

# アクチニドリサイクル研究施設(仮称)の概念検討

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1995年5月

株式会社 ペスコ

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒107 東京都港区赤坂1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団  
技術協力部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to: Technical Evaluation and Patent Office, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 9-13, 1-chome, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

## アクチニドリサイクル研究施設（仮称）の概念検討

報告者 湯本鏡三\* 関貞雄\* 横内洋二\*  
遠藤一洋\*<sup>2</sup> 長谷川伸一\*<sup>2</sup> 齋木渉\*<sup>2</sup>  
久保美和\*<sup>3</sup> 薄井郁夫\*<sup>3</sup> 横沢実\*<sup>3</sup>  
桐原英秋\*<sup>4</sup> 加藤岳\*<sup>4</sup>

## 要 旨

動燃事業団において、先進的核燃料リサイクルの研究開発が既存の施設を利用しながら進められている。これらの研究開発を拡大発展させて、高速増殖炉とその燃料サイクルの実用化に繋げるために、新たな研究開発の場として「アクチニドリサイクル研究開発施設（仮称）」を建設する構想がある。ここでは、この研究施設の設計に先立ち施設に必要とされる技術的な用件の具体化や施設の概念を構築するための概念検討を行うものである。

概念検討は、事業団から研究施設に関する研究分野及びその試験項目などの情報を提供して頂き、それらに基づき施設概念の検討を行った。この施設は分離、燃料製造、燃料物性、廃棄物の各リサイクル分野の研究開発機能を集中させた研究施設である。

湿式分離に関しては基礎研究及びHAWから、Am、Cmの単独分離と硝酸溶液からのNp単独分離を目的とした技術開発施設（MAファクトリー）、分離されたMAを使用した各種燃料製造試験を行うための技術開発施設、燃料の物性データを取得するための物性研究施設、将来技術としての乾式リサイクルに関する試験研究を行う施設などの概念について検討した。発生する放射性廃棄物は本施設がTRU回収を目的との一つとする施設であることから、本施設内で完結的に処理することを目標に処理技術の開発を行う施設として検討した。また、各研究施設の基盤となる分析施設についても検討した。試験研究に必要なユーティリティ、放射線管理を主として行う安全管理施設、一般管理施設の設置等、全体施設の配置についても検討した。これらの概念検討で得られた研究施設の全体構想配置のイメージ鳥瞰図及びその模型写真を次ページに示す。

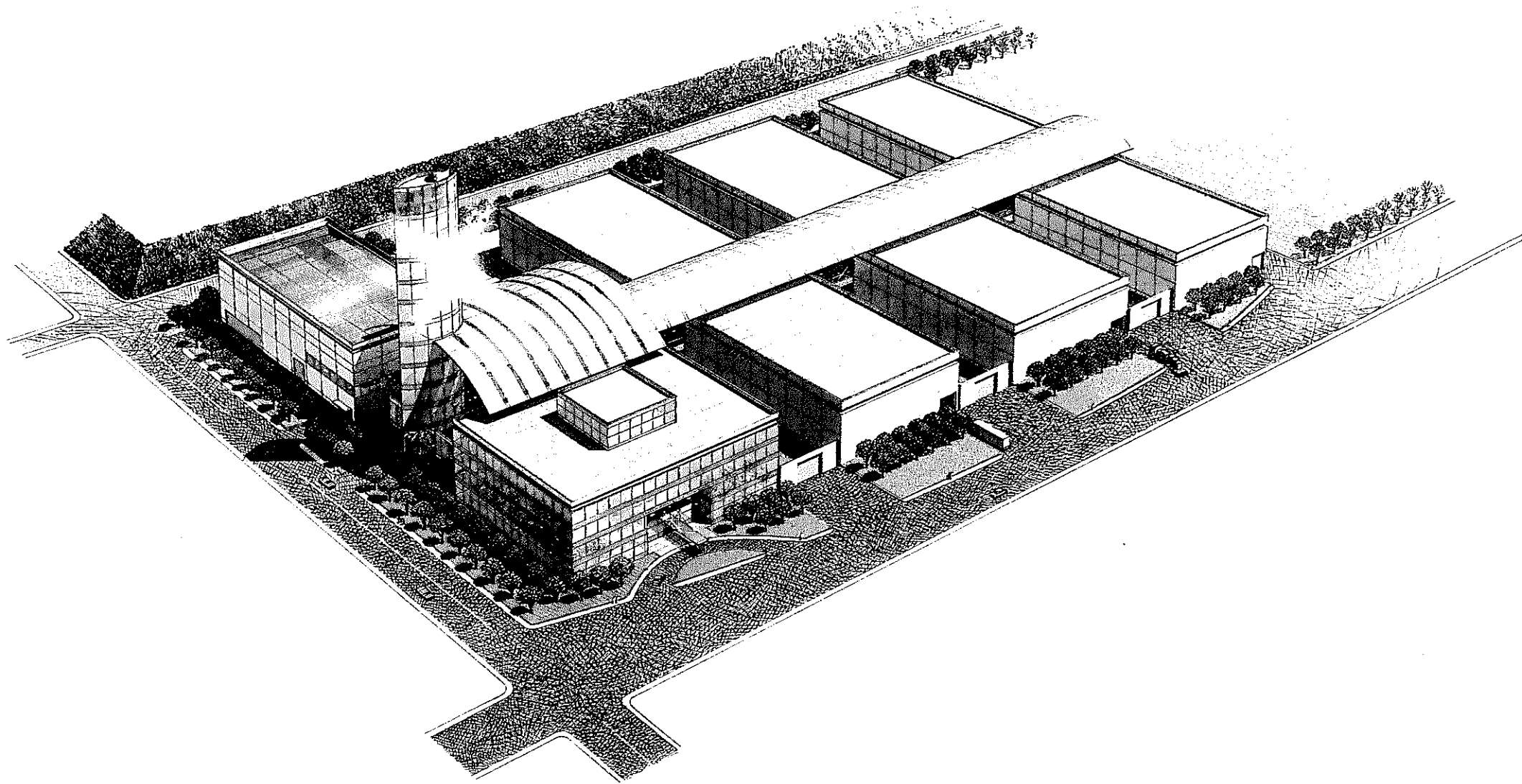
さらに、事業団外の有識者の見解を広く求め、これらの研究施設の構想をより充実させる目的で、外部委員会方式による調査を行い、その意見をとりまとめた。

---

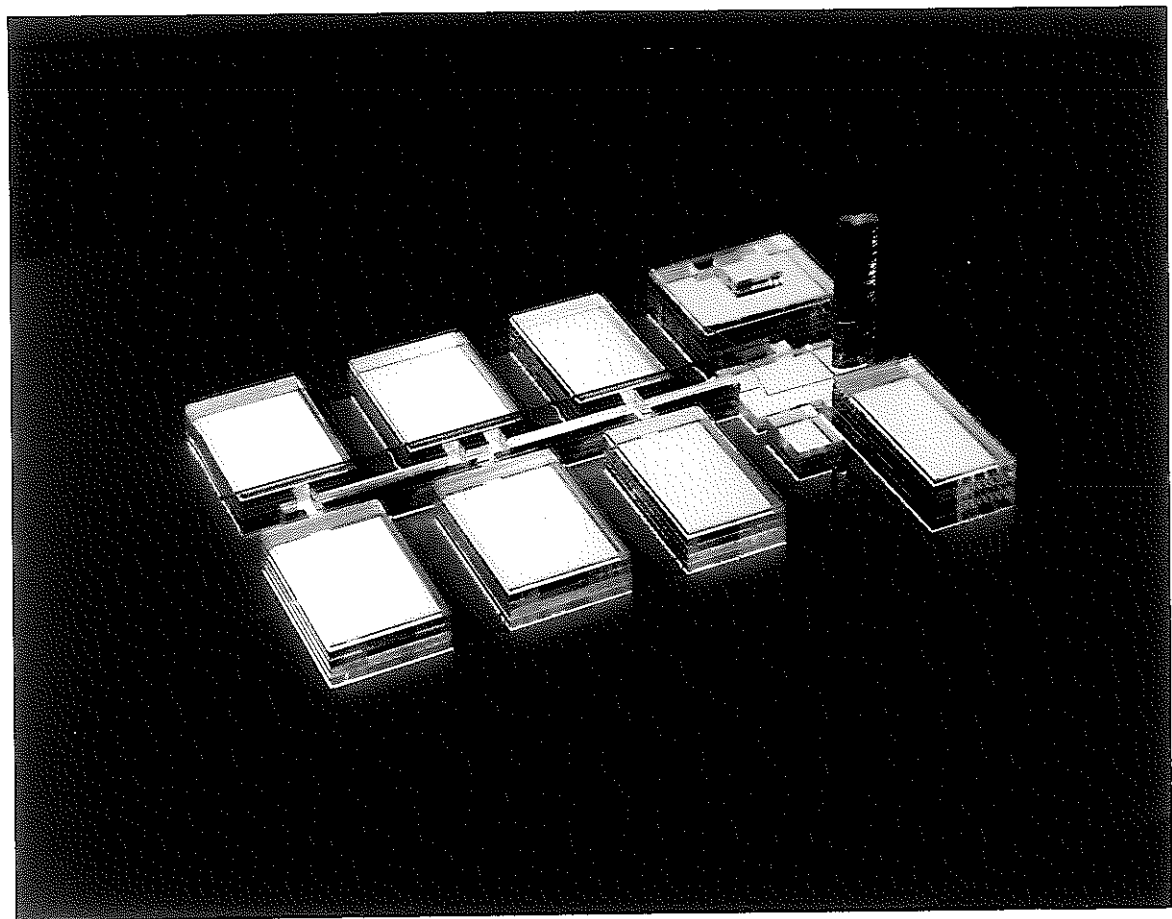
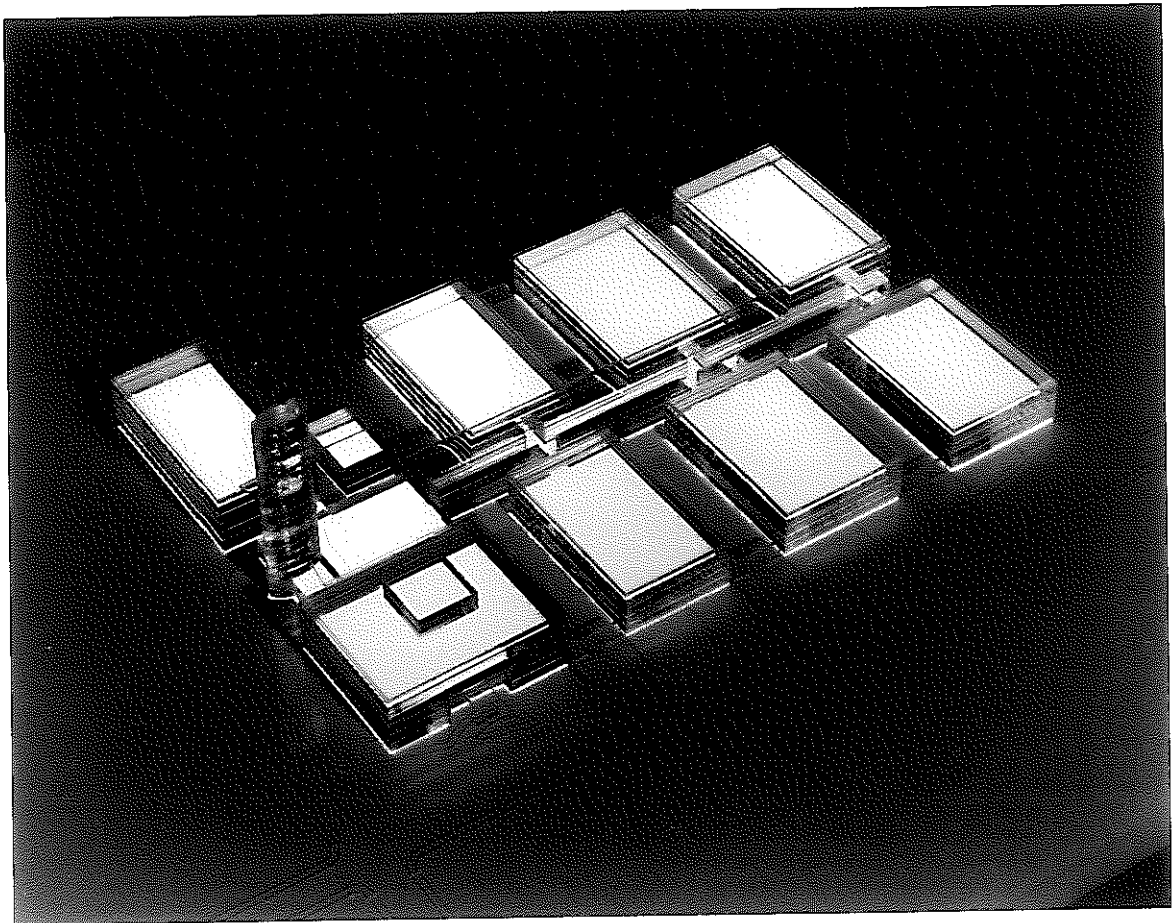
本報告書は、(株)ペスコが動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。契約番号：06C7956

事業団担当部課室：東海事業所技術開発推進部アクチニドグループ 山名 元殿

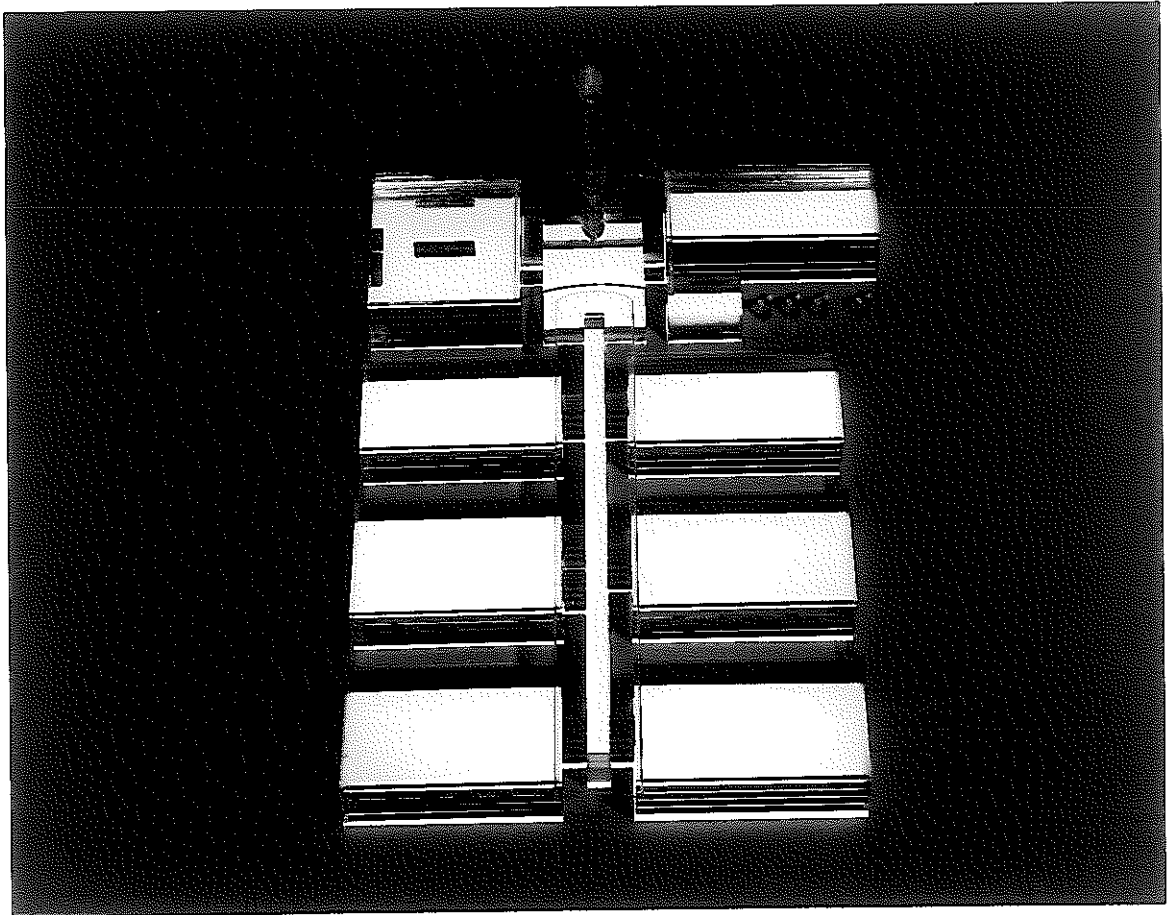
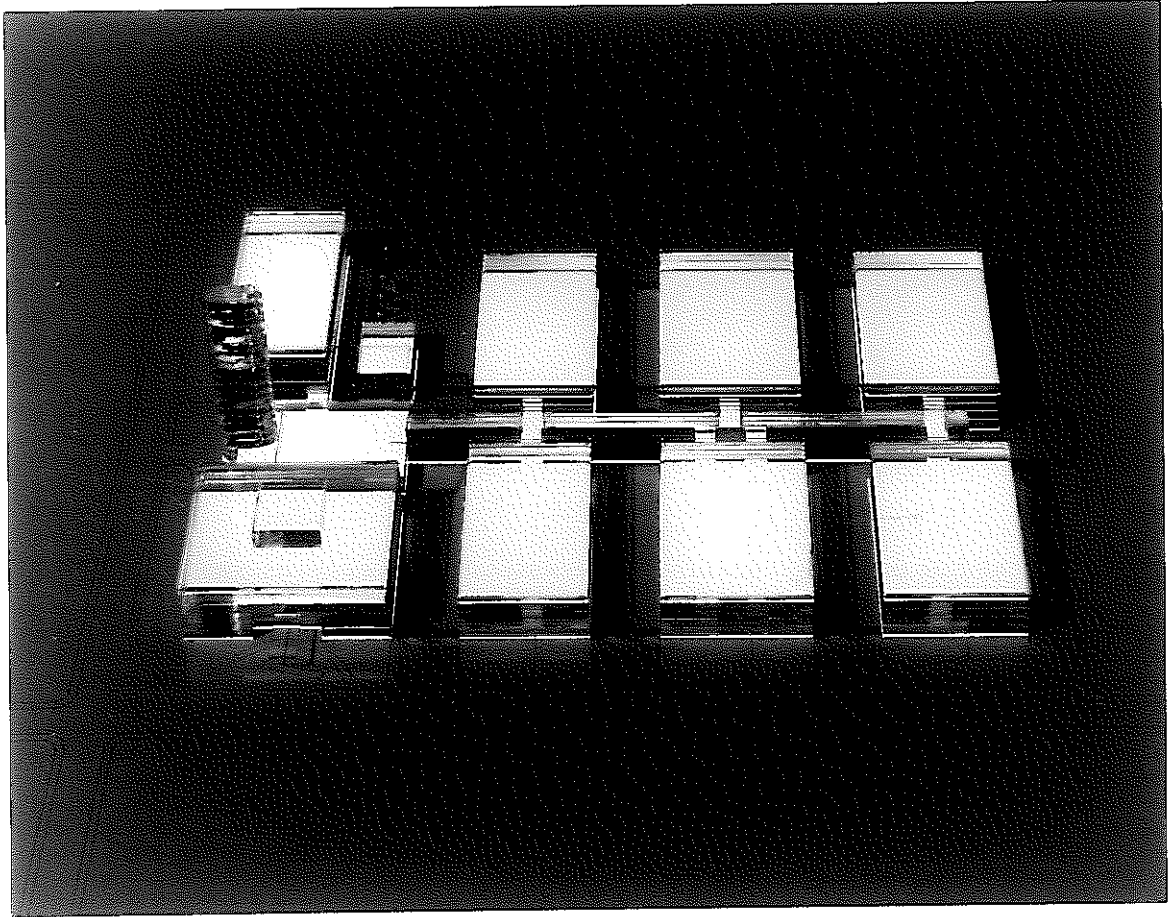
\*：(株)ペスコ、\*2：三菱マテリアル(株)、\*3：日揮(株)、\*4：(株)日建設計



アクチノドリサイクル研究施設 イメージ鳥瞰図



アクチニドリサイクル研究施設 イメージ模型写真



アクチドリサイクル研究施設 イメージ模型写真

# アクチニドリサイクル研究施設（仮称）の概念検討

## 目 次

要 旨	
ま え が き	1
1. アクチニドリサイクル研究施設の役割	3
1.1 施設構想の基本的考え方	3
1.2 アクチニドリサイクル研究施設に求められる機能	3
1.2.1 新ホット施設の役割	3
1.3 研究分野と試験項目	5
1.3.1 分離技術開発	5
1.3.2 分析技術開発・工程分析	6
1.3.3 材料開発	7
1.3.4 燃料物性研究	7
1.3.5 燃料製造技術開発	8
1.3.6 廃棄物処理研究開発	13
2. アクチニドリサイクル研究施設の概念検討	15
2.1 基本方針	16
2.2 検討項目	16
2.2.1 概 要	16
2.2.2 セルとグローブボックスの中間的な包蔵設備の概念	18
2.2.3 遠隔シセテムの概念	21
2.3 施設設計概念コンセプトと全体配置計画	23
2.3.1 施設概念コンセプト	23
2.3.2 全体配置計画	27
2.4 MAファクトリー	40
2.4.1 MAファクトリーの前提条件	40

2.4.2	MAファクトリー工程の概要	41
2.4.3	ユーティリティ条件	42
2.4.4	MAファクトリー建屋の概要	43
2.5	燃料製造研究施設	64
2.5.1	燃料製造研究施設の前提条件	64
2.5.2	燃料製造研究工程の概要	65
2.5.3	ユーティリティ条件	71
2.5.4	燃料製造研究施設建屋の概要	71
2.6	乾式リサイクル試験施設	105
2.6.1	乾式リサイクル試験施設の前提条件	105
2.6.2	乾式リサイクル試験工程の概要	106
2.6.3	ユーティリティ条件	109
2.6.4	乾式リサイクル試験施設建屋の概要	109
2.7	燃料物性研究施設	126
2.7.1	燃料物性研究施設の前提条件	126
2.7.2	燃料物性研究工程の概要	127
2.7.3	ユーティリティ条件	130
2.7.4	燃料物性研究施設建屋の概要	130
2.8	分析施設	143
2.8.1	分析施設の前提条件	143
2.8.2	分析施設工程の概要	144
2.8.3	ユーティリティ条件	144
2.8.4	分析施設の概要	145
2.9	廃棄物処理・処理研究施設	155
2.9.1	廃棄物処理・処理研究施設の前提条件	155
2.9.2	廃棄物処理・処理研究施設工程の概要	156
2.9.3	ユーティリティ条件	159
2.9.4	廃棄物処理・処理研究施設建屋の概要	160
2.10	管理棟、付属施設棟、ユーティリティ棟	175



3. 技術調査（新ホット施設に対する意見）	186
3.1 目的及び調査方法	186
3.1.1 目的	186
3.1.2 調査方法	186
3.2 調査結果	188
3.2.1 施設設計構想コンセプト	188
3.2.2 MAファクトリー	189
3.2.3 燃料製造研究施設	190
3.2.4 燃料物性研究施設	191
3.2.5 乾式リサイクル試験施設	192
3.2.6 分析施設	192
3.2.7 廃棄物処理・処理研究施設	193
あ と が き	195
〔付 録〕	196
付録－1 アクチニドリサイクル研究施設概念検討委員会議事録集	

## 目 次

図2.2-1	グローブボックスとセルの中間的な包蔵設備（重遮蔽ボックス）の配置概念図	19
図2.2-2	グローブボックスとセルの中間的な包蔵設備（重遮蔽ボックス）の概念図	20
図2.2-3	遠隔操作設備概念図	22
図2.3-1	スペーススラブとスペーススラブ型施設の概念図	24
図2.3-2	研究居室構成の概念図	26
図2.3-3	アクチニドリサイクル研究施設 建屋配置図	28
図2.3-4	アクチニドリサイクル研究施設 地下1階平面図	30
図2.3-5	アクチニドリサイクル研究施設 1階平面図	32
図2.3-6	アクチニドリサイクル研究施設 2階平面図	34
図2.3-7	アクチニドリサイクル研究施設 3階平面図	36
図2.3-8	アクチニドリサイクル研究施設 鳥瞰図	38
図2.4-1	物質収支図（310 TRUEX系統）	44
図2.4-2	物質収支図（320陽イオン交換系統1/2）	47
図2.4-3	物質収支図（320陽イオン交換系統2/2）	49
図2.4-4	物質収支図（330炭酸沈澱系統）	51
図2.4-5	MAファクトリー 建屋内配置計画図（地下1階）	53
図2.4-6	MAファクトリー 建屋内配置計画図（1階）	55
図2.4-7	MAファクトリー 建屋内配置計画図（2階）	57
図2.5-1	燃料製造研究施設 Npドライバー燃料製造工程	73
図2.5-2	燃料製造研究施設 Amターゲット燃料製造工程	76
図2.5-3	燃料製造研究施設 建屋内配置計画図（地下1階）	78
図2.5-4	燃料製造研究施設 建屋内配置計画図（1階）	80
図2.6-1	乾式リサイクル試験施設 全体工程ブロックフロー	111
図2.6-2	乾式リサイクル試験施設 燃料製造工程	113
図2.6-3	溶融塩電解精製プロセスの概念	114

図2.6-4	高圧電気化学再処理プロセスの概念	115
図2.6-5	乾式リサイクル試験施設 建屋内配置計画図(地下1階)	116
図2.6-6	乾式リサイクル試験施設 建屋内配置計画図(1階)	118
図2.6-7	乾式リサイクル試験施設 建屋内配置計画図(2階)	120
図2.7-1	燃料物性研究施設 基本ブロックフロー	132
図2.7-2	燃料物性研究施設 建屋内配置計画図(地下1階)	133
図2.7-3	燃料物性研究施設 建屋内配置計画図(1階)	135
図2.7-4	燃料物性研究施設 建屋内配置計画図(2階)	137
図2.8-1	分析施設 建屋内配置計画図(地下1階)	147
図2.8-2	分析施設 建屋内配置計画図(1階)	149
図2.8-3	分析施設 建屋内配置計画図(2階)	151
図2.9-1	ARF廃棄物処理工程ブロックフロー	161
図2.9-2	廃棄物処理・処理研究施設 建屋内配置計画図(地下1階)	163
図2.9-3	廃棄物処理・処理研究施設 建屋内配置計画図(1階)	165
図2.9-4	廃棄物処理・処理研究施設 建屋内配置計画図(2階)	167
図2.10-1	管理棟 1階平面図	176
図2.10-2	管理棟 2階平面図	178
図2.10-3	管理棟 3・4階平面図	180
図2.10-4	附属施設棟 1階平面図	182
図2.10-5	ユーティリティ棟 平面図	184

## 表 目 次

表1.1-1	先進的核燃料リサイクル技術の構成	4
表2.4-1	MAファクトリー機器リスト (TRUEX 310)	59
表2.4-2	MAファクトリー機器リスト (イオン交換 320)	60
表2.4-3	MAファクトリー機器リスト (炭酸沈澱 330)	61
表2.4-4	ユーティリティリスト (ユーティリティ建家からの供給分)	62
表2.4-5	ユーティリティリスト (分離建屋からの供給分)	63
表2.5-1	Npドライバー燃料系 粒状・粉末状燃料製造工程 (ゲル化工程)	82
表2.5-2	Npドライバー燃料系 粒状・粉末状燃料製造工程 (噴霧熱分解工程)	84
表2.5-3	Npドライバー燃料系 粒状・粉末状燃料製造工程 (共沈澱工程)	85
表2.5-4	Npドライバー燃料系 ペレット製造工程 (成形、焼結工程)	87
表2.5-5	Npドライバー燃料系 ペレット製造工程 (押出成形、焼結工程)	89
表2.5-6	Npドライバー燃料系 燃料要素製造工程 (ペレット充填工程)	91
表2.5-7	Npドライバー燃料系 燃料要素製造工程 (長尺ペレット充填工程)	92
表2.5-8	Npドライバー燃料系 燃料要素製造工程 (振動充填工程)	93
表2.5-9	Npドライバー燃料系 ピン検査工程	94
表2.5-10	Npドライバー燃料系 燃料リサイクル工程	95
表2.5-11	Amターゲット燃料系 粒状燃料製造工程 (ゲル化工程)	96
表2.5-12	Amターゲット燃料系 ペレット製造工程 (成形、焼結工程)	98
表2.5-13	Amターゲット燃料系 燃料要素製造工程 (ペレット充填工程)	100
表2.5-14	Amターゲット燃料系 燃料要素製造工程 (振動充填工程)	101
表2.5-15	Amターゲット燃料系 ピン検査工程	102
表2.5-16	Amターゲット燃料系 燃料リサイクル工程	103
表2.5-17	ユーティリティリスト 燃料製造研究施設	104
表2.6-1	燃料製造工程 (U/Pu/Np/Am燃料系金属燃料)	122
表2.6-2	燃料製造工程 (U/Pu/Np燃料系金属燃料)	124
表2.6-3	乾式リサイクル試験施設	125
表2.7-1	燃料物性研究施設機器リスト	139

表2.7-2	燃料物性研究施設	142
表2.8-1	分析施設 機器リスト	153
表2.8-2	分析施設 ユーティリティリスト	154
表2.9-1	処理研究設備	169
表2.9-2	廃棄物処理工程 (液体廃棄物処理系)	170
表2.9-3	廃棄物処理工程 (固体廃棄物処理系)	171
表2.9-4	廃棄物処理工程 (オフガス処理系)	173
表2.9-5	廃棄物処理・処理研究施設 ユーティリティリスト	174
表3.1-1	アクチニドリサイクル研究施設概念検討委員会構成	187

## まえがき

原子力開発利用に当たっては、安全性、信頼性、経済性等の向上ばかりでなく、環境への負荷の低減、核不拡散性への配慮など将来の社会の多様なニーズに対応できる技術の可能性を追求し、技術の選択の幅を広げていくことが重要である。このため、高速増殖炉技術をベースにした新たなリサイクルシステム技術について長期的な研究開発に取り組んでいくことが必要であると、原子力長計に謳われている。

高速増殖炉を中心とするリサイクルシステムは、ウラン、プルトニウム以外のネプツニウム、アメリシウム、キュリウム等や核分裂生成物も柔軟に燃焼できるため、再処理工程において不純物を必ずしも高い分離効率で除去する必要がなく、再処理の経済性の向上や環境への負荷の低減と共に、我が国の核不拡散への配慮を対外的により明確にできる次世代のリサイクルシステムを構築し得るポテンシャルを有している。

こうしたアクチニドを含む次世代のリサイクル技術を構築するためには、放射線レベルの高い燃料を製造・加工することになるので、遠隔・遮蔽対策が不可欠であり、燃料もまた遠隔製造に適した形態に工夫する必要がある。従って、再処理技術、燃料加工技術、炉心燃料設計、更には保障措置等に係わる研究開発を整合をとりつつ進める必要がある。

動力炉・核燃料開発事業団（以下事業団という）においては、先進的核燃料リサイクル（以下アクチニドリサイクルという）の研究開発を既存の試験施設を利用しながら進め、21世紀初頭には、アクチニドリサイクル研究施設を建設し、さらに2010年半ばにはリサイクル試験炉の建設と時期を併せて、新しいリサイクルの実証を行うための試験プラントを建設して工学的実証を行い、高速増殖炉の実用化時期である2030年頃までに、アクチニドリサイクルとしての高速炉サイクルの実現を目指す計画で検討が進められている。

このような背景を受けて、事業団は現在既存施設を活用して進めているアクチニドリサイクルの研究開発を拡大発展させて、確実に高速増殖炉とその燃料サイクルの実用化に繋げるために、事業団における新しい研究開発の場として「アクチニドリサイクル研究開発施設（仮称）（以下仮称を略す）」を建設する構想がある。本報告書ではこの研究施設の設計に先立ち施設に必要とされる技術的な要件の具体化や施設の概念を構築するための概念検討を行うものである。

概念検討は、事業団から研究施設に関する研究分野及びその試験項目などの情報を提供

して頂き、それらに基づき施設概念の検討を行った。この施設は分離、燃料製造、燃料物性、廃棄物の各リサイクル分野の研究開発機能を集中させた研究施設である。

湿式分離技術に関しては基礎研究及びHAWから、Am、Cmの単独分離と硝酸溶液からのNp単独分離を目的とした技術開発施設（MAファクトリー）の概念を検討した。また、分離されたMAを使用した各種燃料製造試験を行うための施設、燃料の物性データを取得するための物性研究施設、さらに将来技術としての乾式リサイクルに関する試験研究を行う施設の概念について検討した。また、試験研究に必要なユーティリティ、放射線管理を主として行う安全管理施設、一般管理施設の設置等、全体施設の配置についても検討した。発生する放射性廃棄物は本施設がTRU回収を目的の一つとする施設であることから、本施設内で完結的に処理することを目標に処理技術の開発を行う施設として検討した。さらに各研究施設の基盤となる分析施設についても検討した。

これらの研究施設は我が国において数多くできることは考え難く、より良い研究施設を構想するためにも、事業団外の有識者の意見も広く取り入れることが必要と考えられる。従って、事業団が考えているこれらの研究施設の建設構想を日本における大学、民間の専門家から広く意見を求めるため、委員会方式による調査を行った。

報告書の構成は、概念検討の前提条件としての施設構想の基本的考え方及び研究分野と試験項目について第1章に記述した。第2章には概念検討の結果として、施設設計概念コンセプトと全体配置計画、さらに、各研究施設毎に試験研究内容、試験設備等の規模、配置等について記述した。第3章には、大学及び産業界の専門家からの委員会形式による意見集約をとりまとめた。

## 1. アクチニドリサイクル研究施設の役割

### 1.1 施設構想の基本的考え方

事業団では、アクチニドリサイクルの研究開発を進めるため既存施設の有効利用を図りながら、さらに基礎研究から工学的試験までの広範囲な研究開発を行う施設の建設計画を検討している。この施設は、現行技術の一層の強化を目指した次世代のMOX燃料、アクチニドリサイクルの開発及び新型燃料を用いたアクチニドリサイクル開発の二つを柱とし、それらを支えるための要素技術の開発、さらに独創的な、新しいシーズを生み出すための広範な基礎研究、人材育成を含む我が国における先進的核燃料リサイクル研究の中核に位置付けすることが考えられている。

技術開発の内容を体系化し先進的核燃料リサイクル技術の構成としてまとめ、表1.1-1に示す。

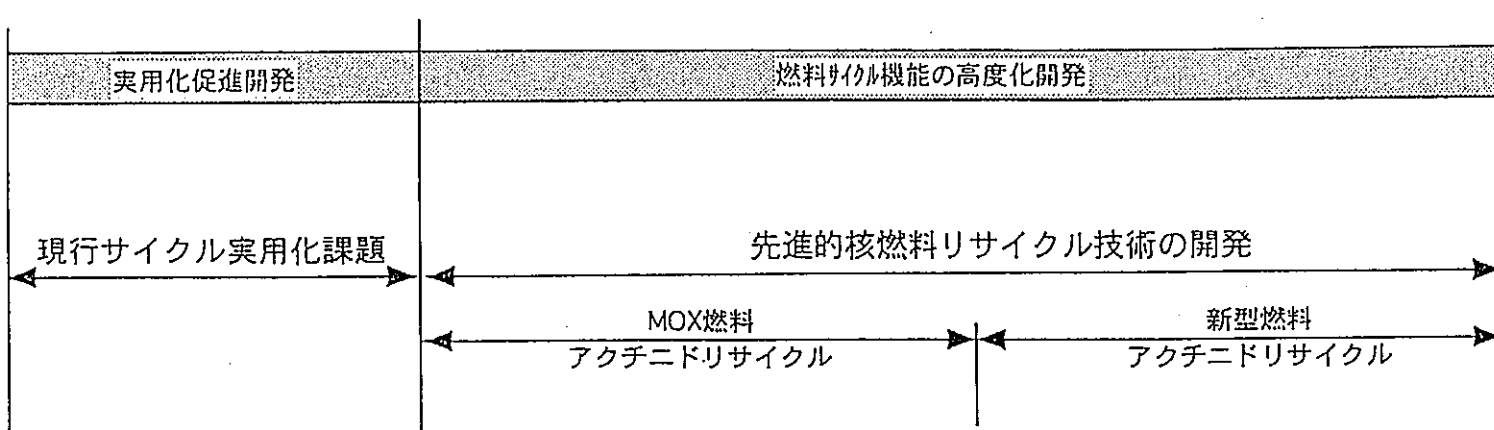
### 1.2 アクチニドリサイクル研究施設に求められる機能

#### 1.2.1 新ホット施設の役割

本施設は、基礎研究から工学規模の研究開発に対応できる、フレキシビリティの高い我が国における中心的なアクチニドリサイクル研究施設を目指すこととするが、当面新ホット施設の役割を次のように整理することとする。



表 1. 1 - 1 先進的核燃料リサイクル技術の構成



	現工程の合理化	改良PUREX	新再処理技術	窒化物燃料サイクル	金属燃料サイクル	フロンティア研究
再処理技術 (分離・回収)	建屋設計合理化 (免震など) 安全/保守マージンの合理化 ヘッドエンドの合理化 低レベル廃棄物削減 自動化、保守の遠隔化など	MA核種の回収 Pu回収の強化 TRU廃棄物の削減 低FP除染 簡素化抽出工程 Pu/U/Npコプロセス	MOX新湿式再処理 MOX乾式再処理	窒化物用改良PUREX 窒化物乾式再処理	金属燃料乾式再処理	希金属FPの回収 Tcなどの分離回収
燃料技術	MOX高密度中空ペレット MOX高燃焼度化 保守合理化/装置高度化など	非微粉末原料製造 遠隔燃料製造 新MOX燃料設計 (バイバックなど) TRU廃棄物の削減 MA燃料製造 ダクトレス集合体	新再処理整合燃料仕様 新再処理整合燃料製造	窒化物ペレット燃料 窒化物顆粒燃料	射出成型製造	
高速炉	配管短縮/機器の配置など簡素化 免震および他のプラント合理化 炉心設計の高度化	MA 装荷MOX炉心 Amビン燃料 Pu燃焼		受動的安全炉心 Pu燃焼		FP消滅研究

(1) 既存施設で対応できない研究開発の実施

取扱い物質の量と種類雰囲気条件の違い、施設の老朽化、新しい測定技術の進歩、などによって既存施設で対応できない研究開発を実施する。主な研究項目を次に示す。

① 分離研究

- ・乾式分離研究
- ・新湿式分離でC P F等既存施設では、試薬の種類や規模等で対応できない研究

② 燃料研究

- ・A m等高線量燃料の製造研究
- ・遠隔燃料製造技術開発

③ 燃料物性研究

- ・基礎物性データの取得

④ 廃棄物研究

- ・アクチニド核種の廃棄物への移行抑制研究開発と実証

(2) 基礎研究から工学規模の研究開発に対応

- ・基礎研究から集合体レベル工学試験の実施

(3) 開かれた研究開発の場、研究情報の収集・発進の基地

- ・オールジャパンとしての研究フィールド

### 1.3 研究分野と試験項目

実施すべき研究分野と試験項目は施設設計の基本的requirementである。事業団技術開発推進部アクチニドリサイクルグループ（ARG）が検討した資料から抜粋し、取り纏めておくこととする。

#### 1.3.1 分離技術開発

(1) 湿式分離技術に関する基礎研究

溶媒抽出法にこだわらず、種々の分離法の将来的な可能性を見いだすための基礎研究を行う。

(i) 高レベル廃液対象

- (a) スラッジからの回収（電気化学的溶解、熔融、封管溶解）
- (b) 粗分離（沈殿、温度、磁気、密度）

- (c) 精分離（溶媒抽出、カラム、電気泳動）
  - (ii) 模擬溶解液対象
    - (a) 沈殿、晶析、各種クロマト的な方法等
  - (2) 乾式分離技術に関する基礎研究
    - 湿式分離法と乾式分離法の比較を行い、乾式法の成立性を評価するための試験研究を行う。基礎物性データ等の収集や塩化物系での電解試験を行い、最終的には燃料製造開発に必要な金属を回収していく。
    - (i) 基礎物性
      - (a) 電気科学、熱力学データ
      - (b) 状態図、蒸気圧、拡散係数、熱伝導度、粘度等
    - (ii) 金属・窒化物
      - (a) 電解溶解（酸化物から塩化物への転換を含む）
      - (b) 電解回収
      - (c) 塩－金属抽出
      - (d) 蒸留
      - (e) 廃棄物処理
    - (iii) 酸化物
      - (a) 電解溶解（塩素ガス吹き込み）
      - (b) 電解回収
      - (c) 廃棄物処理
  - (3) マイナーアクチニド（Am、Cm、Np）の分離及び供給
    - 上記の研究や燃料物性・製造の分野で必要なAmやCmを再処理工場高レベル廃液から回収する。下記の方法を組み合わせしていくが、分離スキームが固まるまでは開発の比重が高くなる。
    - (i) TRUEX法
    - (ii) 陽イオン交換法
    - (iii) Am(V)炭酸沈殿
- また、同様にNpを含むPu製品溶液から、陰イオン交換法によりNpを回収する。

### 1.3.2 分析技術開発及び工程分析

工程分析は、燃料や分離関係等の試験研究の遂行に必要となる。

#### (1) 前処理技術

- (i) 溶解
- (ii) 分離・濃縮
- (iii) 原子価調整
- (iv) サンプリング
- (v) 希釈

#### (2) 機器・遠隔技術開発

- (i) 定量
- (ii) 定性分析
- (iii) 構造解析
- (iv) 物性測定（粘性、引火点、熱量等）

### 1.3.3 材料開発

分離や製造プロセスの開発に先行して取り組むべき項目もある（乾式に係わる材料開発等）が、材料開発は基本的にプロセスの開発場所で行う。

- (1) 新試薬に対する耐蝕性評価（A nがふくまれる場合の評価、材料表面へのA n附着）
- (2) 乾式プロセスの装置材料の耐蝕性・耐熱性評価
- (3) 非金属材料の評価

### 1.3.4 燃料物性研究

#### (1) 物性値取得

- (i) 燃料設計（許認可、燃料設計の高度化）

融点、熱伝導度、状態図、熱膨張率、熱容量、クリープ、ギャップコンダクタンス

- (ii) 高温物性（炉心安全研究）

熱伝導度、熱容量、蒸気圧

- (iii) 基礎物性（メカニズム評価）

蒸気圧、拡散係数、熱力学的物性値

(2) 炉外挙動評価

(i) 安全評価（許認可）

N a との共存性

(ii) 照射メカニズム（設計高度化）

F P ガス放出、再分布、スエリング

(iii) F P 挙動（燃料開発）

化学状態、物性値への影響

(iv) リストラクチャリングのメカニズム（燃料開発）

ポア移動、P u とM A 再分布、O / M 再分布

(v) 照射挙動への燃料微構造の影響（燃料開発）

(vi) 燃料形状安定性、溶融挙動評価（炉心安全研究）

(vii) 燃料破損挙動評価（炉心安全研究）

(viii) 過渡時燃料挙動（炉心安全研究）

(ix) アエロゾル挙動評価（サイクルプラント安全研究）

粉末飛散挙動、粉末固定技術開発

(3) サンプル調整

1.3.5 燃料製造技術開発

(1) 基礎研究（酸化物、窒化物）

(i) 焼結挙動解明

粉末特性評価、収縮挙動評価、焼結体微構造評価

(ii) 新プロセス開発 (1)

(a) ゲル化法

(i) 試験項目

① (U / P u / N p) O<sub>2</sub> 燃料製造

- ・ゲル化挙動の確認
- ・M A 顆粒の熱処理条件設定
- ・廃液からのM A 回収法の検討
- ・反応溶液のp H 制御法
- ・粒子安定性の確認

② (Am、RE、Matrix)O<sub>x</sub> 燃料製造

- ・マトリクスの検討
- ・溶解性確認
- ・ゲル化フィールド調査
- ・Am、RE等の溶液化学的情報の文献調査
- ・MA顆粒の熱処理条件設定
- ・廃液からのMA回収法の検討
- ・粒子安定性及び均質性の確認
- ・錯形成剤の選定
- ・プロセスに対する放射線の影響調査

(D) 検査項目

① 原料溶液

- ・金属濃度
- ・硝酸濃度
- ・アンモニア濃度
- ・粘土等

② 粒検査

(仮焼顆粒)

- ・内部観察
- ・密度
- ・破壊強度

(焼結顆粒)

- ・内部観察
- ・密度
- ・破壊強度
- ・粒度分布
- ・形状
- ・金相等

③ 化学分析項目

- ・窒素含量

- ・カーボン含量
- ・O/M比測定
- ・不純物金属量分析等

④ 廃液

- ・金属濃度
- ・硝酸濃度
- ・アンモニア濃度
- ・有機不純物量等

(b) 噴霧熱分解法

(イ) 試験項目

U/Pu/Np系

- ・粉末特性コントロール技術確立
- ・顆粒粉末特性評価
- ・安定製造技術確立

(ロ) 分析項目

U/Pu/Np系

- ・粉末物性（SSS、BET等）
- ・SEM観察
- ・組成、粉純物、O/M
- ・成形性
- ・焼結性、焼結挙動

(c) 燃料要素加工

(イ) 振動充填法

（コールド試験）：検査棟、実規模試験施設で実施

本試験では、模擬粉末を用いて、装置の特性確認と充填性試験（充填密度を得るための試験）を行う。

試験項目

- ・振動条件（方向、周波数）と被覆管部の受振状態（振動、強度、変形）
- ・被覆管の固定（受振状態、固定傷）
- ・粉末の飛散と供給条件（真空、大気、量）

- ・粒径、混合状態、粉末密度と充填密度
- ・振動条件（方向、周波数）と充填密度
- ・プレナム意地法開発（材料、構造）
- ・機器の耐久性確認
- ・メンテナンス項目の把握と改造

（ウラン試験）：濃縮施設で実施

本試験では、ゲル化法にて製造された粉末を用いて、コールド試験で得られた最適条件の確認、非破壊による充填密度測定技術開発、管端部除染機器開発、縦型溶接技術開発と一連の技術開発を行う。

#### 試験項目

- ・粒径、混合状態、粉体密度と充填密度
- ・振動条件（方向、周波数）と充填密度
- ・管端部除染方法の開発
- ・プレナム維持法開発（材料、構造）
- ・機器の耐久性確認
- ・メンテナンス項目の把握と改造

（Am、Np試験）：ARF施設で実施

本試験では、機器、条件の実証試験を行う。

#### (d) 縦型溶接法

（ウラン試験）：濃縮施設で実施

本試験は、縦型溶接機の実現性を確認する試験である。

#### 試験項目

- ・端栓形状の開発（ツバ型、改良型）
- ・溶接条件の選定
- ・溶接強度測定
- ・被溶接物供給システム開発（寸法変化）
- ・条件監視システム
- ・メンテナンス項目の把握と改造

（Am、Np試験）：ARF施設で実施

確証試験を実施する。



(ハ) Na封入工程

(コールド試験)

模擬燃料を用いて、Naの充填性、取扱に関する試験である。

試験項目

- ・ Na充填性試験（均一充填、取扱技術等）
- ・ Na充填状況の確認法
- ・ Na回収試験（試験後）
- ・ 廃棄物処理試験（保管と腐食、耐腐食性容器開発）
- ・ 腐食と溶接性試験
- ・ 機器の耐久性確認
- ・ メンテナンス項目の把握と改造

(d) 金型成形／焼結

(イ) 試験項目

U/Pu/Np系ドライバー燃料

- ・ 成形性評価
- ・ 焼結挙動解明
- ・ 製造工程条件確立

Am系ターゲット燃料

- ・ 成形性評価
- ・ 焼結挙動解明
- ・ 製造工程条件確立

(ロ) 分析項目

U/Pu/Np系ドライバー燃料

- ・ O/M比・密度・不純物
- ・ 結晶構造、格子定数
- ・ 組織、組成の均一性、固溶度
- ・ 金相観察
- ・ 開気孔率
- ・ 焼結挙動（収縮率等）

Am系ターゲット燃料

- ・ O/M比・密度・不純物
- ・ 結晶構造、格子定数
- ・ 組織、組成の均一性、固溶度
- ・ 金相観察
- ・ 開気孔率
- ・ 焼結挙動（収縮率等）

#### 1.3.6 廃棄物処理研究開発

##### (1) 廃棄物発生量低減化プロセス研究

###### (i) 原子炉

燃料洗浄廃液

###### (ii) 再処理

燃料構造材、廃溶媒、廃溶媒洗浄液、除染剤、廃塩

###### (iii) 燃料加工

スクラップ廃棄物、硝酸アンモニウム

###### (iv) 全工程

廃GB、廃装置、廃ガス対応廃棄物、保守廃棄物

##### (2) アクチニドリサイクル廃棄物中の放射性核種の存在状態研究

(リサイクル処理、分離、分解、安定化処理等の研究開発前の現状調査研究)

##### (3) リサイクル処理技術研究

(i) 気体・固体・液体廃棄物から有用物質を回収、利用するための研究

(ii) 廃棄物管理負担軽減化研究（非TRU廃棄物化等）

(iii) 除染技術（Ag利用等）

(iv) 利用技術（精製、加工、用途開発）

##### (4) 分離・分解・安定化処理研究

(i) 有機物、塩化物等の分解安定化研究

(ii) C-14等の固定化研究

(iii) 微生物の利用研究

##### (5) 廃棄物材料開発研究

(i) 固化体材料

処分までの長期安定性、製造性

(ii) プロセス機器材料

耐久性、リサイクル性

(6) 高放射能 ( $\gamma$ 、 $n$ ) 固化体の長期貯蔵技術研究 (Cm、Cs、Sr等)

(7) 高温融体研究

ガラス固化で培った。装置技術、シミュレーション技術、材料技術、安全取扱技術等を乾式再処理研究に生かす。

## 2. アクチニドリサイクル研究施設の概念検討

### 2.1 基本方針

設計の基本的な考え方もしくは理念を明確にすることは重要である。しかし当初にすべての考え方が揃わなければ設計に着手できないというわけではない。本施設のような大規模で新しい研究分野を対象とした、また将来までを見通した施設とするためにはホット施設の設計、建設、許認可、利用の各分野に亘る経験者、有識者にある程度の概念を示してコメントを乞うことも大切であり、それを集約、帰納することによって設計理念を確立して行く手法も概念検討の一つである。

事業団より提示された前提条件、「アクチニドリサイクル研究施設（仮称）概念検討委員会」のコメント、リコメンデーション及び検討作業Gr（受注者側）の議論等を要約して基本方針として以下に記す。

#### ① 試験研究に対して自由度の高い施設であること。（High flexibility）

本施設はプラントではなく、基盤的な研究開発が目標の施設であり、研究のフレキシビリティの重視が重要である。従って設備機器のリプレースが容易に行えるようにし、つねに新しい研究開発にチャレンジできるようにする。

#### ② 作業員の放射線被ばくが少なく安全性の高い施設であること。（Low exposure）

取り扱う試料、原料の放射レベルに応じて従来型のG・BOX、遮蔽型G・BOX、重遮蔽セルの3種類の包蔵設備を設置する。それぞれの包蔵設備に対し、近接保守、セミ遠隔保守、全遠隔保守等の保守方針を明確に定める。

全遠隔保守はパワーマニプレータ、ロボット等を使用して試験装置の取り外し、除染、修理、再取付けが遠隔で行える構造とする。

#### ③ 高い稼働率の施設であること。（High efficiency）

設備の故障が生じた場合、除染、修理が短時間で出来るようにし、本来の試験が長期間停止しないこと。

また、二次廃棄物の払出しも容易に行えるようにする。

#### ④ 人の動線、物流が合理的で施設内設備は目的と規模、性能がバランスのとれたものであること。（High quality）

#### ⑤ 施設の建設費が低廉であること。（Low cost）

## 2.2 検討項目

### 2.2.1 概要

概念検討に当たって、とくに次の項目については事業団担当者とも打合せしながら、検討図面としてまとめた。以下に概要を記す。

#### (1) 包蔵設備

セル、グローブボックス、セルとグローブボックスの中間的な包蔵設備などを取り扱うべき放射性物質の性状、量、放射エネルギー等に応じて適用すべく検討した。

また、概略寸法、研究室内配置、セルとグローブボックスの中間的な新しい包蔵設備の概念についても検討した。

#### (2) 研究室

研究室の建屋内配置と研究室の概略の広さ、高さについて検討した。とくに研究室は将来の研究分野の進展に対応できるようフレキシビリティを重視した配置とし、セル、グローブボックス等、施設内設備が有機的に機能できるよう配慮した（施設平面図）。

#### (3) 安全管理施設、ユーティリティ等の付属施設

付属施設について、必要な機器、機能、能力を想定して施設の規模、各室の施設内配置、面積等について検討した。

#### (4) 建屋及び全体配置

各施設毎の建屋規模と全施設配置計画を検討した。

将来プラントとしての施設増設配置、管理区域と非管理区域のゾーニング、汚染防止を考慮した室配置とした。また、人の動線、物流が容易な配置、構造、また、研究者環境（居室、更衣室、研究支援機能など）について検討した。

#### (5) 既存施設との関連

高レベル廃液またはハル等の受け入れに関し、既存施設との関連について検討したが、現状ではサンドリヨン及びキャスクによって搬入、受け入れる方式を検討した。

#### (6) 法適用

炉規法のみ規制、障防法のみ規制及び炉規法と障防法の二重規制の各ケースの適用について概略検討した結果は、Am燃料製造試験セル等はRIの使用施設として、障防法の単独規制となりうるが、排気設備、排水設備等は炉規法のセル、グローブボックスと共用することになるので、現状では炉規法と障防法の二重規制を前提として

検討することとした。

(7) マスフロー

MAファクトリーの抽出工程については、セル試験設備の規模を想定する上で必要なためマスフローについて検討した。

(8) 安全性

管理区域を含む建屋施設、設備構築物等について耐震設計の目的を合理的に達成するために、核燃料、MA及びそれぞれによって汚染された物質を取扱う施設は炉規法の耐震重要度分類Bクラスとして検討することが適当である。

また、火災、爆発防止、遮蔽、汚染防止、退避経路などホット施設としての安全確保について配慮する。

### 2.2.2 セルとグローブボックスの中間的な包蔵設備の概念

A m、C m等の取扱いには、吸入による内部被曝と外部からの放射線被曝のいずれも同時に防止できる包蔵設備が必要である。特にA mの取扱い量が多くなれば $\alpha - \gamma - n$ 型のセルが必要になる。しかし取扱い量が少ない場合、または少量のN p系の燃料を取扱う包蔵設備では、セルのような重装備の必要もないが、従来のグローブボックスでは外部被曝線量が多くて、例えば年間予定被曝線量を低く抑えることが不可能な場合が考えられ、セルでもなくグローブボックスでもないその中間的な包蔵設備の採用を検討した。

基本的概念は、従来のグローブボックスとグローブボックス操作前面にマニプレーター付きの遮蔽壁を組合せたものである。定常的な作業は、マニプレータを使用して行い、保守、物品の搬出入等は直接グローブボックス背面から人手により操作する。図2.2-1～2に中間的な包蔵設備の概念を示す。

この概念は、グローブボックス前面の窓を含めてボックス全体を鉛5～10mm厚さ相当に遮蔽し、前面からマニプレータで操作できるようにすることも考える。

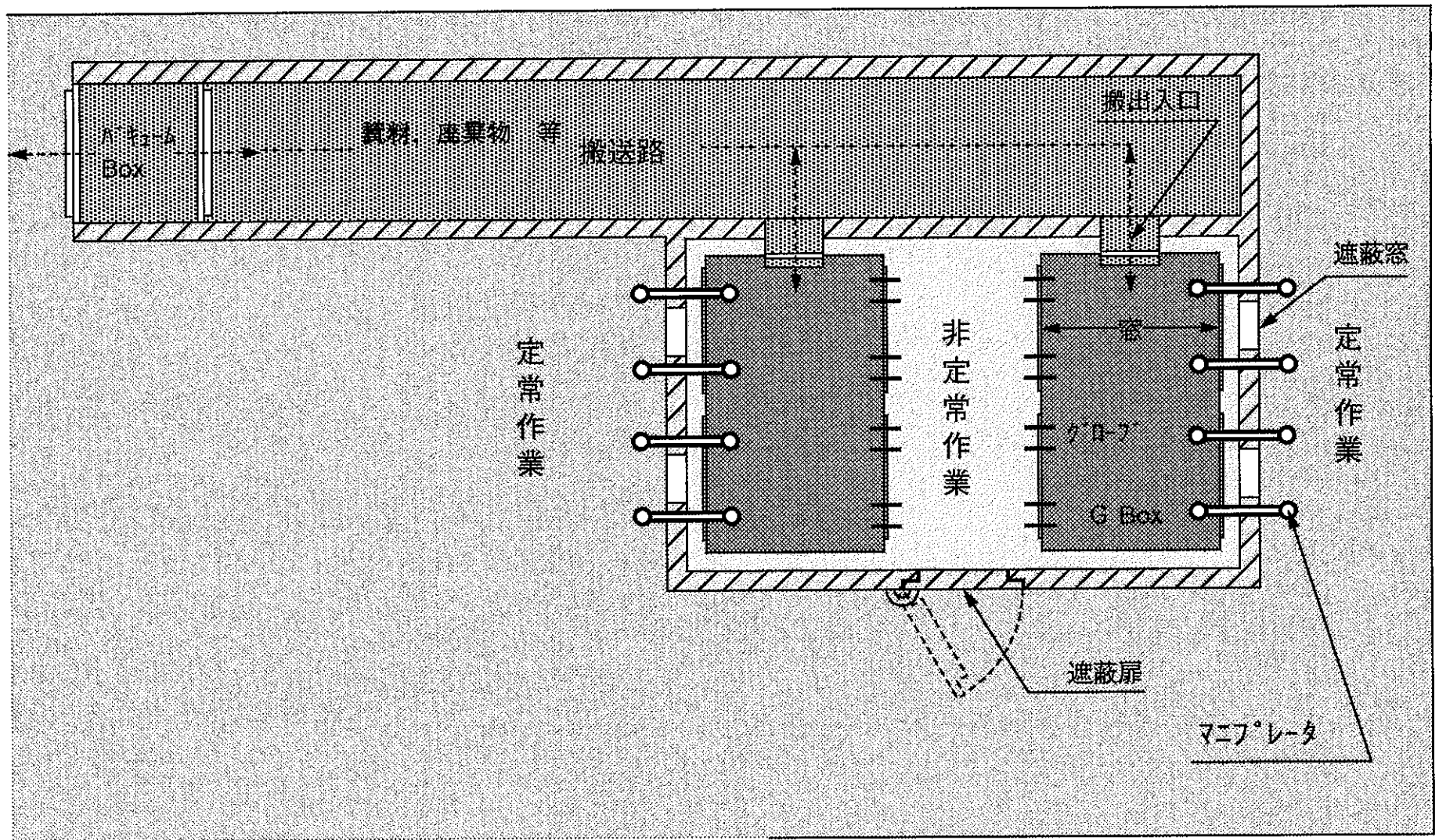


図2.2-1 グローブボックスとセルの中間的な包蔵設備（重遮蔽ボックス）の配置概念図



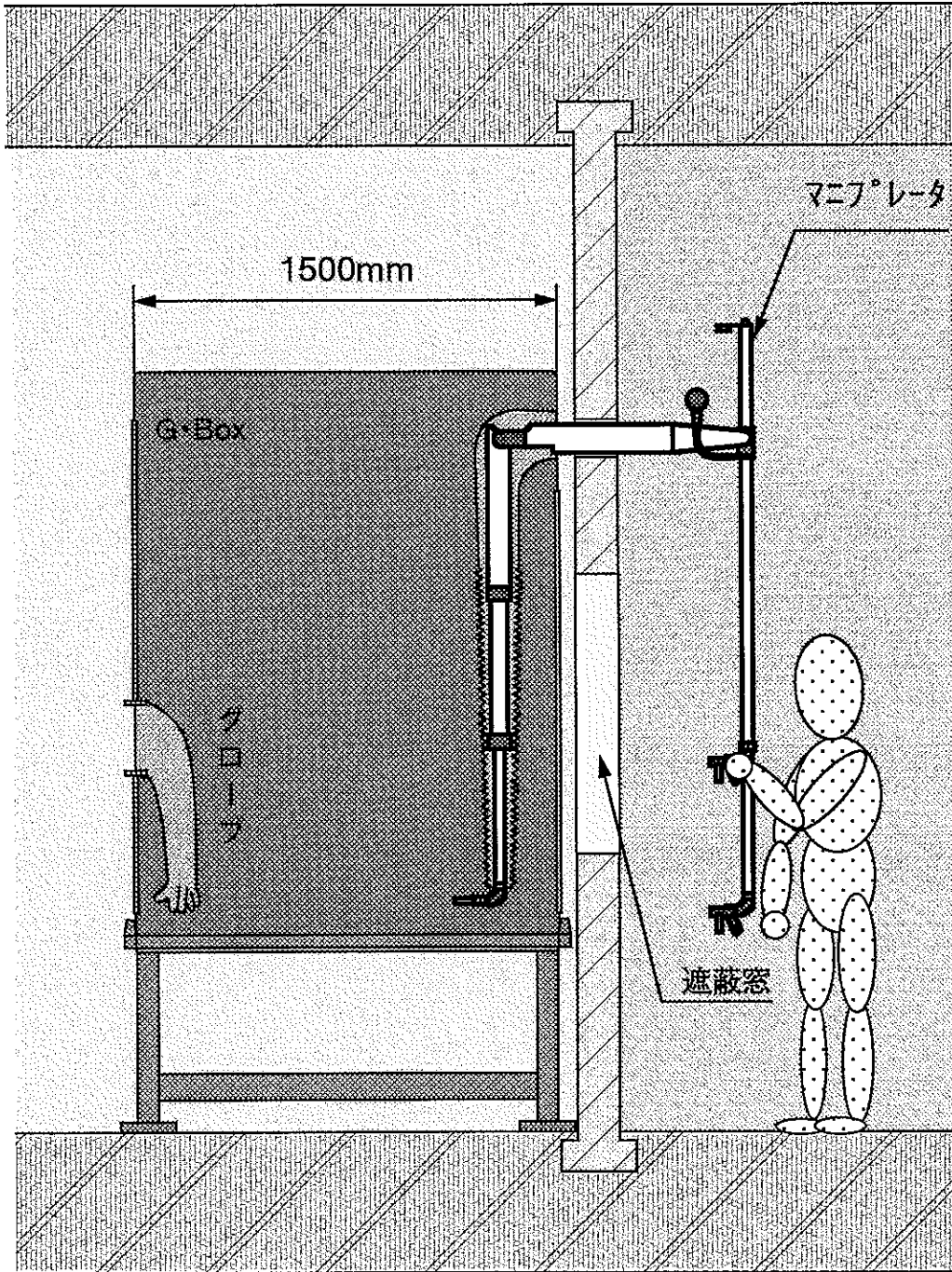


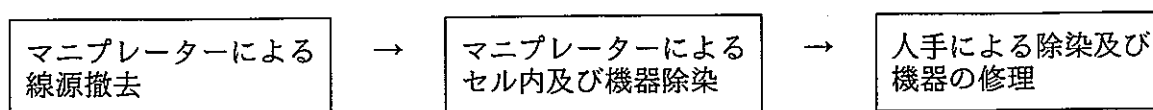
図2.2-2 グローブボックスとセルの中間的な包蔵設備（重遮蔽ボックス）の概念図

### 2.2.3 遠隔システムの概念

遠隔システムを大別して、定常作業時に主としてM/Sマニプレータによるセル内機器の遠隔操作とセル内機器の故障時に対するリカバリーの方式、すなわち保守方式の一つとしての遠隔保守システムが考えられる。

定常作業における遠隔操作は近年遠隔操作機器の発達により、例えば取扱容量も各種のものが揃っており、また故障も少なく信頼性が高いので、セル内機器の操作には十分対応できる。

特記する必要があるのは遠隔保守システムの概念である。従来、セル内機器の修理は



の順序で行われていたが、除染に長時間を要し、また作業員の放射線被曝線量が多いため、パワーマニプレーターやインセルクレーンで故障機器をセル外に取り出し、別の場所で除染、修理して再据付けするか、別の新しい機器と交換するという方式が検討され遠隔保守として、とくにアメリカ、日本で採用されるようになった。

本施設のセルでは、図2.2-3に示すような試験セルの天井に保守用ハッチを設け、パワーマニプレーター等で取り外された故障機器は、このハッチから2階の機器交換エリアに搬出された後除染、修理され、逆のルートで再据付けされる方式（MAファクトリー）と、Am系燃料製造室のようにセル内奥行寸法を拡張し、試験機器をセル内壁面に沿って設置し、セル中央を搬送路として、故障機器等の移動に使用し、2階の除染チャンバー、メンテナンスエリアで修理された機器を再据付けする方式の二つのタイプの遠隔保守セルの概念を検討した。

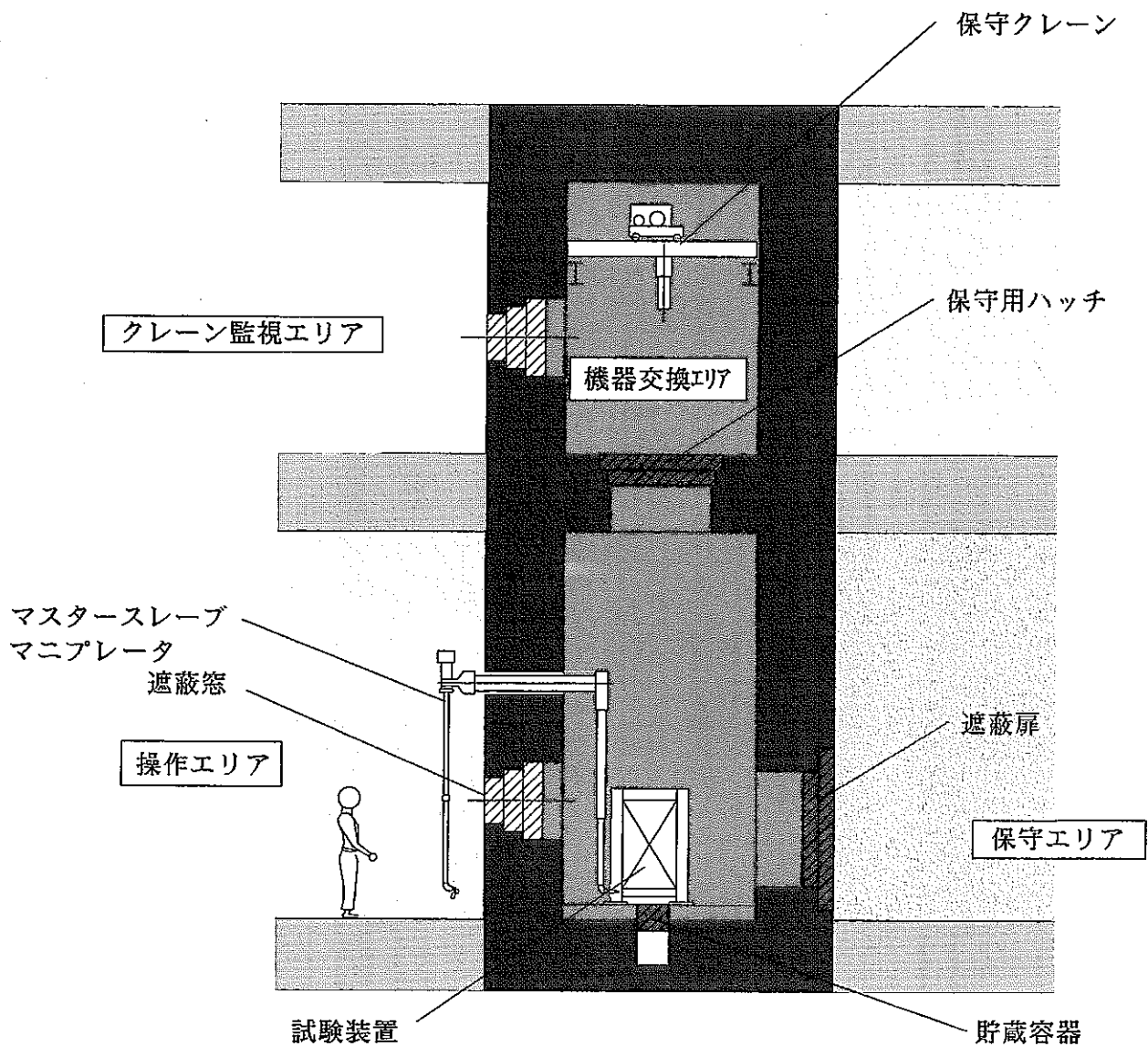


図 2.2-3 遠隔操作保守設備概念図

## 2.3 施設設計概念コンセプトと全体配置計画

### 2.3.1 施設設計概念コンセプト

#### (1) フレキシビリティ

アクチニドリサイクル研究施設は21世紀の新燃料リサイクルを研究する先進的な研究施設であり、計画時点で施設の設計と条件が全て確定している訳ではなく、むしろ研究・開発の進展に伴って、継続的に施設内試験設備リプレースまたは改修が進められること及び予想される施設の拡張・改修が行われた段階でも、使い勝手の良い合理的な施設であり続けるフレキシビリティが要求される。

施設全体の配置計画の面からみれば、このような性格の本施設においては、人の動線、物流動線、エネルギー・ユーティリティ供給ライン等の共通軸を設け、この軸に沿って、機能毎にまとめられた各種施設を配置したスペースラブ型構成を採用することが最も適当と考える。

これにより、将来拡張時には、軸を延長することにより施設を容易に増設することも可能であり、改修時には各施設単位の比較的、限られた範囲への影響のみで改修工事を行うことができる。

図2.3-1にスペースラブ型施設の概念図を示す。

#### (2) 施設管理の容易さ

アクチニドリサイクル研究施設の研究テーマは基礎研究レベルから応用・開発レベルまで多岐に渡り、かつ規模的には類似施設の中でも世界最大級になると予想される。複雑かつ大規模な本施設においては、放射線管理レベル、運営組織（研究テーマ）、機能等に応じて明確なゾーニングと施設の集約化を行う方が施設管理が容易となる。

今回概念検討では以下に示すゾーニングと施設の集約化を行った。

##### (i) 各研究施設

MAファクトリー、燃料製造研究施設、乾式リサイクル試験施設、  
燃料物性研究施設、分析施設、廃棄物処理・処理研究施設

##### (ii) 連絡通路・共同溝

地下1階共同溝；ガブル、廃棄物、排気ダクト等の移送ルート（ホット動線）  
1階連絡通路；管理区域の通路（ホット動線）  
2階連絡通路；給気ダクト、ユーティリティ等の移送ルート、  
非管理区域通路（コールド動線）

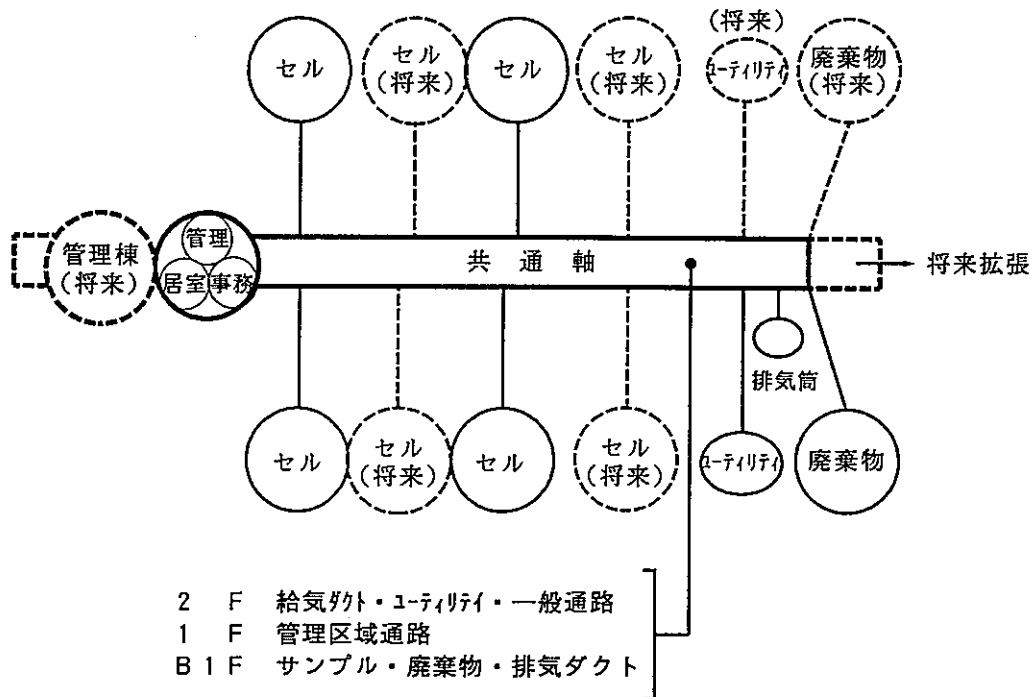
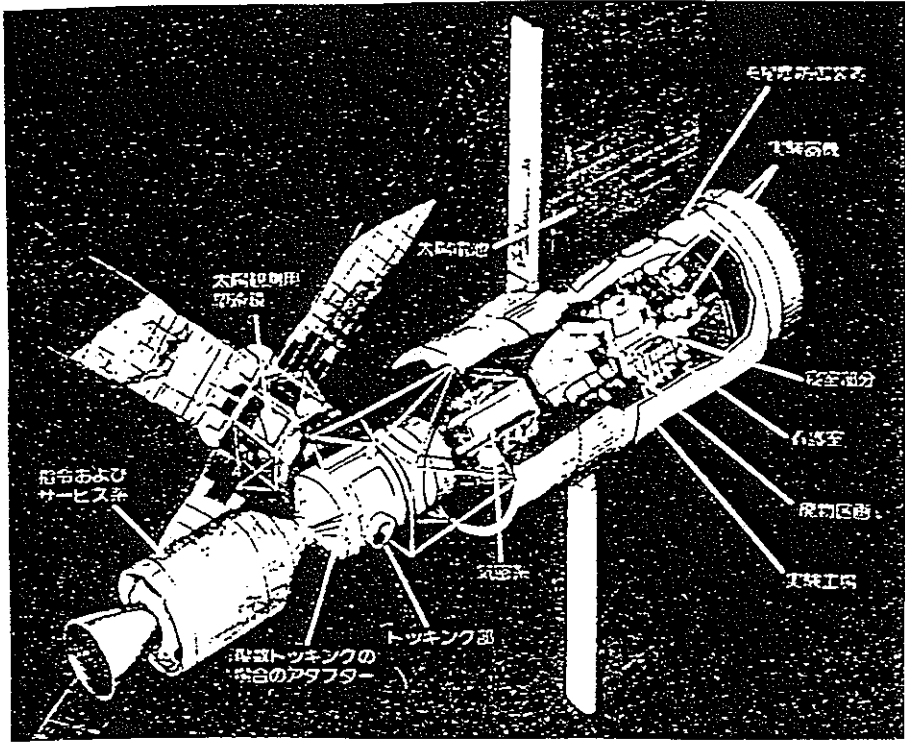


図2.3-1 スペースラブとスペースラブ型施設の概念図

(iii) 付属施設棟

更衣室、コールド試験室、工作室、備品置き場、放管センター等の研究施設の付属施設

(iv) ユーティリティ棟

電力（常用・非常用）、冷水、蒸気、冷却水、圧縮空気、アルゴン、上水、消火用水、及び施設の換気用新鮮外気を供給する施設

(v) 管理棟

居室、会議室、ロッカー室、電算室、管理ゲート室等の非管理区域施設

(3) コミュニケーション

従来の事業団の研究施設は、居室が研究施設毎に分散した、思考集中を重視した空間構成が多く、研究者の活動は研究テーマ毎の独立した組織の中で完結する傾向があった。新燃料リサイクルをテーマとした世界をリードする研究開発においては、益々学際的な領域へのアプローチが要求され、独創的な研究を進めるためには、異部門研究者との交流による情報交換、相互啓発の重要性が増すことになる。

今回概念検討では、思考集中のための各研究施設とは別に、積極的なコミュニケーションの場と機会を提供するため、空間構成を検討する上で以下の点に配慮した。

(i) 居室は大部屋形式を採用し、管理棟3・4階に集中配置する。

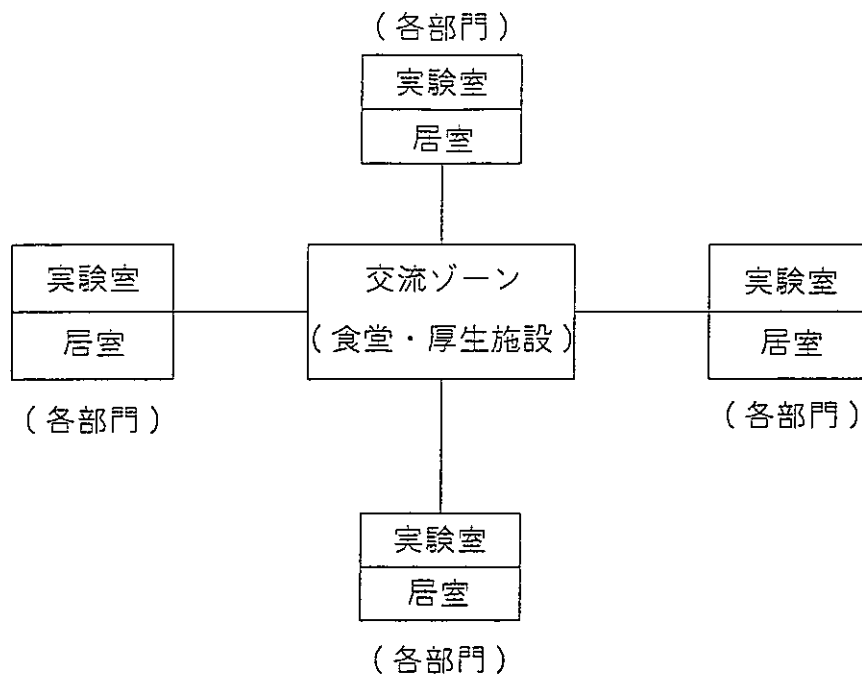
(ii) 管理棟2階に大小の会議室を集中配置し、コミュニケーションフロアとする。

(iii) 管理棟2階に、外来研究者にも入り易いサロン風空間を確保し、リラックスした状態で相互の交流を盛んにする。

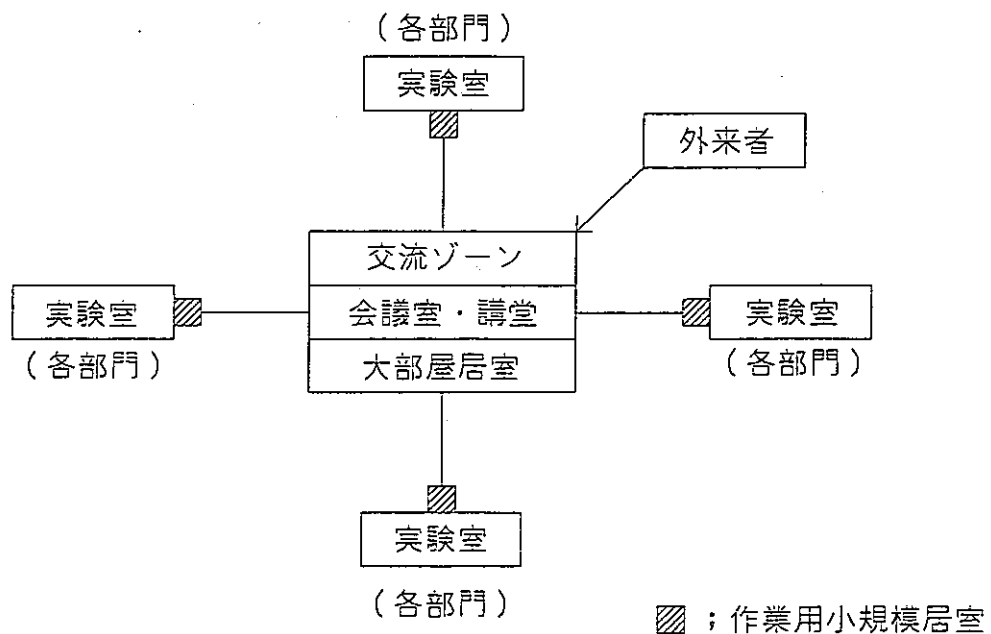
図2.3-2に研究居室構成の概念図を示す。

研究居室のスタイルについて

1) 実験ゾーン・研究居室ゾーン分離型 (従来の事業団スタイル)



2) 実験ゾーン・研究居室ゾーン一体型 (今回計画提案スタイル)



研究居室を統合化し、  
異部門研究者との交流を活発にする空間を構築

図2.3-2 研究居室構成の概念図

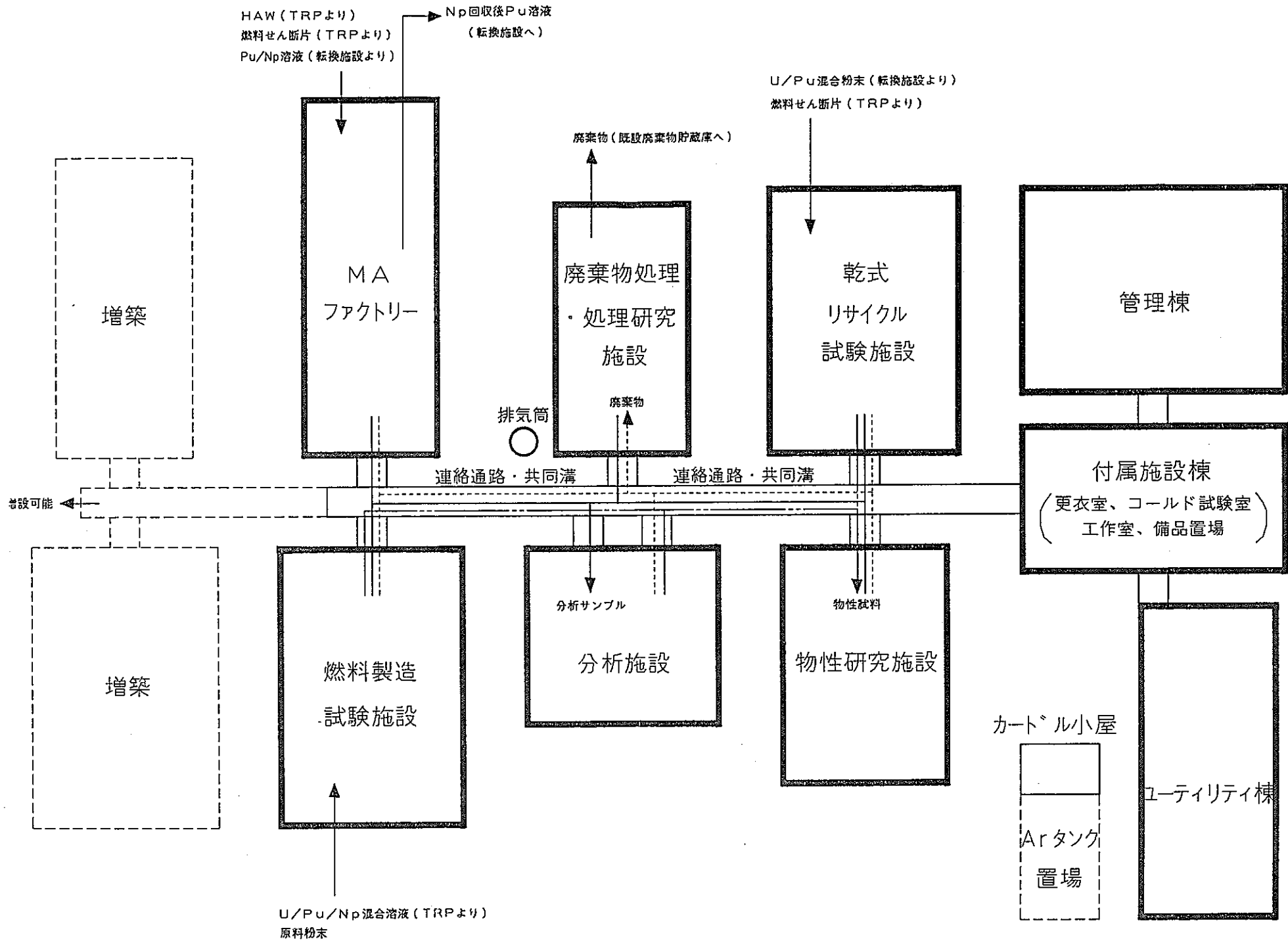
### 2.3.2 全体配置計画

施設全体の建屋配置計画においては、以下の点を考慮した。

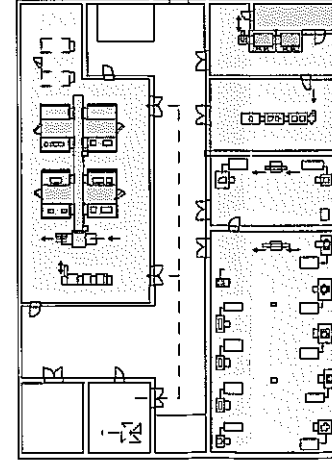
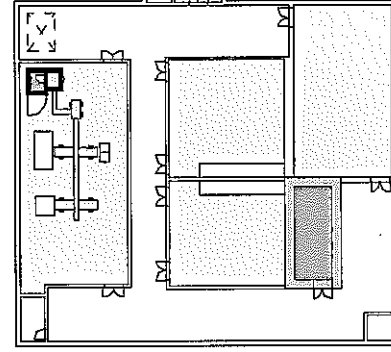
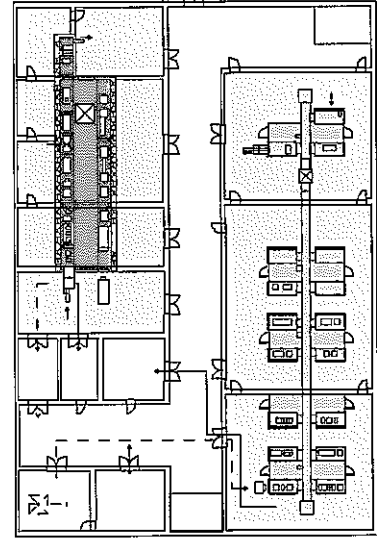
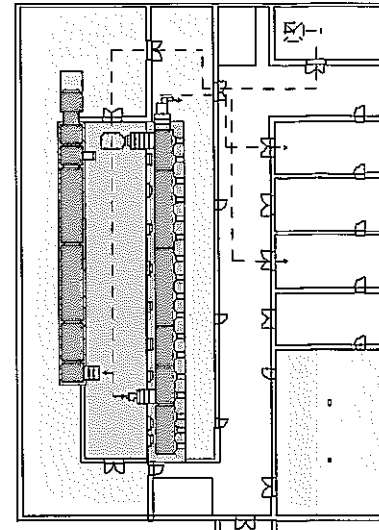
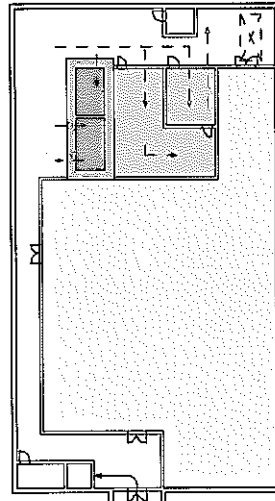
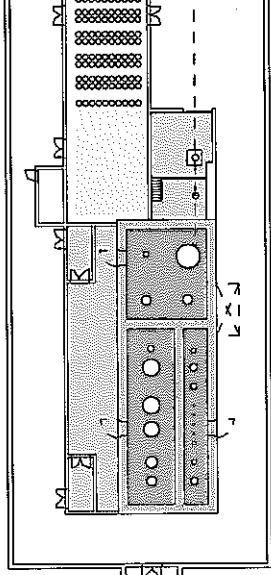
- (1) 施設の中心軸として、人・物流の動線、エネルギー・ユーティリティ供給ラインとなる連絡通路・共同溝を設ける。
- (2) ホット系物流動線の短縮化、容易化に配慮し、物流量の多い分析施設、廃棄物処理・処理研究施設を各研究施設の中央部に配置する。
- (3) 連絡通路・共同溝の片側の端部には、管理棟、付属施設棟、ユーティリティ棟を配置する。
- (4) 連絡通路・共同溝を延長することにより、研究施設の増設を行えるようにする。
- (5) 施設全体の給気機械室、排気機械室は集中化し、その位置はホット・コールドのゾーニング、メインダクト交錯の回避に配慮して、給気機械室をユーティリティ棟3階に、排気機械室を廃棄物処理・処理研究棟地階に配置する。尚、排気スタックは1本に集約することとし、廃棄物処理・処理研究棟の近傍に設ける。

図2.3-3 に建屋配置図、図2.3-4 ～図2.3-7 に各階平面図、図2.3-8 に鳥瞰図を示す。





・ 処理研究施設

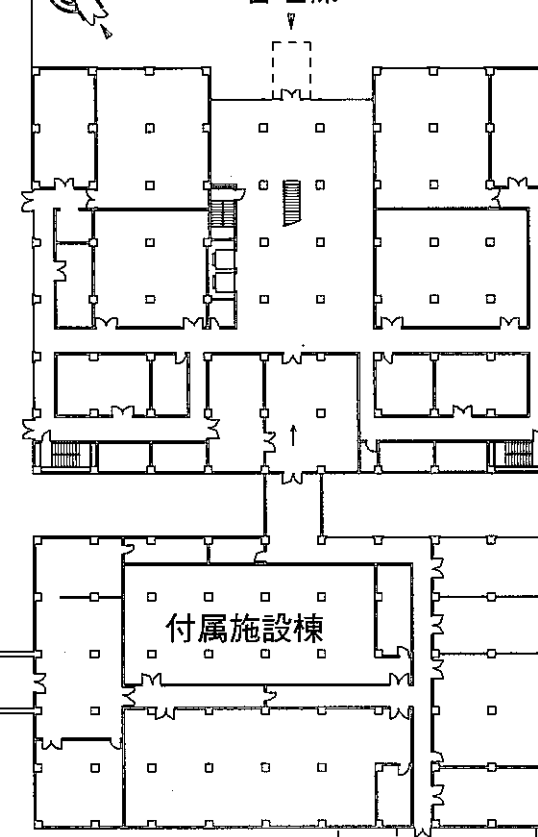
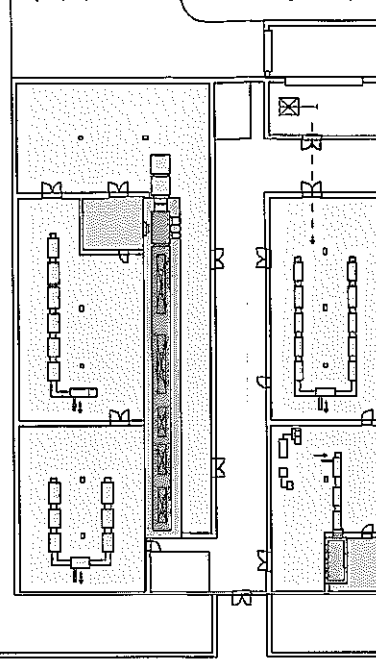
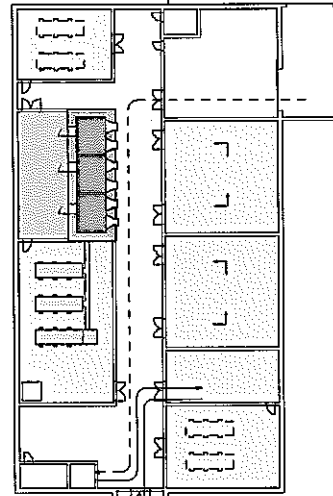
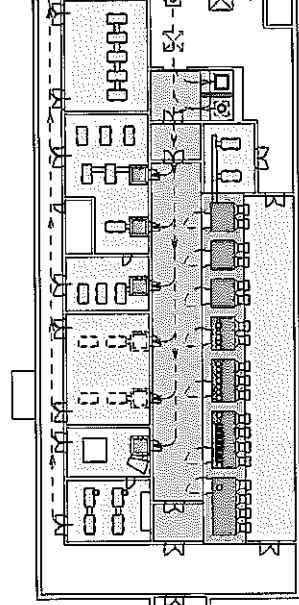


燃料製造試験施設

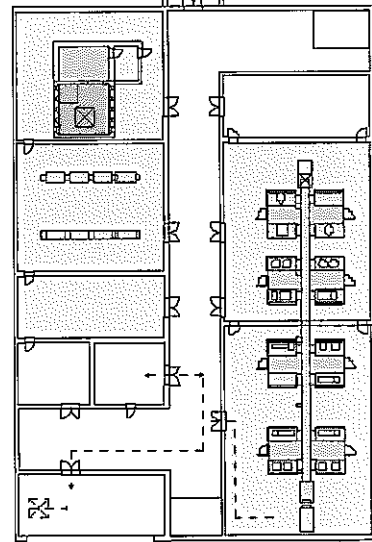
分析施設

物性研究施設

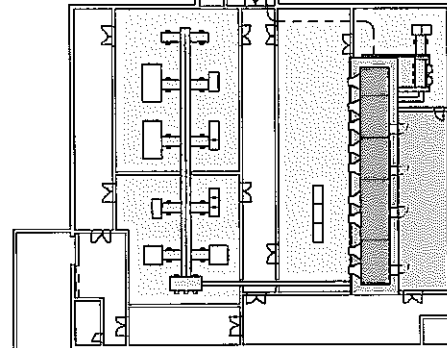
廃棄物処理  
・処理研究施設



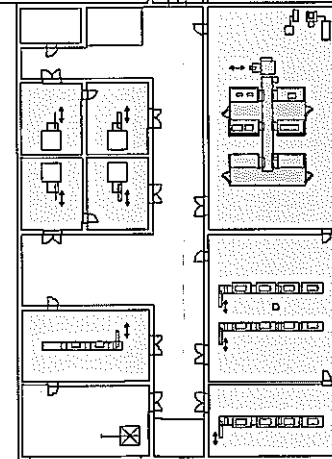
付属施設棟



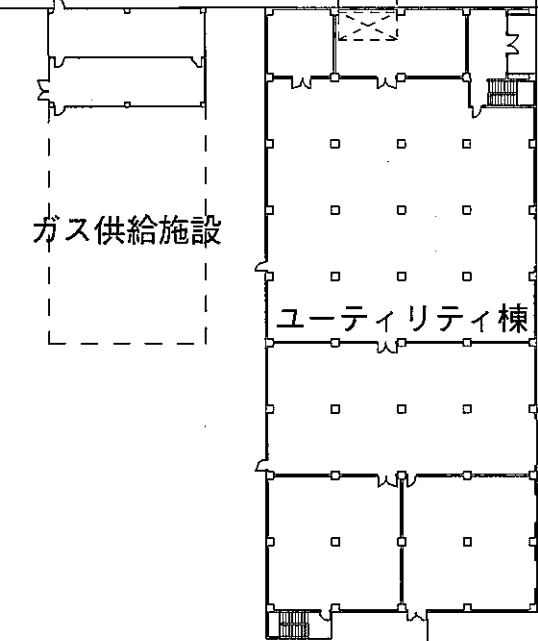
燃料製造試験施設



分析施設



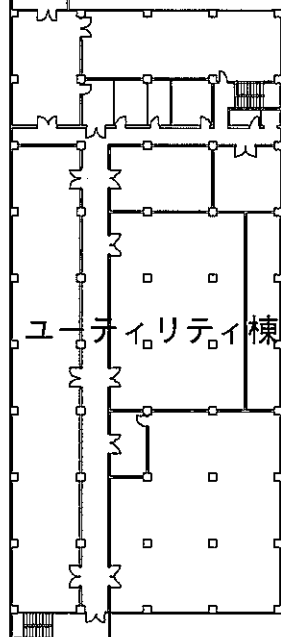
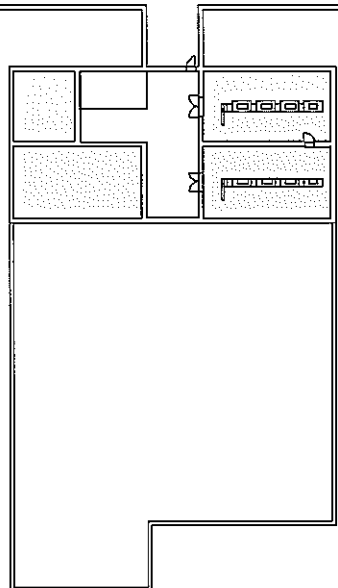
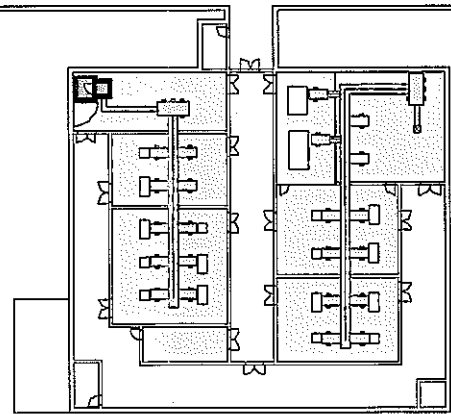
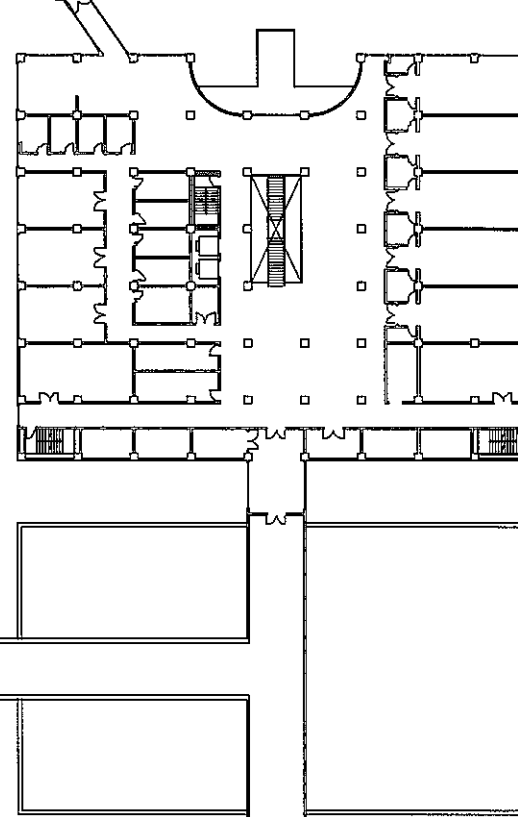
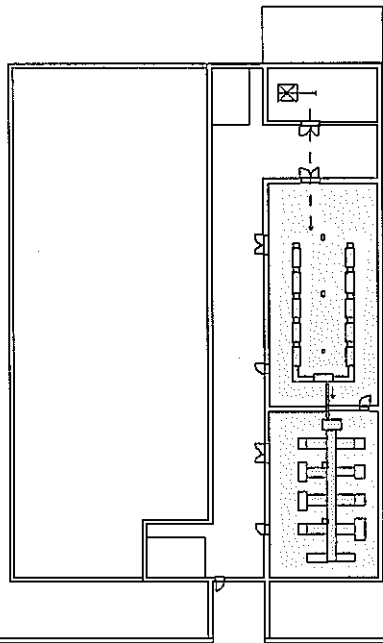
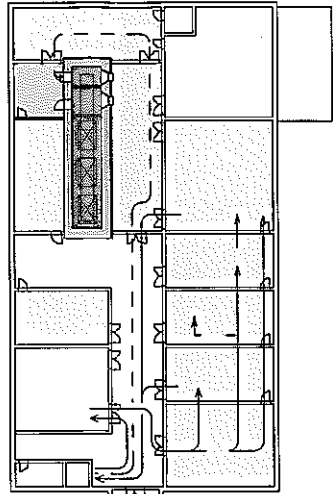
物性研究施設



ガス供給施設

ユーティリティ棟

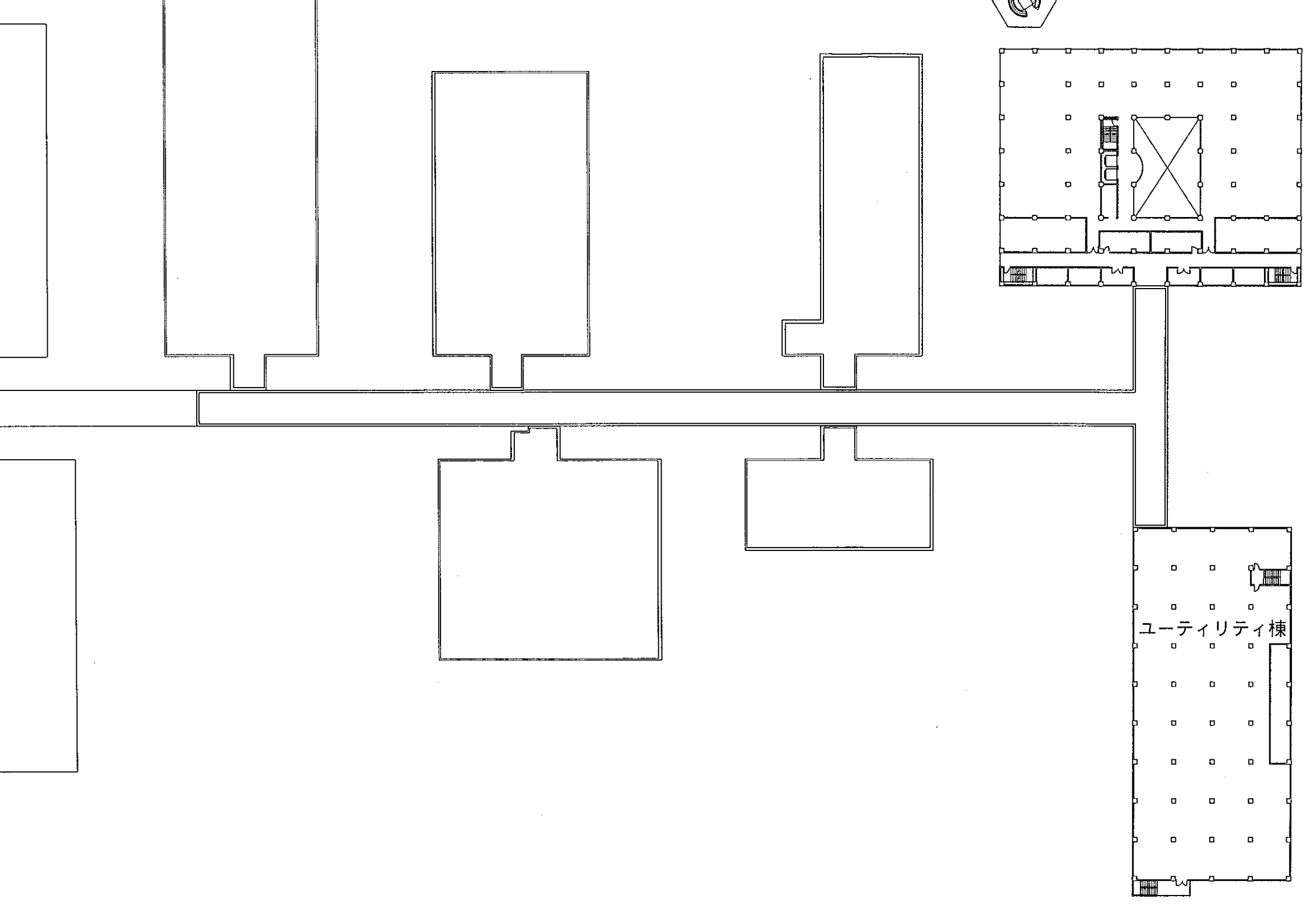
廃棄物処理  
処理研究施設



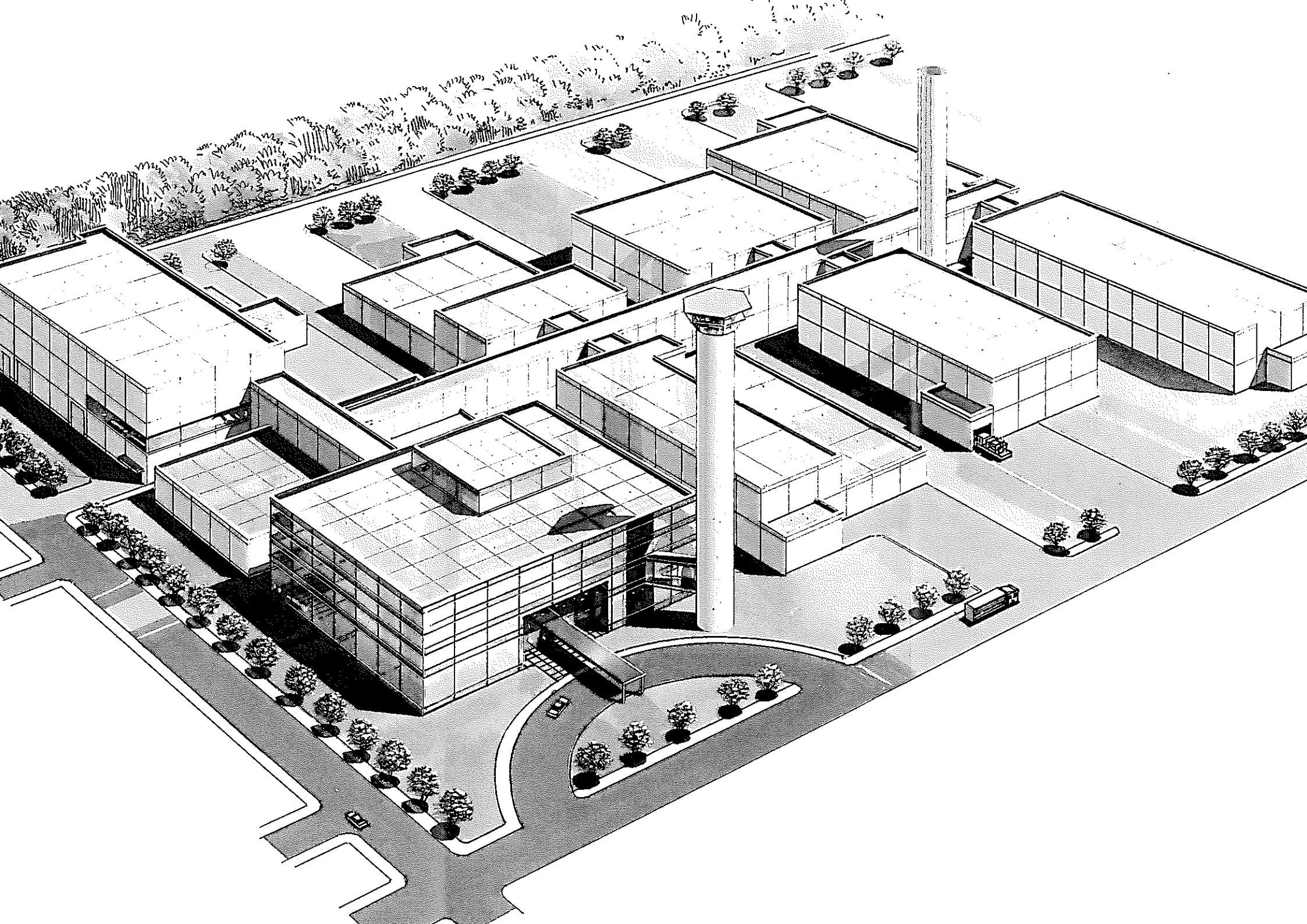
ユーティリティ棟

分析施設

物性研究施設



ユーティリティ棟



## 2.4 MAファクトリー

### 2.4.1 MAファクトリーの前提条件

#### (1) アクチニドの回収

アクチニド燃料製造、物性や様々な研究をアクチニドリサイクル研究施設で実施するに当たって必要なAm、Cm等を、MAファクトリー（以下、本施設）において分離回収する。

本施設は、東海再処理工場より高レベル廃液を受け入れ、液体プロセス（TRUEX、陽イオン交換、炭酸沈殿を計画）によりAm・Cmを溶液として回収する。想定的前提は、供与情報に基づき以下の通りとする。

#### ・高レベル廃液

##### 受入方法

原則として、配管輸送

ただし、キャスク（サンドリオン）による搬入も、可能とする。

##### 受入量

5 m<sup>3</sup>/年 程度

#### ・Am、Cm製品

##### 製品形態

溶液

##### 回収量

500g-Am/年 程度

高レベル廃液からのAm・Cmの回収は、遮蔽厚1mのセル内で実施する。

#### (2) 多目的な試料の調整

上記主プロセスに加えて、Np回収と同位体分離、金属調整の設備を有し、アクチニドリサイクル研究施設に留まらず、施設外の多目的なニーズにも供される。

#### (3) 分離回収と有効利用の研究開発

フリーラボでは、分離回収と有効利用等の研究開発が集中的に実施される。

#### (4) 包蔵設備

金属調整のグローブボックスはアルゴンで雰囲気制御する。

## 2.4.2 MAファクトリー工程の概要

本施設の主機能であるAm・Cmの回収に対して、TRUEX、陽イオン交換、及び、炭酸沈殿が想定されている。

各工程の物質収支図を図2.4.1-1~4に示す。また、機器リストを表2.4-1~3に示す。なお、各工程の概要を以下に述べる。

### (1) TRUEX工程

- ① 東海再処理工場より配管輸送にて、HAW（高レベル）廃液をHAW貯槽に受け入れる。HAW貯槽（310V10）の容量は2月相当分とした。
- ② 遠心清澄機(310M12)により、スラッジを除去する。除去したスラッジを一時貯蔵するスラッジ貯槽（310V15）は1年相当分の容量とした。なお、本施設で発生するプロセス廃液に対しては、以下、すべて1年相当分の貯槽を設けるものとした。
- ③ TRUEXプロセスへ送るための酸濃度調整を供給液貯槽にて行う。供給液貯槽（310V20）の容量は1月相当分とした。なお、中間貯槽に対しては、以下、すべて1月相当分の容量とした。
- ④ 第1抽出機(310R22)にて、液相のTRUをTRUEX溶媒に抽出する。
- ⑤ 第2抽出機(310R25)にて希硝酸で逆抽出し、TRU溶液をAm・Cm中間製品貯槽（310V40）に貯留する。この中間製品溶液は、次の陽イオン交換及び炭酸沈殿工程へ送られ、Am・Cm回収の用に供される。Am・Cm中間製品貯槽（310V40）の容量は1年相当分とした。なお、製品貯槽の容量は、以下、すべて1年相当分としている。
- ⑥ 逆抽出後の溶媒は第3抽出機(310R45)で洗浄され、半日相当分の容量の溶媒貯槽（310V60）に送られる。溶媒は、溶媒ポンプ（310P52）により、溶媒フィルタ（310F55）を経て、循環再使用される。

劣化した廃溶媒は、廃棄物処理・処理研究施設へ送液される。

### (2) 陽イオン交換工程

- ① TRUEX工程で得られたAm・Cm中間製品溶液を、H<sup>+</sup>型とした陽イオン交換樹脂が充てんされた吸着塔（320T25A/B）に供給し、Am・Cm及び不純物のREをすべて吸着させる。水洗浄の後、DTPA溶液でAm・Cmを選択的に溶離する。



樹脂の再生には硝酸を使用するものとした。

- ②  $Zn^{2+}$ で飽和した陽イオン交換樹脂が充てんされた第1分離塔(320T45)に上記溶離液を供給し、Am・Cmを展開させる。前工程の溶離液を供給し終えた後は、DTPA溶液により引き続き展開を継続する。

樹脂の再生には硝酸を使用し、硝酸亜鉛溶液を供給して $Zn^{2+}$ で樹脂を飽和させる。

- ③  $Zn^{2+}$ で飽和した、さらに小口径の第2分離塔(320T55)に上記溶離液を供給し、②と同様に展開する。Am及びCmを含むフラクションを採取し、製品溶液とする。

樹脂の再生には硝酸を使用し、硝酸亜鉛溶液を供給して $Zn^{2+}$ で樹脂を飽和させる。

- ④ 樹脂は8バッチ処理実施後に交換するものと想定した。

### (3) 炭酸沈殿工程

- ① TRUEX工程で得られたAm・Cm中間製品溶液を、Am・Cm蒸発缶(330E15)へ供給し、8倍程度に濃縮する。
- ② このAm・Cm濃縮液を炭酸沈殿槽(330V40)へ送り、炭酸カリウム加えた後、オゾン(3vol% $O_3$ の酸素ガス)で酸化することにより、Amを炭酸塩として沈殿させる。このプロセスは80℃程度の温度条件を必要とするので、炭酸沈殿槽には、温水ジャケットが設けられている。
- ③ Am炭酸塩沈殿物は、炭酸沈殿フィルタ(330F45)でろ過された後、硝酸で溶解される。
- ④ このAm溶解液を、さらにシュウ酸沈殿槽(330V70)へ送り、HANで還元後にシュウ酸で沈殿させる。
- ⑤ Amシュウ酸塩沈殿物は、シュウ酸沈殿フィルタ(330F75)でろ過された後、硝酸で再溶解され、Am製品溶液となる。

### 2.4.3 ユーティリティー条件

下記ユーティリティーは、本施設で個別に準備するものとした。

#### (1) 除洗試薬

除洗に使用する試薬。酸及びアルカリ溶液。

(2) 真空

サンプリング用エアリフトの駆動用真空。

(3) 1次冷却水（非常用）

HAW系貯槽の冷却。2次冷却水はユーティリティー施設より供給されるものとした。

(4) 1次冷却水（常用）

蒸発缶凝縮器の冷却。2次冷却水はユーティリティー施設より供給されるものとした。

(5) 1次冷水

プロセスオフガス処理におけるガスの冷却に使用する。

2次冷水はユーティリティー施設より供給されるものとした。

上記以外のユーティリティーは、ユーティリティー施設より供給されるものとし、ユーティリティーリストを表2.4-4, 5に示す。

#### 2.4.4 MAファクトリー建屋の概要

本施設の建屋内配置計画図の概要を以下に示す。また、配置図を図2.4-5～7に示す。

(1) 建屋

本施設は、地上2階、地下1階建て、平面縦方向27.5m、平面横方向72mであり、平面横方向で共同連絡通路に接続する。

(2) 配置

高レベル廃液からのAm・Cm回収プロセスセルは、地上1階に配置した。セルの操作エリアはG区域とし、セル背面に保守エリア（A区域）を設けた。この保守エリアの向かいには鉄セル・グローブボックスが置かれたフリー実験室等を配置し、保守エリアを共有する計画とした。

地上2階には、保守・除染セル、プロセスセルへの動線の他に、個別ユーティリティー供給エリア、試薬供給タンク室、制御室、トランスミッターラック室等が設けられている。

高レベル貯槽セル等の各種貯槽セルや、廃棄物仮置きエリアは地下2階に配置されている。

### (3) 物流

東海再処理工場からの高レベル廃液は、地下トレンチを経て配管輸送により、本施設のHAW貯槽(310V10)に受け入れられるが、キャスク(サンドリオン)による搬入も可能なように配慮している。

また、プロセスセルへの搬出入は、地下1階のトラックエリアから、搬出入エリアを介して、地上2階の動線を経て実施する。

なお、廃棄物は上記動線で他施設へ搬出するが、地下1階の廃棄物仮置きエリアに一時貯蔵される。

### (4) 作業員の動線

1階の共同連絡通路(A区域)を経由する。

66m

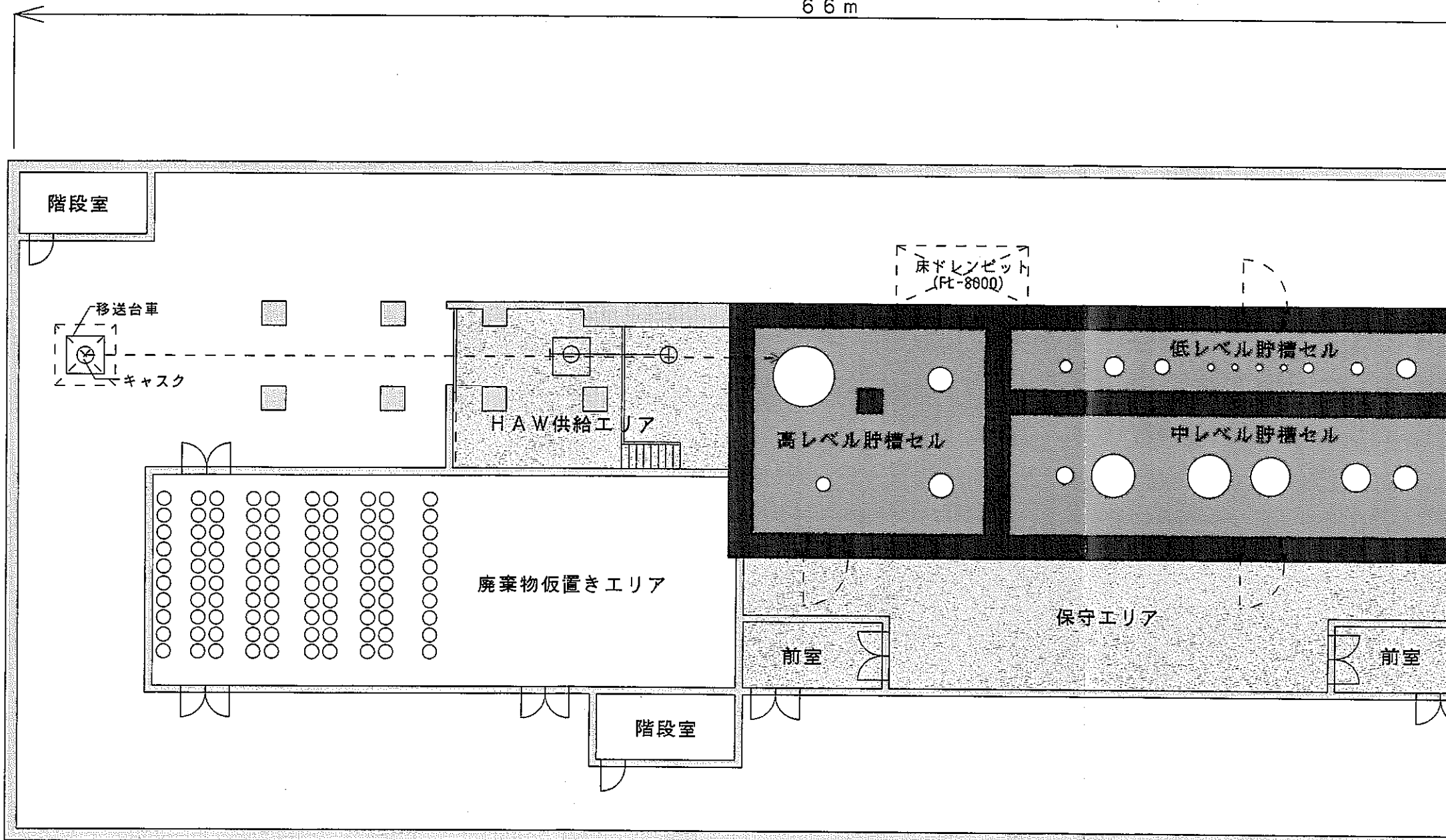


図 2.4-5 MAファクトリー 建屋内配置計画図 (地下1階)



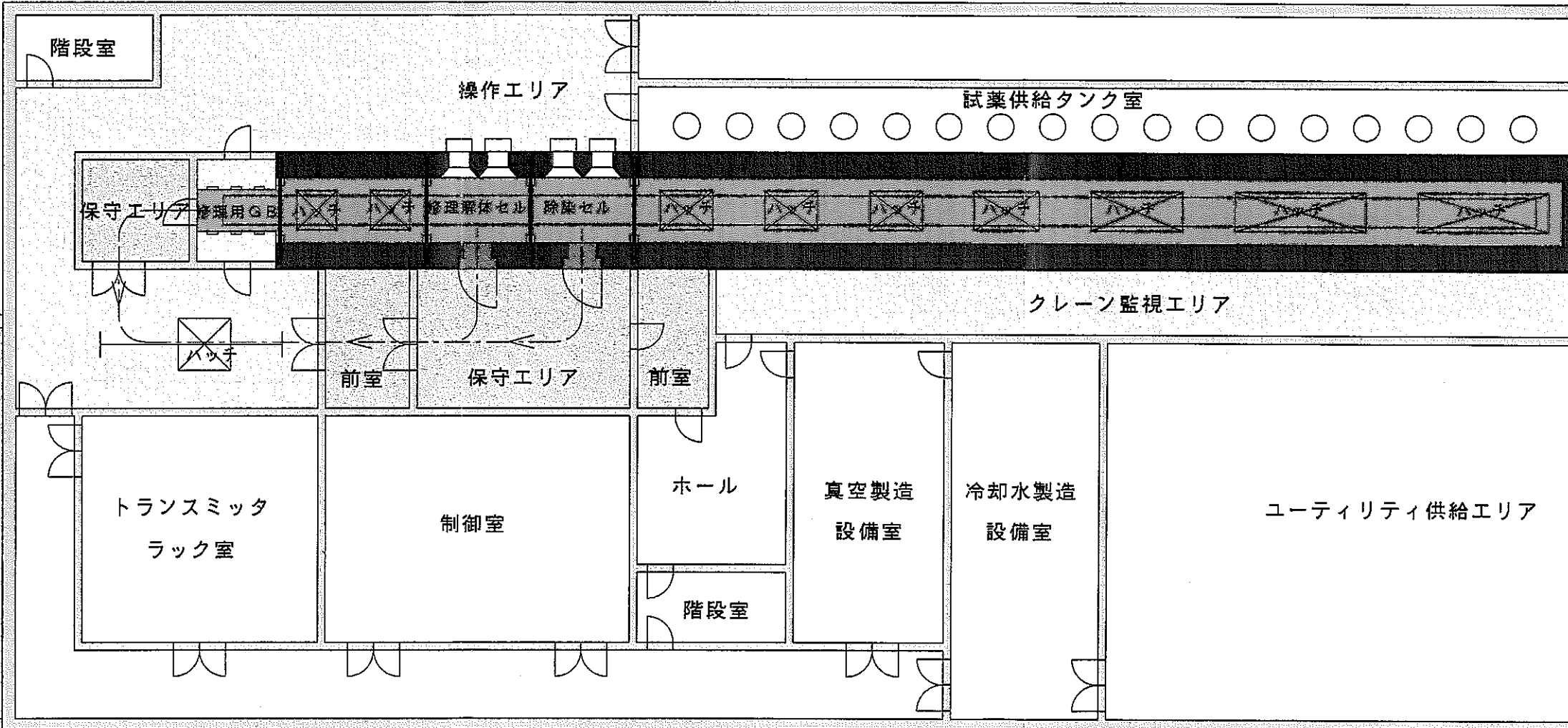


表2.4-1 MAファクトリー機器リスト 系統名称 TRUEX310

機器番号	機器名称	基数	形式	寸法及びその他特記事項 (例えば、特に大重量のものがあれば、その重量)
310-V10	H A W貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi 1000 * H1600$ 1 m <sup>3</sup> (冷却チューブ&ジャケット) 高レベル貯槽セル内設置
310-M12	清澄機	1	遠心式	$\phi 300 * H 300$ 100 l/h 大気試験セル内設置
310-V15	スラッジ貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi 600 * H 750$ 0.16 m <sup>3</sup> (冷却チューブ&ジャケット) 高レベル貯槽セル内設置
310-V20	供給液貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi 1000 * H1600$ 1 m <sup>3</sup> (冷却チューブ&ジャケット) 高レベル貯槽セル内設置
310-P21	供給ポンプ	1	容積式	W 100 * H 150 * L 200 1.5 l/h 大気試験セル内設置
310-R22	第1抽出機	1	ミキサセトラ	W 100 * H 50 * L 320 (20 * 16 段) 大気試験セル内設置
310-R25	第2抽出機	1	ミキサセトラ	W 100 * H 50 * L 320 (20 * 16 段) 大気試験セル内設置
310-V30	H A W貯槽 ( $\alpha$ フリー)	1	縦置き円筒型	$\phi 2500 * H3000$ 11 m <sup>3</sup> (冷却チューブ&ジャケット) 高レベル貯槽セル内設置
310-R35	第3抽出機	1	ミキサセトラ	W 100 * H 50 * L 320 (20 * 16 段) 大気試験セル内設置
310-V40	A m - C m中間製品貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi 1800 * H2000$ 4 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
310-R42	第4抽出機	1	ミキサセトラ	W 100 * H 50 * L 240 (20 * 12 段) 大気試験セル内設置
310-R45	第5抽出機	1	ミキサセトラ	W 100 * H 50 * L 240 (20 * 12 段) 大気試験セル内設置
310-V50	溶媒洗浄廃液貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi 700 * H1000$ 0.3 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
310-P52	溶媒ポンプ	1	容積式	W 100 * H 150 * L 200 1 l/h 大気試験セル内設置
310-F55	溶媒フィルタ	1	カートリッジ式	$\phi 100 * H 300$ 大気試験セル内設置
310-V60	溶媒貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi 500 * H 600$ 0.1 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置

表2.4-2 MAファクトリー機器リスト 系統名称 陽イオン交換 320

機器番号	機器名称	基数	形式	寸法及びその他特記事項 (例えば、特に大重量のものがあれば、その重量)
320-V10	供給液貯槽	1	縦置き円筒型	φ 800 * H1000 0.4 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
320-T22	第1イオン交換塔	1	陽イオン交換式	φ 80 * H1200 (充填部1000) 5 l (樹脂量) /column 大気試験セル内設置
320-P12	吸着塔供給ポンプ	1	容積式	W 100 * H 150 * L 200 25 l/h 大気試験セル内設置
320-T25	吸着塔	2	陽イオン交換式	φ 80 * H1200 (充填部1000) 5 l (樹脂量) /column 大気試験セル内設置
320-V30	吸着塔処理廃液貯槽	1	縦置き円筒型	φ1800 * H2300 4.5 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
320-V40	一次中間貯槽	1	縦置き円筒型	φ 250 * H 450 0.016 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
320-P42	第1分離塔供給ポンプ	1	容積式	W 100 * H 150 * L 200 10 l/h 大気試験セル内設置
320-T45	第1分離塔	1	陽イオン交換式	φ 70 * H1200 (充填部1000) 4 l (樹脂量) 大気試験セル内設置
320-V50	二次中間貯槽	1	縦置き円筒型	φ 200 * H 350 0.008 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
320-P52	第2分離塔供給ポンプ	1	容積式	W 100 * H 150 * L 200 10 l/h 大気試験セル内設置
320-T55	第2分離塔	1	陽イオン交換式	φ 35 * H1200 (充填部1000) 1 l (樹脂量) 大気試験セル内設置
320-V60	Cm製品貯槽	1	縦置き円筒型	φ 150 * H 300 0.004 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
320-V70	Am製品貯槽	1	縦置き円筒型	φ 250 * H 500 0.02 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
320-V80	含DTPA廃液貯槽	1	縦置き円筒型	φ1600 * H2300 3.5 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
320-V90	使用済樹脂貯槽	1	縦置き円筒型	φ 650 * H1000 0.25 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置



表2.4-3 MAファクトリー機器リスト 系統名称 炭酸沈殿330

機器番号	機器名称	基数	形式	寸法及びその他特記事項 (例えば、特に大重量のものがあれば、その重量)
330-V10	供給液貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi$ 800 * H1000 0.4 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
330-P12	蒸発缶供給ポンプ	1	容積式	W 100 * H 150 * L 200 10 l/h 大気試験セル内設置
330-B15	A m - C m 蒸発缶	1	ケトル式	$\phi$ 250 * H 200 (ケトル部)、 $\phi$ 100 * H 800 (タワー部) 蒸発能力 5 l/h 大気試験セル内設置
330-V20	一次中間貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi$ 400 * H 500 0.05 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
330-P22	炭酸沈殿槽供給ポンプ	1	容積式	W 100 * H 150 * L 200 10 l/h 大気試験セル内設置
330-V30	蒸発缶凝縮液貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi$ 1000 * H1200 0.75 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
330-V40	炭酸沈殿槽	1	縦置き円筒型	$\phi$ 400 * H 400 0.04 m <sup>3</sup> 大気試験セル内設置
330-P45	炭酸沈殿フィルタ	1	カートリッジ式	$\phi$ 125 * H 250 大気試験セル内設置
330-V50	沈殿廃液貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi$ 1200 * H2000 1.8 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
330-V60	二次中間貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi$ 250 * H 500 0.02 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置
330-P62	シュウ酸沈殿槽供給ポンプ	1	容積式	W 100 * H 150 * L 200 5 l/h 大気試験セル内設置
330-V70	シュウ酸沈殿槽	1	縦置き円筒型	$\phi$ 150 * H 400 0.005 m <sup>3</sup> 大気試験セル内設置
330-V55	シュウさん沈殿フィルタ	1	カートリッジ式	$\phi$ 100 * H 200 大気試験セル内設置
330-V60	A m 製品貯槽	1	縦置き円筒型	$\phi$ 500 * H 800 0.12 m <sup>3</sup> 貯槽セル内設置

表2.4-4 ユーティリティーリスト（ユーティリティー建屋からの供給分）

ユーティリティーの種類	供給条件	消費量	供給の主目的	備考
電気 非常用	三相 400 V	500 kW	換気系排風機、雰囲気制御系統、エアスニファ排風機	
電気 常用	三相 400 V	1,000 kW	換気系送風機、動力一般	
電気 常用	単相 100 V	500 kW	建屋内照明、一般試験装置	
電気 無停電電源	単相 100 V	kW	計装用電源、放射線管理系統電源	
純水	3 kg/cm <sup>2</sup> G	1 m <sup>3</sup> /day	研究用、除染用	
工業用水	—	—	一般手洗い	
アルゴンガス	5 kg/cm <sup>2</sup> G	10 m <sup>3</sup> /hr	雰囲気制御装置運転用	
アルゴン水素混合ガス	5 kg/cm <sup>2</sup> G	5 m <sup>3</sup> /hr	雰囲気制御装置運転用（触媒再生）	
冷却水 非常用	夏期 max35°C 3 kg/cm <sup>2</sup> G	10 kW	非常用1次冷却水製造用	
冷却水 常用	夏期 max35°C 3 kg/cm <sup>2</sup> G	4 kW	常用1次冷却水製造用	
冷水	5~10°C 3 kg/cm <sup>2</sup> G	4 kW	建屋冷房用、1次冷水製造用	
蒸気	5 kg/cm <sup>2</sup> G		建屋暖房用、蒸発缶加熱用	
圧縮空気	5 kg/cm <sup>2</sup> G	20 m <sup>3</sup> /hr	槽内攪拌、空気除染	
計装用圧縮空気	7 kg/cm <sup>2</sup> G 露点：-30°C	20 m <sup>3</sup> /hr	槽内攪拌、空気除染	

表2.4-5 ユーティリティーリスト (分離建屋からの供給分)

ユーティリティーの種類	供給条件	消費量	供給の主目的	備考
除染試薬 (酸)	硝酸溶液	-	除染	
除染試薬 (アルカリ)	NaOH溶液	-	除染、プロセスオフガス処理工程	
真空	-9mH <sub>2</sub> O	-	サンプリング用エアリフト作動用	
1次冷却水 非常用	max37°C 3 kg/cm <sup>2</sup> G	10 kW	HAW系貯槽冷却用、雰囲気制御装置冷却用	
1次冷却水 常用	max37°C 3 kg/cm <sup>2</sup> G	4 kW	蒸発缶凝縮器用	
1次冷水	7~12°C 3 kg/cm <sup>2</sup> G	4 kW	プロセスオフガス処理工程	

## 2.5 燃料製造研究施設

### 2.5.1 燃料製造研究施設の前提条件

#### (1) 研究対象燃料

燃料製造研究施設では、燃料製造工程に関する試験および照射用燃料の製造を行う。試験および製造の対象とする燃料の種類としては、U/Pu/Np混合ドライバー燃料（以下、Npドライバー燃料と記す）およびターゲット燃料（Am/RE/不活性母材、以下、Amターゲット燃料と記す）の2種類とする。また、化学形態としては、Npドライバー燃料、Amターゲット燃料とも、酸化物および窒化物を想定する。燃料の原料としては、Npドライバー燃料、Amターゲット燃料ともに粒状原料を基本とするが、Npドライバー燃料に関しては、粉末状原料にも対応できるようにする。

#### (2) 年間取扱い量およびバッチ量

燃料製造はバッチ方式で行う。放射性物質の年間取扱い量およびバッチ量は、事業団からの供与情報等に基づき以下の通りとする。

- Npドライバー燃料 20kg燃料/年 (200~400 g-Np/年) ; 1.0kg/バッチ
- Amターゲット燃料 2 kg燃料/年 (500 g-Am, RE/年) ; 50 g/バッチ

#### (3) 包蔵設備

Npドライバー燃料系の設備は、重遮蔽型グローブボックス（前面にマニプレータ、背面にグローブを配置）内に設置する。Amターゲット燃料系の設備は、REの放射能のため、鉄セル（厚み：40cm）内に設置する。さらに、『フリー製造試験室』には、従来型グローブボックスを設置する。

これらの包蔵設備の雰囲気は、原則として、アルゴンガス雰囲気とするが、Npドライバー燃料系およびAmターゲット燃料系ともに、溶液およびスラリーを取り扱う設備（ゲル化装置、共沈設備、ゲル乾燥機等）を設置する包蔵設備（グローブボックスおよびセル）および除染・メンテナンス用の包蔵設備内の雰囲気は空気とする。

#### (4) 物流

アクチニドリサイクル研究施設の外部から本施設への物品（主要なものを下記）の搬出入は、トラックロックより行う。

- ① Npドライバー燃料の原料溶液（遮蔽・輸送容器に収納）
- ② Npドライバー燃料およびAmターゲット燃料の製品（遮蔽・輸送容器に収納）

本施設から燃料物性研究施設および分析施設へのサンプルの搬送は、原則として、気送方式により行う。また、Amターゲット燃料の原料溶液は気送方式により受け入れることを想定するが、遮へい容器に収納して、地下1階の共同連絡通路を経由して、搬入することも可能とする。

本施設で発生した放射性固体廃棄物は、廃棄物容器に収納して、地下1階の共同連絡通路を経由して、廃棄物処理・処理研究施設へ搬送する。

## 2.5.2 燃料製造研究工程の概要

燃料製造研究工程は、Npドライバー燃料製造工程およびAmターゲット燃料製造工程に大別される。各燃料製造工程は、さらに、『粒状および粉末状燃料製造工程』、『ペレット製造工程』、『燃料要素製造工程』、『ピン検査工程』および『燃料リサイクル工程』に大別される。

各工程のブロックフローを図2.5-1～図2.5-2に示す。さらに、各工程で使用される機器リストを、表2.5-1～表2.5-16に示す。

Npドライバー燃料の原料溶液は既設再処理工場から受け入れる。また、Amターゲット燃料の原料溶液はMAファクトリから受け入れる。

以下に、設定した各工程の概要を説明する。

### (1) Npドライバー燃料製造工程

#### (i) 粒状および粉末状燃料製造工程

Npドライバー燃料の粒状および粉末状燃料製造工程は、『ゲル化工程』、『噴霧熱分解工程』および『共沈殿工程』の3種類の工程設備から構成する。

#### (a) ゲル化工程

- ① ゲル化工程では、Npドライバー燃料の酸化物粒子および窒化物粒子を同ラインで製造する。
- ② ゲル化法としては、外部ゲル化法、内部ゲル化法両方を対象とする。
- ③ 原料硝酸溶液の金属濃度およびpHを調整後、ゲル化装置でゲル化し、乾燥後、焙焼・還元して、酸化物粒子を製造する。また、焙焼・還元後の酸化物を窒化して、窒化物粒子を製造する。
- ④ 酸化物粒子および窒化物粒子を、粒子焼結炉にて焼結して、焼結粒子燃料を製造する。

- ⑤ 上記の酸化物粒子および窒化物粒子はペレット製造工程（成形・焼結工程）の原料とする。また、焼結粒子燃料は、直接、燃料要素製造工程（振動充填工程）の原料に使用する。
- ⑥ Npドライバー燃料は最大20kg/年を製造する。バッチ量は最大1kg-燃料/バッチとする。原料溶液濃度は0.5～2 mol/lとする。これから初期原料溶液量は最大約10 l/バッチと計算される。
- ⑦ 廃棄物として発生するアンモニア水（硝酸成分を含む）、アンモニアガスは回収・精製し、再利用する。再利用工程を経由して、約150 l/年の廃水が発生する。

(b) 噴霧熱分解工程

- ① 原料硝酸溶液を噴霧熱分解装置で熱分解した後、還元して、酸化物粒子を製造する。
- ② 噴霧熱分解法による酸化物粒子は、ペレット製造工程（成形・焼結工程および押出成形・焼結工程）の原料として使用する。
- ③ 製造量は最大20kg/年とする。バッチ量は1kg-燃料/バッチとする。原料溶液濃度は約1 mol/lとする。これから、初期原料溶液量は約5 l/バッチと計算される。

(c) 共沈殿工程

- ① 原料硝酸溶液の金属濃度およびpHを調整後、アンモニア水等を添加して、共沈殿させ、沈殿を濾過する。
- ② 濾過した沈殿を、乾燥、焙焼・還元して、酸化物粉末とし、粉碎・造粒処理後、ペレット製造工程（成形・焼結工程および押出成形・焼結工程）の原料として使用する。
- ③ 上記の沈殿の乾燥、焙焼・還元は、ゲル化工程の乾燥、焙焼・還元装置を共用する。
- ④ 製造量は最大20kg/年とする。バッチ量は1kg-燃料/バッチとする。原料溶液濃度は約1 mol/lとする。これから、初期原料溶液量は約5 l/バッチと計算される。

(ii) ペレット製造工程

Npドライバー燃料のペレット製造工程は、『成形・焼結工程』および『押出成形

・焼結工程』の2種類の工程設備から構成する。

(a) 成形・焼結工程

- ① 酸化物粒子（ゲル化法および噴霧熱分解法）、窒化物粒子および酸化物粉末燃料を原料として、同一ラインにて成形・焼結を行い、ペレット（短尺）を製造する。
- ② 成形には油圧プレスを使用する。ルブリカント除去のために、焼結前に脱脂炉を設ける。
- ③ 脱脂炉、焼結炉は共にバッチ炉とする。

(b) 押出成形・焼結工程

- ① 噴霧熱分解工程からの酸化物粒子および共沈殿工程からの酸化物粉末燃料を原料として、長尺ペレットを製造する。
- ② 押出成形後のバインダー除去のために、焼結前に脱脂炉を設ける。
- ③ 脱脂炉、焼結炉は共にバッチ炉とする。

(iii) 燃料要素製造工程

Npドライバー燃料の燃料要素製造工程は、『ペレット充填工程』、『長尺ペレット充填工程』および『振動充填工程』の3種類の工程設備から構成する。

(a) ペレット充填工程

- ① 成形・焼結工程からのペレット（酸化物粒子、窒化物粒子および酸化物粉末ペレット）を燃料ピンに充填する。
- ② 酸化物ペレットの充填ではヘリウムボンドを、窒化物ペレットの充填ではヘリウムボンドの他にナトリウムボンドも想定する。
- ③ 燃料ピンは、最大長約1.5m（コア部分約50cm）とする。ただしキャプセル照射や短尺燃料（コア部分約20cm）の製造も可能とする。
- ④ 端栓溶接は、TIG溶接および抵抗溶接の両方を想定する。

(b) 長尺ペレット充填工程

- ① 押出成形・焼結工程からのペレット（酸化物粒子および酸化物粉末ペレット）を燃料ピンに充填する。
- ② 充填時はヘリウムボンドを想定する。
- ③ 燃料ピンは、最大長約1.5m（コア部分約50cm）とする。ただしキャプセル照射や短尺燃料（コア部分約20cm）の製造も可能とする。

④ 端栓溶接は、T I G溶接および抵抗溶接の両方を想定する。

(c) 振動充填工程

① 粒状燃料製造工程（ゲル化工程）からの焼結粒子燃料（酸化物および窒化物）を燃料ピンに充填する。

② 充填時はヘリウムボンドを想定する。

③ 燃料ピンは、最大長約1.5m（コア部分約50cm）とする。ただしキャプセル照射や短尺燃料（コア部分約20cm）の製造も可能とする。

④ 端栓溶接は別途開発される縦型溶接機を使用する。

(iv) ピン検査工程

① 燃料要素製造工程からの3種類の燃料要素（燃料ピン）を、同一のラインにて検査する。

② 検査項目としては、気密試験（ヘリウムリーク試験）、X線透過試験、寸法・重量測定および外観検査とする。

③ 検査が終了し、合格と判定された燃料ピンは、キャスクに収納し、製品一時保管室を経由して払い出す。

(v) 燃料リサイクル工程

① リサイクル方法としては、硝酸に溶解した後『(i) 粒状および粉末状燃料製造工程』の原料に戻すこととする。

② リサイクル工程での取扱量は、スペックアウトおよび物性測定後試料で年間取扱量の10%（2 kg-燃料/年）とする。

(2) Amターゲット燃料製造工程

(i) 粒状燃料製造工程

① Amターゲット燃料は粒状燃料のみとし、ゲル化工程により、酸化物粒子および窒化物粒子を製造する。

② ゲル化法としては、外部ゲル化法、内部ゲル化法両方を対象とする。

③ 原料硝酸溶液の金属濃度およびpHを調整後、ゲル化装置でゲル化し、乾燥後、焙焼・還元して、酸化物粒子を製造する。また、焙焼・還元後の酸化物を窒化して、窒化物粒子を製造する。

④ 酸化物粒子および窒化物粒子を、粒子焼結炉にて焼結して、焼結粒子燃料を製造する。



- ⑤ 上記の酸化物粒子および窒化物粒子はペレット製造工程（成形・焼結工程）の原料とする。また、焼結粒子燃料は、直接、燃料要素製造工程（振動充填工程）の原料に使用する。
- ⑥ Amターゲット燃料は最大2 kg/年を製造する。バッチ量は最大50 g -燃料/バッチとする。原料溶液濃度は0.5～2 mol/lとする。これから初期原料溶液量は最大約1 l/バッチと計算される。
- ⑦ 廃棄物として発生するアンモニア水（硝酸成分を含む）、アンモニアガスは回収・精製し、再利用する。再利用工程を経由して、約15 l/年の廃水が発生する。

#### (ii) ペレット製造工程

- ① Amターゲット燃料のペレット製造は、成形・焼結によるペレット（短尺）製造のみを行う。酸化物および窒化物の成形・焼結を同一ラインで行う。
- ② 成形には油圧プレスを使用する。ルブリカント除去のために、焼結前に脱脂炉を設ける。
- ③ 脱脂炉、焼結炉は共にバッチ炉とする。

#### (iii) 燃料要素製造工程

Amターゲット燃料の燃料要素製造工程は、『ペレット充填工程』および『振動充填工程』の2種類の工程設備から構成する。

##### (a) ペレット充填工程

- ① 成形・焼結工程からのペレット（酸化物粒子、窒化物粒子ペレット）を燃料ピンに充填する。
- ② 酸化物ペレットの充填ではヘリウムボンドを、窒化物ペレットの充填ではヘリウムボンドの他にナトリウムボンドも想定する。
- ③ 燃料ピンは、最大長約1.5m（コア部分約50cm）とする。ただしキャプセル照射や短尺燃料（コア部分約20cm）の製造も可能とする。
- ④ 端栓溶接は、TIG溶接および抵抗溶接の両方を想定する。

##### (b) 振動充填工程

- ① 粒状燃料製造工程からの焼結粒子燃料（酸化物および窒化物）を燃料ピンに充填する。
- ② 充填時はヘリウムボンドを想定する。

- ③ 燃料ピンは、最大長約1.5m（コア部分約50cm）とする。ただしキャプセル照射や短尺燃料（コア部分約20cm）の製造も可能とする。
- ④ 端栓溶接は別途開発される縦型溶接機を使用する。

(iv) ピン検査工程

- ① 燃料要素製造工程からの2種類の燃料要素（燃料ピン）を、同一のラインにて検査する。
- ② 検査項目としては、気密試験（ヘリウムリーク試験）、X線透過試験、寸法・重量測定および外観検査とする。
- ③ 検査が終了し、合格と判定された燃料ピンは、キャスクに収納し、製品一時保管室を經由して払い出す。

(v) 燃料リサイクル工程

- ① リサイクル方法としては、硝酸に溶解した後、MAファクトリー分離工程のHAWに戻すこととする。
- ② リサイクル工程での取扱量は、スペックアウトおよび物性測定後試料で年間取扱量の10%（200g-燃料/年）とする。

(3) 設備メンテナンス

(i) Npドライバー燃料系

Npドライバー燃料系の設備のメンテナンスは、当該設備が設置されている重遮蔽型グローブボックス内の燃料（線源）を他のグローブボックスに移動してから、当該グローブボックスの背面のグローブを介して行うことを原則とする。

さらに、必要な場合には、メンテナンス対象設備を、重遮蔽型グローブボックス群の中央に配置した搬送通路を通して、台車等により除染・メンテナンス用グローブボックスに搬送し、設備の除染・メンテナンスを行う。

(ii) Amターゲット燃料系

Amターゲット燃料系の設備のメンテナンスは、当該設備が設置されている鉄セルから、メンテナンス対象設備をパワーマニプレータおよびセル内クレーン等により取外し、ハッチを通して2階の除染チャンバ・メンテナンスエリアに搬送して、除染・メンテナンスを行うことを原則とする。

### 2.5.3 ユーティリティ条件

燃料製造研究施設で使用するユーティリティは、電気、冷却水、圧縮空気、水および各種試薬・ガスである。これらに関する前提条件を以下に示す。

- ① 共通のユーティリティ施設から供給されるものとしては、電気、冷却水、圧縮空気および雰囲気調整型包蔵設備（グローブボックスおよびセル）の雰囲気ガスとして使用するアルゴンガス（補給用）を想定し、他の試薬等は燃料製造研究施設で個別に準備することとする。
- ② 施設で使用する電力、および冷却水の約7割が焙焼炉（最高温度1000℃クラス）、焼結炉（最高温度1800℃クラス）および端栓溶接機で消費されると仮定し、ユーティリティ量を設定する。
- ③ 雰囲気調整型包蔵設備（グローブボックスおよびセル）で使用するアルゴンガスは、燃料製造研究施設で個別に設けた精製装置で精製・循環される。循環量は10回/時とする。さらに循環量の約5%を外部から新たに供給するものとする。
- ④ これらの前提条件に基づいたユーティリティ使用量の検討結果を、表2.5-17（燃料製造研究施設ユーティリティリスト）にまとめる。

### 2.5.4 燃料製造研究施設建屋の概要

燃料製造研究施設の建屋内配置計画図を図2.5-3～図2.5-5に示す。

燃料製造研究施設建屋の概要は以下のとおりである。

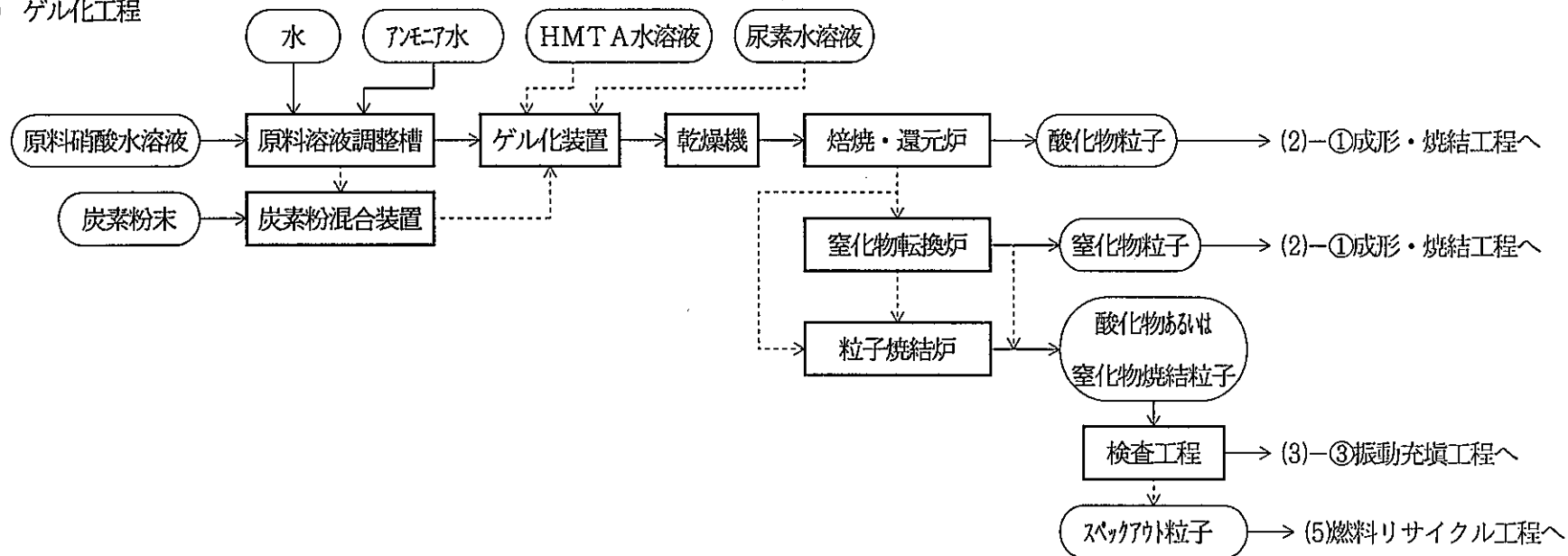
- ① 建屋は、地上1階、地下1階（各階高：6.0m）とする。
- ② 各階の床面積は、56.0m（7.0m×8スパン）×38.0m（8.0m×4スパン+6.0m×1スパン）とする。工程室内のスパンを8.0mとし、通路の幅を6.0mスパンとする。
- ③ Amターゲット燃料製造セル（鉄セル）を地下1階の『Am系燃料製造室』に配置し、当該セル内装置の除染・メンテナンス用の鉄セルおよびメンテナンスエリアを1階の『装置除染・メンテナンス室』に配置する。
- ④ Npドライバー燃料製造GB（重遮蔽型）を地下1階および1階の『U/Pu/Np系燃料製造室』に分散配置し、地下1階と1階のGBは、燃料搬送用エレベータ（シャフト：密封・雰囲気調整型）にて接続する。各GB内装置の除染およびメンテナンス用GB地下1階に配置する。
- ⑤ Amターゲット燃料製造セルおよびNpドライバー燃料製造GBともに、内部の試験設

備を入れ替えることにより、ゲル化法等に代わる新しいプロセス開発にも対応可能とする。

- ⑥ 燃料製造に関する種々のプロセスの基礎的な試験を行うために、『フリー製造試験室』を1階に設け、従来型GB：8基（4基／連×2系統）を配置する。
- ⑦ 上記以外の室として、地下1階には、U/Pu/Np系原料置場、U/Pu/Np系廃棄物置場、Am系廃棄物置場、Am系製品置場を、それぞれ、独立した室として設ける。また、1階には、トラックロック、前室、U/Pu/Np系製品置場、試薬室、アルゴン精製機械室、倉庫を、それぞれ、独立した室として設ける。
- ⑧ セル内およびGB内を除き、建屋内のすべての区域はアンバー区域とする。
- ⑨ 管理棟からの作業員の動線は、1階の共同連絡通路を経由することとする。また、本施設内の地下1階 ↔ 1階の間の作業員の動線は、建屋内の階段による。
- ⑩ アクチニドリサイクル研究施設の他の施設からの原料溶液等の搬入動線は、原則として、地下1階の共同連絡通路を経由することとする。また、Npドライバー燃料の原料溶液（U, Pu, Npを、TRP等から搬送することを想定）を含めて、外部からの物品の搬出入には、トラックロック ↔ 前室（1階および地下1階；ハッチにより接続）を利用することとする。

(1) 粒状および粉末状燃料製造工程

① ゲル化工程



② 噴霧熱分解工程

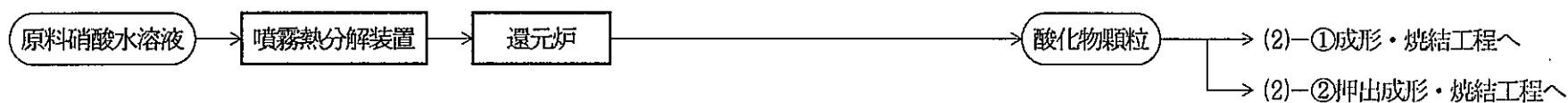
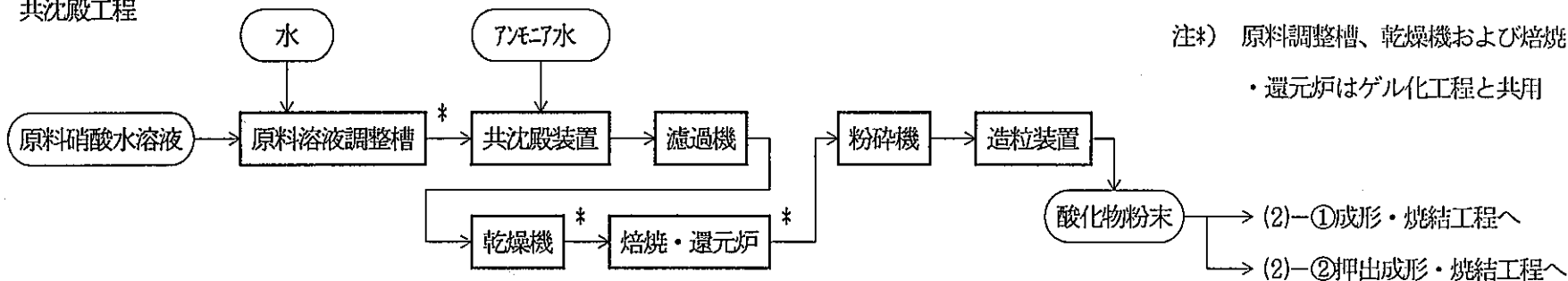


図2.5-1 燃料製造研究施設 Npドライバー燃料製造工程ブロックフロー (1/3)

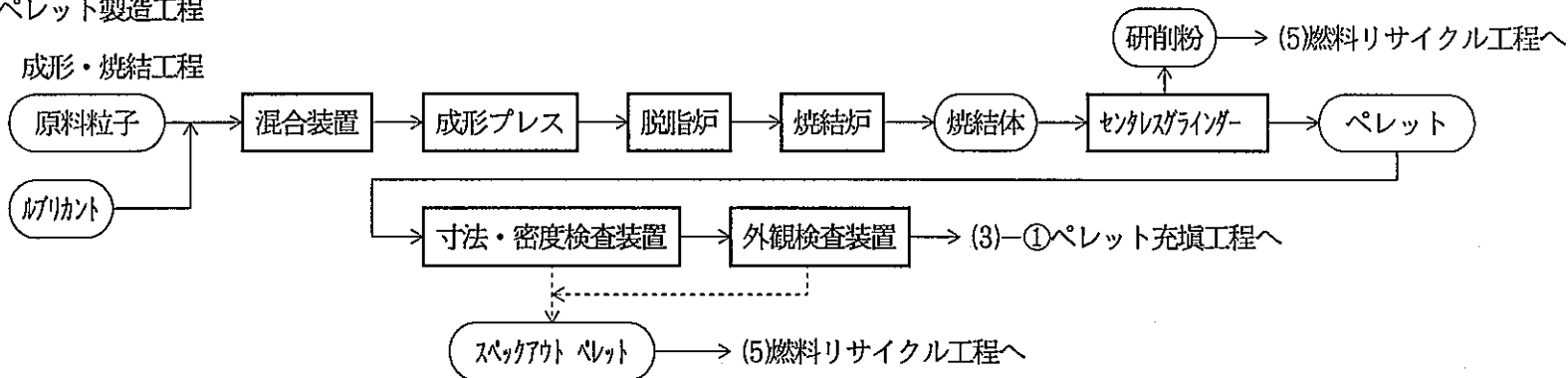
(1) 粒状および粉末状燃料製造工程

③ 共沈殿工程



(2) ペレット製造工程

① 成形・焼結工程



② 押出成形・焼結工程

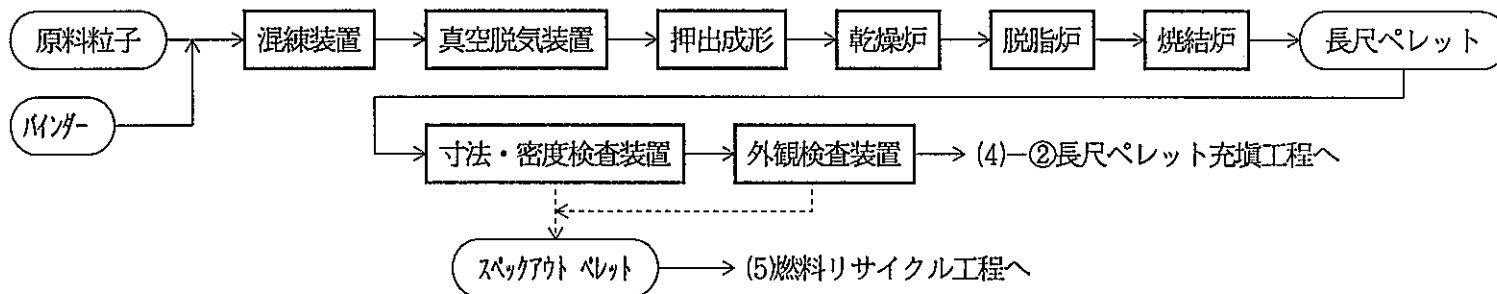
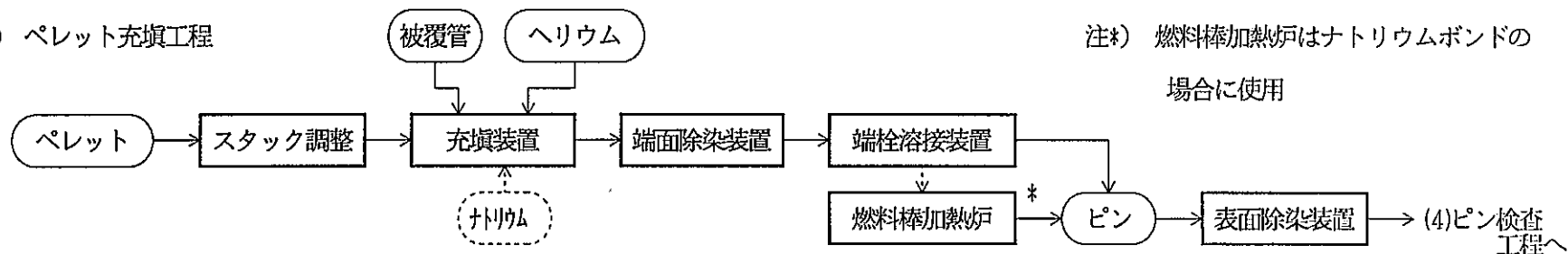


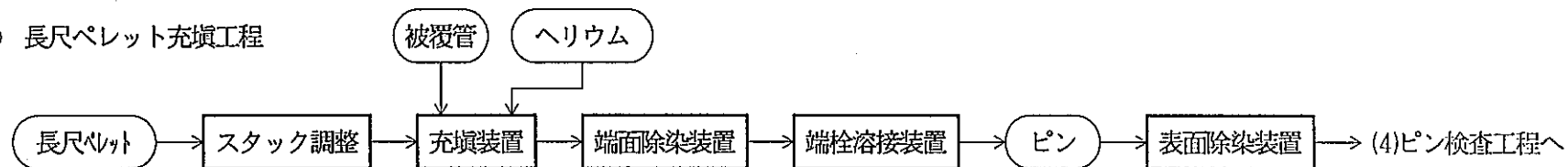
図2.5-1 燃料製造研究施設 Npドライバー燃料製造工程ブロックフロー (2/3)

(3) 燃料要素製造工程

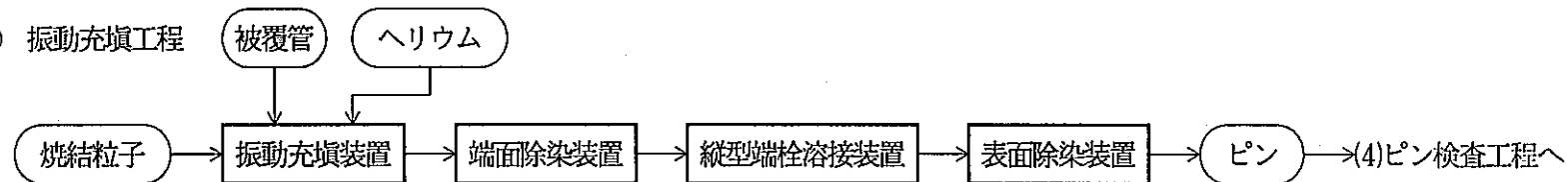
① ペレット充填工程



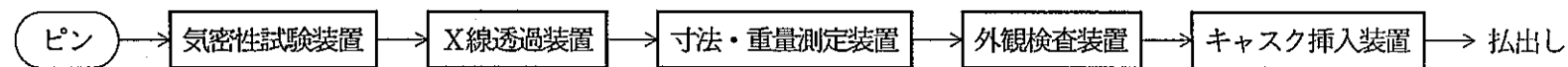
② 長尺ペレット充填工程



③ 振動充填工程



(4) ピン検査工程



(5) 燃料リサイクル工程

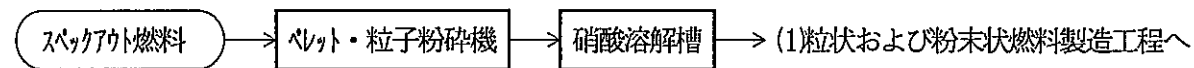
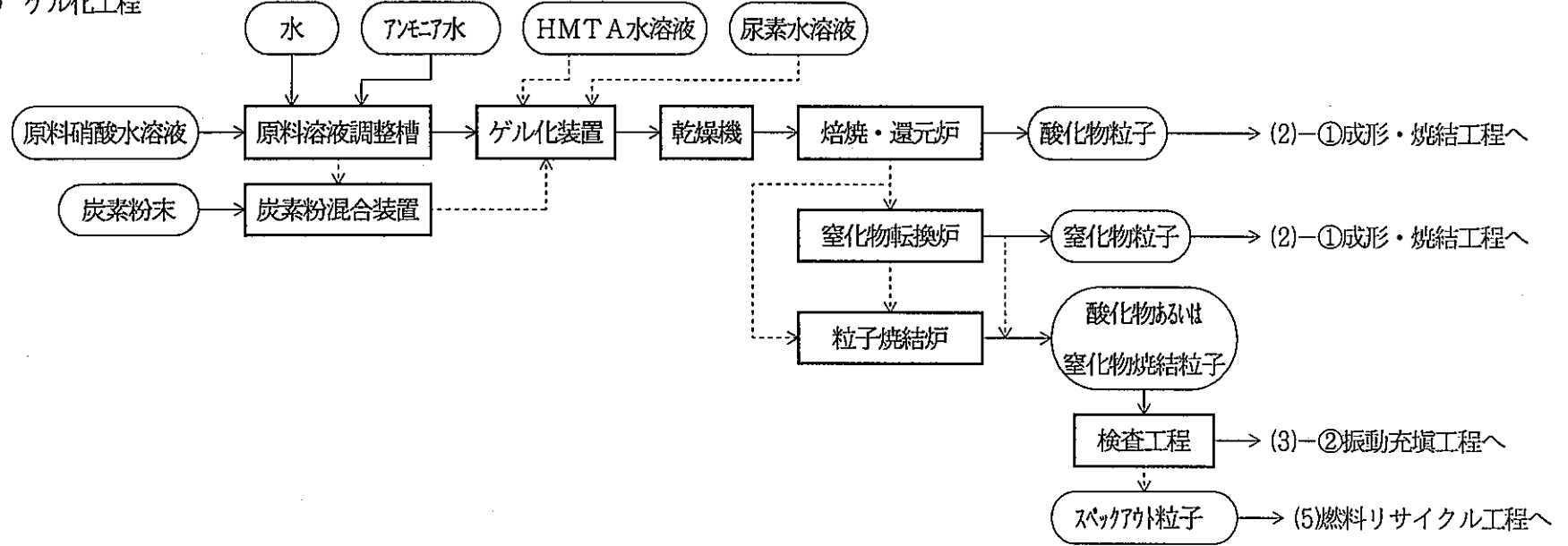


図2.5-1 燃料製造研究施設 Npドライバー燃料製造工程ブロックフロー (3/3)

(1) 粒状燃料製造工程

① ゲル化工程



(2) ペレット製造工程

① 成形・焼結工程

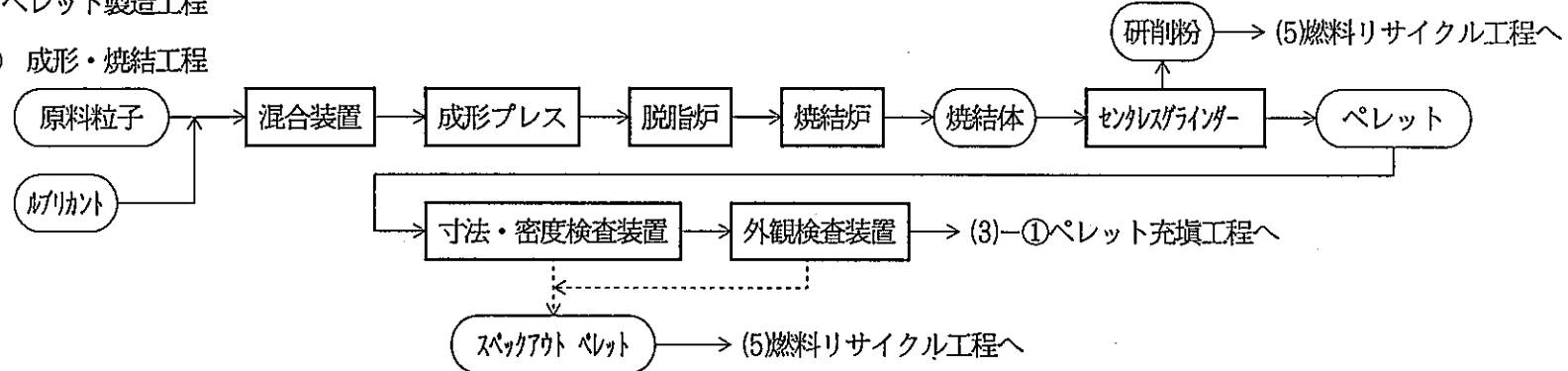
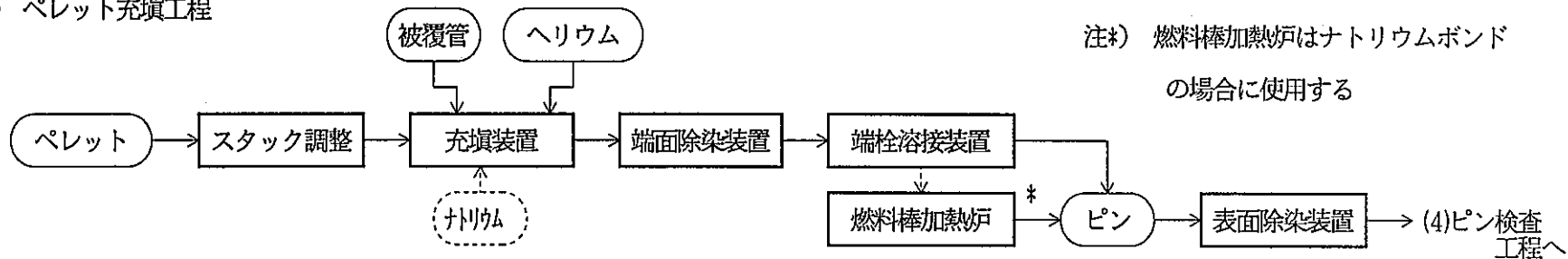


図2.5-2 燃料製造研究施設 Amターゲット燃料製造工程ブロックフロー (1/2)

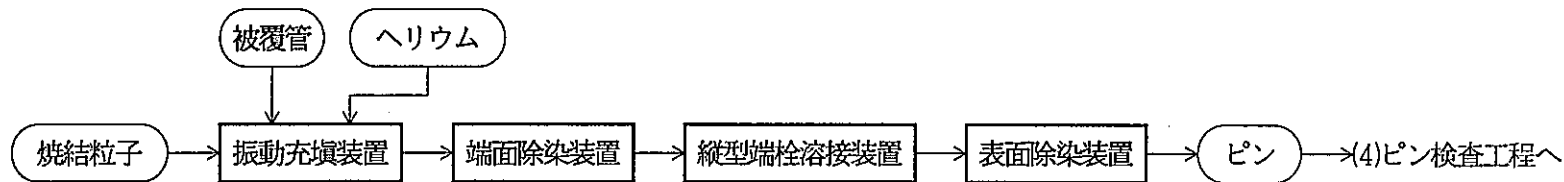


(3) 燃料要素製造工程

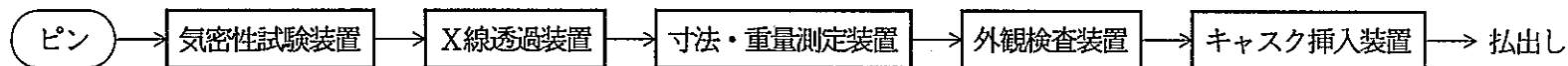
① ペレット充填工程



② 振動充填工程



(4) ピン検査工程



(5) 燃料リサイクル工程

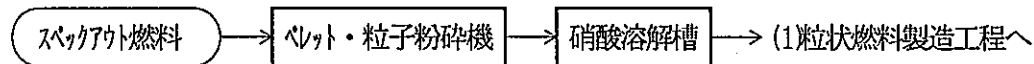
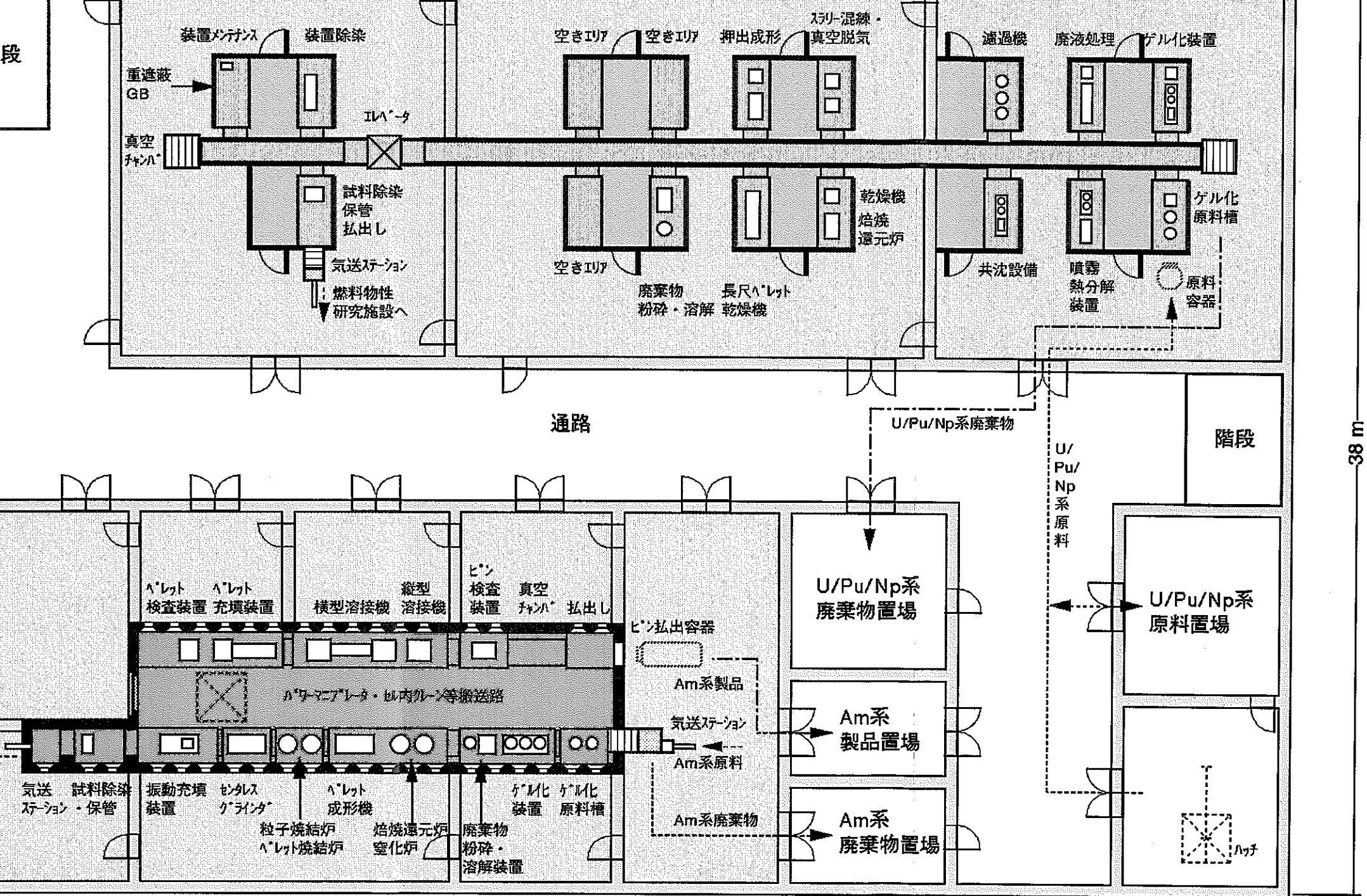


図2.5-2 燃料製造研究施設 Amターゲット燃料製造工程ブロックフロー (2/2)



Am系燃料製造室  
 (試験設備を入れ替えて、ゲル化法などに代わる新しいプロセス開発にも対応可能にする)

図2.5-3 燃料製造研究施設 建屋内配置計画図 (地下1階)

(試験設備を入れ替えて、ゲル化法などに代わる新しいプロセス開発にも対応可能にする)

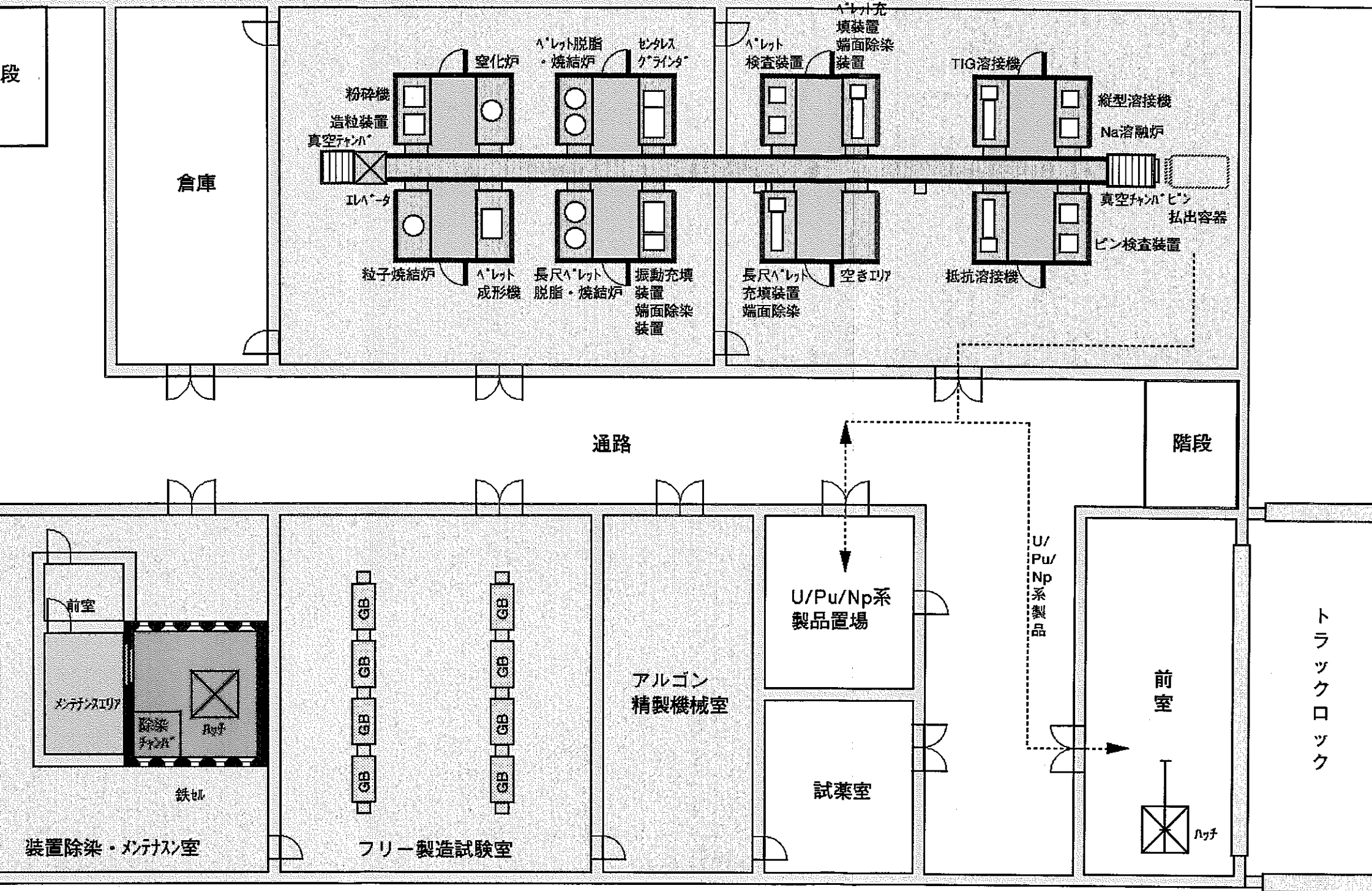


表2.5-1 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 粒状・粉末状燃料製造工程（ゲル化工程）（1/2）

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
V-101	原料溶液調整槽	1	縦置円筒型	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 原料の金属濃度およびpH調整を行い、ゲル化装置あるいは炭素粉混合装置へ送液する。 ② 原料溶液受槽、攪拌機付き調整槽、ポンプ、硝酸貯槽、アルカリ貯槽、計量槽等から構成する。	Np系燃料製造室 （地下1階） 重遮へいGB （R）
M-102	炭素粉混合装置	1	縦置円筒型	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 窒化物粒子燃料を製造する先行物質として、炭化物燃料を作るが、この時の原料溶液と炭素粉末を湿式混合する装置。 ② 炭素粉末供給装置、攪拌機付き湿式混合装置（スラリーでの混合）等から構成する。	Np系燃料製造室 （地下1階） 重遮へいGB （R）
R-103	ゲル化装置	1	縦置円筒型	約 1.5 m <sup>2</sup>	① 原料溶液をアンモニア水浴またはシリコンオイル浴に滴下し、それを熟成、洗浄してゲル球を製造する。 ② アンモニア廃ガス、アンモニア廃液、シリコンオイル廃液等が発生する。 ③ 滴下装置、予備固化、ゲル化槽、熟成層、洗浄層、スクラバー、ゲル球取り出し装置から構成する。	Np系燃料製造室 （地下1階） 重遮へいGB （R）
D-104	乾燥機	1	箱型乾燥機	約 0.5 m <sup>2</sup>	① ゲル状粒子の乾燥を行う。 ② トレーにゲル状粒子を入れて、窒素雰囲気中で乾燥する。 ③ バッチ乾燥を行う。	Np系燃料製造室 （地下1階） 重遮へいGB （R）
R-105	焙焼・還元炉	1	ボート型バッチ炉	約 3.0 m <sup>2</sup>	① ゲル状粒子の焙焼還元条を行い、酸化物粒子または炭化物粒子を製造する。 ② 使用最高温度は 1,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素、水素ガス、及び蒸気加湿ができる焙焼還元炉とする。	Np系燃料製造室 （地下1階） 重遮へいGB （R）

表 2.5-1 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 粒状・粉末状燃料製造工程（ゲル化工程）（2/2）

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
R-106	窒化物転換炉	1	ボート型バッチ炉	約 3.0 m <sup>2</sup>	① 炭素熱還元による窒化を行う。 ② 使用最高温度は 2,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素ガス、水素ガス、アルゴンガスとする。 ④ タングステンヒーターのバッチ電気炉とする。 ⑤ 炉外部を冷却できるものとする。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
R-107	粒状燃料焼結炉	1	ボート型バッチ炉	約 3.0 m <sup>2</sup>	① 振動充填用粒状燃料の焼結を行う。 ② 使用最高温度は 2,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素ガス、水素ガス、アルゴンガスとする。 ④ タングステンヒーターのバッチ電気炉とする。 ⑤ 炉外部を冷却できるものとする。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
R-108	粒状燃料検査装置	1	遠隔操作、画像解析	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 粒状燃料の外径、重量、焼結密度、外観等进行检查し、スペックアウトのものはリサイクル工程へまわす。 ② 画像解析による遠隔操作で检查を行う。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)

表 2.5 - 2 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Np ドライバー燃料系 粒状・粉末状燃料製造工程（噴霧熱分解工程） (1/1)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
R-111	噴霧熱分解装置	1	縦置円筒加熱炉	約 3.0 m <sup>2</sup>	① 原料溶液を加熱炉に噴霧し、液滴を熱分解することにより顆粒状の燃料を製造する。 ② 加熱温度は最大 900℃とする。 ③ 原料溶液貯槽、定量ポンプ、噴霧熱分解塔、固気分離器、廃ガス処理装置、粉末回収ホッパー等から構成する。	Np系燃料製造室 (地下1階) 重遮へいGB (R)
R-105	還元炉	1	ボート型バッチ炉	約 3.0 m <sup>2</sup>	① 噴霧熱分解工程で得られる顆粒状燃料の還元処理を行い、酸化物粒子を製造する。 ② 使用最高温度は 1,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素、水素ガス、及び蒸気加湿ができる還元炉とする。 ④ ゲル化工程の焙焼・還元炉を共用する。	Np系燃料製造室 (地下1階) 重遮へいGB (R)

表 2.5-3 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Np ドライバー燃料系 粒状・粉末状燃料製造工程（共沈殿工程）（1/2）

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
R-121	共沈殿装置	1	竖置円筒型	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 粉末状酸化物燃料を製造するために、調整後の原料溶液にアンモニア水等を加えてU/Pu/Npの共沈殿を生成する。 ② 試薬供給装置、攪拌機付き沈殿槽、スラリー移送ポンプ等から構成する。	Np系燃料製造室 （地下1階） 重遮へいGB （R）
X-122	濾過機	1	真空濾過型	約 1.5 m <sup>2</sup>	① 共沈殿装置からのスラリー（U/Pu/Npの共沈殿）を濾過する。 ② 濾液（アンモニア廃液）等が発生する。 ③ 濾過機、スラッジ取り出し装置、濾液受槽、濾液移送ポンプ等から構成する。	Np系燃料製造室 （地下1階） 重遮へいGB （R）
X-123	粉碎機	1	ボールミル	約 2.0 m <sup>2</sup>	① 焙焼・還元後の酸化物粉末を粉碎する。 ② 粉末供給装置、粉碎機（ボールミル）、粉末受取装置等から構成する	Np系燃料製造室 （1階） 重遮へいGB （R）
X-124	造粒装置	1		約 2.0 m <sup>2</sup>	① 粉碎後の酸化物粉末をベレット化するための前処理としてU/Pu/Np混合酸化物の造粒を行う。 ② 粗成形プレス、破碎・造粒機等から構成する	Np系燃料製造室 （1階） 重遮へいGB （R）
V-101	原料溶液調整槽	1	竖置円筒型	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 原料の金属濃度およびpH調整を行い、共沈殿装置へ送液する。 ② 原料溶液受槽、攪拌機付き調整槽、ポンプ、硝酸貯槽、アルカリ貯槽、計量槽等から構成する。 ③ ゲル化工程の原料溶液調整槽を共用する。	Np系燃料製造室 （地下1階） 重遮へいGB （R）

表 2.5 - 3 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 粒状・粉末状燃料製造工程（共沈殿工程）（2/2）

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
D-104	乾燥機	1	箱型乾燥機	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 濾過スラッジ（U/Pu/Npの共沈殿）の乾燥を行う。 ② トレーにスラッジを入れて、空気雰囲気中で乾燥する。 ③ バッチ乾燥を行う。 ④ ゲル化工程の乾燥機を共用する。	Np系燃料製造室 （地下1階） 重遮へいGB （R）
R-105	焙焼・還元炉	1	ボート型バッチ炉	約 3.0 m <sup>2</sup>	① 乾燥後のU/Pu/Npの共沈殿の焙焼・還元を行い、酸化物粉末を製造する。 ② 使用最高温度は 1,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素、水素ガス、及び蒸気加湿ができる焙焼還元炉とする。 ④ ゲル化工程の焙焼・還元炉を共用する。	Np系燃料製造室 （地下1階） 重遮へいGB （R）



表2.5-4 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 ペレット製造工程(成形・焼結工程) (1/2)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-131	混合装置	1	V型ブレンダー	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 原料粉末のバッチおよびロットの混合を行う。 ② ペレット成形前に、原料粉末と潤滑剤およびポアフォーマー等との混合を行う。 ③ 粉末の投入および排出に必要な付帯設備と混合機から構成される。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-132	成形プレス	1	油圧式	約 2.0 m <sup>2</sup>	① 原料粉末をペレットに成形する。 ② 一回に6個のペレットが成形できる多頭プレスとする。 ③ 粉末供給ホッパーおよび成形プレス機等から構成する。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
R-133	脱脂炉	1	バッチ式真空炉	約 3.0 m <sup>2</sup>	① 潤滑剤を焼結前に加熱除去する。 ② 使用最高温度は 1,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素ガス、水素ガス、アルゴンガスとする。 ④ 炉外部を冷却できるものとする。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
R-134	焼結炉	1	バッチ式真空炉	約 3.0 m <sup>2</sup>	① Npドライバー燃料の焼結を行う。 ② 使用最高温度は 2,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素ガス、水素ガス、アルゴンガスとする。 ④ タングステンヒーターのバッチ電気炉とする。 ⑤ 炉外部を冷却できるものとする。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-135	セントレスグラインダー	1	乾式	約 2.0 m <sup>2</sup>	① 焼結体外周部を研削し、直径の寸法調整を行う。 ② 研削粉は乾式吸引回収し、リサイクル工程へまわす。 ③ ペレット供給装置、セントレスグラインダー、研削粉回収装置、ペレットトレイ等から構成される。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)

表2.5-4 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 ペレット製造工程(成形・焼結工程) (2/2)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-136	寸法・重量測定器	1	遠隔操作, 自動測定	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 遠隔操作および自動でペレットの寸法, 重量, 焼結密度を測定し, 検査する。 ② スペックアウトのペレットはリサイクル工程へまわす。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-137	外観検査装置	1	遠隔操作, 画像解析	約 1.0 m <sup>2</sup>	① ペレットの外観検査を行う。 ② スペックアウトのペレットはリサイクル工程へまわす。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)

表 2.5-5 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 ペレット製造工程(押出成形・焼結工程) (1/2)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-141	混練装置	1	ニーダー型	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 原料粉末をバインダーと共に混練し、押出成形の原料を製造する。 ② 原料粉末供給ホッパーとバインダー供給槽およびニーダー等から構成される。	Np系燃料製造室 (地下1階) 重遮へいGB (R)
X-142	真空脱気装置	1		約 0.5 m <sup>2</sup>	① 混練した後の原料を脱気し、気泡の除去を行う。 ② 真空ポンプおよび真空脱気槽から構成される。	Np系燃料製造室 (地下1階) 重遮へいGB (R)
X-143	押出成形装置	1		約 1.5 m <sup>2</sup>	① 混練した原料を押出成形し、長尺ペレットを成形する。	Np系燃料製造室 (地下1階) 重遮へいGB (R)
X-144	乾燥炉	1	箱型乾燥炉	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 押出成形で得られた長尺ペレットを乾燥する。 ② 最高加熱温度は 150℃である。 ③ 乾燥はバッチで行う。	Np系燃料製造室 (地下1階) 重遮へいGB (R)
X-145	脱脂炉	1	バッチ式真空炉	約 1.0 m <sup>2</sup>	① バインダーを加熱して除去する。 ② 最高加熱温度は 1,000℃である。 ③ 窒素、アルゴンガス、水素ガス、炭酸ガスを使用する。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)

表 2.5-5 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 ペレット製造工程(押出成形・焼結工程) (2/2)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-146	焼結炉	1	バッチ式真空炉	約 3.0 m <sup>2</sup>	① 長尺ペレットの焼結を行う。 ② 使用最高温度は 2,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素ガス, 水素ガス, アルゴンガスとする。 ④ タングステンヒーターのバッチ電気炉とする。 ⑤ 炉外部を冷却できるものとする。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-147	寸法・重量測定器	1	遠隔操作, 自動測定	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 遠隔操作および自動でペレットの寸法, 重量, 焼結密度を測定し, 検査する。 ② スペックアウトのペレットはリサイクル工程へまわす。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-148	外観検査装置	1	遠隔操作, 画像解析	約 1.0 m <sup>2</sup>	① ペレットの外観検査を行う。 ② スペックアウトのペレットはリサイクル工程へまわす。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)

表 2.5 - 6 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 燃料要素製造工程 (ペレット充填工程) (1/1)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-151	スタック調整	1		約 2.0 m <sup>2</sup>	① ペレットを被覆管に充填する前に、燃料充填寸法をスペック内に入るように短尺ペレットで調整する。 ② トレイを使用して、燃料充填寸法を調整する。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-152	充填装置	1		約 3.0 m <sup>2</sup>	① 被覆管にペレットを充填する。 ② トレイを使用して、押し込みで燃料を充填する。 ③ ペレット充填後、必要に応じてナトリウムを充填する。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-153	端面除染装置	1		約 0.5 m <sup>2</sup>	① 被覆管にペレットを充填したあと端栓溶接のため、端面を 除染する。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-154	端栓溶接装置	1	TIG溶接及び抵抗溶接	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 被覆管に端栓を圧入し、TIG溶接または抵抗溶接で端栓 溶接を行う。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-155	燃料棒加熱炉	1	バッチ電気炉	約 2.0 m <sup>2</sup>	① 燃料棒内の充填ナトリウムを浸透させるため、電気炉中で 加熱しながら、振動を与える。 ② 加熱温度は 150℃とする。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-156	表面除染装置	1		約 2.0 m <sup>2</sup>	① 燃料棒の表面を除染する。	Np系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)

表2.5-7 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 燃料要素製造工程（長尺ペレット充填工程）（1/1）

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-161	スタック調整	1		約 2.0 m <sup>2</sup>	① ペレットを被覆管に充填する前に、燃料充填寸法をスペック内に入るように短尺ペレットで調整する。 ② トレイを使用して、燃料充填寸法を調整する。	Np系燃料製造室 （1階） 重遮へいGB （R）
X-162	充填装置	1		約 3.0 m <sup>2</sup>	① 被覆管にペレットを充填する。 ② トレイを使用して、押し込みで燃料を充填する。	Np系燃料製造室 （1階） 重遮へいGB （R）
X-163	端面除染装置	1		約 0.5 m <sup>2</sup>	① 被覆管にペレットを充填したあと端栓溶接のため、端面を 除染する。	Np系燃料製造室 （1階） 重遮へいGB （R）
X-164	端栓溶接装置	1	TIG溶接及び抵抗溶接	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 被覆管に端栓を圧入し、TIG溶接または抵抗溶接で端栓 溶接を行う。	Np系燃料製造室 （1階） 重遮へいGB （R）
X-165	表面除染装置	1		約 2.0 m <sup>2</sup>	① 燃料棒の表面を除染する。	Np系燃料製造室 （1階） 重遮へいGB （R）

表2.5-8 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 燃料要素製造工程（振動充填工程） (1/1)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-171	振動充填装置	1		約 2.0 m <sup>2</sup>	① 振動を与えて粒状燃料を被覆管に充填する。 ② 粒状燃料の供給ホッパーと振動充填機等から構成する。	Np燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-172	端面除染装置	1		約 0.5 m <sup>2</sup>	① 被覆管に燃料を充填したあと端栓溶接のため、端面を除染する。	Np燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-173	縦型端栓溶接装置	1	TIG溶接及び抵抗溶接	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 被覆管に端栓を圧入し、TIG溶接または抵抗溶接で端栓溶接を行う。	Np燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-174	表面除染装置	1		約 2.0 m <sup>2</sup>	① 燃料棒の表面を除染する。	Np燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)

表2.5-9 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 ピン検査工程 (1/1)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	寸法およびその他特記事項	設置場所
X-181	気密性試験装置	1	ヘリウムディテクタタイプ	約 1 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、気密性の試験を行う ② 燃料ピンを真空チャンバに入れ、真空排気中のヘリウムを検出する。	N P系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-182	X線透過装置	1		測定部 約 1 m <sup>2</sup> 操作部 約 2 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、X線透過装置にてピン内部観察を行い、ベレット、プレナム等の充填状況を確認する ② X線透過装置及び燃料ピン移動装置により構成する	N P系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-183	寸法・重量測定装置	1	レーザー式寸法測定器 電子天秤	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、寸法、重量測定を行う ② 寸法はレーザー式非接触型寸法測定器、重量は電子天秤で行う ③ 各寸法・重量測定器、燃料ピン移動装置により構成する	N P系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-184	外観検査装置	1	遠隔カメラ型	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、外観検査を行う ② 外観観察は遠隔カメラで行う。 ③ カメラ及び燃料ピン移動装置により構成する	N P系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)
X-185	キャスク挿入装置	1	遠隔操作型	約 1 m <sup>2</sup>	① 検査済の燃料ピンを受入れ、運搬用キャスクに挿入する ② キャスク接続口付き燃料ピン移送装置で構成される	N P系燃料製造室 (1階) 重遮へいGB (R)



表2.5-10 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Npドライバー燃料系 燃料リサイクル工程 (1/1)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-191	ペレット・粒子粉碎機	1	ジョークラッシャータイプ	約1㎡	① スペックアウト燃料を受入れ、硝酸溶解が容易となるように粉碎する。 ② 原料受け、粉碎機、粉末回収容器にて構成する。	NP系燃料製造室 (地下1階) 重遮へいGB (R)
V-192	硝酸溶解槽	1	縦置円筒型	約1㎡	① 燃料粉末を受入れ、硝酸で溶解した後、ろ過する。 ② 溶解槽(3ℓ程度)、攪拌機、pH測定センサー、ろ過機より構成する。 ③ ろ液は運搬容器に入れ、燃料製造試験研究工程の原料にリサイクルする。未溶解分は固体廃棄物工程へ送る。	NP系燃料製造室 (地下1階) 重遮へいGB (R)

表 2.5-11 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Amターゲット燃料系 粒状燃料製造工程（ゲル化工程）（1/2）

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
V-201	原料溶液調整槽	1	縦置円筒型	約 0.3 m <sup>2</sup>	① 原料の金属濃度およびpH調整を行い、ゲル化装置あるいは炭素粉混合装置へ送液する。 ③ 原料溶液受槽、攪拌機付き調整槽、ポンプ、硝酸貯槽、アルカリ貯槽、計量槽等から構成する。	Am系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）
M-202	炭素粉混合装置	1	縦置円筒型	約 0.2 m <sup>2</sup>	① 窒化物粒子燃料を製造する先行物質として、炭化物燃料を作るが、この時の原料溶液と炭素粉末を湿式混合する装置。 ② 炭素粉末供給装置、攪拌機付き湿式混合装置（スラリーでの混合）等から構成する。	Am系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）
R-203	ゲル化装置	1	縦置円筒型	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 原料溶液をアンモニア水浴またはシリコンオイル浴に滴下し、それを熟成、洗浄してゲル球を製造する。 ② アンモニア廃ガス、アンモニア廃液、シリコンオイル廃液等が発生する。 ③ 滴下装置、予備固化、ゲル化槽、熟成層、洗浄層、スクラパー、ゲル球取り出し装置から構成する。	Am系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）
D-204	乾燥機	1	箱型乾燥機	約 0.3 m <sup>2</sup>	① ゲル状粒子の乾燥を行う。 ② トレーにゲル状粒子を入れて、窒素雰囲気中で乾燥する。 ③ バッチ乾燥を行う。	Am系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）
R-205	焙焼・還元炉	1	ボート型バッチ炉	約 1.0 m <sup>2</sup>	① ゲル状粒子の焙焼還元条を行い、酸化物粒子または炭化物粒子を製造する。 ② 使用最高温度は 1,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素、水素ガス、及び蒸気加湿ができる焙焼還元炉とする。	Am系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）

表 2.5-11 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 A mターゲット燃料系 粒状燃料製造工程（ゲル化工程） (2/2)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
R-206	窒化物転換炉	1	ボート型バッチ炉	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 炭素熱還元による窒化を行う。 ② 使用最高温度は 2,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素ガス、水素ガス、アルゴンガスとする。 ④ タングステンヒーターのバッチ電気炉とする。 ⑤ 炉外部を冷却できるものとする。	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
R-207	粒状燃料焼結炉	1	ボート型バッチ炉	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 振動充填用粒状燃料の焼結を行う。 ② 使用最高温度は 2,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素ガス、水素ガス、アルゴンガスとする。 ④ タングステンヒーターのバッチ電気炉とする。 ⑤ 炉外部を冷却できるものとする。	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
R-208	粒状燃料検査装置	1	遠隔操作, 画像解析	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 粒状燃料の外径, 重量, 焼結密度, 外観等进行检查し, スペックアウトのものはリサイクル工程へまわす。 ② 画像解析による遠隔操作で检查を行う。	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)

表2.5-12 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 A mターゲット燃料系 ペレット製造工程(成形・焼結工程) (1/2)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-231	混合装置	1	V型ブレンダー	約 0.1 m <sup>2</sup>	① 原料粉末のバッチおよびロットの混合を行う。 ② ペレット成形前に、原料粉末と潤滑剤およびポアフォーマー等との混合を行う。 ③ 粉末の投入および排出に必要な付帯設備と混合機から構成される。	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
X-232	成形プレス	1	油圧式	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 原料粉末をペレットに成形する。 ② 一回に6個のペレットが成形できる多頭プレスとする。 ③ 粉末供給ホッパーおよび成形プレス機等から構成する。	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
R-233	脱脂炉	1	バッチ式真空炉	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 潤滑剤を焼結前に加熱除去する。 ② 使用最高温度は 1,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素ガス、水素ガス、アルゴンガスとする。 ④ 炉外部を冷却できるものとする。	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
R-234	焼結炉	1	バッチ式真空炉	約 1.0 m <sup>2</sup>	① Npドライバー燃料の焼結を行う。 ② 使用最高温度は 2,000℃とする。 ③ 雰囲気ガスは窒素ガス、水素ガス、アルゴンガスとする。 ④ タングステンヒーターのバッチ電気炉とする。 ⑤ 炉外部を冷却できるものとする。	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
X-235	セントレスグラインダー	1	乾式	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 焼結体外周部を研削し、直径の寸法調整を行う。 ② 研削粉は乾式吸引回収し、リサイクル工程へまわす。 ③ ペレット供給装置、セントレスグラインダー、研削粉回収装置、ペレットトレイ等から構成される。	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)

表 2.5-12 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 A mターゲット燃料系 ペレット製造工程（成形・焼結工程）（2/2）

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-236	寸法・重量測定器	1	遠隔操作, 自動測定	約 0.3 m <sup>2</sup>	① 遠隔操作および自動でペレットの寸法, 重量, 焼結密度を測定し, 検査する。 ② スペックアウトのペレットはリサイクル工程へまわす。	A m系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）
X-237	外観検査装置	1	遠隔操作, 画像解析	約 0.3 m <sup>2</sup>	① ペレットの外観検査を行う。 ② スペックアウトのペレットはリサイクル工程へまわす。	A m系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）

表2.5-13 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Amターゲット燃料系 燃料要素製造工程（ペレット充填工程）（1/1）

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-251	スタック調整	1		約 1.0 m <sup>2</sup>	① ペレットを被覆管に充填する前に、燃料充填寸法をスペック内に入るように短尺ペレットで調整する。 ② トレイを使用して、燃料充填寸法を調整する。	Am系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）
X-252	充填装置	1		約 1.0 m <sup>2</sup>	① 被覆管にペレットを充填する。 ② トレイを使用して、押し込みで燃料を充填する。 ③ ペレット充填後、必要に応じてナトリウムを充填する。	Am系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）
X-253	端面除染装置	1		約 0.5 m <sup>2</sup>	① 被覆管にペレットを充填したあと端栓溶接のため、端面を 除染する。	Am系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）
X-254	端栓溶接装置	1	TIG溶接及び抵抗溶接	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 被覆管に端栓を圧入し、TIG溶接または抵抗溶接で端栓 溶接を行う。	Am系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）
X-255	燃料棒加熱炉	1	バッチ電気炉	約 2.0 m <sup>2</sup>	① 燃料棒内の充填ナトリウムを浸透させるため、電気炉中で 加熱しながら、振動を与える。 ② 加熱温度は 150℃とする。	Am系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）
X-256	表面除染装置	1		約 2.0 m <sup>2</sup>	① 燃料棒の表面を除染する。	Am系燃料製造室 （地下1階） 鉄セル（R）

表2.5-14 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Amターゲット燃料系 燃料要素製造工程(振動充填工程) (1/1)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-271	振動充填装置	1		約 1.0 m <sup>2</sup>	① 振動を与えて粒状燃料を被覆管に充填する。 ② 粒状燃料の供給ホッパーと振動充填機等から構成する。	Am系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
X-272	端面除染装置	1		約 0.5 m <sup>2</sup>	① 被覆管に燃料を充填したあと端栓溶接のため、端面を除染する。	Am系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
X-273	縦型端栓溶接装置	1	TIG溶接及び抵抗溶接	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 被覆管に端栓を圧入し、TIG溶接または抵抗溶接で端栓溶接を行う。	Am系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
X-274	表面除染装置	1		約 1.0 m <sup>2</sup>	① 燃料棒の表面を除染する。	Am系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)

表 2.5-15 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 A mターゲット燃料系 ピン検査工程 (1/1)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	寸法およびその他特記事項	設置場所
X-281	気密性試験装置	1	ヘリウムディテクタイ	約 1 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、気密性の試験を行う ② 燃料ピンを真空チャンバに入れ、真空排気中のヘリウムを検出する。	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
X-282	X線透過装置	1		測定部 約 1 m <sup>2</sup> 操作部 約 2 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、X線透過装置にてピン内部観察を行い、ペレット、プレナム等の充填状況を確認する ② X線透過装置及び燃料ピン移動装置により構成する	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
X-283	寸法・重量測定装置	1	レーザー式寸法測定器 電子天秤	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、寸法、重量測定を行う ② 寸法はレーザー式非接触型寸法測定器、重量は電子天秤で行う ③ 各寸法・重量測定器、燃料ピン移動装置により構成する	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
X-284	外観検査装置	1	遠隔カメラ型	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、外観検査を行う ② 外観観察は遠隔カメラで行う。 ③ カメラ及び燃料ピン移動装置により構成する	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
X-285	キャスク挿入装置	1	遠隔操作型	約 1 m <sup>2</sup>	① 検査済の燃料ピンを受入れ、運搬用キャスクに挿入する ② キャスク接続口付き燃料ピン移送装置で構成される	A m系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)



表2.5-16 燃料製造研究施設機器リスト 系統名称 Amターゲット燃料系 燃料リサイクル工程 (1/1)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-291	ペレット・粒子粉碎機	1	ジョークラッシャータイプ	約1 m <sup>2</sup>	① スバクアウト 燃料を受入れ、硝酸溶解が容易となるように粉碎する。 ② 原料受け、粉碎機、粉末回収容器にて構成する。	Am系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)
V-292	硝酸溶解槽	1	縦置円筒型	約1 m <sup>2</sup>	① 燃料粉末を受入れ、硝酸で溶解した後、ろ過する。 ② 溶解槽(3 l程度)、攪拌機、pH測定センサー、ろ過機より構成する。 ③ ろ液は運搬容器に入れ、MAファクトリのHAWにリサイクルする。未溶解分は固体廃棄物工程へ送る。	Am系燃料製造室 (地下1階) 鉄セル (R)

表2.5-17 ユーティリティリスト 系統名称 燃料製造研究施設

ユーティリティの種類	供給条件	消費量	供給の目的	備考
2次蒸気	3.0kg/cm <sup>2</sup> G,	— kg/h		
2次冷水	10~15°C 3.0kg/cm <sup>2</sup> G	— m <sup>3</sup> /h		
2次冷却水	夏季 40~45°C 3.0kg/cm <sup>2</sup> G	— m <sup>3</sup> /h		
工業用水				
圧縮空気	7.0kg/cm <sup>2</sup> G,	50 Nm <sup>3</sup> /h	燃料製造工程全体の計装制御用	
電気	200V	350 kW	電気炉等の動力	電気炉、ポンプ類、モーター類、成形機、溶接機等
電気	100V	50 kVA	燃料製造工程設備の計装制御電源	無停電電源系
1次蒸気	5.0kg/cm <sup>2</sup> G,	— kg/h		
1次冷水	5~10°C	— m <sup>3</sup> /h		
1次冷却水	夏季 max35°C	30 m <sup>3</sup> /h	電気炉等冷却用	
Arガス	液体アルゴン	450 Nm <sup>3</sup> /h	GB等雰囲気ガス補給用	循環量の約5%

## 2.6 乾式リサイクル試験施設

### 2.6.1 乾式リサイクル試験施設の前提条件

#### (1) 研究対象

乾式リサイクル試験施設では、乾式再処理（熔融塩電解、熔融塩抽出および熔融塩再生等）試験と、その製品を原料とした燃料の製造試験を行う。

試験および製造の対象とする燃料の種類としては、U/Pu/Np/Am混合燃料（以下、Am混合燃料と記す）およびU/Pu/Np混合燃料（以下、Np混合燃料と記す）とする。

また、化学形態としては、Am混合燃料およびNp混合燃料ともに、金属、酸化物および窒化物を想定する。

#### (2) 年間取扱い量およびバッチ量

試験はバッチ方式で行う。放射性物質の年間取扱い量およびバッチ量は、事業団からの供与情報等に基づき以下のとおりとする。

- U + Pu + Np + Am    1.0 kg燃料/年    (100 g/バッチ)
- U + Pu + Np        1.0 kg燃料/年    (100 g/バッチ)

#### (3) 包蔵設備

U/Pu/Np/Am混合燃料系の設備は、コンクリートセル（アルファタイト）内に、U/Pu/Np混合燃料系の設備は、鉄セル（アルファタイト）内に設置する。

さらに、U/Pu/Np系試験室、プロセス試験室および多目的試験室等には、従来型グローブボックスを設置する。

本施設の包蔵設備の雰囲気は、全て、原則として、アルゴンガス雰囲気とするが、除染・保守用の包蔵設備雰囲気は空気とする。

#### (4) 物流

アクチニドリサイクル研究施設の外部から本施設への物品（主要なものを下記）の搬出入は、トラックロックより行う。

- ① Am混合燃料の原料使用済み燃料剪断片（遮蔽・輸送容器に収納）
- ② Np混合燃料の原料U/Pu混合酸化物粉末（遮蔽・輸送容器に収納）
- ③ Am混合燃料およびNp混合燃料の製品（遮蔽・輸送容器に収納）

本施設から燃料物性研究施設および分析施設へのサンプルの搬送、および本施設内の分析室・物性測定室へのサンプルの搬送は、原則として、気送方式により行う。

また、Am混合燃料の原料（HAW固化塩）およびNp混合燃料の原料（Np酸化物粉末）は、遮蔽容器に収納して、地下1階の共同連絡通路を経由して搬入する。

さらに、本施設で発生した放射性固体廃棄物は、廃棄物容器に収納して、地下1階の共同連絡通路を経由して、廃棄物処理・処理研究施設へ搬送する。

## 2.6.2 乾式リサイクル試験工程の概要

乾式リサイクル試験の工程としては、Am混合燃料およびNp混合燃料ともに、『燃料受入れ工程』、『金属転換工程』、『乾式分離工程』、『燃料製造工程』および『燃料検査工程』に大別される。

全体のブロックフローを図2.6-1に示す。

各工程の詳細内容に関しては未定の部分が多く、燃料製造研究施設において設定したような機器（単位操作）レベルでのブロックフローは、燃料製造工程の金属燃料製造系ブロックフロー（図2.6-2）を除いて、記述できないので省略する。

さらに各工程で使用される機器のリストについても、同様の理由により、燃料製造工程の金属燃料製造系の機器リストのみを、表2.6-1～表2.6-2に示す。

以下に、設定した各工程の概要を説明する。Am混合燃料系およびNp混合燃料系ともに、基本的には同一の工程フローとなる。

### (1) 燃料受入れ工程

#### (i) Am混合燃料系

既設再処理工場から使用済み酸化物燃料の剪断片を受け入れる。また、HAW廃液を乾燥・固化したもの（硝酸塩または酸化物）をMAファクトリから受け入れられるようにする。

#### (ii) Np混合燃料系

U/Pu/Npは酸化物粉末で受け入れる。

U/Pu混合酸化物粉末は、MOX転換施設から受け入れる。また、Np酸化物粉末はMAファクトリから受け入れ、本受入れ工程で混合することを想定する。

### (2) 金属転換工程

金属転換工程では、乾式分離工程の前処理として、下記のような処理を行うことを想定する。

(i) Am混合燃料系

- ① 使用済み燃料剪断片の脱被覆を行い、酸化物燃料ペレットを粉砕する。
- ② HAW廃液の乾燥・固化塩を脱硝し、酸化物粉末とする。
- ③ 金属燃料系の乾式分離工程、燃料製造工程の原料とするために、酸化物粉末を還元して金属とする。金属転換方法としては、テルミット還元法、炭素還元法、熔融塩電解法、熔融金属抽出法等が考えられるが、ここでは、テルミット還元法を想定する。詳細は、今後の検討事項とする。
- ④ 酸化物燃料系の乾式分離工程、燃料製造工程の原料とするために、必要に応じて、酸化物粉末のオキシクロライド化等を想定する。

(ii) Np混合燃料系

上記(i)項の、③項および/または④項と同じ処理を行う。

(3) 乾式分離工程

Am混合燃料系およびNp混合燃料系ともに、乾式分離工程は、金属燃料系と酸化物・窒化物燃料系とに大別される。

(i) 金属燃料系

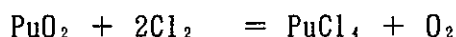
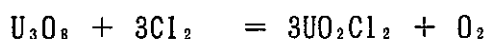
金属燃料系の乾式分離プロセスとしては、米国ANLにて研究・開発されている熔融塩電解精製プロセスを想定する。熔融塩電解精製プロセスの概念を、図2.6-3に示す。

(ii) 酸化物・窒化物燃料系

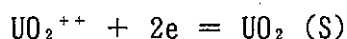
酸化物・窒化物燃料系の乾式分離プロセスとしては、ロシアにて研究・開発されている乾式高温電気化学再処理プロセスを想定する。

乾式高温電気化学再処理プロセスの工程は、概略、下記のようなステップから構成される。高温電気化学再処理プロセスの概念を、図2.6-4に示す。

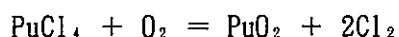
① NaCl-KCl熔融塩中での燃料の塩素化



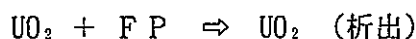
② 1次電解(還元塩電解) :  $\text{UO}_2$  成分の分離



③  $\text{Cl}_2 + \text{O}_2$  による  $\text{PuO}_2$  の沈殿結晶化・分離



④ 2次電解（酸化塩電解）：UO<sub>2</sub>成分の析出分離および不純物除去



⑤ 溶融塩の精製：Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>の添加によりFP沈殿、除去

#### (4) 燃料製造工程

燃料製造工程に関しても、Am混合燃料系およびNp混合燃料系ともに、金属燃料系と酸化物・窒化物燃料系とに大別される。

##### (i) 金属燃料系

金属燃料系の燃料製造工程としては、米国ANLにて研究・開発された射出成形法を想定する。概要は下記のとおりである。

- ① 溶融塩電解精製プロセスで得られた金属（U，U+Pu等）を原料とする。
- ② 金属燃料は真空溶解後、アルゴン加圧により石英ガラス製モールドに射出成形装置で铸造する。
- ③ 燃料形状は円柱状で、直径約5mm、長さ約20cmとする。
- ④ 燃料は铸造後、端部の切断のみを行う。他の加工は行わない。
- ⑤ 燃料ピンは、最大長約1.5mとする。
- ⑥ 端栓溶接は、TIG溶接および抵抗溶接の両方を想定する。
- ⑦ ナトリウムボンドを想定する。

##### (ii) 酸化物・窒化物燃料系

酸化物・窒化物燃料系の燃料製造工程としては、ロシアにて研究・開発されている乾式高温電気化学再処理プロセスにおける燃料製造法（図2.6-4参照）を想定する。窒化法を含めて、詳細内容については、今後の検討事項とする。

#### (5) 燃料検査工程

燃料検査工程は、基本的には、燃料製造研究施設における燃料検査工程と同様の内容を想定する。

すなわち、検査項目としては、気密試験（ヘリウムリーク試験）、X線透過試験、寸法・重量測定および外観検査等を考慮する。

### 2.6.3 ユーティリティ条件

乾式リサイクル試験施設で使用するユーティリティは、電気、冷却水、圧縮空気、水および各種試薬・ガスである。これらに関する前提条件を以下に示す。

- ① 共通のユーティリティ施設から供給されるものとしては、電気、冷却水、圧縮空気および雰囲気調整型包蔵設備（グローブボックスおよびセル）の雰囲気ガスとして使用するアルゴンガス（補給用）を想定し、他の試薬・ガス等は乾式リサイクル試験施設で個別に準備することとする。
- ② 施設で使用する電力、および冷却水の約7割が熔融塩電解装置（最高温度 800℃クラス）、焼結炉（最高温度1800℃クラス）および端栓溶接機で消費されると仮定し、ユーティリティ量を設定する。
- ③ 雰囲気調整型包蔵設備（グローブボックスおよびセル）で使用するアルゴンガスは、乾式リサイクル試験施設で個別に設けた精製装置で精製・循環される。循環量は10回／時とする。さらに循環量の約5%を外部から新たに供給するものとする。
- ④ これらの前提条件に基づいたユーティリティ使用量の検討結果を、表2.6-3（乾式リサイクル試験施設ユーティリティリスト）にまとめる。

### 2.6.4 乾式リサイクル試験施設建屋の概要

乾式リサイクル試験施設の建屋内配置計画図を図2.6-5～図2.6-7に示す。

乾式リサイクル試験建屋の概要は以下のとおりである。

- ① 建屋は、地上2階、地下1階（各階高：6.0m）とする。
- ② 地下1階および地上1階の床面積は、54.0m（6.0m×9スパン）×39.0m（7.0m×3スパン＋6.0m×3スパン）とする。
- ③ Am燃料系試験セル（コンクリートセル）およびNp燃料系試験セル（鉄セル）を、地下1階に背中合わせに配置する。各セルの前面は通常操作エリアとして、遮へい窓およびマスタスレーブマニプレータを設置し、背面は搬出入・サービスエリアとして、遮へい扉等を設置する。
- ④ Am燃料系試験セル（コンクリートセル）の上部（1階）には、当該試験セル内試験装置のメンテナンス用の除染セルおよび搬送エリア（セル）を配置するとともに、除染後の装置の保守等のためのグローブボックス（GB）を設置する。
- ⑤ また、セル内に設置する前の装置のモックアップ試験等を行うことを目的とした、

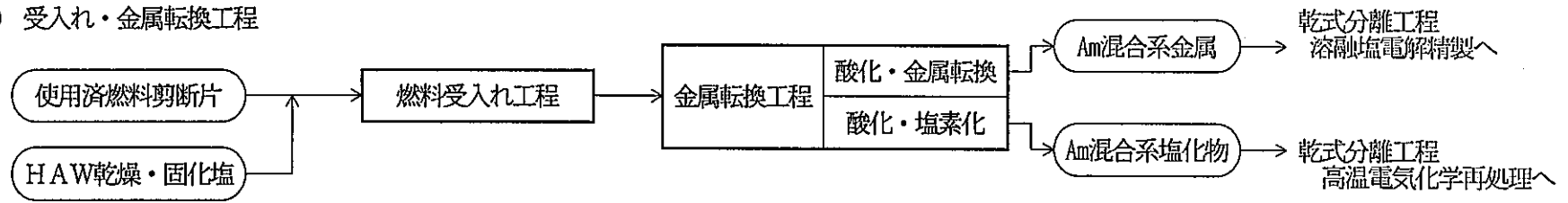
プロセス試験室を1階に配置し、従来型GB：6基/連×1系を設置する。

- ⑥ さらに、U/Pu/Np系を使用した、乾式リサイクルの種々のプロセスに関する基礎的な試験を行うために、U/Pu/Np系試験室-I（1階）およびU/Pu/Np系試験室-II（2階）を配置する。各室には、従来型GBを各10基（5基/連×2系）を設置する。また、同様の目的で、多目的試験室を1階に配置し、従来型GB 6基（3基/連×2系）を設置する。
- ⑦ 乾式リサイクル試験施設に特有の分析および物性測定に対応するために、本施設内に、分析室（1階）および物性測定室（2階）を配置する。
- ⑧ 分析室には、鉄セル（1基）および従来型GB 3基（3基/連×1系）を設置するとともに、SEM（走査型電子顕微鏡）およびOM（光学顕微鏡）を設置する。
- ⑨ 物性測定室には、SEM、EPMA（電子プローブマイクロアナライザ）、XRD（X線回折装置）、蛍光X線分光装置、TG-DTA（示差熱・熱重量分析装置）、蒸気圧測定装置、粘度測定装置、熱膨張率測定装置等を設置する。
- ⑩ 上記以外の室として、地下1階には、アルゴン精製・オフガス処理室、ガス（O<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>等）供給室、製品貯蔵庫、廃棄物置場、資材置場をそれぞれ独立した室として設ける。また、1階には、トラックロック、前室を独立した室として設ける。
- ⑪ セル内およびGB内を除き、建屋内のすべての区域はアンバー区域とする。
- ⑫ 管理棟からの作業員の動線は、1階の共同連絡通路を経由することとする。また、本施設内の地下1階 ↔ 2階の間の作業員の動線は、建屋内の階段による。
- ⑬ アクチニドリサイクル研究施設の他の施設からの原料等の搬入動線は、原則として、地下1階の共同連絡通路によることとする。また、燃料剪断片等を含めて、外部からの物品の搬出入には、トラックロック ↔ 前室（1階および地下1階；ハッチにより接続）を利用することとする。



(1) Am混合燃料系

① 受入れ・金属転換工程



② 乾式分離・燃料製造工程

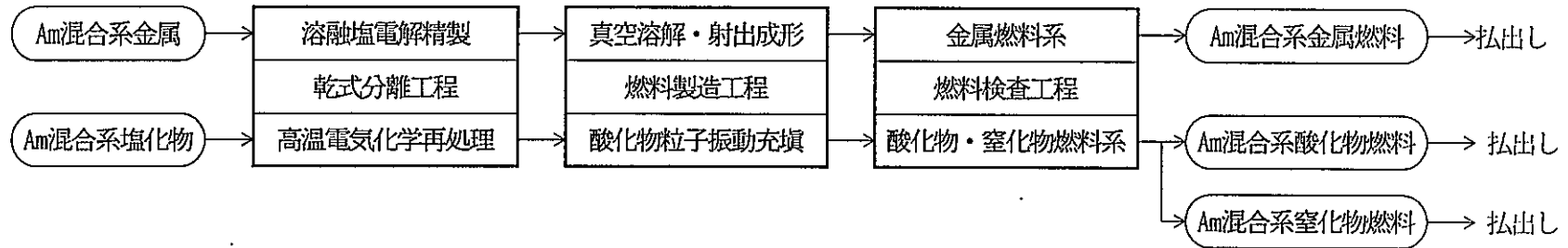
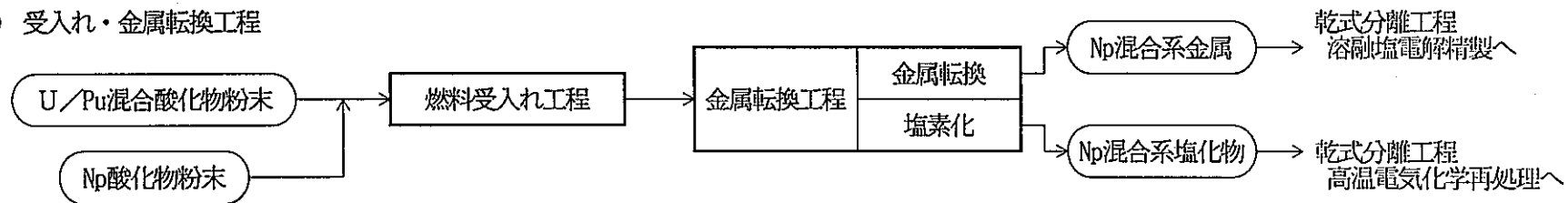


図2.6-1 乾式リサイクル試験施設 全体工程ブロックフロー (1/2) [Am混合燃料系]

(2) Np混合燃料系

① 受入れ・金属転換工程



② 乾式分離・燃料製造工程

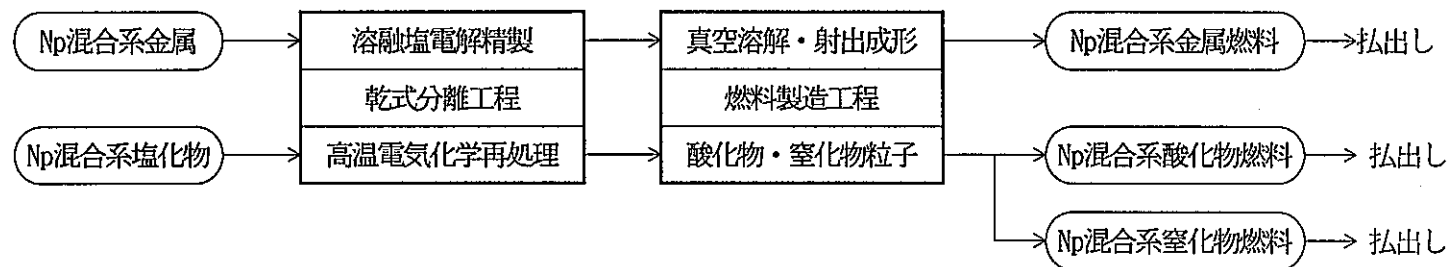
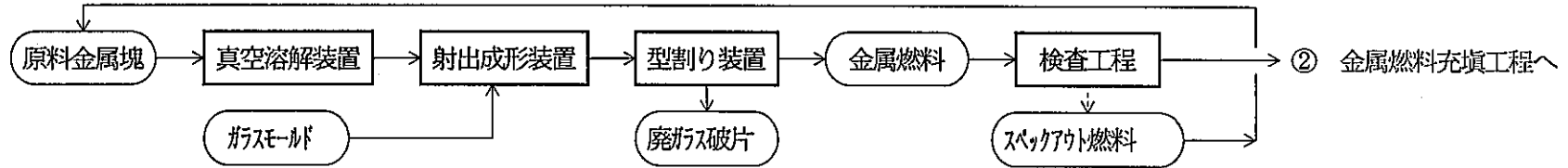
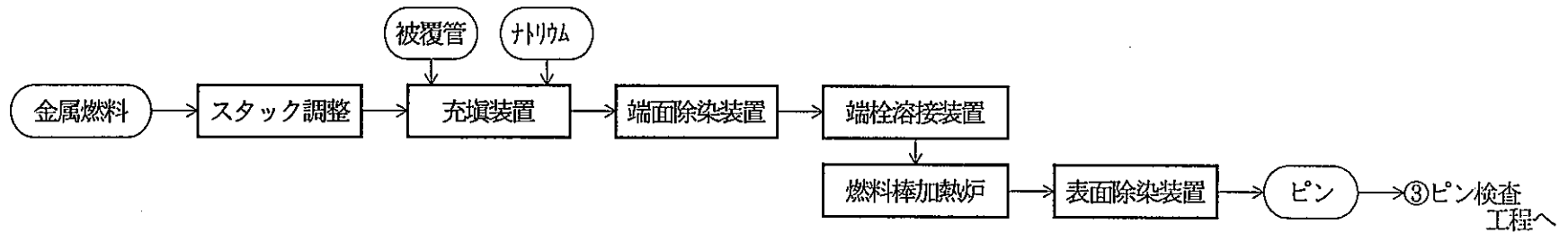


図2.6-1 乾式リサイクル試験施設 全体工程ブロックフロー (2/2) [Np混合燃料系]

(1) 溶解・射出成形工程



(2) 金属燃料充填工程 (Am混合燃料系のみ)

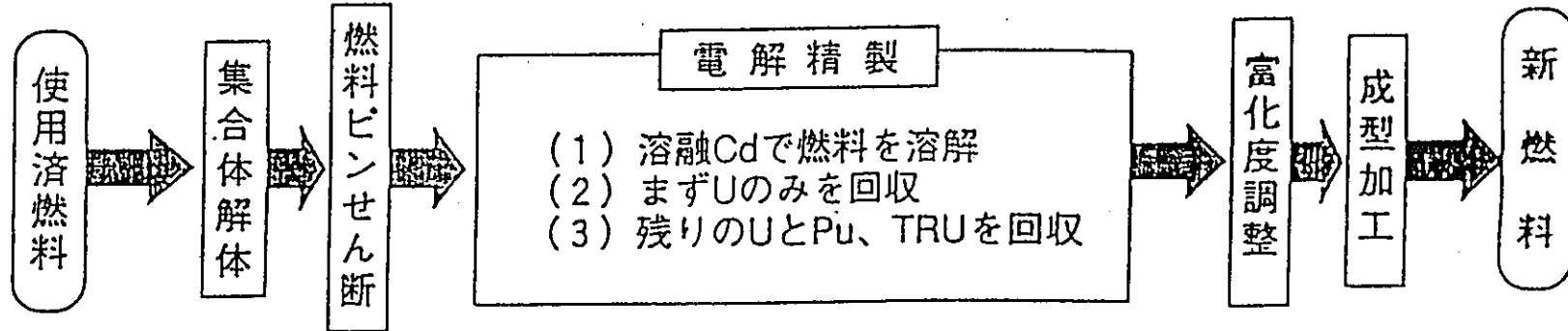


(3) ピン検査工程 (Am混合燃料系のみ)



図2.6-2 乾式リサイクル試験施設 燃料製造工程 (金属燃料製造系) ブロックフロー

# 乾式再処理の概念



## 電解精製の原理

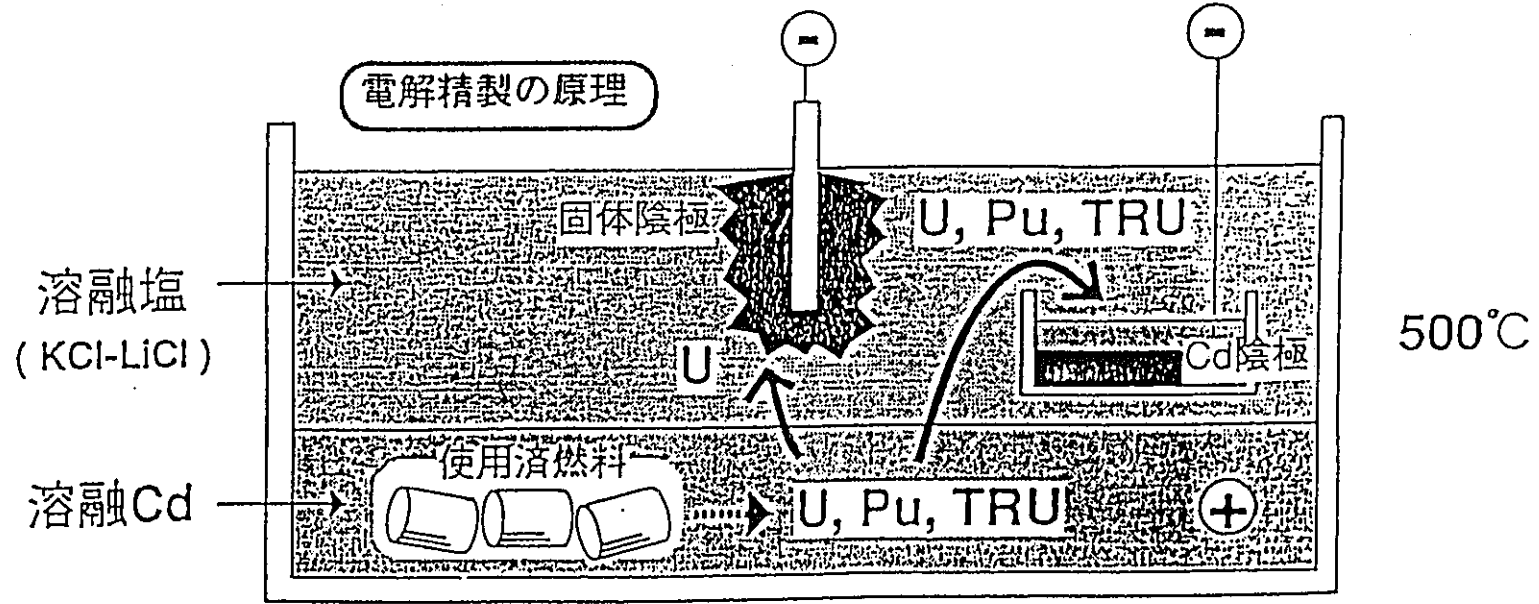


図2.6-3 熔融塩電解精製プロセスの概念

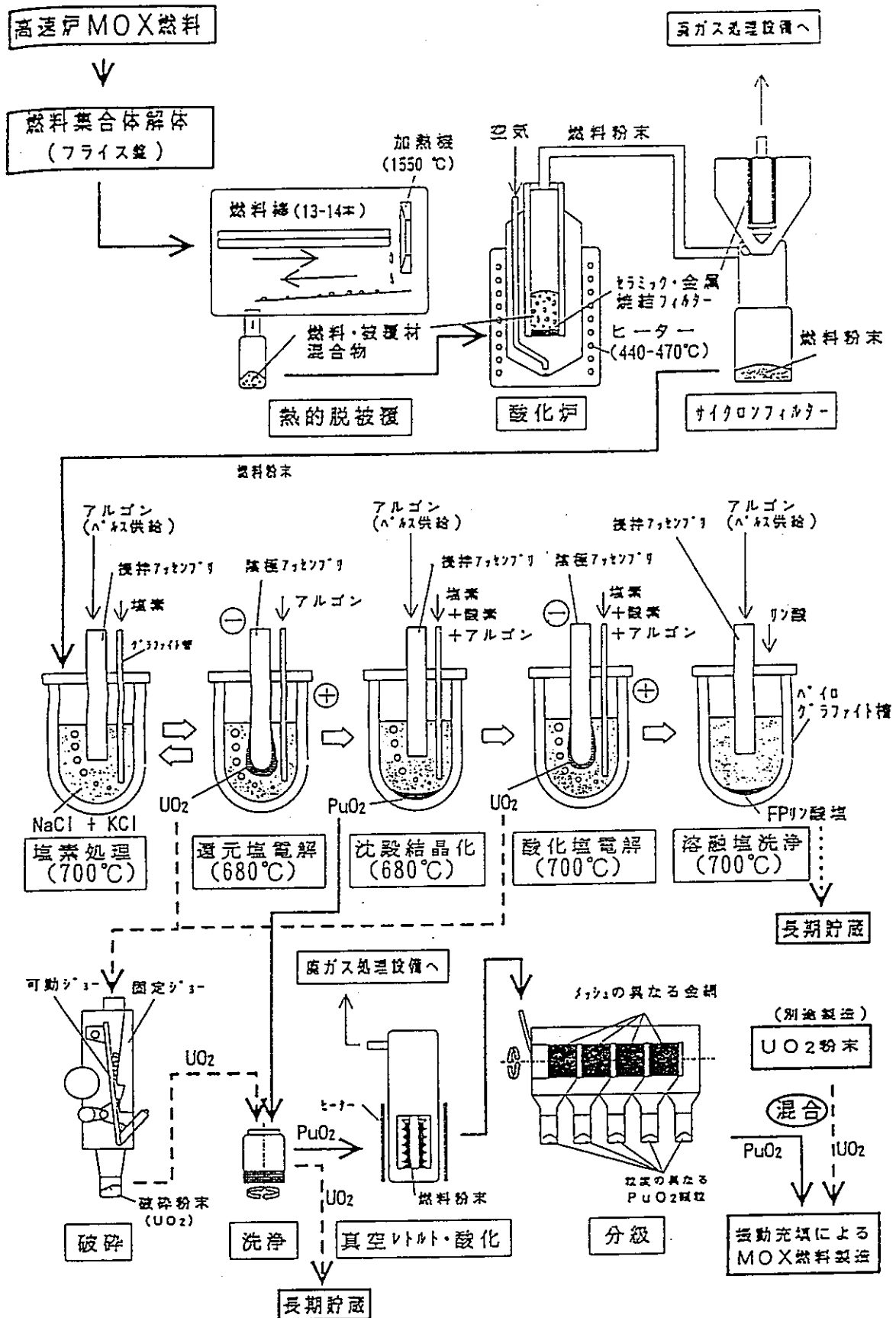
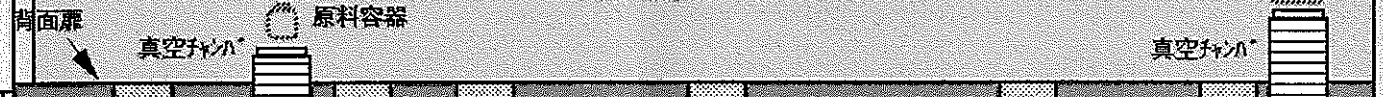


図2.6-4 高温電気化学再処理プロセスの概念

通常操作エリア



背面操作・搬入/出エリア



通常操作エリア

階段

廃棄物  
分析へ

通路

製品

階段

原料

アルゴン精製・オフガス処理室

O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>  
供給装置室

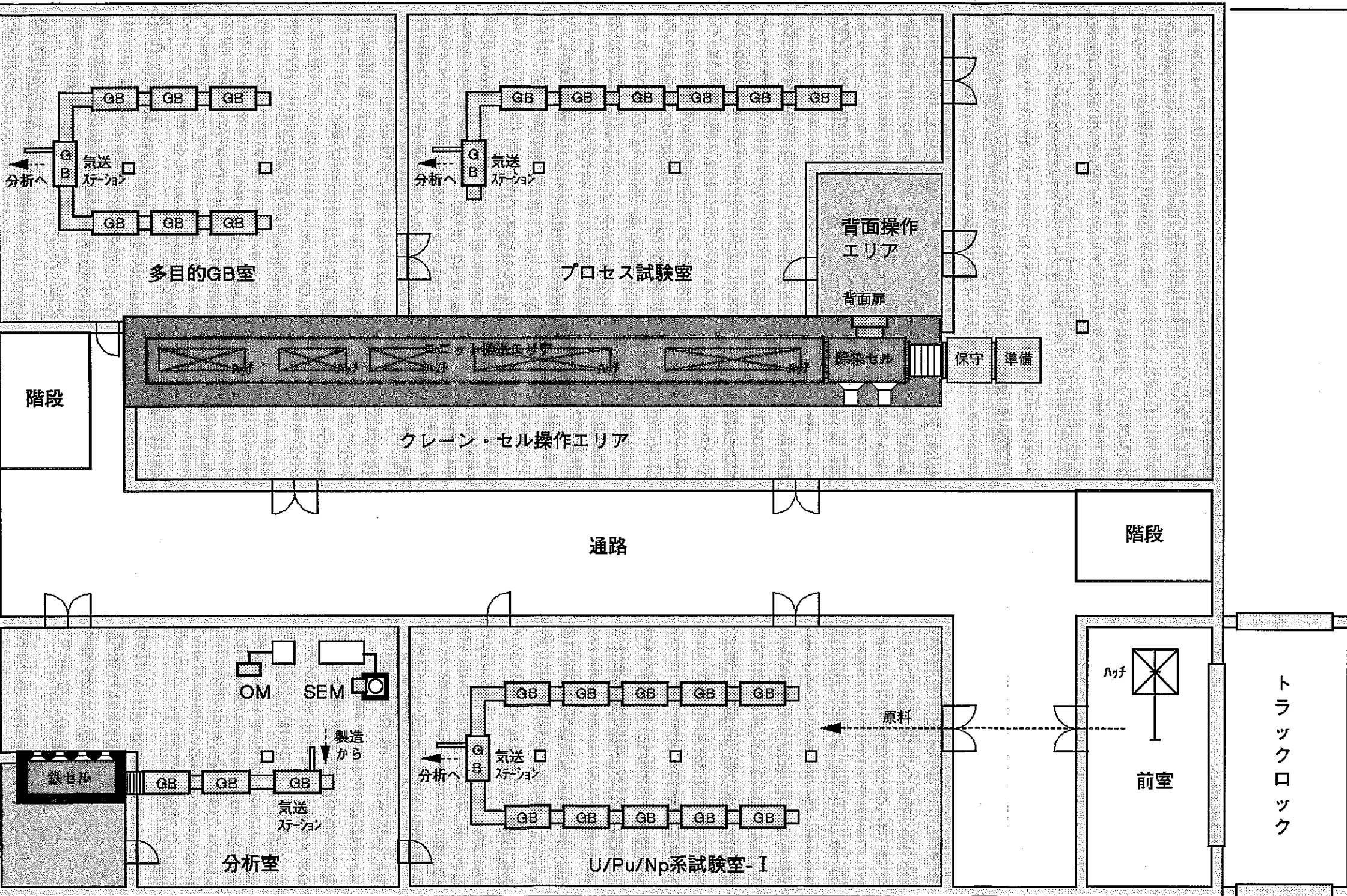
製品貯蔵庫

資材置場

廃棄物置場

炉子

39 m



54 m

屋上

階段

階段

通路

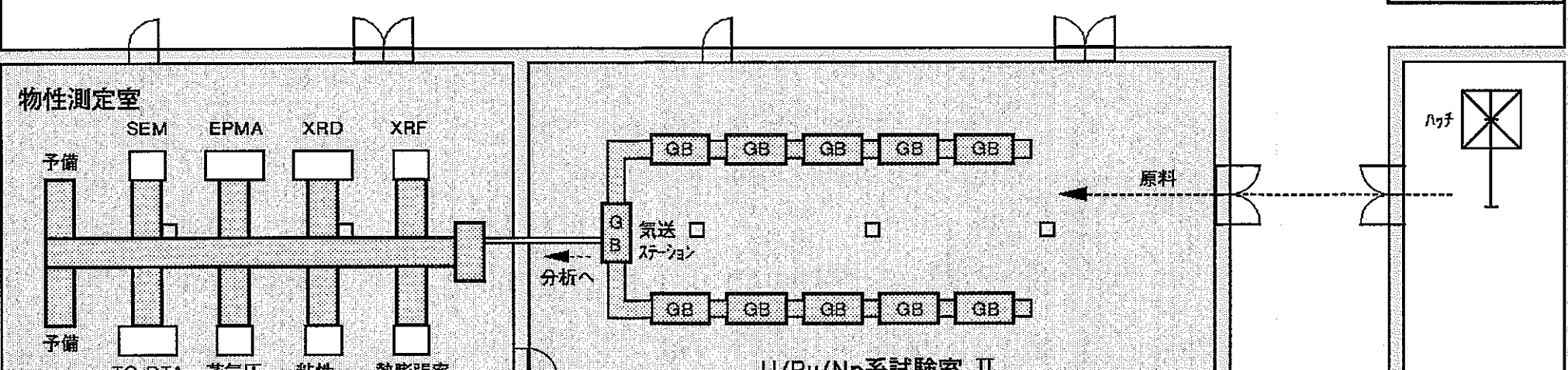




表2.6-1 乾式リサイクル試験施設機器リスト 系統名称 燃料製造工程 (U/Pu/Np/Am燃料系金属燃料) (1/2)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-101	射出成形装置	1		約 3.0 m <sup>2</sup>	① 金属燃料を溶融し、石英モールド中に加圧して射出成形する。 ② 真空溶融炉、加圧装置、石英モールド等から構成される。	乾式リサイクル 試験室 (地下1階)  Am燃料製造セル (R)
X-102	型割り装置	1		約 0.5 m <sup>2</sup>	① 石英モールド中の金属燃料を冷却後、石英モールドを破碎し、金属燃料棒を取り出す。 ② モールドの石英管は1回ごとに型割りをを行い、廃棄物とする。	
X-103	検査装置	1	遠隔操作	約 1.5 m <sup>2</sup>	① 金属燃料棒の寸法、外観等をテレビカメラにより遠隔で検査する。 ② 自動搬送装置およびテレビカメラ等から構成される。	
X-104	スタック調整	1		約 2.0 m <sup>2</sup>	① ペレットを被覆管に充填する前に、燃料充填寸法をスペック内に入るように短尺ペレットで調整する。 ② トレイを使用して、燃料充填寸法を調整する。	
X-105	充填装置	1		約 2.0 m <sup>2</sup>	① 被覆管にナトリウムを充填する。 ② トレイを使用して、押し込みで燃料を充填する。	
X-106	端面除染装置	1		約 1.0 m <sup>2</sup>	① 被覆管にペレットを充填したあと端栓溶接のため、端面を除染する。	乾式リサイクル 試験室 (地下1階)
X-107	端栓溶接装置	1	TIG溶接及び抵抗溶接	約 1.0 m <sup>2</sup>	① 被覆管に端栓を圧入し、TIG溶接または抵抗溶接で端栓溶接を行う。	溶接・ピン検査セル (R)

表2.6-1 乾式リサイクル試験施設機器リスト 系統名称 燃料製造工程 (U/Pu/Np/Am燃料系金属燃料) (2/2)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-108	燃料棒加熱炉	1	バッチ電気炉	約 2.0 m <sup>2</sup>	① 燃料棒内の充填ナトリウムを浸透させるため、電気炉中で加熱しながら、振動を与える。 ② 加熱温度は 150℃とする。	乾式リサイクル試験室 (地下1階)  溶接・ピン検査セル (R)
X-109	表面除染装置	1		約 2.0 m <sup>2</sup>	① 燃料棒の表面を除染する。	
X-111	気密性試験装置	1	ヘリウムディテクタタイプ	約 1 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、気密性の試験を行う ② 燃料ピンを真空チャンバに入れ、真空排気中のヘリウムを検出する。	
X-112	X線透過装置	1		測定部 約 1 m <sup>2</sup> 操作部 約 2 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、X線透過装置にてピン内部観察を行い、ベレット、プレナム等の充填状況を確認する ② X線透過装置及び燃料ピン移動装置により構成する	
X-113	寸法・重量測定装置	1	レーザー式寸法測定器 電子天秤	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、寸法、重量測定を行う ② 寸法はレーザー式非接触型寸法測定器、重量は電子天秤で行う ③ 各寸法・重量測定器、燃料ピン移動装置により構成する	
X-114	外観検査装置	1	遠隔カメラ型	約 0.5 m <sup>2</sup>	① 表面除染済の燃料ピンを受入れ、外観検査を行う ② 外観観察は遠隔カメラで行う。 ③ カメラ及び燃料ピン移動装置により構成する	
X-115	キャスク挿入装置	1	遠隔操作型	約 1 m <sup>2</sup>	① 検査済の燃料ピンを受入れ、運搬用キャスクに挿入する ② キャスク接続口付き燃料ピン移送装置で構成される	

表2.6-2 乾式リサイクル試験施設機器リスト 系統名称 燃料製造工程 (U/Pu/Np燃料系金属燃料) (1/1)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-201	射出成形装置	1		約 3.0 m <sup>2</sup>	① 金属燃料を溶融し、石英モールド中に加圧して射出成形する。 ② 真空溶融炉、加圧装置、石英モールド等から構成される。	乾式リサイクル 試験室 (地下1階) Np燃料製造鉄セル (R)
X-202	型割り装置	1		約 0.5 m <sup>2</sup>	① 石英モールド中の金属燃料を冷却後、石英モールドを破碎し、金属燃料棒を取り出す。 ② モールドの石英管は1回ごとに型割りをを行い、廃棄物とする。	
X-203	検査装置	1	遠隔操作	約 1.5 m <sup>2</sup>	① 金属燃料棒の寸法、外観等をテレビカメラにより遠隔で検査する。 ② 自動搬送装置およびテレビカメラ等から構成される。	
X-204	キャスク挿入装置	1	遠隔操作型	約 1 m <sup>2</sup>	① 検査済の燃料ピンを受入れ、運搬用キャスクに挿入する ② キャスク接続口付き燃料ピン移送装置で構成される	

表2.6-3 ユーティリティリスト 系統名称 乾式リサイクル試験施設

ユーティリティの種類	供給条件	消費量	供給の目的	備考
2次蒸気	3.0kg/cm <sup>2</sup> G,	— kg/h		
2次冷水	10~15°C 3.0kg/cm <sup>2</sup> G	4 m <sup>3</sup> /h		
2次冷却水	夏季 40~45°C 3.0kg/cm <sup>2</sup> G	10 m <sup>3</sup> /h		
工業用水				
圧縮空気	7.0kg/cm <sup>2</sup> G,	10 Nm <sup>3</sup> /h	乾式リサイクル試験設備の計装制御用	
電気	200V	300 kW	装置動力等	
電気	100V	100 kW	装置制御用等	
1次蒸気	5.0kg/cm <sup>2</sup> G,	— kg/h		
1次冷水	5~10°C	5 m <sup>3</sup> /h		
1次冷却水	夏季 max35°C	12 m <sup>3</sup> /h		
Ar ガス	液体アルゴン	680 Nm <sup>3</sup> /h	GB等雰囲気ガス補給用	循環量の約5%

## 2.7 燃料物性研究施設

### 2.7.1 燃料物性研究施設の前提条件

#### (1) 研究対象燃料

燃料物性研究施設では、燃料製造研究施設で製造されるU/Pu/Np混合ドライバ燃料（以下、Npドライバ燃料と記す）およびターゲット燃料（Am/RE/不活性母材、以下、Amターゲット燃料と記す）の粒状燃料やペレット等、および乾式リサイクル試験施設で製造されるU/Pu/Np/Am混合金属燃料（以下、金属燃料と記す）等の物性測定を行う。

なお、本施設で取り扱うAmターゲット燃料は、燃料（試料）の取扱いのし易さから、高除染Amおよび非放射性REを用いた模擬燃料とすることを想定する。また、これに使用される高除染Amは、MAファクトリにてイオン交換法などにより分離されるものとする。

#### (2) 年間取扱い量

本施設における取扱い量は、下記のとおりとする。

- ・ Npドライバ燃料                      約 100 g/年
- ・ Amターゲット燃料                      数10 g/年
- ・ 金属燃料                                  約 100 g/年

#### (3) 包蔵設備

本施設の包蔵設備は、重遮蔽型グローブボックス（前面：マニプレータ、背面：グローブ設置）および従来型グローブボックスを基本とする。

本施設に設置される測定機器・装置は、その設置場所から、『重遮蔽グローブボックスに設置されるもの』、『従来型グローブボックスに設置されるもの』および『試料セッティング部分のみ従来型グローブボックスで覆うもの』の3つに大別される。

これらの振り分けの基準は以下の通りである。

- ① サンプル調整装置および物性測定時に微粉末の発生する機器（粉体特性測定）に関しては、重遮蔽グローブボックス内に機器を設置する。
- ② 燃料の構造解析等に使用する大型の装置・機器に関しては、試料セッティングの部分のみを従来型のグローブボックスで覆う。
- ③ その他の熱物性測定、機械特性測定等の機器に関しては、従来型グローブボッ

クス内に設置する。

さらに、微量 $Cm$ サンプルの調整に対応できるように、鉄セルを設置する。

本施設の包蔵設備（グローブボックスおよびセル）の雰囲気は、全て、原則として、アルゴンガス雰囲気とするが、経済性の観点から空気への切替えも可能とする。ただし、試料後処理および装置除染用のグローブボックスや溶液を取り扱うグローブボックスの雰囲気は空気とする。

#### (4) 物流

アクチニドリサイクル研究施設の他の施設とのサンプルの搬送および本施設内のサンプル搬送は、原則として、気送方式により行う。

本施設で発生した放射性固体廃棄物は、廃棄物容器に収納して、地下1階の共同連絡通路を経由して、廃棄物処理・処理研究施設へ搬送する。

アクチニドリサイクル研究施設の外部から本施設への物品の搬出入は、トラックロックより行う。

### 2.7.2 燃料物性研究工程の概要

燃料物性研究の基本フローを図2.7-1に示す。

どの物性測定についても、基本フローは、試料調整 ⇨ 物性測定 ⇨ 試料後処理（リサイクル）で表される。

$Np$ ドライバー燃料に関しては、物性測定後の試料は硝酸に溶解し、燃料製造研究施設の原料にリサイクルする。また、 $Am$ ターゲット燃料に関しては、同じく硝酸溶解した後、 $MA$ ファクトリーの $HAW$ にリサイクルする。

各測定機器の分類およびその他付記事項を、表2.7-1 機器リストに示す。

ここで、各測定機器の占有面積〔グローブボックス（BG）内または室内〕は、市販製品として製造・販売されているもの（例えば、SEM等の分析機器）については、その市販品についての一般的なカタログ等を参考に推定した。また、市販ではなく、新たに開発が必要な物性測定機器については、事業団からの供与情報を基に以下のように設定した。

- ① エアロゾル挙動評価装置は、ボックス内設置面積を $1.0m \times 2.0m$ 、高さ $1.0m$ とし、重遮蔽型GB内に設置する。
- ② 熔融燃料物性（熱伝導度）測定装置は、ボックス内設置面積を $1.0m \times 1.0m$ 、高さを $2.0m$ とし、装置を約 $50m^2$ の独立した実験室に設置する。

- ③ 溶融燃料物性（熱容量）測定装置は、ボックス内設置面積を1.0m×2.0m、高さ1.0mとし、装置を約50㎡の独立した実験室に設置する。
- ④ 燃料カラム内溶融燃料移動挙動評価、燃料破損（ピンホール破損）挙動評価および過渡時燃料挙動評価は、同一の装置で測定・評価を行う。ボックス内設置面積は1.0m×2.0m、高さ2.0mとし、装置を約50㎡の独立した実験室に設置する。
- ⑤ Na雰囲気燃料加熱装置は、ボックス内設置面積を1.0m×2.0m、高さ2.0mとし、装置を約50㎡の独立した実験室に設置する。

燃料物性研究の工程は、測定試料の処理工程（サンプル調整および後処理）と、試料の測定・評価工程に大別され、測定・評価工程は、さらに、測定内容等により、粉体特性、熱物性、機械特性等、磁性物性、構造、その他（燃料破損評価等）に分類される。

各工程の概要（測定装置等）は、下記のとおりである。

#### (1) サンプル調整工程

乾式リサイクル試験施設を除く各研究施設から、サンプルを気送により受入れ、各測定・評価のためのサンプル調整を行う。さらに、必要に応じて、物性測定試験用のサンプルを製作できるようにする。

サンプル調整のための主要な装置としては、ペレット・金属切断装置、樹脂埋め込み装置、研磨装置、超音波洗浄・分散装置、エッチング装置、蒸着装置、サンプル焼結炉、ボールミル、ミニプレス、ガラス器具（以上、重遮蔽GB内に設置）、およびサンプル封入溶接機、アーク溶解炉、金属単結晶作製装置（以上、従来型GB内に設置）がある。

また、研究材料の前処理（微量Cmサンプルの調整）のための鉄セル（中性子遮蔽も考慮する）を設ける。

#### (2) 試料後処理工程

測定後の試料を、各測定室から気送により受入れ、リサイクル等のための後処理を行う。

試料後処理のための主要な装置としては、洗浄・粉碎・溶解処理等の装置と、廃棄物払出し設備（すべて、従来型GB内に設置）がある。

#### (3) 粉体特性測定

粉体特性測定装置としては、粒子圧縮試験機、BET比表面積測定装置、平均粒径測定装置、液浸密度測定装置、レーザー回折・散乱式粒度分布測定装置、エアロゾル

挙動試験装置（以上、重遮蔽GB内に設置）、およびSEM（走査型電子顕微鏡）、OM（実体顕微鏡）〔以上、試料セッティング部のみGB内設置〕がある。

また、重遮蔽GB内設置装置の除染・メンテナンスのための重遮蔽GBを設ける。

(4) 熱物性測定

熱物性測定装置としては、熱膨張率測定装置、レーザーフラッシュ熱拡散率測定装置、インテグラル熱伝導率測定装置、炉内温度分布模擬試験装置、TG-DTA（示差熱・熱重量分析装置）ドロップカロリメータ、融点測定装置（すべて、従来型GB内に設置）がある。

(5) 機械特性等測定

機械特性等測定装置としては、水銀ボロシメータ、粘度測定装置、引張試験機、クリープ試験機器（すべて、従来型GB内に設置）がある。

(6) 磁性物性測定

磁性物性測定装置としては、電気抵抗測定装置および磁化率測定装置（従来型GB内に設置）がある。

(7) 構造解析等

構造解析用の装置としては、電子プローブマイクロアナライザ（EPMA）、二次イオン質量分析装置（SIMS）、オージェ電子分光装置（AES）、X線光電子分光装置（XPS）、拡張X線吸収微細構造解析装置（EXAFS）、エネルギー分散X線分光装置（EDX）、X線回折装置（XRD）、高温X線回折装置（HT-XRD）、微小領域X線回折装置（ $\mu$ -XRD）、蛍光X線分光装置（XRF）がある。

また、顕微鏡として、走査型電子顕微鏡（SEM）、透過型電子顕微鏡（TEM）および光学顕微鏡（OM）を設置する。

これらの装置は、すべて、試料セッティング部のみをGB内に設置する。

(8) その他（燃料破損評価等）

その他（燃料破損評価等）の試験装置としては、前記 2.7.2項の②～⑤に記した装置、すなわち、『熔融燃料物性（熱伝導度）測定装置』、『熔融燃料物性（熱容量）測定装置』、『燃料破損（ピンホール破損）挙動評価装置〔燃料カラム内熔融燃料移動挙動評価および過渡時燃料挙動評価を同一の装置で行う〕』および『Na雰囲気燃料加熱装置』があり、それぞれ、独立した室に設置する。



### 2.7.3 ユーティリティ条件

燃料物性研究施設で使用するユーティリティは、電気、冷却水、圧縮空気、水および各種試薬・ガスである。これらに関する前提条件を以下に示す。

- ① 共通のユーティリティ施設から供給されるものとしては、電気、冷却水、圧縮空気および雰囲気調整型包蔵設備（グローブボックス）の雰囲気ガスとして使用するアルゴンガス（補給用）を想定し、他の試薬等は燃料物性研究施設で個別に準備することとする。
- ② 各機器に関する電気、冷却水の使用量は、一般的な市販品のカタログや供与情報等を参考に推定する。
- ③ 雰囲気調整型包蔵設備（グローブボックス）で使用するアルゴンガスは個別に設けた精製装置で精製・循環される。循環量は10回/時とする。さらに循環量の約5%を外部から新たに補給するものとする。
- ④ これらの前提条件に基づいたユーティリティ使用量の検討結果を、表2.7-2（燃料物性研究施設ユーティリティリスト）にまとめる。

### 2.7.4 燃料物性研究施設建屋の概要

燃料物性研究施設の建屋内配置計画図を、図2.7-2～図2.7-4に示す。

燃料物性研究施設建屋の概要は以下のとおりである。

- ① 建屋は、地上2階、地下1階（各階高：6.0m）とする。
- ② 地下1階および地上1階の床面積は、48.0m（8.0m×6スパン）×34.0m（7.0m×4スパン＋6.0m×1スパン）とする。工程室内のスパンを7.0mとし、通路の幅を6.0mスパンとする。
- ③ A R Fの他の研究施設との試料受渡しの関係から、サンプル調整工程および試料後処理工程の設備〔サンプル調整室、試料後処理室、およびCmサンプル前処理室（微量Cmサンプル調整のための鉄セルを設置）〕を地下1階に配置する。
- ④ 大型の単体装置が多い、構造解析工程の設備（構造解析室および顕微鏡室）を、地下1階に配置する。
- ⑤ 地上1階には、粉体特性測定、熱物性測定、機械特性等測定、磁性物性測定、熔融燃料物性（熱伝導度）測定、熔融燃料物性（熱容量）測定、燃料破損挙動評価（燃料カラム内熔融燃料移動挙動評価および過渡時燃料挙動評価も行う）Na雰囲気燃料加熱測定の各工程室を配置する。

- ⑥ 将来、物性測定試験装置の増設等が必要になった場合に備えて、2階に、『予備試験室』を2室（各室、従来型GB：4基／連×1系統が設置可能なスペースとする）、配置する。
- ⑦ 上記以外の室として、地下1階には廃棄物倉庫、1階にはトラックロック、前室、試薬保管室、2階にはアルゴン精製装置室および熱交換機室を、それぞれ、独立した室として設ける。
- ⑧ セル内およびGB内を除き、建屋内のすべての区域はアンバー区域とする。
- ⑨ 管理棟からの作業員の動線は、1階の共同連絡通路を経由することとする。また、本施設内の地下1階 ↔ 2階の間の作業員の動線は、建屋内の階段による。
- ⑩ アクチニドリサイクル研究施設の他の施設からの試料の搬入は、原則として、気送によることとする。また外部からの物品の搬出入には、トラックロック ↔ 前室（1階および地下1階；ハッチにより接続）を利用することとする。

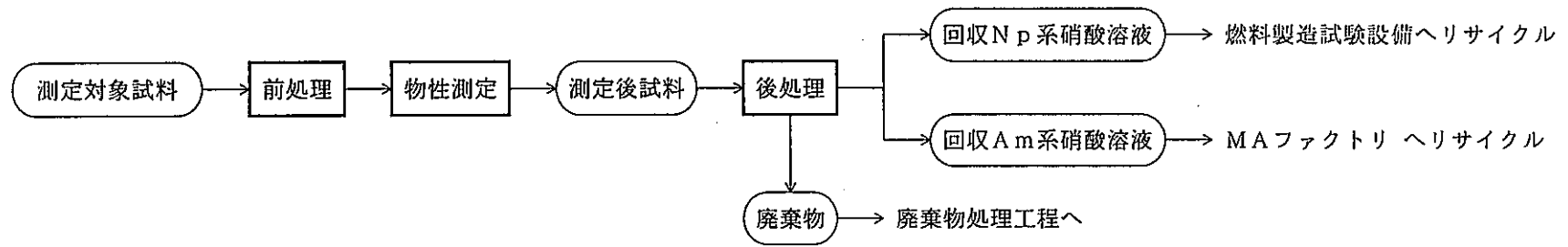


図 2.7 - 1 燃料物性研究施設 基本ブロックフロー

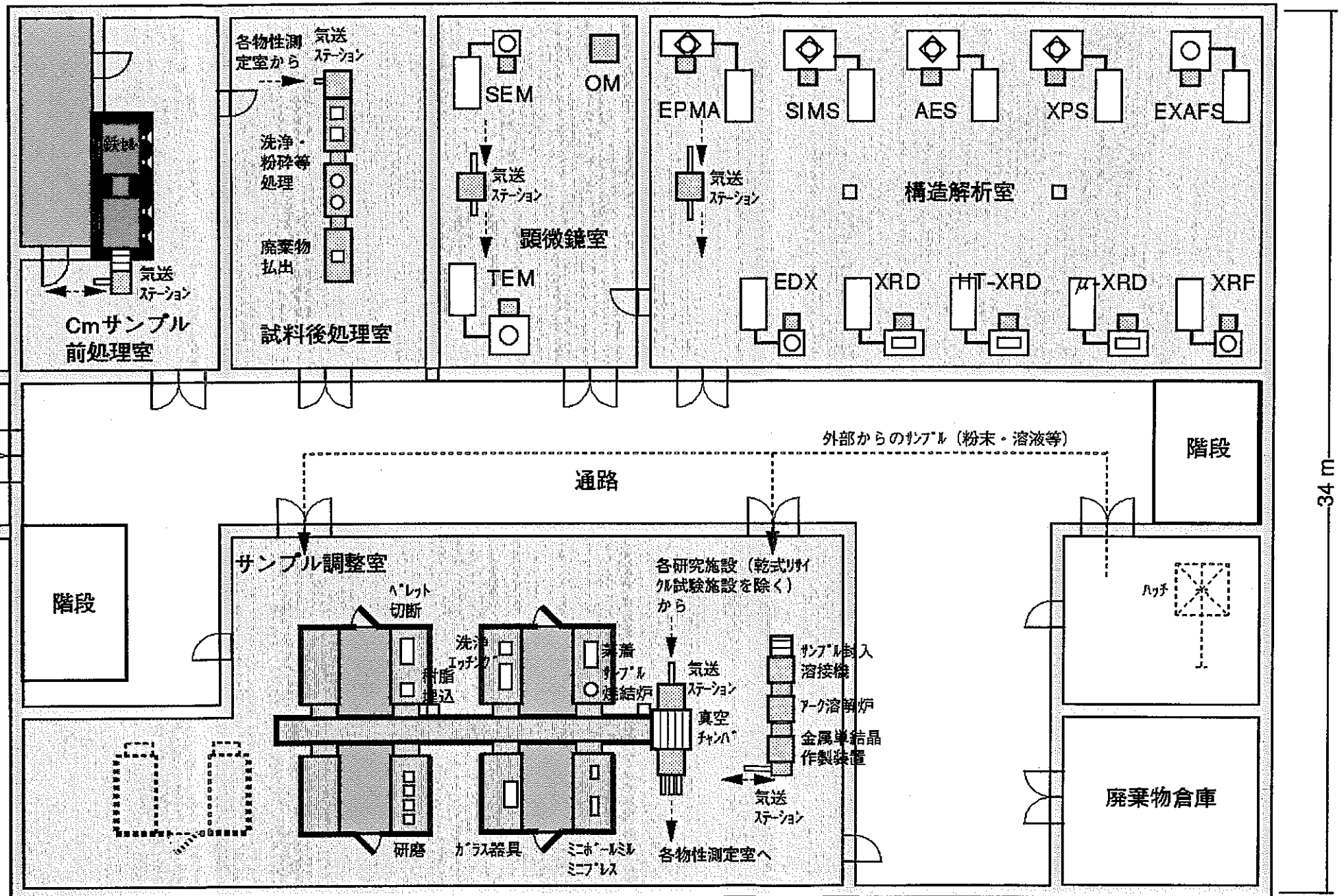


図2.7-2 燃料物性研究施設 建屋内配置計画図 (地下1階)

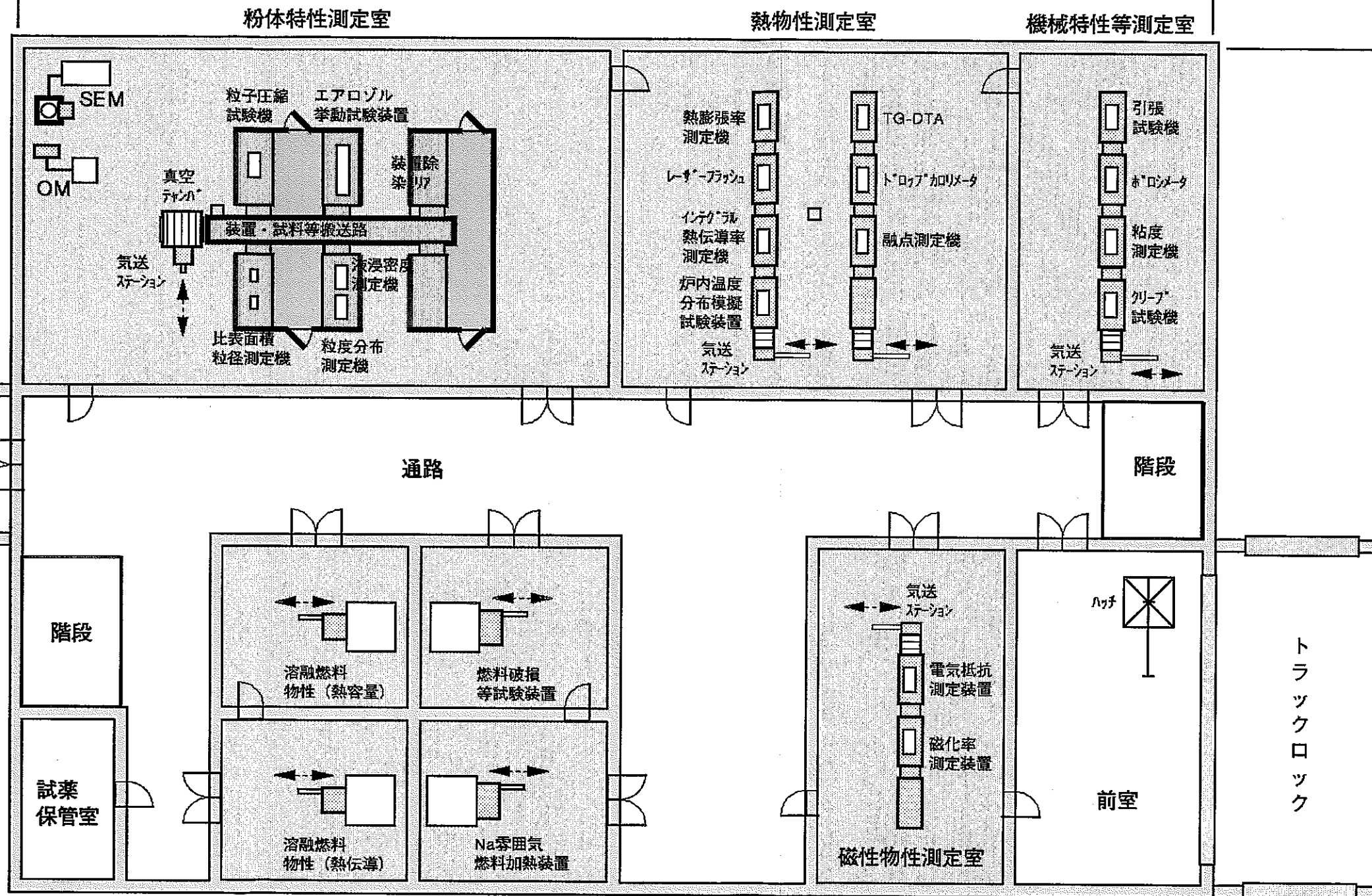
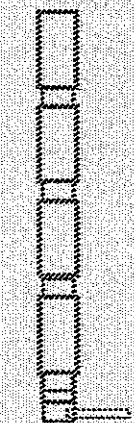
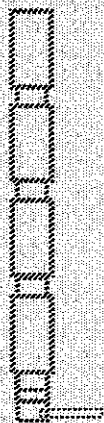


図2.7-3 燃料物性研究施設 建屋内配置計画図 (1階)

48 m



試験室予備



試験室予備

階段

アルミ精製  
装置室

熱交換機室

屋上

表2.7-1 燃料物性研究施設機器リスト

(1/3)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置床面積	特記事項	設置場所
	ペレット、金属切断装置 樹脂埋め込み装置 研磨装置 超音波洗浄・分散装置 エッチング装置 蒸着装置 サンプル焼結炉 ボールミル ミニプレス ガラス器具	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		グローボックス内占有面積合計：約30㎡  制御盤等グローボックス外占有面積合計：約20㎡  設置部屋面積合計：約400㎡	① 大型測定装置でないものを設置  ② 機器設置占有面積は市販品のカタログ値等を参考に設定	サンプル調整室 重遮蔽型GB内
	サンプル封入溶接機 アーク溶解炉 金属単結晶作製装置	1 1 1				サンプル調整室 従来型GB内
	SEM (走査型電子顕微鏡) TEM (透過型電子顕微鏡) OM (光学顕微鏡)	1 1 1		装置占有面積合計：約25㎡  設置部屋面積合計：約110㎡	① 主に大型装置を設置  ② 機器占有面積は市販品のカタログ値、供与情報等を参考に設定	顕微鏡室 試料部のみGB内
	EPMA (電子プロマイクアナライザ) SIMS (二次イオン質量分析) AES (オージェ電子分光) XPS (X線光電子分光) EXAFS (拡張X線吸収微細構造解析) EDX (エネルギー分散X線分光) XRD (X線回折) HT-XRD (高温X線回折) μ-XRD (微小領域X線回折) XRF (蛍光X線分光)	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		装置占有面積合計：約140㎡  設置部屋面積合計：約330㎡		構造解析室 試料部のみGB内

表2.7-1 燃料物性研究施設機器リスト

(2/3)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置床面積	特記事項	設置場所
	粒子圧縮試験機 BET比表面積測定装置 平均粒径測定装置 液浸密度測定器 レーザ回折・散乱式粒度分布測定装置 エアロゾル挙動評価装置	1 1 1 1 1 1		グローボックス内占有面積合計：約20㎡ 制御盤等グローボックス外占有面積合計：約5㎡ 装置占有面積合計：約25㎡ 設置部屋面積合計：約330㎡	① 主に粉末取扱い及び粉塵発生の可能性のある装置を設置 ② 機器占有面積は市販品のカタログ値、供与情報等を参考に設定	粉末特性測定室 重遮蔽型GB内
	SEM (走査型電子顕微鏡) OM (実体顕微鏡)	1 1				粉末特性測定室 試料部のみGB内
	溶融燃料物性 (熱伝導率) 測定装置	1		約50㎡の独立実験室に設置		溶融燃料 熱伝導率測定室
	溶融燃料物性 (熱容量) 測定装置	1		約50㎡の独立実験室に設置		溶融燃料 熱容量測定室
	燃料カラム内溶融燃料移動挙動評価装置 燃料破損挙動評価装置 過渡時燃料挙動評価装置	1		約50㎡の独立実験室に設置	① 同一の装置にて3種類の燃料挙動評価を行う	燃料破損等試験室
	ナトリウム雰囲気燃料加熱装置	1		約50㎡の独立実験室に設置		Na雰囲気燃料 加熱試験室



表2.7-1 燃料物性研究施設機器リスト

(3/3)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置床面積	特記事項	設置場所
	熱膨張率測定装置 レーザーフラッシュ熱拡散率測定装置 インテグラル熱伝導率測定装置 炉内温度分布模擬装置 TG-DTA (示差熱・熱重量分析) ドロップカロリメータ 融点測定装置	1 1 1 1 1 1 1		グローボックス内占有面積合計：約20㎡ 制御盤等グローボックス外占有面積合計：約5㎡ 設置部屋面積合計：約220㎡	① 大型測定装置でないものを設置 ② 機器占有面積は市販品のカタログ値、供与情報等を参考に設定	熱物性測定室 従来型GB内
	引張試験機 水銀ボロシメータ 粘度測定装置 クリープ試験機	1 1 1 1		グローボックス内占有面積合計：約10㎡ 制御盤等グローボックス外占有面積合計：約5㎡ 設置部屋面積合計：約110㎡		機械特性等測定室 従来型GB内
	電気抵抗測定装置 磁化率測定装置	1 1		グローボックス内占有面積合計：約5㎡ 制御盤等グローボックス外占有面積合計：約5㎡ 設置部屋面積合計：約110㎡		磁性物性測定室 従来型GB内
	洗浄装置 ペレット粉碎装置 溶解装置	1 1 1		グローボックス内占有面積合計：約5㎡ 制御盤等グローボックス外占有面積合計：約5㎡ 設置部屋面積合計：約110㎡		試料後処置室 従来型GB内

表2.7-2 ユーティリティリスト 系統名称 燃料物性研究施設

ユーティリティの種類	供給条件	消費量	供給の目的	備考
2次蒸気	3.0kg/cm <sup>2</sup> G,	— kg/h		
2次冷水	10~15℃ 3.0kg/cm <sup>2</sup> G	— m <sup>3</sup> /h		
2次冷却水	夏季 40~45℃ 3.0kg/cm <sup>2</sup> G	— m <sup>3</sup> /h		
工業用水				
圧縮空気	7.0kg/cm <sup>2</sup> G,	10 Nm <sup>3</sup> /h	燃料物性測定設備の計装制御用	
電気	200V	300 kW	装置動力等	
電気	100V	100 kW	装置制御用等	
1次蒸気	5.0kg/cm <sup>2</sup> G,	— kg/h		
1次冷水	5~10℃	— m <sup>3</sup> /h		
1次冷却水	夏季 max35℃	10 m <sup>3</sup> /h	装置冷却用	
Ar ガス	液体アルゴン	250 Nm <sup>3</sup> /h	GB等雰囲気ガス補給用	循環量の約5%

## 2.8 分析施設

### 2.8.1 分析施設の前提条件

分析施設の前提条件を以下にまとめる。

#### (1) 目的

本施設では、

- ① 研究の各段階に必要な分析（工程分析）
- ② 研究の基盤となる分析技術（前処理技術、分析機器及び遠隔技術等）の開発
- ③ 保障措置に係る分析

を行う。

上記①～③のラインは、それぞれ独立に設ける。

#### (2) 対象試料

分析の対象となる試料の形態は、

- ① 固体／粉末状（使用済み燃料せん断片、アクチニド混合金属、酸化物燃料粉末／ペレット等）
- ② 液状（HAW、アクチニド混合硝酸溶液等）

である。

試料にはFP濃度が高いもの（使用済み燃料せん断片、HAW等）も想定される。

#### (3) 分析項目

分析項目は、放射能（ $\alpha$ 、 $\gamma$ ）及び成分元素濃度（不純物濃度を含む）である。

#### (4) 包蔵設備

包蔵設備の種類はコンクリートセル、鉄セル、グローブボックスである。必要に応じて、窓を含むグローブボックス全体に鉛5～10mm相当の遮蔽を施すことも考える。

分析の前処理のための包蔵設備としては物理的前処理を行うセル／グローブボックス及び化学的前処理を行うセル／グローブボックスの両方を設置する。物理的前処理セル／グローブボックスでは固体／粉末状試料を対象に切断／粉碎等の前処理を行い、化学的前処理セル／グローブボックスでは液体試料及び物理的前処理を経た試料粉末を対象に溶解／ろ過／抽出等の前処理を行い、測定に適した試料調整を行う。

セル外に設置する各分析機器に必要な包蔵設備は原則としてグローブボックスとする。

MAファクトリーを除く全施設が雰囲気制御を行う包蔵設備を有しており、これらの施設から発生する試料には、O/M測定用試料、アクチニド混合金属等雰囲気制御下での取り扱いが必要なものがあるが、その数は比較的少ないと想定される。また、これら施設からの試料は主に固体（粉末）であり、切断／粉碎等の物理的前処理を行い、固体（粉末）のまま分析する場合、及び硝酸溶液等に溶解して分析する場合があるが、溶解以降の雰囲気制御は必要ないと考えられることから、雰囲気制御が必要な分析工程は、物理的前処理及び化学的前処理の溶解工程までと想定される。これらのことから本施設においては、必要に応じ上記前処理装置等最低限の範囲を、局所的に雰囲気制御することとする。

なお、上記試料の搬送段階は、密封容器に封入して気送管及びコンベア／リフトで移送されることから、搬送装置内の雰囲気制御は不要と考えられる。分析段階においては、分析装置内が雰囲気制御される（O/M測定装置等）ことから、包蔵設備内全体の雰囲気制御は不要と考えられる。

#### (5) その他

試薬保管庫、物品庫等、最低限必要な機能は、本施設に個別に設ける。

各室は、汚染拡大防止を念頭に比較的細かく仕切りを設定する。

### 2.8.2 分析施設工程の概要

試料は、各施設からキャスクまたは気送管によって受入セルに搬入され、前処理、試料分取の後、コンベア、リフト等によって分析室の試料調整グローブボックスに送られる。試料調整グローブボックスからは、コンベアによって各グローブボックスに供給される。分析を終えた試料は、コンベアで試料調整グローブボックスに戻され、試料の性状に応じて分類された後、地下1階の廃液タンク、廃棄物容器へ廃棄される。設置する分析機器を、表2.8-1に示す。

### 2.8.3 ユーティリティ条件

本施設で必要なユーティリティは、電力、給排気、純水、冷却水、分析機器用ガス（窒素、アルゴン、ヘリウム、アセチレン、水素、酸素等）、分析用試薬、液

体室素等である。ユーティリティーリストを表2.8-2に示す。

#### 2.8.4 分析施設の概要

分析施設の配置図を図2.8-1～3に示す。

##### (1) 建屋

本施設は、地上2階、地下1階建て、平面縦方向40m、平面横方向35mであり、平面横方向で共同連絡通路に接続する。

##### (2) 配置・動線

地下1階に化学実験室（実験室1、2）、保障措置用分析室及び廃棄物仮置きエリア、廃液貯槽室を配置する。地上1階には第1～第4分析室及び保守室を配置し、地上2階には第5～第7分析室、磁気遮蔽室及びフリー分析試験室を配置する。研究員は1階の共同連絡通路を経由して本施設1階へアクセスする

##### (i) 第1～第7分析室及び磁気遮蔽室

第1分析室は前処理用セル操作エリア及びセル内で測定を行う分析機器等、第3、第4分析室には試料調整グローブボックス、放射能測定装置及び主に液体試料を対象とした分析機器等を設置する。

第5～第7分析室には試料調整グローブボックス及び主に固体試料を対象にした分析機器を設置する。

磁気遮蔽室にはフーリエ変換核磁気共鳴装置及び電子スピン共鳴装置を設置する。

##### (ii) 保障措置用分析室

保障措置用分析室は、保障措置関係の分析を行う専用室とし、他の分析室を通過せずにアクセスできるように配置する。

##### (iii) フリー分析試験室

フリー分析試験室では前処理技術、分析機器及び遠隔技術等の分析技術開発が主目的となる。必要に応じ分析設備の入れ替えを実施する。

##### (iv) 化学実験室

化学実験室は通常のフード、実験台を備えた部屋である。

分析技術に係るコールド試験あるいはトレーサー試験を行う。

##### (3) 物流

##### (i) 施設間搬送

本施設への試料の搬送は原則として気送管で行われる。また他施設への搬送としては、分析廃棄物の廃棄物処理施設への搬送が主であり、液体廃棄物は配管移送とし、固体廃棄物の搬送はキャスク等を使用し、地下1階の共同連絡通路を経由して行う。

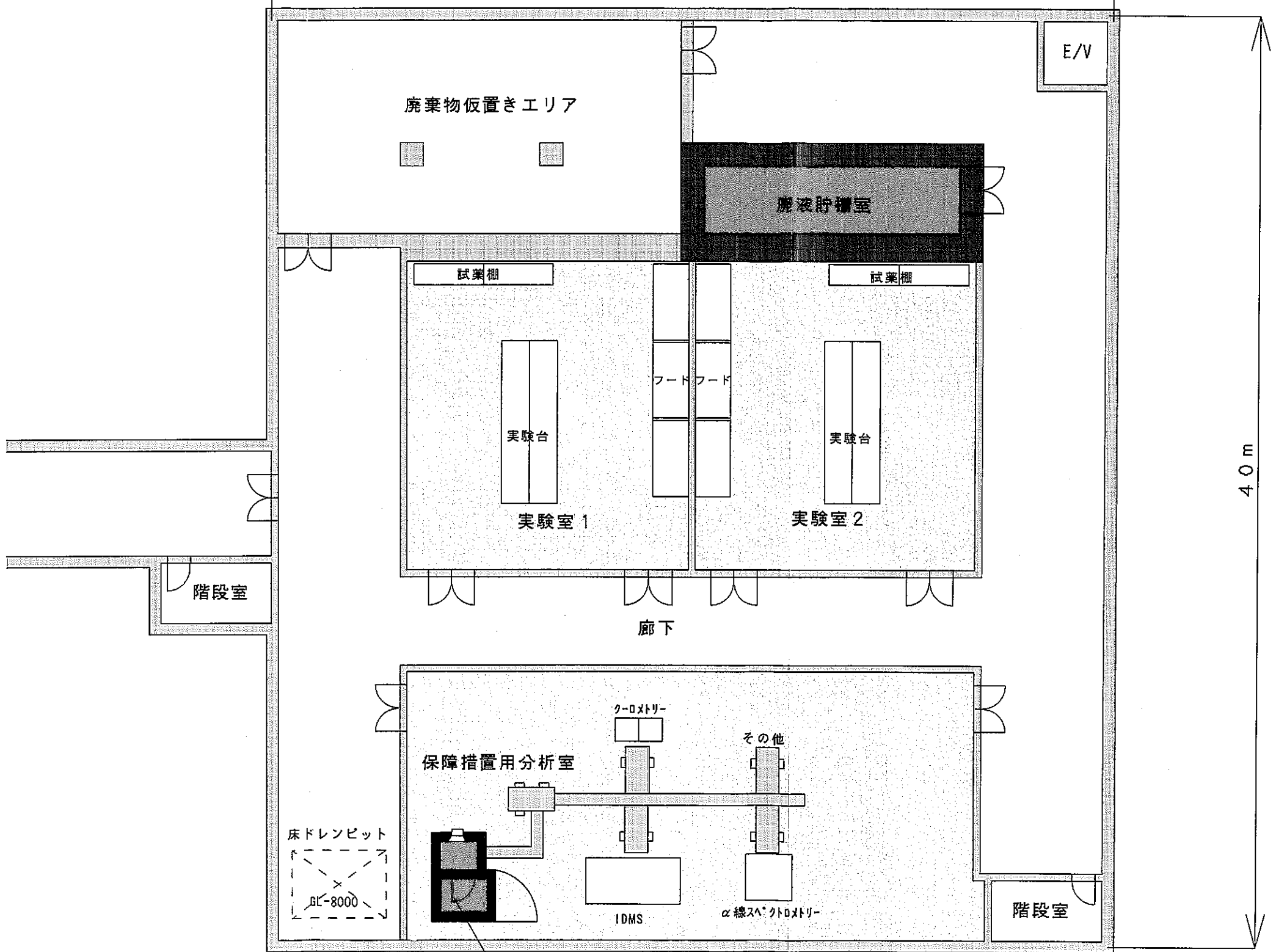
(ii) 施設内搬送

施設内のセル／グローブボックス間の搬送は、原則としてコンベア／リフトにより行うが、必要に応じてWカバー方式の搬送も行う。

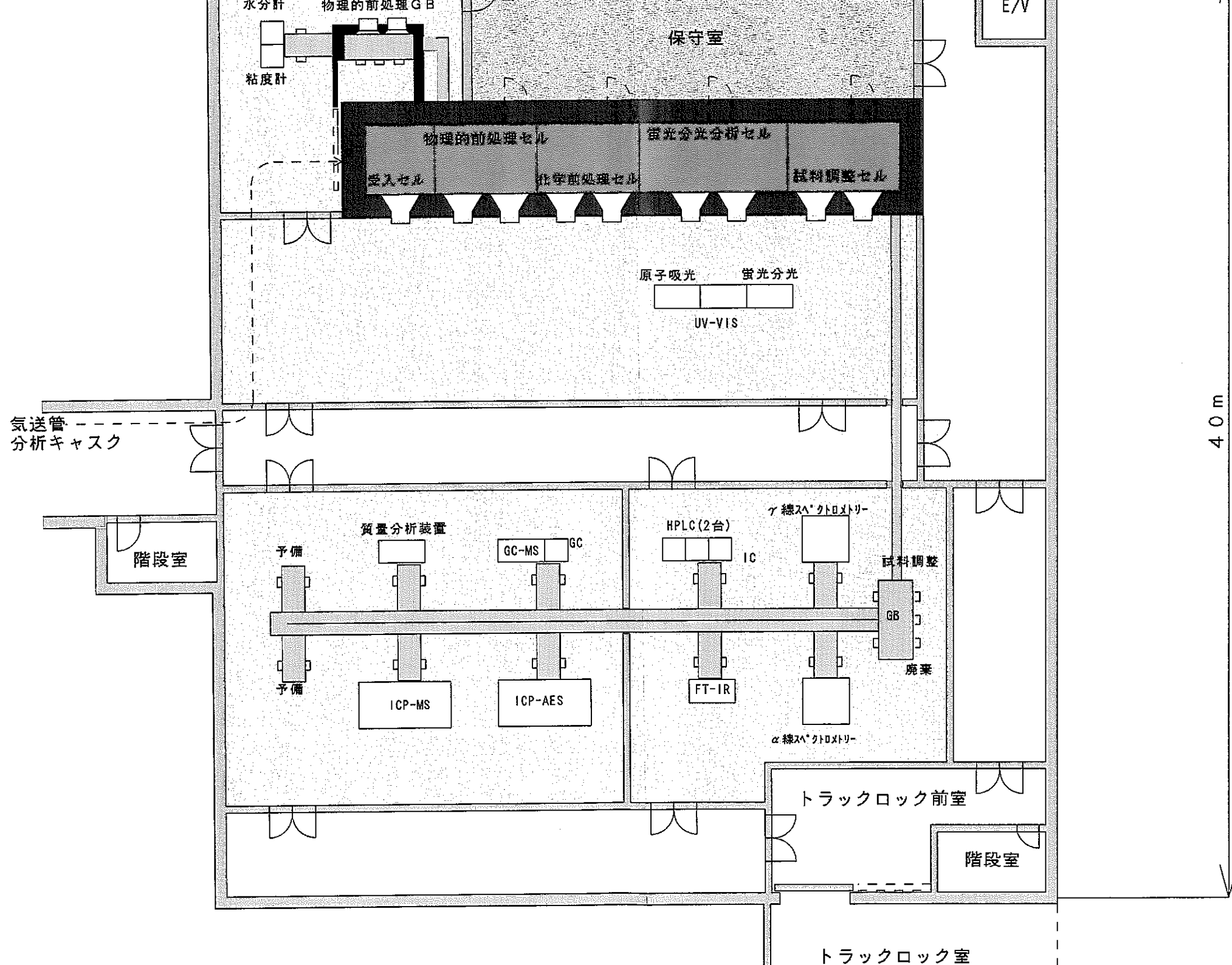
(4) メンテナンスの考え方

本施設のセル内設置機器は比較的小さなサイズの機器である。さらに、セル内の作業はルーチン的な作業であり、メンテナンス頻度も少ないと考えられる。従って、メンテナンス専用のセル／グローブボックスは設けず、試料や線源の除去及び装置の除染はセル内で行ない、1階に設けた保守室に装置を搬出し、直接保守を行う方式とする。

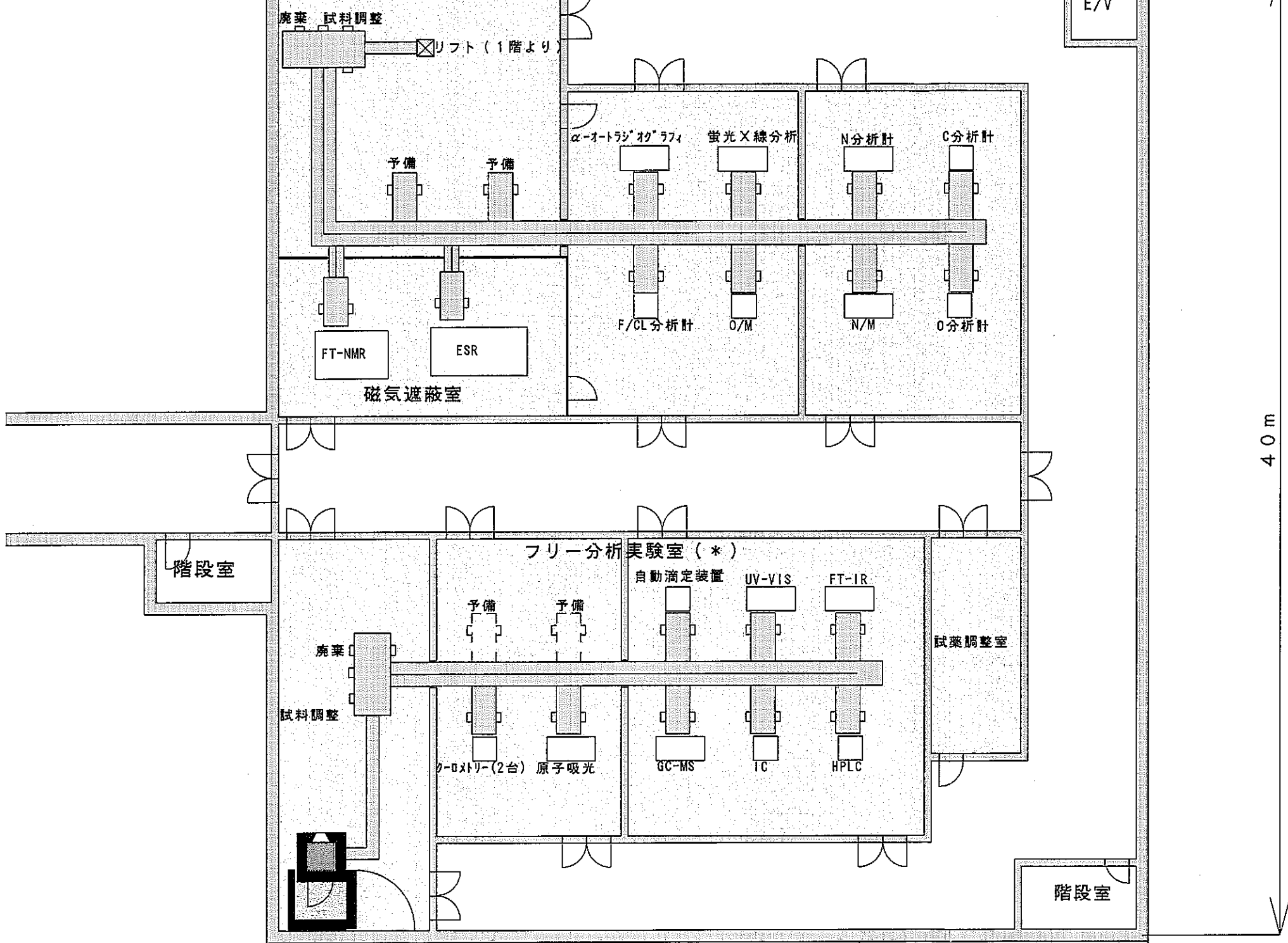
グローブボックス内の装置のメンテナンスは、グローブボックス内での直接保守方式とする。



40m







40m

\* : 必要に応じて分析設備を入れ替え、フリーに分析試験を実施する。

表2.8-1 分析施設 機器リスト

機器番号	機器名称	基数	形式	寸法及びその他の特記事項
	原子吸光分光光度計	2		W2000 × L1000 × H1000 工程分析1基、分析技術開発1基
	ICP-AES	1		W4000 × L2000 × H2000
	ICP/GD-MS	1		W4000 × L2000 × H2000
	イオンクロマトグラフ	2		W1000 × L1000 × H1000 工程分析1基、分析技術開発1基
	高速液体クロマトグラフ	3		W1000 × L1000 × H1000 工程分析2基、分析技術開発1基
	ガスクロマトグラフ	1		W1000 × L1000 × H1000
	質量分析装置	1		W2000 × L1000 × H1000
	ガスクロマトグラフ質量分析装置	2		W2000 × L1000 × H1000 工程分析1基、分析技術開発1基
	紫外・可視・近赤外分光光度計	2		W2000 × L1000 × H1000 工程分析1基、分析技術開発1基
	蛍光分光光度計	1		W2000 × L1000 × H1000
	フーリエ変換赤外分光光度計	2		W2000 × L1000 × H1000 工程分析1基、分析技術開発1基
	フーリエ変換核磁気共鳴装置	1		W3000 × L2000 × H2000 磁気遮蔽室に設置
	電子スピン共鳴装置	1		W4000 × L2000 × H1000 磁気遮蔽室に設置
	クーロメトリー	6		W1000 × L1000 × H1000 工程分析2基、分析技術開発2基、保障措置用2基
	自動滴定装置	2		W1000 × L1000 × H1000 工程分析1基、分析技術開発1基
	窒素分析計	1		W2000 × L1000 × H1000
	F/C1分析計	1		W1000 × L1000 × H1000
	炭素分析計	1		W1000 × L1000 × H1000
	酸素分析計	1		W1000 × L1000 × H1000
	水分計	1		W1000 × L1000 × H1000
	粘度計	1		W1000 × L1000 × H1000
	O/M測定装置	1		W1000 × L1000 × H1000
	N/M測定装置	1		W2000 × L1000 × H1000
	α線スペクトル測定装置	2		W2000 × L2000 × H2000 工程分析1基、保障措置1基
	γ線スペクトル測定装置	1		W2000 × L2000 × H2000
	α線オートラジオグラフ測定装置	1		W2000 × L1000 × H1000
	蛍光X線分析装置	1		W2000 × L1000 × H1000
	IDMS	1		W4000 × L2000 × H2000 保障措置用
	廃液貯槽	3	縦置き円筒型	φ1000 × H1600 1 m <sup>3</sup>
	有機系廃液貯槽	1	縦置き円筒型	φ1000 × H1600 1 m <sup>3</sup>

表2.8-2 分析施設 ユーティリティーリスト

ユーティリティーの種類	供給条件	消費量	供給の主目的	備考
電気	三相 200 V 単相 100 V	100 kW 500 kW	分析機器用 分析機器、建屋内照明	
純水	3 kg/cm <sup>2</sup> G	1 m <sup>3</sup> /day	分析用、除染用	
冷却水	3 kg/cm <sup>2</sup> G	5 m <sup>3</sup>	分析機器用	
純ガス N <sub>2</sub> Ar He C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 等	高純度	少量	分析機器用	建屋に隣接し保管庫を設け、集中供給
各種試薬類		少量	分析用	建屋内保管庫
液体窒素		少量	分析機器用	定期的に専用容器で搬入

## 2.9 廃棄物処理・処理研究施設

### 2.9.1 廃棄物処理・処理研究施設の前提条件

廃棄物処理・処理研究施設（以下「本施設」という）では、「1.3.6 廃棄物処理研究開発」に記載した研究を行うとともに、将来必要とされる研究開発を行うためのフリー廃棄物処理試験室を設ける。さらに、アクチニドリサイクル研究施設全体で発生する廃棄物の処理を行う事とする。

本施設で取り扱う廃棄物の種類と量は供与情報より以下のように設定する。

#### (1) 取扱廃棄物の種類

本施設で取り扱う廃棄物の種類と量は供与情報より以下のように設定する。

- ① 液体廃棄物 : 1.0 m<sup>3</sup>/d
- ② 可燃性固体廃棄物 : 10 kg/d
- ③ 難燃性固体廃棄物 : 10 kg/d
- ④ 金属固体廃棄物 : 10 kg/d

本施設での除染、解体を考慮

HEPAフィルタの処理設備も考慮

- ⑤ プロセスオフガス : 主たる発生源は本施設の廃棄物処理系であり、ここから発生する廃ガス量を想定した。
- ⑥ 換気系統排気 : 現概念検討の段階では風量未定。  
建屋排気、セル排気、フード排気、グローブボックス排気の処理設備スペースを考慮する。

#### (2) 運転形態等

- ① 処理設備の運転形態は日勤（8 h/d; 装置の稼働時間 5h/d）とする。
- ② 処理後の廃棄物（固体廃棄物）の払い出し用一時保管スペースとして、1ヶ月分のスペースを確保する。
- ③ 溶融塩廃棄物の発生量としては、約年間200リットル程度とし、50～100リットル程度の専用容器に充填して保管するものとする。10年分の保管スペースを確保する。

#### (3) 包蔵設備

- ① 廃棄物処理工程の各機器のうち、取り扱う廃棄物等の放射能濃度が高いものは、適宜、ケミカルセルに収納する。

- ② 廃棄物処理研究開発のために、遠隔操作が可能な包蔵設備としてメカニカルセルあるいはグローブボックスを設ける。
- ③ 研究開発のうち材料研究に絡む包蔵設備は、廃棄物固化体の浸出試験を実施することを想定し、雰囲気制御を行うこととする。

## 2.9.2 廃棄物処理・処理研究施設工程の概要

本施設では、廃棄物処理に関する研究開発設備の他にアクチニドリサイクル研究施設全体で発生する液体廃棄物、固体廃棄物、プロセス廃棄物、セル・グローブボックス等の包蔵設備を含む換気の排気系を処理する設備を有する。これらの設備を以下に示す。

### (1) 研究開発設備

研究開発はセルまたはグローブボックス内にて実施する。これら研究開発に必要な包蔵設備を表2.9-1に示す。

- ① 高レベルの廃棄物を取り扱うことを想定して、以下のセルを設ける。

- ・ Cmの長期貯蔵研究
- ・ 分離、分解、安定化研究
- ・ 研究に供与する廃棄物の前処理を行う

これらのセルには表に示すような機器を配置し、遠隔で操作できるようにマニプレータを設置する。また、廃棄物及び廃棄物サンプルあるいは、試験装置等の搬出入、保守、除染等ができるようクレーン室、除染、解体セルを設ける（遠隔装置概念図参照）。

- ② 被ばく上の問題がない廃棄物を取り扱うための3基のグローブボックスを設ける。セルで加工し、被ばく上の問題がなくなった廃棄物サンプルをグローブボックスで取り扱えるようにするため、これらグローブボックスとセルはサンプル移送用の設備で接続させる構造とする。
- ③ グローブボックスで実施する材料研究では、サンプルの還元処理を行えるよう雰囲気制御が可能な構造とする。
- ④ 将来的に必要とされる研究開発に対応できるようグローブボックスを4系統設ける。これらのグローブボックスは雰囲気制御は実施しない。また、オフラインでの研究を想定し、グローブボックス同士、あるいはセルとの接続は考慮しない。

## (2) 液体廃棄物処理系

液体廃棄物処理系のブロックフローを図2.9-1に示す。また、処理系の機器の概要を表2.9-2に示す。

- ① 液体廃棄物処理系は、「TRU高含有廃液系」「TRU低含有廃液系」「TRU非含有廃液系」および「廃CMPO溶媒等貯蔵系」より構成する。
- ② 液体廃棄物の処理能力は、供与情報より $1\text{m}^3/\text{d}$ とする。このうち、「TRU高含有廃液系」における処理量を $0.5\text{m}^3/\text{d}$ として、設備・ユーティリティ等を検討する。
- ③ 「TRU高含有廃液系」では、CMPO抽出および蒸発濃縮によりTRU元素を回収する。抽出残液および蒸発缶留出液は「TRU低含有廃液系」に送る。
- ④ 「TRU低含有廃液系」における処理量は、残りの発生量 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ と、廃棄物処理工程の他の処理系（TRU高含有廃液系、固体廃棄物処理系等）から発生する廃液を加えた量（ $2.5\text{m}^3/\text{d}$ ）を処理するものとして、設備・ユーティリティ等を検討する。
- ⑤ 「TRU低含有廃液系」では、蒸発濃縮処理を行い、濃縮液を「TRU高含有廃液系」に送り、蒸発缶留出液は「TRU非含有廃液系」に送る。
- ⑥ 「TRU非含有廃液系」は、廃液を受け入れて、既設の廃液処理場へ送る。
- ⑦ 廃CMPO溶媒および廃油〔発生量：年間各数10リットル（供与情報より）〕については、それぞれの貯槽（容量：10年分）を設ける。
- ⑧ MAファクトリーにおけるHLW廃液の抽出残液（ラフィネート；高FP含有液）は処理（受け入れ）対象外とする。

## (3) 固体廃棄物処理系

固体廃棄物処理系のブロックフローを図2.9-1に示す。また、処理系の機器の概要を表2.9-3に示す。

- ① 各研究施設で発生する試験装置等を含む固体廃棄物は本施設で一時仮置、除染、解体ができるよう設備を設ける。
- ② 固体廃棄物処理系は、「可燃性・難燃性固体廃棄物系」「金属廃棄物系」および「廃HEPAフィルタ系」より構成する。

- ③ 「可燃性・難燃性固体廃棄物系」は、さらに、焼却装置（可燃性および難燃性固体廃棄物を処理）および湿式酸化分解装置（難燃性固体廃棄物のみ処理）の2系統とする。
- ④ アクチニドリサイクル研究施設全体における固体廃棄物の処理能力は、供与情報より「可燃性固体廃棄物」「難燃性固体廃棄物」：各10kg/dとなっているが、将来増設等による余裕を見て、焼却装置は20kg/hの処理能力として、設備・ユーティリティ等を検討する。
- ⑤ 「難燃性固体廃棄物（湿式酸化分解装置）」「金属廃棄物」の処理能力は、各10kg/dとして、設備・ユーティリティ等を検討する。
- ⑥ 焼却装置で発生した焼却灰を溶解・浸出処理して、焼却灰に含まれるTRU元素を溶解液として回収し、「TRU低含有廃液系」へ送る。
- ⑦ 湿式酸化分解装置からの溶解液（TRU元素含有）も「TRU低含有廃液系」へ送る。
- ⑧ 焼却灰溶解残渣および湿式酸化分解装置からの分解残渣は、乾燥後、固体廃棄物として、一時保管後、既設の固体廃棄物貯蔵庫へ送る。
- ⑨ 金属廃棄物は、浸漬除染装置で除染し、除染液（TRU元素含有）は「TRU低含有廃液系」へ送る。除染後の金属廃棄物は、乾燥・一時保管後、既設の固体廃棄物貯蔵庫へ送る。
- ⑩ 「廃HEPAフィルタ系」の処理能力は、廃フィルタ1個/dの処理能力を目処として、設備・ユーティリティ等を検討する。
- ⑪ HEPAフィルタは、メディアを打ち抜き・破砕した後、溶解・浸出処理して、TRU元素を溶解液として回収し、「TRU低含有廃液系」へ送る。メディアの溶解残渣は、乾燥後、固体廃棄物として、既設の固体廃棄物貯蔵庫へ送る。

#### (4) オフガス処理系

プロセスオフガス処理系のブロックフローを図2.9-1に示す。また、処理系の機器の概要を表2.9-4に示す。

- ① オフガス処理系は、廃棄物処理工程で発生するプロセスオフガス（焼却装置オフガス：1,400Nm<sup>3</sup>/h、蒸発缶等その他槽類オフガス：200Nm<sup>3</sup>/h）およびMAファクトリー、燃料製造施設等のプロセスオフガス（槽類オフガス等：200Nm<sup>3</sup>/h）を

処理する系統として、設備・ユーティリティ等を検討した。

- ② 焼却装置オフガスをオフガス冷却装置で冷却した後、他のプロセスオフガスと合流し、オフガス洗浄装置で洗浄処理し、H E P Aフィルタで濾過した後、大気へ放出する。

#### (5) 換気系統排気処理系

- ① それぞれの施設から発生する建屋排気、セル排気、フード排気、グローブボックス排気を独立して本施設に受け入れ濾過処理後、主排気筒より排気する。なお、セル排気、グローブボックス排気については、必要に応じて各施設側にプレフィルタ、H E P Aフィルタを設け、本施設に排気を移送する換気ダクト中の放射能濃度が過度に高くないような措置を施す必要がある。

本概念検討では排気処理系に必要と予想されるスペースの確保を行った。

#### 2.9.3 ユーティリティー条件

本施設で使用するユーティリティーの種類と供給（廃棄物処理工程への受け入れ）条件および使用量を、表2.9-5に示す。ユーティリティー算出にあたっては以下の考え方に基づいた。

- ① 研究開発を行うために必要な雰囲気制御を行うためのアルゴン、アルゴン水素混合ガスは共通のユーティリティー施設から供給されるものとした。研究に必要な他の試薬等は消費量が小さいことが予想され、本施設で個別に準備することとする。
- ② 廃棄物処理のプロセスにて使用する蒸気、冷水および冷却水は、2次系（閉ループ）を使用する。2次系の蒸気、冷水および冷却水を製造するための設備（熱交換器等）は、廃棄物処理工程専用（本施設内）に設け、ユーティリティー施設から1次系の蒸気、冷水および冷却水を受け入れて、製造する。
- ③ 計装制御系の電源および放管設備の電源は、無停電電源とする。
- ④ 無停電電源系および排ガスブロー（建家換気系およびプロセスオフガス処理系）等の電源は、非常用電源系に接続する。一般のプロセス設備・機器の電源は常用負荷系とする。



#### 2.9.4 廃棄物処理・処理研究施設建屋の概要

本施設の配置計画図を図2.9-2～4に示す。配置の概要は以下の通りである。

##### (1) 建屋

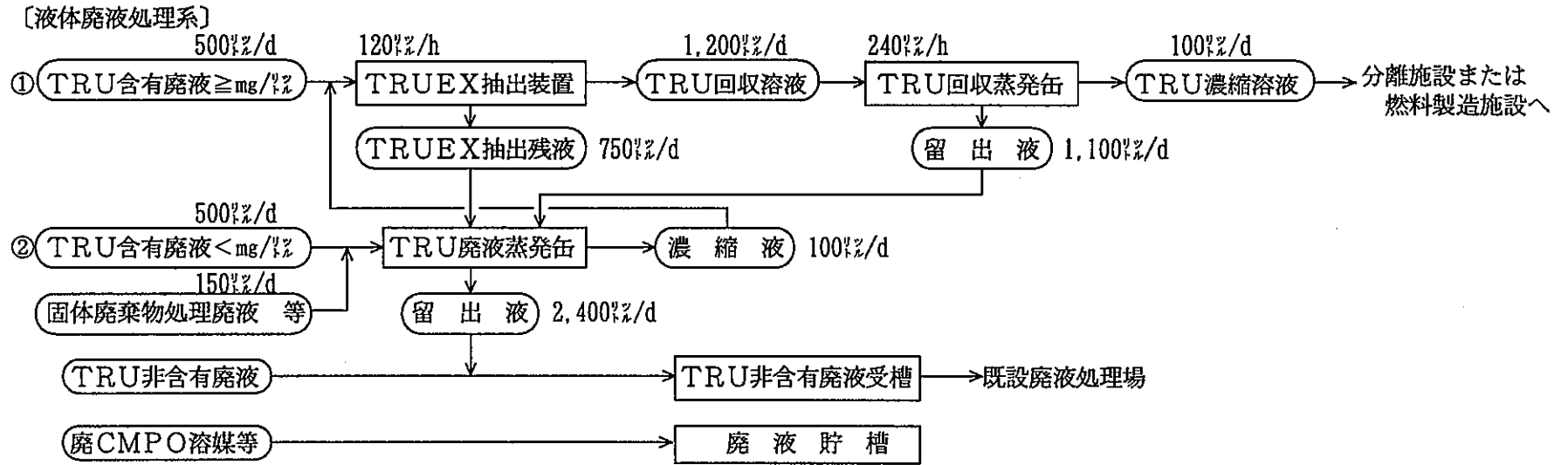
- ① 本施設は、地上2階、地下1階建て、平面縦方向28m、平面横方向51mであり、平面横方向で共同連絡通路に接続する。

##### (2) 配置・動線

- ① 研究開発を行うためのセル、グローブボックスは1階に設置する。研究員は1階の共同連絡通路を経由して本施設1階の研究、操作エリアにアクセスする。
- ② 研究装置あるいはサンプルの搬送に必要なクレーン室、除染、解体セル及び、操作のための監視エリアは2階に設置する。操作員は本施設の階段を利用し、1階よりアクセスする。
- ③ 廃棄物処理工程の内、セルに設置することが予想される蒸発缶及び、濃縮廃液貯槽は地下1階に設置する。

##### (3) 物流

- ① 各施設で発生する固体廃棄物は地下1階の共同連絡通路を経由して、本施設に受け入れ、エレベータにより2階に設置する固体廃棄物受入保管室で仮置する。その後2階に設置する固体廃棄物の仕分け、前処理室において必要な除染、解体を行った後、各固体廃棄物処理室に送る。
- ② 各施設の換気系の処理設備は地下1階に設置する。各施設からの排気は地下1階の共同連絡通路に設置するダクトを経由して収集される。



〔固体廃棄物処理系〕 (1/2)

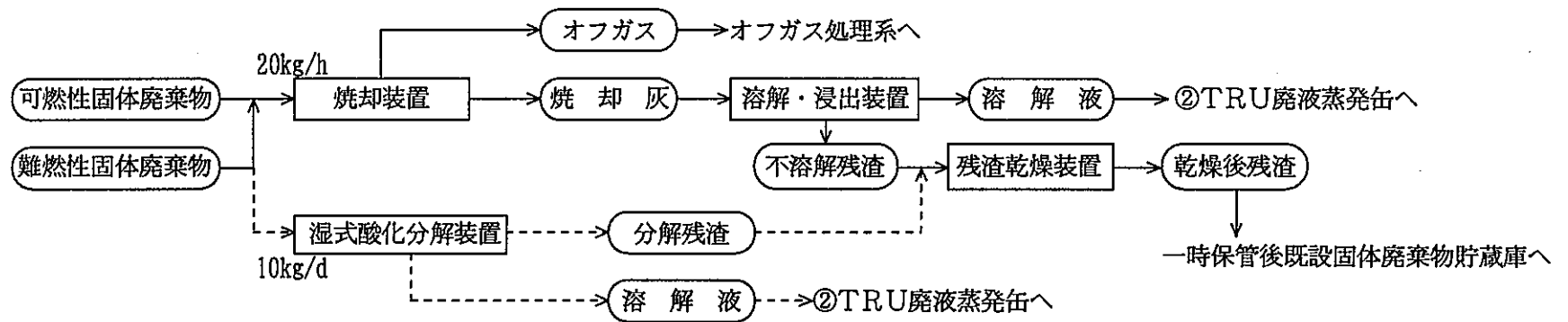
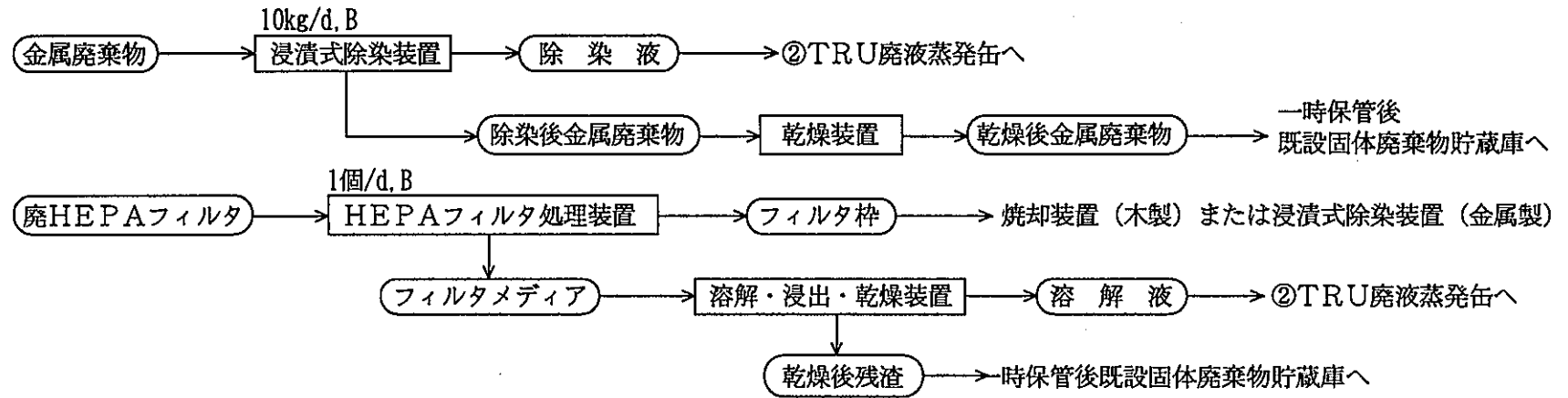


図2.9-1 (1/2) ARF廃棄物処理工程ブロックフロー [1/2]

〔固体廃棄物処理系〕 (2/2)



〔オフガス処理系〕

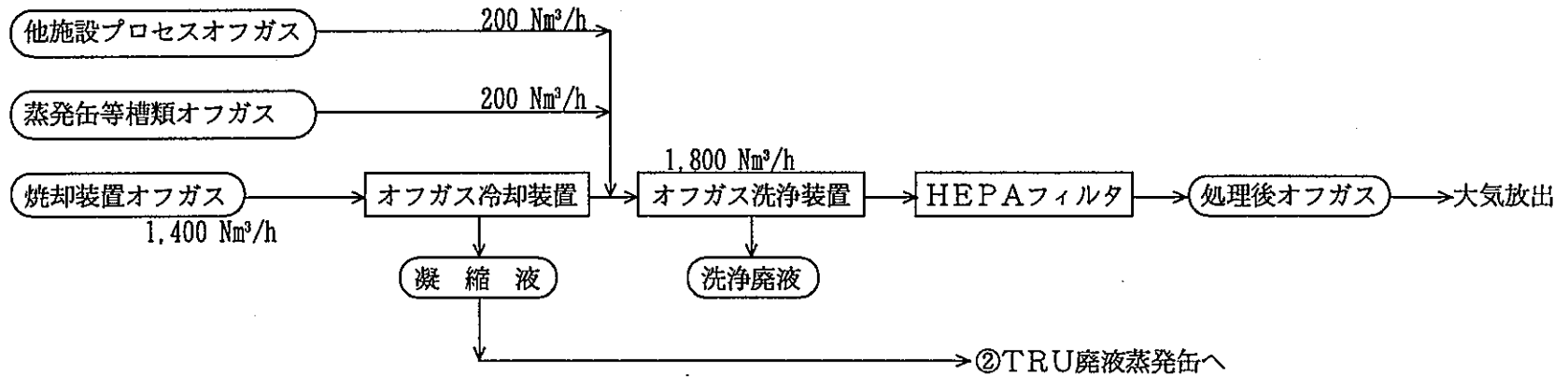


図2.9-1 (2/2) A R F 廃棄物処理工程ブロックフロー [2/2]

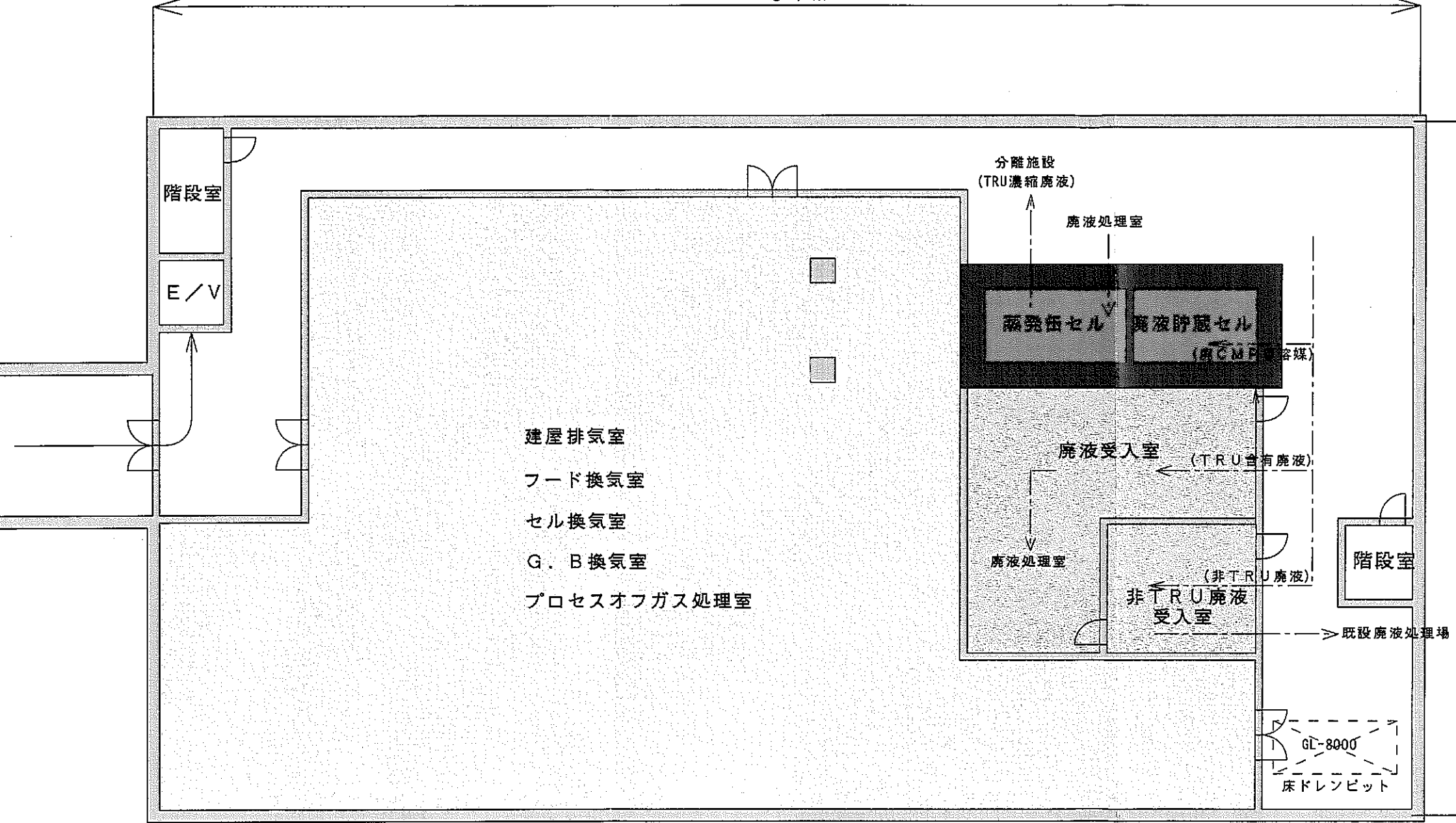
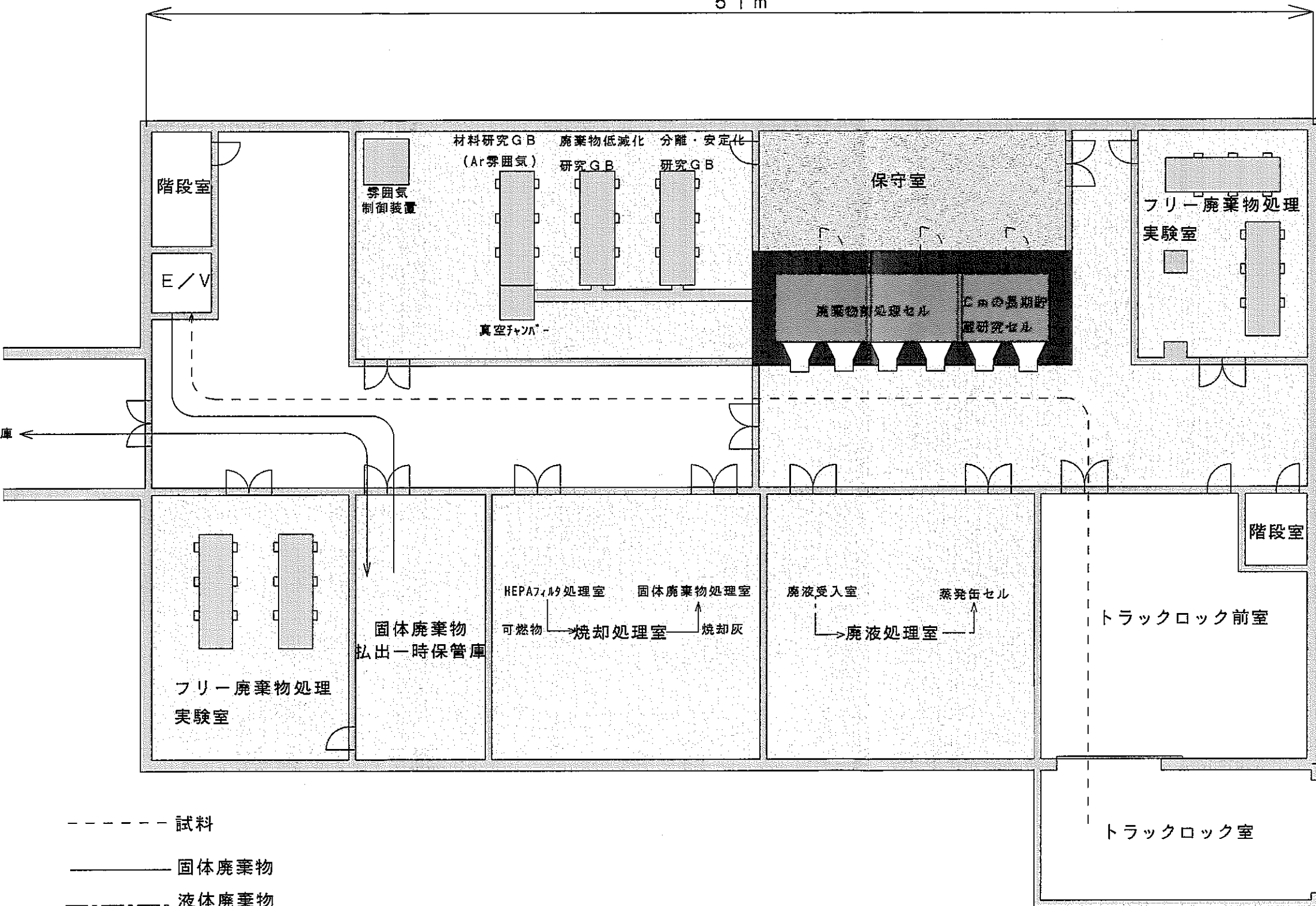


図 2.9-2 廃棄物処理・処理研究施設 建屋内配置計画図 (地下1階)

51 m



- 試料
- 固体廃棄物
- ..... 液体廃棄物

51 m

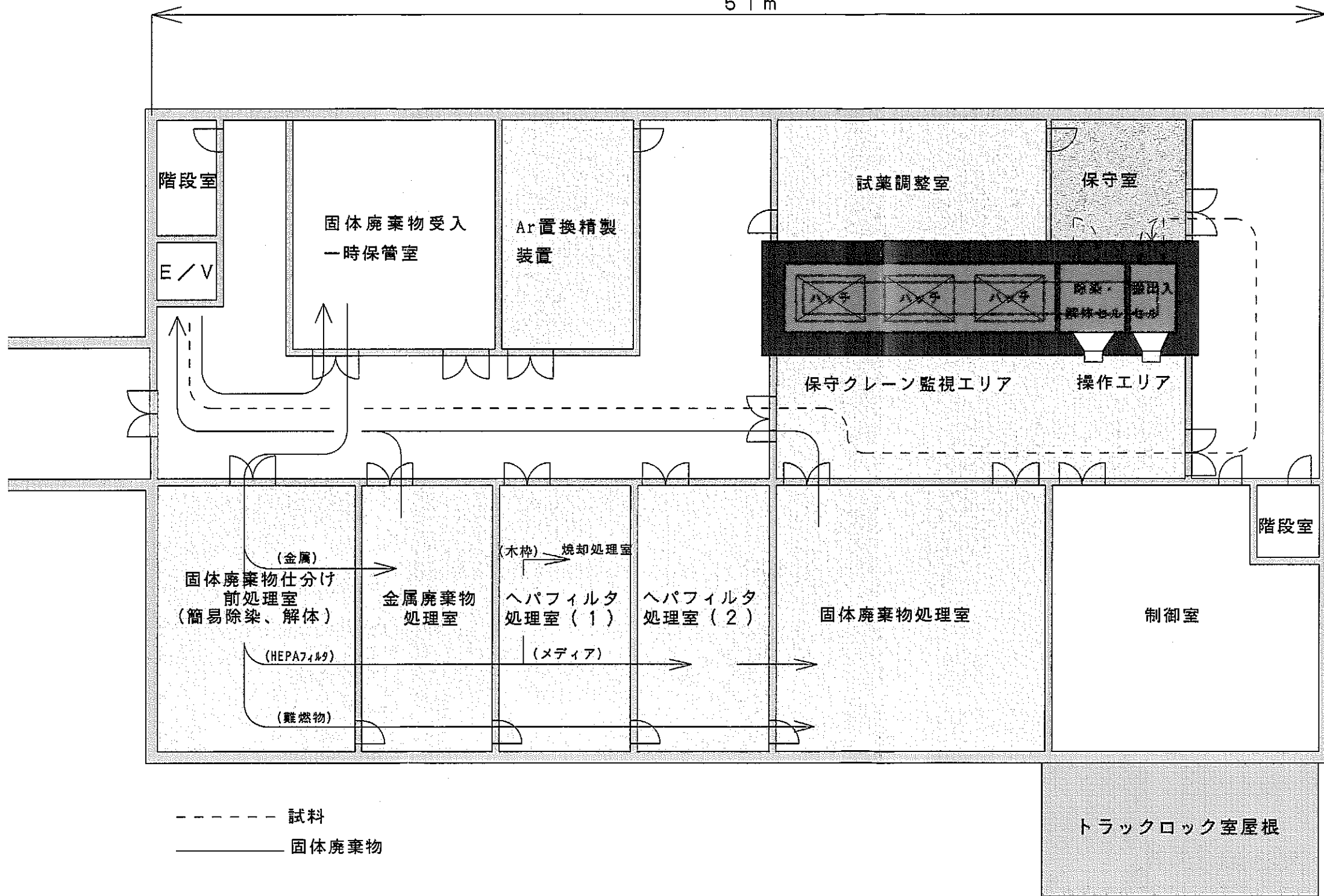


図 2.9-4 廃棄物処理・加処理研究施設 建屋内配置計画図 (2階)

表 2.9-1 廃棄物処理・処理研究施設 機器リスト (包蔵設備) 系統名称 処理研究設備

包蔵設備名称	基数	形 式	所要設置面積	特 記 事 項	設置場所
廃棄物前処理セル	1	メカニカルセル	約 4 m × 3 m	① 廃棄物研究行うためのサンプル加工、分析・測定を実施 ② 操作エリアよりマニプレーターにより操作 ③ サンプル加工装置を内蔵 ④ 遠隔保守を考慮 ⑤ 空気雰囲気	1 階
分離・分解・安定化研究セル	1	メカニカルセル	約 4 m × 3 m	① 廃棄物からのMAを分離し、安定化を研究する。 ② 操作エリアよりマニプレーターにより操作 ③ 電気炉、固定化反応槽を内蔵 ④ 遠隔保守を考慮 ⑤ 空気雰囲気、但し不活性ガスを供給可能とする。	1 階
Cm長期貯蔵研究セル	1	メカニカルセル	約 4 m × 3 m	① 分離したCmの長期貯蔵に適した安定化のための研究を実施 ② 操作エリアよりマニプレーターにより操作 ③ 固化装置、保管装置を内蔵 ④ 遠隔保守を考慮 ⑤ 空気雰囲気	1 階
分離・安定化研究 グローブボックス	1	弱負圧 グローブボックス	約 1.5 m × 5 m	① 廃棄物からのMA、長半減期核種を分離し、安定化を研究する。 ② C-14固化装置、微生物処理、培養装置を内蔵 ③ 廃棄物前処理セルとのサンプル移送を考慮 ④ 空気雰囲気	1 階
廃棄物低減化研究 グローブボックス	1	弱負圧 グローブボックス	約 1.5 m × 5 m	① 除染、分解により廃棄物量を低減化する研究を行う。 ② 除染装置、有機物分解を内蔵 ③ 廃棄物前処理セルとのサンプル移送を考慮 ④ 空気雰囲気	1 階
材料研究 グローブボックス	1	弱負圧 グローブボックス	約 1.5 m × 5 m	① 最終廃棄体の物性確認、プロセス機器用の材料開発 ② 電気炉、浸出試験装置、高温高圧装置を内蔵 ③ 廃棄物前処理セルとのサンプル移送を考慮 ④ 雰囲気制御 (アルゴン)	1 階
廃棄物処理 フリーグローブボックス	4	弱負圧 グローブボックス	約 1.5 m × 5 m	① 将来必要とされる廃棄物研究に供与 ② オフライングローブボックス ③ 空気雰囲気	1 階 フリー廃棄物処理 実験室

表 2.9-2 廃棄物処理・処理研究施設 機器リスト 系統名称 廃棄物処理工程（液体廃棄物処理系）

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-101	TRUEX抽出装置	1	遠心抽出器	約 210 m <sup>2</sup>	①TRU高含有廃液からTRU核種を抽出する。 ②抽出したTRU回収溶液はTRU回収蒸発缶へ送る。抽出残液はTRU廃液蒸発缶へ送る。 ③TRU抽出器、TRU逆抽出器、CMPO溶媒再生装置（以上遠心抽出器）、廃液受槽・供給槽等の槽類（計11基）およびポンプより構成する。	廃液処理室 （1階） および 廃液受入れ室 （地下1階）
E-111	TRU回収蒸発缶	1	カランドリア型	約 50 m <sup>2</sup>	①TRUEX抽出装置からのTRU回収溶液を蒸発・濃縮する。 ②蒸発缶濃縮液は分離施設等へ送る。留出液はTRU廃液蒸発缶へ送る。 ③蒸発缶、凝縮器、液受槽の槽類（計3基）およびポンプより構成する。	蒸発缶セル （地下1階） および 廃液受入れ室 （地下1階）
E-121	TRU廃液蒸発缶	1	カランドリア型	約 50 m <sup>2</sup>	①TRUEX抽出装置からの抽出残液、TRU回収蒸発缶からの留出液、TRU低含有廃液を蒸発・濃縮する。 ②蒸発缶尿宿駅はTRUEX抽出装置へ送る。留出液はTRU非含有廃液系へ送る。 ③蒸発缶、凝縮器、液受槽・供給槽の槽類（計4基）およびポンプより構成する。	蒸発缶セル （地下1階） および 廃液受入れ室 （地下1階）
V-131	TRU非含有廃液受槽	1	堅置円筒型	約 30 m <sup>2</sup>	①TRU廃液蒸発缶からの留出液等、TRU非含有廃液を受入れ、一時貯蔵後、既設の廃液処理場へ送る。 ②槽1基およびポンプより構成する。	非TRU廃液 受入れ室 （地下1階）
V-141	廃液貯槽	2	堅置円筒型	約 30 m <sup>2</sup>	①分離施設、液体廃棄物処理系等から発生する廃CMPO溶媒および廃油を貯蔵・保管（10年間）する。 ②槽2基（廃溶媒用、廃油用）より構成する。	廃液貯蔵セル （地下1階）



表 2.9-3(1/2) 廃棄物処理・処理研究施設 機器リスト

系統名称 廃棄物処理工程 (固体廃棄物処理系) (1/2)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-201	焼却装置	1	冷水ジャケット式	約 50 m <sup>2</sup>	①可燃性および難燃性固体廃棄物を焼却処理する。 ②焼却灰を溶解・浸出装置へ、焼却オフガスをオフガス処理系へ送る。 ③焼却炉、オフガスフィルタ、廃棄物供給装置および焼却灰取出装置より構成する。	焼却処理室 (1階)
X-211	溶解・浸出装置	1	堅置円筒型	約 30 m <sup>2</sup>	①焼却装置からの焼却灰を受入れ、硝酸等でTRU核種を溶解・浸出(バッチ処理)する。 ②溶解液はTRU廃液蒸発缶へ送る。不溶解残渣は残渣乾燥装置へ送る。 ③焼却灰受槽、焼却灰供給装置、焼却灰溶解槽(2基)、溶解液分離機、残渣取出装置、溶解液供給槽等の槽類(計3基)およびポンプより構成する。	固体廃棄物 処理室 (2階)
V-221	湿式酸化分解装置	1	堅置円筒型	約 30 m <sup>2</sup>	①難燃性固体廃棄物を受入れ、硝酸等で分解処理(バッチ処理)する。 ②溶解液はTRU廃液蒸発缶へ送る。分解残渣は残渣乾燥装置へ送る。 ③廃棄物供給装置、廃棄物細断装置、酸化分解槽(2基)溶解液分離機、残渣取出装置、分解液供給槽等の槽類(計3基)およびポンプより構成する。	固体廃棄物 処理室 (2階)
X-231	残渣乾燥装置	1	ロータルキルン式	約 50 m <sup>2</sup>	①溶解・浸出装置系および湿式酸化分解装置系から、不溶解残渣および分解残渣を受入れ、乾燥処理する。 ②乾燥後の残渣は貯蔵容器に充填し、既設固体廃棄物貯蔵庫へ送る。乾燥装置オフガスはオフガス処理系へ送る。 ③残渣受槽、残渣供給装置、残渣乾燥装置および残渣重点装置より構成する。	固体廃棄物 処理室 (2階)

表 2.9-3(2/2) 廃棄物処理・処理研究施設 機器リスト

系統名称 廃棄物処理工程(固体廃棄物処理系) (2/2)

機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
X-241	浸漬式除染装置	1	堅置角型、 超音波式	約 40 m <sup>2</sup>	<p>①金属廃棄物をバケツに入れて、除染液(硝酸等)に浸漬して除染する。</p> <p>②除染後の金属廃棄物は乾燥装置へ送る。除染液はTRU廃液蒸発缶へ送る。</p> <p>③廃棄物移動装置、浸漬式除染槽、廃棄物洗浄槽、除染液供給相当の槽類(計3基)お呼びポンプより構成する。</p>	金属廃棄物 処理室 (2階)
X-242	乾燥装置	1	角型電気加熱式	約 40 m <sup>2</sup>	<p>①除染後の金属廃棄物を乾燥する。</p> <p>②乾燥後の金属廃棄物は容器に充填し、既設の固体廃棄物貯蔵庫へ送る。乾燥装置オフガスはオフガス処理系へ送る。</p> <p>③金属廃棄物乾燥装置より構成する。</p>	金属廃棄物 処理室 (2階)
X-251	HEPAフィルタ処理装置	1	油圧プレス式	約 70 m <sup>2</sup>	<p>①廃HEPAフィルタのメディア部を打抜き、破碎する。また、メディア打抜き後のフィルタ枠を切断する。</p> <p>②破碎後のフィルタメディアは、溶解・浸出・乾燥装置へ送る。切断後の枠は、焼却装置(木枠)または浸漬除染装置(金属枠)へ送る。</p> <p>③フィルタ供給装置、メディア打抜き装置、フィルタ枠切断装置およびメディア破碎装置より構成する。</p>	HEPA フィルタ 処理室(1) (2階)
X-252	溶解・浸出・乾燥装置	1	堅置円筒型	約 70 m <sup>2</sup>	<p>①破碎後のフィルタメディアを、溶解液(硝酸等)に浸漬して、TRU核種等を溶解する。また、溶解残渣(破碎後フィルタメディア)を乾燥する。</p> <p>②TRU核種を溶解した溶解液はTRU廃液蒸発缶へ送る。乾燥後の残渣(破碎後フィルタメディア)は貯蔵容器に充填し、既設固体廃棄物貯蔵庫へ送る。</p> <p>③メディア溶解槽、溶解液分離機、残渣取出装置、残渣受槽、残渣供給装置、残渣乾燥装置、残渣重点装置、溶解液供給槽等の槽類(計3基)およびポンプより構成する。</p>	HEPA フィルタ 処理室(2) (2階)

表 2.9-4 廃棄物処理・処理研究施設 機器リスト 系統名称 廃棄物処理工程 (オフガス処理系)

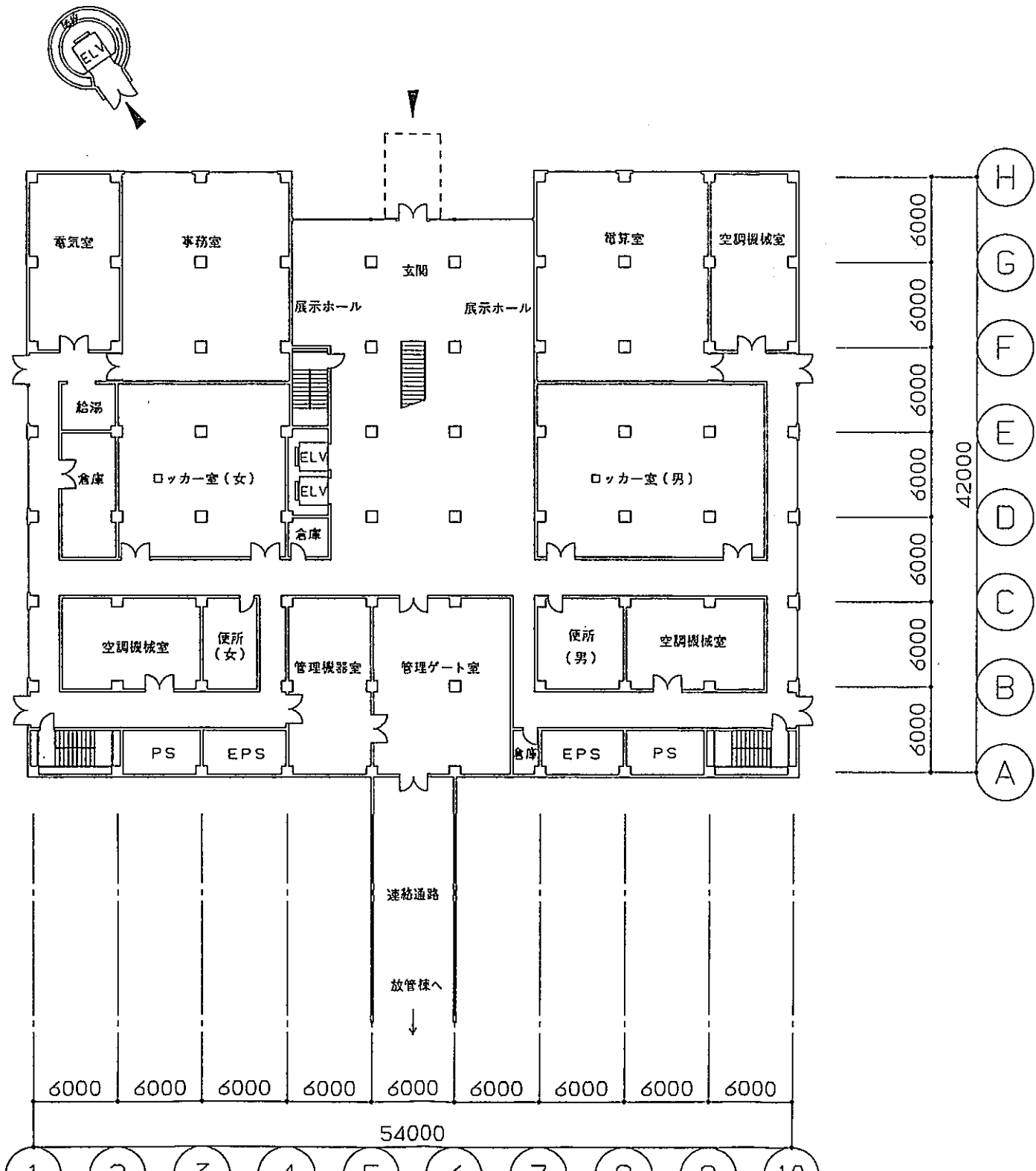
機器番号	機器名称	基数	形式	所要設置面積	特記事項	設置場所
H-301	オフガス冷却装置	1	多管式	約 30 m <sup>2</sup>	①焼却炉オフガスを冷却する。 ②冷却後のオフガスおよび凝縮液はオフガス洗浄装置へ送る。	プロセスオフガス 処理室 (地下1階)
T-302	オフガス洗浄装置	1	充填塔式		①冷却後の焼却炉オフガスとその他のプロセスオフガスとを合流し、洗浄液(希硝酸等)にて洗浄する。 ②洗浄後のオフガスはHEPAフィルタに送る。洗浄廃液はTRU廃液蒸発缶へ送る。 ③オフガス洗浄装置、洗浄液供給槽、洗浄廃液受槽およびポンプより構成する。	
F-303	HEPAフィルタ	1	バンク型		①洗浄後のオフガスを、冷却・加熱後、濾過する。 ②処理後のオフガスは大気へ放出する。 ③オフガス冷却器、オフガス過熱期、HEPAフィルタ(2系列)および排気ブロアより構成する。	

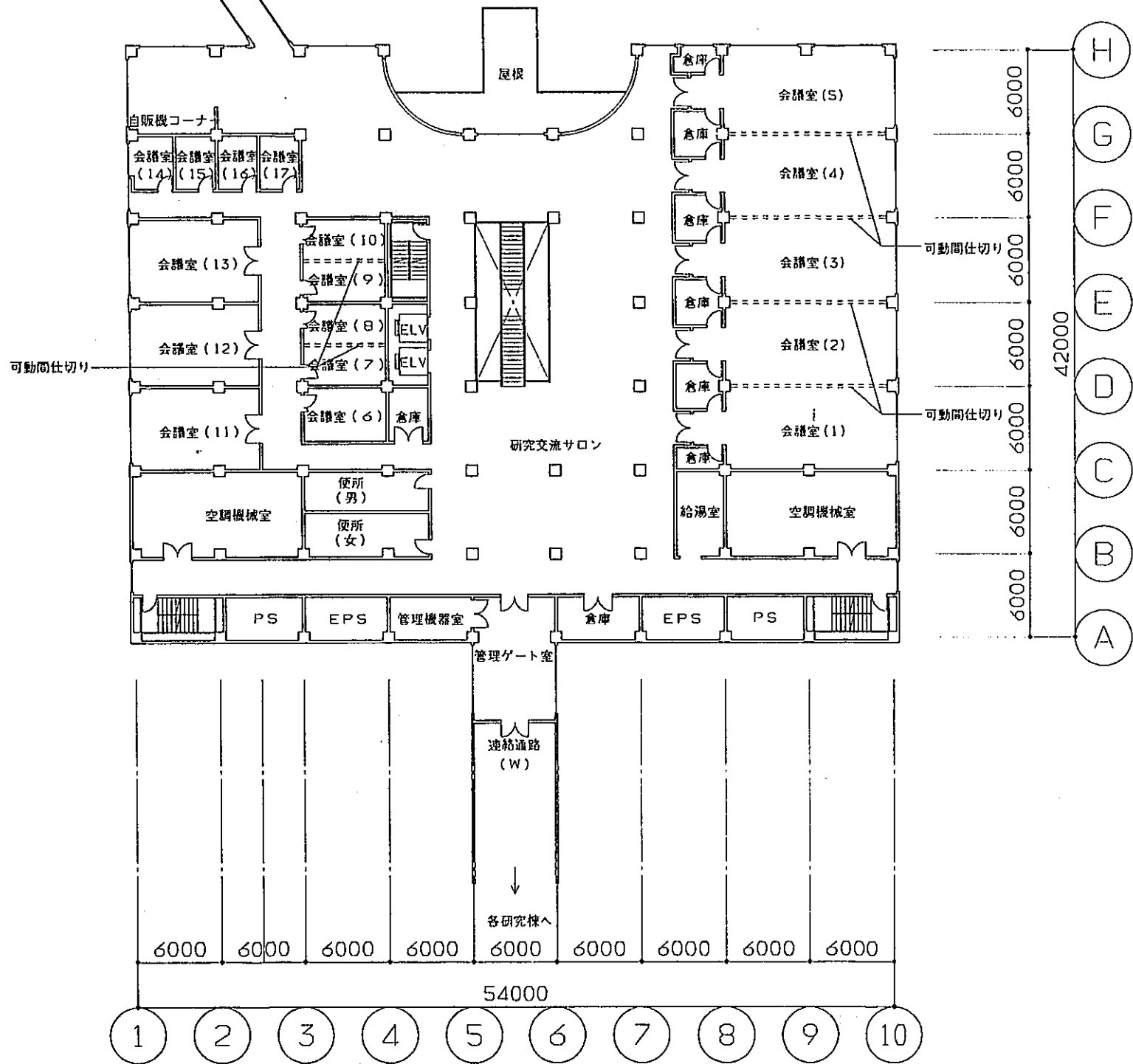
表 2.9-5 廃棄物処理・処理研究施設 ユーティリティリスト

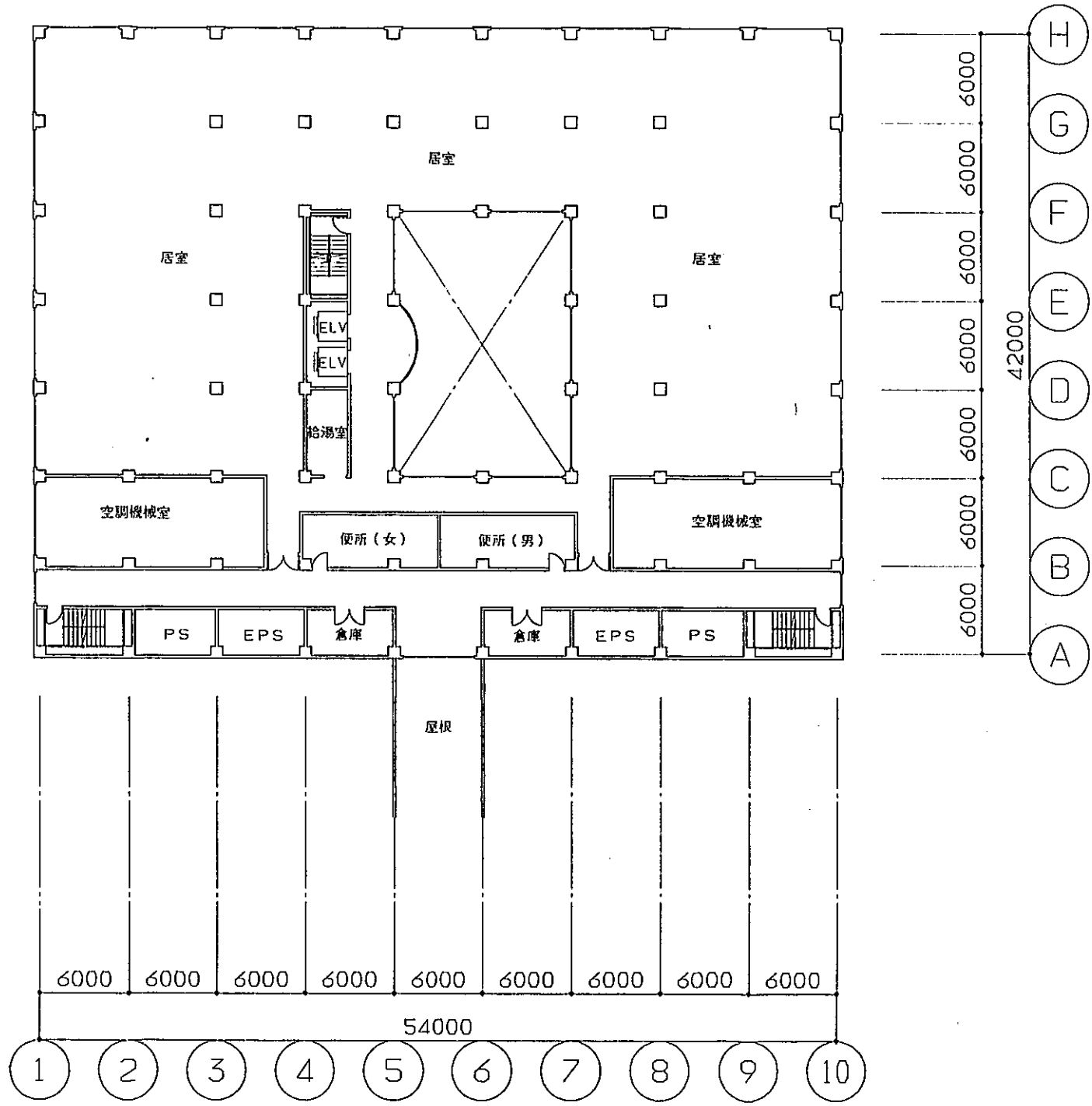
ユーティリティの種類	供給条件	消費量	供給の目的	備考
アルゴンガス	3.0kg/cm <sup>2</sup> G	1.0 m <sup>3</sup> /h	雰囲気制御グローブボックス用	消費量は循環風量の約 0.5% とした
アルゴン水素混合ガス	3.0kg/cm <sup>2</sup> G	1.0 m <sup>3</sup> /h	触媒再生用	消費量は循環風量の約 0.5% とした
2次蒸気	3.0kg/cm <sup>2</sup> G	1,000 kg/h	蒸発缶加熱用	T R U回収蒸発缶およびT R U廃液蒸発缶
2次冷水	10~15℃ 3.0kg/cm <sup>2</sup> G	3.0 m <sup>3</sup> /h	オフガス除湿冷却用	オフガス冷却器、出入り温度差：5℃運転
2次冷却水	夏期 40~45℃ 3.0kg/cm <sup>2</sup> G	135 m <sup>3</sup> /h	蒸発缶凝縮器および焼却炉オフガス冷却装置冷却用	T R U回収凝縮器およびT R U廃液凝縮器、オフガス冷却装置、出入り温度差：5℃運転
工業用水				
圧縮空気	7.0kg/cm <sup>2</sup> G	50 m <sup>3</sup> /h	廃棄物処理工程全体の計装制御用	
電気	200V	130 kW (内 15kW 非常用)	ポンプ、ブローア、電気加熱器等の動力	ポンプ、遠心抽出器、乾燥装置、固体廃棄物搬送機械類、オフガス加熱器、ブローア等
電気	100V	20 kVA	廃棄物処理工程全体の計装制御電源	無停電電源
1次蒸気	5.0kg/cm <sup>2</sup> G	1,100 kg/h	2次蒸気製造用	
1次冷水	5~10℃	4.0 m <sup>3</sup> /h	2次冷水製造用	
1次冷却水	夏期 max 35℃	150 m <sup>3</sup> /h	2次冷却水製造用	

## 2.10 管理棟、附属施設棟、ユーティリティ棟

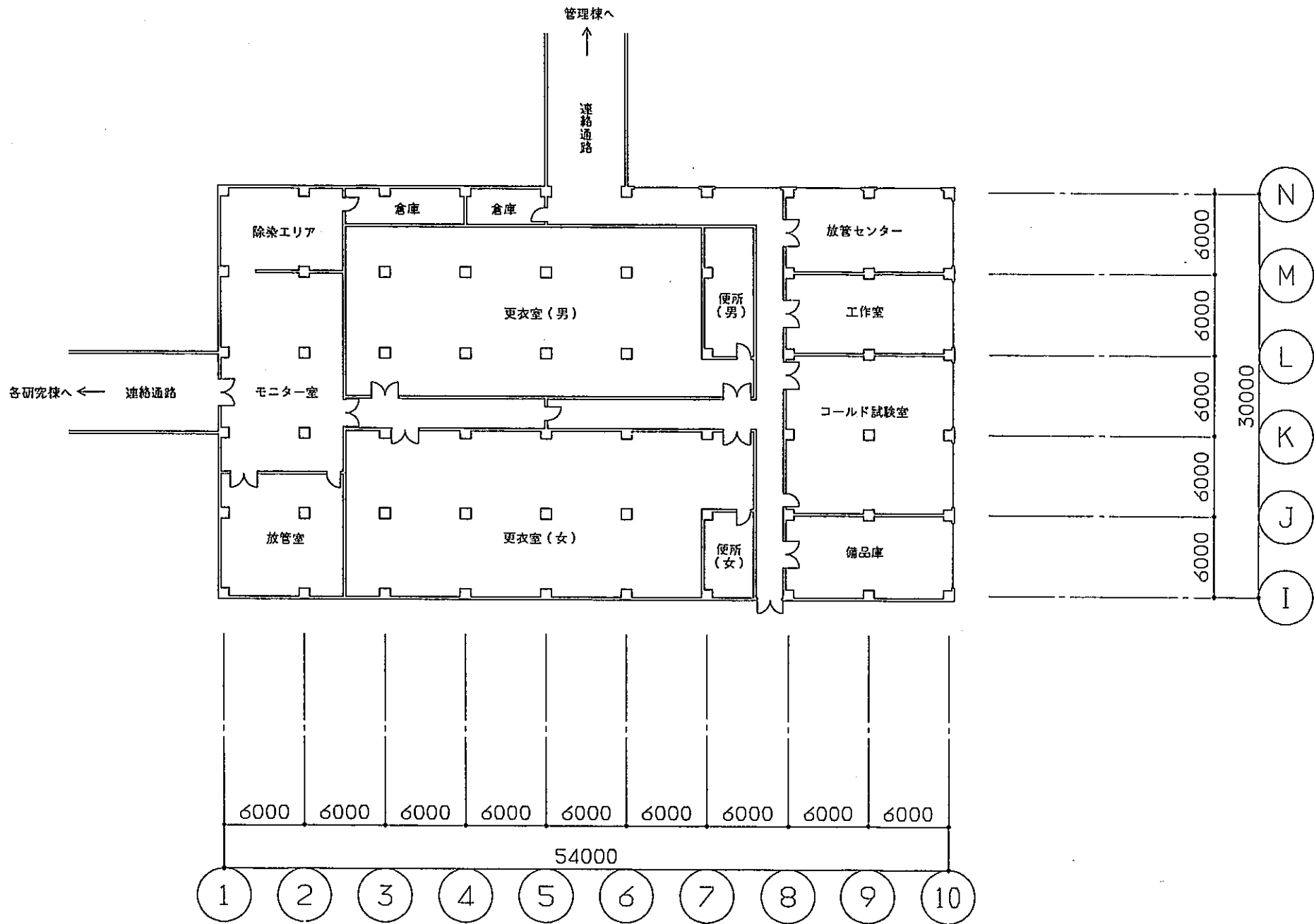
2.3.1 の施設設計概念コンセプトで述べたとおり、施設全体の管理を容易にするため、管理棟、附属施設棟、ユーティリティ棟を集約して設置する。これら施設の平面図を図2.10-1～5に示す。

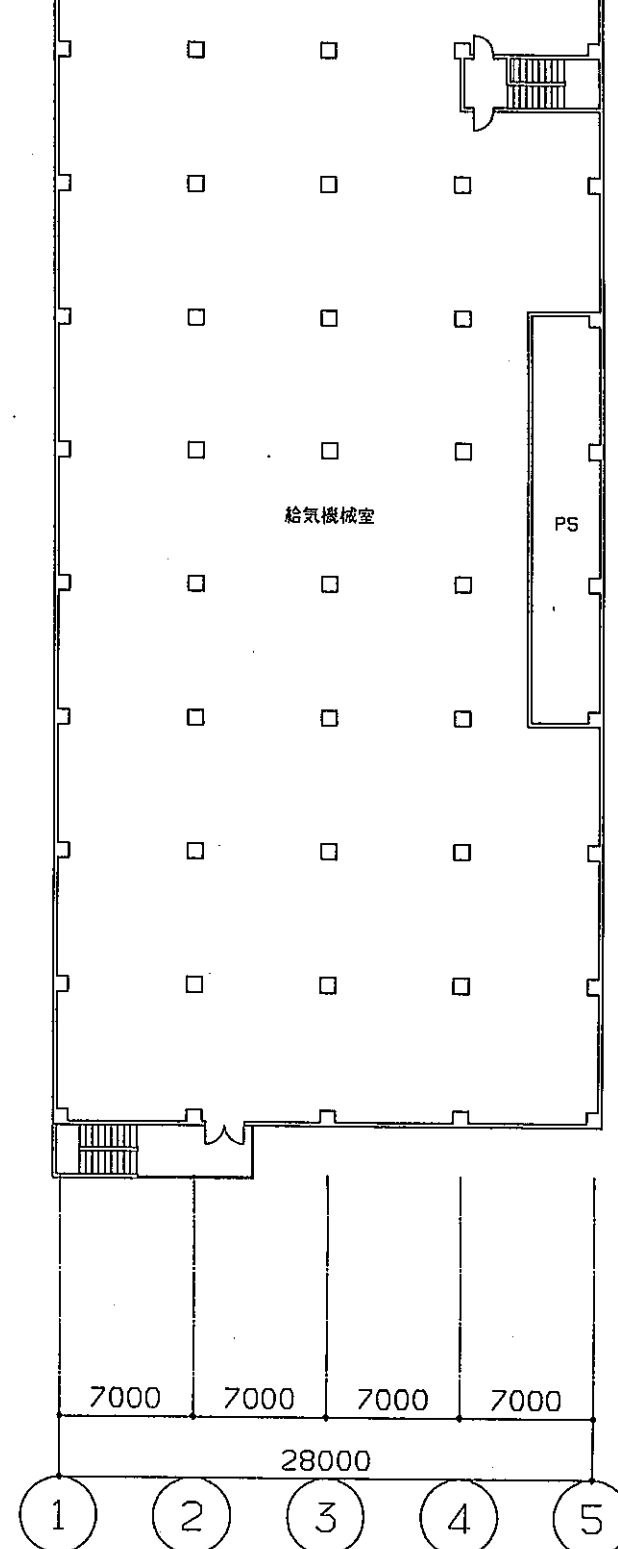
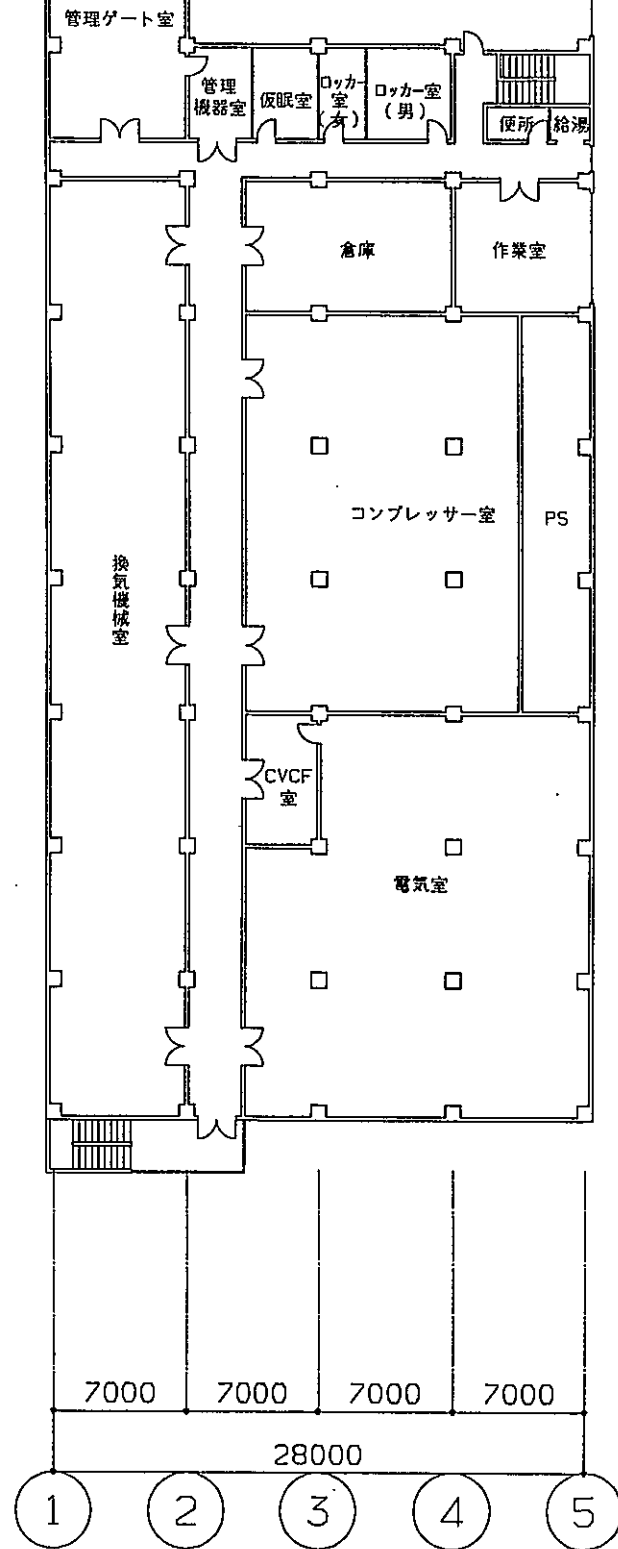
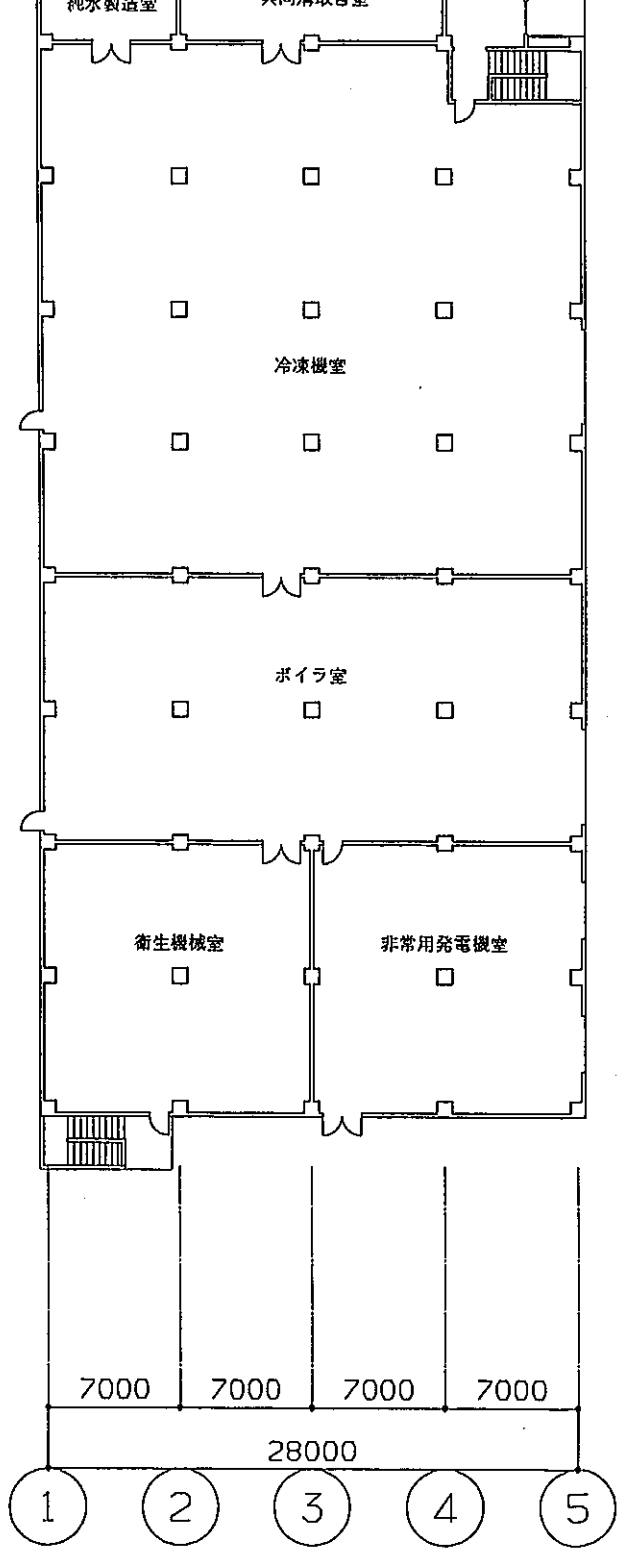












### 3. 技術調査（新ホット施設に対する意見）

#### 3.1 目的及び調査方法

##### 3.1.1 目的

事業団において、原子力開発の新しい展開としてアクチニドリサイクルの研究が既存施設の積極的活用により立ち上げつつある。一方、新しいホット研究開発の場として「アクチニドリサイクル研究施設」の建設が計画されている。本施設の設計に先立ち、施設に必要とされる技術的な要件の具体化や施設概念を構築する必要があるため、新しいホット研究施設の在り方等について、事業団外部の有識者の意見を求めることによる調査を行う。

##### 3.1.2 調査方法

上記の新ホット施設の概念検討を進めるに当たり、大学及び産業界のホット施設に関する有識者のご意見を伺うため、「アクチニドリサイクル研究施設（仮称）概念検討委員会」を組織して、委員会形式により調査を行った。

###### (1) 委員会の構成

委員会委員は、大学及び産業界で活躍中でホット施設に造詣の深い有識者を9名選任して、協力をお願いした。委員会は、説明を担当する動燃の関係者、事務局及び概念検討の支援を担当した協力企業のオブザーバーで構成し、表3.1-1に示す。

###### (2) 委員会開催時期

「アクチニドリサイクル研究施設（仮称）概念検討委員会」は概念検討の期間が短いこともあり、次の2回開催した。委員会の主な議題を示す。

###### (i) 第1回アクチニドリサイクル研究施設（仮称）概念検討委員会

・日時； 平成7年3月13日（月）13:30～17:00

・場所； 三会堂ビル2階A会議室

・議題；

- ① 先進的核燃料リサイクル技術の開発
- ② PNC既存施設の現状
- ③ 新ホット研究施設の役割
- ④ 新ホット研究施設建設に向けて（注目点）
- ⑤ 新ホット研究施設の概念

表3.1-1 アクチニドリサイクル研究施設（仮称）概念検討委員会構成  
出席者リスト（敬称略、順不同）

委員；	古屋廣高	九州大学工学部応用原子工学教室教授
	森山裕文②	京都大学原子炉実験所ホットラボ設備研究部門教授
	三頭聡明	東北大学金研付属材料試験炉利用施設助教授
	戸叶一正	金属材料技術研究所第1研究グループ総合研究管
	田仲川一	三菱マテリアル(株)原子力事業センター原子力技術部長
	井上和誠	日揮(株)原子力・環境・エネルギー事業本部燃料サイクルプロジェクト部長
	田中忠三郎	住友金属鉱山(株)エネルギー・環境事業部事業室長
	有田克彦	石川島播磨重工業(株)原子力事業部原燃プロジェクト部長
	川田俊行	日本核燃料開発(株)常務取締役
動燃；	山名 元	東海事業所技術開発推進部アクチニドグループ担当役
	遠藤秀男	東海事業所技術開発推進部アクチニドグループ主査
	藤田雄二②	東海事業所再処理技術開発部プラント設計開発室主査
	小山智造②	東海事業所再処理技術開発部プラント設計開発室主査
	駒 義和	東海事業所再処理技術開発部アクチニドプロセス分析開発室研究員
	関 正之②	東海事業所核燃料技術開発部プルトニウム燃料開発室主査
	木原義之①	東海事業所核燃料技術開発部転換技術開発室主査
	川瀬啓一①	東海事業所核燃料技術開発部転換技術開発室研究員
	佐藤宗一②	東海事業所再処理工場工務部分析課副主任研究員
	両角勝文①	大洗工学センター燃料材料開発部照射燃料試験室主査
事務局；	山崎 純①	(株)パスコ専務取締役
	湯本鏡三	(株)パスコ東海事業所長
	関 貞雄	(株)パスコ顧問
アドバイザー；	加藤 敬	日揮(株)原子力・環境・エネルギー事業本部燃料サイクルプロジェクト部次長
	大場一鋭	三菱マテリアル(株)地球環境・エネルギー事業本部企画部
	桐原英秋①	(株)日建設計東京本社設計部長
	加藤 岳②	(株)日建設計東京本社設計部

注：①は第1回のみ出席、②は第2回のみ出席。

(ii) 第2回アクチニドリサイクル研究施設（仮称）概念検討委員会

・日時； 平成7年5月9日（火）13:30～17:00

・場所； 於日本自転車会館9階第1会議室

・議題；

①前回委員会宿題回答（新ホット研究施設の必要性／MAマズバランス評価

②新ホット研究施設構想

③新ホット研究施設の研究内容と施設設計構想（意見集約）

なお、委員からの意見は、次のような観点から頂くことにした。

① 新ホット施設に期待する研究内容について

a. 基礎研究充実の必要性からの視点

b. 原子力技術高度化からの視点

② 新ホット施設設計の基本的考え方について

（ホット施設設計・運転の経験から）

### 3.2 調査結果

「アクチニドリサイクル研究施設（仮称）概念検討委員会」は、2回で少ないものであったが、活発な質疑が行われた。その詳細な議事録は付録-1に添付するが、委員から出された主要な意見及び要望は以下のように集約される。

総論として、このような研究施設は我が国で何か所も設置できることはないので、オールジャパンを考えて、MAの研究等は基礎研究といえども、全ての面で充実した施設・設備で行うことが望ましく、このような事業団の企画に大いに期待している。願わくは国内のみならず国外からの計画及び運営面での参画を考慮して欲しいなどの要望が出された。

#### 3.2.1 施設設計構想コンセプト

(1) 新ホット施設への要望

- ・研究のフレキシビリティを充実させること。
- ・大学などの他研究機関へのMA試料供給機能を充実させること。
- ・PNCの情報を出来るだけ公開されることを希望する。
- ・MAリサイクル研究開発に係わる新たな法規制の検討も研究テーマになる。

(2) 新ホット施設設計の考え方

- ・燃料製造等の実用的なラインと開発のための基礎研究ラインは明確に分離すべきと

考える。

- セル分割の考え方として、遠隔総合セル方式の採用による建屋規模の縮小と物流動線の単純化を図ることを提案したい。この場合、汚染管理、安全管理、計量管理上の制約等を十分考慮し妥当な分割単位と保守方式（遠隔／直接）の選定が必要である。
- 実用化の観点から、新規性はあっても未実証な技術よりも、一般工業界で実績のある技術をベースにすることが望ましい。
- ホットセルは内部の研究装置の入れかえが多くなると考えられる。その対策として①装置を交換しやすい構造、②除染しやすいセル、③セ内が物置とならないための対策、④交換したものができるだけ廃棄物にならないようにするための対策、⑤実験しやすい、ことを考慮して設計する必要がある。
- 換排気系は、ユーティリティ棟に集中させること。
- 換排気風量は、総合セル方式、ローフローベンチレーション方式の採用により極力少なくしたい。
- 全研究施設に、セルなどに廃棄物払い出し口を設け、さらに廃棄物仮置き場を設置する。
- 分析施設、ユーティリティ等の施設集約によるメリットとデメリットを整理しておく必要がある。施設集約は一箇所の故障等で全施設が停止することも考えられる。
- 各研究施設の建屋を分離する積極的な根拠があるのか、外壁量、ユーティリティ配管量の増加等、コストアップ要因にならないかの検討が必要である。

### 3.2.2 MAファクトリー

#### (1) 施設に期待する研究等

- Cmについて、リサイクルあるいは利用開発の基礎研究が必要である。
- 窒化物燃料用N<sup>15</sup>の供給及び回収リサイクル系の技術開発が必要である。

#### (2) 施設設計の考え方

- 回収Am、Cmの同位体分離機能の追加として、マスセパレータの設置、金属還元設備（雰囲気制御G.Box)の設置、製品詰め替え用G.Boxの設置を考慮すること。
- フリーラボセルとして、小規模なセルを複数個設け、将来の増設に向けて空きスペースを設けること。
- 廃棄物払い出し設備として、保守セル等から廃棄物が出せる機能とする。

- ・グリーン／アンバーを動線を考慮した区域設定を明らかにすること。
- ・保守セルにおいて、コンタクト保守もできるように配慮すること。
- ・湿式分離によりHAW から回収する場合において、HAW には切断切粉の微粉末、ファイン、ステンレスの粒界腐食による粉末が含まれている。スラッジから回収する場合にはこのことをよく考慮して対応すること。特に、強力に溶解しようとするときステンレスの粉末は溶解してNi、Cr、Feが多く溶解するため、分離作業の障害となる可能性が高い。
- ・模擬溶解液を使用の場合において、これらの技術は1950年代に色々な技術が検討されておりReactor Handbook (II) に集大成されている。1950年代の技術では対応できなかったために切り捨てられた技術であっても、現代の技術では対応可能なものになっているものもある。即ち、耐食性材料、高温高圧技術、コンピュータコントロール等の観点で見直して、もっと範囲を広げた調査をした上で試験内容の絞り込みをするとよい。
- ・An/Ln分離技術開発及びAm、Cmの供給において、いきなりホットの供給設備に行くには少し無理がある。CPFでベンチスケールテストを行った後、ホットのパイロット規模の供給装置を作るステップが必要である。ベンチスケールのテスト用のセルとパイロットスケールの供給用のセルは別にした方がよい。

### 3.2.3 燃料製造研究施設

#### (1) 施設に期待する研究等

- ・燃料製造試験では、顆粒に縛られずに、微粉末原料にも対応できるようにする。

#### (2) 施設設計の考え方

- ・微粉末ルートの製造試験にも対応できるように、U/Pu/Np系燃料製造ラインに、共沈設備、ボールミル、造粒設備を設ける。
- ・U/Pu/Np系燃料製造ライン、Am系燃料製造ライン共に、原料受け入れ場所と製品払い出し場所をトラックロック側にする。
- ・U/Pu/Np系燃料製造ライン、Am系燃料製造ライン共に、試験設備を入れ替えて、ゲル化法などに代わる新しいプロセス開発にも対応可能にすることを配慮する。
- ・技術開発室はフリー製造試験室とする。
- ・製品一時貯蔵庫を設ける。
- ・新しい燃料製造技術開発について、目的はアクチニドのリサイクルであるので燃料

としては後で解体、溶解しやすいという点も開発の1項目として入れた方がよい。

- ・燃料の挙動評価と物性測定について、Pu及びマイナーアクチニドの崩壊による物質の変化は再処理をしてから燃料製造、使用時の時間的なファクターによる変化がある。時間が長い場合にはこれも見直す必要がある。燃料サイクル全体のシナリオが必要となる。
- ・TRU入り燃料の除熱を考慮する必要がある。

### 3.2.4 燃料物性研究施設

#### (1) 施設に期待する研究等

- ・物性研究では、核燃料や現在の燃料概念に縛られずに、幅広く各種材料の研究にも対応できるようにする。
- ・新しい形態の燃料製造に絡むアクチニド化合物、金属等の材料プロセスに関する基礎研究。

#### (2) 施設設計の考え方

- ・サンプル調整室において、サンプル受入れは各研究施設（乾式リサイクル試験設備を除く）からとして、分析施設と同様な共通施設的な位置づけを持たせる。外から粉末または溶液の受入れを可能にする。
- ・サンプル調整室には、サンプル焼結炉、サンプル封入溶接機、アーク溶接機（金属サンプル調整用）、金属単結晶作製装置等を設けること。
- ・サンプル調整室には、重しゃへいG.Boxを増やし、設備を分散させる。また、将来の設備新設の含みを持たせ、部屋に空きスペースを設ける。
- ・Na雰囲気燃料加熱装置を一つの部屋に設置する。
- ・磁性物性測定室に電気抵抗測定装置、磁化率測定装置を設ける。
- ・各測定室は包蔵設備間に余裕を持たせて、部屋面積を広くする。
- ・将来の装置追加が可能なように、空き部屋を設ける。
- ・磁性超伝導体あるいはヘビーフェルミオンに関連したアクチニドを含む合金、化合物の物性研究に関して、簡単な溶解装置（アーク炉、高周波炉等）及び簡単な加工装置（圧延機、線引き等）の設備があるとよい。
- ・解析・評価装置として、抵抗測定、ホール効果測定、SQUID、VSM等の磁化測定機器等を備えるとよい。



### 3.2.5 乾式リサイクル試験施設

#### (1) 施設に期待する研究等

- ・乾式リサイクル研究では、試験プロセスを固定せずあらゆるプロセスの研究に対応できるように、自由度を持たせる。
- ・乾式設備材質のR & D（耐食性基礎研究、フッ化物素材料の研究）が必要である。
- ・ $^{14}\text{N}$ 、 $^{14}\text{C}$ の分離除去法について研究が必要である。
- ・乾式の基礎研究としてはBiを用いたTRU/Lnの分離も可能性がある。
- ・乾式分離に関して、酸化物の他に窒化物も出発物質としてつけ加えるてはどうか。
- ・乾式分離マテリアルハンドリングプロセスの確立は、プロセスを完成させる上で重要なので工学試験が必要である。

#### (2) 施設設計の考え方

- ・固体廃棄物の低減のためのサンプリングジャックの除染、再使用や気送システムの自動化等の高度化を提案したい。
- ・熔融塩及び熔融金属を使用した分離技術はBER（II）ように熔融塩を使用した高速炉の再処理に最適な技術であり、酸化物燃料を使用する高速炉の再処理にはコスト的に合わない技術である。また、DFを小さく回収率を大きく取りたい。今回のアクチニドリサイクルには不向きな技術と思う。これを乾式再処理のメイン技術にもってくるのはどうかと思う。Reactor Handbook（II）に戻ってメインにもってくる技術の見直しをされた方が良い。酸化還元、フッ化物揮発法、塩化物揮発法、窒化還元、硫化還元、炭化還元等。
- ・高温冶金に類する設備の冷却方法（通常運転時、異常時）及び不活性ガス精製設備のメンテナンス方法（放射性廃棄物取扱）について設備上の留意が必要である。
- ・腐食性の強い流体で取扱うため材料の選定には十分配慮する必要がある。

### 3.2.6 分析施設

#### (1) 施設に期待する研究等

#### (2) 施設設計の考え方

- ・セル、G. Box の荷重を考慮した設備配置とする。
- ・汚染拡散防止を念頭に置いて、廊下、部屋の仕切りを設定する。
- ・通常のフード、実験台、試薬、物品庫等最低限必要な機能を備えた一般的な化学実験室を複数設置する。

- ・必要が生じた時に分析設備を入れ替えて分析ができるフリー分析試験室を設ける。
- ・保障措置用分析室は、Pu取り扱い量にもよるが、既存施設の共用を考えてもよい。

### 3.2.7 廃棄物処理・処理研究施設

#### (1) 施設に期待する研究等

- ・研究段階であり処分をにらんだ廃棄物処理を研究テーマとして欲しい。
- ・プロセス廃棄物のリサイクルは勿論、デコミ廃棄物のリサイクルも含めてリサイクル、再利用の研究が必要である。

#### (2) 施設設計の考え方

- ・研究施設全体の稼働率、つまり研究遂行の柔軟性を決定する重要な施設であり、他の研究施設において研究設備・機器のリプレースがいつでも行えるようなバックアップ体制を整えること。
- ・各研究棟からの固体廃棄物（主に使用済み試験装置）の解体エリアを設けること。
- ・廃棄物（特に固体廃棄物）の物流を考慮して、処理設備・研究設備等のレイアウトを検討すること。
- ・廃棄物の処理プロセスの流れを考慮した処理設備のレイアウトを検討すること。
- ・管理区域（ホワイト、グリーン、アンバー、レッド）の設定・汚染拡大防止を考慮したレイアウトを検討すること。
- ・廃溶媒処理のソルトフリー化も必要と考える。
- ・廃液中のTRUについては、抽出クロマト方式等による回収も考えられる。
- ・今回の主張としてマイナーアクチニドをとることにより高レベル廃棄物の減衰が早くなることを謳文句としているため、自らの廃棄物を同じようにする必要がある。特にファイルからPuを抜くことは非常に困難であり、これをどうするかが今後の課題となる。
- ・研究開発のホットラボからは工場と違って色々な種類の廃棄物がでてくるため、廃棄物処理としては色々なケースに対応できるようにしておく必要がある。特に分析廃液の取扱いに注意する必要がある。
- ・各試験から発生する廃棄物の一元管理を計ると共に、発生量低減の為、除染手段を確保することも検討されたい。また、二次廃液処理は再処理工場等の既存施設の利用も考えられる。
- ・廃棄物低減を設計思想に入れて、使用設備も可能な限り修理、リサイクルを考える

こと（修理、保全用のワークショップ充実）。本施設の運転上のキーワードの1つに“リサイクル”を入れて欲しい。

- ・乾式分離に使用する塩やガス（ $\text{Cl}_2$ 、 $\text{N}_2$  等）の精製、貯蔵を考慮すべきである。
- ・廃棄物の中間貯蔵、最終処理・保管施設の検討が必要である。
- ・廃ガス処理設備の充実（安全確保）が重要である。

## あ と が き

アクチニドリサイクル研究施設の概念設計に先立ち、施設全体の構成、規模、配置、各施設毎の試験研究内容、試験設備等についての全容を把握するため概念検討を行った。

施設に対する研究者側の要求、有識者の意見を実現するための具体的な設備、施設の基本設計までに確立しておくべき技術的要件の抽出・検討等はまだ不十分であり、ようやく緒についたという段階である。

新しい、又は強調したい理念も加えた先進的核燃料リサイクル研究開発の中心として、基礎研究から工学的試験までの広範囲な分野を包含する施設としての機能を果たすためには、基本設計までに建設時から運用に至るまでのいろいろな課題の抽出と検討及び方針の確立が重要となってくる。

概念検討の段階で強調されたことは、プラント的な施設ではなく、いろいろな研究が行える施設であること、それは多目的な設備であり、フレキシビリティの高い施設とすることであった。具体的にはフリーラボセルの設置も考えられているが、当然ホット施設であるためフリーに研究が行えるためには、装置が遠隔操作で自由に入れ替えできることなど効率的な設備の使用に供することが重要であるとされた。

当面、次の段階で検討が必要な課題として、次のような項目が挙げられる。

- ① フレキシビリティの高い施設の具体化検討
- ② 保守システムの方針検討
- ③ 遠隔保守の具体的システムの検討
- ④ 建屋の分割方式のメリット、デメリット検討
- ⑤ 換排気システムの具体的検討
- ⑥ 不活性雰囲気中のオフガスの除去
- ⑦ スペースラブ型施設の耐震設計についての問題点
- ⑧ 各試験研究プロセスの具体化検討、機器の選定方針

概念検討に際し、東海事業所技術開発推進部アクチニドグループの山名元担当役、遠藤秀男主査、駒義和研究員、及び「アクチニドリサイクル研究施設ワーキンググループ」の皆様へ種々討議・ご助言を頂きましたこと、この場をかりてお礼申し上げます。

付録－1

アクチニドリサイクル研究施設（仮称）概念検討委員会議事録

目 次

(1) 第1回概念検討委員会議事録	.....	197
(2) 第2回概念検討委員会議事録	.....	205

第1回アクチニドリサイクル研究施設（仮称）概念検討委員会  
議 事 録（案）

1. 日 時；平成7年3月13日（月）13：30～17：00

2. 場 所；三会堂ビル2F A会議室

3. 出席者；（敬称略、順不同）

委 員；古屋主査（九大）、三頭（東北大）、戸叶（金材研）、田仲（MMC）

井上（JGC）、田中（SMM）、有田（IHI）、川田（NFD）

PNC；山名、遠藤、駒（ARG）、両角（AGS）、木原、川瀬（転換）

ワザール；加藤（JGC）、大場（MMC）、桐原（日建設計）

事務局；山崎、湯本、関（ペスコ）

4. 配付資料；

1-1 先進的核燃料リサイクル技術の開発

1-2 先進的核燃料リサイクルに係わる燃料開発施設の概要

1-3 アクチニドリサイクル研究施設（ARF）の役割

1-4 新ホット研究施設建設に向けて

1-5 新ホット研究施設の概念

1-6 新ホット施設の研究内容と施設設計構造について（ご意見）

1-7 東北大学金属材料研究所におけるアクチニド元素実験棟の概要

5. 議 事

5.1 委員会初回開催挨拶

(1) 事務局を代表して山崎（ペスコ）から委員会開催の趣旨について挨拶があった。

(2) 山村部長（核燃料サイクル技術開発部）の代わりに山名担当役から動燃を代表して委員会開催の意義について次のような挨拶があった。

国の議論は、先をみた話を中心にアクチニドリサイクルをオールジャパンの体制で進めるべく方向を探っている。そのためアクチニド工学（化学）を取り込んだ新しい研究施設を作ることを提案している。PNCとしては、従来にない発想も取り入れるため、ホット施設の運転、研究に経験のある先生方、メーカーの意見を取り入れるこ

とが必要と判断した。

## 5.2 委員等の自己紹介と主査の選定

委員等出席者の自己紹介の後、委員会のまとめ役としての主査を九大古屋教授にお願いすることの提案がなされ、了承された。

### 〈資料説明と質疑応答〉

## 5.3 先進的核燃料リサイクル技術の開発（資料1-1、山名）

Q：ARFでやろうとしている研究のうち、従来のPNC技術で出来るものと海外から導入の必要なものの区別がわかりづらい。

A：別図-6に示したが、改良PUREXまでのPNC技術の延長と考えてよい。窒化物燃料は最近手がけた。金属燃料は電中研やメーカ等での研究がありオールジャパンからみれば基礎はあるが、PNCとしては経験のない技術である。

Q：TRU廃棄物とMAインベントリの減少と受動的安全性の向上は矛盾する話ではないか。

A：部分的な矛盾はあるが、完全矛盾ではない。受動安全性は燃料形態（酸化物、窒化物、金属等）に依存する。MAの蓄積は中性子エネルギー（硬、軟）で決まる。別図-4に示したように中性子スペクトルをそれほど硬くしない程度で2100年にはMAが60トンに減少するが、この程度で十分と考えている。大幅なスペクトルシフトを変更しなければ大きな矛盾にはならないと考えている。

Q：研究内容が豊富であり長期的な課題も多いといえる。FBRの導入がキーになるが、FBRは経済性が大きな課題であり、アクチニドリサイクルを導入した場合の経済性効果についてどのように描いているか。

A：コスト削減、増加の効果については別図-8に示したが、コストのみ考えるとMAを入れない方が安い。ただ安さのみ求めるのは早計で、コスト、廃棄物減少、核不拡散強化等総合的に判断する必要がある。現在の見通しでは、コスト削減要因の方がアップ要因より大きいと考えられるが、結局これを達成するためのR&Dに行き着くということになる。

Q：発電原価から言えば燃料の占める比重は大きくないが、炉側へ与えるプラス効果はどうか。

A：MAを炉心に回すことによるコストダウンはそれほど大きなものではない。炉心性能は同じを前提にしているので、あとは運転費と建設費であるが、これらはMAリサ

イクルに係わらず独立で変動はない。高燃焼度をいかに達成するかがコストダウンにつながるようになる。

Q：研究内容が多岐にわたるので、一国で解決するのは大変である。国際協力の現状はどうか。

A：私は1991年に廃棄物管理法案が成立し、法律で廃棄物削減のためのR & Dが推進されることになり、PNCと協力することになっている。英国では、高速炉計画がなくとも再処理はPUREX法に満足している訳でなく、高度化を目指している。その他ロシア、ANL（米国）とも協力を考えている。

C：これはコメントであるが、研究内容をみると米国のMRSのように貯蔵という概念が含まれていない。

Q：別図-9をみるといろいろなR & Dが並行して進むように見える。現状の技術をベースにしたフィジビリティスタディ（FS）はどう進めるのか。

A：途中で絞りこみはあるが、現時点では幅広くみている。その意味では現在FSの段階と考えており、そのための基礎的R & Dも始めている。ここ数年で既存施設での試験、海外情報、基礎的R & Dの結果をみてある判断を下すことになる。その後第2次FSが数年間続くことになる。

Q：長年実績のある酸化物から窒化物ないしは金属に変えるのは、それほど大きなメリットがあるのか。

A：一番のメリットは固有の受動安全性である。高速炉のNa冷却材喪失事故を考えると、酸化物の場合は制御棒挿入等の能動的な措置が必要になり、受動的には反応を止められない。窒化物ないしは金属の場合は、受動的に止められる可能性がある。

#### 5.4 先進的核燃料リサイクルに関わる燃料開発施設の概要（資料1-2、遠藤）

Q：こうしたPNCの既存施設を改良しながらアクチニドリサイクル研究を遂行していくのは不可能なのか。OTLやCPFで当時Amを使うことは全く想定しなかったのか。

A：OTLは、照射履歴や特性の異なる燃料の工場における処理条件（例えば溶媒抽出工程の抽出温度、ストリップ液供給速度等）を策定するための試験的施設であり、東海の場合工場の約1/300規模の遮蔽窓付のセル構造となっている。抽出器は透明プラスチックボデー（遮蔽窓を通して状態を観察できる）のミニミキサーセトラを使用している。英仏の再処理工場も同様の運転条件設定用のミニ規模の施設を工場施設内に



保有している。特徴としては操作条件の変動を想定した試験など少量の液（廃液量の低減化に寄与）ですむ等小回りが効く便利さが挙げられる。例えばTRPのOTLもJNFLが採用を予定しているパルスカラムに試験を委託され、一時ミニミキサーセトラを一時撤去し、パルスカラムを設置し試験を行ったこともある。

アクチニドリサイクルの場合も、群分離の基礎研究等には、第一段階ではOTL規模の施設が便利かと考えられる。

C：既存施設にアクチニドリサイクル研究を行えるどれだけの裕度があるのか次回の委員会で示して欲しい。同時に資料1-1の別図-9における既存施設との関連付けを示して欲しい。

#### 5.5 アクチニドリサイクル研究設備（ARF）の役割（資料1-3）

新ホット研究施設建設へ向けて（資料1-4）

Q：ホット施設は、二次廃棄物の管理が大変だが具体的方策は、特にR&Dをやると様々な廃棄物が発生する。

A：資料1-5で説明するが、ARFで発生する廃棄物処理もARFの機能に含めている。

#### 5.6 新ホット研究施設概念（資料1-5）

C：ARFの大雑把なイメージはわかったが、MA含有燃料を製造する場合、臨界挙動に注意する必要がある。TRUリサイクルといってもPuリサイクル時の同伴TRUとアクチニドリサイクル時の同伴TRUで挙動は全く違う。またARFからは $\alpha$ 廃棄物の発生が多いが、その管理技術と測定技術が重要である。この資料ではそれが全くみえない。

Q：アクチニドリサイクルというがCmはリサイクルせず貯蔵となっているが。

A：Cmの回収はする。その後施設内で安定保管するので、固化保管というR&Dテーマはある。Cmは半減期18年でPu-240に変わり、それをリサイクルする。Cmは高速炉での燃焼特性は余り期待せず、発熱性で燃料加工の取扱いも面倒なのでこのオプションの方が有利であると考えられる。CmとPuの分離は、それほど難しいテーマではない。

Q：LWRの経験から燃料リークがないことが安全上の最重要課題であるが、被覆管との両立性等の研究テーマはどこでみるのか。

A：忘れていたわけではなく、大洗の燃材部でPIE試験を実施している。ARFで敢

えて取り込むつもりはない。

Q：照射前（コールド）の確認は？

A：具体的テーマとしては挙げてないが、炉外挙動評価に含まれるべきものと思う。

C：オールジャパン体制というのが原研、電中研がない本委員会が国の中でどのような位置づけになるのか。もしそうであれば、研究の分類の仕方として①現状技術の延長②新しい概念の技術の延長では考えにくいもの③全くの基礎研究（センターオブエクセレンス、COE）に分けるべきであろう。今の日本では、原研、電中研、大学でも基礎研究をする場がない。ARFにはそれを期待している。規制緩和の波が押し寄せている現在、産学官の壁が取り除かれつつあるので、民間、大学にも開かれた場にして欲しい。また炉物理屋の意見も取り入れて欲しい。

Q：オールジャパンといっても日本に何が出来るのか。場所がない、物がない、大学教育とのギャップありと問題は多い。トレーニングを兼ねた施設が必要である。

A：総論としては全く同感である。ただ、STAと議論を続けていくうちに施設の役割分担は必ず問われる。例えば、原研は基礎研究、PNCは産業化への橋渡しという具合である。出来るだけARFを受皿にしたいが。

Q：単純な疑問であるが、湿式分離はコールド試験から始まり、乾式再処理はいきなりホットで始めるのは、整合性が採れないのではないか。Co Processをやるといいながら模擬溶解液はコールドという表現はおかしい。

A：ARFでは再処理前処理のようなことはやらない。ただせん断片は持ってくる。湿式分離のホット試験はOTLやCPFでも行うが、湿式についてはブレイクスルーが必要であろう。

Q：乾式再処理について、揮発（昇華）法がないのは何故か。Am/Cmの分離には揮発法が有効であると考えるが。

A：揮発法を捨てているわけではなく、限定した役割には考えている可能性は残される。

Q：ここに記してある研究項目は何か思いつくままに挙げてあるような気がするが。

A：資料には主要項目のみ記載しているが、実際には細かな積み上げで絞られたものである。現時点では研究項目の漏れがないように施設のフレキシビリティを持たせたい。今までの施設は技術を固定してきたため、境界条件を変えると対応が出来なかった。

Q：平衡状態の物質収支バランスのイメージがないので、MA含有率の数字の根拠が分からない。次回にでも示して欲しい。

A：基本的には発電量の伸びで試算している。軽水炉から高速炉へ順調に移行していくとして、初期ではMA含有率は高くU/Pu/Np燃料の均質炉心では約2%である。またAm/RE燃料は10：1ピンにするので約20%である。時の経過と共にMA含有率が1%程度に低くなっていく。

Q：原研、電中研、大学との役割分担分野別のすみわけが見えない。

A：PNCはあくまで現在の長期計画を踏まえた役割を担うことになる。そのために基礎研究は重要である。今までは基礎データは海外から入手するなどして補ってきた。要するに基礎なしでも済んできた。原研、大学は研究で産業と一線を画してもいいが、PNCは産業化をある程度は意識する。したがって3者間で分担の重複はあろうが、重なっていない分野はある機関へ委ねるしかない。

C：大学とPNCの研究は別とすみわけ論で考えると、基礎研究も応用研究も駄目になる。現実的な研究の中に基礎的なR&Dがごろごろ転がっている。余り真剣に仕切りや、すみわけを考えない方がいいのではないか。例えば燃料製造をみると、PNCでもある程度基礎研究に踏み込まないとトラブル時に対応できない。予算要求時のすみわけは理屈として必要であろうが、現実には余りすみわけを意識しないほうがいい。

Q：LWR燃料でも先端で常に基礎的なことが浮かび上がってくる。といってそれらは原研でも大学でもやっていないので、結局自分たちでやらざるを得ない。今まではその繰り返しであった。どこが担当するかは別にして、燃料の基礎をやっておくのは重要である。ちなみに照射前後で施設を共用するのはよくない。独立すべきである。また新しい燃料製造技術開発をみるとペレット化は放棄したように見える。他は可能性のあるものはとりにあらず並行してやるのに、ペレット化だけ放棄するのは唐突のような気がする。

A：PNCとしては、①被ばく低減、②工程内ホールドアップ、③もんじゅ燃料製造時のトラブルで、外部から粉末特性をどれだけPNCが把握しているのか指摘された。従って、微粉末の発生を出来る限り少なくする製造法を模索したい。顆粒燃料はその候補である。

Q：被ばく低減は遠隔化で対応できるのでは。ホールドアップも本当に解決不可能な問題なのか。AGFは粉末を扱っているはずだが整合性はどうか。

A：決して不可能ではない。遠隔化を容易にするためにはプロセスを簡易化する必要がある。ゾルゲル化や顆粒燃料もその意味がある。

Q：小規模の湿式分離はC P F。大規模はA R Fと考えればいいのか。H A Wを輸送にはサンドリオンが必要と考える。

A：C P Fでは技術的にはかなり高レベルであるP U R E X法やT R U E X法の改良を行う。A R Fでは海のものとも山のものとも分からない新しい分離技術が対象となろう。サンドリオンについて検討課題であるが、ライン的に結合するかバッチで輸送するかで使い方が異なる。東海立地を考えて輸送方法を検討中であり、今後の検討課題になろう。

Q：アクチニドリサイクルをするにしても日本全体でアクチニドの基礎データが不足している。2005年までにどうするつもりか。

A：正直言って極めて限定されよう。液体系はP N Cで何とかとれようが、固体系はまとまった量のデータを大掛かりに取得するのに厳しいと考えている。現実としてP N Cでここ10年間は、常陽の照射のための基礎データが最優先になる。したがって基礎研究は別個の施設に期待するほかない。最も基礎データとは何かという問題はつきまとうが。

C：アクチニドといってもG r内の元素は、化学的性質に大きな違いはない。ある元素については例えば仏のSuperphenix等に早く照射してみてもいいのではないか。それに付随して基礎グループが回りから支える必要がある。新しい問題が生じたとき何が問題なのかはいつまでたってもわからない。プロジェクトを遂行しつつ、基礎研究を常に監視する体制を早く作ることが必要である。

Q：資料1-5で、使用する物質量はこれしか許認可をとらないという意味の数字か。

A：そうではなく単なるつかみの数字である。

Q：T R Uの崩壊で出来た核種を漏らすと許認可上、後で厄介になるので核種の量と種類を出来るだけ拡げるべきである。また取り扱うT R U量が増えると臨界の制約が厳しくなる。またC mの量が増えると排気管理が難しい。

A：今までの議論の様子では、メーカーや大学からA R Fに期待するものが大きいという印象を受けるが、積極的に進めるべきと解釈させていただいてよいか。

C：少なくとも大学では、予算、人材、施設の面で元気がなくなっている。P N Cや原研に期待する部分は大きい。

Q：オールジャパン的な発想を強調しすぎるとP N C内でもかなり抵抗があるのではないか。

最近、PNCと大学の研究強化体制に関する会合があり、研究者の環境（アメニティ）も含めて平成7年度から改善していくことになっている。このような産学官の壁は低くなりつつなる。

A：日本は従来から海外成果を後から追っ掛けてきた。その壁を打破するには基礎研究からやるしかない。

Q：酸化物、窒化物、金属ではAr雰囲気の純度は大分違うので、別々のGBが必要である。

A：少なくとも物性測定は共用を考えていたが、検討することにしたい。

Q：全体的な印象として、コールド試験なしでいきなりホットに飛躍しているのが気になる。

A：同感である。ホットをサポートするにはコールド試験が必要だが、これをやるのは既存施設の有効利用しかない。

C：周期律表の同属である非RI核種を用いたコールド試験も考えられるが、本当に有効かどうか相当な議論が必要である。取り扱ったことのない核種を始めて扱う施設としていきなりホットでもいいのではないか。

C：研究の段階を、コールド、ウラン/RIベース、GB、セルの中でやるように4段階で分けると考えやすい。

Q：TRPからのHAWの輸送は～数m<sup>3</sup>となっているが、何キャンペーンを想定しているか。

A：容量は300ℓ/容器くらいなので30～40回の輸送か。

Q：資料1-6のアンケート用紙は、原研、電中研等には配れるのか。何時までに回答をすればよいのか。

A：現時点では配れない。いずれ共通の土俵で議論することになってからお願いするつもりでいる。期限については、3/24までに事務局（ペスコ）へ提出して頂きたい。

## 5.7 その他

今回は5月9日（火）の開催予定とする。

以上

## 第2回アクチニドリサイクル研究施設（仮称）概念検討委員会 議 事 録

1. 日 時；平成7年5月 9日（火）13：30～17：00
2. 場 所；日本自転車会館9階 第一会議室
3. 出席者；（敬称略、順不同）  
委 員；古屋主査（九大）、戸叶（金材研）、三頭（東北大）、森山（京大）、  
有田（IHI）、井上（JGC）、川田（NFD）、田中（SMM）、  
田仲（MMC）、  
PNC；山名、遠藤、藤田、小山、駒（ARG）、関（プル開）、佐藤（再分析）  
オザル；大場（MMC）、加藤（JGC）、加藤（日建設計）  
事務局；湯本、関（ペスコ）
4. 配付資料；
  - 2-1 第1回アクチニドリサイクル研究施設概念検討委員会議事録（案）
  - 2-2 新ホット研究施設の必要性（前回宿題）
  - 2-3 MAマズバランス評価（前回宿題）
  - 2-4 新ホット研究施設構想
  - 2-5 新ホット研究施設の研究内容と施設設計構想（意見集約）

### 5. 議 事

#### 5.1 第1回議事録確認

事務局より資料2-1を用いて第一回委員会の議事録確認が行われた。特にコメントはなく了承された。

#### 5.2 第1回委員会宿題に対する回答

(1) アクチニドリサイクル研究施設（仮称）の必要性（資料2-2、説明 遠藤、駒）

Q：Pu燃第二開発室でのAm回収は湿式分離で行うのか。

A：その通り。MOX燃料のスクラップを溶解し、PUREX法でU、Puを回収し

た後、その廃液からTRUEX法によりAmを抽出する。

Q：動燃はRETFを建設しているが、ARFの成果を踏まえて、何か新しいプラントを作ることになるのか。

A：基本的にはその通り。ARFは一部MAの分離・回収、乾式R&Dおよび燃料製造R&Dを行う施設として位置づけられる。従来、RETFの次にF再PPと言っていたが、燃料サイクル全体を統合したパイロットプラントを作ることになる。

(2) アクチニドリサイクルシステムにおけるMAのマスフロー（資料2-3、説明 駒）

Q：図6の2030年頃のPu fissile率の一時的な落ち込みは、Puサーマル燃料の再処理によるものと考えていいか。

A：その通り。

Q：図1ではFBRのMA生成量が最も多いので、MA消滅炉というよりMA生成炉という印象を受けるが。

A：LWR、Puサーマル、FBRで燃焼度が違うので、単位発電量あたりのMA生成量でみるとFBRが最も少なく、Puサーマルが最も多くなる。

Q：任意の時点でMAの量を示すデータはあるか。MAリサイクルでどの位のマイナス要因を考えているのか。

A：前回委員会資料1-1の別図4を参照されたい。60トンがサイクルに存在するところでバランスする。

Q：資料2-2にも関連するが、PNC全体でのMA供給の見通しはどうか。

A：Npは1998年までに10g/年の供給であるが、それ以降は新設備を設置して、数100g/年程度の供給が可能である。Amは2000年位からは30g/年程度の回収が期待できる。

Q：ウランより高次元素のインベントリは時間とともに増加する傾向にあるのは間違いないが、ウランより下流の元素の蓄積はどうか。気になるのは(n, 2n)や(n, p)反応の結果で生じる系列である。蓄積の傾向は炉型で変わらないか。

A：詳細は持ち帰り確認するが、そのような反応系列は余り問題にならないと理解している。

Q：マスフローにおいてCmの扱いはどうなっているか。Cm-224は貯蔵して崩壊後、Pu-240でリサイクルというシナリオだと理解しているが、燃料形態はどうか。

A：資料はマスフローを示しただけで燃料形態は考慮していないし、全MAを炉心に返した時の評価である。FBRは酸化物燃料ベースである。

### 5.3 新ホット研究施設構想（資料2-4）

(1)〔アチンドリヤク研究施設の配置、MAファクトリー、分析施設〕（説明 遠藤、駒）

Q：図1の太線枠で囲んだ施設は一括して予算要求するのか。放射線管理、ユーティリティ施設も初めから一括で申請するのか。

A：現時点ではそう考えている。

Q：TRPの近くに建設するのか。敷地は確保できるのか。

A：HAW等の輸送を考えるとTRPに近いところになる。最終決定はされていない。

Q：これだけの施設が集中すると、どこか一箇所にトラブルがあった時に全体が影響を受けるのではないか。

A：それを避けるために建屋はあえて別々にした。

Q：最近、トラブルが別の施設にも波及している。

A：分散しても同じことだ。管理を一元化し、施設計画においては信頼性を考慮する。

Q：ルーティンで使うユーティリティは建屋毎で持った方がよい。安全管理も一括か。

A：そこまで詳細はつめていない。

Q：施設集約によるメリットとデメリットがあるのではないか。例えば分析施設のラインを同室に納めているが、1箇所の故障で全ラインが停止する計画となっている。

A：御指摘の通り、メリットとデメリットがあり、今後整理する必要がある。

Q：安全審査の対応はどうするのか。共同溝を含め、各施設毎に重要度のレベルが異なると予想され、施設を一括で審査にかけるか、施設毎に審査にかけるかも含めて、個別に考えると種々の問題があると思われる。

A：概念検討の現段階では、安全審査対応まで考えていない。

Q：建屋は独立して描かれているが、全体を包含する構想はあるのか。

A：現時点では別々の建屋で考えている。

Q：図2-2でのAm/Cm分離セルは、許認可を取るうえでのデータは揃っているか。

A：米国サバンナリバーの報告を基に、プロセスを選定した。Cmを大量に扱う箇所



は、実験データが不足しているため、設計上・許認可上対応は難しいという印象を持っている。

Q：操作室はどこか。また鉄セルはどこから操作するのか。

A：鉄セルは実験室1～4の中で操作する。点線はサンプルの流れを示している。また、鉄セルも内部にGBを入れて $\alpha$ タイトにせざるを得ない箇所も出てくる。

Q：図2-2に示された鉄セルの目的はなにか。 $\alpha$ 系、 $\beta\gamma$ 系をそれぞれコンクリートセル、鉄セルと使い分けているのか。

A： $\alpha$ 系と $\beta\gamma$ 系の系統分けは考えていない。鉄セルの目的は廃液を受け入れて非定常試験を行うためである。

Q：建屋を分離する積極的な根拠はあるのか。外壁量、ユーティリティ配管量の増加等、コストアップ要因とならないか。

A：将来の増設、拡張を考えて独立にした。許認可上もこの方がやりやすいと考えている。設計をさらに突き詰めていけば、一つの建屋に包含したほうがいいという結論になるかもしれないが、現時点では別々にしている。

C：ユーティリティや純水は一回共同溝に持ってくる必要があるので、コスト高になる可能性がある。

Q：Npの分離を全部GBでやるとしているが大丈夫か。

A：現在、Npは転換技術開発室において硝酸Pu溶液から回収しており、同様にGBで対処可能と考えている。

Q：各グローブボックス間をサンプル瓶をシールして移送するのでは大変ではないか。

A：GB間のサンプル移動は気送管で行う予定にしている。

Q：鉄セルのイメージは何か。

A：比較的フリーで非定常的な試験を行うつもりである。

C：これはまだ叩き台なのでこれからさらに詰めるべきものと理解したい。

Q：建屋毎に換気設備を設けるのか。一括ないし独立のどちらかの設計思想でいくかは大きな問題である。

A：共通なものは一括してユーティリティ建屋で持たせるが、ダクト横引スペース、ダクト、ファン動力等の点で不利になるという意見もあり、現段階では換気機械室分散案とした。さらに検討したい。

Q：これだけの施設が出来ると世界でも例がないであろう。それだけに海外の類似研究施設（ORNL、カールスルーエの超ウラン研究所等）は調査して反映させたのか。施設として過剰なところはないか。従来の日本の施設は過剰設計の傾向があるのでもっとスリム化を考えるべきではないか。必要にして十分な機能に止めるべきである。

A：アクチニドリサイクルは決して遊びではない。2030年頃には実用化レベルに持って行きたい。そのため2000年初めには照射ピンを扱えるようなレベルにしたい。そういった要素を考えるとこの程度の機能が必要になる。規模の点では世界には類がないだろうが、要素的に類似した仏のATALANTEやスイスのITU等も調査して、その思想も取り入れたつもりである。今までのPNCのまずプラントありきの考え方は是正しているつもりで、その結果このような概念になったというのが率直なところである。即ち規模を満たしながら、基礎も抑えるようにしたつもりである。

Q：これだけの大きな施設なら、世界にもっとオープンにしたほうがいい。一般に廃棄物研究はオープンなので、再処理もそれにならってオープンにすべきである。

A：CEAやITUとも非公式ながらPNCの考え方も説明して意見交換を行った。各国の状況や考え方は日本とは若干異なるので、完全なオーバーラップは難しい。共通事項は出来るだけ取り入れる方針である。特に仏の例は参考になる。ATALANTEは基礎研究の割に施設は大きい。共通できるものは互いに協力して進めていきたい。

C：そうは言うものの全体的に大きいという印象はやはり否めない。特に分析施設は他の研究施設からの利用度合いについて整合をとる必要がある。そうでないと将来的に個別に増設・追加せざる得なくなる。また解体を考慮することも必要である。

Q：SG用分析室は、Puの取り扱い量にもよるがPNC内の既存の別施設と共用した方が合理的ではないか。

A：製造の観点からすれば5～6kg/年程度なのでSGという観点からみれば大きな問題ではない。ただしNpの回収時にある程度のPuフローは生じる。

C：リサイクル回数が増えると、Fissile量やその割合が低下してくる。さらに滞留時間が長くなるとAmの蓄積の問題がでる可能性がある。もんじゅの例もある。

Q：ARFで必要な組織、人員計画はどうか。

A：詳細な評価は行っていないが、オペレーション人員を入れて300～400名程度に

はなるだろうと想定している。必ずしも全てがPNC 職員とは限らない。

Q：ARFの稼働時期を～2000年とすると、TRPは将来どうするのか。

A：PNC全体構想で検討されているが、役務運転以降はR&D的な色彩が強くなり、

①RETFサポート ②MA供給 ③軽水炉再処理の合理化等開発の場になると思われる。

(2)〔廃棄物処理・処理研究施設〕(説明 藤田)

C：どんなによい施設ができて廃棄物処理についてはきちんとしていないと他の施設も止まることになる。特に $\alpha$ 廃棄物をどこまでレベルを下げるか明確にすることと $\alpha$ 放射能の測定技術を確立することが極めて重要。もっとも測定の見通しは厳しいものがあるが。

Q：廃液処理や排気設備は一括ないしは別々で持つのか。

A：排気は一本化したい。廃液は個々の研究施設の廃液を集約して処理することになる。

C：ポールシェラー研究所(P S I)等を見学した印象では、セルやGB内も作業後は大変きれいに整理してあった。それに比べるとPNCや原研のGB内は物が多く、整理整頓されていない。廃棄物処理施設は全体施設のバックアップの位置づけであるべきで、他の研究施設は技術の進歩に伴い変化するが、それも本廃棄物処理施設がしっかりしていないと施設の変更は厳しい。P S Iやカデラッシュ等はその辺を上手に運用していると感じた。最新の技術を導入する際に設備/装置更新を行うのであれば、解体や除染も考慮した設備とすべき。

C：研究施設であるから廃棄物の量的な問題はないが、将来の施設や設備の拡張を考えればそのようなバックアップを置くべきであろう。

C：研究施設の廃液はそれぞれ発生元に戻すのであれば、廃液としては分析廃液がメインになる。そうであれば蒸発のみで十分か。蒸発は材質の面で問題があるのでPu系廃棄物の特性をよく検討したうえで決める必要がある。

C：そのためには本施設での廃棄物受入れ基準を広範にする必要がある。

C：実験設備の解体場所を確保しておかないと、装置の更新が出来なくなる。東海での既存施設がバックアップになればいいが、厳しい場合は是非そのようなスペースを考慮すべきである。

C：研究施設なのでトライ&エラーの繰り返しが容易に予想されるので、Pu燃第三開発室の例をみても空きスペースは確保し、基本的にはそこで保守・解体していくことが必要であろう。

(3) 〔燃料製造研究施設〕（説明 遠藤）

Q：燃料製造設備のNp系ラインでAr雰囲気になる部分は。

A：焼結以降を考えている。

Q：U/Pu/Np系の溶接の材料は。

A：オーステナイト系であるがあらゆる材料に対応させるつもりである。

Q：地下一階と一階のフローが判りづらいが。

A：地下一階の搬送路のコンベアからエレベータを通じて、一階に上がり、コンベアを介して搬送路に行く。

Q：燃料組成は酸化物、窒化物そして金属。燃料形態はペレット、振動充填、顆粒の全ての組み合わせに対応できるようになっているのか。

A：いろいろ組合せができるようになっている。

C：燃料形態としてはゾルゲルが一つの流れのようだが、粉末ベースになってもいいよう融通性を持たせるべき。図をみると顆粒が大前提のような印象を受けるが粒子燃料にかたより過ぎではないか。粒子での物性測定は極めて限定されるので、ペレット化した後に測定するのが容易なケースが多い。

C：雰囲気のArは、燃料リサイクル方式や雰囲気制御のレベルにもよるが、こんな大きなスペースに対して集中コントロール可能か。純度、区分けなど考えて分割して効率的にやるとよい。

C：Arは窒素ではだめか。窒素をワンスルーで使えば大きなコストダウンは図れる。金属燃料以外は窒素で大丈夫である。

C：本施設はかなりガチガチで、フレキシビリティが少ないように思える。

(4) 〔燃料物性研究施設〕（説明 遠藤）

C：測定や分析装置はそれぞれ何台持つのか。例えばSEM等。熱物性測定でいえば装置の材質は大丈夫か。特に $\alpha$ 放射体はサンプル埋め込み及び測定期間（2～3週間）が長くかかるのでかかりっきりになる可能性があり、R&Dに応じた台数を確保するとよい。

- C：細かい話ではあるが、クリープ特性は熱特性ではなく機械特性にすべき。
- C：燃料製造や物性測定で感じることは、2030年の実用化にしては現時点での概念にとらわれ過ぎている。日本で一つしか出来ないのであれば（多分そうなる）、もっと自由度を持たせるべきである。粒子燃料の領域をどうも出ない。オールジャパン体制を考えるとこれだけでは対応できない。粒子に興味のない人は特に関心を示さない。
- C：施設や研究の名前はもっと一般的なものにして、詳細や具体名は例として挙げればいいのでは。
- C：予算要求のときはこれでよいと思うが、運用面では様々なケースが出てこよう。
- Q：物性測定はキー施設なので、その点からするとスペースは狭い。適当な装置の名称をつけて自由スペースを確保するのはどうか。PIEはどうするのか。
- A：PIEは今回考えなかった。今後の課題である。
- C：研究自由度を持たせるとなると、試料前準備室のスペースを大きくした方がよい
- C：例えば、Pu-238の崩壊によるペースメーカー利用を考えるなど他の用途に置き換えられるような自由度を将来的に持たせること等を考えたらどうか。
- C：説明や議論を聞いて3つのことを感じた。一つ目は、物性測定は一通り充実していると思うが、あくまで照射前の試験でありむしろ照射後が重要と考える。これは大洗のAGFやMMFを利用するのか。そうであれば大洗のレベルアップが必要である。二つ目は、燃料開発は中身（ミート）にこだわりすぎて、被覆管やNaボンディグであればピン単位の照射前・後の評価が必要であること。三つ目は、人員は300～400名で妥当な気はするが、頭数より人材の確保が必要である。オールジャパンでやる以上どういう体制を考えるかは、設備面での充実以上に重要である。
- (5) [乾式リサイクル試験施設] (説明 駒、遠藤)
- Q：全体の話になるが、原料酸化物は致し方ないとして、使用済金属燃料や窒化物燃料を持ち込み処理することを考えないと不十分ではないか。
- A：大洗で照射した金属を含む燃料を受け入れることは可能である。ただし、窒化物については未検討。
- C：照射燃料ハンドリングを含めた大洗との連携をどう考えるかは一つの検討事項であろう。

- Q：酸化物を金属転換する際、どういう工程を考えるかによって変わるが、オフガス系装置の設置面積が少ないのではないか。
- A：装置的に大きくなることはないが、負荷的なものが大きくなることは予想される。
- C：乾式に入る前段階を検討するスペースが必要ではないか。その成果をARFに持ち込むことにしたほうがベターと考える。
- A：全体の流れとしてU、Pu試験は既存施設でスタートさせて、PuはPu燃、FPはコールド模擬、ホットの一部は大洗の燃材部で小規模に開始してとりあえず2005年頃まで引っ張ることを考えている。
- Q：全体をインテグレートしたコールド試験が出来るスペースは必要。また2005年からスタートであればそれまでの10年間は施設的设计だけでなく、既存施設を利用した試験や人材育成が重要である。
- A：乾式でいえばこのARFが全てではない。コールドでは既存施設のスペースが空きつつある。ウランは民間でも出来る。かなりの部分はコールドでやるべきと考えており、ホット施設に全てを詰めこむべきではないと考えている。乾式リサイクルはARF以前に7～8割程度のR&Dを終えていることが必要であろう。ここでは年間1kg扱い規模を考えている。
- C：乾式施設が他の施設と異なっている点は、揮発性ガスを含有したままで燃料を受け入れている点である。他施設は溶液で受け入れるので揮発させた後である。となると乾式のオフガス系は別個の設計が必要である。
- C：乾式リサイクルはコールド、ホットで試験内容は異なる。本当はコールドである程度出来るようにしたほうがよい。勿論ARFが出来るまでは、既存施設の活用は必要であるが。
- C：乾式研究は民間ではある程度限度がある。この施設だけは他と比べ実機のような気がする。
- C：熔融塩や湿式法の補完としての研究として、ついでに金属燃料／乾式再処理のR&D施設と位置づけたらどうか。金属燃料／乾式は米国（ANL）も止めてしまった技術なので、それを日本で復活させるには新しい発想が必要。また、フッ化物揮発法等にも対応出来るようにすべき。本施設が日本で中心になるであろうから。外国データは余り当てにすべきではない。

- A：電中研も同意見だが、このようなラインを一つでも持つことは重要である。フリーラボはむしろコールドの方が対応しやすい。これを増強する方向で行くつもり。乾式のオプションは多様にわたり、これらを一通り少し大きな規模でやろうとすれば施設がかなり大きくなるので、どこまで踏み込むべきか悩みのタネではある。
- C：全体構想の中で金属を取り扱うのは、この施設のみである。金属へ転換するプロセスとして色々あるが、きちんと金属ができるように、純度を含めて考えてほしい。
- C：ウランメタル等昔と異なり、今は手に入らない。純度の点が問題であるが、データがない以上プロセスを考えても無意味である。研究者が望む金属を供給できるような施設にして欲しい。自分のところで作らないと意味がない。研究者はサンプル作成（同位体試料も含めて）でも相当な時間を割いている。もっともこの機能がメインである必要はないが。アクチニド燃料設計のベースとなる核データの精度が純粋な試料が入手出来ないために悪い。ARFで断面積測定用試料を提供できればMARリサイクル研究全体への寄与が大きい。こういうことを視野に入れてほしい。
- C：乾式分野は人材が不足している。製錬はやっていても原子力の乾式は特殊であるがゆえにPNCを中心とした人材育成が必要である。

〔主査総括〕

今まで学術会議のアンケート等を行ってみると壁の存在が段々少なくなって来ている。他の施設の機能や他分野の研究者の要求が満たせるような機能をARFで実現して欲しい。PNCのプロジェクトを進めるに当たり、PNC枠内でなく、オールジャパンの立場で考えて欲しい。原子力業界の問題として産・学・官の壁が高いことが言われているが、次第に低くしていく必要がある。PNC中心であっても外部のパワーも吸収／応用する意気込みが欲しい。また、材料屋、再処理屋だけでなく、例えば消滅処理屋（物理屋）からも参画が得られるようにすると広い視野で考えられてよいのではないか。

乾式再処理では、今後人材を確保するのが難しい。人材の育成を含めよい施設が出来ることを希望する。

いつかまた進行状況を教えてもらえればありがたい。そうすればさらに支援体制は拡がろう。

#### 5.4 その他

##### (1) 新ホット施設の研究内容と施設設計構想について（意見集約）

事務局より委員のアンケートによる意見を集約した新ホット施設に期待する研究内容と施設設計の基本的考え方について説明があった。本日の意見、コメントを踏まえて補充することとする。

##### (2) 閉会のあいさつ

###### ① PNC（山名）

本委員会では有益かつ本質的な議論をさせて頂いた。これらの意見を基にさらに前向きに取り組んで行きたい。ARFの取組は一つのブレークスルーであり、PNC内でも大きなトライでもある。先生方の支援が得られればオールジャパン体制に持っていくことが可能になる。是非今後とも御支援、御指導頂きたい。本委員会の結果を基に再度PNCで検討し、国へ提案して行きたい。

###### ③ 事務局（ペスコ）

委員会への協力有り難うございました。僅か2回の委員会であったが、有意義な委員会であったと思う。追加意見、コメント等がありましたら一週間以内に事務局へ頂きたい。

以上