

^{137}Cs による皮膚汚染とその除去

1964年8月

日本原子力研究所

Japan Atomic Energy Research Institute

日本原子力研究所は、研究成果、調査結果の報告のため、つぎの3種の刊行物を、それぞれの通しナンバーを付して、不定期に発行しております。

- | | | |
|---------|----------------------------------|-----------------|
| 1. 研究報告 | まとまった研究の成果あるいはその一部における重要な結果の報告 | JAERI 1001-3999 |
| 2. 調査報告 | 総説、展望、紹介などを含め、研究の成果、調査の結果をまとめたもの | JAERI 4001-5999 |
| 3. 資料 | 研究成果の普及、開発状況の紹介、施設共同利用の手引など | JAERI 6001-6999 |

このうち既刊分については「JAERI レポート一覧」にタイトル・要旨をまとめて掲載し、また新刊レポートは雑誌『原研』でその都度紹介しています。これらの刊行物に関する著作権、複写のお問合せは、日本原子力研究所技術情報部あてお申し越してください。

なお、上記3種の報告は、日本原子力研究所生活協同組合（茨城県那珂郡東海村）で実費頒布をいたしております。

Japan Atomic Energy Research Institute publishes the nonperiodical reports with the following classification numbers.

1. **JAERI 1001-3999** Research Reports.
2. **JAERI 4001-5999** Survey Reports and Reviews.
3. **JAERI 6001-6999** Information and Guiding Booklets.

Any inquiries concerning copyright and reprint of the above reports should be addressed to the Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

¹³⁷Csによる皮膚汚染とその除去

要 旨

生きているウサギの皮膚を塩酸性キャリアフリーの¹³⁷CsClで汚染させ、皮膚汚染量の時間変化および汚染時間の除染に及ぼす影響を調べ、あわせて除染剤の効果を検討した。その結果、¹³⁷CsClの場合は皮膚汚染量は汚染時間とともに指数的に増加する傾向にあることがわかった。また、汚染除去については、汚染後20分以内では、Sodium dodecyl benzene sulfonateのような合成洗剤で除染するのが有効であり、それより長時間汚染の場合は酸化チタンペーストのような研磨作用を伴った除去剤で除染することが有効であるという結果を得た。さらに早期除染の重要性と放射能濃度の高い、かつ比放射能の高いラジオアイソトープの取扱いの注意について若干の知見を得た。

1964年7月3日

東海研究所保健物理部保健物理研究室

井上義教, 和達嘉樹, 山岡義人

Skin contamination of ¹³⁷Cs and its decontamination

Summary

The living rabbit skin was contaminated by carrier free ¹³⁷CsCl aqueous solution (HCl acidic pH 2.0) and the relation between the amount of contamination absorbed on the skin and the contamination hours was investigated and also the decontaminabilities of water, Sodium dodecyl benzene sulfonate (DBS) and TiO₂ paste were examined, respectively.

The results obtained showed that the skin contamination was increased exponentially with an increase of contamination hours. In regard to the decontamination, DBS which is an anionic surfactant was an effective decontaminant within 20 minutes after contamination and TiO₂ paste which has a polishing action became to be a good decontaminant after that time.

Where, an early decontamination is emphasized particularly and an enough precaution must be taken against handling radioisotopes which have a high activity concentration and a high specific activity.

July 1964

Yoshinori INOUE, Yoshiki WADACHI, Yoshito YAMAOKA
Division of Health Physics, Tokai Research Establishment

目 次

1. 緒 言	1
2. 実験方法	1
3. 結果と考察	1
4. 結 言	5
5. 参考文献	5

Contents

1. Introduction	1
2. Experimental	1
3. Results and discussion	1
4. Conclusion	5
5. References	5

1. 緒言

ラジオアイソトープによる皮膚汚染の除去については、放射線安全取扱手引¹⁾にも、種々の方法が示されている。しかし、これらの方法は、幾つかの文献²⁾⁻⁴⁾から適当と思われるものを採用したものであって、当研究所において試験検討されたものではない。したがって、実際これらの方法で皮膚汚染の除去をおこなり場合に必要な知識が不足している。すなわち 汚染核種や汚染形態などが汚染の皮膚付着量や体内浸透量に及ぼす影響の問題、あるいはまた汚染時間が汚染や除染に与える効果などの問題がある。

本実験ではこれらの問題のうち、危険な核種の1つである ¹³⁷Cs^{註1)} 汚染の場合をとりあげ、汚染時間が皮膚汚染量とその除染効果に及ぼす影響について生きているウサギを使って調べた。ここに得られた結果を報告し、¹³⁷Cs による皮膚汚染の除去法について言及する。

2. 実験方法

生きているウサギ^{註2)}を固定台に固定し、毛を鋏で刈りとり、背中央部の露出した皮膚をエチルアルコール(99.5%)で拭いた後、キャリアーフリーの塩酸酸性(pH2.0)の¹³⁷CsCl水溶液0.14mlをマイクロ容量ピペットで1cm²弱の広さに希下汚染させた。その際の放射能は平均375muc/0.14mlであった。汚染実験では一定時間後に、ろ紙にて汚染液を拭きとり、汚染した皮膚は皮下組織全部を含めて切りとり、それぞれの汚染放射能を、井戸型シンチレーションカウンター^{註3)}で一定の条件で測定した。一方、除染実験では、汚染した皮膚を切りとる前に、水洗、あるいはSodium dodecyl benzene sulfonate(DBS)除染、あるいは酸化チタンペースト除染を各々30秒間手動でおこなった後、各々について60秒間水洗いをおこなった。さらに、残存汚染放射能は前と同様な条件で測定した。用いたDBSの濃度は0.2wt%であり、酸化チタンペーストはアナターズ型のもの5に対し、0.1Nを3の割合で加えペーストにしたものである⁵⁾なお¹³⁷CsCl汚染液の放射能は、あらかじめ井戸型固体液体用電離箱にて測定し求められたものであり、測定限界内で放射能的に不純物がないことを確かめたものを用いた。

3. 結果と考察

皮膚汚染量が汚染時間によってどのように変るかは、Fig.1に示されている。この図から、皮膚汚染量は、実験範囲内では汚染時間が増すと増加することがわかる。同様な実験で⁹⁰Sr-⁹⁰Yおよび³²Pの場合⁶⁾、最初急激に皮膚汚染量が増加し、汚染後30分後はほとんど一定となる結果が得られているが、¹³⁷Cs汚染の場合には、長時間のデータが十分でないが、Fig.1および他のデータ(Fig.

註1) ¹³⁷Cs $\left\{ \begin{array}{l} \gamma : 0.662 \text{ MeV (max)} \\ \beta : 1.17 \text{ MeV (max)} \\ \text{半減期} : 1.1 \times 10^4 \text{ days} \\ \text{生物学的半減期} : 140 \text{ days} \end{array} \right.$

註2) 日本白色種、雄、体重約25kg

註3) 1'x1 1/2" NaI(Tl)

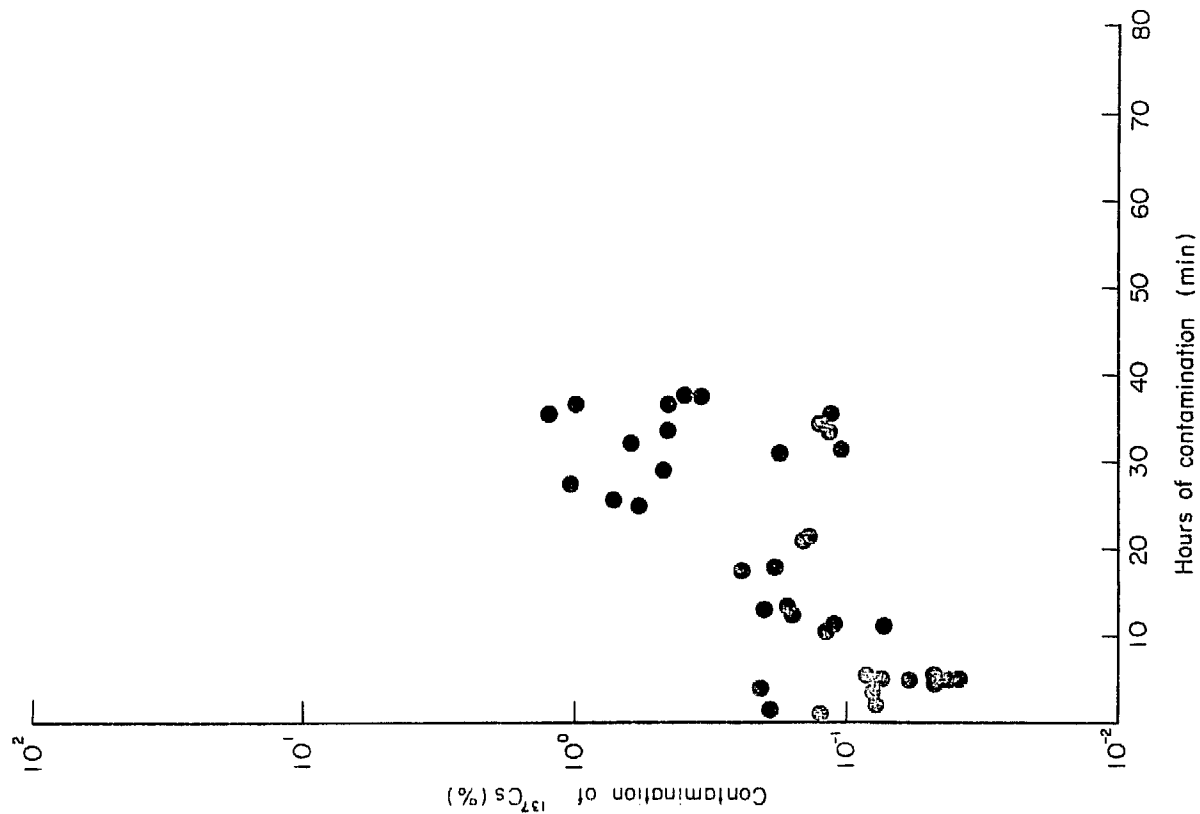


Fig. 1 Skin contamination of ^{137}Cs

--- Contamination hours

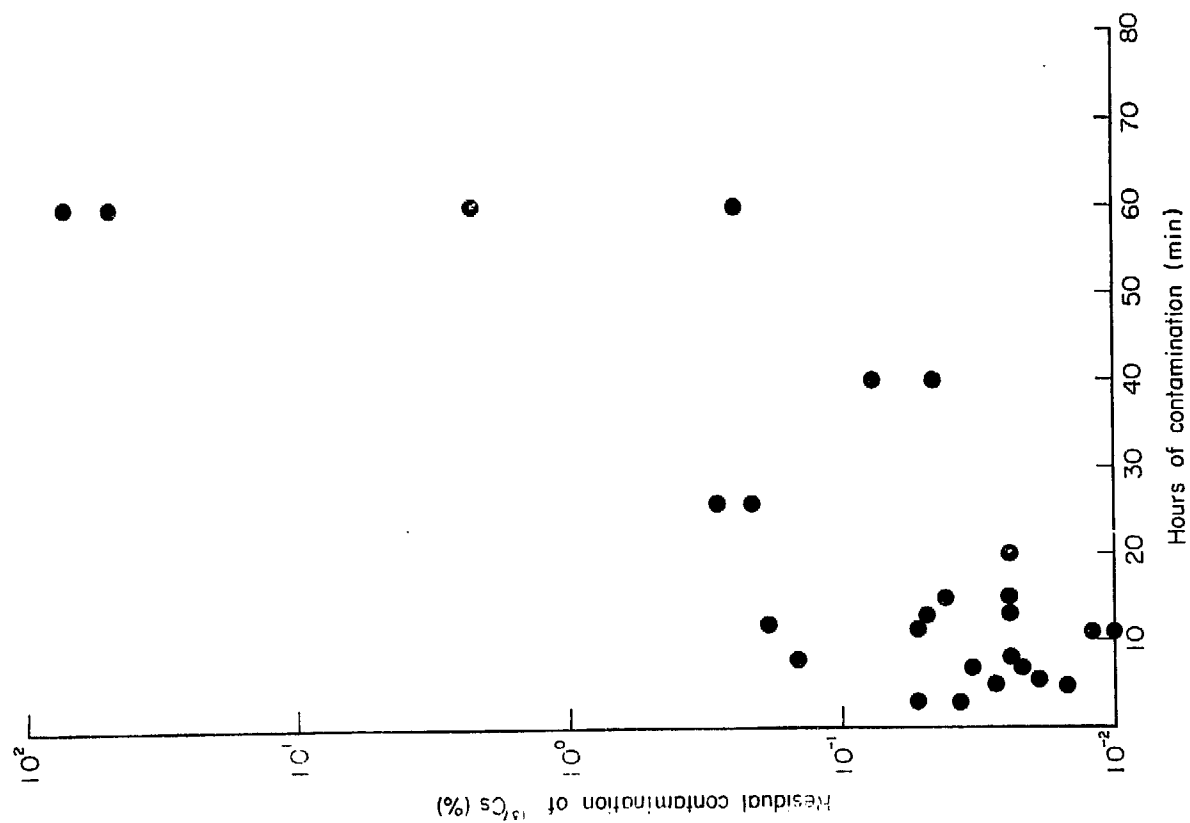


Fig. 2 Skin decontamination by water

--- Contamination hours

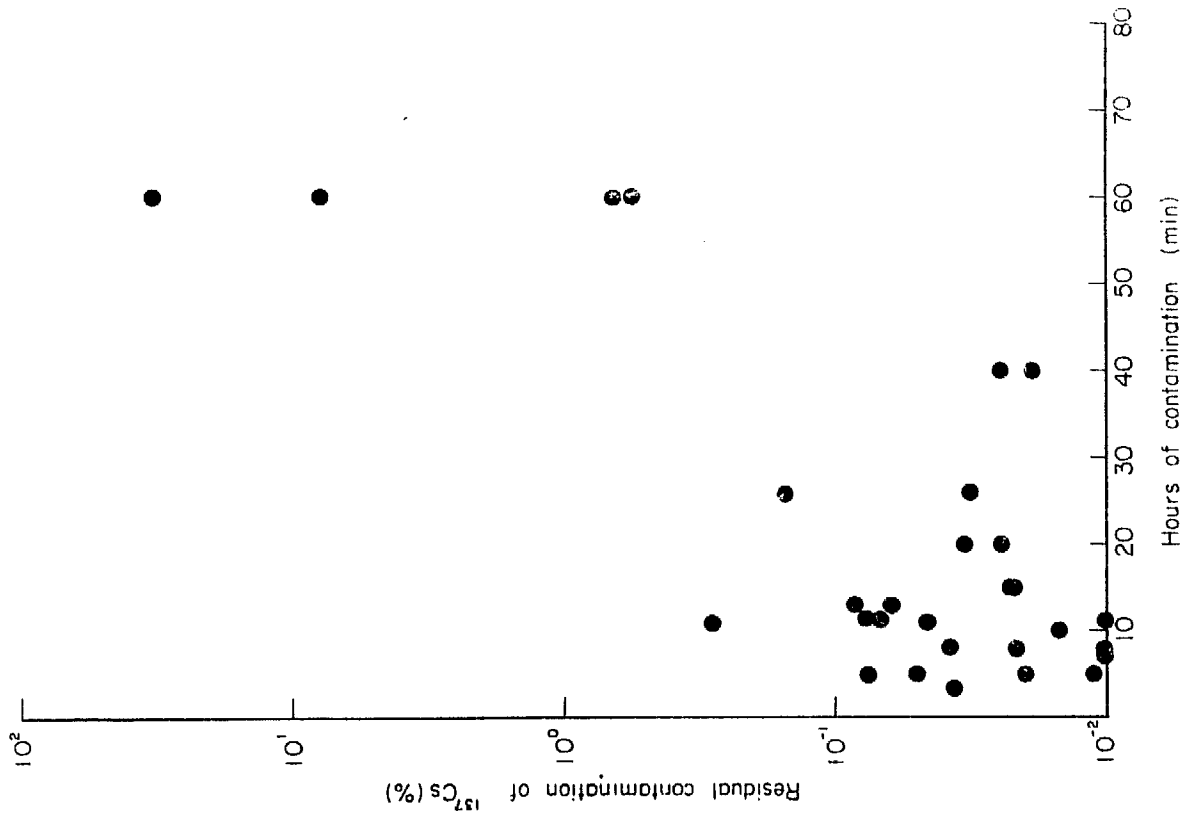


Fig. 3 Skin decontamination by DES

--- Contamination hours

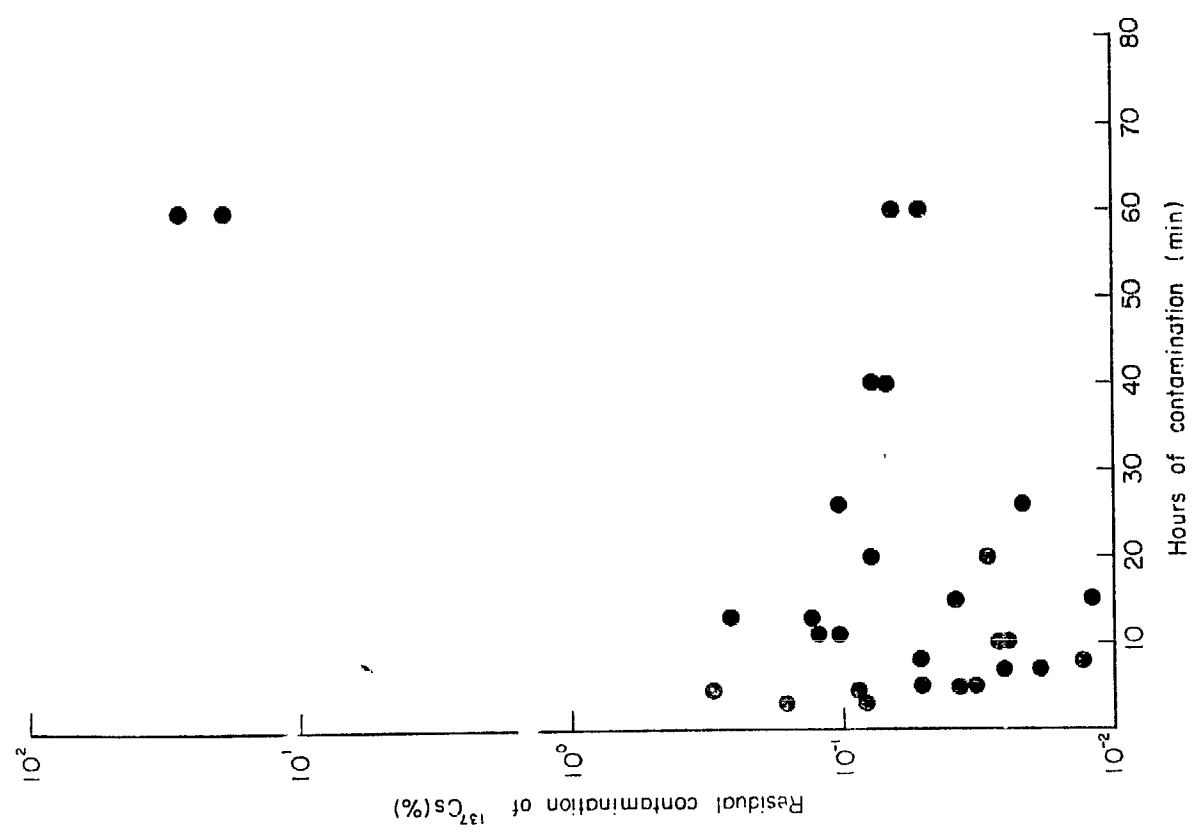


Fig. 4 Skin decontamination by TiO_2 paste

--- Contamination hours

2~4参照)から考えて、皮膚汚染量は汚染時間により指数的に増加する傾向にあるといえよう。^{注4)}したがって¹³⁷Cs汚染では早期除染の必要性がことさらに認められるが、汚染後数分間でも全汚染量の0.1%前後が皮膚汚染量となっている。このことは⁹⁰Sr-⁹⁰Y汚染および³²P汚染についてもその値は0.1~1%とわずかに異なるが認められたことである。⁶⁾本実験では、平均 $375\text{m}\mu\text{c}/\text{cm}^2$ 程度の汚染量であったので、数分間の汚染でも $0.4\text{m}\mu\text{c}/\text{cm}^2$ 程度の皮膚汚染量を与える。これは許容量^{注5)}の数百倍の値であり、除染操作の必要性を示している。

除染操作は水洗-水洗、DBS-水洗および酸化チタンペースト-水洗の各々についておこなった。まず、水洗のみの場合については、Fig.2に示されている。比較的短時間汚染すなわち、汚染後20分以内ならば水洗のみでも汚染はかなり除去される。しかし、60分というような長時間汚染になると水洗のみでは汚染は除去されなくなる。結局このことは、水洗では皮膚にも吸着したり、浸透により内部定着した汚染は除去できず⁷⁾、主に皮膚表面の容易に除かれる汚染のみが除去されるからであろう。DBSが陽イオンラジオアイソトープの除染に効果を発揮するミセル臨界濃度以上の0.2wt%で除染⁸⁾、その後水洗した場合がFig.3である。除染効果の様子は、短時間汚染では水の場合(Fig.2)と類似している。しかし非常によく除去しうる結果も時により得られている。(ここで本実験に使用したシンチレーションカウンターによる¹³⁷Cs放射能計測の検出限界は、Fig.1~Fig.4の $10^{-2}\%$ (縦軸)の値にだいたい相当する。)このことは皮膚汚染の場合、早期除染とともに除去剤の使用の有効性を意味するものと思われるが、なぜ一様に除去剤の効果が現われないかは現在不明である。また、一般に汚染除去は最初の除染操作でほとんどの除染が完了し、以後除染しがたくなるので⁹⁾¹⁰⁾、初めからこのように除去剤を使用することが勧められる。長時間汚染の場合は、やはり除染されがたくなってくるが、水と比べてだいたいよい結果を得ているし、時によってはよく除染されている。このことは、DBSの界面活性能とミセルの作用で、皮膚表面に付着した汚染や毛穴などに入った汚染が、水洗のみの場合よりもよく除染されるためと考える。またDBS以外の他の陰イオン性合成洗剤も同様な働きを示すはずである¹¹⁾。酸化チタンペーストは皮膚除染にも有効と考えられ実際に使用されているが、10分以内の短時間汚染の場合は、単なる水洗よりも幾分悪い結果が得られている(Fig.4参照)。しかし、長時間汚染になればなるほど、水やDBSに比べてよい除染能を示している。これは酸化チタンペーストによる除染は研磨作用を伴うからと考えられ¹²⁾、これにより水やDBSで除去し得ない汚染まで除去しうる結果を与えると考えられる。したがって、汚染して数十分あるいはそれ以上経った場合には、酸化チタンペーストとか同様な機能をもったペースト¹³⁾で除染することが、有効な除去法となるであろう。

ここで優秀な除去剤を使用しても汚染量が多いと当然皮膚汚染量も大になり、除染をしても許容量以下には除染できなくなってくる。それゆえ、早期除染で適切な除去剤を使用して、なおかつ多量の汚染が残っている場合は、外科的処置によって除染しなくてはならなくなるであろう。本実験では、¹³⁷Csをキャリアフリーで用いているが、このように比放射能が高い場合の汚染は低い場合よりも除染しがたくなることは一般に成立つことと思われるので、キャリアフリーでラジオアイソトープ

注4) このようにデータがばらつきを示すのは⁹⁰Sr-⁹⁰Yおよび³²Pの場合にはみられなかったことで¹³⁷Csの特色かもしれない。

注5) 表面汚染の管理基準値¹⁾ $10^{-6}\mu\text{c}/\text{cm}^2$

注6) たとえば、Sodium dodecyl sulfonate

注7) たとえば、ペントナイトペースト

を取扱う場合は、十分注意する必要がある。

4. 結 言

一般に皮膚汚染量は時間とともに増加するか、ある時間までは増加する傾向にあるので、早期除染が望まれる。その際、最初の除染操作で除染されるものはほとんど除去されてしまい、次の操作ではなかなか除去しにくくなるので、最初から除去剤を用いることが勧められる。本実験のごとく、キャリアフリーの塩酸性¹³⁷CsCl水溶液で汚染した場合には、すぐDBSのような合成洗剤で除染するのが有効であり、汚染後数十分というように時間が経過している場合には、酸化チタンペーストのような研磨作用の働きをもつ除去剤で除染することが有効である。いずれにしても汚染量が非常に多い場合は、汚染量の0.1%程度が短時間に皮膚を汚染するので、すぐ除染しても許容量以下にすることが困難となる。それゆえ¹³⁷Csのみならず、一般に放射能の濃度が高く、かつ比放射能が高いラジオイソトープの溶液を取扱う場合は、あらかじめ十分なる注意をする必要がある。

5. 参考文献

- (1) JAERI 6007, 7.1.1 (1961)
- (2) Nucleonics, 9 (No. 5), C-12~15 (1951)
- (3) N.B.S. Hand book, 48, 5 (1951)
- (4) H. A. Kunkel: Strahlenther, 95, 326 (1954)
- (5) 堀田, 中村: 日化, 81, 1 (1960)
- (6) 和達, 田代, 田島, 檜山: J. Atomic Energy Soc. Japan, 5, 994 (1963)
- (7) 村松, 佐々木: Radioisotopes, 7, 42 (1958)
- (8) 高田, 和達, 山岡: J. Atomic Energy Soc. Japan, 印刷中
- (9) P. C. Tompkins, O. M. Bizwell: Ind. Eng. Chem., 42, 1469 (1950)
- (10) 堀田, 和達, 福田: 日化, 80, 37 (1959)