

J-PARC 制御系ネットワークの物質・生命科学実
験施設部分の購入
仕様書

目次

1. 件名	2
2. 目的および概要	2
3. 仕様	2
4. 試験・検査	10
5. 提出書類	10
6. 納期	11
7. 納入場所及び納入条件	11
8. 検収条件	11
9. 作業に必要な資格等	12
10. 適用法規・規程等	12
11. 検査員及び監督員	12
12. 特記事項	12
13. グリーン購入法の推進	13

1. 件名

J-PARC制御系ネットワークの物質・生命科学実験施設部分の購入

2. 目的および概要

J-PARCは、世界最高クラスの大強度陽子ビームを生成する加速器群と複数の実験施設で構成される多目的研究施設群である。その1施設である物質・生命科学実験施設（MLF）は、リニアック、3 GeV-RCSで加速され、3 GeV陽子ビーム輸送ラインを介してMLFに供給される1次陽子ビームを、ミュオンや中性子ターゲットに入射することで2次ビーム（ミュオン、中性子）を生成し、それらを実験ホールの各ビームライン下流に設置された各種実験装置に供給することで、様々な実験・研究を実施する。

J-PARCの各施設は、加速器や実験施設運転のための制御系ネットワークを運用する。J-PARC制御系ネットワークでは、中央制御棟のコアスイッチを頂点とするスター型構成を基本とし、冗長化された中央制御棟のコアスイッチと加速器・実験施設の制御系1段目エッジスイッチが直に接続され、その下に各施設の制御系ネットワーク部分が構築されている。J-PARC制御系ネットワークのMLF部分（以下、MLF制御系ネットワーク）では、MLF制御室に設置された制御系1段目エッジスイッチに2段目エッジスイッチが接続され、その下に制御系LANと館内系LANが構築されている。前者は中性子源やミュオン標的など施設内の多様な設備の運転データを、後者はMLF屋内外に設置された約100台の監視カメラの画像データを伝送することで、安定したビーム運転を実現している。

一方で、長期メンテナンス期間に実施される水銀ターゲット容器や減速材・反射体など高放射化した中性子源機器の修理・交換などの遠隔操作作業では、MLF制御系ネットワークは遠隔操作設備機器のデータを伝送することで安全で円滑な遠隔操作作業を実現している。特に館内系LANは、ホットセルなど高線量エリアに設置された約30台の監視カメラの画像データを集約・配信することで、遠隔操作系の監視システムの一部として機能している。

この様にMLF制御系ネットワークはMLFのビーム運転や保守作業に不可欠な設備であるが、既存の制御系ネットワークの一部機器の経年劣化による動作不具合が懸念されている。更にはJ-PARC制御系ネットワークにおいて、中央制御棟のコアスイッチを中心とする基本構成は維持したまま、各施設の制御系1段目エッジスイッチまでの機器仕様を大幅に更新することが計画されており、施設ネットワークの継続的な運用のため、MLF制御系ネットワークも計画に合わせて機器を更新（交換）することが必要になった。本件では、特定中性子線施設整備事業の安全の確保に向けた機器の高経年化対策の遂行、及び安定したビーム運転や円滑な遠隔操作作業の維持・促進のために必要なMLF制御系ネットワーク機器を購入する。

3. 仕様

本件の仕様範囲は、

- ・ MLF制御系ネットワーク機器の購入
- ・ MLF制御系ネットワーク機器の据付調整
- ・ MLF制御系ネットワーク機器維持管理資料作成

とする。

本件で構築するMLF制御系ネットワークの概略、及び本件の仕様範囲の詳細を以下に示す

3. 1 MLF 制御系ネットワークの概略

MLF制御系ネットワークの概略を図1に示す。構築するネットワークは中央制御棟にコアスイッチ、MLFの1段目エッジスイッチ、2段目エッジスイッチおよび末端スイッチで構成される。まず中央制御棟のコアスイッチを中心として、MLFの1段目スイッチと接続を行うスター型構成となる。コアスイッチと1段目エッジスイッチについては、ハードウェアおよび通信経路を冗長化する。コアスイッチと1段目エッジスイッチは光ケーブル（光パッチパネル等を含む）にて接続することとし、通信帯域幅は1ポート当たり10Gbps以上とする。そして通常は20Gbps（2ポート）以上の帯域として動作し、1系統に異常が発生した場合にも10Gbps以上の帯域を確保する。

2段目エッジスイッチについては、1段目エッジスイッチとの経路について冗長化する。図1に示す2段目エッジスイッチとMLF建屋各所に設置された末端スイッチを接続することで、制御系LANと館内系LANを構築する。前者は施設内の多様な設備機器の運転データを、後者はMLF屋内外に設置された約100台の監視カメラの画像データを伝送することで、施設の安定したビーム運転や円滑な遠隔操作作業を実現する。制御系LANの2段目エッジスイッチのみハードウェアも冗長化する。通信帯域幅は1ポート当たり10Gbps以上とする。そして通常は20Gbps（2ポート）以上の帯域として動作し、1系統に異常が発生した場合にも10Gbps以上の帯域を確保する。

末端スイッチについては、ハードウェアおよび通信経路の冗長化は不要とする。上位ネットワーク機器（コアスイッチ、エッジスイッチ）と1Gbps以上の通信帯域幅で接続する。末端機器は故障時に速やかに機器交換可能とする。

これらのネットワーク機器及び構築したMLF制御系ネットワークについて、基本的な設定変更、状態確認などの維持管理は原子力機構が行う。受注者は、これを前提としたハードウェアを選定するとともに、維持管理に必要な手順書等を用意する。

以下に、構成するMLF制御系ネットワークの要件を以下に示す。

(1) 通信要件

- ① OSI参照モデルのレイヤ2に相当するEthernet通信が可能であること。コアスイッチについては、OSI参照モデルのレイヤ3に相当するルーティング機能を有すること。
- ② 帯域幅
 - ・ コアスイッチから1段目スイッチまでの経路は、1ポートあたり10Gbps以上とする。
 - ・ 1段目スイッチから2段目スイッチまでの経路は、1ポートあたり10Gbps以上とする。
 - ・ 2段目スイッチから末端スイッチまでの経路は、1ポートあたり10Gbps以上または1Gbps以上とする。
 - ・ Link Aggregationによる複数の物理リンクを1つの論理リンクとして束ねる技術を利用する場合、束ねた物理リンク本数に準じた帯域幅での通信ができるよう構成する。※基本的には上記の通りとするが、ネットワーク機器設置場所によって必要な帯域幅が異なる。

③ 通信経路

- ・中央制御棟のコアスイッチを中心とし、各棟の1段目スイッチと接続を行うスター型構成とする。
- ・コアスイッチと1段目エッジスイッチ、1段目エッジスイッチと2段目エッジスイッチ間は冗長化経路とする。冗長化経路はLink Aggregation (IEEE 802.1、IEEE 802.3等) を用いること。
- ・冗長化経路の通信帯域幅は、通常時20Gbps以上、経路等について1系統の異常時は10Gbps以上を確保する。

(2) 耐障害性

2段目エッジスイッチにおいては、単一故障点が発生した際にも、通信経路が冗長されたスイッチや冗長化されたクライアント設備向けの通信が維持されるように構成する。

① 通信経路冗長

ネットワークスイッチ間の経路を2本で接続し、一方の経路が故障した際に、他方の経路で通信を維持できるように構成する。なお、通信帯域幅は半減した縮退状態となる。

② クライアント設備との接続切替

クライアント設備は複数の物理的接続ポートを備えた機器に対応すること。その他の冗長性を備えていない機器に関しては、保守・運用にてLANケーブルの接続をスイッチ側で差し替える等の対応を行う。

③ ループ検知

スイッチ間の接続ミス等でループ構成が発生した際に、通信を保護するためにIEEE 802.1wに準拠した高速スパニングツリー機能を利用する。将来的な構成変更に対応するため、L2ネットワークにおいてスパニングツリーとは別のループ検知機能を有すること

(3) VLAN構成

必要に応じてVLANを構築し、ブロードキャストドメインを分割することとする。

(4) 監視装置との連携

既存の監視装置と連携して、以下の機能が実施できるように構築する。

- ・トポロジーの表示
- ・障害検知

なお、既存の監視装置はZabbixを対象とする。

(5) セキュリティ機能

納入するスイッチは、製品の正当性を保証し、個体を一意に識別する仕組みを、十分な耐改ざん性を備えたハードウェアで提供すること。

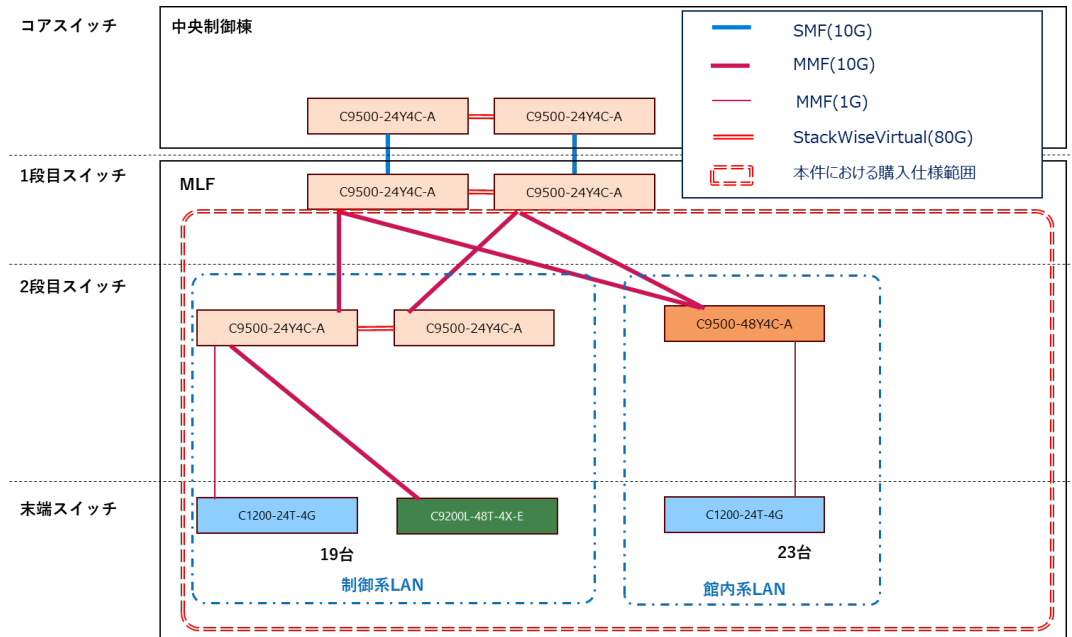


図1 MLF制御系ネットワークの概略

3. 2 ネットワーク機器の購入

MLF制御系ネットワークは、施設の安全で安定したビーム運転及び高放射化した中性子源機器の保守・交換などに対する円滑な遠隔操作作業を実現するために重要な設備であることから、本件では業務用・産業用のネットワーク機器を購入する。購入する機器は、ビーム運転中だけでなく、長期メンテナンス期間における設置場所の環境を考慮し、耐環境性能の高い機器とする。また、原子力機構による維持管理（機器交換等）作業時の安全性と効率性を考慮し、可能な限り軽量の機器とする。

本件で購入するネットワーク機器の仕様、数量を以下に示す。

3. 2. 1 MLF 制御系ネットワーク機器仕様

本件で購入するネットワーク機器の仕様を以下に示す。また何れも相当品可とするが、「3.1 MLF制御系ネットワークの概略」で示したMLF制御系ネットワークが構成可能な機器とすること。また、使用に際してライセンス更新が不要なネットワーク機器とすること。

1. エッジスイッチ1

シスコシステムズ社製： C9500-24Y4C-A

ポート構成：1G/10G/25G SFP28ポート×24、40/100G QSFP28ポート×4

スイッチング容量：最大 2.0 Tbps

転送レート：最大 1 Billion pps (1,000Mpps)

Total MAC addresses：最大 82,000

電源仕様：100V・15Aにて動作すること

サイズ：19インチラックに設置可能なこと。高さ：2U以下

重量：10kg以下

動作時及び保管時相対湿度：～90%を満たすこと

※ハードウェア冗長化に必要なケーブル等の購入は本仕様に含まれることとする。

2. エッジスイッチ2

シスコシステムズ社製： C9500-48Y4C-A

ポート構成：1G/10G/25G SFP28ポート×48、40/100G QSFP28ポート×4

スイッチング容量：最大 3.2 Tbps

転送レート：最大 1 Billion pps (1,000Mpps)

Total MAC addresses：最大 82,000

電源仕様：100V・15Aにて動作すること

サイズ：19インチラックに設置可能なこと。高さ：2U以下

重量：10kg以下

動作時及び保管時相対湿度：～90%を満たすこと

※ハードウェア冗長化に必要なケーブル等の購入は本仕様に含まれることとする。

3. エッジスイッチ3

シスコシステムズ社製： C9200L-48T-4X-E

ポート構成：1G RJ45ポート×48、1/10G SFP+ポート×4

スイッチング容量：最大 176 Gbps

転送レート：最大 130.95 Mpps

Total MAC addresses：最大 16,000

電源仕様：100V・15Aにて動作すること

サイズ：19インチラックに設置可能なこと。高さ：2U以下

重量：10kg以下

動作時及び保管時相対湿度：～90%を満たすこと

4. 末端スイッチ1

シスコシステムズ社製： C1200-24T-4G

ポート構成：1G RJ45ポート×24、1G SFPポート×4

スイッチング容量：最大 56 Gbps

転送レート：最大 41.66 Mpps

Total MAC addresses：最大 8,000

電源仕様：100V・15Aにて動作すること

サイズ：19インチラックに本体の取付耳にて設置可能なこと。高さ：1U

重量：5kg以下

動作時及び保管時相対湿度：～90%を満たすこと

5. 光ポート1

シスコシステムズ社製： SFP-10G-SR=

10GマルチモードSFP(300m)

速度：10 Gbps

コネクタ：LC

DOM：対応

適用ケーブル：MMF

最大伝送距離：400m（OM4）

※本体ネットワーク機器のメーカーが動作保証しているもの

6. 光ポート2

シスコシステムズ社製：GLC-SX-MMD

1GマルチモードSFP(550m)

速度：1 Gbps

コネクタ：LC

DOM：対応

適用ケーブル：MMF

最大伝送距離：550 m（OM4）

※本体ネットワーク機器のメーカーが動作保証しているもの

3. 2. 2 数量

本件で購入する各ネットワーク機器の数量を以下に示す。

1. エッジスイッチ1 2台
2. エッジスイッチ2 1台
3. エッジスイッチ3 1台
4. 末端スイッチ1 42台
5. 光ポート1 10個
6. 光ポート2 84個
7. ハードウェア冗長化などに必要となるケーブル等
※ケーブル長：最大10m（1本当たり）
1式（必要数）

また、5～6について搭載するスイッチ（案）を表1に示す。なお、最終的な搭載スイッチは別途打合せの上、決定する。

表1 光ポート及びRJ45ポートの搭載スイッチ（案）

建屋	スイッチ 種別	接続種別	ポート種別	
			光ポート1 (10G MMF)	光ポート2 (1G MMF)
MLF	1段目	ダウンリンク	4	0
	2段目	アップリンク	4	0
		ダウンリンク	1	42
	末端	アップリンク	0	42

3. 3 MLF 制御系ネットワーク機器の据付調整

本件の据付調整範囲は、

- ・ネットワーク機器設定
- ・ネットワーク機器設置

とする。それぞれの詳細を以下に示す。

(1) ネットワーク機器設定

3.1 図1に示した構成を可能とするネットワーク機器設定を行うこと。据付調整設計書を作成した上で、機器の設定作業および設置作業を行うこととする。なお、末端スイッチの接続先など詳細については別途打合せの上決定する。

- ・据付調整設計書（ネットワーク設計）の作成

以下のネットワークパラメータを設計すること。IPアドレスなど基本的に各種パラメータは既存J-PARC制御系ネットワークと同じにすること。既存J-PARC MLF制御系ネットワーク各種パラメータの調査は受注者が行うこと。但し、既存制御系ネットワークのプロトコル設定等の調査は不要とする。調査範囲の詳細については別途打合せの上、決定する。また、参考として、本件のネットワークにおけるVLAN設定（案）を表2に示す。

IPアドレス設計（割当）

VLAN設計

冗長構成設計

ルーティング設計

障害通知

機器ポート割付設計

その他必要となる設計（SNMPなど）

- ・ネットワーク機器設定作業

据付調整設計書（ネットワーク設計）に従い、本件で購入したネットワーク機器にIPアドレス設定等を行うこと。

なお、安全の観点から現地での作業は必要最小限にすることが望ましい。よって、本作業は、基本的にネットワーク機器設置作業前に受注者が工場等において実施し、動作確認等により設定に間違いがないことを確認すること。設置作業前に実施する設定の範囲等、詳細については別途打合せの上決定する。

表2 制御系ネットワークにおけるVLAN設定（案）

No.	ネットワーク名称	用途	使用場所		設定スイッチ			
			中央制御棟	MLF	コア	エッジ1段目	エッジ2段目	末端
1	中央制御棟系	実トラフィック用	●		コア	エッジ1段目	エッジ2段目	末端
2	MLF制御系	実トラフィック用	●	●	コア	エッジ1段目	エッジ2段目	末端
3	MLF制御系カメラ	実トラフィック（カメラ）用	●	●	コア	エッジ1段目	エッジ2段目	末端
4	MLF制御系ストレージ	実トラフィック（ストレージ）用	●	●	コア	エッジ1段目	エッジ2段目	末端
5	MLF館内系（カメラ）	実トラフィック（カメラ）用	●	●	コア	エッジ1段目	エッジ2段目	末端

(2) ネットワーク機器設置

基本的に3.1 図1に示したネットワークを構成するため、本件で購入したネットワーク機器をMLFの原子力機構が指示する場所に設置する。設置場所、末端スイッチの設置場所など、詳細については別途打合せの上決定する。

- ・据付調整設計書（ハードウェア設計）の作成

ネットワーク機器の設置場所、光ポートーネットワーク機器間配線経路など、機器設置に係る設計書（機器配置レイアウト設計書、等）を作成すること。

- ・ネットワーク機器設置作業

据付調整設計書（ハードウェア設計）に従い、本件で購入したネットワーク機器を各建屋に設置すること。なお、ネットワーク機器設置場所の光パッチパネルーネットワーク機器間の光ケーブルなど、ネットワーク機器設置に必要な部材は受注者が用意すること。

(3) その他

据付調整作業に際しては以下の書類を作成し原子力機構担当者の了解を得てから作業可となる。

- ・作業手順書（各作業の手順、搬入経路、搬入方法及び搬入に使用する機器について記載すること。作業開始前に提出）
- ・リスクアセスメント（各作業における危険性や有害性の特定、リスクの見積り、優先度の設定、リスク低減措置を記載したもの。作業開始前に提出）
- ・安全日報（作業日毎）
- ・危険予知ミーティングおよびその資料（作業日毎）
- ・体制表、緊急時連絡系統図、など（作業開始前）

3. 4 MLF 制御系ネットワーク機器維持管理資料作成

本件で購入した機器およびこれらのネットワーク機器を用いて構築するMLF制御系ネットワークについて、基本的な設定変更、状態確認などの維持管理に必要な手順書等を作成すること。以下に、手順書とする主な項目を示す。

これら手順書について、購入した機器に付属する資料（マニュアル等）を本件の手順とすることは不可とする。なお、作成した手順書にて引用する（詳細資料とする）ことは可能とするが、引用範囲などについては原子力機構の許可を得ることとする。

手順書とする項目など、詳細については別途打合せの上、決定する。

- ・ネットワークパフォーマンス管理

帯域利用量の監視手順

- ・ネットワーク機器設定変更と管理

ネットワークパラメータ（IPアドレス等）設定変更手順

機器交換前後の設定バックアップ、新規デバイスへの設定手順

ポートの有効化・無効化手順

VLANの追加・変更・削除手順

バックアップ手順（設定データなど）

- ネットワークスイッチ初期化手順
- ・セキュリティ管理
 - アクセスリストの設定変更対応手順
 - スイッチOSのバージョンアップ対応手順
- ・ネットワーク構成・設定資料
 - 機器リスト
 - ハードウェア（物理）構成図
 - IPアドレス管理表
 - 論理構成図
 - VLAN一覧表
 - ポート設定表
 - ケーブル接続図
 - ラック立面図
 - 電源系統図
 - 各機器のパラメータシート
 - 保守問合せ先一覧
- ・その他
 - 維持管理に必要となる資料・手順

4. 試験・検査

検査として、以下を行うこと。

員数検査、外観検査

ネットワーク機器の員数、外観検査

ネットワーク機器の設置状態、配線状態等の確認

動作確認試験

据付調整後、本件で購入したネットワーク機器により構築したMLF制御系ネットワークが、本件の仕様（3.1および3.3据付調整設計書の設計・設定）通りに動作することを確認すること（現地にて実施）。試験に必要な機材等は受注者が用意することとする。なお、試験実施時期など詳細については別途打合せの上、決定する。

5. 提出書類

- | | | |
|---------------|-----------|---------|
| (1) 実施計画書・工程表 | 契約締結後速やかに | 2部（要確認） |
| (2) 提出図書リスト | 契約後速やかに | 2部 |
| (3) 据付調整設計書 | 設計完了後 | 2部（要確認） |
| (4) 現地作業要領書 | 開始2週間前 | 2部（要確認） |
| (5) 試験検査要領書 | 試験開始前までに | 2部（要確認） |

(6) 試験検査成績書	納入時	2部
(7) MLF制御系ネットワーク機器維持管理資料	納入時	2部
(8) 安全管理体制及び連絡体制表	開始1週間前まで	2部
(9) 現場代理人選任届	開始1週間前まで	2部
(10) 作業体制表	開始1週間前まで	2部
(11) 作業工程表	開始1週間前まで	2部
(12) 作業日報	その都度	2部
(13) 完成図書	納入時	5部
(14) その他必要となった書類	随時	2部
(15) 図面・文書を収めた電子媒体	納入時	2式
(16) 委任先又は中小受託事業者等の承認について	作業開始2週間前まで	2部

(提出場所)

原子力機構 J-PARCセンター 物質・生命科学ディビジョン 中性子源セクション

(確認方法)

原子力機構は、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、確認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、確認したものとす。但し、「委任先又は中小受託事業者等の承認について」については、2週間以内に機構から変更請求をしない場合は、自動的に確認したものと見做す。

6. 納期

令和 8年 12月 25日

7. 納入場所及び納入条件

(1) 納入場所：

茨城県那珂郡東海村白方2-4
 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
 J-PARCセンター 物質・生命科学実験施設

(2) 納入条件：

据付調整後渡し

8. 検収条件

納入場所に納入後、「4. 試験・検査」の合格ならびに「5. 提出書類」の全図書が提出されたことを原子力機構担当者が確認したことをもって検収とする。

9. 作業に必要な資格等

- ・放射線作業従事者（管理区域内で作業する作業者全員）

10. 適用法規・規程等

- ・ 日本原子力研究開発機構 J-PARCセンター 安全衛生管理規定
- ・ 大強度陽子加速器施設 (J-PARC) 放射線障害予防規程
- ・ その他関係法令に基づく諸規定並びに諸基準

11. 検査員及び監督員

検査員

- (1) 一般検査 管財担当課長

監督員

- (1) 提出書類確認 物質・生命科学ディビジョン 中性子源セクションリーダー
- (2) 動作確認試験 物質・生命科学ディビジョン 中性子源セクションリーダー

12. 特記事項

- (1) 受注者は原子力機構が原子力の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、原子力機構の規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。
- (2) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を原子力機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開すること、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。
- (3) 本件は加速器のJ-PARC MLF制御系ネットワーク機器を対象としたものであり、本件における不具合等が、安全かつ安定した加速器運転に支障をきたす可能性があることを十分認識し、部材等の購入・管理、設計および作業を行うこと。
- (4) 本件においては、放射線管理区域内での作業が必要となる。放射線業務従事者が作業・指揮にあたること。また、必要に応じて原子力機構が指定する入場者教育を受講すること。
- (5) 本件に関して疑義が生じる場合には速やかに協議の上、原子力機構が指示するものとする。この場合、議事録を残すものとする。
- (6) 受注者は異常事態等が発生した場合、原子力機構の指示に従い行動するものとする。また、契約に基づく作業等を起因として異常事態等が発生した場合、受注者がその原因分析や対策検討を行い、主体的に改善するとともに、結果について機構の確認を受けること。
- (7) 本件が対象とするネットワーク機器の据付調整作業は、加速器停止期間または加速器のメンテナン

ス日（約1日／週）に行うこと。なお、原子力機構担当者と作業時間、作業場所などについて十分に調整した上で行うこと。

- (8) 令和8年度の長期メンテナンス期間に上位のJ-PARC制御系ネットワーク機器の切り替え作業を計画しているため、その状況に合わせて本件の据付調整等の作業を実施すること。

13. 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。