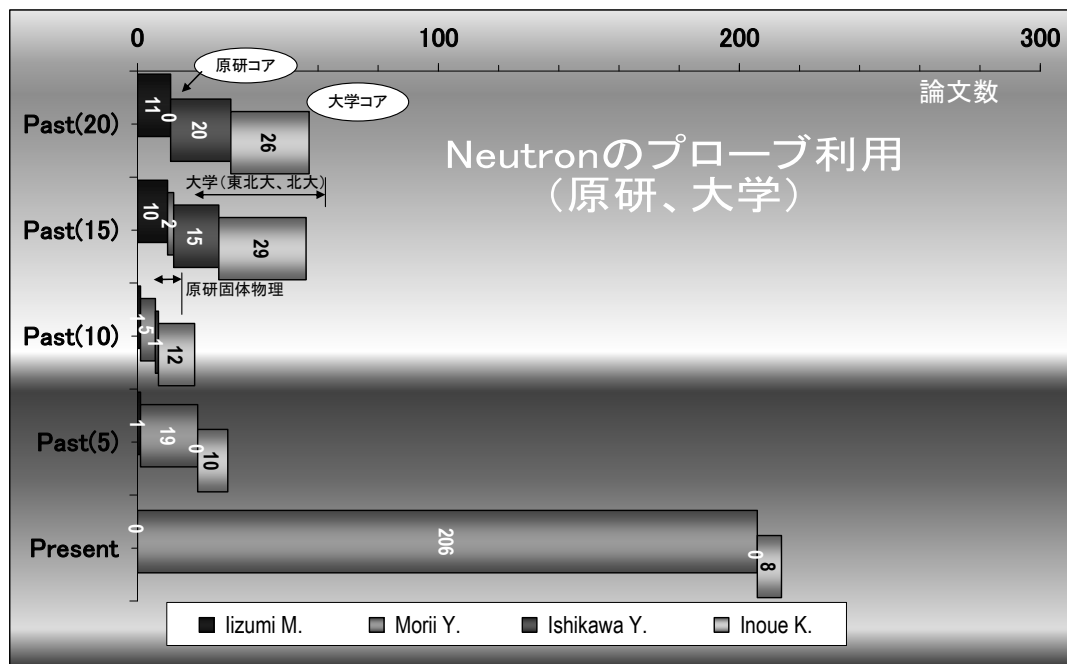


Fig.8 Research independence of neutron utilization as prove; University and JAERI are included together.

(4-3) 研究の主体性：核データ・核物理での Neutron 利用

核データ・核物理の Neutron 利用について、原研および原研に協力した学界(京大、東大)の主体性に係わる変遷を著者らが纏めた結果を Fig.9 に示す。past(20) 1978-1982 では原研と原研に協力した学界合わせて 80 論文程度があり、既に萌芽が起こっていた。発展のピークは past(15) 1983-1987 に迎えた。原研コアの Igarashi S., Tsukada K., Tanaka S., Mizumoto M. の論文数が 90 近く

論文数

大学コア
京大、東大

原研コア

核データ、核物理
(原研、大学)

Past(20)

Past(15)

Past(10)

Past(5)

Present

Legend:

- Igarasi S.
- Mizumoto M.
- Nakazawa M.
- Tsukada K.
- Nakagawa Y.
- Tanaka S.
- Kobayashi K.

ではpast (20) 1978-1982 から past (15) までの 15 年間は研究の主体性が大いに増進されたが、それ以降は衰退の傾向が見られた。共著論文数の増加を研究のネットワークの広がりを見た場合、固体系 Actinides 研究分野は研究ネットワークの進展が起こらなかった。

(3) Past (20) 1978-1982 で原研の Positron 研究は萌芽し、それ以降小規模ではあるが研究の主体性は維持されてきた。原研と協力関係にあった学界側(東大)はすでに past (20) で活動のピークを迎え、それ以降はピーク時の 1/7 にまで衰退した。

(4) FNS による Neutron 研究では、原研および原研に協力した学界(阪大、名大)のポテンシャルが高く研究の主体性が維持された。Neutron のプローブ利用研究では、研究コアの退職等による論文数減少により、研究の主体性は衰退したものの、原研と学界(東北大、北大)・産業界との間の研究ネットワークは増進した。核データ・核物理における Neutron 研究では、past (20) 1978-1982 ですでに原研および原研に協力した学界(京大、東大)において研究の主体性は確立されていた。活動のピークは past (15) 1983-1987 に生じたが、それ以降はコア研究員の退職や業種換えにより、特に原研での研究主体性が衰退した。

(5) 計量書誌学的手法による追跡評価において、同一研究機関に同姓のコア研究者がいると論文数の仕分け(名寄せ)に多大の時間を要す。共著者情報や INIS による人物検索を駆使しても名寄せは必ずしも成功しない。解決方法としては論文著者の所属を同姓コアが識別できる所まで細分化し、INIS に入力する等の対策をとる事が考えられる。

謝辞(Acknowledgment)

原研が保有する学術的データベース INIS、INSPEC、JOLIS 等に関し、研究情報部国際情報室長代理・米澤稔氏、羽原多賀子氏、寺井浩司氏、研究情報課長代理・中嶋英充氏、情報メディアライブラリー閲覧係・峯尾幸信氏、研究情報部(高崎駐在)三浦勇氏各位から技術的支援を賜りました。SOCIOECO プログラミングに関して、計算科学技術推進センター情報システム管理課利用支援係・富山峯秀氏(当時、現情報システム管理課長(関西駐在))及び(株)ケーシーエス・小田久子氏の技術的支援、INIS への官学産識別表の組み込みに関して高崎研黒田平吉氏の技術的支援、並びに INIS や INSPEC を使ったデータの整理に関して原子炉安全工学部燃料安全研究室課長代理・藤田操氏の支援を賜りました。JOLIS からランキングされたキーワードの英語化に関して、物質科学研究部長・館盛勝一氏(当時、現(財)日本分析センター)、環境科学研究部次長・長岡鋭氏、中性子科学研究センター次長・森井幸生氏の助力を賜りました。物質科学

研究の概念構築等に関して、材料照射解析研究グループ・北条喜一リーダー、原子核科学研究グループ・大島真澄リーダー、材料照射解析研究グループ・芝清之研究員による助言を賜りました。著者ネットワーキングの作成に関して、企画室長・岡田漱平氏（ポジトロン）、エネルギーシステム研究部新型燃料燃焼研究グループ・山下利之主任研究員及び原研 OB の柴是行氏及び渡邊斉氏（アクチノイド）、大強度陽子加速器施設開発センター核変換利用開発グループ・水本元治主任研究員及び中性子施設開発グループリーダー・池田裕二郎氏（中性子）によるインタビューを通しての助言を賜りました。原研特許と共同研究等に関して業務部業務第 2 課・園部光章氏と業務部業務第 1 課田畑俊明氏の支援を賜りました。ここに謝して辞するものです（職制等は当時のもの）。

参考文献(References)

- (1) 原研研究業績評価検討アドホック委員会：日本原子力研究所事業の達成と研究成果の社会・経済的効果に関する評価報告書、JAERI-Review 2002-019(2002)。
- (2) 原研研究業績評価検討アドホック委員会：日本原子力研究所事業の達成と研究成果の社会経済的効果に関する評価報告書（II）、-日本原子力研究所における基礎・基盤研究の社会経済的評価-JAERI-Review 2003-036(2003)。
- (3) K. Yanagisawa, S. Takahashi: Socio-economic effects of the material science in JAERI, Scientometrics, Vol.78, No3, pp505-524(2009)。
- (4) 日本原子力研究所：原研 40 年史(1996)

付録(Appendix)

原研全体における研究開発の流れ、その流れの中における基礎・基盤研究の役割

1. 原子力における基盤研究、基盤技術開発のこれまでの流れ

原研創立初期の30年代は、欧米からの技術習得により技術基盤を構築したTake Off（研究開発離陸）の時代であったため、欧米からの原子力技術導入という国策（プロジェクト）を支援する基礎研究・基盤技術開発（目的基礎研究）という形で研究が推進された。昭和40年代は自主技術蓄積の時代であり、前年代の大規模研究、先端的巨大技術開発等に対する経験不足などから、研究体制と研究開発の進め方の見直しが起こった時代である。この時期は導入技術の改良もしくは高度化が主体ではあるが、我が国独自の開発を目指した基礎研究、基盤技術開発が実施された。昭和50および60年代はプロジェクト基軸展開の時代で安全性研究、多目的高温ガス炉の研究開発、核融合の研究開発、放射線利用に関する研究開発が4つの重要課題として推進され、原研基礎・基盤研究はそれに追従した。平成年代に入って先導的プロジェクトの成熟と先端的基礎研究が花開いた。すなわち原子力の総合的機関として主体的に進める基礎研究（先端基礎研究）が推奨され、フロントランナーの一国として世界に貢献できる原子力基盤研究が強力に推進された。

2. 昭和50年代から平成年代まで基礎・基盤研究を推進した原研の研究母体

この時期において原研では以下のような研究母体を中心に基礎・基盤研究が実施され、それが物質科学研究や中性子科学研究等に引き継がれたと考える。

(i)原子炉工学の研究開発

原研核データベースの完成、熱中性子炉体型標準コードや軽水炉過渡解析コード等の開発等のソフト開発が行われた。また高転換軽水炉、受動的安全炉の研究も実施された。

(ii)加速器技術の開発

バンデグラフ加速器の開発、電子リニアックの開発、タンデム加速器、タンデム・ブースターの開発に併せて大強度陽子加速器の要素技術開発が実施された。

(iii)材料の研究

高温超電導体の照射研究、中性子回折による相転移の研究、核融合炉材料の重照射挙動の解明が実施された。

(iv)核物理の研究

中性子核データの取得と評価、重イオンによる原子核反応機構、核構造の研究、評価済み核データライブラリーの完成、公開が実施された。

(v)燃料及び化学の研究

炭・窒化物燃料、被覆粒子燃料等の調整と特性評価、アクチノイド、揮発性放射性核種の挙動解明が実施された。

(vi)群分離・消滅処理の研究

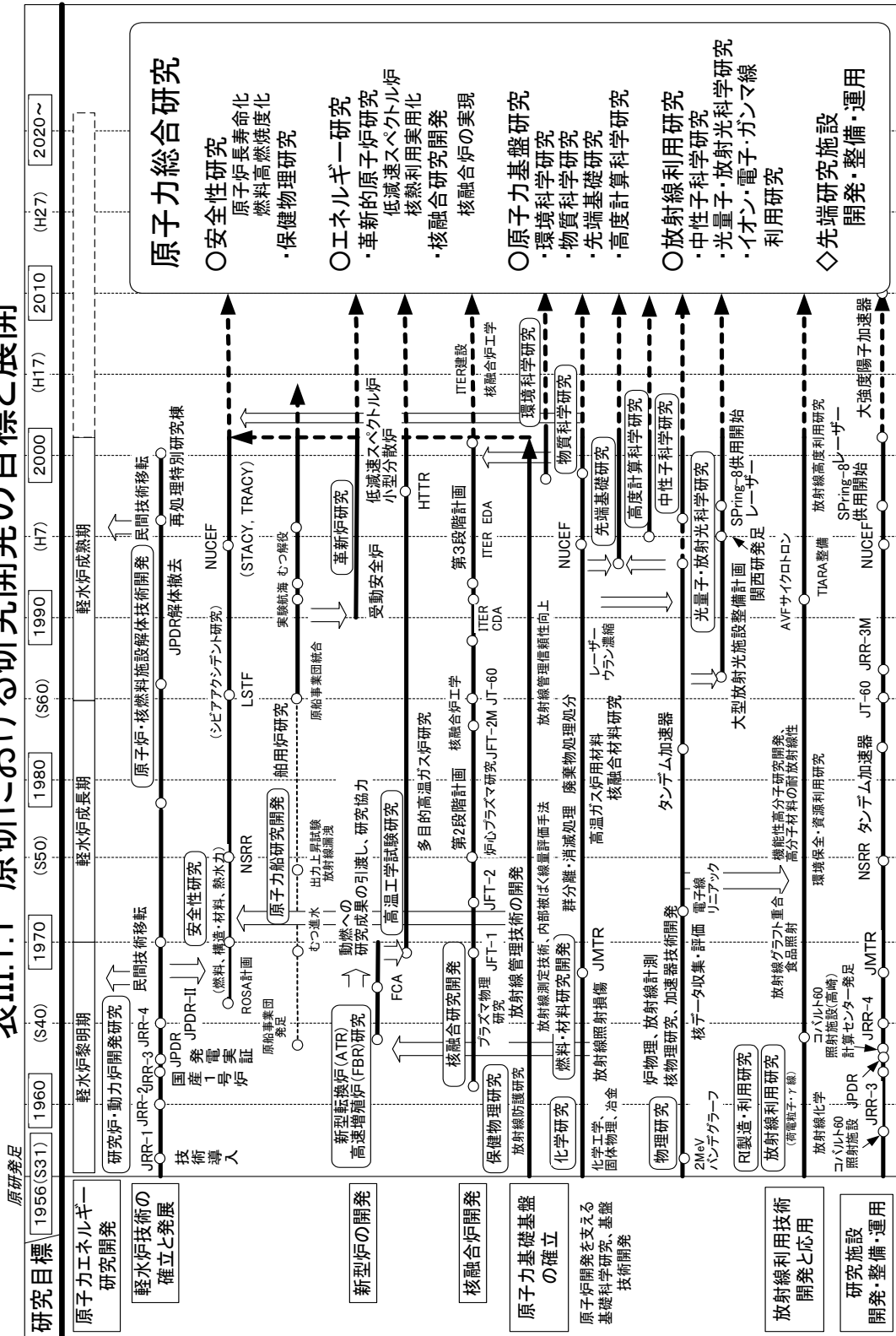
高レベル廃液による群分離法の有効性の確認、各種消滅処理概念の検討及び評価が実施された。

3. 原研基礎・基盤研究と本研究範囲との関係

原研基礎・基盤研究は、大別すると1)昭和30年代から昭和40年代前半のプロジェクト支援のための目的基礎研究、2)昭和40後半から始まった導入技術の改良と高度化を支援するための基盤技術開発、そして3)平成年代に始まった原子力の総合的機関として主体的に進める先端基礎研究(原子力基盤研究)、という3つの大きな流れの中で進められてきた。1)は試験研究炉,JPDR等の建設、運転、利用をとおして原子力の技術基盤を構築したいわば原子力黎明期にあつておこなわれた目的基礎研究である。本報ではこの状況を正確に補足することが出来ないと判断し、調査対象から外した。2)は原研の主体的研究開発プロジェクトである安全性研究、多目的高温ガス炉(高温工学試験研究炉)研究、核融合研究、放射線利用研究を機軸に研究が進められ、基礎・基盤研究はこのプロジェクトを支えるため実施された。本報では、四大プロジェクトが動き始めた昭和53年(1978年)を調査の起点とした。3)は四大プロジェクトの成熟と共にそれを支えてきた基礎・基盤研究に大きな変革が生じたものである。すなわち前出(i)-(vi)部門は解体・再構築されるとともに。先端基礎センター(平成5年)、関西研光量子科学(平成7年)、大型放射光施設(SPring-8)、計算科学技術センター(平成9年)が出来た。平成10年には物質科学研究部が創設された。これらは原子力の幅広い可能性を求め、創造の芽を世界に先駆けて育てることを目的になされた再構築であり、創造的な基礎研究の戦略的推進を図る目途も含まれていた。

付録表Ⅲ.1.1は基礎・基盤研究を含んだ原研全体の研究の流れを示したものである。本報でパラメータとした Actinides 研究は物質科学研究として、Positron はイオン・電子・ γ 線利用研究の一端として、そして中性子研究は中性子科学研究として実施された。

表III.1.1.1 原研における研究開発の目標と展開



This is a blank page.

国際単位系 (SI)

表 1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質モル	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表 2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立方メートル	m ³
速さ, 速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の)	1
比透磁率 ^(b)	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。

(b) これらは無次元量あるいは次元 1 をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の 1 は通常は表記しない。

表 3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ⁻²
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束	ウェーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
セルシウス度 ^(e)	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光強度	ルーメン	lm		cd sr ^(c)
放射線量の放射能 ^(f)	ルクス	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
吸収線量, ビエネルギー当分, カーマ	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性	カタール	kat		s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。

(b) ラジアンとステラジアンは数字の 1 に対する単位の特別な名称で、量についての情報を付たえるために使われる。実際には、使用する時には記号 rad 及び sr が用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の 1 は明示されない。

(c) 測光学ではステラジアンという名称と記号 sr を単位の表し方の中に、そのまま維持している。

(d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。

(e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。

(f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で "radioactivity" と記される。

(g) 単位シーベルト (PV,2002,70,205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表 4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘度	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
力のモーメント	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ =s ⁻¹
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² =s ⁻²
熱流密度, 放射照度	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
熱容量, エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ sA
表面電荷	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² sA
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² sA
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	m ³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
照射線量 (X 線及びγ 線)	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ sA
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ³ m ⁻² kg s ⁻³ =m ² kg s ⁻³
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ =kg s ⁻³
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ³ s ⁻¹ mol

表 5. SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ⁻¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ⁻²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ⁻³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ⁻¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ⁻²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ⁻²⁴	ヨクト	y

表 6. SI に属さないが、SI と併用される単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60 s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	′	1′=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	″	1″=(1/60)′=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 l=1 dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t=10 ³ kg

表 7. SI に属さないが、SI と併用される単位で、SI 単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表 8. SI に属さないが、SI と併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1 MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1 nm=100 pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852 m
バイン	b	1 b=100 fm ² =(10 ⁻¹² cm) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600) m/s
ネーパ	Np	SI 単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
ベベル	B	
デジベル	dB	

表 9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ボアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1 cd cm ⁻² =10 ⁻⁴ cd m ⁻²
フォトル	ph	1 ph=1 cd sr cm ⁻² 10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1 cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1 Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe ≐ (10 ³ /4π) A m ⁻¹

(c) 3 元系の CGS 単位系と SI では直接比較できないため、等号「 ≐ 」は対応関係を示すものである。

表 10. SI に属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1 cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1 f=フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット=200 mg=2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858 J (「15°C」カロリ), 4.1868 J (「IT」カロリ) 4.184 J (「熱化学」カロリ)
ミクロン	μ	1 μ=1 μm=10 ⁻⁶ m

