JNC TN8420 2004-002

JCO臨界事故に関するサイクル機構とJCOとの関係について

—改定第2版—

（調査報告）

2005年2月

核燃料サイクル開発機構
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)
2005

JNC TN8420 2004-002
2005年2月

ＪＣＯ臨界事故に関するサイクル機構とＪＣＯとの関係について
－改訂第２版－
（調査報告）

金盛　正至[*1]
柳橋　勝美[*2]
岡本　成利[*3]

要旨

平成11年9月30日、株式会社ジェー・シー・オー（以下、ＪＣＯという）[注)]において臨界事故が発生した。この事故は、サイクル機構がＪＣＯに発注した高速実験炉「常陽」燃料用としてウラン濃縮度約18.8%、約60kgUの八酸化三ウラン（U_3O_8）を硝酸ウラニル溶液（UNH）へ再転換加工する作業中に発生したものである。

住友金属鉱山㈱等[注)]は、国のウラン加工事業分野における民間事業者育成方針に則りウラン加工事業を開始し、「住友ＡＤＵプロセス」を開発していたことから、サイクル機構は住友金属鉱山㈱[注)]等をウラン原料再転換加工の契約先として選定してきた。

サイクル機構は濃縮度約18.8%の濃縮ウランにかかわる再転換加工を昭和60年度の最初の契約から約14年間にわたり旧日本核燃料コンバージョン㈱およびＪＣＯ[注)]にほぼ毎年委託してきたが、その間、製品の品質に問題があったことは一度もなかった。サイクル機構は、品質保証の観点から契約に基づく立会検査を実施し、発注者としての責務を果たしてきた。一方、ウランの再転換加工における安全管理の責任は、国の安全審査を経て加工事業許可を取得した旧日本核燃料コンバージョン㈱等[注)]にあり、当然、事業許可の範囲で作業を実施しているものとサイクル機構は認識していた。

原子力安全委員会が設置したウラン加工工場臨界事故調査委員会の調査によりＪＣＯは事業許可とは異なる方法で作業を行っていたことが判明したが、サイクル機構は、その違反行為とみなされた作業方法について一度も説明を受けておらず、また、ＪＣＯからの提出図書類にもかかる記述は無かったことから、サイクル機構は、その違法行為を知ることができなかった。臨界事故はJCOが、加工事業許可および保安規定を遵守するとともに、サイクル機構の承認したクロスブレンディング法により作業が実施されていれば当然防げたと考えられる。

本報告書は、サイクル機構とＪＣＯとの「常陽」燃料用濃縮ウランの再転換加工の契約に関して、原子力開発が開始された当時のウラン加工事業に関する国の方針、ＪＣＯへの発注の経緯、契約内容等について記述した先の調査報告書「ＪＣＯ臨界事故に関するサイクル機構とＪＣＯとの関係について」（JNC　TN8420　2002－004）および「ＪＣＯ臨界事故に関するサイクル機構とＪＣＯとの関係について　－改訂版－」（JNC TN8420　2003－003）の発行後も継続して事実関係の再調査や再確認を行ってきており、

これらを反映して改訂第２版としてまとめ直したものである。尚、今後引用等が必要な場合は本報告書を参考とされたい。

注）社名の表記及び再転換加工の表記については、１ページの注記を参照のこと。

---

*1　プルトニウム燃料センター技術部（現、安全推進本部）
*2　プルトニウム燃料センター技術部管理課
*3　プルトニウム燃料センター技術部管理課（現、製造加工部設計評価 Gr）

JNC TN8420 2004-002
February , 2005

The Relationship of JNC and JCO in the Uranium Processing Plant Criticality Accident
- The second revision edition -
(Survey Document)

Masashi Kanamori *1
Katsumi Yanagibashi *2
Naritoshi Okamoto *3

Abstract

On September 30th 1999, the criticality accident occurred at JCO's uranium conversion building in Tokai. The accident occurred during reconversion from U_3O_8 to uranium nitrate solution (UNH) with uranium enriched 18.8% and about 60kgU. JCO contracted with JNC to supply UNH that is fuel material for the experimental fast breeder reactor "JOYO".

JNC has contracted with JCO that had started nuclear fuel material processing business following a definite policy of Japanese government and developed "SUMITOMO ADU PROCESS".

JNC made the first contract with JCO in 1985 and has made a contact every year. There had never been a problem in their products. JNC inspected products based on contract. JNC discharge our duty as customer inspecting products based on contract. As for safety control, JCO had taken licensing safety review and had been permitted to be "a processing facility". Therefore JNC understood that JCO produced following this license.

"The Uranium Processing Plant Criticality Accident Investigation" showed that JCO had been taking a different method from the permit and violating the license. However JNC had never been explained about that and JCO's operation procedures had never described about that. Therefore the Criticality Accident couldn't be avoided.

The reports is the revision of former JNC TN8420 2003-003.

---

*1 Technical Administration Division, Plutonium Fuel Center (Present belonging, Safety Promotion Project)
*2 Co-ordination Section, Technical Administration Division, Plutonium Fuel Center
*3 Co-ordination Section, Technical Administration Division, Plutonium Fuel Center (Present belonging, Fuel Design and Evaluation Group, Plutonium Fuel Fabrication Division)

目 次

1. はじめに …… 1

2. 総論 …… 2

3. プルトニウム及びウラン燃料の研究開発と事業化の経緯 …… 6
   3．1 原子力開発利用長期計画(長計) …… 6
   3．2 住友金属鉱山㈱によるウラン再転換加工技術の開発 …… 7

4. 「常陽」用MOX燃料調達と製造の経緯 …… 8
   4．1 核燃料の調達の考え方 …… 8
   4．2 燃料製造に関する調整 …… 8
   4．3 原料の調達 …… 8

5. 「常陽」、「もんじゅ」等の燃料用ウランの再転換加工について …… 12
   5．1 住友金属鉱山㈱等による再転換加工実績 …… 12

6. 「常陽」燃料用ウランのウラン濃縮度の変遷 …… 17
   6．1 運転の経緯 …… 17
   6．2 ウラン濃縮度の変遷 …… 17
   6．3 「常陽」用燃料製造実績 …… 17

7. ウラン再転換加工役務に関する契約内容 …… 22
   7．1 契約内容 …… 22
   7．2 JCOの技術的能力 …… 22
   7．3 契約金額について …… 22
   7．4 見積り内容 …… 23
   7．5 契約変更 …… 23

8. JCOの品質管理 …… 27
   8．1 二酸化ウラン粉末の品質 …… 27
   8．2 硝酸ウラニル溶液の品質 …… 27
   8．3 品質に係る契約上の要求事項 …… 27
   8．4 試験検査 …… 27
   8．5 臨界管理について …… 27

9. クロスブレンディングについて …… 29
   9．1 背 景 …… 29
   9．2 クロスブレンディングの採用 …… 29
   9．3 旧動燃が了承した判断理由 …… 30
   9．4 クロスブレンディングの許認可 …… 30
   9．5 ステンレス製容器の使用について …… 30

10. サイクル機構の責任の有無について …… 34
   10．1 契約上の責任 …… 34
   10．2 サイクル機構の監督責任 …… 34
   10．3 本契約におけるサイクル機構の「監督」の瑕疵 …… 34
   10．4 安全確保の責任 …… 35

11. おわりに …… 36

別添 参考資料 …… 37

表目次

表-1　旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOによる硝酸ウラニル溶液再転換加工処理量と均一化混合方法 …… 3

表-2　住友金属鉱山㈱等での「常陽」用濃縮ウランの再転換実績(納入ベース) …… 15

表-3　「常陽」燃料ペレットの仕様 …… 17

表-4　硝酸ウラニル溶液製造日数比較 …… 23

表-5　「常陽」第6次用溶液製造・試験検査工程シミュレーション …… 25

図目次

図-1　「常陽」燃料製造におけるサイクル機構と住友金属鉱山㈱等との関わりの推移 …… 11

図-2　硝酸ウラニル溶液製造フロー …… 16

図-3　「常陽」燃料製造に係わる実績図 …… 19

図-4　クロスブレンディング …… 32

図-5　転換試験棟　工程フロー図 …… 33

1. はじめに

本報告書は、平成 11 年 9 月 30 日に株式会社ジェー・シー・オー（以下、「JCO」という。）において発生した臨界事故に関連し、旧動燃、核燃料サイクル開発機構と住友金属鉱山㈱（JCO及びJCOの前身の親会社）、旧日本核燃料コンバージョン㈱（JCOの前身）との「常陽」燃料用等のウランの再転換加工契約に関して、ウラン加工事業に関する国の方針、JCOへの発注の経緯、契約内容等について取りまとめたものである。

本報告書は、公開資料等を調査し、その調査の範囲内で内容をとりまとめて記載したものである。

注1） 社名の表記について

住友金属鉱山㈱は、昭和 32 年より原子力発電用核燃料の研究開発に着手し、昭和 48 年には核燃料事業部東海工場として再転換加工事業を開始した。後に昭和 54 年に子会社として旧日本核燃料コンバージョン㈱を設立した。旧日本核燃料コンバージョン㈱は、商号変更を経て、㈱ジェー・シー・オー（JCO）となっている。表記にあたり、一社のみに関係する記述の場合は、一社の名称を記載しているが、住友金属鉱山㈱と旧日本核燃料コンバージョン㈱の両者あるいはJCOを含めた三者がかかわる場合は「住友金属鉱山㈱等」と表記している。

注2） 再転換加工の表記について

再転換加工とは通常、六フッ化ウランを二酸化ウランに変える工程を指すが、ここでは六フッ化ウランから二酸化ウランに変える工程以外に、八酸化三ウランから二酸化ウラン、八酸化三ウランから硝酸ウラニル溶液へ変える工程も含めて再転換加工と表記している。

2. 総 論

住友金属鉱山㈱は、国のウラン加工事業における民間事業者育成方針に則りウラン加工事業を開始し、その結果、「住友ADUプロセス」を技術開発し、事業者として国内におけるウランの再転換加工専業会社としてその地位を確立した。住友金属鉱山㈱は、国内において中濃縮ウランを再転換加工できる唯一の事業者として、国の安全審査を受け、技術的能力を含め許可を受けて事業を展開していた。加えて、MOX燃料製造に適したウランを再転換加工する技術力を持っていたことから、旧動燃およびサイクル機構は昭和47年以来、各種のウランの再転換加工について住友金属鉱山㈱及びその後子会社として設立される旧日本核燃料コンバージョン㈱(後に社名変更してジェー・シー・オー㈱)を契約先として選定してきた。

旧動燃およびサイクル機構は、住友金属鉱山㈱等との間で、昭和 60 年度から濃縮度約18.8%の濃縮ウランにかかわる再転換加工を継続して契約し、この間、事故を起こしたときと同様な「常陽」燃料用の硝酸ウラニルの再転換加工契約は合計6回締結してきた。第6回目の契約に基づく処理過程で臨界事故が発生した。しかしながら、当該契約はそれ以前の5回の契約と比較して、製品の量、作業期間、月毎の処理量、契約単価の各側面から比較して特に厳しい訳ではなく、逆に、契約単価は6回の契約の中で最も高く、1 ヶ月当たりの処理量は低いほうから2番目である。

旧動燃およびサイクル機構は、最初の契約で契約書の中に「使用許可等対官庁許認可取得を前提とする」と明記し、これを前提として契約を締結している。すなわち、国の加工事業の許可を受けた住友金属鉱山㈱等が、事業許可等に従うとともに旧動燃およびサイクル機構との契約に従い、臨界安全等の安全管理を行うものと認識していた。また、旧動燃およびサイクル機構は事前に製造工程表、再転換加工要領書等を契約に基づき承認していたので、JCOはそれに従い作業するものと認識していた。さらに、旧動燃およびサイクル機構は、契約に基づく製品の品質保証上の検査を実施していた。

しかしながら、契約関係書類はもちろんのこと、契約に基づく製品検査時等にもJCOからステンレス製容器を用いることや要領書等から逸脱した運転をしていること等の報告はなく、かつ検査においても、そのような事実は認められなかった。

原子力安全委員会が設置したウラン加工工場事故調査委員会の調査で、実際には、申請書と異なった方法で、また、旧動燃およびサイクル機構が契約し、承認した日程、運転方法とは異なる方法で作業を行っていたことが判明した。臨界事故はJCOが、加工事業許可および保安規定を遵守するとともに、サイクル機構の承認したクロスブレンディング法により作業が実施されていれば当然防げたと考えられる。

その後、裁判によりJCOの原子炉等規制法違反等が確定したが、原子力学会等の場で、旧動燃およびサイクル機構の発注者としてのあり方に関する議論がなされてきている。

学会等の議論の中で取り上げられてきた主たる検討すべき事項は、JCOが裁判の過程で主張した無理な発注があったか否かである。すなわち、第6次契約、第7次契約の中で、契約交渉過程における契約金額の削減、納期の短縮等を強いられていたか否かである。

これについてはサイクル機構の発注状況も含めて調査された結果である判決において、「サイクル機構が被告人会社Aの違法・操業の実態について認識した上で無理な発注を行

っていたとの事実は認められず、むしろ被告人会社Aの方で重要な顧客であるサイクル機構の意向にできる限り沿うべく無理を承知の上で受注していたとの事実が認められることからすると、この点を持って被告人会社Aに有利な事情とすることはできない。」とされている。

以下に、学会の調査委員会等での議論のポイントについて簡略に述べる。

(1) 安全審査にかかる設計情報

学会の調査委員会の議論として、旧日本核燃料コンバージョン㈱は濃縮度約18.8%の「常陽」燃料用の硝酸ウラニルを製造するに当たり、硝酸ウラニル溶液製造に係る工程の詳細を記載せずに加工事業の変更に関する申請を行ったといった点があげられた。ここでは旧動燃からJCOに十分な情報が伝わっていなかったのではないかが問題とされた。

濃縮度約 18.8%硝酸ウラニル製造に関する設計上の情報として、濃縮度にかかる情報については、JCOはそれ以前に濃縮度約 23%の濃縮ウラン取扱い経験があること、また、溶液中ウラン濃度に関する情報についてはそれ以前に製造した「ふげん」用の天然硝酸ウラニル約 380g/ﾘｯﾄﾙと同様の仕様であることを両者で確認した議事録(参考資料－1)があり、両方のパラメータともに十分に経験の範囲内であった。従って、JCOはこれらの設計上の情報を認識し、かつ経験があった。以上からこの段階においてJCOは、許認可等に必要な情報は取得していたと考えられる。また、仮にJCOにおいて、これら設計にかかる情報が不足であれば、JCO は旧動燃に確認すべきであった。

(2) 溶液の均一化と納期

学会等においては前述の安全審査にかかる議論に加えて、JCOにおける安全文化劣化の過程に、納期的に無理な発注が絡んでいたのではないかといった議論がなされている。硝酸ウラニル溶液の均一化は、原子炉等規制法に基づき安全に核燃料物質の輸送を実施するため及び輸送の効率化のために必要であり、その方法としてクロスブレンディング法を採用していた。しかし、JCOは一回当たりの輸送量が二倍になった時点(平成7年度契約)で規制当局に申請することなくクロスブレンディング以外の方法を採用し、貯塔を用いた均一化方法に変更していることが原子力安全委員会事故調査委員会で明らかにされた。

当該契約はそれ以前の同種契約と比較して、契約期間中における月毎の処理量が特に厳しい訳ではない(表－1)。それにもかかわらず、貯搭を用いた均一化が採用されたが、JCOはこの作業方法の変更について旧動燃に知らせることなく、また規制当局に申請することもなかった。

表－1 旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOによる硝酸ウラニル溶液再転換加工処理量と均一化混合方法

		製品量	期間	月毎の処理量	均一化混合方法※
昭和 60 年度	4 次	約 500kg	約 24 ヶ月	約 21kgU/月	クロスブレンディング

平成4年度	6次	約72kg	約4ヶ月	約18kgU/月	クロスブレンディング
平成5年度		約130kg	約3ヶ月	約43kgU/月	クロスブレンディング
平成7年度	7次	約218kg	約6ヶ月	約37kgU/月	貯塔
平成8年度	8次	約100kg	約4ヶ月	約25kgU/月	貯塔
平成11年度	9次	約57kg	約3ヶ月	約19kgU/月	沈殿槽

（※出展：原子力安全委員会事故調査委員会資料）

(3) 必要経費

学会等においては、再転換加工の経費について旧日本核燃料コンバージョン㈱が濃縮度約 18.8%の濃縮ウランの再転換加工を開始するにあたり必要な経費をサイクル機構に請求し、それに対して旧動燃は契約金額に反映していなかったのではないかという議論がなされている。

濃縮ウランの再転換加工について旧日本核燃料コンバージョン㈱は実施可能とし、それに必要となる経費について旧動燃に請求した。これを受け、旧動燃は、再転換加工経費として認められる費用については、製品の価格に含めて支払っている。

しかしながら、結果的に見ると、JCOは、契約見積の中で明記されている作業者の人数を削り、また別の作業も兼務させるなどしていた。

(4) 安全文化

臨界事故は、安全文化の劣化を背景とし、最終的には、国の許可の範囲を逸脱し、サイクル機構との契約内容（JCO作成の「常陽」取替燃料用濃縮硝酸ウラニル溶液の製造に関する転換加工要領書（参考資料－2））からも逸脱し、均一化の作業に沈殿槽を使ったことが原因で発生した。

安全文化の劣化の背景として、住友金属鉱山㈱から業務を引き継いだJCOは、判決にもあるとおり、「当初から許可内容を遵守しようという意識を欠いていた」あるいは「被告人会社Aは全社的に許可を尊重する意識・姿勢を欠いていたと言わざるを得ない」とした点や「許可違反の実態を改善しようとする動きがまったくなかったわけではないが、結局のところ、なんら有効な施策は取られず」ということが指摘されている。

事故後、上記にかかる対策として、国の保安検査の強化など安全規制の強化が図られた。

また、これに加えて、サイクル機構は発注者として、必要な契約（QAシステムに基づく購買品管理要領書において対象となる原材料の調達に係わる契約）については、購買先の品質保証計画の実施状況の検証を目的とした品質監査を実施できる権限を有することを必ず発注仕様書に記載することとした。

これらを考えるとき、原子力の安全性向上のためには、安全は自ら守る、安全は自分たちの責任という観点から、事故の責任を他に転嫁せず、自らの原子力事業の実施

について、安全確保に最大限の努力を傾注していくべきである。

3. プルトニウム及びウラン燃料の研究開発と事業化の経緯

原子力開発利用長期計画(以下、「長計」という。)では、ウラン加工事業については民間が主体となり実施し、サイクル機構はプルトニウム燃料に特化して開発を行うこととなっている。この計画に従い、サイクル機構はウラン再転換加工を当初から住友金属鉱山㈱等に委託していた。以下にその経緯について述べる。

3.1 原子力開発利用長期計画(長計)

昭和 31 年に原子力委員会が策定した長計(昭和 31 年9月6日内定)において「燃料要素の加工は原子燃料公社および民間において平行的に行うものとする。」旨が示された(参考資料－3)。

しかし、昭和 36 年の長計(昭和 36 年 2 月 8 日決定)では、「軽水冷却型動力炉用燃料は、当初の間は輸入されることとなろうが、その国産化は、経済的に加工を実施しうる時期になれば、民間企業において行われることを期待し、必要があれば海外技術の導入も考慮する。(中略)なるべく早い時期に民間企業により加工が実施されることを期待する。」また、核燃料の研究開発においても「将来濃縮ウラン系燃料の加工を国内で行う場合、その経済性いかんによっては、国内で転換を実施することを目標として、早期に濃縮六フッ化ウランの処理技術を開発する。この技術の開発にあたっては、加工との関連において主として民間企業において開発されることを期待する。」旨示された。それに対してプルトニウム燃料の研究は、「原子燃料公社および日本原子力研究所の共同プロジェクトとして強力に推進する。」との方針が示された(参考資料－4)。

昭和 41 年には原子力委員会は日米原子力協定の更改を期に日本政府が特殊核物質を所有する義務は、必ずしも必要でなくなったため、「原子力の開発利用の健全な発展を促進するため、特殊核物質の民間所有を認める。」方針を固めた。これを受けて、昭和 41 年 10 月の閣議において「核燃料の民有化について、特殊核物質の民間所有を認める」旨の決定を行った(参考資料－5)。

また、原子力グループ 5 社から、原子炉等規制法に基づく加工事業の許可申請書が内閣総理大臣に提出されている(参考資料－6)。

このような状況のもと、昭和 42 年長計(昭和 42 年 4 月 13 日決定)では「核燃料加工事業については、わが国で使用する核燃料を早期にすべて国内において加工しうるような体制を整えるよう、その育成をはかる必要がある。」と示され、民間企業にその責任において、核燃料の購入、使用等を行わせることが原子力発電の推進にあたって、より有効であると考えられた(参考資料－7)。

さらに昭和 47 年長計(昭和 47 年 6 月 1 日決定)では「核燃料の加工については、国内加工産業が徐々に国産化の体制を固めつつあるが、その基盤はなお弱体であり、今後技術開発を積極的にすすめるなど、産業基盤の強化をはかることが必要である。」(参考資料－8)とし、この国の方針のもと、ウラン加工事業は民営化し、動力炉・核燃料開発事業団ではプルトニウム燃料の開発を行うことが示された。

これを受け、動力炉・核燃料開発事業団の昭和 47 年事業計画では、核燃料の開発の項にウラン転換加工に関する事項を削除し、サイクル機構の前身である原子燃料公社時

代に、東海事業所において低品位ウラン鉱石から金属ウランを製造する技術開発を行ってきたが、これを終了した。

3．2 住友金属鉱山㈱によるウラン再転換加工技術の開発

上述のような国の方針に対応して、産業界では昭和31年1月に原子力基本法が施行されたのに伴い5つの原子力グループが結成された(参考資料－9)。住友金属鉱山株式会社は、住友グループの一員として動力炉に使用される核燃料の製造のうち精錬を担当することになり、昭和32年から東京研究所においてウラン燃料の精製研究を開始した。昭和35年4月には工業化試験を開始し、高性能の金属ウランと二酸化ウランの製造技術を確立し、昭和36年から試験生産を開始した。昭和44年には、独自に開発した濃縮UF6をUO2粉末に再転換加工するプロセス(住友ADUプロセス)を用いた加工事業の許可を取得し、昭和48年には、東海において年間220トンの二酸化ウランの商業生産を開始した。昭和54年には、住友金属鉱山㈱により旧日本核燃料コンバージョン㈱が設立され、住友金属鉱山㈱から施設、人員及び技術を引き継いだ。昭和59年には、中濃縮ウランの技術開発施設であった「転換試験棟」(使用許可)を本格的な事業として実施するため、加工事業の施設として許可を取得した。平成10年8月には、社名を㈱ジェー･シー･オー(JCO)に変更した(参考資料－10)。

以上のように、JCOでは再転換加工に「住友ADUプロセス」という湿式法による再転換加工技術を、国の方針に則り基礎研究から工業化まで独自に開発し、このプロセスを用いて、国の許可を得て事業を営んでいる。

このため、サイクル機構はこの住友の技術を信用し、昭和47年からウランの再転換加工については一貫してJCOに発注してきた。(参考資料－11)

4.「常陽」用 MOX 燃料調達と製造の経緯

4．1 核燃料の調達の考え方

「常陽」の運転に要する核燃料物質については、昭和45年の「常陽」設置許可の段階から、米国、英国及び国内から入手することを決定していた。(参考資料－12)なお、昭和52年の日米再処理交渉での合意以降、国内で回収されたプルトニウムは混合転換する必要があり、そのためにはMOX原料として用途に応じた硝酸ウラニル溶液が必要であった。

4．2 燃料製造に関する関係者との調整

「常陽」の運転に必要なMOX燃料を製造するためには、その前段階としてウラン原料及びプルトニウム原料の調達、輸送、ウランの再転換加工、混合転換等多くの作業が必要であり、また、これらの作業は多くの社内外の関係先に亘るため事前の調整が不可欠である。このため、旧動燃時代は本社核燃料部(その後、核燃料施設計画部)が中心となり、原料が必要となる数年前から会議や打合せを通じて調整や情報共有を行い、原料の調達計画を進めていた。

4．3 原料の調達

(1)「常陽」MK－Ⅰ初装荷燃料製造開始当初(昭和47年度～昭和50年度)

「常陽」MK-Ⅰ燃料製造は、昭和 47 年度から開始した。当時、東海再処理工場は建設中であったため、プルトニウムはイギリス原子燃料公社(BNFL)から二酸化プルトニウム粉末(PuO2)の形でプルトニウム燃料製造施設に直接搬入された。また、ウランについてはアメリカ原子力委員会(AEC)から濃縮度約 23%の六フッ化ウラン(UF6)を調達し、これを住友金属鉱山㈱にて二酸化ウラン粉末(UO2)に再転換加工した後、プルトニウム燃料製造施設に納入された。プルトニウム燃料製造施設では、これら PuO2 粉末及び UO2 粉末を混合し燃料ペレットを製造し、「常陽」MK－Ⅰ燃料として「常陽」に供給した。

(2)「常陽」MK－Ⅱ初装荷燃料製造開始当初から第1次取替途中まで(昭和55年度～昭和58年度半ば)

「常陽」MK-Ⅱ初装荷燃料製造は、昭和 55 年度から開始した。この時期、東海再処理工場は運転を開始し、抽出した硝酸プルトニウム溶液はプルトニウム燃料第二開発室に設置した「2kgMOX 設備」において、住友金属鉱山㈱等にて製造したウラン濃度約380gU/ﾘｯﾄﾙの天然ウランの硝酸ウラニル溶液との混合転換試験(Pu:U 比＝1:1)を実施しており、その製品は「ふげん」燃料用原料として利用していた。

「常陽」MK-Ⅱ初装荷燃料に使用したプルトニウムはイギリス原子燃料公社(BNFL)から二酸化プルトニウム粉末(PuO2)の形でプルトニウム燃料製造施設に直接搬入された。また、ウランはアメリカエネルギー省(DOE)からウラン濃縮度約 12%の六フッ化ウラン(UF6)を調達し、これを住友金属鉱山㈱と契約し、二酸化ウラン粉末(UO2)に再転換加工した後、プルトニウム燃料製造施設に納入された。プルトニウム燃料製造施設では、これらPuO2粉末及びUO2粉末を混合し燃料ペレットを製造し、「常陽」MK－Ⅱ燃料として「常陽」に供給した。

(3)「常陽」MK－Ⅱ第 1 次取替途中から第 2 次取替途中まで(昭和 58 年度半ば～昭和 60 年度)

東海再処理工場から抽出されたプルトニウムを用いた「2kgMOX 設備」での混合転換は、昭和58年度より Pu:U 比をそれまでの 1:1 から 20:1 に変え、住友金属鉱山㈱と契約し、製造した天然ウランの硝酸ウラニル溶液との混合転換試験を開始した。この試験で得られたMOX原料粉(20:1 MOX)は「常陽」燃料用の原料として使用した。ウランはアメリカエネルギー省(DOE)からウラン濃縮度約 12%の六フッ化ウラン(UF6)を調達し、これを住友金属鉱山㈱にて二酸化ウラン粉末(UO2)に再転換加工した後、プルトニウム燃料製造施設に納入された。プルトニウム燃料製造施設では、これら 20:1 MOX粉末及びUO2 粉末を混合し燃料ペレットを製造し、「常陽」MK－Ⅱ燃料として「常陽」に供給した。

(4)「常陽」MK－Ⅱ第 2 次取替途中から第 2 次取替終了まで(昭和 61 年度～昭和 61 年度半ば)

この期間の燃料製造に使用するプルトニウムは、フランスCOGEMA社から二酸化プルトニウム粉末(PuO2)の形でプルトニウム燃料製造施設に直接搬入した。また、ウランについてはアメリカエネルギー省(DOE)からウラン濃縮度約 12%の六フッ化ウラン(UF6)を調達し、これを旧日本核燃料コンバージョン㈱にて二酸化ウラン粉末(UO2)に再転換加工した後、プルトニウム燃料製造施設に納入した。プルトニウム燃料製造施設では、これらPuO2 粉末及びUO2 粉末を混合し燃料ペレットを製造し、「常陽」MK－Ⅱ燃料として「常陽」に供給した。

(5)「常陽」第 3 次取替燃料製造(昭和 61 年度半ば～昭和 62 年度)

この期間の燃料製造に使用するプルトニウムは、フランスCOGEMA社から二酸化プルトニウム粉末(PuO2)の形でプルトニウム燃料製造施設に直接搬入した。

また、「常陽」第 3 次取替燃料よりウランの濃縮度仕様をこれまでの約 12%より約18%に上げる必要があった(理由は後述)。このため、フランスCOGEMA社からウラン濃縮度約 20%の二酸化ウラン(UO2)を調達し、直接プルトニウム燃料製造施設に搬入した。このウラン原料を手持ちの原料と調整し、ウラン濃縮度を約 18%にした後、PuO2 粉末と混合し燃料ペレットを製造し、「常陽」MK－Ⅱ燃料として「常陽」に供給した。

(6)「常陽」第 4 次取替以降の燃料製造(昭和 63 年度以降)

「常陽」第 4 次取替以降の燃料製造では、プルトニウムについては東海再処理工場で抽出された硝酸プルトニウム溶液をプルトニウム転換技術開発施設(10kgMOX 施設)において、旧日本核燃料コンバージョン㈱で製造した約 18%の濃縮ウランの硝酸ウラニル溶液と 1:1 混合転換した 1:1 MOX 粉末を使用した。また、ウランについては、海外から約 18%の濃縮ウランを U3O8 の形で調達し、旧日本核燃料コンバージョン㈱でUO2 粉末に再転換加工した後、プルトニウム燃料製造施設に受け入れた。プルトニウム

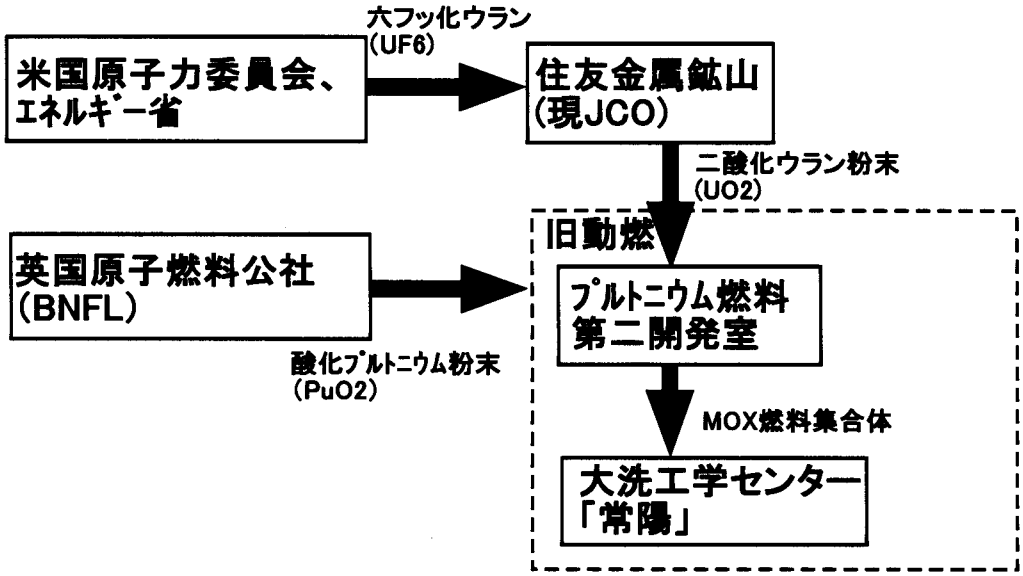
燃料製造施設では、これら MOX 粉末及び UO2 粉末を混合して燃料ペレットを製造し、「常陽」MK－Ⅱ及び MK-Ⅲ燃料として「常陽」に供給した。

なお、JCOの裁判での弁論の中で、「サイクル機構では平成 4 年末に「あかつき丸」でフランスから輸送するプルトニウムが「常陽」に使えなくなったことから、東海再処理工場のプルトニウムを使うことになり、そのために硝酸ウラニル溶液の製造を急遽発注してきた。」とされている。しかし、燃料製造に用いるプルトニウム、ウランの原料の調達や再転換加工への供給は、原子炉の運転や燃料製造計画を見通して長期的な視点から計画している。また、具体的な契約までに、燃料製造計画等の計画の変更があれば、それからの計画を満足できるよう、原料供給計画の調整を行っている。

「常陽」第 6 次燃料製造に関するウランの再転換加工の発注については、「もんじゅ」初装荷燃料製造の遅れのために、平成 2 年当時の計画で平成 3 年度後半に予定していた硝酸ウラニルの発注を約 1 年遅らせて平成 4 年度後半としたものである。(参考資料－13)

「常陽」燃料製造におけるサイクル機構と住友金属鉱山㈱等(図中、「JCO」と表記)の係りの推移を図－1に示す。

昭和47年頃～



昭和62年以降

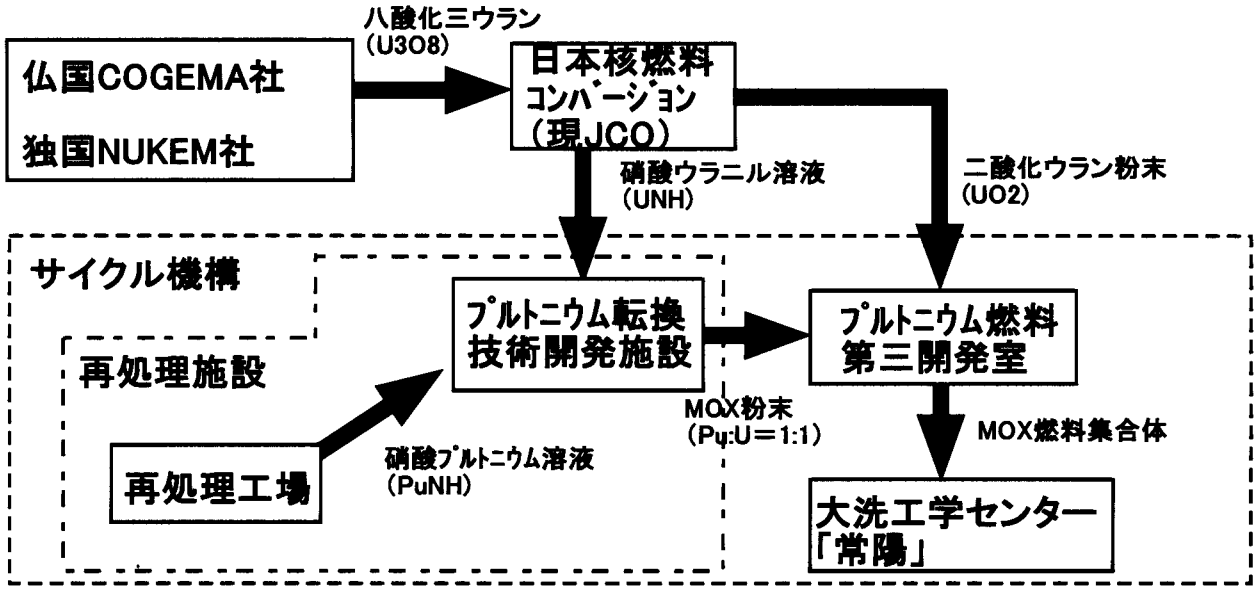


図-1 「常陽」燃料製造におけるサイクル機構と
住友金属鉱山㈱等との関わりの推移

5.「常陽」、「もんじゅ」等の燃料用ウランの再転換加工について

5.1 住友金属鉱山㈱等による再転換加工実績

昭和 42 年の原子力長計(昭和 42 年 4 月 13 日決定)で、前述したように、「核燃料加工事業については、わが国で使用する核燃料を早期にすべて国内において加工しうるような体制を整えるよう、その育成をはかる必要がある。」と示された。サイクル機構はこれを受け、民間のウラン加工事業の育成の一環として、昭和 44 年から天然ウランの再転換加工を委託し、昭和46年からは「常陽」用濃縮ウランの再転換加工を一貫して住友金属鉱山㈱等に委託してきている。住友金属鉱山㈱に委託したのは、その技術的能力を信頼したからであり、昭和47年度からはUO2粉末、硝酸ウラニル溶液の再転換加工をほぼ毎年継続して委託してきた。

図－2に硝酸ウラニル溶液の製造フローを示す。二酸化ウラン(UO2)粉末への再転換加工工程と硝酸ウラニル溶液への再転換加工工程における違いは、最後の工程で U3O8 を還元して UO2 粉末にするか、U3O8 を溶解して硝酸ウラニル溶液にするかの違いで、湿式法での再転換加工プロセス(住友ADUプロセス)の主要な工程は同じである。

なお、「もんじゅ」用等の劣化ウラン、天然ウランの硝酸ウラニル溶液への再転換加工についても全て旧日本核燃料コンバージョン㈱等に委託してきている。

以下に「常陽」等用のウランの住友金属鉱山㈱(及びその子会社のJCO)への委託実績と経緯を示す。

(1) 昭和 46 年度～昭和 48 年度の二酸化ウラン

この期間は、「常陽」MK-Ⅰ燃料用濃縮ウランの再転換加工を委託してきた。

「常陽」MK－Ⅰ初装荷燃料製造に必要な原料ウランはアメリカ原子力委員会(AEC)から濃縮度約 23%の六フッ化ウラン(UF6)を調達し、これを住友金属鉱山㈱にて二酸化ウラン粉末(UO2)に再転換加工した後、プルトニウム燃料製造施設に納入された。

(2) 昭和 53 年度～昭和 58 年度の二酸化ウラン

この期間は、「常陽」MK－Ⅱ燃料用濃縮ウランの再転換加工を委託してきた。原料ウランはアメリカエネルギー省(DOE)から濃縮度約 12%の六フッ化ウラン(UF6)を調達し、これを二酸化ウラン(UO2)に再転換加工した後、プルトニウム燃料製造施設へ納入された。

(3) 昭和 53 年度～昭和 57 年度の硝酸ウラニル溶液(天然ウラン)

① 再転換加工実績

この期間においては、「2kgMOX 設備」でのプルトニウム・ウラン混合転換試験のための天然ウラン硝酸ウラニル溶液の再転換加工を委託してきた。

原料ウランは天然ウランを硝酸ウラニル溶液に再転換加工し、プルトニウム燃料製造施設へ納入された。

なお、この時の硝酸ウラニル溶液のウラン濃度は約 380gU/ﾘｯﾄﾙで、1 バッチの量は約 70 ﾘｯﾄﾙで均一なものであった。

② 再転換加工の経緯

当初東海再処理工場は、プルトニウムを単体抽出する計画であったが、当時のカーター新政権の核不拡散政策により変更をせまられ、旧動燃が独自に開発した「混合転換法」を採用することで、東海再処理工場運転に関する日米合意がなされた。このため、東海再処理工場で抽出された硝酸プルトニウム溶液に対して硝酸ウラニル溶液を混合した後、酸化物粉末に転換することが必要となった。

旧動燃は混合転換試験を実施するため、2kgMOX 設備を設置し、混合転換試験に必要となる硝酸ウラニル溶液として、昭和53年度から昭和57年度にかけて、溶液中ウラン濃度約380g/ﾘｯﾄﾙの天然ウランの硝酸ウラニル溶液を住友金属鉱山㈱で製造した。このとき製造されたMOX原料は、その後「ふげん」および「常陽」燃料用に使用した。これが、住友金属鉱山㈱等および旧日本核燃料コンバージョン㈱から約 380g/ﾘｯﾄﾙの硝酸ウラニル溶液を製造した最初である。このとき、硝酸ウラニル溶液は、約380g/ﾘｯﾄﾙの均一な溶液で納入されており、これ以降、硝酸ウラニル溶液の濃度についてはこの契約と同一の仕様で依頼している。(参考資料－14)

(4) 昭和59年度以降の二酸化ウラン

「常陽」MK－Ⅱ用燃料の仕様変更にあわせて、昭和 59 年度からは濃縮度をこれまでの約 12 %から約 18 %に上げた濃縮ウランの再転換加工を開始した。また、原料ウランはCOGEMA社やNUKEM社から購入した濃縮度約18 %のU3O8粉末であり、これを旧日本核燃料コンバージョン㈱等にて二酸化ウランに再転換加工し、プルトニウム燃料製造施設へ納入された。

(5) 昭和61年度以降の硝酸ウラニル溶液

①検討の経緯

昭和61年度から昭和61年度半ばまでの「常陽」MK－Ⅱ第2次取替途中から第2次取替終了までの「常陽」燃料製造および引き続く、第 3 次取替燃料製造(昭和 61 年度半ばから昭和62年度)の原料調達の検討が昭和56年度から昭和57年度にかけて行われた。プルトニウムについては、フランスから輸送することに加え、東海事業所再処理工場からのプルトニウムを利用することとしていた。昭和 56 年度の検討の段階で、硝酸プルトニウムと硝酸ウラニル溶液と 1:1 混合転換した 1:1MOX粉末を製造するためには濃縮度約 18%の硝酸ウラニルが必要であり(参考資料－15)、昭和57年度に旧日本核燃料コンバージョン㈱に濃縮度約18%の硝酸ウラニルの製造可否について打診した。(参考資料－16)

濃縮度約 18%の硝酸ウラニル溶液製造については、原子力委員会における決定でもウランの再転換加工は民間で実施されるべき範囲とされていたものの昭和57年10月頃までは旧動燃で製造する計画もあったが、上述の昭和56年度の上記状況および長計に示されたウラン加工事業の民営化の方針、並びにこれまでの実績を踏まえ、昭和57年12月頃には、濃縮度約18%のUO2粉末および硝酸ウラニル溶液へ

の再転換加工についても、民間に依頼することが妥当と判断し、旧日本核燃料コンバージョン㈱に打診した。

その後、旧日本核燃料コンバージョン㈱からウラン濃縮度変更に伴う対応等について文書による依頼を受けたいとのことから、昭和 58 年度に改造費用等の見積もりを依頼した(参考資料－17、18、19)。その結果、旧日本核燃料コンバージョン㈱から従来プロセスを改造することで可能である旨の回答が得られたため、硝酸ウラニル溶液への再転換加工を旧日本核燃料コンバージョン㈱に委託することとした。このため、旧日本核燃料コンバージョン㈱と製品仕様の詳細について打ち合わせを行ってきているが、両者の打合せの内容を踏まえ、旧日本核燃料コンバージョン㈱から提案された仕様案は、昭和53～57年度に旧日本核燃料コンバージョン㈱で製造した約 380gU/ﾘｯﾄﾙの天然ウラン硝酸ウラニルと同じ仕様である。(参考資料－1)

昭和58年度には、旧動燃では、濃縮ウラン溶液の受入設備が必要なため、その検討を行い、昭和 59 年2月には、濃縮ウラン溶液の受入設備に関する準備を開始し、昭和59年8月に設置承認変更申請を行った。

「常陽」MK－Ⅱ第1次取替途中から第2次取替途中まで(昭和58年度半ば～昭和 60 年度)以降については、海外から輸送したプルトニウムだけでなく、核燃料のリサイクルのため、東海再処理工場から抽出された硝酸プルトニウムも「常陽」用に使用する段階となった。(参考資料－20)

② 再転換加工実績

昭和 61 年度からは、二酸化ウランの再転換加工に加え、プルトニウム原料として東海再処理工場の硝酸プルトニウムをプルトニウム転換技術開発施設において1:1転換するために、ウラン濃縮度約 18%、ウラン濃度約 380gU/ﾘｯﾄﾙの硝酸ウラニル溶液の製造を旧日本核燃料コンバージョン㈱にて開始した。原料ウランは COGEMA 社や NUKUM 社から購入したウラン濃縮度約 18%の U3O8 粉末であり、これを旧日本核燃料コンバージョン㈱にて硝酸ウラニル溶液に再転換加工し、プルトニウム転換施設へ納入させた。

現在までの「常陽」燃料用の硝酸ウラニル溶液への再転換加工は、昭和61年度以来、再転換加工量として約 800kgU となっている。また、UO2 粉末への再転換加工は住友金属鉱山㈱及び旧日本核燃料コンバージョン㈱に継続して13回委託してきており、昭和47年度以来約 5,000kgU となっており、ほぼ毎年、「常陽」用の再転換加工を実施している。表－2に住友金属鉱山㈱、旧日本核燃料コンバージョン㈱及びJCOでの「常陽」用濃縮ウランの再転換加工実績を示す。(参考資料－11)

なお、原子力安全委員会のウラン加工工場臨界事故調査委員会(以下、「事故調査委員会」という。)による「ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告:平成 11 年 12 月 24 日(以下、「事故調査報告書」という。)」によれば、旧日本核燃料コンバージョン㈱は転換試験棟で「常陽」用濃縮ウランの再転換加工以外の業務も受注している(参考資料－21)。

表-2 住友金属鉱山㈱等での「常陽」用濃縮ウランの再転換実績（納入ベース）

再転換加工量:kgU
（ウラン濃縮度）

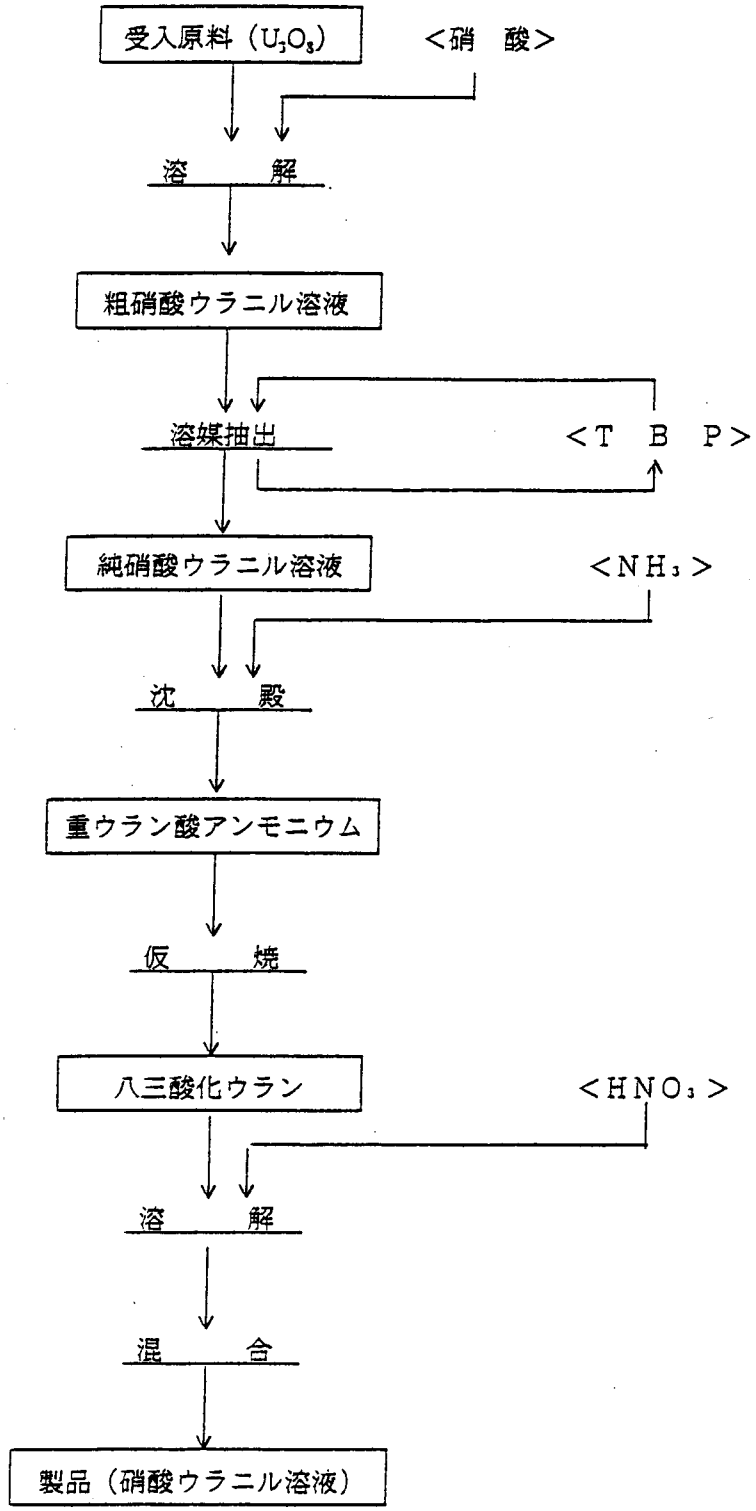
製品＼年度	昭和47年	昭和48年	昭和49年	昭和50年	昭和51年	昭和52年	昭和53年	昭和54年	昭和55年	昭和56年	昭和57年	昭和58年	昭和59年	昭和60年
硝酸ウラニル溶液(UNH)														
二酸化ウラン粉末(UO2)	○ 約600 (約23%)	○ 約640 (約23%)	○ 約310 (約23%)					○ 約10 (約12%)	○ 約1000 (約12%)	○ 約400 (約12%)	○ 約240 (約12%)	○ 約200 (約12%)		○ 約110 (約20%)
八酸化三ウラン粉末(U3O8)														

使用施設 ← △ → 加工施設

日本核燃料コンバージョン株
による加工事業許可取得
昭和59年6月30日

製品＼年度	昭和61年	昭和62年	昭和63年	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年	平成5年	平成6年	平成7年	平成8年	平成9年	平成10年	平成11年
硝酸ウラニル溶液(UNH)	○ 約10 (約19%)	○ 約280 (約19%)					○ 約70 (約19%)	○ 約130 (約19%)		○ 約220 (約19%)	○ 約100 (約19%)			○ 約60 (約19%)
二酸化ウラン粉末(UO2)	○ 約410 (約19%)	○ 約90 (約19%)	○ 約310 (約19%)	○ 約120 (約19%)	○ 約30 (約19%)	○ 約280 (約19%)				○ 約160 (約19%)	○ 約50 (約19%)	○ 約110 (約19%)	○ 約120 (約19%)	
八酸化三ウラン粉末(U3O8)									○ 約90 (約19%)					

加工施設



図－2　硝酸ウラニル溶液製造フロー

（原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会資料　第 2-4-3 号より）

6.「常陽」燃料用ウランのウラン濃縮度の変遷

6.1 運転の経緯

「常陽」は昭和 52 年に炉心燃料周囲にブランケット燃料を配置した増殖炉心としてのMK－Ⅰ炉心での運転を開始した。

炉心性能試験や特性試験の後、50MWt、70MWtと段階的に熱出力を上げ、昭和 57 年には照射炉心（MK－Ⅱ炉心）として定格出力 100MWtでの運転を開始した。

現在、「常陽」は炉心の高中性子束化、照射時間の増大によって照射炉として性能を向上させることを目的としてMK－Ⅲ炉心へ移行した。

6.2 ウラン濃縮度の変遷

「常陽」炉心に使用する燃料ペレットは以下の表－3のように推移してきており、ウランの濃縮度は約 23%、約 12%、約 18%と変更してきている。

表－3 「常陽」燃料ペレットの仕様

仕様	MK-Ⅰ	MK-Ⅱ（初期）	MK-Ⅱ（後期）	MK-Ⅲ
Pu富化度	約 18%	約 30%	約 30%	約 30%
ウラン濃縮度	約 23%	約 12%	約 18%	約 18%
ペレット直径	5.4mm	4.63mm	4.63mm	4.63mm
燃料ピン本数	91 本	127 本	127 本	127 本

MK-Ⅰ燃料のウラン濃縮度は約 23%、プルトニウム富化度は約 18%である。この仕様は、当時の照射試験等の研究開発の実績をもとに設定された。

初期のMK-Ⅱ燃料ではウラン濃縮度は約 12%、プルトニウム富化度は約 30%と設定された。この仕様変更は、この頃より濃縮度が 20%を超えるウランについては、核不拡散性の観点からその輸送が厳しくなったため、必要な核分裂性物質量の確保には、プルトニウム富化度を照射実績のある約 30%まで上げて対応することとし、ウラン濃縮度を 12%と設定したものである。

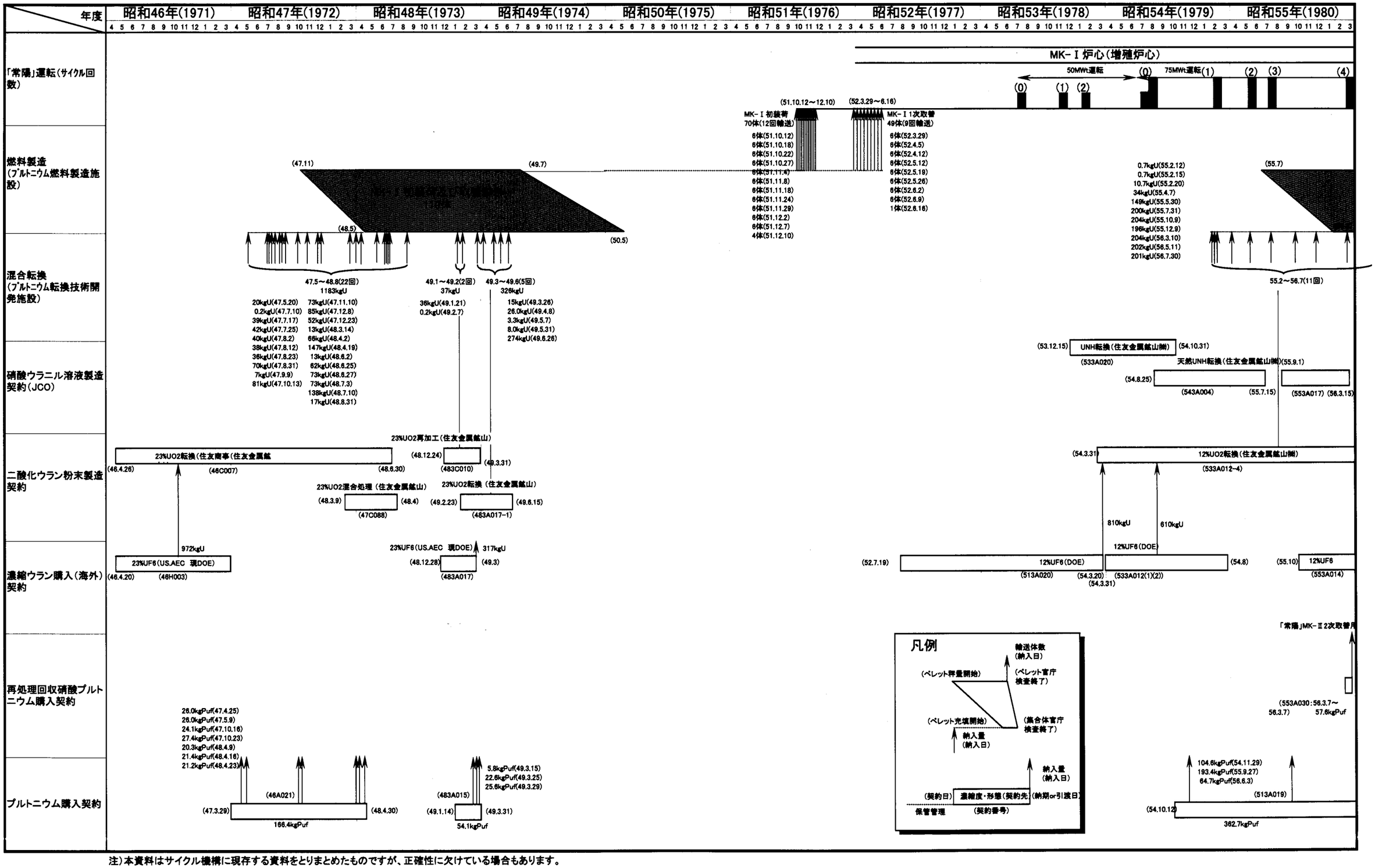
後期のMK-Ⅱ燃料では、ウラン濃縮度を約 12%から約 18%に変更した。この理由は 2 つで、1つ目は、「常陽」は照射炉であり、1サイクルの運転期間を長くして照射試験を効率的によく実施するためである。2つ目は、プルトニウムの核分裂性プルトニウム割合の低下に対応するためで、初装荷燃料のプルトニウムの核分裂性プルトニウムの割合が約 78%程度あったのに対し、1 次取替では約 76%と、低くなってきており、将来的にはもっと低くなることが予想されたため、それを補うためにもウラン濃縮度を上げる必要になったものである。

なお、MK-Ⅲ炉心ではウラン濃縮度は変更していない。

6.3 「常陽」用燃料製造実績

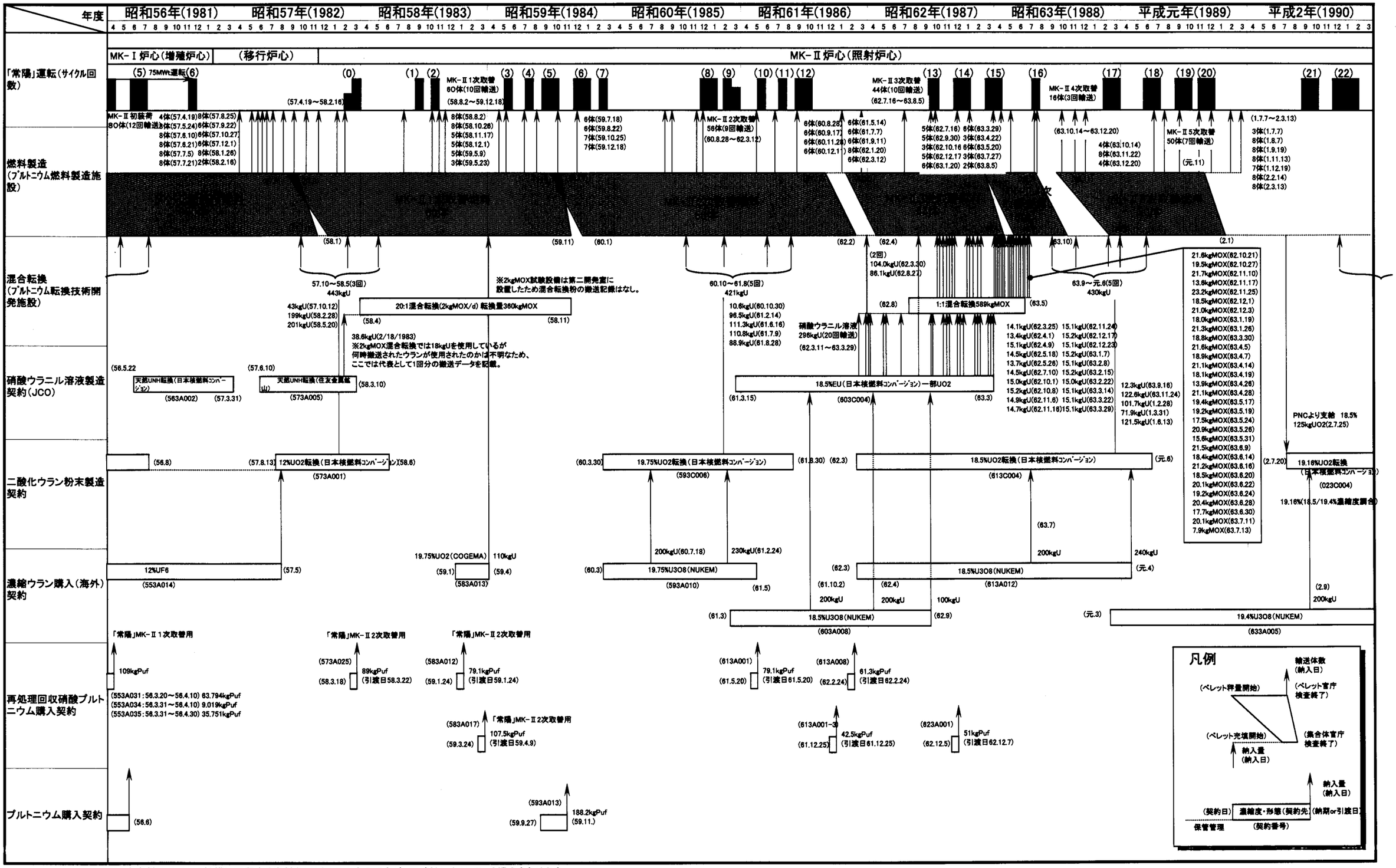
前述の原料調達、加工方法の変遷も踏まえた、最終的な「常陽」燃料の製造実績を図－3に示す。

図3(1)「常陽」燃料製造に係わる実績図(その1)



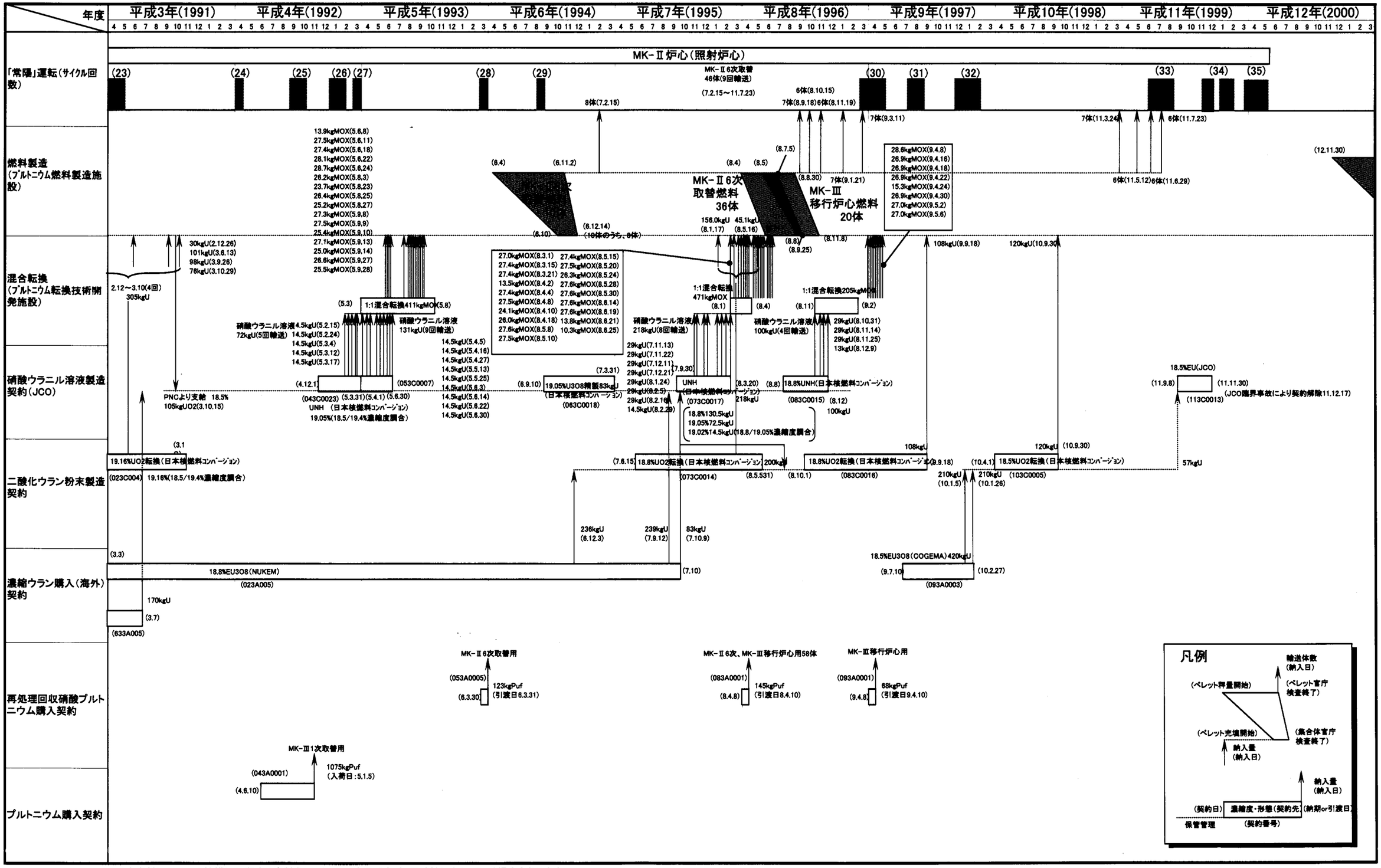
注)本資料はサイクル機構に現存する資料をとりまとめたものですが、正確性に欠けている場合もあります。

図3(2)「常陽」燃料製造に係わる実績図(その2)



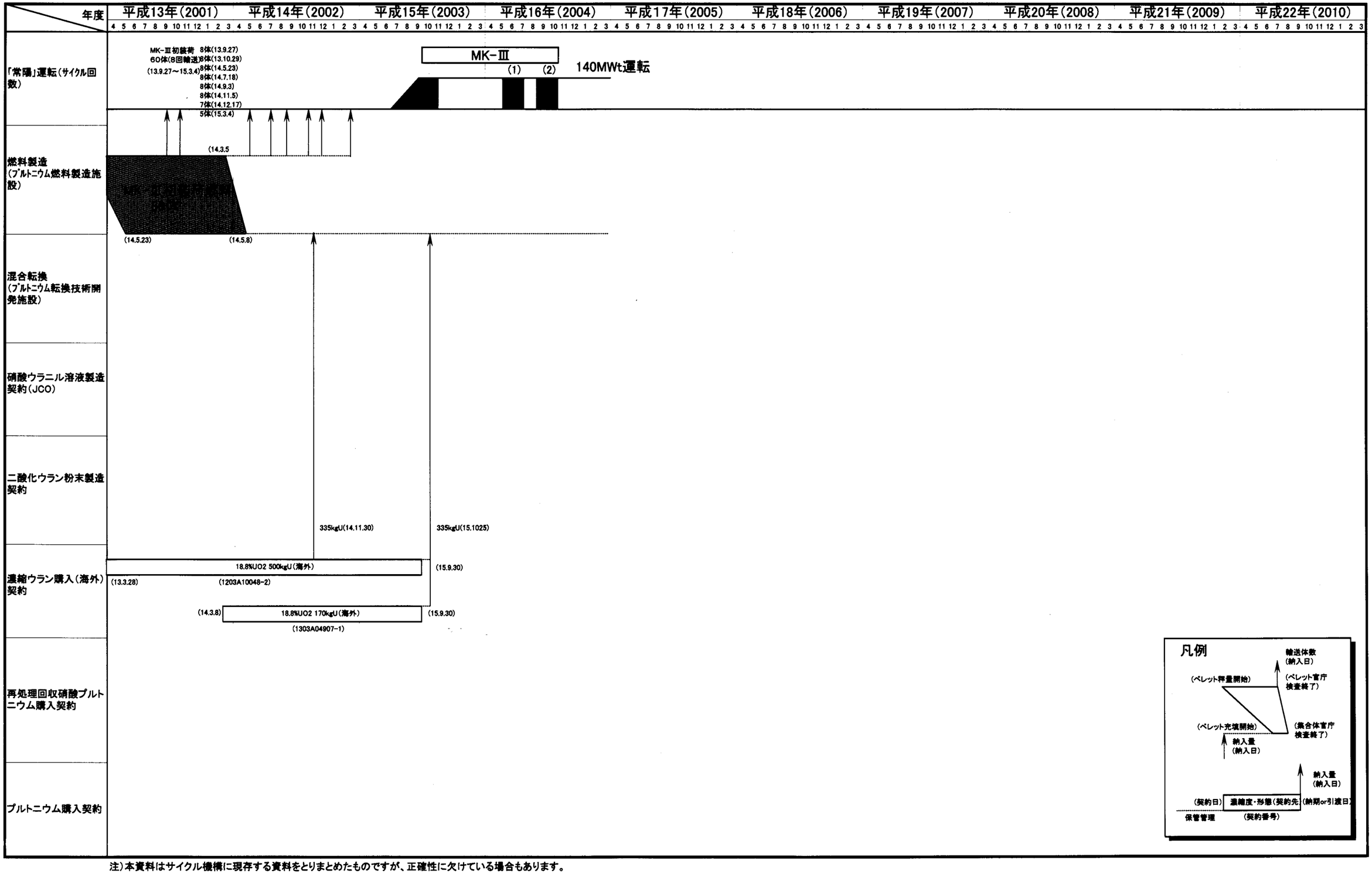
注)本資料はサイクル機構に現存する資料をとりまとめたものですが、正確性に欠けている場合もあります。

図3(3)「常陽」燃料製造に係わる実績図(その3)



注)本資料はサイクル機構に現存する資料をとりまとめたものですが、正確性に欠けている場合もあります。

図3（4）「常陽」燃料製造に係わる実績図（その4）



注）本資料はサイクル機構に現存する資料をとりまとめたものですが、正確性に欠けている場合もあります。

7. ウラン再転換加工役務に関する契約内容

7.1 契約内容

事故時に製造していた硝酸ウラニル溶液は、平成12年度半ばから製造を予定していた「常陽」燃料用のMOX原料粉に混合転換するために再転換加工を契約したものであり、その契約内容は以下のとおりである。

○契約範囲：約59kgUのU_3O_8粉末を支給して、不純物を除去し、約57kgUの硝酸ウラニル溶液に再転換加工
○ウラン濃縮度：18.8%
○契 約 日：平成11年9月8日
○契約納期：平成11年11月30日

本契約については、平成11年2月頃からJCOとの技術的な打ち合せは数回行なっており、契約前の打ち合わせでは、JCOに対し、サイクル機構における「常陽」燃料製造の計画を示した。

また、JCOにおける硝酸ウラニル溶液への再転換加工期間、輸送時期等については、サイクル機構及びJCO技術部門も含めて両者で合意に至ったものである。

7.2 JCOの技術的能力

サイクル機構はウランの再転換加工の発注にあたって、JCOは昭和32年以降、住友金属鉱山㈱が独自に開発した技術（住友ADUプロセス）、施設、人員を引き継ぎ、ウランの再転換加工に関する技術を有し、国の加工事業許可を取得していたことから、十分な技術的能力があると判断していた。

7.3 契約金額について

契約金額については、サイクル機構が示した発注仕様に基づき、JCOは必要な経費（人件費、資材費等）を見積り、サイクル機構と協議の上契約金額を決定しているものである。

契約に際しては、契約金額を含む契約内容をサイクル機構が一方的に決定するものではなく、JCOから提出された見積書に対してサイクル機構が定めた基準に基づき査定を行い、その見積りの人工数や技術仕様等が妥当なものであるかチェックをしている。その後の両者による契約交渉の結果、双方合意の上で契約が締結されるものであり、サイクル機構がJCOに対して再転換加工の費用について、安価にするように強要した事実はない。

原子力安全委員会事故調査委員会の報告によれば、JCOの契約額の98㌫は電力会社との契約であり、旧動燃との間の契約は約2㌫しかなく、決して弱い立場ではなかったと考えられる。JCOから、製造ができないとの回答があれば、他者あるいは自社での硝酸ウラニル製造について検討し、対策することになったと考えられる。

参考までに、最近サイクル機構がJCOに発注している「ふげん」用天然ウランの再転換加工単価（kgU当たりの価格）と比較した場合、「常陽」用の単価はそれの約30倍である。

なお、JCOの契約の98%を占める、電力会社からの軽水炉用燃料の再転換加工(件数又は単価)が低下しているのに対し(参考資料－22)、JCOの「常陽」燃料用再転換加工単価は過去10年の間に物価上昇(人件費等)に伴い上昇している。

7.4 見積り内容

事故を起こした際の再転換加工の契約においても、JCOからサイクル機構に提出された見積書上、3班2交替(7名)で再転換加工業務を行うこととされており、サイクル機構はJCOの見積内容を妥当と判断し、契約を締結している。

しかし、原子力安全委員会事故調査委員会資料によれば、JCOでは実際には3人の作業者しか充てていなかった。

原子力安全委員会事故調査委員会資料をもとにサイクル機構で実施した再転換加工期間に関する評価結果を表－4及び5に示す。(参考資料－23)その結果、JCOにおいて契約どおり3班2交替で作業が行われていれば納期は特に厳しいものではなく、むしろ工程的には余裕があるものである。

なお、裁判でも述べられているように「平成七年ごろ、急激な円高の進行と電力自由化の流れを踏まえて、電力会社からコストダウン圧力が、核燃料の成型加工メーカーを通じて被告人会社Aにもかかるようになったことから」人員整理等の事業の再構築が行われたため、スペシャルクルーという「常陽」の燃料製造以外の業務にも従事する作業員による作業が行われることになったと考えられる。(参考資料－24)。

表－4 硝酸ウラニル溶液製造日数比較

	操業体制	JCO見積り	シミュレーション
粉酸化処理工程	日勤操業	4.1 日	7.5 日
濃縮度混合工程	日勤操業	1.8 日	1.8 日
精製硝酸ウラニル溶液製造	3 班 2 交替	36.5 日	23 日

また、臨界事故が起こった際の作業について、JCOではサイクル機構に提出し承認を受けた工程表より早く作業を開始していた。原子力安全委員会事故調査委員会では、この理由は作業日程の面からできるだけ早く作業を終了させようとしていたとされている。

7.5 契約変更

旧動燃およびサイクル機構は「常陽」の計画に合わせて、年度毎に旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOと契約しており、年度の契約単位でみれば量や形態は変わってくることは当然ある。しかし、旧動燃およびサイクル機構は年度毎の契約を行う前に、旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOと当該年度に製造を依頼する量や形態、納期について協議し合意のうえに契約しており、その後、契約変更は行っていない。

この件については、JCOが国に提出した法令報告(第2報)についてサイクル機構側が事実誤認としてJCOに抗議し、JCOはサイクル機構からの指摘が正しかったとして、法令

報告(第2報)の修正を行ったことからも明らかなものである(参考資料－25)。

表-5(1) 「常陽」第6次用溶液製造・試験検査工程シミュレーション

(1)粉酸化処理工程(29kgU:13バッチ　2.4kgU/バッチ)【日勤操業】

工程	設備	時間	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日
原料溶解	溶解塔	30～90分/バッチ							
溶媒抽出	抽出・逆抽出塔	約60分/バッチ							
貯塔	純硝酸ウラン液貯塔								
沈殿・固液分離	沈殿槽	90分/バッチ	①　②	③　④	⑤　⑥	⑦　⑧	⑨　⑩	⑪　⑫	⑬
仮焼	仮焼炉	200分/バッチ							
製品溶解	溶解塔	30～90分/バッチ							
混合		約200分/ロット							

※表中の○数字はバッチ番号を示す。

(2)濃縮度混合工程(75kgU:32バッチ　2.4kgU/バッチ)【日勤操業】

工程	設備	時間	8日	9日
濃縮度混合		約25分/バッチ	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱	⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜

※表中の○数字はバッチ番号を示す。

表-5(2) 「常陽」第6次用溶液製造・試験検査工程シミュレーション

(3)精製硝酸ウラニル製造(75kgU:32バッチ　2.4kgU/バッチ)【3班2交替】

工程	設備	時間	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日
原料溶解	溶解塔	90分/バッチ	① ②	③ ④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩ ⑪	⑫ ⑬
溶媒抽出	抽出・逆抽出塔	約60分/バッチ									
貯塔	純硝酸ウラン液貯塔										
沈殿・固液分離	沈殿槽	90分/バッチ									
仮焼	仮焼炉	200分/バッチ									
製品溶解	溶解塔	90分/バッチ									
混合		約200分/ロット					▲				
サンプリング											
発送									→ 一ヵ月後に発送可能(44日目)		

工程	設備	時間	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日
原料溶解	溶解塔	90分/バッチ	⑮ ⑯	⑰	⑱ ⑲	⑧	⑳	㉑ ㉒	㉓	㉔ ㉕	㉖
溶媒抽出	抽出・逆抽出塔	約60分/バッチ									
貯塔	純硝酸ウラン液貯塔										
沈殿・固液分離	沈殿槽	90分/バッチ									
仮焼	仮焼炉	200分/バッチ									
製品溶解	溶解塔	90分/バッチ									
混合		約200分/ロット	▲					▲			
サンプリング											
発送				→ 一ヶ月後に発送可能(49日目)					→ 一ヶ月後に発送可能(54日目)		

工程	設備	時間	28日	29日	30日	31日	32日
原料溶解	溶解塔	90分/バッチ	㉗	㉘ ㉙	㉚	㉛ ㉜	
溶媒抽出	抽出・逆抽出塔	約60分/バッチ					
貯塔	純硝酸ウラン液貯塔						
沈殿・固液分離	沈殿槽	90分/バッチ					
仮焼	仮焼炉	200分/バッチ					
製品溶解	溶解塔	90分/バッチ					
混合		約200分/ロット	▲				▲
サンプリング							
発送					→ 一ヶ月後に発送可能(58日目)		→ 一ヶ月後に発送可能(62日目)

※表中の○数字はバッチ番号を示す。
※表中のロットとは製品ロットであり、14.5kgU/ロット:1ロット/6～7バッチ)

シミュレーションを行なうに当たっての計算条件
(1)各工程の所要時間は原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会調資料で示された処理時間(例えば30～90分)の最大時間とした。
(2)一日の操業時間は日勤操業で7.5時間、3班2交替操業で15時間とした。

8. JCOの品質管理

8. 1 二酸化ウラン粉末の品質

旧動燃のプルトニウム燃料第二開発室での燃料製造開始当初は、住友金属鉱山㈱等からの UO2 粉末の物性等について改善の必要があり、品質保証の観点から打合せや現場確認等を行ない、UO2 粉末焼結特性の改善を依頼した。

その結果、再転換加工された UO2 粉末はMOX燃料製造時の仕様を満足するようになった。

8. 2 硝酸ウラニル溶液の品質

最初の再転換加工役務の開始にあたり、品質管理の観点から現場確認及び分析項目とその手法、サンプリング方法、加工方法(クロスブレンド法)等の打ち合せを行なった。

その結果、原料U3O8 及び製品硝酸ウラニル溶液について立会分析を行なうこととした。

8. 3 品質に係わる契約上の要求事項

品質確保のため、旧動燃およびサイクル機構は、日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOより転換加工工程表、転換加工要領書及び品質保証計画書等の提出を求め承認してきている(参考資料－26、27)。旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOは旧動燃およびサイクル機構に承認された文書に基づき、作業を含めた必要な管理を行うこととしている。

なお、これまでの契約では、品質に問題がなかったことから旧動燃およびサイクル機構は旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOに対する品質に関する是正を目的とした監査は行なっていない。

8. 4 立会検査

(1)製品検査

「常陽」用燃料として使用する硝酸ウラニル溶液は、製造を開始した昭和 61 年度当初より契約仕様書に基づき旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOから提出され、旧動燃が承認した試験検査要領書によりウラン濃度等の検査を実施している。

(2)製品受入検査

旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOにて製造された製品が旧動燃およびサイクル機構で受入れる際に、プルトニウム転換技術開発施設における受入基準(保安規定)を満たすことを確認するため、ウラン濃縮度及び核分裂性生成物γ放射能濃度について分析を行っている。

8. 5 臨界管理について

硝酸ウラニル溶液への再転換加工に当っても旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOから提出された転換加工要領書には、操業は管理限界内で行なうこととされ、溶解バッ

チの管理限界は 2.4kgU以下と明記されている。また、品質保証計画書においても、管理限界内での作業チェック、臨界安全管理、濃縮度管理を行なうことが明記されている。従って、旧動燃およびサイクル機構では臨界管理は適切になされると判断し、これらを承認したものである。

9. クロスブレンディングについて

旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOとの硝酸ウラニル溶液の再転換加工契約では、製品の均一化方法として、クロスブレンディングが採用されている。以下にその背景、了承に至るまでの経緯等について示す。

9.1 背 景

旧動燃およびサイクル機構は、JCO に昭和 53 年より硝酸ウラニル溶液(天然ウラン)の製造を継続して依頼しており、約 70 ﾘｯﾄﾙの均一な溶液が納入されていた。

昭和 57 年の段階で、旧日本核燃料コンバージョン㈱に対して、均一化された濃縮度約18%の硝酸ウラニルが必要であることから、施設を含めた検討を依頼していた。

当初、硝酸ウラニル溶液の輸送は旧日本核燃料コンバージョン㈱が輸送容器を製作して実施することで協議を進めていたが、多額の投資を必要とすること等から、昭和 59 年に旧動燃が既存の容器を改造して輸送することを決定した。

昭和 61 年、濃縮ウランの硝酸ウラニル溶液製造に関する契約前の打合せで、旧日本核燃料コンバージョン㈱から1回の輸送量である 40 ﾘｯﾄﾙは製造バッチ数が 6, 7 バッチであり、製造バッチごとに化学的性状が異なることから不均一になるという意見があった。このため、輸送申請に必要となる分析も製造バッチ数にあわせて6, 7件実施する必要があった。特にウラン濃縮度の分析については旧日本核燃料コンバージョン㈱の所有していた分析装置がγ線測定法であり、その精度が良くないことから、旧動燃が所有していた質量分析装置で測定する必要があった。しかし、質量分析には 1 サンプル当たり1週間程度を要すると見られたため、1 輸送あたり多数のサンプルの分析を行うことは合理的ではないと判断し、輸送ごとに1件の分析で済むように効率化を図ることとし、均一化するための良い方法を提案するよう旧日本核燃料コンバージョン㈱に依頼したところ、クロスブレンディングの提案があった。なお、分析と輸送に要する時間を検討した例示を参考資料－28に示す。

この方法は、臨界安全上も問題なく、許可された範囲内で臨界管理を実施するとの説明があったので、旧動燃はこれを了解するとともに、契約上その旨を明記した。

9.2 クロスブレンディングの採用

クロスブレンディングの概要を図－4に示す。クロスブレンディングという作業は、異なる濃度のものから同一の濃度の溶液又は粉末を作る際の一般的な方法である。

この方法を核燃料物質で行う場合には、十分な臨界管理等の下で実施する。

日本核燃料コンバージョン㈱から提案を受けたクロスブレンディングは、床に貯蔵ホールと同じ間隔の印を設け、硝酸ウラニル溶液を入れた容器を配置して行うので臨界安全上問題がないとの説明があったとのことである。(参考資料－29)

また、硝酸ウラニル溶液製造の契約では、日本核燃料コンバージョン㈱の品質保証組織図において、安全部門が臨界安全管理、一般安全管理を実施する旨が記載されており、臨界管理は適切になされると判断し、これを了解し、契約上、均一化はクロスブレンドで行う旨明記した。

従って、日本核燃料コンバージョン㈱と旧動燃間で契約された契約書に基づく要領書どおり、クロスブレンディングで溶液の均一化を行っていれば、臨界事故は起こらなかった。

クロスブレンディングは、厳格な臨界管理の下で行う作業であって、作業性が悪いということで、安易に別な方法に変えてよいというものではない。

なお、旧動燃およびサイクル機構はこれまでに日本核燃料コンバージョン㈱および JCO から、クロスブレンディングは作業上問題があり他の方法で実施したいとの報告は受けていない。

9．3 旧動燃が了承した判断理由

この提案に対して、旧動燃はクロスブレンディングによる均一化方法は加工事業許可を取得した旧日本核燃料コンバージョン㈱からの提案であることに加え、同方法はMOX燃料製造施設におけるMOX粉末のロット拡大混合等でも実施している方法であることから旧日本核燃料コンバージョン㈱からの提案を了承した。

また、同方法は再転換加工の分析を含めた全体工程の能率が向上し、安全上も問題のない作業であることを旧動燃は認識していた。

臨界安全性については、旧日本核燃料コンバージョン㈱の説明によると、クロスブレンディングによる混合方法は容器当たり4リットル単位（約 1.5kgU）の取り扱いであり、これは溶液バッチの管理限界値（2.4kgU）以下であること、及び各容器は適切な間隔を保つことから、臨界安全は確保されるとのことであった。これについて、旧動燃は臨界管理の経験上、臨界安全性は確保できるものと判断した。

なお、経験上、臨界安全性が確保されると判断したのは、輸送容器の臨界解析を旧動燃が実施しており、このときのモデルは、容器2段積みの十字形配列で合計10個を3．14 cm 離し、臨界にならないこと（実効増倍率 0.67）を確認しており、一方、旧日本核燃料コンバージョン㈱の提案は、面間距離がそれよりも大きい約 30cm であったことによるものである。

9．4 クロスブレンディングの許認可

硝酸ウラニル溶液の製造契約書において、「本契約は、使用許可等官庁許認可取得を前提とする」（参考資料-30）としており、加工事業許可を取得している旧日本核燃料コンバージョン㈱から提案のあったクロスブレンディングについても当然、加工事業許可範囲内であると考えていた。

9．5 ステンレス製容器の使用について

旧動燃が承認した工程と今回の工程を図－5に示す。旧動燃は、JCO臨界事故が発生するまで、契約に基づく提出書類において硝酸ウラニル溶液の均一化混合方法はクロスブレンディングにより行う」旨、明記されており、このとおり行われているものと認識していた。

上述した通り、旧日本核燃料コンバージョン㈱および JCO から提出されている転換加工要領書には、操業は管理限界内で行うこととされ、再転換加工フロー図（図－2）にもステ

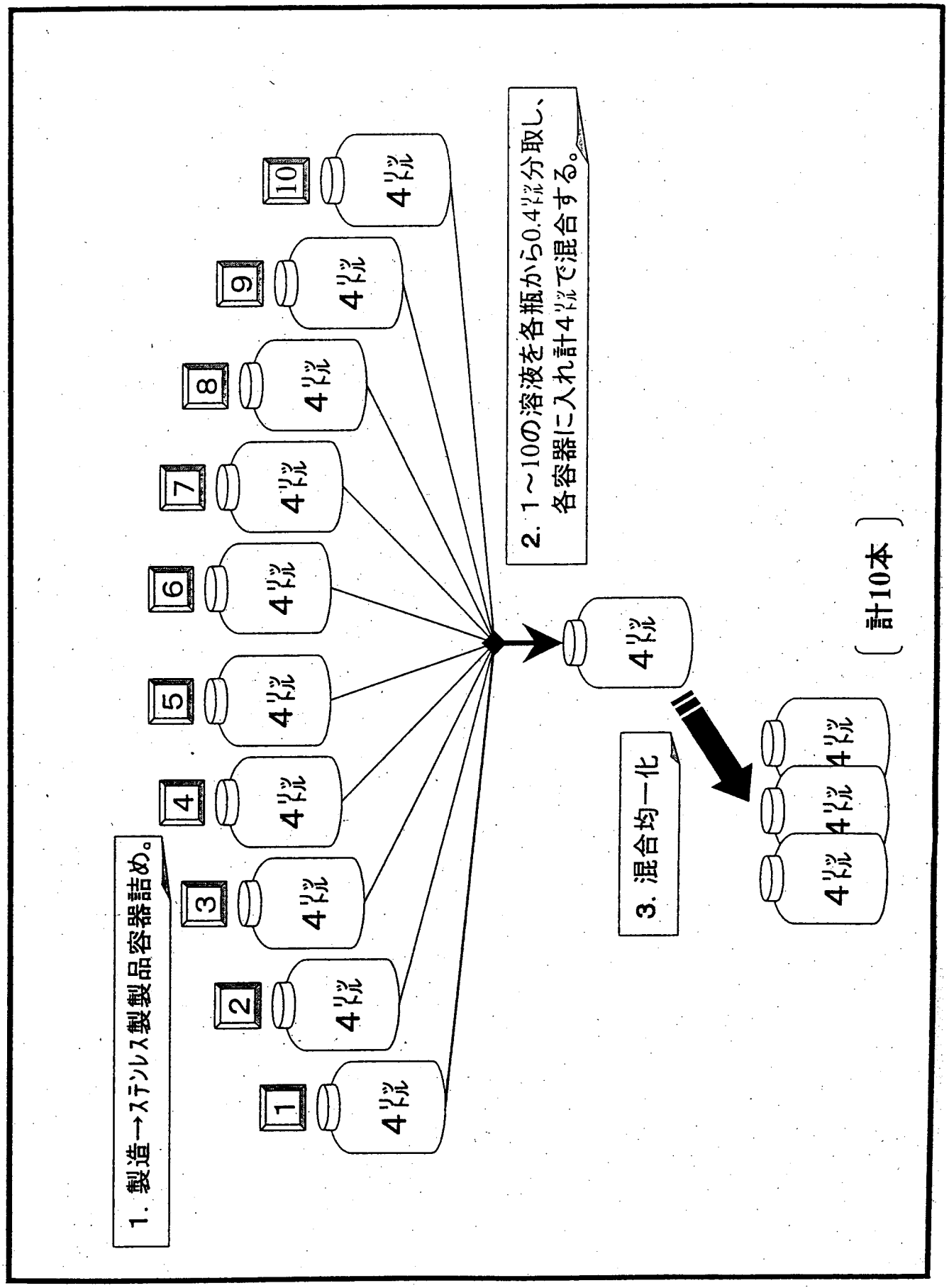
ンレス製容器による溶解等についての記述はなく、溶解バッチの管理限界は 2.4kgU以下と明記されている。以上のことからクロスブレンディングにより混合を行うものと考えていた。

また、契約に基づく製品の品質を確認するための立会検査を旧日本核燃料コンバージョン㈱および JCO に対して行っており、その際の旧日本核燃料コンバージョン㈱による製造工程の説明においても、ステンレス製容器を使用する旨の説明は無く、その作業は臨界事故が発生するまで、旧動燃およびサイクル機構はその事実を知らされていなかった。

一方、これまでの旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOによる硝酸ウラニル溶液再転換加工処理量及び均一化混合方法を表－1に示す。昭和 61 年度の第 4 次契約時から平成5年度の第6次契約時にかけて、サイクル機構が承認したクロスブレンディング方法による均一化方法による時期と平成7年度の第7次以降、貯塔を使用して均一化混合を行った時期とを比較すると、月毎の処理量に大きな変化は無く、製造方法を勝手に変更して、貯塔を使用していることを旧動燃が予見することは困難であった(参考資料－31)。

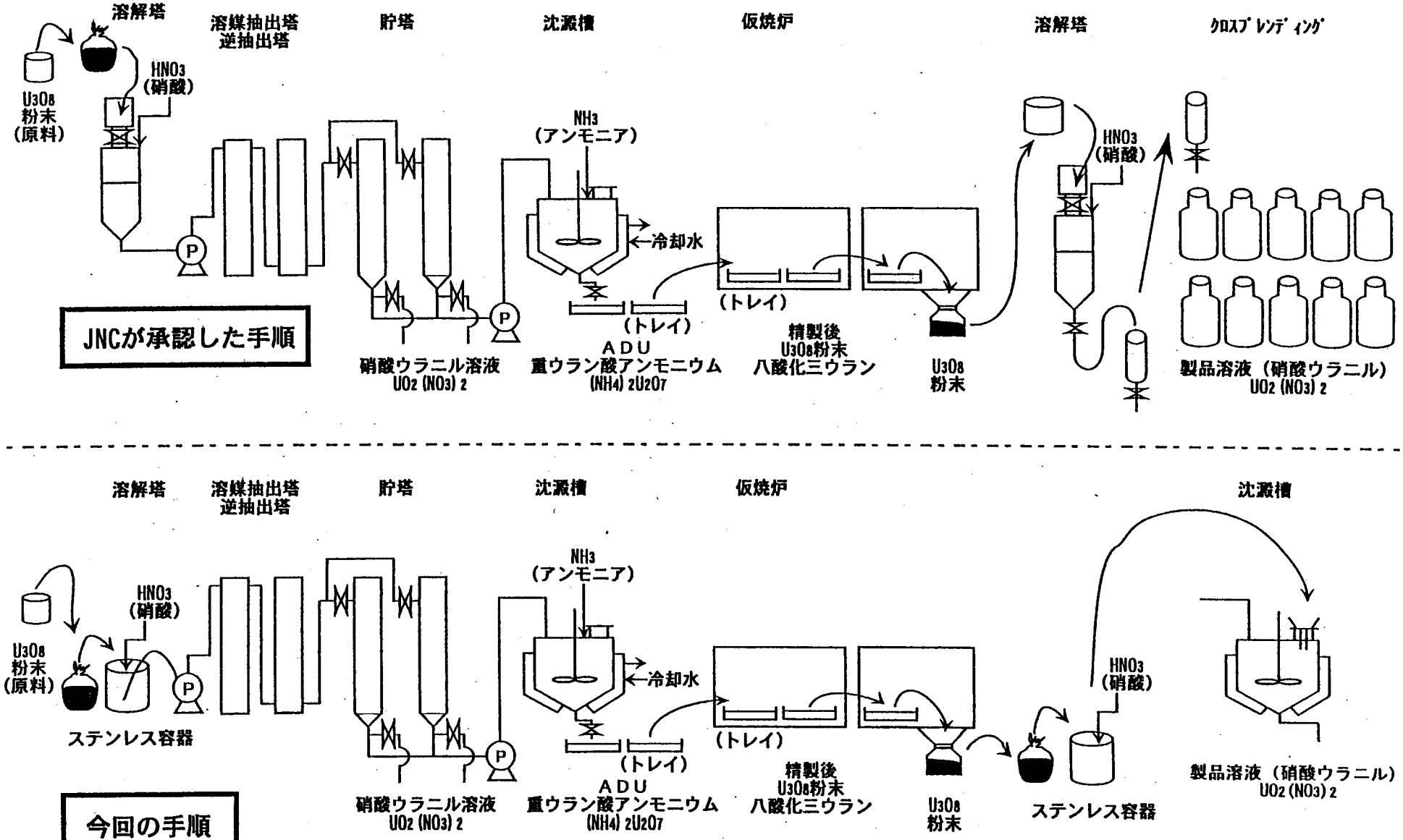
また、昭和 61 年からの硝酸ウラニル溶液の製造が開始されて以来、旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOから本件に関する設備増設等に関する要望は旧動燃およびサイクル機構になされていない。旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOから設備改造等の申し出があれば、旧動燃およびサイクル機構としても費用面等での対応は可能であったと考えられる。

なお、日本原子力学会での発表(2002 年秋の大会;JCO事故調査委員会中間報告(2))によれば、平成3年に旧日本核燃料コンバージョン㈱は日本原子力研究所から研究用ウラン精製を受注しており、ステンレス製容器等を用いてウランの加工作業を行った旨の発言があった。



図－4 クロスブレンディング

（原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告書より）



図－５　転換試験棟　工程フロー図

10. サイクル機構の責任の有無について

10. 1 契約上の責任

JCO臨界事故に関わるサイクル機構とJCOの間で結ばれた契約は、「対価を払って完成品を受け取る」という民法 632 条に規定する「請負契約」である。従って、製造工程の安全を守ることは事業者の責任であり、製造過程において発生した事故は、受注者であるJCOの責任であると考えている。

請負契約については民法 716 条により注文者(発注者)の注文または指示に過失がある場合に限り注文者に第三者に与えた損害について責任があるとされている。しかし、サイクル機構は本件事故の発生に至るような注文、指示はしていない。上述したとおり、クロスブレンディングは旧動燃が要求したものではなく、旧日本核燃料コンバージョン㈱からの提案である。またステンレス容器による溶解についても指示したことはない。更に、貯塔、沈殿槽での均一化等についても旧日本核燃料コンバージョン㈱およびJCOより書類上及び口頭による説明も受けたことはない。従って、本契約上の責任はサイクル機構にはないと考えている。

10. 2 サイクル機構の監督責任

会計法 29 条 11 第 1 項において「契約担当官等は、請負契約を締結した場合は、国土交通省の標準に即して、契約の適正な履行を確保するために必要な監督をしなければならない」と規定している。この「必要な監督」とは、

(1)検査のみによっては、契約の給付内容についての確認の万全を期することができないもの(例えばダム工事、道路工事等)について、その履行の過程において立会、工程の管理、材料の試験、検査等によって相手方に指示等をすること。

(2)監督の範囲、程度は、検査のみによっては、給付内容を十分に確認し得ないものについて、履行途中においてチェックしなければならない範囲、程度。

と規定されている。(会計検査院著「官公庁契約精義」より)

本契約の契約条項 9 条(監督員)において「サイクル機構は必要と認めるときは、業務等の施行について監督員を選任することができる」と規定している。この規定は、会計法 29 条の 11 の条項を担保するために設けられたものである。しかしながら、JCOとの契約においては、契約内容、打合せ結果、立会い結果等において、監督員の選任が必要と判断させる事実は知らされず、また知り得なかったため監督員は選任していない。

10. 3 本契約におけるサイクル機構の「監督」の瑕疵

(1)契約条項第 9 条の規定からの観点

本契約の契約条項第9条は監督員に関する条項であり、以下のとおり記述されている。

第 9 条 甲(サイクル機構)は、必要と認めるときは、業務等の施行について監督員を選任することができる。

2 甲は、監督員を選任したときは、その氏名を乙(JCO)に通知しなければならない。監督員を変更したときも同様とする。

3 監督員は、第17条第2項(甲は、必要と認めるときは、監督員を試験等に立ち会わせるせることができる。)に定める場合のほか次に掲げる職務を行う。

(1)契約の履行についての乙に対する指示、承諾又は協議。

(2)仕様書に基づく工程の管理、立会い、履行状況の検査等。

本契約においては、「完成物給付後の検査」で契約の給付内容を確認に万全を期することができることから、契約条項第 9 条の監督を行わなかったものである。従って、契約条項第9条による「監督の不適切」にはあたらないと考えられる。

(2)使用者の責任の観点

サイクル機構とJCO職員との間に実質的な従属関係が認められる場合には、民法715 条に規定する使用者としての責任を問われることがあるが、今回はそのような事実はないため、民法715条(使用者の責任の観点)からの監督責任はないと考えられる。

(3)作業の特異性からの観点

「約19%と高い濃縮度のウラン溶液を扱い、且つ2～3年に1回の不定期な作業との特異性」から監督を行うべきであったかについては、上述したとおり、過去 5 回にわたり適正な完成物の給付が行われていることから、JCOの今回明らかになった違法行為を予見することは不可能であった。

10.4 安全確保の責任

JCOは原子炉等規制法に基づく加工事業者であり、技術的能力・安全性・経理的基礎は国に審査され、許可を得て操業している。また、設備・機器については設工認申請、検査等を受けているものと考えている。さらに法律に基づき核燃料取扱主任者が選任され、臨界管理等の保安の監督を行うこととなっている。

以上のことから、加工事業許可を有する事業者自身が施設の安全確保を図ることが事業者の責務であり、当時発注者であるサイクル機構は、安全確保の観点から監査等を行なう立場にはなかったと考えている。

11. おわりに

JCO臨界事故の責任は、第一義的に事故を発災した原子力事業者であるJCOにあり、事故後の水戸地裁の判決を見ても明らかなとおり、発注者であるサイクル機構に責任はない。サイクル機構とJCOの契約は法令の遵守を前提としており、事業者自らが安全を確保し、当然、許可の範囲内で作業を実施しているものと信頼していた。それにもかかわらず、違法操業を行い今回の様な事故が起こったことは、同じ原子力事業者として誠に遺憾である。

JCOはサイクル機構が発注した硝酸ウラニル溶液製造の過程で、現実に法律に違反して操業し、事故を発生させた。今後、ウランを扱う業務を委託する場合には、契約にあたって法令順守を要求するだけでなく、サイクル機構の品質保証システムに基づく購買管理の中で、購買先の品質保証計画の実施状況の検証を目的とした品質監査を実施する権限を有することを仕様書の中で明確にし、購買先に対しては品質監査を実施することとした。また、契約を継続している購買先についても、必要に応じて品質監査を要求している。

なお、品質監査の実施にあたっては、監査要領に基づき、以下の項目等について文書および現場の両面からチェックし、必要であれば指導・助言していくことを徹底したい。

①受注者の品質保証計画書および関連要領書の妥当性
②当該要領書等の運用状況
③製造設備および検査設備の管理
④要員の教育・訓練　等

参 考 資 料

参考資料－1

打合記録

承認する	
朱記訂正の上承認する	
下記理由により承認できない	
要再提出	

転換技術開発部

部長	課長	係長	担当	担当

配布先	
客先名	動燃、転換技術開発部 逆転課 殿
件名	常陽マークII第2次キャンペーン 溶液について
打合日時	S.61年6月25日 10.00～11.40
打合場所	動燃東海、転換技術開発部

出席者 PNC [redacted] [redacted] [redacted] [redacted] (敬称略)

JCO [redacted] [redacted] [redacted]

作成 [redacted]

打合事項

・6/9 打合せで、PNC、JCO 双方の宿題を中心に打合せをした。

1. スペック

前回の硝酸ウラニール（N-U用）試験検査項目表を参考に（別添）

① 新に加える不純物 Zn、V、Pb、Cl、F
(50) (10) (10) (25) (30) ppm

② スペック項目のうち、特に低く押えたいのは
Ag、B、Cd である

③ 濃縮度 18.5% ± 0.25 PNC で調整

④ ウラン濃度は極力高い値でしかも製造上無理のない値とするようJCOで検討

・①、②について JCO で次回まで検討しておく。

2. スケジュール

PNC側操業に別の仕事が入ったので溶液の受入れ時期は 62/2 以降となる

溶液輸送予定 S.62－2/12、3/12、4/15、5/25、6/16、7/7、8/24、9/24、10/14、11/4、11/19、12/9、12/22
S.63－1/12

回覧		承認	検討	担当

打　合　事　項

・SuSビンは、25本追加して、合計50本としたい。
このうち、ブレンド用10本を、別の形で作ってもよい。
JCOで仕様を検討すること

・溶液製造を6-11/中から始めてほしい。後倒しになった分の時間的余裕は溶解試験等に使ってほしい。分析検査の内容を見ておきたい。(JCO検討)
・9月中旬の原料受入の際、PNCも立会いを行う

3. ロット混合の方法
JCO提案のもので、OK.

4. 契約変更
・輸送関係はPNCがおこなう

・仕様書は、PNC、東海、本社とで相談し、ドラフトを2~3週間後迄にJCOへ送る

○今後の検討事項

① U濃度 → JCO検討
② 不純物 → JCO 〃
③ 濃縮度 → PNC 〃
④ 分析方法の検討 → JCO 〃
⑤ ブレンド缶の 〃 → JCO 〃
⑥ 製造スタート11/中頃希望(PNC) → JCO 〃
⑦ 9/中に原料入荷 → この時期にPNC立会
⑧ 混合方法 OK
⑨ 次回は契約変更をメインに検討する
⑩ Mass分析 → 交渉中 → PNC
⑪ γ線 → 小谷氏 と 江頭氏
⑫ 秤量機 → PNC

・次回の打合せ　7/14(月) PNC東海又はPNC本社
(PNC本社の場合は午后から)

No. 4

表-1 受入れ原料の試験・検査の項目・基準及び分析方法

試験項目	仕様	分析方法
ウラン含有率	PNCとJCOの分析値の差が0.3%以内	酸化重量法
不純物	製品仕様に合致すること	製品に準ずる

表-2 製品の試験・検査の項目・仕様及び分析方法

試験項目	仕様	分析方法
ウラン濃度	380±5 g-U/l	重量法
遊離硝酸濃度	1.5±0.2 N	フッ化ソーダ添加中和滴定法
不純物 As	0.2 (p.p.m. U-base)	分光分析法
Al	25	〃
B	0.3	〃
Ca	15	原子吸光法
Cd	0.5	分光分析法
Cr	15	〃
Cu	5	〃
Fe	50	〃
Mg	20	〃
Mo	25	吸光光度法
Si	50	分光分析法
Sn	15	〃
Ni	30	〃
Zn	0.3	〃
Eu		〃
Gd		〃
Sm		〃

＊1点につき2個の平行分析を行いその平均値を分析値とする。

御承認返却用

(別紙1)

文書番号	QFP(J)-PD-09 Rev.0
発行日	1999・9・10
発行部門	品　質　保　証
作成者	

「常陽」取替燃料製造用濃縮硝酸ウラニル溶液の製造に関する転換加工要領書

(契約No.　113C0013)

審査				承認
生産管理	製　造	安　全		品質保証
核燃料サイクル開発機構殿　御承認				

株式会社ジェー・シー・オー

(原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会資料　第2-4-3号より)

転換加工要領書

目　　次

1．　適用範囲

2．　工程の説明

3．　ロットの定義

4．　工程管理

1．適用範囲

本要領書は、核燃料サイクル開発機構（以下ＪＮＣという。）が支給するウラン原料（以下受入れ原料という。）から株式会社ジェー・シー・オー（以下ＪＣＯという。）において精製された硝酸ウラニル溶液（以下製品という。）を製造する際の転換・精製加工について規定するものです。

2．工程の説明

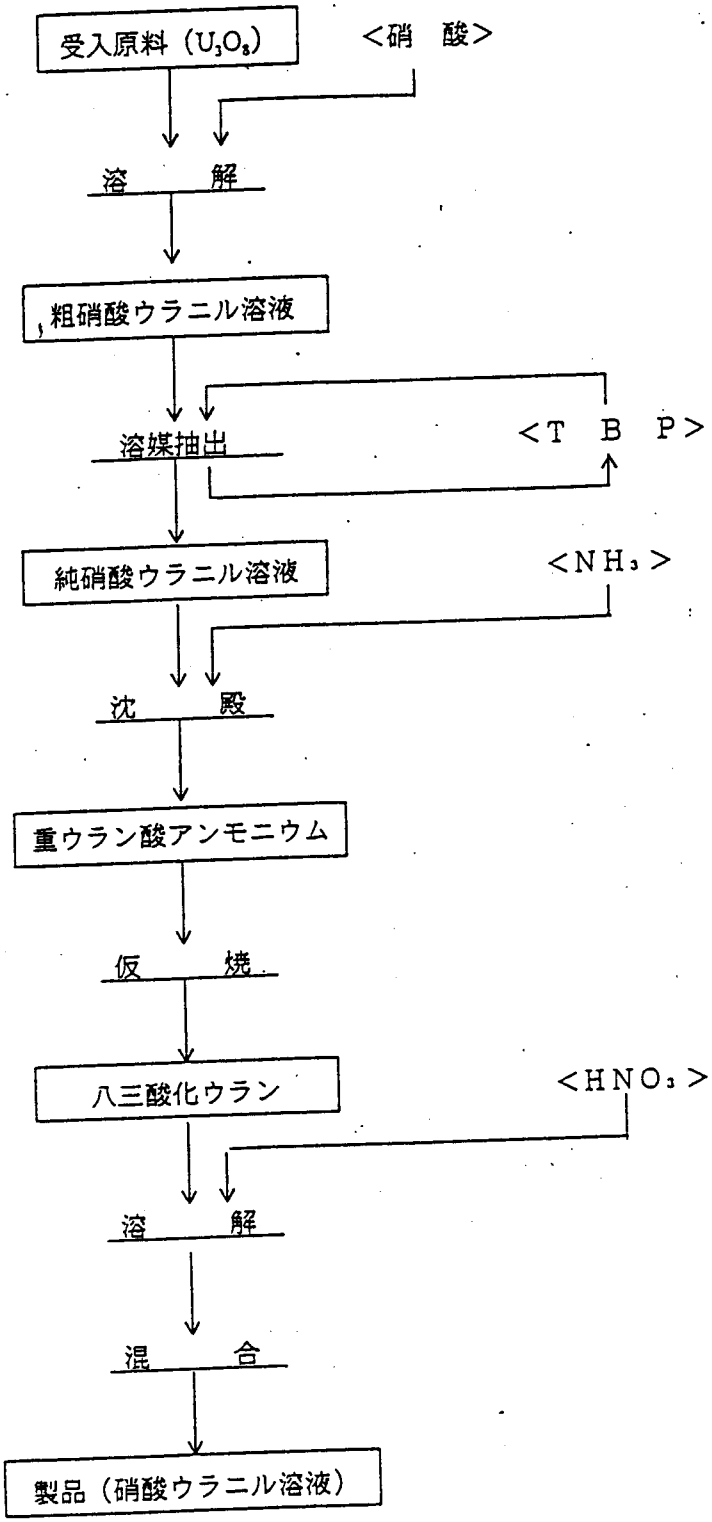
図－１に製造工程図を示します。

溶解工程では、受入原料に硝酸を加えて溶解し粗硝酸ウラニル溶液とします。

溶媒抽出工程では、ＴＢＰ－Ｄｏｄｅｃａｎｅ溶媒でパルス抽出塔にて溶媒抽出し、次にパルス逆抽出塔にて逆抽出を行い硝酸ウラニルを純水に逆抽出して純硝酸ウラニル溶液とします。

これにガス状アンモニアを加えて重ウラン酸アンモニウムの沈殿を生成し、固液分離後、八三酸化ウランに仮焼します。

八三酸化ウランを再度硝酸ですることにより硝酸ウラニル溶液を生成し、均一化したものを１ロットの製品とします。


受入原料（U_3O_8）
<硝　酸>
溶　解
粗硝酸ウラニル溶液
溶媒抽出
<T　B　P>
純硝酸ウラニル溶液
<NH_3>
沈　殿
重ウラン酸アンモニウム
仮　焼
八三酸化ウラン
<HNO_3>
溶　解
混　合
製品（硝酸ウラニル溶液）

図－1　　製　造　工　程　図

3．ロットの定義

化学的性質が均一になるように硝酸ウラニル溶液を撹拌混合し、クロスブレンドしたものを1ロットの製品とします。

1つのロットの硝酸ウラニル溶液は、複数の製品容器に詰められますが、いずれの製品容器にも同じ化学的性質を有する硝酸ウラニル溶液が入ります。

4．工程管理

4-1　管理システム

工程管理は、次の管理システムで行います。

a) 作業標準（ＳＯＰ）は、設備の操作と材料の取扱いに対する詳細な指示がなされており、基本的な管理書類です。

b) プロセスパラメーター指示書（ＰＰＳ）は、生産管理部門が発行するものであり、製造に対する詳細な条件を定め、指示するものです。

c) 操業記録は、製造部門が記録します。各工程の温度、ｐＨ、流量、材料の受入れ、払出し等を自動記録ないし点検記録し、工程及び工程内の設備機器が正常に動いていたことを証明するものです。

d) 再生指示書は、生産管理部門が作成・発行し、品質保証部門が承認するものであり、再生（Rework）の指示を与えるものです。

4-2　工程管理計画

管理項目及び管理限界は、品質保証部門によって各データ収集地点毎に定められています。製造部門は管理限界内で操業し、操作データを記録します。

製造部門は、品質保証部門の発行するサンプリングプランに従って中間品及び製品のサンプルを採ります。品質保証部門はサンプルを分析し、その結果をもとに合格としてリリースするか不適合品とするかを決定します。

工程管理計画を表－１に示します。

表－1　工　程　管　理　計　画

データ収集地点	工　程	管理項目	管理限界	データの項目	データの評価
1	受入れ	受入れ原料の重量		立会原料リスト	生産管理部門
リリースステーション		濃縮度	リリース規格	受入原料分析表	品質保証部門
2	溶解及び溶媒抽出	溶解温度 溶解バッチU量 硝酸容量 TBP流量 水相流量 純水流量	± 10 ℃ ≦ 2.4 kgU ± 0.5 liter ± 5 liter/hr ± 5 liter/hr ± 5 liter/hr	操業記録	製造部門 安全部門 品質保証部門 生産管理部門
3	沈殿 仮焼 溶解	純硝酸ウラニルU量 沈殿温度 NH3流量 仮焼温度 溶解温度 溶解バッチU量 硝酸容量	≦ 2.4 kgU ± 2 ℃ ± 1 l/min ± 10 ℃ ± 10 ℃ ≦ 2.4 kgU ± 0.5 liter	操業記録	製造部門 安全部門 品質保証部門 生産管理部門
リリースステーション		化学的性質	リリース規格	化学的性質報告書	品質保証部門
4	梱包及び出荷	製品重量 表面汚染	±100 g（容器） ≦ 0.04 Bq/cm²	製品秤量値報告 表面汚染検査表	生産管理部門 安全部門

つては，科学技術者の養成が不可欠であることにかんがみ，基礎部門および応用部門の各分野においてその養成訓練を図るものとし，とりあえず科学技術者の再教育に重点を置くが，恒久的な方策としては大学における教育の充実に努めることとする。

㉓ 原子力の研究，開発および利用の進展に伴い，放射線障害の防止に万全を期するためすみやかに放射線障害防止法（仮称）を制定し，あわせて国立の放射線医学総合研究所（仮称）を設置するものとする。

㉔ 上記の方針に従い，今後緩急に応じて逐次事項別の年次計画を策定し，本計画の具体化を図るものとする。

㉕ 本計画は，今後における原子力の研究，開発および利用の進展状況等を勘案して，必要に応じ修正するものとする。

(5) 計画の内容

(a) 原子燃料の供給計画

(イ) 基本的な考え方

原子燃料については，極力国内における自給態勢を確立するものとする。このため，国内資源の探査および開発を積極的に行い，あわせて民間における探査および開発を奨励する。また，不足分については海外の資源を輸入し得るよう努力する。なお，将来わが国の実情に応じた燃料サイクルを確立するため，増殖炉，燃料要素再処理等の技術の向上を図る。

(ロ) 計画の内容

① 国内資源の探査は主として工業技術院地質調査所および原子燃料公社が行うものとし，地質調査所は概査を，原子燃料公社はそのあとを受けた精査をそれぞれ担当する。

② 民間における探査を奨励するため奨励金制度を活用する。

③ 鉱山の開発は主として民間企業に期待するが，必要な場合には原子燃料公社もこれを行うこととする。

④ 選鉱および粗製錬は主として民間企業に期待することとするが，粗製ウラン塩，粗製トリウム塩等ら金属を生産する工程は原子燃料公社において集中的に行うものとする。このため原子燃料公社は粗製ウラン塩，粗製トリウム塩等を一部みずから生産するほか，民間企業から買い上げることとする。

⑤ 燃料要素の加工は原子燃料公社および民間において平行的に行うものとする。ただし，その研究は日本原子力研究所を中心として行うものとする。

⑥ 燃料要素の再処理および廃棄物の処理は原子燃料公社において集中的に行うものとする。

(b) 原子炉の建設計画

(イ) 基本的な考え方

基礎的研究より始めて，国産による動力炉を建設するため必要な各段階の原子炉を国内技術をもつて建設し，これらの成果を利用して動力炉を国産することを究極的な目標とする。このため，海外の技術を吸収することを目的として各種の実験炉，動力試験炉，動力炉等を輸入し，すみやかに技術水準の向上を図ることとする。なお，最終的に国産を目標と

有利な方式が採用されるべきであるが、原子燃料公社において、開発される技術の活用をはかることを考える。また、初期の段階においては、コールダーホール型動力炉用燃料の加工技術については、英国から技術を導入するものとする。

試験研究炉用天然ウラン燃料については、日本原子力研究所および原子燃料公社協力のもとに、民間企業において早期にその取替燃料の国産化をはかるとともに、さらに燃料性能の向上に関する研究をすすめる。

(3) 濃縮ウラン系燃料の加工

a 加 工

軽水冷却型動力炉用燃料は、当初の間は輸入されることとなろうが、その国産化は、経済的に加工を実施しうる時期になれば、民間企業において行なわれることを期待し、必要があれば海外技術の導入も考慮する。また、試験研究炉用燃料の需要は、前期10年においても、かなりの量に達する見込みであるのでなるべく早い時期に民間企業により加工が実施されることを期待する。

b ウラン濃縮

将来の濃縮ウラン需要の増大に備えるとともに、その供給源の多様化を期して、後期10年の後半には、その一部の国産化を可能とすることを目標として、ウラン濃縮に関する研究開発を日本原子力研究所および原子燃料公社を中心としてすすめる。なお、将来においてウラン濃縮事業を実施する必要のある場合には、原子燃料公社に受け持たせることが適当であると考える。

(4) 使用済燃料およびその再処理

使用済燃料については、国際協定に基づいて処理するが、原子力発電の規模が増大した段階においては、わが国において再処理を行なう必要がある。

この観点から、再処理に関する研究は、日本原子力研究所および原子燃料公社が共同してすすめるとともに、さらに再処理技術の確立および技術者の養成訓練を目的として前期10年の後半において天然ウラン燃料および低濃縮ウラン燃料を処理しうる方式による再処理パイロットプラントを原子燃料公社に設置する。

なお、将来再処理事業は原子燃料公社に行なわせる。

(5) プルトニウム利用の見通し

前期および後期を通じて原子力発電の開発が発展すれば生成されるプルトニウムは、相当の量に達するものと推定される。

プルトニウムの燃料としての利用は、高速中性子増殖炉に使用される場合が最も有利であると考えられるが、技術的な困難が多く、その実用化は、海外諸国においても後期10年の半ば以降とみられるので、プルトニウムの濃縮ウラン代替利用に関する研究開発をすすめる。さらに、将来プルトニウムを使用する高速中性子増殖炉に関する技術を開発し、わが国において合理的な燃料サイクル系が確立されることを期待する。

4. 放射線利用

4.1 アイソトープの利用

(1) アイソトープの利用の見通し

アイソトープの新核種の開発・新しい利用技術の開発およびトレーサー技術の進展等に伴って、わが国におけるアイソトープの利用は、今後ますますその応用分野が拡大し、実用化の面においても、大規模かつ広範囲な利用が促進されるものと期待される。

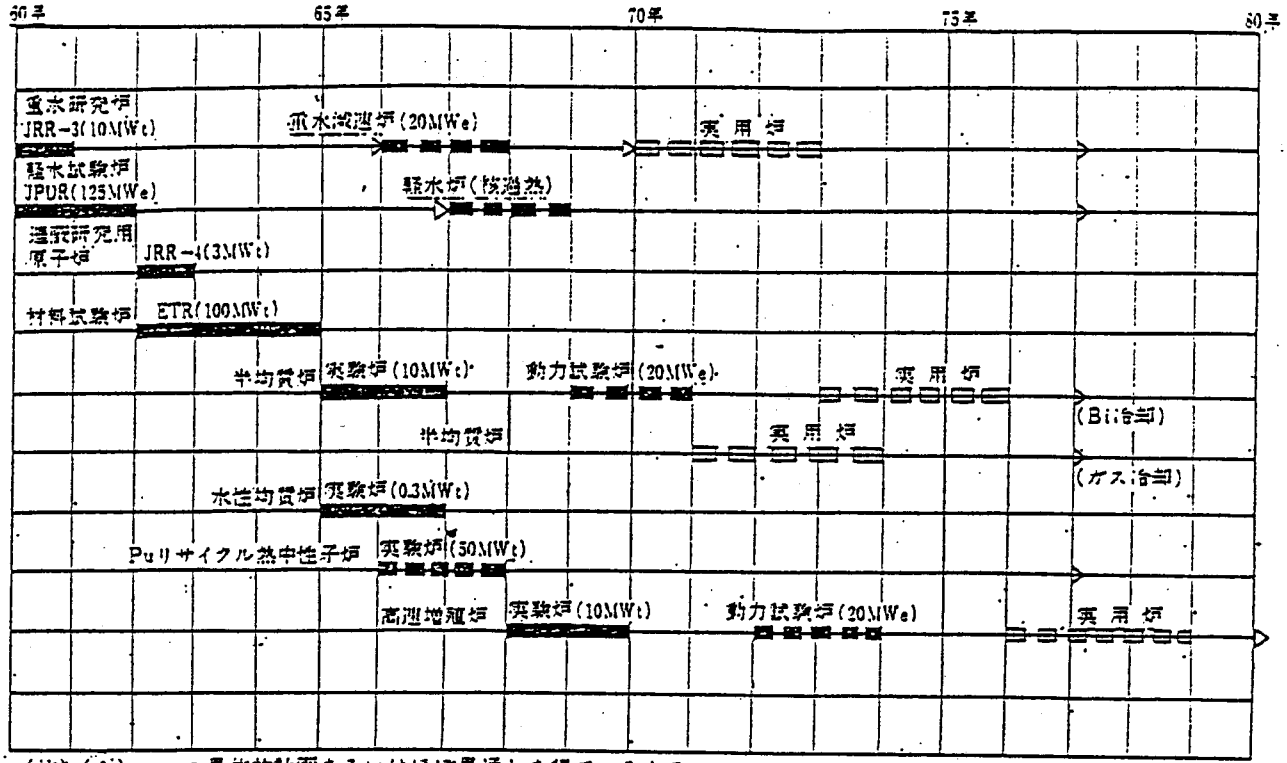
アイソトープは、大学・国立および公立試験研究機関・民間企業等において基礎科学・医学・生物・農業部門、各種工業等の各分野に広く利用され、基礎科学の進歩・産業の進展および国民福祉の向上に貢献しつつある。すなわち、基礎科学においては、生理学・生化学・地球物理学・考古学等への応用等研究分野の拡大をもたらし、医学の分野においては、疾病の診断および治療への応用により国民の保健福祉の向上に貢献し、また生物・農業部門においても有用動植物の品種改良および保護・殺菌・水産物の品質改善および保存等への利用が広まり、さらに工業分野においては、鉄鋼・非鉄金属材料等の基礎産業部門における工程管理・品質管理等への応用・化学工業における品質改善・新製品の開発等への応用および土木・建設等への応用も開発され、わが国の産業技術の向上に貢献することが期待される。

(2) アイソトープの需要の見通し

アイソトープの利用の進展に伴い、アイソトープの使用箇所および使用量の増加・使用核種の多様化、使用単位量の増加等が期待される。

最も需要の多い核種は、放射線源として用いられる^{60}Co、トレーサーとして用いられる^{32}Pおよび^{131}I等である。これらの需要は、年々増加の傾向にあり^{60}Coの使用量は、年8％ないし20％の割合で、^{32}Pおよび^{131}Iはそれぞれ3年％ないし4％、および3％ないし6％の割合で増加しており、前期10年間にお

原 子 炉 研 究 開 発 プ ロ グ ラ ム



(注) (1) ■■■ 具体的計画あるいはほぼ見通しを得ているもの。
(2) □□□ 今後の発展の可能性として考慮されるもの。
(3) □□□ (2)よりもやや見通しに不確定要素の多いもの。

4. 核燃料の研究開発

核燃料の製造加工技術については、さらに燃焼率および熱効率の向上、新しい製造加工方式の開発等燃料要素の設計および製作技術上改善の余地が多く、また原子炉自体が研究開発の段階にあるため、異なった新しい型式の核燃料も次第に要求されるものと考えられるので、原子炉開発と密接な関連のもとに研究をすすめる必要がある。

原子力発電の進展に伴い、生成されるプルトニウムは、かなりの量に達する見込みであり、この実用化の可否は、原子力発電の将来に大きな影響を及ぼすので、プルトニウム燃料の開発を原子燃料公社および日本原子力研究所の共同研究プロジェクトとして促進する。さらに、使用済燃料の再処理および劣化ウランの再使用に関する技術の開発を並行してすすめることにより、燃料サイクルを国内で自立することができるように努力する。

また、将来における濃縮ウラン需要の増大に備えるとともに、供給源の多様化を期して、ウラン濃縮に関する研究を推進する。

(1) 製 錬

ウランの粗製錬および精製錬については、現在原子燃料公社において工業化試験を行なっているが、さらに工程の簡略化、機器の改良等製錬技術の改善に関する研究をすすめるとともに、その施設を利用して当面の試験研究に必要な金属ウランの生産を行なうほか、廃液の処理に適した製錬方式に関する研究等を行なう。

なお、民間企業における精製錬研究も、並行してすすめ、将来天然ウラン型動力炉用燃料を国産化する場合、精製錬の方式については、原子燃料公社および民間企業において開発されたそれぞれの技術を検討し、技術的および経済的に最も有利な方式を採用することとする。

(2) 六弗化ウランの二酸化ウランまたは金属ウランへの転換、濃縮六弗化ウランの二酸化ウランまた

は金属ウラン等への転換は、当分の間は海外に依存することとするが、将来濃縮ウラン系燃料の加工を国内で行なう場合、その経済性いかんによっては、国内で転換を実施することを目標として、早期に濃縮六弗化ウランの処理技術を開発する。この技術の開発にあたっては、加工との関連において主として民間企業において開発されることを期待する。この場合、要すれば海外技術の導入を考慮する。

(3) 加　工

JRR-3用燃料については、日本原子力研究所を中心とし、民間企業の協力を得て、引き続き燃料性能の向上を期して、天然ウラン系合金燃料およびその加工方式ならびに被覆材および被覆方式に関する研究をすすめる。

動力炉燃料については、将来の開発に備え、技術の蓄積をはかるほか、核燃料の加工技術には、なお改良の余地が多いので、新合金系燃料の開発、セラミック燃料のスウェージングおよび抽出加工法等について民間企業による研究の発展を期待する。

これと並行して、日本原子力研究所においては、核燃料加工に関する一般的基礎研究および新型式の燃料の開発に関する研究を推進する。

(4) 核燃料の検査および照射試験

核燃料の検査技術は、原子炉の安全性とも関連して特に重要である。このため、非破壊検査および破壊検査法に関する研究をすすめ、各種型式の核燃料に対するこれら検査法の適用方式を開発するとともに、検査基準の確立をはかることとする。この研究は原子燃料公社を中心とし、民間企業等の協力を得て強力に推進する。

また、核燃料の開発に際しては、原子炉による照射試験が不可欠のものであるので、日本原子力研究所の試験研究炉を有効に利用しうるよう措置するとともに、前期10年の後半において材料試験炉を設置し、核燃料開発の促進をはかる。

(5) ウランの濃縮

濃縮ウランの将来の需要に備えるとともに、その供給源の多様化を期するため、後期10年の後半に濃縮ウランの一部国産化を目標として、ウラン濃縮に関する研究開発をすすめる。

このため、ウラン濃縮に関する一般的基礎研究を日本原子力研究所を中心としてすすめるとともに、現在着手している遠心分離法についての研究開発を原子燃料公社を中心とし、関係機関の協力を得て推進する。なお、将来ウラン濃縮事業は、原子燃料公社に受け持たせることを考える。

(6) 再処理

使用済燃料の再処理については、将来原子力発電における燃料インベントリー、使用済燃料の輸送費節減等のために、さらには燃料サイクルの円滑な実施をはかるため、わが国においても早期にその方式を確立しておく必要がある。このような観点から前期10年の後半に完成を目標として原子燃料公社に再処理パイロットプラントを建設し、再処理の工業化試験を実施する。この再処理パイロットプラント建設に関する基礎的資料を得るため、日本原子力研究所に設置されるホット・ケーブを利用して両者協力のもとに溶媒抽出法に関する工学的試験研究を実施する。日本原子力研究所においては、半均質炉、水性均質炉および高速中性子増殖炉の開発と並行して、それらの炉の使用済燃料の再処理を対象として、揮発分離法、弗化物分留法、乾式冶金法等に関する基礎的研究をすすめ、研究の進展に応じてホット・ケーブを使用して、工学的研究を実施する。

(7) 劣化ウラン

使用済燃料を再処理して得られる劣化ウランは、将来相当の量に達するものと見込まれており、これの再使用技術の開発は、燃料サイクル確立のために不可欠であり、その再使用の方式としては、増殖炉にブランケットとして使用する方式、再濃縮またはプルトニウム強化をして再使用する方式のほか、より高濃縮またはより低濃縮ウランと混合して所定の濃縮度を有するウランに調整して再使用する方式等が考えられる。これらの再使用方式について、その技術的可能性を明らかにするとともに、最も経済的な再使用方式を確立するため、原子燃料公社を中心として研究をすすめる。

(8) プルトニウム

プルトニウム燃料の開発は、燃料サイクルの基礎ともなるべき事項であるので、後期10年の前半において熱中性子炉への実用化を、後期10年の後半において高速中性子増殖炉への実用化を目標とし、原子燃料公社および日本原子力研究所の共同研究プロジェクトとして、強力に推進する。この場合、日本原子力研究所は、主としてプルトニウムに関する物理的および化学的基礎研究、原子炉

第5章 核　燃　料

§1 核燃料懇談会の開催

原子力委員会は，原子力発電の進展にともない，わが国に適した核燃料サイクルを確立し，核燃料の安定供給とその有効利用をはかる観点から，昭和42年4月に策定した原子力開発利用長期計画に示した方針の具体化を早急にはかるため，核燃料懇談会を開催することとした。

同懇談会は，学識経験者および関係各省庁の職員20名をもって構成し，海外ウラン資源確保の方策，プルトニウムの長期的有効利用，ウラン濃縮の研究開発，核燃料の民有化にともなう措置およびその他核燃料の重要事項について検討することとし，42年度中にその審議を終了することを目途として，42年6月から審議を開始した。

§2 核燃料の所有方式

核燃料の所有方式については，政府は，原子力委員会の方針にもとづき，天然ウランおよびトリウムに限って民間の所有を認め，濃縮ウラン，プルトニウム等の特殊核物質は原則として，国または公的機関の所有としていた。

一方，1964年(39年)米国において通称「特殊核物質の民有化に対する法律」が施行され，このため，日米原子力協力協定(日米協定)上，日本政府が特殊核物質を所有する義務は必らずしも必要でなくなった。また，核燃料物質に関する平和利用の保障，安全性の確保のための管理体制等がすでに整備された事情にかんがみ，原子力委員会は，民間事業者による原子力発電が本格化したこの時期に，特殊核物質を民間に所有せしめることが原子力発電の推進により有効であると考え，特殊核物質の民有化の方針を固め，日米協定

の改訂，民有化にあたっての措置等について，検討を行なってきた。

41年9月，原子力委員会は，近くその有効期限が満了する日米協定の改訂にあたり，特殊核物質の民間所有を認める方針で，安全保障措置等，必要な国内的環境の整備をはかるとともに，濃縮ウランの安定した供給の確保と，濃縮ウランの購入，プルトニウムの処分等を民間が直接行ないうるような措置を講ずる方針を決定した。

政府は，原子力委員会のこの方針にもとづき，41年10月の閣議において，核燃料の民有化について，遅くとも43年11月末までに特殊核物質の民間所有を認めることとし，濃縮ウランの確保，民間人による濃縮ウランの購入等の取引きを直接行ないうるように，日米協定改訂の準備を行なうことを了承し，同協定改訂のための検討を行なうこととしている。

§3 核原料物質の探鉱開発

1 国内資源の探鉱

国内における核原料物質の探鉱促進をはかることを目的とした核原料物質開発促進臨時措置法は，10年間の時限立法であり，41年5月までに廃止されることとなっていたが，さらに，10年間延長して，今後もひきつづき核原料物質の探鉱を促進することとした。

核原料物質の探鉱は，41年度，ウラン鉱について，通商産業省工業技術院地質調査所(地質調査所)および原子燃料公社(公社)により実施された。

地質調査所では，31年度より，10カ年計画で約20万平方キロメートルにわたる探鉱概査を実施し，堆積型鉱床胚胎の可能性のある地域10地域，約1万6,000平方キロメートルを有望地域として摘出することができた。

41年度においては，調査の十分でない一部の堆積岩地域に対して補完的探査を行ない，岐阜県，広島県，秋田県，宮城県，新潟県において，カーボーン調査およびマンボーン調査による放射能強度分布概査を実施し，岐阜県岩村地区および広島県三次地区で放射能異常を認めた。

よる研究開発もすすめられている。

§6 ウラン濃縮

ウラン濃縮に関する基礎的研究は40年度にひきつづき，遠心分離法と化学分離法が公社において，また，化学分離法が原研において，それぞれ行なわれた。

遠心分離法は，40年度にひきつづき，公社が中心となって遠心分離機の運転試験，同位体の分離試験，遠心分離機の機械的検討および六弗化ウラン耐蝕試験等が行なわれた。

化学的分離法についての研究は，公社および原研で，イオン交換樹脂による分離等について行なわれている。

§7 ウラン燃料の加工事業

ウラン燃料の加工事業については原子力産業5グループにおいて，将来の核燃料の国産化に備えるため，ウラン燃料の転換および加工技術の研究開発を行なうとともに，必要な技術を海外から導入してきた。

また，政府においても，これら研究開発を促進するため，委託費および補助金を交付してきた。この結果，各社とも核燃料の転換または加工についての技術は，一応の成果をうることができた。

一方，41年度には，わが国の原子力発電所について，日本原子力発電(株)2号炉，東京電力(株)1号炉および関西電力(株)1号炉の建設がそれぞれ決定した。その他の電気事業者による設置計画も具体的に検討がすすめられ，わが国における核燃料の需要見とおしが相当明確になってきた。このような背景から，三菱原子力工業(株)，三菱金属鉱業(株)，古河電気工業(株)，住友原子力工業(株)，日本ニュークリア・フュエル(株)(東京芝浦電気(株)，(株)日立製作所および米国ゼネラル・エレクトリック社との合弁会社)の5社か

ら，「核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(原子炉等規制法)第13条にもとづく加工事業の許可申請書が内閣総理大臣に提出された。

一方，原子力局においては，昭和32年に制定した「核燃料物質の加工の事業に関する規則」が，当時の情勢で金属ウランを主体に考えた規制内容であり，その記載項目等が現在設置されつつある軽水炉の燃料を加工する事業の場合，その記載項目が十分でないため，41年7月，同規則を全面的に改正した。

また，原子力委員会は，41年8月，加工施設の安全性を審査するための指針を作成するため，「加工施設等安全基準専門部会」を設置した。

同部会では，加工施設の立地条件，事故および災害に対する安全性の解析および評価，臨界管理等について検討をすすめ，42年5月，「加工施設の安全審査指針」を作成し，原子力委員会に報告した。原子力委員会は，この指針にもとづき，近く加工事業の許可に関する審査を行なうこととしている。

§8 使用済燃料の再処理

1 再処理の研究開発

原研では，46年度に完成する予定の公社の使用済燃料再処理工場の要員の訓練と研究用プルトニウムの取得のため，再処理試験施設の整備に努めてきた。

41年度においては，42年度のホット試験に備え，抽出，蒸発，溶媒回収の各工程の機器の整備および作動試験ならびに全工程のコールド試験を行なった。

また，乾式法による再処理や再処理廃液のガラス化処理についても研究をすすめている。

公社では，再処理工場の詳細設計と関連し，再処理に関する試験研究，再処理化学工程に関する研究，低放射性廃液処理に関する研究等が行なわれた。

電の推進における核燃料政策の重要性、国際規制物資としての特殊性にかんがみ、民有化ののちにおいても、政府は、その適切な管理のもとに核燃料の平和目的への利用を保管するとともに、核燃料の低廉かつ安定な供給を確保し、さらに、国内においてその有効利用をはかるための施策を講ずる必要がある。また、核燃料の供給に関しては、当面、軽水炉が原子力発電の中心となると予想されるので、とくに濃縮ウランの確保が重要であり、このため、国際協定の改訂等を行ない、その供給を確保する必要がある。

他方、前述のごとき厖大な核燃料所要量の増加と世界的なウラン資源の偏在ならびに米国政府の濃縮ウランの供給政策が委託濃縮制度に変ったことをも考慮し、天然ウランの低廉かつ安定な供給の確保が重要な課題となってきた。

これらの課題にこたえられるためには、核燃料資源に乏しいわが国においては、さらに国内資源の把握につとめることはいうまでもないが、海外ウラン資源の低廉かつ安定な供給を確保することがとくに必要である。

ウラン資源の確保にあたっては、需要者が必要のつど購入する方法と長期購入契約、開発輸入方式などを適宜組み合わせた措置を講ずる必要があるが、長期にわたってその安定供給をはかる見地からは、ウラン資源の相当程度を開発輸入方式によって確保していくことが望ましい。

また、国内において核燃料の安定供給と有効利用をはかるため、すでに述べた新型転換炉および高速増殖炉の早期実用化を促進するとともに、核燃料加工事業の育成、国内再処理体制の整備、使用済燃料から取り出されるプルトニウムの核燃料としての利用の促進等の措置を講じ、わが国に達した核燃料サイクルの確立をはかる必要がある。

核燃料加工事業については、わが国で使用する核燃料を早期にすべて国内において加工しうるような体制を整えるよう、その育成をはかる必要がある。

使用済燃料の再処理については、これを国内において行なうこととし、当分の間は、原子燃料公社の再処理工場において行なうものとするが、将来は民間企業において再処理事業が行なわれることが期待される。また、新しい再処理方法を開発するために必要な研究開発を行なう。

プルトニウムは高速増殖炉に使用することが最も望ましいが、これが実用化されるまでには長期間を必要とするので、それまでの間は在来型炉および新型転換炉など熱中性子炉において使用されることが期待される。このため、昭和50年頃までに熱中性子炉への利用の技術をを確立して、その有効利用をはかる。

わが国の原子力発電が、当面米国だけにその供給源が限られる濃縮ウランのみに依存することは、核燃料の安定供給の観点から必らずしも望ましいことではないので、新しい動力炉の開発を推進する必要があることは前に述べたとおりである。しかしながら、新しい動力炉が実用化されても、なお、相当量の濃縮ウランが必要であると見こまれる、したがって、将来、濃縮ウランの国内生産を行なうことも考えられるので、これに備えて必要な研究開発を行なうものとする。このため、わが国で採用すべきウラン濃縮方式を定めるのに必要な各方式の技術的可能性と経済性の評価に関する資料を昭和50年頃までに得ることを目途として、従来から行なっている遠心分離法の研究開発を継続するほか、気体拡散法などについても調査研究を行なう。

2 原子力船

最近における世界海運の趨勢をみると、世界経済の発展にともなって増大する国際貿易を背景として、船腹量の増大および輸送構造の近代化、合理化がすすめられ、とくに船舶の高速化、巨大化の傾向はますます顕著なものとなっている。

この傾向にこたえる高出力推進機関として、原子力推進機関がその有利性を発揮するものと期待され、このため、世界の主要海運造船国においては、国が主体となって原子力船の実用化に関する研究開発をすすめている。すなわち、米国およびソ連においては、軍事利用の開発をすすめるとともに、すでに昭和30年代前半に実験船的なものとして貨物船サバンナ号、砕氷船レーニン号をそれぞれ建造運航している。また、ドイツにおいては、数年前から、鉱石運搬にも利用できる実験船オット・ハーン号の建造に着手している。さらに、英国、フランス、イタリア等の諸国においても、軍事利用を中心としてではあるが、それぞれ開発がすすめられている。

とくに、米国において原子力高速コンテナー船を建造し、これを極東に配船する計画の検討がすすめられていることは、わが国海軍、造船業の将来に重大な影響を及ぼす可能性があるものとして、注目されるところである。また、北欧諸国においても、原子力船建造計画の検討が行なわれており、これらの

るための方策については、所要の時期までに検討することとする。

このようにして電力系統に導入される新型転換炉の全原子力発電設備に占める割合は、昭和65年度にはかなりの部分に達するものと期待される。その後、高速増殖炉の実用化された場合には、新型転換炉は高速増殖炉への燃料として必要なプルトニウムを供給する役割を果たすことも期待され、長期間高速増殖炉と並存するものと見込まれる。

高速増殖炉は、消費した以上の核燃料を生成する画期的なものであり、ウランのもつエネルギーの最高限度の利用を可能とするものであり、これにより、濃縮ウランの必要量を減少できる。また、将来、きれいなエネルギー供給源として、原子力発電の主流となるべきものであり、わが国においては、昭和60年代に実用化を達成することを目標とする。その開発にあたっては、現在、世界的にもっとも有望な炉型とみられている。プルトニウムとウランの混合酸化物系燃料を用いるナトリウム冷却型炉を対象として、目標熱出力10万KWの実験炉を、昭和49年度に臨界に至らしめることとし、また電気出力30万KW程度の原型炉を、昭和53年度頃に臨界に至らしめることを目途とする、高速増殖炉の実用化については、原型炉の建設、運転の成果に基づき、今後、さらに検討するが諸外国における開発の例等から判断すると、実証炉を建設するなど、積極的に実用化の方策を講ずることについても、考慮する必要があろう。

なお、より長期的に、高速増殖炉の高性能化をはかるため、ガス冷却型高速増殖炉、炭化物燃料等に関する基礎研究および高速増殖炉用燃料の再処理技術に関する研究開発を現在の高速増殖炉開発計画と並行してすすめる必要がある。

2. 核燃料

原子力発電を将来の安定したエネルギー供給源とし、前述の原子力発電開発規模を達成するためには、必要となるぼう大な核燃料を安定的に確保し、その有効利用をはかることがきわめて重要である。このため、ウラン資源および濃縮ウランの確保、核燃料の加工、使用済燃料の再処理等について、積極的な施策を講じ、経済的で、かつ、わが国の自主性を確保できるような核燃料サイクルの確立に努める必要がある。核燃料サイクルの各要素の確立については、原則的には民間企業が主体となることを期待するが、原子力が、将来のエネルギー供給を担う国家的課題であることから、政府も適切な措置を講ずることが重要である。

原子力発電の今後の見とおしに基づくウラン所要量は、昭和55年度には年間約8,000ショートトン、昭和65年度には年間約15,000ショートトンに達するものと予想される。ウラン資源に乏しいわが国は、そのほとんどすべてを海外に求めざるを得ないので、電気事業者が海外ウランを短期および長期の購入契約により、ひきつづき自主的に確保することを期待するが、長期的には、開発輸入の比率を高め、年間所要量の3分の1程度を開発輸入により確保することを目標として、海外において探鉱開発を強力に行なう必要がある。このため、政府は、動力炉・核燃料開発事業団による調査活動を強化拡充するとともに、民間企業の探鉱活動に対して、成功払い融資、開発資金に係る融資等の助成措置を講ずるほか、新たな探鉱開発が積極的に行なわれるための施策についても検討することが必要である。

濃縮ウランについては、分離作業量にして昭和55年度には年間約5,000トン、昭和65年度には年間約11,000トンが必要になるものと思われる。一方現在自由世界で濃縮ウランを商業ベースで供給している米国の供給能力は、昭和55年度頃に限界に達するものと見られている。

このため、昭和55年度頃までに運転を開始するわが国の原子力発電所に必要な濃縮ウランについては、米国からの供給確保に努力することとし、それ以降必要とされる濃縮ウランを確保するためには、国際共同濃縮事業への参加を考慮しつつ、1980年代に一部濃縮ウランを国産化しうることを目途に、所要の研究開発を推進していくこととする。

核燃料の加工については、国内加工産業が徐々に国産化の体制を固めつつあるが、その基盤はなお弱体であり、今後技術開発を積極的にすすめるなど、産業基盤の強化をはかることが必要である。

使用済燃料の再処理については、動力炉・核燃料開発事業団において、昭和49年度操業開始を目途に再処理施設の建設をすすめるものとし、これに続く再処理施設は、使用済燃料の再処理は国内で実施するとの原則のもとに、民間企業においてその建設、運転を行なうことを期待する。しかし、その建設には困難な問題が少なくないと思われるので、政府は立地政策、長期低利融資等必要な措置を講ずるとともに、環境に放出される放射性排出物をできる限り少なくするため必要な研究開発を強力に推進するものとする。

使用済燃料の輸送サービスについては民間企業にお

原子力グループと燃料加工メーカー

原子力５グループは、現在はゆるやかな結合体である。

<table>
<tr><th></th><th>重電メーカー</th><th>加工メーカー</th><th>加工事業内容</th></tr>
<tr><td rowspan="2">三菱グループ
（三菱重工Ｇ）
【総合メーカー】</td><td rowspan="2">三菱重工
（ＰＷＲ）</td><td rowspan="2">三菱原子燃料
（ＰＷＲ用燃料）</td><td>組立
（ペレットから
燃料集合体）</td></tr>
<tr><td>再転換
（粉末製品）</td></tr>
<tr><td>日立グループ
（東京原子力産業Ｇ）
【総合メーカー】</td><td rowspan="2">日立

（ＢＷＲ）

東芝</td><td rowspan="2">日本ニュークリアフュエル
（ＢＷＲ用燃料）</td><td rowspan="2">組立
（ペレットから
燃料集合体）</td></tr>
<tr><td>東芝グループ
（日本原子力事業
懇話会）
【総合メーカー】</td></tr>
<tr><td>富士グループ
（第一原子力産業Ｇ）</td><td>富士電気
（一部原子炉）</td><td>原子燃料工業
（ＢＷＲ燃料）
（ＰＷＲ燃料）</td><td>組立
（ペレットから
燃料集合体）</td></tr>
<tr><td>住友グループ</td><td>－</td><td>ＪＣＯ
（住友金属鉱山）</td><td>再転換
（粉末製品、
一部溶液製品）</td></tr>
</table>

（原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会資料　第3-15号より）

会　社　概　要	
○　社名	株式会社　ジェー・シー・オー（略称　ＪＣＯ） ［ＪＣＯ　ＣＯ.，ＬＴＤ.］
○　資本金	１０億円
○　株主	住友金属鉱山（株）１００％
○　事業	・原子燃料の製造及び売買 ・ウラン化合物の精製及び売買 ・原子燃料サイクル（転換、濃縮、再転換、再処理等）に関する研究、調査 ・放射線照射による滅菌、改質の受託業務 ・その他付帯関連する事業
○　沿革	１９５７（昭和３２） ・住友金属鉱山（株）、原子力発電用核燃料の研究開発を開始 １９７３（昭和４８） ・核燃料事業部東海工場として再転換事業を開始（２２０t-U/年） １９７９（昭和５４） ・日本核燃料コンバージョン（株）設立 １９８３（昭和５８） ・第２工場完成、稼働開始（４９５t-U） １９８５（昭和６０） ・濃縮度２０％未満の再転換工場完成（３t-U/年） １９８６（昭和６１） ・第２工場　第１次増強（５５３t-U/年） １９９０（平成２） ・第２工場　第２次増強（７１８t-U/年） １９９７（平成９） ・日本照射サービス（株）（ＪＩＳＣＯ）東海センター建設・竣工 ・ＢＮＦＬとの乾式再転換技術導入契約締結 １９９８（平成１０） ・社名を（株）ジェー・シー・オーに変更

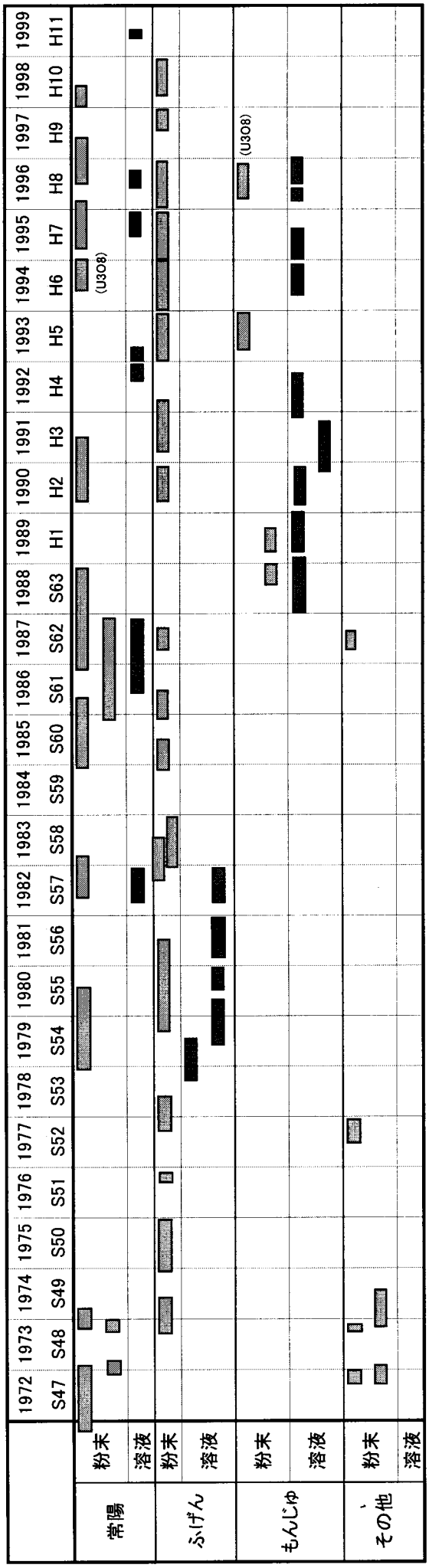
（原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会資料　第1-2号より）

参考Ⅲ－36　（株）ジェー・シー・オーの加工事業について

項　　目	内　　容
(1) 名称及び住所 1) 名称 2) 住所	 株式会社ジェー・シー・オー（ＪＣＯ） 東京都港区新橋５丁目１０番５号
(2) 工場の名称及び所在地 1) 名称 2) 所在地	 株式会社ジェー・シー・オー（ＪＣＯ）東海事業所 茨城県那珂郡東海村大字石神外宿２６００番地
(3) 許可事業等の内容	化学処理施設、核燃料物質の貯蔵施設及び放射性廃棄物の廃棄施設等で構成。 （化学処理施設の構成） －第１加工施設棟 ・六フッ化ウラン（濃縮度５％以下）から酸化ウラン粉末を製造。 ・スクラップ（濃縮度５％以下）及びイエローケーキを精製して酸化ウランを粉末を製造 ・最大処理能力　２２０ tU／年 －第２加工施設棟 ・工程内容は、第１加工施設棟に同じ。 ・最大処理能力　４９５ tU／年 －転換試験棟 ・六フッ化ウラン（濃縮度２０％未満）、スクラップ（濃縮度５０％未満）又はイエローケーキから、二酸化ウラン粉末又は硝酸ウラニル溶液を製造。主に高速実験炉「常陽」用。 ・最大処理能力　３ tU／年 （濃縮度２０％以上５０％未満のスクラップの処理能力、２０ kgU を含む）
(4) 核燃料取扱主任者の数	７名
(5) 従業員の数（技術者）	１０５名（２１名）

（原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会資料　第 1-2 号より）

JCOへの二酸化ウラン、硝酸ウラニル溶液の発注実績

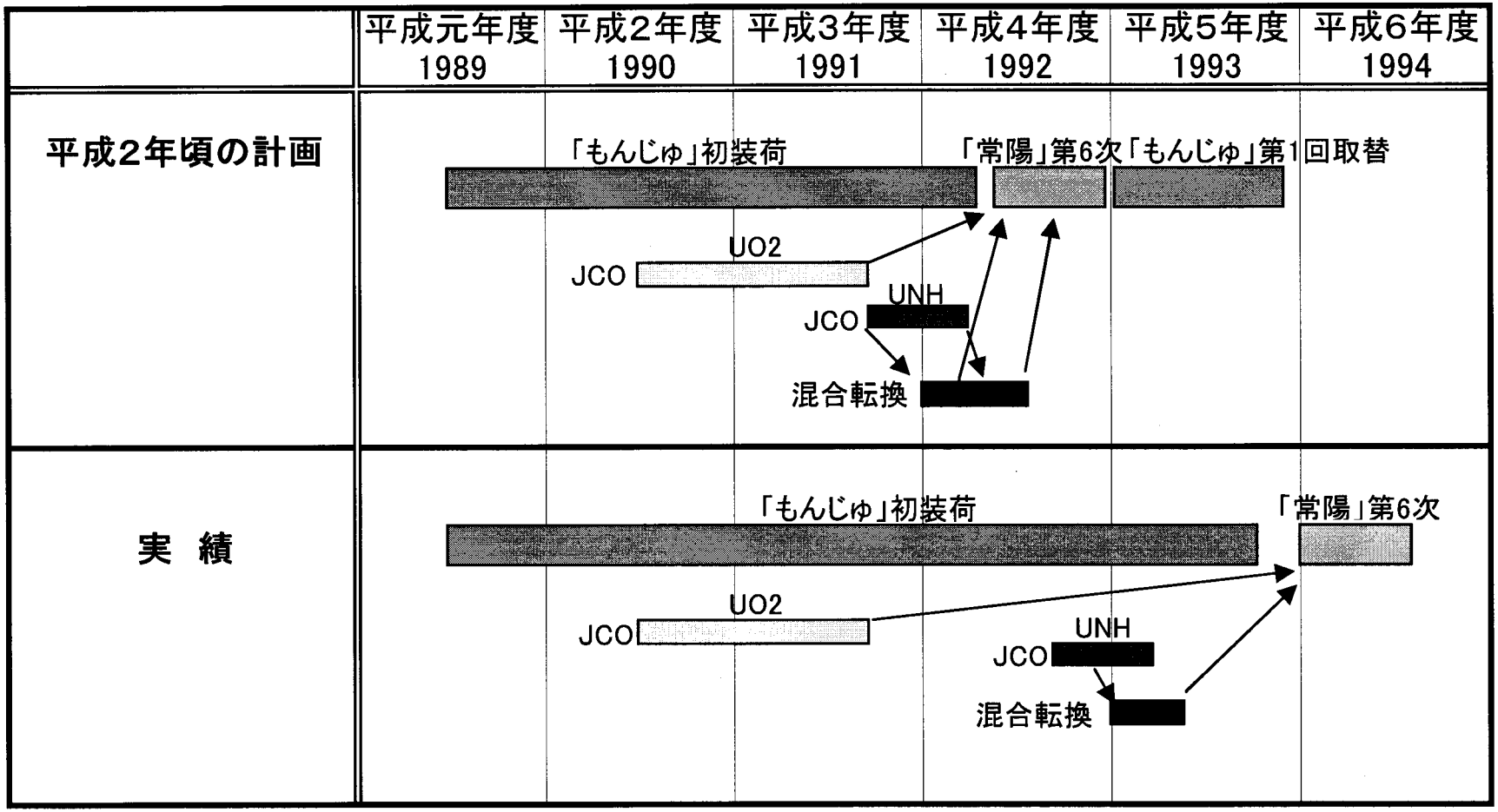


「常陽」設置許可申請書(抜粋)

昭和44年6月30日申請
昭和45年2月12日許可

本原子炉の運転に要する核燃料物質は，「原子力の非軍事的利用に関する協力のための日本国政府とアメリカ合衆国政府との間の協定」に基づいて米国より，及び「原子力の平和的利用における協力のための日本国政府とグレート・ブリテン及び北部アイルランド連合王国政府との間の協定」に基づいて英国より，及び両国との協定によって国内より入手する。

「常陽」燃料製造計画の変遷



参考資料－14

No. 81 - 19 - 1

核燃料物質重量証明書

動力炉核燃料開発事業団
東海事業所 殿

件名	区分	供給当事国	ロットNo.	化合物名・形状
第4回 天然硝酸ウラニール溶液	天然ウラン	フランス	PNC-UNS-N-81001	硝酸ウラニール溶液

No.	容器No.	総重量 (g)	容器重量 (g)	正味重量 (g)	SG	容量 (l)	U品位 (g^{-U}/l)	U重量 (g)	アウターパッケージNo.	~~備考~~ バッチNo.
1	43	5,459	260	5,199	1.5648	3.322	381.24	1,266	T-0519	R1811031
2	44	5,528	265	5,263	"	3.363	"	1,282	"	
3	45	5,568	259	5,309	"	3.393	"	1,294	T-0398	
	46	5,572	259	5,313	"	3.395	"	1,294	"	
5	47	5,588	261	5,327	"	3.404	"	1,298	T-0127	
6	48	5,380	265	5,115	"	3.269	"	1,246	"	
7	49	5,552	263	5,289	"	3.380	"	1,289	T-0746	
8	50	5,488	262	5,226	"	3.340	"	1,273	"	
9	51	5,555	260	5,295	"	3.384	"	1,290	T-0044	
10	52	5,630	265	5,365	"	3.429	"	1,307	"	
11	53	5,641	261	5,380	"	5.438	"	1,311	T-0753	
12	54	5,447	266	5,181	"	3.311	"	1,262	"	
13	55	5,567	258	5,309	"	3.393	"	1,294	T-0147	
14	56	5,561	256	5,305	"	3.390	"	1,292	"	
15	57	5,674	264	5,410	"	3.457	"	1,318	T-0773	
16	58	5,587	264	5,323	"	3.402	"	1,297	"	
	59	5,561	269	5,292	"	3.382	"	1,289	T-0026	
18	60	5,500	272	5,228	"	3.341	"	1,274	"	
19	61	5,483	262	5,221	"	3.337	"	1,272	T-0709	
20	62	5,481	264	5,217	"	3.334	"	1,271	"	
21	63	4,524	269	4,255	"	2.719	"	1,037	T-0636	
81001 合計		115,346	5,524	109,822	—	70.183	—	26,756		

核燃料物質の検定計量結果は以上の通りであることを証明致します。

昭和 56年 10月 15日

茨城県那珂郡東海村大字石神外宿２６００番地
住友金属鉱山株式会社東海核燃料工場

作成責任者 業務課長 [redacted]

56年3月3日

No.　第81回常陽燃料技術会議議事録抜粋　　P 10

項	記　　　　事	処　　　　置
	(回) 工認の変更のない範囲と思う。([redacted])	
	(6) 実験炉計画 ([redacted])	
	(イ) 官庁関係業務では	
	○ 75MW 才6サイクルの改良型燃料	
	○ キャスクカーのフリッパー改造工事	
	○ 新燃料の構内輸送容器	
	について準備を行っている。一方中性子源については申請を行った。顧問会関係では1月28日にウェアマークについての顧問会を行った。	
	才4、才5サイクルのPIE結果をみて規制課の判断で決めるとの事である。ケースとして以下の2通りを考えており、	
	① ウェアの深さが60μmを大巾に越えない場合には才6サイクルを実施する。 規制課の判断で	
	60μmを超えた場合 ② Usage factor が1を越え 顧問会了承 る場合には出口温度を実績値としての値(590℃)を用いて工認変更を行う。	大巾に越えない場合は 60μmを超す時点で MK-II終了時点で
	今(1)後 ウェアマーク~~について~~の顧問会~~は~~ ~~~~ MK-IIのPIEという事で報告する。	
	(ロ) FBR学協で常陽もんじゅについての燃料製造計画を話す事になっているがその内容について紹介があった。([redacted])	
	(質) MK-IIの才2次取替以降再処理のPu(東海)を使うと説明し	

項	記事	処置
	( )	
	( )	
	( )	
	( )	
	( )	
	( )	
	( )	
	(7) 大洗燃料材料試験部 ( )	
	JF81-5, JF81-6にて説明。	
	75MWDにおけるPIEの結果から	
	(i) FPが放出されている。	
	(ii) ワイヤのゆるみがみられる。	
	(iii) スタック長の延びがみられる。	
	3/5にPIEの結果についてPu燃で報告会を行う予定である。	
	(i) スタックののびはどれ程か	
	( )	
	(ii) 平均して4mm程度である。	
	(8) 大洗実験炉 ( )	
	JF81-7にて説明。	
MK-II	(i) 第5サイクルの終了は7月末である。	
	第6サイクルの燃料定より3ヶ月遅れである。	
	(ii) MK-IIの100MWDTの到達は	
	ずらさない。	
	(iii) 第5サイクルの改良型燃料は	
	官庁との間で合意がとれている。	
	(iv) 第4サイクル以降の予定は4.5	
	月に第4サイクル, 6.7月に第5サ	
	イクル, 第6サイクルは11月・12月と	
	なっている。	

No. （昭和57年8月17日 第89回 常陽燃料技術会議議事録 抜粋） P 3/4

項	記事	処置
	(4) プル燃部品質保証グループ（[redacted]）	
	JF89－4により説明。	
	(要) QA文書を実験炉部に配布してほしい。（[redacted]）	
	(回) 要望をQA責任者に伝えます。（[redacted]）	
	(5) 技術部検査課（欠席）	
	(6) 核燃料部（[redacted]）	
	(イ) 仏のCOGEMAで再処理しているPuの組成の	
	概略が判明したので、これをもとに製造につ	
	いて、プル燃部と相談したい。	
	(ロ) 2次取替用のEUは、8/16に日本に到着し、	
	JCOにおいて転換の予定である。	
	3次取替において18%EUを用いる場合	
	JCOで転換するには臨界管理の変更が	
	必要であり、早急に対処しなければならない。	
	(ハ) FBR再処理のパイロットプラントについては、57年	
	度に予定していた基本設計は1年見送りとなった。	
	また、施設は、文珠燃料の再処理を主目的	
	として設計される見込みである。	
	(7) 大洗燃料材料試験部（[redacted]）	
	JF89－5により説明。	
	(8) FBR本部計画Gr.（[redacted]）	
	(イ) 1次取替の設工認の申請は9月上旬の予定である。	
	溶接施行試験の結果については、使用前検査時	
	に報告する。	
	(ロ) ウエアマークに関する科技庁への報告は9月中旬	
	の予定である。	
	(ハ) H/Hパッド部対面間寸法の公差については、1次	
	取替においては±0.1として申請するが、2次取替	
	においては、初装荷のスペックを用いる考えである。	

動力炉・核燃料開発事業団東海事業所

S. 58年6月13日

メモ

PNC [redacted] 様

JCO. [redacted]

(cc: JCO社長 藤森正路殿)

1. 書面(PNC→JCO)に記載していただきたい内容(項目)

1) 「常陽」マークII燃料の濃縮度を12%から約20%(20%を超えない)に変更し、昭和59年11月~12月にJCOに支給する予定であるが、その転換加工をJCOに依頼する。

2) 昭和59年11月~12月以降の「常陽」マークII燃料の転換加工業務のJCOへの発注計画

3) 前記2.の発注計画に大巾な変更が生じた場合の措置について

2. 濃縮度を約20%に変更した場合の転換加工能力

- 2.4 KgU/日
- 440 KgUの転換加工期間: 約270日間

3. 濃縮度 約20%の概算加工賃(S58年度ベース)

製品1KgU当り 約2364円

注) 濃縮度変更に伴う転換施設改造費等は含まず。

以上

帳票No. 本0017 A4 DOP 15kg　　日本原燃サービス株式会社

５８動燃（業）０１９
昭和５８年８月５日

日本核燃料コンバージョン株式会社
取締役東京事務所長
松　田　正　弘　殿

東京都港区赤坂１丁目９番１３号
動力炉・核燃料開発事業団
業務部長　蓮　田　聖

転換施設の改造について（依頼）

拝啓　時下ますます御清栄のこととお慶び申し上げます。

さて，当事業団では従来からウラン燃料の転換加工業務を貴社に対し委託してまいりましたが，昭和６０年以降製造予定の「常陽」ＭＫ－Ⅱ用取替燃料の濃縮度を約２０％程度に引上げることを計画しております。

つきましては，昭和５９年度以降「常陽」用濃縮ウラン転換加工を貴社に委託する予定でありますので，貴施設の改造方，よろしくお取り計らい下さいますようお願い申し上げます。

敬　具

記

1.　「常陽」ＭＫ－Ⅱ用濃縮ウランの転換加工委託予定量
昭和５９年度から５年間　各年0.44トン　計2.2トン
なお，予定数量に大巾な変更を生ずる場合には，別途協議するものとします。

以　上

「メモ」

昭和58年6月24日
日本核燃料コンバージョン㈱

転換施設改造費について

1.	機器類製作費	9,600 (千円)	別紙参照
2.	購入品費	1,500	同上
3	機器運搬費	400	
4	機器据付工事費	3,200	別紙参照
5	配管工事費	6,700	同上
6	保温工事費	200	
7	電気計装工事費	16,200	別紙参照
8	UF_6貯蔵施設工事費	1,800	
9	現場仮設費	1,200	
10	現場監督費	1,900	
11	設計費	6,000	
12	宿泊交通費	2,100	
13	試運転調整費	2,700	
14	解体、除染、廃棄物処理費	5,500	
	小計	59,000	
	諸経費	6,000	
	合計	65,000	

施設改造時期は昭和59年度を予定

別添2

1 機器類製作

	現在の仕様
1) 加水分解塔	$200^{\phi} \times 2500^{H}$ SUS 304
2) 循環塔	$200^{\phi} \times 2500^{H}$ 〃
3) TBP貯塔	$200^{\phi} \times 3500^{H}$ 〃
4) 抽廃貯塔	$200^{\phi} \times 3,500^{H}$ 〃
5) 含U TBP中間塔	$200^{\phi} \times 2,000^{H}$ 〃
6) 抽出塔、逆抽出塔	100^{ϕ} $4,500^{H}$ 〃
7) 純$UO_2(NO_3)_3$貯塔	$200^{\phi} \times 3,500^{H}$ 〃
8) 沈澱沪液貯塔	$200^{\phi} \times 3,500^{H}$ 〃
9) UO_2缶	$180^{\phi} \times 200^{H}$ 〃
10) シリンダー加熱、冷却装置	$300^{\phi} \times 1150^{H}$ 〃
11) 小分シリンダー加熱、冷却装置	$200^{\phi} \times 200^{H}$ 〃
12) トレイ	$500^{L} \times 170^{W} \times 50^{H}$ 〃
13) 水封缶	〃
14) 廃ガス燃焼管	〃
15) スクラバー	$200^{\phi} \times 4000^{H}$ 〃
16) エヤーチャンバー	〃
17) ミストセパレーター	$200^{\phi} \times 300^{H}$ 〃
18) パルサー	〃
19) シリンダー吊具	〃
20) ダストボックス	$1.5^{W} \times 1.8^{L} \times 2.3^{H}$ 〃
21) 中2階	
22) 架台（純水貯槽）	
23) 架台（沈澱槽）	
24) UO_2容器格納缶	

帳票No. 本0017 A4 DOP 16kg 日本核燃料コンバージョン株式会社

No. 2

2. 購入品

	現在の仕様	
1) 加水分解循環ノンシール用ポンプ	10ℓ/m × 10mH	0.4KW
2) 循環エジェクター用ポンプ	120ℓ/m × 30mH	
3) スクラバーA用ポンプ	30ℓ/m × 10	1.5KW
4) スクラバーB用ポンプ	同上	同上
5) カートリッヂフィルター		
6) エジェクター		

3. 機器運搬

4. 機器据付工事

1) 購入品据付
2) 塔槽類 〃
3) 製作機器 〃
4) 架台、作業座 〃
5) 重機費

5. 配管工事

1) 屋内外液配管
2) 給排気配管
3) 塗装工事

6. 保温工事

帳票No. 本0017 A4 DOP 15kg 日本核燃料コンバージョン株式会社

7. 電気計装工事

1) UF_6小分工程

2) 加水分解工程及び溶液抽出工程

3) 沈澱工程

4) 仮焼工程 ←

5) 還元工程 ←

6) 電気計装制御盤

7) 電源、動力計装等

8. UF_6貯蔵施設工事

9. 現場仮設

10. 現場監督

11. 設計

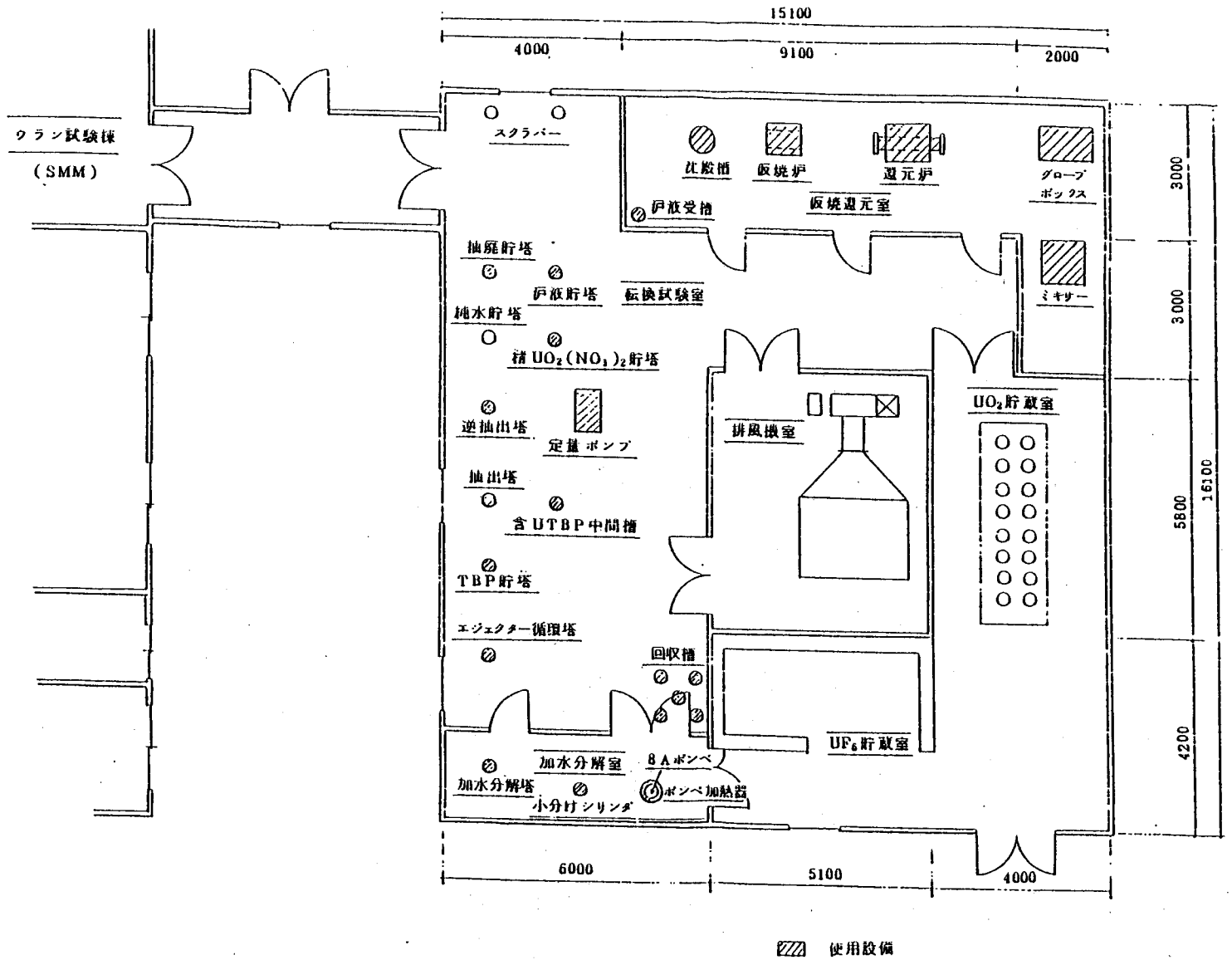
12. 宿泊交通

13. 試運転調整

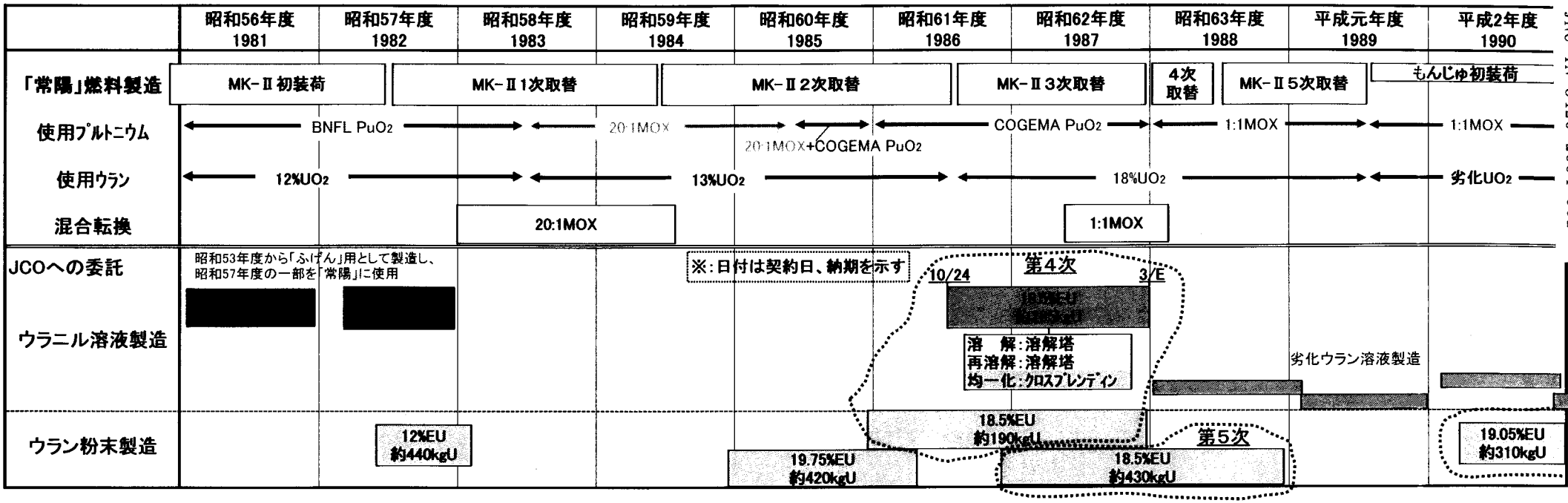
14. 解体、除染、廃棄物処理

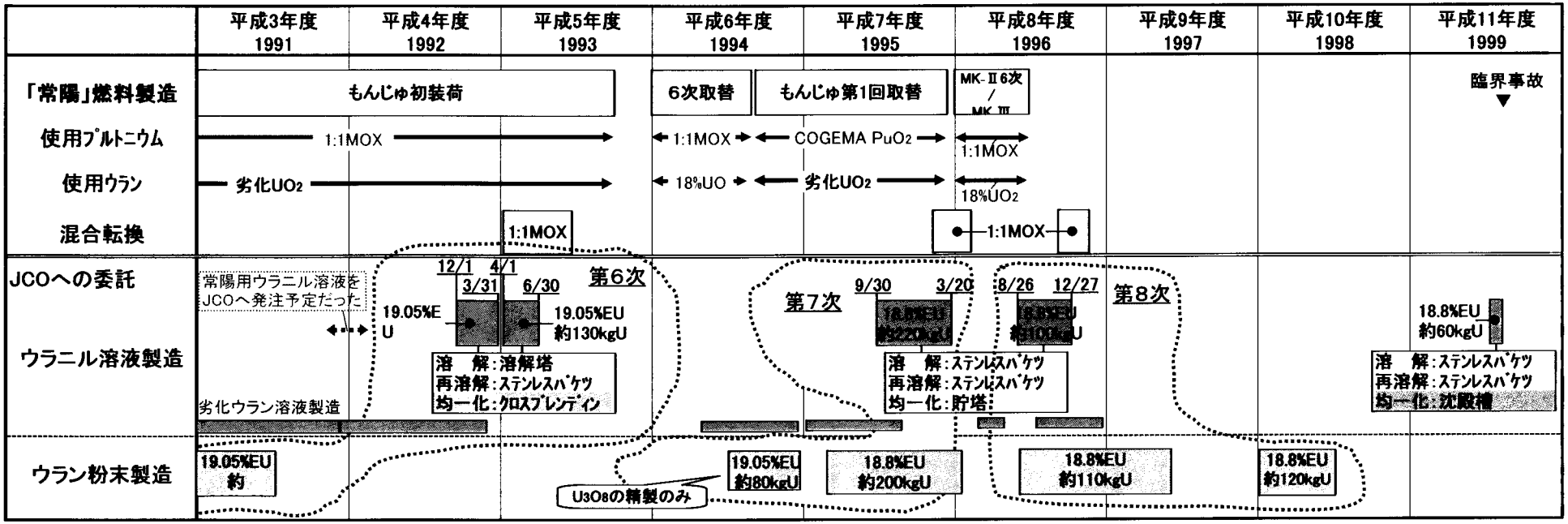
様式No. 本0017 A4 DOP 16kg

日本核燃料コンバージョン株式会社



日本核燃料コンバージョン株式会社 東海核燃料工場			
名称	使用設備配置図 (転換試験棟)		
尺度	1/100	図番	第I－4図


昭和56年度 1981
昭和57年度 1982
昭和58年度 1983
昭和59年度 1984
昭和60年度 1985
昭和61年度 1986
昭和62年度 1987
昭和63年度 1988
平成元年度 1989
平成2年度 1990
「常陽」燃料製造
MK-Ⅱ初装荷
MK-Ⅱ1次取替
MK-Ⅱ2次取替
MK-Ⅱ3次取替
4次取替
MK-Ⅱ5次取替
もんじゅ初装荷
使用プルトニウム
BNFL PuO2
20:1MOX
20:1MOX+COGEMA PuO2
COGEMA PuO2
1:1MOX
1:1MOX
使用ウラン
12%UO2
13%UO2
18%UO2
劣化UO2
混合転換
20:1MOX
1:1MOX
JCOへの委託
昭和53年度から「ふげん」用として製造し、昭和57年度の一部を「常陽」に使用
※:日付は契約日、納期を示す
第4次
10/24
3/E
ウラニル溶液製造
溶 解:溶解塔
再溶解:溶解塔
均一化:クロスブレンディン
劣化ウラン溶液製造
ウラン粉末製造
12%EU 約440kgU
18.5%EU 約190kgU
第5次
19.75%EU 約420kgU
18.5%EU 約430kgU
19.05%EU 約310kgU


平成3年度 1991
平成4年度 1992
平成5年度 1993
平成6年度 1994
平成7年度 1995
平成8年度 1996
平成9年度 1997
平成10年度 1998
平成11年度 1999
「常陽」燃料製造
もんじゅ初装荷
6次取替
もんじゅ第1回取替
MK-Ⅱ6次 / MK-Ⅲ
臨界事故
使用プルトニウム
1:1MOX
1:1MOX
COGEMA PuO2
1:1MOX
使用ウラン
劣化UO2
18%UO
劣化UO2
18%UO2
混合転換
1:1MOX
1:1MOX
JCOへの委託
常陽用ウラニル溶液をJCOへ発注予定だった
12/1
4/1
3/31
6/30
第6次
19.05%EU
19.05%EU 約130kgU
第7次
9/30
3/20
8/26
12/27
第8次
18.8%EU 約60kgU
ウラニル溶液製造
溶 解:溶解塔
再溶解:ステンレスバケツ
均一化:クロスブレンディン
溶 解:ステンレスバケツ
再溶解:ステンレスバケツ
均一化:貯塔
溶 解:ステンレスバケツ
再溶解:ステンレスバケツ
均一化:沈殿槽
劣化ウラン溶液製造
ウラン粉末製造
19.05%EU 約
19.05%EU 約80kgU
18.8%EU 約200kgU
18.8%EU 約110kgU
18.8%EU 約120kgU
U3O8の精製のみ

転換試験棟における製造実績

プロジェクト	製品形態	JCO製造期間	濃縮度	U量(kgU)
JCO TEST	UO2	1985年4月 ～ 1985年8月	0.2%	注1)不明
常陽	UO2	不明 ～ 1986年7月	19.8%	421
常陽	UO2	1986年10月 ～ 1987年6月	18.5%	190
常陽	UNH	1986年11月 ～ 1988年2月	18.5%	296
常陽5次	UO2	1988年7月 ～ 1989年4月	18.5%	430
常陽6次	UO2	1990年10月 ～ 1991年9月	19.05%	306
常陽6次	UNH	1993年1月 ～ 1993年6月	19.05%	203
UO2粉末転換加工	UO2	1993年10月 ～ 1993年11月	9.0%	注2)13.5
UO2粉末転換加工	UO2	1994年5月 ～ 1994年6月	9.0%	注2)10.4
常陽7次	U3O8	1994年8月 ～ 1994年9月	19.05%	84
10.6%スクラップウランの精製加工	U3O8	1995年5月 ～ 1995年6月	10.6%	注2)約65
常陽7次	UO2	1995年6月 ～ 1996年2月	18.8%	201
常陽7次	UNH	1995年10月 ～ 1996年2月	18.8%	218
常陽	UNH	1996年8月 ～ 1996年11月	18.8%	100
常陽	UO2	1996年9月 ～ 1997年1月	18.8%	108
常陽	UO2	1998年3月 ～ 1998年6月	18.8%	120

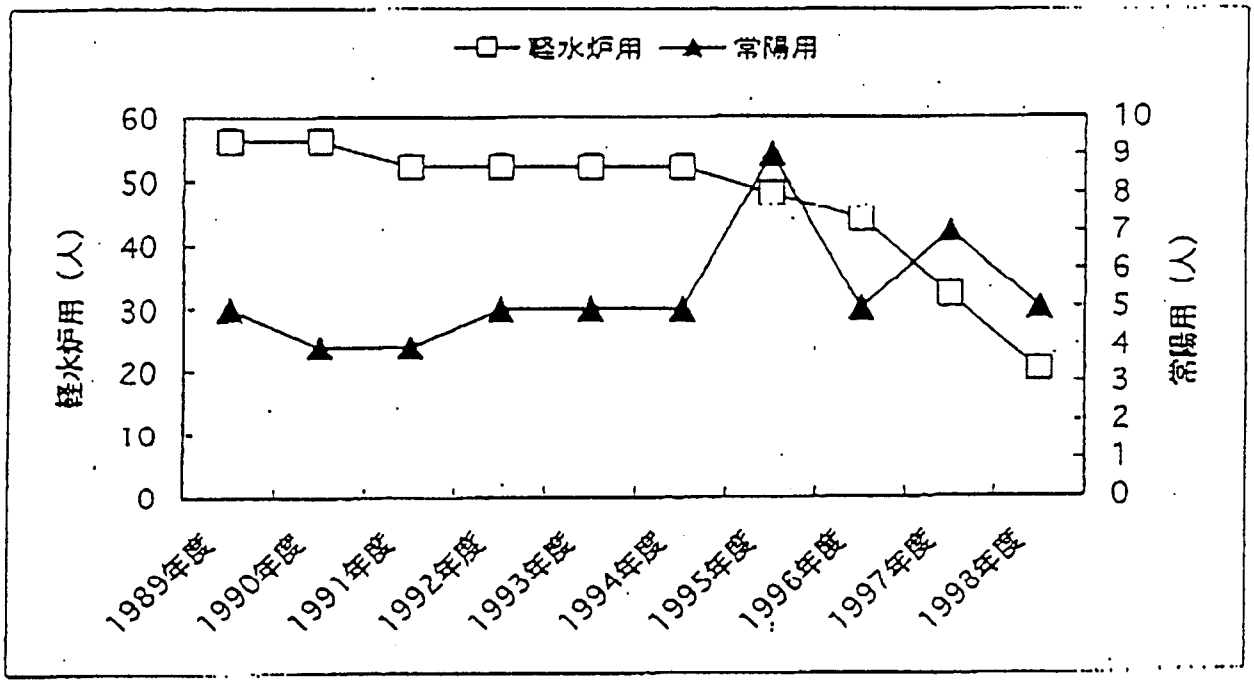
注1)記録を発見できず。工程試験のため2～3kgUのウランを繰返し使用したと思われる。

注2)契約上の原料数量

(原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告書より)

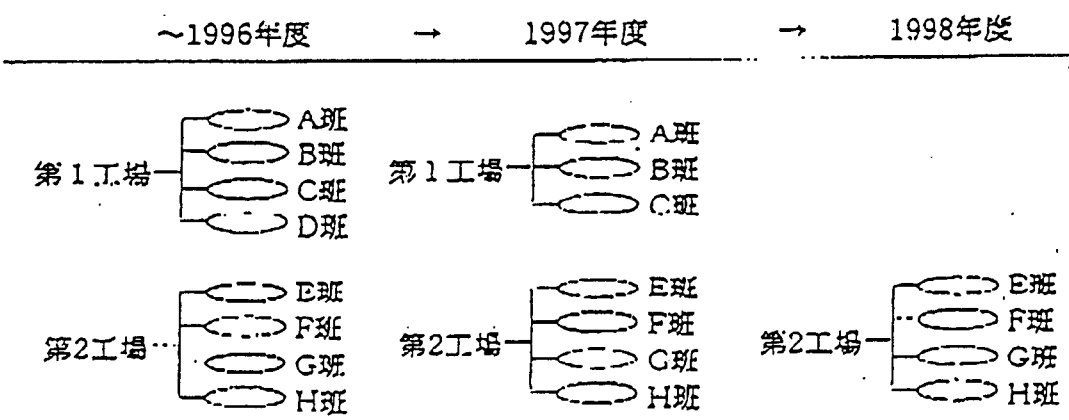
参考資料－22

過去１０年間の「人員」の推移



注１）人員は装置を運転する人員でスタッフ及び間接部門は含みません

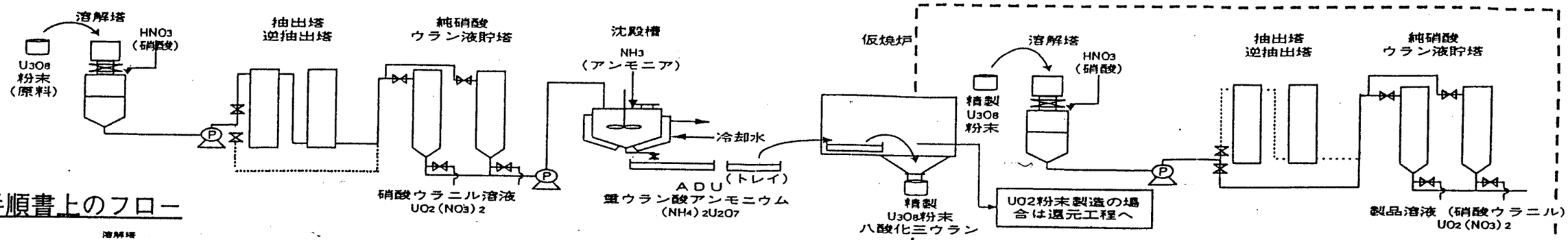
注２）1996年度までは２工場同時操業ですが、1997年度は１工場を土日停止し、
1998年度からは１工場のみ操業する体制に移行しています
従って、1996年度に比べ大幅に直接人員が減少しています



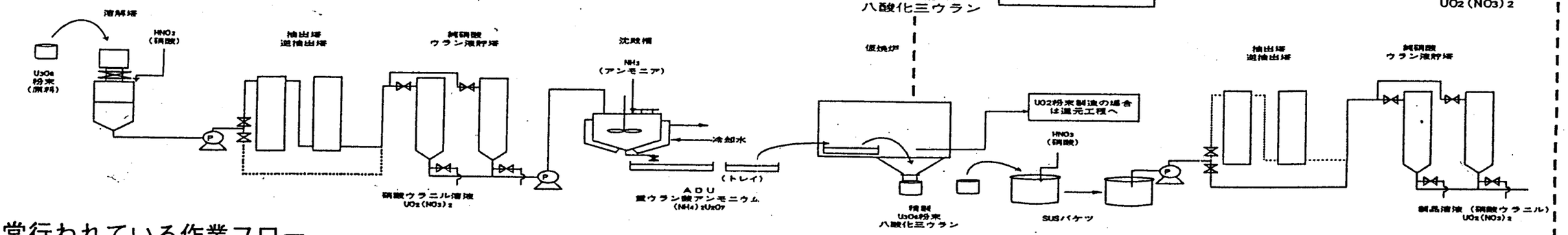
（原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会資料　第７－６号より）

転換試験棟における工程（原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会資料 第2-3-3号より）

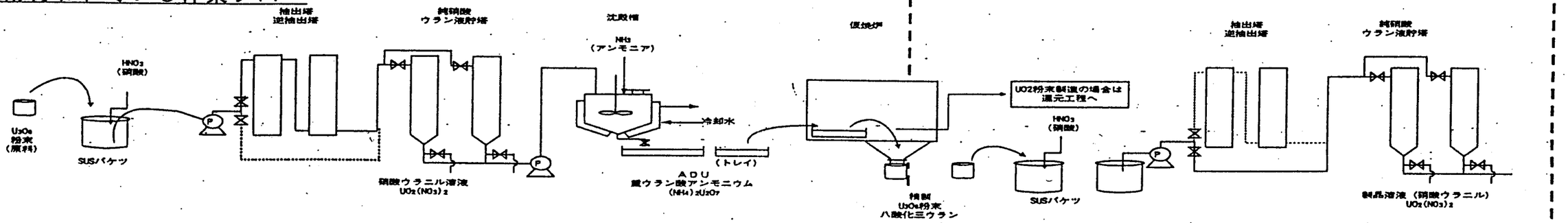
①許認可上のフロー



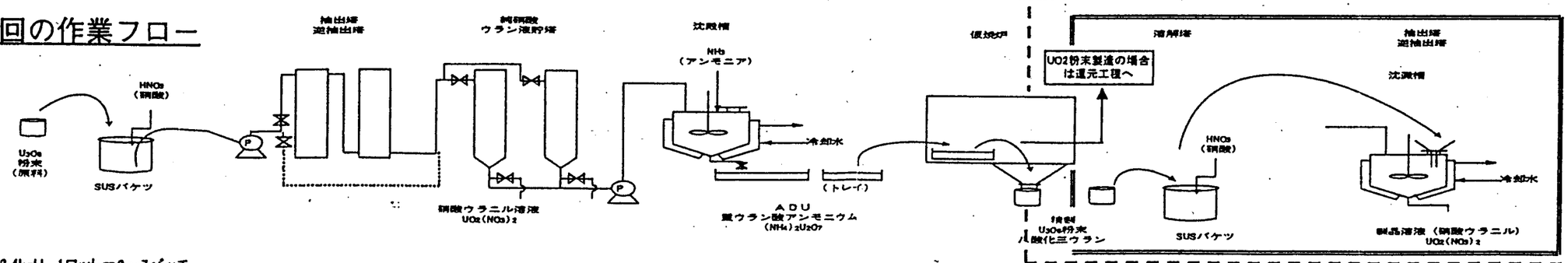
②手順書上のフロー



③通常行われている作業フロー



④今回の作業フロー



1バッチ＝2.4kgU，1ロット＝6～7バッチ

工程（設備）名	原料溶解（溶解塔）	溶媒抽出（抽出塔、逆抽出塔）	貯液（純硝酸ウラン液貯塔）	沈澱・固液分離（沈殿槽）	仮焼（仮焼炉）	製品溶解（溶解塔）	混合（純硝酸ウラン液貯塔）
① 標準作業時間	30分～90分/バッチ、	約60分/バッチ	－	約90分/バッチ	150～200分/バッチ	30～90分/バッチ	約200分/ロット
② 標準作業時間	30分～90分/バッチ	約60分/バッチ	－	約90分/バッチ	150～200分/バッチ	30分/バッチ	約200分/ロット
③ 標準作業時間	15分～20分/バッチ	約60分/バッチ	－	約90分/バッチ	150～200分/バッチ	30分/バッチ	約200分/ロット
④ 標準作業時間	15分～20分/バッチ	約60分/バッチ	－	約90分/バッチ	150～200分/バッチ	30分/バッチ	？

製造部門のリストラについて

1．編成

（1）リストラ以前（１９９５年度）

①第１加工施設棟
・６人／チーム×４チーム＝２４人

②第２加工施設棟
・６人／チーム×４チーム＝２４人

合計　８チーム　４８人

③転換試験棟（スペシャル・クルー）
・３人／チーム×１チーム＝　３人

合計　５１人

（2）リストラ以降（１９９８年度）

①第１及び第２加工施設棟
・５人／チーム×４チーム＝２０人

合計　４チーム　２０人

注：リストラ後、１ライン操業体制に変更（３直４交代）

②転換試験棟（スペシャル・クルー）
・３人／チーム×１チーム＝　３人
・２人

合計　１チーム　　５人

合計　２５人

注：転換試験棟の業務は常時３人に行い、２名はその他の業務に従事（１直）

2．一人当たり生産額

（1）リストラ以前（１９９５年度）

４９５ｔＵ／年÷４８＝１０．３ｔＵ／年

（2）リストラ以降（１９９８年度）

３７４ｔＵ／年÷２０＝１８．７ｔＵ／年

注：転換試験棟の年間生産額は　ｔ以下であるので、計算上除外。

（参考）スペシャル・クルー

1．業務
・軽水炉用再転換業務の補助
・固体廃棄物処理
・転換試験棟の運転
・その他

2．人数
５人(リストラ後の２名増員に伴い、業務が増加)

3．転換試験棟以外の業務
・軽水炉ライン(第１、第２加工施設)
排水処理工程の運転
クリーニング液の処理(濃縮度の切替の際ノクルーニング廃液／粉末の処理)
固体廃棄物の処理
３０Ｂシリンダーの５年定期検査

注：ウラン再転換を行う工程に係わることはない。

（原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会資料　第2-5号より）

別紙

平成 11 年 12 月 3 日付け JCO-FL-9909 にて臨界事故後とった措置、今後の措置計画及び事故原因究明結果等をご報告いたしましたが、同報告書の添付資料「別添 2　臨界事故発生原因に関する考察」については事実関係の確認が不十分な点のあることが判明しました。このため記述の一部を見直し修正しましたので別添のとおり報告いたします。

以上

添付資料

別添 1　臨界事故発生原因に関する考察（新旧対照表）
別添 2　臨界事故発生原因に関する考察（修正版）

別添１

臨界事故発生原因に関する考察

新旧対照表

株式会社　ジェー・シー・オー

修正個所	修正前	修正後	修正の理由
（12頁） 2．ステンレス製容器使用の経緯 4）	4）常陽第 6 次の溶液製造においては客先との度重なる調整の結果、最終的に 93 年 1 月 8 日付で硝酸ウラニル溶液 201.6 kgU を 93 年 7 月初めまでに納入することで合意に至っている。また、輸送実績においても、93 年 2 月 15 日から 6 月 30 日までの期間に 14 回に亙って 14.5 kgU 単位で頻繁に製品を出荷輸送している。従って、客先の事情によって約 1 ヵ月の間に生産量及び納期が 3 回以上変更された事もあり、JCO として生産体制の見直しを行う必要が生じたものと考えられる。	4）溶液製造では溶解塔を使った溶解は可能であったが、高いウラン濃度の溶液をバッチ当たり 6.5 L づつ製造する必要があり、取り扱い液量が小さかった。また、溶液製造では原料溶解と製品溶解をひとつの溶解塔で交互に行う必要があり、この原料溶解から製品溶解への切り替えを行う場合には、溶解塔の洗浄に約 2 日間を要する等、作業効率が悪かった。	・記載内容が溶液製造全般に言えるものであることを明記するため。 ・作業性の説明を詳述したため。
5）	5）さらに、溶液製造では、高いウラン濃度の溶液を製造する必要があり、このためバッチ毎の処理液量が 6.5 L と小さくなる。このため、溶解塔を使った液の循環溶解は可能であったが、作業性が低下した可能性がある。また、原料溶解と製品溶解を同時期にひとつの溶解塔で行う必要が生じた。	5）常陽第 6 次の溶液製造においては客先との調整の結果、最終的に 93 年 1 月 8 日までに、硝酸ウラニル溶液 201.6 kgU を 93 年 7 月初めまでに納入することで特に問題なく合意に至っている。ここで、時期は特定できないものの、この合意に至る以前の時点で、JCO の現場部門は作業効率の悪い溶解塔に替えて、製品溶解をステンレス製容器で行う検討をしていたと考えられる。また、輸送実績では、93 年 2 月 15 日から 6 月 30 日までの期間に 14 回に亙って 14.5 kgU 単位で頻繁に製品を出荷していた。	・契約後に内容が変更されたと誤解される恐れがあるため。 ・生産体制の変更ではなく製品溶解の方法の検討であることを明記するため
6）	6）以上から、常陽第 6 次 溶液製造が開始される直前の 92 年年末から 93 年の 1 月にかけて、製品の形態が UO2 粉末から溶液に急遽変更される等の仕様変更や不純物混入等のトラブルで混乱したにも拘わらず、93 年 1 月から急いで操業を開始する必要が生じた。この際、本来の溶解塔のみによる操業では納期が間に合わなかったとの証言があり、何とかして納期を守る必要からステンレス製容器による溶解が開始されたと考えられる。但し、この場合でも実質的な臨界安全性は保たれていた。	6）従って、常陽第 6 次溶液製造では、溶解塔のみによる操業では納期に間に合わなかったとの証言もあり、JCO の現場部門として何とか納期を守りたいとの考えから、操業当初からステンレス製容器による溶解を開始したものと考えられる。その上、操業の立ち上がり時に不純物混入等のトラブルが発生しており、この操業が納期的にかなり厳しいものになったと考えられる。	・事実関係を再確認し、整理した結果を受けて修正した。

転換加工工程表

工程	99/9	99/10	99/11	99/12	00/1	00/2
スクラップ原料入荷（98/1/26入荷済み）	●					
Mass,FP-γ分析（JNC殿）	▼					
精製U3O8粉末製造	○———	———○				
硝酸ウラニルの製造		①,②	③,④			
立会分析・計量			①,②,③,④			
発送前検査			①,② ▽	③,④ ▽		
積み付け検査			①,② ▼	③,④ ▼		
空容器	20基 20基 ◆ ◆					

○内数字は製造ロット数を示す。

納入予定

（1）製品硝酸ウラニル納入予定量…約57kg-U

（2）製造ロット数…4ロット（14.5kgU/ロット*4ロット）

（3）納入予定…2回（14.5kgU/ロット*2ロット/回*2回）

（原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会資料　第2-4-3号より）

御承認返却用

(別紙)

文書番号	QFP(J)-QA-09 Rev.0
発行日	1999･･･9・10
発行部門	品　質　保　証
作成者	

「常陽」取替燃料製造用濃縮硝酸ウラニル溶液の製造に関する品質保証計画書

(契約No.　113C0013)

審査				承認
生産管理	製　造	安　全		品質保証
核燃料サイクル開発機構殿　ご承認				

株式会社ジェー・シー・オー

(原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会資料　第2-4-2号より)

品 質 保 証 計 画 書

（品質保証計画、品質管理要領、試験検査要領）

目　　次

1．適用範囲及び目的

2．品質保証体制
　2－1　組織
　2－2　業務内容と責任範囲

3．文書管理

4．品質管理計画
　4－1　材料管理
　4－2　濃縮度管理
　4－3　リリース規格

5．試験検査管理
　5－1　サンプリング及び立会
　5－2　審判分析
　5－3　試験・検査の項目及び測定方法
　5－4　試験頻度

6．不適合品及び是正管理

7．査察

1．適用範囲及び目的

本計画書は、核燃料サイクル開発機構（以下ＪＮＣという。）が支給するウラン原料（以下受入れ原料という。）から、株式会社ジェー・シー・オー（以下ＪＣＯという。）において精製された硝酸ウラニル溶液（以下製品という。）を製造する際の品質保証、品質管理及び試験検査について規定するものです。

品質保証の目的は、ＪＮＣの要求する製品規格に合致する硝酸ウラニル溶液を製造するため、受入れ原料から製品の出荷に至る全工程をモニターすることです。

2．品質保証体制

2-1 組織

ＪＣＯの品質保証組織図を図－１に示します。

2-2 業務内容と責任範囲

品質保証部門

品質保証部門は、原料、中間品、製品との関連を正しく再現できる物質移動記録、検査記録を管理して製品の品質を保証する責任があり、他部門が保証体制で所定の機能を果たせるようにするための最終的な責任を持ちます。

このため、全工程の調査、操業の実施検査、中間品及び各記録の検査を通じて、他部門の業務をモニターし管理します。また、受入れ原料から製品に至る各工程にリリース地点を設定し、各リリース地点で適合か否かの管理限界（リリース規格）を定めて、試験検査し、その結果をもとに、品質を正しく保持します。

また、各リリース地点で不適合と判定された物質の再生処理の検討を指示し、所定の品質を維持します。

上記業務は、品質保証グループが担当（試験検査は試験検査担当の業務とし、その他は品質保証担当の業務とする。）します。

製造部門

製造部門の製造担当は、作業標準、プロセスパラメーター指示書（ＰＰＳ）及びリリース地点での検査結果に従って、工程内の物質を正しく識別し転換精製作業を行う責任があります。また、記録を完全にして、受入れ原料から製品に至るまでの品質の追跡が可能となるようにします。

上記業務は、製造部製造グループが担当します。

生産管理部門

生産管理部門は、製造部門が効率的に受入れ原料を処理できるような操業スケジュールを作成する責任があります。また、操業条件の選定及びロットの決定を行うとともに、全体のプロセスを通じて、製造担当が正しい操作を行い材料を識別して管理限界内で作業しているかどうかチェックします。

不適合物質が発生した場合は、品質保証部門の指示を受け、物質の再生処理を検討します。

さらに、核燃料物質の計量管理及び輸送業務を担当します。

上記業務は製造部計画グループが担当します。

技術開発部門

技術開発部門は、転換精製技術の向上、工程及び設備の改善、これに伴う許認可、その他技術開発を担当します。

上記業務は、技術部技術グループが担当します。

施設管理部門

施設管理部門は、施設の保守・管理を担当します。

上記業務は、技術部工務グループが担当します。

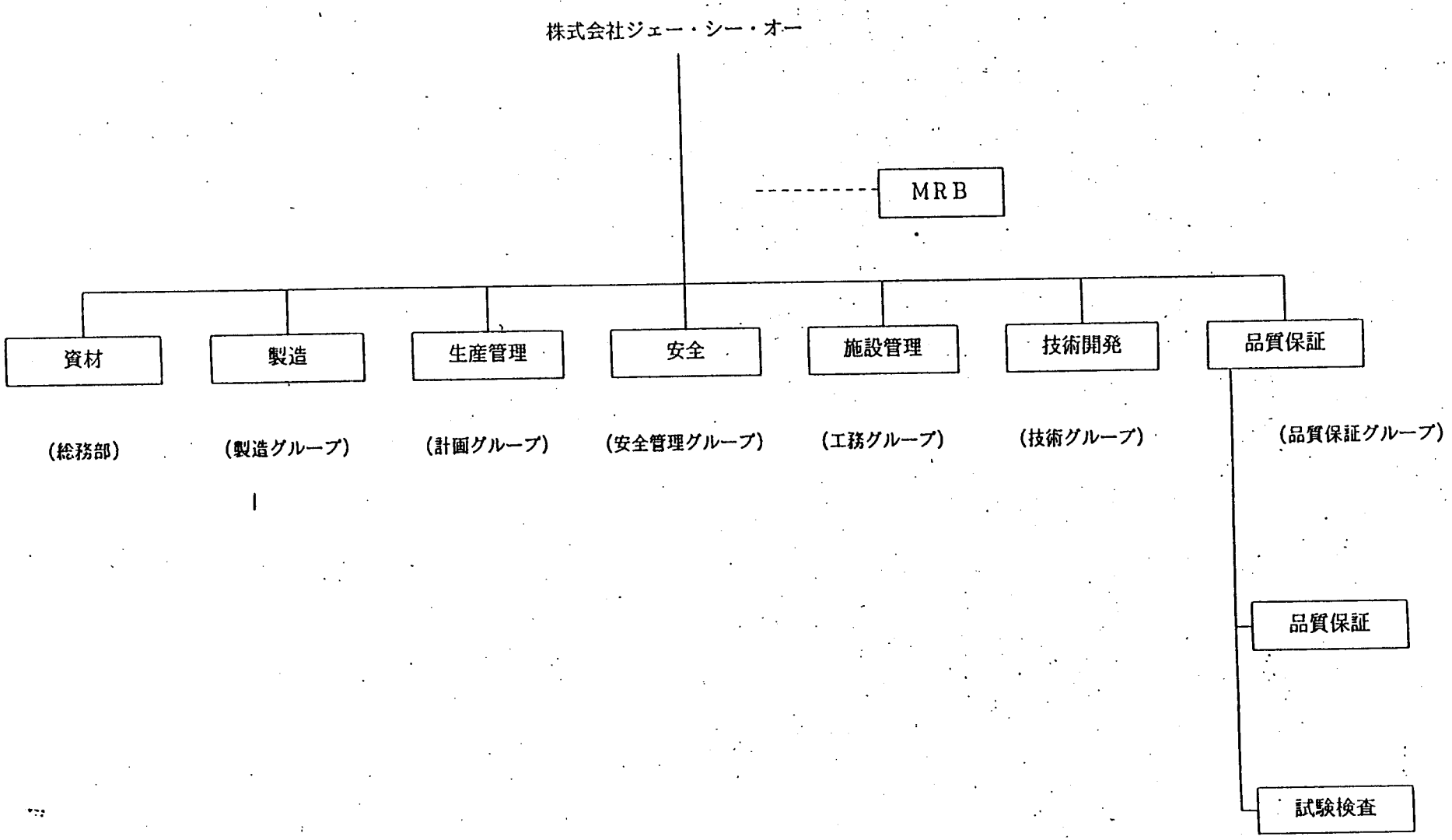
安全部門

安全部門は、放射線安全管理、臨界安全管理及び一般安全管理を担当します。

上記業務は、技術部安全管理グループが担当します。

資材部門
資材部門は、ＪＣＯの資材購入を担当します。
上記業務は、総務部が担当します。

ＭＲＢ（Material Review Board）
ＭＲＢは、品質保証部門及び製造部門から構成され、品質保証部門から標準的な再生処理に該当しない不適合品と判定された物質の処理を審査する委員会です。


株式会社ジェー・シー・オー
MRB
資材
製造
生産管理
安全
施設管理
技術開発
品質保証
(総務部)
(製造グループ)
(計画グループ)
(安全管理グループ)
(工務グループ)
(技術グループ)
(品質保証グループ)
品質保証
試験検査

図－1　品質保証組織

3．文書管理

製品が、ＪＮＣの要求する仕様を充分満足していることを確認するため、またトラブル処理のため、受入れ原料から製品に至る処理経過を詳細に記録します。

これらの記録は、プロセスパラメーター指示書（ＰＰＳ）、再生指示書、操業記録、試験検査表、計量報告書、その他から構成されます。これらの記録の保管期間は７年です。

4. 品質管理計画

4-1 材料管理

1) 受入れ原料
(1) 受入れ原料を受入れた場合、直ちに専用の貯蔵室に保管します。

(2) 製造工程にウランを受け入れる場合は、缶番号をチェックします。

2) 中間品
(1) 製造部門は、ＱＣサンプリングプランに従ってサンプルを採ります。採取したサンプルを試験検査し、品質保証部門が品質をチェックします。

(2) 製造部門は、工程内のウランを移動する場合に、濃縮度、プロジェクト、バッチ及び重量を操業記録に記録しプロセス毎に中間品の履歴を明確にします。

3) 製品
(1) 核燃管理部門は、容器番号を確認して製品を秤量します。

(2) 品質保証部門は、製品の品質の試験検査を行い、その結果をもとに適合品／不適合品の判別をします。

4) 副原料
硝酸等の副原料は全てＪＩＳ規格品です。品質保証部門は、副原料のミルシートを検査し、適合品／不適合品の判別をします。

4-2 濃縮度管理

試験検査室へのサンプルの受払いは、濃縮度を明示した専用の容器を用いて行います。

4-3 リリース規格

材料		項目	規格
受入れ原料（スクラップ）		濃縮度	支給品の濃縮度±0.25%-235U
製品	硝酸ウラニル溶液	化学的性質	表－1の仕様に合致

5．試験検査管理

1) 受入れ原料・中間品及び製品の試験検査は品質保証部門の試験検査担当が実施します。
2) 品質保証部門は試験検査の結果に対して全責任を持ちます。
3) 試験検査の方法は基本的にＪＡＥＲＩ－４０５３に準拠するものです。
4) 試験検査は作業標準（ＳＯＰ－ウランの分析）に従って実施します。
5) 試験検査には、その都度標準（ＮＢＬ標準試料等）試料を入れ、試験検査の結果が所定の測定精度の範囲内にあることが確認されます。

5-1 サンプリング及び立会

同位体分析及び核分裂生成物γ放射能濃度分析が終了していない原料粉末については、分析用試料を採取し、ＪＮＣの立会にて封印を付した後、ＪＮＣに輸送するものとします。

製品のサンプリングは製造ロット毎にロットを代表するように行い、２分割後１個は製品検査に供するものとします。残りの１個は保存試料として試験検査が確定するまでＪＣＯで保管します。試料の採取量は、ＪＮＣ、ＪＣＯ及び審査判定者が検査を実施するのに十分な量とします。

硝酸ウラニル溶液の計量についてはＪＮＣの立会のもとに行うこととします。詳細は別途協議するものとします。

5-2 審判分析

ＪＮＣは、ＪＮＣ試料を測定し、その結果がＪＣＯの結果と比較して問題にすべき差を生じた場合は審判分析用試料による審判分析をＪＣＯに求めることが出来るものとします。なお、審判分析はＪＮＣとＪＣＯ双方の立会のもとに行うものとします。

5-3 試験、検査の項目及び測定方法

製品の試験、検査の項目及び測定方法は、表－１に示す通りとします。ＪＣＯは、5-1に示したＪＣＯ試料を用いて表－１に示した全項目の試験、検査を実施します。

5-4 試験頻度

1)ウラン濃度	１点／ロット
2)遊離硝酸濃度	１点／ロット
3)不純物	１点／ロット
4)製品重量	１点／ロット

表－1　製品試験・検査の項目、仕様及び測定方法

試験項目	仕様	測定方法
ウラン濃度	380g－U/liter以下	重量法
遊離硝酸濃度	[redacted]	フッ化ソーダ添加中和滴定法
不純物	単位：ppm（U base）	
[redacted]	[redacted]	分光分析法
		〃
		〃
		原子吸光法　又は　分光分析法
		分光分析法
		吸光光度法
		分光分析法
		〃
		吸光光度法
		分光分析法
		〃
		〃
		〃
		〃

＊ [redacted]

6．不適合品の再生処理

受入れ原料、中間品又は製品がリリース規格に合格しなかった場合、品質保証部門はその再生処理を生産管理部門で検討すべきかＭＲＢ（Material Review Board）に要請すべきかを決定します。前者は標準的な再生処理を行う場合であって、生産管理部門は再生処理を検討し再生指示書を作成・発行し、品質保証部門の承認を受け、製造部門に指示します。後者は濃縮度の不合格等、標準的な再生処理に該当しない不適合品であって、その再生処理の検討はＭＲＢで行います。

ＭＲＢの決定した処理方法及び生産管理部門の決定した処理スケジュールは、DISCREPANT REPORTに記載されＪＮＣに提出します。DISCREPANT REPORTがＪＮＣから許可されたなら、製造部門は直ちに記載された処理方法及びスケジュールに従って再生処理を開始します。

許可されない場合、ＪＮＣ及びＪＣＯ双方で合意できる処理方法及びスケジュールを検討し、再度 DISCREPANT REPORTを提出します。

7．査察

品質保証部門及び生産管理部門は、受入れ原料の受入れから製品の出荷に至る全ての作業を月に2回調査し、材料の区分・識別・移動を正しく実施しているか、各工程及び中間品の管理限界が遵守されているかモニターします。査察結果は査察員のコメントをつけて他部門に回覧します。

各部門は、査察結果に対する応答を品質保証部門に提出し、品質保証部門が適性か否か判断し、適性でない場合、解明が得られるまで更に検討を続けます。

硝酸ウラニル溶液の均一化混合を行わない場合と行った場合の輸送日程比較（一例）

均一化を行わない場合

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
UNH製造	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																																				
サンプリング	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																																				
サンプル輸送		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																																			
質量分析																																																		
工程1		1					2					3					4					5					6				7					8				9					10			
工程2			1					2					3					4					5					6				7					8				9					10		
工程3				1					2					3					4					5					6				7					8				9					10	
工程4					1					2					3					4					5					6				7					8				9					10
工程5						1					2					3					4					5					6				7					8				9				
輸送データ作成																																				1～7													
輸送申請手続き																																					1～7												
輸送申請																																						1～7											
輸送																																																	

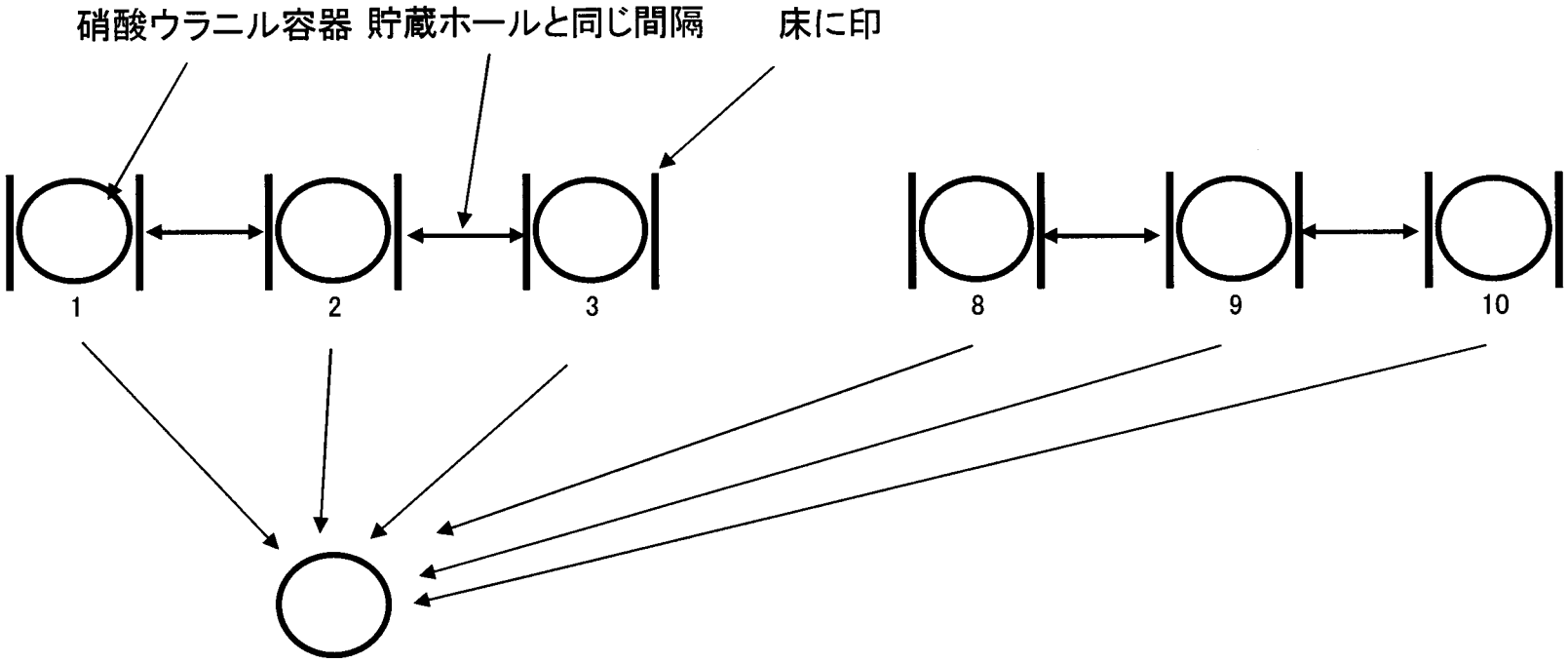
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
UNH製造																																																	
サンプリング																																																		
サンプル輸送																																																		
質量分析																																																		
工程1		11					12					13					14																																	
工程2			11					12					13					14																																
工程3				11					12					13					14																															
工程4					11					12					13					14																														
工程5	10					11					12					13					14																													
輸送データ作成																						8～14																													
輸送申請手続き																							8～14																												
輸送申請																								8～14																											
輸送									1～7																																			8～14							

均一化混合を行った場合

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
UNH製造	1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14																																			
サンプリング	1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14																																			
クロスブレンド								1～7								8～14																																			
サンプル輸送									1～7								8～14																																		
質量分析																																																		
工程1									1～7								8～14																																		
工程2										1～7								8～14																																	
工程3											1～7								8～14																															
工程4												1～7								8～14																														
工程5													1～7								8～14																												
輸送データ作成														1～7								8～14																											
輸送申請手続き															1～7								8～14																									
輸送申請																1～7								8～14																								
輸送																																				1～7									8～14				

工程1　核物質移動手続き、汚染検査、線量率測定、GB内へのバッグイン、秤量・分取、溶解
工程2　溶解、溶解液希釈、前処理、イオン交換・分離、ウラン分離、溶液精製
工程3　分析前再希釈、標準試料溶解
工程4　分析溶液のフィラメントへの塗布、質量分析
工程5　分析データ処理

JCOからは以下のように、床に貯蔵ホールと同じ間隔の印を設け、硝酸ウラニル溶液を入れた容器を配置して行うので臨界安全上問題がないとの説明を受けていた。



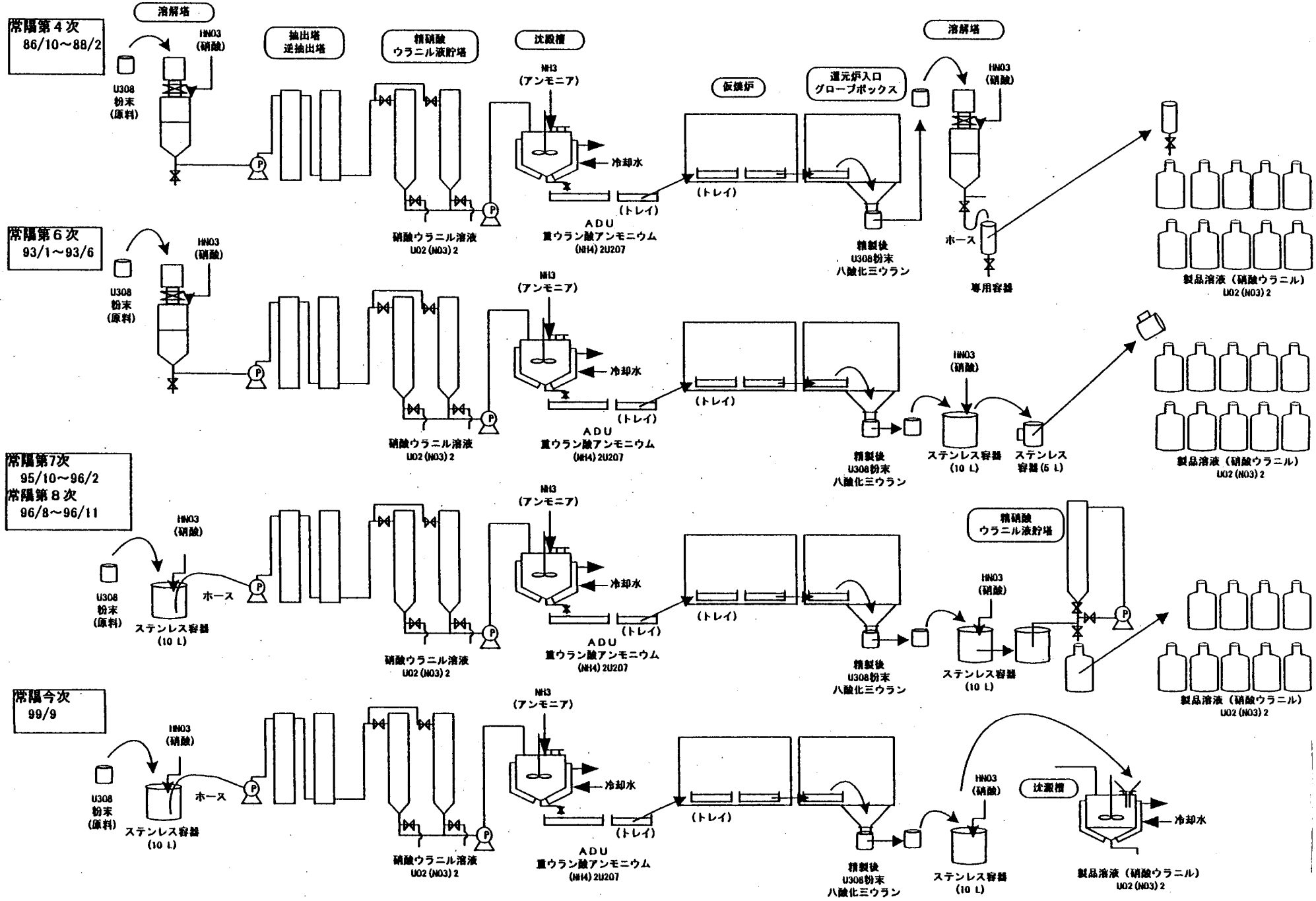
JCOから説明を受けたクロスブレンド時の臨界管理方法

（契約書抜粋）

（協　議）

第１１条　本契約は、乙による使用許可等対官庁許認可取得を前提とする。この前提条件に変更があった場合は、別途甲乙協議するものとする。

２．本契約に定めのない事項又は、疑義のある事項については、甲乙協議して定めるものとする。



転換試験棟の現場作業方法の変遷

（原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会資料第 7-2 号より）