

JAERI-Tech
2004-054



JP0450779



J-PARC用LAN-PLC方式放射線モニタ規格

2004年 8月

宮本 幸博・酒巻 剛*・前川 修*・中島 宏

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合せは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越しください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.
Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 2004

編集兼発行 日本原子力研究所

J-PARC 用 LAN-PLC 方式放射線モニタ規格

日本原子力研究所東海研究所大強度陽子加速器施設開発センター

宮本 幸博・酒巻 剛*・前川 修*・中島 宏

(2004 年 7 月 16 日受理)

本報告書は、大強度陽子加速器施設（J-PARC）の放射線安全管理設備として LAN-PLC 方式放射線モニタを導入するにあたり機器仕様の標準化を図るため、その標準規格を大強度陽子加速器施設開発センターとしてまとめたものである。LAN-PLC 方式放射線モニタは、現場に配置される検出端・測定系と PLC システムにより構成される放射線監視盤を LAN で接続する形態の放射線モニタリングシステムである。本規格を作成するにあたっては、従来規格の拡張及び国際標準規格への準拠という観点を重視した。本規格により、各構成機器について、互換性、保守性及び生産性の向上が期待される。

Standard of Radiation Monitor Based on LAN and PLC Technology for J-PARC

Yukihiro MIYAMOTO, Tsuyoshi SAKAMAKI*, Osamu MAEKAWA*
and Hiroshi NAKASHIMA

Center for Proton Accelerator Facilities
Tokai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received July 16, 2004)

A standard is provided for the radiation monitor based on LAN (Local Area Network) and PLC (Programmable Logic Controller) technology at the introduction to the Japan Proton Accelerator Research Complex (J-PARC). The monitor consists of radiation measurement equipments and the central monitoring panel. The formers are installed in the radiation field, and the latter is installed in the control room and composed of PLC, which are connected with LAN. Extension of the existing standard and the conformity to the international standard were thought as important in providing the standard. The standard is expected to improve the compatibility, maintainability and productivity of the components.

Keywords: High Intensity Proton Accelerator Facility, J-PARC, Radiation Monitor, Programmable Logic Controller, Central Monitoring Panel, Computer System, Data Transmission, Local Area Network

*Fuji Electric Systems Co., Ltd.

目 次

1. 前文	1
2. LAN-PLC 方式放射線モニタ規格	3
2.1 共通規格	3
2.1.1 目的	3
2.1.2 規格の構成と運用	3
2.1.3 放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送仕様	3
2.1.4 放射線監視盤を構成するプログラマブルコントローラ（PLC）の規格	11
2.1.5 放射線監視盤／上位計算機間の伝送仕様	13
2.2 運用規格	16
3. 規格の解説	29
3.1 共通規格	29
3.1.1 目的	29
3.1.2 規格の構成と運用	29
3.1.3 放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送仕様	29
3.1.4 放射線監視盤を構成するプログラマブルコントローラ（PLC）の規格	41
3.1.5 放射線監視盤／上位計算機間の伝送仕様	52
3.2 運用規格	64
4. 適用システム例	65
4.1 システム構成	65
4.2 各部の機能	65
4.2.1 放射線モニタの機能	65
4.2.2 放射線監視盤の機能	66
4.2.3 上位計算機の機能	67
5. まとめと展望	71
謝辞	71
参考文献	72

Contents

1. Introduction	1
2. Standard for Radiation Monitor Based on LAN and PLC Technology	3
2.1 Common Standard	3
2.1.1 Scope	3
2.1.2 Construction and Application	3
2.1.3 Specification of Data Transmission between the Radiation Measurement Equipments and the Central Monitoring Panel	3
2.1.4 Specification of PLC for the Central Monitoring Panel	11
2.1.5 Specification of Data Transmission between the Central Monitoring Panel and the Computer System	13
2.2 Applying Standard	16
3. Comments for the Standard	29
3.1 Common Standard	29
3.1.1 Scope	29
3.1.2 Construction and Application	29
3.1.3 Specification of Data Transmission between the Radiation Measurement Equipments and the Central Monitoring Panel	29
3.1.4 Specification of PLC for the Central Monitoring Panel	41
3.1.5 Specification of Data Transmission between the Central Monitoring Panel and the Computer System	52
3.2 Applying Standard	64
4. An Example of the System in Accordance with the Standard	65
4.1 System Configuration	65
4.2 Function of Each Part	65
4.2.1 Function of the Radiation Monitor	65
4.2.2 Function of the Central Monitoring Panel	66
4.2.3 Function of the Computer System	67
5. Concluding Remarks	71
Acknowledgements	71
References	72

1. 前文

日本原子力研究所（以下、原研とする。）では、放射線管理用モニタの標準規格として、平成2年3月に改訂された「放射線管理用モニタ規格」（原子力安全技術センター編）を適用してきた^{1), 2)}。この規格は、NIM (Nuclear Instrument Module) 規格デジタルモジュールの採用と GP-IB インターフェイスによる計算機との接続を基本としたものである。

現在、原研は、高エネルギー加速器研究機構と共に大強度陽子加速器施設（J-PARC）の建設を進めており、平成14年度から18年度に掛けて、J-PARC 施設群のうち、リニアック施設、3GeV シンクロトロン施設、物質・生命科学実験施設の放射線管理用モニタを整備する計画である。しかし、J-PARC の放射線管理用モニタについては、長距離伝送、耐ノイズ性、移設・増設の容易さといった点で、上記規格の採用が困難である³⁾。また、近年、原子力分野の機器整備においては、十分な信頼性の確保とコスト面での合理性という相反する2つの課題がある。

我々は、これらの課題を克服するため、最新の IT (Information Technology) 技術と FA (Factory Automation) 技術を応用した LAN-PLC 方式放射線モニタを開発し、J-PARC へ導入することとした。LAN-PLC 方式放射線モニタは、

- ・ 各現場に検出端、測定系等からなる放射線モニタを配置し、これらのモニタと放射線監視盤を専用ローカルエリアネットワーク（LAN）で接続する。
- ・ 放射線監視盤をプログラマブルコントローラ（PLC^{*1}）システムで構成する。
- ・ 上位計算機を放射線監視盤と上位 LAN で接続し、計算機側から各放射線モニタの操作及びデータ収集を行なう。

という形態を採用しており、従来の放射線管理用モニタと同等の信頼性を確保しつつ低コスト化が可能という特徴を有している³⁾。

本報は、LAN-PLC 方式放射線モニタの J-PARC への導入にあたって、その標準規格を大強度陽子加速器施設開発センターとして新規に規定するものである。これにより、データ伝送方式を中心に機器仕様の標準化を図り、これによってメンテナンス性、互換性を確保することを主な目的としている。

なお、本規格の作成にあたっては、「放射線管理用モニタ規格」との機能互換、LAN・PLC 関係国際規格への準拠という観点を重視した。本規格で、準拠又は参考とした一般規格を表1-1に示す。

^{*1} JIS 等において、プログラマブルコントローラの正式略称は PC であるが、この略称はパーソナルコンピュータの略称と混同されるおそれがあるため、本報においては、プログラマブルコントローラの略称を PLC (Programmable Logic Controller の略称) に統一した。

表 1-1 本規格で準拠又は参考とした一般規格

No.	規格の通称	出典
1	放射線管理用モニタ規格	(財)原子力安全技術センター編：“放射線管理用モニタ規格 平成2年3月”(1990)
2	IEEE 802.3	Institute of Electrical and Electronics Engineers : “Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications”, IEEE Std 802.3-2002 (2002)
3	TCP/IP	IAB (Internet Architecture Board) が管理する一連の RFC (Request For Comments) 文書。本規格で準拠した RFC は以下のとおり。 RFC791: “Internet Protocol” (1981) RFC792: “Internet Control Message Protocol” (1981) RFC793: “Transmission Control Protocol” (1981) RFC826: “An Ethernet Address Resolution Protocol” (1982)
4	IEC 61131-1	International Electrotechnical Commission : “Programmable controllers—Part 1 : General information”, IEC61131-1 (1992)
5	JIS B 3501	日本規格協会：“プログラマブルコントローラー一般情報”，JIS B 3501 (1997)
6	IEC 61131-2	International Electrotechnical Commission : “Programmable controllers—Part 2 : Equipment requirements and tests”, IEC61131-2 (1992)
7	JIS B 3502	日本規格協会：“プログラマブルコントローラー装置への要求事項及び試験”，JIS B 3502 (1997)
8	IEC 61131-3	International Electrotechnical Commission : “Programmable controllers—Part 3 : Programming Languages”, IEC61131-3 (1993)
9	JIS B 3503	日本規格協会：“プログラマブルコントローラープログラム言語”，JIS B 3503 (1997)

2. LAN-PLC 方式放射線モニタ規格

2.1 共通規格

2.1.1 目的

本規格の目的は、LAN-PLC 方式放射線モニタについて、放射線モニタ／放射線監視盤間及び放射線監視盤／上位計算機間の伝送規格並びに放射線監視盤に使用するプログラマブルコントローラ(PLC)の規格を制定することにより、可能な範囲の互換性*を確保し、副次的に生じる保守性、性能の安定化、生産性の向上等の効果を期待するものである。なお、放射線モニタ本体の仕様、機能については、上記伝送規格に関係する部分を除き、本規格の対象外とする。

*互換性を満足する範囲

① 放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送規格

同一機能範囲を持って作られた機器においては、測定値の読み取り等インターフェイス機能について、基本機能を損なわずに動作し、所定の性能を満足するとともに、ケーブル接続等の機械的条件についても最低限の物理的互換を可能とすること。

② PLC 規格

PLC ハードウェアが本規格に規定する稼働条件等の要求事項を満たすとともに、PLC 上のアプリケーションプログラムが、ハードウェアプラットフォームに依存する部分を除き、異機種間で互換性を有すること。

③ 放射線監視盤／上位計算機間の伝送規格

放射線監視盤／上位計算機間において、トランスポート層以下の LAN 接続を保証するとともに、アプリケーション層の基本プロトコル及び放射線監視盤側インターフェイスのハードウェア仕様について、互換性を確保すること。

2.1.2 規格の構成と運用

本規格は、共通規格と運用規格により構成し、本規格を採用する設備について、共通規格に定めた全ての事項を満足するように運用すること。共通規格に定めた範囲内で選択等をする事項、細部事項及び範囲外の部分については、各機関、事業所毎にモニタリング対象施設の特性等に応じて、運用規格を定めて運用する。

運用規格は共通規格と矛盾するものであってはならず、全ての事項に関し、共通規格は運用規格に優先する。

2.1.3 放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送仕様

(1) 規格の範囲

本規格の適用される範囲は、放射線モニタと放射線監視盤の間のデータ伝送に関連するハードウ

エア仕様及びソフトウェア仕様である。

(2) 一般事項

放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送で使用する通信プロトコルを、ネットワークプロトコル階層毎に以下のとおり規定する。

① 物理層

IEEE 802.3 に規定される 100BASE-X 仕様に準拠すること。

② データリンク層

IEEE 802.3 に規定される CSMA/CD プロトコルを使用すること。

③ ネットワーク層

TCP/IP 仕様に準拠し、下記プロトコルを使用すること。

IP(v4), ICMP, ARP

なお、原則として、IP アドレスにはプライベートアドレス（クラス C）を用いること。

④ トランスポート層

TCP/IP 仕様に準拠し、TCP プロトコルを使用すること。

⑤ アプリケーション層

3.1.4 のソフトウェア仕様に規定する LAN-PLC 方式放射線モニタデータ伝送プロトコル (Radiation Monitor Data Transmission Protocol over TCP/IP。以下、RMDT プロトコルとする。) を使用すること。なお、TCP のポート番号は以下のとおりとする。

放射線モニタ：7000～7099 で互換機種毎に指定するものとし、具体的な番号を取扱説明書に記載しなければならない。

放射線監視盤：6000～6099 で指定するものとし、具体的な番号を取扱説明書に記載しなければならない。

(3) ハードウェア規格

放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送に係るハードウェア規格として、放射線モニタ及び放射線監視盤の通信インターフェイス、ネットワークケーブル、HUB について、以下のとおり規定する。

① 通信インターフェイス

- 伝送規格 : 100BASE-TX/10BASE-T
- データ転送速度 : 100Mbps/10Mbps (全二重通信) 自動ネゴシエーション仕様

- プロトコル : CSMA/CD
- コネクタ : RJ-45/8 ピンモジュラーコネクタ (カテゴリ 5 対応)
- アドレス : MAC アドレスを有し、IP アドレス (v4) の設定が可能であること

② ネットワークケーブル

各放射線モニタ、HUB、放射線監視盤を接続するネットワークケーブルは、原則として、カテゴリ 5 の UTP (Unshielded Twisted Pair) ストレートケーブルを使用する。ただし、伝送距離、電磁ノイズ等の問題がある場合には、光ファイバーケーブルを併用するか、STP (Shielded Twisted Pair) ストレートケーブルを使用する。光ファイバーケーブルを併用する場合には、メディアコンバータ等により、100BASE-TX を 100BASE-FX に変換する。

③ HUB

HUB としては、以下の仕様を満たすレイヤ 2 スイッチの使用を原則とする。

- 伝送規格 : 100BASE-TX/10BASE-T
- データ転送速度 : 100Mbps/10Mbps (全二重通信対応)
- MDI/MDI-X : 切替機能有
- スイッチング方式 : ストア&フォワード方式又はこれと同等の信頼性を有する方式

(4) ソフトウェア規格

RMDT プロトコルについて、情報伝送処理、伝送手順、伝送フォーマット、コマンドを以下のとおり規定する。

(a) 情報伝送処理

RMDT プロトコルの情報伝送処理を次のように定義する。

定常処理：通常の測定や機器監視のような定常的な処理に係わる情報伝送

特定処理：電源投入時のような特定時期の処理に係わる情報伝送

1) 定常処理

- ① 放射線監視盤は、各放射線モニタに対し、一定周期でメッセージを送出する。
- ② 放射線モニタは、メッセージを受信後、要求されたデータを含む応答メッセージを放射線監視盤へ送出するとともに、受信したコマンドに基づく処理を行う。
- ③ 放射線監視盤は、各放射線モニタからのメッセージを受信し、必要な処理を行う。

2) 特定処理

- ① 電源投入時処理では、放射線監視盤から放射線モニタへ TCP に基づく LAN コネクションをかける。LAN コネクションの確立により、特定処理は終了し定常処理に移行するが、確立

されたコネクションは定常処理中も継続して維持する。

- ② 電源投入時処理において LAN コネクションが確立できない場合、及び、コネクション確立後、何らかの理由によりコネクションが切断された場合には、放射線監視盤側からコネクション接続要求を出し続ける。
- ③ 停電時復電処理では、機器が正常なデータを出力できないような電源断時間の発生を停電として定義し、停電後の復電時には電源投入時と同様の処理をする。

(b) 伝送手順

放射線監視盤が、放射線モニタへデータ要求・設定を行う場合には、以下の手順に従うものとする。

- ① 放射線監視盤から各放射線モニタへの送出メッセージ（定期）にデータ要求メッセージ単位（クエリプログラムメッセージ単位）及びデータ設定メッセージ単位（コマンドプログラムメッセージ単位）を加えて LAN 上に送出する。
- ② 放射線モニタは、放射線監視盤からのメッセージを LAN から受け取る。
- ③ 放射線モニタは、各自、受信したメッセージに基づき、応答メッセージ単位（レスポンスマッセージ単位）を含むメッセージを LAN 上に送出するとともに、要求されたデータ・モード設定を行う。
- ④ 放射線監視盤は、複数の放射線モニタからのメッセージを LAN から受け取る。

(c) 伝送フォーマット

- 1) 要求・設定メッセージ及び応答メッセージの伝送フォーマットは、原則として共通とし、送信元 ID、送信先 ID、シーケンス番号、データ長、メッセージ単位 1、メッセージ単位 2、メッセージ単位 3、メッセージ単位 4、メッセージ単位 5、終了コードの順で構成する。
- 2) 送信元 ID 及び送信先 ID は、PLC 組成毎及び放射線モニタ毎に設定し、ASCII コード 2 バイト（00～99）を使用する。なお、PLC に対しては 10～49 を、放射線モニタに対しては 50～89 を割り当て、00～09 及び 90～99 はリザーブとする。
- 3) シーケンス番号は、ASCII コード 2 バイト（00～99）を使用する。シーケンス番号 N でデータ要求を行った場合、その応答データは同じシーケンス番号 N で返信する。なお、シーケンス番号は 1 送信毎に新たに与える（更新する）ものとする。
- 4) データ長は、ASCII コード 4 バイト（0000～9999）を使用し、当該メッセージの全送信データ長をバイト単位で宣言する。
- 5) メッセージ単位は、デバイスに対して特定の意味を有する最小単位のコードとし、その詳細は (d) に規定する。1 回の伝送でやりとりできるメッセージ単位は最大 5 個であり、放射線モニタ側ではデバイス依存メッセージ 1 → 5 の順番で処理する。なお、メッセージ単位が 4 個以下の場合は、不要なメッセージ単位部分を詰めるものとする。
- 6) 終了コードは、“ETX”（End of Text ASCII コード 03（HEX））の 1 バイト固定コードを使用す

る。

(d) メッセージ単位

1) メッセージ単位のデータ形式

- ① メッセージ単位は、ASCII コード 40 バイト構成（データ長固定）とし、空き部分は “ ”（スペース ASCII コード 20 (HEX)）とする。
- ② 後に別のメッセージ単位を伴う場合には、前のメッセージ単位の先頭に区切りとして，“;”（セミコロン ASCII コード 3B (HEX)）を付加する。なお、この区切り及び終了コードは、前のメッセージ単位のデータ長に含むものとする。
- ③ 数値データは、10 進整数 (NR1), 10 進固定小数点数 (NR2), 10 進浮動小数点数 (NR3) 及び 16 進数 (#H) とする。

2) メッセージ単位の種類

メッセージ単位の種類は、以下のとおりとする。

① コマンドプログラムメッセージ単位

放射線モニタ側で受信するメッセージ単位であり、放射線モニタに各種動作の開始やパラメータ設定の命令を与える。

② クエリプログラムメッセージ単位

放射線モニタ側で受信するメッセージ単位であり、放射線モニタに各種の測定値、設定値や機器状態等を問合せする命令を与える。

③ レスポンスマッセージ単位

放射線モニタ側から送信するメッセージ単位であり、クエリプログラムメッセージ単位に対する応答として、測定データ、機器状態等を与える。

3) メッセージ単位のフォーマット

- ① メッセージ単位は、ヘッダ、ヘッダセパレータ及びデータで構成する。
- ② データが複数あるメッセージ単位では、データセパレータでデータを区切る。

4) ヘッダ（先頭コード）

- ① ヘッダは、メッセージ単位の先頭コードを示し、ニモニックコードで表す。
- ② ヘッダは、メッセージ単位の分類に応じて、コマンドプログラムヘッダ、クエリプログラムヘッダ及びレスポンスマッセージヘッダに分類する。
- ③ ヘッダ・ニモニックは、8 文字以内の英数字で表す。
- ④ クエリ用ヘッダ・ニモニックは、7 文字以内の英数字で表し、最後の英数字の後に“?”（クエスチョンマーク ASCII コード 3F (HEX)）を付ける。
- ⑤ ヘッダ・ニモニックに使用される英数字は、英大文字とする。

5) データ

- ① データは、ヘッダのパラメータを表し、測定値等を表す数値データと符号化した数値データとに分類する。
- ② 測定値等を表す数値データは、次の形式で表す。
 - NR1 ; 符号なし 10 進整数（最大 6 桁）
 - NR1 ; 符号付き 10 進整数（最大 7 桁）
 - NR2 ; 符号付き 10 進固定小数点数（最大 8 桁、符号、小数点含む、小数点位置任意）
 - NR3 ; 10 進浮動小数点数（最大 10 桁、仮数部;4 桁、指数部;2 桁、符号、小数点含む）
 - NRf ; NR1 または NR2 または NR3
- ③ 符号化した数値データは、次の形式で表す。
 - #H ; 16 進数（#H で 16 進数を宣言し、バイト・データで上位 4 ビットから順番に 16 進表示）
- ④ 上記において、10 進数データのコード体系は BCD (Binary Coded Decimal) を使用する。

6) ヘッダセパレータ

- ① ヘッダセパレータは、ヘッダ部とデータ部を分離するために使用する。
- ② ヘッダセパレータには、ヘッダの文字数が奇数の場合は “ ”（スペース ASCII コード 20 (HEX)）を、ヘッダの文字数が偶数の場合は “ ” + “ ” を使用する。

7) データセパレータ

- ① データセパレータは、複数のデータを区別するために使用する。
- ② データセパレータには、“,”（コンマ ASCII コード 2C (HEX)）を使用する。
- ③ データセパレータで区切られたデータは、ヘッダ部直後のデータをデータ No. 1 として定義し、以下、順次データ No. を増やしていくものとする。

(e) 共通コマンド

- 1) 共通コマンドは、放射線モニタが、遠隔管理対象機器として基本的にサポートすべき必須コマンドとして定義する。
- 2) 共通コマンドは、プログラム共通コマンドとクエリ共通コマンドに区別する。
- 3) プログラム共通コマンドは、機器の動作開始やパラメータ設定等を行うコマンドとして定義する。
- 4) プログラム共通コマンドのニモニックコードは、“*”（アスタリスク ASCII コード 2A (HEX)）で始まる 4 文字以内の構成とする。
- 5) クエリ共通コマンドは、機器に各種の設定値や状態等を問合せするコマンドとして定義する。
- 6) クエリ共通コマンドのニモニックコードは、“*”で始まり、“?”で終わる 5 文字以内の構成とする。

- 7) クエリ共通コマンドに対する応答メッセージ単位のヘッダ・ニモニックは、クエリ共通コマンドの“?”文字を削除したものとする。
- 8) 本規格で適用する共通コマンドを表 2.1.3-1 に示す。
- 9) 放射線モニタは、表 2.1.3-1 に指定される全共通コマンド及び該当する機能をサポートしなければならない。ただし、ユーザオプションとして指定した項目については、規定された使用目的に準拠することを条件に、当該機能の有無を含めてユーザが任意に定めて運用することができます。

(f) 個別コマンド

- 1) 個別コマンドは、放射線モニタの個別機能に依存するコマンドとして定義する。
- 2) 個別コマンドは、プログラム個別コマンドとクエリ個別コマンドに区別する。
- 3) プログラム個別コマンドは、機器の動作開始やパラメータ設定等を行うコマンドとして定義し、ニモニックコードは以下のとおりとする。
 - ① 文字構成は、VWWxxyy の英数字 7 文字以内とする。
 - ② V は、先頭文字として必ず英大文字を使用する。
 - ③ WW は、英大文字とし、1 文字だけ省略可能とする。また、拡張子を省略できるコマンドでは、省略した拡張子の文字（数字）数だけ英大文字を増やすことができる。
 - ④ xx は、第 1 拡張子の数字（01～99）とする。
 - ⑤ yy は、第 2 拡張子の数字（01～99）とする。これは、全て省略することもできる。
 - ⑥ ユーザ定義のコマンドは、“USRxxyy” とする。
- 4) クエリ個別コマンドは、機器に各種の設定値や状態等を問合せするコマンドとして定義し、ニモニック・コードは以下のとおりとする。
 - ① 構成は、VWWxxyy? の英数字及び特殊文字の 8 文字以内とする。
 - ② V は、先頭文字として必ず英大文字を使用する。
 - ③ WW は、英大文字とし、1 文字だけ省略可能とする。また、拡張子を省略できるコマンドでは、省略した拡張子の文字（数字）数だけ英文字を増やすことができる。
 - ④ xx は、第 1 拡張子の数字（01～99）とする。
 - ⑤ yy は、第 2 拡張子の数字（01～99）とする。これは、全て省略することもできる。
 - ⑥ 最後の文字の“?”は必ず付ける。
 - ⑦ ユーザ定義のコマンドは、“USRxxyy?” とする。
- 5) クエリ個別コマンドに対する応答メッセージ単位のヘッダ・ニモニックは、当該クエリ個別コマンドのヘッダ・ニモニックの“?”を削除したものとする。
- 6) 複数の測定チャンネルを有し、各チャンネル毎に該当項目がある場合には、チャンネル No. を示す m を、プログラム個別コマンドではヘッダ・ニモニックの末尾に、クエリ個別コマンドでは “?” の直前に付加する。

例) チャンネル 1 の警報レベル設定 ; Alxx1 NRf
 チャンネル 1 の警報レベル問合せ ; Alxx1?

なお、全チャネル一括指定の場合は π を省略し、チャネル No. 順にデータセパレータで区切って指定または回答する。

例) チャンネル 1~3 の警報レベル一括設定

ALxx NRf ₁ , NRf ₂ , NRf ₃	NRf ₁ ; チャンネル 1 の警報レベル
	NRf ₂ ; チャンネル 2 の警報レベル
	NRf ₃ ; チャンネル 3 の警報レベル

- 7) 本規格で適用する個別コマンドを表 2.1.3-2 に示す。
- 8) 放射線モニタは、表 2.1.3-2 に示す項目について、LAN 経由でのデータ伝送・設定機能を有する場合には、必ず規定されたコマンドを使用しなければならない。
- 9) 本規格では、個別コマンドのうち、放射線モニタとしての機能を満たす上で最低限必要と考えられるコマンドを、表 2.1.3-2 のとおり、必須コマンドとして指定する。
- 10) 放射線モニタは、必須コマンド及び該当する機能をサポートしなければならない。

(g) 常時伝送データ要求コマンド

前記の規定に係わらず、常時伝送データ要求コマンド RD01 のメッセージ単位については、要求・設定メッセージにおいて、他のクエリプログラムメッセージ単位との同時搭載を不可とする。
 (コマンドプログラムメッセージ単位との同時搭載は可。)

したがって、当該メッセージに対する応答メッセージは、RD01 に対するレスポンスマッセージ単位を単独で搭載するものとなるが、このレスポンスマッセージ単位については以下のとおりとする。

- ① メッセージ単位のデータ長は、1290 バイトを上限として、指定されたデータ種類、データ数に対応する偶数バイトのデータ長とする。
- ② ヘッダセパレータには、" " + " " (スペース ASCII コード 20 (HEX)) を使用する。
- ③ データセパレータには、前のデータ長が奇数バイトの際には"," (コンマ ASCII コード 2C (HEX)) を、偶数バイトの際には"," (コンマ ASCII コード 2C (HEX)) + " " (スペース ASCII コード 20 (HEX)) を使用する。

2. 1. 4 放射線監視盤を構成するプログラマブルコントローラ（PLC）の規格

(1) 規格の範囲

本規格の適用される範囲は、放射線監視盤を構成する PLC に関するハードウェア仕様及びソフトウェア仕様である。

(2) 一般事項

本規格に準拠する放射線モニタリングシステムでは、放射線監視盤の主要機能部分を PLC システム及び関連周辺装置で構成しなければならない。

放射線監視盤の構成要素となる PLC については、IEC 61131-1, 61131-2, 61131-3（国内規格 JIS B 3501, 3502, 3503）に準拠するものとし、これに放射線モニタとして必要な事項を加味して本規格を定める。この観点から、PLC システム及びその関連周辺装置は以下の基本機能を持つものでなければならない。

① 信号処理機能

PLC システム及びその常設周辺装置は、アプリケーションプログラムに従って、放射線モニタからの信号の処理及び放射線モニタの制御を行う機能を有しなければならない。

② 放射線モニタとのインターフェイス機能

PLC システム及びその常設周辺装置は、2. 1. 3 に規定する放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送仕様に適合した通信機能を有しなければならない。

③ 上位計算機との通信機能

PLC システム及びその常設周辺装置は、2. 1. 5 に規定する放射線監視盤／上位計算機間の伝送仕様に適合した通信機能を有しなければならない。

④ マンマシンインターフェイス機能（MMI 機能）

PLC システム及びその常設周辺装置は、対象設備が必要とする放射線監視盤の仕様に応じて、放射線モニタデータの表示、モード・パラメータ設定、警報発生などの MMI 機能を有しなければならない。

⑤ プログラミング、デバッグ、試験及び文書化機能

PLC システム及びその関連周辺装置（常設周辺装置及び可搬型周辺装置）は、アプリケーションプログラムについて、生成、ローディング、監視、試験、デバッグ、文書作成及び保存の機能を有しなければならない。

⑥ 電源機能

PLC システム及びその常設周辺装置は、主電源から PLC システム電源への変換及び絶縁を行う機能を有しなければならない。

(3) ハードウェア規格

PLC のハードウェア規格を以下のとおり規定する。

(a) 種類

本規格で使用する PLC の種類は、ビルトイン型とし、電源モジュール、CPU モジュール、放射線モニタ用通信モジュール、上位計算機用通信モジュール、ディジタル・アナログ入出力モジュール等が分離された構造としなければならない。ただし、使用者が当該設備の特性、重要度等に応じ別に指定する場合はこの限りではない。

(b) 多重化

放射線モニタデータを収集する CPU モジュール、通信モジュール及びこれらに給電する電源モジュールは二重化し、放射線モニタ用 LAN の始点と終点に接続しなければならない。なお、放射線モニタ用 LAN は、スイッチングハブを多段にカスケード接続し、擬似ループ構成（接続）とすること。ただし、使用者が当該設備の特性、重要度等に応じ別に指定する場合はこの限りではない。

(c) 装置への要求事項

稼働条件、物理的環境に対する要求事項、電気的要求事項及び機械的要求事項等、PLC 装置への要求事項については、JIS B 3502 に適合しなければならない。

(4) ソフトウェア規格

(a) ソフトウェアモデル及びコミュニケーションモデル

PLC のソフトウェアモデル及びコミュニケーションモデルは、IEC 61131-3 (JIS B 3503) に準拠しなければならない。

(b) プログラミングモデル

1) プログラミング言語

PLC のアプリケーションプログラムは、IEC 61131-3 (JIS B 3503) に定義・規定される命令リスト (IL) 言語、構造化テキスト (ST) 言語、ラダー図 (LD) 言語、機能ブロック図 (FBD) 言語、又はシーケンシャルファンクションチャート (SFC) によって作成しなければならない。なお、これらの言語は、必要に応じ組み合わせて使用することができる。

2) 共通要素

PLC のアプリケーションプログラムに使用する文字、データ、変数等の共通要素については、IEC 61131-3 (JIS B 3503) の規定に準拠しなければならない。

2. 1. 5 放射線監視盤／上位計算機間の伝送仕様

(1) 規格の範囲

本規格の適用される範囲は、放射線監視盤と上位計算機の間のデータ伝送に関するハードウェア仕様及びソフトウェア仕様である。

(2) 一般事項

放射線監視盤／上位計算機間の伝送で使用する通信プロトコルを、ネットワークプロトコル階層毎に以下のとおり規定する。

① 物理層

IEEE 802.3 に規定される 100BASE-X 仕様に準拠すること。

② データリンク層

IEEE 802.3 に規定される CSMA/CD プロトコルを使用すること。

③ ネットワーク層

TCP/IP 仕様に準拠し、下記プロトコルを使用すること。原則として、IP アドレスにはグローバルアドレス又はクラス B 以上のプライベートアドレスを用いること。

IP(v4), ICMP, ARP

④ トランスポート層

TCP/IP 仕様に準拠し、TCP プロトコルを使用すること。

⑤ アプリケーション層

3. 1. 4 のソフトウェア仕様に規定する PLC データベース伝送プロトコル (Programmable Controller Data Base Transmission Protocol over TCP/IP。以下、PDBT プロトコルとする。) を使用すること。TCP のポートは以下のとおりとする。

放射線監視盤：7200～7299 で指定するものとし、具体的な番号を取扱説明書に記載しなければならない。

上位計算機：任意とし、特に制限は設けない。

(3) ハードウェア規格

放射線監視盤／上位計算機間の伝送に係るハードウェア規格として、放射線監視盤の通信インターフェイスについて、以下のとおり規定する。

- 伝送規格 : 100BASE-TX
- データ転送速度 : 100Mbps
- プロトコル : CSMA/CD
- コネクタ : RJ-45/8 ピンミュラーコネクタ (カテゴリー 5対応)
- アドレス : MAC アドレスを有し、IP アドレス (v4) の設定が可能であること

(4) ソフトウェア規格

PDBT プロトコルについて、情報伝送処理、伝送手順、伝送フォーマット、各種コード等を以下のとおり規定する。

(a) 情報伝送処理

PDBT プロトコルの情報伝送処理を次のように定義する。

常時接続処理：定周期のデータ読み出しそうな連続的な処理に係わる情報伝送

バッジ接続処理：設定値変更のようバッジ的な処理に係わる情報伝送

(b) 伝送手順

上位計算機が、放射線監視盤へデータ要求・設定等を行う場合には、以下の手順に従うものとする。

1) 常時接続処理

- ① 上位計算機による連続監視を開始する際は、上位計算機から放射線監視盤へ、TCP に基づく LAN コネクションをかける。LAN コネクションの確立後は、TCP に基づくコネクション維持を継続する。
- ② 上位計算機は、放射線監視盤に対し、一定周期でデータ要求・設定シーケンスを実行する。
- ③ データ要求・設定シーケンスにおいては、「上位計算機から放射線監視盤への指令伝文の送出」と、「これを受信した放射線監視盤による応答伝文の送出及び受信伝文に基づく処理」を、予め当該処理毎に指定した回数分行う。なお、データ要求・設定シーケンスの詳細についてはユーザオプションとし、取扱説明書に手順を記載しなければならない。
- ④ 上位計算機から、LAN コネクションを解除する際は、TCP に基づくコネクション閉鎖手順；能動クローズ (active close) に従う。逆に、放射線監視盤から、LAN コネクションを解除する際は、TCP に基づくコネクション閉鎖手順；受動クローズ (passive close) に従う。

2) バッジ接続処理

- ① 上位計算機によるバッジ処理を開始する際は、上位計算機から放射線監視盤へ、TCPに基づく LAN コネクションをかける。
- ② 上位計算機は、放射線監視盤に対し、データ要求・設定シーケンスを実行する。
- ③ データ要求・設定シーケンスにおいては、「上位計算機から放射線監視盤への指令伝文の送出」と、「これを受信した放射線監視盤による応答伝文の送出及び受信伝文に基づく処理」を、予め当該処理毎に指定した回数分行う。なお、データ要求・設定シーケンスの詳細についてはユーザオプションとし、取扱説明書に手順を記載しなければならない。
- ④ 上位計算機から、TCPに基づき LAN コネクションを閉鎖する。(能動クローズ)

(c) 伝送フォーマット

- 1) 指令伝文及び応答伝文の伝送フォーマットは、ヘッダ部とデータ部から構成されるものとし、ヘッダ部のフォーマットは全ての伝文で共通とする。なお、全ての伝送伝文について、全フォーマット長を 1460 バイト以下としなければならない。
- 2) ヘッダ部のフォーマットは、伝文種別、送信元 ID、送信先 ID、データ長、要求時刻、予備領域の順で構成する。
- 3) 伝文種別は、BCD コード 1 バイト (2 衔 ; 00~99) を使用する。伝文種別ごとのコード割付は以下のとおりとする。

00~09 : リザーブ

10 : 時刻補正指令

11 : 測定値データ要求指令

12 : 各種設定・制御指令

13~19 : ユーザ定義指令

20 : 時刻補正応答

21 : 測定値データ応答

22 : 各種設定・制御応答

23~29 : ユーザ定義応答

30~99 : リザーブ

なお、ユーザ定義コードについては、指令コードとそれに対応する応答コードの下一桁を共通とすること。

- 4) 送信元 ID 及び送信先 ID は、BCD コード 1 バイト (2 衔 ; 00~99) を使用する。機器毎の ID の割付け方は以下の規則に従い、具体的なコード割付を取扱説明書に記載しなければならない。

01~09 : 上位計算機

10 : リザーブ

11~89 : 放射線監視盤機器

90~99 : リザーブ

- 5) データ長は、BCD コード 3 バイト（000000～999999）を使用し、当該伝文の全送信データ長をバイト単位で宣言する。
- 6) 要求時刻は、BCD コード 7 バイトを使用し、年（西暦 4 桁；2 バイト）、月（2 桁；1 バイト）、日（2 桁；1 バイト）、時（2 桁；1 バイト）、分（2 桁；1 バイト）、秒（2 桁；1 バイト）の順に構成する。
- 7) ヘッダ部の予備領域は、BCD コード 1 バイト（2 桁；00）とする。
- 8) データ部のフォーマットは、データ種別、ステータス領域、データ個数、オプション領域の順で構成する。
- 9) データ種別は、BCD コード 1 バイト（2 桁；00～99）を使用する。データ種別毎のコードの割付け方は以下の規則に従い、具体的なコード割付を取扱説明書に記載しなければならない。
00～09：システム関連
10～39：定期周期伝送
40～69：任意周期伝送
70～99：リザーブ
- 10) ステータス領域は、BCD コード 1 バイト（2 桁；00～99）とし、放射線モニタや収集データのステータスに関する情報について、ユーザオプションとして使用する。なお、各伝文において、当該領域を使用する必要がない場合は、予め不使用領域に指定し、常時、“00” すること。
- 11) データ個数は、BCD コード 2 バイト（4 桁；0000～9999）を使用し、伝送するデータのセット数を示す。
- 12) オプション領域は、指令伝文では、モニタチャンネル、設定値等の指定に必要な場合の指定データ領域として使用し、応答伝文には、放射線モニタ等のデータ領域や指令伝文に対する応答フラグ領域等として使用する。オプション領域のフォーマット及び使用コードの割付けについては、ユーザオプションとするが、取扱説明書に詳細を記載しなければならない。また、使用コードは、原則として、BCD（10 進数）及び HEX（16 進数）とするが、放射線モニタの測定値、設定値等に係る主要データ伝送以外の補助的な伝送に必要な場合には、文字コード、漢字コード等の使用を可とする。

2.2 運用規格

各機関及び事業所等は、共通規格に基づき細部事項等について運用規格を定める。

表 2.1.3-1 共通コマンドリスト

NO	項 目	JANコード モード モード	クリエイタ モード モード	データ オーバーフローモード	内 容
1	認識番号	—	*IDN?	\$\$\$\$? ····	認識番号を問合せます。 (応答例) *IDN\$AAAAAA,TTTTTT,NNNNNN,VVVVV A : 製造者 (メーカー) T : 機器型式名 (モデル) N : 製造番号 (シリアル) V : フームウェアの版数 A, T : 必須 N, V : 使用しないなら「0」とする。 ヘッダを含めて全体の長さは、72 文字以内とする。
2	初期化	*RST	—	—	放射線モニタを初期状態にリセットする。 機器型式毎に内容を取扱説明書に記載する。
3	モード・パラメータクリア	*CLS	—	—	全てのバント・ステータス・レジスタのデータ構造をクリアする。 その結果、モード・パラメータの各サマリ・ビットもクリアされる。
4	標準イベント・ステータス・イネーブル・レジスター	*ESE	*ESE?	#Hij	*ESE ; 標準イベント・ステータス・イネーブル・レジスター (SESER) のマスクパターンを、符号化した 16 進数値 (00~FF) で設定する。 (設定例) *ESE\$F8 (F8 ; 2 進数 11111000→ヒット 7, 6, 5, 4, 3 セット)
					*ESE? ; SESER のビット状態を問合せます。 応答データは符号化された 16 進整数値 (00~FF) で返信する。 (応答例) *ESE\$F8 (ヒット 7, 6, 5, 4, 3 セット)

5	標準イベント・ステータス・レジスタ	-	*ESR?	#Hij	<p>標準イベント・ステータス・レジスタ (SESR) のビット状態を問合せます。</p> <p>応答データは符号化された 16 進数値 (00~FF) で返信する。レジスタの内容はクリアされる。(応答例) *ESE_{sp}F8 (ビット 7, 6, 5, 4, 3 セット)</p> <p>SESR のビット定義は以下のとおり。</p> <p>ビット 0 ; OPC (Operation Complete 動作完了) ユーザオブション 実行中の動作が完了し、次のマスクを受けられる状態になったことを示す。</p> <p>ビット 1 ; リザーブ</p> <p>ビット 2 ; QYE (Query Error 出力キュー-エラー) ユーザオブション 出力キューからデータを読もうとしたとき、出力すべきデータがないか、又はキューがオーバーフローしてデータが喪失されていることを示す。なお、本規格では出力キューは検討範囲外とする。</p> <p>ビット 3 ; DDE (Device-Specific error 機器依存エラー) ユーザオブション コマンドエラー、クエリエラー、実行エラー以外で機器に依存したエラー発生を示す。(例えば、オーバーレンジ、オーバーフロー等で、故障ではない。)</p> <p>ビット 4 ; EXE (Execution Error 実行エラー) コマンドを実行しようとした際に、次の誤りを検知したことを表す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 受信したプログラムデータが機器の能力の範囲を超える。 ・ 正しいコマンドを受信しても、その時の機器の状態によりそのコマンドを実行できない。 <p>ビット 5 ; CME (Command Error コマンドエラー) 次の事象が発生したことを表す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 文法上の誤りのあるデータを受信した。 ・ 解釈不能なコマンドを受信した。 <p>ビット 6 ; URQ (User Request ローカル機能アクティブ) ユーザオブション 放射線モニタ側のローカル機能がアクティブになつたことを示す。</p> <p>ビット 7 ; PON (Power On) 電源投入 電源が投入されたことを示す。</p>
---	-------------------	---	-------	------	--

6	サ-ビ"ス・リクエスト・イネ- フ"ル・レジ"スタ	*SRE	*SRE?	#Hij	*SRE; サ-ビ"ス・リクエスト・イネ- フ"ル・レジ"スタ (SRER) のマスクパターンを符号化した 16 進数値 (00 ～FF) で設定する。 (設定例) *SRE _{sp} AE (AE; 2 進数 10101110→ビ"ット 7, 5, 3, 2, 1 セット)
					*SRE? ; SRER のビ"ット状態を問合せせる。 応答データは符号化された 16 進数値 (00～FF) で返信する。 (応答例) * SRE _{sp} AE (ビ"ット 7, 5, 3, 2, 1 セット)
7	ステータス・バイト	-	*STB?	#Hij	ステータス・バイトを読み出す。応答データは符号化された 10 進整数値 (00～FF) で 返信する。 (応答例) *STB _{sp} 60 (ビ"ット 6, 5 セット) ステータス・バイトのビ"ット定義は以下のとおり。 ビ"ット 0 ; 警報イベント・ステータス・レジ"スタのサマリ・ビ"ット (論理和) ビ"ット 1 ; 故障異常イベント・ステータス・レジ"スタのサマリ・ビ"ット (論理和) ビ"ット 2 ; 操作制御イベント・ステータス・レジ"スタのサマリ・ビ"ット (論理和) ビ"ット 3 ; リザーブ用イベント・ステータス・レジ"スタのサマリ・ビ"ット (論理和) ビ"ット 4 ; メッセージ・アベイラブル・ビ"ット (MAV) ユーザオプション 出力キーに係わるビ"ットであるが、本規格では出力キーは検討範囲外とする。出力 キー機能を有しない機器ではこのビ"ットを常時 0 としておく必要がある。 ビ"ット 5 ; ESB (標準イベント・ステータス・レジ"スタ) のサマリビ"ット (論理和) ビ"ット 6 ; マスター・サマリー・ステータス・ビ"ット (MSS) 外部にサービス要求をする要因があるかどうかを表示するビ"ットである。 ビ"ット 7 ; ユーザ定義イベント・ステータス・レジ"スタのサマリ・ビ"ット (論理和)

※ユーチュアオプション：当該機能の有無をユーチュアが任意に定めて運用することができる。

○操作制御ヒヤベントステータス

表 2. 1.3-2 個別コマンドリスト

NO	項 目	コマンド モード モニック	クリ ニモニック	デーテ フォーマット	内 容
1	操作制御 1 (必須コマンド)	CT01	—	#Hij	トリガ制御機能 1 警報リセット ビット0 校正異常リセット ビット1 機器異常リセット ビット2 伝送エラー ビット3 スクーラ・スタート ビット4 スクーラ・ストップ ビット5 スクーラ・リセット ビット6 リザーブ ビット7 [0;無意味, 0;無意味, 0;無意味, 0;無意味, 0;無意味, 0;無意味, 0;無意味, 0;無意味]
2	操作制御 2 (必須コマンド)	CT02m	CT02m?	#Hij	ステータス制御機能 1 高高トリップテスト ビット0 高トリップテスト ビット1 低トリップテスト ビット2 警報モード ビット3 計数モード ビット4 上限ディスクリ ビット5 バージス上限遮断 ビット6 リザーブ ビット7 [0;非テスト, 0;非テスト, 0;非テスト, 0;外部出力自動復帰, 0;レートメータモード, 0;無効, 0;無効, 0;無効]
3	ユーザ定義操作制 御 1	CT81	—	#Hij	トリガ制御機能について、ユーザで定義し任意に使用してよい。
4	ユーザ定義操作制 御 2	CT82m	CT82m?	#Hij	ステータス制御機能について、ユーザで定義し任意に使用してよい。 iii; 測定チャンネル指定

5	警報イベント・ステータス・レジスタ (必須コマンド)	-	ESR11m?	#Hij	警報状態の問合せ オーバーフロー 高警報 高警報 低警報 ユーザ定義	ビット0 [0; 発生なし 1; オーバーフロー発生] ビット1 [0; 発生なし 1; 高警報発生] ビット2 [0; 発生なし 1; 高警報発生] ビット3 [0; 発生なし 1; 低警報発生] ビット4-7
6	警報イベント・ステータス・レジスタ (必須コマンド)	ESE11m	ESE11m?	#Hij	ビット対応で警報イベント・ステータス・レジスタのサービス要求を許可する。 iii; 測定チャンネル指定	iii; 測定チャンネル指定
7	故障異常イベント・ステータス・レジスタ (必須コマンド)	-	ESR2n?	#Hij	故障異常状態の問合せ n=1; 電源 回路 自己診断 警報テスト 校正 リザーブ	ビット0 [0; 発生なし 1; 電源異常] ビット1 [0; 発生なし 1; 回路異常] ビット2 [0; 発生なし 1; ループ異常] ビット3 [0; 発生なし 1; 自己診断異常] ビット4 [0; 異常なし 1; 警報テスト異常] ビット5 [0; 異常なし 1; 校正異常] ビット6-7
8	故障異常イベント・ステータス・レジスタ (必須コマンド)	ESE2n	ESE2n?	#Hij	n=2-8; 上記各異常について、ユーザで定義し任意に使用してよい。 必要に応じて n の後にチャンネル番号.iii を付加することで測定チャンネル の指定も可とする。ユーザオプション	ビット対応で故障異常イベント・ステータス・レジスタのサービス要求を許可する。

9	操作制御イベント・ステータス・レジスタ (必須コマンド)	-	ESR31?	#Hij	操作制御イベントの問合わせ	ビジー [0; 発生なし] ; 動作安定待ち時間中のコマンド受信] 動作モード [0; 発生なし] ; 動作モード変化] 警報復帰操作 [0; 発生なし] ; 警報復帰ボタン操作] 非測定 [0; 発生なし] ; 現場操作中] 操作制御 [0; 発生なし] ; 操作制御2状態変化] プリセット [0; 発生なし] ; プリセット・タイム値に到達] ブザー制御 [0; 発生なし] ; ブザー制御状態変化] 警報出力制御 [0; 発生なし] ; 警報出力制御状態変化]
10	操作制御イベント・ステータス・イネーブル・レジスタ (必須コマンド)	ESE31	ESE31?	#Hij	ビット対応で操作制御イベント・ステータス・レジスタのサービス要求を許可する。	
11	ユーザ定義イベント・ステータス・レジスタ	-	ESR81?	#Hij	イベント・ステータス情報伝達に関しユーチャで定義し任意に使用してよい。	
12	ユーザ定義イベント・ステータス・レジスタ	ESE81	ESE81?	#Hij	ビット対応でユーザ定義イベント・ステータス・レジスタのサービス要求を許可する。	

○動作モード

内 容				
No	項 目	コマンド ニモニック	クリエ ニモニック	データ フォーマット
	動作モード (必須コマンド)	MD01	MD01?	クリエコマンドの応答例
1	測定			MD01 00 ; 測定中 MD01 12 ; テストー2 中 MD01 31 ; 高警報テスト中
2	スタンバイ			入力信号測定状態
3	テストー1 (上限テスト)	MD01	MD01?	00 01 11 内蔵入出力1点校正し結果を故障異常バント・ステータス・レジスト(ESR21のビット5)で表示する。高高・高・低警報はハイ入。(トライアルは出力) 12 内蔵入出力1点校正し結果を故障異常バント・ルーティング・レジスト(ESR21のビット5)で表示する。高高・高・低警報はハイ入。(トライアルは出力) 13 可変入出力にて指示テスト。外部警報出力(ハイ、トライアル)は出力。 1-ザオプション
4	テストー2 (下限テスト)			
5	テストー3 (直線性テスト)			
6	ループテスト			21 検出部内のチェック線源・定電流源等による系全体のテスト。警報は出力。 1-ザオプション
7	高高警報テスト			31 警報設定レベルのテスト(警報設定精度の確認)をし、結果を故障バント・ステータス・レジスト(ESR21のビット4)で表示する。 1-ザオプション
8	高 警報テスト			32 警報レベルのテスト(警報設定精度の確認)をし、結果を故障バント・ステータス・レジスト(ESR21のビット4)で表示する。 1-ザオプション
9	低 警報テスト			33 警報レベルのテスト(警報設定精度の確認)をし、結果を故障バント・ステータス・レジスト(ESR21のビット4)で表示する。 1-ザオプション
10	ユーザ定義			81 (n=1-8) 動作モードに関しユーチュアで定義し任意に使用してよい。

○測定値読取・設定値指定

		内 容																																																																			
NO	項 目	コマンド モード	クリ エーブル	デ バイス	フ ォーマット																																																																
1	測定値 (必須コマンド)	—	DA01m?	NRf	換算係数を乗じ、補正計算（不感時間補正、スパン・ゼロ補正等）を行った測定値 (計数率、線量当量率、スケーラ計数値等) の問合せ m；測定チャンネル指定																																																																
2	警報レベル (必須コマンド)	ALxxm	ALxxm?	NRf	警報レベル設定値 XX=11 ; 高高警報 XX=21 ; 高 警報 XX=31 ; 低 警報 m；測定チャンネル指定																																																																
3	換算係数 (必須コマンド)	CF01m	CF01m?	NRf	測定値から工学値への換算係数 m；測定チャンネル指定																																																																
4	単位 (必須コマンド)	UT01m	UT01m?	NR1=k1	単位の設定及び問合せ <table border="1"> <thead> <tr> <th>K1</th> <th>00</th> <th>01</th> <th>02</th> <th>03</th> <th>04</th> <th>05</th> <th>06</th> </tr> <tr> <th>単位</th> <th>アラカル</th> <th>S⁻¹</th> <th>min⁻¹</th> <th>μ Sv/h</th> <th>mSv/h</th> <th>Sv/h</th> <th>nGy/h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K1</td> <td>07</td> <td>08</td> <td>09</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>単位</td> <td>μ Gy/h</td> <td>mGy/h</td> <td>mBq/cm²</td> <td>Bq/cm²</td> <td>mBq/cm³</td> <td>Bq/cm³</td> <td>A</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>K1</th> <th>• • •</th> <th>21</th> <th>22</th> <th>23</th> <th>24</th> <th>25</th> <th>26</th> </tr> <tr> <th>単位</th> <th></th> <th>カウント</th> <th>μ Sv</th> <th>mSv</th> <th>Sv</th> <th>nGy</th> <th>μ Gy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K1</td> <td>27</td> <td>• • •</td> <td>99</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>単位</td> <td>mGy</td> <td></td> <td>非測定</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	K1	00	01	02	03	04	05	06	単位	アラカル	S ⁻¹	min ⁻¹	μ Sv/h	mSv/h	Sv/h	nGy/h	K1	07	08	09	10	11	12	13	単位	μ Gy/h	mGy/h	mBq/cm ²	Bq/cm ²	mBq/cm ³	Bq/cm ³	A	K1	• • •	21	22	23	24	25	26	単位		カウント	μ Sv	mSv	Sv	nGy	μ Gy	K1	27	• • •	99					単位	mGy		非測定				
K1	00	01	02	03	04	05	06																																																														
単位	アラカル	S ⁻¹	min ⁻¹	μ Sv/h	mSv/h	Sv/h	nGy/h																																																														
K1	07	08	09	10	11	12	13																																																														
単位	μ Gy/h	mGy/h	mBq/cm ²	Bq/cm ²	mBq/cm ³	Bq/cm ³	A																																																														
K1	• • •	21	22	23	24	25	26																																																														
単位		カウント	μ Sv	mSv	Sv	nGy	μ Gy																																																														
K1	27	• • •	99																																																																		
単位	mGy		非測定																																																																		

測定値が測定以外（校正信号等）の時は k1=99 とする。
[リザーブ；k1=14-20, 28-59, 90-98, 任意使用可；k1=60-89]
m；測定チャンネル指定

5	伝送エラー回数 (必須コマンド)	—	EC01?	NRf	伝送器とTCP/IPインターフェイス間の伝送エラー回数
6	不感時間	DT01m	DT01m?	NRf	検出器測定回路の不感時間 (単位は μ s) レートメータモードでの補正に使用 m; 測定チャンネル指定
7	時定数	TC01m	TC01m?	NR1=k, NR3 [k=3, 7] NR1=k [k=0, 1, 2, 4, 5, 6]	応答時定数 (kは下表による) レートメータモードで使用 m; 測定チャンネル指定
8	スパン補正係数	CF02	CF02?	NRf	電流信号の規格化係数 (右式のA) $Y = A \cdot \log X + B$ 又は $Y = A \cdot X + B$
9	ゼロ補正係数	CF03	CF03?	NRf	電流信号の規格化係数 (右式のB) $Y = A \cdot \log X + B$ 又は $Y = A \cdot X + B$
10	積算時間	TM01	TM01?	NRf	プリセット・タイム設定値 スケーラモードで使用
11	タイム経過時間	—	PT01?	NRf	タイム経過時間 スケーラモードで使用
12	下限ディスクリ電圧	LL01m	LL01m?	NRf	下限ディスクリ電圧 (単位はV) m; 測定チャンネル指定
13	上限ディスクリ電圧	UL01m	UL01m?	NRf	上限ディスクリ電圧 (単位V) m; 測定チャンネル指定
14	ワインド幅電圧	WW01m	WW01m?	NRf	ワインド幅電圧 (単位V) m; 測定チャンネル指定

15	テスト・パルス周波数	PF01	PF01?	NR1=K1	テスト・パルス周波数	
				K1 = 周波数	00 0 s ⁻¹	01 機器に依存する 02 03 99
16	テスト・パルス波高	PH01	PH01?	NRf	テスト・パルス波高値 (単位はV)	
17	バイアス電圧	HV01	HV01?	NRf	検出器バイアス電圧の設定及び電圧測定値の問合せ	
18	バイアス上限値	HH01	HH01?	NRf	バイアス電源の上限値、これを超えた場合、故障異常イベント・ステータス・レジ	
19	バイアス下限値	HL01	HL01?	NRf	スタで表示し、さらに操作制御の出力遮断が有効のとき出力は遮断される。	
20	出力待機時間	ST01	ST01?	NRf	バイアス電圧 0N 時の一時待機時間設定 (単位 ; 秒)	
21	+ 24 V 電圧	—	VP01?	NRf	+24V 電源電圧の測定値	
22	+ 12 V 電圧	—	VP02?	NRf	+12V 電源電圧の測定値	
23	+ 6 V 電圧	—	VP03?	NRf	+ 6V 電源電圧の測定値	
24	+ 5 V 電圧	—	VP04?	NRf	+ 5V 電源電圧の測定値	
25	- 24 V 電圧	—	VN01?	NRf	-24V 電源電圧の測定値	
26	- 12 V 電圧	—	VN02?	NRf	-12V 電源電圧の測定値	
27	- 6 V 電圧	—	VN03?	NRf	- 6V 電源電圧の測定値	
28	電池電圧	—	VC01?	NRf	電池電圧測定値 (RAM バックアップ用電池等)	
29	基準電圧	—	VR01?	NRf	基準電圧測定値	
30	常時伝送データ要求 (必須コマンド)	—	RD01?	NRf, Hij	常時伝送データの問合せ	
31	常時伝送データ定義	DRD01	DRD01?	\$\$\$\$\$	DRD ; RD01 コマンドにより実行されるコマンドを設定する。 DRD? ; RD01 コマンドにより実行されるコマンドを問合せる。	

○入出力制御等

内 容					
No	項 目	コマンド	クエリ	テータ	
1	ブザー制御	BZxx	BZxx?	#Hijkl	ブザー用出力制御 XX=01；高警報 XX=02；高警報 XX=03；低警報 チャンネル1 ビット0 0；ブザー入り 1；ブザー切り ・ チャンネル16 ビット15 0；ブザー入り 1；ブザー切り
2	警報出力制御	ABxx	ABxx?	#Hijkl	警報接点出力制御 XX=01；高警報 XX=02；高警報 XX=03；低警報 チャンネル1 ビット0 0；警報出力入り 1；警報出力切り ・ チャンネル16 ビット15 0；警報出力入り 1；警報出力切り
3	アカウト出力レジ	AR01m	AR01m?	NR1=k, NR3	アナログ出力レンジ (kはデカルド数, NR3は最大目盛) k= 0 1 2 3 4 5 6 7 8 デカルド数 リニア 1 2 3 4 5 6 7 自動レジ 切替許可 ③；チャンネル指定
4	デジタル出力	D0xx	D0xx?	#Hij	デジタル出力値 (xxは第xx番目を示す。) チャンネル1 ビット0 0；出力接点開 1；出力接点閉 ・ チャンネル8 ビット7 0；出力接点開 1；出力接点閉

5	デ' イジ' タルデ' -タ 出力制御	0Exx	0Exx?	#Hij	デイジタル出力制御 (xx は第 xx 番目を示す。) チャンネル 1 ビット 0 0 ; 出力不許可 1 ; 出力許可 ⋮
6	デ' イジ' タルデ' -タ入力	-	Dlx?_	#Hij	デイジタル入力値 (xx は第 xx 番目を示す。) チャンネル 1 ビット 0 0 ; 入力接点開 1 ; 入力接点閉 ⋮
7	ユーザ定義コマンド	USRxxm	USRxxm?	NRf, Hij	内容をユーザで定義し, 任意に運用してよい。 必要に応じてチャンネル番号 m を附加することで測定チャンネルの指定も可とする。

- ※1 ユーザオプション：必須コマンド（放射線モニタとしての機能を満たす上で最低限必要と考えられるコマンド）の中でユーザオプションとしたビット又は項目については、当該機能の有無をユーザが任意に定めて運用することができます。
- ※2 DRD01 コマンドニモニックをサポートしない場合は、RD01 レスポンスマップを取扱説明書に記載しなければならぬ。

3. 規格の解説

3.1 共通規格

3.1.1 目的

本規格は、LAN-PLC 方式放射線モニタに対して、主として以下の項目を規定するものである。

- ① 放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送仕様
- ② 放射線監視盤を構成するプログラマブルコントローラ（PLC）の規格
- ③ 放射線監視盤／上位計算機間の伝送仕様

①を規定する目的は、放射線監視のために必要なデータ伝送について、通信プロトコルを標準化するとともにインターフェイス等最低限のハードウェア互換性を確保することである。したがって、本規格に準拠する機器間では、物理的な接続が可能であり、また、ソフトウェア的にも、若干のプログラムマッチングにより容易に通信可能でなければならない。

②を規定する目的は、これまでソフトウェア、ハードウェア両面でメーカーの独自規格にゆだねられてきた PLC について、国際標準規格への準拠を明確化するとともに、放射線監視盤として最低限の要件を示すことで、これまで極めて困難であった PLC プログラムの再利用、互換について、将来的に道を開くことである。

③を規定する目的は、放射線監視盤と上位計算機のネットワーク接続を標準化するとともに、アプリケーション層プロトコル及び放射線監視盤側インターフェイスのハードウェア仕様について最低限の互換性を確保することである。なお、③については、上位計算機側において、ハードウェア・ソフトウェアの技術進歩が早いこと、アプリケーション開発を行う上で十分な自由度を確保する必要があること等を考慮し、アプリケーション層プロトコルの規定を最小限のものとするとともに、上位計算機のインターフェイス仕様を特に限定しないものとした。

3.1.2 規格の構成と運用

本規格は、LAN-PLC 方式放射線モニタとして最低限満たすべき共通事項について定めるものであるが、これに加えて、各機関、事業所等がそれぞれの事情に応じた運用規格を定めて運用することを認めている。ただし、全ての事項について、運用規格よりも共通規格が優先されるため、運用規格は共通規格との矛盾がないよう規定・運用されなければならないことに注意する必要がある。

3.1.3 放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送仕様^{4), 5), 6)}

(1) 規格の範囲

本項目では、各現場に設置される放射線モニタと制御室等に設置される放射線監視盤を接続する通信用ネットワークのハードウェア仕様、通信プロトコル及びこれらに関連した放射線モニタ側の機能を規定している。

(2) 一般事項

放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送用ネットワークには、汎用性、拡張性を考慮し、IEEE802.3規格(Ethernet)を採用し、その上位レイヤにTCP/IPを用いるものとした。また、アプリケーション層には、ソフトウェア規格で規定するRMDTプロトコルを用いるものとした。ネットワークレイヤの概念図を図3.1.3-1に示す。

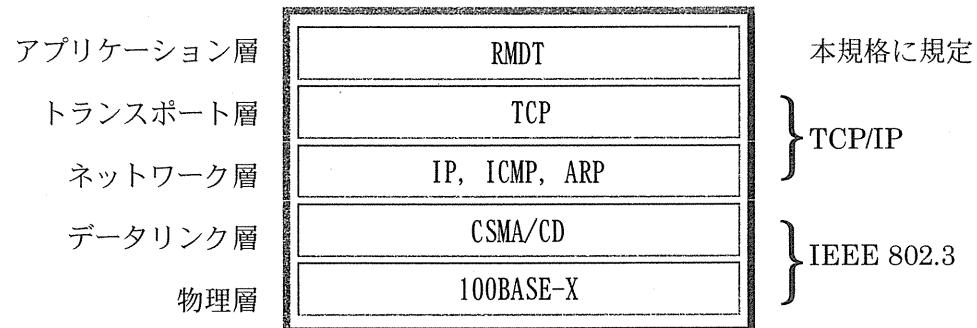


図3.1.3-1 放射線モニタ／放射線監視盤間のネットワークレイヤ概念図

① 物理層及びデータリンク層

Ethernet規格としては、放射線モニタのデータトラフィックからは10BASE-T規格でも十分であるが、将来的なネットワーク機器の調達を考慮し、現在主流となりつつある100BASE-X(100BASE-TX及び100BASE-FX)を選択した。

② ネットワーク層

定常処理ではIPのみを、特定処理ではIP及びARPを用いるものとし、これに加えてネットワーク診断に有用なICMPのサポートを必須とした。

また、信頼性を確保する観点から、放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送用ネットワークを閉じたLANとすることを前提に、IPアドレスにクラスCのプライベートアドレスを使用するものとした。なお、IPについては、PLC機器のv6規格対応が現状で不十分なことからv4規格としたが、閉じたLANを形成していれば、IPv6が主流となってもIPv4のLANとしてそのまま運用が可能と考えられる。

③ トランスポート層

トランスポート層では、信頼性が高いコネクション型プロトコルであるTCPのみを使用し、処理速度は速いが信頼性の劣るコネクションレス型プロトコルであるUDPは使用しないものとした。

④ アプリケーション層

RMDT プロトコルにおいては、放射線モニタに対し 7000～7099 の範囲で、放射線監視盤側に対し 6000～6099 の範囲で、各々、TCP 上のポート番号を指定し、具体的な割付を取扱説明書に記載するものとした。なお、放射線モニタ側のポート番号指定においては、データ伝送上互換性を有する機種のポート番号を同一としなければならない。

(3) ハードウェア規格

① 通信インターフェイス

通信インターフェイスについては、拡張性とネットワーク接続の互換性を考慮し、100BASE-TX 規格をベースとし、RJ-45/8 ピンモジュラーコネクタ（カテゴリ 5 対応）の使用を必須とした。データ転送速度としては、10Mbps/100Mbps（全二重通信）自動ネゴシエーション仕様としているが、これは、

- ・ 試験検査、点検、校正時等に 10BASE-T 規格の機器にも接続可能とする。
- ・ 100BASE-T 規格による運用でノイズや減衰などによりデータ伝送が不安定な場合に 10BASE-T 規格利用による解決の余地を残す。

という点に配慮したためである。また、IP アドレスについては、クラス C のプライベートアドレスを機器毎に設定可能としており、図 3.1.3-2 に示すように、3 番目のアドレスを放射線監視盤ごとのグループアドレスとし、4 番目のアドレスと機器 ID を関連付ける形態を想定している。

なお、監視盤より上位のネットワークでは、グローバルアドレス又はクラス B 以上のプライベートアドレスを使用する。

② ネットワークケーブル

ネットワークケーブルについては、100BASE-TX 規格をベースとし、カテゴリ 5 対応 UTP の使用を原則とした。ただし、100BASE-TX では、ケーブル長が 100m 以内に制限されるため、これを超える距離のケーブル敷設が必要な場合には、光ケーブルを使用するものとした。また、UTP はケーブル近傍にノイズ源が存在する場合、ノイズの影響を受けやすいため、このような場合には、耐ノイズ性の高い STP や光ファイバーケーブルを使用するものとした。なお、光ファイバーケーブルを使用する場合には、メディアコンバータ等により 100BASE-TX を 100BASE-FX に変換するものとし、放射線モニタ、HUB、放射線監視盤のコネクタを RJ-45/8 ピンモジュラーコネクタに統一することで各機器のハードウェア上の互換性を確保している。

③ HUB

HUB については、データコリジョンを最小とし、信頼性を向上させるため、データリンク層におけるスイッチング機能を持つレイヤ 2 スイッチ（スイッチングハブ）を採用し、100BASE-TX/10BASE-T 両規格へ対応するものとした。

また、MDI/MDI-X の切替を HUB 側で対応することで、ネットワークケーブルを全てストレート

ケーブルに統一し、ストレートケーブルとクロスケーブルの混在によるトラブルを防止している。

100Mbps/10Mbps の切替え方式については、特に規定していないため、施設、設備の状況等に応じて、自動ネゴシエーション仕様のもの、手動で転送速度を設定するもののいずれを使用してもかまわない。

スイッチの中継方式としては、中継遅延は比較的大きいが信頼性の高いストア&フォワード方式の採用を基本とした。

なお、HUB のハードウェア規格については、機器の技術進歩の速さを考慮し、上記内容を「原則」とすることで、上記と同等以上とみなし得る上位互換機種採用の可能性を残すものとした。

放射線監視盤 1	PLC/A 系	IP : 192.168.1.101～192.168.1.103
----------	---------	----------------------------------

機器 ID : 10

PLC/B 系	IP : 192.168.1.111～192.168.1.113
---------	----------------------------------

機器 ID : 11

放射線モニタ	IP : 192.168.1.050～192.168.1.089
--------	----------------------------------

機器 ID : 50～89

放射線監視盤 2	PLC/A 系	IP : 192.168.2.101～192.168.2.103
----------	---------	----------------------------------

機器 ID : 10

PLC/B 系	IP : 192.168.2.111～192.168.2.113
---------	----------------------------------

機器 ID : 11

放射線モニタ	IP : 192.168.2.050～192.168.2.089
--------	----------------------------------

機器 ID : 50～89

放射線監視盤 N	PLC/A 系	IP : 192.168.N.101～192.168.N.103
----------	---------	----------------------------------

機器 ID : 10

PLC/B 系	IP : 192.168.N.111～192.168.N.113
---------	----------------------------------

機器 ID : 11

放射線モニタ	IP : 192.168.N.050～192.168.N.089
--------	----------------------------------

機器 ID : 50～89

注) IP アドレスが 0～255 までしか採番できないため、4 番目のアドレスについて、PLC では上 2 術に機器 ID、下 1 術にインターフェイス番号を、放射線モニタでは上 1 術に 0、下 2 術に機器 ID を、各々割付けている。

図 3.1.3-2 IP アドレス割付例

(4) ソフトウェア規格

RMDT は、TCP/IP 上の定周期伝送により、放射線監視盤から各放射線モニタに各種コマンドを送信し、放射線モニタがこれに応答するという手順を基本とした。使用するコマンドは、原則として、表 1-1 に示した「放射線管理用モニタ規格」において、放射線監視盤の各モジュールとデータ収集用計算機のデータ伝送を GP/IB インターフェイス上で行うための各種コマンドを TCP/IP 上に移植するものとしている。このコマンド移植の手法を採用することで、既存のコントローラの拡張・改造により本規格に適合した放射線モニタを開発することが可能となり、これにより信頼性の継承、開発コストの低減が期待される。なお、各種コマンドの移植にあたっては、放射線監視盤に設置される NIM モジュールに必要な機能と検出端に設置される放射線モニタ機器に必要な機能の相違や伝送形態の変更、技術レベルの進歩等を考慮してコマンドを整理した。

(a) 情報伝送処理

RMDT プロトコルの情報伝送処理を、定常処理と特定処理に分類し、前者を定常的な処理に係る情報伝送、後者を電源投入時等の特定時期の処理に係る情報伝送とした。「放射線管理用モニタ規格」では、これらに加えて割込処理が定義されていたが、現状における各機器のコントローラ及びネットワークの処理速度から、定常処理の間隔を、マン・マシンインターフェイス上、十分に短くすることが可能と考え、本規格では割込処理を行わないものとした。

1) 定常処理

定常処理は、一定周期で放射線監視盤から各モニタにメッセージを送出し、これに各モニタが応答する定周期処理とした。なお、前述のとおり、本規格では割込処理を実行しないため、処理周期の決定に当っては、運用上必要な応答速度を考慮する必要があり、放射線監視盤側の表示、警報を人間が確認して対処するといったマン・マシンインターフェイスを前提とした場合、1 秒毎程度の定処理周期を推奨する。

2) 特定処理

特定処理は、電源投入時や停電復電時等に LAN コネクションを確立させるために必要な処理で、図 3.1.3-3 に示す TCP の手順に従うものとした。LAN コネクションは、放射線監視盤側から放射線モニタ側へ接続要求を行うことで開始するものとしたが、これは放射線モニタをサーバ、放射線監視盤をクライアントとした一種のクライアント-サーバモデル（測定データの提供側がサーバ、受信側がクライアント）を想定しているためである。

また、LAN コネクションが確立できない場合及び何らかの理由でコネクションが切断された場合には、放射線監視盤側からコネクション接続要求を出し続けるものとした。これは、稼動中のシステムで放射線モニタにトラブル等が生じた場合、システム全体を停止させなくとも、当該モニタを容易に復旧可能なよう配慮したためである。

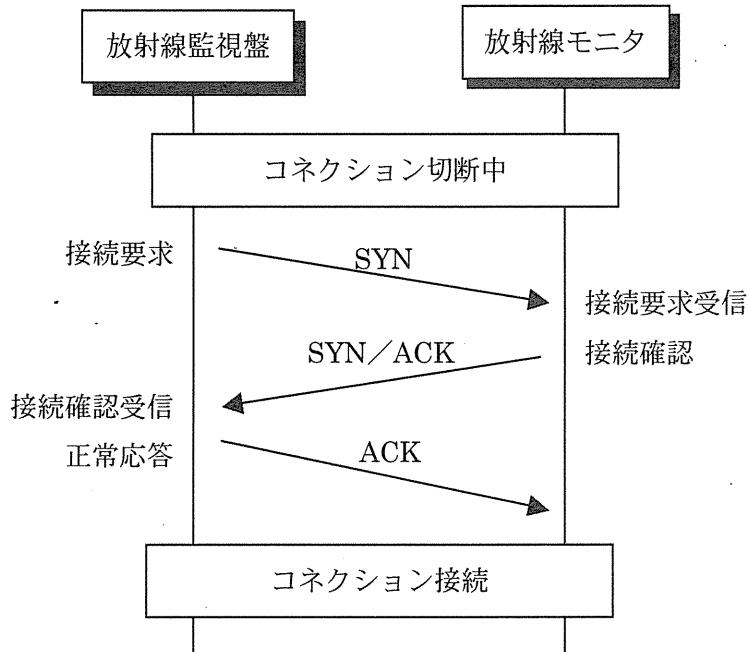


図 3.1.3-3 TCP コネクション接続手順

(b) 伝送手順

1) データ要求・設定時

データ要求・設定時の伝送手順を図 3.1.3-4 に示す。放射線監視盤と放射線モニタ間のメッセージの授受は、一対一通信とし、マルチキャストプロトコルのような複雑な手順を含まないものとした。

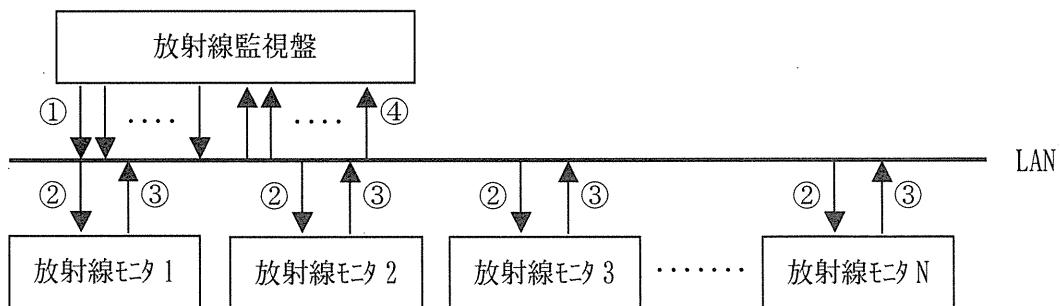


図 3.1.3-4 データ要求・設定時の伝送手順

- ① 放射線監視盤は、放射線モニタ 1～N へ、データ要求メッセージ単位（クエリプログラムメッセージ単位）、データ設定メッセージ単位（コマンドプログラムメッセージ単位）を含む N 個のメッセージを定周期で LAN 上に送出する。
- ② 放射線モニタ 1～N は、LAN から自分宛のメッセージを受信する。

- ③ 放射線モニタは、各々、データ要求メッセージ単位への応答メッセージ単位を含むメッセージを LAN 上に送出するとともに、受け取ったデータ設定メッセージ単位に従ってデータ設定を行う。
- ④ 放射線監視盤は、複数の放射線モニタからのメッセージを LAN から受け取る。

なお、放射線監視盤から送信したデータが放射線モニタに設定されたことの確認は、設定メッセージが LAN 上で有効な期間（少なくとも処理周期以上）待ってデータ要求によって行うものとした。

(c) 伝送フォーマット

メッセージの伝送フォーマットは、データ要求・設定時、データ応答時とも共通で、図 3.1.3-5 に示す構成とした。

- ① 送信元 ID=ASCII コード 2 バイト (00~99※) ; ASCII コードで 2 衔の数字により指定
- ② 送信先 ID=ASCII コード 2 バイト (00~99※) ; ASCII コードで 2 衔の数字により指定
※10~49 : PLC, 50~89 : 放射線モニタとして割り当て、他の ID は拡張性を考慮しリザーブとした。
- ③ シーケンス番号=ASCII 2 バイト (00~99) ; ASCII コードで 2 衔の数字により指定
シーケンス番号は、メッセージ毎に更新し、シーケンス番号 N でデータ要求を行った場合、その応答データも同じシーケンス番号 N で返信することとしている。
- ④ データ長=ASCII コード 4 バイト (0000~9999) ; ASCII コードで 4 衔の数字によりメッセージの全送信長をバイト単位で指定
データ長としては、3 バイトで十分であるが、市販の PLC に偶数バイト単位で処理するものがあることから、4 バイトを割り当てた。
- ⑤ メッセージ単位；二モニックコードとデータで構成されており、詳細は (d) で規定されている。1 メッセージ単位のデータ長は 40 バイト固定、メッセージ単位の空き部分はスペース、メッセージ単位間の区切りは “;” (セミコロン ASCII コード 3B (HEX)) とし、“;” も区切り後のメッセージ単位長に含むものとした。なお、1 回の伝送でやりとりできるメッセージ単位は最大 5 個であり、放射線モニタ側ではメッセージ単位 1 → 5 の順番で処理されるものとした。メッセージ単位を最大 5 つとしたのは、実用上の必要性と現状における各機器の処理能力、応答速度等を考慮したためである。
- ⑥ 終了コード = “ETX” (End of Text ASCII コード 03 (HEX))
放射線モニタ側での CPU ⇄ LAN インターフェイス間通信で、メッセージ終了を認識させるため、終了コード ETX (End of Text) を追加した。

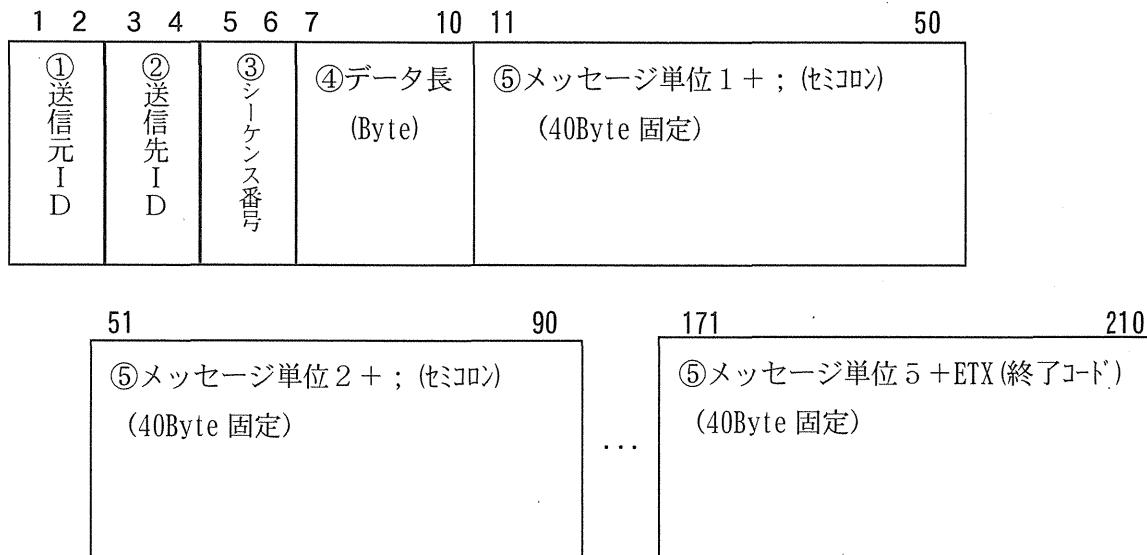


図 3.1.3-5 メッセージの伝送フォーマット

伝送メッセージの例として、PLC（機器 ID；10）から放射線モニタ（機器 ID；50）へ、シーケンス番号 98 で “RD01?”, “AL111 +1.000E+04” の 2 つのメッセージ単位を送信する場合のメッセージを図 3.1.3-6 に示す。

①	②	③	④	⑤ メッセージ単位1 (40Byte)										
1	0	5	0	9	8	0	0	9	0	R	D	0	1	?
SP (スペース) ;														
⑤ メッセージ単位2 (40Byte)														
A	L	1	1	1	SP	+	1	.	0	0	0	E	+ 0 4 SP (スペース) ETX	

図 3.1.3-6 メッセージの例

なお、本規格においては、混乱を避けるため、“メッセージ”, “メッセージ単位” 及び “伝文” という用語を以下のとおり統一して使用している。

- メッセージ ; 放射線モニタ～放射線監視盤間における 1 回の伝送で送出される一連のコード（原則として、図 3.1.3-5 の構造を有する。）
- メッセージ単位； メッセージに最大 5 個まで埋め込まれ、デバイスに対して特定の意味を有する最小単位のコード（「放射線管理用モニタ規格」の“メッセージ単

位”に相当し、図 3.1.3-7 の構造を有する。)

- 伝文 ; 放射線監視盤～上位計算機間における 1 回の伝送で送出される一連のコード（原則として、図 3.1.5-7 の構造を有する。）

(d) メッセージ単位

メッセージ単位のフォーマット、ヘッダ、データ、セパレータの形式については、下記の修正部分を除き、放射線管理用モニタ規格に準拠し、図 3.1.3-7 のとおりとした。

- ・ ターミネータに係る規格については、伝送手順の変更に伴い不要となることから削除した。
- ・ 10 進数データのコード体系について、放射線管理用モニタ規格に明確な指定が無いことから、一部で BCD コードと BIN コードが混在していたことに配慮し、メッセージ単位の解析、メンテナンスに有利な BCD コードを指定することで、10 進数コードを統一した。
- ・ BCD コードの指定に伴い、ビット状態の問合せ、指定等に係るコマンドのデータ形式をビット状態との対応が明確な HEX 形式に変更した。
- ・ 市販の PLC に偶数バイト単位で処理するものがあることに配慮し、ヘッダの文字数が奇数の場合には “ ” (スペース) を、ヘッダの文字数が偶数の場合には “ ” + “ ” (ダブルスペース) をヘッダセパレータとした。

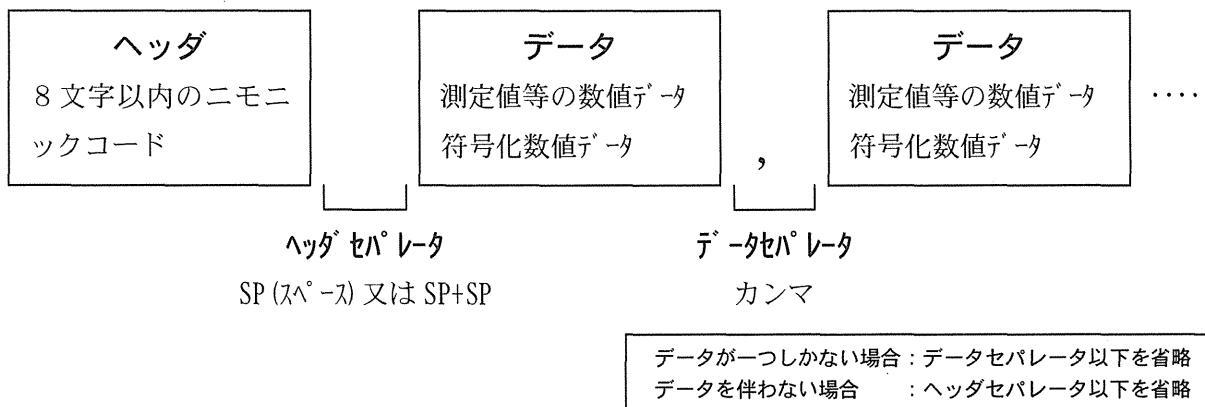


図 3.1.3-7 メッセージ単位のフォーマット

(e) 共通コマンド

共通コマンドは、遠隔管理対象機器の基本的な機能として定められたコマンドであり、本規格に準拠する放射線モニタ全てがサポートしなければならない必須コマンドと位置付けられる。共通コマンドは、従来の放射線管理用モニタ機器と同等の遠隔管理を可能とするという観点から、原則として「放射線管理用モニタ規格」の共通コマンドに準拠し、遠隔管理の基本コンセプトを踏襲する

ものとした。ただし、伝送方式の変更、LAN-PLC 方式放射線モニタのシステム構成、現状の技術レベル等を勘案の上、下記に示すとおり、一部の項目について、見直しを行なった。

- ① 放射線モニタ／放射線監視盤において伝送の信頼性を向上させるため、コマンドに使用する英文字を全て英大文字に統一した。(個別コマンドについても同様。)
- ② 1対N通信を前提としている等、GB-IB インターフェイス特有の処理と考えられる部分(*TRG, *DDT)について削除した。
- ③ 自己診断機能については、現状の技術レベルから、バッチ処理ではなく常時実行すべきものと考え、当該コマンドを削除した。

(f) 個別コマンド

検出端に設置される放射線モニタ機器は、設置スペースの制約やメンテナンス性の向上のため、NIM 規格放射線監視盤のように、計数率計、バイアス電源、警報モジュール等の機能分離型モジュールの集合体で所定の機能を持たせるのではなく、単一のユニットに必要な機能を全て持たせる必要がある。このため、「放射線管理用モニタ規格」で、モジュール種別ごとに規定されている個別コマンドを各ユニットが有する機能別に規定するものとし、この観点からコマンドを整理するとともに、現場ユニットの機能として馴染まないコマンドを削除した。また、伝送方式の変更、LAN-PLC 方式放射線モニタのシステム構成、現状の技術レベル等を勘案の上、下記の項目について追加・変更を行なった。

① TCP/IP 伝送のエラー状態監視

TCP/IP 伝送におけるエラー状態を監視するため、伝送エラー回数を問合せるクエリコマンド EC01 を必須コマンドとして追加した。また、伝送エラー回数をリセットするため、伝送エラー回数クリアを操作制御コマンド CT01 のビット 3 に割り付けた。

② 故障診断

「放射線管理用モニタ規格」の運用経験から、モニタ故障については、速やかなモニタ復旧のために、さらに詳細な故障監視が必要であると考えられ、また、現状の技術レベルであればこれが可能であることから、異常事象の詳細を問合せるコマンドを故障異常イベントステータスレジスタのユーザオプションとして追加した。

③ テスト機能

測定系及び警報判定回路を現場側に有するという LAN-PLC 方式放射線モニタのシステム構成と現状の技術レベルを考慮し、各テスト機能の目的及び処理内容を表 3.1.3-1 のとおりとした。また、これ以外のテストモードをユーザが任意に追加できるよう動作モードにユーザ定義モードを追加した。

個別コマンドについては、本規格に準拠する放射線モニタが、全てのコマンド及び当該機能をサポートする必要はない。ただし、

- ・ 当該項目について、LAN 経由での読出、設定機能を有する場合には、必ず、規定されたコマンドを使用しなければならない。
- ・ 必須コマンドとして特に指定された個別コマンドについては、放射線モニタとして最低限必要な機能として、本規格に準拠する放射線モニタ全てがサポートしなければならない。

という2つのルールを規定することで、必要な互換性の確保を図っている。

(g) 常時伝送データ要求コマンド

「放射線管理用モニタ規格」において、クエリコマンドを伴わず直接トーカ指定された場合の処理及びGP-IB コントローラによる割込処理等に相当する機能として、必要なデータの問合せ、設定を定期传送で要求するクエリコマンド RD01 を必須コマンドとして追加した。

RD01 は、予め指定された複数のクエリコマンドを実行する場合と同様のデータを要求するコマンドであり、定期传送における処理の簡略化とデータ量の大容量化を意図したものである。複数のクエリコマンドを指定する方法としては、DRD01 コマンドによる任意設定を可能とするか、又は、機器固有のものとして予め製造時に指定しておくものとした。

なお、RD01 へのレスポンスマッセージ単位については、メッセージの大容量化するため、メッセージ単位データ長を、1290 バイトを上限として、指定されたデータ種類、データ数に対応する偶数バイトのデータ長とした。この 1290 バイトという制限は、Ethernet の MTU (Maximum Transfer Unit) である 1500Byte から IP ヘッダ分 (20Byte)、TCP ヘッダ分 (20Byte)、RMDT ヘッダ分 (10Byte) 及び RD01 以外のレスポンスマッセージ単位 (160Byte ; 40Byte×4) を差引いた値であり、この制限によって、各メッセージが複数のデータパケットに分割されることを避け、データ传送処理を簡略化し、信頼性の向上と処理負荷の低減を図っている。また、データセパレータについて、他のコマンドと異なる規定を設けているが、これはヘッダセパレータの規定と同様に、市販の PLC に偶数バイト単位で処理するものがあることに配慮したためである。

表 3.1.3-1 LAN-PLC 方式放射線モニタ／テスト機能一覧表

テストモード	目的	処理内容
テスト－1 (上限テスト)	測定レンジ上限近くにおける測定系のチェック	内蔵テスト信号（測定上限近傍）を測定し基準値と比較する。故障判定は行うが、警報判定、警報出力はバイパスする。
テスト－2 (下限テスト)	測定レンジ下限近くにおける測定系のチェック	内蔵テスト信号（測定下限近傍）を測定し基準値と比較する。故障判定は行うが、警報判定、警報出力はバイパスする。
テスト－3 (直線性テスト)	測定系の指示特性のテスト	内蔵テスト信号（可変）にて、指示テストを行う。故障判定は行わず、警報判定、警報出力もバイパスする。
ループテスト	検出部から警報回路までの総合動作テスト	模擬信号、光バグリース、チェックングリース等により検出部からテスト信号を出力させ測定し基準値と比較する。故障判定を行い、警報判定、警報出力もバイパスしない。
警報テスト (高高・高・低)	警報設定精度、警報ハードウェア・ソフトウェアのテスト	測定値をソフト的に上昇又は下降させ、警報動作点到達により停止し、設定点と動作点を比較する。故障判定を行い、警報判定、警報出力もバイパスしない。

3. 1. 4 放射線監視盤を構成するプログラマブルコントローラ（PLC）の規格^{7), 8), 9)}

(1) 規格の範囲

本項目では、放射線監視盤を構成する PLC システム及びその関連周辺装置について、ハードウェア仕様、ソフトウェア仕様及び放射線監視盤として必要な基本機能を規定している。

(2) 一般事項

PLC は、従来の専用回路モジュールやリレー回路等に比して様々な機能に容易に適用可能で拡張性が高く、それでいて堅牢で電磁ノイズや温湿度条件にも強いという特徴を有する。このため、これまでにも放射線監視盤の警報回路等として多くの採用実績を有しており、近年では、いくつかの原子力施設で、NIM モジュールの機能を PLC に代替させたシステムも採用されるようになっている。そして、これらの運用経験からその信頼性、耐環境性、汎用性、拡張性等が高く評価されている。

しかし、PLC は、これまで標準化作業が比較的遅れていたため、ハードウェア、ソフトウェアとともにメーカー間の互換性がなく、プログラム言語についても各メーカーが独自に開発したものを使用するという状況が続いてきた。このため、放射線管理用機器の分野においても、使用される PLC の仕様は製作メーカー毎に全く互換性がなく、ソフトウェアもプログラム言語を含めてメーカー独自のものであった。また、その更新時には、同一メーカーにおいても PLC のモデルチェンジ等によりアプリケーションプログラムの全面再作成が必要なケースが多かった。

このような状況に対して、PLC 分野での標準化作業を進めていた IEC が、1992 年から 1993 年に掛けて IEC 61131-1～3 を制定し、標準化への方向性を示した。その後、これらの規格は日本国内にも JIS B 3501～3503 として導入され、国内の PLC メーカー各社も、これらの国際規格に対応した PLC の整備を進めている。したがって、PLC については、今後、より標準化、オープン化が進むものと期待される。

これらの点を考慮し、本規格においては、放射線監視盤の構成要素である PLC について、IEC 61131-1, 61131-2, 61131-3 (JIS B 3501, 3502, 3503) への準拠を前提とし、これに放射線モニタとして満たすべき事項を追加するものとした。

また、IEC 61131-1 (JIS B 3501)において、「PLC システムが基本機能として、①信号処理機能、②センサとアクチュエータのインターフェイス機能、③通信機能、④マンマシンインターフェイス機能、⑤プログラミング、デバッグ、試験及び文書化機能、⑥電源機能を有し、さらに各機能間で情報交換をし、また、制御対象の信号とも情報交換をすることができるものでなければならない。」としていることから、本規格では、PLC システムが図 3. 1. 4-1 に示す基本機能を有することを規定した。

① 信号処理機能

IEC 61131-1 (JIS B 3501) の信号処理機能に対応するものとして、放射線モニタ信号の処理機能（データ収集・表示・警報出力・保存・上位伝送等）及び放射線モニタの制御機能（モード変更、定数設定等）を必須機能として規定した。

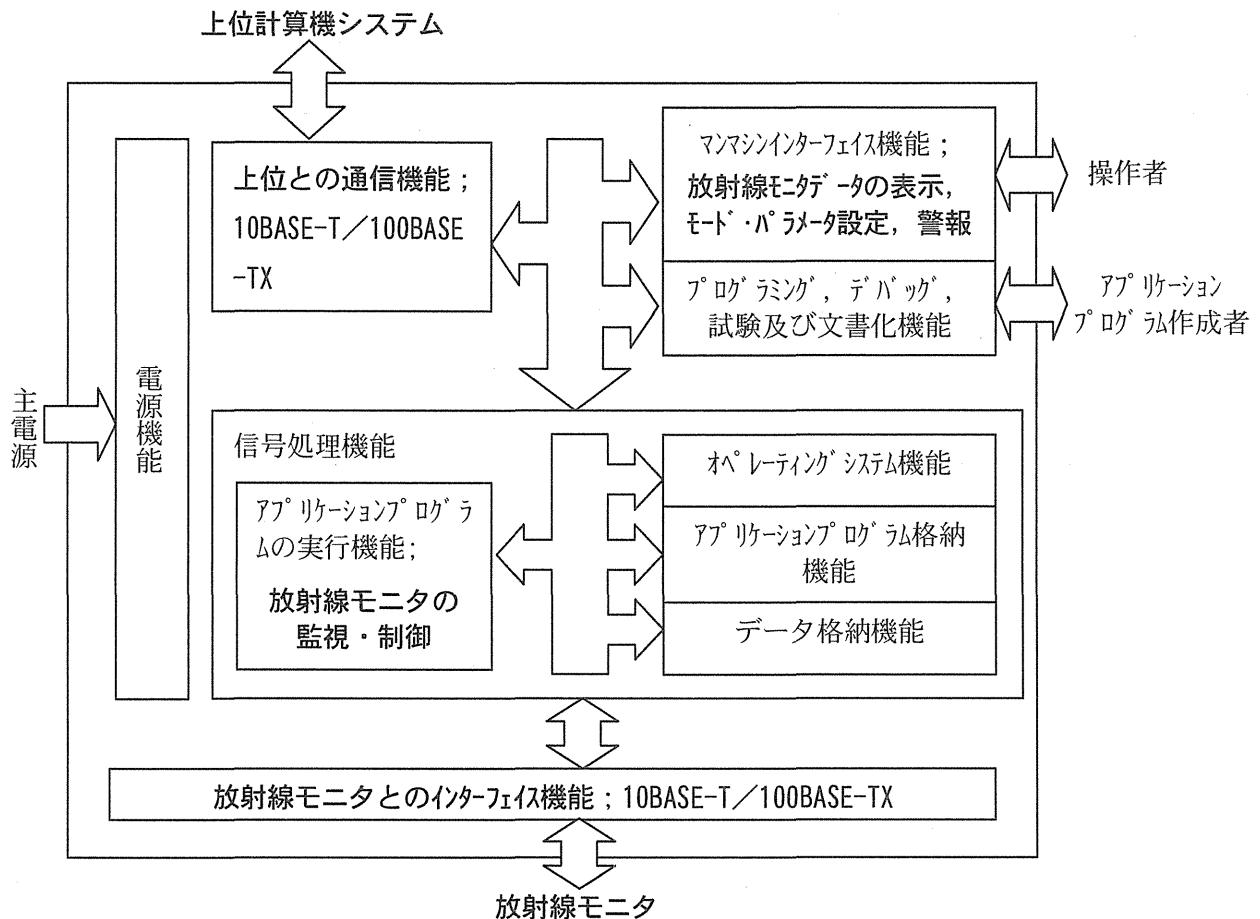


図 3.1.4-1 PLC システムの基本機能構成

② 放射線モニタとの通信機能

IEC 61131-1 (JIS B 3501) のセンサとアクチュエータのインターフェイス機能に対応するものとして、放射線モニタとの通信機能（放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送仕様に準拠）を必須機能として規定した。

③ 上位計算機との通信機能

IEC 61131-1 (JIS B 3501) の通信機能に対応するものとして、上位計算機との通信機能（放射線監視盤/上位計算機間の伝送仕様に準拠）を必須機能として規定した。

④ マンマシンインターフェイス機能 (MMI 機能)

IEC 61131-1 (JIS B 3501) の MMI 機能に対応するものとして、放射線モニタデータの表示、モード・パラメータ設定、警報発生などの MMI 機能をオプション機能として規定した。これらの機能は、対象設備において、放射線監視盤がどのように位置付けられるかによって必要性が異なる。例えば、

メインの監視制御盤として設計されるのであれば、モニタの現在値表示や警報機能、制御機能が必須であろうし、単なる上位計算機への中継盤として設計されるのであれば、上位計算機システムのバックアップ用に最低限必要な機能に限定されるであろう。

なお、MMI機能は、各種スイッチ、集合表示灯、プログラマブル表示器、記録計等の各種周辺装置を用いることで実現されるが、これらの周辺装置については、システム構築の自由度を保つため、特に制限を設けないものとした。

⑤ プログラミング、デバッグ、試験及び文書化機能

本機能については、IEC 61131-1 (JIS B 3501) の規定どおりであり、多くの場合、ノート型パソコン、専用ローダー等の可搬型周辺装置を用いることで達成される。

⑥ 電源機能

本機能については、IEC 61131-1 (JIS B 3501) の規定どおりとした。

(3) ハードウェア規格

PLCのハードウェア規格としては、IEC 61131-2 (JIS B 3502) に規定される電気的要求事項及び機械的要求事項を満足することを前提として、従来、採用されてきたNIM方式と同等の信頼性、保守性を確保することを主眼において規格を検討した。

(a) 種類

PLCには、大きく分けて、ビルトイン型と一体型がある。ビルトイン型は、CPU部、入出力部、電源部等が独立モジュールとして構成されるもので、一体型はこれらが全て一体構造となっているものである。一体型PLCは、故障発生時にPLC全体を修理又は交換する必要があり、また、将来の改造・拡張への裕度が小さい。これに対して、ビルトイン型PLCでは、モジュール故障時に、当該モジュールのみを交換可能であり、将来の改造・拡張への対応も比較的容易である。

本規格においては、従来のNIM方式が故障したモジュールを容易に予備品と交換可能というメンテナンス上の長所を有していたことから、NIM方式に近い故障時対応が可能な点と改造・拡張の容易さを考慮して、ビルトイン型PLCを採用した。また、PLCモジュールで最も故障確率が高い電源モジュール、PLC外部と直接接続され外部からの影響を受けやすい通信モジュール及び入出力モジュールをCPUモジュールと分離することを規定した。また、通信モジュールについて、放射線モニタ通信用モジュールと上位計算機通信用モジュールではシステムとしての位置付けや要求される信頼度が異なることから、モジュールの分離を必須とした。(図3.1.4-2参照)

なお、放射線モニタの系統数が数チャンネル以下の小規模システムの場合や可搬型モニタのような補助的なモニタリングシステムに本規格を適用する場合には、一体型PLCでも十分対応可能な場合があると予想されるため、使用者(エンドユーザ)が、別途、仕様書等で指定した場合に限り、例外を認めるものとした。

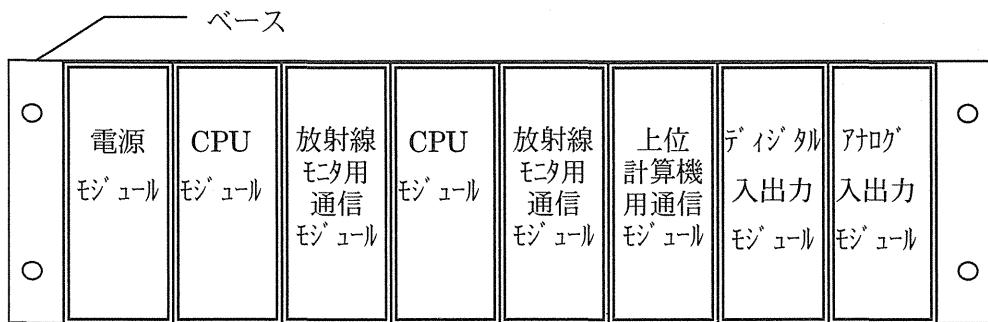


図 3.1.4-2 ビルトイン型 PLC の構成例

(b) 多重化

NIM 方式では、放射線監視盤と放射線モニタはスター型接続で、信号伝送ラインは各モニタの専用ラインとなっている。したがって、ある伝送ラインにケーブル破断などのトラブルが発生しても他の系統に影響を及ぼすことはない。一方、LAN-PLC 方式放射線モニタでは、複数のモニタで同一の LAN を伝送ラインとして共用するため、単一のケーブル破断やネットワーク機器故障により複数の系統が同時に通信不可となる可能性がある。

このため、本規格では、図 3.1.4-3 に示すとおり、スイッチングハブを多段にカスケード接続し、最上位と最下位に PLC/A 系と PLC/B 系をそれぞれ接続して、擬似的にループ型となるような構成とした。この結果、单一のケーブル破断では A 系又は B 系のいずれかでデータ伝送を継続することが可能であり、また、ネットワーク機器の故障時にも影響を最小限に抑えることができる。

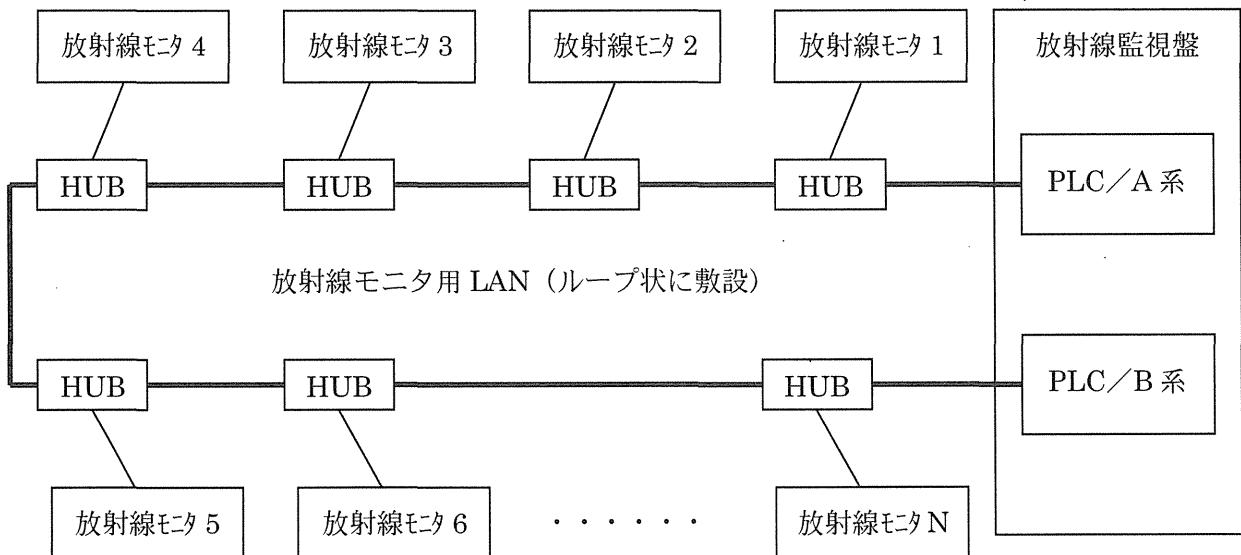


図 3.1.4-3 二重化 PLC の構成例

なお、可搬型モニタのような補助的なモニタリングシステムに本規格を適用する場合には二重化が必須でない状況も想定され、逆に、事故時用モニタ等の重要度が極めて高い系統については放射線モニタと PLC の 1 対 1 接続が必要な状況も予想されるため、使用者（エンドユーザ）が、別途、仕様書等で指定した場合に限り、例外を認めるものとした。

(c) 装置への要求事項

PLC 装置の稼働条件、物理的環境に対する要求事項、電気的要求事項及び機械的要求事項等については、IEC 61131-2 ではなく、JIS B 3502 に準拠するものとした。これは、IEC 規格を JIS 化するにあたって、電源部分等、国内の実情にそぐわない部分が一部変更されているためである。

(4) ソフトウェア規格

(a) ソフトウェアモデル及びコミュニケーションモデル

1) ソフトウェアモデル

IEC 61131-3 (JIS B 3503) では、図 3.1.4-4 に示すソフトウェアモデルを規定しており、本規格においても、これに準拠するものとした。

構成 (Configuration ; コンフィギュレーション) とは、PLC ソフトウェアモデルの最上位に位置し、特定の制御課題に対応するソフトウェアを含む制御システム全体を意味する概念で、図 3.1.4-1 に示した PLC システムに相当する。LAN-PLC 方式放射線モニタで言えば、各放射線監視盤を構成する PLC システム全体又は個々のサブシステムがコンフィギュレーションに相当する。

資源 (Resource ; リソース) とは、信号処理機能、MMI 機能等を実行可能な最小構成のプロセス機能単位を示し、例えば、CPU ユニットがこれに相当する。リソースは一つ以上のプログラムを有し、そのプログラムは機能ブロック (FB ; ブロック化されたソフトウェア要素で、アプリケーションプログラムの中の様々な部分で容易に利用可能) を持つことができる。プログラムの実行はプログラム又は FB に割付けられたタスクによって行われる。

コンフィギュレーション中で使用される変数は、グローバル変数、ローカル変数及び直接表現変数に大別される。グローバル変数は、それが定義されたレベルの全プログラム構成単位からアクセス可能な変数であり、コンフィギュレーション、リソース、プログラムのいずれのレベルでも定義できる。一方、ローカル変数は、そのローカル変数が含まれているソフトウェア要素内からのみアクセス可能な変数である。また、コンフィギュレーション内の直接表現変数は、リモート I/O やメモリのアドレスを直接指定するものである。

2) コミュニケーションモデル

変数の値をソフトウェア要素間でやり取りする方法には以下の 4 通りの方法がある。

- ① FB 等のデータフロー（入出力関係）を直接接続する方法；同一プログラム内でやり取りする場合に使用される。
- ② グローバル変数経由で受渡す方法；同一コンフィギュレーション内でやり取りする場合に

使用される。

- ③ 通信 FB を経由する方法；複数のコンフィギュレーション内のやり取りに使用される。
- ④ アクセスパスを使用する方法；複数のコンフィギュレーション及び PLC 以外のシステムを含むネットワーク内のやり取りに使用される。

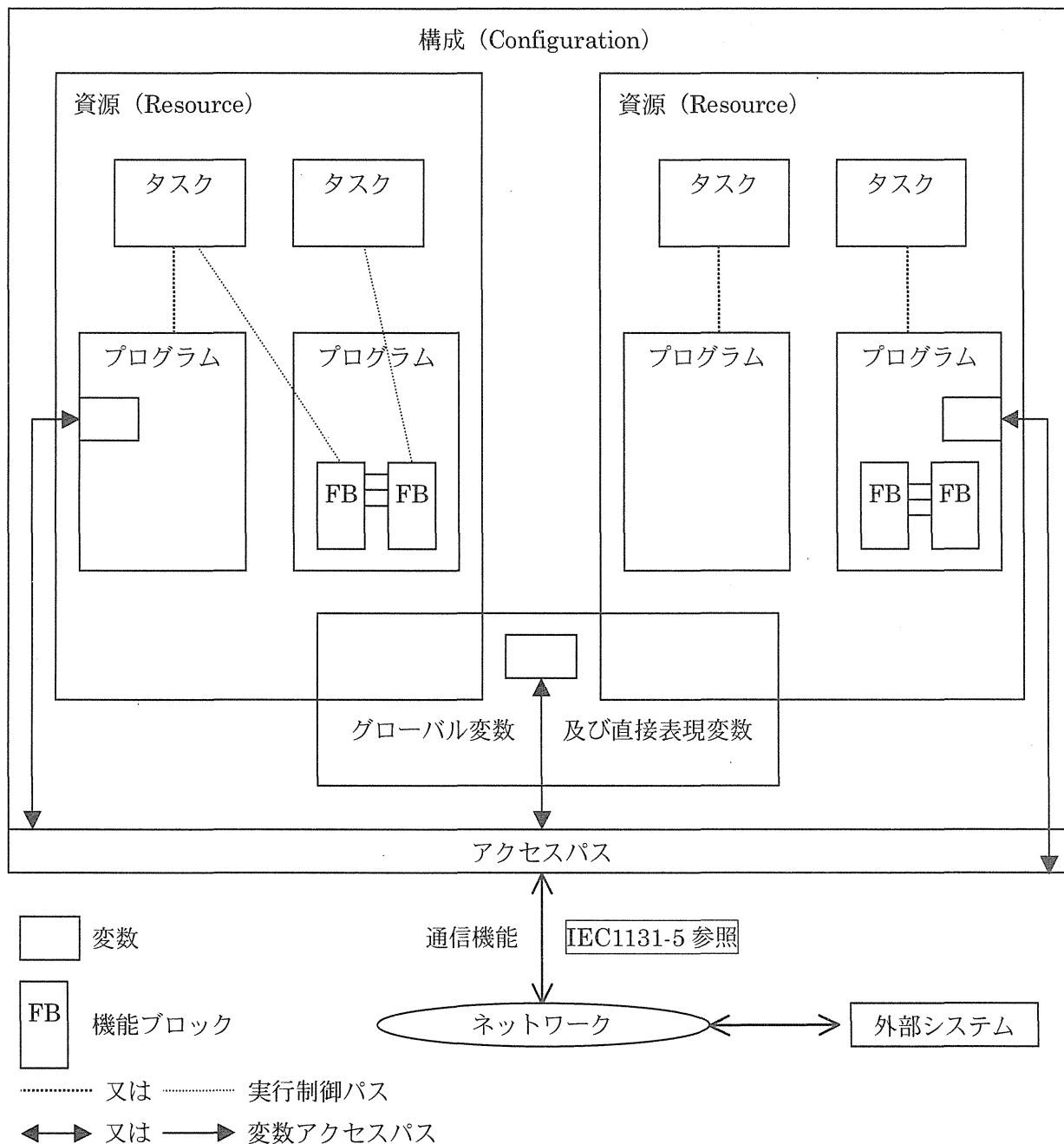


図 3.1.4-4 PLC システムのソフトウェアモデル

(b) プログラミングモデル

1) プログラミング言語

本規格で指定したプログラム言語は、IEC 61131-3 (JIS B 3503) に規定される命令リスト (IL ; Instruction List) 言語、構造化テキスト (ST ; Structured Text) 言語、ラダー図 (LD ; Ladder Diagram) 言語、機能ブロック図 (FBD ; Function Block Diagram) 言語及び共通要素であるシーケンシャルファンクションチャート (SFC ; Sequential Function Chart) である。なお、SFC は共通要素であるが、プログラムの処理構造を有していることから、本規格では言語と同等に扱っている。表 3.1.4-1 に各言語の比較表を示す。

IL 言語は、ニモニックコードを規格化したもので、コンピュータのアセンブラーに相当し、PLC プログラムの移植や互換において重要となるテキスト形式言語である。

ST 言語は、PASCAL に似たテキスト形式の高級言語で、記述力が高く、広範なアプリケーションプログラムに利用可能であり、複雑なデータ構造を持つシステムの処理に適している。

LD 言語は、リレー回路図をベースにした図式言語で、複雑な AND や OR 操作を含むロジックの記述に適している。

FBD 言語は、電気回路図に似た概念の図式言語で、ソフトウェア・ブロックのネットワークを考慮して制御動作を記述するのに適している。

SFC は、制御プログラムのシーケンス動作をステップ、遷移、アクション、分岐という構成要素を用いてグラフィカルに記述する方法であり、遷移及びアクションを上記の 4 種類の言語を用いてプログラムすることができる。

図 3.1.4-5～9 に、上記各言語及び SFC によるプログラムの実例を示す。これらはいずれも、

- ① MONITOR が ON になると、LAMP が点灯し BUZZER が吹鳴する。
- ② BZSTOP を押すと、MONITOR の ON/OFF、LAMP の点灯/消灯にかかわらず、BUZZER が停止する。
- ③ MONITOR が OFF になった後、10 秒間経過すると自動的に LAMP が消灯する。
- ④ BUZZER 停止後、MONITOR が一度 OFF になり再び ON になった場合は、LAMP の点灯/消灯にかかわらず BUZZER が再吹鳴する。

という動作を表現したものである。

本規格は、これらの言語を同一の PLC システム上で組み合わせて使用することを許容しており、例えば、放射線モニタの数値データの処理に ST 言語を、警報ロジックの処理に LD 言語を、処理全体の流れを記述するために SFC を用いるというように、言語の特性に応じた使い分けを行うことができる。

2) 共通要素

本規格においては、複数のプログラム言語の使用を認めているため、文字、データ、変数等どの言語でも同様に使用されるものを共通要素として IEC 61131-3 (JIS B 3503) に準拠するものとした。

表 3.1.4-1 PLC 言語の比較

項目	IL 言語	ST 言語	LD 言語	FBD 言語
形式	アセンブラーに似たローレベル テキスト言語	PASCAL に似た高級テキスト言 語	ラダー図をシンボル化したグ ラフィック言語	各種機能ロックを接続する 形式のグラフィック言語
長所	<ul style="list-style-type: none"> 基本構造が単純で理解しやすい。 コンパイル不要で使用できるPLCが多い。 他の言語との移植性が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 記述力が高く複雑な処理が可能。 ソフトウェア開発者にとってプログラムの追跡や理解が容易。 	<ul style="list-style-type: none"> 直感的で学習が容易。 シェケンス図の記述が容易。 PLC で最も広く利用される形式である。 	<ul style="list-style-type: none"> データ処理の流れがわかりやすく順序関係が明白。 再利用性が高い。
短所	<ul style="list-style-type: none"> プログラムの流れを追跡しづらい。 複雑な処理や大規模プログラムの記述が困難。 	<ul style="list-style-type: none"> 使用にあたって習熟が必要。 グラフィック言語との移植性が低い。 	<ul style="list-style-type: none"> ST 言語との移植性が低い。 プログラムの順序が読み取りにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> ST 言語との移植性が低い。 制御を含む広範囲な課題に適する。
適用性	小規模プログラムやシンプルな課題の解決に適する。	複雑な算術演算を含む広範な工業用アプリケーションに適する。	複雑な AND や OR 操作を含んだロジックの記述に適する。	2 進論理やクローズドループ

```

1 LD      MONITOR
2 OR      LAMP
3 ANDN   OFF
4 ST      LAMP
5 LD      MONITOR
6 NOT
7 ST      TON_1.IN
8 LD      TIME#10s
9 ST      TON_1.PT
10 CAL    TON_1
11 LD      TON_1.ET
12 ST      TIMEV
13 LD      TON_1.Q
14 ST      TIMEUP
15 ST      OFF
16 LD      MONITOR
17 OR      BUZZER
18 ANDN   BZSTOP
19 ANDN   HOLD
20 ST      BUZZER
21 LD      BZSTOP
22 OR      HOLD
23 AND MONITOR
24 ST      HOLD

```

図 3.1.4-5 命令リスト (IL) 言語の例

```

1 OR1 := MONITOR OR LAMP;
2 LAMP := OR1 & NOT(OFF);
3 TON_1(IN:=NOT(MONITOR),PT:=TIME#10s);
4 TIMEUP:=TON_1.Q;
5 TIMEV:=TON_1.ET;
6 OFF := TIMEUP;
7 OR2 := MONITOR OR BUZZER;
8 AND1 := OR2 & NOT(BZSTOP);
9 BUZZER := AND1 & NOT(HOLD1);
10 HOLD2 := BZSTOP OR HOLD1;
11 HOLD1 := HOLD2 & MONITOR;

```

図 3.1.4-6 構造化テキスト (ST) 言語の例

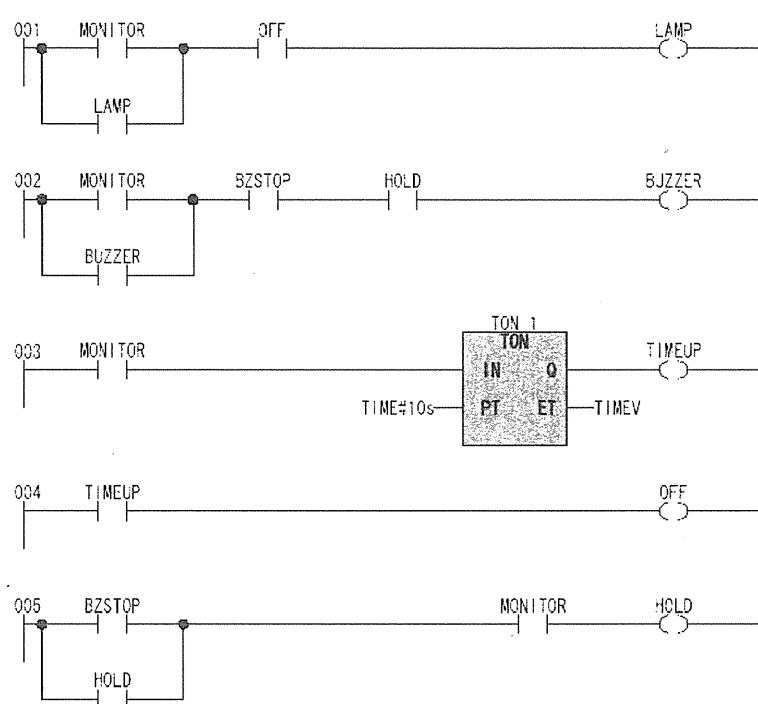


図 3.1.4-7 ラダー図 (LD) 言語の例

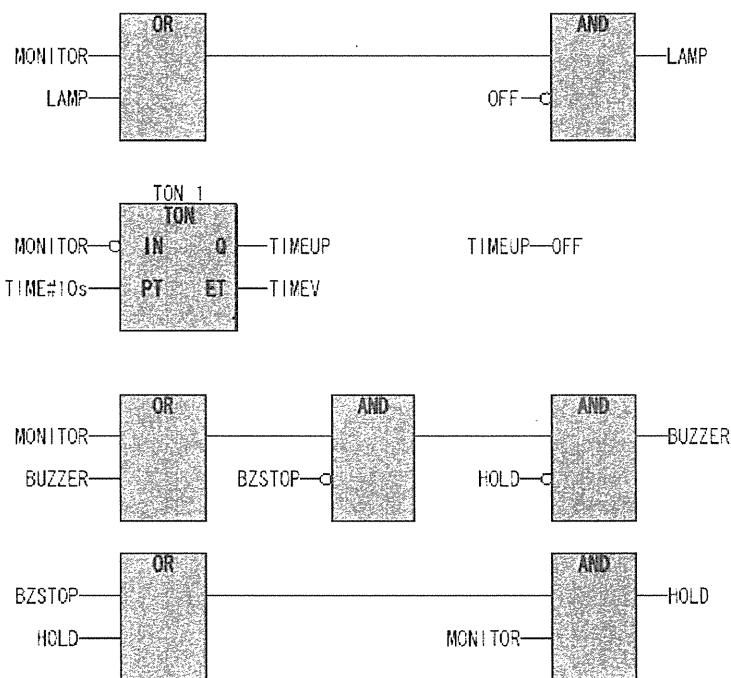


図 3.1.4-8 機能ブロック図 (FBD) 言語の例

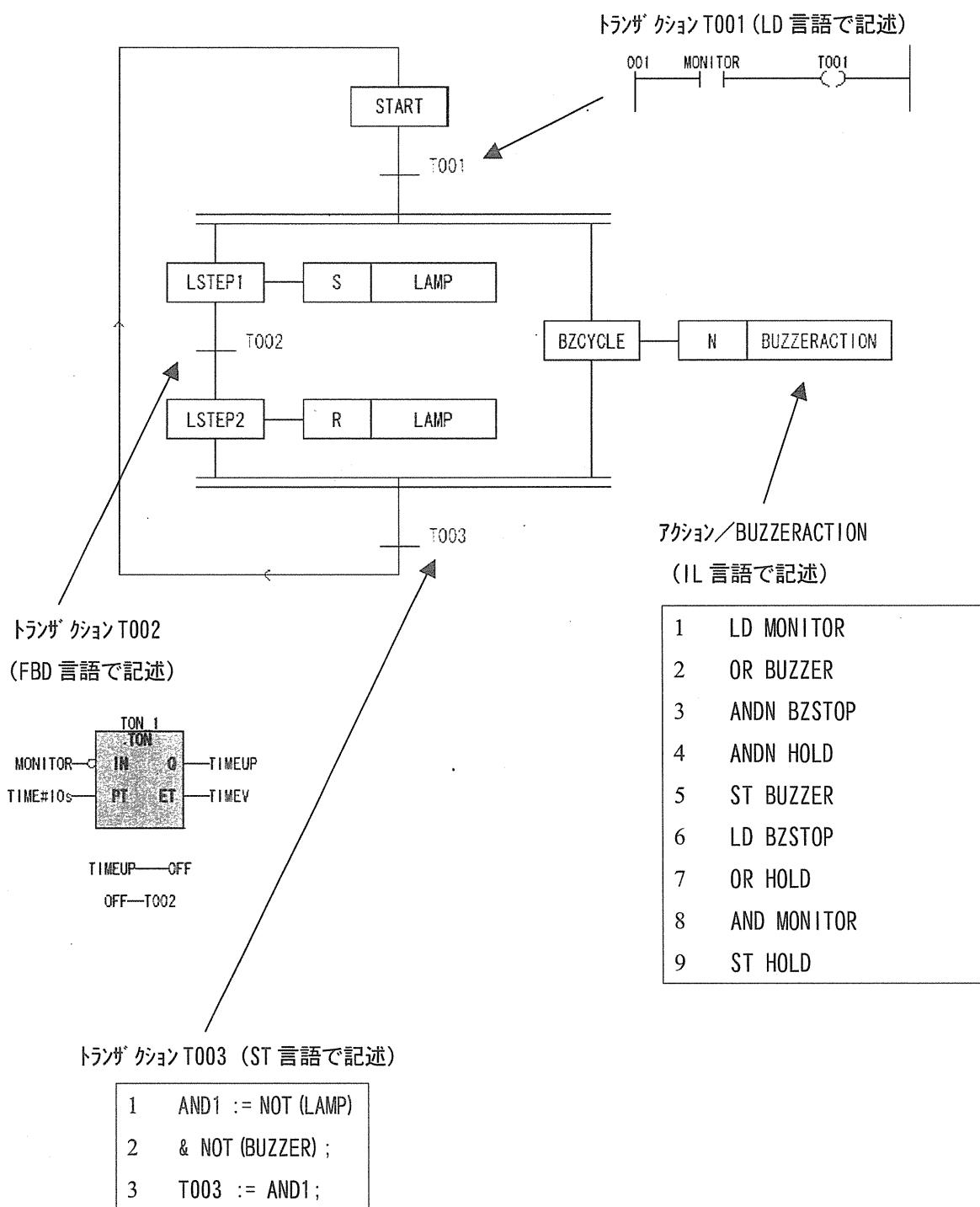


図 3.1.4-9 シーケンシャルファンクションチャート (SFC) の例

3.1.5 放射線監視盤／上位計算機間の伝送仕様

(1) 規格の範囲

本項目では、放射線監視盤と上位計算機を接続する通信用ネットワークの通信プロトコル及び放射線監視盤側のインターフェイス仕様を規定している。

(2) 一般事項

放射線監視盤／上位計算機間の伝送用ネットワークには、汎用性、拡張性を考慮し、IEEE802.3規格(Ethernet)を採用し、その上位レイヤにTCP/IPを用いるものとした。また、アプリケーション層には、ソフトウェア規格で規定するPDBTプロトコルを用いるものとした。ネットワークレイヤの概念図を図3.1.5-1に示す。

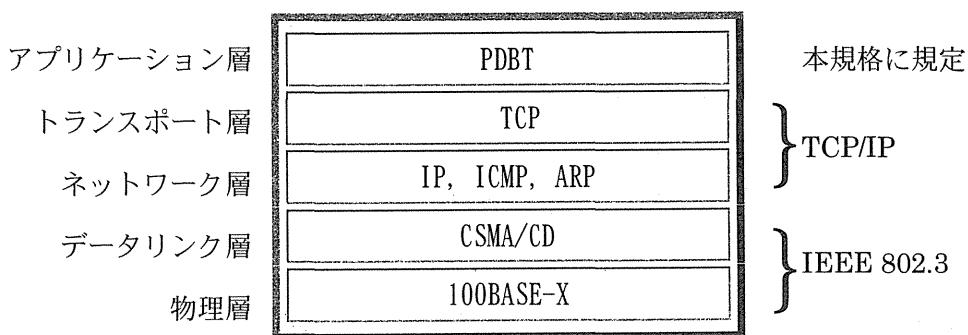


図3.1.5-1 放射線監視盤／上位計算機間のネットワークレイヤ概念図

① 物理層及びデータリンク層

Ethernet規格としては、将来の拡張性等も考慮し、十分なデータトラフィック容量を確保する観点から、100BASE-Xを基本とし、100Mbpsの転送速度を確保した。なお、伝送用ネットワークの形態に応じ、放射線監視盤／上位計算機間伝送に基幹LAN等を経由する場合には、当該部分に、上位互換仕様(1000BASE-X, 1000BASE-T等)や他のLAN規格を使用しても差し支えない。

② ネットワーク層

TCP/IPの標準プロトコルのうち、一般的に使用されるIP, ICMP, ARPのサポートを必須とした。

IPアドレスについては、放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送用ネットワーク(クラスCのプライベートアドレスを使用)と明確に区分するため、グローバルアドレス又はクラスB以上のプライベートアドレスを使用するものとした。なお、IPについては、PLC機器のv6規格対応が現状で不十分なことからv4規格としており、IPv6が主流となった場合にはLAN側でIPv4/v6間の変換等の対応が必要となる。

③トランスポート層

トランスポート層では、信頼性が高いコネクション型プロトコルである TCP のみを使用し、処理速度は速いが信頼性の劣るコネクションレス型プロトコルである UDP は使用しないものとした。

④アプリケーション層

PDBT プロトコルで使用する TCP 上のポート番号については、放射線監視盤側のポートとして 7200 番台の番号を割り当てることとし、上位計算機側には特に制限を設けないこととした。これは、上位計算機側のアプリケーション作成の自由度を確保するためである。なお、放射線監視盤側のポート番号については、具体的な割付を取扱説明書に記載することを義務付け、上位計算機側のアプリケーション作成に支障が出ないよう配慮している。

(3) ハードウェア規格

ハードウェア規格としては、放射線監視盤側の通信インターフェイスのみを規定したが、これは、上位ネットワークの技術進歩による規格の陳腐化を避けるためである。

放射線監視盤側の通信インターフェイスの規格としては、拡張性とネットワーク接続の互換性を考慮し、100BASE-TX 規格をベースとし、RJ-45/8 ピンモジュラーコネクタ（カテゴリ 5 対応）の使用を必須とした。

(4) ソフトウェア規格

PDBT の基本は、TCP/IP 上のクライアント-サーバモデルである。このモデルでは、

クライアント：資源（測定値、状態信号等）を要求する側

サーバ：資源を提供する側

と定義されるため、放射線監視盤を構成する PLC がサーバとなる。すなわち、PLC は放射線モニタデータ等を提供するデータベースサーバとして位置付けられる。したがって、PDBT によるデータ伝送は、原則として、上位計算機側が要求伝文を送信し、放射線監視盤側が応答伝文を回答する形のプロトコルとなる。

(a) LAN コネクションの確立及び解除

LAN コネクションの確立及び解除の手順としては、TCP 標準に基づくものとし、具体的手順は以下のとおりとした。

1) LAN コネクションの接続

常に、クライアント側からサーバ側へ LAN コネクションをかけるものとし、図 3.1.5-2 に示す TCP の手順に従うものとした。

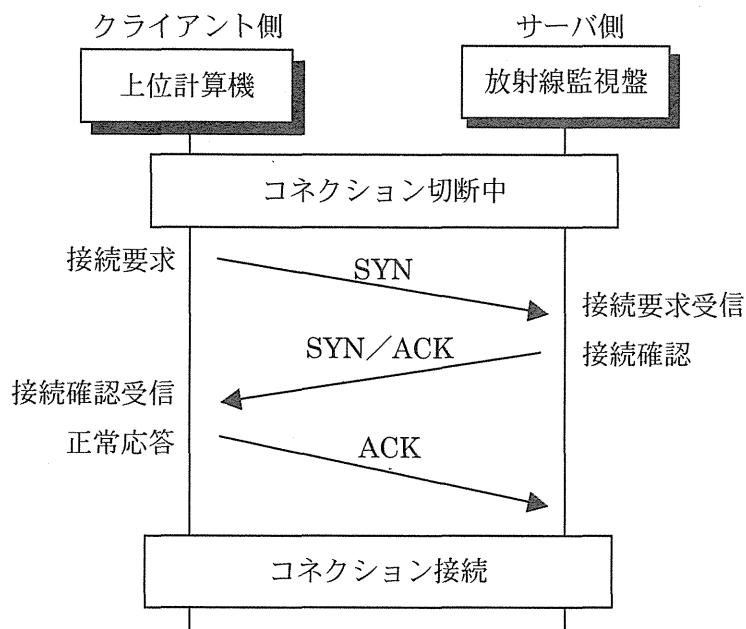


図 3.1.5-2 TCP コネクション接続手順

2) LAN コネクションの解除

通常の処理では、クライアント側から LAN コネクションを解除するものとし、図 3.1.5-3 に示す TCP の手順：能動クローズ（active close）に従うものとした。

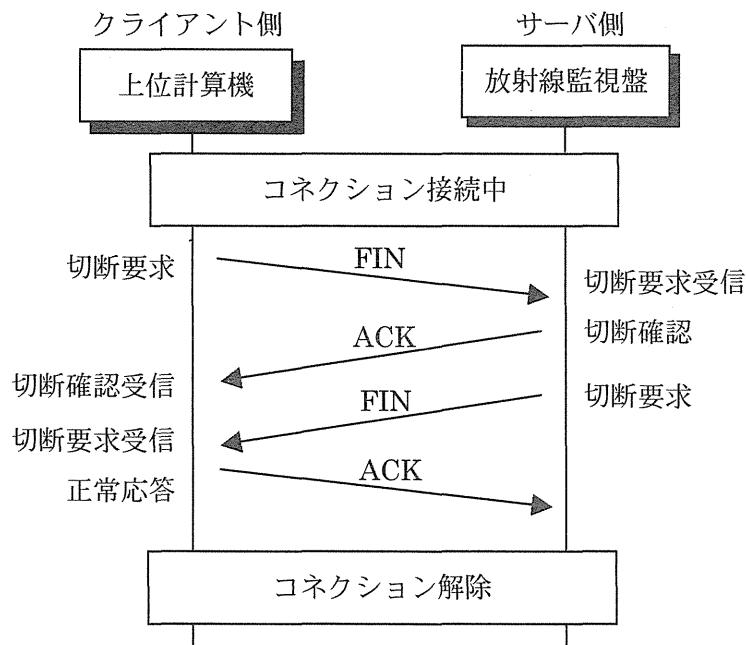


図 3.1.5-3 TCP コネクション解除手順（能動クローズ）

放射線監視盤側におけるシステム停止やトラブル検知により、サーバ側から LAN コネクションを解除する必要がある場合には、サーバの負担を小さくするため、図 3.1.5-4 に示す TCP の手順：受動クローズ（passive close）に従うものとした。

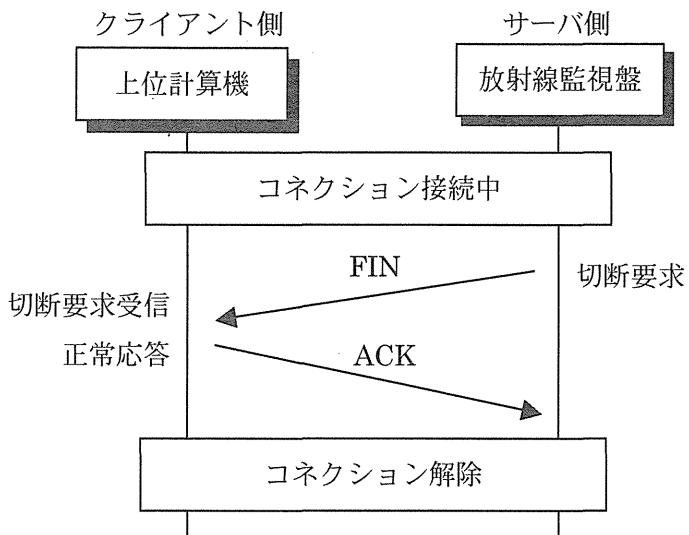


図 3.1.5-4 TCP コネクション解除手順（受動クローズ）

(b) 情報伝送処理

PDBT プロトコルの情報伝送処理を、常時接続処理とバッジ接続処理に分類し、前者を定周期のデータ読み出しのような連続的な処理に係る情報伝送、後者を設定値変更のようなバッジ的な処理に係る情報伝送とした。なお、前者については、LAN コネクションを常時維持し、後者については、処理の都度、LAN コネクションを確立するものとしている。

(c) 伝送手順

上位計算機が、放射線監視盤へデータ要求・設定を行う場合には、以下の手順に従うものとする。

1) 常時接続処理（図 3.1.5-5 参照）

- ① 連続監視を開始する際は、上位計算機（クライアント）から放射線監視盤（サーバ）へ LAN コネクションをかけ、LAN コネクションの確立後は、コネクションを維持する。
- ② コネクション確立後、上位計算機（クライアント）は、放射線監視盤（サーバ）に対し、一定周期でデータ要求・設定シーケンスを実行する。データ要求・設定シーケンスの手順は、下記のとおりである。
 - i) 上位計算機（クライアント）から放射線監視盤（サーバ）へ指令伝文を送出する。
 - ii) 放射線監視盤（サーバ）は、伝文を受信後、要求されたデータを含む応答伝文を上位計算機（サーバ）へ送出するとともに、受信した伝文に基づく処理を行う。
 - iii) i 及び ii の手順を予め定められた回数分実施する。

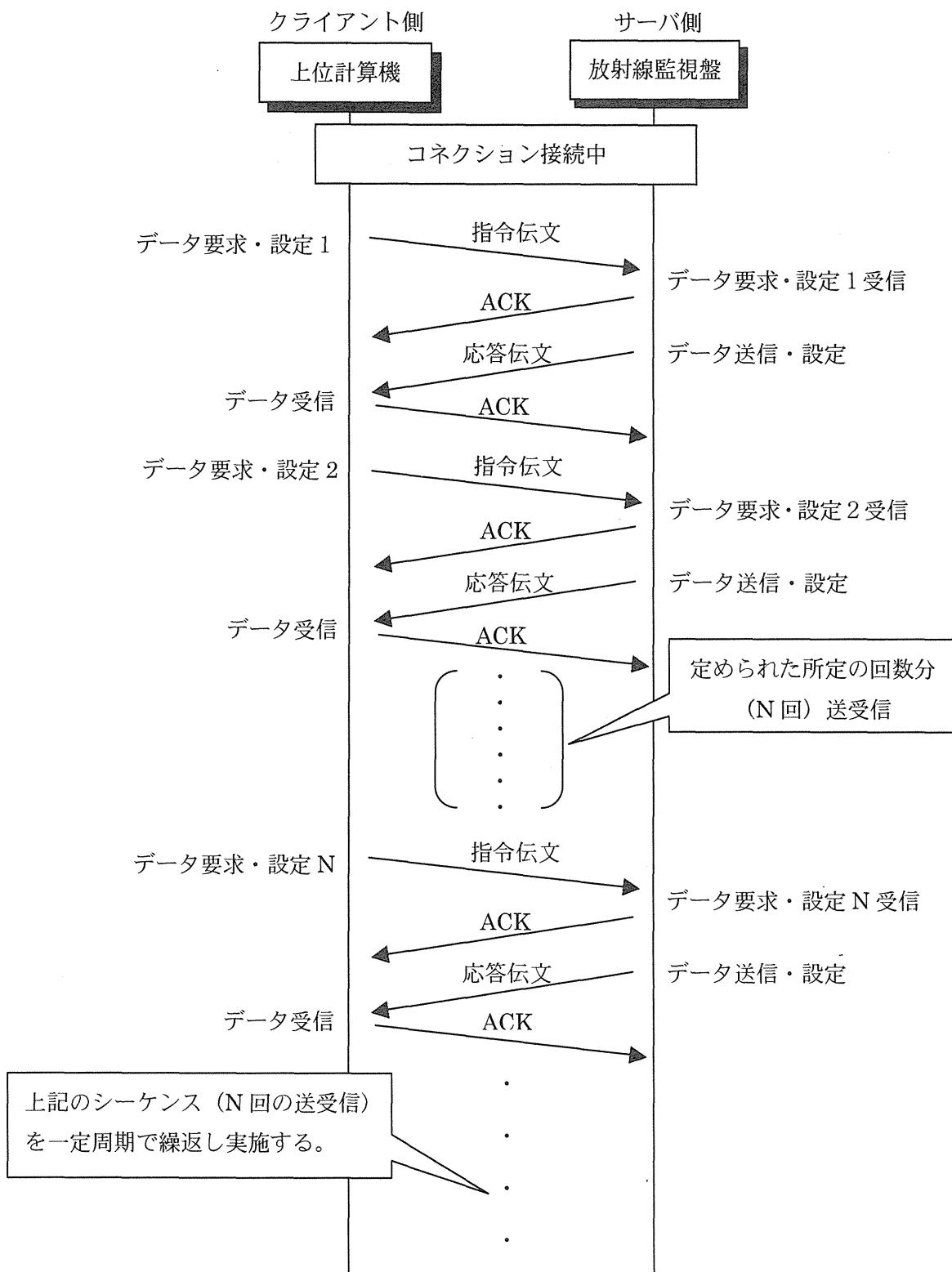


図 3.1.5-5 常時接続処理手順

2) バッジ接続処理（図 3.1.5-6 参照）

- ① バッジ処理を開始する際についても、常時接続処理と同様、上位計算機（クライアント）から放射線監視盤（サーバ）へ、TCP に基づく LAN コネクションをかける。
- ② コネクション確立後、上位計算機（クライアント）は、放射線監視盤（サーバ）に対し、データ要求・設定シーケンスを実行する。データ要求・設定シーケンスの手順は、下記のとおりである。
 - i) 上位計算機（クライアント）から放射線監視盤（サーバ）へ指令伝文を送出する。
 - ii) 放射線監視盤（サーバ）は、伝文を受信後、要求されたデータを含む応答伝文を上位計算機（サーバ）へ送出するとともに、受信した伝文に基づく処理を行う。
 - iii) i 及び ii の手順を予め定められた回数分実施する。
- ③ 上位計算機（クライアント）から、TCP に基づく能動クローズにより LAN コネクションを閉鎖する。

(d) 伝送フォーマット

要求・設定伝文及び応答伝文の伝送フォーマットは、図 3.1.5-7 に示すとおり、ヘッダ部とデータ部で構成し、ヘッダ部は全ての伝文で共通フォーマット（伝文種別、送信元 ID、送信先 ID、データ長、要求時刻、予備領域の順で構成）とした。

また、全ての伝文について全フォーマット長を 1460 バイト以下に制限した。この 1460 バイトという値は Ethernet の MTU (Maximum Transfer Unit) である 1500Byte から IP ヘッダ分 (20Byte) 及び TCP ヘッダ分 (20Byte) を差引いた値であり、この制限によって、各伝文が複数のデータパケットに分割されることを避け、データ伝送処理を簡略化し、信頼性の向上と処理負荷の低減を図っている。

なお、PDBT プロトコルにおいては、1 伝文当りのデータ量が多くなることから、伝送負荷を考慮し、ASCII コード等の文字・記号化コードは使用せず、10 進数コード (BCD) 及び 16 進数コード (HEX) の使用を原則とした。このため、各種データ要求、設定等の内容についても、数値コードの組合せで指定する形となっている。10 進数コードとして BCD を採用した理由は、

- ・ 放射線モニタ／放射線監視盤間の伝送規格との整合性を確保する。
- ・ 放射線監視盤／上位計算機間の伝送試験等において、伝送データの確認を容易とする。

等である。

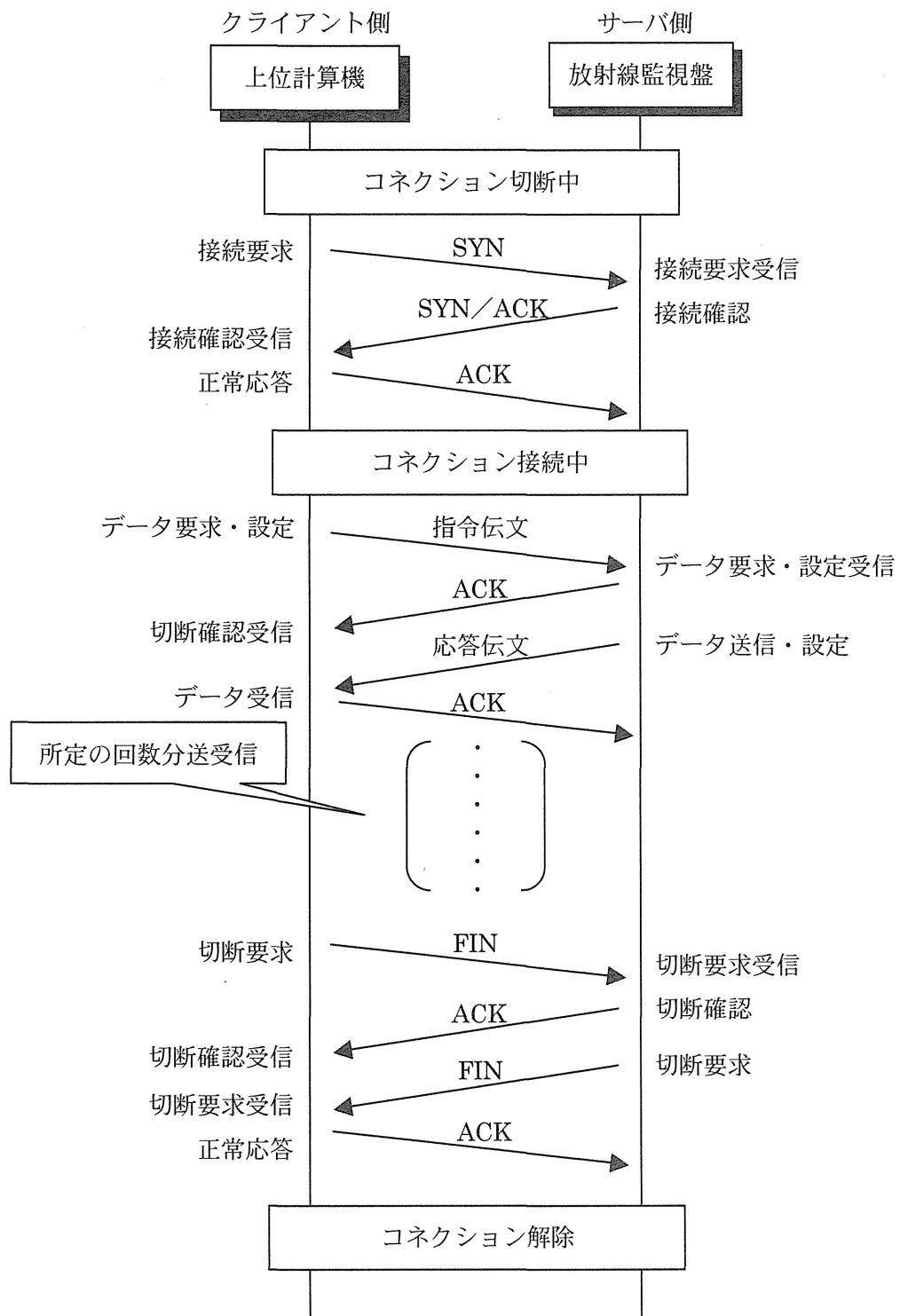


図 3.1.5-6 バッジ接続処理手順

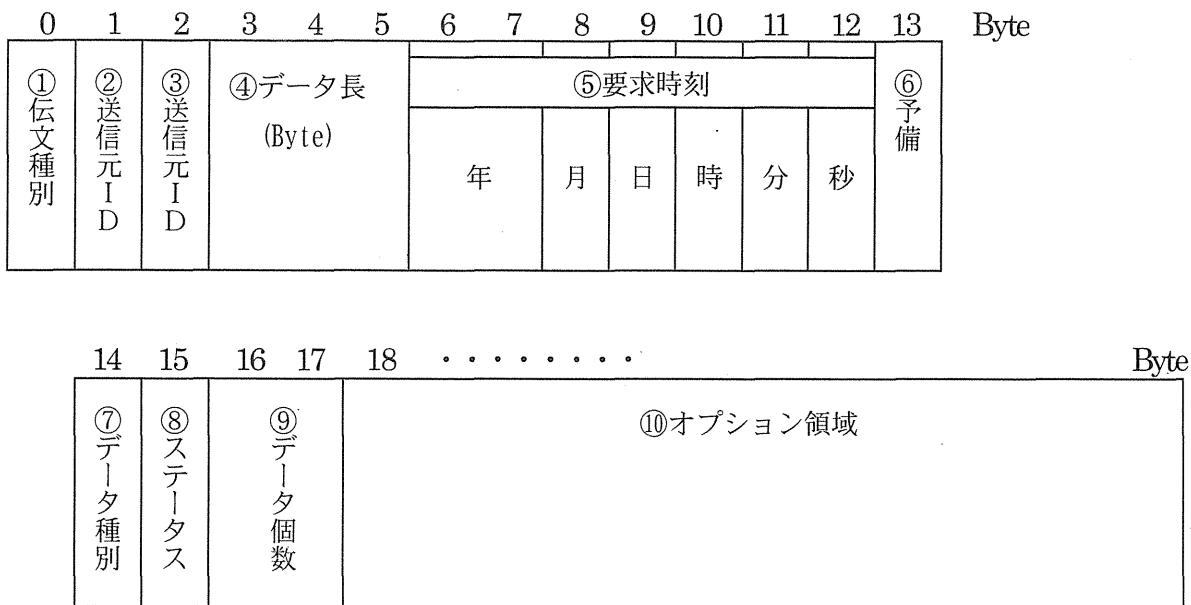


図 3.1.5-7 伝文の伝送フォーマット

1) 伝文種別 ; BCD コード 1 バイト (2 桁 ; 00~99)

コード割付は拡張性等を考慮し、表 3.1.5-1 のとおりとした。なお、各コードはユーザ定義コードも含めて、指令コードとそれに対応する応答コードの下一桁を共通とし、指令伝文と応答伝文の関係が判り易くなるよう配慮している。

表 3.1.5-1 伝文種別のコード割付

コード番号	伝文種別
00~09	リザーブ
10	時刻補正指令
11	測定値データ要求指令
12	各種設定・制御指令
13~19	ユーザ定義指令
20	時刻補正応答
21	測定値データ応答
22	各種設定・制御応答
23~29	ユーザ定義応答
30~99	リザーブ

2) 送信元 ID 及び送信先 ID ; BCD コード 1 バイト (2 桁 ; 00~99)

各機器の ID 割付は、表 3.1.5-2 のとおりとした。上位計算機については、2 重化や分散処理に対応するため、複数台の接続に対応できるよう配慮した。また、放射線監視盤機器とは、LAN インターフェイスを介して上位ネットワークと接続される PLC 等を示しており、放射線監視盤のシステム構成に応じて、同一の放射線監視盤に複数の機器 ID を持たせることが必要なケースが想定されるため、十分な ID 数を割り当てている。なお、具体的なコード割付については、取扱説明書への記載を義務付け、アプリケーション作成等に支障がないよう配慮している。

表 3.1.5-2 各機器 ID のコード割付

コード番号	機器種別
01~09	上位計算機
10	リザーブ
11~89	放射線監視盤機器
90~99	リザーブ

3) データ長 ; BCD コード 3 バイト (000000~999999)

当該伝文の全送信データ長をバイト単位で宣言する。

4) 要求時刻 ; BCD コード 7 バイト

年 (西暦 4 桁 ; 2 バイト)

月 (2 桁 ; 1 バイト)

日 (2 桁 ; 1 バイト)

時 (2 桁 ; 1 バイト)

分 (2 桁 ; 1 バイト)

秒 (2 桁 ; 1 バイト)

5) 予備領域 ; BCD コード 1 バイト (2 桁;00)

6) データ部 ; データ種別, ステータス領域, データ個数, オプション領域の順で構成

7) データ種別 ; BCD コード 1 バイト (2 桁 ; 00~99)

アプリケーション作成の自由度等を考慮し、データ種別毎のコードの割付け方は基本的な規則のみを表 3.1.5-3 のとおり定めることとしたが、具体的なコード割付の取扱説明書への記

載を義務付け、アプリケーション作成上、支障がないよう配慮した。

表 3.1.5-3 データ種別のコード割付

コード番号	データ種別	伝文例
00～09	システム関連	時刻補正
10～39	定周期伝送	測定値データ伝送
40～69	任意周期伝送	各種設定／制御 バックアップデータ伝送
70～99	リザーブ	—

8) ステータス領域；BCD コード 1 バイト（2 衔；00～99）

放射線モニタや収集データのステータスに関する情報について、ユーザオプションとして使用するものとした。なお、各伝文において、当該領域を使用する必要がない場合は、予め不使用領域に指定し、常時、“00” とすることを規定している。

9) データ個数；BCD コード 2 バイト（4 衔；0000～9999）

伝送するデータのセット数を示している。セット数とは、例えば、1 時刻の定周期データ群であれば 1 セット、2 時刻分の定周期データ群であれば 2 セットとなる。本領域は、バックアップデータの传送などで、複数のデータ群を伝送することを考慮して領域を確保したものである。

10) オプション領域は、要求・設定伝文では、モニタチャンネル、設定値等を指定するためのデータ領域であり、応答伝文では、放射線監視盤から伝送される放射線モニタデータ群のための領域として使用するものとした。オプション領域のフォーマット及び使用コードの割付けについては、アプリケーション作成上の自由度等を確保し、フレキシブルなシステム設計が可能なようユーザオプションとしている。ただし、フォーマット及び使用コードの詳細について、取扱説明書への記載を義務付け、アプリケーション作成上、支障がないよう配慮した。また、使用コードは、原則として、BCD（10 進数）及び HEX（16 進数）に制限しているが、主要データ伝送以外に、モニタ名称等の伝送を行う場合には、文字コード（ASCII 等）や漢字コード（JIS、シフト JIS 等）を併用することも可能である。

図 3.1.5-8～3.1.5-10 にオプション領域も含めた各種ファーマットの例を示す。

指令伝文																			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Byte	
① 伝文種別 ID	② 送信元 ID	③ 送信元 ID	④ データ長 (Byte) 18	⑤要求時刻						⑥ 予備 00	⑦ データ種別 0*	⑧ 不使用 00	⑨ データ個数 01						
				年	月	日	時	分	秒										
10			00	00							00	0*	00	00	00	01			

応答伝文																			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Byte	
① 伝文種別 ID	② 送信元 ID	③ 送信元 ID	④ データ長 (Byte) **	⑤要求時刻						⑥ 予備 00	⑦ データ種別 0*	⑧ 不使用 00	⑨ データ個数 01						
				年	月	日	時	分	秒										
20			00	00	*						00	0*	00	00	00	01			

18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	Byte
補正前時刻						予備	補正後時刻						予備			
年	月	日	時	分			年	月	日	時	分					

図 3.1.5-8 伝文フォーマットの例（時刻補正）

指令伝文

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Byte	
① 伝文種別 ID	② 送信元 ID	③ 送信元 ID	④ データ長 (Byte)	⑤要求時刻						⑥ 予備	⑦ データ種別	⑧ 不使用	⑨ データ個数						
11			00 00 18	年	月	日	時	分	秒			00	10~39	00	00	01			

応答伝文

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Byte			
① 伝文種別 ID	② 送信元 ID	③ 送信元 ID	④ データ長 (Byte)	⑤要求時刻						⑥ 予備	⑦ データ種別	⑧ ステータス	⑨ データ個数								
20			00 ** **	年	月	日	時	分	秒			00	0*	00	01						
18	30	38	46													Byte					
⑩ システム ステータス	⑪ CH-1 モニタ 情報	⑫ CH-2 モニタ 情報	⑬ CH-3 モニタ 情報	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
⑯ CH-N モニタ 情報																					

18	19	20	29	30	31	32	33	34	35	36	37	Byte			
異常コード ①	異常コード ②	異常コード ③	異常コード ⑫	応答状態	代表故障情報	測定値									
							仮数 9.999						指數 ±99	単位	警報	

放射線監視盤機器等の各種異常／故障状態を
1バイトコード化

*1 モニタからの応答の有無をコード化

図 3.1.5-9 伝文フォーマットの例（測定値データ伝送）

指令伝文																	
Byte																	
① 伝文種別	② 送信元 ID	③ 送信元 ID	④データ長 (Byte)	⑤要求時刻						⑥予備	⑦データ種別	⑧不使用	⑨データ個数				
				年	月	日	時	分	秒								
11	00	00	18	00	40~69	00	00	01									
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	.....	Byte	
⑩変更CH				⑪ L / R 切替	⑫定数変更項目				⑬モード 変更 指令	⑭定数設定値				⑮定数設定値1			
C H コ ード 1	C H コ ード 2	C H コ ード 3	C H コ ード 4		項目 コード1	項目 コード2	項目 コード3	項目 コード4		コード1	コード2	仮数	指数	.....	.....	.....	.....
9.999	±99																

⑩ 複数の CH をコード化して指定
 ⑪ リモート／ローカル切替指令コード
 ⑫ 定数変更を行なう項目（警報設定値、各種パラメータ）をコード化して指定
 ⑬ スタンバイモード、測定モード、各種テストモード等をコード化して指定
 ⑭ 各種定数毎に指数（4バイトコード）で指定

Byte																	
① 伝文種別	② 送信元 ID	③ 送信元 ID	④データ長 (Byte)	⑤要求時刻						⑥予備	⑦データ種別	⑧ステータス	⑨データ個数				
				年	月	日	時	分	秒								
20	00	00	18	00	40~69	00	01										
⑩ リモート／ローカル状態をコード化	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖	㉗

⑩ リモート／ローカル状態をコード化

図 3.1.5-10 伝文フォーマットの例（各種設定／制御）

3.2 運用規格

運用規格では、モニタリング対象施設の特性、放射線モニタに要求される機能・信頼性、標準機種の制定といった観点から、共通規格に定めた範囲内で、選択等を要する事項（例えばオプション指定のもの）、細部事項及び規格範囲外の部分を規定することができるものとした。

4. 適用システム例

本項では、LAN-PLC 方式放射線モニタを用いて、放射線モニタリングシステムを設計する際の参考として、本規格に準拠したシステムの典型例（以下、典型システムとする。）について紹介する。

4.1 システム構成

典型システムのハードウェア構成を図 4.1-1 に示す。このシステムは、複数の CPU モジュールによる分散処理が可能なマルチ CPU 型 PLC の採用を前提に、以下の方針で設計したものである。

- ① 放射線モニタ用 LAN の始点・終点に PLC を接続し、現場 LAN 機器及び監視盤 LAN 機器のダウン時にも、A 系または B 系の PLC でデータ収集が可能とする。
- ② 通常は、1 秒定周期で、両 PLC により各々データ収集を行う。
- ③ A, B 各 PLC の I/F-1, 2 及び CPU-1, 2 で収集したデータを各 CPU-0 でまとめ、上位計算機に全チャンネル分のデータを各々出力する（独立運転）。この時、自系 I/F-1, 2 及び CPU-1, 2 からのデータが異常な場合、他系 CPU からの当該チャンネルデータを正データとして採用する。
- ④ 上位計算機からのモニタ制御指令情報も A, B 両 PLC で受信し現場各モニタに出力するが、モニタへの指令が重複しないよう、各 PLC 間で制御を行う。
- ⑤ A, B 各 PLC の CPU から上位計算機へは、10 秒定周期で瞬時値データを出力する。
- ⑥ PLC/C 系は、ディスプレイ・アナウンシェータ・記録計による監視を必要とするモニタのためのシステムであり、A, B 各 PLC から 1 秒定周期でデータを受信し、処理する。
- ⑦ PLC/C 系の CPU-1 及びメモリーカードインターフェイス (MI/F-1~3) で、10 秒瞬時値データを一定期間バックアップできるようにする。
- ⑧ 放射線モニタ用 LAN は、電磁ノイズ対策のため、極力、光ファイバー化する。

なお、このシステムでは、CPU モジュール 1 系統あたり、放射線モニタ 15 チャンネル程度の処理を行うことを想定しているため、放射線監視盤として対応可能なモニタ数は 30 チャンネル程度となる。

4.2 各部の機能

4.2.1 放射線モニタの機能

各現場に配置される放射線モニタの機能は、基本的に、従来の放射線管理用モニタと同一で、

- ① 放射線測定
- ② 現場（検出端）における警報出力（ランプ及びブザー）
- ③ 現場（検出端）における指示値表示

である。ただし、LAN-PLC 方式放射線の特性として、測定系及び警報判定回路を検出端側に有し、放射線モニタ／放射線監視盤間のデータ伝送容量が大きいことから、

- ① 現場（検出端）から外部機器への直接警報信号出力
 - ② 外部機器からのプロセス信号入力
 - ③ 放射線モニタリングシステム側から外部機器へのプロセス信号出力
- といったオプション機能を持たせることも可能である。

4.2.2 放射線監視盤の機能

典型システムの放射線監視盤には、放射線モニタのデータを収集し上位計算機に伝送する機能、及び、上位計算機からの制御信号を放射線モニタ側に伝送する機能に加え、PLC システムの周辺機器によって実現される以下の機能を想定している。なお、これらの機能は、PLC プログラムとして、放射線モニタデータの処理に ST 言語を、警報ロジックの処理に LD 言語を、それぞれ使用することで実現される。

1) 常設周辺機器による機能

典型システムにおいては、PLC システムの常設周辺機器として、プログラマブル表示器、集合表示灯、ブザー、スイッチ、記録計等が組み込まれており、これらの機器によって以下の機能を実現している。図 4.2.2-1 に放射線監視盤の外形図を示す。

① アナウンシェータ機能

- ・ 各放射線モニタについて、指示値「高」「高高」「低／故障」警報発生時に、警報状態に応じて、集合表示灯への表示及びブザー吹鳴を行う。
- ・ スイッチにより、ブザー停止、警報リセット等を行う。
- ・ 排気モニタについては、「高高」警報を外部警報盤に出力する。

② モニタ監視・操作機能

本機能は、プログラマブル表示器によって実現される。プログラマブル表示器は、CPU、プログラムメモリ、ディスプレイ (LCD、プラズマ等)、タッチパネル、インターフェイス等から構成され、フレキシブルなグラフィック表示、タッチパネル操作を可能とする PLC 操作用表示器である⁸⁾。

典型システムで想定している機能は、データ収集対象の全モニタについて、下記のとおりであり、これらは放射線管理用モニタ規格に基づいて製作されるデジタルモジュールに対し、ほぼ上位互換の機能となっている。

- ・ 全系統画面にて、指示値（デジタル表示及びバーグラフ表示）、警報状態を表示する。また、本画面より、テスト操作が可能である。
- ・ 個別系統画面にて、選択したモニタの各種設定値、測定値、状態を表示する。また、本画面より、定数変更やテスト操作が可能である。

全系統画面及び個別系統画面の作成例を図 4.2.2-2 及び図 4.2.2-3 に示す。

③ データ記録機能

排気モニタなど、重要性の高いモニタについては、従来と同様、打点式記録計により指示値を記録する。

2) 可搬型周辺機器による機能

典型システムにおいては、PLC システムの可搬型周辺機器として、メンテナンス用ノートパソコンを想定しており、その主要機能は以下に示すものである。

- ・ 必要に応じて、メモリーカードのバックアップデータを表示、保存する。
- ・ PLC 機器交換時等必要な場合に、必要なソフトウェアを PLC 側へ転送する。
- ・ PLC プログラムの修正、シミュレータによるテスト、デバッグ、文書化等を行なう。

4. 2. 3 上位計算機の機能

典型システムの上位計算機では、従来と同様、放射線モニタデータの収集（典型システムでは 10 秒定周期を想定）・処理・保存、放射線管理者への情報提供（画面表示、ブザー等）、放射線管理帳票の作成、放射線モニタの遠隔操作（警報設定値変更、各種テスト等）といった放射線管理上必要な機能をフレキシブルに実現可能となっている。

また、伝送形態を GP-IB から Ethernet に変更したことにより、伝送容量が大幅に大きくなっているため、従来以上に複雑な処理を実行することも可能である。

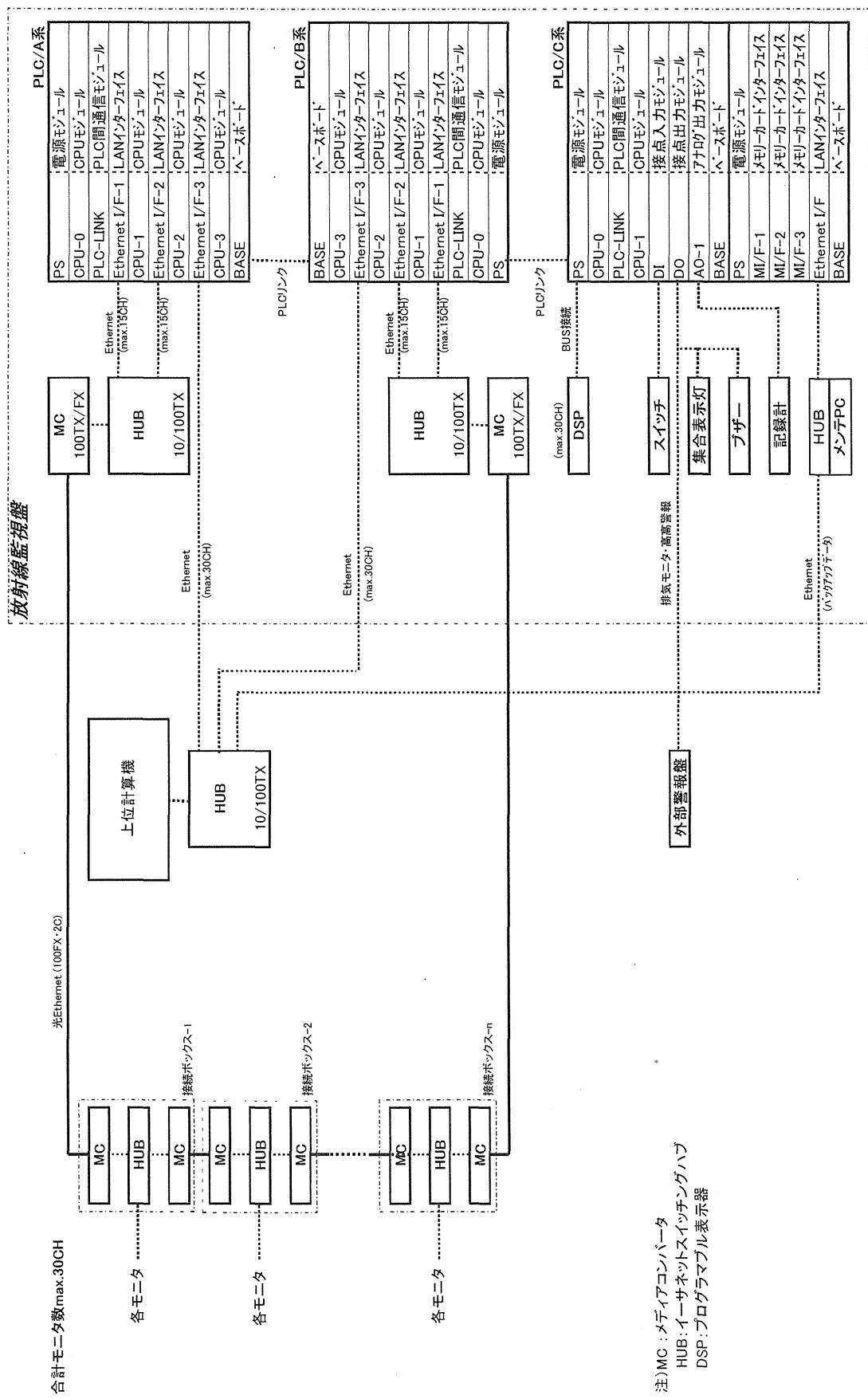


図 4.1-1 典型システムのハードウェア構成

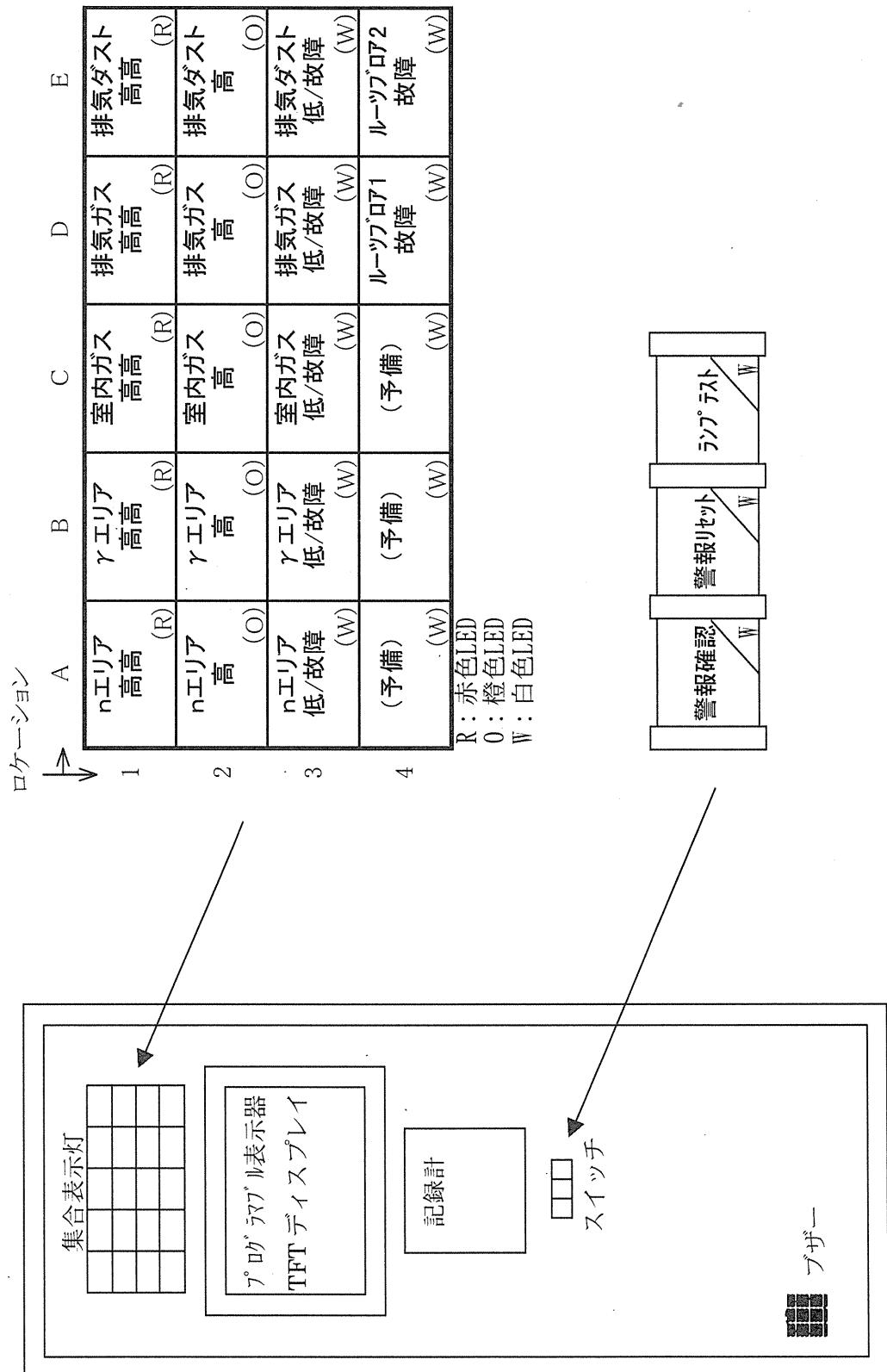


図 4.2.2-1 放射線監視盤の外形図

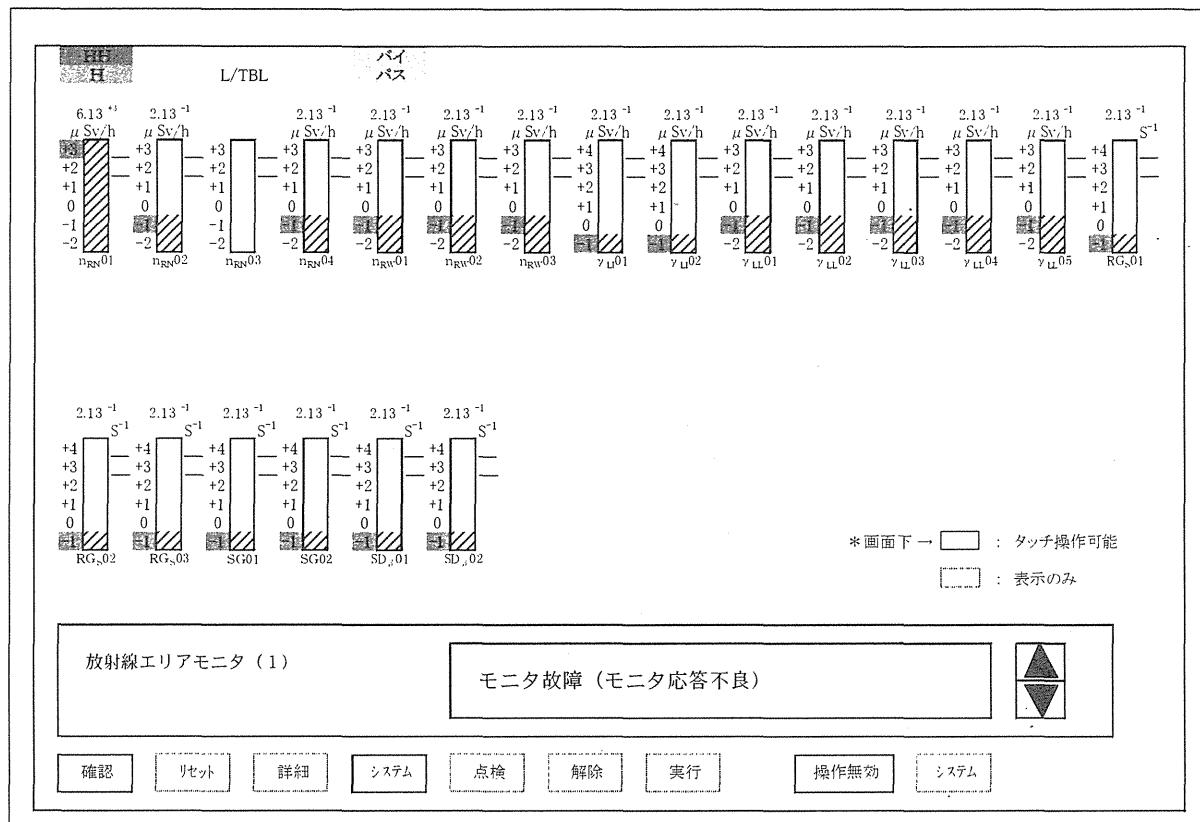


図 4.2.2-3 プログラマブル表示器個別系統画面

5.まとめと展望

本報において、J-PARCへ導入を予定している LAN-PLC 方式放射線モニタの標準規格を規定し、規格の解説及び適用システムの例について記述した。

LAN-PLC 方式放射線モニタは、信頼性とコストを両立させるという意味で、次世代型放射線モニタリングシステムとして有望なオプションの 1 つと言えよう。しかし、現状においては、以下のような課題を有している。

- ① LAN 仕様、ネットワーク機器等の技術進歩が早いため、比較的短期間に規格が陳腐化するおそれがある。
- ② PLC の標準化が不十分であるため、PLC プログラムの完全互換が保障されるに至っていない。
- ③ 実用機器としての実績がない。

①、②に対応するためには、今後も LAN、PLC 関係の国際規格や主力機器の動向に注意し、本規格を、隨時、アップデートして行くことが必要である。また、③については、J-PARC への導入及び実運用を通じて実績を重ねるとともに、実用上の問題点や新たな知見を規格へフィードバックして行く予定である。

規格の作成にあたっては、可能な限り汎用性を持たせるよう配慮したため、本規格は、J-PARC のみならず他の原子力施設、放射線施設へも導入が可能なものと考える。今後、LAN-PLC 方式放射線モニタ及び本規格が、多くの施設に導入・活用されることを強く期待する。

謝辞

本報の作成にあたり、種々の御協力をいただいた大強度陽子加速器プロジェクトチーム安全グループ各位、実機製作の立場から多くの御提案、御助言をいただいた富士電機システムズ（株）関係者各位、また、原稿を通して貴重なコメントをいただいた線量管理課吉澤道夫課長代理に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 野田喜美雄：“「放射線管理用モニタ規格」およびその改正について”，動燃技報 No. 77, 112~117 (1991)
- 2) 古川政美, 清水和明, 蝶田敏仁他：“新規格適用放管モニタモジュールー試験検査装置ー”, JAERI-Tech 94-023 (1994)
- 3) 宮本幸博, 池野香一, 秋山茂則, 原田康典：“大強度陽子加速器施設における放射線安全管理設備設計上の基本的考え方”, JAERI-Tech 2002-086 (2002)
- 4) Charles E. Spurgeon (柏木由美子訳)：“詳説イーサネット”, オライリー・ジャパン, 東京 (2000)
- 5) 岩間一郎, 内川真志, 宇野健一郎他：“Perfect Networker Ver. 3. 0”, アライドテレシス, 東京 (2002)
- 6) 若林宏：“最新 TCP/IP ハンドブック”, 秀和システム, 東京 (2002)
- 7) 関口隆：“新しいプログラマブルコントローラのプログラム－IEC 61131-3 による効率的プログラミング”, コロナ社, 東京 (1999)
- 8) 小野孝治, 三笠洋輔, 蔭山哲也：“PC 制御技術”, 産業図書, 東京 (1998)
- 9) R. W. Lewis (PLCopen JAPAN 訳)：“IEC 1131-3 ハンドブック”, PLCopen JAPAN, 東京 (1998)

国際単位系(SI)と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン	N	m·kg/s ²
圧力、応力	パスカル	Pa	N/m ²
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	N·m
功率、放射束	ワット	W	J/s
電気量、電荷	クーロン	C	A·s
電位、電圧、起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラード	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束	ルーメン	lm	cd·sr
照度	ルクス	lx	lm/m ²
放射能	ベクレル	Bq	s ⁻¹
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量当量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分、時、日	min, h, d
度、分、秒	°, ', "
リットル	l, L
トン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

$$1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 ¹⁸	エクサ	E
10 ¹⁵	ペタ	P
10 ¹²	テラ	T
10 ⁹	ギガ	G
10 ⁶	メガ	M
10 ³	キロ	k
10 ²	ヘクト	h
10 ¹	デカ	da
10 ⁻¹	デシ	d
10 ⁻²	センチ	c
10 ⁻³	ミリ	m
10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ⁻¹⁸	アト	a

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名称	記号
オングストローム	Å
バーン	b
バル	bar
ガル	Gal
キュリ	Ci
レントゲン	R
ラド	rad
レム	rem

$$1 \text{ Å} = 0.1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ b} = 100 \text{ fm}^2 = 10^{-28} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 0.1 \text{ MPa} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm/s}^2 = 10^{-2} \text{ m/s}^2$$

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

$$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

$$1 \text{ rad} = 1 \text{ cGy} = 10^{-2} \text{ Gy}$$

$$1 \text{ rem} = 1 \text{ cSv} = 10^{-2} \text{ Sv}$$

(注)

- 表1～5は「国際単位系」第5版、国際度量衡局1985年刊行による。ただし、1eVおよび1uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里、ノット、アール、ヘクトールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは、JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- EC閣僚理事会指令ではbar、barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

換算表

力	N(=10 ⁵ dyn)	kgf	lbf
1	0.101972	0.224809	
9.80665	1	2.20462	
4.44822	0.453592	1	

$$\text{粘度 } 1 \text{ Pa}\cdot\text{s} (\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2) = 10 \text{ P} (\text{ポアズ}) (\text{g}/(\text{cm}\cdot\text{s}))$$

$$\text{動粘度 } 1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St} (\text{ストークス}) (\text{cm}^2/\text{s})$$

圧	MPa(-10 bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg(Torr)	lbf/in ² (psi)
力	1	10.1972	9.86923	7.50062 × 10 ³	145.038
	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322 × 10 ⁻⁴	1.35951 × 10 ⁻³	1.31579 × 10 ⁻³	1	1.93368 × 10 ⁻²
	6.89476 × 10 ⁻³	7.03070 × 10 ⁻²	6.80460 × 10 ⁻²	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J(=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft · lbf	eV	1 cal = 4.18605 J(計量法) = 4.184 J(熱化学) = 4.1855 J(15 °C) = 4.1868 J(国際蒸気表)
	1	0.101972	2.77778 × 10 ⁻⁷	0.238889	9.47813 × 10 ⁻⁴	0.737562	6.24150 × 10 ¹⁸	
	9.80665	1	2.72407 × 10 ⁻⁶	2.34270	9.29487 × 10 ⁻³	7.23301	6.12082 × 10 ¹⁹	
	3.6 × 10 ⁶	3.67098 × 10 ⁵	1	8.59999 × 10 ⁵	3412.13	2.65522 × 10 ⁶	2.24694 × 10 ²⁵	
	4.18605	0.426858	1.16279 × 10 ⁻⁶	1	3.96759 × 10 ⁻³	3.08747	2.61272 × 10 ¹⁹	仕事率 1 PS(仏馬力)
	1055.06	107.586	2.93072 × 10 ⁻⁴	252.042	1	778.172	6.58515 × 10 ²¹	= 75 kgf·m/s
	1.35582	0.138255	3.76616 × 10 ⁻⁷	0.323890	1.28506 × 10 ⁻³	1	8.46233 × 10 ¹⁸	= 735.499 W
	1.60218 × 10 ⁻¹⁹	1.63377 × 10 ⁻²⁰	4.45050 × 10 ⁻²⁶	3.82743 × 10 ⁻²⁰	1.51857 × 10 ⁻²²	1.18171 × 10 ⁻¹⁹	1	

放射能	Bq	Ci	吸収線量	Gy	rad
	1	2.70270 × 10 ⁻¹¹		1	100
	3.7 × 10 ¹⁰	1		0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	2.58 × 10 ⁻⁴	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

(86年12月26日現在)

J-PARC用 LAN-PLC 方式放射線モニタ規格

