

JNC TJ8440 2001-003

酸化物電解 P u 試験設備の基本設計

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

2001年2月

株式会社 東 芝

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

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

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

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

酸化物電解 Pu 試験設備の基本設計
(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

小倉 建志[※] 近藤 成人[※] 鴨志田 尋[※] 大森 孝[※]

要 旨

核燃料サイクル開発機構（以降サイクル機構）殿が、高レベル放射性物質研究施設（以降CPF）で実施を計画しているPuを用いた乾式再処理（酸化物電解）試験設備に関して、昨年度実施した概念設計の情報及び新たに発生した情報を元に、装置構造の具体化、ユーティリティ使用量の評価、製作コストの概算評価を行った。

その結果、建屋配置上メンテナンススペースの確保が困難であることと、床荷重がオーバーすることから、現状では、本設備を実験室Cへ設置するためには、大幅な設備の合理化及び建屋の改造が必要であることがわかった。

今後、詳細設計で設置場所も含めた設備の合理化と具体化を行うと共に、試験手順の詳細化を行う必要がある。

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

サイクル機構担当部課室：先進リサイクル研究開発部 乾式プロセスグループ

※ 株式会社 東 芝

Basic Design Study on Plutonium Electro-refining Facility of
Oxide Fuel Pyroelectrochemical Reprocessing

Kenji OGURA* Naruhito Kondo* Hiroshi Kamoshida* Takashi Omori*

Abstract

The test facility basic design, utility necessity and estimation cost of the Oxide Fuel Pyro-process for the use of Chemical Processing Facility (CPF) of JNC have been studied with the information of the previous year concept study and the additional conditions.

Drastic down sizing design change or the building reconstruction is necessary to place the Oxide Fuel Pyro-process Facility in the laboratory "C", because it is not possible to reserve enough maintenance space and the weight of the facility is over the acceptable limit of the building.

A further study such as facility down sizing, apparatus detail design and experiment detail process treatment has to be planned.

This work was preformed by Toshiba Corporation under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute.

JNC Liaison: Dry Process Technology Group Advanced Fuel Recycle Technology Division

* Toshiba Corporation

目次

1. はじめに	1
2. 実施内容	2
2.1 酸化物電解試験装置の基本設計	2
2.1.1 系統設計	2
2.1.2 機器仕様	5
2.1.3 機器配置	9
2.1.4 酸化物電解 Pu 試験装置インターロック機構	13
2.2 装置構造の基本設計	18
2.3 ユーティリティ使用量の評価	34
2.4 熱設計	36
2.5 製作コストの概略評価	50
3. おわりに	52
4. 参考文献	53

表目次

表2.1.4-1	インターロック一覧	17
表2.4.3-1	物性値	40
表2.4.3-2	主要部の熱伝達率	41
表2.4.4-1	計算条件	48

図目次

図2. 1. 1-1	Pu酸化物乾式試験装置 系統図	4
図2. 1. 2-1	Pu酸化物乾式試験装置 フィルター&バルブラック 外観図 (側面)	8
図2. 1. 3-1	Pu酸化物乾式試験装置 電解用グローブボックス 実験室C配置案	10
図2. 1. 3-2	Pu酸化物乾式試験装置 電解用グローブボックス 実験室C配置案	11
図2. 1. 3-3	Pu酸化物乾式試験装置 電解用グローブボックス 実験室C配置案 (配管)	12
図2. 2-1	Pu酸化物乾式試験装置	22
図2. 2-2	Pu酸化物乾式試験装置 ルツボ構造図	23
図2. 2-3	Pu酸化物乾式試験装置 カーボンライナー構造図	24
図2. 2-4	Pu酸化物乾式試験装置 炉心管構造図	25
図2. 2-5	Pu酸化物乾式試験装置 冷却用フランジ構造図	26
図2. 2-6	Pu酸化物乾式試験装置 電解槽用上蓋構造図	27
図2. 2-7	Pu酸化物乾式試験装置 陰極保持蓋構造図	28
図2. 2-8	Pu酸化物乾式試験装置 断熱材 (陰極支持蓋用) 構造図	29
図2. 2-9	Pu酸化物乾式試験装置 断熱材 (電解槽上蓋用) 及び保護管構造図	30
図2. 2-10	Pu酸化物乾式試験装置 中間停止版構造図	31
図2. 2-11	Pu酸化物乾式試験装置 断熱材保護容器構造図	32
図2. 2-12	Pu酸化物乾式試験装置 陰極構造図	33
図2. 4. 2-1	電解槽概念図	42
図2. 4. 3-1	解析モデル図	43
図2. 4. 3-2	内部流況・温度分布	44
図2. 4. 3-3	各部温度分布	45
図2. 4. 4-1	計算モデル	49
図2. 5-1	製作コスト評価	51

1. はじめに

高レベル放射性物質研究施設に設置を計画している酸化物Pu試験設備に関する基本設計を行う。

今年度は、昨年度実施した概念設計の情報および新たに発生した情報（昨年度実施条件からの変更に係わる情報）を元に、装置構造の具体化、ユーティリティ使用量の評価、製作コストの概算評価を行う。

昨年度は、CPF実験室Bに既存の設備を撤去し、新たにGBを基本とする試験装置を設置する方針であった。しかし、実験室Cに既設の金属電解法Pu試験設備との設備の共有による合理化を図るため、酸化物電解Pu試験設備についても、実験室Cへ設置するものとする。

なお、本試験設備を実験室Cに設置するに当たっては、既存の空気GBの共用を行うものとする。

2. 実施内容

2.1 酸化物電解試験装置の基本設計

2.1.1 系統設計

図 2.1.1-1 に酸化物電解試験装置の配管計装線図を示す。本試験装置の系統は内圧調整系（供給系、排気系）、緊急排気系（供給系、排気系）、ガス供給系、窒素ガス除去系の4つに大別される。これらの系統については安全性の観点からラインの二重化を行っている。また、緊急安全系（吸気系、排気系）については計器も二重化し安全性を高めている。

(1) 内圧調整系

グローブボックスの内圧を定められた範囲内で調整する為の系統であり、供給系と排気系から構成される。

グローブボックス内の圧力は通常 0 mmAq～-80 mmAq の範囲内で制御される。供給系は圧カスイッチ、バルブで構成され、窒素ガス供給設備より供給される窒素ガスを適宜グローブボックス内に供給し、圧力を規定範囲内に制御する機能を持つ。排気系は圧カスイッチ、真空ポンプ、バルブから構成され、適宜グローブボックスから排気を実施し圧力を規定範囲内に制御する機能を持つ。

また、上記圧力制御範囲（正圧側及び負圧側）を逸脱した状態が一定時間継続した場合には、グローブボックスへの供給系、排気系全てのラインを閉止し隔離する機能を持つ。

(2) 緊急安全系

本系統はグローブボックスが内圧調整系の制御範囲を逸脱し、グローブボックスの隔離を行ったにも係わらず、何らかの要因で内圧が上昇あるいは下降した場合にグローブボックスの破損を防ぐ目的で、圧力が正圧側の設定値に達した場合には緊急排気系からガスを排気し、負圧側の設定値に達した場合には緊急供給系からガスを供給する機能を持つ。本系統は計器及び配管を二重化にし、制御盤も独立（建屋電源喪失時にも動作可能なようにUPSを設置）とし安全化を行った。

(3) ガス供給系

本システムは各試験で用いる塩素ガス、酸素ガスを供給する機能を持つ。グローブボックスの内圧制御用の窒素ガスは建屋外設置の窒素ガス供給設備より供給される。ガス供給系はガスシリンダーラック、マスフローコントローラ、圧力スイッチ、弁から構成される。

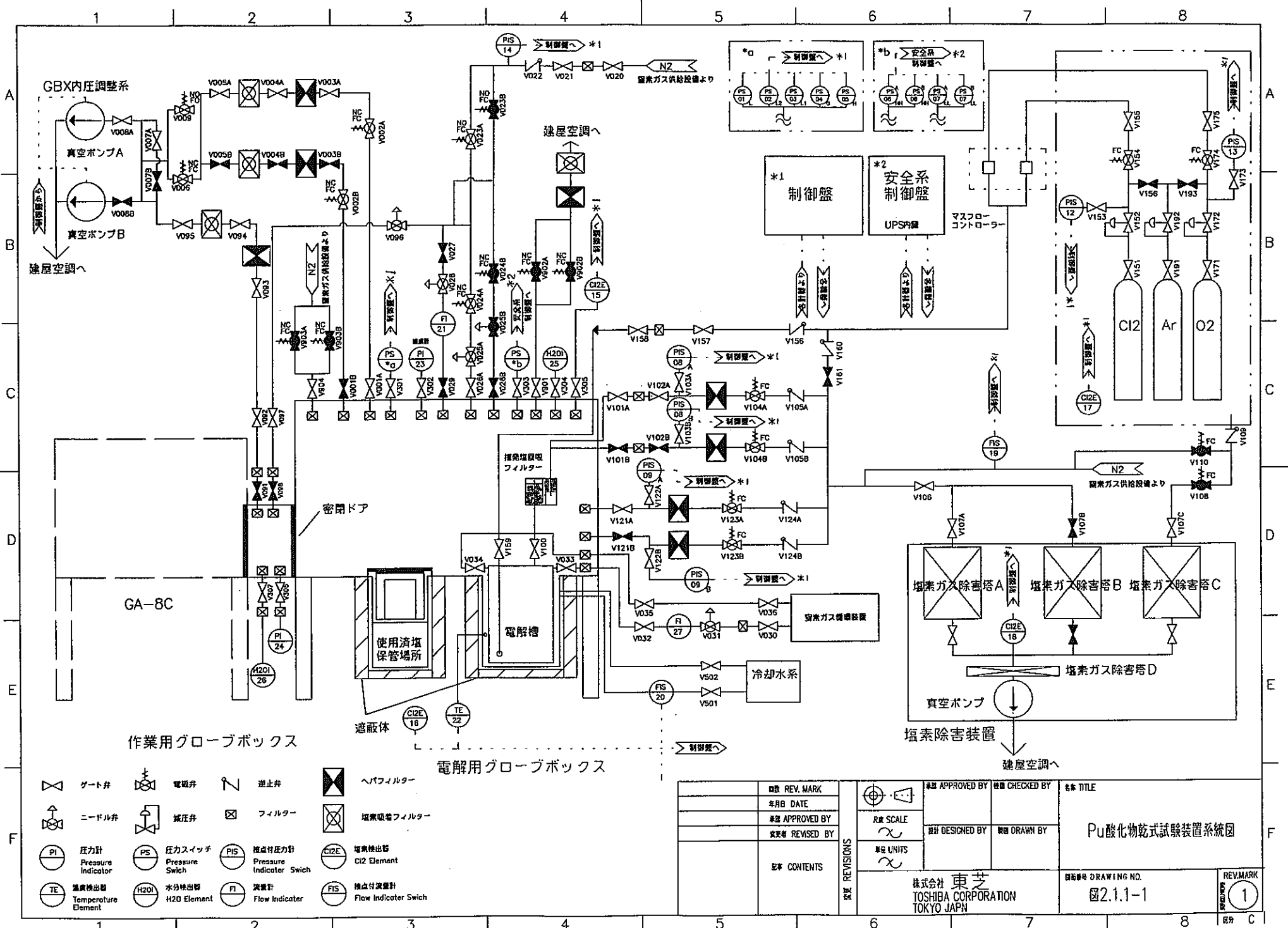
塩素ガス、酸素ガスはマスフローコントローラにて、単独あるいは混合したガスを所定の流量で電解槽に供給することができる。

(4) 塩素ガス除害系

本システムは試験で使用する塩素ガスを吸着させて除去する機能を持つ。

塩素ガス除害系は塩素ガス除害装置、フィルター、圧力スイッチ、弁から構成される。

- ・ 塩素ガス除害系は全て2系統（A系、B系）持つ構成とし、不具合発生時には切り替えて使用する。



- | | | | | | | | |
|--|------------------------------|--|---------------------------|--|-------------------------------------|--|---------------------------------|
| | ゲート弁 | | 電磁弁 | | 逆止弁 | | HEPAフィルター |
| | ニードル弁 | | 減圧弁 | | フィルター | | 塩素吸着フィルター |
| | 圧力計
Pressure Indicator | | 圧力スイッチ
Pressure Switch | | 検点付圧力計
Pressure Indicator Switch | | 塩素検出管
Cl2 Element |
| | 温度検出器
Temperature Element | | 水分検出器
H2O Element | | 流量計 | | 検点付流量計
Flow Indicator Switch |

改訂 REVISIONS 訂正 変更者 REVISED BY	図番 REV. MARK 年月日 DATE 承認者 APPROVED BY 変更者 REVISED BY	 承認者 APPROVED BY 設計者 DESIGNED BY 製図者 UNITS 製図者 DRAWN BY	校閲者 CHECKED BY 製図者 DRAWN BY 図名 TITLE Pu酸化物乾式試験装置系統図	
	株式会社 東芝 TOSHIBA CORPORATION TOKYO JAPAN		図番 DRAWING NO. 図2.1.1-1	
	改訂 REVISIONS 訂正 変更者 REVISED BY		校閲者 CHECKED BY 製図者 DRAWN BY	図名 TITLE Pu酸化物乾式試験装置系統図
	改訂 REVISIONS 訂正 変更者 REVISED BY		校閲者 CHECKED BY 製図者 DRAWN BY	図名 TITLE Pu酸化物乾式試験装置系統図

2.1.2 機器仕様

各構成機器の仕様を以下に示す。

(1) 電解用グローブボックス

酸化物 Pu 試験を実施するための電解試験用グローブボックスである。本グローブボックスは作業用グローブボックスと真空引き可能なパスボックスを介して物品を移動させること可能である。また搬出入用の気密タイプのバグポートを設ける。

- ・外形寸法

W1800mm×D900mm×H2050mm (架台含む)

W1800mm×D900mm×H1300mm (グローブボックス本体)

- ・対面式パージタイプグローブボックス

- ・鉛グローブを使用。

- ・グローブボックス内には大型機器の移動のために手動式のクレーンを設ける。

- ・グローブボックスには電解槽を収めるための電解槽用ポートと使用済塩を保管するための使用済み塩保管ポートを持つ。各ポートのバウンダリーはグローブボックス床面に溶接されている。また電解槽用ポートバウンダリー外周には冷却水配管を設ける。

- ・電解槽ポート、使用済塩保管ポートのバウンダリー外側には遮蔽用として厚さ100mmの鋼板と150mmのポリエステルを設ける。

- ・電解用電源、電解データ収集、電気炉制御信号及び電気炉電源の接続用として端子台を設ける。

- ・物品の搬出入用に気密タイプのバグポートを設ける。

(2) 作業用グローブボックス (GA-8Cを共用)

サンプルの前処理等を実施するための作業用のグローブボックスである。

既設GA-8Cを共用で使用。

(3) 真空ポンプ (2台)

グローブボックスの内圧制御用及び真空パスボックスの真空引きに使用する。

- ・外形寸法 W400mm×D700mm×H300mm

(4) ガスシリンダーラック

試験時に使用する塩素ガス、酸素ガス、洗浄用のArガスを供給する為の設備である。塩素ガスボンベは1試験で必要な量を充填したボンベを使用しラック内への設置量を極力少なくする。またラック内には塩素ガス検出器を設置し、塩素ガス漏洩時には塩素除害装置でガスシリンダーラック内を排気できる構造とする。

- ・外形寸法W1000mm×D400mm×H2000mm

(5) マスフローコントローラ

ガスシリンダーラックより供給されるガスはマスフローコントローラで単独または混合され、所定の流量に調整し試験装置に供給する。

- ・外形寸法 W500mm×D350mm×H1000mm

(6) 塩素除害装置

試験で用いた塩素ガスを吸着除去するための装置である。グローブボックスからの塩素ガス排気ラインはA系、B系で多重化し異常時には手動で切り替えて使用できる構造とした。

またガスシリンダーラック内で塩素ガスが漏洩した場合には、漏洩した塩素を排気できるようにC系の除害塔を設置する。

各A、B、Cの塩素ガス除害塔の処理量は一回の試験で使用する塩素を十分処理できる量とし、薬剤は1試験毎に交換するものとする。

- ・外形寸法W1000mm×D600mm×H1500mm
- ・塩素ガス除害塔寸法 ϕ 200mm×H500mm

(7) 窒素ガス循環装置

電解試験装置の冷却用として用いる窒素ガスを供給する為の設備である。使用する窒素は循環方式とし、できる限り低温の窒素ガスを供給できるものとする。

- ・外形寸法1000mmW×1000mmD×1500mmH
- ・循環窒素ガス量 MAX 1000L/min

(8) 制御盤

グローブボックスの内圧制御機能、ヒーターの温度調整機能、ポンプの制御など各機器の制御を行えるものとする。

- ・外形寸法 W1200mm×D600mm×H1500mm

(9) 安全系制御盤

グローブボックスの内圧が通常の制御範囲を超えた場合に、緊急排気、緊急ガス供給の制御を実施するための制御盤とする。本制御盤はUPSを具備し建屋電源喪失時にも緊急給排気系の制御を行えることとする。

- ・外形寸法 W1000mm×D600mm×H1500mm

(10) フィルター&バルブラック (図 2.1.2-1)

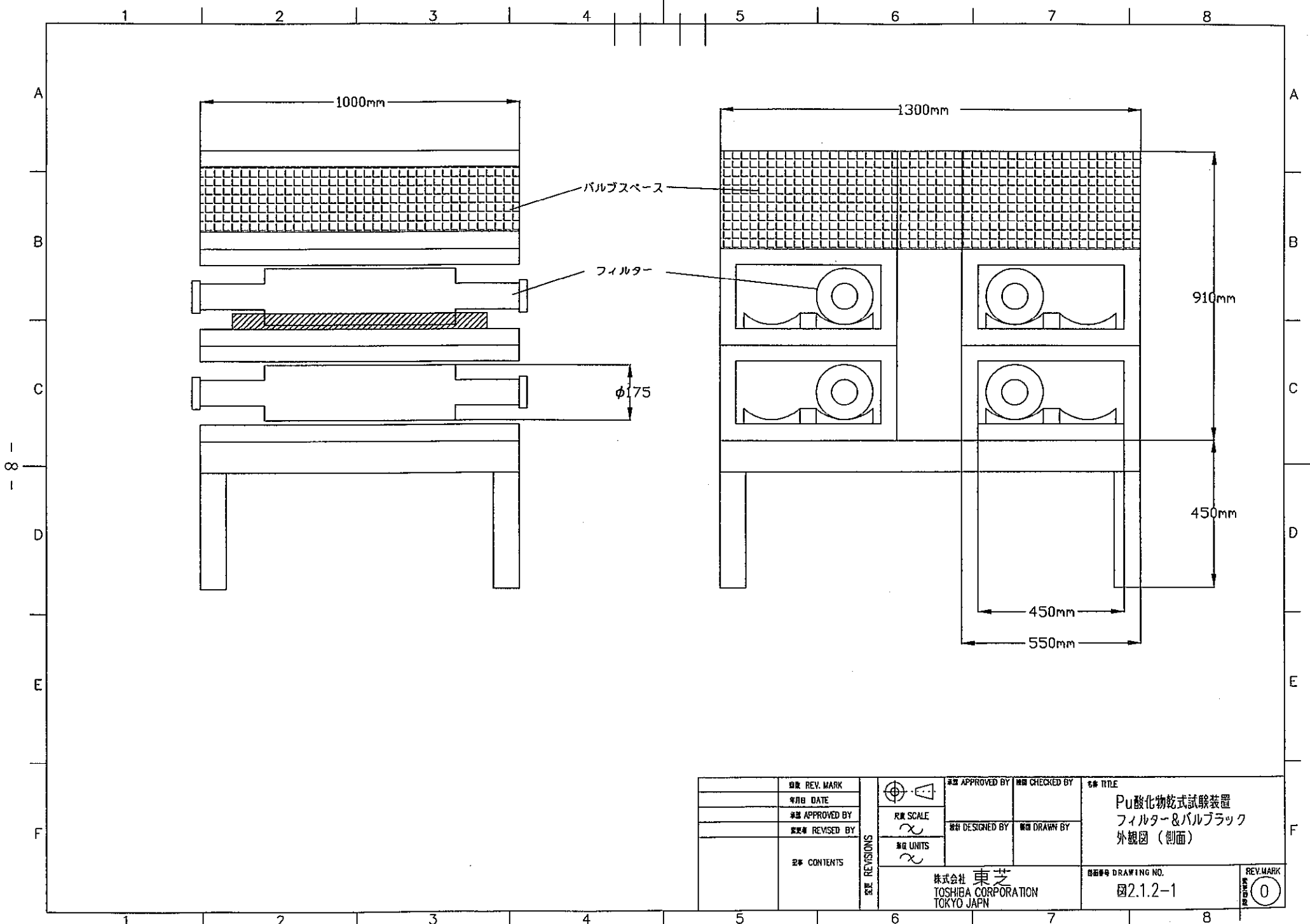
ヘパフィルターを設置する為のラックである。ラック内にはバルブを設置する為のスペースが有り、バルブ室は閉め切りできる構造とする。

- ・外形寸法 W1300mm×D1000mm×H1360mm
- ・フィルター寸法 W250mm×1000mm
- ・作業スペース、ラック前面にフィルターを引き抜けるだけのスペースが必要である。

(11) 測定装置 (電解電源含む)

電解試験用の直流電源、試験時の各種データの測定装置及びデータ収集装置をラック内に設置され、接続用の端子箱を持つ。

- ・外形寸法 500mmH×360mmH×1000mmH



バルブスペース

フィルター

φ75

1000mm

1300mm

910mm

450mm

450mm

550mm

図改 REV. MARK	承認 APPROVED BY	検閲 CHECKED BY	名簿 TITLE
年月日 DATE	設計 DESIGNED BY	製図 DRAWN BY	Pu酸化物乾式試験装置 フィルター&バルブブロック 外観図 (側面)
承認 APPROVED BY	単位 UNITS		
製図 REVISED BY	内容 CONTENTS	図番番号 DRAWING NO. 図2.1.2-1	
改訂 REVISIONS		REV. MARK 0	
株式会社 東芝 TOSHIBA CORPORATION TOKYO JAPAN			

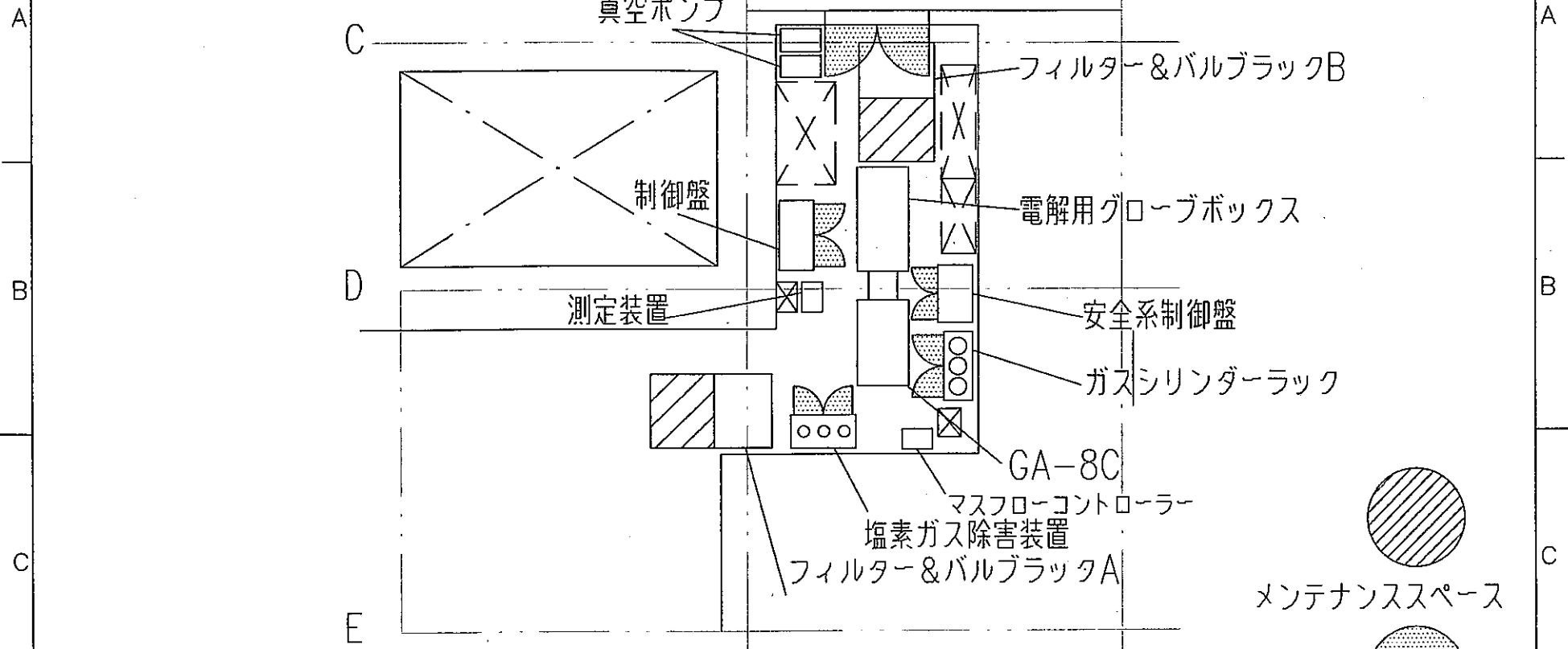
2.1.3 機器配置

図 2.1.3.-1 に実験室 C への機器配置案を示す。また図 2.1.3-2 に立面図を示す。

本設備を実験室 C に設置する場合下記問題が考えられる為、実験室 C への設置は非常に困難であると考えられる。

- (1) 実験室 C は高さが 3000mm と低く、グローブボックスの上部には 900mm 程度の余裕しかないため、グローブボックス上部には配管及びバルブを設置するだけの十分なスペースがない。
- (2) 天井付近にフィルター等交換作業の発生する機器を設置すると、メンテナンス性が悪く、また作業時の足場のスペース確保ができない。
- (3) 既設設備を避けて機器設置を検討すると、入口ドアに干渉してドアの開閉ができない。
- (4) 既設設備のため、機器の配置に制約があり、安全通路が確保できない。
- (5) グローブボックス周辺に十分な作業スペースが取れないため、ボンベ交換等の作業性が悪い。
- (6) 既設クレーン操作盤の前面に開放スペースが取れない。

1 2 3 4 5 6

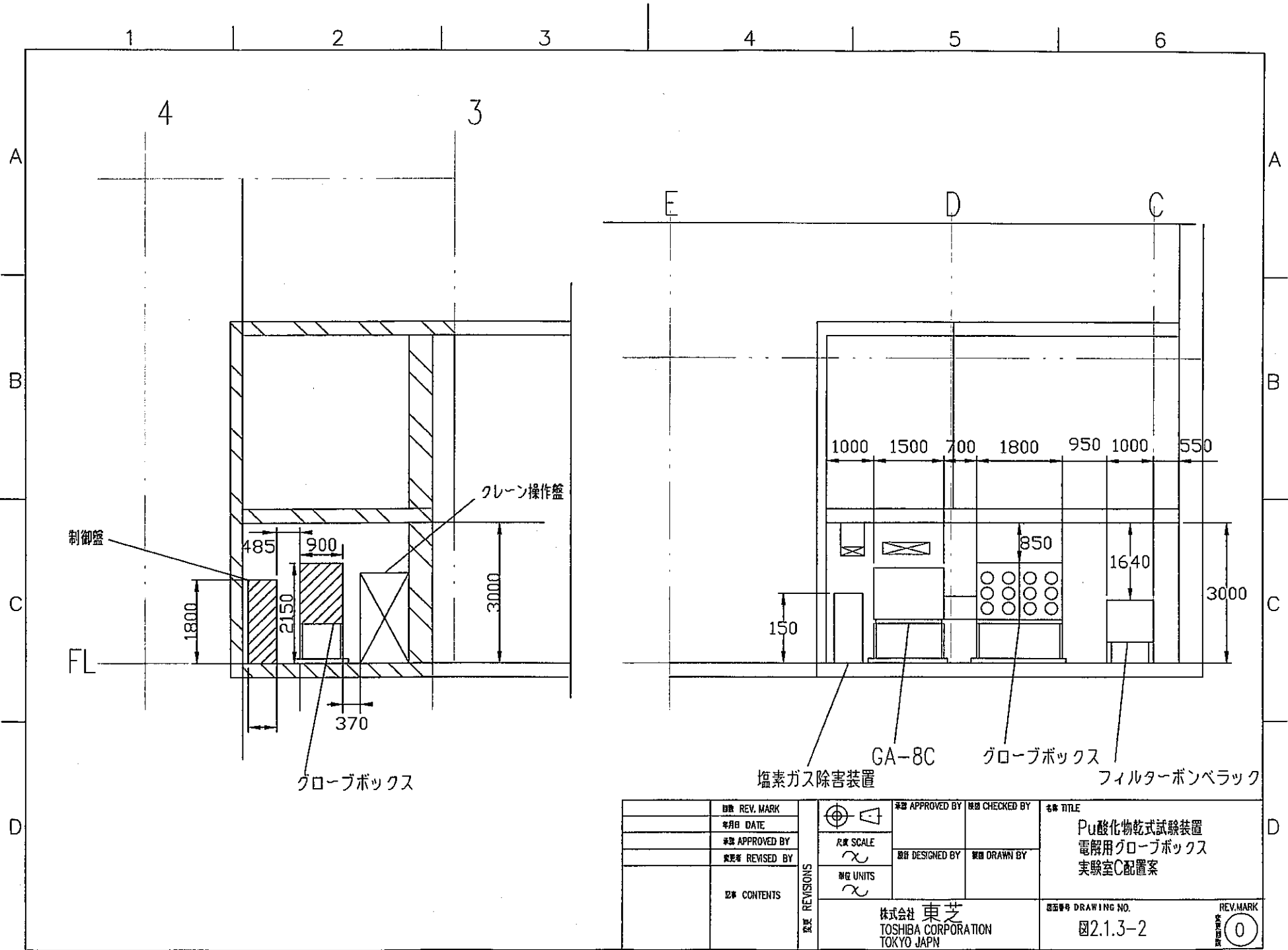


- 10 -

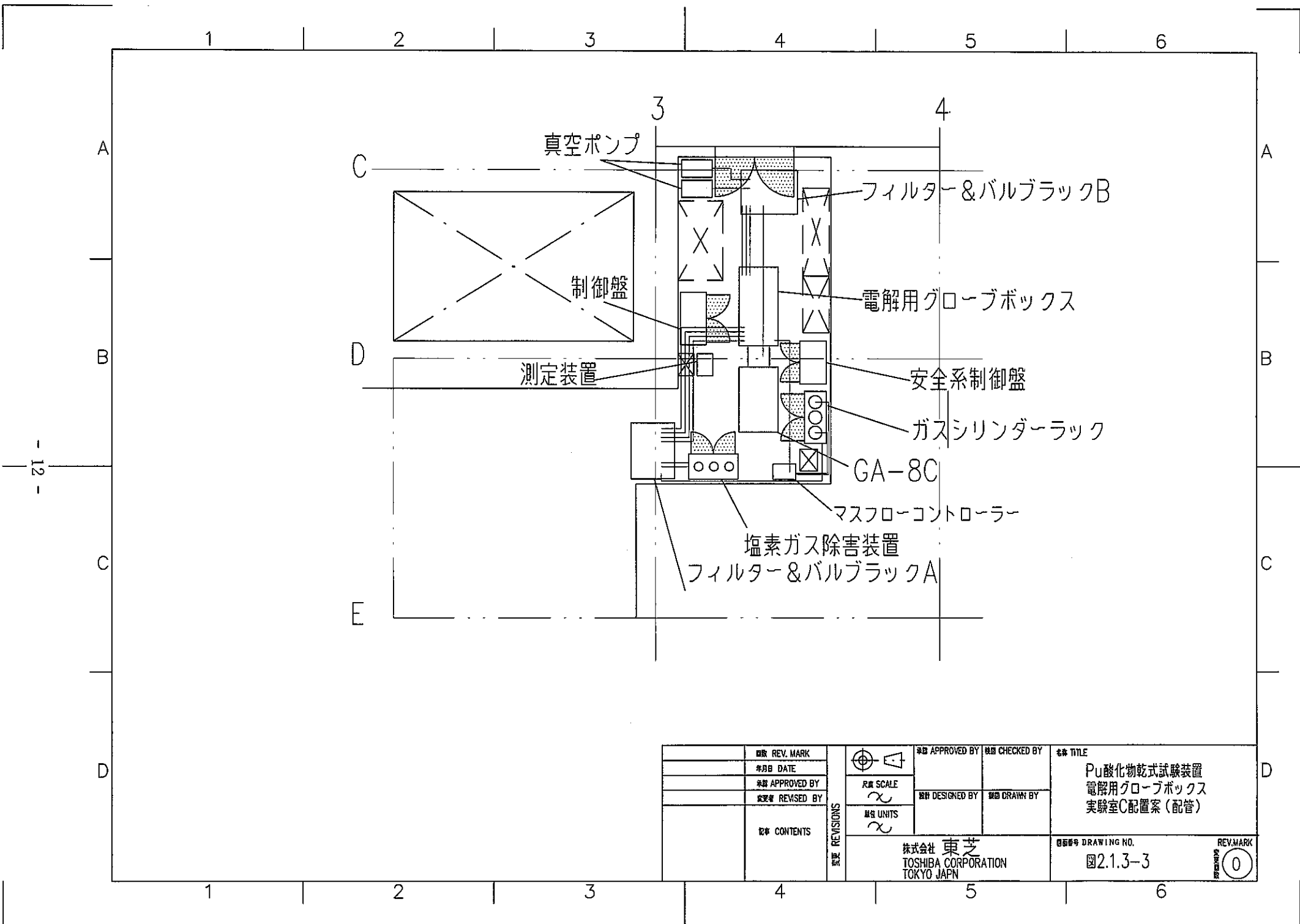
<table border="1"> <tr><td>図改 REV. MARK</td><td rowspan="4"> 北 北 北 北 </td> <td>承認 APPROVED BY</td> <td>検出 CHECKED BY</td> <td>名称 TITLE</td> </tr> <tr><td>年月日 DATE</td> <td>設計 DESIGNED BY</td> <td>製図 DRAWN BY</td> <td rowspan="2"> Pu酸化物乾式試験装置 電解用グローブボックス 実験室C配置案 </td> </tr> <tr><td>承認 APPROVED BY</td> <td>単位 UNITS</td> <td></td> </tr> <tr><td>変更 REVISED BY</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">内容 CONTENTS</td> <td colspan="2"> 株式会社 東芝 TOSHIBA CORPORATION TOKYO JAPAN </td> <td>図番号 DRAWING NO. 図2.1.3-1</td> </tr> </table>	図改 REV. MARK	 北 北 北 北	承認 APPROVED BY	検出 CHECKED BY	名称 TITLE	年月日 DATE	設計 DESIGNED BY	製図 DRAWN BY	Pu酸化物乾式試験装置 電解用グローブボックス 実験室C配置案	承認 APPROVED BY	単位 UNITS		変更 REVISED BY			内容 CONTENTS		株式会社 東芝 TOSHIBA CORPORATION TOKYO JAPAN		図番号 DRAWING NO. 図2.1.3-1	<table border="1"> <tr><td>REVISIONS</td><td>REV. MARK</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> </table>	REVISIONS	REV. MARK		0
図改 REV. MARK	 北 北 北 北		承認 APPROVED BY	検出 CHECKED BY	名称 TITLE																				
年月日 DATE			設計 DESIGNED BY	製図 DRAWN BY	Pu酸化物乾式試験装置 電解用グローブボックス 実験室C配置案																				
承認 APPROVED BY			単位 UNITS																						
変更 REVISED BY																									
内容 CONTENTS		株式会社 東芝 TOSHIBA CORPORATION TOKYO JAPAN		図番号 DRAWING NO. 図2.1.3-1																					
REVISIONS	REV. MARK																								
	0																								

1 2 3 4 5 6

- II -



図番 REV. MARK	承認 APPROVED BY	検閲 CHECKED BY	名義 TITLE
年月日 DATE	設計 DESIGNED BY	製図 DRAWN BY	Pu酸化物乾式試験装置 電解用グローブボックス 実験室C配置案
承認 APPROVED BY			
変更者 REVISED BY	製図 REVISIONS		図番 DRAWING NO.
内容 CONTENTS	株式会社 東芝 TOSHIBA CORPORATION TOKYO JAPAN		図番 2.1.3-2
			REMARK 0



図版 REV. MARK	承認 APPROVED BY	検査 CHECKED BY	名称 TITLE
年月日 DATE	設計 DESIGNED BY	製図 DRAWN BY	Pu酸化物乾式試験装置 電解用グローブボックス 実験室C配置案(配管)
承認 APPROVED BY	単位 UNITS		
変更者 REVISED BY	変更 REVISIONS	株式会社 東芝 TOSHIBA CORPORATION TOKYO JAPAN	図番号 DRAWING NO. 図2.1.3-3
記号 CONTENTS			REV. MARK 0

2.1.4 酸化物電解Pu試験装置インターロック機構

表 2.1.4-1 に酸化物電解Pu試験装置におけるインターロックの一覧を示す。以下に各インターロック時の計器及びバルブの動作状況を示す。

①グローブボックス内塩素ガス濃度高

作動計器：CL2E-15

警報表示：制御盤グローブボックス内塩素濃度高

インターロック：塩素ガス供給停止

作動バルブ：V123-開、V154-閉、V174-閉

備考：グローブボックスパージ排気ラインを開けてグローブボックス内の塩素濃度を低下させる。

②塩素ガス外部漏洩

作動計器：CL2E-16

警報表示：塩素ガス外部漏洩

インターロック：グローブボックス隔離（排気系・供給系停止）、塩素ガス供給停止、塩素ガス除去系停止、電気炉停止、電解用直流電源停止

作動バルブ：V002-閉、V005-閉、V021-閉、V022-閉、V104-閉、V123-閉、V154-閉、V174-閉、

機器動作状況：塩素ガス除害装置停止、真空ポンプ停止、電気炉停止

③ガスシリンダーラック内塩素漏洩

作動計器：CL2E-17

警報表示：ガスシリンダーラック内塩素漏洩

インターロック：塩素ガス供給停止

作動バルブ：V154-閉、V174-閉、V110-開、V108-開

機器動作状況：ガスシリンダーラック内を塩素除害装置で排気

④塩素ガス除害装置異常

作動計器：塩素ガス除害装置内部計器

警報表示：制御盤 除害装置異常

インターロック：塩素ガス供給停止

作動バルブ：V154-閉、V174-閉

備考：除害装置の異常内容を確認し、安全性を確認後除害装置の系統を切り替えて試験続行。

⑤塩素ガス排気ライン異常

作動計器：PIS-08

警報表示：制御盤 塩素排気ライン異常

インターロック：塩素ガス供給停止

作動バルブ：V154-閉、V174-閉

備考：塩素排気ラインの異常内容を確認し、安全性を確認後排気ラインを切り替えて試験続行。

⑥グローブボックスパージ排気ライン異常

作動計器：PIS-09

警報表示：制御盤 パージ排気ライン異常

インターロック：塩素ガス供給停止

作動バルブ：V154-閉、V174-閉

備考：グローブボックスパージ排気ラインの異常内容を確認し、安全性確認後排気ラインを切り替えて試験続行。

⑦-1 グローブボックス内圧力異常高

作動計器：PS05

警報表示：制御盤 グローブボックス内圧力異常高

インターロック：グローブボックス隔離(排気系・供給系停止)、塩素ガス供給停止、
塩素ガス除去系停止、電気炉停止

作動バルブ：V002-閉、V005-閉、V021-閉、V022-閉、V104-閉、V123-閉、
V154-閉、V174-閉、

機器動作状況：塩素ガス除害装置停止、真空ポンプ停止、電気炉停止

⑦-2 グローブボックス内圧異常高高

作動計器：PS06A, B（どちらか一方で作動）

警報表示：制御盤 グローブボックス内圧異常高高

インターロック：緊急排気

作動バルブ：V902A 開、V902B 開（電解用グローブボックス）

*⑦-1 での隔離が弁の誤作動等で隔離されず、ガスが供給されつづけてグローブボックス内の圧力が上昇する事象を想定。設定値以下になると弁を閉める。

⑧-1 グローブボックス内圧力異常低

作動計器：PS01

警報表示：制御盤 グローブボックス内圧力異常低

インターロック：グローブボックス隔離（排気系・供給系停止）、塩素ガス供給停止、
塩素ガス除去系停止、電気炉停止

作動バルブ：V002-閉、V005-閉、V021-閉、V022-閉、V104-閉、V123-閉、
V154-閉、V174-閉、

機器動作状況：塩素ガス除害装置停止、真空ポンプ停止、電気炉停止

⑧-2 グローブボックス内圧異常低低

作動計器：PS07A, B（どちらか一方で作動）

警報表示：制御盤 グローブボックス内圧異常低低

インターロック：緊急供給

作動バルブ：V903A 開、V903B 開

*⑧-1 での隔離が弁の誤作動等で隔離されず、排気されつづけてグローブボックス内の圧力が低下する事象を想定。設定値以上になると弁を閉める。

⑨窒素ガス流量低

作動計器：FI27

警報表示：制御盤 窒素ガス流量低

インターロック：塩素ガス供給停止

作動バルブ：V154-閉、V174-閉

⑩電気炉温度高

作動計器：TE22

警報表示：電気炉温度高

インターロック：電気炉停止

作動バルブ：無し

⑪冷却水流量低

作動計器：FIS18

警報表示：制御盤 冷却水流量低

インターロック：電気炉停止

作動バルブ無し

⑫塩素ガス圧力低

作動計器：PIS12

警報表示：塩素ガス圧力低

インターロック無し

備考：塩素ガスの残量低の警報、交換を促す目的

⑬酸素ガス圧力低

作動計器：PIS13

警報表示：酸素ガス圧力低

インターロック無し

備考：酸素ガスの残量低の警報、交換を促す目的

表2. 1. 4-1 インターロック一覧

	条件	警報	インターロック					備考
			GBX 隔離		Cl ₂ 供給停止		電気炉停止	
			供給停止	排気停止	供給停止	排気停止		
1	GBX内Cl ₂ 濃度高	○	—		○	—	—	
2	Cl ₂ 外部漏洩	○	○	○	○	○	○	
3	ガスシリンダーラック内Cl ₂ 漏洩	○	○	○	○	○	○	塩素除害装置でラック内の緊急排気を行う
4	Cl ₂ 除害装置異常	○	—		○		—	安全を確認の後装置切替
5	Cl ₂ 排気ライン異常 A/B	○	—		○		—	安全を確認の後装置切替
6	GBXパーズ排気ライン異常 A/B	○	—		○		—	安全を確認の後装置切替
7	GBX内圧異常高	○	○	○	○	○	○	
	GBX内圧異常高高	○	—	—	—	—	—	緊急安全系より排気開始
8	GBX内圧異常低	○	○	○	—	○	○	
	GBX内圧異常低低	○	—	—	—	—	—	緊急安全系より供給開始
9	窒素ガス流量低	○	—	○	○	—	—	
10	電気炉温度高	○	—		—	—	○	
11	冷却水流量低	○	—		—	—	○	
12	塩素ガス圧力低	○	—		—	—	—	
13	酸素ガス圧力低	○	—		—	—	—	
14	Ar ガス圧力低	○	—		—	—	—	

2.2 装置構造の基本設計

昨年度実施した概念設計を元に、装置構造の具体化を行った。

(1) 概要

試験装置の構成を図 2.2-1 に示す。上部構成機器は各試験によって変更可能な構造とする。

(2) 機器仕様

試験装置の各構成機器の基本仕様を示す。

① ルツボ

構造図を図 2.2-2 に示す。

- ・材質 : 高密度黒鉛+パイログラファイトコーティング
- ・寸法 : 外径 135mm×240mmH
内径 95mm×220mmH (底部はR45の半球形状)
- ・その他 : ルツボ内部はテーパーを切り、塩を取り出しやすい構造とする。
ルツボは吊り金具によって固定する構造である。

② カーボンライナー

構造図を図 2.2-3 に示す。

- ・材質 : 高密度黒鉛+パイログラファイトコーティング
- ・寸法 : 外径 149.5mm×470mmH
内径 140mm ×465mmH
- ・その他 : 炉心管保護を目的とし塩素ガスや塩蒸気が炉心管に接触する事を防止する。

③ 炉心管

構造図を図 2.2-4 に示す。

- ・材質 : ハステロイ
- ・寸法 : 外径 159mm×464mmH (炉心部分)
外径 490mm×15mmH (フランジ部分)
内径 150mm×465mmH
- ・その他 : ルツボ、カーボンライナーを保持する容器であり、内部は塩素ガスに暴露される可能性があり、外側にヒーターが設置され、

温度的にも過酷な条件である事から、材質は耐食性に優れたハステロイを選択する。

④冷却用フランジ

構造図を図 2.2-5 に示す。

- ・材質 : ハステロイ
- ・寸法 : $\phi 490\text{mm} \times H 30\text{mm}$
 $\phi 160\text{mm} \times H 30\text{mm}$ (開口部)
- ・その他 : 電解槽上蓋は炉心管にボルトによって固定できる構造である。
上蓋上部に陰極保持蓋を固定できる構造である。
電解時のルツボへのコンタクト用貫通部を持つ。

⑤電解槽用上蓋

構造図を図 2.2-6 に示す。

- ・材質 : ハステロイ
- ・寸法 : $\phi 320\text{mm} \times 15\text{mmH}$
 $\phi 94\text{mm} \times 15\text{mmH}$ (開口部)
- ・その他 : 電解槽上蓋は炉心管にボルトによって固定できる構造である。
上蓋上部に陰極保持蓋を固定できる構造である。
電解時のルツボへのコンタクト用貫通部を持つ。

⑥陰極保持蓋

構造図を図 2.2-7 に示す。

- ・材質 : ハステロイ
- ・寸法 : $\phi 172 \times 25\text{mmH}$
- ・その他 : 陰極保持用上蓋には電極口、ガス吹き込み管口、熱電対口、サンプルリング口、参照電極口、塩素ガス排気口を持つ。
各貫通口は閉止栓を具備する。
陰極を保持したまま上下に移動可能な中間停止版を持つ。
試験終了後陰極は保持蓋に固定したまま取り出す。

⑦断熱材（陰極支持蓋用）

構造図を図 2.2-8 に示す。

- ・材 質 : $ZrSiO_4$
- ・寸 法 : $\phi 93\text{mm} \times 125\text{mmH}$
- ・その他 : 断熱材には電極、ガス吹き込み管、熱電対、サンプリング管、参照電極用の貫通口を持つ

⑧断熱材（電解槽上蓋用）

構造図を図 2.2-9 に示す。

- ・材 質 : $ZrSiO_4$
- ・寸 法 : $\phi 134\text{mm} \times 130\text{mm}$ （内径 94mm ）
- ・その他 : 断熱材にはルツボ吊り金具の貫通口を持つ。

⑨保護管

構造図を図 2.2-9 に示す。

- ・材 質 : 高密度黒鉛＋パイログラファイトコーティング
- ・寸 法 : $\phi 134\text{mm} \times 95\text{mmH}$ （内径 84mm ）

⑩中間停止板

構造図を図 2.2-10 に示す。

- ・材 質 : SUS304
- ・寸 法 : $\phi 172\text{mm} \times 10\text{mmH}$

⑪断熱材保管容器

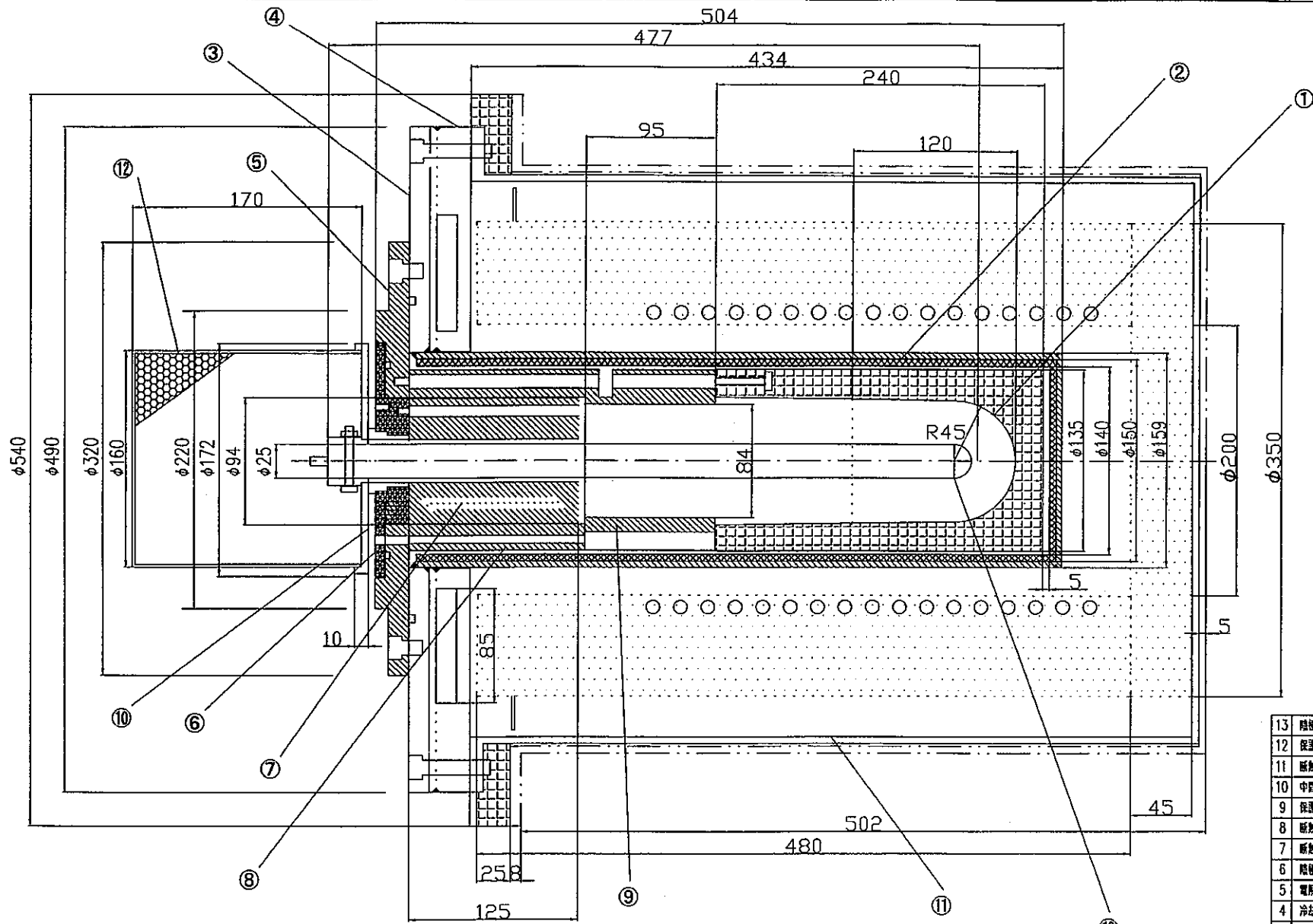
構造図を図 2.2-11 に示す。

- ・材 質 : SUS304
- ・寸 法 : $\phi 420\text{mm} \times 535\text{mmH}$ （内径 410mm ）（管部）
 $\phi 490\text{mm} \times 10\text{mmH}$ （フランジ部）

⑫陰極

構造図を図 2. 2-12 に示す。

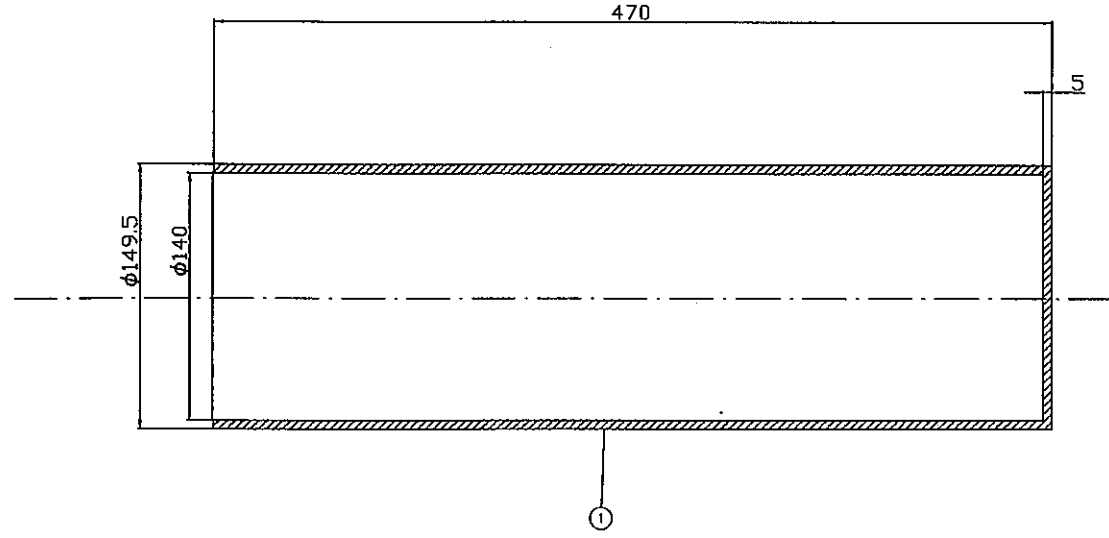
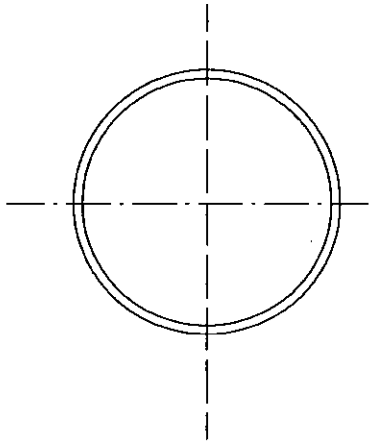
- ・材 質 : 高密度黒鉛+パイログラファイトコーティング
- ・寸 法 : $\phi 25\text{mm} \times 477\text{mmH}$ 、先端部分は半球
- ・その他 : 陰極上部には電源接続用の突端部を持つ



13	陰極	黒鉛+P.Gコーティング
12	保護カバー	SUS304
11	断熱材保管管管	SUS304
10	中間停止版	SUS304
9	保護管	黒鉛+P.Gコーティング
8	断熱材	ZrSiO ₄
7	断熱材	ZrSiO ₄
6	陰極保持蓋	Hastelloy
5	電解槽用上蓋	Hastelloy
4	冷却用フランジ	SUS304
3	炉心管	Hastelloy
2	カーボンライナー	黒鉛+P.Gコーティング
1	ルツボ	黒鉛+P.Gコーティング
NO	名称	材質

DESIGNED BY	DESIGNED BY	SCALE	Pu 酸化電池式試験装置 82.2-1
APPROVED BY	APPROVED BY	DATE	
REVISIONS	REVISIONS		
NO.	NO.		

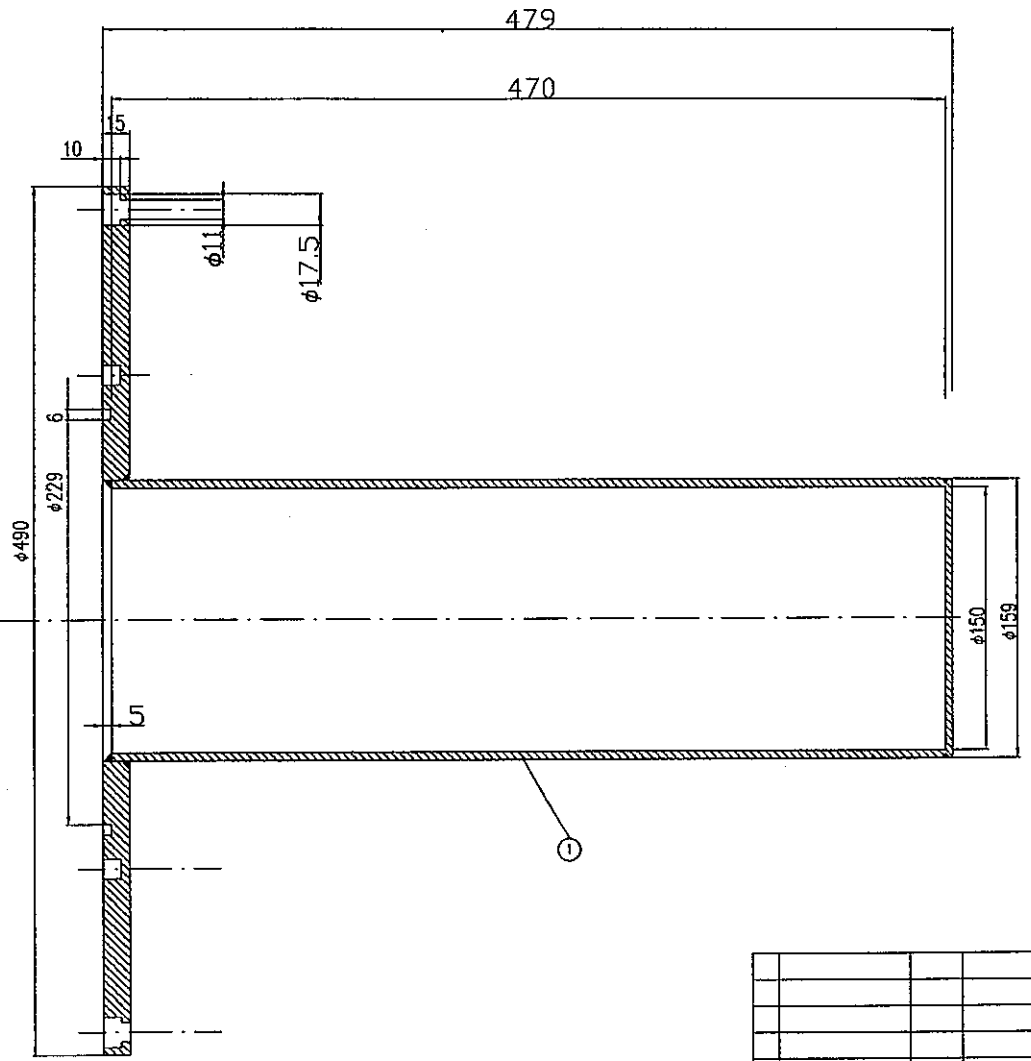
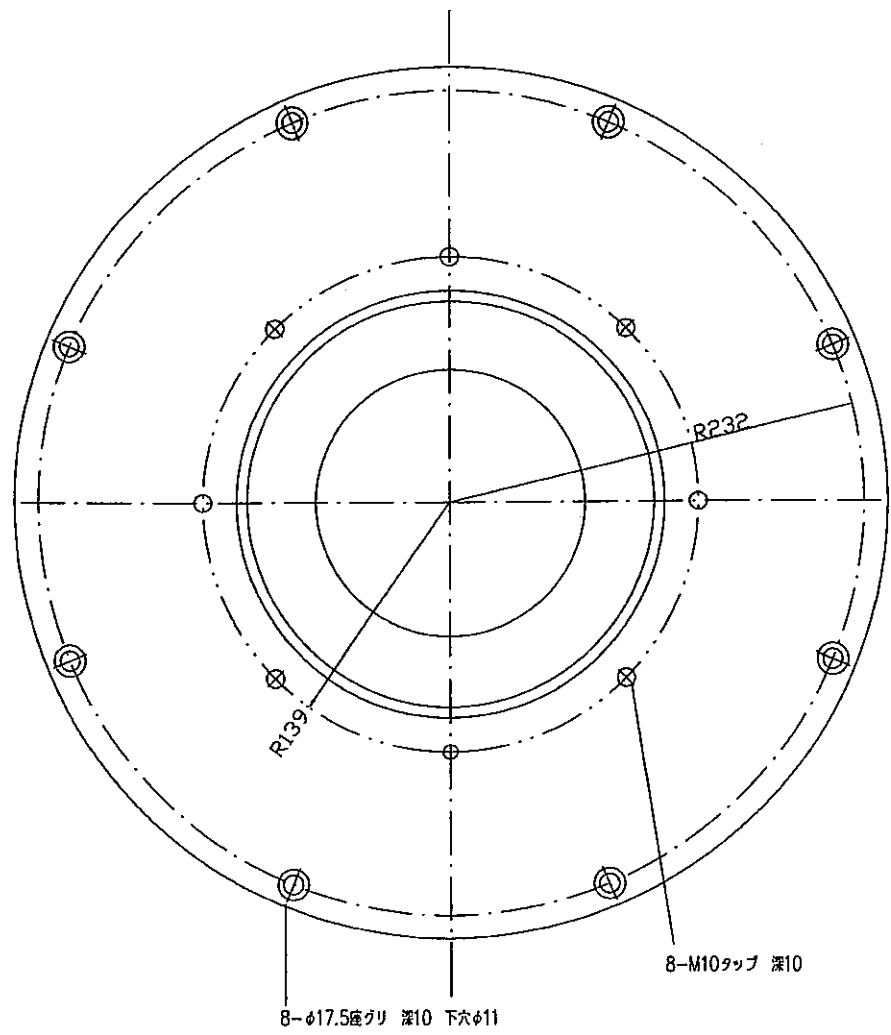
東芝株式会社
 TOSHIBA CORPORATION
 TOKYO, JAPAN



1	カーボンライナー	量数 P.0.2-107	
NO	名称	材質	
		PU固化樹脂式試験装置	

NO. REVISED	REVISED BY	REVISED DATE
NO. APPROVED	APPROVED BY	APPROVED DATE
NO. CHECKED	CHECKED BY	CHECKED DATE

株式会社
 TECHNA CORPORATION
 TOKYO, JAPAN
 0822-3
 0



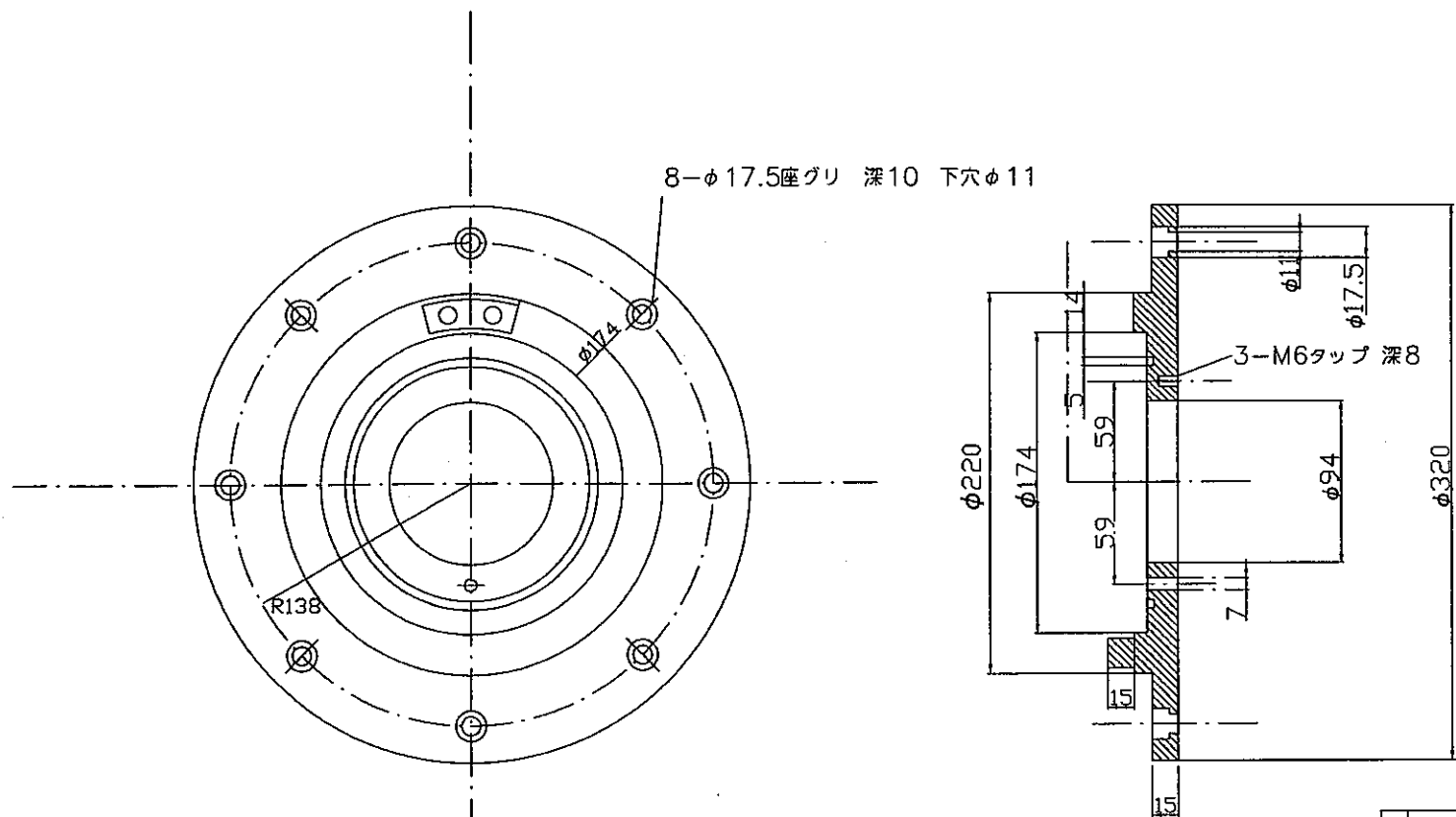
NO	名称	材質
1	炉心管	A270F
Pu 核化燃料式試験装置		
NO	名称	材質
Pu 核化燃料式試験装置		

NO	名称	材質
Pu 核化燃料式試験装置		

NO	名称	材質
Pu 核化燃料式試験装置		

NO	名称	材質
Pu 核化燃料式試験装置		

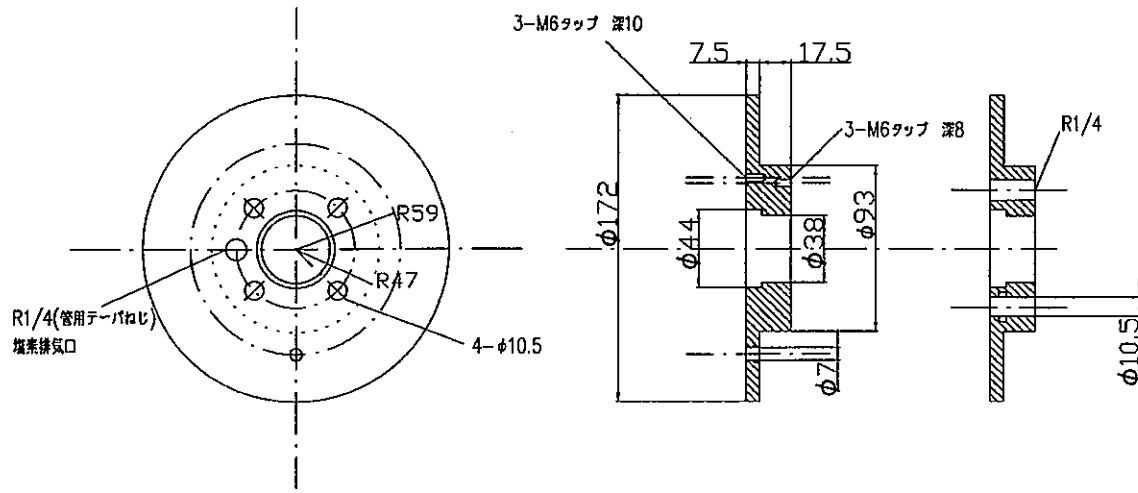
株式会社 東芝
TOSHIBA CORPORATION
TK07-2421



1	電解槽用上面	φ220×
NO	名称	材質
		PU酸化亜鉛式試験設備

DESIGNED BY	DESIGNED BY	DESIGNED BY
CHECKED BY	CHECKED BY	CHECKED BY
DATE	DATE	DATE

東芝電機株式会社
 82.2-6
 0

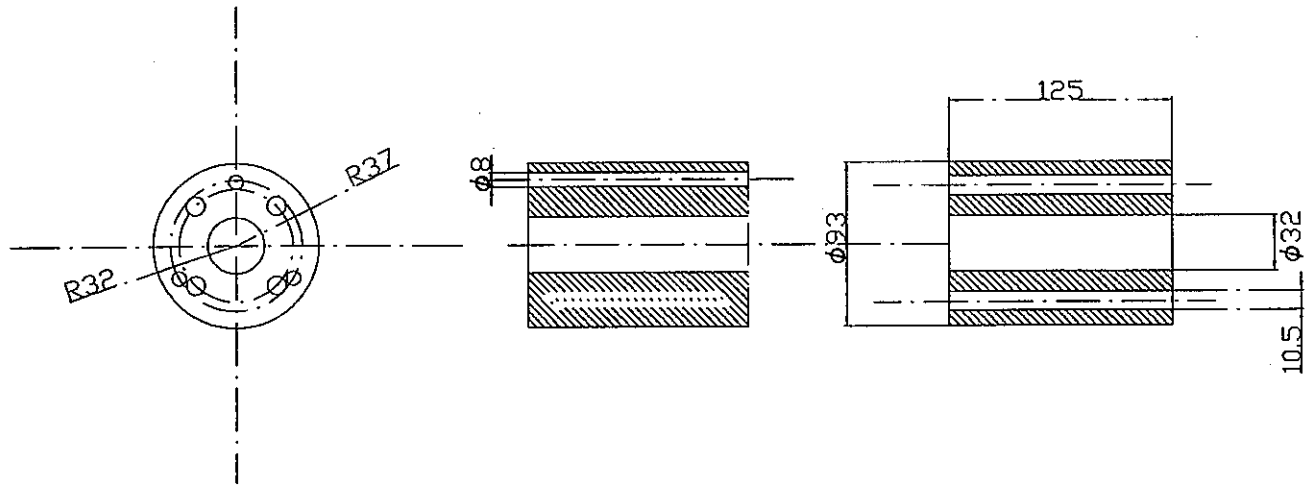


- 28 -

1	塩素保持蓋	AZFD1			
NO	名称	材質			

<small>DESIGNED BY</small> <small>DATE</small>	<small>APPROVED BY</small> <small>DATE</small>	<small>DR. TITLE</small> Pt 植物化学株式会社 技術員
<small>DESIGNED BY</small> <small>DATE</small>	<small>APPROVED BY</small> <small>DATE</small>	<small>DR. TITLE</small> Pt 植物化学株式会社 技術員
<small>DESIGNED BY</small> <small>DATE</small>	<small>APPROVED BY</small> <small>DATE</small>	<small>DR. TITLE</small> Pt 植物化学株式会社 技術員
<small>DESIGNED BY</small> <small>DATE</small>	<small>APPROVED BY</small> <small>DATE</small>	<small>DR. TITLE</small> Pt 植物化学株式会社 技術員
<small>DESIGNED BY</small> <small>DATE</small>	<small>APPROVED BY</small> <small>DATE</small>	<small>DR. TITLE</small> Pt 植物化学株式会社 技術員
<small>DESIGNED BY</small> <small>DATE</small>	<small>APPROVED BY</small> <small>DATE</small>	<small>DR. TITLE</small> Pt 植物化学株式会社 技術員
<small>DESIGNED BY</small> <small>DATE</small>	<small>APPROVED BY</small> <small>DATE</small>	<small>DR. TITLE</small> Pt 植物化学株式会社 技術員
<small>DESIGNED BY</small> <small>DATE</small>	<small>APPROVED BY</small> <small>DATE</small>	<small>DR. TITLE</small> Pt 植物化学株式会社 技術員
<small>DESIGNED BY</small> <small>DATE</small>	<small>APPROVED BY</small> <small>DATE</small>	<small>DR. TITLE</small> Pt 植物化学株式会社 技術員
<small>DESIGNED BY</small> <small>DATE</small>	<small>APPROVED BY</small> <small>DATE</small>	<small>DR. TITLE</small> Pt 植物化学株式会社 技術員
<small>DESIGNED BY</small> <small>DATE</small>	<small>APPROVED BY</small> <small>DATE</small>	<small>DR. TITLE</small> Pt 植物化学株式会社 技術員

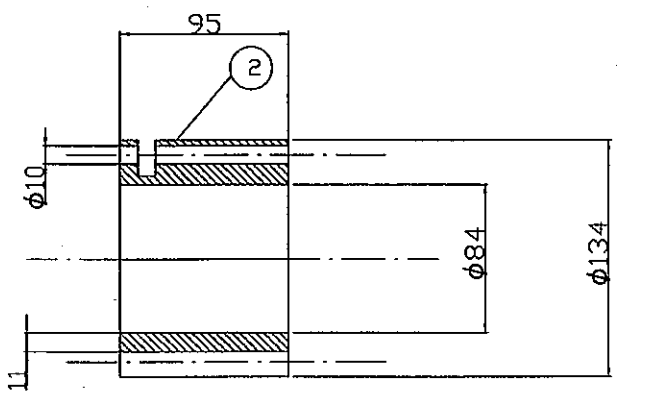
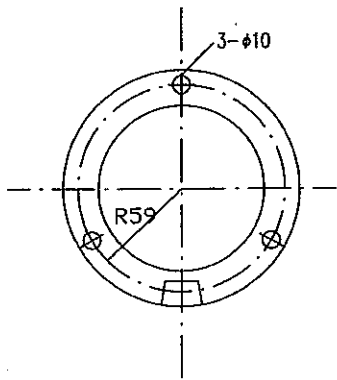
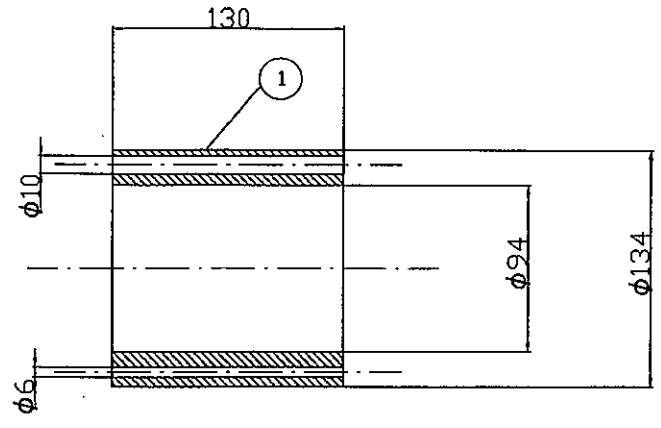
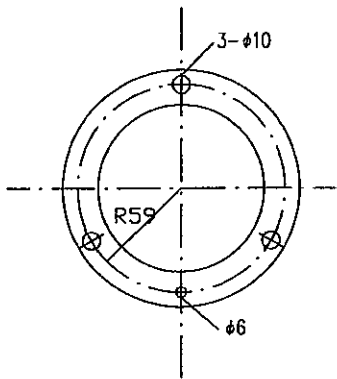
NO. 0
 Pt 植物化学株式会社
 TOKYO, JAPAN
 82.2-7
 0



NO	名称	材料
1	底垫材	ZS104
PIL酸化触媒式記録装置		
株式会社 東芝 TOSHIBA CORPORATION TOKYO, JAPAN		
形式記号 R2.2-B		
数量 0		

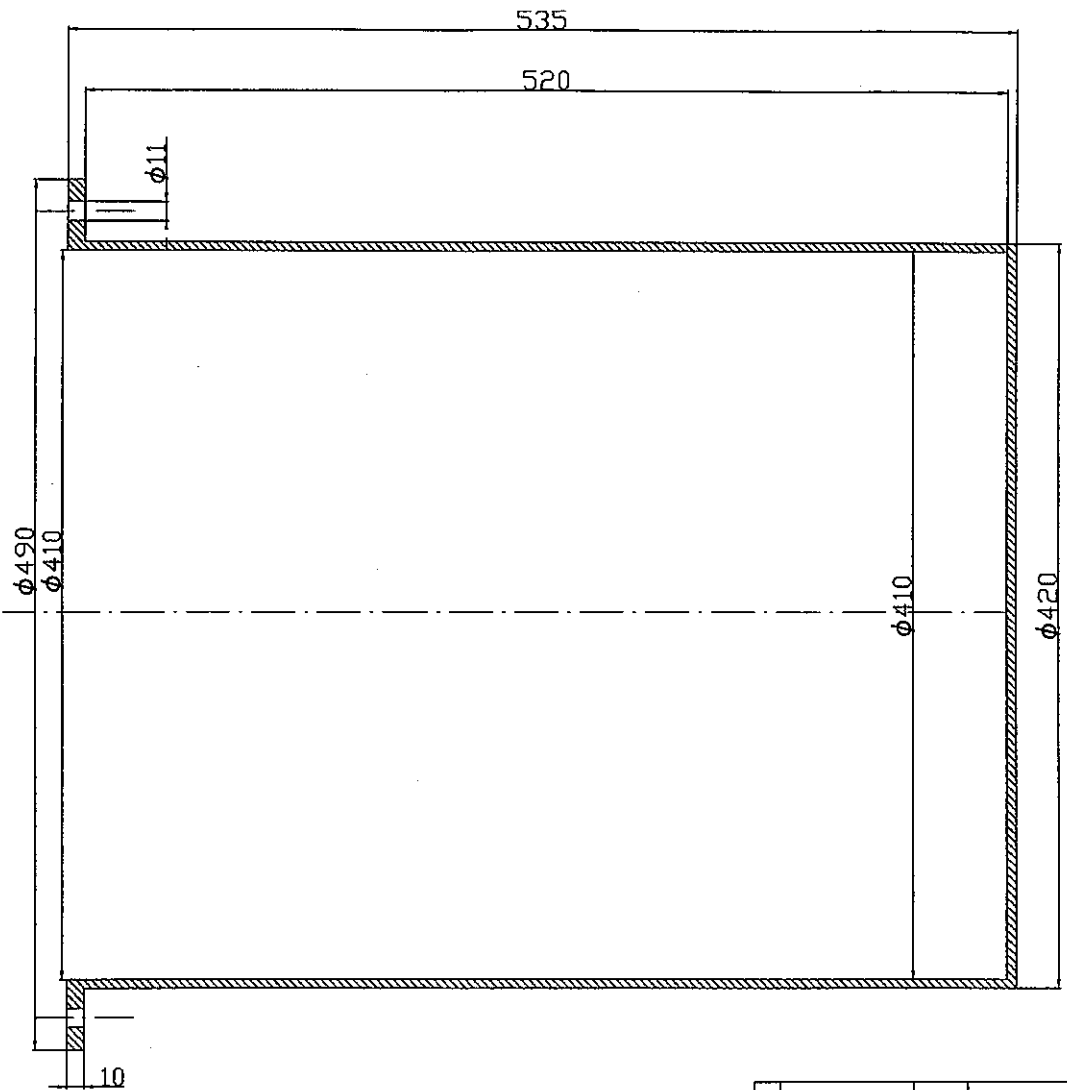
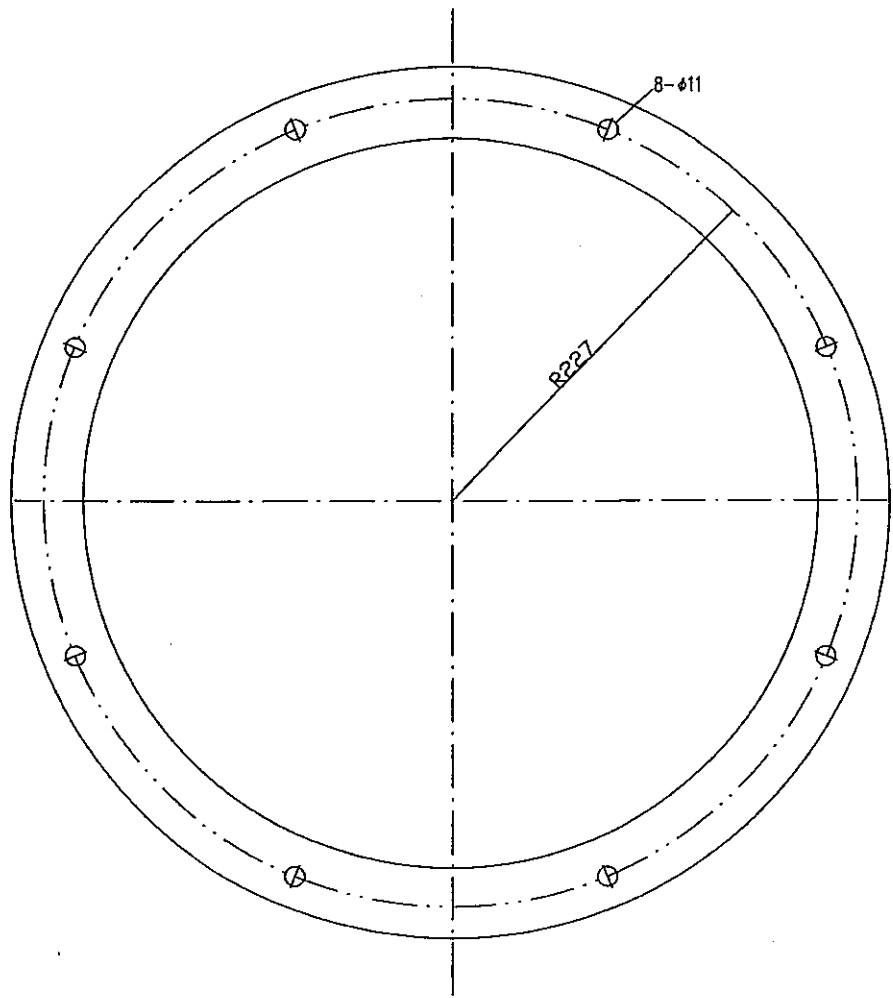
NO. REV. MARK	REV. APPRVED BY THE DESIGN	REV. DATE
REVISIONS	AS SHOWN	BY
NO. OF COPIES	BY	DATE

- 30 -



2	保護管	品名	P.S.M27
1	断熱材	品名	Z-S04
NO	名称	材質	
製作者		PU 複合管形式試験装置	
検査者		TORISHI CORPORATION	
検査日		製図 No. 02.2-9	
検査場所		REV. 0	

製図 No.	02.2-9
検査日	
検査場所	
製作者	
検査者	
製図 No.	02.2-9
検査日	
検査場所	
製作者	
検査者	



NO	名称	材質
1	耐熱材保管容器	SUS304
設計者 設計校 設計承認 設計承認 設計承認		設計承認 設計承認 設計承認 設計承認 設計承認
株式会社 東芝 TOSHIBA CORPORATION TOKYO, JAPAN		東芝製作所 82.2-11 0

2.3 ユーティリティ使用量の評価

2.3.1 塩素ガス使用量の評価

<溶解試験時の塩素ガス使用量>

試験条件

○塩素ガス流量 100cc/min

○最大試験時間 20 h

試験一回あたりの使用量 120000cc=120L=5.36mol

<MOX電解試験時の塩素ガス使用量>

試験条件

○塩素ガス流量 50cc/min

○最大試験時間 20 h

試験一回あたりの使用量 60000cc=60L=2.68mol

2.3.2 酸素ガス使用量の評価

<MOX電解試験時の酸素ガス使用量>

試験条件

○酸素ガス流量 50cc/min

○最大試験時間 20 h

試験一回あたりの使用量 60000cc=60L=2.68mol

2.3.3 窒素ガス使用量の評価

<通常時の窒素ガス使用量>

グローブボックス雰囲気管理用 1 L/min

グローブボックス内圧調整用 1 L/min

通常運転状態での1日の最大使用量 2880 L

<試験時の窒素ガス使用量>

塩素ガス除害装置（塩素希釈用） 10 L/min（塩素ガス100倍希釈）

試験時の予備用として 2 L/min

試験時間は20 hと仮定すると、試験前後の洗浄運転時間を加味して実質の運用

時間は25hとすると、

試験一回あたりの窒素ガス使用量は 18000L

<試験時の冷却フランジ冷却用としての使用量>

1000L/min

但し循環装置にて再生利用する。

2.3.4 電気使用量の評価

電解槽加熱用ヒーター	1.9kW×4	AC200V	40A	φ3
真空ポンプ用	0.55kW×2基、0.4kW×1基	AC200V	20A	φ3
制御用電源		AC100V	×10A	
電解電源、計測装置用コンセント		AC100V	×15A	

2.3.5 冷却水使用量の評価

冷却配管はバウンダリーの外周に設置され電気炉使用時に通水される

流量 10l/min

冷却水温度 25℃

2.3.6 塩素ガス除害装置から発生する廃棄物量

塩素ガス除害塔に用いられる塩素吸着材の性能は薬剤1Lに対して15~20Lの塩素ガスを吸着可能である。

塩素ガス除害塔は試験毎に交換して運用するものとして

1塔あたりの薬剤充填量は10Lとする。

塩除害塔1塔あたりの塩素処理量 150~200L

このため、試験一回ごとに10Lの薬剤が廃棄物として発生する。

2.4 熱設計

2.4.1 はじめに

酸化物電解 Pu 試験設備の電解回収装置では、通常運転時の運転温度を 650℃（るつぼ内部流体）以上とする必要がある。このため、従来、容器の外部からヒータ加熱によって入熱する構造が採用されているが、一方、構造設計の観点からは上部構造物の温度を最高使用温度以下に保持することが不可欠であり、局所的な冷却構造を併せて設置することが必要になる。

ここでは、電解回収装置の現状構造を対象とした熱流動解析を行ない、成立性を見通しを検討した。

2.4.2 現状設計

(1) 構造概念

今回検討対象とした構造概念を図 2.4.2-1 に示す。主要構成部材の材質を以下に示す。

- | | |
|--------------|------------|
| ① るつぼ、陰極 | : 黒鉛 |
| ② 炉心管 | : ハステロイ |
| ③ ウエル | : SUS304 |
| ④ 断熱材（ウエル内部） | : ロックウール相当 |
| ⑤ 断熱材（るつぼ内部） | : ジルコン |

(2) 温度制限

設計上の温度制限値を以下に示す。これらの数値が今回の解析による設計の妥当性評価のめやすとなるものである。

- | | |
|----------------|-------------|
| ① 運転温度（るつぼ内流体） | : 650℃以上 |
| ② 構造材温度 | : 60℃以下（上面） |

2.4.3 温度分布解析

(1) 概 要

ここでは前記の構造概念を対象とした温度分布解析を軸対称モデルによって行ない、その結果を設計上の温度制限値と比較した。

(2) 解析方法

a. 解析コード

汎用熱流動解析コード "STAR-CD" を使用した。本コードは有限体積法にもとづく3次元熱流動解析コードで、流体と構造物との連成を考慮した対流、熱伝導、輻射計算を行うことが可能である。

b. 解析ケース

定常運転状態を対象として解析を行う。

c. 解析モデル

図 2.4.3-1 に示す。軸対称モデルを使用し、形状模擬を行なっている。モデル化上の前提条件、および境界条件を以下に示す。

(a) 前提条件

ヒータ表面温度を 900℃ に保持する運用とする。

(b) 境界条件

- ① ウエルの上部構造 : 強制対流冷却
- ② ウエルの外周 : 自然対流放熱
- ③ 装置上面 : 自然対流放熱
- ④ 装置底面 : 自然対流放熱

なお、運動量、エネルギー保存式を計算する上での数値解法は「1次風上差分」を使用した。

d. 解析条件

以下のとおりとする。

(a) 構造寸法

図 2.4.2-1 の構造概念図に基づいて設定した。

(b) 物性値

各材質の物性値を表 2.4.3-1 に示す。

(c) 境界条件

- ① 外部雰囲気温度 : 50℃
- ② グローブボックス内部温度 : 50℃
- ③ 各部の熱伝達率 : 表 2.4.3-2 に示す。

なお、下記の項目については、今後の設計の進捗と合わせて見直しを行い、必要に応じて再検討することが必要である。

- ① 熔融塩の表面射出率 (0.2 を想定)
- ② ウエルの上部冷却構造 (等価熱通過率 : $h=30\text{W/m}^2\text{K}$ を想定 (構造依存))

(3) 解析結果

a. 全体的な傾向

図 2.4.3-2 に全体的な流況と温度分布を示す。るつぼ内のカバーガス領域、および炉心管とるつぼの間のガス空間では自然対流による循環流が形成されており、輻射と共にこの対流による伝熱が行われている。全体的には、ウエル上部構造の冷却と断熱材の効果によって外表面温度は低温に維持されているが、陰極の上部領域が特に高温化する傾向にある。

b. 主要部の温度分布

(a) るつぼ内容融塩

図 2.4.3-3(1)にるつぼ廻りの温度分布を示す。熔融塩は全体として約 650℃以上となっている。先に述べたように、これはヒータ温度を 900℃に保持する条件下での結果である。

(b) 上部構造

上部構造の下面に対しては溶融塩表面からの輻射、るつぼ、炉心管の壁面、および、陰極とるつぼ内断熱材を介しての熱伝導によって伝熱が行われる。図 2.4.3-3(2)からわかるように、陰極上部が最も温度が高くなり、約 420℃となっている。ウエルの冷却配管に近接するほど温度は低下する傾向にあり、グローブボックスとの接合部近傍では 160℃程度になっている。

(c) ウエル

ウエル外表面では外部雰囲気への自然対流による放熱を想定したが、側面部の温度は約 200℃となっている。熱伝達率を保守的に小さ目の値を使用したことにもよるが、今後断熱材を増加する等の対策が必要になる可能性もある。

(d) 発熱量、除熱量

この条件下でのヒータ発熱量、および上部冷却系除熱量は以下のとおりである。

・ヒータ発熱量	: 1.2kW
・上部冷却系除熱量	: 0.7kW

(4) まとめ

主要な結論を以下に示す。

- ① 断熱材、上部冷却系の設計を適切に行うことで、溶融塩温度を 650℃以上に加熱できる見通しがある（ヒータ温度：900℃の条件）。
- ② この条件下での上面構造物温度は陰極上部が約 420℃であり、現状構造ではめやす温度（60℃以下）を満足することは難しい。
- ③ ウエル側面部は自然通風条件では約 200℃まで昇温する。熱伝達率を保守的に設定したことにもよるが、今後の設計の詳細化に伴い断熱材の増加等を考慮することも必要である。
- ④ 物性値等について一部条件が明確でない項目もある。今後データの見直し等を行った上で必要に応じて再検討することが重要である。

表 2.4.3-1 物性値 (熱伝導率)

(1) 熱伝導率

材 質	熱伝導率 (W/mK)	備 考
SUS304 (上部構造)	22.5 (800K)	伝熱工学資料改訂第 4 版
ハステロイ	11.1 (300K)	伝熱工学資料改訂第 4 版
黒鉛	116	カタログ値
断熱材 (ロックウール)	0.1 (600K)	伝熱工学資料改訂第 4 版
断熱材 (ジルコン)	4.2	カタログ値
熔融塩	10000	対流を等価的に模擬 するための設定値
テフロン	0.19	カタログ値
アルゴン	0.043 (1000K)	伝熱工学資料改訂第 4 版
空気	0.026 (300K)	伝熱工学資料改訂第 4 版

(2) 射出率

材 質	射出率	備 考
SUS304 (炉心管)	0.3	0.45(伝熱工学資料改訂第 4 版) を保守的に小さめに設定
ハステロイ	0.3	SUS と同等と想定
黒鉛	1	ANL データ
断熱材 (ジルコン)	0.85	機械工学選書 伝熱工学／耐 火レンガ
熔融塩	0.2	類似物質よりの推定値

表 2.4.3-2 主要部の熱伝達率

設定箇所	熱伝達率 (W/m ² K)	備考
1. 上部構造-グローブボックス 内雰囲気	4	自然対流
2. ウエル-外部雰囲気 (側面)	2	自然対流
3. ウエル-外部雰囲気 (底面)	1	自然対流
4. 冷却流路-ウエル	30	強制対流、風速 5m/s を想定 (窒素冷却)

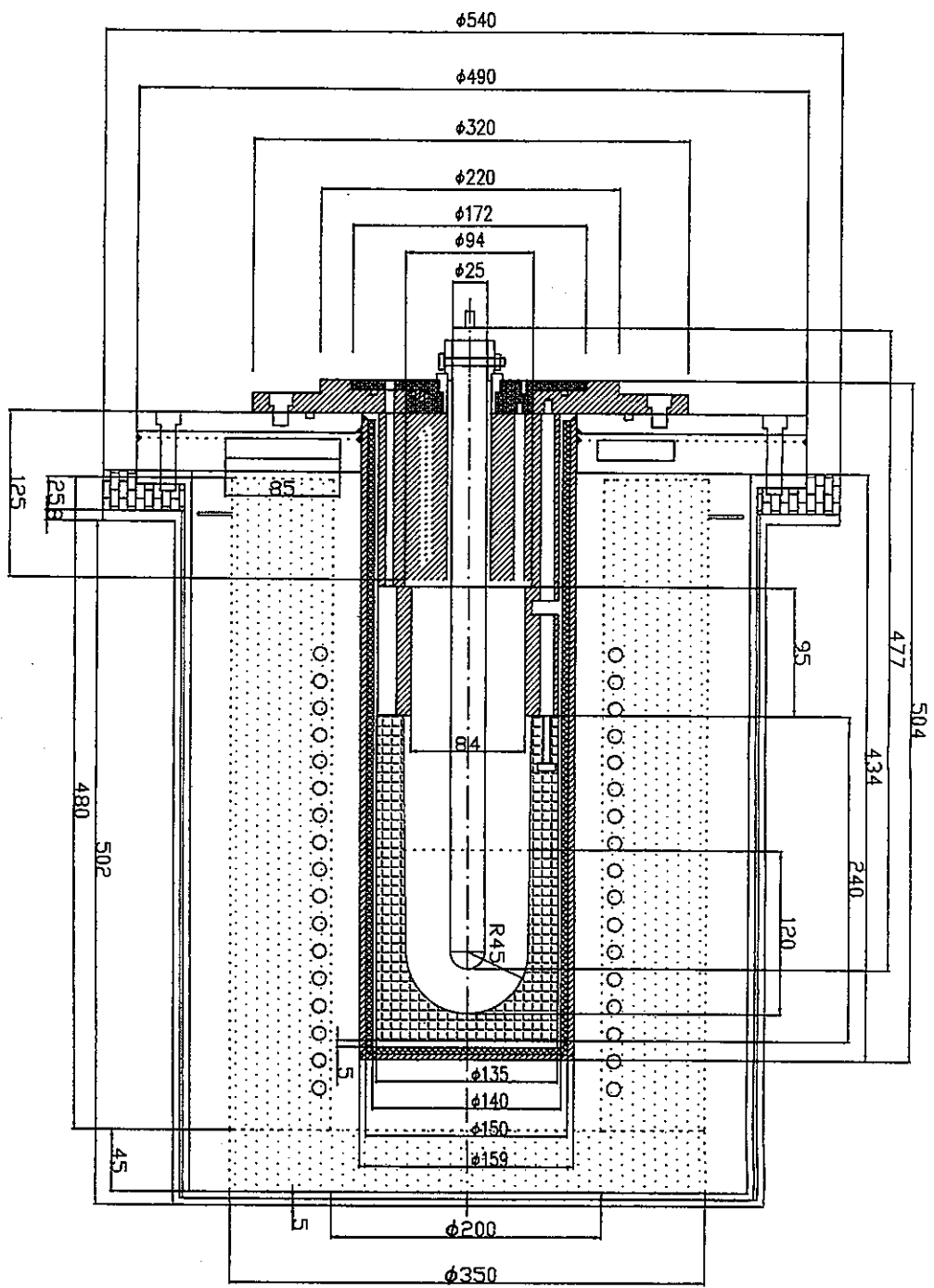


图 2.4.2-1 電解槽構造概念図

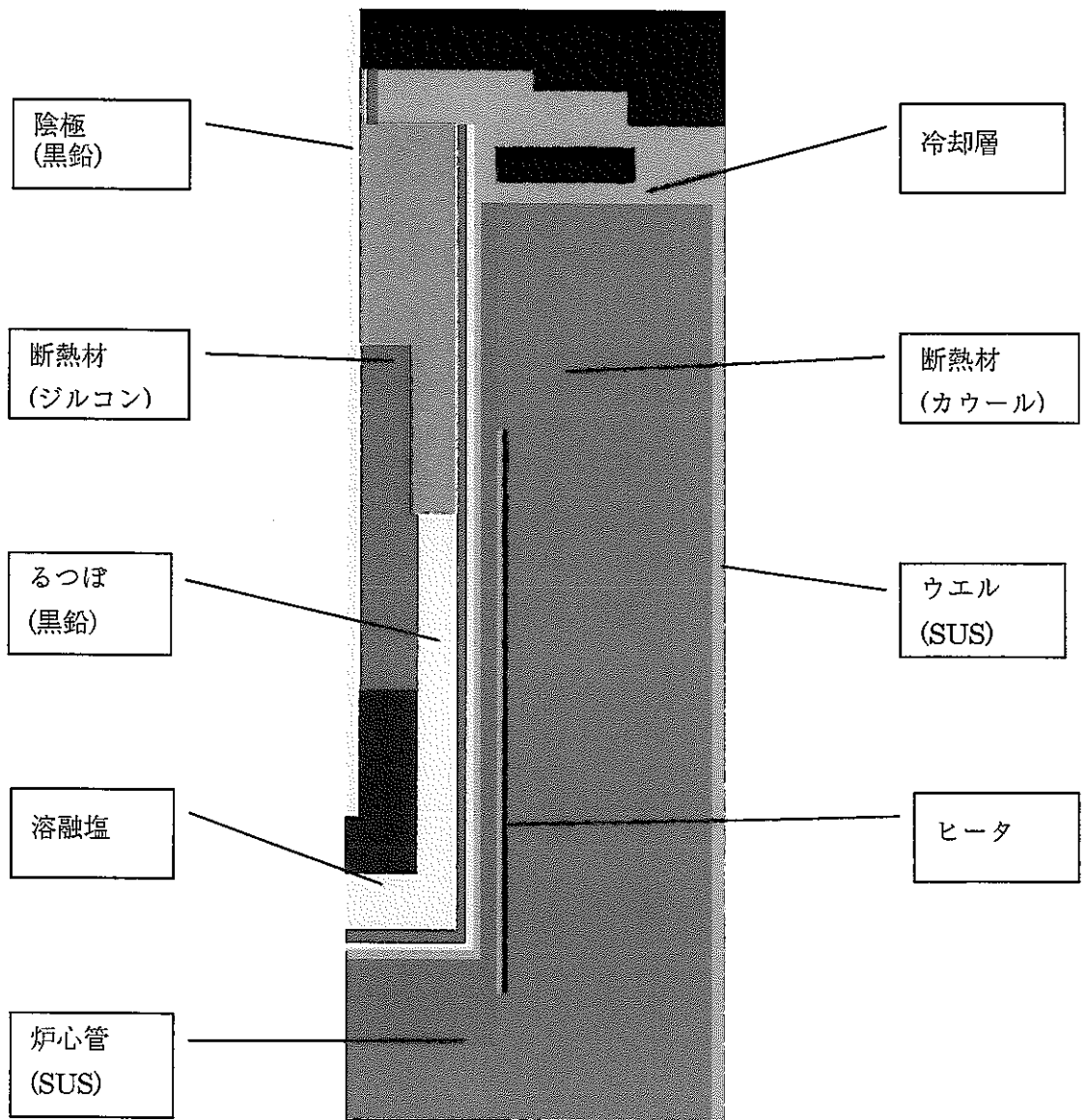


図 2.4.3-1 解析モデル図

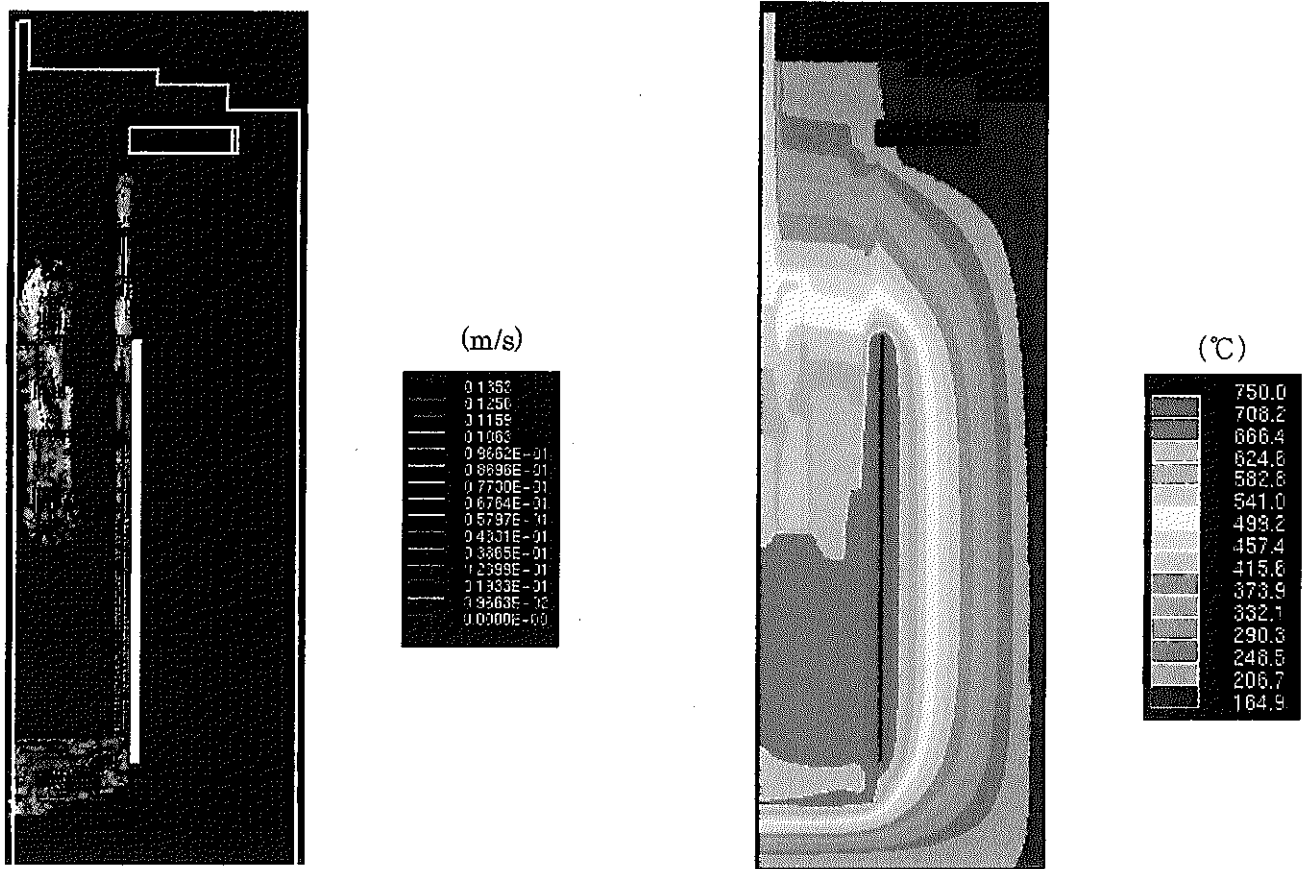
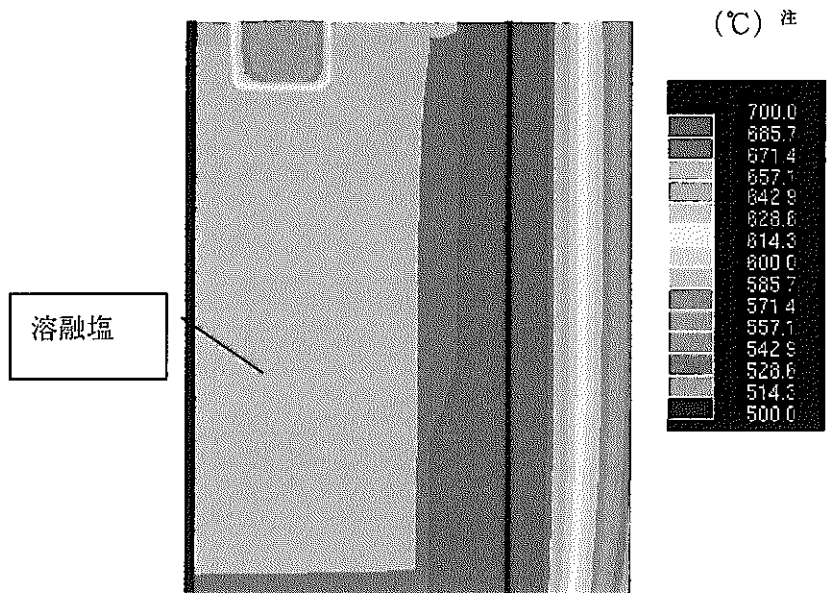
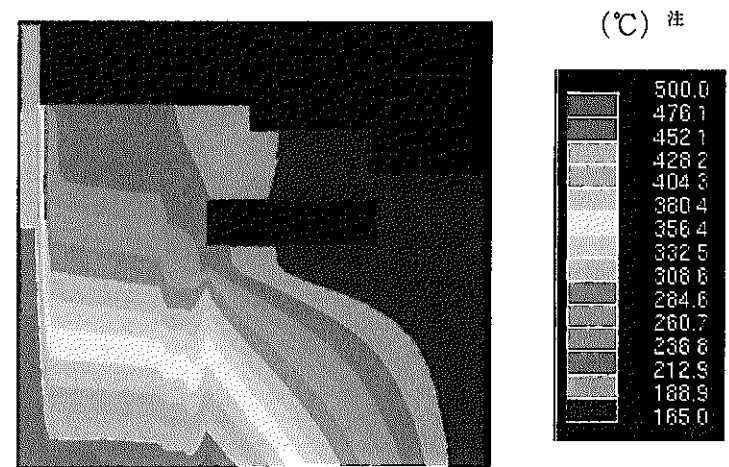


图 2.4.3-2 内部流況・温度分布



(1) るつば廻り



(2) 上部構造廻り

図 2.4.3-3 各部温度分布

2.4.4 金網領域の温度検討

温度解析結果より、現状の構造では熔融塩温度を 650℃以上に加熱するためには、陰極上部温度が約 420℃になってしまい、目標温度であるグローブボックス内表面温度を 60℃以下にすることが困難である。そこで、直接手が触れる部分を 60℃以下にする対応策として陰極上部に金網を設けることとした。その検討結果を記す。

(1) 計算方法

a. 計算モデル

図 2.4.4-1 に示す。非黒体面間の放射伝熱における相対する平行 2 円板である。陰極よりの放射伝熱量と金網領域での対流除熱量から求めた。

b. 計算条件

表 2.4.4-1 に示す。

(2) 計算結果

a. 放射伝熱量

放射伝熱量 Q_R は、形態係数を用いて下記となる。

$$\begin{aligned} Q_R &= \sigma (T_1^4 - T_2^4) A_1 F_{12} \\ &= -\sigma (T_2^4 - T_1^4) A_2 F_{21} \end{aligned}$$

ここで、形態係数は下記となる。

(日本機械学会；伝熱工学資料改定第 4 版；P162)

$$\begin{aligned} F_{12} &= \frac{1}{2R_1^2} \left[R_1^2 + R_2^2 + L^2 - \sqrt{(R_1^2 + R_2^2 + L^2)^2 - 4R_1^2 R_2^2} \right] \\ &= 0.0123 \end{aligned}$$

b. 対流除熱量

対流除熱量 Q_c は、下記となる。

$$Q_c = h(T_1 - T_a) \cdot A_1$$

一方、平板まわりの自然対流熱伝達において、上向きのモデルを当てはめると、熱伝達率 h は下記となる。(日本機械学会；伝熱工学資料改定第 4 版；P70)。

$$h = Nu \cdot \lambda / D_1 = 0.6(Gr \cdot Pr)^{1/5} \cdot 0.03(\text{w/mK}) / 0.16(\text{m})$$

ここで、グラスホフ数 Gr は下記となる。

$$\text{Gr} = \frac{g \beta \Delta T D_1^3}{\nu^2} = \frac{9.8 \times \left(\frac{1}{273+30} \right) \cdot 30 \cdot 0.16^3}{1.8 \times 10^{-5} (\text{m}^2/\text{s})}$$
$$= 1.23 \times 10^7$$

従って、熱伝達率 h は下記になる。

$$h = 2.74 \text{ w/m}^2\text{K}$$

c. 金網温度

輻射伝熱量 Q_R 対流除熱量 Q_C より

$$-\sigma(-T_1^4 + T_2^4) \cdot A_1 F_{12} = h(T_1 - T_a) A_1$$

これより、金網温度 T_1 は約 57°C になる。

従って、高さ 170mm 程度の金網を設けることにより、約 57°C に抑えることができる。

表 2.4.4-1 計算条件

	名称	値	単位
G_R	輻射伝熱量	—	W
Q_c	対流除熱量	—	W
σ	ステファンボルツマン係数	5.67×10^{-8}	$W/m^2/K^4$
A_1	金網面積		m^2
A_2	陰極面積		m^2
T_1	金網温度		K
T_2	陰極表面温度	693.15	K
T_a	雰囲気温度	303.15	K
R_1	金網半径	0.08	M
D_1	金網直径	0.16	M
R_2	陰極半径	0.0125	M
L	陰極金網間距離	0.14	M
F_{12}	形態係数		—
F_{21}	形態係数		—
h	熱伝達率		$W/m^2/K$
Nu	ヌセルト数		—
λ	熱伝導率	0.03	$W/m/K$
Gr	グラスホフ数		—
Pr	プラントル数	0.7	—
β	体膨張係数		$1/K$
ν	動粘性率	1.8×10^{-5}	m^2/s

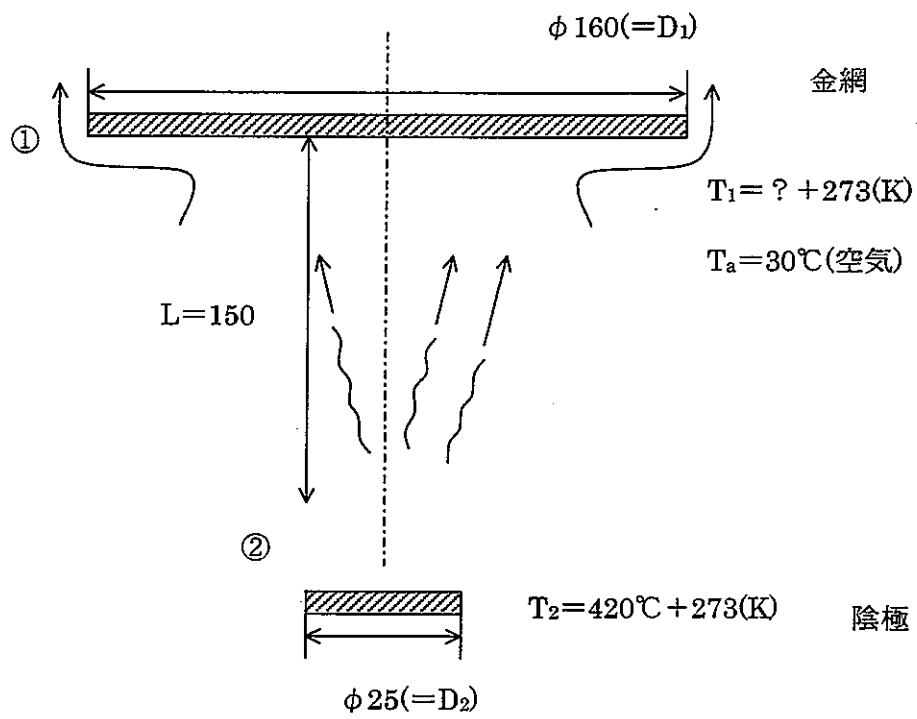


図 2.4.4-1 計算モデル

2.5 製作コストの概略評価

これまで述べてきたように、現状のままでは実験室C設置はスペース的に困難な状態であるが、本試験設備を実験室Cに設置するのに必要な製作コストの概略評価を行った。

2.5.1 評価結果

製作コスト評価結果を図2.5-1に示す。分類アイテムとしては下記の5分類とした。なお、本設備の製作コストは、別途計画されている金属乾式再処理Pu試験設備の60～70%程度となるものと期待される。

- (1) 塩素ガス系
- (2) グローブボックス本体系
- (3) 計装制御系
- (4) 冷却水系
- (5) 給排気系

図2.5-1から下記がわかる。

- ・電解装置本体を含む為、グローブボックスが製作コストのうち約半分を占める。
- ・システムを2重化しているため、給排気系が約35%を占める。
- ・計装制御系は約15%を占める。
- ・塩素ガス系は数%。
- ・電気炉冷却の為の冷却水系は、その他に比べるとコストに影響がない。

今後は、設置場所の特殊性、装置ユニット化等を考慮した据付関連コストの評価を行う必要がある。

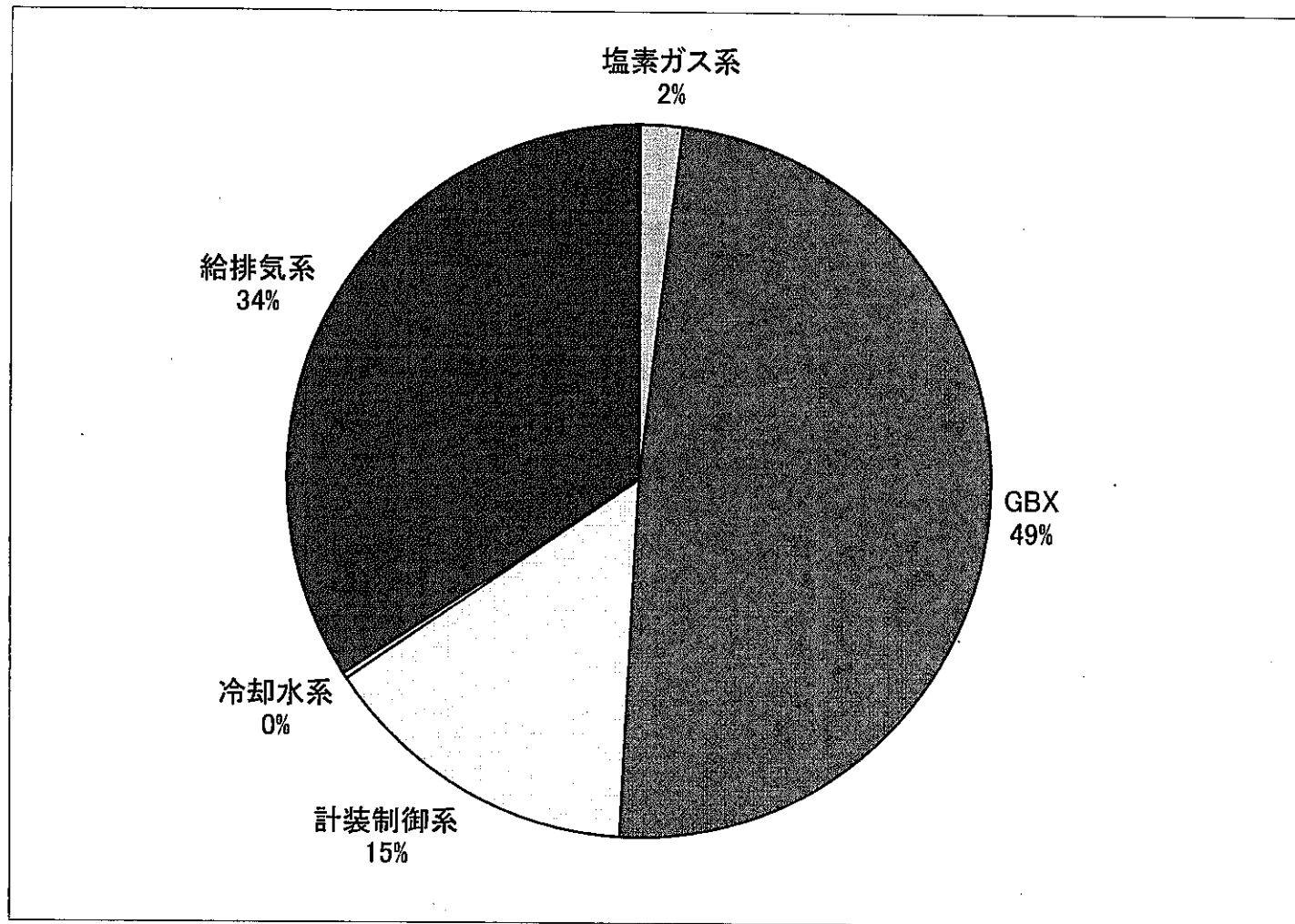


図2.5-1 製作コスト評価

3. おわりに

高レベル放射性物質研究施設（以降C P F）で実施を計画している酸化物P uの乾式再処理試験設備に関して、昨年度実施した概念設計の情報及び新たに発生した情報を元に、装置構造の具体化、ユーティリティ使用量の評価、製作コストの概算評価を行った。

その結果、建屋配置上メンテナンススペースの確保が困難であることと、床荷重がオーバーすることから、現状のままでは、本設備の実験室Cへの設置は困難であり、設備の設置場所を含めた大幅な見直しと建屋の改造が必要であることがわかった。

今後、詳細設計で設置場所も含めた設備の合理化と具体化を行うと共に、試験手順の詳細化を行う必要がある。

4. 参考文献

2.4 の参考文献

- 1) 伝熱工学資料改定第4版：日本機械学会；昭和61年