PNC TN8450 90-008

本資料は　年　月　日付けで登録区分、
変更する。　2001. 6. -6
[技術情報室]

社内一般

TRUEXプロセスデータ集

1990年7月

動力炉・核燃料開発事業団
東　海　事　業　所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184　茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部　技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

料で

Ⓐ

社　内　一　般
PNC TN8450 90-008
1990年　7　月

登録区分
2001. 6. 6
変更表示

TRUEXプロセスデータ集

実施責任者　河田東海夫*
報　告　者　小沢正基*，上田吉徳*，安　隆己*，
後藤　稔*，鷲谷忠博*，清水　亮*
虎田真一郎**，明珍宗孝**

要　旨

1982年から1988年までのTRUEXプロセスに関する文献19件を要約するとともに，有益なデータを化学式，物性，抽出特性，溶媒劣化などの項目で収集・分類した。ただし一部のデータ（密度，沸点，粘度，表面張力，蒸気圧，発火点，引火点）は調査した範囲では見当たらず，空白となっている。これらは今後の調査を継続し，データが得られた段階で増補していきたいと考えている。また，このプロセスデータ集ではコンピュータによる検索などはできないが，最終的にはコンピュータにすべてのデータをインプットし，データベースとして活用できるようにする予定である。

TRUEXプロセスの現状は，アメリカ，ヨーロッパ，日本などでトレーサを用いた分配試験やフローシート研究などが盛んに行われており，一部ではホット溶液を用いた試験も行われているなど，それぞれ進展が認められる。しかし本作業の結果，TRUEXおよびCMPOについての情報は非常に限られており，TRUEXプロセスを今後確認発展させていく上で早急に補充しなければならないデータも顕在化させることができた。本プロセスデータ集は，今後PNC内部で実施する湿式分離試験の試験計画や試験結果の解析に反映される予定である。

---

*　再処理技術開発部機器材料開発室
**　技術開発推進部研究開発調整室

目　次

1. CMPOの化学式・構造式 …… 1
2. CMPOの物性 …… 5
2.1 密度（比重） …… 6
2.2 融　点 …… 8
2.3 沸　点 …… 10
2.4 粘　度 …… 12
2.5 表面張力 …… 14
2.6 蒸気圧 …… 16
2.7 発火点 …… 18
2.8 引火点 …… 20
2.9 溶解度 …… 22
2.10 毒　性 …… 28
2.11 分光学的データ …… 36
3. 抽出特性 …… 37
3.1 抽出装置 …… 38
3.2 抽出剤組成 …… 40
3.3 試験液組成 …… 44
3.4 抽出メカニズム …… 50
3.5 分配係数（酸濃度効果） …… 53
3.5.1 溶媒の組成による差 …… 54
3.5.2 元素による差 …… 84
3.5.3 溶液の組成による差 …… 95
3.5.4 温度による差 …… 109
3.6 分配係数（溶媒効果） …… 112
3.7 分配係数（共存元素効果） …… 125
3.8 分配係数（一般データ） …… 136

3.9　分配係数（多段試験，クロマト法，遠心抽出試験など）　…… 143

4.　フローシート　…… 152

5.　溶媒劣化　…… 160

6.　分析法　…… 176

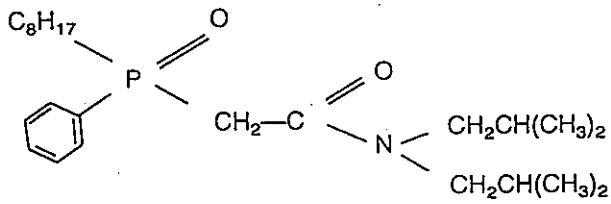
7.　文献抄訳集　…… 178

1. CMPOの化学式・構造式

項目	CMPOの構造	番号	1－1
出典	M＆T社の製品パンフレット		
著者			

データ

Octyl(phenyl)-N,N-diisobutylcarbamoylmethylphosphine oxide



Formula Weight
407.58

CAS Registry No.
83242-95-9
Empirical Formula
$C_{24}H_{42}NO_2P$

Product Description

M&T CMPO is a neutral organophosphorus extractant useful in conjunction with tributyl phosphate as a process solvent for the separation and concentration of transuranium elements from acidic nuclear waste via the TRUEX (TRans Uranium EXtraction) process. This process allows the separation of americium from plutonium by using two different strip solutions. SX-grade CMPO permits the removal of more than 99.99% of americium from the organic phase.

Typical Properties

Physical:	
Form	White, low melting, hygroscopic solid
% CMPO	95 (min) by HPLC 97 (min) by P-31 NMR

説明

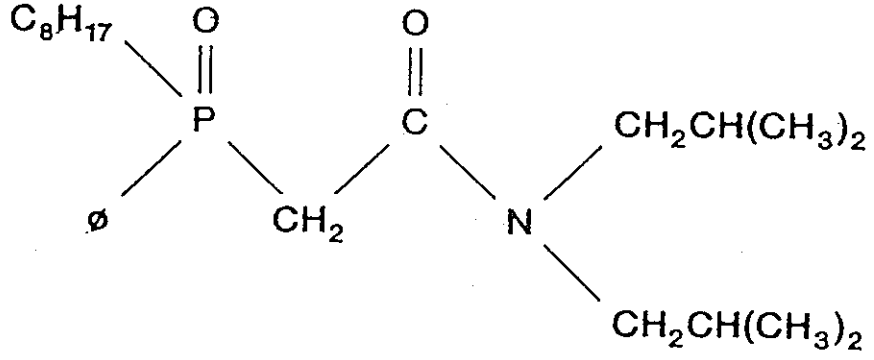
M＆T社のSX-grade CMPOの製品パンフレットより抜粋。

日本での販売価格は，1kg88万円（2kg以下）大量になると（2kg～25kgまで）1kg 66万円。

項目	OφD(iB) CMPOの構造	番号	1－2
出典	Application of the TRUEX Process to the Decontamination of Nuclear Waste Streams* ISEC '86		
著者	E. Philip Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory 9700 South Cass Avenue Argonne, IL, 60439, USA Wallace W. Schuiz Rockwell Hanford Operations Post Office Box 800 Richland, Washington, 99352, USA		

データ

Octyl(phenyl)-N,N-diisobutylcarbamoylmethylphosphine Oxide



OøD(IB)CMPO

説明

・3価アクチンド元素の抽出が可能

・少量(0.1M)のシュウ酸の存在で非・ランタノイドFPに対し抽出分離特性が良好。

・加水分解，放射線分解に対し安定性良好。

・CMPOの劣化物，MOφPOはアメリシウムのニトラト錯体を配位するためCMPOにとって変わることができる。よって劣化し，CMPOが減少していってもAmの分配係数は予想値よりも急減に減少はしない。

項目	CMP, CMPOの略称, 構造, 名称	番号	1 − 3
出典	Separation Science and Technology, 17(10), pp, 1261-1279, 1982		
著者	E.P.HORWITZ, D.G.KALINA, L.KAPLAN, G.W.MASON, and H.DIAMOND		

データ

TABLE 1

Abbreviations, Structures, and Nomenclature of CMP and CMPO Extractants Employed in This Work

Abbreviations	Extractant	Nomenclature
DHDECMP	$(C_6H_{13}O)_2P(=O)-CH_2-C(=O)-N(C_2H_5)_2$	Dihexyl *N,N*-diethylcarbamoylmethylphosphonate
HHDECMP	$C_6H_{13}(C_6H_{13}O)P(=O)-CH_2-C(=O)-N(C_2H_5)_2$	Hexyl hexyl-*N,N*-diethylcarbamoylmethylphosphinate
DHDECMPO	$(C_6H_{13})_2P(=O)-CH_2-C(=O)-N(C_2H_5)_2$	Dihexyl-*N,N*-diethylcarbamoylmethylphosphine oxide
HφDECMPO	$C_6H_{13}(\phi)P(=O)-CH_2-C(=O)-N(C_2H_5)_2$	Hexyl(phenyl)-*N,N*-diethylcarbamoylmethylphosphine oxide
6-MHφDECEMPO	$(CH_3)_2CH(CH_2)_5(\phi)P(=O)-CH_2-C(=O)-N(C_2H_5)_2$	6-Methylheptyl(phenyl)-*N,N*-diethylcarbamoylmethyl-phosphine oxide
OφD[IB]CMPO	$C_8H_{17}(\phi)P(=O)-CH_2-C(=O)-N[CH_2-CH(CH_3)_2]_2$	*n*-Octyl(phenyl)-*N,N*-diisobutylcarbamoylmethylphosphine oxide
6-MHφD[IB]CMPO	$(CH_3)_2CH(CH_2)_5(\phi)P(=O)-CH_2-C(=O)-N[CH_2CH(CH_3)_2]_2$	6-Methylheptyl(phenyl)-*N,N*-diisobutylcarbamoylmethyl-phosphine oxide
2-EHφD[IB]CMPO	$C_4H_9(C_2H_5)CHCH_2(\phi)P(=O)-CH_2-C(=O)-N[CH_2CH(CH_3)_2]_2$	2-Ethylhexyl(phenyl)-*N,N*-diisobutylcarbamoylmethyl-phospine oxide

説明　CMP, CMPOの略語, 構造, 名称

2. CMPOの物性

2.1　密　　度（比重）

項目	CMPOの密度（比重）	番号	2－1－1
出典	Material Safety Data Sheet		
著者	M＆T社		

データ

SPECIFIC GRAVITY: N/A
VAPOR DENSITY: N/A

説明

2.2 融　　点

項目	CMPOの融点	番号	2－2－1
出典	① CMPOパンフレット ② Material Safety Data Sheet		
著者	M＆T社		

データ

① Melting point 40-42℃(sealed tube)

② FREEZING POINT: N/A

説明

2.3 沸　　点

項目	CMPOの沸点	番号	2－3－1
出典	Material Safety Data Sheet		
著者	M＆T社		

データ

BOILING POINT: N/A

説明

2.4 粘　　度

項目	CMPOの粘度	番号	2－4－1
出典			
著者			
データ			
説明			

2.5 表 面 張 力

項目	CMPOの表面張力	番号	2－5－1
出典			
著者			
データ			
説明			

2.6 蒸 気 圧

項目	CMPOの蒸気圧	番号	2－6－1
出典	Material Safety Data Sheet		
著者	M＆T社		

データ

% VOLATILES: N/A
VAPOR PRESSURE @ 20 C: N/A
EVAPORATION RATE: N/A

説明

2.7 発 火 点

項目	CMPOの発火点	番号	2－7－1
出典			
著者			
データ			
説明			

2.8 引 火 点

項目	CMPOの引火点	番号	2－8－1
出典			
著者			
データ			
説明			

2.9 溶 解 度

項目	CMPOの溶解度	番号	2－9－1
出典	① CMPOパンフレット ② Material Safety Date Sheet		
著者	M＆T社		

データ

① Solubility in 0.25 M HNO_3 6.94×10^{-3} M (2.8mg/l)

② SOLUBILITY IN WATER: INSOLUBLE
SLIGHTLY SOLUBLE IN ALCOHOL

説明

項目	CMPOの硝酸への溶解度	番号	2－9－2
出典	CMPOパンフレット		
著者	M＆T社		

データ

Table 2

Distribution Ratios of OφD(iB)CMPO in Truex Process Solvents with 0.25 *M* HNO_3

Formulation	D_{CMPO}
0.25 *M* OφD(iB)CMPO-0.75 *M* TBP in CCl_4	2.5×10^{-2}
0.25 *M* OφD(iB)CMPO-1.00 *M* TBP in TCE	2.6×10^{-1}
0.20 *M* OφD(iB)CMPO-1.2 *M* TBP in Norpar-12	9.5×10^{-3}
0.20 *M* OφD(iB)CMPO-1.4 *M* TBP in Conoco(C_{12}-C_{14})	9.6×10^{-3}

説明

項目	CMP, CMPOの硝酸抽出度（硝酸の溶解度）	番号	2－9－3
出典	Separation Science and Technology, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E.P.HORWITS, D.G.KALINA, L.KAPLAN, G.W.MASON, and H.DIAMOND		

データ

TABLE 2

Extraction of HNO_3 by 0.5 *M* Extractant in *o*-Xylene

	$[HNO_3]_o$			
$[HNO_3]_a$	DHDECMP (phosphonate)	HHDECMP (phosphinate)	DHDECMPO (phosphine oxide)	HφDECMPO (phosphine oxide)
0.10	0.00260	0.00847	0.0377	0.0201
0.25	0.0135	0.0353	0.136	0.0667
0.50	0.0434	0.0983	0.268	0.159
1.0	0.139	0.237	0.424	0.305
2.0	0.344	0.464	0.552	0.466
3.0	0.533	0.611	0.650	0.602
4.0	0.694	0.694	0.726	0.689
6.0	0.921	0.936	0.943	0.939

説明

オルトキシレンを希釈剤としてDHDECMP～HφDECMPOの硝酸濃度を変えた時の硝酸の抽出性を比較している。

CMPO分子のアミド部分が陽極化し，中高濃度硝酸中でのアクチニドの抽出に重要な役割を果たす。

アミドグループはmetal-phosphoryl酸素結合に水素イオンで直接アタックを仕かける。

項目	CMPOとTBPの分配比（溶解度）	番号	2－9－4
出典	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Pwrex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D.G. Kalina, H. Diamond, G.F. Vandegrift		

データ

Table 5. Distribution Ratios of OφD(iB)CMPO, EHφD(iB)CMPO, and TBP 0.2 M CMPO - 1.2 M TBP - Norpar™-12.

Extractant	Aqueous Phase	Temperature °C	D_{CMPO}	D_{TBP}
OφD(iB)CMPO	1 M HNO_3	25	6.1×10^3	1.6×10^3
EHφD(iB)CMPO	1 M HNO_3	25	6.7×10^3	1.3×10^3
EHφD(iB)CMPO	1 M HNO_3	50°C	1.0×10^4	1.9×10^3
EHφD(iB)CMPO	0.25 M Na_2CO_3	25°C	2.0×10^4	2.8×10^3

説明

水相中への溶媒の溶解度を，CMPOとTBPの分配比で表現したもの。分配比が高いほど水相中に溶ける量は少ないことになる。

項目	CMPOの溶剤への溶解度	番号	2－9－5
出典	J.Radioanal. Chem., 80, 63(1983)		
著者	M.K. Chnutova, N.E. Kochetkova, O.E. Koiro, B.F. Myasoedov, 他3人		

データ

Solubility of reagents I and II in various solvents

Solvent	Reagent	
	I	II
$CHCl_3$	1.7	1.7
DCE*	0.3	0.3
1,2,4-TCB*	1.16**	0.05
o-DCB*	1.55**	0.05
PCE*	1.1	insoluble
CCl_4	1.18**	insoluble
DEB*	0.28**	insoluble
o-xylene	0.8	insoluble
cyclohexane	–	insoluble
benzene	1.2	insoluble
MIBK*	1	insoluble
0.1M HNO_3	0.035**	–
3M HNO_3	0.0042**	–

*DCE – dichloroethane.
1,2,4-TCB – 1,2,4-trichlorobenzene.
o-DCB – o-dichlorobenzene.
PCE – perchloroethylene.
DEB – diethylbenzene.
MIBK – methylisobutylketone.
**Exact data, t=23.2 °C.

(I) DφDBCMPO
(II) DφDECMPO

説明

2.10 毒　　性

項目	CMPOの安全性	番号	2－10－1
出典	CMPOパンフレット		
著者	M＆T社		

データ

Safety & Industrial Hygiene

The toxicological properties of M&T CMPO have not been fully determined.

Workers should be supplied with gloves, protective clothing, and chemical worker goggles in order to avoid contact with this product. This product should only be used with adequate exhaust ventilation.

Recommended First Aid

Persons exposed to CMPO should be moved to a non-contaminated area. A physician should be consulted.

For skin contact, wash thoroughly with soap and water. If irritation develops, consult a physician.

Contaminated clothing should be laundered before reuse.

In case of eye contact, immediately flush eyes with copious amounts of water for 15 minutes and get medical attention.

説明

項目	CMPOの安全性（火災・爆発性）	番号	2－10－2
出典	Material Safety Data Sheet		
著者	M＆T社		

データ

****
FIRE AND EXPLOSION DATA
****

FLASH POINT (TEST METHOD)
N/A

AUTOIGNITION TEMPERATURE
N/A

FLAMMABLE LTS.
LEL= UEL=

EXTINGUISHING MEDIA: FOAM, DRY CHEMICAL, CARBON DIOXIDE

SPECIAL FIRE FIGHTING PROCEDURES: AVOID EYE AND SKIN CONTACT.
DO NOT BREATHE FUMES OR VAPORS.
UNUSUAL FIRE AND EXPLOSION HAZARDS: NONE KNOWN

説明

項目	CMPOの安全性（廃棄方法）	番号	2－10－3
出典	Material Safety Data Sheet		
著者	M＆T社		

データ

****
ENVIRONMENTAL INFORMATION
****

SPILL RESPONSE: ABSORB SPILLED MATERIAL AND TRANSFER TO SUITABLE CONTAINER FOR DISPOSAL.

RECOMMENDED DISPOSAL: DISPOSE OF AS SOLID WASTE OBSERVING ALL APPLICABLE REGULATIONS FOR CHEMICAL POLLUTION CONTROL.

EPA HAZ. WASTE DESIGNATION (FOR VIRGIN PRODUCT):
OTHER:

説明

項目	CMPOの安全性（人体に与える影響）	番号	2－10－4
出典	Material Safety Data Sheet		
著者	M＆T社		

データ

****
HEALTH HAZARD DATA
****

EYE CONTACT: THIS MATERIAL CAN PRODUCE SEVERE IRRITATION TO THE EYES UPON CONTACT. ANIMAL STUDIES HAVE INDICATED THAT THE IRRITATION IS REVERSIBLE.
SKIN CONTACT: MAY PRODUCE MILD IRRITATION TO SKIN UPON CONTACT.
LD50= >2000MG/KG

INHALATION: MAY CAUSE IRRITATION TO THE NASAL AND RESPIRATORY PASSAGES UPON REPEATED OR PROLONGED CONTACT.
ORAL: LD50=>5000MG/KG

CHRONIC TOXICITY: BASED ON THE TOXICITY OF TRIPHENYL PHOSPHINE, AND UNTIL STUDIES CAN BE BEEN PERFORMED USING THIS COMPOUND, CMPO MAY CAUSE NEUROTOXIC EFFECTS.

SUGGESTED FIRST AID:
EYES: IN CASE OF CONTACT, IMMEDIATELY FLUSH EYES WITH FLOWING WATER FOR AT LEAST 15 MINUTES. GET MEDICAL ATTENTION.

SKIN: WASH THOROUGHLY AFTER HANDLING. WASH WITH MILD SOAP AND WATER. IF IRRITATION DEVELOPS GET MEDICAL ATTENTION.
INHALATION: MOVE EXPOSED INDIVIDUAL TO FRESH AIR. CALL A PHYSICIAN.

INGESTION: NEVER GIVE FLUIDS OR INDUCE VOMITING IF PATIENT IS UNCONSCIOUS OR HAVING CONVULSIONS. GET MEDICAL ATTENTION.

説明

項目	CMPOの安全性（反応性）	番号	2－10－5
出典	Material Safety Data Sheet		
著者	M＆T社		

データ

```
*****************************************
                    REACTIVITY DATA
*****************************************

STABILITY:  STABLE
CONDITIONS TO AVOID:  N/A

INCOMPATABILITY (MATERIALS TO AVOID):  N/A

HAZARDOUS POLYMERIZATION:  WILL NOT OCCUR
CONDITIONS TO AVOID:  N/A

HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS:  N/A
```

説明

項目	CMPOの安全性（輸送時の規制その他）	番号	2－10－6
出典	Material Safety Data Sheet		
著者	M＆T社		

データ

```
*****************************************************
                          TRANSPORTATION
*****************************************************

  DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (DOT)
    DOT PROPER SHIPPING NAME:  NONE REQUIRED
    DOT HAZARD CLASS:  NONE REQUIRED
    DOT LABEL:  NONE REQUIRED
    DOT ID #:   NONE REQUIRED

*****************************************************
                          MISCELLANEOUS
*****************************************************


*****************************************************
                          REVISION(S)
*****************************************************

  1. PHYSICIAL DATA - REVISED APPEARANCE AND ODOR.
  2. INGREDIENTS - REVISED %.
```

説明

項目	CMPOの安全性（取扱上の注意）	番号	2－10－7
出典	Material Safety Data Sheet		
著者	M＆T社		

データ

****
SPECIAL PROTECTION INFORMATION
****

VENTILATION: LOCAL EXHAUST IS RECOMMENDED.
MECHANICAL (GENERAL) IS REQUIRED.
RESPIRATORY PROTECTION: USE NIOSH APPROVED CHEMICAL CARTRIDGE RESPIRATOR WITH ORGANIC VAPOR CARTRIDGE.

EYE AND FACE PROTECTION: CHEMICAL WORKERS GOGGLES. DO NOT WEAR CONTACT LENSES.
OTHER CLOTHING AND EQUIPMENT: BUTYL OR NITRILE GLOVES

****
SPECIAL PRECAUTIONS
****

PRECAUTIONARY LABEL INFORMATION: WARNING! MAY CAUSE SEVERE IRRITATION TO THE EYES. MAY CAUSE MILD IRRITATION TO THE SKIN UPON CONTACT. WASH THOROUGHLY AFTER HANDLING.

STORAGE AND HANDLING: NORMAL WAREHOUSE STORAGE IN COOL, DRY AREA.

説明

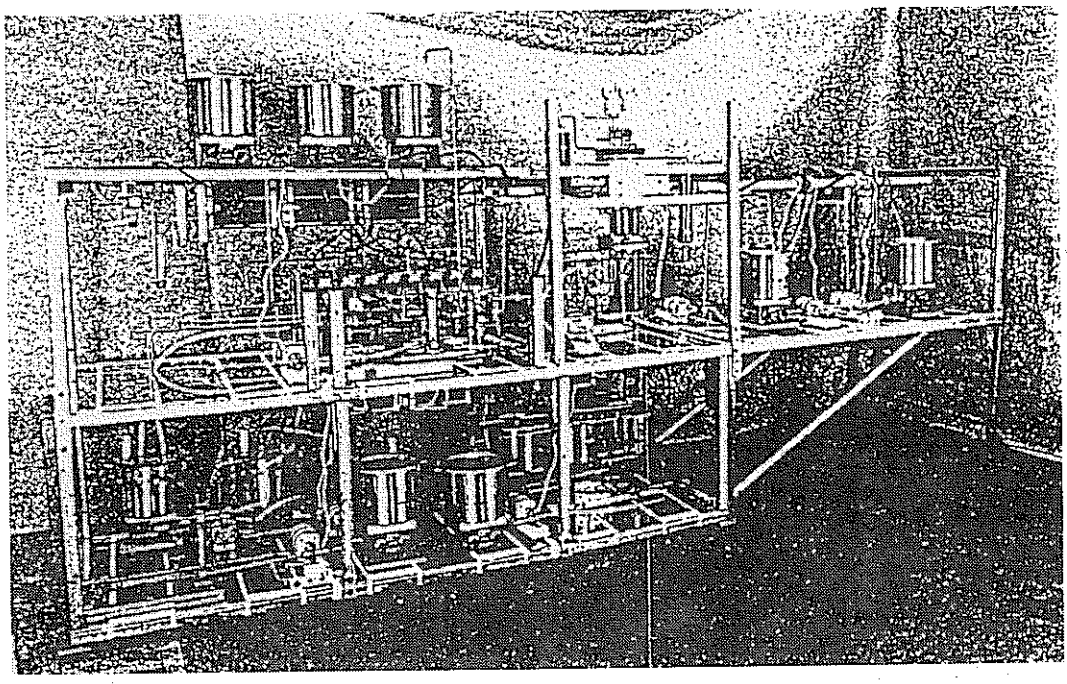
2.11　分光学的データ

3. 抽　出　特　性

3.1 抽 出 装 置

項目	TRUEXプロセス試験装置（Hanford）	番号	3－1－1
出典	W.W. Schulz　E.P. Horwitz		
著者			

データ



説明

Laboratory-scale TRUEX process equipment for tests with PFP waste.

- 4 cm径の遠心抽出器8基を使用した，試験装置。
- Hanfordに設置

3.2　抽出剤組成

項目	希釈剤の組成	番号	3－2－1
出典	The TRUEX Process - A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D.G. Kalina, H. Diamond, G.F. Vandegrift		

データ

Table 1. Composition (in weight percent) of NPH Diluents.

Carbon Chain Length	Norpar™-12	Conoco™C_{12-14}	SRP
10	13	1	-
11	36	2	0.5
12	44	12	9.5
13	7	56	48
14	-	28	40
15	-	1	2

説明

出典中の試験に用いられたNPH (Normal Parafinic Hydrocarbon) の組成。

Norpar™-12 …Exxon Compary Inc.

Conoco™C_{12}-14 …Conoco Chemicals, Inc.

SRP …Savannah River Plantより得たもの。

項目	抽出剤組成(TBPの役割り)	番号	3－2－2
出典	Application of the TRUEX Process to the Decontamination of Nuclear Waste Srreams* ISEC '86		
著者	E. Philip Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory 9700 South Cass Avenue Argonne, IL, 60439, USA Wallace W. Schulz Rockwell Hanford Operations Post Office Box 800 Richland, Washington, 99352, USA		

データ

TRUEX Process Solvents

CMPO, M	TBP, M	Diluent	Use
0.20	1.2 to 1.4	NPH(C_{12} to C_{13})	HLW
0.25	0.75 to 1.0	CCl_4, TCE	Pu Scrap Waste
0.50	-	TCE	Chloride Salt Waste

説明

TBP の役割

① 相改質剤

② D_{Am}の向上

③ 1 M HNO_3以上の濃度下での酸濃度に対するD_{Am}感受性の低減（抽出条件）

④ 1 M HNO_3以下の濃度下でのD_{Am}の低減（逆抽条件）

⑤ 第三相生成の低減（特にノルマルパラフィン系希釈剤が用いられた場合）

⑥ CMPOの水相へのロスの低減

⑦ CMPOの放射線損傷の低減

⑧ 低濃度下でのD_{Am}に及ぼす酸性溶媒劣化生成物の影響の低減

項目	TRUEXプロセスで使用される溶媒組成	番号	3－2－3
出典			
著者	W.W. Schulz　E.P. Horwitz		

データ

TABLE 1. TRUEX Process Solvents

CMPO, M	TBP, M	Diluent	Use
0.20	1.2 to 1.4	Normal Paraffinic Hydrocarbon C_{12}-C_{13}	HLW
0.25	1.2	Iso-Paraffinic Hydrocarbon C_{12}	HLW
0.25	0.75 to 1.0	CCl_4, TCE*	Pu Scrap Waste
0.50	0 to 1.0	TCE*	Chloride Salt Waste

*TCE = tetrachloroethylene

説明

TBP 添加理由

◦CMPO－金属イオン錯体形成にともなう第三相形成を阻止するためにTBPを添加

3. 3　試験液組成

項目	模擬HAW組成（その１）	番号	3－3－1
出典	The TRUEX Process - A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D.G. Kalina, H. Diamond, G.F. Vandegrift		

データ

Table 2. Composition of Synthetic Waste Solutions.

	Concentration, mol/L		
	AW	DSW	SFP
Acids			
HNO_3	1.0	1.0	(1.0-6.0)[a]
$H_2C_2O_4$	(0.10-0.20)[a]	(0.05-0.20)[a]	0.1
Non-Fission Product Cations			
Na	0.20	0.15	-
Mg	-	0.0016	-
Al	0.60	0.046	-
Ca	-	0.0014	-
Cr	0.015	0.014	-
Mn	-	0.0045	-
Fe	0.15	0.15	5×10^{-3}
Ni	0.007	0.0080	-
Cu	-	0.0018	-
Anions			
F^-	0.15	0.008	-
SO_4^{2-}	0.20	0.012	-
NO_2^-	-	0.005	-

a - concentrations were varied within this range.

説明

出典中の試験に用いられた，模擬HAW液の組成。

AW …Purexプロセスより発生するもの。

DSW …文献ANL-84-45(1984)に示されたもの。

SHP …文献ORNL-5012(1975)に示されたもの。

分析はICP/AESによる。

項目	模擬HAW組成（その２）	番号	3－3－2
出典	The TRUEX Process - A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D.G. Kalina, H. Diamond, G.F. Vandegrift		

データ

Table 2. Composition of Synthetic Waste Solutions. (Cont.)

	Concentration, mol/L		
	AW	DSW	SFP
Fission Products			
Se	4.2×10^{-5}	9.5×10^{-5}	4.3×10^{-5}
Rb	2.6×10^{-4}	-	2.7×10^{-4}
Sr	6.2×10^{-4}	1.4×10^{-3}	6.4×10^{-4}
Y	3.5×10^{-4}	7.0×10^{-4}	3.6×10^{-4}
Zr	2.6×10^{-3}	6.2×10^{-3}	2.7×10^{-3}
Mo	2.4×10^{-3}	1.6×10^{-4}	2.2×10^{-3}
Ru	9.9×10^{-4}	2.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}
Rh	2.5×10^{-4}	5.7×10^{-4}	2.6×10^{-4}
Pd	8.8×10^{-4}	6.6×10^{-4}	9.1×10^{-4}
Ag	3.7×10^{-5}	3.0×10^{-5}	3.8×10^{-5}
Cd	5.0×10^{-5}	4.4×10^{-5}	5.2×10^{-5}
Te	2.9×10^{-4}	3.3×10^{-4}	3.0×10^{-4}
Cs	1.2×10^{-3}	-	1.2×10^{-3}
Ba	8.1×10^{-4}	2.1×10^{-4}	8.4×10^{-4}
Fission Product Rare Earths			
La	6.1×10^{-3}	1.0×10^{-3}	6.3×10^{-4}
Ce	1.2×10^{-3}	2.4×10^{-3}	1.2×10^{-3}
Pr	5.7×10^{-4}	9.2×10^{-4}	5.8×10^{-4}
Nd	1.9×10^{-3}	2.7×10^{-3}	2.0×10^{-3}
Sm	3.9×10^{-4}	3.9×10^{-4}	4.1×10^{-4}
Eu	7.5×10^{-5}	4.8×10^{-5}	7.7×10^{-5}
Gd	-		1.2×10^{-5}

説明

項目	Behavior of Americium in the Strip Stages of the Truex Process	番号	3－3－3
出典	Solvent Extraction and Ion Exchange, 6(1), 93-110(1988)		
著者	E.P. Horwitz, R. Chiarizia, and R.C. Gatrone		

データ

	PFP[a]	DSW[b]
HNO_3	1.5	1.0
F	0.09	0.008
SO_4	0.01	0.012
NO_2	--	0.005
$H_2C_2O_4$	--	0.3
Na	0.04	0.15
K	0.003	--
Mg	0.06	0.0016
Ca	0.06	0.0014
Al	0.43	0.046
Cr	0.0004	0.014
Mn	0.003	0.0045
Fe	0.03	0.15
Ni	0.0004	0.008
Cu	0.0003	0.0018
Zn	0.0006	--
Pb	0.0005	--
rare earth fission products	--	0.0075
other fission products	--	0.013

説明

Table 1

Composition of Synthetic Waste Solutions

(molar concentrations, charges omitted for simplicity)

[a]PFP = Plutonium finishing plant waste solution

[b]DSW = Dissolved sludge waste solution

試験で用いた模擬廃液の成分表

項目	HanfordでのTRUEXプロセスのフィード液の組成	番号	3 − 3 − 4
出典			
著者	W.W. Schulz　E.P. Horwitz		

データ

TABLE 3. Composition of Candidate TRUEX Process Feeds at the U.S. DOE Hanford Site

PFP[a] Waste		CC[b] Liquid Waste	
Constituent[c]	Concentration, M	Constituent[d]	Concentration
NO_3^-	3.0	Na	9.9 M
HNO_3	1.5	NO_3^-	3.6
Al	0.43	NO_2^-	1.1
F^-	0.09	CO_3^{2-}	1.1
U	0 to 0.02	$Al(OH)_4^-$	0.37
Pu	10^{-5} to 10^{-4}	OH^-	0.18
^{241}Am	10^{-6} to 10^{-5}	TOC[e]	0.039 kG L^{-1}
		^{137}Cs	1.4×10^6 Bq mL^{-1}
		$^{89,90}Sr$	6.4×10^5
		^{241}Am	1.9×10^3
		$^{239,240}Pu$	2.1×10^2

[a]Plutonium Finishing Plant.
[b]Complexant Concentrate.
[c]Concentrations of Be, Cr, Ni, Cu, Zn, and Pb all $<6\times10^{-4}$ M.
[d]Small ($<10^{-2}$ M) concentrations of Mg, Mo, Cr, Zn, Cd, Ca, Cu, Pb, Zr, Ba, La, Ni, and Nd also present.
[e]TOC - Total Organic Carbon.

説明

項目	廃液の分類	番号	3－3－5
出典	ISEC '88 10-28		
著者	M. Casarci, R. Chiarizia, G.H. Gasparini, G. Puzzudi, G. Valeriari		

データ

ALPHA LIQUID WASTES TO BE TREATED

acidic waste		oxalic waste		alkal. waste		analytical wastes			
Type 1		Type 2		Type 3		Type 4a		Type 4b	
HNO_3	3-7 M	Oxalic Ac.	0.6 M	NH_4OH	11M	HSCN	0.02M	$AgNO_3$	20g/l
Pu	24	HNO_3	1M	NH_4NO_3	0.5M	$Fe(SO_4)_3$	0.03M	$Fe(SO_4)_3$	0.01M
U	43.3 g	Pu	50.1g	CCl_4	traces	H_2SO_4	0.7M	U	1017 g
		U	9.14g	THFA(*)	0.5M	H_3PO_4	2M	Pu	12.56 g
				Pu	14g	HNO_3	0.06M	others(°)	traces
						U	815g		
						Pu	20g		
						others(**)	traces		
Volume	934 L	Volume	153 L	Volume	15.1 L	Volume	50 L	Volume	36 L

(*) tetrahydrofurfurylic alcohol; (**) $(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 24H_2O$, $(C_6H_5NHC_6H_4SO_3)_2Ba$, K_2CrO_7
(°) $Al(NO_3)_3$, HSCN, $Ce_2(SO_4)_3$

説明

4種類の廃液からα核種(Pu, U, Am)を分離する方法(CMPOを用いて)を検討した。その廃液の組成を示す。

3.4　抽出メカニズム

項目	抽出反応式	番号	3 − 4 − 1
出典	Application of the TRUEX Process to the Decontamination of Nuclear Waste Streams* ISEC '86		
著者	E. Philip Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory 9700 South Cass Avenue Argonne, IL, 60439, USA Wallace W. Schuiz Rockwell Hanford Operations Post Offece Box 800 Richland, Washington, 99352, USA		

データ

$$Am^{3+} + 3NO_3^- + \overline{3E\cdot(HNO_3)_n} \quad \overline{Am(NO_3)_3\cdot E_3\cdot(HNO_3)_m} + (3n-m)\ HNO_3 \qquad (1)$$

$$Am^{3+} + 3Cl^- + \overline{3E\cdot(HCl)_n} \quad \overline{AmCl_3\cdot E_3\cdot(HCl)_m} + (3n-m)HCl \qquad (2)$$

E ＝ 0φD(iB)CMPO

− ＝ 有機抽出の種

n : 0 ～ 2, m : 0 ～ 3 } Eq.1　　n.m ＝ 0 ～ 1 } Eq.2

説明

項目	A_m（Ⅲ）分配比（溶媒濃度依存性）	番号	3－4－2
出典	Separation Science and Technology, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E.P. HORWITZ, D.G. KALINA, L. KAPLAN, G.W. MASON, and H. DIAMOND		

データ

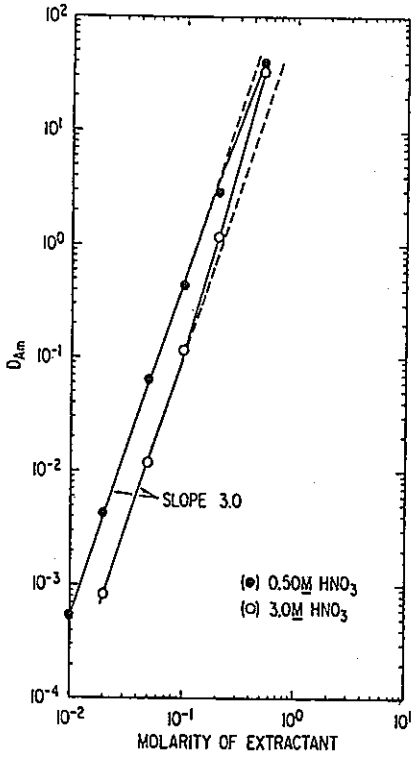


FIG. 4. Extractant dependency for Am(III) using HφDECMPO in o-xylene, 25°C.

説明

Fig.4.5.6で比較して見ること

オルトキシレン中のH φDECMPOのA_m（Ⅲ）分配における抽出剤依存性。低濃度抽出剤域では傾3.0（対数目盛）の関係を示す。

Fig 4.5.6の例とも同様。これらの抽出の機構は

$$Am^{3+} + 3NO_3^- + 3\,\overline{E} \leftrightarrows \overline{Am(NO_3)_3 \cdot 3\,E}$$

$$Am^{3+} + \overline{3\,E \cdot HNo_3} \leftrightarrows \overline{Am(NO_3)_3 \cdot 3\,E} + 3\,H^+$$

（バーは有機相，EはCMPO）

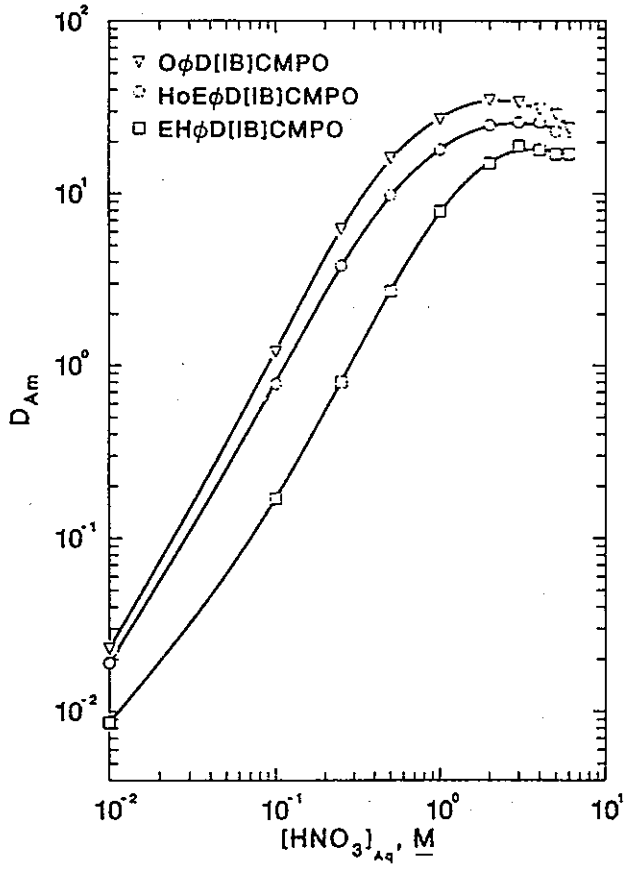
同様傾向はDHDECMPとDHDECMPOにも見られる。

3.5　分配係数（酸濃度効果）

3.5.1　溶媒の組成による差

項目	A_mの分配係数（CMPOに対する酸濃度依存性）	番号	3－5－1－1
出典	The TRUEX Process - A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Pruex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D.G. Halina, H. Diamond, G.F. Vandegrift		

データ



説明

Acid Dependency for the Extraction of A_m（Ⅲ）by 0.20 M CMPO - 0.8 M TBP-Dodecane, 25 ℃.

3種類のCMPOに対するA_m（Ⅲ）の分配係数の実験値。

0 φ =n-Octyl (phenyl)

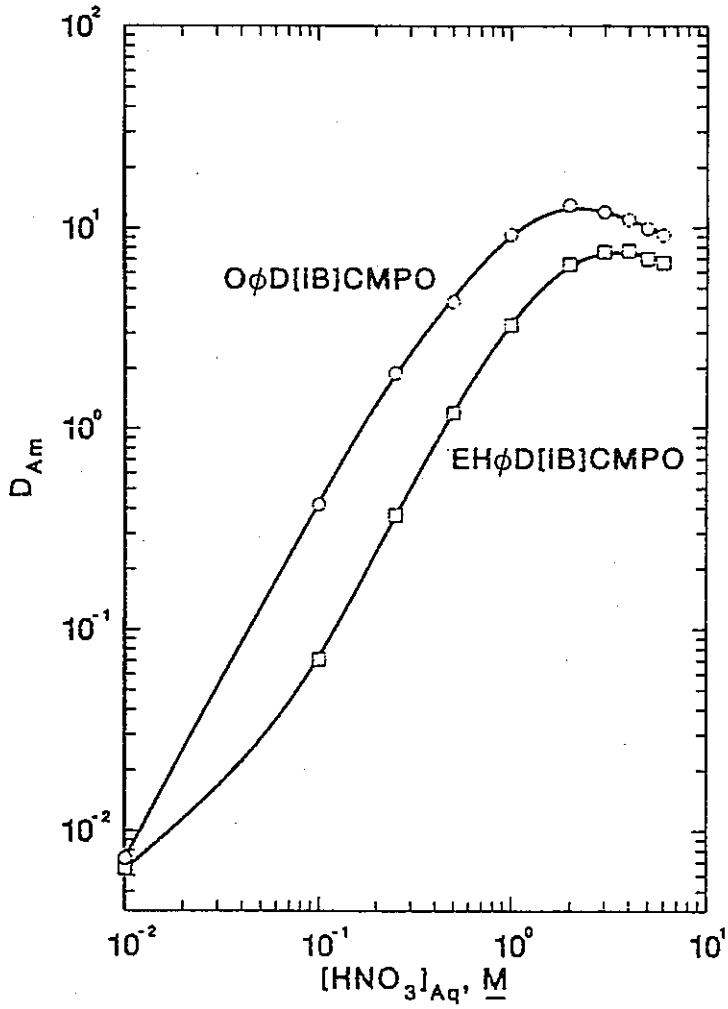
HOEφ=Hexoxyethyl (phenyl)

EHφ =2-ethylheyyle (phenyl)

なお、TMPEφD(iB) CMPOは、EHφD(iB) CMPOと同じであった。

項目	A_mの分配係数（CMPOに対する酸濃度依存性）	番号	3－5－1－2
出典	The TRUEX Process - A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Pruex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D.G. Halina, H. Diamond, G.F. Vandegrift		

データ



説明

Acid Dependency for the Extraction of A_m（Ⅲ）by 0.20 M CMPO - 1.2 M TBP-Norpar™-12, 40℃.

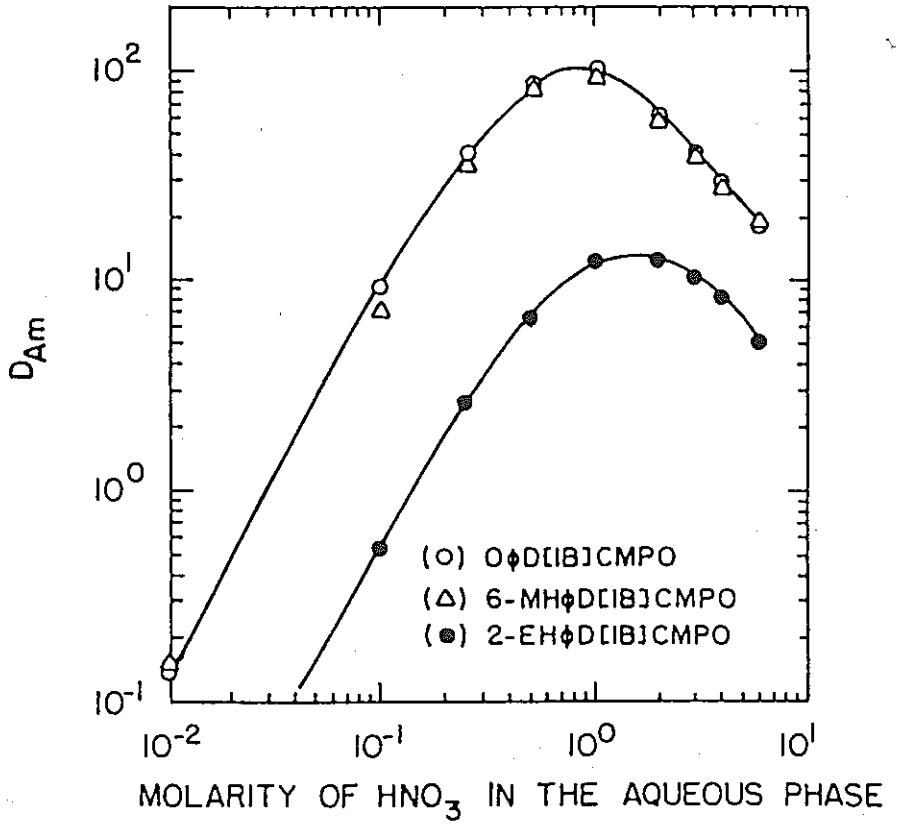
A_m（Ⅲ）の分配比の酸濃度依存性（実験値）。

CMPOとTBP, NPHの配合や温度に注意。

溶媒：3－2－1

項目	Method for extracting Lanthanides and Actinides from acid solutions	番号	3－5－1－3
出典	United States Patent: Patent No.4548790 Date of Patent Oct. 22. 1985		
著者	E. Philip Horwitz, Dale G. Kalina, Louis Kapian, George W. Mason, (Inventors)		

データ



説明

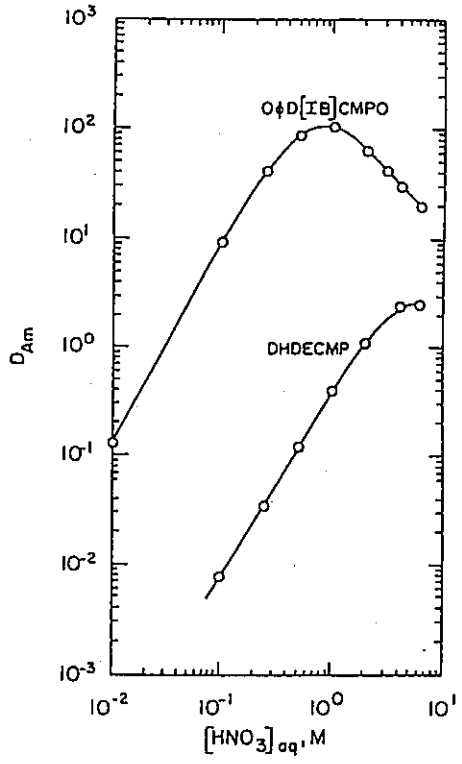
Comparison of the D_{Am} vs aqueous HNO_3 concentration for three octyl isomers of phenyl N,N disobutyl CMPO

条件：25℃，^{241}Am, $^{152,154}Eu$, ^{55}Feに対して実験が行われた。分配係数の再現性±5%。

O-xylene, DEB中。

項目	Method for extracting Lanthanides and Actinides from acid solutions	番号	3－5－1－4
出典	United States Patent: Patent No. 4548790 Date of Patent Oct. 22. 1985		
著者	E. Philip Horwitz, Dale G. Kalina, Louis Kapian, George W. Mason, (Inventors)		

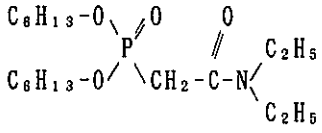
データ



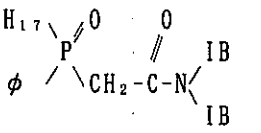
説明

Comparison between the acid dependencies of D_{Am} using 0.5M OHDECMP and OϕD[IB]CMPO solution in DEB

DHDECMP



OϕD[IB]CMPO



IB (Isobutyl)

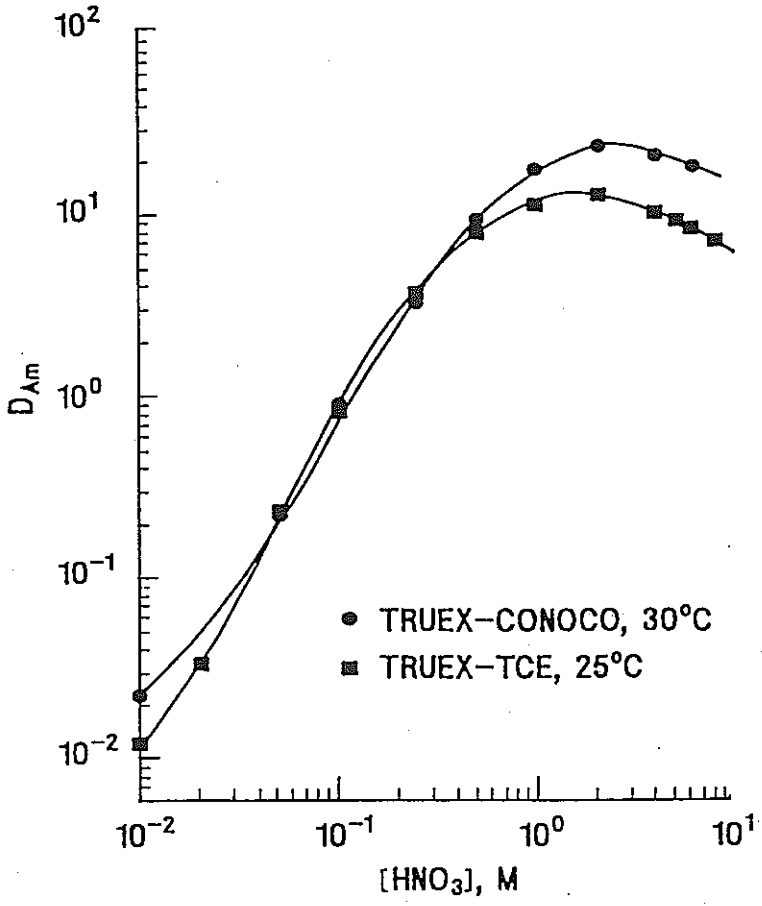
ϕ (Phenyl)

DEB:Diethylbenzene 2つのエチル基の位置，オルト，メタ，パラかは不明。

温度も不明。

項目	Behavior of Americum in the strip stages of the Truex Process	番号	3－5－1－5
出典	Solvent Extvaction and Ion Exchange, 6(1), 93-110(1988)		
著者	E.P. Horwitz, R. Chiarizia, and R.C. Gatrone		

データ



説明

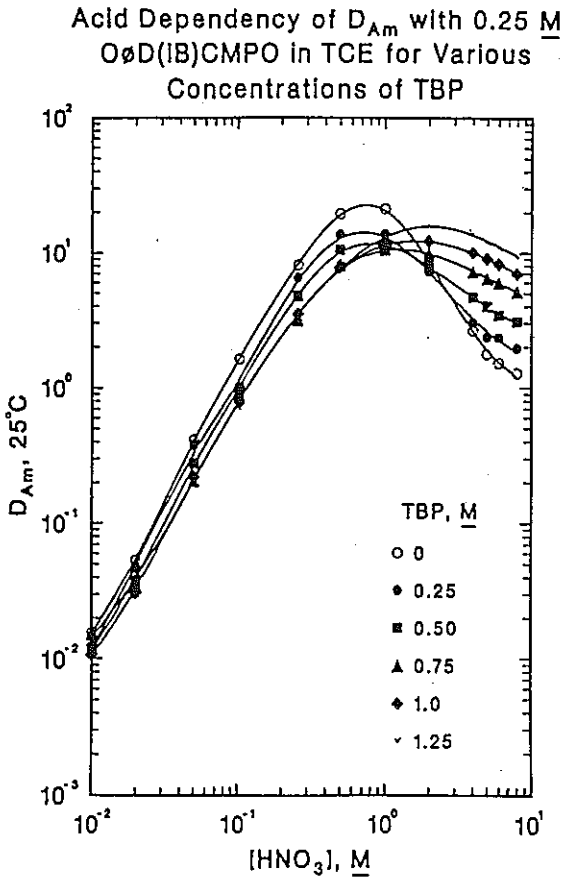
Figure 1. Acid dependency for TRUEX-CONOCO solvent at 30 ℃ and for TRUEX-TCE solvent at 25℃ with high purity CMPO (from ref. 9).

2種類のTRUEX 溶媒, TCE(tetrachloro ethylene) とCONOCO(n-paraffinic C_{12}-C_{14} 希釈剤) でのAm (Ⅲ) 分配係数とHNo3濃度関係を示す。

Amの逆抽出は希硝酸と有機相の接触で起こることが図から示される。

項目	D_{Am}に対するTBP濃度の影響	番号	3－5－1－6
出典	Application of the TRUEX Process to the Decontamination of Nuclear Waste Streams* ISEC '86		
著者	E. Philip Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory 9700 South Cass Avenue Argonne, IL, 60439, USA Wallace W. Schuiz Rockwell Hanford Operations Post Office Box 800 Richland, Washinngton, 99352, USA		

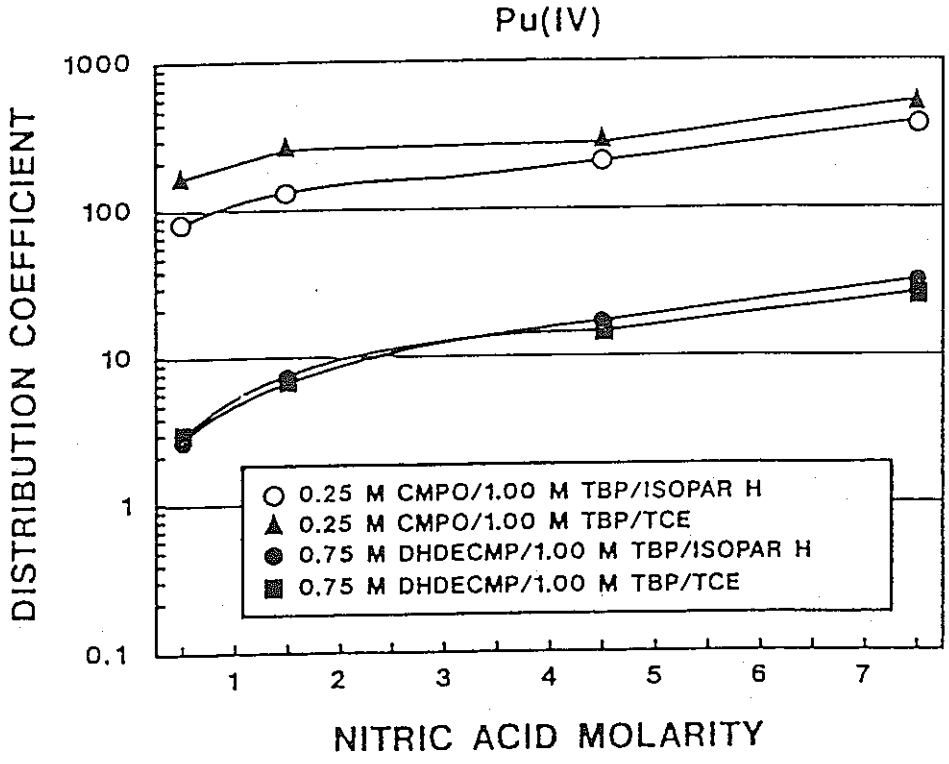
データ



説明

項目	CMPO及びCHDECMPのPu（Ⅳ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－1－7
出典	LA-11191 UC-10 (Feb. 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



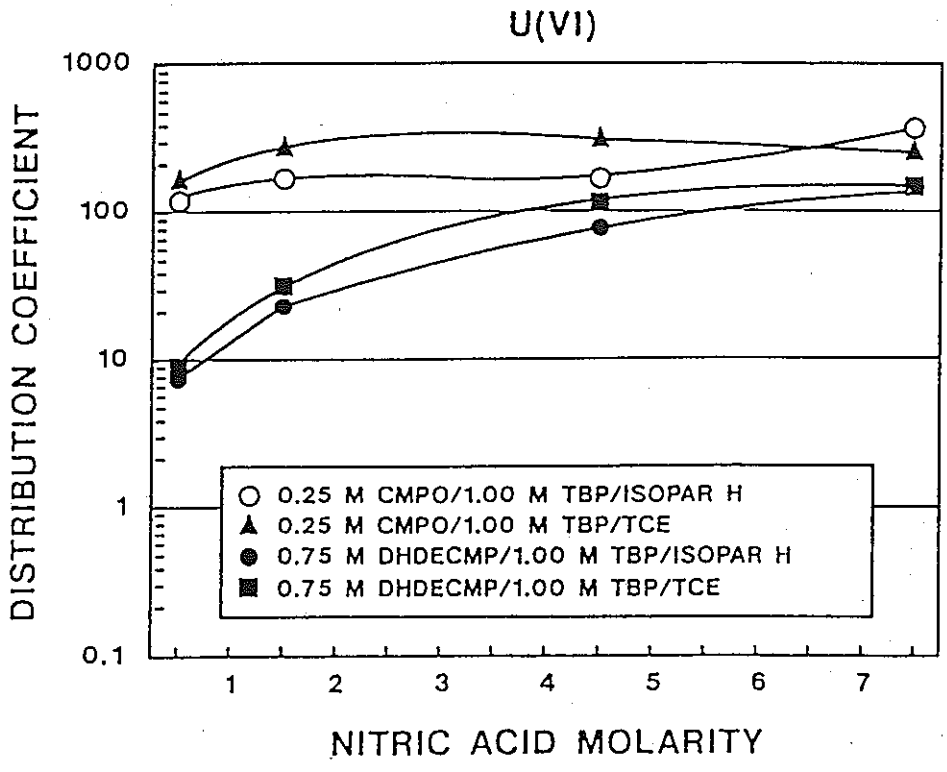
説明

Extraction of Pu (Ⅳ) into various extractant/diluent combinations as a function of nitric acid concentration.

硝酸濃度を変化させたときの種々の溶媒／希釈剤の組み合わせに対するPu（Ⅳ）の分配係数実験値

項目	CMPO及びDHDECMPのU(Ⅳ) 分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－1－8
出典	LA-11191, UC-10 (Feb. 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



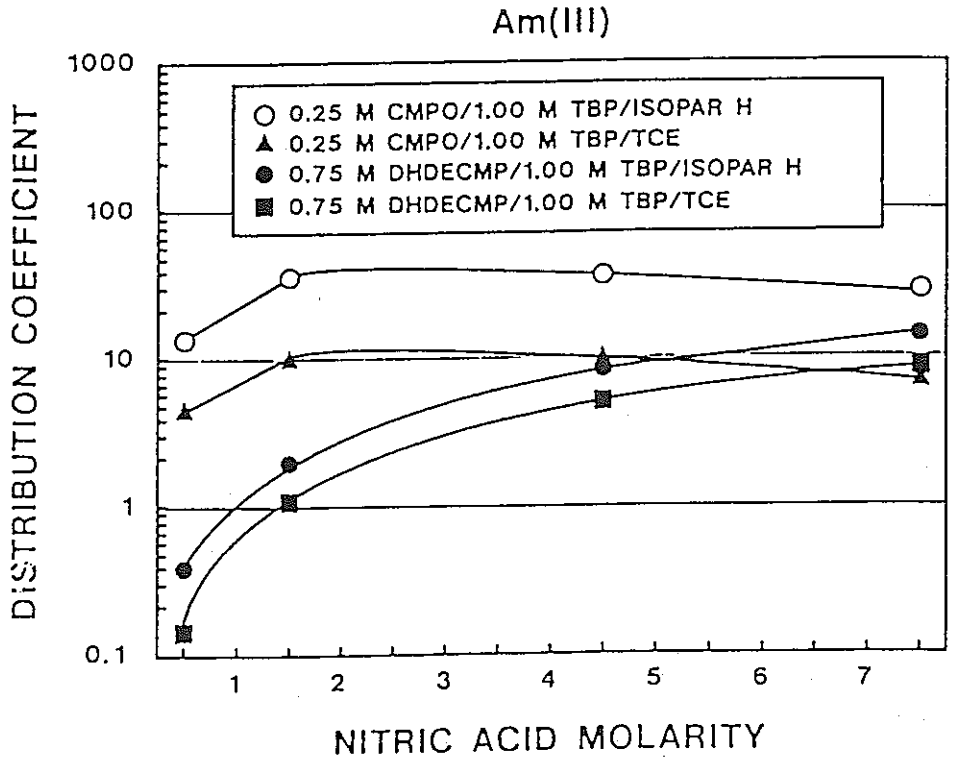
説明

Extraction of U(Ⅳ) into varions extractant/diluent combinations as a function of nitric acid concentration.

硝酸濃度を変化させたときの種々の溶媒／希釈剤の組み合わせに対するU(Ⅳ) の分配係数実験値

項目	CMPO及びDHDECMPのAm（Ⅲ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－1－9
出典	LA-11191, UC-10 (Feb. 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



説明

Extraction of Am（Ⅲ）into varions extractant/diluent combinations as a function of nitric acid concentration.

硝酸濃度を変化させたときの種々の溶媒／希釈剤の組み合わせに対するAm（Ⅲ）の分配係数実験値

項目	0φ[IB]CMPO系でのA_mの分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－1－10
出典	United States Patent №4574072 May. 4. 1986		
著者	E. Philip Horwitz: Dale. G. Kalina, et, al.		

データ

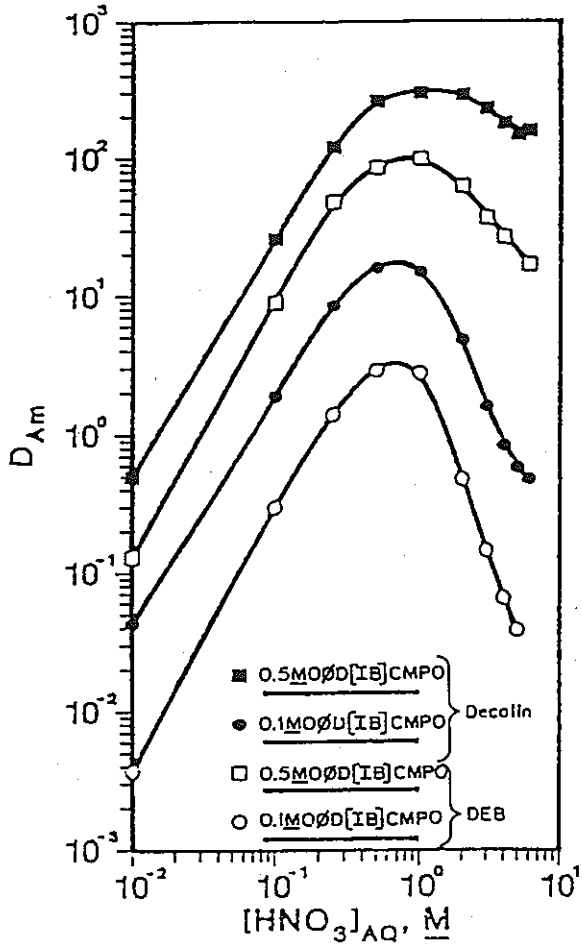


FIG. 2

説明

低濃度CMPOではD_{Am}は酸濃度の変化に敏感になる。

〈Diluents〉

Decalin:[decahydronaphthalene]

DBB :[diethylebenzene]

Temp :25℃

項目	各TBP濃度に対するD_{Am}の酸濃度依存性	番号	3－5－1－11
出典	United States Patent No.4574072 May. 4. 1986		
著者	E. Philip Horwitz: Dale. G. Kalina, et. al.		

データ

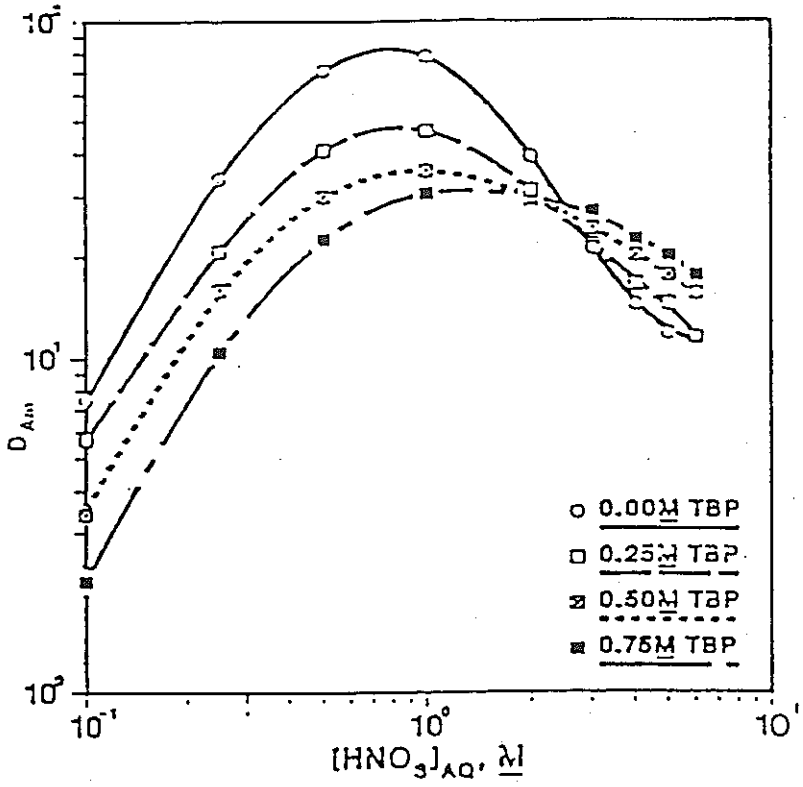


FIG. 4

説明

0.25M, 0φD[IB]CMPO/decalin 系への各種TBP量の添加の影響

装荷溶媒からのStripping条件のように低酸濃度領域では、TBP濃度を上げることは効果的である。

項目	各種相改質剤でのD_{Am}の酸濃度依存性	番号	3 － 5 － 1 －12
出典	United States Patent No.4574072 May. 4. 1986		
著者	E. Philip Horwitz: Dale. G. Kalina, et, al.		

データ

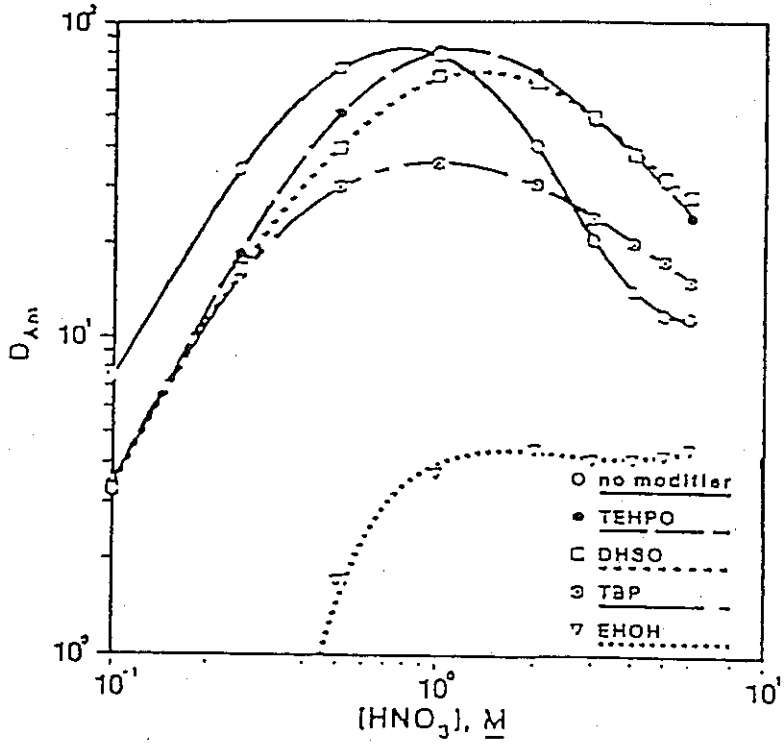


FIG. 5

説明

0.25M, OφD[IB]CMPO/decalin

相改質剤 (phase modifiers) 濃度:0.5M

項目	各種抽出剤でのD_{Am}の酸濃度依存性	番号	3－5－1－13
出典	United States Patent №4574072 May. 4. 1986		
著者	E. Philip Horwitz: Dale. G. Kalina, et, al.		

データ

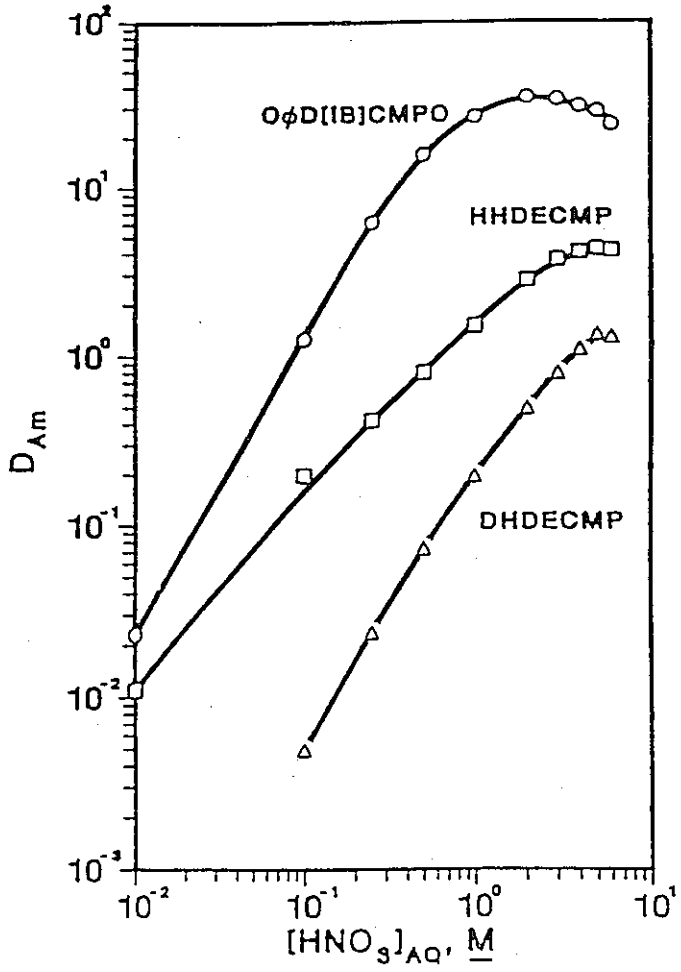


FIG. 6

説明　各抽出剤濃度:0.2M (0.8M, TBP/n-dodecane)

項目	Variations in the Solvent Extraction Behavion of Bifunctional Phosphorous Based Compounds Moditied with TBP	番号	3－5－1－14
出典	Solvent Extraction and Ion Exchange (3) 235-250 (1985)		
著者	E.P. Horwitz　D.G. Kalina		

データ

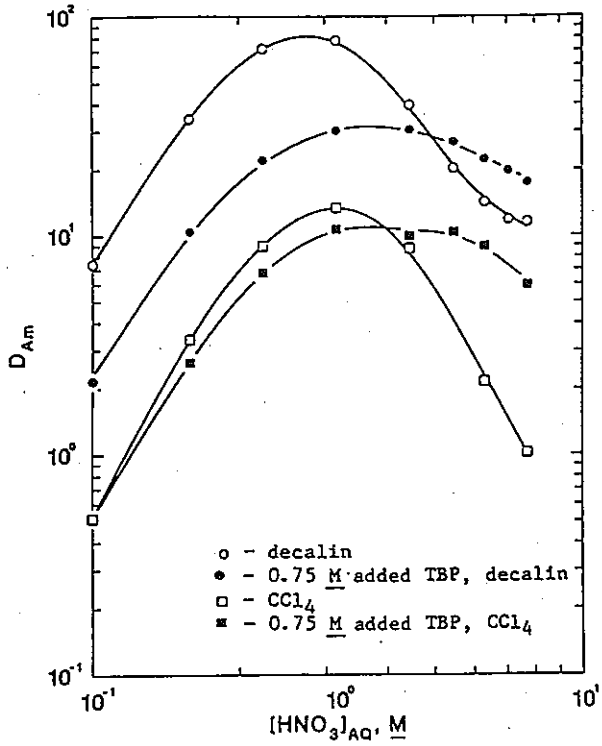


FIGURE 1. Acid dependency for Am extraction by 0.25 M OØD[iB]CMPO in CCl_4 and decalin.

説明

0 φD[iB]CMPOのA_m抽出特性を希釈剤decaline及び四塩化炭素とし0.75M のTBPの有無で比較した。(modifire)

- 先ず希釈剤decalinと四塩化炭素では，4.5～14倍の違いがある。
- TBPを添加するとこの違いは小さくなる。
- 低酸度領域ではTBPの抑制効果はCCl_4系では殆んど見られない。
- 低酸度と高酸度でのCCl_4 decalineのそれぞれに対するTBPの有無の差プロフィールの違いが何によるものかは良く判らない。

項目	Variations in the Solvent Extraction Behavion of Bifunctional Phosphorous Based Compounds Moditied with TBP	番号	3－5－1－15
出典	Solvent Extraction and Ion Exchange 3(3) 235-250 (1985)		
著者	E.P. Horwitz		

データ

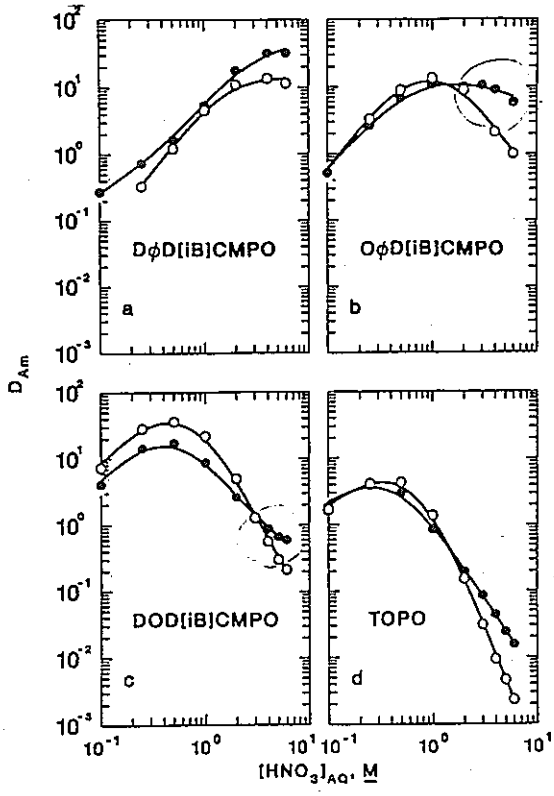


FIGURE 2. Acid dependency for Am extraction by 0.25 M phosphine oxide (o) and 0.25 M phosphine oxide/0.75 M TBP (•) in CCl_4.

説明

CMPOのA_m抽出特性をTBP の有（●）無（○）で比較したもの

◎ a，b，cはD φD，OφD，DODの比較であり、低酸度ではD φD ＜O φD ＜DODのように分配比が大きくなっている。

◎ 3 μ以上の高い酸度ではTBPの効果による分配比が大きくなっている。

◎ monofunctionのTOPOでもTBPによって高い酸度での分配比の増大がある。

このことはTBPの高かは２元機能抽出剤とのcomplexの形成によるものではなく単純な希釈効果によるものであると考えた方が妥当である。

項目	Variations in the Solvent Extraction Behavion of Bifunctional Phosphorous Based Compounds Moditied with TBP	番号	3－5－1－16
出典	Solvent Extraction and Ion Exchange 3(3) 235-250 1985		
著者	E.P. Horwitz		

データ

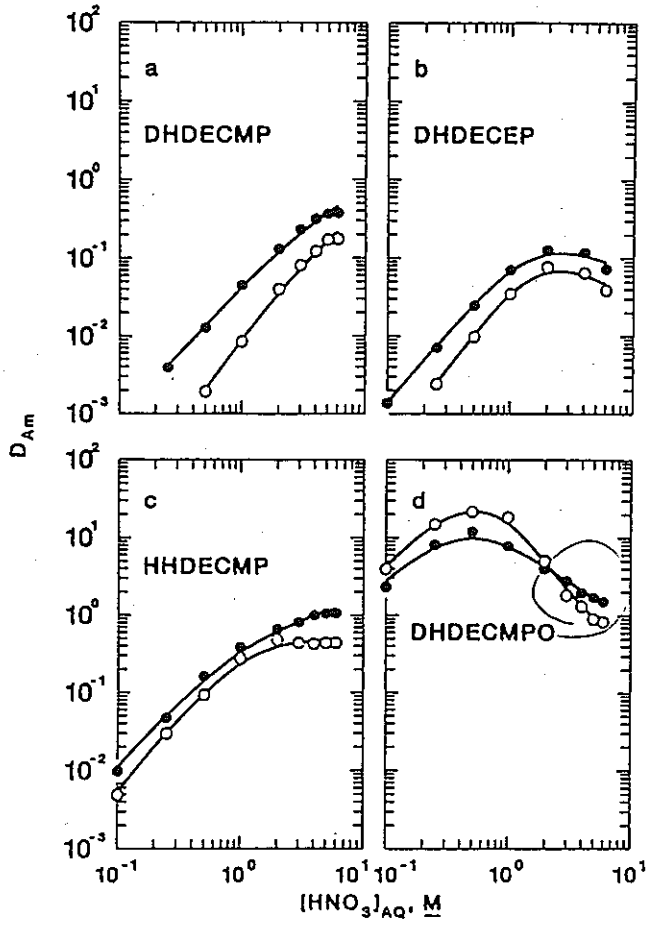


FIGURE 3. Acid dependency for Am extraction by 0.25 M bifunctional extractant (o) and 0.25 M bifunctional extractant/0.75 M TBP (•) in CCl_4.

説明

Homologousな抽出剤についてTBPの添加の有（●）無（○）と酸度の影響を調査した結果。

図a，b，c の3溶媒に対してはTBPの添加は分配比の上昇につながっている。図d（DHDECMPO）ではFig. 2のDOD[iB]CMPO と同様の曲線になっている。bのDHDECEP は ethylene bridged構造がDHDECMPと類似しているという観点で試験した。

項目	A_mの分配比（硝酸濃度，TBP濃度依存性）	番号	3－5－1－17
出典	CMPOパンフレット		
著者	M＆T社		

データ

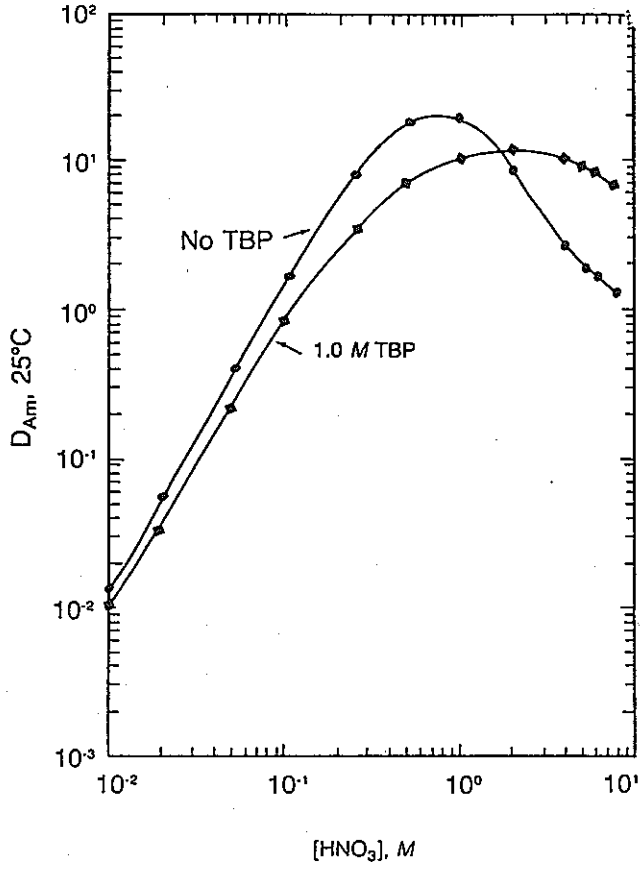


Figure 2
Acid Dependency of D_{Am} with 0.25 *M* CMPO in TCE for Various Concentrations of TBP.

説明

項目	Am（Ⅲ）分配係数（酸濃度依存）	番号	3－5－1－18
出典	Separation Science and Technology, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E.P. HORWITZ, D.G. KALINA, L. KAPLAN, G.W. MASON, and H. DIAMOND		

データ

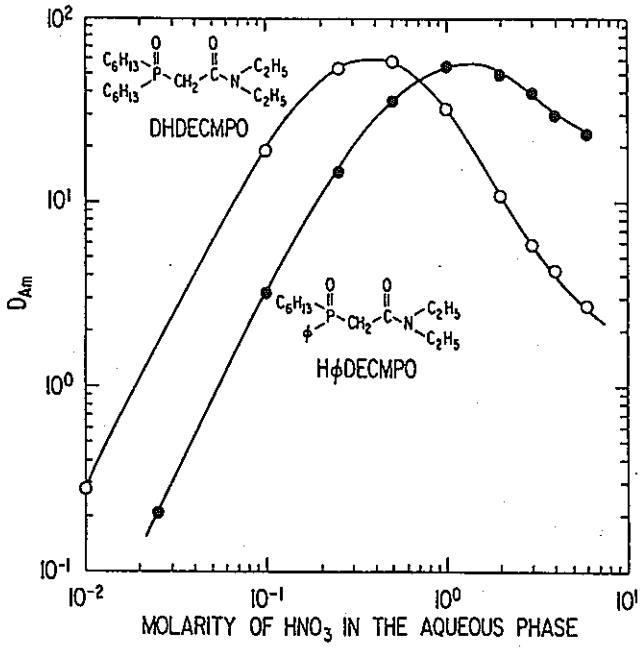


FIG. 1. Comparison of the D_{Am} vs HNO_3 concentration for 0.5 *M* solutions of DHDECMPO and HφDECMPO in *o*-xylene, 25°C.

説明

HφDECMPOはDHDECMPOよりもAm（Ⅲ）の抽出に優れているが，hexylphenyl化合物はO-xylene中が第２有機液相を形成する。

HφDECMPOはDEB，DIPB 中で第２有機相をつくる。これを減らすためにalkyl(phenyl)-N，N-d，al kyl CMPOの誘導体が用意された。

項目	A_m（Ⅲ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－1－19
出典	Separation Science and Technology, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E.P. HORWITZ, D.G. KALINA, L. KAPLAN, G.W. MASON, and H. DIAMOND		

データ

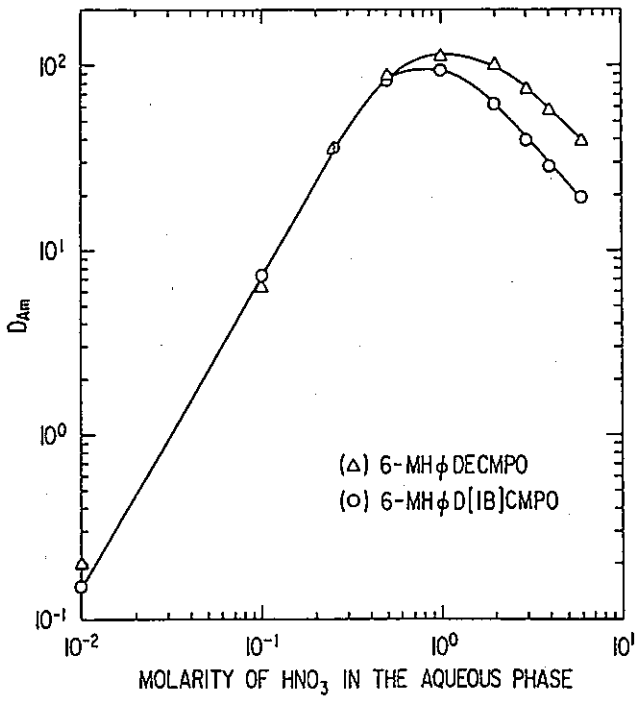


FIG. 2. Comparison of the D_{Am} vs HNO_3 concentration for 0.5 M solutions of 6-MHφDECMPO and 6-MHφD[IB]CMPO in DEB, 25°C.

説明

アミド基につながる２つのethyl のグループをイソブチルのグループに置換した時の効果を示す。

項目	A_m（Ⅲ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－1－20
出典	Separation Science and Technology, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E.P. HORWITZ, D.G. KALINA, L. KAPLAN, G.W. MASON, and H. DIAMOND		

データ

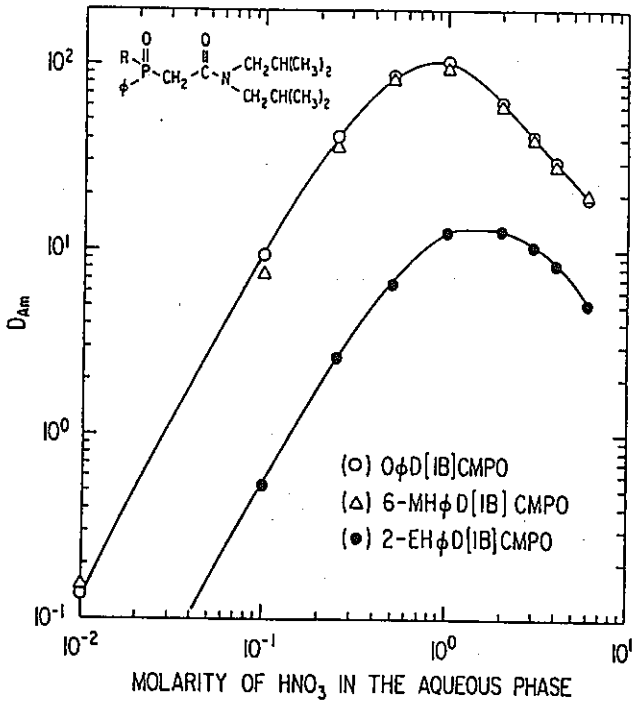


FIG. 3. Comparisons of the D_{Am} vs HNO_3 concentration for 0.5 *M* solutions of octyl isomers of alkyl(phenyl)-*N,N*-diisobutyl CMPO in DEB, 25°C.

説明

3種のオクチル異性体の比較を示す。

n-octylと6-methylheptyl化合物はD_{Am}に差がない。これはオクチルグループのブランチからP=Oグループから遠くA_m（Ⅲ）結合に影響を与えない。

項目	A_m（Ⅲ）分配係数(CMPO)…酸濃度依存性	番号	3－5－1－21
出典	ISEC '88 10-5		
著者	M.K. Chnutova, et, al.		

データ

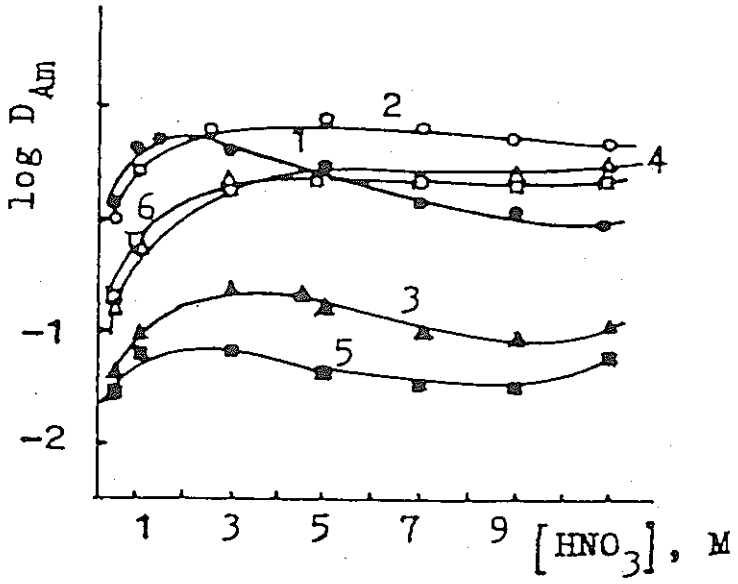


Fig-4. Acid dependency for Am(III) extraction by 0.05M Tol_2Et_2 (1,3,5) and a mixture of 0.05M Tol_2Et_2 and 1.5M TBP (2,4,6) in DCE (1,2); 1,2,4-TCB (3,4) and o-xylene (5,6)

説明

希釈剤としてDCEの他，TCB(trichlovo benzen)，O-xyleneを用いた場合の効果。DCE TBP濃度が小さくなっても高いD_{Am}を保つ。

項目	A_m（Ⅲ）分配係数(CMPO)…酸，TBP依存性	番号	3－5－1－22
出典	ISEC '88 10-5		
著者	M.K. Chnutova, et, al.		

データ

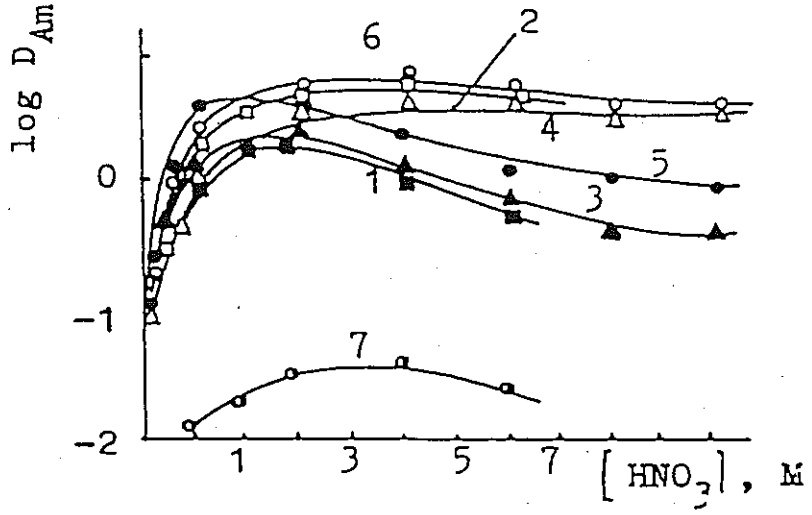


Fig.1. Acid dependency for Am(III) extraction by 0.05M Ph_2Et_2 (1), Ph_2Bu_2 (3), Tol_2Et_2 (5) and their mixture with 1.5M TBP (2,4,6) in DCE; (7)-1.5M TBP in DCE

説明

CMPOにTBPを混ぜた場合の効果を酸濃度依存性として表わしたもの。TBPを混ぜた方がD_{Am}は大きくなる。（酸度の低いところで一部逆転あり）

Ph_2Et_2 =Ph_2PCH_2C-NEt_2
‖ ‖
0 0

（以下同様）

DCE=dichlovoethane

項目	A_m（Ⅲ）分配係数(CMPO)…酸，TBP依存性	番号	3－5－1－23
出典	ISEC '88 10-5		
著者	M.K. Chnutova, et, al.		

データ

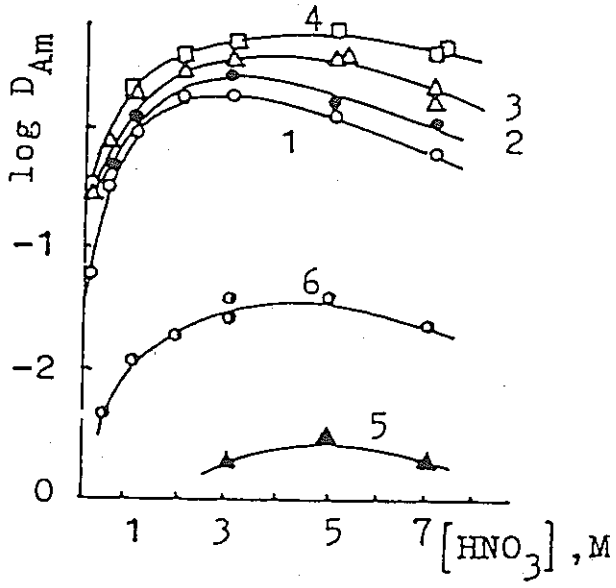


Fig.2. Acid dependency for Am(III) extraction by 0.05M Ph_2Et_2 (1) and a mixture of 0.05M Ph_2Et_2 and 0.05M TBP (2), 0.5M TBP (3), 1.5M TBP (4); (5)-0.5M TBP; (6)-1.5M TBP. Solvent-DCE

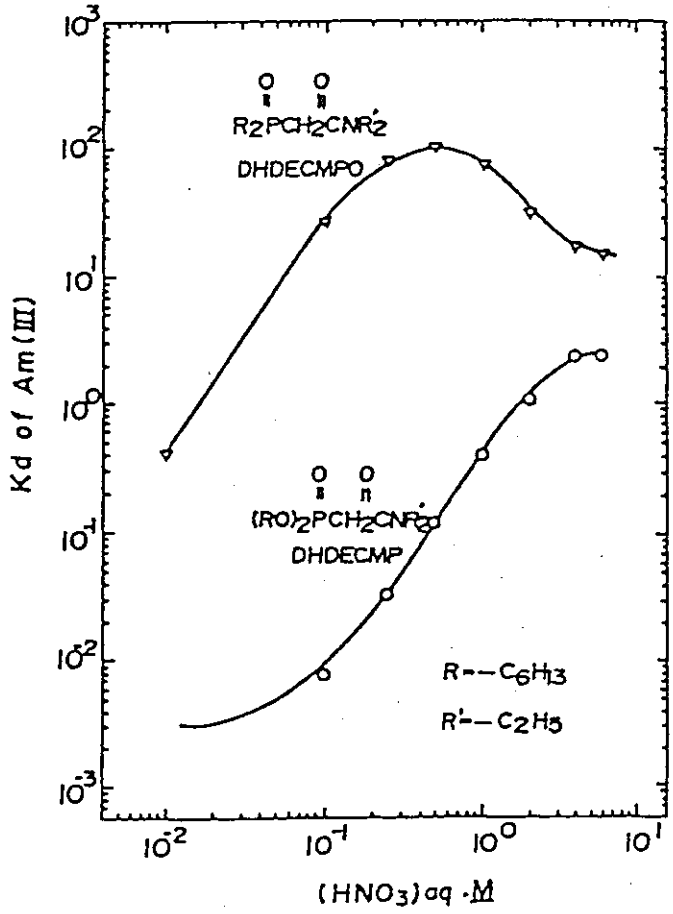
説明

混合するTBPの割合を増やすとD_{Am}も増える。

(TBP 0.05M＜1.5M)

項目	CMP及びCMPOによるAm（Ⅲ）の分配係数	番号	3－5－1－24
出典	公開特許公報(A) 昭63-208798		
著者	遠藤芳浩		

データ



説明　CMP及びCMPOによるAm（Ⅲ）の分配係数の硝酸濃度依存性。

項目	A_m Distribution versus HNO_3 Concentration	番号	3－5－1－25
出典	Partitiong studies to separate actinides from ICPP HLW		
著者	J.D. Bako, B.J. Mincher, D.H. Meikrantz		

データ

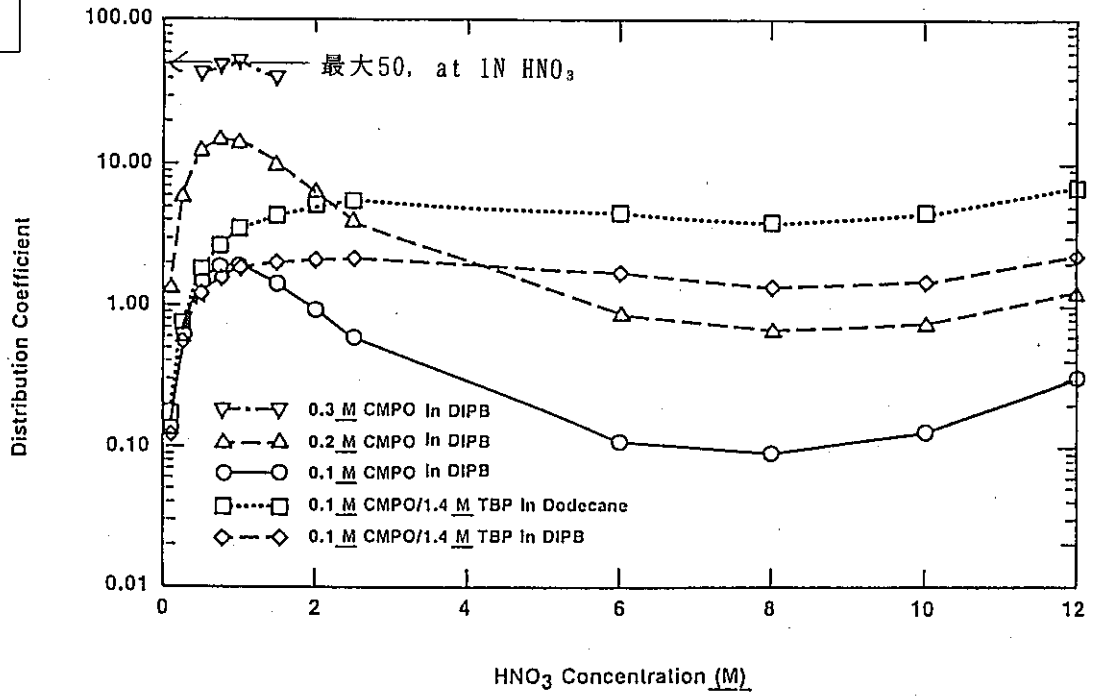


FIGURE 1. Am Distribution Versus HNO_3 Concentration.

説明

・図中５種の溶媒に対するA_mの分配係数のHNO_3濃度依存性を示す。

CMPO…M&T Chemicals, Inc.より購入，AHLで精製－純度95%以上

TBP …Aldrich Chem. Co.より購入，純度99%　他のchemicals はACS grade.

温度25℃±0.5 ℃，7min…抽出時間，分配係数精度…ほぼ10%

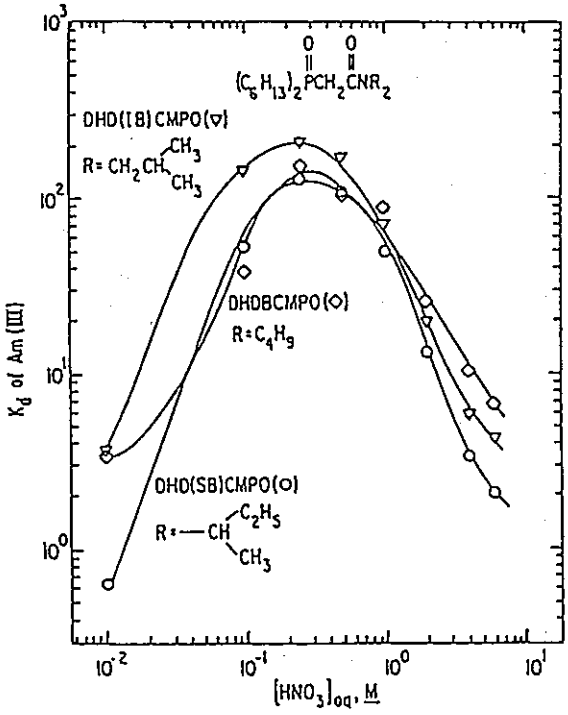
・全体傾向，0.1～1.0M HNO_3で急激に増加，1～6Mで減少，6～8Mでflat 9Mまで増加

・0.2MCMPO in DIPBの分配係数は0.1M～に対して全域で約８倍

・0.1～0.3M CMPOの範囲でD_{Am}と[CMPO]の両対数プロットの傾き３±0.2→３次の依存性

項目	A_m（Ⅲ）分配係数－硝酸濃度依存性－	番号	3－5－1－26
出典	Sep. Sci. Technol., 16(9), 1127 (1981)		
著者	D.G. Kalina, E.P. Horwitz, L. Kaplar, A.C. Nuscatello		

データ

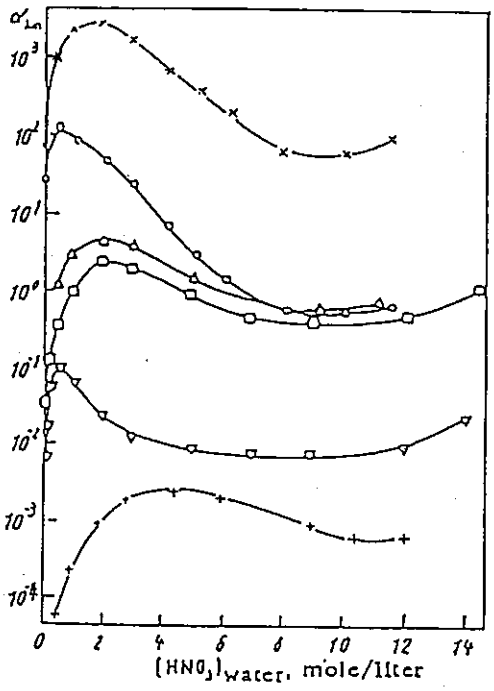


Extraction of Am(III) from HNO_3 by 0.50 M DHDBCMPO, DHD(IB)CMPO and DHD(SB)CMPO.

説明　CMPOの置換基による抽出能力の変化。

項目	A_m（Ⅲ）分配係数－硝酸濃度依存性－	番号	3－5－1－27
出典	Atomnaya Energiya, 59(6), 413 (1985)		
著者	A.M.Rosen, A.S.Nikiforov, Z.I.Nikolatova, N.A.Kartasheva		

データ



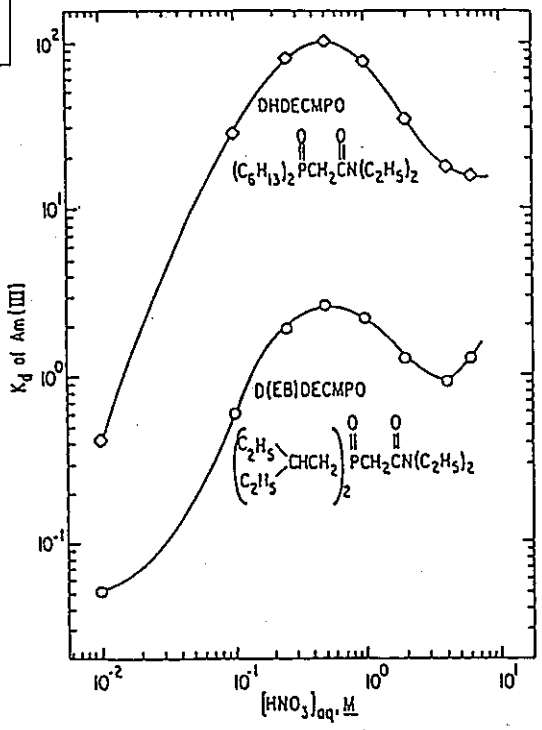
Effect of the structure of bidentate phosphoroorganic compounds on their extraction ability (0.05 mole/liter solutions in dichloroethane); ×) 4 Ph; O) 2 Ph 2 oct; Δ) Tol_2/But_2; □) Ph_2/But_2; ∇)oct_2/But_2; +) (i-amyl O)$_2$ /But_2.

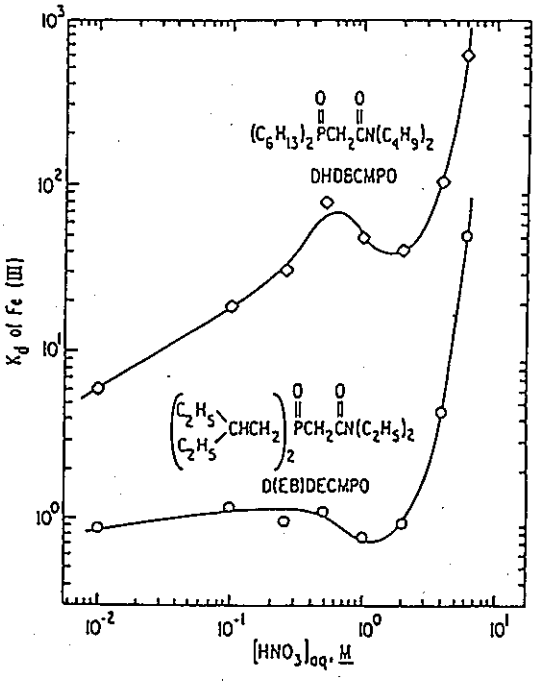
説明

MDPD	$R_2P(O)CH_2P(O)R_2'$ …	4oct	$R=R'=C_8H_{17}$	
		2Ph2oct	$R=C_6H_5$, $R'=C_8H_{17}$	
		4Ph	$R=R'=C_6H_5$	$R'=C_4H_9$
CMPO	$R_2P(O)CH_2C(O)NR'_2$	oct_2/But_2	$R=C_8H_{17}$	$R'=C_4H_9$
		Ph_2/But_2	$R=C_6H_5$	$R'=C_4H_9$
		Tol_2/But_2	$R=C_6H_4CH_3$	$R'=C_4H_9$
CMP	$(RO)_2P(O)CH_2C(O)NR'_2$	$(i\text{-amylo})_2/But_2$	$R=i\text{-}C_5H_{11}$	$R'=C_4H_9$

項目	Am（Ⅲ），Fe（Ⅲ）の分配係数－硝酸濃度依存性－	番号	3－5－1－28
出典	Sep. Sci. Technol., 16(9), 1127 (1981)		
著者	D.G. Kalina, E.P. Horwitz, L. Kaplar, A.C. Nuscatello		

データ





(left) Distribution ratios for the extraction of Am(III) by 0.50 M DHDECMPO and D(EB)DECMPO as a function of aqueous acid concentration.

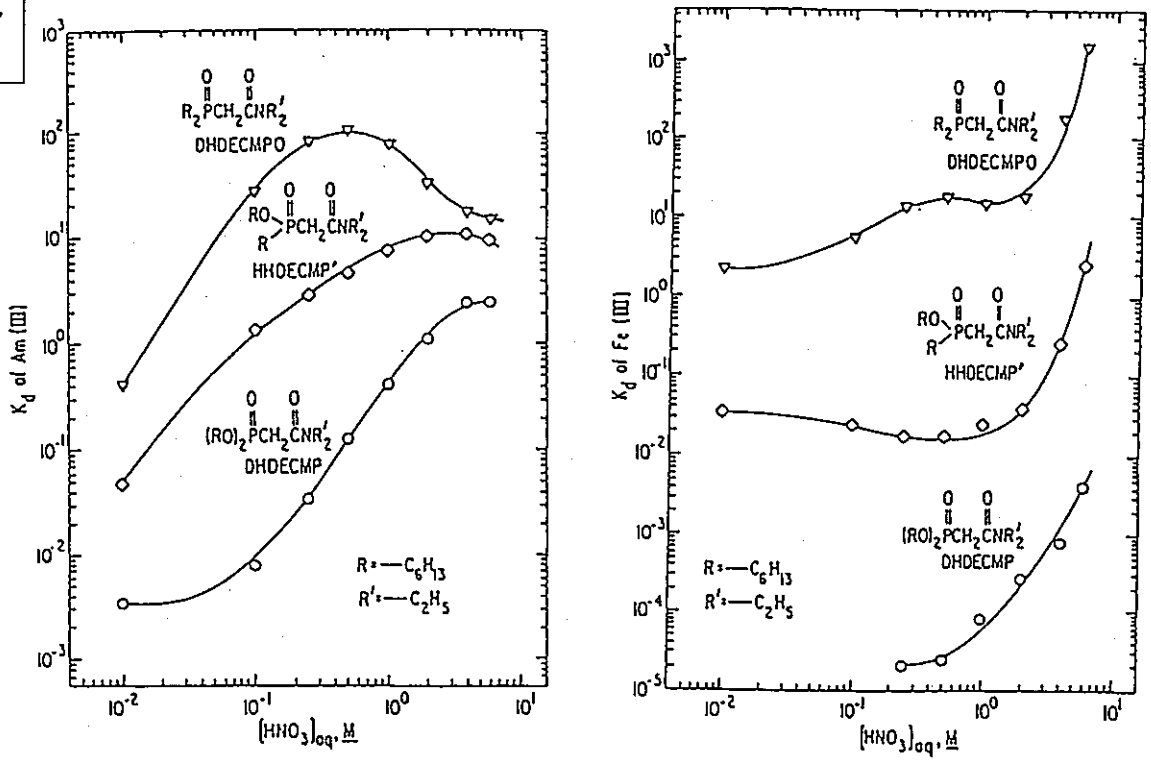
(right) Distribution ratios for the extraction of Fe(III) by 0.50 M DHDBCMPO and D(EB)DECMPO from HNO_3.

説明

CMPOについてはＰ置換アルキル（マリール）基の構造は抽出性能に大きな影響を及ぼすが、Ｎ置換基の構造はあまり大きな影響を持たない。

項目	Am（Ⅲ），Fe（Ⅲ）の分配係数－硝酸濃度依存性－	番号	3－5－1－29
出典	Sep. Sci. Technol., 16(9), 1127 (1981)		
著者	D.G. Kalina, E.P. Horwitz, L. Kaplar, A.C. Nuscatello		

データ



(left) Comparison of the extraction of Am(III) from HNO_3 by 0.50 M DHDECMP, HHDECMP' and DHDECMPO.

(right) Comparison of the extraction of Fe(III) from HNO_3 by 0.50 M DHDECMP, HHDECMP' and DHDECMPO.

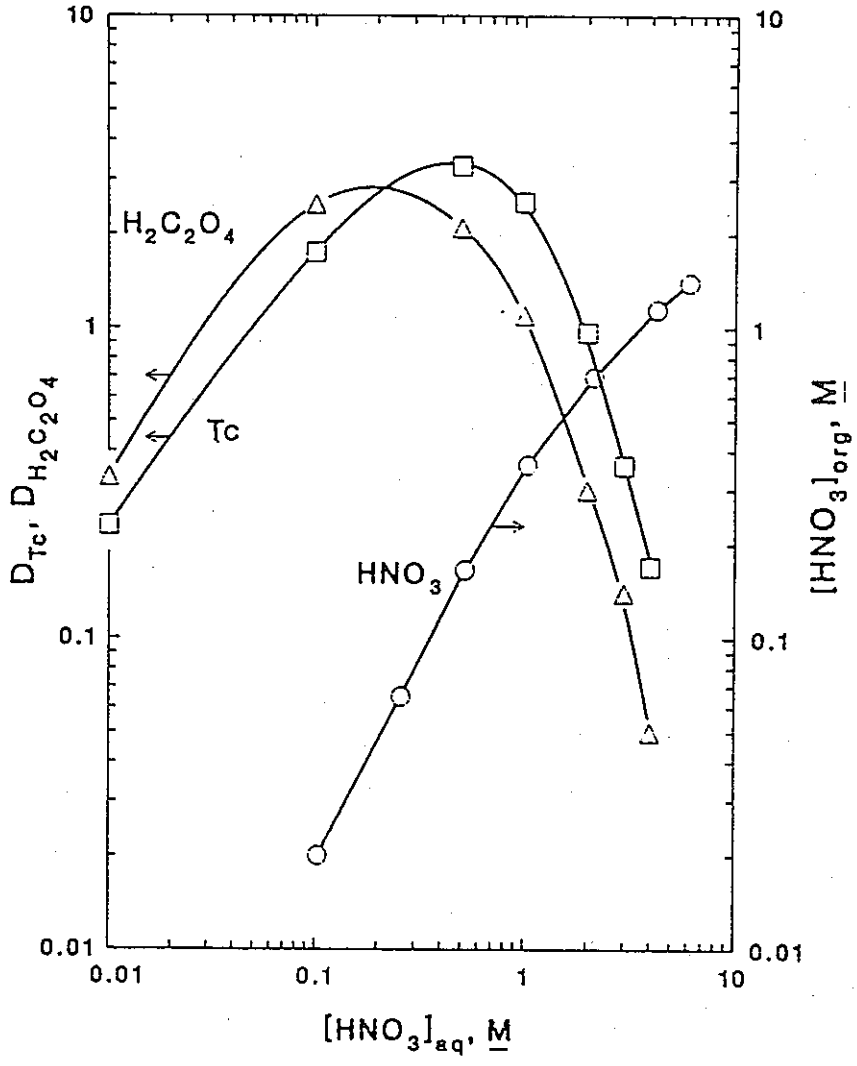
説明

Am（Ⅲ），Fe（Ⅲ）も，抽出しやすさはCMPO＞CMP'＞CMP の順である。両者の抽出曲線の違いから抽出機構が異なる可能性もある。

3.5.2　元素による差

項目	Tc，シュウ酸，硝酸の分配係数の酸濃度依存性	番号	3－5－2－1
出典	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E.Philip Horwitz, D.G.Kalina, H.Diamond, G.F.Vandegrift		

データ



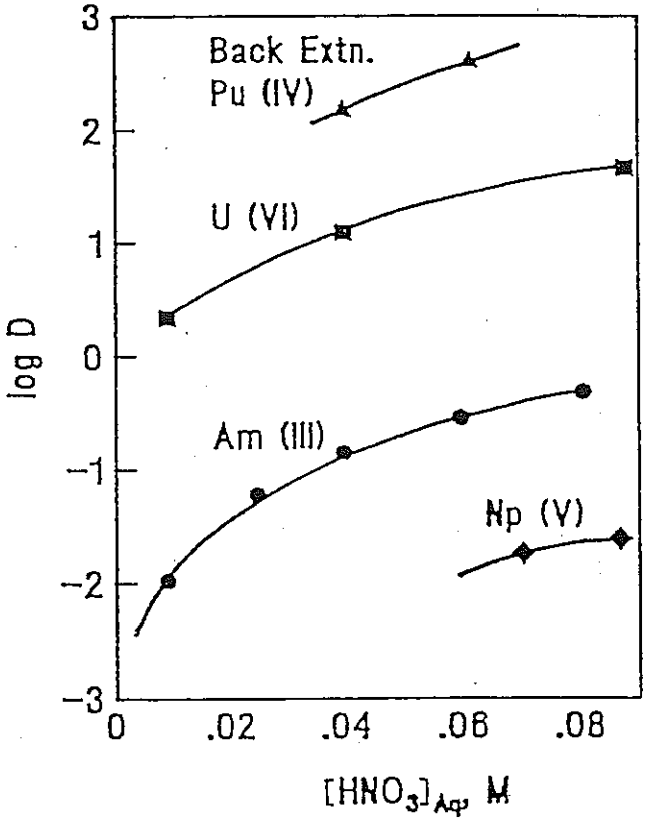
説明

Extraction of Nitric Acid, Oxalic Acid, and Technetium versus Aqueous Nitric Acid Concentration using 0.20 M 0φD(iB)CMPO -1.4 M TBP-Conoco(C_{12}-C_{14}), $D_{H_2C_2O_4}$ and D_{Tc} at 40℃, $[HNO_3]_{org}$, at 25℃.

溶媒：3－2－1

項目	HNO_3濃度（0.02～0.1M）に対する，各アクチノイドの分配比の変化	番号	3－5－2－2
出典			
著者	W.W.Schulz　E.P.Horwitz		

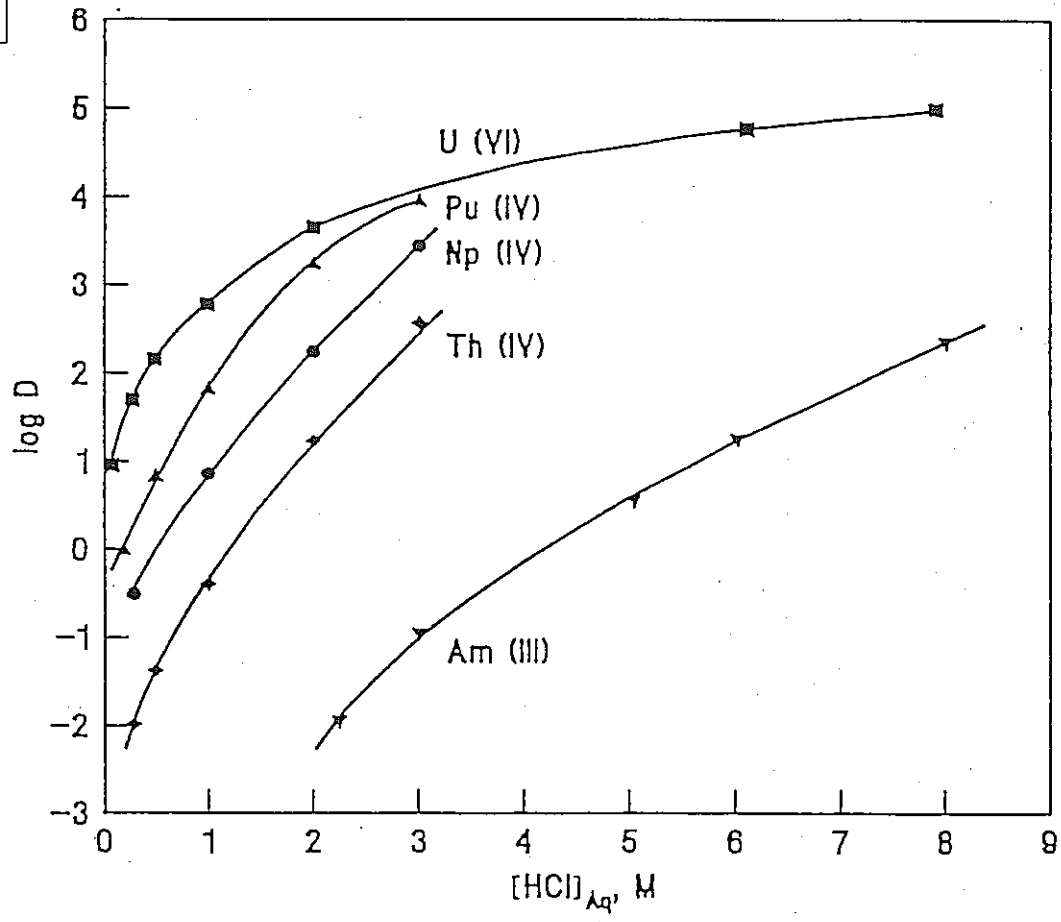
データ



説明　Distribution ratios of selected actinide ions from low nitric acid concentration.　0.20M CMPO - 1.2 M TBP-dodecane. 25 ℃

項目	HCl濃度に対する，各アクチノイドの分配比の変化	番号	3－5－2－3
出典			
著者	W.W.Schulz　E.P.Horwitz		

データ



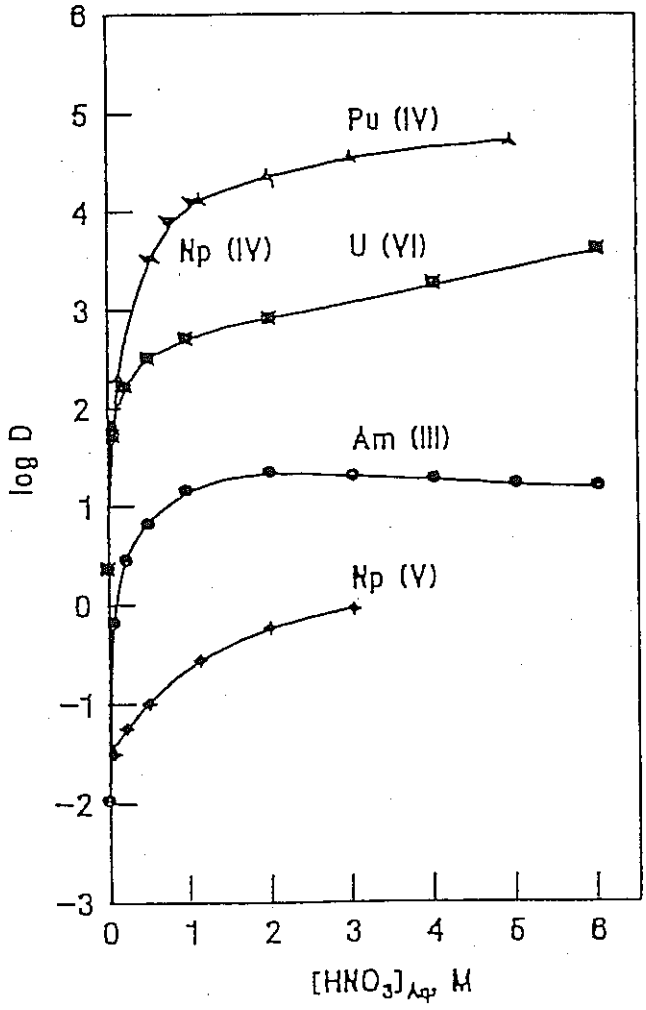
説明

Distribution ratios of selected actinide ions as a function of the aqueous hydrochloric acid concentration. 0.50 M CMPO in TCE. 25℃

・高Cl^- 濃度で高いA_m（Ⅲ）の抽出率を得ることが出来る。

項目	HNO_3濃度に対する，各アクチノイドの分配比の変化	番号	3－5－2－4
出典			
著者	W.W.Schulz　E.P.Horwitz		

データ



説明　Distribution ratios of selected actinide ions as a function of the aqueous nitric acid concentration. 0.20 M CMPO - 1.2 M TBP-dodecane.

項目		番号	3－5－2－5
出典	RFP-4008		
著者	A.C.Muscatello, J.D.Navratil		

データ

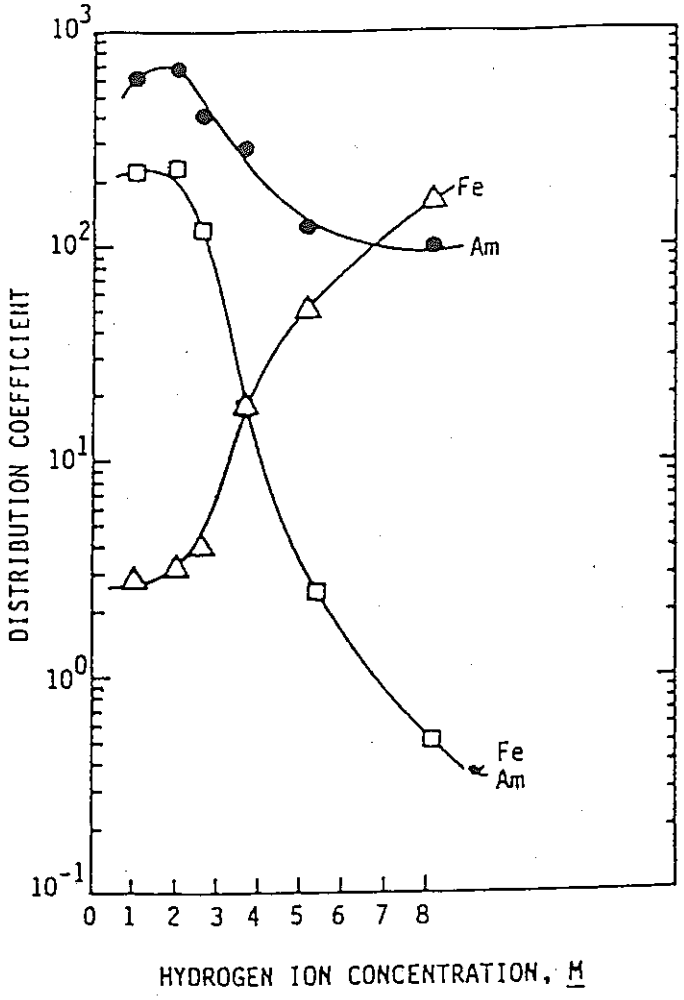


Figure 3. Volume distribution ratio of americium between neutralized nitric acid (10 ml) and CMPO on XAD-4 (0.50 g). Initial [Am] - 0.64 mg/l. Initial [Fe] - 74 mg/l.

説明

A_mを含む硝酸溶液からCMPOへのA_m抽出特性の酸度依存性。及びFe^{3+}の抽出特性と共存の影響。

低硝酸濃度〔HNO_3〕1～2M領域では，A_mの抽出はFe^{3+}の妨害を殆んど受けない。

項目	U and Pu Distribution versus HNO_3 Concentration (0.1M CMPO/1.4MTBP in Dodecane)	番号	3－5－2－6
出典	Partitioning studies to separate actinides from ICPP HLW		
著者	J.D.Baker, B.J.Mincher, D.H.Meikrantz		

データ

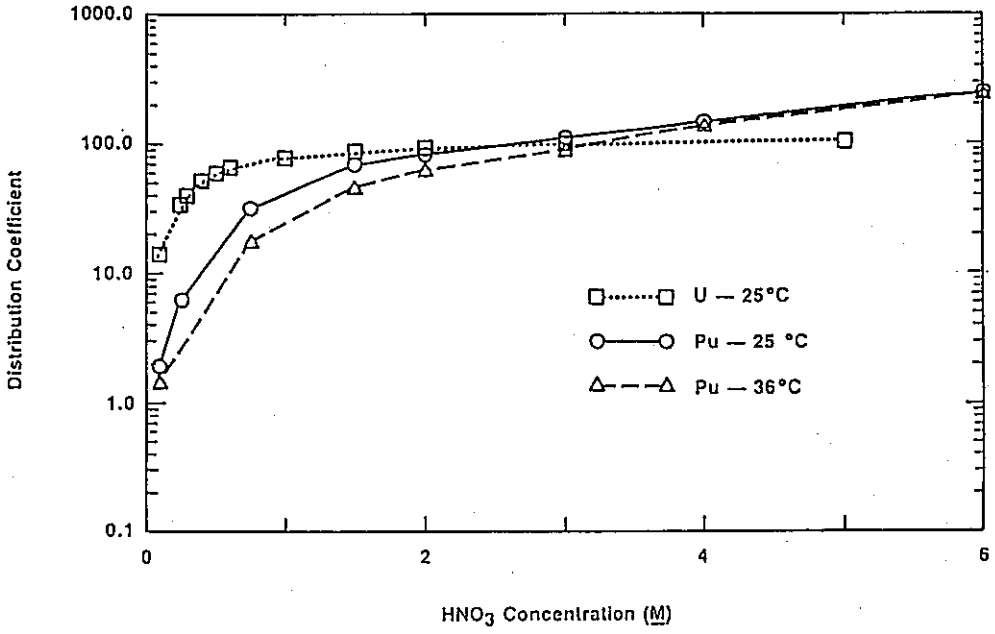


FIGURE 3. U and Pu Distribution Versus HNO_3 Concentration.
0.1 M CMPO/1.4 M TBP in Dodecane.

説明

・0.1 M CMPO/1.4 M TBP in Dodecaneによる U, Pu分配係数のHNO_3濃度依存性

項目	Tc and Zr Distribution versus HNO_3 Concentration (0.1M CMPO/1.4MTBP in Dodecane)	番号	3－5－2－7
出典	Partitioning studies to separate actinides from ICPP HLW		
著者	J.D.Baker, B.J.Mincher, D.H.Meikrantz		

データ

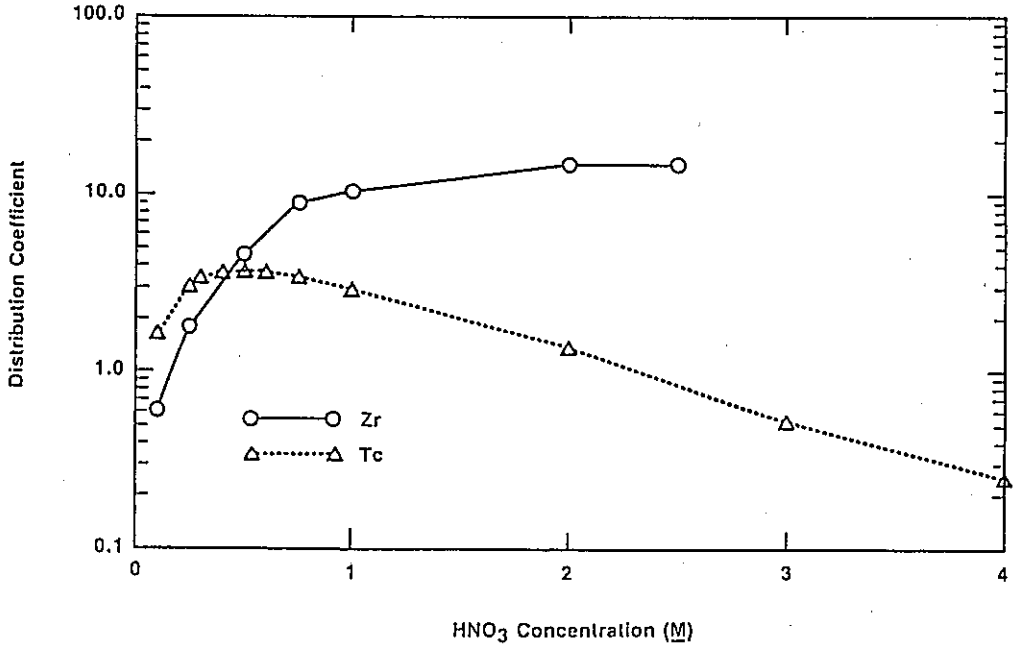


FIGURE 4. Tc and Zr Distribution Versus HNO_3 Concentration.
0.1 M CMPO/1.4 M TBP in Dodecane.

説明

・0.1 M CMPO/1.4 M TBP in DodecaneによるTc, Zr分配係数のHNO_3濃度依存性

項目	A_m and Lanthanide Distribution Versus NO_3 Concentration (0.1M CMPO/1.4TBP in Dodecane. Nitrate added as $Al(NO_3)_3$)	番号	3－5－2－8
出典	Partitioning studies to separate actinides from ICPP HLW		
著者	J.D.Baker, B.J.Mincher, D.H.Meikrantz		

データ

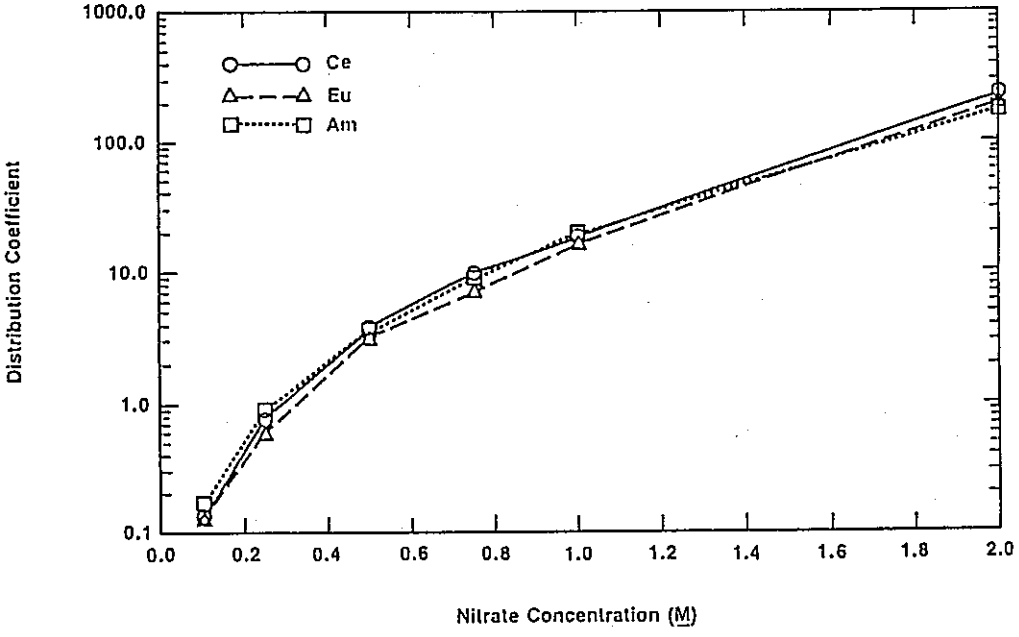


FIGURE 2. Am and Lanthanide Distribution Versus NO_3 Concentration.
~~1.0~~ 0.1 M CMPO/1.4 M TBP in Dodecane. Nitrate added as $Al(NO_3)_3$.

説明

・0.1 M CMPO/1.4 M TBP in Dodecaneによる Am, Ce, Euの分配係数のNO_3依存性

（NO_3は$Al(NO_3)_3$として添加）

・0.5M HNO_3以降カーブはlinear. 対数－対数プロットで傾きは2.3となる。

項目	アクチノイド元素の分配比（硝酸濃度依存性）	番号	3－5－2－9
出典	CMPOパンフレット		
著者	M＆T社		

データ

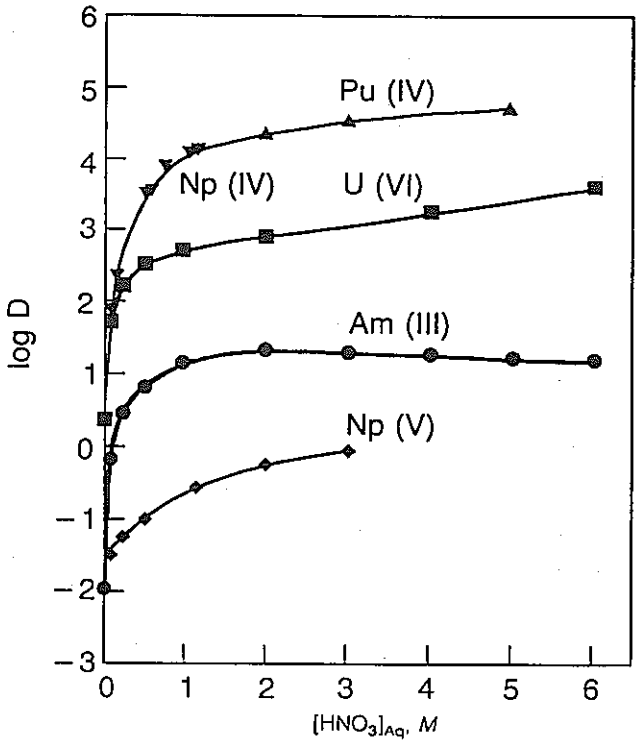


Figure 1
Distribution ratios of selected actinide ions as a function of the aqueous nitric acid 0.20 *M* CMPO—1.2*M* TBP dodecane. 25°C

説明

項目	アクチノイド元素の分配比（塩酸濃度依存性）	番号	3－5－2－10
出典	CMPOパンフレット		
著者	M＆T社		

データ

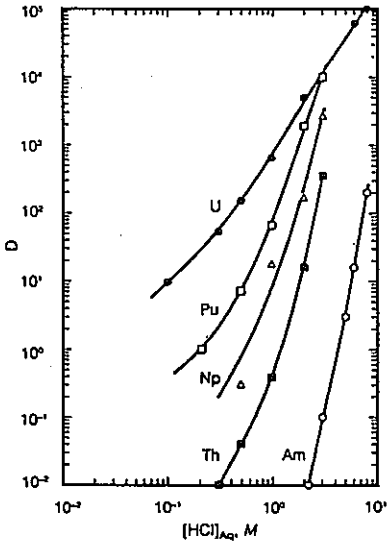


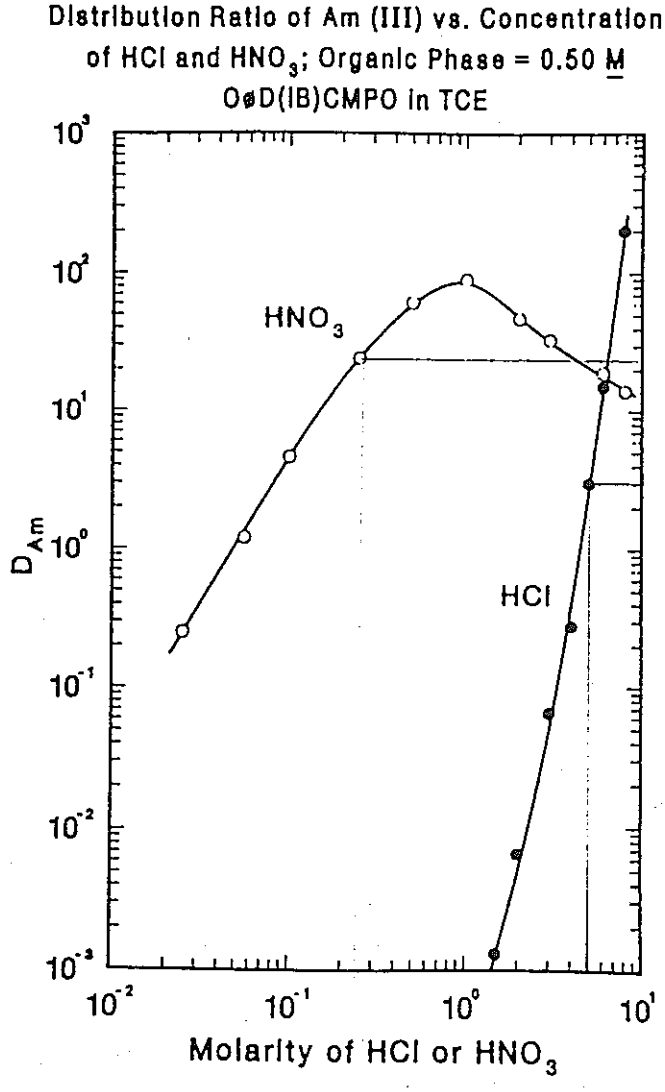
Figure 3
The effect of HCl concentrations on the extraction of Th(IV), U(VI), Np(IV), Pu(IV), and Am(III) using 0.5 *M* CMPO in TCE. 25°C (Reference 4).

説明

3.5.3　溶液の組成による差

項目	A_mの分配係数（HCl, HNO_3濃度依存性）	番号	3－5－3－1
出典	Application of the TRUEX Process to the Decontamination of Nuclear Waste Streams* ISEC '86		
著者	E. Philip Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory 9700 South Cass Avenue Argonne, IL, 60439, USA Wallace W. Schulz Rockwell Hanford Operations Post Office Box 800 Richland , Washington, 99352, USA		

データ

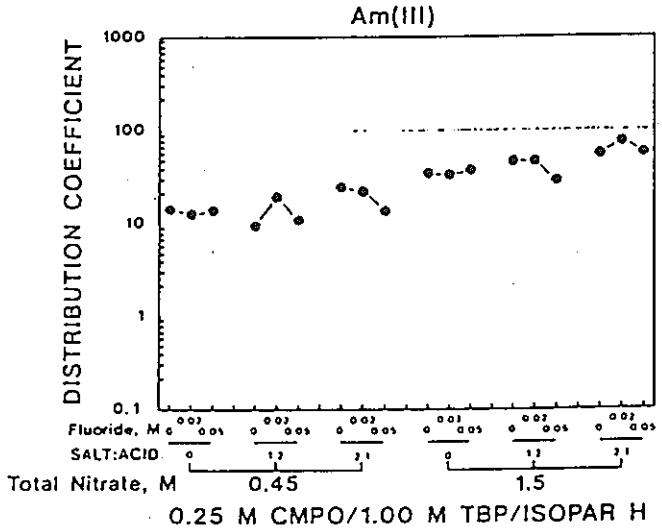


説明

- TCE ：tetrachloroethylene
- 0.25MHNO$_3$又は5MHCl以上の条件のとき効率的なA_mの抽出が可能。
- 硝酸中ではCMPOの中のカルボニル基(CO<) が硝酸と結合し、（その結果）A_m-ホスホリル酸素結合（O：P≡）への攻撃を抑制することから高濃度硝酸中でも効率が高い。

項目	CMPOのA_m（Ⅲ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－2
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



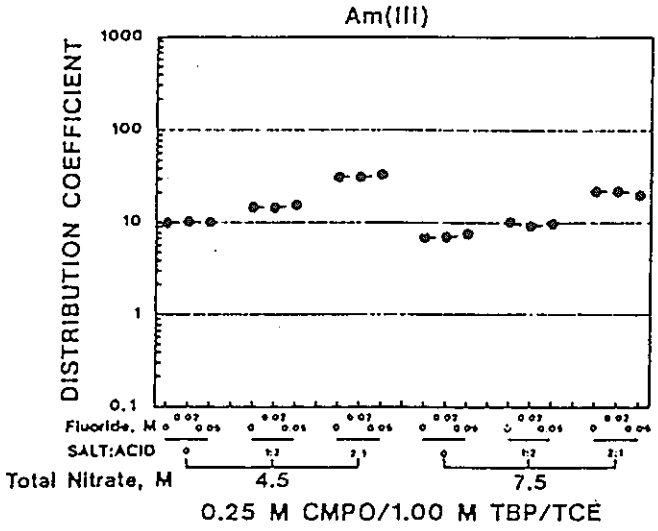
説明

Fig.13 Extraction of A_m（Ⅲ）into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/Isopar H as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸の濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/Isopar H に対するA_m（Ⅲ）の分配係数実験値

項目	CMPOのAm（Ⅲ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－3
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



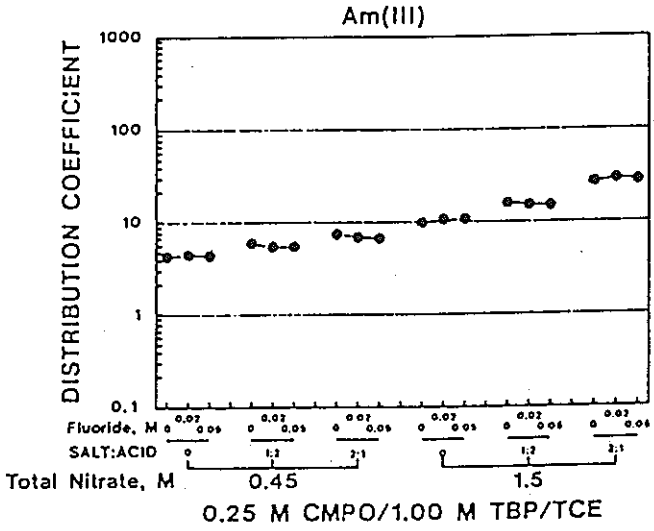
説明

Fig.12 Extraction of Am（Ⅲ）into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/TCE as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸の濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/TCEに対するAm（Ⅲ）の分配係数実験値

項目	CMPOのA_m（Ⅲ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－4
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



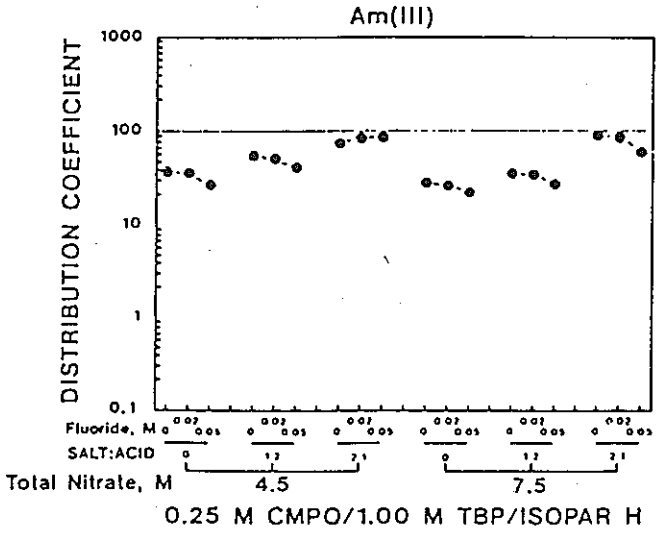
説明

Fig.11 Extraction of A_m（Ⅲ）into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/TCE as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸の濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/TCEに対するA_m（Ⅲ）の分配係数実験値

項目	CMPOのAm（Ⅲ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－5
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



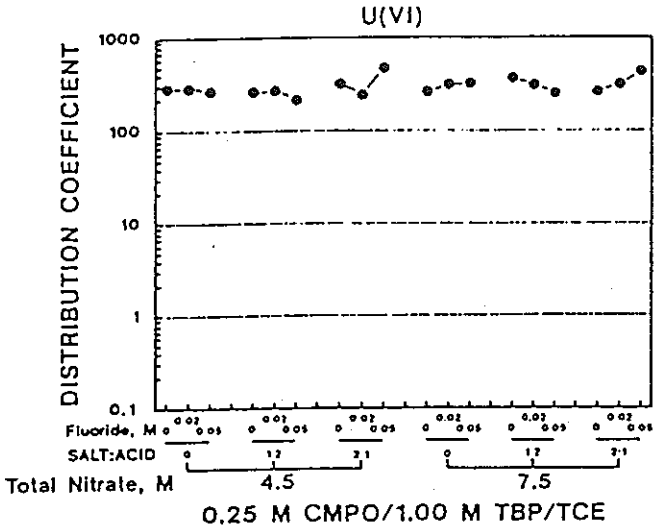
説明

Fig.14 Extraction of Am（Ⅲ）into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/Isopar H as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸との濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/Isopar Hに対する分配係数実験値

項目	CMPOのU（Ⅵ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－6
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



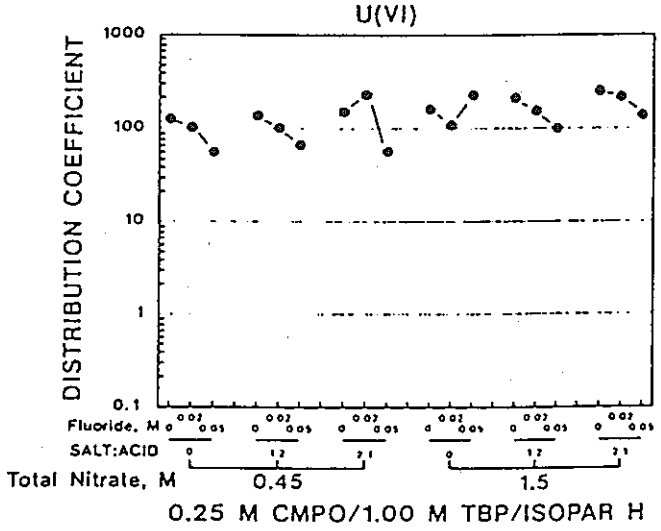
説明

Fig.28 Extraction of U (Ⅵ) into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/TCE as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸との濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/TCEに対する分配係数実験値

項目	CMPOのU（VI）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－7
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



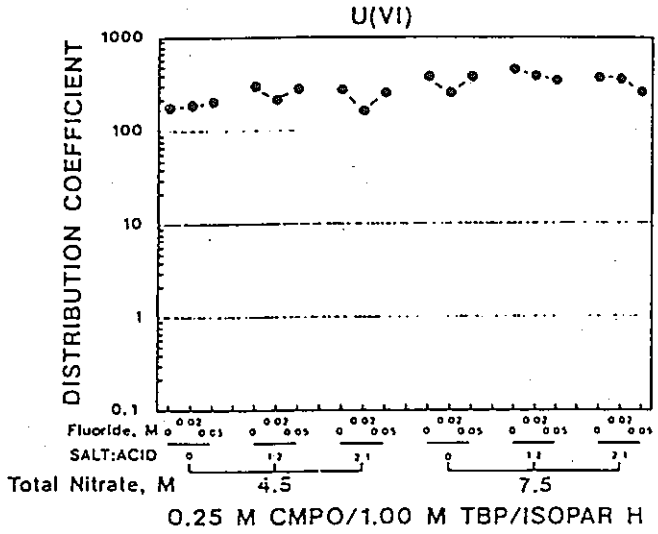
説明

Fig.29 Extraction of U（IV）into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/Isopar H as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸の濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/Isopar H に対するU（VI）の分配係数実験値

項目	CMPOのU（VI）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－8
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



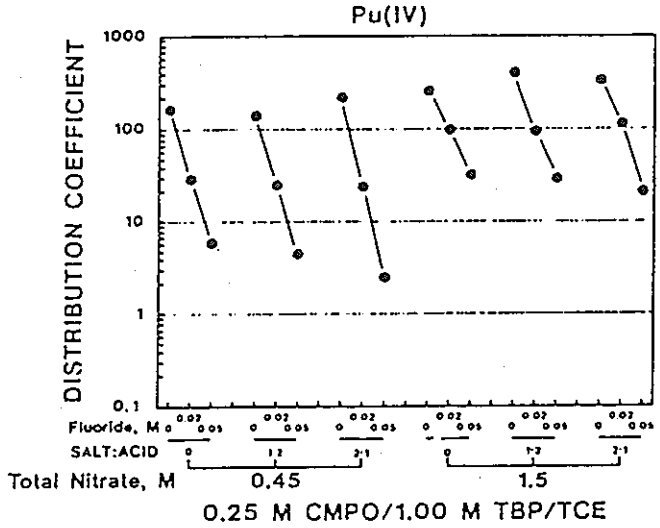
説明

Fig.30 Extraction of U (VI) into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/Isopar H as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸の濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/Isopar H に対するU（VI）の分配係数実験値

項目	CMPOのPu（Ⅳ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－9
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



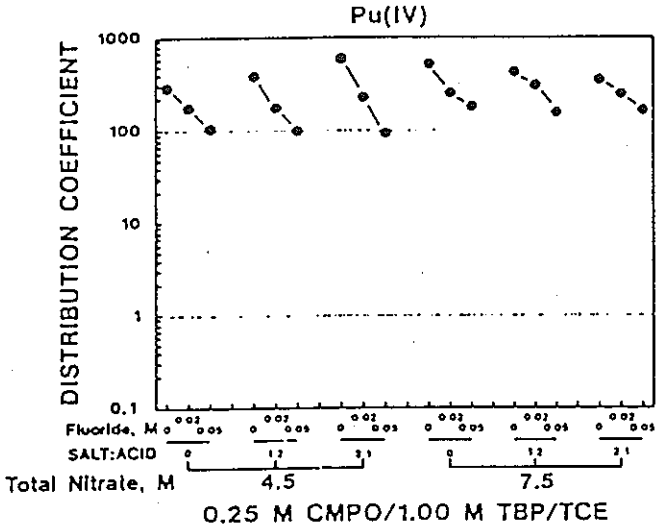
説明

Fig.19 Extraction of Pu（Ⅳ）into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/TCE as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸の濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/TCEに対するPu（Ⅳ）の分配係数実験値

項目	CMPOのPu（Ⅳ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－10
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



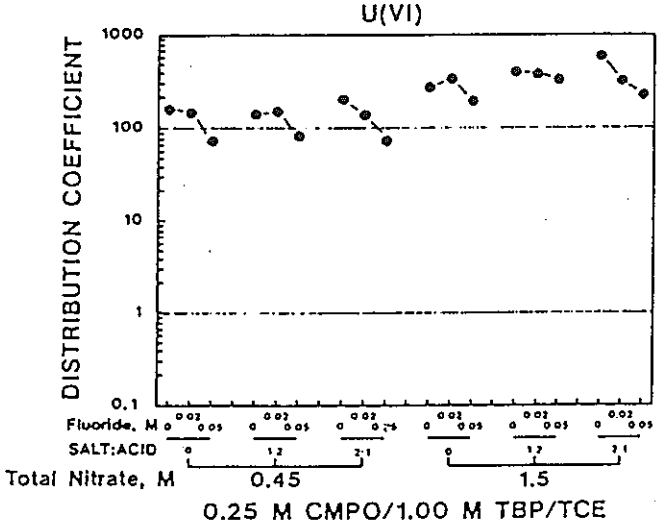
説明

Fig.20 Extraction of Pu（Ⅳ）into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/TCE as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸の濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/TCEに対するPu（Ⅳ）の分配係数実験値

項目	CMPOのU（VI）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－11
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



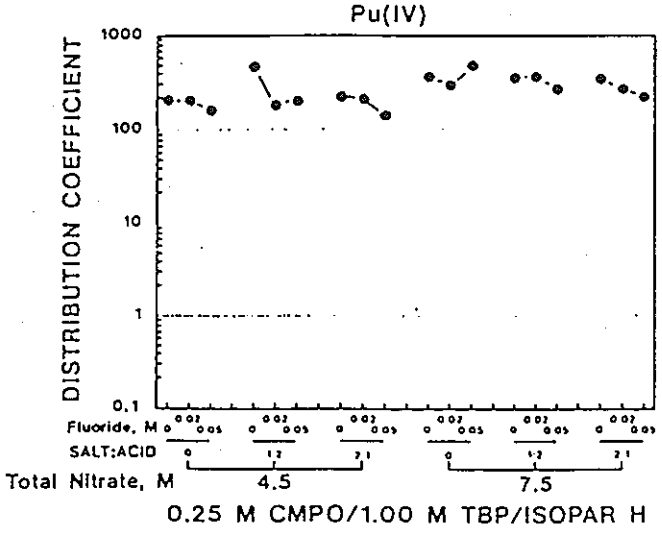
説明

Fig.27 Extraction of U（VI）into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/TCE as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸の濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/TCEに対するU（VI）の分配係数実験値

項目	CMPOのPu（Ⅳ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－12
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



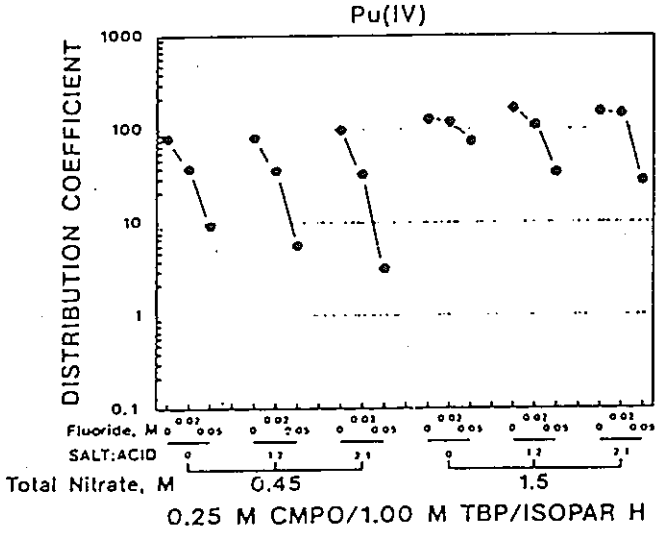
説明

Fig.22 Extraction of Pu（Ⅳ）into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/Isopar H as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸の濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/Isopar H に対するPu（Ⅳ）の分配係数実験値

項目	CMPOのPu（Ⅳ）分配係数（酸濃度依存性）	番号	3－5－3－13
出典	LA-11191, UC-10(Feb, 1988)		
著者	S. Fredric Marsh, Stephen L. Yarbro		

データ



説明

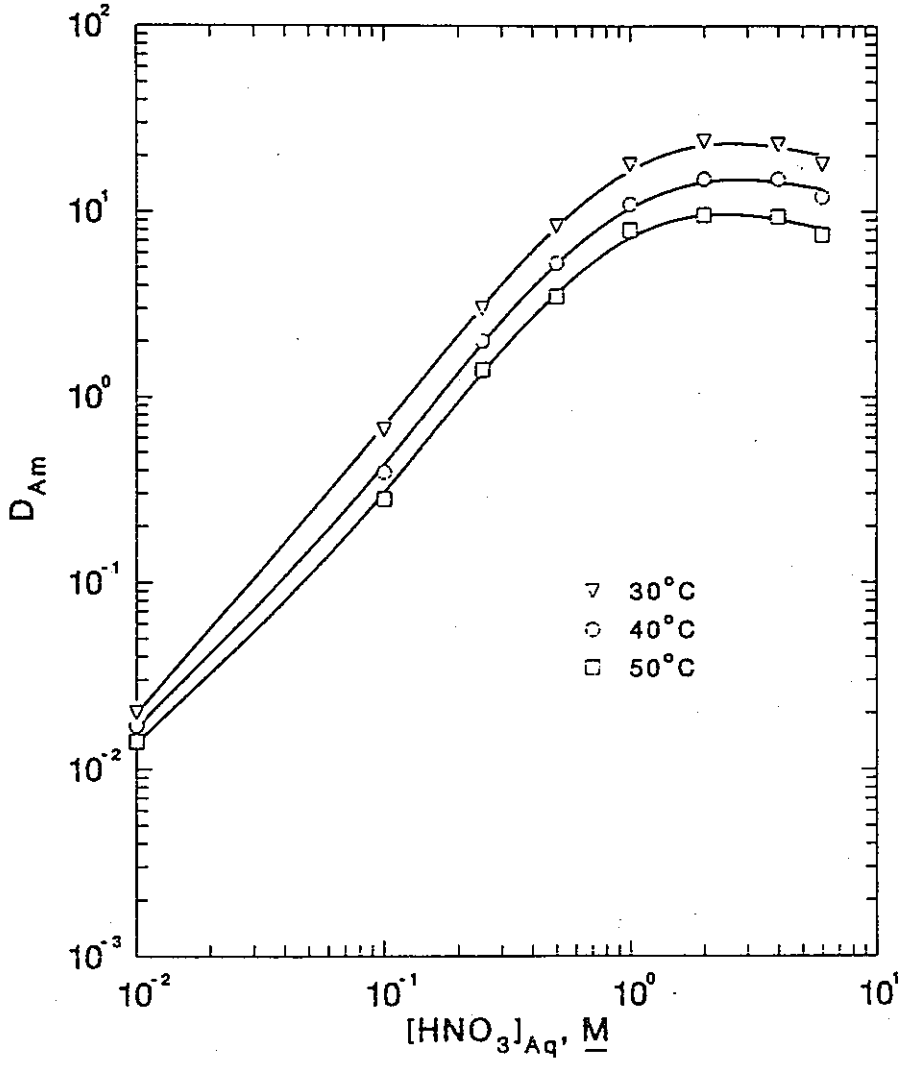
Fig.21 Extraction of Pu（Ⅳ）into 0.25 M CMPO/1.00 M TBP/Isopar H as a function of nitrate concentration, nitrate salt/nitric acid ratio, and fluoride concentration.

硝酸酸性濃度，硝酸塩と硝酸の濃度比及びフッ化物濃度を変化させたときの0.25M CMPO/1.00M TBP/Isopar H に対するPu（Ⅳ）の分配係数実験値

3.5.4　温度による差

項目	A_m分配比の酸濃度，温度効果	番号	3－5－4－1
出典	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E.Philip Horwitz, D.G.Kalina, H.Diamond, G.F.Vandegrift		

データ



説明

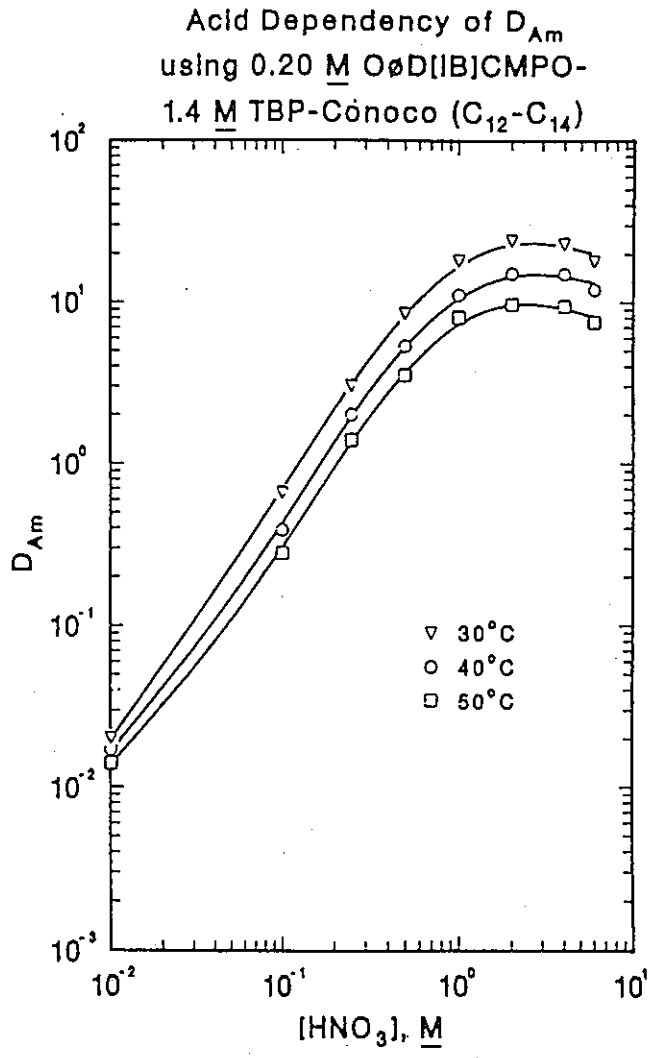
Influence of Temperature on the Acid Dependency of D_{Am} using 0.20 M OφD(iB) CMPO - 1.4 M TBP-Conoco(C_{12}-C_{14}).

A_m（Ⅲ）の分配比の温度依存性。（実験値）

溶媒＝3－2－1

項目	D_{Am}に対する酸濃度の影響	番号	3－5－4－2
出典	Application of the TRUEX Process to the Decontamination of Nuclear Waste Streams* ISEC '86		
著者	E. Philip Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory 9700 South Cass Avenue Argonne, IL, 60439, USA Wallace W. Schulz Rockwell Hanford Operations Post Office Box 800 Richland, Washington, 99352, USA		

データ



説明　Conoco：$C_{13\,(ave)}$のNPH

3.6　分配係数（溶媒効果）

項目	Method for extracting Lanthanides and Actinides from acid solutions	番号	3－6－1
出典	United States Patent : Patent No.4548790 Date of Patent Oct. 22. 1985		
著者	E. Philip Horwitz, Dale G. Kalina, Louis Kapian, George W. Mason, (Inventors)		

データ

TABLE I

Comparisons of 0.5 M Solutions of Extractants in DEB, 3 M HNO_3, 25° C.

Extractant	D_{Am}	Am/Fe	% Loading Nd(III)*	% Loading U(VI)*
DHDECMP	1.8	3×10^3	>75	100

TABLE I-continued

Comparisons of 0.5 M Solutions of Extractants in DEB, 3 M HNO_3, 25° C.

Extractant	D_{Am}	Am/Fe	% Loading Nd(III)*	% Loading U(VI)*
DHDECMPO	22	4×10^{-1}	65-70	30-35
O⊕D[IB]CMPO	41	3×10^1	>75	40-45

*Percent loadings are based on an extractant-to-metal ratio of 3 for Nd(III) and 2 for U(VI)

説明

General comparison of three essential properties of a liquid-liquid extraction system

◦ A_m（Ⅲ）とFe（Ⅲ）の選択性はアクチノイド（Ⅲ）の多くのFPに対する選択性の良い指様となる。

項目	各種溶媒のNd（Ⅲ）の装荷率	番号	3－6－2
出典	Separation Science and Technology, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E. P. HORWITZ, D. G. KALINA, L. KAPLAN, G. W. MASON, and H. DIAMOND		

データ

TABLE 7

Loading of CMP and CMPO Extractants with Nd(III) and U(VI), 0.5 *M* Extractant in DEB, 3 *M* HNO_3, 25°C

Extractant	% Loading	
	Nd(III)[a]	U(VI)[a]
DHDECMP	>75	100
HHDECMP	>75	80–85
DHDECMPO	65–70	30–35
HφDECMPO	<5	<5
6-MHφDECMPO	35–40	10–15
6-MHφD[IB]CMPO	>75	40–45
2-EHφD[IB]CMPO	>75	30–35
OφD[IB]CMPO	>75	40–45

[a]Percent loadings are based on an extractant-to-metal ratio of 3 for Nd(III) and 2 for U(VI).

説明

各種CMP, CMPOのローディングを3M-HNO_3, ND（Ⅲ）（A_m（Ⅲ）と良くにている），V（Ⅲ）を使って調べた。

CMP とCMPOのローディングのいくつかの一般化にこれらのデータが利用できる

①第３相はUO_2^{2+}で容易に起き易い。

②alkoxyグループのalkylグループへの置換は第３相を作り易くする。

③ethylグループのisobutylグループへの置換は第３相形成を押える。

項目	CMPOのA_m分配係数（溶媒濃度，酸濃度依存）	番号	3－6－3
出典	Separation Science and Technology, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E. P. HORWITZ, D. G. KALINA, L. KAPLAN, G. W. MASON, and H. DIAMOND		

データ

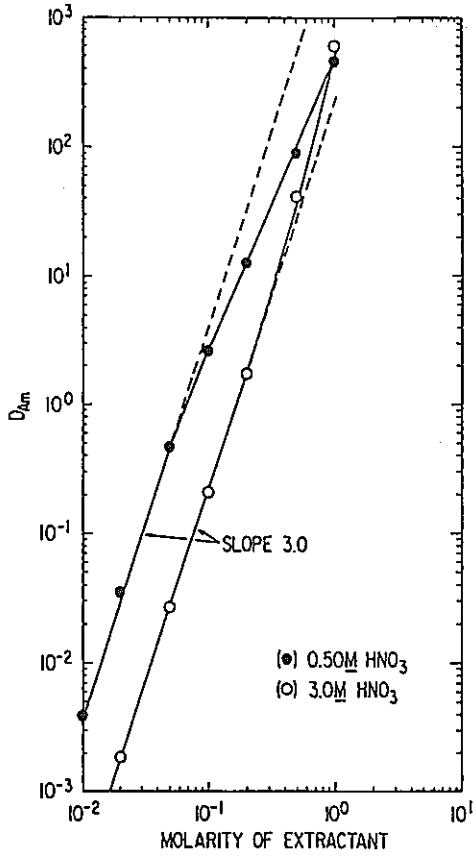


FIG. 5. Extractant dependency for Am(III) using OφD[IB]CMPO in DEB, 25°C.

説明

Fig4.5.6で抽出剤の高濃度域では傾き3乗からはずれる。

3M-HNO_3では傾き大きくなる。

0.5M-HNO_3では小さくなる。

3種の抽出剤では同じ傾きの変化であるが変化の大きさは異なる。

項目	CMPOのA_m分配係数（溶媒，酸濃度依存）	番号	3－6－4
出典	Separation Science and Technology, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E. P. HORWITZ, D. G. KALINA, L. KAPLAN, G. W. MASON, and H. DIAMOND		

データ

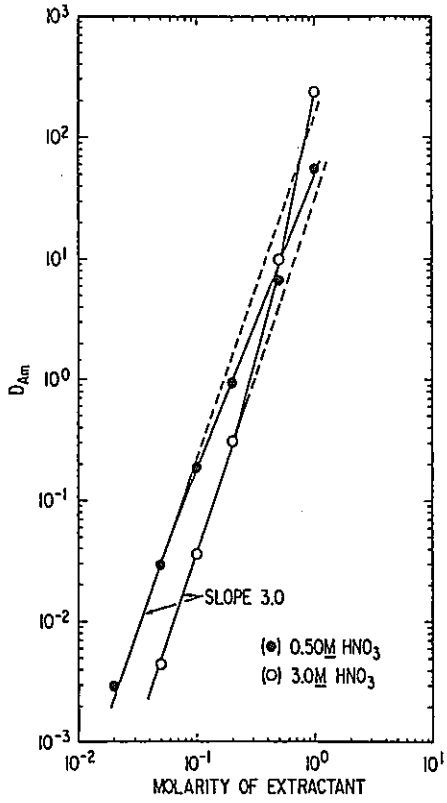


FIG. 6. Extractant dependency for Am(III) using 2-EHφD[IB]CMPO in DEB, 25°C.

説明

Fig. 4. 5. 6

低酸度域での傾きの減少は活量係数の影響によると考えられている。TBPとTBP・HNO_3のγは，濃度増加とともに減少することが示されている。高濃度域のHNO_3ではγが依存性でのある役割を果たすが，抽出剤濃度が増えてγが減少することに対して他の効果が働く。

・有機相で金属ニトラト錯体が陰イオン種を作り，陽性の抽出剤と反応する。

・中性A_mニトラト抽出剤錯体が，抽出剤-HNO_3に溶解する，などが考えられる。

項目	A_m（Ⅲ）の分配係数(CMPO)…CMPO濃度依存性	番号	3－6－5
出典	ISEC '88 10-5		
著者	M. K. Chmutova, et, al.		

データ

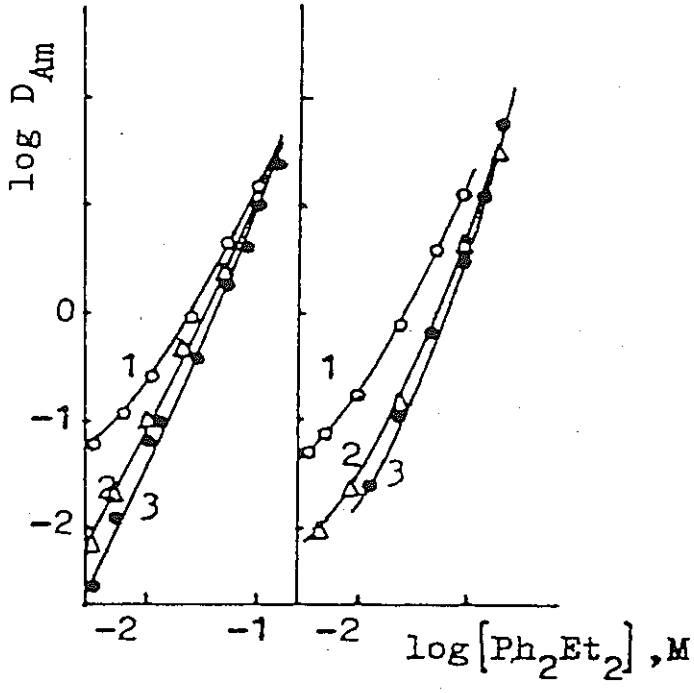


Fig.3. Distribution ratio of Am(III) vs. molarity of Ph_2Et_2 from 3M (a) and 7M (b) HNO_3 by a mixture of 1.5M TBP (1) and 0.025M TBP (2) with Ph_2Et_2. (3)-Ph_2Et_2 in DCE

説明　CMPO濃度を上げるとD_{Am}も大きくなる。

項目	Variations in Solvent Extraction Behavior of B. functional Phosphorous Based Compowrds Modified with TBP	番号	3 − 6 − 6
出典	Solvent Extraction and Ion Excharge 3(3) 235-250. 1985		
著者	E. P. Horwitz		

データ

TABLE 1.

Range of Americium Enhancement Factors ($D_{mix}/(D_E+D_{TBP})$) for 0.25 M Extractant + 0.75 M TBP in CCl_4.

	Extractant	Enhancement Factor
◎	DHDECMP	2.1-5.1 (3.0-9.2)*
	DHDECEP	1.4-2.8
	HHDECMP	1.4-2.4
	DHDECMPO	0.4-1.9 (0.7-2.7)*
	DØD[iB]CMPO	1.2-2.8
⊙	OØD[iB]CMPO	0.8-5.8
	DOD[iB]CMPO	0.4-2.8
	TOPO	0.6-2.7

*0.75 M TEHPO.

説明

アメリシウムの溶媒抽出における，抽出溶媒にTBPを添加した時の抽出促進ファクタ（Enhancement Factor）

Enhancement F. ＝混合溶媒での分配比（0.25M 溶媒＋0.75MTBP）／溶媒単独での分配比＋TBPでの分配比

項目	Nd（Ⅲ）のローディングに対するCMPO濃度の影響	番号	3－6－7
出典	United States Patent №4574072 May. 4. 1986		
著者	E.Philip Horwitz；Dale. g. Kalina, et, al.		

データ

Conc of CMPO	Ratio TBP/CMPO	% Loading*
0.20	6.0	70
0.25	4.8	55
0.30	4.0	45

*Percent loading is based on an extractant-to-metal ratio of 3

説明

Nd（Ⅲ）in 3M, HNO_3 solution.

1.2M；TBP in Norpar-12 TM 〔a normal paraffin hydrocarbon containing 13%, C_{10}, 36%C_{11}, 44%C_{12}, 7 %C_{13}〕

項目	Nd（Ⅲ）のローディング率に対する希釈剤炭素長の影響	番号	3－6－8
出典	United States Patent No.4574072 May. 4. 1986		
著者	E.Philip Horwitz ; Dale. g. Kalina, et, al.		

データ

TABLE 2

Diluent	%. Loading [a,b]
Norpar-12	70–75
Conoco[d]	25–30
Decane (C_{10})	100
Dodecane (C_{12})	70–75
Tridecane (C_{13})	30–35
Tetradecane (C_{14})	[c]
Hexadecane (C_{16})	[c]
100% C_{12}/0% C_{13}	70–75
75% C_{12}/25% C_{13}	50–55
50% C_{12}/50% C_{13}	45–50
25% C_{12}/75% C_{13}	30–35
0% C_{12}/100% C_{13}	30–35

[a]Based on Nd/(0φD[IB]CMPO) mol ratio of 1:3
[b]The range of numbers means there was no third phase formation at the lower % but in higher % loading caused third phase formation
[c]Heavy organic forms with 3.0M HNO_3
[d]1% C_{10}, 2% C_{11}, 12% C_{12}, 56% C_{13}, 28% C_{14}, 1% C_{15}

TABLE 3

Diluent	% Loading
Norpar-12	～100
Conoco	50–55
C_{10}	100
C_{12}	～100
C_{13}	55–60
C_{14}	30–35
C_{16}	<5

説明

Nd（Ⅲ）or $Nd(NO_3)_3$ in 3.0M, HNO_3

Temp＝25℃

0.2M, 0φD[IB] CMPO/1.2M TBP in different diluents.

項目	CMPO/TBP比に対するAmの分酸係数	番号	3－6－9
出典	United States Patent No.4574072 May. 4. 1986		
著者	E.Philip Horwitz ; Dale. g. Kalina, et, al.		

データ

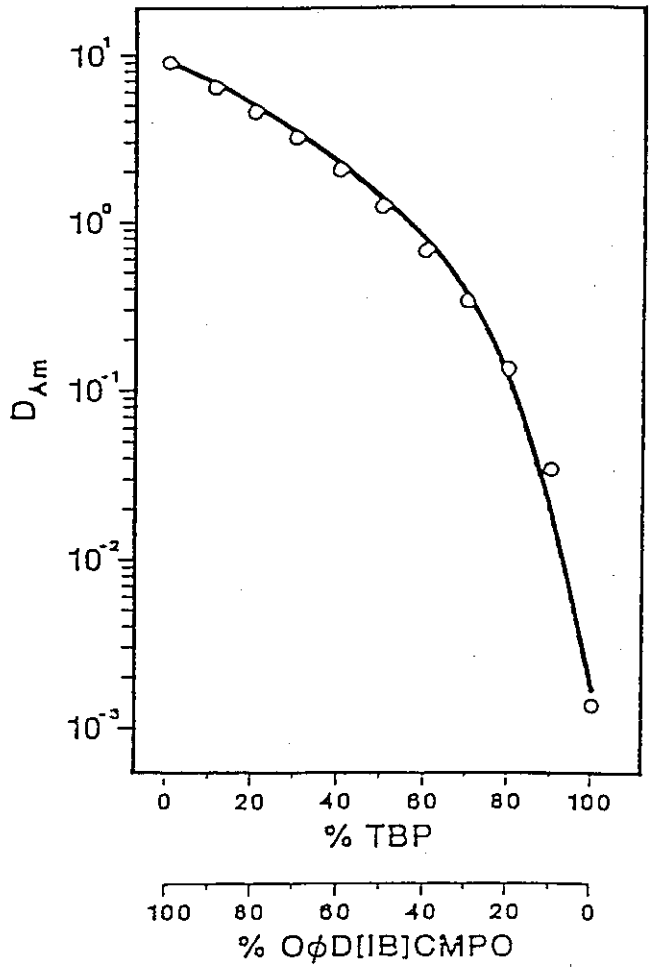


FIG. 3

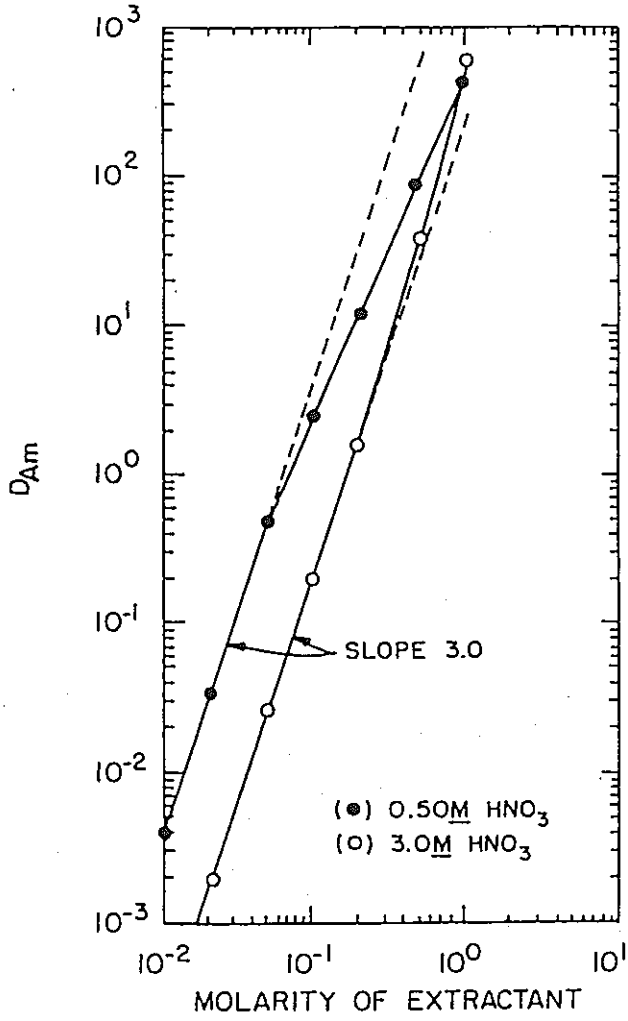
説明

水　相：6M, HNO_3, Am水溶液

有機相：（CMPO＋TBP ）＝0.5M

項目	Method for extracting Lanthanides and Actinides from acid solutions	番号	3 − 6 −10
出典	United States Patent : Patent №4548790 Date of Patent Oct. 22. 1985		
著者	E. Philip Horwitz, Dale G. Kalina, Louis Kapian, George W. Mason, (Inventors)		

データ



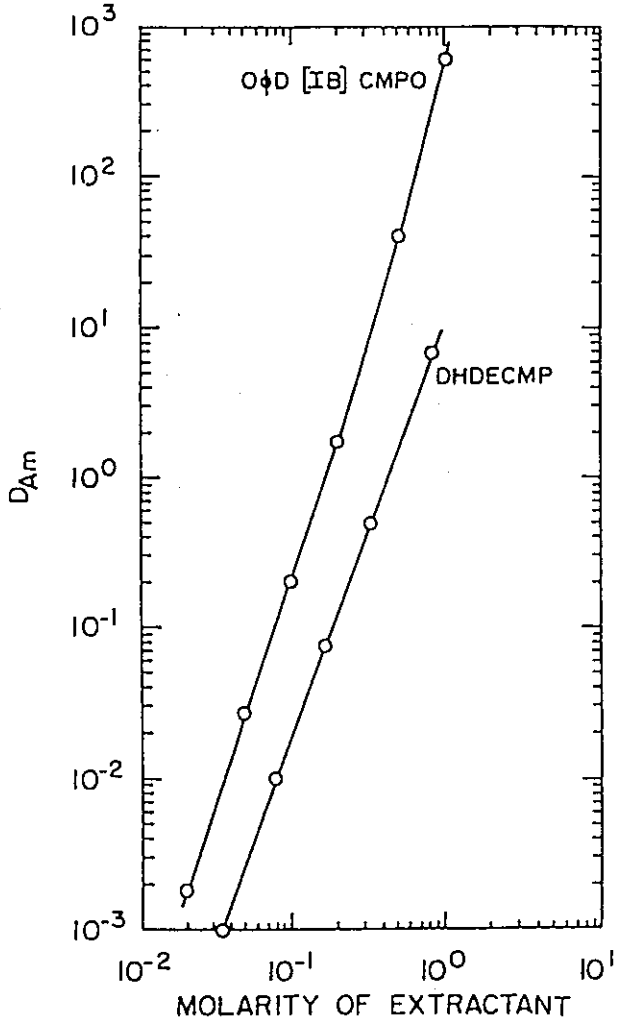
説明

Variation in as a function of extractant concentration for 0φD[IB] CMPO

：温度不明　：DEB 中であると思われる（記述なし）

項目	Method for extracting Lanthanides and Actinides from acid solutions	番号	3 − 6 −11
出典	United States Patent : Patent No.4548790 Date of Patent Oct. 22. 1985		
著者	E. Philip Horwitz, Dale G. Kalina, Louis Kapian, George W. Mason, (Inventors)		

データ



説明

Extractant dependency for D_{Am} from 3M HNO_3 using OφD[IB] CMPO and DHDECMP in DEB

温度不明

項目	Nd（Ⅲ）のCMPOに対する装荷率	番号	3－6－12
出典	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D. G. Kalina, H. Diamond, G. F. Vandegrift		

データ

Table 4. Maximum Loading of CMPO Extractants with Nd(III) 0.2 M CMPO-1.2 M TBP - Norpar™-12, 3 M HNO_3, 25°C.

Extractant	% Loading
TMPeφD(iB)CMPO	50
EHφD(iB)CMPO	60
OφD(iB)CMPO	70

説明

A_mのかわりに，Nd（Ⅲ）を用い，抽出剤／金属＝3の理想値に対する最大装荷率を求めた。最大という意味は，第2有機相を形成しない程度の中で最大という意味。

溶媒：3－2－1

3.7　分配係数（共存元素効果）

項目	Method for extracting Lanthanides and Actinides from acid solutions	番号	3－7－1
出典	United States Patent : Patent No. 4548790 Date of Patent Oct. 22. 1985		
著者	E. Philip Horwitz, Dale G. Kalina, Louis Kapian, George W. Mason, (Inventors)		

データ

TABLE II

Separation Factor α_{Fe}^{Am} as a Function of Nitric Acid Concentration[a] 0.5 M Extractant, 25° C.

$[HNO_3]$	DHDECMPO	HφDECMPO	OφD[IB]CMPO
0.50	6.1	2.8×10^2	1.1×10^2
1.0	5.2	2.4×10^2	1.4×10^2
2.0	1.8	1.0×10^2	7.6×10^1
4.0	1.0×10^{-1}	7.2	8.7
6.0	9.9×10^{-3}	0.60	1.2

[a]Separation factor, $\alpha_{Fe}^{Am} = D_{Am}/D_{Fe}$

説明

Substantial improvement in selectivity of Am(Ⅲ) over Fe(Ⅲ)

・Am（Ⅲ）のFe（Ⅲ）に対する選択性が良くない場合→Zr（Ⅳ），Nb（Ⅴ），Mo（Ⅵ）等のFPに対しても十分でない（と考えられる）。

項目	Am（Ⅲ）とEu（Ⅲ）の分離係数（各抽出剤での比較）	番号	3－7－2
出典	Separation Science and Technology, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E. P. Horwitz, D. G. Kalina, L. Kaplan, G. W. Mason, and H. Diamond		

データ

TABLE 6

Separation Factor, α_{Eu}^{Am}, as a Function of Structure.
3 M HNO_3, 25°C

DHDECMPO (in xylene)	1.32
HφDECMPO (in xylene)	1.69
6-MHφDECMPO (in DEB)	1.70
OφD[IB]CMPO (in DEB)	1.41
6-MHφD[IB]CMPO (in DEB)	1.42
2-EHφD[IB]CMPO (in DEB)	1.70

説明　DHDECMPOのhexylグループをphenylグループにおきかえるとまたphenyl基を有すCMPO間でα_{Eu}^{Am}が変えられる。

項目	Am（Ⅲ）とEu（Ⅲ）の分離係数の抽出剤濃度依存性	番号	3－7－3
出典	Separation Science and Technoloty, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E. P. Horwitz, D. G. Kalina, L. Kaplan, G. W. Mason, and H. Diamond		

データ

TABLE 5

Separation Factor α_{Eu}^{Am} as a Function of Extractant Concentration.[a] 25°C

	HφDECMPO, HNO_3		OφD[IB]CMPO, HNO_3		2-EHφD[IB]CMPO, HNO_3	
[E]	0.5 *M*	3.0 *M*	0.5 *M*	3.0 *M*	0.5 *M*	3.0 *M*
0.020	0.75	1.13	0.73	0.68		
0.050	0.79	1.02	0.75	0.75	1.04	0.95
0.10	0.86	1.16	0.78	0.82	1.03	1.20
0.20	0.97	1.41	0.84	0.99	1.04	1.41
0.50	1.42	1.69	1.07	1.41	1.20	1.70

[a]Separation factor, $\phi_{Eu}^{Am} = D_{Am}/D_{Eu}$.

説明　抽出剤濃度が増えると α_{Eu}^{Am} が少し増加する。

項目	Am（Ⅲ）とEu（Ⅲ）の分離係数	番号	3－7－4
出典	Separation Science and Technoloty, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E. P. Horwitz, D. G. Kalina, L. Kaplan, G. W. Mason, and H. Diamond		

データ

TABLE 4

Separation factor α_{Eu}^{Am} as a Function of Nitric Acid Concentration.[a] 0.5 *M* Extractant, 25°C

$[HNO_3]_a$	DHDECMPO (in xylene)	6-MHφDECMPO (in DEB)	6-MHφD[IB]CMPO (in DEB)	2-EHφD[IB]CMPO (in DEB)
0.10	1.06	1.54	1.02	1.14
0.25	1.02	1.56	1.03	1.11
0.50	1.01	1.67	1.04	1.16
1.0	1.12	1.76	1.12	1.39
2.0	1.25	1.73	1.31	1.70
3.0	1.32	1.70	1.42	1.73
4.0	1.28	1.52	1.42	1.70
6.0	1.05	1.31	1.21	1.41

[a]Separation factor, $\alpha_{Eu}^{Am} = D_{Am}/D_{Eu}$.

説明

Am（Ⅲ）とEu（Ⅲ）は抽出挙動が似ているためα_{Eu}^{Am}はα_{Fe}^{Am}に比べ小さい。

α_{Eu}^{Am}は1M HNO_3まではほぼ一定，4.0M HNO_3まで増加し，6M HNO_3では減少する。

項目	Am（Ⅲ）とFe（Ⅲ）の分離係数（３種のCMPDで比較）	番号	３－７－５
出典	Separation Science and Technoloty, 17(10), PP, 1261-1279, 1982		
著者	E. P. Horwitz, D. G. Kalina, L. Kaplan, G. W. Mason, and H. Diamond		

データ

TABLE 3

Separation Factor α_{Fe}^{Am} as a Function of Nitric Acid Concentration.[a] 0.5 *M* Extractant, 25°C

$[HNO_3]_a$	DHDECMPO	HφDECMPO	OφD[IB]CMPO
0.50	6.1	2.8×10^2	1.1×10^2
1.0	5.2	2.4×10^2	1.4×10^2
2.0	1.8	1.0×10^2	7.6×10^1
4.0	1.0×10^{-1}	7.2	8.7
6.0	9.9×10^{-3}	0.60	1.2

[a]Separation factor, $\alpha_{Fe}^{Am} = D_{Am}/D_{Fe}$.

説明　DHDECMPOと２種のalkyl(phenyl)-N,N-dialkyCMPOのAm（Ⅲ）／Fe（Ⅲ）の分離係数の比較を示す。後者が大きな効果を示す。

項目	Behavior of Americium in the Strip Stages of the Truex Process	番号	3－7－6
出典	Solvent Extraction and Ion Exchange, 6(1), 93-110 (1988)		
著者	E. P. Horwitz, R. Chiarizia, and R. C. Gatrone		

データ

Table 2

Effect of cerium, samarium, uranyl and HDBP on the stripping behavior of americium[a]

	D_{Am}			
Feed:[b]	1 M HNO_3	PFP or 1 M HNO_3 + 10^{-3} M Ce^{+3} (or Sm^{+3})	1 M HNO_3 + 10^{-3} M UO_2^{+2}	1 M HNO_3 with 10^{-3} M HDBP in organic phase
Strip[c]				
1	0.68	0.77	0.58	0.76
2	0.15	0.19	0.15	0.17
3	0.12	0.11	0.11	0.12
4	0.11	0.10	0.10	0.11
5	0.13	0.10	0.12	0.12
6	0.24	0.13	0.24	0.17

[a]Organic phase: 0.25 M CMPO (HP-grade) + 1 M TBP in TCE
[b]After Am was extracted from each feed (O/A = 1), it was scrubbed three times with 0.2 M HNO_3 (O/A = 3)
[c]Aqueous phase: 0.04 M HNO_3 (O/A = 1)

説明

廃液中に含まれるランタニド，ウラニルイオンやHDBPなどの影響について調べた。Ce（Ⅲ）またはSm（Ⅲ）はFe（Ⅲ）と同様な逆抽出挙動を示す。これはAm（Ⅲ）の100倍以上の濃度で存在することによる。

試験液：3－3－3

項目	Method for extracting Lanthanides and Actinides from acid solutions	番号	3－7－7
出典	United States Patent : Patent No. 4548790 Date of Patent Oct. 22. 1985		
著者	E. Philip Horwitz, Dale G. Kalina, Louis Kapian, George W. Mason (Inventors)		

データ

TABLE III

Element	Distribution Ratios (Measured by ICP/AES) from Synthetic HLLW. 50° C. 0.4 M OΦD[IB]CMPO in DEB
Rb	<0.001
Sr	0.003
Y	1.7
Zr	0.19
Mo	0.66
*Tc	1.2
Ru	0.083
Rh	0.10
Pd	0.1°
Ag	<0.6
Cd	0.056
*Cs	<0.001
Ba	<0.007
Cr	<0.09
Fe	0.08
Ni	<0.2
La	2.4
Ce	3.4
Pr	4.5
Nd	5.6
Pm	—
Sm	9.1
Eu	8.0
Gd	1.9
*Am	9.4
*Cm	7.2

*Radiochemical Measurements

説明

Distribution ratios for most of the fission products and corrosion products Cr, Fe and Ni.

項目	Am, FPの分配係数の酸濃度依存性	番号	3 − 7 − 8
出典	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D. G. Kalina, H. Diamond, G. F. Vandegrift		

データ

Table 10. The Effect of Nitric Acid Concentration on Selectivity
Organic Phase 0.2 M OφD(iB)CMPO − 1.4 M TBP-Conoco
Aqueous Phase SFP − 0.1 M $H_2C_2O_4$
O/A = 0.5, T = 40°C

Element	Distribution Ratios		
	1 M HNO_3	3 M HNO_3	6 M HNO_3
Am	7.2	11	8.3
Sr	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$
Y	0.74	1.6	3.0
Zr	0.005	0.039	2.7
Mo	0.08	0.15	1.1
Tc	3.0	0.78	0.27
Ru	0.22	1.1	0.38
Rh	<0.2	<0.2	<0.2
Pd	0.23	0.22	0.21
Cd	$<10^{-1}$	$<10^{-1}$	$<10^{-1}$
Ba	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$
La	3.2	3.8	2.3
Ce	4.7	6.4	4.6
Nd	4.3	6.9	5.8
Sm	4.7	7.9	8.1
Eu	4.5	7.1	7.8
Fe	0.017	0.077	2.3

説明

溶　媒：3 − 2 − 1

試験液：3 − 3 − 1・2

項目	Am, FPの分配比に与えるシュウ酸の影響	番号	3－7－9
出典	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D. G. Kalina, H. Diamond, G. F. Vandegrift		

データ

Table 9. Distribution Ratios of DSW Constituents as a Function of Oxalic Acid Concentration in the Feed.
Organic Phase 0.2 M OφD(iB)CMPO - 1.4 M TBP-Conoco
40°C, O/A = 0.5.

Element	Distribution Ratio 0.05 M	0.10 M	0.20 M
Sr	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$
Y	1.5	1.5	1.1
Zr	0.58	0.13	0.013
Mo	0.80	0.31	0.11
Tc	NA	NA	3.0
Ru	0.39	0.38	0.30
Rh	0.078	0.080	0.11
Pd	0.71	0.65	0.44
Cd	<0.04	<0.04	<0.05
Ba	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$
La	5.2	5.0	3.4
Ce	8.2	8.2	5.4
Pr	9.1	8.0	5.7
Nd	9.0	8.6	5.6
Sm	7.9	7.8	5.1
Eu	6.8	6.8	4.4
Am	10.0	10.0	7.1
Al	0.012	0.0097	<0.006
Mn	8.5×10^{-3}	9.5×10^{-3}	10^{-2}
Fe	0.057	0.057	0.041
Cu	0.014	0.014	<0.007

NA - not analyzed.

説明　水相中にシュウ酸を混ぜた場合のAm, FPの分配係数について。

溶　媒：3－2－1

試験液：3－3－1・2

項目	AmとFPのCMPOに対する分配比	番号	3－7－10
出典	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D. G. Kalina, H. Diamond, G. F. Vandegrift		

データ

Table 3. Distribution Ratios of Am(III) and Fission Products for CMPO Derivatives 0.2 M RφD(iB)CMPO in 1.2 M TBP-Norpar™-12/Aqueous Phase-AW (0.1 M $H_2C_2O_4$), O/A = 0.5, 50°C.

Alkyl	n-octyl	2,4,4-trimethylpentyl	2-ethylhexyl
Am	12	10	9.2
Sr	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$
Y	3.1	6.2	2.1
Zr	2.8	0.82	0.69
Mo	0.38	0.23	0.26
Tc	2.8	1.6	1.6
Ru	0.38	0.34	0.32
Rh	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$
Pd	0.64	0.71	0.60
Ag	0.33	0.28	<0.22
Cd	$<5\times10^{-2}$	$<5\times10^{-2}$	$<5\times10^{-2}$
Ba	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$
La	5.3	3.9	3.3
Ce	8.2	6.3	5.7
Pr	9.7	7.4	7.0
Nd	11	7.7	7.0
Sm	10	8.2	7.2
Eu	9.1	7.7	6.3
Al	1.4×10^{-3}	4.4×10^{-4}	4.5×10^{-4}
Cr	3×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.0×10^{-3}
Fe	0.11	4.1×10^{-2}	4.5×10^{-2}
Ni	3.5×10^{-3}	1.4×10^{-3}	$<10^{-3}$

説明　Am（Ⅲ）とFPの３種のCMPOに対する分配比の実験値。

溶　媒：３－２－１

試験液：３－３－１・２

3.8　分配係数（一般データ）

項目	Eu（Ⅲ）の分配	番号	3－8－1
出典	ISEC '88 10-5		
著者	M. K. Chmutova, et. al.		

データ

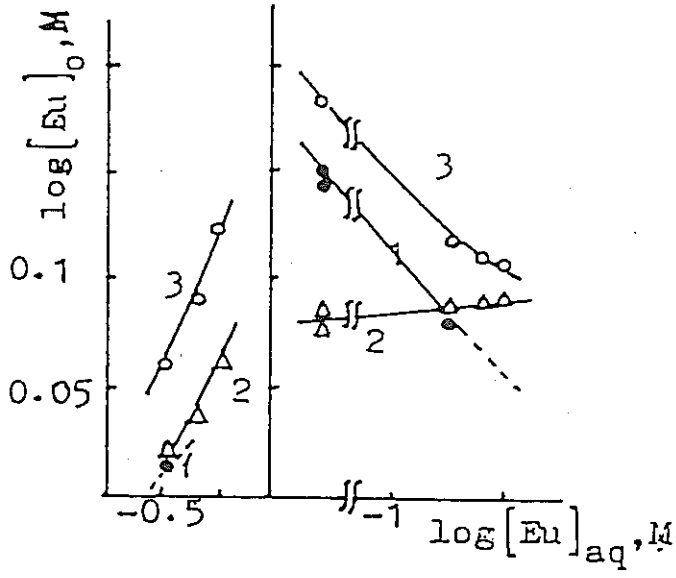


Fig.5. Dependency of Eu(III) amount in organic phase (a) and D_{Eu} on extracting by 0.1M Tol_2Et_2(1), 2M TBP(2) and a mixture of 0.1M Tol_2Et_2 and 1M TBP (3) on Eu(III) concentration from 3M HNO_3

説明　水相中のEu濃度が高くなると，CMPO含有溶媒では逆にEu濃度が下がってくる。TBPのみだとそれがない。（Eu濃度が低いと溶媒中のEu濃度も比例して増える）

項目	アルカリ溶液からのAm（Ⅲ）抽出	番号	3－8－2
出典	ISEC '88 10-1		
著者	B. F. Myasoedev		

データ

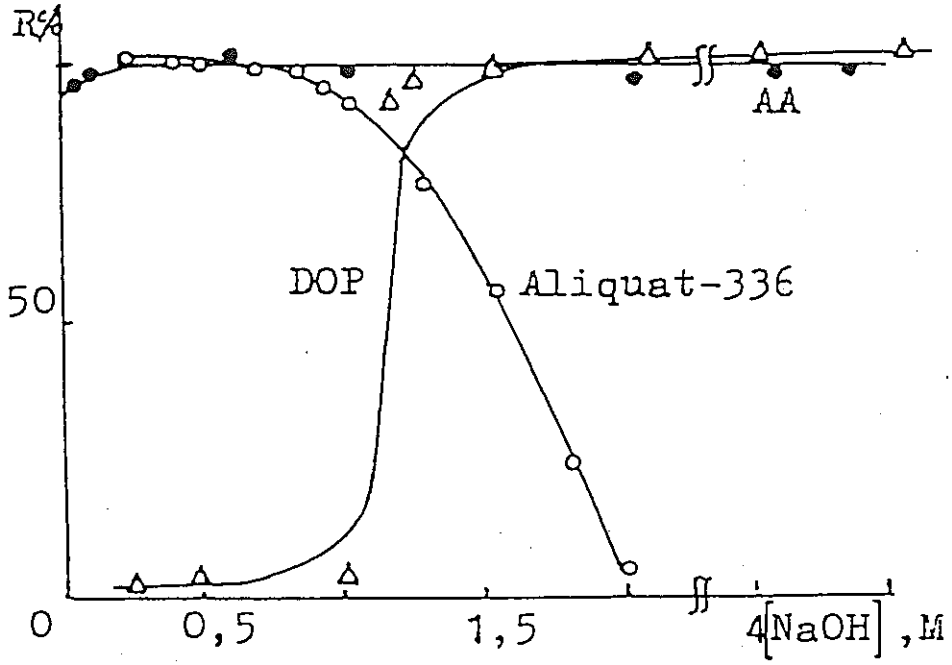


Fig. 2. Extraction of Am(III) from alkaline solutions by different extractants

説明

アルカリ溶液からも適当な溶媒を用いることによりAcその他の元素を抽出することができる。ここではAmの抽出能力を各溶媒ごとに示した。

（溶媒）

- Aliquat-336 ‥‥ 不明，商品名か？
- DOP ‥‥ アルキルピロカテコール
- AA ‥‥ アミノアルコールのアルキル誘導体

項目	溶媒のアリル効果（Aryl effect）	番号	3 − 8 − 3
出典	ISEC '88 10-1		
著者	B. F. Myasoedov		

データ

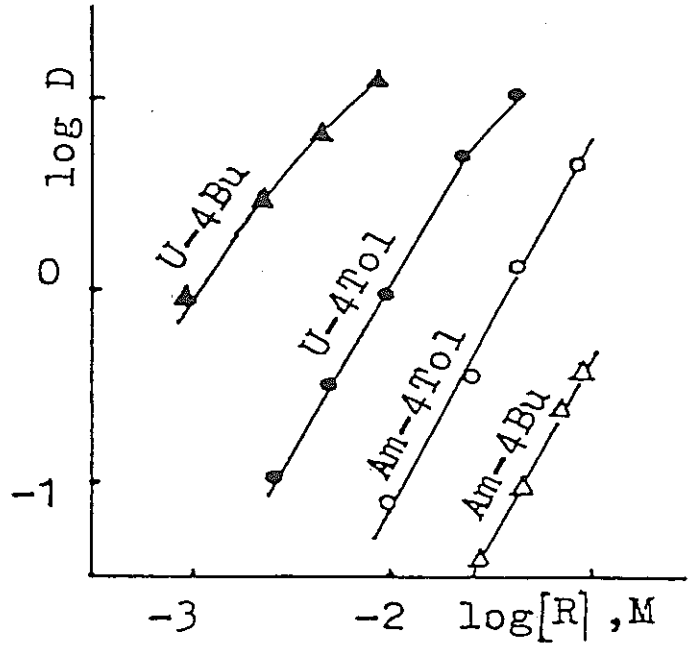


Fig.1. "Aryl effect" in extraction of Am(III) from 3 M HNO_3

説明　PO基についた基の電気陰性度が小さくなると，抽出能力が大きくなる効果をaryl effectという。

ここでは，メタキシレンをP＝O間架橋構造に用いた溶媒のアリル効果を示している。

項目	Distribution Coefficients for Various Elements from Fluorinel Raffinate using 0.1M CMPO/1.4M TBP in Dodecane	番号	3－8－4
出典	Partitioning studies to separate actinides from ICPP HLW		
著者	J. D. Baker, B. J. Mincher, D. H. Meikrantz		

データ

Table 1

MACRO COMPOSITION OF ICPP FLUORINEL RAFFINATE

Component	Molarity
Zr	0.55
Al	0.31
F	4.2
Cd	0.13
B	0.37
Fe	0.001
HNO_3	1.2

Table 2

Distribution Coefficients for Various Elements from Fluorinel Raffinate Using 0.1 M CMPO/1.4 M TBP in Dodecane

Element	Extraction	Scrub[a]	Strip - 1[b]	Strip - 2[c]	Strip - 3[d]
Am	6.4	8.0	1.2	0.007	0.001
U	90.7	130	34	0.024	<0.001
Pu	72.1	66	32	<0.001	<0.001
Ce	4.4	7.0	1.3	0.01	0.02
Eu	3.6	6.0	1.0	0.01	0.02
Cs	0.001				
Cd	0.004				
Al	0.01				
Zr	0.07				
Sn	<0.005				
Se	0.08				
Sr	0.002				
Tc	1.3	1.9	10.4	0.6	0.09
Mo	2.7	1.7	2.6	0.03	<0.001

[a] 0.4 M $Al(NO_3)_3$/0.4 M NH_4OH (1/3 volume)
[b] 0.01 M HNO_3
[c] 0.05 M $H_2C_2O_4$
[d] 0.5 M Na_2CO_3

説明

・Table 1中の組成を持つhigh-level liquid waste (Fluorinel raffinate) を0.1M CMPO/1.4M TBP in Dodecaneで抽出した際の分配係数。

・＋3，4，6価のActinide, lanthanide, Tc, Moは分離することができる。

項目	硝酸からの抽出特性	番号	3－8－5
出典	Application of the TRUEX Process to the Decontamination of Nuclear Waste Streams* ISEC '86		
著者	E. Philip Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory 9700 South Cass Avenue Argonne, Wallace W. Schulz IL, 60439, USA Rockwell Hanford Operations Post Office Box 800 Richland, Washington, 99352, USA		

データ

Extractabilities of Elements from Nitric Acid (1 to 3 M) Waste using TRUEX Process Solvent

Distribution Ratio Range

<0.05		0.01 to 1	1 to 20	>20
Be	Rb	*Zr	Y	Th
Na	Sr	*Mo(VI)	Tc	U(VI)
Mg	Rh	Ru	La	Np(IV)
Al	Ag	*Pd	Ce	Pu(IV)
K	Cd		Pr	
Ca	In		Nd	
Cr(III)	Sb		Pm	
Mn(II)	Te		Sm	
Fe(III)	Cs		Eu	
Co(II)	Ba			
Ni			Am	
Cu			Cm	
Zn				

*D's lowered by oxalate ion

説明

項目	塩酸からの抽出特性	番号	3－8－6
出典	Application of the TRUEX Process to the Decontamination of Nuclear Waste Streams* ISEC '86		
著者	E. Philip Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory 9700 South Cass Avenue Argonne, Wallace W. Schulz IL, 60439, USA Rockwell Hanford Operations Post Office Box 800 Richland, Washington, 99352, USA		

データ

Extractabilities of Elements from Hydrochloric Acid (6 M) using TRUEX Process Solvent

Distribution Range

$<10^{-2}$	10^{-2} to 10^{0}	10^{0} to 10^{2}	$>10^{2}$
Be	Mn(II)	V	Fe
Na	Co(II)	Zn	Ga
Mg	Ni	Cd	Zr
Al	Pb(II)	Sn	Mo
K			
Ca		Am	Th
Cr(III)		Cm	U(VI)
			Np(IV)
			Pu(IV)

説明

3.9　分配係数（多段試験，クロマト法，遠心抽出試験など）

項目	CMPOによるAc抽出試験	番号	3－9－1
出典	ISEC '88 10-28		
著者	M. Casarci, R. Chiarizia, G. H. Gasparini, G. Puzzuali, G. Valeriari		

データ

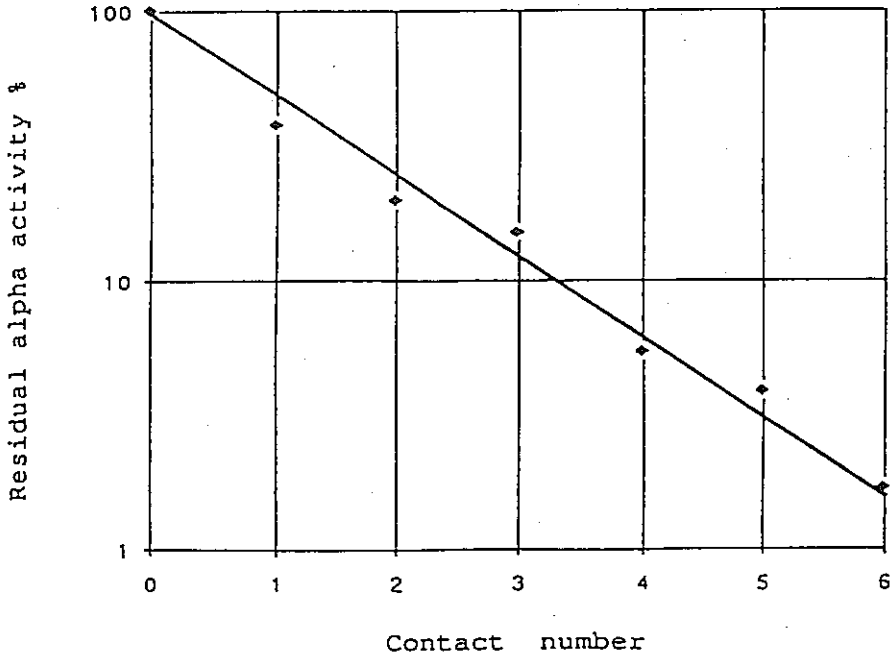


Fig.1. EXTRACTION TEST FOR A TYPICAL MIXTURE OF REAL WASTE SOLUTIONS

説明　実廃液中のAcをCMPOを用いて抽出（小型ミキサセトラ使用）した試験結果。

溶媒（?）
- CMPO　0.25M
- TBP　1M
- TCE

試験液：3－3－5

項目	CMPOからのPu, Am逆抽出	番号	3－9－2
出典	ISEC '88 10-28		
著者	M. Casarci, R. Chiarizia, G. H. Gasparini, G. Puzzuoli, G. Valeriani		

データ

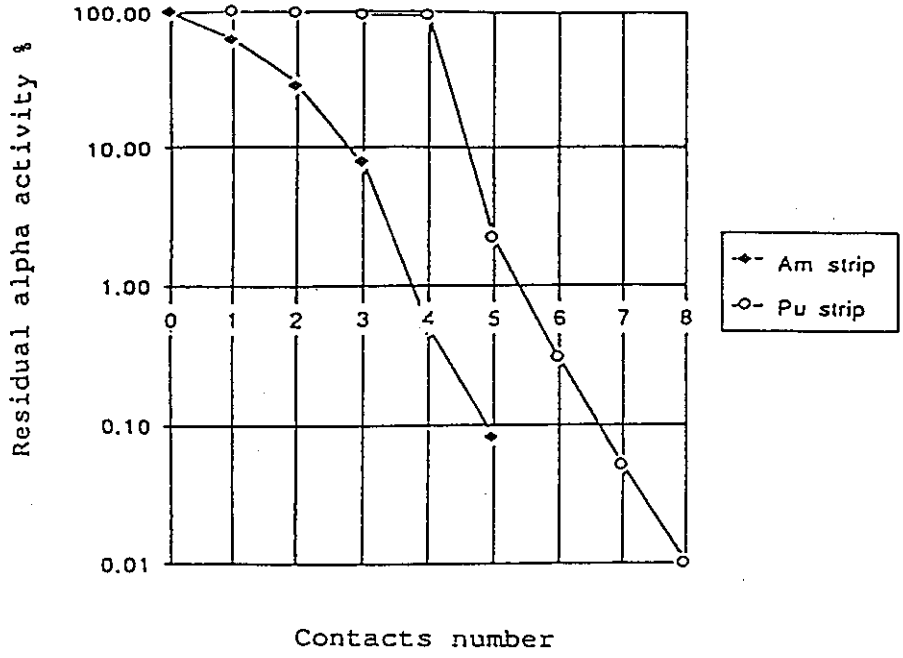


Fig. 2. SELECTIVE STRIPPING TEST

Stripping solution:0.04M HNO_3 for Am(III) and 0.04M HNO_3+ 0.05M HF for Pu(IV)

説明　CMPOで抽出したPu, Amを逆抽出した試験結果。

Am逆抽　　‥‥　0.04M HNO_3

Pu（Ⅳ）逆抽　‥‥　0.04M HNO_3＋0.05M HF

項目		番号	3－9－3
出典	RFP-4008		
著者	A. C. Muscatello, J. D. Navratil		

データ

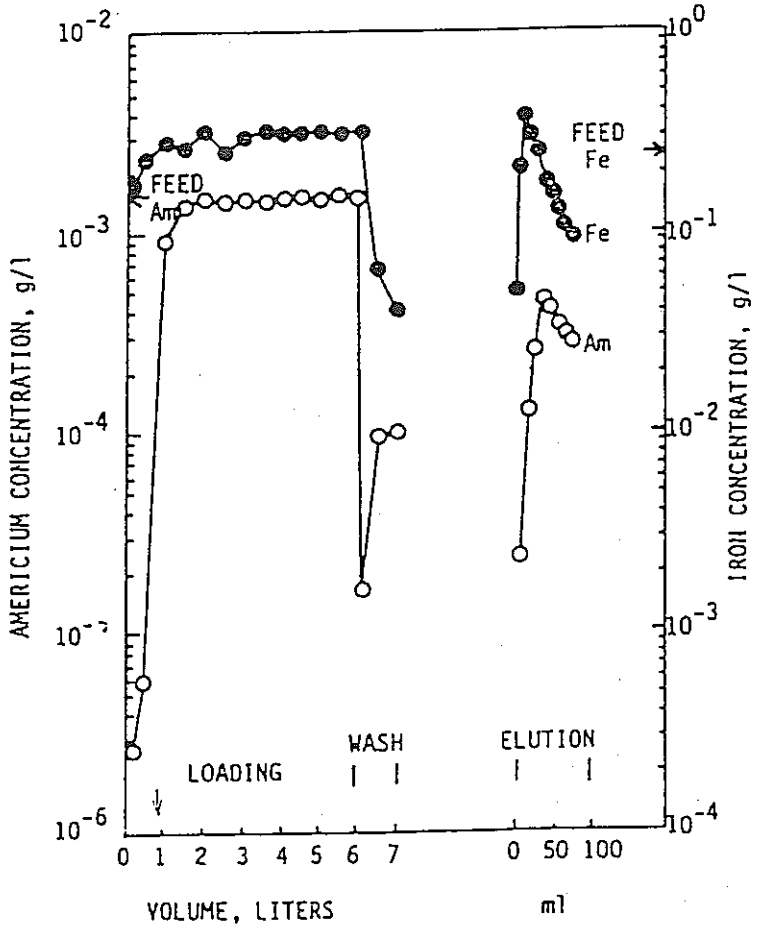


Figure 2. Sorption of americium from 7.4M nitric acid containing 0.25 g/l iron(III). Washed with 1.0M nitric acid. Eluted with 0.10M oxalic acid. Feed [Am] - 2.1 mg/l

説明

抽出クロマトを用いたAmのCMPOへの抽出。（Fe^{3+}0.25g／ℓ共存）

- 0.25g／ℓのFe^{3+}がAmのCMPOへの抽出を妨害し，約30Bed volume（Loading 1 LITERくらいのところか？）でAmについて100%溶出してしまった。
- Elutionでは数パーセントのAmが回収されたのみである。

項目		番号	3－9－4
出典	RFP-4008		
著者	A. C. Muscatello, J. D. Navratil		

データ

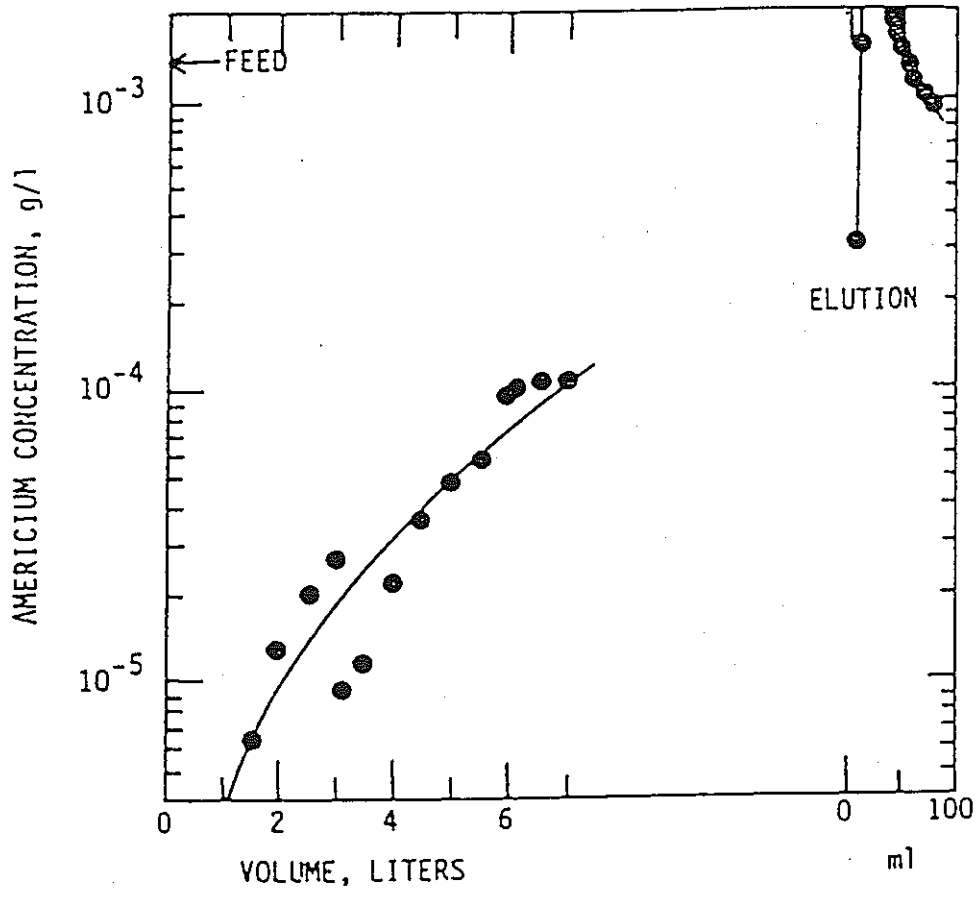


Figure 1. Sorption of americium from 7.4M nitric acid. Elution with 0.10M oxalic acid. Feed [Am] - 1.7 mg/l.

説明

抽出クロマトを用い7.4M硝酸液中のAmをCMPOに抽出した結果。（Fe^{3+}は共存しない。）

- 120Bed volumeの供給液（1.7×10^{-3} g／ℓ濃度）を通過させた時点で通過液中のAm濃度は10^{-4} g／ℓ以上。アメリシウムのロスは2.6%。
- 逆抽（Elution）は0.1Mのシュウ酸を用いたが1.6%の回収率で効率としては良くない。

項目	TRUEXプロセス試験・試験条件及び結果（Hanford）	番号	3－9－5
出典			
著者	W. W. Schulz, E. P. Horwitz		

データ

Feed:Clarified PFP Waste Containing 603 uCi/L
Pu + ^{241}Am

Solvent:0.25 M CMPO - 0.75 M TBP-TCE

Scrub:0.1 M HNO_3

Stages[a]:5 Extraction, 3 Scrub　　φ 4 cm　遠心抽出器　8 基

Flows:Feed/Scrub/Solvent = 250/50/100

Aqueous Raffinate: TRU uCi/L

Run 1	Run 2
1.1	3.2

説明

Initial TRUEX Prosecc Tests with Actual PFP Waste

Plutonium Finishing Plant廃液（Pu, ^{241}Am含有）の処理結果

Feed中のTRU 603 uCi／ℓ

⟶ 処理後　1.1, 3.2 uCi／ℓ　（Raffinate 水相中）

項目	Behavior of Americium in the Strip Stages of the Truex Process	番号	3－9－6
出典	Solvent Extraction and Ion Exchange, 6(1), 93-110 (1988)		
著者	E. P. Horwitz, R. Chiarizia, and R. C. Gatrone		

データ

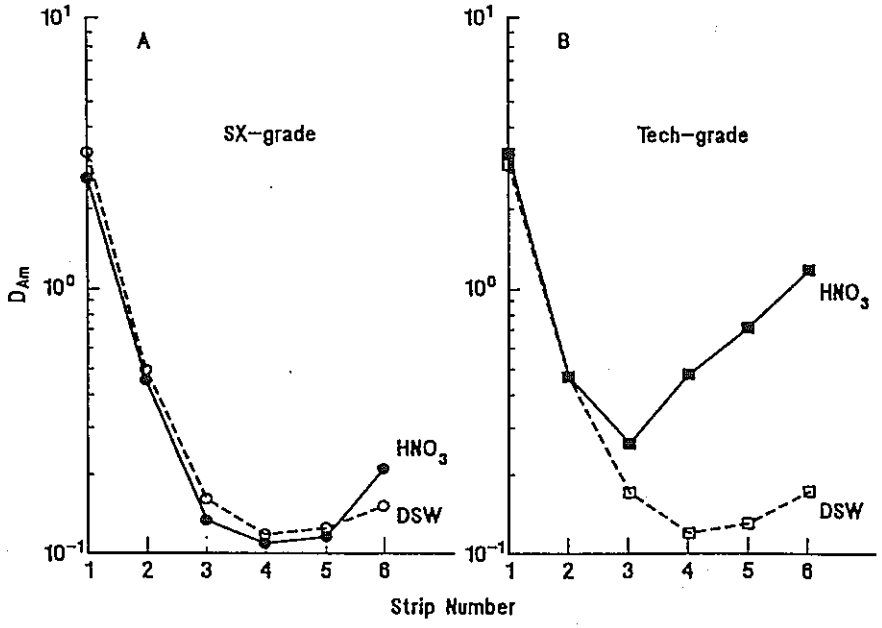


Figure 4. a) D_{Am} vs. strip number for SX-grade CMPO, with 1 M HNO_3 or synthetic DSW solution as feed.

b) D_{Am} vs. strip number for technical grade CMPO, with 1 M HNO_3 or synthetic DSW solution as feed.

Organic phase: 0.20 M CMPO + 1.4 M TBP in CONOCO diluent;

Scrub procedure: 1.5 M HNO_3 + 0.05 M $H_2C_2O_4$ (once, O/A = 1), 0.5 M basic aluminum nitrate (once, O/A = 1); Strip conditions: 0.04 M HNO_3, O/A = 1, T = 30°C.

説明　模擬DSW溶液もAm逆抽出に効果がある。HNO_3とDSW溶液との差は余りない（Fig 3と比べSX品位で？）のは，ややCMPO濃度が低いこと，そのための酸度の違いによる。

項目	Behavior of Americium in the Strip Stages of the Truex Process	番号	3－9－7
出典	Solvent Extraction and Ion Exchange, 6(1), 93-110 (1988)		
著者	E. P. Horwitz, R. Chiarizia, and R. C. Gatrone		

データ

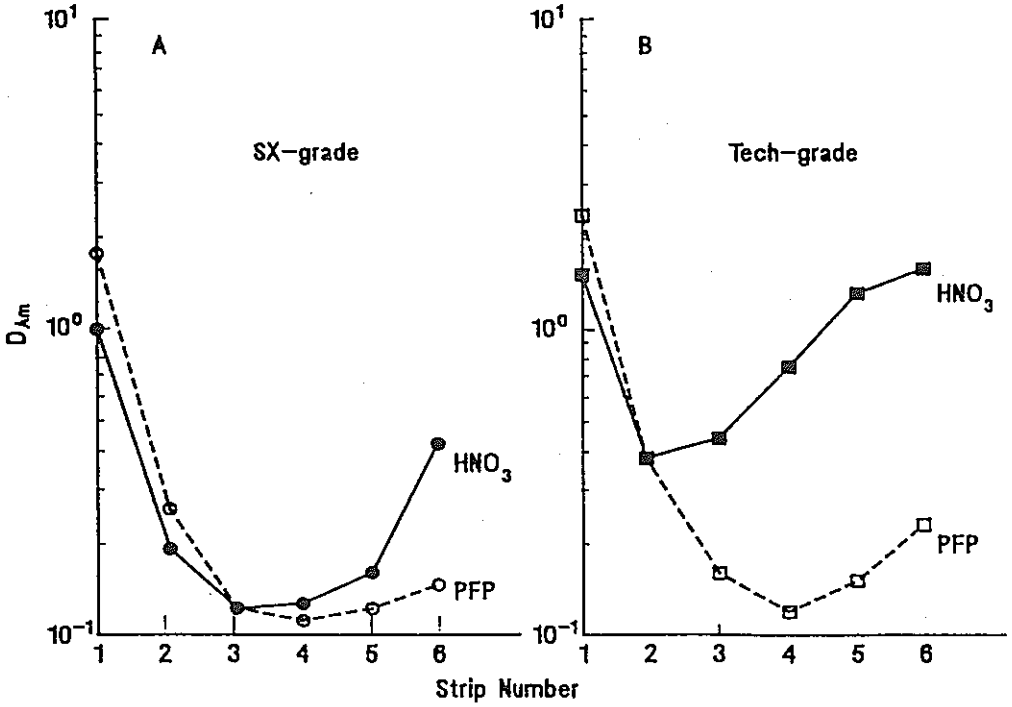


Figure 3. a) D_{Am} vs. strip number for SX-grade CMPO, with 1 M HNO_3 or synthetic PFP waste solution as feed.
b) D_{Am} vs. strip number for technical grade CMPO, with 1 M HNO_3 or synthetic PFP waste solution as feed. Organic phase, scrubbing procedure, strip conditions as in Fig. 2.

説明

A，B両ケースでPFP液はD_{Am}が改良されるが，特に，Tech品位では顕著である。
これはPFP液中のF（Ⅲ）がPOPPAのような低酸度で酸性有機リン化合物抽出剤に抽出されやすいことが影響していることが考えられる。

項目	Behavior of Americium in the Strip Stages of the Truex Process	番号	3－9－8
出典	Solvent Extraction and Ion Exchange, 6(1), 93-110 (1988)		
著者	E. P. Horwitz, R. Chiarizia, and R. C. Gatrone		

データ

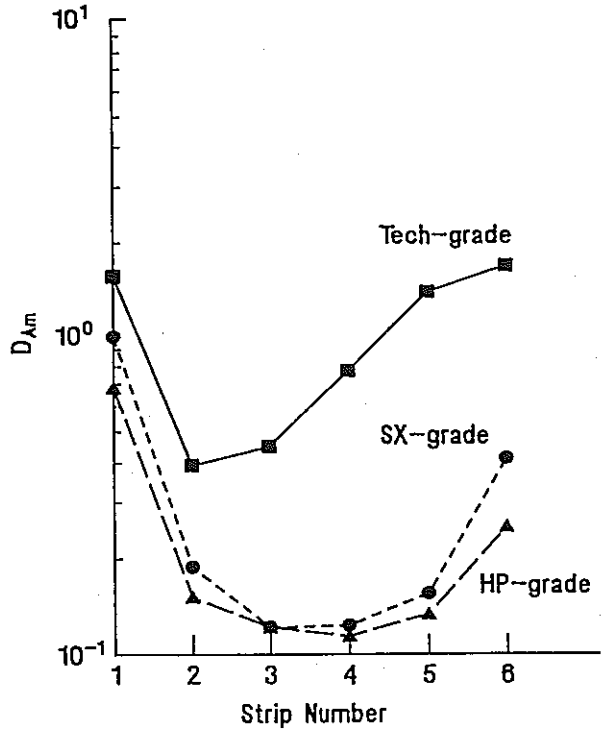


Figure 2. D_{Am} vs. strip number for different grades of CMPO. Organic phase: 0.25 M CMPO + 1 M TBP in TCE; strip conditions: 0.04 M HNO_3, O/A = 1, T = 25°C. Each organic phase had been initially made $3x10^{-5}$ M in Am(III) from a 1.0 M HNO_3 solution and scrubbed three times with 0.20 M HNO_3 at O/A = 3.

説明

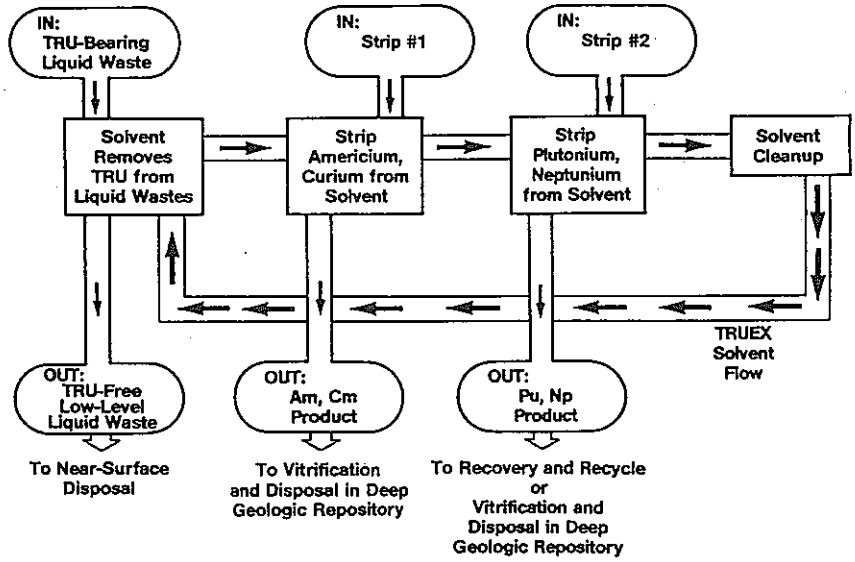
3種類の品位のCMPOをTRUEX-TCEプロセス溶媒に用いた試験の比較。

Tech－品位（85～90％CMPO, 1.0～1％酸濃度）溶媒のD_{Am}が大きく，これはCMPO中の酸の存在に大きく依存していることが推定される。

4. フローシート

項目	TRUEXプロセスシート	番号	4－1
出典	CMPOパンフレット		
著者	M＆T社		

データ



Basic Truex Process Separation Scheme

説明

項目	TRUEXフローシートの特長	番号	4 − 2
出典			
著者	W. W. Schulz, E. P. Horwits		

データ

TABLE 2. TRUEX Flowsheet Features

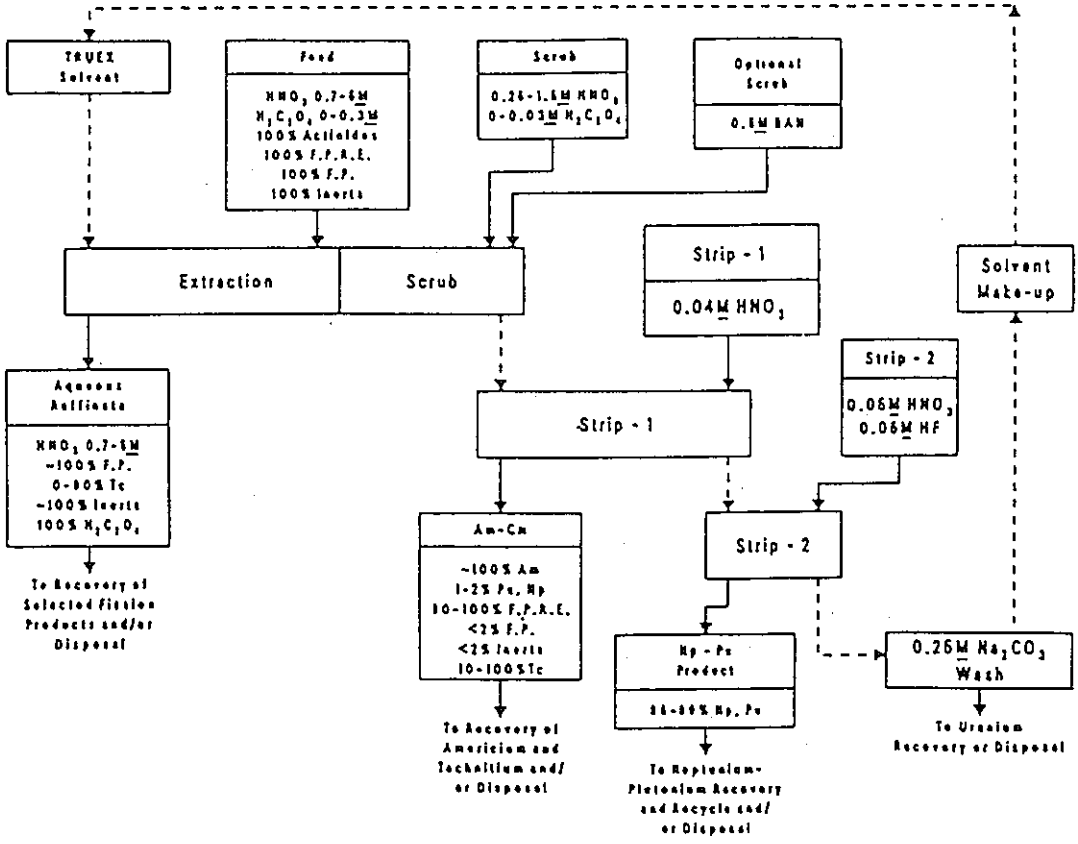
Application	Scrub	Strip	Concentration Factor*
HLW	Dilute HNO_3 or	Dilute HNO_3 (Am,Cm)	TRU (III) - 3
	HNO_3-oxalic acid	HF or $H_2C_2O_4$ (Pu,Np)	TRU's (III,IV) - 10 to 25
Pu Scrap	Dilute HNO_3	Dilute HNO_3 (Am)	Am (III) - 3
Waste		Dilute HNO_3-HF (Pu)	Pu (IV) - 6
Chloride	6 M HCl	1 to 2 M HCl (Am,Th)	Am - 5 to 10
Salt Waste		HF or $H_2C_2O_4$ (Pu,Np,U) or	Pu, Np - 5 to 10
		Reductant (Pu,Np)	

*Conc. Factor = [TRU] in Strip/[TRU] in Feed

説明

項目	プロセスフローシート	番号	4 − 3
出典	Application of the TRUEX Process to the Decontamination of Nuclear Waste Streams* ISEC '86		
著者	E. Philip Horwitz, Wallace W. Schulz		

データ



説明

◦フィード液中へのシュウ酸の添加（高濃度３～４Mのフッ素がない場合）

シュウ酸及びフッ酸はZr及びMoと非抽出性のシュウ酸塩及びフッ酸塩をつくる。

◦必要シュウ酸濃度の液中のAl濃度に依存する。

Alが0.4～0.7M存在する場合にはシュウ酸は0.15～0.25MあればD$_{Zr}$を低くできる。

項目	（続き－１）	番号	４－４
出典	Application of the TRUEX Process to the Decontamination of Nuclear Waste Streams* ISEC '86		
著者	E. Philip Horwitz, Wallace W. Schuiz		
説明	◦装荷溶媒のスクラブは通常必要ないが，希薄シュウ酸スクラブが用いられる。 すなわち，0.25M HNO_3－0.001M $H_2C_2O_4$はZr，Mo及びFeを除去する。 ◦もし硝酸－シュウ酸スクラブを用いるなら微量シュウ酸と過剰の硝酸を除くためBAN（basic aluminum nitrate）を用いることができる。 （これは希土類元素と第１ストリップで逆抽されたPuの沈殿を防ぐため） ◦スクラブでのＯ／Ａ比は通常は３，BANに対しては10。 ◦使用済みBANは第１スクラブに入れるよりもフィードに入れた方が良い。 ◦このフローシートの特徴はAm，Cm（３価）をPu，Np（４価）から分けることにある。 ◦OφD(iB)CMPOによると４価アクチニド／３価アクチニドの分離係数は～10^3（0.04M HNO_3で）。 ◦AmとCmが装荷溶媒からストリップされた後，Pu（Ⅳ）とNp（Ⅳ）は希硝酸－フッ酸混液により効果的にストリップできる。 ◦もしPuが10^{-3}M以上の高濃度で存在するならHAN－硝酸により低減化することができる。NpからPuが分離される。 ◦ストリップのＯ／Ａ比はAm－Cmに対しては１，Pu－Npに対しては２。 ◦ウラン（６価）は溶媒洗浄の過程で除かれる。 ◦TRUEX溶媒からの全てのTRUストリップは①溶媒洗浄工程のコンタミ防止，②フィード液中のTRU濃度の低減，の点から必須。 ◦効果的なストリップはTBPとCMPOの溶媒劣化物を低く抑えることに依存。 ◦溶媒洗浄は炭酸ソーダと多孔性イオン交換（アニオン）樹脂（Amberlyst-26）による定期洗浄。		

項目	アクチノイド，ランタノイドの回収フローシート	番号	4－5
出典	United States Patent No.4574072 May. 4. 1986		
著者	E. Philip Horwitz, Dale. G. Kalina, et. al.		

データ

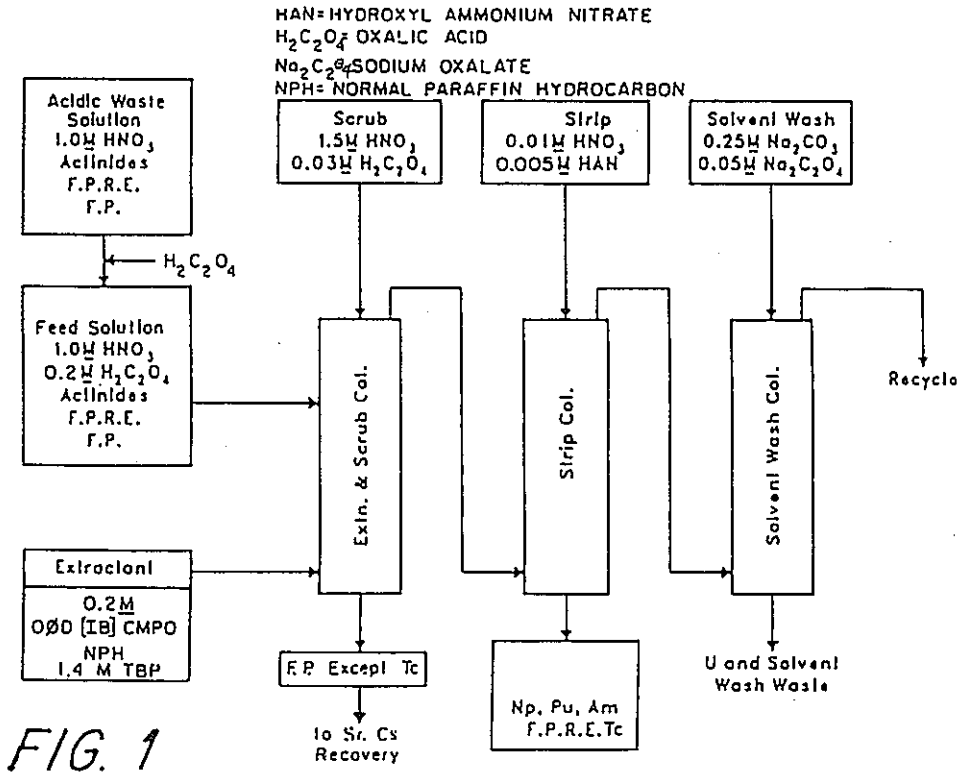


FIG. 1

説明

〈Flow rate〉

feed : extraction sol. = 1 : 0.4

loaded extraction sol. : Scrub sol. = 1 : 0.5

scrubbed extraction sol. : Stripping sol. = 1 : 0.5

stripping extraction sol. : Solvent Wash= 1 : 0.25

このフローシートでは，TcがNp，Pu，Amに共存してしまうが，OφD〔IB〕CMPOの代りに，2-EHφ〔IB〕CMPOを使用すれば，TcをF.P.側にもっていくことが出来る。

項目	TRUEXプロセス	番号	4 − 6
出典	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D. G. Kalina, H. Diamond, G. F. Vandegrift		

データ

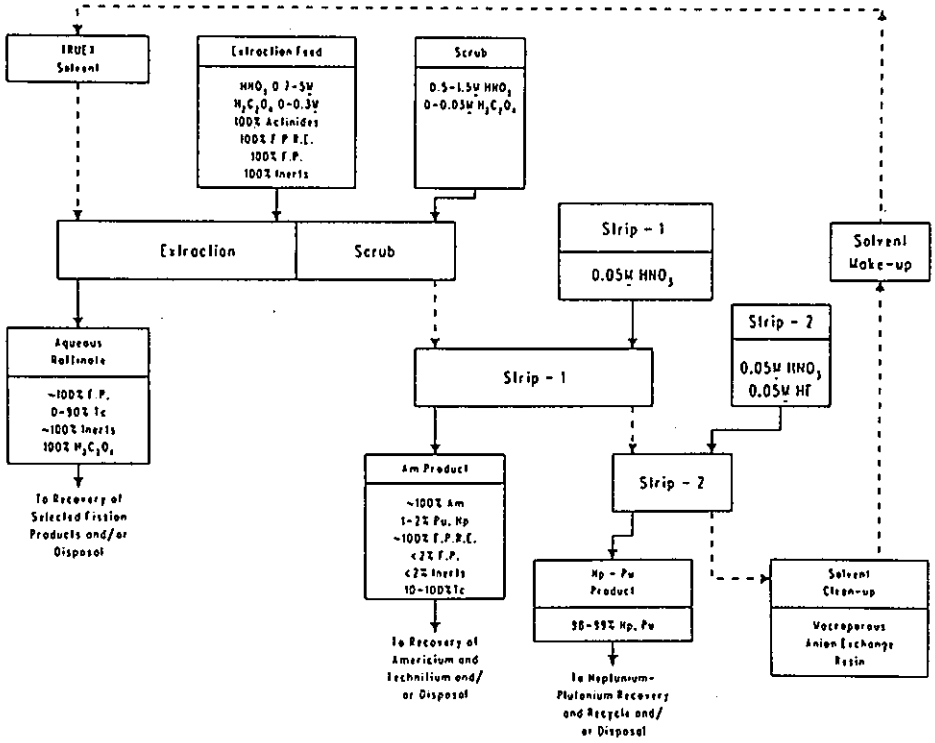


Fig. 5. Generic TRUEX Process Flowsheet.

説明

TRU濃度を100nCi／g以下まで除く場合の標準的TRUEXプロセスフローシート。

酸濃度は0.7～5Mまで対応可。シュウ酸必要濃度はAlの濃度による。CMPOは0.1～0.3M,

これはPUREXプロセスで4～12%のCMPOを用いることに相当する。

NpHの炭素数は平均13以上。これは発火点を80℃以上にするため。

項目	イタリアで開発されたTESEOプロセス	番号	4 − 7
出典	ISEC '88 10-28		
著者	M. Casarei, R. Chiarizia, G. H. Gasparini, G. Puzzuali, G. Valeriari		

データ

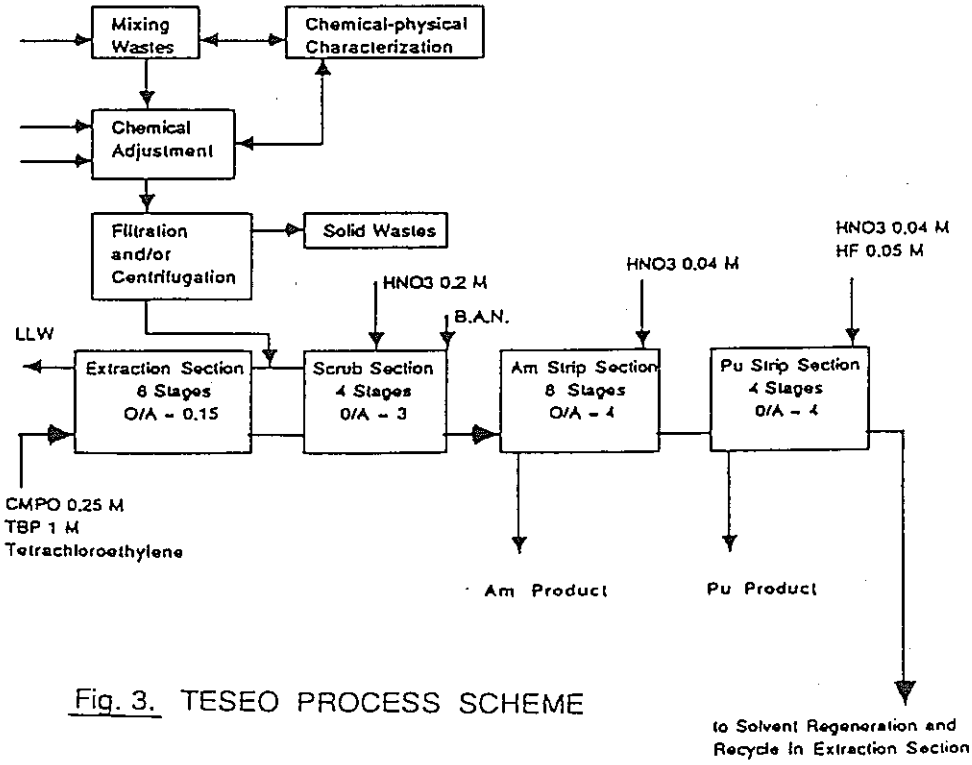


Fig. 3. TESEO PROCESS SCHEME

説明　TESEOプロセス　‥‥　CMPOで抽出した後，0.04M HNO_3でAmを逆抽し，その後（0.04M HNO_3 ＋0.05M HF）でPuを逆抽する。

5. 溶 媒 劣 化

項目	第3相形成に与える希釈剤のアルキル基の長さの影響	番号	5－1
出典	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D. G. Kalina, H. Diamond, G. F. Vandegrift		

データ

Table 6. The Influence of Chain Length of the Diluent on Loading Capacity of O'D(iB)CMPO Solutions.
Org. Phase 0.2 M O'D(iB)CMPO - 1.2 M TBP - NPH
Ag. Phase Nd(III) in 1 M and 3 M HNO_3, T=25°C

Diluent (NPH)	% Loading 1M HNO_3	3 M HNO_3
Decane	100	100
Dodecane	100	70-75
Tridecane	55-60	30-35
Tetradecane	30-35	*
Hexadecane	<5	*
100% C_{12}/0% C_{13}	-	70-75
75% C_{12}/25% C_{13}	-	50-55
50% C_{12}/50% C_{13}	-	45-50
25% C_{12}/75% C_{13}	-	30-35
0% C_{12}/100% C_{13}	-	30-35
Norpar-12	100	70-75
Conoco(C_{12}-C_{14})	50-55	25-30
SRP Solvent	45-55	20-25

*Second organic phase forms with 3 M HNO_3 in the absence of Nd(III).

説明　Amのかわりに Nd（Ⅲ）を用い，どれくらい装荷させると，第2有機相（第3相と言う）が生成するかを調査したもの。

項目	第3相形成に与えるCMPO濃度の影響	番号	5－2
出典	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D. G. Kalina, H. Diamond, G. F. Vandegrift		

データ

Table 7. Loading Capacity of Variable Concentrations of OϕD(iB)CMPO in 1.2 M TBP - Norpar™-12. Aq. Phase Nd(III) in 3 M HNO_3, T=25°C.

OϕD(iB)CMPO	TBP/CMPO	% Loading	Total Capacity M of Nd^{3+}
0.20	6.0	70-75	0.046
0.25	4.8	55-60	0.046
0.30	4.0	45-50	0.045

説明

項目	第3相形成に与えるTBP－酸濃度の影響	番号	5－3
出典	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranic Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent		
著者	E. Philip Horwitz, D. G. Kalina, H. Diamond, G. F. Vandegrift		

データ

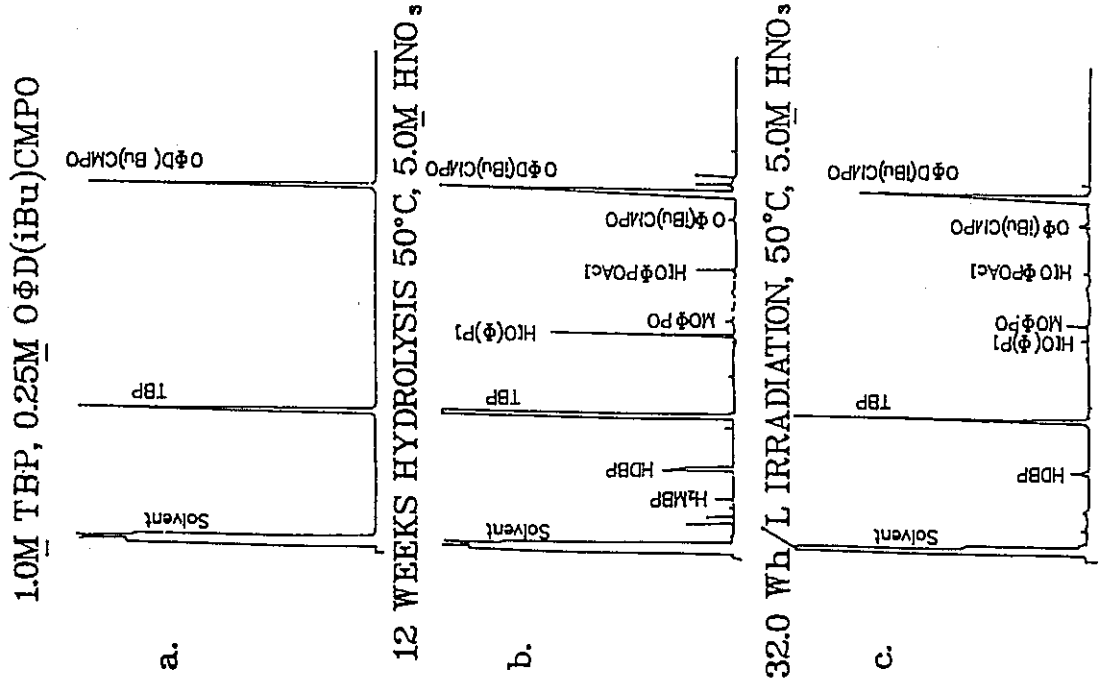
Table 8. Loading Capacity of 0.20 M OφD(iB)CMPO in Conoco (C_{12}-C_{14}) Containing Variable Quantities of TBP. 25°C

[TBP]	% Loading	
M	1.0 M HNO_3	3.0 M HNO_3
1.20	50-55	25-30
1.40	100	50-55

説明

項目	溶媒劣化	番号	5 − 4
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ



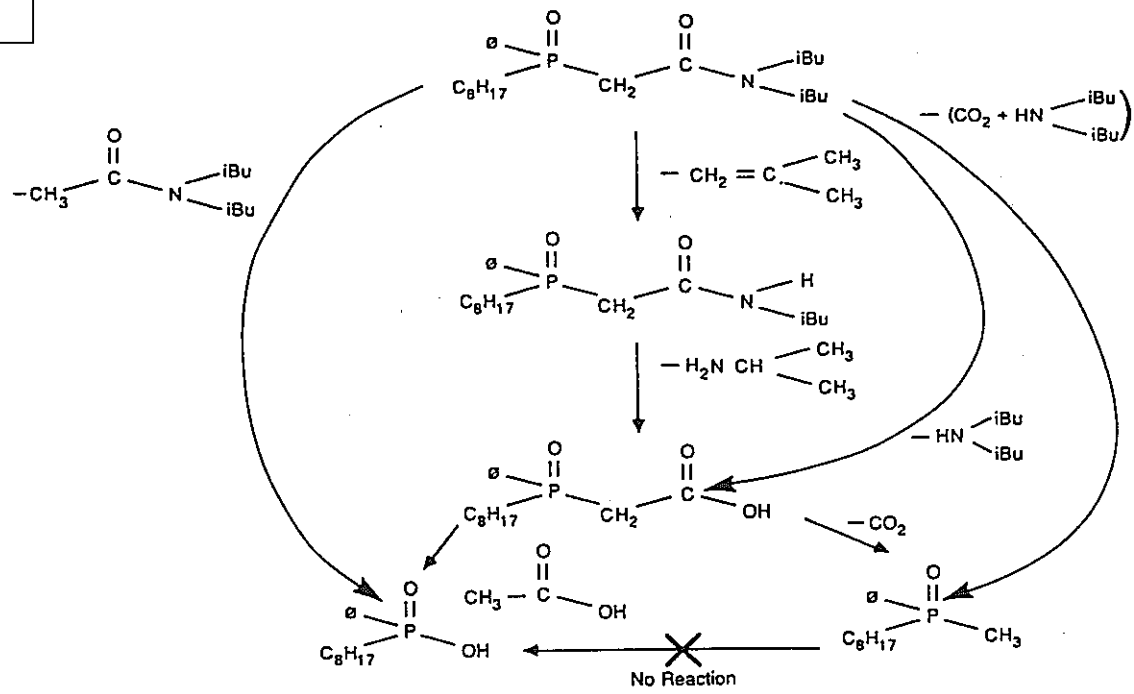
説明

Capillary gas chromatograms for TRUEX-TCE solutions (0.25 M CMPO, 1.0 M TBP in TCE) : a. initial ; b. after 12weeks hydrolysis at 50℃ in contact with 5.0 M HNO_3 ; c. afber 32.0 Wh/L irraditation with ^{60}Co gamma rays at 50℃, 5.0 M HNO_3.

TBPの劣化物はHDBP, H_2MBPのみ。CMPOの劣化物として中性生成物は，MOφPO (methyl (Octyl)(phenyl)phosphine Oxide) , OφM(iB)CMPO (Octyl(phenyl)monoisobutyl CMPO) 。酸性生成物はH〔O(φ)P〕 (Octyl(phenyl)phosphinic acid) , H〔OφPOAc〕 (Octyl (phenyl)phosphorylacetic acid) 。

項目	溶媒劣化	番号	5 − 5
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ

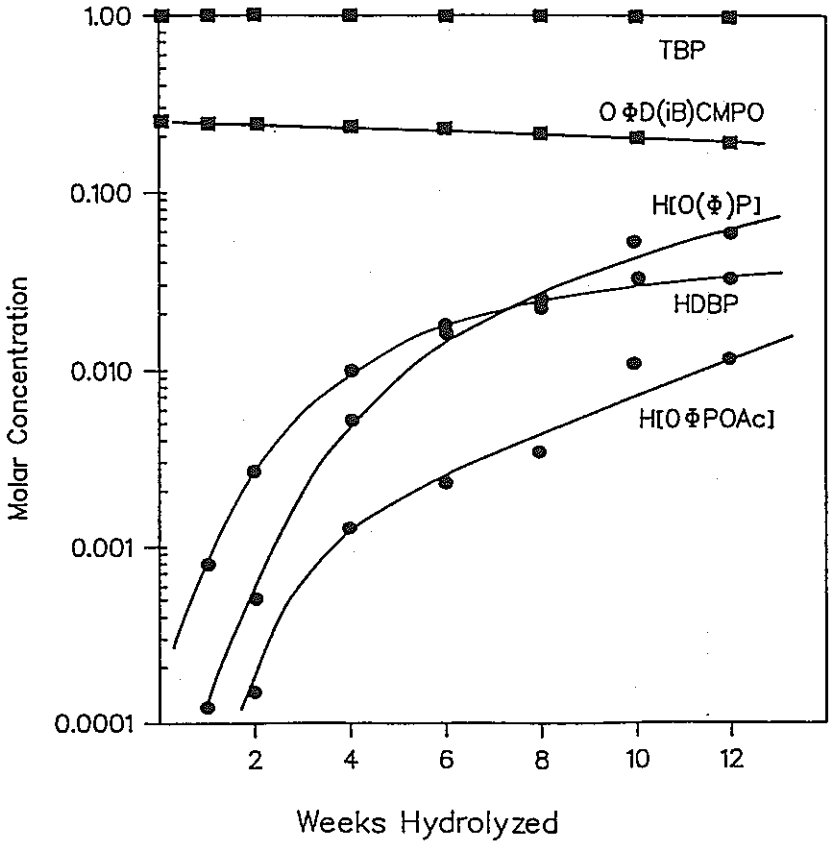


OφD(iB)CMPO degradation pathways.

説明

項目	溶媒劣化（加水分解）：時間変化	番号	5 − 6
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ



Results of gas chromatographic analysis of hydrolyzed TRUEX-TCE solutions, T = 50°C, $[HNO_3]$ = 5.00 M.

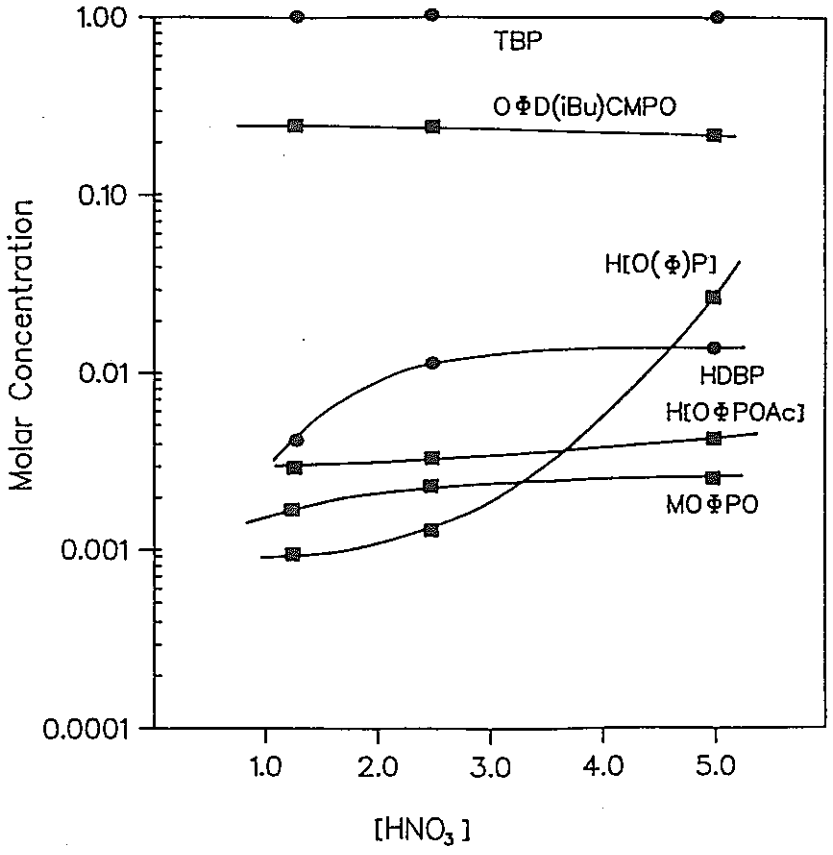
説明

HDBP, H〔O(φ)P〕及びH〔OφPOAc〕のような酸性劣化物の一次生成率は実験の初期の段階で高く，その後低下する。MOφPOの成長や壊変はみられず，平均濃度は0.0021（±0.0016）Mであり，これはCMPO初期値の１％以下である。

OφD〔iB〕CMPOとTBPは接触時間に対し直線的に濃度低下するようにみえる。

項目	溶媒劣化（加水分解）：酸濃度の影響	番号	5 − 7
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ



Results of gas chromatographic analysis of hydrolyzed TRUEX-TCE solutions at 50°C as a function of $[HNO_3]$.

説明

CMPOとTBPの加水分解に与える硝酸濃度の影響

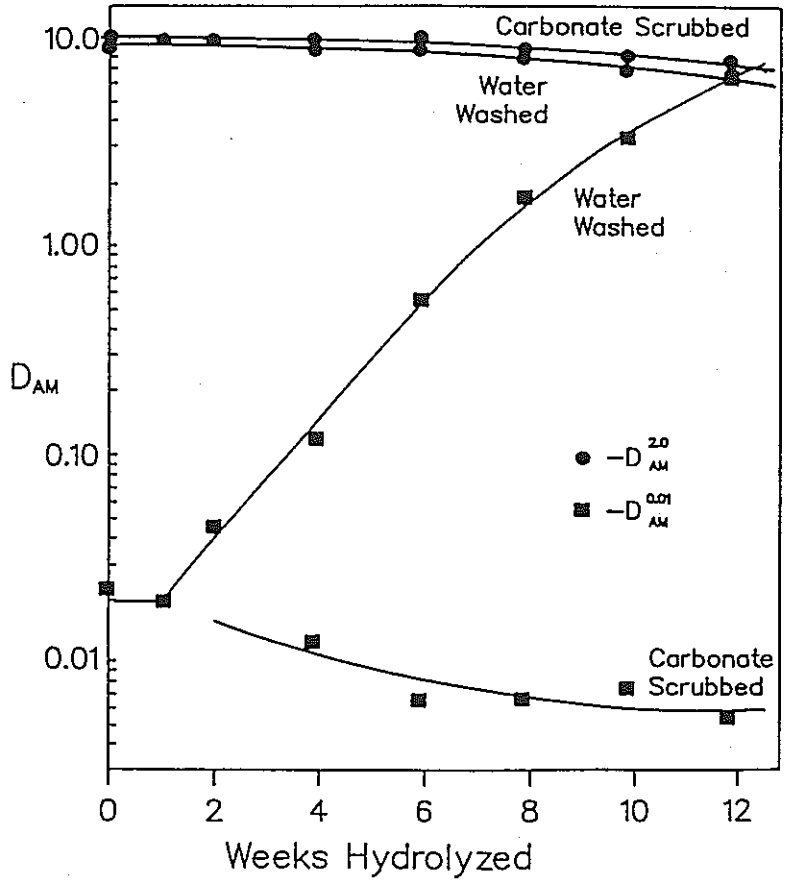
CMPOの分解とH〔O(φ)P〕の生成は〔HNO_3〕＞2.5Mで急激に増加する。

HDBPの相対収率は低酸度下で高く〔HNO_3〕＞2.5Mで一定となる。

（たぶん高酸度下ではH_2MBPやH_3PO_4へのさらなる劣化が生じているため）

項目	Amの分配係数（溶媒劣化，洗浄効果）	番号	5 － 8
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ



Americium distribution ratios in hydrolyzed TRUEX-TCE solution before and after removal of acidic degradation products by carbonate scrub.

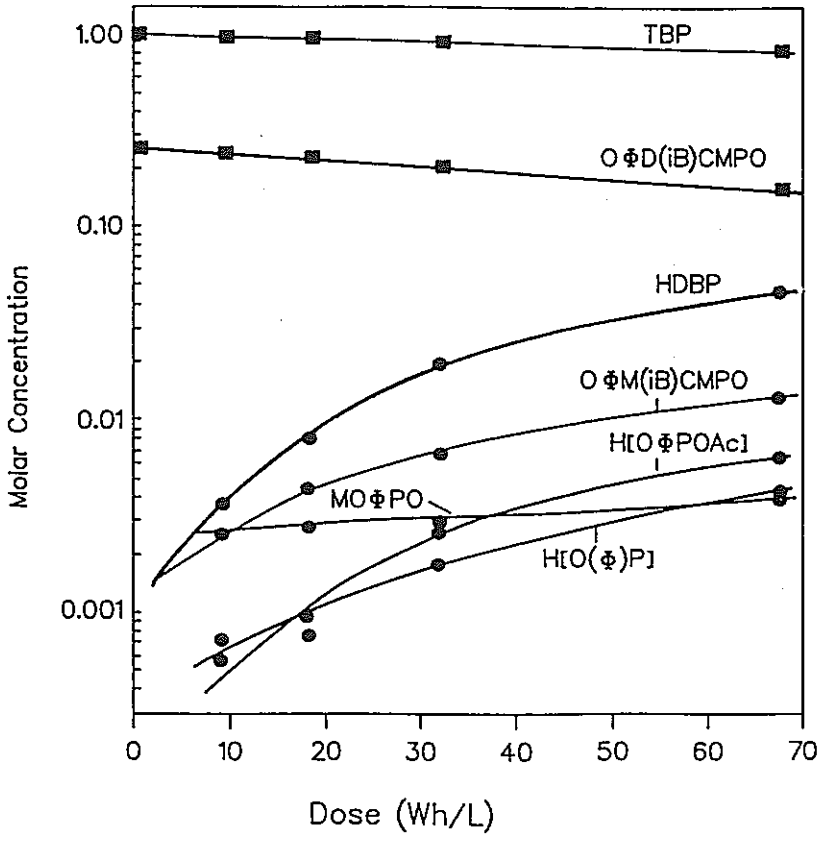
説明

$D^{2.0}_{Am}$値は時間とともに減少するが，炭酸塩洗浄で微増する。

$D^{0.01}_{Am}$値については炭酸塩の洗浄効果は高く，酸性劣化物の妨害が大きいことを示す。炭酸洗浄は有効。

項目	溶媒劣化（放射線損傷）	番号	5 − 9
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ



Results of gas chromatographic analysis of radiolysed TRUEX-TCE solutions, T = 50°C, $[HNO_3]$ = 1.25, 2.50, 5.00 M (average for irradiations of TRUEX-TCE in contact with each).

説明

CMPOとTBPの物質収支は18wh／ℓまでよく一致。しかし吸収線量が増すにつれ，それは悪くなり最大吸収線量時でCMPOが80％TBPで90％となった。

TBPの主要劣化物はHDBP，CMPOはOφM(iB)CMPOであった。

項目	CMPOA及びTBPの消失（劣化）に対するG値（Molecules/100ev）	番号	5－10
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ

Solutions	Conditions	Yield	Ref.*
CMPO-TCE	5.0 M HNO_3, 0-32 Wh/L	G(-CMPO) = 5.21(±0.42)	pw.
CMPO-CCl_4	5.0 M HNO_3, 47-97 Wh/L	G(-CMPO) = 7.4(±1.4)	2
CMPO-TRUEX (TCE)	5.0, 2.5, 1.25 M HNO_3, 0-68 Wh/L	G(-CMPO) = 3.74(±0.36)	pw.
TBP-TCE	5.0 M HNO_3, 0-32 Wh/L	G(-TBP) = 9.2 (±3.0)	pw.
TBP-TRUEX (TCE)	5.0, 2.5, 1.25 M HNO_3 0-68 Wh/L	G(-TBP) = 3.78(±0.63)	pw.
		G(HDBP) = 1.56(±0.08)	pw.
		G(total acid) = 18.0(±5.5)	pw.
		G(HCl) = 11.4(±2.0)	pw.
30%TBP (CCl_4)	dry, 0.27-270 Wh/L	G(HDBP) = 18(±9)	4
TBP	neat-dry, 0.27-270 Wh/L	G(-TBP) = 5.5(±1)	4

pw.-present work

G Values for Gamma Irradiation of TRUEX-TCE, TBP-TCE, and CMPO-TCE

説明

- データの直線近似（ゼロ次）から計算したG値。
- CMPOはCCl_4中よりもTCE中の方がより対放射線安定性大。

項目	放射線照射後の両相の酸濃度	番号	5 －11
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ

Titrated Acidity (Molar) for Irradiated TRUEX-TCE Samples

Sample ID	1.25 M	2.50 M	5.00 M
blank, aq.	0.95	1.91	3.95
blank, or.	0.30	0.59	1.05
blank, total	1.25	2.50	5.00
68.0 Wh/L, aq.	1.36	2.10	4.42
68.0 Wh/L, org.	0.43	0.69	1.11
68.0 Wh/L, total	1.79	2.79	5.53
increased total	0.54	0.29	0.53
aqueous P[a]	0.016	0.011	0.012
HCl[b]	0.33	0.24	0.31
org. acids[c]	0.074	0.093	0.050

[a]Phosphorus in the aqueous phase by ICP analysis.
[b]Radiolysis product from TCE quantified gravimetrically by precipitation with Ag^+.
[c]From gas chromatographic analysis.

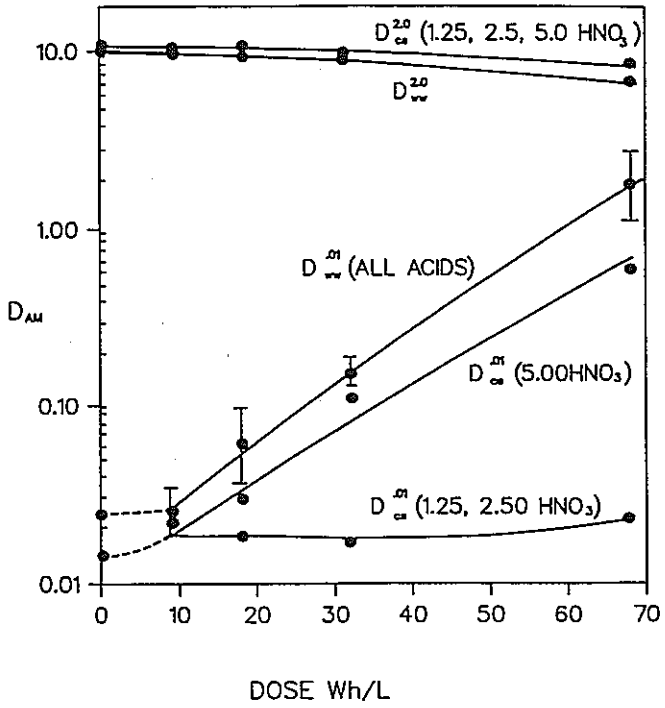
説明

酸濃度増加の原因：水相における70～100％増加はTCEからのHCl，7～10％はH_3PO_4，H_2MBP，HDBPによる。

有機相における60～90％の増加は有機酸による。

項目	放射線照射TRUEX溶液におけるAmの分配係数	番号	5 －12
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF Oφ D(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ



Americium distribution ratios in radiolysed TRUEX-TCE solutions. $D^{2.0}_{Am}$ (carbonate scrubbed (CS) and water washed (WW)) and $D^{0.01}_{Am}$ (WW) are average values for solutions irradiated in the presence of 1.25, 2.50, and 5.00 M HNO_3. $D^{0.01}_{Am}$ (CS) values are for 5.00 M HNO_3 or averages of 1.25 and 2.50 M HNO_3 as noted.

説明

照射が68wh／ℓの場合CMPOは40%が分解されているにもかかわらず$D^{2.0}_{Am}$の減少は少ない。

$D^{0.01}_{Am}$の増加はあったが，加水分解時よりもそれは小さい，これはたぶん放射線では

H〔O(φ)P〕の収率が低いことによる。

炭酸塩洗浄は効果があるが5 M HNO_3で平衡した溶液については$D^{0.01}_{Am}$回復の効果は十分でない。

$D^{0.01}_{Am}$の増加はHDBPとH〔O(φ)P〕の存在によると考えるのが妥当。

項目	CMPO劣化物の標準収率化	番号	5 －13
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ

Normalized Product Distribution for Degradation of CMPO at 68 Wh/L or 12 Weeks Hydrolysis

CMPO-TRUEX (TCE)

HYDROLYSIS	RADIOLYSIS
5.0 M HNO_3	
80% H[O(φ)P], 13% H[OφPOAc], 8% MOφPO	15% OφM(iB)CMPO, 6% MOφPO, 4% H[O(φ)P], 69% unknown
2.5 M HNO_3	
18% H[O(φ)P], 50% H[OφPOAc], 32% MOφPO	25% OφM(iB)CMPO, 12% MOφPO, 4% H[O(φ)P], 50% unknown
1.25 M HNO_3	
17% H[O(φ)P], 52% H[OφPOAc] 30% MOφPO	15% OφM(iB)CMPO, 7% MOφPO, 3% H[O(φ)P], 69% unknown

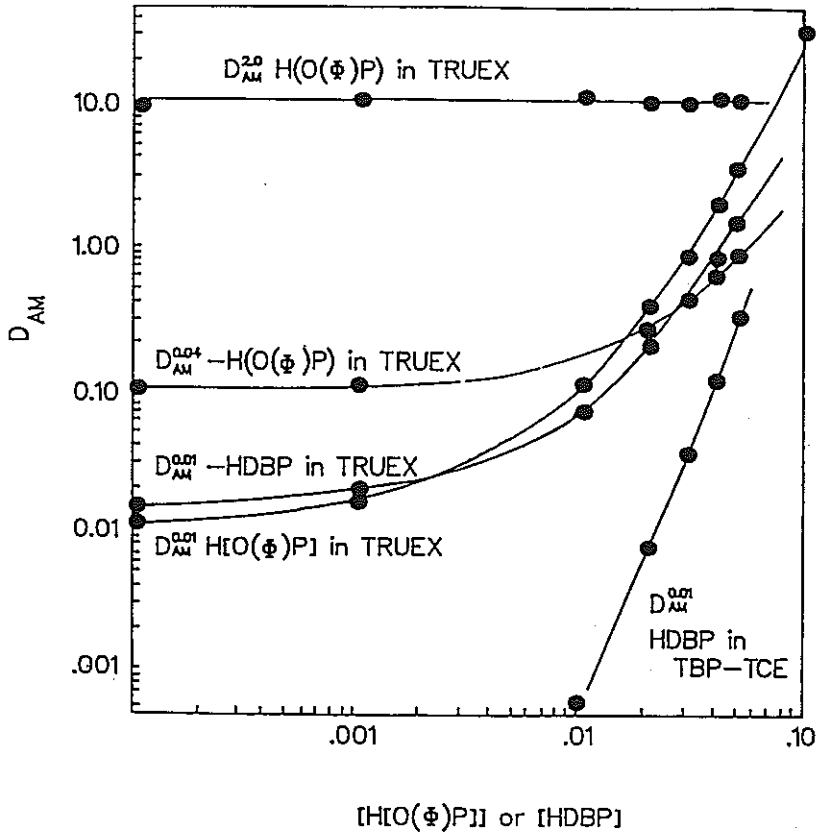
CMPO-TCE

HYDROLYSIS	RADIOLYSIS
5.00 M HNO_3	
40% MOφPO, 50% H[OφPOAc]	15% OφM(iB)CMPO, 10% MOφPO, 70% unknown

説明

項目	合成劣化溶媒でのAmの分配係数	番号	5 －14
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ



Americium distribution ratios in synthetic solutions. TRUEX is 0.25 M CMPO, 1.0 M TBP in TCE.

説明

〔H〔O(φ)P〕〕又は〔HDBP〕が0.01Mより多くなると，$D_{Am}^{0.01}$値は濃度に対し２次的に増大する。

D_{Am}の計算値と実測値はよく一致。

0.04M HNO_3では，D_{Am}へのH〔O(φ)P〕の依存性は１より少ない。

2.0M HNO_3ではH〔O(φ)P〕は影響を与えない。

項目	TRUEX-TCE／炭酸塩水溶液における劣化物の分配係数	番号	5 －15
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988 HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUING STUDIES		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz Chemistry Division, Argonne National Laboratory, 9700 S. Cass Avenue, Argonne, IL 60439, USA		

データ

H[O(φ)P], HDBP Distribution Ratios Between TRUEX-TCE and Aqueous Carbonate Solutions

$[Na_2CO_3]$	D(H[O(φ)P])	D(HDBP)
0.0625	0.012	<1E-4
0.125	0.013	7.4E-4
0.250	0.018	8.3E-4
0.500	0.018	3.9E-4

説明

分配係数は十分に低いので炭酸ソーダ溶液による２段洗浄で99%以上を除くことができる。MOφPOは１M TBP／TCEの炭酸塩洗浄でほんの少量しか除去できない（分配係数：490（±17）for〔Na_2CO_3〕＝0.25M）

6. 分　　析　　法

項目	CMPOの分析法	番号	6 − 1
出典			
著者			

データ

① %CMPO 95 (min) by HPLC
97 (min) by P-31 NMR

説明 ① CMPOパンフレット（M＆T社）

7. 文献抄訳集

表題	Partitioning studies to separate actinides from ICPP HLW	番号	B－1
出典	Soluent extraction and ion exchange, 6(6), 1049-1065 (1988)		
著者	J. D. Baker, B. J. Mincher and D. H. Meikrantz		
概要	ICPP（Idaho chemical Processing Plant）では，軍用核物質（核弾頭？）を，フッ化水素と硝酸に溶解させた後，濃縮ウランを回収している。そして，wasfe sfreamには多量のZr，Alのフッ化物が存在するが，CMPOを用いてそれらから，Actinideを分離しようと試みる為の実験であり，模擬HLWを用いてActinideの分離を行った結果である。 文中には，Am，Ce，Eu，U，Zr，Tcの酸濃度に対する分酸係数のデータがあるが，模擬HLW自体の組成が明確に示されておらず，それらの分配係数が，共存している元素の影響を受けているのかどうか等，分配を行った系の内容が明確でない。		

表題	Separation and Recovery of Transuranium Elements from Liquid Wastes Produced by the CASACCIA Plutonium Plant	番号	C－1
出典	ISEC '88 10-28		
著者	M. Casarci, R. Chiarizia, G. M. Gasparini, G. Puzzuoli, G. Valeriani		

概要

イタリアのCasacciaエネルギー研究所で，Pu燃料施設からのPu－Am廃液（10㎥）を処理するためのフローシートをCMPOを用いて検討した。

目的は，

- U，Pu，Amを除き，放射能を370Bq／g（10nCi／g）以下にする。
- Puあるいは^{235}Uを回収し，燃料製造に再利用する。
- α核種を減容化する。

この報告はこれまで行ってきた内容の概略紹介であり，詳細には別に記されている文献を見ることが必要。

概略は，

- 廃液を4種に分類（硝酸，シュウ酸，アルカリ，分析の各廃液）
- 各廃液を混合できるかどうか（フローシートを4種類作るのは大変）
- CMPOの精製法，不純物の研究（結晶化法，イオン交換法）
- 溶媒の組成
- 廃液サンプル決定
- 抽出・逆抽出テスト
- SOLVEXコードでのフローシート検討
- 小型ミキサーセトラーでの試験
- TESEOプロセス決定

表題	Extraction of Transplutonium Elements from Acid Media by Mixture of Neutral Organophosphorus Extractant	番号	C－2
出典	ISEC '88 10-5		
著者	M. K. Chmutova, G. A. Pribylova, N. P. Nesterova, B. F. Myasoedev, M. I. Kabachnik		

概要

CMPO単独では希釈剤との親和性や，希釈剤への金属錯体溶解度が低いが，これはTBPを加えることで解決される。

ここでは，$R'R''P(=O)CH_2C(=O)NR'''_2$ の形の抽出剤を用いた抽出試験を行った。

$R'=R''=$Phenyl基，Tol，Bu，BuO　または

$R'=$Phenyl基，$R''=$BuO　および

$R'''=$Et or Bu

希釈剤はTCB，DCE。

Am（Ⅲ）の分配係数が，溶媒中のCMPOの種類と濃度，硝酸濃度をパラメータとして求められている。

TBP1.5Mを混合した方がややD_{Am}が高くなる。また，TBP濃度は0.05M＜0.5M＜1.5M でD_{Am}が大きい。

また，CMPO濃度も，0.1Mまでは濃度∝D_{Am}である。o-xylene混合の効果も述べられている。

高CMPO濃度・低酸濃度の領域では，逆にTBPがD_{Am}を下げる場合もある。

酸度の違いで，D_{Am}の変化に差が出てくるのは，抽出機構の違いと考えられる。

$Am(NO_3)_3 \cdot n\ CMPO$ ‥‥ 低酸度

$H^+\ Am(NO_3)_4^- \cdot n\ CMPO$ ‥‥ 高酸度

表題	Selected Alkyl(phenyl)-N,N-dialkylcarbamoylmethylphosphine Oxides as Extractants for Am(Ⅲ) from Nitric Acid Media	番号	H－1
出典	Separation Science and Technology, 17(10), pp, 1261-1279, 1982		
著者	E. P. Horwitz, D. G. Kalina, L. Kaplan, G. W. Mason, and H. Diamond		

概要

何種類かのCMPOを用いて，硝酸酸性液からのAm（Ⅲ）の抽出について研究した。

２種類のalkyl(phenyl)-N,N-dialkylCMPO化合物が用意され，１つはN,N-diethylグループ，他はN,N-diisobutylグループである。

N,N-diethylシリーズはhexyl(phenyl) と，6-methylheptyl(phenyl) 誘導体で，HφDECMPOと6-MHφDECMPOと略称される。

N,N-diisobutylシリーズは，n-octyl(phenyl)，6-methylheptyl(phenyl)，2-ethylhexyl (phenyl) 誘導体で，それぞれOφD〔IB〕CMPO，6-MHφD〔IB〕CMPO，2EHφD〔IB〕CMPOと略称される。

0.5及び３M硝酸中のAm（Ⅲ）の抽出剤依存性が0.25M以下の低抽出剤濃度で得られた。より大きな傾向が３M硝酸で0.25M以上の抽出剤で得られた。

HφDECMPO，6-MHφDECMPO，6-MHφD〔IB〕CMPO，OφD〔IB〕CMPO，〔すべてDEBに0.5M〕は，DHDECMPOより１～６M硝酸中のAm（Ⅲ）の抽出性に優れている。これらは，低酸濃度ではDHDECMPOよりもD_{Am}が小さかった。

HφDECMPOとOφD〔IB〕CMPOは，DHDECMPOよりもFe（Ⅲ）以上にAm（Ⅲ）に対して感度が良い。

DEB中のHφDECMPOは，３M硝酸中から高濃度のNd（Ⅲ）U（Ⅲ）の抽出に２番目の有機相を形成する性質がある。この性質は，OφD〔IB〕CMPOと6-MHφD〔IB〕CMPO化合物では，ほとんどなくなる。

表題	Variation in the Solvent Extraction Bebavior of Bifumctional phosphorous Based compounds Modified with TBP.	番号	H－2
出典	Solvent Extraction and Ion Exchange, 3(3), 235-250 (1985)		
著者	E. P. Horwitz, D. G. Kalina		

概要

四塩化炭素中の２元機能抽出剤による硝酸溶液からのアメリシウムの抽出特性に関し試験を行った。

- 混合溶媒としてTBPを添加し，抽出系の酸度の変化によりAmの分配比がどう変化するかに関するデータを得た。
- 溶媒としてDHDECMP, HHDECMP, DHDECMPO, DHDECEP, OφD〔iB〕CMPO, DOD〔iB〕CMPO, DφD〔iB〕CMPO, TOPO, を比較した。混合溶媒としてTBHPOについても調査した。
- AmとEuの抽出分配比を測定した。再現性は±５％以内であった。
- modifierとしてのTBPの働きは２元機能抽出剤との複合体化（synergestic）ではなく単なる希釈（diluent）による特性変化であるとの前報※からの推定を裏付ける結果となった。
- modifierのpolarityの違いを，溶媒のdituentとしてCCl_4単独，decalin単独とこれにTBP又はTBHPOを加えた場合を比較し，polarityの高い溶媒は高酸性で大きな分配比を示し低酸性で小さくなるという結果が得られた。
- modifierによる溶媒抽出系の最適化は今後とも重要な研究課題であると言える。

※　参考文献

Solvent Extraction and Ion Exchange 2 179 (1984)

表題	The TRUEX Process-A Process for the Extraction of the Transuranie Elements from Nitric Acid Waste Utilizing Modified Purex Solvent	番号	H－3
出典	Solvent Extraction and Ion Exchange ; 3(182), 75-109 (1985)		
著者	E. P. Horwitz, D. G. Kalina, H. Diamond, G. F. Vandevgrift, W. W. Sculz		

概要

溶媒抽出剤としてOφD(iB)CMPOを用いる方法（TRUEX法）は，高レベル廃液からTRUを除去する方法として，既存の再処理工場にすぐ適用できるという点で優れている。この報分は，OφD(iB)CMPO-TBP-NPH/HNO_3系での溶媒の抽出性能を次の観点から調査したものである。

① NPHの炭素鎖の長さの影響

② TBPとOφD(iB)CMPOの濃度と第３相生成との関係

③ （FP＋不活性核種）混合溶液からのAm抽出選択性に対するシュウ酸および硝酸の効果．

④ TRU逆抽出条件

⑤ OφD(iB)CMPO以外の３種のCMPOについて（これはあまり差はなかった）

溶媒組成を変えて試験した結果，0.2MOφD(iB)CMPO＋1.4MTBP＋NPH（＝Conoco(C_{12}－C_{14})）を用いることにした。この溶媒を用いて，TRUEXプロセスを作りあげた。このプロセスの特徴は，

① TRUEXとPRUEXはよく似た抽出，洗浄，逆抽出，溶媒洗浄工程を持つ。

② どちらのプロセスの溶媒もよく似た比重，表面張力，加水分解・放射線分解に対する安定性をもつ。

③ TRUEX溶媒は，Purex溶媒にわずかのOφD(iB)CMPOを加えるだけでできる。

④ TRUEX溶媒は，３，４，６価のAcを抽出できるので，酸化数の調整が不要。

⑤ D_{Am}は，酸濃度が0.7－7Mの範囲で酸度に依存しないのでプロセスコントロールが容易。

表題	Application of the TRUEX Process to the Decontamination of Nuclear Waste Streams*	番号	H－4
出典	ISEC '86		
著者	E. Philip Horwitz, Wallace W. Schulz		
概要	◦TRUEXプロセスは，アクチニドの抽出分離プロセスである。 ◦このプロセスは硝酸や塩酸廃液中のTRU核種濃度を＜100nci／gまで低減化することを目的に設計される。（USAでは＜100nci／gが非TRU廃棄物の限界） ◦結果として固体ラフィネート中のTRU濃度を＜10nci／gまで低減化できた。この値は除染係数として10^4～10^5に相当した。		

表題	Behavior of Americium in the stripstages of the Truex Process	番号	H－5
出典	Solvent Extraction and Ion Exchange, 6(1), 93-110 (1988)		
著者	E. P. Horwitz, R. Chiarizia, and R. C. Gtatrone		

概要

TRUEXプロセスは，ANLで開発され，酸性放射性廃棄物中のTRUを分離，濃縮するプロセスである。

中性抽出剤としてOctyl(phenyl)-N,N-diisobutylcarbamoylmethylphosphine oxide(CMPO)が使用される。

CMPOは，TBPと希釈剤でTRUEXプロセスの溶媒として用いられる。TRUEXプロセスの特性は，２種の逆抽出溶液でPuとAmの分離を容易にすることである。

逆抽出段におけるAmの化学はAm／Puの連続分離を主対象とする。

本研究ではTRUEXプロセス溶媒と希硝酸のAm（Ⅲ）の分配比を６段の逆抽出試験で測定した。

逆抽出時のAmの挙動は，CMPOの純度や供給溶液の成分に関連する。

模擬廃液を使い，SX品位※，CMPOを使って，有機相から99.99％以上のAmを除去できた。

※　SX-grade CMPO：92～95％CMPO，＜0.02％POPPA

表題	Comparative Evaluation of DHDECMP and CMPO as Extractants for Recoverering Actinides from Nitric Acid Waste Streams	番号	M－1
出典	LA-11191, UC-10 Feb. 1988		
著者	S. Fredric Marsch, Stephen L. Yarbro		
概要	DHDECMPとCMPOの２種の抽出溶媒について，硝酸溶液からのAm（Ⅲ），Pu（Ⅳ）及びU（Ⅵ）の抽出能を評価した。希釈剤としてはTCE（テトラクロロエチレン）とIsoper Hを用い，硝酸濃度は0.45M，1.5M，4.5M及び7.5Mの４水準，フッ化物濃度は０，0.02M及び0.05Mの３水準に変化させ，抽出試験を行い，次の結果を得た。 (1) CMPOはDHDECMPよりも強力な抽出剤であるが，逆抽出は困難である。 (2) 硝酸濃度が高くなるにつれて抽出は促進される。Am（Ⅲ）についてはこの傾向はより顕著である。 (3) フッ化物はAm（Ⅲ）の抽出には影響を及ぼさないが，Pu（Ⅳ）の抽出は妨げるので，逆抽出の際に添加するとよい。 (4) Isopar HはTCEの場合のように水相中に分散した有機相を生じることなく，相分離は良好であり，特にAm（Ⅲ）の抽出に対してはよい希釈剤である。 (5) DHDECMP/TBP/Isopar Hの組み合わせで分配係数10が得られ，またフッ化物添加により逆抽出も可能である。		

表題	Americium Removal from Nitric Acid Waste（硝酸廃液からのアメリシウムの除去）	番号	M－2
出典	RFP-4008		
著者	A. C. Muscatello, J. D. Navratil		

概要

ロッキーフラッツプラント（RFP）のPu精製工程からの硝酸酸性廃液（7M）中のアメリシウムを効率的に除去する方法として，Accurelポリプロピレン中空ファイバー上のDHDECMP（dihexyl-N-N-diethylcarbamoylmethylphosphonate）膜が中和後（6.9M nitrate 0.1M acidity）の溶液から0.25Mシュウ酸抽出液への移行率が95％を超えることを見出した。またCMPOを抽出剤として使うと1M acidity，Fe^{3+}を0.2Mシュウ酸で錯体化した液からアメリシウムを効率的に抽出できそうだという見通しも得た。

- 廃液中には1～10mg／ℓのPuとAmが含有される。
- 現在3段の水酸化鉄担体の沈殿処理を行っているが，Pu Amを除去し非TRU化するための技術開発である。

実験方法

中空糸，長さ11.5cm　内径0.15cm　壁厚　0.1cm　ボイド率75％にBray Oil Co.の84Vol％pureのDHDECMP膜を形成した半透膜ユニットにフィード液を通し，AmはNaI(TI)とキャンベラ35アナライザにより測定。

- 無機イオン交換による吸着は，0.1mg／ℓのAmを含む10ml 0.1M HNO_3の液で行った。
- CMPOによる抽出試験はCMPOをAmberlite XAD-4に50℃で溶着しこれを50mlカラムに充填して行った。（9～10ml／min）
- Amの（透過）移行率は $\mathrm{Ln}\dfrac{Ao}{At} - \dfrac{PmAt}{V}$ のPmにて算出される。

結　果

① 中空糸半透膜での結果

7.0HNO_3溶液から0.25Mシュウ酸の透過実験で，Amの移行が100％に満たないのはシュ

表題	Americium Removal from Nitric Acid Waste（硝酸廃液からのアメリシウムの除去）（つづき）	番号	M－2
出典	RFP-4008		
著者	A. C. Muscatello, J. D. Navratil		

概要

ウ酸液側の硝酸濃度が次第に上昇することのために逆方向の移行が生じる為。

Table 1に酸度に対する移行率の試験結果を示す。

酸度が低い0.1Mの時に良好なAmの移行が示されている。

Table 1

硝酸(M)	$NaNO_3$(M)	移行率%	Permeability 10^{-4}cm／sec
7.0	0.0	61	—
3.0	4.0	76	—
1.0	6.0	90	—
0.1	6.9	94	7.2

② フィード液とストリップ（抽出側）液の比（F：S ratio）

F：Sと濃縮ファクタはリニアの関係になると予想されたが，半透膜内にアメリシウムが残留するため予想値より低い濃縮ファクタとなった。

Table 2

Volume Ratio(F:S)	移行率%	濃縮ファクター
3.33：1	80	0.90
5：1	52	0.62
10：1	45	0.58

③ ストリップ液のカチオン交換

Table 3は0.1M HNO_3－6.9M硝酸ソーダのフィード液に対し0.25Mのシュウ酸をストリップ液に用いた時のAmの移行結果でフィード液中のAmの減少は82%と76%であった。カチオン交換樹脂はDowex 50W×8を用いた。

有機系交換体の替わりに無機イオン交換体4種を用いた結果をTable 4に示す。

表題	Americium Removal from Nitric Acid Waste（硝酸廃液からのアメリシウムの除去）（つづき）	番号	M－2
出典	RFP-4008		
著者	A. C. Muscatello, J. D. Navratil		

概要

Table 4

チタン酸ソーダ	K_D ＝3500	ﾀﾝｸﾞｽﾃﾝ酸ジルコニウム	K_D ＝ 800
Bone Char	K_D ＝ 600	リン酸ジルコニウム	K_D ＝1100

抽出クロマト法

液－液抽出を利用したAmの除去法としてはCMPO又はOφD(iB)CMPOを用いるのが代表的である。

- Fe^{3+}の存在していない条件ではCMPOの効率はAmのロスが2.6%であり，ベッドの120倍量の液を通過してAm溶出量は10^{-4} g／ℓ以下であった。しかし0.1Mシュウ酸を用いての溶出（逆抽）は約1.6%の回収率にとどまった。
- 実廃液にはFe^{3+}が存在しておりFeがカラムを飽和させるためベッドの30倍量でAmに関しても飽和してしまった。
- HorwitzらはCMPOは低酸度ではFeを抽出しないと報じているが，単に中和しただけではどの程度効果があるのか不明であった。本研究では１～２MのH⁺濃度がFeの妨害を避けるのに効果的であり更に0.2Mのシュウ酸添加を行った結果CMPOの分配比は600～700になり鉄に対しては３となった。Separation Factorは200以上。CMPOをXAD-4上に添着した50mlカラムを用いた結果は，Table 5に示すように検出限界以下の＜4.1×10^{-6} g／ℓしかAmが溶出せず99.7%以上CMPOに捕捉された。Amの逆抽については，CMPOは硝酸をあまり吸着していないことから逆抽も可能と思われる。

総　括

RFP廃液からのAmの除去に関し，酸度を0.1Mに下げポリプロピレン上の液体半透膜（DHDECMP）又は抽出クロマト法（CMPO）により0.3μg／ℓのレベルにまで下げられた。

表題	Extractants for the Separation of Transplutonium Elements	番号	M－3
出典	ISEC '88 10-1		
著者	B. F. Myasoedov		
概要	溶媒抽出の歴史を述べ，今後ともAcの分離を中心として重要な役割を担ってゆくであろうとした。ソ連の成果を中心に述べている。主なトピックとしては，（詳細は別に引用文献があるーカッコ内の番号） ◦60以上のリン酸，リン酸－窒素含有中性単座および２座配位抽出剤がVernadsky Instituteで研究された。 ◦それらのうちでは，Ｐ＝Ｏ基と誘導基の間で直線状の架橋構造をもつ２座または３座のリン酸抽出剤が最も高い抽出性能と耐放射線性を持つことがわかった。これらはあまり選択性は良くない。(6)(7) ◦別の種類の抽出剤は，O or m－キシレン，メシチレン，durrole，その他のメチル基で交換された芳香環を持つ基が架橋した２，３，４座リン酸抽出剤であり，これは選択性が高い。(8) ◦リン酸－窒素含有抽出剤（CMPO）は，有機溶媒によく溶ける，合成しやすいことが利点である。選択性はニリン酸アルキルほど良くない。(7) ◦２座配位リン酸抽出剤の「アリル効果」（リン酸基に結合した基の電気陰性度が小さくなるほど抽出性能が良くなること。）はメチレン又はビニル基の架橋構造を持つ抽出剤に見られると考えられている。 ◦アルカリ溶液もAcの分離・濃縮に有効。Aliquat 336，アミン，アルキルピロカテコール（DOP），アミノアルコールのアルキル誘導体（AA），βジケトンなどを用いてアルカリ溶液からAcその他の元素を抽出する。(10) ◦膜分離による方法も今後要検討。利点は，溶媒ロスが少ない，分離・濃縮係数が高い，ある場合には高い選択性を示すこと。欠点としては溶媒抽出に比べて抽出速度が遅いこ		

表題	Extractants for the Separation of Transplutonium Elements （つづき）	番号	M－3
出典	ISEC '88 10-1		
著者	B. F. Myasoedov		
概要	と，バッチプロセスになることである。この方法は特に希釈溶液に有効。HDEHPのエマルジョン膜を用いたAcの分離が研究されている。1回の分離で96%のAcが分離された。溶媒抽出では1%以下のAmしか分離できない。 °Acの価数の差による分離法も研究されている。		

表題	HYDROLYTIC AND RADIOLYTIC DEGRADATION OF OφD(iB)CMPO : CONTINUTING STUDIES	番号	N－1
出典	SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 23(12&13), pp. 1355-1372, 1988		
著者	K. L. Nash, R. C. Gatrone, G. A. Clark, P. G. Rickert, and E. P. Horwitz		
概要	1. 放射線域は加水分解によるCMPOの劣化物は同一である。酸性劣化物は加水分解時に起こりやすく酸濃度の増大で増す。TRUEX溶媒中でのCMPOとTBPの加水分解は単独系でのときよりより大であるが，放射線損傷ではこの傾向はない。 2. 0.01M HNO_3でのD_{Am}の増大はH〔O(φ)P〕とHDBPの存在による。 3. 炭酸ソーダ洗浄は酸性劣化物を除去できTRUEX-TCE溶媒では効果があるが，高度に劣化した場合効果は下がる。 4. TRUEX-TCEプロセスにおけるAmの抽出操作に関しては加水分解或いは放射線損傷の影響は考えにくい。		

表題	THE TRUEX PROSECC AND THE MANAGEMANT OF LIQUID TRU WAST	番号	S－1
出典			
著者	W. W. Schulz (HANFORD), E. P. Horwitz (ANL)		
概要	・Abstract（全訳）		

TRUEXプロセスは，酸性の硝酸，塩化物放射性廃棄物溶液中からの，全てのアクチノイドの除去を行う，新しい一般的なアクチノイドの抽出・回収プロセスである。

このレポートでは，TRUEXプロセスに関連する化学，最近の展開の状況の要約，及びいくつかのDOA施設での酸性廃液を取り扱ったTRUEXプロセスフローシートを紹介する。

本レポートでは，

・CMPOによるランタノイド・アクチノイドの抽出機構

・TRUEXプロセスで使用する溶媒

・TRUEXフローシートの特徴

・溶媒劣化と洗浄

及び，

・Los Alamos

・Hanford

・Idaho

上記3施設での試験についての紹介を行っている。

表題	A review of techniques for partitioning highly active waste	番号	T－1
出典	AERE-R 11966 FPRSC(85) P13		
著者	R. Thompson		

概要

Actinideと長寿命FPのHAWよりの分離技術をレビューしたものである。取り上げた技術は次の表に示す通りであり，各技術について，簡単な紹介をしている。

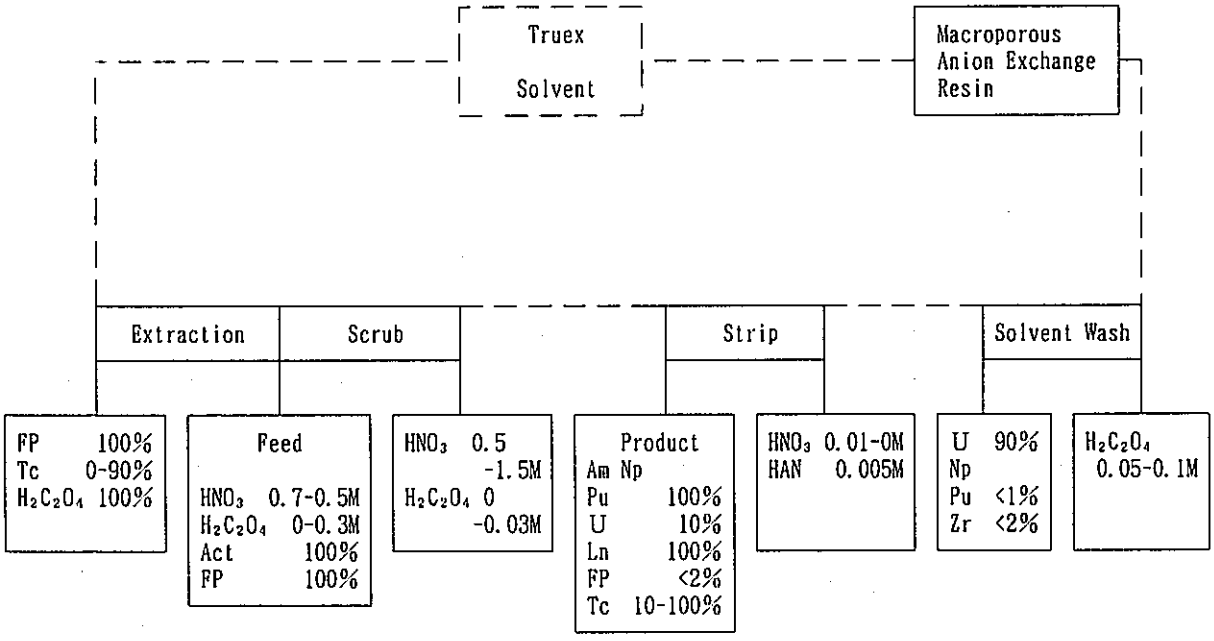
TRUEXプロセスについては下に示す様な一般的なフローシートについて簡単に解説されている。

Process	Description	Status
Cleanex ORNL	Batch solvent extraction. SX. with HDEHP on evaporated waste	Routine actinide recovery
TALSPEAK	SX. HDEHP with DTPA complexing in the aqueous phase	Wide use for Act-Ln separation to pilot plant level in many shemes
J.R.C Ispra		
TBP	SX. HLW. TBP for U Pu removal; TBP + high NO_3^- for Act-Ln removal Separation by TALSPEAK	Pilot plant using 30Kg LWR fuel, 30,000 MWD/t burn-up
HDEHP	SX. HAR. denitrate with formic acid Act. Ln. HDEHP. TALSPEAK	Pilot plant as for TBP process
OXAL	HAR. denitrate + oxalate precipitation Redissolve. SX. HDEHP/TALSPEAK	Laboratory scale fully active, plus engineering assessment for full scale
KfK	SX HLW similar to Ispra TBP process	Loboratory scale on active runs
JAERI	SX. HDIDP; TALSPEAK	Laboratory scale
CTH	SX. TBP for HNO_3 removal. HDEHP + TALSPEAK. Sorption of Cs etc	Comprehensive HLW treatment Active small pilot plant
Savannah River	SX. TBP. Recovery of Am. Cm from Pu wastes	Plant test. Would need modifying for HLW treatment
ORNL WTF	SX. CMP for Act-Ln. Ion exchange chromatography(CIC) for separation	Comprehensive total waste treatment process. Stages laboratory tested. Engineering feasibility study
ICPP	SX. CMP for Act-Ln. Stripping using hydroxylamine nitrate and oxalic acid	Pilot plant tests on simulated waste.
TRUEX ANL	SX. CMP or CMPO/TBP mixtures for Act-Ln. Stripped using hydroxylamine nitrate	Laboratory tests of stages using active simulated waste.
OPIX ANL	Oxalate precipitate for HLW CIC separation	Laboratory tests of concept on simulated active waste.
CCIM	Counter-current ion migration on denitrated HLW	Laboratory tests. Full scale engineering concept.
Non-aqueous	Applied to evaporated or calcined HLW liquors or molten glass. Molten salt transport methods using liquid alloys or CCIM on molten salt solutions or on molten glass solutions	Speculative

要点は以下の通り。

- SolventはCMPO，0.1-0.3M/TBP，1-1.4M in NPHを用いる。
- シュウ酸はZr，Moを除去する為に用いられるが，高濃度HNO_3が必要となり，この為，Strip段前に過剰酸を除く為に第２スクラブ部が必要になるかもしれない。
- Tcの抽出効率は流量，酸濃度，ランタノイドの濃度に依存する。
- Product中にはアクチノイドとランタノイドが共存し両者の分離が必要かもしれない。
- 溶媒洗浄工程ではU，Pu，Np，Zrを除く為にシュウ酸を用いる。
- CMPOからの高分子劣化物を除去するには，ナトリウム洗浄よりもイオン交換樹脂が有効。

表題	A review of techniques for partitioning highly active waste （つづき）	番号	T－1
出典	AERE-R 11966 FPRSC(85) P13		
著者	R. Thompson		
概要	結論として，表中のどの技術についても現状では（June 1986）cost benefitsがないとしている。		



表題	放射性廃液の処理方法	番号	特E－1
出典	公開特許公報(A) 昭63－208798		
著者	遠藤芳浩		
概要	U，Pu除去後のTRU元素を含む高酸性度の放射性廃液をCMPまたはCMPOを含浸させた固体支持体中を通過させて，TRU元素を除去，回収することができる。固体支持体には例えばAmberlite XAD-4（非極性のポリスチレン－DVB樹脂，巨大網状構造）が適している。抽出剤を含浸させた固体支持体を充填したカラムに通水すると，初期には多量の余剰抽出剤が，次いで水に対する溶解度に見合った量の抽出剤が溶出する。TRU元素の吸着カラムの後段に溶出した抽出剤を回収・保持するためのバックアップカラムを設けることにより，抽出剤の溶出によるコストの損失を大きく低減化することができる。バックアップカラムには抽出剤を含浸していないAmberlite XAD-4を充填する。 5N硝酸にCe，Nd，Eu，Fe（Ⅲ）及びSr（Ⅱ）を添加した模擬廃液を用いて，ビーカースケールでの実験を行った結果，カラムボリュームの6倍までの模擬液に対して良好な分離が得られ，カラムボリュームの10倍までの希硝酸により吸着カラムからほぼ全量のセリウムが溶離した。		

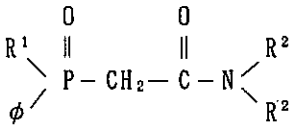
表題	放射性廃液の処理方法	番号	特E－2
出典	公開特許公報(A) 昭63－208799		
著者	遠藤芳浩		
概要	CMP（CMPO）にTBPを混合すると相乗効果が生じ，同濃度のCMP（CMPO）を単独で用いた場合の約2倍の分配係数が得られる。そこで，高価なCMP（CMPO）の使用量を低減化するために，この混合抽出剤を用い，さらに抽出剤の流損失を防止するために抽出剤を固体支持体に含浸させ，廃液中のTRUを除去，回収する。抽出剤を含浸させる固体支持体には例えばAmberlite XAD-4（非極性のポリスチレン－DVB樹脂，巨大網状構造）が適している。 実際にTRU抽出を行うには次の方法による。U（Ⅵ），Pu（Ⅳ）はAmの吸着容量に影響を及ぼすので，まず陰イオン交換樹脂塔でこれらを除去する。次にU，Pu除去後の流出液を，TBP/CMP（CMPO）含浸樹脂を充填した抽出塔へ供給し，TRUを除去，回収する。後段には溶出した抽出剤を回収・保持するためのバックアップカラムを設ける。バックアップカラムには抽出塔と同様の樹脂（未含浸）を充填する。		

表題	放射性廃液の処理方法	番号	特E－3
出典	公開特許公報(A) 昭63－208800		
著者	遠藤芳浩		
概要	CMPまたはCMPOを含浸させた固体支持体（例えばAmberlite XAD-4）を充塡したカラムに廃液を通じ，TRU元素を吸着させて除去，回収することができる。支持体に含浸した抽出剤はカラムに通水すると，その溶解度に応じて溶出していくので，高価な抽出剤を回収する必要がある。したがってTRU回収用の抽出剤含浸カラムの下流に吸着剤カラムを設けて溶出した抽出剤を回収する。吸着剤は抽出剤の固体支持体と同様のものである。抽出剤を吸着したカラムからTRU元素を溶離した後に，アセトンやメタノール溶液等の溶出剤で溶出剤相に移し，この抽出剤含有相を必要に応じてアルカリ洗浄等を行い，抽出剤含有相と水相とに分離し，劣化不純物を除去し，その後，抽出剤含有相を減圧下に置くことによって抽出剤を揮発回収する。		

表題	Method for extracting Lanthanides and Actinides from acid solutions	番号	特H－1
出典	United States Patent : Patent No.4548790 Date of Patent Oct. 22. 1985		
著者	E. Philip Horwitz, Dale G. Kalina, Louis Kapian, George W. Mason, (Inventors)		

概要

・Lanthanides, Actinidesを酸溶液から抽出する方法の特許である。抽出剤は



であり

ϕ : フェニル基
R^1 : 直鎖あるいは分岐alkyl, alkoxyalky基で炭素数６～12
R^2 : 炭素数３～６のalkyl基

と定義されている。

・発明の背景，要約に続き上記のうち有効な抽出剤（ϕ，R^1，R^2の種々のバリエーションに対して）の詳細が述べられており，「データ」に示す４つのグラフと３つの表が示されている。

・これらのうち特記事項を挙げると以下の通り

◦抽出剤の調及び精製法について

「Separation Science and Technology, 17(10) pp. 1261-1279, 1982」にあり，

◦抽出温度は25℃～75℃の間で特に性能に対してCrificalではない。

◦一般的に接触時間はCrificalではない。

◦発明のPaperが紹介されており，以下の通り。

Kalira, D. G. et al., "The Extraction of Am(Ⅲ) and Fe(Ⅲ) by Selected Dihexyl N,N-Dialkylcarbamoyl Methyl-Phosphonates, -Phosphinates and -Phosphine Oxides from Nitrate Media", Separation Sci. and Tech., 16(9), pp. 1127-1145, (1981).

Horwitz, E. P. et al., "Selected Alkyl(Phenyl)-N,N-Dialkylcarbamoylmethylphosphine Oxides as Extractants for Am(Ⅲ) from Nitric Acid Media", Saparation Sci. and Tech., 17(10), pp. 1261-1279, (1982).

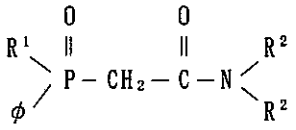
Medved, T. Ya. et al., "Dialkyl(Diaryl)[Dialkylcarbamoylmethyl] Phosphine Oxides",

表題	Method for extracting Lanthanides and Actinides from acid solutions (つづき)	番号	特H－1
出典	United States Patent : Patent No.4548790 Date of Patent Oct. 22. 1985		
著者	E. Philip Horwitz, Dale G. Kalina, Louis Kapian, George W. Mason, (Inventors)		
概要	Izv. Akad. Nauk SSSR. Ser. Khim., 9, pp. 2121-2127, (1981), (Chem. Abst. 96 : 35411, (1982)). Matrosov, E. I. et al., "Protonation of Carbamoylmethyl-Phosphoryl Compounds", DOkl. Akad. Nauk SSSR, 273(6), pp. 1419-1422, [Phys. Chem.], (1983), (Chem. Abst. 100 : 21005). Chmutova, M. K. et al., "Extraction of Transplutonium Elements with Diphenyl(Alkyl)Dialkylcarbamoylmethylphosphine Oxided", J. Radioanal. Chem. 80(1-2), pp. 63-69, (1973), (Chem. Abst. 99 : 202203). Horwitz, E. P. et al., "The Extraction of Th(Ⅳ) and U(Ⅵ) by Dihexyl-N, N-Diethylcarbamoylmethylphosphonate from Aqueous Nitrate Media", Separation Sci. and Tech, 16(4), pp. 403-416, (1981). Horwitz, E. P. et al., "The Extraction of Selected Transplutonium(Ⅲ) and Lanthanide(Ⅲ) Ions by Dihexyl-N,N-Diethylcarbamoylmethylphosphonate from Aqueous Media", Separation Sci. and Tech., 16(4), pp. 417-437, (1981). Muscatello et al., "The Extraction of Am(Ⅲ) and Eu(Ⅲ) from Aqueous Ammonium Thiocyanate by Dihexyl-N,N-Diethylcarbamoylmethylphosphonate and Related Compounds", Separation Sci. and Tech., 16(6), p. 859, (1982). Horwitz et al., "Carbamoylmethylphosphoryl Derivatives as Actinide Extractants and their Significance on the Processing and Recovery of Plutonium and other Actinides", Plutonium Chemistry, ACS Symp. Series, 216, Chapt. 22, p. 443 (1983), ed. by William T. Carhell and Gregory R. Choppin.		

表題	Method for Extracting Lanthanides and Actinides from Acid Solutions by Modification of PUREX solvent	番号	特H－2
出典	United States Patent No.4574072 May. 4. 1986		
著者	E. Philip Horwitz, Dale G. Kalinia, et al.		

概要

アルゴンヌ国立研究所では，水相中のランタノイド及びアクチニドの回収法として，二配位有機リン酸化合物を用いる溶媒抽出法が研究されており，E. Philip Horwitzらは，抽出剤として次の様な構造をもつアルキル（フェニル）N，Nジ・アルキル・カルボニル・メチル・リン酸化合物（alkyl(phenyl)-N,N-diakylcarbamoylmethylphosphine oxides）に着目し，従来のPurexプロセスの抽出液（TBP－nパラフィン系）にこの抽出剤を添加することによって，原子価調整をせずに酸性溶液中の多価ランタノイド及びアクチノイドを抽出できるとして特許を提出している。



（ϕはフェニル基，R^1は6～12コの炭素からなるアルキル基，又はアルコキシル基，R^2は3～6コの炭素からなるアルキル基）