

TBM 試作用ベリライドの焼結装置の製作

仕様書

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
六ヶ所フュージョンエネルギー研究所
ブランケット研究開発部 ブランケット工学グループ

1 一般仕様

1.1 件名

TBM 試作用ベリライドの焼結装置の製作

1.2 目的

国際熱核融合実験炉(以下「イーター」という。)にて核融合炉ブランケットの実証試験を行うために国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構(以下「QST」という。)が開発を進めているテストブランケットモジュール(以下「TBM」という。)において、製作性向上に向け、テストブランケットシステム(以下「TBS」という)の試作を行う計画である。

TBS 試作に向け、実機サイズ(例: $\phi 100\text{ mm} \times T500\text{ mm}$)相当の中性子増倍材(ベリライド)の製作が不可欠であり、これを可能とする大型プラズマ焼結装置の整備が必要不可欠である。本契約では、その装置を整備するものである。

1.3 契約範囲

- 1) 装置の積載荷重対策
- 2) 関連装置類の据付及び設置
- 3) 大型プラズマ焼結装置の設計・製作・設置
- 4) ベリライド飛散防止対策及び排気系統の整備

1.4 支給品

- 1) ブランケット工学試験棟の実験室 F における^(仮称)構造検討報告書
- 2) ブランケット工学試験棟の単線結線図_200V 系、400V 系
- 3) ブランケット工学試験棟の幹線・接地設備 1 階平面図

※ 標記の件を実施するにあたり、その他、必要な情報がある場合、QST に要請すること。

1.5 納入物

- 1) 表 1 に示す図書を指定時期に指定部数、1.7 項の納入場所に納入すること。
- 2) 提出図書は指定部数の冊子体の他に電子板を提出すること。表 1 に示す図書及び最終的に採用した設計データファイルを格納した電子媒体も提出すること。電子板のファイル形式は QST と受注者協議の上、決定するものとする。
- 3) 大型プラズマ焼結装置を製作の上、1.7 項の納入場所に搬入・設置すること。

表 1 提出図書

図書名称	印刷物 提出部数	提出時期	確認	識別 記号
------	-------------	------	----	----------

再委託承諾願	1	契約後速やかに (下請がある場合のみ QST 指定様式)	要	-
品質計画書 (Quality plan)	1	契約後及び変更の都度速やかに	要	PL
作業体制表 (1.10.2 項参照)	1	契約後 2 週間以内及び更新の都度	要	PL
作業要領書	1	契約後速やかに	要	WP
試験検査要領書	1	据付開始前	要	NP
全体工程表 (1.14 項参照)	1	契約後 2 週間以内及び更新の都度	要	WS
設計報告書 *1	1	製作開始前	要	DE
積載荷重対策報告書	1	輸送開始前	要	DE
製作報告書	1	輸送開始前	要	MR
輸送計画書	1	輸送開始前	要	PL
据付計画書	1	据付開始前、変更の都度	要	PL
作業者名簿	1	据付開始前、変更の都度	不要	-
試験検査報告書	1	試験検査後速やかに	要	-
据付報告書	1	据付完了時	要	PR
特定化学物質対策の報告書	1	対策の完了時	要	PR
打合せ議事録 (1.15 項参照)	1	打合せ後 2 週間以内	要	MI
質問書	1	協議すべき技術課題が生じた場合直ちに	不要	NO
不適合の報告*2	1	報告すべき事項が生じた場合直ちに	要	NR
逸脱許可*3	1	許可を要求する必要があるとき	要	DR

*1 設計報告書に記載すべき項目は、第 2 章の技術仕様に示す。

*2 不適合の報告とは、本契約に関する品質保証及び技術仕様の不適合が生じた場合の報告であり、報告すべき事項が生じた場合は直ちに報告すること。

*3 逸脱許可とは、本契約の遂行に関し品質保証の規定を逸脱することが必要と受注者が判断した場合にあらかじめ申請し、許可を得るものであり、QST の確認前に逸脱してはならない。

要確認図書の確認方法は以下とする。QST は、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。また、当該期限までに審査を完了し、受理しない場合には修正を指示する。修正等を指示せず受理する場合、その旨通知する

か当該期限をもって受理したものとする。この確認は、確認が必要な図書 1 部をもって行うものとする。

ただし、再委託承諾願(QST 指定様式)については、QST が確認後、文書にて回答するものとする。

1.6 納期

令和 9 年 8 月 3 1 日

1.7 納入場所

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字表館 2 番地 166

QST

六ヶ所フュージョンエネルギー研究所

ブランケット工学試験棟 実験室 FG（提出図書は事務室 2）

1.8 検査条件

第 1.7 項に示す納入場所に第 1.5 項に示す物品の納入及び据付調整後、装置が正常に動作することの確認をもって検査合格とする。

1.9 品質保証

1.9.1 一般時事項

品質保証については別紙-1「イーター調達取決めに係る調達契約の品質保証に関する特約条項」に準ずるものとする。なお、別紙-1 において甲は QST、乙は受注者を指すものとする。品質分類のクラスによる要求事項は表 2 の通りとする。作業対象機器により製造するベリライドブロックを内蔵する TBM の品質クラスはクラス 1（QC1）である（表 3 参照）。

表 2 品質クラスに応じた要求項目

適用される 品質分類 ⁽¹⁾	クラス 1	クラス 2		クラス 3	
適用される安全重要度分類	SIC-1 / SIC-2 / SR / NSR	SIC-2	SR / NSR	SR	NSR
設計	設計レビューと独立検証 ⁽²⁾ を含む設計管理		設計レビューと検証を含む設計管理		当事者間の別の合意が無い場合、設計レビューは不要
ソフトウェア	ライフサイクル管理を含む設計、運転に使用するソフトウェアの許容		使用するソフトウェアの同定と妥当性確認		別の合意が無い場合、特に要求はない
納入される最	品質計画，製作及び検査計画，要領		品質計画，製作及び検査計		EN 10204

低限の文書及び記録	書, 計算ノート (設計が含まれる場合), 作業手順書, 特殊工程の品質 (適用される場合), 作業員の能力, 構造仕様の場合の図面, リリースノート, 適合性の認定, EN 10204 Type 3.1 (又は同等)に基づく部品や装置にトレース可能な材料認証及び検査図書	画, リリースノート, 構造仕様の場合の図面, EN 10204 Type 3.1 (又は同等の基準)に基づく部品や装置にトレース可能な材料認証及び検査図書	Type 2.1 (又は同等の基準)に基づく適合性の認定,
実施者の監視	品質及び監視を含む実施者の監査	サイト内でのレビューに限定	当事者間の別の合意が無い場合、監視は不要
測定及び検査装置	校正された測定及び検査装置(M&TE)の管理		妥当性確認のための校正されたM&TEの管理
溶接の最低限の非破壊検査 (N.D.E.) ⁽³⁻⁴⁾	100%の目視、表面及び体積検査	100%の目視及び表面検査、20%の体積検査	100%の目視, 10%の表面及び体積検査
特殊工程 要員の能力及び訓練(溶接、ブレージング, N.D.E.)	文書化された要員の能力及び訓練		
品質保証 (QA)要求事項	QA 代表者の特殊工程及び検査に関連する文書の承認	QA 代表者による特殊工程と検査についての協議	必要に応じて QA 代表者の協議

注記:

1. クラス4のシステム及び機器は特段のQA要求事項はない。
2. ‘独立’とは、基の設計者に含まれない個人、グループ、部署、部門を意味する。
‘独立’はまた第三者機関を指してもよい。
3. 要求された体積検査が適用できない溶接においては、適用される技術仕様の性能検査及び試験の要求事項に対する証明を作成すること。
4. 溶接された恒久的な吊り上げ部材は、吊り上げの前後で100%のN.D.E.検査を実施すること。

表 3 作業対象の品質クラス等 (最大)

	TBM-set	WCS	TES	NAS
欧州・フランス規制				
機器数(配管除く)	2	206	272	46
圧力カテゴリ*	IV	IV	IV	III
核レベル	N2	N2	N3	非核圧力容器規制
ITER 機構分類				
安全クラス	NSR* ¹ SIC-1★ ²	SIC-1	SIC-1	SIC-2
品質クラス	QC1	QC1	QC1	QC2
耐震クラス	SC1(SF)	SC1(SF)	SC1(S)	SC1(S)
トリチウムクラス	N/A	TC2A	TC1B	TC2A
真空クラス	VQC1A	N/A	N/A	N/A
遠隔操作クラス	RH1	RH1	N/A	N/A
資産保全クラス	Cat 2	Cat 2	Cat 2	Cat 2

*数字が大きいほどリスクが高い。他のレベル・クラスは数字が小さいほどリスクが高い。

*1:TBM、*2:TBM シールド。

1.9.2 品質計画書の作成

- 1) 受注者は本契約の履行に当たり、受注者が適用する品質計画書を作成し、関連する作業着手前に QST の確認を得ること。QST が指定する品質計画書の様式に則って、必要事項を記載すること。
- 2) 設計、解析に関わる要員が満たすべき資格と力量を有していることが示された作業体制を品質計画書に記載し、QST の確認を得ること。

1.9.3 監査

- 1) 必要に応じて受注者の品質保証に係る監査を行う。ただし、ISO9001 未認証の受注者に対しては、契約後、速やかに行う。
- 2) 前回の監査から 14 月以内に、再度監査を実施する。
- 3) 2 回目以降の監査では、対象分野を限定して実施する。
- 4) 受注者が品質に係る重要業務をアウトソースする場合は、必要に応じて当該業務のアウトソース先の業務の実施状況の確認も本監査に含むことができるものとする。
- 5) 監査の時期及び実施する範囲は、監査を実施する少なくとも 14 日より前に受注者に通知されるものとする。

1.9.4 ホールドポイント

品質保証の一環として、ホールドポイントを設ける。ホールドポイントでは、受注者は作業を停止し、後続タスクの開始前に QST にホールドポイントの解除を求めなければならない。QST は当該ホールドポイントに関して、受注者から適切な文書を全て受領した日から 14 暦日以内に、受注者に対して、ホールドポイントの解除の是非を判断するものとする。

本件におけるホールドポイントを表 4 に示す。

表 4 ホールドポイント

番号	ホールドポイント	後続タスク	解除の条件
1	品質計画書作成	作業開始	品質計画書の確認
2	設計報告書の承認	製作開始	設計報告書の承認
3	製作報告書・輸送計画書作成	輸送開始	工場受け入れ検査・輸送計画の確認
4	据付計画書の作成	据付開始	据付計画の確認
5	試験検査要領書の作成	引き渡し	サイト受け入れ検査の計画と結果の確認

* 上記図書の表紙に「本図書の提出を以て、HP 解除とする。」の文章を追記する。

1.10 適用法規・規格基準

各種設計、作製、据付などの作業において、以下の法令等を遵守した作業を実施可能とすること。

- 1) 労働安全衛生法
- 2) 特定化学物質等障害予防規則
- 3) 日本産業規格 (JIS)
- 4) 六ヶ所フュージョンエネルギー研究所安全管理規則
- 5) 六ヶ所フュージョンエネルギー研究所諸規程
- 6) その他受注業務に関し、適用又は準用すべき全ての関係法令・基準等

1.11 産業財産権、技術情報及び成果公開等の取り扱い

産業財産権の取扱いについては、別紙－2「知的財産権特約条項」に定められたとおりとする。ただし、秘密保持について、イーター機構が原子力事業者としての義務を果たすために、その安全性、品質保証、信頼性のための目的で情報及び知的財産の伝達を要求した場合、QST により当該情報及び知的財産をイーター機構に伝達するものとする。当該情報及び知的財産の伝達について、QST は実施した日から 1 ヶ月以内に受注者に通知する。伝達された情報及び知的財産が秘密なものであって、イーター協定と情報及び知的財産に関する附属書に従って秘密を保持し続けられなくてはならない場合、QST はその旨をイーター機構に通知するものとする。

1.12 グリーン購入法の推進

本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。

- 1) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1.13 工程管理

本件の履行に当たり、作業の全体工程表を作成する。提出図書の提出日及び確認までに必要な最大日数も記載すること。全体工程表のファイル形式は QST と受注者が協議の上、決定

するものとする。全体工程表を変更する必要がある場合は、改訂板を提出し、QSTの確認を得ること。工程の遅延が発生する可能性があるとして受注者が判断した場合は、直ちにQSTに報告し、遅延を解消するための対策を提案すること。

1.14 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、QSTと協議の上、その決定に従うものとする。

打合せの実施に当たっては、以下の要領に従うものとする。

- 1) QSTと受注者は、常に緊密な連絡を保ち、本仕様書の解釈及びシステムの設計に万全を期すものとする。必要に応じ、オンライン会議、対面で打合せを行うものとする。
- 2) 打合せをした場合、打合せ後2週間以内に受注者は打合せ議事録を作成し、QSTに提出する。確認の方法は、1.5項に従うものとする。
- 3) アクションリストを作成し管理すること。打合せごとにアクションリストを更新すること。アクションリストは打合せ議事録と合わせて提出すること。
- 4) 打合せ議事録を含む技術的な連絡は文書（技術連絡シート）をもって行うものとする。
- 5) 受注者はQSTの指示によって、特定化学物質等障害予防規則に必要な健康診断等を実施すること。
- 6) 受注者はQSTからの質問事項に対しては速やかに回答すること。回答は書面によることを原則とし、急を要する場合については、あらかじめ口頭で了承を得て、1週間以内に正式に提出し、QSTの確認を得ること。所定期日以内に回答書面の提出がない場合は、QSTの解釈を優先する。

2 技術仕様

本契約の工程工期については、QST と協議の上、決定する。

積載荷重対策は、主に重量物である焼結装置の荷重を分散させるため、荷重分散板の製作・設置すること、関連装置類の電気工事は、装置本体の電源である 400V 及び付随装置類の電源である 200V に関する工事を行うこと、大型プラズマ焼結装置の設計・製作・設置すること、は、作業安全対策として、ベリライド飛散防止対策及び排気系統整備をおこなうこと。

2.1 積載荷重対策

図 1 に示す通り、導入予定の大型プラズマ焼結装置は、図 2 に示す箇所への設置を計画している。しかし、表 5 に示す設置面積および想定重量に対し、現状の建屋構造では十分な耐荷重性能を有しているかを QST にて別途検討・設計した結果（1.4 項の支給品 1）構造検討報告書）による積載荷重対策を実施するものとする。

※詳細の検討結果を持って、QST と協議の上、決定すること。

表 5. 参考装置実験室の設計積載荷重

名称	固定荷重(D.L)	合計	(単位:N/m ²) 設計用床荷重		
				L.L	T.L
実験室FG	スラブ 厚200 4800 シンダーコンクリート		スラブ	20000	29550
			小梁	18000	27550
			主架構	15000	24550
		9550→	地震	10000	19550
		9550			

2.2 関連装置類の据付及び設置

本仕様書の当該装置の運転に必要な電気設備（400 V、200 V（3 相））を整備するため、電気室から装置までの配線（装置用の分電盤設置等）及び据付作業を行うことを目的とする。

必要に応じてより詳細な内容については、QST と協議の上、決定する。

- 焼結装置群の電源容量（㈱シンターランド製 JPX400G-IVを例とする）
 - 焼結装置本体： 140 kVA の 4 機、560 kVA
 - 制御盤： 200V3Φ、50 kVA
 - ウォークインフード（プレス機用）：200V 1Φ、
 - コンプレッサー：200V3Φ、3.7 kW 以上

- クーリングタワー： 200V3Φ、6.25 kW(送水ポンプ含む 5.5kW)

2.3 大型プラズマ焼結装置の設計・製作・設置

TBM 試作に必要な大型プラズマ焼結装置の技術仕様を以下に示す。ブランケット工学試験棟実験室 G の指定エリアに荷重分散板を設置の上、アンカー固定を行うこと。
実験室 G の設置個所に関しては図 2 に示す。

・大型プラズマ焼結装置の要求仕様

- 1) QST が指定するサイズ (LWH: 約 300 mm×200 mm×100 mm) の焼結体が製作できる焼結チャンバーを設けること。このチャンバーは、数 Pa 程度の真空引きが可能であること。
- 2) 設定したプログラムに従って、温度、時間、圧力の自動制御が可能であること。
- 3) 焼結電流値が制御できる制御システムにすること。
- 4) 焼結電源はデューティー比調整のため ON Time 1~999ms、OFF Time 1~999ms の範囲で任意に調整できること。
- 5) 焼結電源出力は電圧 10V、電流 40000A 以上であること。
- 6) 安全装置として、非常緊急停止機能と漏電防止ブレーカー機能を設けること。
加圧力、加圧軸移動量、焼結電圧・電流値の急激な変動を検出した場合、焼結加温を自動停止する機能を有すること。
- 7) 自動化のため、本装置チャンバーへ冷却室チャンバーを増設可能な拡張性を有すること。
(図 1 は自動化を想定した概略図)
- 8) 上記増設後の各チャンバーの雰囲気は個別に調整できること。
- 9) 電圧値、電流値、抵抗値、圧力、温度、時間、真空度、Z 軸変位などをデータロガーで確認できること。
- 10) 温度測定・制御は、放射温度計と熱電対による温度制御ができるシステムであること。
- 11) 制御温度として、最高 1500℃まで、焼結できること。
- 12) 一軸圧力として、最大 4,000kN の圧力が掛けられること。
- 13) 焼結室付近や装置排気系などがプレフィルターに繋がり、局所排気装置に繋がる構造にすること。
- 14) チャンバー内での、電極点検・部品交換・清掃が容易にできる構造にすること。
- 15) 型 (パンチとダイ) は、焼結チャンバー外からのレールで自動的にチャンバー中央まで移動できるシステムにすること。
- 16) 上記大型プラズマ焼結装置の稼働に必要な屋外設置型の冷却水循環冷却装置を納入し、本装置へ冷却水の給排水を行うこと。凍結防止装備を備えること。

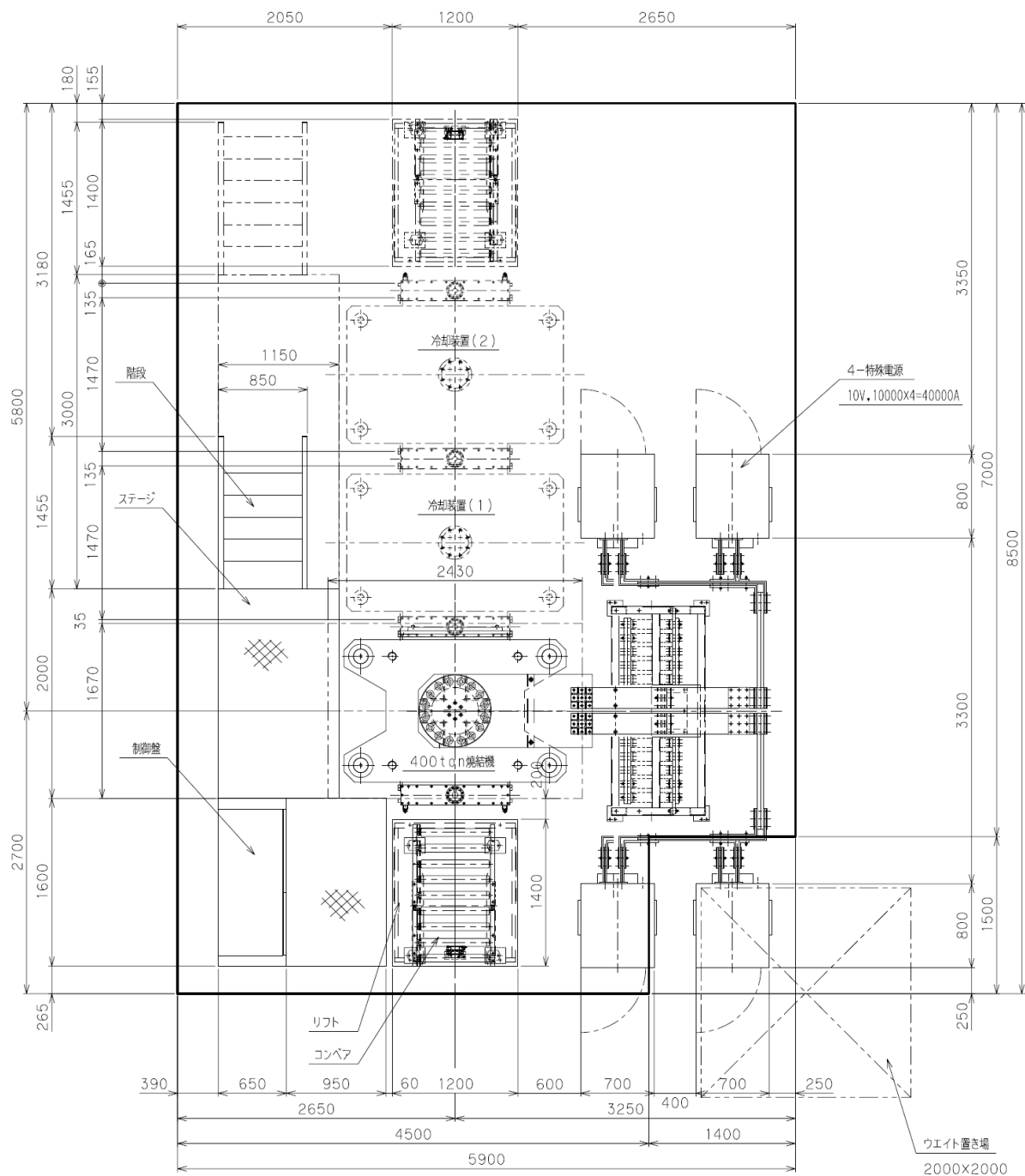


図 1.装置の概略図（平面図）

■ 設置場所

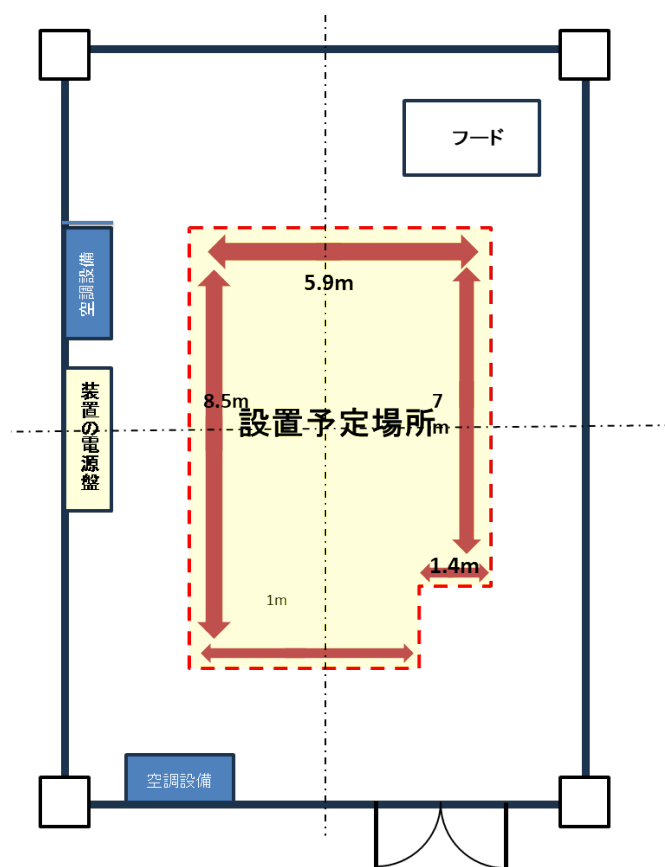


図 2. 大型焼結装置の設置場所

原料粉末を大型プラズマ焼結装置に装荷するため、粉末準備に必要な装置・物を以下表 6 に品目を示す。受注者が表 6 の装置を用意し、据付及び設置を行う。

表 6 粉末準備に必要な装置

品名 仕様	メーカー・品番	員数
油圧プレス	LP-200-800S-A	1 式
油圧プレス用のフード	化研	1 式
※相当品可とする。		

2.4 ベリライド飛散防止対策及び排気系統の整備

上記の 2.3 項で示している装置では特化物 (Be) の粉末を使用するため、汚染対策として、密閉性と気密性の担保及び特定化学物質障害予防規則で要する風速に準じた環境対策を講じる上、作業利便性などを持つ設計、製作、据付作業を行うこと。

また、Be 室内には特定化学物質障害予防規定に準じた局所排気設備が設置されている。設置に当たりプレフィルターを設置し、排気ダクトに接続させて、規定上の風速 (1m/s) を担

保すること。

以 上