



「放射線管理用モニタ規格」およびその改正について

野田 喜美雄

安全部

資料番号：77-10

A Suite of Standards for Radiation Monitors and their Revisions

Kimio Noda
(Safety Division)

放射線管理用機器（モニタやサーベイメータ等）に適用されている国内の規格としては、性能について規定した日本工業規格と、構造・信号の処理等についてユーザーやメーカーが独自に制定した規格とがある。後者の規格の1つとしては、昭和46年に動力炉・核燃料開発事業団と日本原子力研究所の保健物理関係者で制定した「放射線管理用モニタ規格」がある。この規格は事業団では再処理工場やプルトニウム燃料製造施設等において使用され、また、他の原子力機関においても使用されており、放射線管理用モニタの保安性や健全性の向上に大きく寄与してきた。この間、放射線管理用モニタは、その使用分野において多様化や大型化が見られ、製造技術面においては電子素子の小型化や信頼性の向上さらには集積回路の高密度化が図られたことによりシステム構成等種々の面で大きな進歩があった。このため放射線管理用モニタ規格の見直しが必要となり、旧規格で製作したモジュールとの互換性を考慮しつつ、これまでの問題点やコンピュータとのデータ処理に関し、規格の改正を行った。

1. はじめに

昭和44～46年頃、事業団においては再処理工場に設置する放射線監視システムの設計を、また、日本原子力研究所においてはJRR-3の放射線監視システムの更新設計をする時期に来ていた。当時の放射線計測技術は真空管の時代が終わり、ようやくトランジスタや小規模のICが放射線測定器に取り入れられてきた時代である。放射線監視システムの一般的なブロックダイアグラムは図1のとおりとなる。放射線監視システムはエリアモニタやダストモニタ等各種放射線管理用モニタの集合であり、従来、各モニタは検出器とケーブルを除く他の部分が一体型で製作されていた。このような考え方で大規模な放射線監視システムを構築した場合、故障修理に時間がかかり、ややもすると常時何台かのモニタは故障状態になりかねない。また故障修理のため他の健全なモニタも停止を余儀なくされる場合が生ずる。このようなことから、モニタ全体を機能毎にブロック化しこれを規格化することにより、保安性や互換性の向上を図ることとし、事業団と日本原子力研究所

は当時海外で原子力分野において使用されている関連規格であったAEC-NIM規格¹⁾（以後NIM規格と称する）等を参考にしつつ、昭和46年「放射線管理用モニタ規格」を制定した。

この規格は、事業団を始めとし、日本原子力研究所等で使用され、放射線監視システムの信頼性や保安性の向上等に寄与し、施設の安定運転を側面から支援するとともに、放射線管理用モニタ自身の発展にも大きく影響してきた。

一方この間、エレクトロニクス分野の発展には目ざましいものがあり、特に集積回路の高密度化、高性能化、さらには半導体や液晶による表示機能等、回路素子等の進歩は顕著となり、また、コンピュータの高性能化、小型化、低価格等は回路素子等の進歩と相まって急速に進歩し、マイクロプロセッサを含むコンピュータの利用はきわめて広い分野にわたってきている。

このエレクトロニクスの発展は、放射線管理用モニタに対しても大きな影響を与えた。例えばモジュールについて見た場合、集積回路の使用は機能

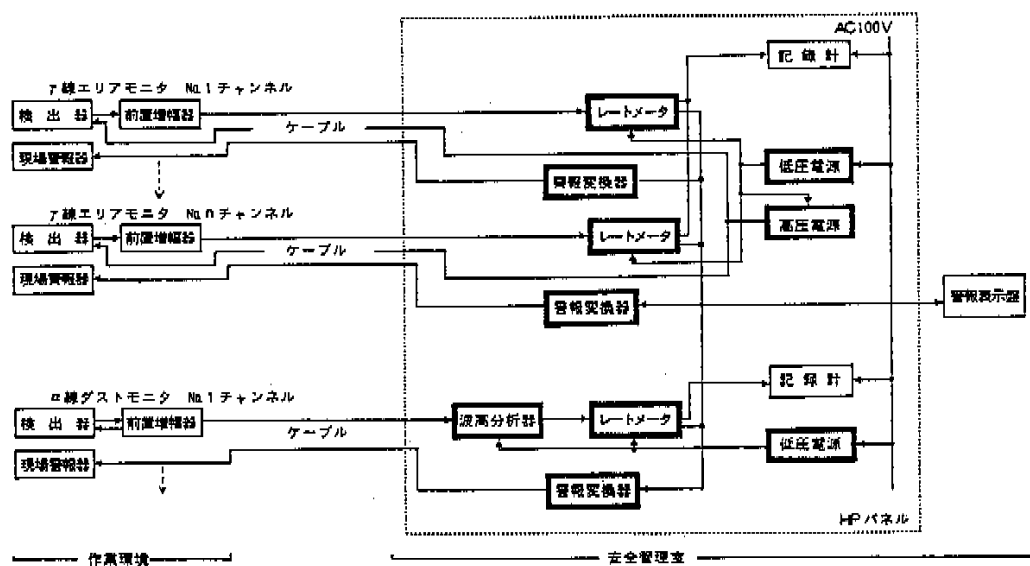


図1 放射線監視システム

および外観は同じでも中の部品点数を激減させ、また、マイクロプロセッサの使用は機能を飛躍的に向上させた。放射線監視システムに対するコンピュータの利用も各分野で試行的に取り入れられ、データ収集、警報監視、各種報告書の作成、データ保存等を自動化させてきている。

この結果、放射線管理用モニタ規格に対し、使用経験に基づく見直しや、データ処理機能に関する規格の追加が必要となり、規格を改正することとした。

ここでは、放射線管理用モニタ規格の概要と、主な改正点等について紹介する。

2. 従来規格の概要

2.1 構成

従来の規格の構成は、使用者が遵守しなければならない共通規格と、事業所の実情に合わせ標準機種種の制定等を規定する運用規格で構成されている。

このうち、共通規格には「目的」、「規格の構成と運用」および「ビン・モジュールおよび電源規格」が定められており、特に「ビン・モジュールおよび電源規格」では放射線管理用モニタの電気的・機械的仕様が詳しく定められている。

2.2 内容

放射線管理用モニタのうち図1に示す太い実線の



写真1 ビン・モジュールの外観

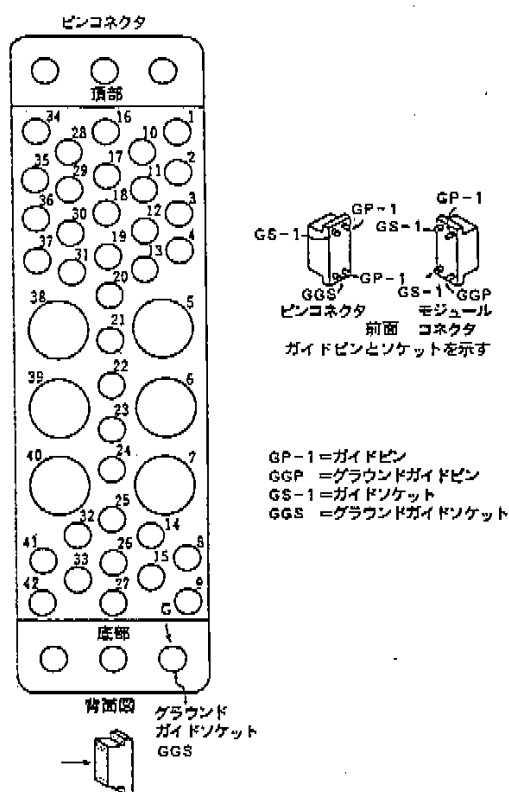


図2 基本コネクタ

部分はモジュールと称する金属性のボックスで製作される。モジュールは、その表パネルに操作のためのスイッチや表示器等が、また裏パネルには測定信号やエレクトロニクス部の駆動用電力等を入出力するための基本コネクタ等が取り付けられ、ピンと称される金属性の筐体へ挿入されることによりその機能を発揮する。ピンには複数のモジュールを挿入することができる。代表的なピンおよびモジュールの外観を写真1に示す。

規格の適用される範囲は、放射線管理用モニタのうちNIM規格に準拠して定めたピン、モジュール、電源規格およびそれらに関連し互換性を保つために必要なエレクトロニクス部分である。

(1) 寸法、構造

ピンおよびモジュールには外形寸法および基本構造が定められている。モジュールの最小幅(1幅)は1.35インチ(34.4mm)、高さの標準は8-3/4インチ(222mm)となっており、高さについては他に5-1/4インチ(133mm)の使用も認めている。またピンは19インチ(482.6mm)型ラック(高さの標準は8-3/4インチ)と呼ばれているものであり、1幅のモジュール

表1 標準モジュール用基本コネクタのピン機能
(キー番号7)

PIN No	機 能	
	旧	新
1	RESERVED	RESERVED
2	#	#
3	RECORDER OUT(HOT)	RECORDER OUT(HOT)
4	RECORDER OUT(COMMON)	RECORDER OUT(COMMON)
5	LINEAR PULSE OUT	LINEAR PULSE OUT
6	LOGIC PULSE IN	LOGIC PULSE IN
7	H.V (HOT)	H.V (HOT)
8	+200 V	* SPARE
9	H.V (RETURN)	H.V (RETURN)
10	+6 V	+6 V
11	-6 V	-6 V
12	TROUBLE CHECK(OUT)	TROUBLE CHECK(OUT)
13	TROUBLE CHECK(IN)	TROUBLE CHECK(IN)
14	LOGIC PULSE OUT	* LOGIC PULSE OUT(HOT)
15	SPARE	* LOGIC PULSE OUT(COMMON)
16	+12 V	+12 V
17	-12 V	-12 V
18	ALARM(COMMON)	ALARM(COMMON)
19	ALARM I (a)	ALARM I (a)
20	ALARM I (b)	ALARM I (b)
21	ALARM II (a)	ALARM II (a)
22	ALARM II (b)	ALARM II (b)
23	TROUBLE ALARM(a)	TROUBLE ALARM(a)
24	TROUBLE ALARM(b)	TROUBLE ALARM(b)
25	TEST 1	TEST 1
26	TEST 2	TEST 2
27	A.C 100V(HOT)	A.C 100V(HOT)
28	+24 V	+24 V
29	-24 V	-24 V
30	GATE CONTROL	GATE CONTROL
31	RESET 2(OTHER)	RESET 2(OTHER)
32	SPARE	SPARE
33	A.C 117V(HOT)	* RESERVED
34	POWER RETURN(GND)	POWER RETURN(GND)
35	RESET 1(ALARM)	RESET 1(ALARM)
36	LINEAR DC OUT(HOT)	LINEAR DC OUT(HOT)
37	LINEAR DC OUT(COMMON)	LINEAR DC OUT(COMMON)
38	LINEAR PULSE IN (+)	LINEAR PULSE IN (+)
39	LINEAR PULSE IN (-)	LINEAR PULSE IN (-)
40	LINEAR DC IN	LINEAR DC IN
41	AC COMMON (100V,117V)	A.C COMMON
42	HIGH QUALITY GND	HIGH QUALITY GND

(注) *印が今回変更したピン機能

ルが12台挿入できるのを基本構造としている。

(2) 基本コネクタ

基本コネクタの構成を図2に示す。基本コネクタは上下四隅に位置するガイド・ピン/ガイド・ソケットと信号等を入出力する42本のコンタクトピンで構成され、モジュールおよびピンに取り付けられる。

基本コネクタのガイド・ピンまたはガイド・ソケットをいろいろ組み合わせて取り付けることにより16通りの組合せが得られ、これをキーとしている。キーは特殊機能を持ったモジュールの挿入を防止している。

また、基本コネクタに組み込まれているコンタクトピンはそれぞれキー番号毎にその機能が定められており、一例を表1に示す。

(3) 電源

電源の規格は、直流低圧(DC±6 V、±12 V、±

24V等) 電源および交流電源(AC100V、AC117V)の電気的特性、使用方法および構造について規定されている。

ビンに取りつけられた基本コネクタのコンタクトビンのうち電源に関するビン(±12Vおよび±24V、AC100V等)については、あらかじめ各種の電源が供給できるように配線がなされており、使用者はモジュールを挿入することにより任意の電源を利用することができる。電源の構造については、モジュール型としてもあるいはビンの背面に取りつけた一体型としてもよく自由である。

(4) 信号

モジュールに出入りする信号の規格および使用方法について定められている。

リニア・パルス信号、ロジック・パルス信号、ロジック・レベル信号、リニア直流信号についてはその極性、波形、入出力インピーダンス等が、アラーム出力、リセット回路等についてはその方式、動作形式等が規定されており、このことから異なるメーカーのモジュールに対しても互換性を保証している。

3. 放射線管理用モニタ規格の効果

3.1 規格の実施状況

再処理工場に事業団として初めて放射線管理用モニタ規格による放射線監視システムを設置した昭和48年当時、モニタの数は146チャンネル²⁾でありモジュールの総数は約440台であった。再処理工場の中央安全管理室には放射線状況を集中監視する26面のパネル(HPパネルと呼ばれる)から成る監視盤が設置されており、各モニタのレートメータモジュールは、1台のビンに最大3台挿入されてこのHPパネルに組み込まれた。

現在、放射線監視システムは新たな施設の建設とともに増加し、東海事業所内だけでも統計482チャンネル、モジュール数約1580台に達している。この規格は東海事業所の他にも、大洗工学センターや人形峠事業所においても使用されており、また、もんじゅにも適用されている。

事業団以外においては、日本原子力研究所東海研究所の原子炉施設や放射性物質の取扱い施設で使用されており、昭和62年現在約300チャンネルとなっている。

その他、大学、研究機関等においても数多く使用されている。

3.2 規格の効果

(1) 安全性の向上

モニタの故障時には不良のモジュールを予備品と

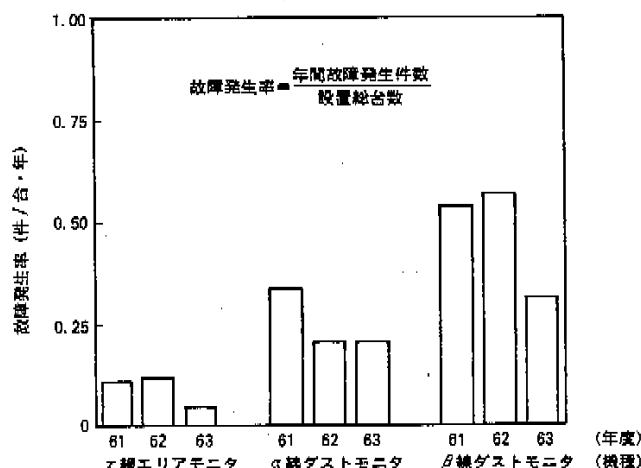


図3 主なモニタの故障発生率

差し替えるだけでよく、このことは、故障に対する初期対応が必ずしも保全部門の専門家である必要がなくなり、その復帰はきわめて短時間で完了することができた。これは特に排気モニタ等のような連続監視の必要なモニタに対しては大きな効果を発揮し、故障時等における監視の欠測を最小にすることができた。

(2) 予防保全体系の確立

モニタ各部の故障等に関する基礎データが把握できるようになり、予防保全体系の確立を容易にした。放射線監視システムの主なモニタの故障率を図3に示す。故障率データは点検要領の品質を向上させ、適正な予備品の補給数や補給時期の決定を容易ならしめた。

(3) 互換性の向上

放射線監視システムの一部は異なったメーカーからも購入し設置したが、故障時は互いに予備品を流用することができ、互換性の効果を発揮した。

(4) 小型化・多機能化に対応

エレクトロニクスの進歩にともなう小型化に対応できた。この規格の導入当時、最も多く使用されていたレートメータモジュールについてみると、その仕様は3幅のアナログ式であったが、現在は、大きさが1幅でかつデジタル式となっている(写真1参照)。この新しいレートメータには8bitのマイクロプロセッサや16KbyteのROM等が使用され、測定値に対する演算処理、単位変換、極々の警報レベルの設定、時定数の制御、コンピュータとのデータの入出力等が可能となり、機能は旧型と格段の差が出てきている。レートメータモジュールが1幅に



写真2 放射線監視システムの一例

なった効果は1台のビンに最大12チャンネルのモジュールを組み込むことが可能となり、放射線監視システムそのものの専有面積を減らし、例えば、再処理工場のHPパネルは当初26面であったものが、18面に縮小することが可能となった³⁾。(新しいモジュールによる放射線監視システムの一例を写真2に示す。)

(5) その他

小規模な放射線測定装置にも適用された。放射線監視システムのような大規模システムだけではなく、実験装置や小規模な放射線測定装置等にも適用され、施設内放射線管理に加え環境監視等にも適用・普及した。

以上の結果、放射線管理に必要な多くのデータを連続して入手し、これを加工し、信頼性の高い放射線管理情報を施設運転部門に供給することができた。

4. 改正規格の概要

急速に発展してきたエレクトロニクスや情報処理技術に対応する必要が生じ、また、新しく設置される放射線監視システムは、モニタのチャンネル数が多く、データ処理機能を付随するのが一般的となったことから、実装密度の向上やデータ処理を目的とした規格を追加することとし、旧規格を見直し、改正した。

規格を改正するにあたっては、事業団の安全部門、日本原子力研究所のエレクトロニクスおよび保健物理部門ならびにユーザからは国立の研究機関と民間企業およびメーカー数社からなる委員会を助原子力安全技術センターに依託・設置して検討した。

以下に、主な改正内容を示す。

4.1 従来規格の見直し

(1) 構造

従来、使用可能とされていた5-1/4インチ型のモジュールは、その仕様実績がきわめて少なかったため規格から削除した。

(2) 基本コネクタ

基本コネクタに使用されている42本のコンタクトピンの使用方法を、これまでの使用経験等に基づき従来のモジュールとの互換性を考慮しつつ改正した(表1参照)。

(3) 電源

またモジュールにマイクロプロセッサや集積回路が多用され、かつモジュールの小型化に伴い、一台のビンに多くのモジュールが挿入されるようになったことから、 $\pm 6V$ の電源の容量や仕様について見直しが必要になった。

このため、小型で性能が比較的優れたスイッチング電源も使用できるように $\pm 6V$ の電源仕様を改正した。この改正は、他のモジュールに影響を与えることが懸念されたため、影響評価試験を実施して技術的な検討を加え、リップル・ノイズを3mVp-pから60mVp-pに改訂して規格を決定した。

(4) 信号

レコード出力は耐ノイズ性を考慮し、0~10mVから0~1mVに変更した。

4.2 データ処理に関する規格の追加

放射線管理用モニタとコンピュータを接続し、測定信号の入出力、各種警報の設定や発生、必要な報告書の作成、さらにはコンピュータ側から放射線管理用モニタを自動点検するなどの制御を行う場合、データ処理等に関するインタフェースを規格化しなければならない。

このためRS-232C等のシリアルインタフェースとIEEE Std. 488-1975/78(以後GP-IBと称す)等のパラレルインタフェースを調査・比較検討し、モニタの増設性、データ転送速度、データケーブルの接続性、専用LSIの種類、NIM型計測器モジュールへの使用実績等を考慮し、GP-IBを採用することとした。

放射線管理に使用される各種のモジュールをコンピュータに接続して自動化システムとするためには、データフォーマットや電送制御方式等について互換性があるように標準化しておく必要がある。しかし、放射線管理用モニタに使用されるモジュールには多くの種類があり、すべての種類のモジュールについて標準化することは合理的でないため、規格化の対象とすべきモジュールを限定し、最終的には計数率計、線量計、スケーラ、タイマ等合計8種類のモジュールについて標準化すべき機能を定めた。

(1) インタフェーシスのハードウェア規格

ハードウェア規格については、インタフェーシス機能、ドライバ/レシーバの電氣的仕様、コネクタ、ケーブルおよびアドレススイッチについて規定されている。

特に、コネクタについてはその型式、取付け位置および取付け方向についても規定されている。

(2) インタフェーシスのソフトウェア規格

ソフトウェア規格については、メッセージ転送処理、メッセージのデータ形式、メッセージとフォーマット、共通コマンド（8種類のモジュールについての共通的なコマンド）、状態情報とサービスリクエストおよび個別（計数率計、線量計等各モジュール毎の）コマンドについて詳しく規定されている。

これらのコマンドは、日常我々が放射線監視を行う上でハードウェアの異常が判断しやすいこと、日常的にハードウェアの健全性の確認が容易である等の機能の互換性、データ処理の効率性や点検・保守の容易性を考慮したコマンドとしている。またできる限りコマンド数を増さないようにするため、各モジュールに共通している機能については、共通コマンドとして一括規定するとともに、規格化の範囲を幅広く確保した。

5. 今後の予定

今後、放射線監視システムは一層自動化が進み、

また、実装密度もさらに高度化してくるものと予想される。この結果、現場に設置する検出器側に多くの機能を組み込んだり、また、光ケーブルで検出器とレートメータ間あるいはレートメータとコンピュータ間のデータをやりとりするといったようなシステム設計も既に一部では考えられている。これらに関しては今回時期的なことも考慮し、特に規格化の検討はしなかったが今後の課題の一つである。

今回、放射線管理用モニタ規格を改正した結果、規格化の対象となった最も使用台数および頻度の高い8種類のモジュールについては、コンピュータとの接続を意識した自動化システムにおいても完全な互換性を有することとなった。

この規格が今後各方面で活用されることを期待している。

本報告書を作成するにあたり、写真や図の作成に協力をいただいた東海事業所安全管理部放射線管理第一課都所課長、宮部主査および長谷氏に感謝します。

参考文献

- 1) GLENN F.KNOLL RADIATION DETECTION AND MEASUREMENT
- 2) PNC N802 85-01 大和堂司他「再処理施設放射線管理用定置式モニタ設備更新計画」
- 3) PNC N8020 86-02 福原孝信他「再処理施設放射線管理用定置式モニタ設備更新計画（改訂1）」