mol. The rate of the reaction is supposed to depend upon the diffusion of carbon rather than that of uranium.

(2) Uranium sesquicarbide can be prepared by the solid-solid reaction between uranium monocarbide and carbon at $1,500^{\circ}\sim 1,700^{\circ}\text{C}$. No stress is necessary for its formation. In the preparation of uranium dicarbide, it was found that the temperature higher than $1,800^{\circ}\text{C}$ was necessary to prepare it in a pure single phase.

The authors wish to thank Messrs. Toshio Uchijima, Kazuya Takano, Yukio Kawarazaki, Kinji Ouchi and Kunihiro Goto for their assistance in the experiment.

They are grateful to Dr. Masayuki Kawasaki for providing uranium metal, to Tokai Electrode Mfg. Co. for providing carbon sample and to Nippon Electrode Co. for graphitization service. They are also indebted to Drs. Keichi Oshima, Toshio Nakai and Kenjiro Kimura for their continuous encouragement.

(Received August 4, 1962)

REFERENCE

- (1) H. J. EDING, E. M. CARR : *ANL-6339*, (Mar. 1961).
- (2) L. M. LITZ, A. B. GARRET, F. C. CROXTON : *J. Am. Chem. Soc.*, **70**, 1718 (1948).
- (3) C. MOREAU : *Planseeberichte für pulvermetallurgie*, **8**, 22 (1962).
- (4) T. SANO, S. IMOTO, Y. TAKADA : *This Journal*, **1**, No. 7, 425 (1959).
- (5) K. M. TAILOR, *et al.* : *ORO-213*, (Sep. 1959).
- (6) J. D. FARR, E. J. HUBER, Jr., E. J. HEAD, C. E. HOLLEY, Jr. : *J. Phys. Chem.*, **63**, 1455 (1959).
- (7) A. C. SECREST, Jr., E. L. FOSTER, R. F. DICKERSON : *BMI-1309*, (Jan. 1959).
- (8) A. B. TRIPLER, Jr., M. J. SNYDER, W. H. DUCKWORTH : *BMI-1313*, (Jan. 1959).
- (9) J. DUBUISSON, *et al.* : *A/Conf*, 15/P/1162, (1958).
- (10) H. A. WILHELM, P. CHIOTTI, A. I. SNOW, A. H. DAANE : *J. Chem. Soc.*, (Suppl. Issue No. 2), S 318 (1949).
- (11) A. ACCARY : 'Proceedings of the Uranium Carbide Meeting', *TID-7603*, 147 (Dec. 1960).
- (12) M. W. MALLETT, A. F. GERDS, D. M. VAUGHAN : *J. Electrochem. Soc.*, **98**, 505 (1951).
- (13) F. A. ROUGH, W. CHUBB : *BMI-1488*, (Dec. 1960).
- (14) E. G. RAUH, R. J. THORN : *J. Chem. Phys.*, **22**, 1414 (1954).

研究論文

248. Préparation de ^{143}Pr sans Entraîneur par l'Echange d'Ion

イオン交換による無担体 ^{143}Pr の製造

Par Haruo NATSUME*

The 10 mC order ^{143}Pr was purified by the ion exchange following by the elimination of the most part of cerium as ceric phosphate precipitate. The purity of this source was examined and the yields of radioactive praseodymium were measured during the first precipitation, the reprecipitations and the ion exchange purification. Several remarks to obtain an extremely pure source was mentioned.

I. ECHANTILLON

25 g de nitrate céreux qui correspondent à

10 g de CeO_2 "Specpure" de la Société John-

* 夏目晴夫. Japan Atomic Energy Res. Inst. (日本原子力研究所)

son Matthey ont été irradiés en deux tubes en aluminium. Nous avons employé cet échantillon sans purification, mais c'était très important, car presque tous les échantillons de terres rares, même les plus purs, contiennent plus ou moins d'activité naturelle due au thorium ou bien à ses descendants. Ces descendants sont susceptibles de contaminer les fractions de praséodyme à la séparation par la résine.

Un échantillon employé à cette expérience, contient 29 cpm d'activité naturelle au compteur GM pour 50 mg de nitrate céreux. Donc un examen de l'activité avant l'irradiation sera indispensable. L'impureté néodyme, à plus de 0.001 % n'est pas favorable pour obtenir le praséodyme à la pureté 1 : 10⁶. Toutes les autres impuretés seront faciles à éliminer dans ces expériences.

II. IRRADIATION

La réaction nucléaire de formation du ¹⁴³Pr est la suivante :

Les deux tubes à irradier qui contiennent chacun 12.5 g de nitrate céreux ont été irradiés aux flux de neutrons $\phi = 9 \times 10^{11} \text{ n/cm}^2/\text{sec}$ de la pile EL 2, pendant 1 mois. L'irradiation plus longue qu'un mois ne sert qu'à augmenter l'activité du ¹⁴¹Ce, tandis que l'activité de ¹⁴³Pr n'augmente plus notablement. De même, il vaut mieux attendre 3 ou 4 jours après le défournement des échantillons de la pile, parce que la plupart du ¹⁴³Ce qui émet les rayonnements γ assez forts (0.126~0.720 MeV) se change en ¹⁴³Pr.

Après l'irradiation, les échantillons prennent une couleur un peu jaune-orange du fait qu'une partie du cérium a été oxydée en cérium tétravalent, mais ils se dissolvent facilement dans l'acide nitrique avec dégagement gazeux.

III. ELIMINATION DE LA MAJORITE DU CERIU

Pour séparer la majorité du cérium, on peut employer la précipitation soit comme le

phosphate cérique, soit comme l'iodate cérique, ces produits n'entraînant que très peu d'autres terres rares dans les précipités. Mais, ici, nous avons préféré la première méthode à cause de la facilité de filtratoin. Le précipité d'iodate cérique est très difficile à filtrer parfaitement, surtout par lavage à faible acidité. D'autre part, le phosphate cérique, précipité jusqu'à une certaine acidité, est très facile à filtrer et sa faible solubilité sert à tenir le praséodyme dans la solution.

Quant aux réactifs d'oxydation, nous avons préféré le bromate de potassium au permanganate de crainte que le manganèse entraîne par le praséodyme soit élué auprès du praséodyme à la séparation sur résine avec l'éluant citrate et donne une activité gênante dans les mesures de l'activité du cérium par l'analyse de radioactivation plus tard.

Parmi les conditions de précipiter le phosphate cérique, le plus important est l'acidité du milieu et la concentration du cérium.

1. Acidité du milieu

En milieu nitrique, plus de 5 N, la solubilité du phosphate cérique est remarquable, d'autre part en milieu nitrique moins de 0.5 N, le précipité gélatineux a une tendance à entraîner le praséodyme. Sur une grande quantités le phosphate céreux se précipite également après quelques minutes. Ces quelques expériences préliminaires ayant montré que le phosphate cérique précipité en milieu plus acide entraîne moins de praséodyme, nous l'avons précipité en milieu nitrique 3 N, puis dilué à 2 N ou à 1 N. Cette dilution sert à diminuer la solubilité du phosphate cérique.

2. Concentration du cérium

La concentration du cérium a une influence sur le caractère du précipité. D'après nos expériences, le volume à la fin de précipitation entre 100~150 ml pour 12.5 g de nitrate céreux était préférable. En solution plus concentrée, on obtiendra un précipité solidifié et difficile à laver, tandis qu'en solution plus diluée, on aura un précipité tout à fait gélatineux.

3. Ordre de l'addition des réactifs

À cause de la faible solubilité du bromate de potassium, il vaut mieux ajouter le bromate d'abord et quelques minutes après avoir bien

oxydé le cérium, l'acide phosphorique.

De cette raison, nous avons adopté le procédé suivant. On prépare les solution A, B et C—

Solution A	12.5 ml de HNO_3 15 N 50 ml d'eau distillée 0.2 mg de La_2O_3 en solution nitrique 5 g de KBrO_3
Solution B	10 ml de H_3PO_4 concentré 62.5 ml de HNO_3 1 N
Solution C	125 ml de HNO_3 1 N

Après avoir chauffé la solution A dans un bcher de 400 ml, on y verse le nitrate creux irradi sous hotte derrire le plomb. Le crium passe l'tat crique, puis on ajoute goutte goutte la solution B, galement chaude, en agitant avec une longue barre en verre. Le prcipit de phosphate crique se forme d'abord glatineux, mais il devient plus dense avec l'addition de l'acide phosphorique. A la fin de la prcipitation, on ajoute encore 3 g de KBrO_3 pour complter l'oxydation. 10 min aprs on le dilue avec la solution C chauffe et on laisse dans un bain-marie. 40 min aprs, on transporte le contenu du bcher sur le filtre en verre fritt, puis on lave le prcipit avec 125 ml d'acide nitrique froid 1 N en trois ou quatre fois. Par ce procd, 99 % du crium est limin comme prcipit et 94~95 % du prasodyme est rest dans la solution filtre.

IV. PURIFICATION

Pour bien liminer l'activit du crium dans la solution de prasodyme, on effectue deux purifications avec le nitrate creux inactif.

A la solution filtre et lave, on ajoute 500 mg de nitrate creux comme entraneur du prasodyme. On prcipite par un excs d'ammoniaque le phosphate creux. Ce prcipit contenant plus de 99.5 % du prasodyme est filtr sur un petit entonnoir filtre en verre fritt, puis dissous dans 4 ml de HNO_3 concentr, additionn de quelques gouttes d'eau oxygne. On lave le filtre avec 15 ml de HNO_3 1 N et reoit toute la solution dans un bcher de 100 ml. On chauffe ensuite lentement pour dcomposer l'eau oxygne et

on ajoute encore 2 g de nitrate creux plus. On oxyde par 1~2 g de KBrO_3 , puis on verse goutte goutte une solution obtenue en mlangeant 20 ml de HNO_3 1 N et 2 ml de l'acide phosphorique concentr. On filtre et on lave le prcipit 4 fois avec 100 ml de HNO_3 1 N.

On rpte une deuxime purification, mais cette fois on dilue 80 ml avec 40 ml de l'eau distille la fin, pour diminuer la quantit de crium reste dans la solution.

Le prasodyme dans la solution filtre de la deuxime purification est prcipit comme phosphate, filtr, dissous encore dans HNO_3 , puis reprcipit avec la soude caustique comme hydroxyde, lav l'eau et enfin dissous dans un volume minimum de HNO_3 . Cette solution finale dilue peu prs 0.5 N en HNO_3 , est transporte sur la colonne de rsine.

V. RENDEMENTS A LA SEPARATION PAR LES PRECIPITATIONS

On a spar le crium et le prasodyme l'aide des entraneurs de crium et de lanthane par la mthode de l'iodate. A partir de l'chantillon de nitrate creux irradi, du prcipit du phosphate crique et de la solution filtre, on a mesur les diffrentes activits, puis effectu les corrections de dcroissance. Le rsultat est indiqu dans la Fig. 1. On peut rcuprer plus de 90 % de prasodyme avec le facteur de dcontamina-

Fig. 1 Rendements au cours de l'limination de Ce

tion sur le cérium $1 : 10^{-7}$.

VI. PURIFICATION PAR LA SÉPARATION CHROMATOGRAPHIQUE SUR LA COLONNE DE RESINE ECHANGEUSE D'IONS

1. Résine échangeuse d'ions

La résine employée dans cette expérience est Daiaion SK, une résine cationique du type acide sulfonique à pontage 8 % fabriquée par la Société Mitsubishi. La résine est écrasée dans un mortier puis séparée plusieurs fois par sédimentation dans un tube en verre $1.2 \text{ cm}\phi \times 150 \text{ cm}$. On a pris une partie dans la colonne de résine sédimentée, dont le diamètre des particules est à peu près 250 mesh. De cette partie, une colonne de 8 mm de diamètre intérieur et de 25 cm de longueur est préparée. Le volume de résine est 12.5 ml, le volume libre est à peu près de 4.5 ml, la vitesse est d'une goutte par 40 sec (5 ml/hr) avec une pression de 140 cm d'eau.

La colonne de résine est traitée par 2 cycles comprenant chacun 20 ml de HCl 4 N, de l'eau distillée, de l'ammoniaque 2 N avec 1 % de l'EDTA et de l'eau distillée pour bien enlever les impuretés contenues dans la résine.

2. Elution

L'éluant employé pour cette séparation est la solution tamponnée de citrate et d'acide citrique à 5 %, à pH 3.4~3.5. On prépare d'abord les deux solutions de citrate d'ammonium et d'acide citrique à 50 % comme les solutions à conserver; où aucune moisissure ne peut croître en raison des pressions osmotiques très hautes. Juste avant l'élution, on ne fait que diluer 6.3 ml de citrate d'ammonium et 13.7 ml d'acide citrique à 200 ml, pour obtenir la solution tamponnée à pH 3.4, de même 7.5 ml et 12.5 ml pour pH 3.5.

On transporte la solution de praséodyme obtenue précédemment sur la colonne, puis on lave la paroi intérieure de la colonne supérieure et commence l'élution.

On reçoit une goutte de la solution éluee toutes les 20 à 60 min sur un petit verre de montre. On sèche sous la lampe infra-rouge,

puis on mesure cette activité et le volume de la solution éluee. On change le récipient chaque 15 ml ou 10 ml, ou bien quelquefois à un certain volume en consultant l'activité sur la courbe d'élution. La courbe ainsi obtenue est montrée à la Fig. 2.

Pendant l'élution le mouvement de la bande de praséodyme est facile à suivre par l'activité très forte. Nous avons remarqué aussi une bande colorée en brune verdâtre qui coulait plus rapidement et a été éluee à la fraction 4, mais un autre pic d'activité inattendu a suivi cette bande et a été élué à la fraction 5 incolore. Avant l'élution du grand pic de praséodyme, nous avons remarqué aussi un petit pic. Il n'y a aucun pic après le pic de praséodyme, sauf ceux de forme irrégulière tout de suite après les recommencements d'élution suivis d'arrêt.

Après la position prévue de l'élution du cérium, le pH de l'éluant est haussé à 3.5. Finalement, la colonne est lavée par 20 ml de NH_4OH 1 N avec de l'EDTA, puis par un peu d'eau distillée et enfin par de l'acide chlorhydrique 4 N pour connaître les activités des impuretés.

VII. PRÉPARATION DES SOURCES DE PRASEODYME SANS ENTRAINEUR

Les 4 fractions principales du praséodyme, 11, 12, 13 et 14 ont été employées à la préparation de la source sans entraîneur. A une de ces fractions, on ajoute 1 ml d'acide chlorhydrique concentré, transporte sur une autre petite colonne, $5 \text{ mm}\phi \times 10 \text{ cm}$, de la même résine, mais cette fois sous la forme hydrogène. Dans ce cas, l'activité est fixée à la partie supérieure de la colonne. On lave avec 20 ml d'acide chlorhydrique 1 N pour chasser l'ammonium venant de la solution à éluer, puis 10 ml d'eau distillée enfin on élue le praséodyme par 20 ml d'acide chlorhydrique 4 N. On reçoit dans un petit bécier de 30 ml cette dernière solution éluee et on ajoute 10 ml de la solution de lavage de la colonne. Ayant évaporé lentement cette solution sur la plaque chauffante, on obtient la source de praséodyme sans entraîneur avec très peu de matière non volatile qui vient de la résine décomposée.

Fig. 2 Courbe d'élution du ^{143}Pr après l'élimination du Ce

On traite de même les 3 autres fractions.

VIII. RENDEMENT DE PRASEODYME A LA SEPARATION PAR LA RESINE ECHANGEUSE D'IONS

On compte le rendement d'après les sur-

faces mesurées sur la courbe d'élution. On corrige pour décroissance. Dans les fractions 11 à 14, on trouve 4.31 %, 33.3 %, 44.7 % et 15.2 %, total: 97.5 %. Dans la fraction 15, 1.53 %, total: 99.0 %. D'autre part, dans une des autres fractions, il n'y a pas plus de 0.05 %, sauf dans la fraction 10 (0.53 %).

IX. IDENTIFICATION DES AUTRES ACTIVITES

Pour chercher les composants, nous avons choisi des échantillons des gouttes: 15°, 17°, 42° et 120°, cette dernière représentant des pics irréguliers et aussi les fractions 4, 5, 7 et 8. Sur ces échantillons, nous avons mesuré la décroissance et les énergies des rayonnements β et γ .

1. Echantillon 120° goutte

Il n'y pas de γ remarquable. La courbe d'absorption par les écrans d'aluminium est simple. Le parcours est à peu près de 300 mg/cm² et la période s'accorde parfaitement à celle de ¹⁴³Pr à 13.7 j. Par la suite, il n'y a aucun doute, ces pics irréguliers proviennent de l'activité du praséodyme qui est absorbée à l'intérieur des particules de résine et qui ne ressort que lentement.

2. Echantillon 42° et les fractions 7 et 8

L'échantillon 42° décroît avec une période de 11.3 j. et la courbe d'absorption de β montre la présence de plus de 2 composants. La spectrographie γ des fractions 7 et 8 et aussi des précipités entraînés par $\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ nous montre des γ de 0.037~0.039, 0.091~0.095, 0.535 MeV. Ces deux derniers s'accordent bien à ceux de ¹⁴⁷Nd, 0.0918 et 0.520 MeV. Avec la position d'élution il est certain que cette activité est du ¹⁴⁷Nd.

3. Echantillon 15°, fraction 4 et échantillon 17°, fraction 5

Ces deux fractions sont éluées côte à côte et se ressemblent beaucoup, quoiqu'il semble qu'elles soient bien différentes l'une de l'autre puisque l'une est éluee avec le fer et l'autre complètement libre.

Toutes les deux montrent la présence de rayonnements complexes du point de vue à la fois de parcours d'après l'absorption par les écrans d'aluminium et de pics aux spectrographes où nous avons trouvé plus de 10 γ s. Ces activités sont dues certainement aux radioéléments naturels, surtout les descendants du thorium, mais il est possible que certains radioéléments artificiels comme ²³³Pa ou ⁴⁷Sc se soient compris. Il y a une certaine diffé-

rence entre ces deux fractions, surtout pour les γ s à basse énergie et au commencement de décroissance.

Pour bien identifier ces nuclides, il faudra encore pousser les recherches, mais, à présent on n'est pas gêné pour la pureté du praséodyme, car les impuretés sont éluées bien avant des fractions de praséodyme.

X. CONSIDERATIONS SUR LA PURETE DE LA SOURCE DE PRASEODYME

Nous n'avons pas pu examiner à fond la pureté de la source préparée. Les examens et les constatations effectués sont les suivants.

- (1) examen de la présence du rayonnement γ par le spectromètre γ .
- (2) élution du ¹⁴¹Ce par les analyses de radioactivation.
- (3) extrapolation de l'activité du ¹⁴⁷Nd susceptible de contaminer les fractions de praséodyme.
- (4) considération sur les activités de la série du thorium.

1. La présence du rayonnement γ par le spectromètre γ

Quelques jours après la préparation des sources de praséodyme, la présence de γ dans la fraction 13 a été examinée au spectrographe γ avec la sensibilité maximum. Il n'y avait aucun γ dans le domaine d'énergie plus grande que 700 keV ; au-dessous de cette énergie, surtout moins de 600 keV, la présence de γ n'a pas pu être examinée par suite du rayonnement de freinage.

Cinq mois après la préparation, aucun γ n'a pas été trouvé dans tout le domaine du spectrographe.

Cependant, nous ne pouvons rien dire sur la possibilité de la présence de γ de période courte et d'énergie moins forte que 650 keV.

2. Elution de ¹⁴¹Ce par les analyses de radioactivation

Nous avons essayé la distribution du cérium par l'analyse semi-quantitative de radioactivation, dont les procédés sont les suivants.

Dans les fractions 15°~31°, on ajoute 20

mg de chlorure de calcium comme entraîneur. Les terres rares sont précipitées avec le fluorure de calcium. On dissout par l'acide nitrique avec l'acide borique après avoir lavé. On précipite à l'état d'oxalate en milieu faiblement acide. Ces derniers précipités lavés, et séchés, sont irradiés dans le réacteur nucléaire.

Après irradiation, on ajoute 10 mg d'entraîneur de lanthane et de cérium. On purifie par la méthode iodate-bromate. L'activité des précipités en oxalate de cérium purifié a été mesurée et leur décroissance suivie, si nécessaire.

Ainsi du cérium a été trouvé dans les fractions 24 ~ 28 dont la quantité a été considérée comme moins de 1.2% à peu près du précipité $\text{Ce}(\text{HPO}_4)_2$ de la 2^e purification. Il semble que cette quantité restée en solution, plus grande qu'espérée, soit due à des erreurs de mesure de l'activité. D'autre part, l'activité du cérium restée dans la solution du praséodyme après 2^e purification, a été considérée comme inférieure à 250 cpm. Du point de vue du résultat de purification, on pourrait dire qu'une seule purification soit suffisante à condition d'effectuer la séparation sur la résine, et il ne faudra pas ajouter l'entraîneur de lanthane car un peu du cérium restée servira comme entraîneur du praséodyme.

3. Extrapolation de l'activité du ^{147}Nd susceptible de contaminer les fractions de praséodyme

D'après l'examen de la courbe d'élution, l'activité du ^{147}Nd descend à 1 cpm/goutte au milieu de la fraction 10, c'est-à-dire à peu près $1:10^6$. Les formes de pic du ^{147}Nd et du ^{143}Pr sont bien analogues, dont il est évident que les fractions après la 11 ne contiendront jamais plus de $1:10^6$ de ^{147}Nd .

4. Les activités inconnues éluées avant le néodyme

Les activités des fractions 4 et 5 pourraient contaminer les fractions praséodyme, car elles se composent certainement des radioéléments sériels.

Du point de vue de cette possibilité, on peut diviser ces activités en deux groupes, celui qui a été rassemblé dans les fractions 4

et 5 et celui qui provient de son parent absorbé en haut de la colonne et s'élue continuellement, tout de suite dès sa naissance.

Puisque l'élution de ces activités était bien loin du praséodyme, il n'y aura pas de problème de contamination des fractions du 1^{er} groupe. En ce qui concerne le 2^e groupe, la considération était suivante. Les descendants naissants doivent être élués tout de suite, ou arrêtés selon leurs coefficients de répartition, excepté les éléments aux coefficients très proches de ceux des terres rares, comme le Fe^{2+} , le Mn^{2+} , le Pb^{2+} et d'autres métaux lourds, parmi lesquels le Mn^{2+} s'élue auprès du praséodyme. Puisque les contaminations des activités par la filiation doivent être au même degré pour toutes les fractions, sauf la fraction après l'interruption de l'élution, on peut estimer l'ordre d'activité dans les fractions du praséodyme, à partir des fractions après l'élution complète du praséodyme. On ne trouve plus de 10 cpm/goutte dans les fractions 27 ~ 29, on n'a pas trouvé plus de 60 cpm dans chaque précipité de $\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ des fractions 25 ~ 31 et de plus une fraction élue par la solution ammoniacale de l'EDTA après la fin d'élution par le citrate, n'a contenu que 2,700 cpm d'activité qui peut être la source de l'activité par la filiation.

D'après les considérations de ces procédés de séparation et les caractères des actinides, il n'y a pas de possibilité de contamination par les actinides.

Ainsi, on peut croire que cette sorte de contamination dans les fractions employées pour préparer des sources de praséodyme, ne dépassera vraisemblablement pas plus de $1:10^6$.

XI. CONCLUSION

- (1) A l'aide de la purification sur colonne de résine échangeuse d'ions par l'élution au citrate, suivie des purifications par précipitation comme phosphate cérique à partir de l'échantillon, du radioélément ^{143}Pr obtenu par la réaction $^{142}\text{Ce} (n, \gamma - \beta^-)$; on peut préparer une source très pure de ^{143}Pr sans grande difficulté. Nous croyons que la pureté de cette source a atteint plus de 1 pour 10^6 , quoique les

examens décisifs n'aient pas été réalisés.

- (2) Le plus important est de purifier encore l'échantillon avant l'irradiation, même à partir de l'échantillon le plus pur trouvé sur le marché. Comme "Specpur," celui-ci peut contenir une petite quantité d'autres terres rares et une quantité non négligeable d'activité naturelle. C'est pourquoi, l'élimination du cérium et les purifications ne sont pas suffisantes et, par la suite, la purification sur résine est indispensable.
- (3) Pour s'assurer de la pureté de la source de ^{143}Pr , la repurification sur colonne de résine sera recommandée. Aussi, il n'y a aucun doute que l'on peut atteindre à une pureté radioactive de plus de 1 pour 10^6 ou plus.

L'auteur veut exprimer ses remerciements les plus profonds à M. Ch. Fisher, chef de

Service de Radioéléments Artificiels, à M. R. Henry, chef de Section de Préparation des Radioéléments du même Service, Département de Chimie, Commissariat à l'Energie Atomique de la France, qui me permettaient d'étudier ces expériences, à Mlle J. Beydon qui m'a donné la suggestion pour le motif de ce sujet, et aussi à d'autres ingénieurs de ce Service, au Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay qui s'occupaient d'irradier les échantillons, de lui permettre de se servir des divers appareils de mesure.

Il lui faut remercier profondément au Bureau de l'Energie Atomique, Agence des Sciences et des Techniques, Gouvernement du Japon, dont la bourse d'études lui permettait de devenir possible ses séjours à ce Centre au cours de ces expériences.

(Reçu. Février 19, 1962)

投 稿 歓 迎

研究論文・技術報告・資料のほか、会員の自由投稿欄として、談話室(1頁1,800字程度)・寄書(1頁程度)・討論(約1~2頁)が設けられています。
会員各位のご意見、ご希望などお気軽にご投稿願います。