

NBI直流フィルタコンデンサの更新整備
仕様書

Replacement of DC Filter Capacitors for
NBI

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
那珂フュージョン科学技術研究所
ITERプロジェクト部 NB加熱開発グループ

1	一般仕様	1
1.1	件名	1
1.2	目的	1
1.3	契約範囲	1
1.4	納期	1
1.5	納入場所及び納入条件	1
(1)	納入場所	1
(2)	納入条件	1
1.6	作業実施期間	1
1.7	検査条件	2
1.8	提出図書	2
1.9	支給品	3
1.10	貸与品	3
1.11	品質管理	4
1.12	適用法規・規格基準	4
1.13	安全管理	5
1.14	グリーン購入法の推進	5
1.15	協議	5
2	技術仕様	6
2.1	一般事項	6
2.2	加熱用電源設備の概要	6
2.3	加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサの製作	7
(1)	電気及び機械特性	7
(2)	員数	8
2.4	加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサの輸送	8
(1)	員数	8
(2)	作業内容	8
2.5	加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサの据付作業	8
(1)	員数	8
(2)	作業内容	8
2.6	試験及び検査	8
(1)	単体工場試験	9
(2)	現地据付試験	9

表目次

表 1 提出図書一覧	2
表 2 加熱用電源設備加速電源の基本性能.....	6

図目次

図 1 加熱用電源設備 加速電源主回路	10
図 2 既設加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサ単体外観図	11
図 3 JT-60 加熱電源棟 NBI 電源室 (I) 機器配置図	12
図 4 既設加熱用電源設備の直流フィルタ設備	13

1 一般仕様

1.1 件名

NBI 直流フィルタコンデンサの更新整備

1.2 目的

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。)那珂フュージョン科学技術研究所では、JT-60SA のプラズマ加熱実験に向けて、老朽化した受配電及び高電圧機器の更新整備を実施する。加熱用電源設備の主要構成機器の一つである直流フィルタコンデンサは、製作から 30 年以上経過しており、老朽化が著しく、破裂や火災のリスクがある。本件は、これらのリスクを低減し、安全かつ安定な加熱装置の運転を可能とするために行う直流フィルタコンデンサの更新整備を実施するものである。

1.3 契約範囲

① 加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサの製作	1 式
② 加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサの輸送	1 式
③ 加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサの据付作業	1 式
④ 試験及び検査	1 式
⑤ 必要な図書の作成と提出	1 式

1.4 納期

令和 8 年 10 月 30 日

1.5 納入場所及び納入条件

(1) 納入場所

茨城県那珂市向山 801-1

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 JT-60 加熱電源棟 NBI 電源室(I)

(2) 納入条件

据付調整後渡し

1.6 作業実施期間

作業実施期間は、QST と協議の上決定すること。ただし、土曜日、日曜日、祝日、年末年始(12 月 29 日～翌年 1 月 3 日まで)、その他 QST 特に指定する日を除く。作業時間は、原則として平日 9:00～17:30 の QST の業務時間帯に実施すること。ただし、QST との協議により、所定の手続きを行うことにより前述した時間帯以外の時間に作業を実施することも可能である。

1.7 検査条件

1.5 項に示す納入場所に据付後、員数検査、外観検査、2.6 項に定める試験検査及び 1.8 項に定める提出図書の合格を QST が確認したことをもって検査合格とする。

1.8 提出図書

「表 1 提出図書一覧」に示す図書を提出すること。

表 1 提出図書一覧

図書名	提出時期	部数	確認
確認図	製作開始 2 週間前までに	3 部	要
設計計算書	製作開始 2 週間前までに	3 部	要
品質保証書(体制表を含む)	製作開始 2 週間前までに	3 部	要
輸送計画書(梱包確認図及び輸送荷姿、輸送中の荷重を含む)	輸送開始 2 週間前までに	3 部	要
作業工程表	作業開始 2 週間前までに	3 部	要
作業体制表	作業開始 2 週間前までに	3 部	不要
作業要領書	作業開始 2 週間前までに	3 部	要
リスクアセスメント実施記録 ※別途リスクアセスメント実施結果について報告を行うこと	作業開始 2 週間前までに	3 部	要
緊急時連絡体制表	作業開始 1 週間前までに	3 部	不要
作業従事者名簿	作業開始 1 週間前までに	3 部	不要
試験検査要領書	試験検査開始前 2 週間前までに	3 部	要
作業日報	翌営業日	2 部	不要
試験検査成績書	納入時	3 部	要
完成図(取扱説明書他)	納入時	3 部	不要
作業報告書(※1)	納入時	3 部	不要
危険予知活動記録	作業着手前	2 部	不要
再委託承諾願(※2)	作業開始 2 週間前まで	1 部	要
打ち合わせ議事録	打合せ後 1 週間以内に	1 部	不要
その他作業に必要な書類	その都度	1 部	不要
外国人来訪者票(※3)	入構 2 週間前	1 部	要

	(外国籍の者、又は、日本国籍で非居住の者の入構がある場合に提出のこと)		
--	-------------------------------------	--	--

なお、紙媒体の他、電子媒体(1式)を提出すること。電子ファイルの型式は Microsoft Office または PDF とし、1 つの記録メディア (CD-R 等) に記録して納入時に提出すること。

※1 コンデンサの製作、試験、保管、梱包、荷積み、荷下ろしの状態がわかる画像を作業報告書に添付すること。

※2 下請負等がある場合に提出すること。QST 指定様式を用いること。QST の確認後、書面にて通知するものとする。

※3 QST 指定様式を用いること。QST の確認後、入構可否を書面にて通知するものとする。

(提出場所)

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 ITER プロジェクト部 NB 加熱開発グループ

(確認方法)

「確認」は次の方法で行う。

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し、修正等を指示しないときは、受理したものとする。ただし、再委託承諾願は QST が確認後、書面にて回答する。

1.9 支給品

① 工事に必要な電力(AC φ 100V, AC φ 200V)は、QST の指定するコンセント又は実験盤より無償支給する。支給場所・時期・方法は QST と協議とする。

② 工事に必要な水は、QST の指定するところから無償支給する。支給時期などについては QST と協議とする。

③ 仮設建物及び材料置場が必要となり、QST が設置を認めた場合は、受注者は仮設建物及び材料置場を設けることができる。さらにそこで必要となる電力・水を QST が指定するところから無償支給する。支給時期などについては QST と協議とする。

1.10 貸与品

① 工事に必要な構内吊用器具類、特殊工具類、脚立等は QST と協議の上、無償貸与する。貸与場所・時期・方法は QST と協議とする。

② 工事期間中、仮設事務所等の仮設建物及び材料置場を設置する必要がある時は、QST と協議の上、仮設建物及び材料置場を設置するための土地を無償貸与する。貸与時期・方法

は QST と協議とする。

③「2.6 試験及び検査」に示す、コンデンサ結線後の耐電圧試験の際に必要な DC 試験機については、QST と協議の上、無償貸与する。その電源性能は以下のとおりである。貸与場所・時期・方法は QST と協議とする。

- ・型式: スペルマン製直流高圧電源 SLS300N2000
- ・出力電圧: DC-300kV
- ・定格電流: 6.6mA

1.11 品質管理

本件に係る設計・製作・据付等は、全ての工程において、以下の事項等について十分な品質管理を行うこととする。

- ・管理体制
- ・設計管理
- ・外注管理
- ・現地作業管理
- ・材料管理
- ・工程管理
- ・試験・検査管理
- ・不適合管理
- ・記録の保管
- ・重要度分類
- ・監査

1.12 適用法規・規格基準

受注者は、本件に係る設計・製作・据付等を実施するに当たり、以下の法令、規格、基準等を適用又は準用して行うこと。

- ・労働基準法
- ・労働安全衛生法
- ・電気事業法
- ・電気用品安全法
- ・電気工事士法
- ・日本産業規格 (JIS)
- ・日本電機工業会標準規格 (JEM)
- ・日本電気規格調査会標準規格 (JEC)
- ・日本電気協会規格内線規定 (JEAC-8001)
- ・電気設備技術基準

- ・QST が定める諸規定、諸規則
- ・その他受注業務に関し、適用又は準用すべき全ての法令・規格・基準等

1.13 安全管理

- ・ 作業計画に際し綿密かつ無理のない工程を組み、材料、労働安全対策等の準備を行い、作業の安全確保を最優先としつつ、迅速な進捗を図るものとする。また、作業遂行上既設物の保護及び第三者への損害防止にも留意し、必要な措置を講ずるとともに、火災その他の事故防止に努めるものとする。
- ・ 作業現場の安全衛生管理は、法令に従い受注者の責任において自主的に行うこと。
- ・ 受注者は、作業着手に先立ち QST と安全について十分に打合せを行った後着手すること。
- ・ 受注者は機器の検電、放電、接地取付け等の感電防止対策を、十分に留意して実施すること。

1.14 グリーン購入法の推進

- ① 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。
- ② 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。

1.15 協議

- ① 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。

2 技術仕様

2.1 一般事項

- ① 受注者は加熱用電源設備の安全かつ安定な運転を確保するために信頼性と適切な裕度を持った設計・製作を行うこと。
- ② 設計・製作・作業に当たって受注者は QST の担当者と密接に打合せを行い、打ち合わせ議事録を作成することで QST と受注者間で齟齬のないようにすること。
- ③ 規定された設計・製作の要求事項を確実に把握して設計・製作すること。
- ④ 設計・製作及び試験は適切な規格、基準等に基づいて行うこと。
- ⑤ 受注者は作業責任者を選任し、QST の構内における作業安全に係る規定、規則等の遵守を図り、災害発生防止に努めること。
- ⑥ QST の構内で作業を行う際は、他の機器、設備に損害を与えないよう十分注意すること。万一そのような事態が発生した場合は、遅滞なく QST に報告し、その指示に従って速やかに現状に復旧すること。
- ⑦ 作業責任者は、現場作業を行う当日の作業前及び作業後に、当日の作業予定や作業の進捗状況などについて、QST の担当者に遅滞なく報告すること。
- ⑧ QST の構内への入退域及び物品、車両等の搬出入にあたっては、QST 所定の手続きを遵守すること。
- ⑨ 火気の使用については、QST の規定に従い、必要な手続きを事前に行うとともに、火災の防止については特に注意を払うこと。

2.2 加熱用電源設備の概要

加熱用電源設備の一部である加速電源はイオン源容器に生成された正イオンを静電加速して、イオンビームとして引き出すための電源であり、2 段加速型加速管の加速電極(第 1 正電極)及び中間電極(第 2 正電極)に、第 1 正電極加速電圧 V_{acc} 及び第 2 正電極電圧 V_g を供給する電源である。加速電源の基本性能を表 2 に示す。加熱用電源設備の直流フィルタは、高電圧・大電流直流出力のリップルや電圧変動を抑制するために設置され、加速電源 1 式あたり 20 台の大容量コンデンサ(以下「直流フィルタコンデンサ」という。)を使用している。加熱用電源設備のようなパルス負荷では充放電の繰り返しが多いため、甚だしく劣化が進展する。直流フィルタコンデンサの劣化により容量の減少や内部短絡が発生すると加速電源電圧のリップルが大きくなり、安定なイオンビームの発生が得られない原因となる。加熱用電源設備の直流フィルタは 1987 年に設置され、製造から 30 年以上経過していることから、老朽化が著しく、破裂や火災のリスクが懸念されるため、更新する。

表 2 加熱用電源設備加速電源の基本性能

電源	最大出力 電圧	最大出力 電流	最長 パルス幅	員数 (ユニット)
----	------------	------------	------------	--------------

加速電源	86kV	55A	100 秒	12
------	------	-----	-------	----

2.3 加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサの製作

「図 1 加熱用電源設備 加速電源主回路」に示す加熱用電源設備の加速電源において、高電圧・大電流直流出力のリプルや電圧変動を抑制するために使用している直流フィルタコンデンサを新たに製作し、据え付けること。加速電源の直流フィルタコンデンサは 12 式で構成している。本件で製作する直流フィルタコンデンサは既設ユニットの直流フィルタコンデンサと性能の相違が無いように「図 2 既設加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサ単体外観図」に示す既存の直流フィルタコンデンサに準ずること。既存の直流フィルタコンデンサは、コンデンサ素子及び放電抵抗をケース内に収め、絶縁油で満たした油入缶型コンデンサである。本件で製作する直流フィルタコンデンサも同様な形式とすること。

また、本コンデンサは「図 3 JT-60 加熱電源棟 NBI 電源室 (I) 機器配置図」に示すとおり設置された「図 4 既設加熱用電源設備の直流フィルタ設備」に示す機器の既存ラックフレームに取り付けるため、外形寸法等既設品と同様であり、そのまま取り付けが可能な構造であること。加熱用電源設備には、設備を保護する目的で複雑で厳重なインターロック回路を組み込んでいる。本機器の製作にあたっては、既存インターロック回路の 1 つであり、直流フィルタコンデンサの健全性を監視している故障検出装置との整合を取り、既設の運転制御系と正確に取り合うこと。製作する直流フィルタコンデンサの仕様及び構造を以下に示す。

なお、後述 2.5 項に示す直流フィルタコンデンサの据付作業に当たっては、既設加熱用電源設備の直流フィルタの現地調査を十分に行った上で直流フィルタコンデンサの既設ラックフレームとの寸法的な取合いや既設故障検出装置との整合及び直流フィルタコンデンサ間の耐電圧性能が確保する必要がある。考慮の上、設計・製作を行うこと。

(1) 電気及び機械特性

素子： オールフィルム誘電体
 静電容量： $30\mu\text{F}$ (−5%~+10%)
 定格電圧： DC26.8kV
 試験電圧： 主回路端子間:DC37.6kV 10 分間
 主回路端子－外箱間:DC75.2kV 10 分間
 放電抵抗値： $12.5\text{M}\Omega$
 使用温度範囲： $-13^{\circ}\text{C}\sim 37^{\circ}\text{C}$
 ケース材質： 電気亜鉛メッキ鋼板
 構造： 既存ラックフレームに取り付け、配線できる構造とすること。

その他： 性能及び寸法等については、既存の直流フィルタコンデンサ(図 2 参照)に準ずる。

(2) 員数

3 ユニット分。ただし 1 ユニットあたりのコンデンサ接続構成は 5 直列及び 4 並列、個数は 20 個とする。

2.4 加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサの輸送

(1) 員数

3 ユニット分

(2) 作業内容

受注者は 2.3 項の直流フィルタコンデンサを受注者納入場所より「1.5(1)納入場所」に輸送すること。ただし直流フィルタコンデンサに衝撃を与えないように、保管、梱包、荷積み、輸送、荷下ろしの方法について十分に検討を行い、「1.8 提出図書」に示すとおり QST に輸送計画書を提出すること。特に輸送に関して、エアサスペンション付きトラックまたは相当の車を用いることで輸送中の直流フィルタコンデンサへの衝撃を十分に緩和すること。

2.5 加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサの据付作業

(1) 員数

3 ユニット分

(2) 作業内容

以下の作業を実施すること。ただし作業対象となるユニットの選定については、QST と協議するものとする。

① 新規製作した直流フィルタコンデンサをラックフレームに取り付けること。このとき、新たに配線及び接続金具、絶縁物等が必要な場合は、受注者が用意すること。ただし、新たに接続金具等の構造物を製作する場合には、新規直流フィルタコンデンサを取り付ける条件で荷重計算を行うこと。また「1.8 提出図書」に示すとおり、設計計算書を提出すること。

② 直流フィルタコンデンサ交換後も既設の故障検出装置により故障検出装置が正常に動作するように配線すること。

2.6 試験検査

受注者は、本件に関する機器、設備の性能及び信頼性を保証する確認のため、以下の試験検査を QST への引渡し前に実施し、全て合格であることを確認すること。QST はこれらの試験検査に関して立ち会うこととする。試験検査に使用する測定器類は校正され、トレーサビリティが確認できること。

(1) 単体工場試験

直流フィルタコンデンサ単体(1 ユニットあたり 20 個)について下記の検査を実施すること。

- ① 外観、寸法、締付け、組立及び配線等について、確認図に基づき検査し、差異がないことを確認すること。
- ② 浸透探傷検査と油密試験を実施し、油漏れのないことを確認すること。浸透探傷検査は、以下の資格を有する者に従事させること。・非破壊検査試験技術者(NDT 方法:浸透探傷試験)
- ③ 耐電圧試験(主回路端子間 DC37.6kV を 10 分間印加)を実施し、異常が無いことを確認すること。
- ④ 耐電圧試験(主回路端子—外箱間 DC75.2kV を 10 分間印加)を実施し、異常が無いことを確認すること。
- ⑤ 静電容量測定を実施し、判定基準内($30\mu\text{F}-5\%\sim+10\%$)であることを確認すること。
- ⑥ 放電抵抗測定を実施し、判定基準内($12.5\text{M}\Omega\pm10\%$)であることを確認すること。

(2) 現地据付試験

既設のラックフレームに新規製作した直流フィルタコンデンサを取り付けた後に下記検査を実施すること。ただし既設ラックフレームを流用していることを考慮し、以下の試験値にて検査を実施すること。

- ① コンデンサ結線後に耐電圧試験(定格電圧 $134\text{kV}\times1.2$ 目標 10 分間)を実施し、異常が無いことを確認すること。ただし、試験用電源については QST より貸与する。既設ラックフレームの状態によって試験用電源の性能を超過するような場合には、QST と協議の上、その決定に従うこと。
- ② 耐電圧試験前後に絶縁抵抗測定(2000Vメガー)を行い、 $500\text{M}\Omega$ 以上であること(端子一括—大地間)。
- ③ 外観、寸法、締付け、配線及び組立状態について、確認図に基づき検査し、差異のないことを確認すること。
- ④ 破損や油漏れ等のないことを確認すること。

以上

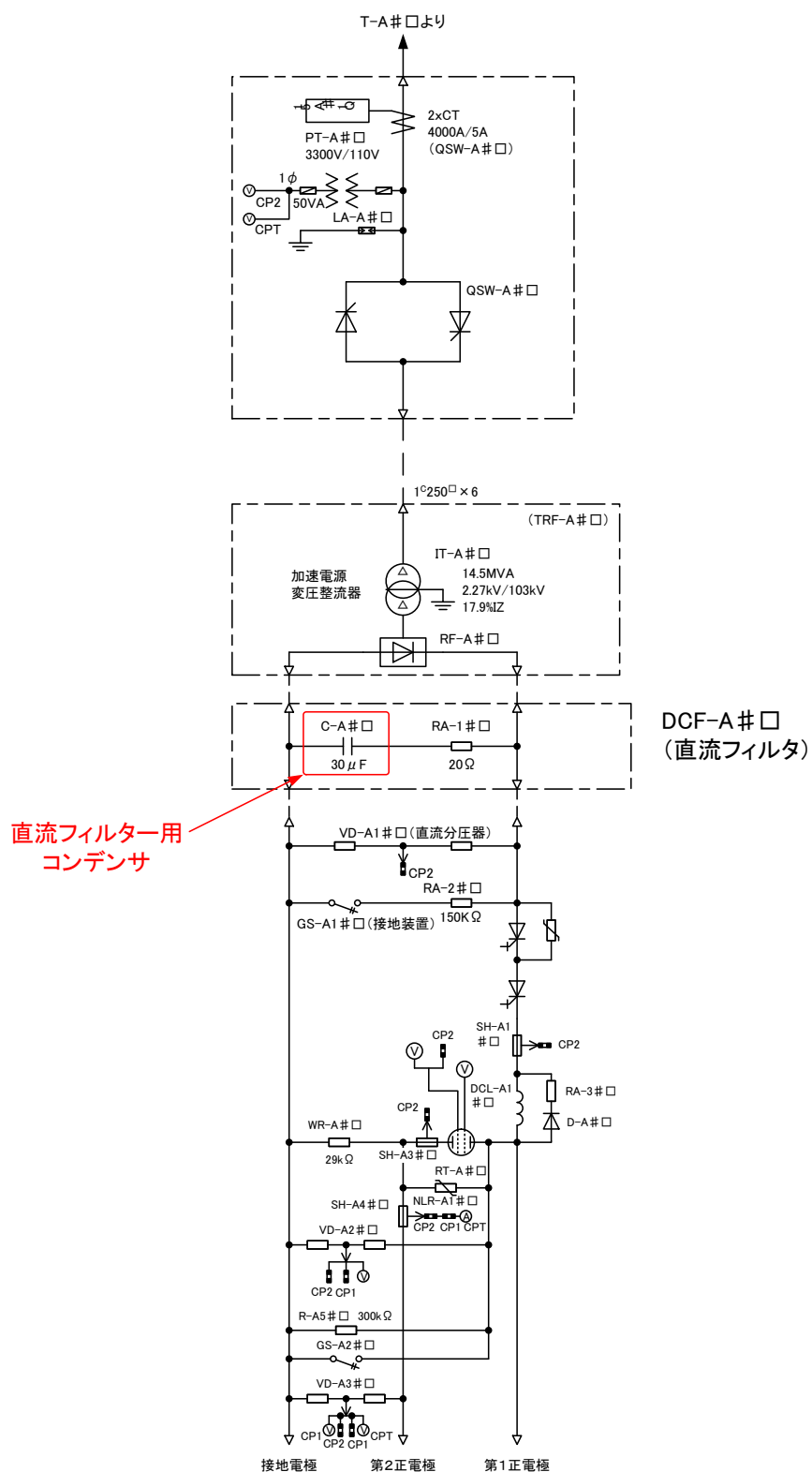


図 1 加熱用電源設備 加速電源主回路

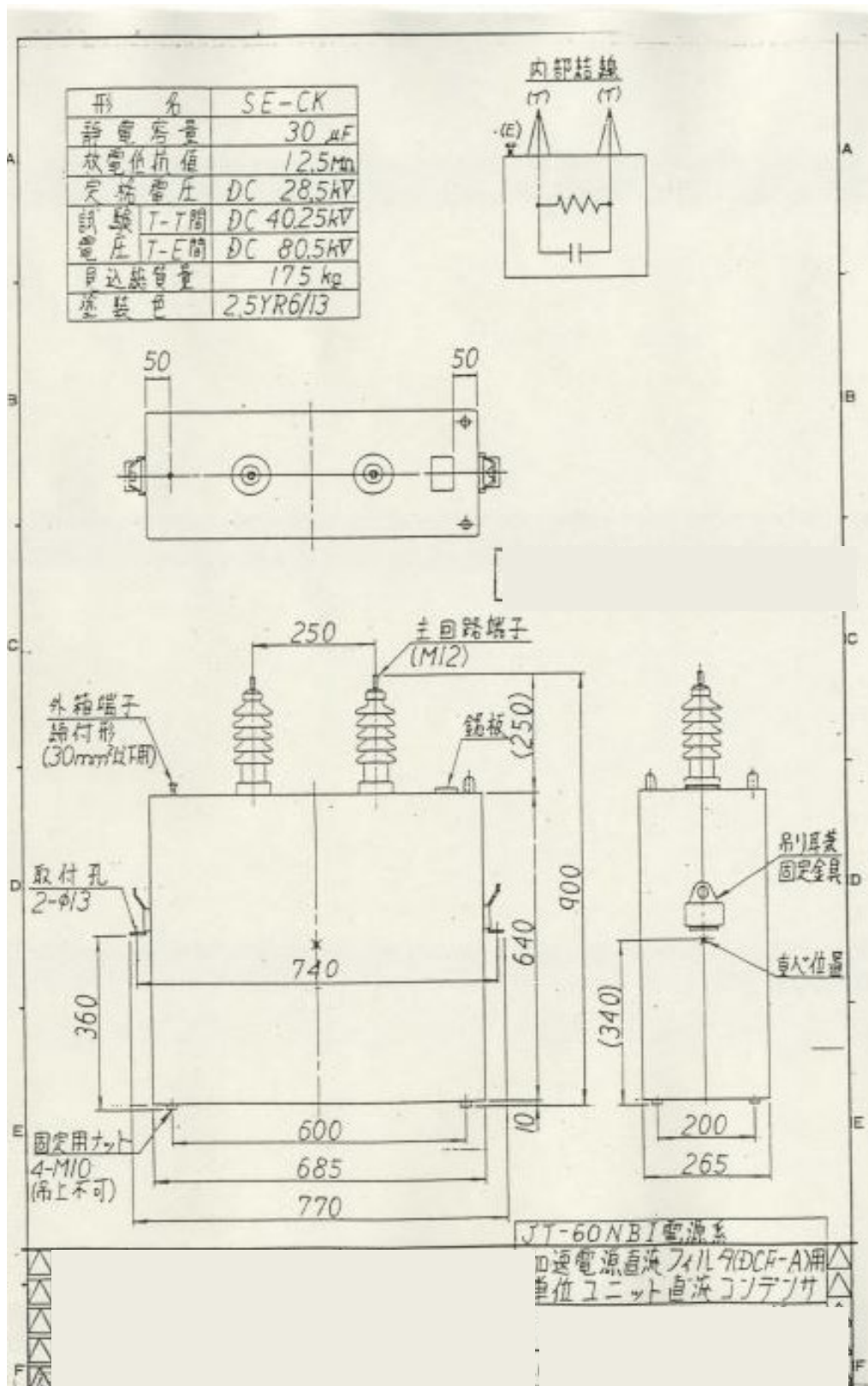


図 2 既設加熱用電源設備の直流フィルタコンデンサ単体外観図

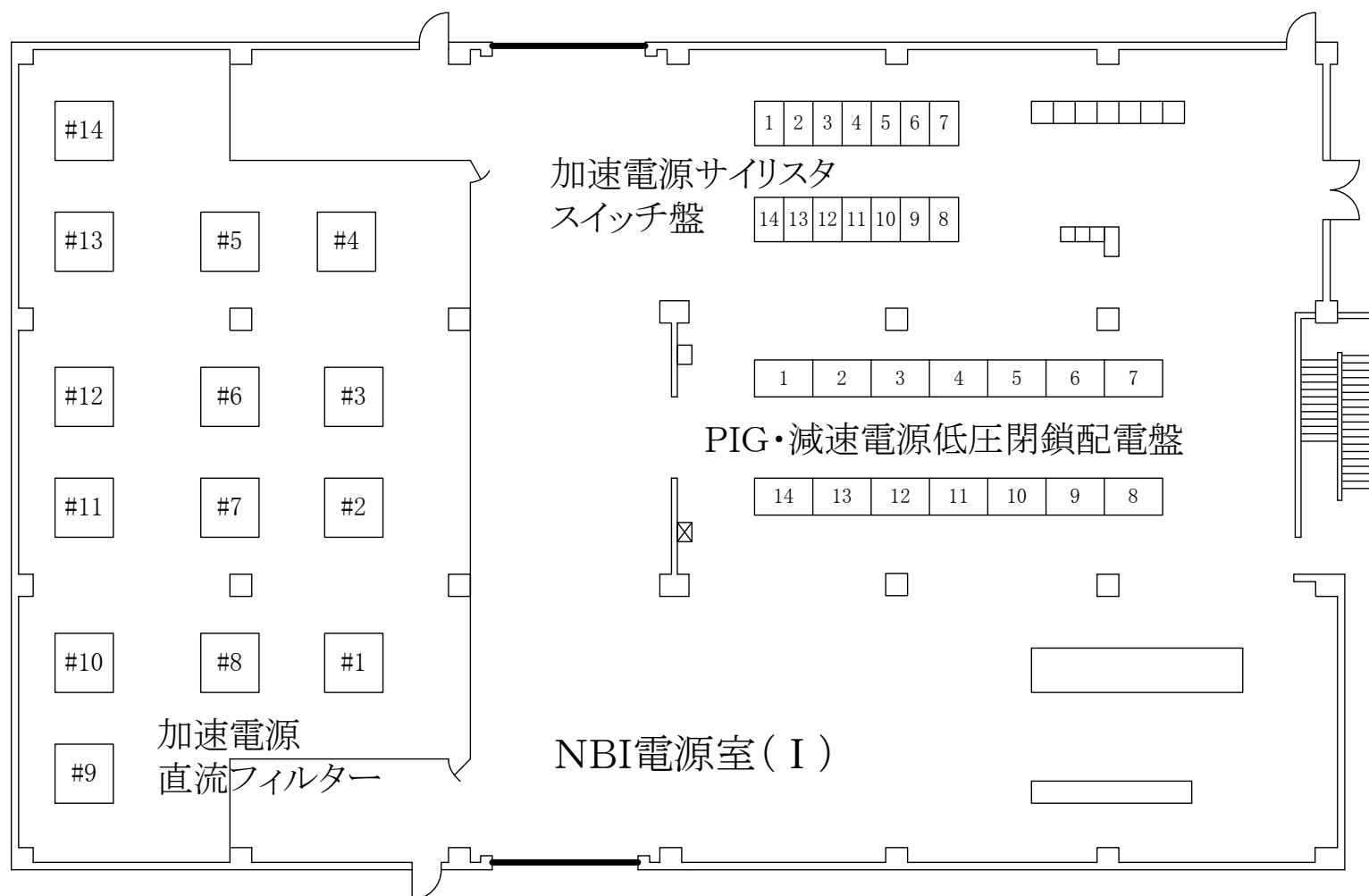


図 3 JT-60 加熱電源棟 NBI 電源室 (I) 機器配置図

選定理由書

1. 件名	NBI 直流フィルタコンデンサの更新整備
2. 選定事業者名	日新パルス電子株式会社
3. 目的・概要等	那珂フュージョン科学技術研究所では、JT-60SA のプラズマ加熱実験に向けて、老朽化した受配電及び高電圧機器の更新整備を実施する。本件は上記加熱装置の安全かつ安定な加熱装置の運転を可能とするために直流フィルタコンデンサの更新整備を実施するものである。
4. 希望する適用条項	政府調達に関する協定その他の国際約束に係る物品等又は特定役務の調達手続について第 25 条第 1 項第 2 号③ (技術的な理由により競争が存在しない物品等又は特定役務)
5. 選定理由	本件で更新整備する直流フィルタコンデンサは既設の直流フィルタコンデンサと組み合わせて使用し、当該加熱装置に必要な安定した電圧を発生するために用いる機器であることから、同等の電気的特性、すなわち静電容量、定格電圧、放電抵抗値、その他製造方法に依存する誘電損失等を有する必要がある。既設の直流フィルタコンデンサは、日新パルス電子株式会社が当該機器用に設計・製作したものであり、その製作に必要な詳細な技術情報は公開されていないため、同社以外で同等の電気的特性を有する機器を製作することができない。以上の理由により、日新パルス電子株式会社を選定事業者としたい。