

硝酸ウラニルの過飽和溶解度測定試験

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

2003年2月

三菱マテリアル株式会社

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

電話：029-282-1122(代表)
ファックス：029-282-7980
電子メール：jserv@jnc.go.jp

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)
2003

硝酸ウラニルの過飽和溶解度測定試験 (核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

山崎和彦* 近沢孝弘* 田巻喜久*

要 旨

晶析法は、新たな試薬を使用せずに、不純物を含む大量の U 溶液から、U のみを部分的に回収できることから、PUREX 法を基盤とする再処理技術に適合すると思われる。これまでに小規模試験を実施し、硝酸ウラニル結晶が得られることが確認されている。

晶析工程におけるウランの回収率を上げるための案として、溶液を一次核発生温度、すなわち一次過飽和溶解度におくことが挙げられる。一次核発生が促進され、結晶核が早く現れることにより、短い運転時間で収率を稼ぐことが可能になる。

晶析工程における製品の除染係数を向上させる一つの方法として、ウラン結晶の柳径を大きくすることが挙げられる。ウラン結晶の粒径を大きくするためには、二次核発生を抑制するために、溶液を過飽和溶解度と一次過飽和溶解度の間の準安定領域に保持することが必要となる。

そこで、本試験では、再処理工程を想定した硝酸ウラニル溶液を冷却し、結晶析出温度を測定することにより、その過飽和溶解度を評価した。

本報告書は、三菱マテリアル株式会社が核燃料サイクル開発機構との契約により実施した業務成果に関するものである。

機構担当部課室：東海事業所 環境保全・研究開発センター

先進リサイクル研究開発部 先進再処理技術開発グループ

*三菱マテリアル株式会社

The study of the super-saturated concentration of UNH solution
(Document Prepared by Other Institute, Based on The Contract)

Kazuhiko Yamasaki*, Takahiro Chikazawa* and Yoshihisa Tamaki*

Abstract

Crystallization procedure is considered to have an adaptability to new reprocessing process based on the PUREX process because it has an advantage in recovering rather pure uranium from contaminated uranium solution without any reagents. Up to now, a small-scale uranium test has been performed to confirm an applicability of crystallization.

We have a suggestion to increase the amount of product from crystallization procedure. Firstly, we keep the UNH solution at the first degree of super-saturated concentration before crystallization. While keeping the degree, primary nucleation progresses in the solution. This treatment will increase the amount of UNH crystal from the solution by the time.

Our other suggestion is to increase the decontamination factor of product. For this purpose, we should restrain secondary nucleation due to increase the size of UNH crystal. If the UNH solution is kept at degree between saturated and super-saturated concentration, it would cause to increase the size of UNH crystal while crystallizing.

In this study, we estimate the degree of super-saturated concentration of UNH solution concerning the reprocessing process.

This work was performed by Mitsubishi Materials Corporation under the contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute.

JNC Liaison : Recycle Process Technology Group, Advanced Fuel Cycle Technology Division,
Waste Management and Fuel Cycle Research Center, Tokai Works

* Mitsubishi Materials Corporation

目次

1. はじめに	1
1.1 研究目的	1
1.2 研究内容	1
1.3 研究期間	2
1.4 研究体制	2
2. 硝酸ウラニルの過飽和溶解度測定試験	3
2.1 試験の概要	3
2.2 試験方法	3
2.2.1 試験液の調製	3
2.2.2 試験手順	3
2.3 結果と考察	5
3. おわりに	14
4. 参考文献	15
付 - 1 過飽和溶解度決定法の詳細	付 - 1(1)
付 - 2 各グラフの数値データ	付 - 2(3)

目 次

図 2.2.2-1	試験装置の概略	4
図 2.3.1-1	試験の外観	7
図 2.3.1-2	試験液 1 における溶液温度及びその常用対数の経時変化	8
図 2.3.1-3	試験液 2 における溶液温度及びその常用対数の経時変化	9
図 2.3.1-4	試験液 1 における溶液温度及び溶液中 U 濃度の経時変化	10
図 2.3.1-5	試験液 2 における溶液温度及び溶液中 U 濃度の経時変化	11
図 2.3.1-6	溶液温度と溶液中 U 濃度の関係	12

表 目 次

表 2.2.1-1	試験液組成	-----	3
表 2.3.1-1	本試験で評価した過飽和溶解度	-----	13

1. はじめに

1.1 研究目的

先進湿式再処理法では、経済性向上及び廃棄物低減の観点から、溶解液からウランのみを部分的に回収し、溶媒抽出プロセスの処理量を削減する補完要素技術として晶析法に着目している。晶析法は温度による溶解度の違いを利用しており、新たな試薬を使用しないため、PUREX法を基盤とする再処理プロセスに適合すると思われる。これまでピ - カ - スケ - ルでの基礎試験を実施し、晶析法により硝酸ウラニルの結晶が得られることを確認している。

晶析工程におけるウランの回収率を上げるための案として、一次核発生の促進が挙げられる。結晶核が早く現れることにより、溶質の結晶化が促進され、その結果短い運転時間で収率を稼ぐことが可能となる。一次核発生温度、すなわち1次過飽和溶解度は冷却速度や攪拌条件などの影響がほとんど無く、ピ - カ - スケ - ルの試験で得られた結果を用いて、晶析条件決定や装置設計などに資する基礎データとなりうる。

また、晶析製品の除染係数を向上させるためのひとつの方法として、ウラン結晶の粒径を大きくすることが挙げられる。ウラン結晶の粒径を大きくするためには、晶析操作中の二次核発生を抑制し、結晶成長を促す必要がある。二次核発生を抑制するためには溶液を飽和溶解度と1次過飽和溶解度との準安定領域に保持することが必要となる。そのためには1次過飽和溶解度を調査しておく必要がある。

そこで本件では種々の硝酸ウラニル溶液を冷却し、結晶析出温度を測定することにより、その過飽和溶解度曲線を求めることを目的とする。

1.2 研究内容

硝酸ウラニルの過飽和溶解度を測定する試験を実施し、過飽和溶解度曲線を求める。

はじめに、ウラン濃度の異なる硝酸ウラニル溶液を調整し、攪拌条件や冷却速度が一定の条件で各濃度の硝酸ウラニル硝酸溶液の冷却試験を行い、冷却中のウラン濃度変化を測定することにより、過飽和溶解度を求める。なお、溶液のウラン濃度及び酸濃度は核燃料サイクル開発機構で検討している晶析工程を考慮したものとする。

また、冷却終了後に結晶が析出している場合は、温度上昇させて飽和溶解度を測定し、飽和溶解度と過飽和溶解度に差が出来ることを確認する。

1.3 研究期間

自 平成14年10月10日

至 平成15年 2月28日

1.4 研究体制

委託者 核燃料サイクル開発機構

受託者 三菱マテリアル株式会社

2 . 硝酸ウラニルの過飽和溶解度測定試験

2.1 試験の概要

本試験では、一定条件で攪拌する 2 種類のウラン濃度の硝酸ウラニル水溶液を一定速度で冷却した。その際の溶液温度及び溶液中のウラン濃度の経時変化を測定し、過飽和溶解度を評価した。

2.2 試験方法

2.2.1 試験液の調製

硝酸ウラニル結晶を硝酸に溶解し、表 2.2.1-1 に示す試験液を調製した。試験液のウラン濃度及び酸濃度は、晶析法を適用した湿式再処理プラントの概念設計における晶析原料液組成の値として設定した。

表 2.2.1-1 試験液組成

名称	ウラン濃度	硝酸濃度
試験液 1	500g/L	4M
試験液 2	400g/L	

2.2.2 試験手順

試験装置の概略を図 2.2.2-1 に示す。はじめに、ジャケット付きガラス容器（容積約 1000mL）のジャケット部に 10 の冷媒（60vol%エチレングリコール + 40vol%水）を 100mL/min で供給した。

次に、予め 70 で 1 時間保持した試験液 500mL を容器に張り込んだ。その後、攪拌翼を用いて 1000rpm で試験液を攪拌しながら熱電対で溶液温度を測定した。試験液温度が飽和するまで約 1 時間冷却を行い、その間に適宜試験液の一部を分取した。冷却終了後、冷媒温度を上昇させ、試験液温度が飽和した後 30 分間保持し、同様に試験液の一部を分取した。この際の設定温度は、冷却前の試験液の飽和温度から、急激な結晶発生温度までの間で数点設定した。

試験液より分取した各試料については、ICP-AES を用いてウラン濃度を測定した。なお、採取した試料は、全て採取直後にメンブランフィルター（0.2 μm）を用いてろ過を行い、試料中に含まれる結晶を取り除くと共に、希釈操作を行って更なる結晶の発生を防いだ。

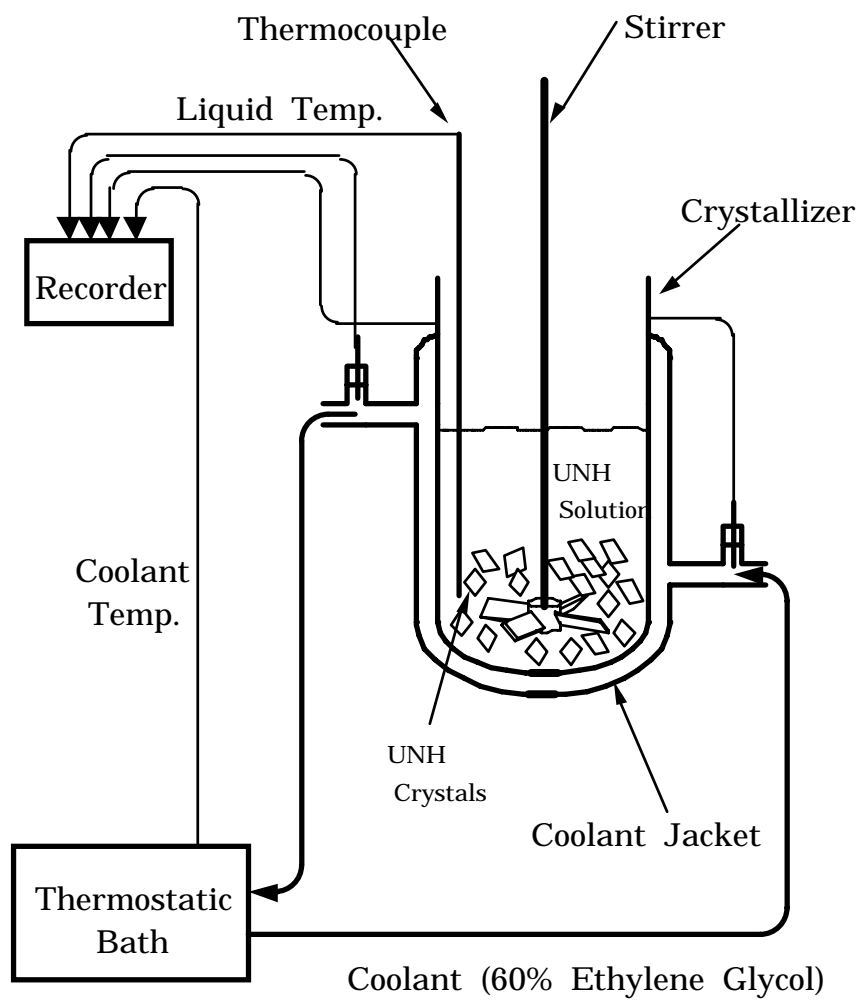


図 2.2.2-1 試験装置の概略

2.3 結果と考察

試験中の外観を図 2.3.1-1 に示す。試験液 1 及び 2 における溶液温度 (t) 及び溶液温度と冷媒温度 (t_w) の差の常用対数 ($\log(t - t_w)$) の経時変化を、それぞれ図 2.3.1-2 及び 3 に示す。試験液 1 では試験開始後約 5 分、試験液 2 では同約 7 分において、多量の結晶の析出が目視で観察された。結晶が析出する時間は、図 2.3.1-2 及び 3 で溶液温度が上昇し始めた時間に対応している。この温度上昇は、多量の結晶の発生に伴う晶析熱によるものと考えられる。次に、結晶が析出する直前の温度は、試験液 1 では ~ 26 、試験液 2 では ~ 22 であった。これらは既知の飽和温度(試験液 1 では ~ 36 、試験液 2 では ~ 28)²⁾以下であり、両試験とも、過飽和溶解度に達した後に硝酸ウラニル結晶が析出したと確認される。

図 2.3.1-2 及び 3 において示すように、 $\log(t - t_w)$ の経時変化に 4 本の直線(決定法は付録 1 参照)を近似し、それぞれの交点から第一及び第二過飽和度を求めた。

各交点で区切られる温度域は、以下の状態に対応していると考えられる。まず、飽和溶解度から第一過飽和度までは、冷媒によって一定速度で温度が低下する。次に、から第二過飽和度までは、冷媒による冷却に加えて溶液内に微小な結晶核が発生する。この領域において、からと比べて $\log(t - t_w)$ の傾きが僅かに小さくなったのは、結晶核の発生に伴う晶析熱によって冷却速度が僅かに減少するためと説明される。から第一過飽和度までは、急激な結晶の析出による晶析熱の発生に伴い、溶液温度が上昇する。また、は、既報¹⁾より経験的に第一過飽和度曲線上にあるとされており、これも第一過飽和度として採用した。最後に、以降は、結晶析出速度がほぼ一定で、晶析熱の発生と冷媒による冷却が同時に起こっていると考えられる。

図 2.3.1-4 及び 5 に、試験液 1 及び 2 における溶液温度及び溶液中ウラン濃度の経時変化を示す。また、の時刻におけるウラン濃度を評価し、過飽和溶解度とした。

更に、図 2.3.1-2~5 において行った検討結果と、評価した過飽和溶解度を表 2.3.1-1 に示す。また、本試験における溶液温度と溶液中ウラン濃度の関係と、評価した第一及び第二過飽和溶解度を図 2.3.1-6 に示す。なお、既報¹⁾より、過飽和溶解度曲線は溶解度曲線と平行であるとされることから、評価した過飽和溶解度に対して既知の溶解度曲線と平行な曲線をフィッティングし、これを過飽和溶解度曲線として図中に示した。

冷却操作終了後には、冷媒温度を昇温し、試験液温度が飽和して 30 分が経過した時の溶液中ウラン濃度と溶液温度を測定した。図 2.3.1-6 中にこのときの結果を示す。測定値はいずれもほぼ溶解度曲線上にあり、溶液中ウラン濃度がほぼ飽和溶解度であったことが分かる。これは、測定時に結晶が溶液中に残留していたことから確かめられる。一方、冷却操作中の同一温度における溶液中ウラン濃度の方が、昇温操作中の溶液中ウラン濃度より高かったことから、冷却操作中の硝酸ウラニル濃度は過飽和状態であったことが確かめられる。

以上より、硝酸濃度 4 M時の硝酸ウラニルの第一及び第二過飽和溶解度曲線を評価した。20～30℃において、第一過飽和度は、30～50g-U/Lの過飽和濃度（=過飽和時の濃度 - 飽和濃度）であり、第二過飽和度は、およそ 60～100g-U/Lの過飽和濃度であることが示される。

なお、一般に、第一過飽和度は攪拌などの影響を受けにくい、第二過飽和度は、攪拌等の影響を受けやすく、試験条件によって異なることに注意を有する。



(1) 液の張り込み直後



(2) 晶析直後



(3) 攪拌停止

図 2.3.1-1 試験の外観

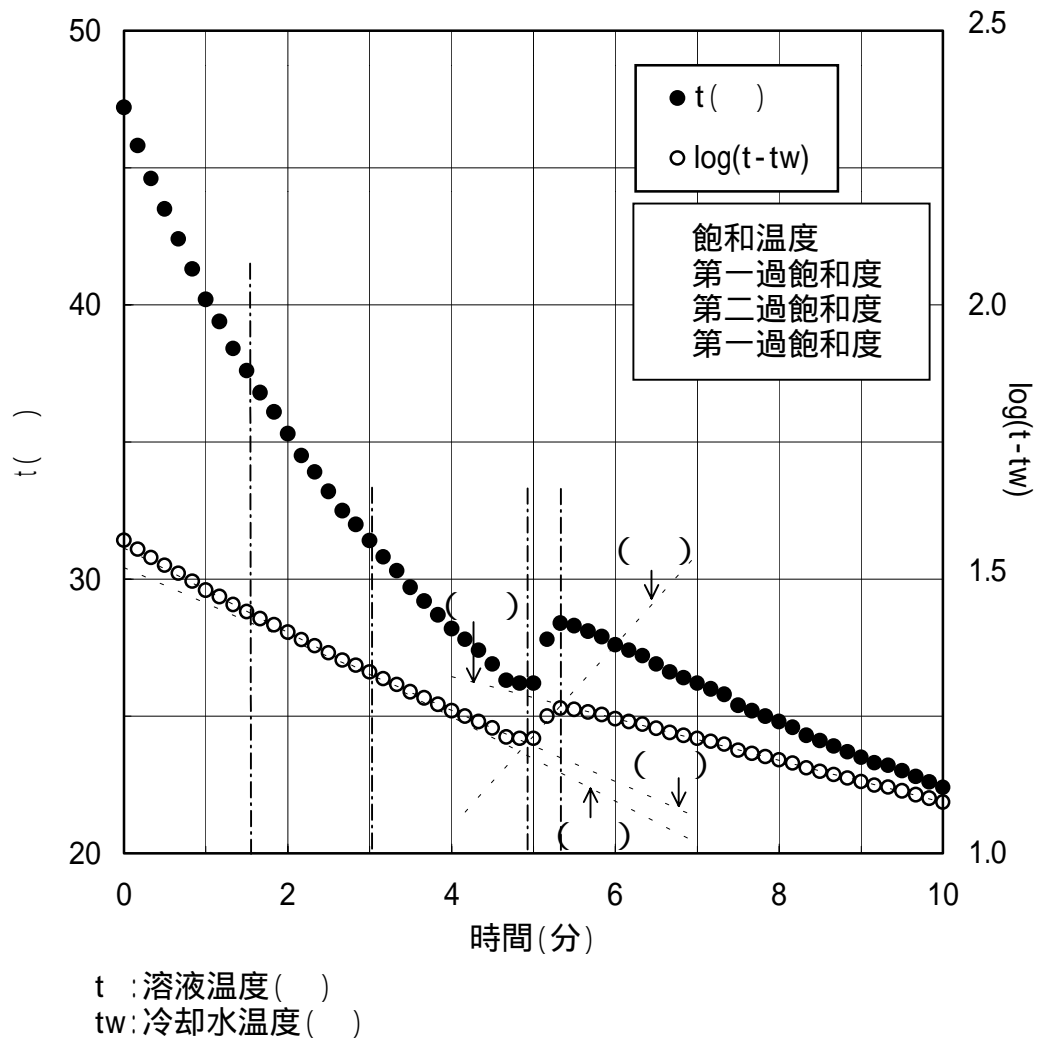


図 2.3.1-2 試験液 1 における溶液温度及びその常用対数の経時変化

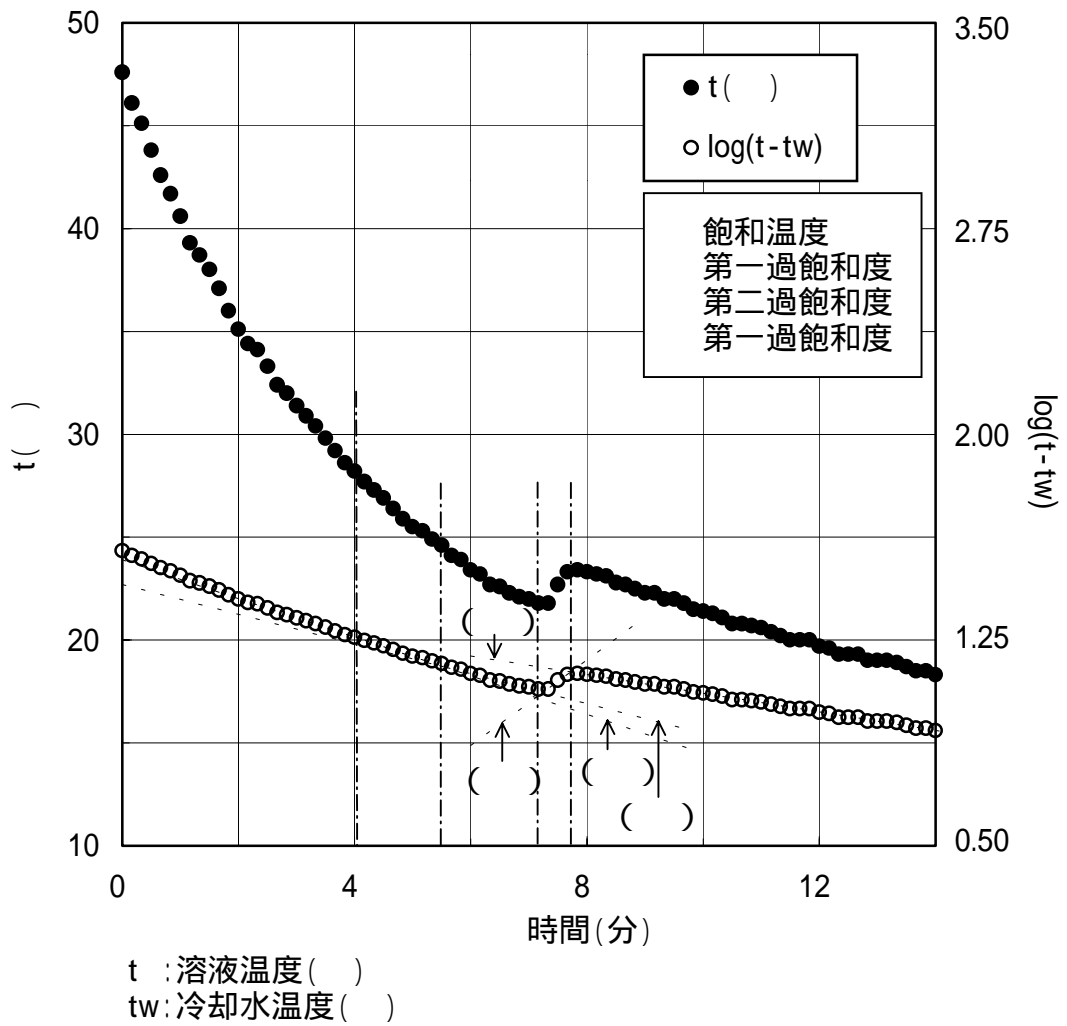


図 2.3.1-3 試験液 2 における溶液温度及びその常用対数の経時変化

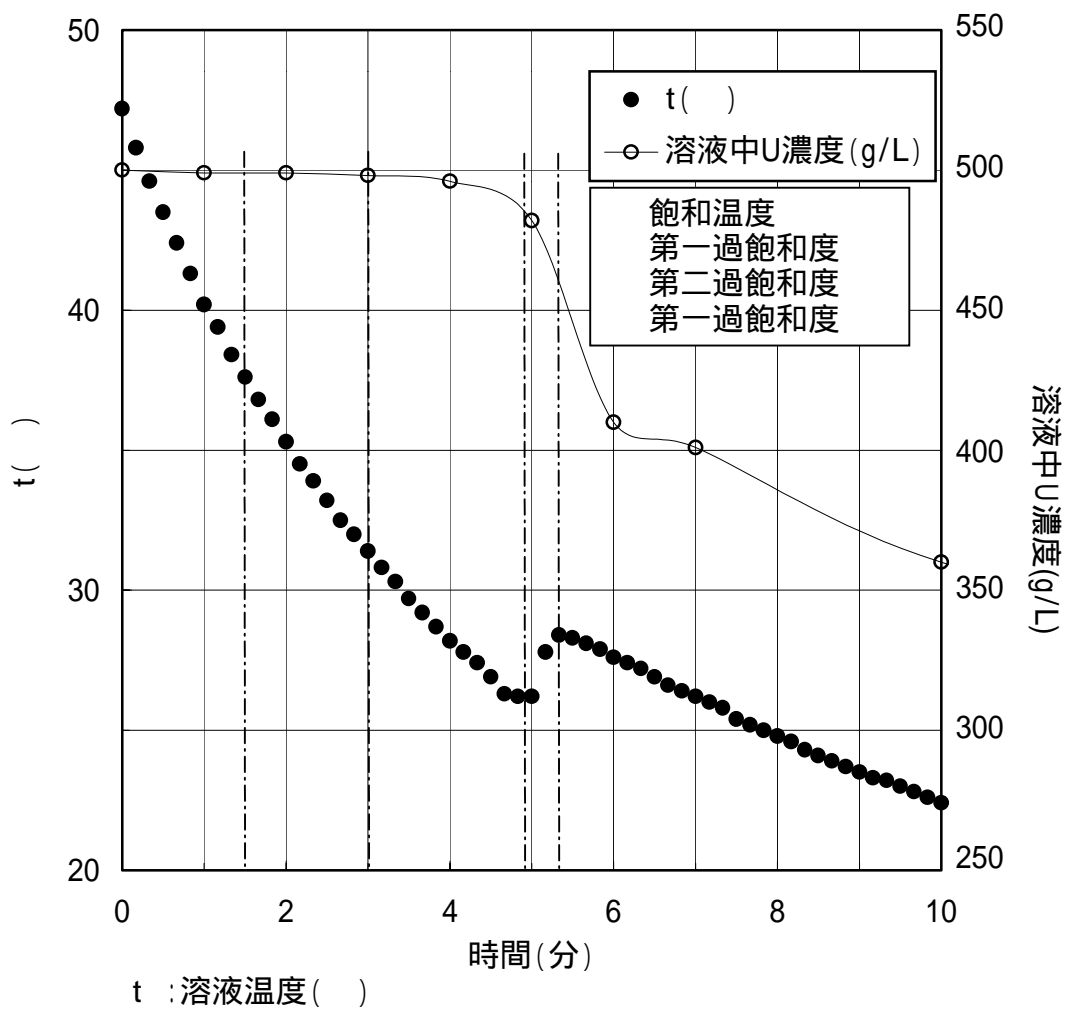


図 2.3.1-4 試験液 1 における溶液温度及び溶液中U濃度の経時変化

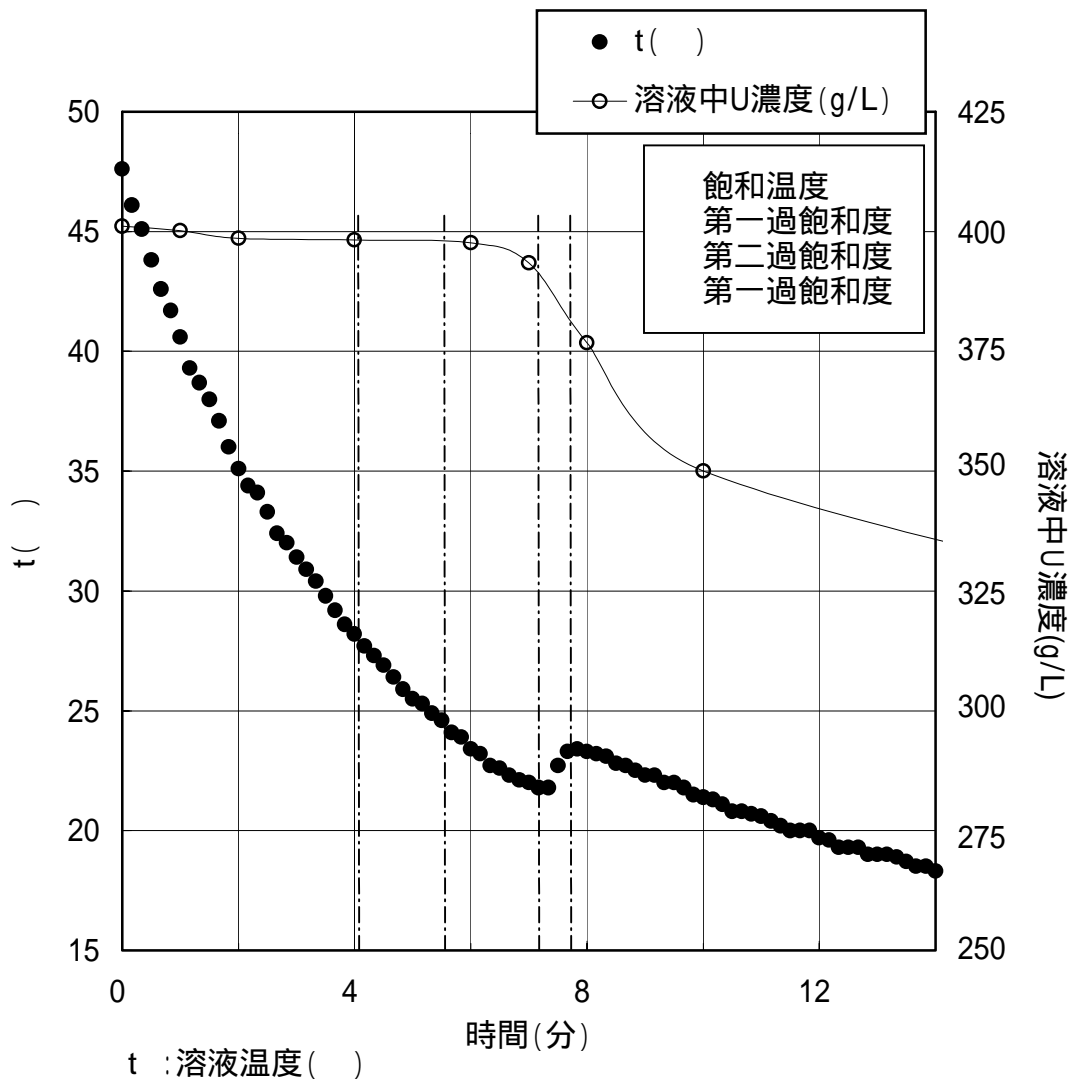


図 2.3.1-5 試験液 2 における溶液温度及び溶液中U濃度の経時変化

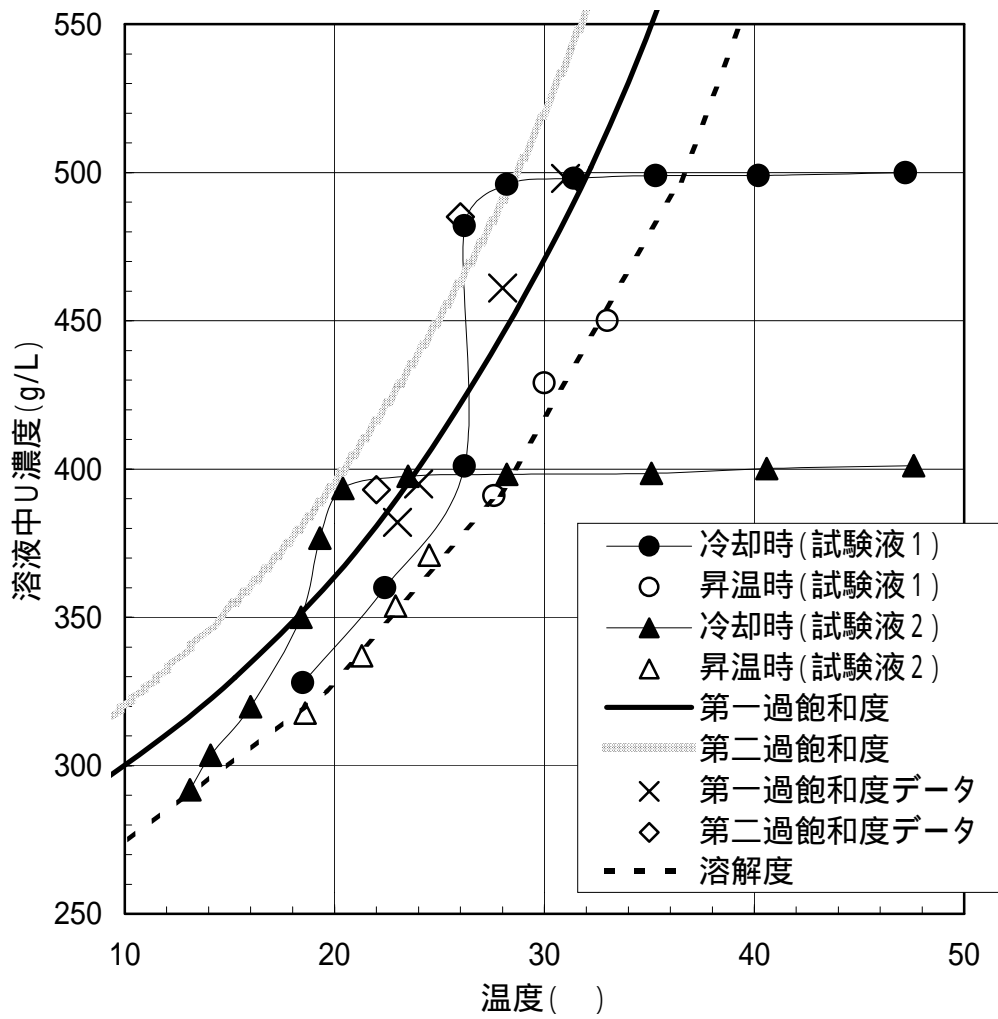


図 2.3.1-6 溶液温度と溶液中U濃度の関係

表 2.3.1-1 本試験で評価した過飽和溶解度

試験条件	評価項目	温度()	ウラン濃度(g-U/L)
試験液 1 500g-U/L 4M 硝酸	飽和溶解度*	37	500
	第一過飽和度	31	498
	第二過飽和度	26	485
	第一過飽和度	28	461
試験液 2 400g-U/L 4M 硝酸	飽和溶解度*	28	400
	第一過飽和度	24	395
	第二過飽和度	22	393
	第一過飽和度	23	382

*文献値²⁾

3. おわりに

本試験では、先進湿式再処理法における晶析プロセス開発に資することを目的に、硝酸溶液中における硝酸ウラニルの過飽和溶解度曲線を求めた。硝酸ウラニル水溶液冷却時の溶液温度及び溶液中ウラン濃度の経時変化から、4M 硝酸溶液中における硝酸ウラニルの過飽和溶解度曲線を評価した。

4. 参考文献

- 1) 谷本明他：” 硫酸銅水溶液の過飽和溶解度について ”、化学工学誌、Vol.26-12(1962)
- 2) Gmelin Handbook of Inorganic Chemistry , Uranium , Vol.C7 , P110

1) 過飽和溶解度決定法の詳細

1. 概要

本試験では、過飽和溶解度測定法として、一定温度の冷媒で硝酸ウラニル水溶液を冷却する際の温度及びウラン濃度の経時変化から評価する方法を採用した。以下では用いた方法の詳細と結果について示す。

2. 解析方法

2.1 原理

晶析理論では、一定速度で過飽和濃度にある溶液を冷却した際、溶液が第一過飽和度を越えると核発生が始まり、その際生じる晶析熱によって冷却速度に変化が生じる。既報¹⁾によると、溶液温度を t 、冷媒温度を t_w とした場合、 $\log(t-t_w)$ が直線からずれる点を第一過飽和度とすることができる。次に、この液を冷却し続け、第二過飽和度を超えると、急激に結晶が発生する。また、温度が再び下降をはじめめる点は、経験的に第一過飽和度を取るとされていることから、この値も採用する。

2.2 解析手順

以下に、既報¹⁾に基づいて行った具体的な解析手順を示す。

- (1) \log (溶液温度 () - 冷媒温度 ()) と温度の関係を点綴する。
- (2) 既存溶解度データ²⁾より試験液の飽和溶解度 (飽和濃度になる温度) を評価し、このときの時刻を点 とする。
- (3) から溶液温度が上昇に転じる時刻までの間で、 を起点に近似範囲を少しずつ広げながら直線近似を行い、近似直線の傾きの変化を調べる。傾きが大きくかわらず、なおかつ近似範囲がなるべく広くとれる範囲を直線近似する。これを直線 () とする。
- (4) から溶液温度が上昇に転じる時刻までの間で、「溶液温度が上昇に転じる時刻」を起点に近似範囲を少しずつ広げながら直線近似を行い、近似直線の傾きの変化を調べる。傾きが大きくかわらず、なおかつ近似範囲がなるべく広くとれる範囲を直線近似する。これを直線 () とする。
- (5) 直線 () と直線 () の交点を点 (第一過飽和度) とする。直線 () と直線 () の交点を点 (第二過飽和度) とする。
- (6) 急激な核発生時の温度上昇を直線近似 (これを直線 ()) する。近似範囲は、溶液温度が上昇に転じてから再び下降を始めるまでの間とする。
- (7) 急激な核発生後の温度低下を直線近似 (これを直線 ()) する。近似範囲は、溶液温度が下降に転じてから 3 分間とする。
- (8) 直線 () と直線 () の交点を点 (第一過飽和度) とする。

3. 解析結果

試験結果について、2 項の解析方法を適用して得られた近似直線の式及び交点を表 3.1-1 ~ 2 に示す。ここで示した近似直線は、いずれも実験値との相関係数は 0.999 以上であり、直線近似は妥当といえる。なお、ここでは温度の経時変化に対する解析結果のみを示すに留めた。

表 3.1-1 試験液 1 における近似直線及び交点一覧

分類	Log(t-tw) - t (分) における近似式	近似範囲 (分)	交点
直線 ()	$Y = -7.69 \times 10^{-2} X + 1.56$	1.5 ~ 2.0	(1.5 分、38)
直線 ()	$Y = -6.50 \times 10^{-2} X + 1.52$	3.5 ~ 4.8	() () (3.0 分、31)
直線 ()	$Y = 1.66 \times 10^{-1} X + 0.384$	5.0 ~ 5.3	() () (4.9 分、26)
直線 ()	$Y = -3.38 \times 10^{-2} X + 1.48$	5.5 ~ 8.7	() () (5.3 分、29)

表 3.1-2 試験液 2 における近似直線及び交点一覧

分類	Log(t-tw) - t (分) における近似式	近似範囲 (分)	交点
直線 ()	$Y = -7.04 \times 10^{-2} X + 1.54$	4.0 ~ 5.0	(4.0 分、28)
直線 ()	$Y = -5.43 \times 10^{-2} X + 1.45$	6.0 ~ 7.0	() () (5.5 分、24)
直線 ()	$Y = 1.56 \times 10^{-1} X - 0.0695$	7.3 ~ 7.7	() () (7.2 分、22)
直線 ()	$Y = -3.39 \times 10^{-2} X + 1.39$	7.8 ~ 10.8	() () (7.7 分、24)

4. まとめ

試験結果の解析手順と解析結果の詳細を示した。得られた近似直線は、近似した範囲で、いずれも実験値との相関係数は 0.999 以上であり、直線近似は妥当といえる。

2) 各グラフの数値データ

1. 概要

ここでは、本文中の図 2.3.1-2～6 の数値データを示す。

2. 数値データ

表 2.1-1 図 2.3.1-2 の数値データ

時間 (分)	温度 ()	log(t-Tw)	時間 (分)	温度 ()	log(t-Tw)	時間 (分)	温度 ()	log(t-Tw)
0.00	47.2	1.57	4.00	28.2	1.26	8.00	24.8	1.17
0.17	45.8	1.55	4.17	27.8	1.25	8.17	24.6	1.16
0.33	44.6	1.54	4.33	27.4	1.24	8.33	24.3	1.16
0.50	43.5	1.53	4.50	26.9	1.23	8.50	24.1	1.15
0.67	42.4	1.51	4.67	26.3	1.21	8.67	23.9	1.14
0.83	41.3	1.50	4.83	26.2	1.21	8.83	23.7	1.14
1.00	40.2	1.48	5.00	26.2	1.21	9.00	23.5	1.13
1.17	39.4	1.47	5.17	27.8	1.25	9.17	23.3	1.12
1.33	38.4	1.45	5.33	28.4	1.26	9.33	23.2	1.12
1.50	37.6	1.44	5.50	28.3	1.26	9.50	23.0	1.11
1.67	36.8	1.43	5.67	28.1	1.26	9.67	22.8	1.11
1.83	36.1	1.42	5.83	27.9	1.25	9.83	22.6	1.10
2.00	35.3	1.40	6.00	27.6	1.25	10.00	22.4	1.09
2.17	34.5	1.39	6.17	27.4	1.24			
2.33	33.9	1.38	6.33	27.2	1.24			
2.50	33.2	1.37	6.50	26.9	1.23			
2.67	32.5	1.35	6.67	26.6	1.22			
2.83	32.0	1.34	6.83	26.4	1.21			
3.00	31.4	1.33	7.00	26.2	1.21			
3.17	30.8	1.32	7.17	26.0	1.20			
3.33	30.3	1.31	7.33	25.8	1.20			
3.50	29.7	1.29	7.50	25.4	1.19			
3.67	29.2	1.28	7.67	25.2	1.18			
3.83	28.7	1.27	7.83	25.0	1.18			

表 2.1-2 図 2.3.1-3 の数値データ

時間 (分)	温度 ()	log(t-Tw)	時間 (分)	温度 ()	log(t-Tw)	時間 (分)	温度 ()	log(t-Tw)
0.00	47.6	1.58	5.00	25.5	1.19	10.00	21.4	1.06
0.17	46.1	1.56	5.17	25.3	1.18	10.17	21.3	1.05
0.33	45.1	1.55	5.33	24.9	1.17	10.33	21.1	1.05
0.50	43.8	1.53	5.50	24.6	1.16	10.50	20.8	1.03
0.67	42.6	1.51	5.67	24.1	1.15	10.67	20.8	1.03
0.83	41.7	1.50	5.83	23.9	1.14	10.83	20.7	1.03
1.00	40.6	1.49	6.00	23.4	1.13	11.00	20.6	1.03
1.17	39.3	1.47	6.17	23.2	1.12	11.17	20.4	1.02
1.33	38.7	1.46	6.33	22.7	1.10	11.33	20.2	1.01
1.50	38.0	1.45	6.50	22.6	1.10	11.50	20.0	1.00
1.67	37.1	1.43	6.67	22.3	1.09	11.67	20.0	1.00
1.83	36.0	1.41	6.83	22.1	1.08	11.83	20.0	1.00
2.00	35.1	1.40	7.00	22.0	1.08	12.00	19.7	0.99
2.17	34.4	1.39	7.17	21.8	1.07	12.17	19.6	0.98
2.33	34.1	1.38	7.33	21.8	1.07	12.33	19.3	0.97
2.50	33.3	1.37	7.50	22.7	1.10	12.50	19.3	0.97
2.67	32.4	1.35	7.67	23.3	1.12	12.67	19.3	0.97
2.83	32.0	1.34	7.83	23.4	1.13	12.83	19.0	0.95
3.00	31.4	1.33	8.00	23.3	1.12	13.00	19.0	0.95
3.17	30.9	1.32	8.17	23.2	1.12	13.17	19.0	0.95
3.33	30.4	1.31	8.33	23.1	1.12	13.33	18.9	0.95
3.50	29.8	1.30	8.50	22.8	1.11	13.50	18.7	0.94
3.67	29.2	1.28	8.67	22.7	1.10	13.67	18.5	0.93
3.83	28.6	1.27	8.83	22.5	1.10	13.83	18.5	0.93
4.00	28.2	1.26	9.00	22.3	1.09	14.00	18.3	0.92
4.17	27.7	1.25	9.17	22.3	1.09			
4.33	27.3	1.24	9.33	22.0	1.08			
4.50	26.9	1.23	9.50	22.0	1.08			
4.67	26.4	1.21	9.67	21.8	1.07			
4.83	25.9	1.20	9.83	21.5	1.06			

表 2.1-3 図 2.3.1-4 の数値データ*

時間 (分)	濃度 (g-U/L)
0	500
1	499
2	499
3	498
4	496
5	482
6	410
7	401
10	360

*温度の経時変化は、表 2.1-1 に示したので除く。

表 2.1-4 図 2.3.1-5 の数値データ*

時間 (分)	濃度 (g-U/L)
0	401
1	400
2	399
4	398
6	398
7	393
8	377
10	350

*温度の経時変化は、表 2.1-2 に示したので除く。

表 2.1-5 図 2.3.1-6 の数値データ*

(1) 試験液 1 における溶液温度 - 液中U濃度の関係

温度 ()	濃度(g/L)	分類
47.2	500	冷却時
40.2	499	冷却時
35.3	499	冷却時
31.4	498	冷却時
28.2	496	冷却時
26.2	482	冷却時
26.2	401	冷却時
22.4	360	冷却時
18.5	328	冷却時
27.9	392	昇温時
30.0	429	昇温時
33.0	450	昇温時

(2) 試験液 2 における溶液温度 - 液中U濃度の関係

温度 ()	濃度(g/L)	分類
47.6	401	冷却時
40.6	400	冷却時
35.1	399	冷却時
28.2	398	冷却時
23.5	398	冷却時
20.4	393	冷却時
19.3	377	冷却時
18.4	350	冷却時
16.0	320	冷却時
14.1	303	冷却時
13.1	292	冷却時
18.6	318	昇温時
21.3	337	昇温時
22.9	354	昇温時
24.5	371	昇温時

*過飽和溶解度等は、本文中表 2.3.1-1 に示したので除く。