

JAERI-Tech

2004-070



JP0450806



放射線管理用試料集中計測システムの更新

2004年12月

川崎 克也・望月 薫*・鈴木 武彦・木内 伸幸

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。

入手の問合わせは、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

放射線管理用試料集中計測システムの更新

日本原子力研究所東海研究所保健物理部

川崎 克也・望月 薫*・鈴木 武彦・木内 伸幸

(2004年10月15日受理)

放射線管理用試料集中計測システムは、日本原子力研究所東海研究所の施設及び環境の放射線管理に必要な多種多数の試料について、測定及びデータ解析を集中的に行うものであり、1981年度から本格的な運用を開始し現在では年間2万件を超える測定に使われている。本システムの中核をなすコンピュータは、機器の老朽化が進むとともに、メーカーサポートの終了が相次いだことから、安定な運用に支障が生じてきた。そこで、2003年度にコンピュータ関連機器の更新とシステムの再構築を行った。

今回の更新では、コンピュータのハードウェア構成を、データサーバとパーソナルコンピュータの複合型のクライアントサーバーシステムとした。また、ソフトウェアには、試料情報登録用にインターネットワークを利用したWeb方式を新たに導入し、さらに、依頼試料に対する進捗状況の確認及び結果の閲覧を、利用者自身のパーソナルコンピュータからオンラインで直接行える機能も新たに追加した。この結果、利用者の利便性をさらに広げることができた。

Renewal of Centralized Radioactivity Measurement System for Radiation Control

Katsuya KAWASAKI, Kaoru MOCHIZUKI *, Takehiko SUZUKI
and Nobuyuki KINOUCHI

Department of Health Physics
Tokai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received October 15, 2004)

The centralized radioactivity measurement system has been used to carry out intensively measurements of a large number and variety of samples that are necessary for the control of radioactivity in the facilities of the JAERI Tokai Establishment and its environment. The operation of the system started in 1981, and presently the system processes more than 20,000 samples a year. However, the computers of the system have aged so much that the manufacturer's support and stable operation are no longer sure. Therefore, we renewed and restructured the computer system in 2003.

A client-server system was adopted in the new system. The information of samples can be registered through the intranet. The clients can also confirm the progress of processing of their samples and browse the analytical results from their own computers. The renewed system can provide some convenience functions to the clients.

Keywords : Radioactivity Measurement System, Gamma-ray Spectrometry,
Germanium Semiconductor Detector, Multichannel Analyzer, Web,

* Institute of Radiation Measurements

目 次

1. 緒言	1
2. 集中計測システム	1
2.1 システム構成	1
2.1.1 第1世代システム(1981年度)	1
2.1.2 第2世代システム(1992年度)	2
2.1.3 第3世代システム(2003年度)	2
2.2 測定業務体系	3
2.3 測定実績	4
3. 放射能測定装置	7
3.1 測定種別	7
3.2 装置の仕様及び性能	7
3.2.1 γ 線スペクトル測定	7
3.2.2 α/β 線測定	9
3.2.3 低エネルギー β 線測定	9
3.2.4 α/β 線絶対測定	10
4. 測定室の安全対策	19
5. 試料測定解析プログラム	19
5.1 概要	19
5.2 プログラムの操作方法	20
5.3 測定法別の特長	20
5.4 拡充テーブル	21
5.4.1 効率データテーブル	21
5.4.2 核種テーブル	22
5.4.3 指定核種グループテーブル	23
5.5 測定結果の出力	23
6. Web方式による試料情報登録と結果の閲覧	37
6.1 Web方式の導入理由	37
6.2 セキュリティ	37
6.3 試料情報登録	38
6.4 進捗状況の確認	39
6.5 測定結果の閲覧	39
6.6 配信ファイル	40
7. まとめ	48
謝 辞	49
参考文献	49

Contents

1.	Introduction	1
2.	Centralized Radioactivity Measurement System	1
2.1	System Structure	1
2.1.1	The 1st Generation System (FY 1981)	1
2.1.2	The 2nd Generation System (FY 1992)	2
2.1.3	The 3rd Generation System (FY 2003)	2
2.2	System of Measuring Service	3
2.3	Actual Achievements	4
3.	Radioactive Measurement Devices	7
3.1	Classification of Measurement	7
3.2	Specifications and Performance	7
3.2.1	γ -ray Spectrum Measurement	7
3.2.2	α/β -ray Measurement	9
3.2.3	Low-energy β -ray Measurement	9
3.2.4	α/β -ray Absolute Measurement	10
4.	Safety Measures of Counting Room	19
5.	Sample Measurement and Analysis Program	19
5.1	Outline	19
5.2	Operation of Program	20
5.3	Features of the Method	20
5.4	Upgraded Tables	21
5.4.1	Efficiency Data Table	21
5.4.2	Nuclear Data Table	22
5.4.3	Selection Group of Nuclear Data	23
5.5	Output of Results	23
6.	Registration of Sample and Browsing the Results on the Web	37
6.1	Reason of Web System Adoption	37
6.2	Security	37
6.3	Registration of Sample Information	38
6.4	Confirmation of Progress Conditions	39
6.5	Browsing the Results	39
6.6	File Delivery	40
7.	Conclusions	48
	Acknowledgment	49
	References	49

1. 緒言

放射線管理用試料集中計測システム¹²⁾（以下「集中計測システム」という。）は、日本原子力研究所東海研究所（以下「東海研」という。）の施設及び環境の放射線管理に必要な多種多数の試料について、測定及びデータ解析を集中的に行うものである。集中化の目的は、東海研の保健物理部内の業務の効率化、設備の有効利用及び測定の整合性を図ることであり、1978年度に装置の導入及びシステムの整備を開始し、1981年度に集中計測システムとして本格的な運用を始めた。集中計測システムにおける測定件数は、運用開始から2003年度までの23年間で約42万件であり、2003年度の測定件数も2万件を超えていた。また、原子力関連施設等の事故時には、東海研における γ 線スペクトル測定の拠点として、関連機関の要望による測定作業も実施している。

以上のような状況で数多く利用されている集中計測システムは、常時安定して運用していく必要がある。しかしながら、1992年度から使用しているシステムは、装置の老朽化が進むとともにメーカーサポートの終了機器が相次ぎ、安定な運用に支障がでてきた。

そこで、2003年度にコンピュータ関連機器を中心に集中計測システムの更新を行った。更新によってコンピュータシステムは、ワークステーションシステムからクライアントサーバーシステムに変更した。また、ソフトウェアには、試料情報登録用に新たにインターネットワークを利用したWeb（ウェブ）方式を導入した。本報告書では、新規導入したWeb方式を含めた集中計測システムの変遷及び現況について報告する。

2. 集中計測システム

2.1 システム構成

システムの中核となるコンピュータシステムの更新は、コンピュータの老朽化に伴い過去に1回実施しており、2003年度が2回目である。よって、運用開始から現在までのコンピュータシステムは、3世代に分けられる。第1世代がミニコンピュータによるシステム、第2世代がワークステーションを用いた分散型ネットワークのシステム、第3世代がデータサーバとパーソナルコンピュータ（以下「パソコン」という。）によるクライアントサーバーシステムである。各世代のシステムは、当時のコンピュータを取り巻く状況を良く表しており、その変遷を含めたシステムの概略を次に述べる。ここで言う依頼方式とは、測定及び解析時に必要となる試料名、採取点等の20個以上の情報を、システム側に引き渡す媒体及び方法を表す。なお、集中計測システムのプログラムは、導入当初から現在に至るまで γ 線スペクトルの測定を中心に構築されている。

2.1.1 第1世代システム（1981年度）

(1) コンピュータシステム

この世代のシステムは、ミニコンピュータ 1 台を中心としたシステム（以下「第 1 世代システム」という。）であった。主体である γ 線スペクトル測定は、当初から完全にオンライン制御で運用されていたが、他の測定では、装置付属のパソコンで解析を実施することもあった。

(2) 依頼方式

この世代の依頼方式は、委託専門業者が作成するパンチカード方式で始まったが、経費削減、スピードアップ及び他者介入によるエラー率の減少を目的に、次第に依頼者直接記入型へと変化した経緯がある。よって、パンチカード方式以降は、依頼者自身による手書きマークシート方式、光学的文字読取方式へと移行して行った。

(3) 関連装置

γ 線スペクトル測定用の自動試料交換装置³⁾は、遮へい体、試料台及びロボット化したアームを一体型としたものである。本装置は、一度にセットされた 60 個の試料を順次自動測定できるもので、当時としては画期的なものであった。現在でも、測定できる形状及び数量は他に類を見ないものである。

2.1.2 第 2 世代システム（1992 年度）

(1) コンピュータシステム

この世代のシステムは、4 台のワークステーションを用いた分散型ネットワークシステム（以下「第 2 世代システム」という。）であった。面状線源用測定装置を除いた装置は、ネットワーク化を推し進めオンライン制御又はフロッピーディスク（以下「FD」という。）によるデータ転送を行っていた。

(2) 依頼方式

この世代の依頼方式は、市販の表計算ソフトウェア Microsoft[®] Excel^{*1}（以下「Excel」という。）のマクロを利用した試料情報登録用ソフトウェアを作成し、利用者に配布していた。利用者は、これを用い情報登録用 FD を作成していた。なお、試料情報登録用ソフトウェアは、途中からホームページからのダウンロード方式に変更した。

(3) 関連装置

この世代では、ゲルマニウム半導体検出器（以下「Ge 検出器」という。）を含めた大規模な更新を 7 年計画で行っている。これにより、全ての Ge 検出器が低エネルギーの X 線領域まで測定できる γ -X 線タイプに置き換えられた。

2.1.3 第 3 世代システム（2003 年度）

(1) コンピュータシステム

このシステムは、1 台のデータサーバと 5 台のパソコンによるクライアントサーバーシステム（以下「新システム」という。）である。ネットワークは、Web 関連箇所がイントラネットワー

*1 Microsoft[®] Excel は、米国 Microsoft Corporation の米国及びその他の国における登録商標または商標です。

クで構築し、これ以外は複数のハブを用いたツリー型ネットワークで構成されるローカルネットワークで構築した。また、オペレーティングシステムとして、基本ソフトウェアである γ 線スペクトル解析プログラムの親和性の観点から Microsoft® Windows 2000^{*2}を採用した。システム全体としては、面状線源測定用装置もシステム内に組み入れたことで関連装置は全て包括する体制が整った。集中計測システムの構成図を図 2.1 に示す。

(2)依頼方式

依頼方式には、新たにインターネットを利用した Web 方式を導入した。Web 方式における試料情報登録用ソフトウェアは、所内ネットワークを通じて利用者に自動供給される。利用者は、今までと同様の登録作業が行える上、新たな機能として測定の進捗状況の確認及び測定結果の閲覧も行えるようになった。

(3)関連装置

γ 線スペクトル測定用の自動試料交換装置は、既に老朽化等の理由でアーム部の構造変更やモータ類の交換等を行っているが、さらに、この世代で自動試料交換装置用コントローラを最新式に変更した。また、多発していた自動試料交換装置の動作エラーに対する問題点解消のため、動作プログラムの変更も行った。

このプログラムの主な変更は、自動試料交換装置の各動作における指令の主体性をシステムコンピュータ側に持たせることであった。第 2 世代システムまでの動作指令は、コントローラ側が主体性を持っていて、システムコンピュータ側は、動作状況の状態信号を受け取る形であったため、状況に応じたりトライなどの行為の自動指令が行えなかった。

2.2 測定業務体系

保健物理部では、施設及び環境の放射線管理用試料の測定を、第 1 世代システムの時代から集中計測システムを利用した測定業務として行っている。この測定業務は、依頼試料の①回収（受付）、②整理、③測定、④データ解析、⑤データ確認、⑥返還（結果報告）の流れで行っている。この内、依頼試料の回収及び返還は、業務の効率化を図るために東海研究所構内を定期的に巡回しており、その頻度は月曜日と木曜日の週 2 回である。なお、回収から返還の流れは、基本的には一週間単位で実施している。

具体的な例で説明すると、週の受付試料数はおよそ 120 個である。このうち、施設放射線管理のスタック系試料を始めとする約 3 割の試料に関しては、1 個の試料で γ 線スペクトル測定と α ／ β 線測定の 2 種類の測定を実施する。この場合、まず γ 線スペクトルの測定を行い、次にラドン及びトロンの崩壊核種の影響を考慮し回収後 3 日以上経過してから α ／ β 線の測定を行っている。

このような状況下では、測定に要する時間的余裕は少ない。そこで、主要な装置には、自動で試料を交換する機能を装備し、夜間測定等により対応を行っている。なお、回収から返還までの定形化した作業は、1981 年度から財団法人放射線計測協会に委託して実施している。

*2 Microsoft® Windows 2000 は、米国 Microsoft Corporation の米国及びその他の国における登録商標または商標です。

2.3 測定実績

集中計測システムは、保健物理部内の定的な試料の測定を中心であるが、機器の空いている時間帯には保健物理部以外からの試料測定も行っている。また、原子力関連施設等の事故時には、東海研における γ 線スペクトル測定の拠点として、主に環境放射線管理試料の測定を行っている。次に利用状況等について示す。

(1) 利用状況

各年度における測定及び時間の利用実績を図2.2に示す。利用実績における測定件数の最大年度は、1998年度（28,345件）でその後年々減少している。また、測定時間の最大年度は、JCO事故の発生した1999年度（47,028時間）であった。なお、測定件数が最大であった1998年度もほぼ同程度の時間数であった。

直近年度の2003年度の利用状況は、測定件数が20,009件、測定時間が26,608時間であった。これは、5年前の最大年度に対し、測定件数で約30%、測定時間で約45%も減少している。この減少の要因は、予算削減の対応策として利用課室に試料数の削減を要求したためである。

(2) 原子力関連施設の事故時の試料測定

原子力に係わる事故時には、所外からの要請による試料測定を実施している。これまでに1986年のチェルノブイリ原発事故を始めとし、多くの試料測定を実施してきた。特に、東海研と同じ所在地の東海村で発生した1999年のJCO事故では、171件、536時間の試料測定を行っている。

(3) 設備の有効利用

保健物理部内の定的な試料以外の測定は、必要に応じ適宜行っている。また、保健物理部以外からの依頼である東海研内の施設解体に伴う構造材の試料が、ここ数年増加している。さらに、国内の各種試料の測定を行っている財団法人放射線計測協会と設備の賃貸借契約を結んでおり、同協会の持つ公共的使命の遂行を間接的に支援している。

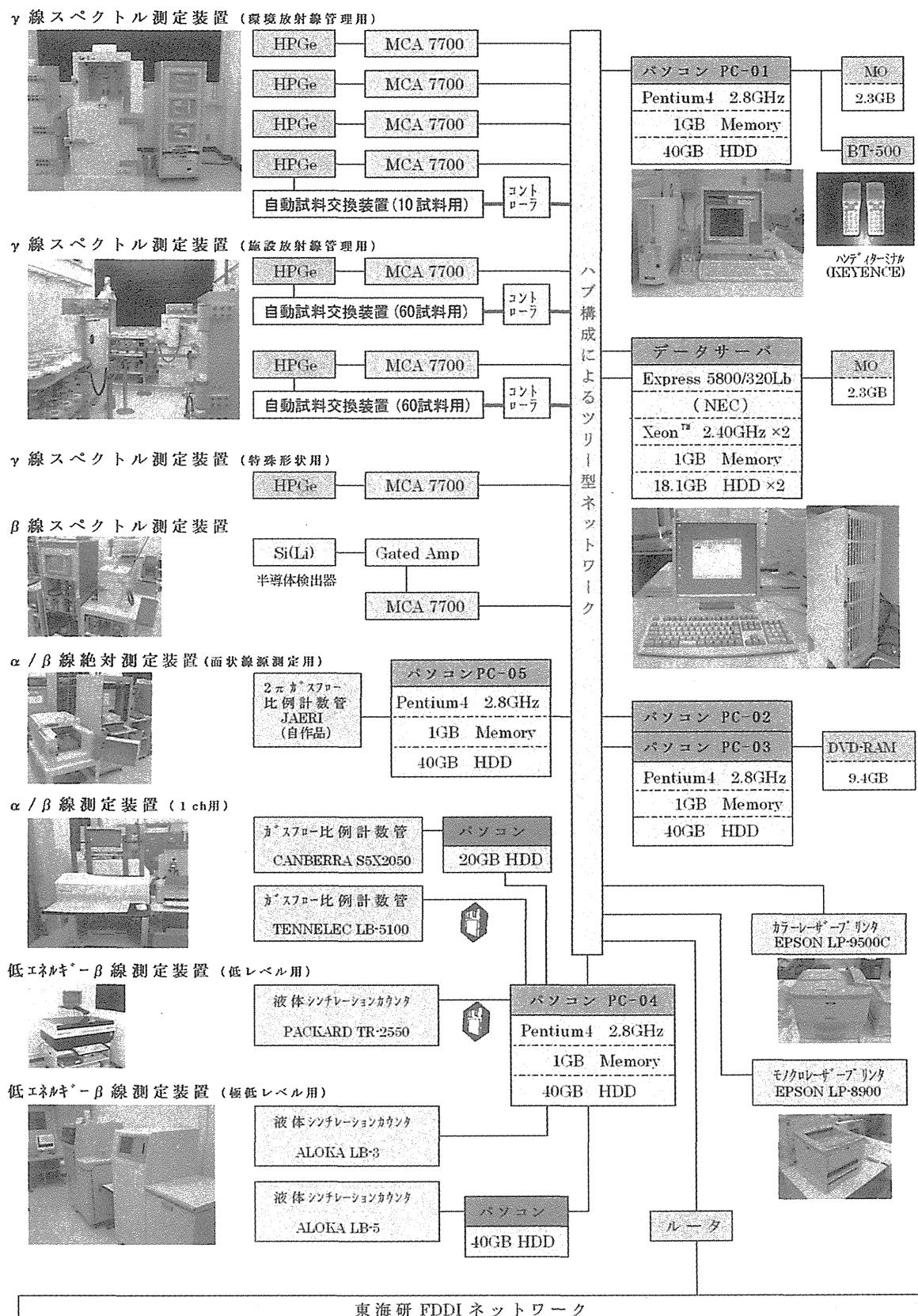


図 2.1 放射線管理用試料集中計測システムの構成図

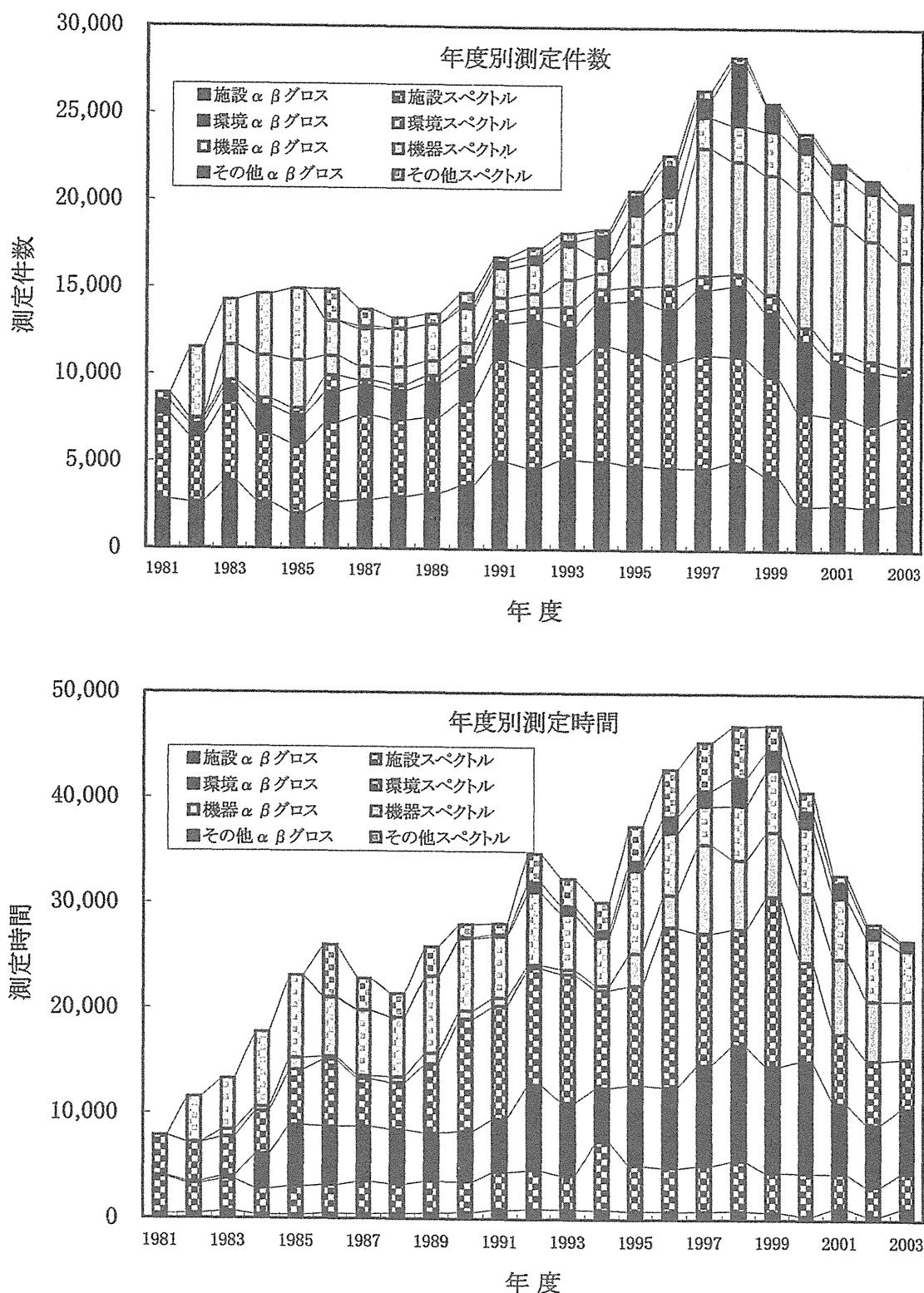


図 2.2 集中計測システムでの年度別利用実績

3. 放射能測定装置

3.1 測定種別

測定できる核種の種類や装置台数は、諸般の事情や利用者の要望に合わせて変化してきている。新システムにおいて利用できる放射能測定装置は、種類別に次のように区分されている。

- ① γ 線スペクトル測定用 N型高純度 Ge 検出器 7 台
- ② β 線スペクトル測定用 Li ドリフト型シリコン半導体検出器 1 台
- ③ α/β 線測定用薄窓型比例計数管 2 台
- ④ α/β 線絶対測定用 2π 比例計数管（面状線源用） 1 台
- ⑤低エネルギー β 線測定用液体シンチレーションカウンタ 1 台
- ⑥低エネルギー β 線測定用液体シンチレーションカウンタ（極低レベル用） 2 台

ここで、 γ 線及び β 線のスペクトル測定用のスペクトロメトリは、第 2 世代システムではスペクトル収集を行う波高分析器（92X）とシステムにデータを転送する装置（ORSIM）の組み合わせであったが、新システムでは両者が一体となったマルチチャンネルアナライザ（MCA7700）に全て変更している。

3.2 装置の仕様及び性能

利用者による検出器の整備要求は、 γ 線スペクトル、 α/β 線及び極低レベル用低エネルギー β 線の測定が大半を占める。よって、検出器の整備は、この 3 つの測定を中心に行ってきた。次に、この 3 つの測定と新しく集中計測システムに組み入れられた面状線源用 α/β 線絶対測定の概要等を述べる。

3.2.1 γ 線スペクトル測定

(1)各検出器の仕様と用途

γ 線スペクトルの測定は、全て Ge 検出器を使用している。Ge 検出器を含めた装置の主な仕様を表 3.1 に示し、装置別の用途等を次に示す。なお、3 台の装置に付属している自動試料交換装置については、新システムでコントローラの更新を行っていることから、ここで項目を設けて説明を行う。

- ① GE1,GE2(ORTEC GMX-40195-S)

この装置は、施設放射線管理用として主に利用されている。装置には 60 試料用の自動試料交換装置を備えていて、試料の測定時間は 2,000 秒の短時間のものが多い。自動試料交換装置付き γ 線スペクトル装置の写真を図 3.1 に示す。測定時に必要な試料台番号と試料番号の情報は、測定者が目視で確認しながらハンディターミナルにデータを入力し、最終的にシステム側にデータを転送する。

- ② GE3,GE4,GE5(ORTEC GMX-40195-S)

この装置は、環境放射線管理用として主に利用されている。試料の測定時間は、8万秒の長時間測定が中心で試料のセットは手置きで行う。また、棚板を取り外し 2000cm^3 のマリネリ容器の測定も行っている。

③ GE7 ……(ORTEC GMX-45200)

この装置は、環境放射線管理用として主に利用されている。装置には 10 試料用の自動交換装置を備えていて、5 万秒以内の測定時間の試料が多い。特に、1 万秒測定の指定の多い施設解体に伴う構造材試料での利用頻度が高い。

④ GE6 ……(ORTEC GMX-28190-PS)

この装置は、特殊形状の試料や実験用として利用されている。非定型な作業に利用される理由は、遮へい体は大きな空間 ($75\text{cm} \times 75\text{cm} \times 165\text{cmH}$) を有していて、据置型のデュワービンタイプの Ge 検出器を設置しても上部に 50cm 以上の立方体が入る大きな空間が得られることと、試料台の高さを可変できる機能を装備しているためである。

⑤ 自動試料交換装置……(ORTEC 60 試料用, 10 試料用)

自動試料交換装置は、試料台、ロボット及びコントローラを組み合わせたもので、集中計測システムでは、60 試料用と 10 試料用の 2 種類の自動試料交換装置を有している。このうち、新システムではコントローラを最新式に変更し、動作機能をシステムコンピュータ側が主体性を取れるように変更を行った。

測定試料のセットは、コントローラのディスプレイ上の試料台の上昇、下降及び回転などの操作機能を用いて行う。なお、この操作はタッチパネル方式である。ただし、60 試料用は、装置全体のサイズが大きくコントローラと試料セット位置が離れていることから、各操作ができる手元操作盤を試料台に別途付帯している。

(2) 試料の形状種類

γ 線スペクトル測定で放射能を評価するためには、検出器毎に測定試料の形状や密度に応じたピーク効率曲線が必要である。しかし、多数の検出器と多種類の測定試料に対するピーク効率曲線を、測定の都度実施し管理することは得策でない。そこで、放射線管理業務に用いられている測定試料は、基本的な形状、容器、容量が定められ、予めシステムコンピュータにピーク効率曲線が登録されている。なお、形状等の拡充及び変更は、利用者側の要望に応じて行ってきた。

現在、集中計測システムの γ 線スペクトル測定で対応可能な形状は 15 種類であり、利用できる試料種類及び形状を表 3.2 に、測定試料の写真例を図 3.2 にそれぞれ示す。なお、マリネリ容器や測定対象が点状タイプであるポイント用は、遮へい体の内容積の関係で一部の検出器で取り扱っている。

(3) 測定エネルギー範囲

新システムでは、測定エネルギー範囲も改善している。従来の測定エネルギー範囲は、メモリ容量及び解析ソフトの制限から $2\text{MeV}/4\text{kch}$ の設定が最大であったが、新システムでは $4\text{MeV}/8\text{kch}$ までの設定が可能となった。この結果、例えば ^{24}Na のメインピーク (2.754MeV) が検出できなかつたケースや、 ^{60}Co のサムピーク (2.505MeV) を初めとする 2MeV を超えるピークの存在確認

も今後は可能となる。ただし、運用に当たっては、4MeV/8kch 用のエネルギー校正曲線、効率校正曲線及び核種テーブルなどを整備する必要がある。

3.2.2 α/β 線測定

(1) 各検出器の仕様と用途

α/β 線測定の装置は、ガードカウンタ付のガスフロー薄窓型比例計数管を検出器に用いている。この装置には、2系統のシングルチャンネルアナライザとスケーラが装備されていて、 α 線と β 線を波高弁別法により同時に測定するタイプである。なお、GR1とGR2は以前は同型式であったが、GR1の老朽化に伴い2002年3月に同タイプの後継機に更新をした。主な仕様を表3.3に示す。また、第2世代システムまでミルキング後の ^{90}Y などの短半減期試料用として使用してきた16個同時測定のGR-3は、老朽化が進んだことからGR1及びGR2で代用することとし、新システムでは対象外とした。各検出器の性能等を次に示す。

① GR1 ……(CANBERRA S5-XLB)

この装置は、50試料用の自動交換器を備えているもので、装置写真を図3.3に示す。GR1は、最新モデルでデットバンド領域という新たな考え方が導入されている。このため、同時測定時に問題となっていた各領域への入り込む割合（クロストーク率）及びバックグラウンド計数率が大幅に改善されている。この装置のバックグラウンド計数率は、 α 線で $5.5 \times 10^{-4}(\text{s}^{-1})$ 、 β 線で $9.6 \times 10^{-3}(\text{s}^{-1})$ である。

② GR2 ……(TENNELEC LB5100)

この装置は、構造はほぼGR1と同型であるが、自動交換器は100試料分を備えている。装置のバックグラウンド計数率は、 α 線が $2.8 \times 10^{-3}(\text{s}^{-1})$ 、 β 線が $2.6 \times 10^{-2}(\text{s}^{-1})$ でありGR1よりそれ数倍高い。

(2) 試料の形状種類

次に示す専用の治具を用意し、25形・50形試料皿及び60mm φろ紙の測定を行っている。

① 試料皿用カセットホルダー

- ・アダプタ1 …… 25形深皿用
- ・アダプタ2 …… 50形浅皿用
- ・アダプタ3 …… 50形深皿用

② 60mm φろ紙用カセットホルダー

- ・アダプタ4 …… 60mm φろ紙用（押えリング有り 外径 60mm φ・内径 50mm φ）

3.2.3 低エネルギー β 線測定

(1) 各検出器の仕様と用途

液体シンチレーションカウンタを用いた低エネルギー β 線の測定は、主に環境放射線管理試料の ^3H 及び ^{14}C を測定対象としている。装置は、放射能レベルにより使い分け極低レベル用と低レベル用の2種類がある。極低レベル用は、100cm³の試料を用いて ^3H をシングルラベルで測定を行

う。一方の低レベル用は、 20cm^3 の試料を用いて主として ${}^3\text{H}$ と ${}^{14}\text{C}$ をデュアルラベルの測定を行うものである。液体シンチレーションカウンタの主な仕様を表 3.3 に示し、装置別の用途等を次に示す。

① LS1,LS3 ……(ALOKA LSC-LB3,LB5)

極低レベル用液体シンチレーションカウンタは、環境中に含まれる微量の ${}^3\text{H}$ 測定が主であり、試料は 20 個までセットできる。通常の測定は、測定時間が 1 回当たり 30 分で、測定回数は 12 回のリピート測定で行っている。なお、LS1 と LS3 の両装置は、基本的な構造はほぼ同じであり LS1 の後継機が LS3 である。LS3 は、1997 年度に海水及び地下水の試料数の増加に伴い追加されている。LS3 の装置写真を図 3.4 に示す。

② LS2 ……(PACKARD TRI-CARB 2500TR)

低レベル測定用液体シンチレーションカウンタは、排水などの ${}^3\text{H}$ / ${}^{14}\text{C}$ 放射能の測定を中心である。試料は一度に 360 個がセットできるタイプである。

(2) 試料の形状種類

極低レベル用試料の容器は、導入後一貫して 100cm^3 テフロンバイアル製が主に利用されてきたが、2003 年度に安価で静電気の影響の少ないポリエチレンバイアル製に移行した。また、低レベル測定用試料の容器は、導入時から変わらずに 20cm^3 ガラスバイアルを使用している。

3.2.4 α / β 線絶対測定

α / β 線の絶対測定は、各種校正用面線源の基準値に対する一貫性及び信頼性の担保を目的に、 2π 方向の表面放出率の値付け⁴⁾を行うものである。装置は、 2π 比例計数管を用いた面状タイプの校正用線源を測定していることから「面状線源測定用装置」と呼んでいる。装置の外観図を図 3.5 に、解析条件の入力画面を図 3.6 にそれぞれ示す。なお、校正用線源の年間の測定件数は約 30 個であり、校正用線源当たりの頻度は 2 年に 1 回である。

面状線源測定用装置は、外観図から分かるように単独の測定系で、1984 年度から自作した検出器、測定装置及びプログラムを用いて運用している。新システムでは、モジュール機器及び専用パソコンを更新しプログラムの変更も行った。なお、測定及び解析は、従来通り専用パソコンが行っている。よって、新システムのシステムコンピュータでは、結果の出力及び装置の利用統計を取り扱っている。

表 3.1 γ 線スペクトロメトリ用検出器一覧表

用 途		γ 線スペクトル測定				
測 定 器 番 号	GE1	GE2	GE3	GE4	GE5	GE6
検 出 器 名	GMX-192	GMX-204	GMX-214	GMX-208	GMX-201	GMX-148
型 式	N型高純度Ge	N型高純度Ge	N型高純度Ge	N型高純度Ge	N型高純度Ge	N型高純度Ge
結 晶 尺 法 (D×L)	59.2×71.3mm	58.4×77.0mm	58.9×79.8mm	58.4×77.3mm	58.4×75.9mm	55.3×61.8mm
有 効 体 積	—	203.9cm ³	214.3cm ³	208.4cm ³	201.1cm ³	—
入 射 素	Mg 1.5mm	Be 0.5mm	Be 0.5mm	Be 0.5mm	Be 0.5mm	Be 0.5mm
懸 面 結 晶 間 距 離	3.0mm	3.0mm	3.0mm	3.0mm	3.0mm	3.0mm
相 対 効 率 ^{*1}	43.1%	42.6%	43.2%	41.2%	42.5%	27.9%
エ ネ ル キ * - 分 解 能	1.95keV	1.91keV	1.80keV	1.89keV	1.91keV	1.89keV
ヒ * - ク 対 コンフ * ト ン 比	64.1	63.1	68.9	63.5	65.7	52.1
測 定 エ ル キ * - 範 囲	3keV-10MeV	3keV-10MeV	3keV-10MeV	3keV-10MeV	3keV-10MeV	3keV-10MeV
印 加 電 壓	-3500V	-4000V	-3500V	-3800V	-3500V	-2300V
増 幅 器 時 定 数	6 μ s	6 μ s	6 μ s	6 μ s	6 μ s	6 μ s
型 番	GMX-40195-S	GMX-40195-S	GMX-40195-S	GMX-40195-S	GMX-40195-S	GMX-28190-PS
シ リ ア ル 番 号	33-N40468A	36-N21038A	37-N21219A	38-N31243A	37-N21220A	N40NA
製 作 年 月 日	1993/07/27	1996/07/25	1997/10/10	1998/11/13	1997/09/15	1988/11/30
製 作 作 者	EG&G ORTEC	EG&G ORTEC	EG&G ORTEC	EG&G ORTEC	EG&G ORTEC	EG&G ORTEC
遮 へ い 体	鉛(110mm) + 鉄(50mm) + 銅(5mm) + アクリル(2mm)	鉛(100mm) + 鉄(50mm) + 銅(5mm) + アクリル(2mm)	鉛(72mm) + 鉄(50mm) + 銅(5mm) + アクリル(2mm)	鉛(100mm) + 鉄(2mm) + 銅(5mm) + アクリル(2mm)	鉛(100mm) + Cd(2mm) + 銅(5mm) + アクリル(2mm)	鉛(140mm) + Cd(1mm) + 銅(5mm) + アクリル(3mm)
試 料 自 動 交 換 装 置	60 試料	60 試料	—	—	—	10 試料

*1：相対効率は、「検出器エンジニアリング表面から点線源のアクティベイア中心において 25cm」とする。(IEEE Std 325-1996 より)

表 3.2 γ 線スペクトル測定で対応可能な試料種類及び形状

試 料 種 類		直 径 (mm)	高 さ (mm)	容 積 (cm ³)	備 考
フィルタ	HE-40TA	50	2	3.9	
	ACF				
フィルタ CHC-50		50	22	40	
アクリル特注容器		50	20	39.0	
プラスチック容器 60 φ		60	5	13	
		60	15	39	
		60	27	70	
プラスチック容器 95 φ		92	15	100	
		92	30	200	
		92	45	300	
広口瓶 100 cm ³		46	60	100	ポリエチレン製
広口瓶 500 cm ³		77	107	500	ポリエチレン製
マリネリ容器		145	160	2000	
ポイント用 (容器等は無し)		1	1	—	
		1	130	—	
		1	200	—	

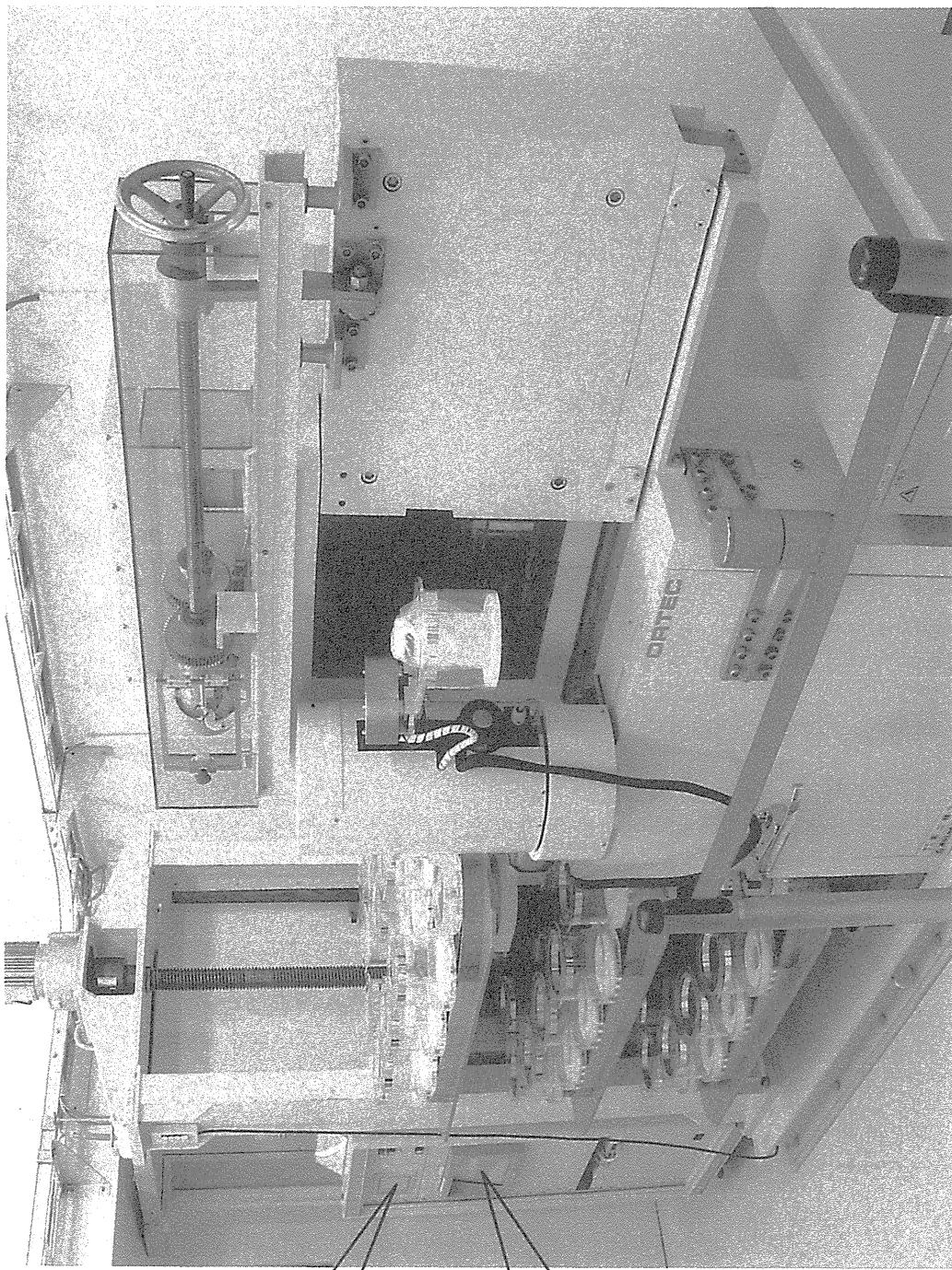
表3.3 α/β 線測定器一覧表

用 測 定 器 番 号	α/β 線測定		途 用	途 途	低工ネルギー β 線測定	
型 型	番 号	GR1	GR2	測 定 器 番 号	LS1	LS2
S5-XLB	LB5100			型 式	LSC-LB3	TR-2550
ガスフローアクティメータ				式	液体シンチレーション	LSC-LB5
試料検出器寸法	2.25in ϕ			検 出 器		光電子増倍管
入射	窓	80 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$		試 料	100cm ³	100cm ³
試料寸法	1in ϕ , 2in ϕ , 60mm ϕ		計 数 効 率	瓶	20cm ³	
フローフラス	PR フラス			³ H	20.7 % *3	64 % *1
α/β 分別方式	波高弁別			¹⁴ C	—	96 % *1
検出器プラトー	α β	2.4%/100V 1.5%/100V	2.5%/100V 1.2%/100V	自然計数率	³ H ¹⁴ C	7.5×10 ⁻² s ⁻¹ *3 —
計数効率	α β	32 % 41 %	37 % 44 %	エネルギーレンジ		8.5×10 ⁻² s ⁻¹ *2 —
自然計数率	α β			試料自動交換装置	0 keV ~ 2000 keV	0 keV ~ 2000 keV
印加電圧		1440V		試料	20 試料	360 試料
遮蔽	体			作 者	ALOKA	PACKARD
試料自動交換装置						ALOKA
製作	CANBERRA	TENNELEC				

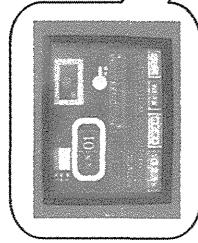
*1 20cm³ UNQUENCサンプル測定値 (シングル測定)

*2 シングル測定での測定値

*3 実試料と同条件下のBG試料測定値



自動試料交換装置
コントローラ



MCA画面

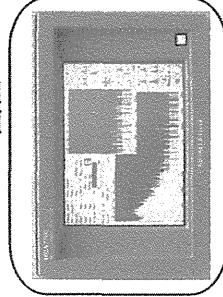


図 3.1 60試料用自動試料交換装置付きγ線スペクトル測定装置(GE-2)



図 3.2 各種形状測定試料



図 3.3 α / β 線測定装置 (GR-1)



図 3.4 液体シンチレーションカウンタ (LS-3)

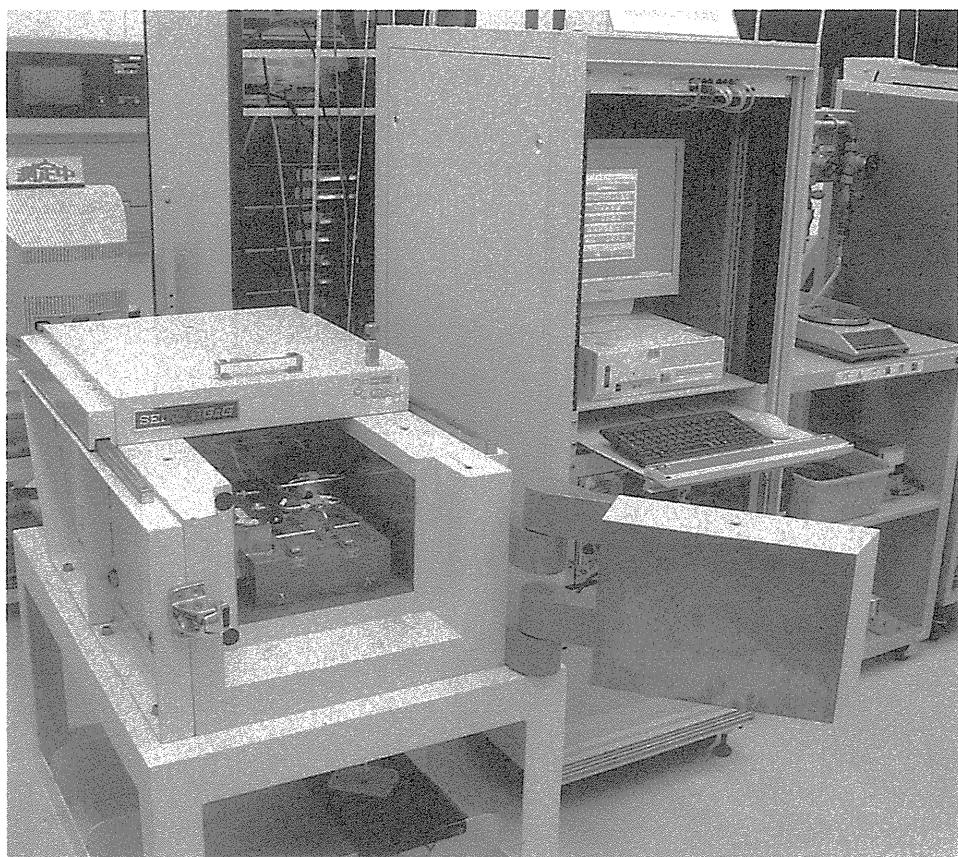


図 3.5 面状線源測定用装置の外観図

多心線型 2π 比例計数管試験装置 条件入力	
測定情報 <input type="checkbox"/> 所管課室 環境放射線管理課 <input type="checkbox"/> 所管係 環境監測第1係 <input type="checkbox"/> 測定者名 鈴木 武意	
平成 16 年 6 月 22 日	
測定条件 <input type="checkbox"/> 自動測定 <input type="checkbox"/> ハーフ測定 <input type="checkbox"/> ディスク測定 <input type="checkbox"/> 補助車両測定 <input type="checkbox"/> リビート測定	
<input type="checkbox"/> 開始電圧 1000 V	<input type="checkbox"/> 終了電圧 1500 V
<input type="checkbox"/> ステップ 50 V	
<input type="checkbox"/> 測定時間 1500 秒	<input type="checkbox"/> LED 05
メニューへ戻る 測定開始	

図 3.6 面状線源測定用装置の解析条件入力画面

4. 測定室の安全対策

集中計測システムのコンピュータ装置等は、第3研究棟の地下1階の7スパンに設置されている。1999年度に第3研究棟東棟から西棟に移動した際に、次の安全等の措置を講じている。

(1) 地震対策

Ge検出器(7台)に使用されている遮へい体は、1台当たり3tから6tの重量物である。このため、設置場所の3スパンの内で設置箇所となる計2スパン分は、床下全面にセメントを空隙なく充填し床の耐荷重を増強した。また、耐震壁を通路にする必要性が生じたため、建設専門家の強度計算の結果を基に、壁に鉄のアングルを設けて強度を担保している。

(2) 静電気対策

データサーバを初めとするOA機器が集中化している2スパン(0.5スパンづつで計1スパン)の床には、計算機の故障防止策として静電気防止用のOAマットを敷き詰めている。

(3) 温湿度対策等

全室に個別制御のエアコンを設置し、各機器の放散熱を考慮した空調管理を行っている。また、直射日光等の影響を軽減するために全室に1スパン用の大きなブラインドを設けている。なお、測定機器が設置してある5スパンは黒色のブラインドである。

(4) 火災防止対策

装置用電源は、分電盤から装置毎に直接供給する方式を採用している。また、壁用コンセント等も十分に用意している。

(5) 人の転倒防止対策

壁面にケーブル孔、全室にケーブルトレイ等を設け、通路上のケーブル等の露出を防止している。また、OAマットでは、床下のアングル内にケーブルを通線している。

(6) 排水管理

液体シンチレーションカウンタは、試料状態を安定に保つために常時冷却しており排水が行われている。このため、設置室の壁側に専用の排水トレイを設けている。

5. 試料測定解析プログラム

5.1 概要

集中計測システムは、いくつかのプログラムを組み合わせて構築されており、これらを総称して「試料測定解析プログラム」と呼んでいる。新システムでもプログラムの主体は、 γ 線スペクトルの測定であり装置を含めて完全にオンライン化されている。

測定結果の解析手法は、 γ 線のスペクトルの場合が科技庁マニュアル⁵⁾で規定されているように、

測定法別にマニュアル等に明記されている。当然ながら、集中計測システムにおいても各手法を準拠している。一方で、解析手法以外の部分は、従来から集中計測システムとしての独自性を出している。具体的には、試料個々の情報である試料及び解析の条件は、全て数字データとして扱っている上、種々のテーブル等を準備することで利用者への利便性の向上を図っている。

5.2 プログラムの操作方法

試料測定解析プログラムの実行は、面状線源測定用装置専用のパソコンを除いた 4 台のパソコンから操作する。この 4 台のパソコンを「操作パソコン」といい、操作パソコンでは、試料情報登録の受付、測定、分析及び結果出力などが簡単に行えるようになっている。各機能は、パソコン上でウィンドウを開くことで可能となっており、各操作に対するパソコンの指定はないため、どの操作パソコンからでも種々の操作が可能である。図 5.1 に操作パソコンにおけるウィンドウ画面の例を示し、主なウィンドウの概略を次に述べる。

(1)メインメニュー

システムのメインメニューは、試料測定解析プログラムの中核であり、図 5.2 にメインメニューの画面を示す。試料の受付、測定、分析、結果出力及び再分析などの主要な行為は、全てこの画面から選択する。

(2)サブメニュー

サブメニューは、登録コードテーブル、核種テーブルなどのテーブルの登録及び変更を行うものである。これらのテーブルは、基本的には事前に登録されているもので、全てデータベースで管理されている。サブメニュー画面を図 5.3 に示す。

(3)測定状況モニター

測定状況モニターは、オンライン制御を行っている装置の測定状況を表示している。現在は、 γ 線及び β 線スペクトル測定の状況表示を行っている。測定状況モニター画面を図 5.4 に示す。

(4)スペクトル

スペクトル画面は、選択した装置の測定スペクトルを操作パソコンの画面に表示するもので、スペクトル画面の例を図 5.5 に示す。なお、集中計測システムでは、マルチタイプツールを使用しているため複数の測定スペクトルを同時に表示できる。

5.3 測定法別の特長

機器の制御及びデータ収集の方式は、各測定法によって大きく異なっている。特に、 γ 線スペクトルのように機器の制御も含めて完全オンライン化している場合と、個々の装置でオフラインで測定した後にデータを転送する場合とでは、作業手順も大きく変わってくる。各測定法別の主な特長を次に述べる。

(1) γ 線スペクトル測定

γ 線スペクトルの測定は、機器の制御を含めて完全オンライン化している。測定方法には、測定

試料数を含めた一連の条件を予め指定し行う自動測定と、1 試料単位の測定で測定条件等を手動入力できる単体測定がある。単体測定でも、条件入力以外は自動化されておりスタートすれば自動的に結果の出力まで行われる。

(2) β 線スペクトル測定

β 線スペクトルの測定は、 γ 線スペクトルと同じ様に MCA7700 で制御しており、測定開始などの命令は操作パソコンからオンラインで行える。しかし、 β 線スペクトルの場合は、作製された試料状態によりスペクトルが大きく変化するため、種々の状況に対応できる解析プログラムは整備していない。よって、測定結果の出力は、チャンネルデータとスペクトル図のみを取り扱っている。

(3) α/β 線測定

α/β 線の測定は、装置付属のパソコンでデータ収集を行った後に、データをデータサーバに転送して、システムコンピュータで放射能算出等の処理を行っている。なお、データ転送は、付属パソコンの性能が異なるため次の 2 通りの方法で行う。

- ① GR1 ……装置付属のパソコンから FTP (File Transfer Protocol) でデータサーバへ転送
- ② GR2 …… 3.5 インチ FD にデータを記録し、操作パソコン経由でデータサーバへ転送

(4) 低エネルギー β 線測定

低エネルギー β 線の測定も、 α/β 線測定と同じようにオフラインで測定後、データ転送を行っている。ただし、液体シンチレーションカウンタは、年代差が大きく付属パソコンの性能も大きく違う。よって、転送方式は次のように 3 台とも異なっている。

- ① LS1 ……操作パソコンでデータを収集後、自動でデータサーバへ転送
- ② LS2 …… 3.5 インチ FD にデータを記録し、操作パソコン経由でデータサーバへ転送
- ③ LS3 ……装置付属のパソコンから別付けのパソコンを経由し FTP でデータサーバへ転送

5.4 拡充テーブル

集中計測システムでは、第 1 世代システムから情報は全て数字化した上、種々のテーブルとして管理している。このテーブルは、集中計測システムにおいて重要なもので内容等の書き換えがあってはならない。そこで、このテーブルを保護する目的で、個別に対象者に対しアクセスできる権利が定められている。各テーブルにおけるアクセス権限を表 5.1 に示す。総体的には、利用者が直接ファイルを操作できるテーブルは少なく、測定者を介し間接的に利用している場合が多い。

次に示す 3 つのテーブルは、新システムにおいて特に将来を見据え大幅に改善又は拡充を行ったものである。拡充したテーブルの変更点を以下に述べる。

5.4.1 効率データテーブル

効率値は、放射能算出時に必要となるもので、各装置毎に校正試験等の結果から求めている。集中計測システムでは、 α/β 線測定用は計数効率テーブルで、 γ 線スペクトル測定用は効率データテーブルでそれぞれ保存・管理している。このうち、新システムでは、 γ 線スペクトル測定時の同

一形状におけるピーク効率曲線の登録本数枠の拡大を行っている。

第2世代システムにおいて同一形状で登録できたピーク効率曲線の本数は、Ge検出器当たり1本であった。このことは、形状が同一でも組成及び密度は必ずしも同じでない実試料の放射能評価時の障害となっていた。そこで、新システムでは1つの形状で9本までのピーク効率曲線の登録を可能とした。なお、このピーク効率曲線の算出方法は、実線源による測定結果ではなくモンテカルロ計算による補完を考えている。計算を採用する理由と今後の方向性を次に述べる。

①実試料に合致した標準線源の問題

ピーク効率曲線算出時に必要なデータは、実試料を模擬した混合タイプの標準線源を測定し求めている。この標準線源は、フィルタ用標準線源を除き密度 $1\text{g}/\text{cm}^3$ を基本とする気泡セメント製標準線源⁶⁾を自作しているが、当然ながら全ての試料の組成及び密度を代表してはいない。なお、全ての試料に対応した組成及び密度の標準線源を購入又は作製することは、現実的には不可能である。そこで、密度を初めとする種々の条件におけるピーク効率曲線を、モンテカルロ計算手法等で算出する。同一形状に対し9本のピーク効率曲線では、全部の試料状態を包括できるとは考えていないが、種々の制限もあり現状で可能な限りの本数枠の拡大である。

②放射性廃棄物の問題

混合標準線源には、⁵¹Cr(27.7d), ⁸⁵Sr(64.9d), ⁸⁸Y(106.6d), ¹¹³Sn(115.1d)及び¹³⁹Ce(137.6d)の短半減期核種が含まれている。よって、測定データの信頼性を担保するためには2年に1度程度の頻度で、線源の購入又は作製を行う必要があると考えている。一方、このことは頻繁に放射性廃棄物の処分を必要とする問題も併せて抱えることになる。

③今後の方向性

我々は、測定精度の向上と放射性廃棄物の軽減を目的に、三枝らとモンテカルロ計算手法を用いた「体積試料の低エネルギー γ 線に対するGe検出効率曲線の評価」⁷⁻¹⁰⁾を応用し、実試料を模擬した標準線源を使用せずに用いる方法の実用化を目指している。

5.4.2 核種テーブル

核種テーブルは、 γ 線核種の同定及び放射能の定量を行う際に重要なテーブルである。このテーブルは、第2世代システムまでは基本的には1種類しかなかった。テーブルは、RADIOACTIVE-DECAY GAMMAS¹¹⁾の抜粋に、The Gamma Rays of the Radionuclides¹²⁾及びTable of Isotopes(EIGHTH EDITION)¹³⁾の一部を加えたものをベースに、東海研究所の全施設で管理する核種の主な γ 線を抽出し、さらに環境及び施設管理用以外にも事故時等による放射化核種などを必要に応じ追加登録してきた。その結果、核種数が140個、 γ 線数が約1,000本に達した。この核種数及び γ 線数の増大は、解析時に問題を生じるケースがあった。それは、解析では個々の核種に対し定性、定量及び妨害ピーク等を定めているが、この増大により指定する各種ピークの本数も増加し、検出時に最大となるピークを必ずしも定量ピークに指定できないなど、核種テーブル全体での整合性に無理が生じてきた。

そこで、新システムでは、①環境管理用、②施設管理用、③緊急時用、④研究用、⑤全核種用の

5つのカテゴリに分類した核種テーブルを準備した。これにより、今後は目的別に核種テーブルを整備していくことで、これまでより有効な核種同定が可能となると考えられる。

5.4.3 指定核種グループテーブル

指定核種グループテーブルは、検出の有無に係わらず必ず検出下限濃度等の評価を行う核種を、個別の試料に対し指定するものである。ほとんどの試料は、施設及び環境毎に報告対象核種が定められていることからこのテーブルを利用している。第2世代システムでの指定核種グループテーブルは、1カテゴリーで登録グループ数は99個が最大であった。よって、定常的に週単位で120個に達する試料に対し、全ての要求を満足する指定ができない場合もあった。

そこで、新システムでは次の5つのカテゴリーを準備した。登録可能なグループ数は、各カテゴリーで100個までで、全体では最大で500個までの指定が可能となった。

- | | | |
|--------------|--------------|-------------|
| ①環境管理用 0-99番 | ②施設管理用 100番台 | ③緊急時用 200番台 |
| ④研究用 300番台 | ⑤全核種用 400番台 | |

5.5 測定結果の出力

結果の報告は、次に示す種類をモノクロ及びカラーレーザープリンタで出力している。利用者は必要な報告書を試料情報登録時に指定する。基本的なフォーマットは、上欄に測定試料の採取及び測定条件等、それ以降に種々の処理結果が示されている。なお、 γ 線スペクトル測定で出力指定がない場合は、ピーク解析記録及び放射性試料スペクトル測定解析結果が出力される。また、利用者からの指定はできないが、10枚を超える詳細結果の出力にも要望があれば対応している。

(1)チャンネルデータ

- ①スペクトルチャンネルデータ

これは、スペクトルのチャンネル番号と計数値の結果で、全チャンネルの計数値及び積算計数値が出力される。スペクトルチャンネルデータのフォーマット例を図5.6に示す。

- ②ROIチャンネル

これは、スペクトルのピークを任意にチャンネル設定した結果で、チャンネル毎の計数値及びチャンネル指定間の積算計数値が出力される。フォーマットはスペクトルチャンネルデータと同じである。

- ③ROIチャンネル指定

これは、スペクトルのチャンネルを任意にROI指定した結果で、チャンネル毎の計数値及びROI指定間の積算計数値が出力される。フォーマットはスペクトルチャンネルデータと同じである。

(2)ピーク解析記録

- ①全チャンネル

これは、全チャンネルにおいてピークサーチで検出されたピークの解析の結果で、ピークの解

析は、解析プログラムにより該当核種を求める処理である。1 頁に最大 20 ピークまでの詳細情報と該当核種が 3 個まで出力される。なお、この該当核種の順番は優先順位ではないため利用時には注意が必要である。ピーク解析記録（全チャンネル）のフォーマット例を図 5.7 に示す。

②チャンネル指定

これは、任意にピークチャンネルを設定した該当ピークの解析結果で、処理方法及び出力内容は全チャンネルの場合と同じである。

③ROI 指定

これは、任意に ROI 設定した該当ピークの解析結果で、処理方法及び出力内容は全チャンネルの場合と同じである。

(3)放射性試料スペクトル測定解析結果

これは、スペクトルデータを解析した結果の出力で、定性、定量の条件を満足した核種名、エネルギー、放射能及び検出限界などが記載される。放射性試料スペクトル測定解析結果のフォーマット例を図 5.8 に示す。ここで、*印が付いている核種は指定核種以外で核種が同定されたもので、?印が付いている核種は核種同定までは至っていないが疑わしいもの、核種欄がブランクは、エネルギー欄に示すピークが検出されたが該当核種が存在しないか又は存在しても十分な定性条件が不満足であったことを示すなど、種々の記号等が定められている。

(4)波高分布スペクトル

これは、解析したスペクトルの図出力で、実際はカラー印刷である。波高分布スペクトルのフォーマット例を図 5.9 に示す。スペクトル図上欄には、施設名、試料番号、測定日時及び計測時間等が、スペクトル図内にはエネルギーと核種が記載される。出力サイズは、A4 又は B4 サイズである。Y 軸の出力目盛は、直線及び対数の選択ができ、X 軸のチャンネル番号の範囲も任意設定が可能である。なお、β 線の波高分布スペクトルもフォーマットは同様である。

(5)カウンタデータ測定記録（ α/β 、液シン）

これは、 α/β 線測定及び低エネルギー β 線測定の生データである。結果には、施設名、測定日及び全計数値が出力されている。カウンタデータ測定記録 [α/β] のフォーマット例を図 5.10 に示す。また、カウンタデータ測定記録 [液シン] のフォーマット例を図 5.11 に示す。

(6)放射性試料測定記録（ α/β 、液シン）

これは、カウンタデータを基に解析計算を行った結果で、採取条件、測定条件及び放射能、放射能濃度、検出下限濃度などの測定結果が出力される。放射性試料測定記録 [α/β] のフォーマット例を図 5.12 に示す。ここで、試料濃度の欄に数値がある場合は、有意な放射能を検出したことを示し、空白の場合は検出されなかったことを示す。なお、低エネルギー β 線測定の場合も、放射性試料測定記録のフォーマットは同じである。

(7)期間報（月報）

期間報は、指定した期間の結果を施設別にまとめたものであり、通常は月報として出力している。期間報には、気体、液体及びその他の 3 種類がある。月報（放出放射性物質測定記録）のフォーマット例を図 5.13 に示す。

表 5.1 データベース内の各テーブルにおけるアクセス権限

データ区分	テーブル	アクセス権限 ¹	
		利用者	測定者
登録情報	職員情報	×	◎
	施設名／試料名	×	◎
	採取点	×	◎
	試料種類	×	◎
	測定種別	×	◎
	指定核種グループ	×	◎
	核種	×	◎
	採取項目	×	◎
	単位	×	◎
	試料材質	×	◎
	出力データ	×	◎
	エネルギー校正	×	◎
	効率校正	×	◎
	試料情報初期テーブル	◎	◎
試料情報	試料情報初期テーブル測定種別	◎	◎
	登録後試料情報	◎ ²	◎
測定情報	登録試料情報測定種別	◎ ²	◎
	測定中試料情報参照	△	△
	検出器	×	◎
	試料情報	×	△
測定結果	試料順序	×	◎
	分析結果	△	△
	ピーク解析結果	△	△
	核種分析結果	△	△
	カウンタ分析結果	△	△

*1 : 記号の意味
 ◎: 閲覧, 入力, 編集が可能
 △: 閲覧のみ可能
 ×: アクセス不可

*2 : ◎の権限が有効なのは, 集中計測システム側が試料情報を受け付ける前までの間

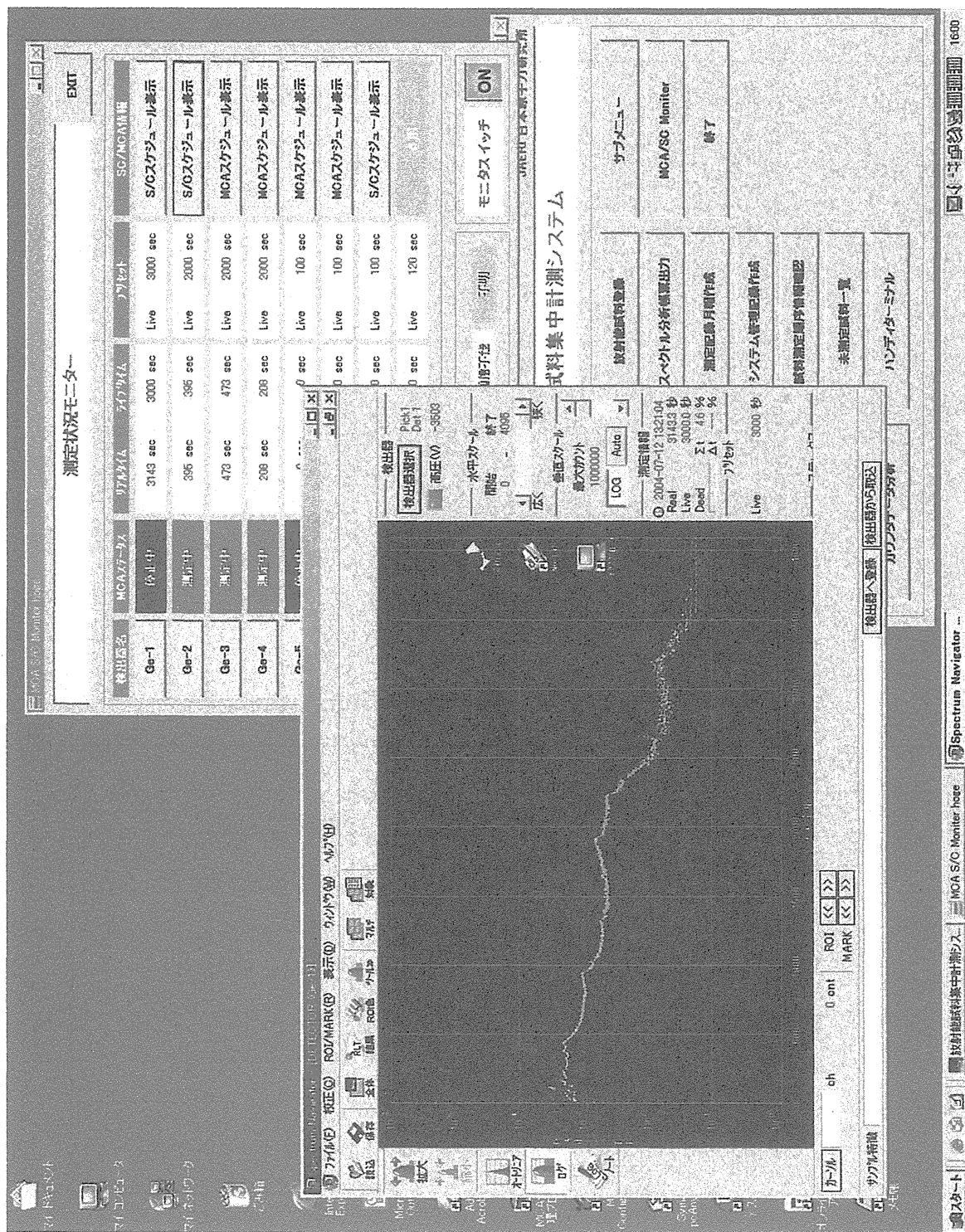


図5.1 操作パソコンにおける各プログラムのウインドウ画面の例

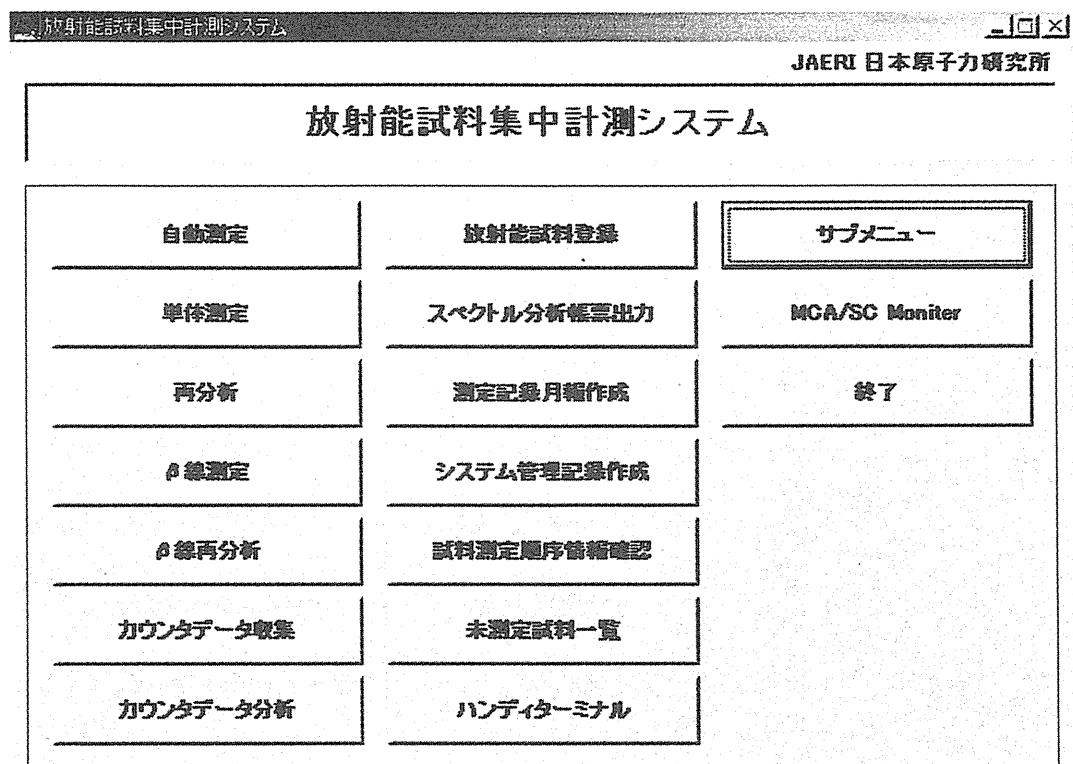


図5.2 集中計測システムのメインメニュー画面

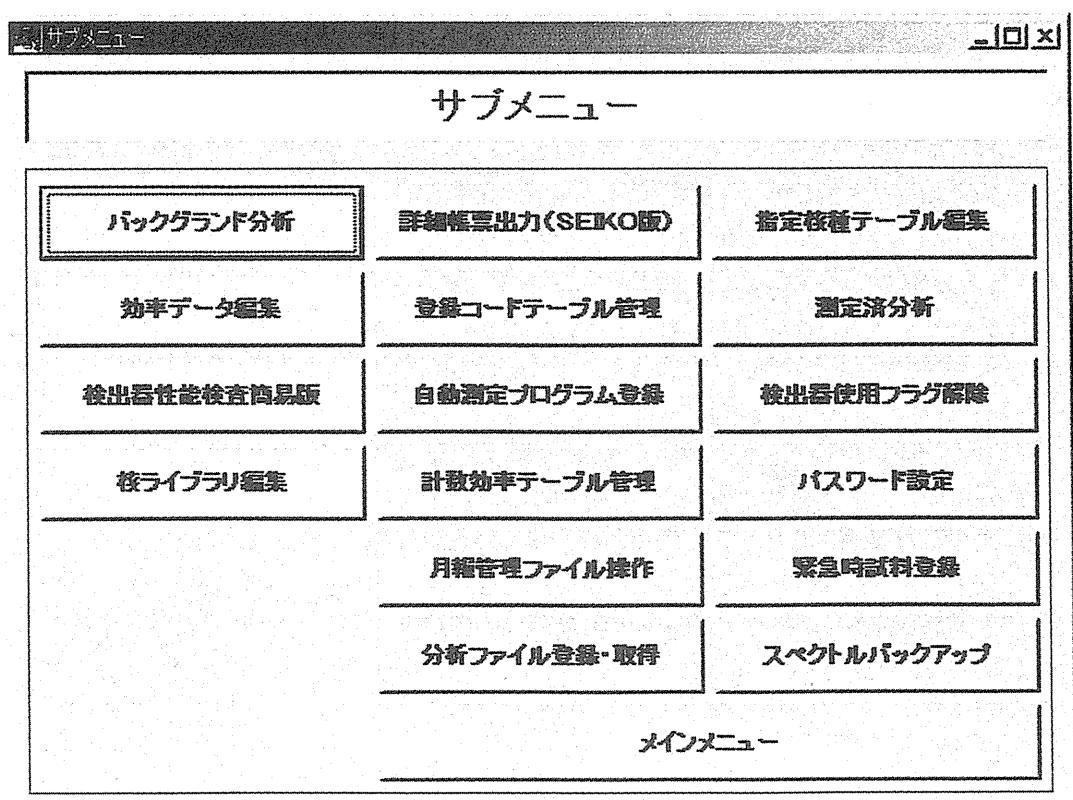
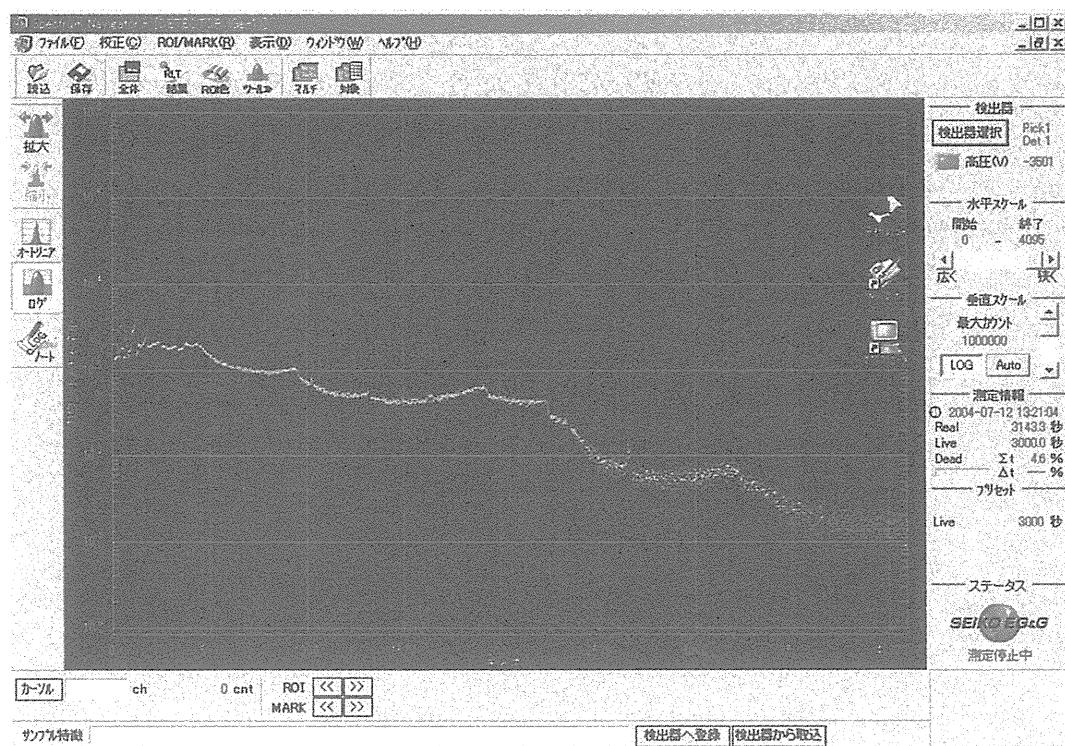


図5.3 集中計測システムのサブメニュー画面



図5.4 測定状況モニター画面

図5.5 γ 線スペクトルの測定画面

スペクトルチャンネルデータ

Page - 1

試料名	：降下塵	試料番号	：601	測定開始日時	：2004年07月06日15時31分53秒					
採取点	：試料処理室	測定番号	：00050067_04	データ加工	：NST					
採取項目	：液体	L T	：80000秒	検出器	：GE-4(GMX-208)					
試料種類	：HE40	R T	：80010.72秒	報告日	：2004年08月03日					
測定者	：大澤 和也									
先頭チャンネル	0	終了チャンネル	4095	積算計数値	198207					
ch番号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40:	155	169	177	203	198	177	166	181	238	270
50:	178	176	156	168	197	187	186	160	155	177
60:	173	184	186	170	162	156	170	165	179	144
70:	148	172	174	162	202	195	179	192	167	196
80:	177	183	184	194	189	198	205	186	185	203
90:	192	218	341	1899	1974	372	184	148	148	164
100:	173	143	128	152	165	153	172	174	166	172
110:	139	154	142	175	154	151	139	171	169	158
120:	164	167	158	164	145	153	179	190	189	169
130:	169	194	195	179	190	161	154	150	182	170
140:	161	185	165	201	164	179	179	176	190	218
150:	208	200	189	189	228	251	193	206	199	184
160:	190	194	159	166	183	183	169	194	195	199
170:	177	186	180	203	216	185	182	173	183	184
180:	202	200	176	181	186	198	234	223	218	196
190:	219	195	223	197	200	225	228	197	220	215
200:	205	186	207	218	219	227	199	216	241	212
210:	211	230	232	228	199	232	228	220	251	232
220:	225	238	221	232	233	231	230	249	247	250
230:	223	257	239	256	250	270	252	232	234	239
240:	234	213	237	249	221	251	257	262	258	226
250:	232	241	228	248	253	269	253	260	261	231
260:	243	244	241	252	240	265	269	234	252	262
270:	230	256	260	261	252	261	278	234	276	284
280:	249	275	244	274	243	246	237	270	239	234
290:	229	274	242	253	269	246	246	258	258	235
300:	243	266	253	245	265	246	256	240	257	220
310:	215	237	255	279	248	215	244	268	300	239
320:	241	264	221	258	246	278	295	250	262	256
330:	240	263	247	253	247	278	269	262	261	262
340:	266	260	249	263	241	261	243	249	257	270
350:	239	232	253	290	243	228	231	253	277	244
360:	255	240	224	256	242	260	237	221	266	209
370:	244	237	290	257	245	251	225	244	214	250
380:	230	248	267	229	219	243	235	229	205	233
390:	221	227	227	231	203	220	245	229	247	227
400:	208	203	210	205	225	225	207	218	213	224
410:	215	216	207	213	176	206	194	215	210	212
420:	194	210	208	234	202	205	215	192	220	204
430:	193	222	189	195	197	182	209	187	183	199
440:	209	195	194	192	207	215	222	205	162	199
450:	188	195	224	207	217	175	191	204	168	189
460:	192	210	214	183	176	211	180	193	202	192
470:	191	191	181	194	206	200	222	251	223	185
480:	169	177	178	179	196	207	183	169	166	176
490:	192	186	188	187	173	200	165	153	167	180
500:	162	188	187	179	156	169	160	172	195	201
510:	186	184	178	185	162	187	184	183	168	174
520:	194	167	183	193	173	163	181	163	161	168
530:	149	191	183	144	175	166	158	169	142	158
540:	176	168	192	159	162	165	155	179	147	157
550:	176	176	150	170	147	151	187	198	179	176
560:	159	186	155	168	140	152	136	153	162	176
570:	168	158	142	136	163	156	176	164	170	136
580:	153	183	168	178	167	164	165	153	167	182
590:	233	210	186	168	172	169	153	151	159	176

図5.6 スペクトルチャンネルデータのフォーマット例

ピーク解析記録（全チャンネル）

環境放射線管理課
Page - 1

試料名	降下塵	採取開始	2004年06月01日 00時00分	校正曲線	50 - 2	測定日時	2004年07月06日 15時31分
採取点	試料処理室	採取終了	2004年07月01日 00時00分	検出器番号	GE-4(GMX-208)	計測時間	80000 (秒)
採取項目	液体	採取時間	0時間 00分	捕集効率	100 (%)	測定番号	00050067_04
試料種類	HE40	採取量	5.00 × 10 ⁻¹ (m ²)	補正係数	100 (%)	報告日	2004年08月03日
試料番号	601	排出量	0.00 × 10 ⁰ (m ²)	減衰補正	採取一測定	依頼者	鈴木 武彦
				データ加工	測定者	大澤 和也	

番号	ヒーク領域 (ch) 開始 - 終了	ヒーク チャンネル (ch)	半値幅 (ch)	エネルギー (keV)	全計数値 (counts)	正味計数値 (counts±%)	該当核種と放射能 (Bq)					
							核種#1	検出効率 (%)	ヒーク 放射能#1	核種#2	放射能#2	核種#3
1	90 - 97	93.5	1.8	46.8	5328	3921 ± 2.1	21.675	210 Pb	5.7 × 10 ⁰			
2	700 - 708	703.7	2.4	351.7	1041	281 ± 14.8	7.888	214 Pb	1.2 × 10 ⁻¹			
3	951 - 960	955.2	2.6	477.4	21348	20953 ± 0.7	6.033	⁷ Be	4.2 × 10 ⁻¹			
4	1013 - 1031	1022.0	5.5	510.8	1761	1174 ± 4.1	5.675	²²² Rn	3.7 × 10 ⁻²			
5	1162 - 1172	1167.0	2.8	583.3	333	95 ± 24.8	5.024	²⁰⁸ Tl	2.7 × 10 ⁻²			
6	1214 - 1223	1218.4	2.8	609.0	438	213 ± 11.7	4.826	²¹⁴ Bi	1.2 × 10 ⁻¹			
7	1689 - 1699	1694.0	3.2	846.8	237	106 ± 17.8	3.519	⁵⁶ Mn	3.8 × 10 ⁻²			
8	2916 - 2929	2922.1	4.1	1461.0	225	145 ± 11.9	2.016	⁴⁰ K	8.4 × 10 ⁻¹			
9	3523 - 3537	3530.0	4.5	1765.2	96	40 ± 30.7	1.645	²¹⁴ Bi	2.0 × 10 ⁻¹			

図5.7 ピーク解析記録（全チャンネル）のフォーマット例

放射性試料スペクトル測定解析結果

環境放射線管理課
Page - 1

試料名	降下塵	採取開始	2004年06月01日 00時00分	校正曲線	50 - 2	測定日時	2004年07月06日 15時31分
採取点	試料処理室	採取終了	2004年07月01日 00時00分	検出器番号	GE-4(GMX-208)	計測時間	80000(秒)
採取項目	液体	採取時間	0時間 00分	捕集効率	100(%)	測定番号	00050067_04
試料種類	HE40	採取量	5.00×10 ⁻¹ (m ²)	補正係数	100(%)	報告日	2004年08月03日
試料番号	601	排出量	0.00×10 ⁰ (m ²)	減衰補正	採取一測定	依頼者	鈴木 武彦
				データ加工	NST	測定者	大澤 和也

番号	核種	エネルギー (keV)	減衰 補正係数	試料放射能 (Bq ± %)	放射能濃度 (Bq/m ²)	補正放射能濃度 (Bq/m ²)	検出下限濃度 (Bq/m ²)	補正検出下限濃度 (Bq/m ²)
1	⁷ Be	477.6	7.7×10 ⁻¹	4.22×10 ¹ ± 0.7	8.43×10 ¹	1.10×10 ²	3.58×10 ⁻¹	4.68×10 ⁻¹
2	⁵⁴ Mn	834.8	9.5×10 ⁻¹				4.13×10 ⁻²	4.33×10 ⁻²
3	⁶⁰ Co	1332.5	9.9×10 ⁻¹				4.75×10 ⁻²	4.79×10 ⁻²
4	⁹⁵ Zr	724.2	8.0×10 ⁻¹				8.26×10 ⁻²	1.03×10 ⁻¹
5	⁹⁵ Nb	765.8	8.0×10 ⁻¹				5.21×10 ⁻²	6.50×10 ⁻²
6	¹⁰⁶ Ru	621.8	9.6×10 ⁻¹				3.58×10 ⁻¹	3.73×10 ⁻¹
7	¹³⁷ Cs	661.6	1.0×10 ⁰				4.65×10 ⁻²	4.65×10 ⁻²
8	¹⁴⁴ Ce	133.5	9.5×10 ⁻¹				2.53×10 ⁻¹	2.67×10 ⁻¹
9	* ⁴⁰ K	1460.8	1.0×10 ⁰	3.90×10 ⁻¹ ± 28.8	7.80×10 ⁻¹	6.66×10 ⁻¹	6.66×10 ⁻¹	
10	* ²⁰⁸ Tl	583.1	1.0×10 ⁰	2.74×10 ⁻² ± 24.8	5.48×10 ⁻²	5.48×10 ⁻²	3.98×10 ⁻²	3.98×10 ⁻²
11	* ²¹⁰ Pb	46.5	1.0×10 ⁰	5.57×10 ⁰ ± 2.2	1.11×10 ¹	1.12×10 ¹	5.29×10 ⁻¹	5.30×10 ⁻¹

* : 指定核種以外に検出された核種

図5.8 放射性試料スペクトル測定解析結果のフォーマット例

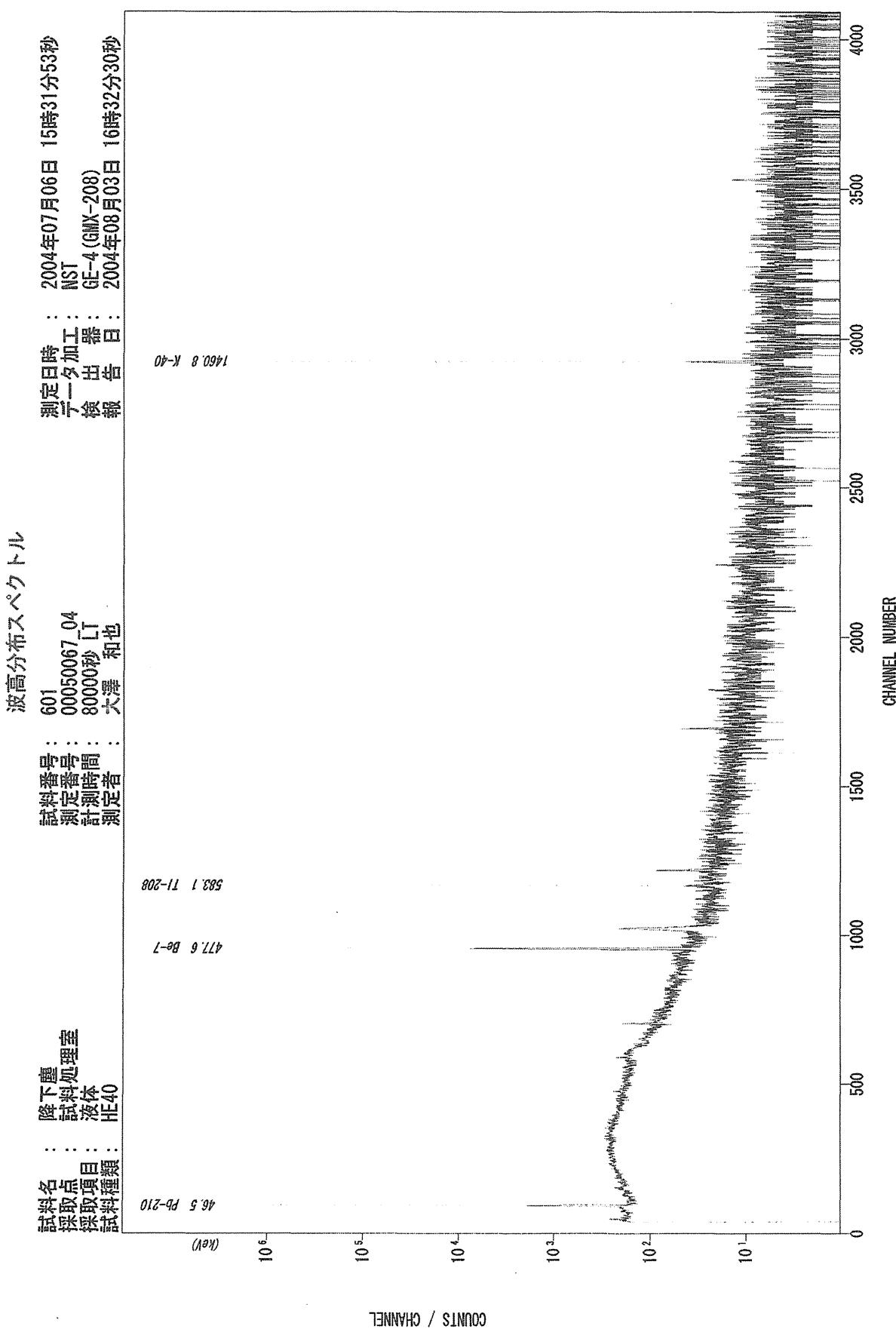


図5.9 波高分布スペクトルのフォーマット例

カウンタデータ測定記録 [α / β]

検出器:	GR-1 (S5-XLB)	報告日:	2004年09月03日
測定者:	望月 薫		

測定番号	ID 試料 番号	試料名	採取点	採取開始日	採取終了日	計測 時間 (分)	α 線全計数値 (counts)	β 線全計数値 (counts)	測定開始日
00051266_31	21	4001	バックグラウンド			20			16 07/30 16:14
00051267_31	22	4001	バックグラウンド			20			10 07/30 16:35
00051268_31	23	4001	バックグラウンド			20			10 07/30 16:56
00051269_31	24	3001	排水濃度	2004/07/21 14:00	2004/07/28 14:00	20			130 07/30 17:16
00051270_31	25	3002	排水濃度	2004/07/21 14:00	2004/07/28 14:00	20			106 07/30 17:37
00051271_31	26	3003	排水濃度	2004/07/28 14:00	2004/07/28 14:00	20			96 07/30 17:58

図5.10 カウンタデータ測定記録 [α / β] のフォーマット例

カウンタデータ測定記録[液シン]

環境放射能管理課
Page - 1

検出器:	LS-3 (LSC-LB5)	報告日:	2004年08月04日
測定者:	大澤 和也	リピート回数:	12

測定番号	試料番号	試料名 施設名	採取点	採取日		リージョンA		リージョンB		ケミ ルミ ラジ ー	測定 開始日
				開始	終了	計測時間 (分)	GROSS (counts)	NET (dpm)	GROSS (counts)	NET (dpm)	
00050027_43	9001	バックグラウンド HT0試料処理室	バックグラウンド HT0試料処理室	2004/02/26 14:00	2004/03/08 11:00	360	825	10,600			04/12
00050028_43	1000	環境トリチウム	HT0試料処理室	2004/02/26 14:00	2004/03/08 11:00	360	1456	6,429			04/12
00050029_43	1001	環境トリチウム	HT0 MP-7	2004/02/26 14:00	2004/03/08 11:00	360	1232	5,778			04/12
00050030_43	1002	環境トリチウム	HT MP-7	2004/02/26 14:00	2004/03/08 11:00	360	1802	11,087			04/13
00050031_43	1003	環境トリチウム	HT0 MP-7	2004/02/26 14:00	2004/03/08 11:00	360	1282	4,985			04/13
00050032_43	1004	環境トリチウム	HT0 MP-22	2004/02/26 14:00	2004/03/08 11:00	360	1417	6,651			04/13
00050033_43	1005	環境トリチウム	HT MP-22	2004/02/26 14:00	2004/03/08 11:00	330	1075	3,675			04/13
00050034_43	1006	環境トリチウム	HT0試料処理室	2004/03/08 11:00	2004/03/18 14:00	360	1376	6,299			04/14
00050035_43	1007	環境トリチウム	HT試料処理室	2004/03/08 11:00	2004/03/18 14:00	360	1278	5,077			04/14
00050036_43	1008	環境トリチウム	HT0 MP-7	2004/03/08 11:00	2004/03/18 14:00	330	1815	13,231			04/14
00050037_43	1009	環境トリチウム	HT MP-7	2004/03/08 11:00	2004/03/18 14:00	360	1106	2,247			04/15
00050038_43	1010	環境トリチウム	HT0 MP-22	2004/03/08 11:00	2004/03/18 14:00	300	1081	5,286			04/15
00050039_43	1011	環境トリチウム	HT MP-22	2004/03/08 11:00	2004/03/18 14:00	360	1187	3,890			04/15

図5.11 カウンタデータ測定記録[液シン]のフォーマット例

放射性試料測定記録 [α / β]

試料名 :	排水濃度	α 線ベックグラウンド :		(s^{-1})	測定日 :	2004年07月30日	報告日 :	2004年08月03日
検出器 :	GR-1 (S5-XLB)	β 線ベックグラウンド :	0.01000	(s^{-1})	測定者 :	望月 薫	計測時間 :	1200(秒)

測定番号	試料番号	採取点	試料種類	採取開始日		採取時間	採取量 (cm^3)	測定種別	正味計数値 (s^{-1})	指定核種	補正係数 K1 K2	試料放射能 ($Bq \pm \%$)	試料濃度 (Bq/cm^3)	検出下限濃度 (Bq/cm^3)	補正検出下限濃度 (Bq/cm^3)	測定期間	測定時刻	依頼者		
				月	日															
00051269_31	3001	第1定期	HE40	07	21	14	00	0	2.00×10 ³	全 β	9.83×10 ⁻²	100	100	2.38×10 ⁻¹ ± 10	1.19×10 ⁻⁴	1.74×10 ⁻⁵	1.74×10 ⁻⁵	17	16	鈴木 武彦
00051270_31	3002	第2定期	HE40	07	28	14	00	0	2.00×10 ³	全 β	7.83×10 ⁻²	100	100	1.89×10 ⁻¹ ± 11	9.46×10 ⁻⁵	1.74×10 ⁻⁵	1.74×10 ⁻⁵	17	37	鈴木 武彦
00051271_31	3003	第3定期	HE40	07	28	14	00	0	2.00×10 ³	全 β	7.00×10 ⁻²	100	100	1.69×10 ⁻¹ ± 12	8.45×10 ⁻⁵	1.74×10 ⁻⁵	1.74×10 ⁻⁵	17	58	鈴木 武彦

図5.12 放射性試料測定記録 [α / β] のフォーマット例

放出放射性物質測定記録〔気体〕

2004年06月分

施設名：第4研究棟
採取点：西棟スタック ACF

採取項目：排氣

採取期間		試料種類		測定日時		計測時間		試料名		正味 計数値		試料 放射能		採取量		平均放射 能濃度		検出下限		排出 空気量		放出 放射能		測定 番号		
開始 月 日 時	終了 月 日 時			月	日	時	秒						Bq	Counts	cm ³	Bq/cm ³										
05 31 09	06 07 09	ACF	ACF	168	06	08	09	2000	131 I	364.5						5.0 × 10 ⁸	< 5.3 × 10 ⁻¹⁰	5.3 × 10 ⁻¹⁰	1.1 × 10 ³	5.6 × 10 ³		00050739_02				
06 07 09	06 14 09	ACF	ACF	168	06	15	05	2000	131 I	364.5						5.0 × 10 ⁸	< 5.5 × 10 ⁻¹⁰	5.5 × 10 ⁻¹⁰	1.1 × 10 ³	5.8 × 10 ³		00050792_02				
06 14 09	06 21 09	ACF	ACF	168	06	23	17	2000	131 I	364.5						5.0 × 10 ⁸	< 5.9 × 10 ⁻¹⁰	5.9 × 10 ⁻¹⁰	1.1 × 10 ³	6.2 × 10 ³		00050889_02				
06 21 09	06 28 09	ACF	ACF	168	06	30	18	2000	131 I	364.5						5.0 × 10 ⁸	< 7.4 × 10 ⁻¹⁰	7.4 × 10 ⁻¹⁰	1.1 × 10 ³	7.9 × 10 ³		00050978_02				

放射能濃度及び検出下限濃度は減衰補正あり

図5.13 月報（放出放射性物質測定記録〔気体〕）のフォーマット例

6. Web 方式による試料情報登録と結果の閲覧

6.1 Web 方式の導入理由

新システムでは、試料情報登録方法に新たに Web 方式を導入した。新旧システムでの違いを簡単に比較するために、新旧システムにおける試料情報登録方法の流れを図 6.1 に示す。新規方式である Web 方式の導入は、経済性、機能性及び利便性から判断した。主な導入理由を次に述べる。

(1) 経費削減

第 2 世代システムの試料情報登録用ソフトウェアは、市販の表計算ソフトウェア Excel を利用した特注プログラムで、その作成費用は安価ではない。しかも、Excel は市販品のためバージョンアップの頻度が多く、その度に試料情報登録用ソフトウェアの修正等の必要性を判断してきた。これまでに作成している試料情報登録用ソフトウェアは次のようになる。なお、システムの更新が決定した後に発売された Excel 2002 及び 2003 版の対応は行っていない。

- ① 試料情報登録 Ver. 1.0 (MS-DOS 5.0 版)
- ② 試料情報登録 Ver. 2.0 (Excel 7.0/97 版)
- ③ 試料情報登録 Ver. 2.2a (Excel 7.0 版)
- ④ 試料情報登録 Ver. 2.2c (Excel 2000 版)

(2) FD での問題点解消 (ウィルス、媒体変遷)

FD 及び FD 装置には、次のような問題点が生じていた。

- ① FD は直接的な媒体のためウィルス感染の危険性が高い。
- ② FD の読み取エラー率が高い。
- ③ 最新のパソコンでは、CD 及び DVD が推進され FD 装置が未付属の場合も多い。

(3) 緊急時における早期対応

測定結果の早期要求及び進捗状況の問合せに対し、利用者の要求によりファクス及び電話で対応してきたが、各現場には必ずしもファクスは常備してはいない。また、聞き違い等により問題が発生する可能性が否定できない。

(4) 所内ネットワーク環境の向上

東海研内のネットワーク環境の整備が進み、ほぼ全てのパソコンで所内 LAN は利用されており、Web を採用しても問題が生じない所内環境が整った。

6.2 セキュリティ

インターネットの積極的な利用に伴い、これまで以上にセキュリティを強化する必要性が生じた。そこで、試料情報登録用では、利用者のユーザー ID、パスワード、所属課室、所属係及び使用パソコンの IP アドレスの 5 項目を事前登録制とした。ただし、利用者全員が固有のパソコンを使用していないことや、施設放射線管理の各係では複数の施設の管理を行っている現状を踏まえ、パソコンの共用及び複数台の登録は可能とした。

利用者の照合は、ログイン時に登録データをもとに毎回実施している。パスワードの変更は常時可能である。また、Web 方式の利用は、利用者の所属係分しか行えないように規定している。主なセキュリティ対策の概要を次に示す。

- ①パソコンの IP アドレスが未登録の場合は、試料情報登録用 Web ページは開かない。
- ②ログイン画面で、ユーザー ID 及びパスワードが合致しないと、次の登録画面等に進めない。
- ③利用者が登録してある所属係分しか試料情報の登録、進捗状況確認及び結果の閲覧はできない。

6.3 試料情報登録

集中計測システムでは、従来から測定及び分析において必要となる採取点、測定種別、測定時間、採取期間及び出力データ形式などの 20 項目を超える情報は、全て数字化し試料情報として登録されている。新システムにおける試料情報は、若干の変更が加えられている。項目と簡単な説明を表 6.1 に示す。試料情報は、第 2 世代システムでは情報登録用 FD に記録していたが、新システムでは所内ネットワークを通じて送信される。次に、新システムでの新しく追加された項目と Web を利用した作業手順について述べる。

(1)新システムでの追加項目

①測定時間の入力

同一試料において測定種類が複数ある場合の測定時間の入力箇所は、第 2 世代システムまでは 1 箇所しかなかったが、新システムでは測定種別毎に測定時間の入力箇所を設けた。この結果、同一試料で γ 線スペクトルの測定、 α / β 線の測定のように 2 種類以上の測定依頼を行う場合には、それぞれの測定時間及び出力の指定が可能となった。

②月報出力

月報の出力は、第 2 世代システムでは放管用で依頼した場合にしか行えなかった。新システムでは、新たに月報欄にチェックを設けたことで、一般用で依頼した場合においても月報の出力が可能となった。

(2)試料情報登録の作業手順

試料情報登録を行うには、セキュリティを含めた各種条件を満足していることが前提である。試料情報登録の簡単な作業手順を次に示す。なお、利用者には、詳細な作業手順を記した別途マニュアルを用意してある。

- ①インターネットで「試料情報登録 WEB」の指定のアドレスを入力する。
- ②図 6.2 の「試料情報登録・測定データ確認」のログイン画面が表示される。
- ③ログインすると、図 6.3 の「試料情報登録メニュー画面」が表示される。ここで、放管用を選択すれば、図 6.4 の画面が、一般用を選択すれば図 6.5 の画面が表示される。各画面で項目パターン等を選択すると、放管用は図 6.6 が、一般用は図 6.7 の登録編集画面が表示される。
- ④登録編集画面などの入力画面は、画面の制約上、登録試料情報と登録試料情報測定種別の 2 分割で表示される。分割の OPEN,CLOSE は、左端の , ボタンで行う。

⑤上段の登録試料情報では、試料番号を始めとする基本情報の登録を行う。下段の登録試料情報測定種別では、測定種別、指定核種グループ、測定時間、出力データを指定する。必要に応じ解析範囲指定（開始及び終了チャネル）の指定も行える。登録及び編集で利用する項目参照リストは、**F12**キーで表示される。

⑥登録した内容に不備があるとエラーが表示され、訂正要求が返ってくる。また、同じ種類の測定を2回行うなどの重複指定や、採取終了時間が開始時間がより早いなどの論理的条件の不成立時にも、同様のエラーの処置が行われる。

6.4 進捗状況の確認

進捗状況の確認は、実際に個々の依頼試料の状況を常時表示している訳ではなく、依頼した試料の情報がどの画面上に存在しているかにより利用者が判断する方式である。各状況における状態等を次に示す。

①登録受付前

図6.4または図6.5画面において最新登録済データを選択した時に、目的の試料番号が画面に表示された場合は「登録受付前」を意味する。

②登録受付後から測定中

測定結果確認ボタンを選択すると、図6.8の測定結果確認画面が表示される。参照期間を入力し目的の試料番号は表示させた時に、測定結果及びチャネルデータが空白の場合は「登録受付後から測定中」を意味する。

③測定終了

②と同じ方法で測定結果確認画面を表示し、目的の試料番号の測定結果及びチャネルデータにリンクが張られていれば「測定終了」を意味する。1試料で2種類以上の測定を指定した場合は、終了している項目のみにリンクが張られる。なお、測定結果の閲覧有効期間は3カ月である。

6.5 測定結果の閲覧

通常時における排水試料の測定では、結果を早急に欲しいとの要望がある。また、緊急時の場合にも結果を早く欲しいとの要求は同じである。これらの場合には、測定終了後に直ちにFAXによるデータ送付または電話による結果報告という方法で対処してきた。しかし、必ずしも依頼者の居室等にFAXが常備されてはいないことや、電話による応対では間違いが起こる可能性が否定できないなどの問題があった。

そこで、新システムではPDF閲覧ソフトウェアAdobe Reader^{*3}を利用し、測定結果の閲覧を可能とした。ただし、今回は混乱を避けるため、依頼者の所属係に限り閲覧できる方式を採用している。このため、パスワード、職員番号及び係名が合致していないと閲覧できないことになる。各課

^{*3}: Adobe Readerは、Adobe Systems Incorporated(アドビシステムズ社)の商標です。

における係別包括施設は、表 6.2 のようになっている。閲覧は、6.4 節の③に示した方法で測定結果確認画面を表示させて、リンクが張られている測定結果及びチャネルデータを選択すればパソコン上で閲覧が行える。

6.6 配信ファイル

所内ネットワークを利用した解析結果の配信は、第 2 世代システム時代から始まったサービスである。このサービスは、利用者が集中計測システムの指定するコンピュータに直接アクセスすることで、関係施設の配信ファイルを取得できるものである。配信ファイルは、転送方式に FTP を利用し、ファイルのレコード構成は 1 レコード 1 データのアスキiform (テキスト) で、データはカンマ区切りで左詰めで保存される。なお、配信ファイルにおける施設の区分けは、表 6.2 の各課における係別包括施設と同じである。

新システムへの移行に当たり、この配信ファイルをどのように扱うか検討を行った。新システムでは各種データの保存は、全てデータサーバが行っているためシステム上から考えればデータベースを直接利用する方が経済的で、しかもデータ管理上も煩雑にならないなど多くの利点がある。しかし、放射線管理部門の一部では、既に配信ファイルを利用し報告書の作成を行っており、方式変更を行うと利用先ソフトウェアの大幅な改造が必要であることが判明した。

そこで、以上の点を踏まえ検討した結果、配信ファイルは旧形式のままとし、さらに従来の別ファイル二重書き方式も継続して採用することとした。

表 6.1 測定・解析条件の入力項目表

No.	項目	選択 ¹⁾	内 容 概 要
1	依頼者職員番号		測定を依頼する人の職員番号または認証番号
2	施設名／試料名	<input checked="" type="radio"/>	試料を採取した施設名または試料名
3	試料番号		測定依頼日または試料採取日と試料の通番 例：0101（1日の1番目）、3199（31日の99番目）
4	採取点	<input checked="" type="radio"/>	試料の採取地点
5	採取項目	<input checked="" type="radio"/>	試料の採取項目
6	試料材質	<input checked="" type="radio"/>	試料の材質
7	試料種類	<input checked="" type="radio"/>	試料の種類
8	試料直径		試料の直径（試料種類の選択により自動的に入力される）
9	試料高さ		試料の高さ（試料種類の選択により自動的に入力される）
10	捕集効率%		試料の捕集効率（%単位）
11	補正係数%		試料の補正係数（%単位）
12	帳票出力単位	<input checked="" type="radio"/>	放射能濃度の帳票出力単位
13	採取開始時間		試料の採取を開始した年月日時分
14	採取終了時間		試料の採取を終了した年月日時分
15	採取総時間		時間単位の試料の採取時間
16	採取量		試料の採取量
17	採取量単位	<input checked="" type="radio"/>	試料の採取量の単位
18	排出量		試料の排出量
19	排出量単位	<input checked="" type="radio"/>	試料の排出量の単位
20	月報		月報の出力の有無
21	測定種別	<input checked="" type="radio"/>	測定法の指定。複数の指定が可能
22	指定核種 G		指定核種のグループ番号
23	測定時間		秒単位の測定時間。測定種別が複数の場合は、それぞれの測定時間を指定
24	出力データ	<input checked="" type="radio"/>	必要な報告書の指定。無指定でもピーク解析記録（全チャンネル）と放射性試料スペクトル測定解析結果は出力される
25	開始チャンネル		ROI 指定解析・チャンネル指定解析の開始チャンネル
26	終了チャンネル		ROI 指定解析・チャンネル指定解析の終了チャンネル

¹⁾ ○印の場合は、コード番号をリストから選択する。無印の場合は、依頼者が数字を入力する。

表 6.2 各課における係別包括施設の一覧表

所轄課名	所轄係名	施設番号	施設名	施設番号	施設名
施設放射線 管理第 1 課	RI 製造施設 管理係	206 220	RI 製造棟 トリチウムプロセス棟	223 229	核燃料倉庫 高度環境分析研究棟
	研究炉管理係	116 204	使用済燃料貯蔵施設 JRR-3	205 222	JRR-4 JRR-3 実験利用棟第 2 棟
	ホットラボ 管理係	107 201 202	JRR-1 ホットラボ VHTRC	203 221	JRR-2 同位体分離実験室
	研究施設管理係	103 104 112	セラミック特研 冶金特研 タンデム加速器	113 114	放射線標準施設棟 第 4 研究棟
施設放射線 管理第 2 課	燃料試験施設 管理係	105 108	実用燃料試験施設 NSRR	303	バックエンド開発建家
	廃棄物処理 施設管理係	117	環境シミュレーション	227	第 3 廃棄物処理棟
		213	汚染除去施設	228	解体分別保管棟
		215	液体処理施設	233	減容処理棟
		216	圧縮処理施設	301	FCA
		217	第 2 廃棄物処理棟	302	TCA
		218	第 1 廃棄物処理棟	304	FNS
		219	WASTEF		
再処理施設 管理係	NUCEF 管理係	226	NUCEF		
	207	プルトニウム研究 1 棟	231	再処理試験室	
	208	再処理特別研究棟	401	廃液長期貯蔵施設	
	209 230	ウラン濃縮研究棟 プルトニウム研究 2 棟	402	廃液操作貯蔵室	
環境放射線 管理課	環境監視第 1 係	11	MS ろ紙		
	環境監視第 2 係 及び 試料分析係	12	河底土	26	牧草
		13	地下水	27	牛乳
		14	排気ストロンチウム	28	表土
		15	排水ストロンチウム	29	松葉
		16	北地区	30	河川水
		17	Spring 8	31	飲料水
		18	環境トリチウム	32	海水
		19	環境炭素	33	海底土
		21	降下塵	34	カレイ、ヒラメ
		22	雨水	35	シラス
		23	大気塵あい	36	海藻
		24	精米	37	排水濃度
		25	野菜	38	排水口付近土砂
その他		上記 以外			

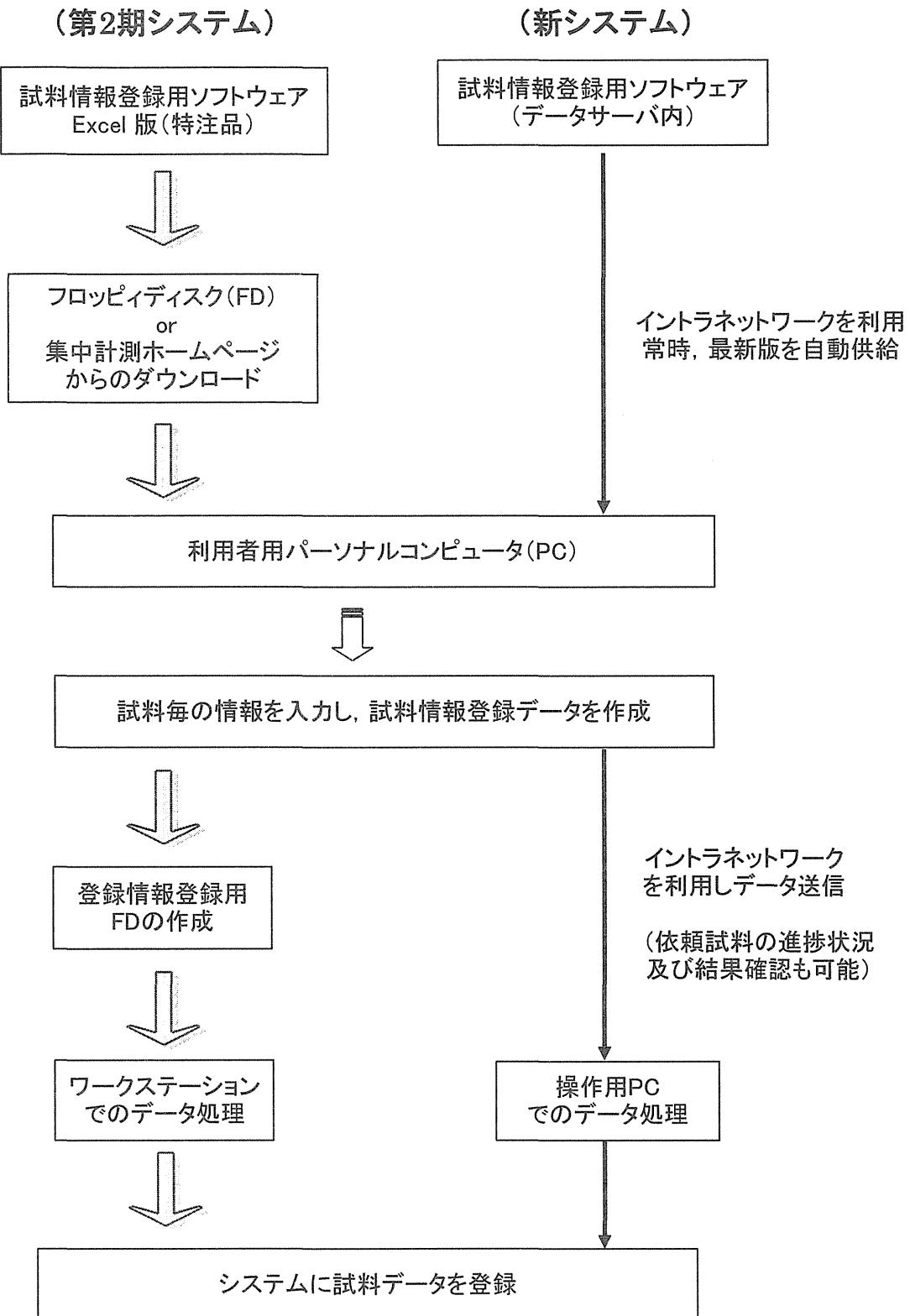


図 6.1 新旧システムにおける試料情報登録方法の流れ

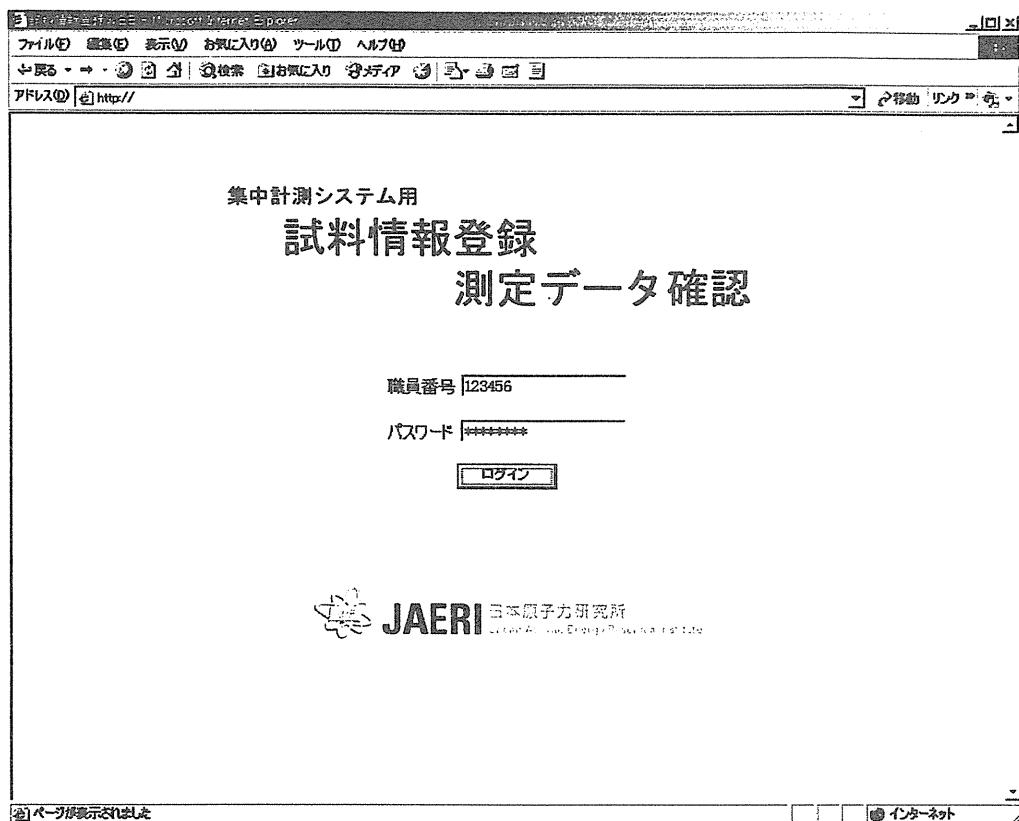


図 6.2 試料情報登録・測定データ確認のログイン画面

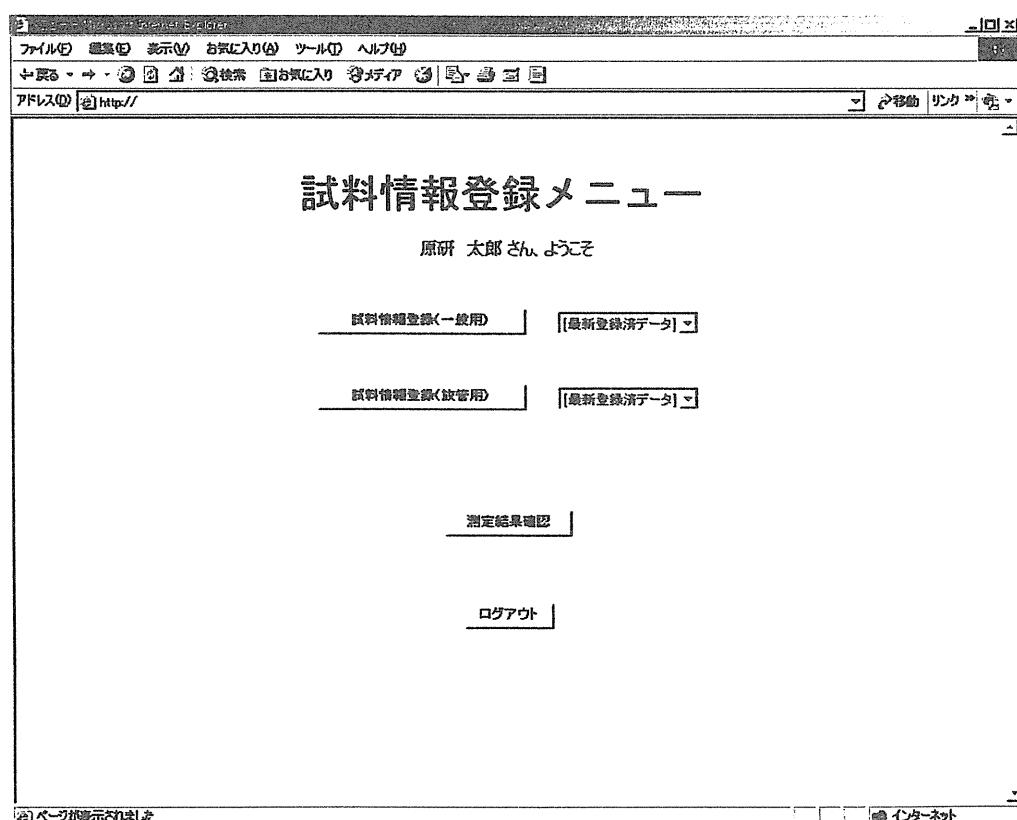


図 6.3 試料情報登録のメニュー画面

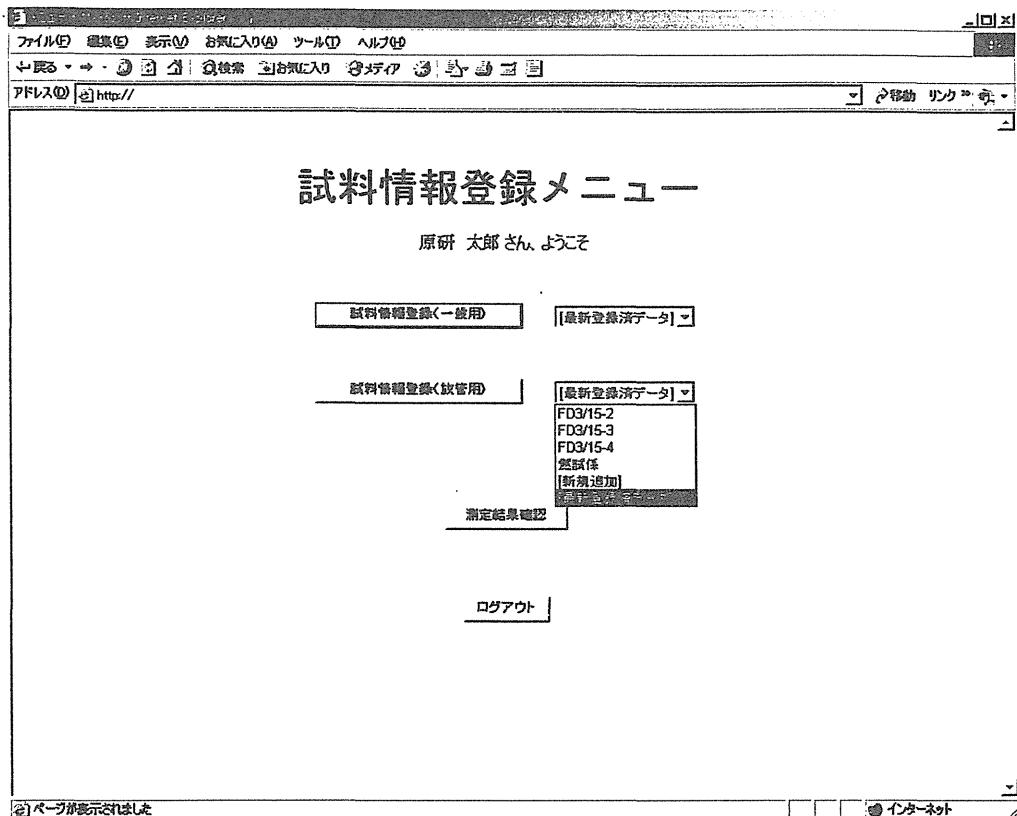


図 6.4 試料情報登録のメニュー画面（放管用選択時）

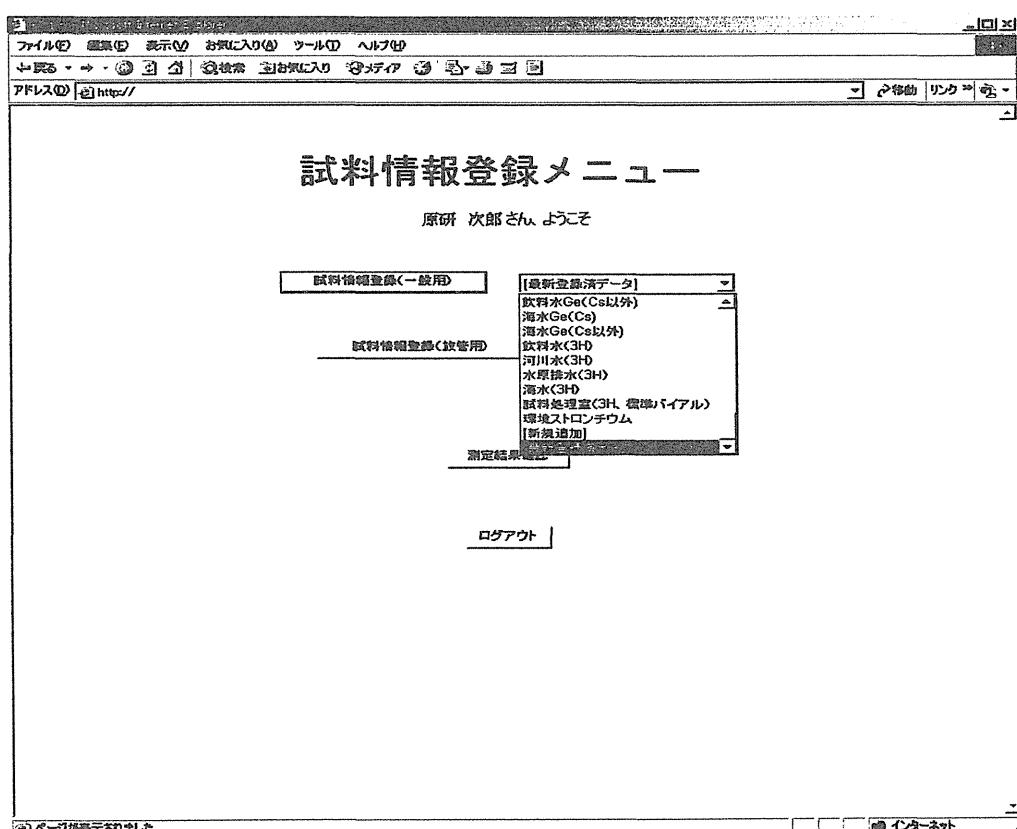


図 6.5 試料情報登録のメニュー画面（一般用選択時）

Microsoft Internet Explorer

ファイル リスト表示 表示(タブ) 気に入り(タブ) ツール ヘルプ

戻る 前へ 後へ 検索 検索結果 お気に入り メディア ハードウェア 国際化

アドレス(タブ) http:// 移動 リンク サポート

燃試係

依頼者職員番号: 123456 試料番号配付

	施設名 / 試料名	試料番号	採取点	採取項目	試料材質	試料量	補正係数	採取開始時間 YYYY/MM/DD hh:mm	採取終了時間 YYYY/MM/DD hh:mm	採取終了時間	月報	
1	108	3101	11	10	0	10	100	2004/05/24 09:00	2004/05/28 17:30	39	☒	
2	108	3102	12	10	0	10	100	2004/05/24 09:00	2004/05/28 17:30	40	☒	
3	108	3103	15	30	0	20	100	2004/05/24 09:00	2004/05/28 17:30	38	☒	
4	108	3104	17	10	0	30	100	2004/05/24 09:00	2004/05/29 17:30	39	☒	
5	303	3105	11	10	0	10	100	2004/04/12 09:00	2004/04/16 17:30	40	☒	
6	105	3106	11	10	0	10	100	2004/04/12 09:30	2004/04/19 09:30	168	☒	
		測定期別	出力データ	出力データ	間違チキヤネル	終了チキヤネル						
		0										
		2										
		5	7	8								
-	105	3107	12	10	0	20	100	100	2004/04/12 09:30	2004/04/19 09:30	168	☒
		測定期別	出力データ	出力データ	間違チキヤネル	終了チキヤネル						
		5	7	8								

レコード追加 試料検査初期データーブル 試料検査初期データーブル終定期別

(?) ページが表示されました

図 6.6 試料情報登録の編集画面（放管用）

定期排水																		
依頼者職員番号: 123456																		
試料番号配付																		
施設名 / 試験機器名	試料番号	採取部 採取部 採取部	採取項目	採取量 採取量 採取量	採取 採取 採取	採取 採取 採取	採取 採取 採取	月報										
																採取開始時間 YYYY/MM/DD hh:mm	採取終了時間 YYYY/MM/DD hh:mm	採取終了時間 採取終了時間 採取終了時間
計	37	2661	16	80	17	10	50	2	100	100	6	2004/03/17 14:00	2004/03/24 14:00	0	2.00e+9	3	0.00e+0	3
	37	2662	20	80	17	10	50	2	100	100	6	2004/03/17 14:00	2004/03/24 14:00	0	2.00e+9	3	0.00e+0	3
	37	2663	36	80	17	10	50	2	100	100	6	2004/03/17 14:00	2004/03/24 14:00	0	2.00e+9	3	0.00e+0	3
			測定範囲 測定範囲 測定範囲	測定値 測定値 測定値	出力データ 出力データ 出力データ	アシタナル アシタナル アシタナル												
			6	46	10000	0												
			2	0	1200	9												
レコード追加 試料番号初期テーブル 試料番号初期テーブル別に登録																		
<input type="button" value="初期値の更新"/> <input type="button" value="キャンセル"/>																		
初期値登録名称: <input type="text"/> 新規初期値登録																		
<input type="button" value="初期値の削除"/> <input type="button" value="測定試料登録"/>																		
<input type="button" value="印刷PDF作成"/>																		
ライブリリース参照: 環境管理用 施設管理用 緊急時用 研究用 全核種用 メニューに戻る																		

図 6.7 試料情報登録の編集画面（一般用）

ファイル(F) 組織(O) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)
 ⇠戻る ⇢ 検索 お気に入り メディア リンク

アドレス(D) [空] http:// [空] リンク

受付済試料一覧

依頼者職員番号: 123456

表示受付日範囲 [2004/06/07~2004/06/21]

2001年6月												2001年6月											
日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土										
1	2	3	4	5			1	2	3	4	5												
6	7	8	9	10	11	12	6	7	8	9	10	11	12										
13	14	15	16	17	18	19	13	14	15	16	17	18	19										
20	21	22	23	24	25	26	20	21	22	23	24	25	26										
27	28	29	30	31			27	28	29	30	31												
30	31	1	2	3	4	5	30	31	1	2	3	4	5										

～

決定

図 6.8 測定結果の画面

7. まとめ

集中計測システムでは、2003年度の新システムへの移行によって第2世代システムで抱えていた問題点の解消が図れた上、各種性能等も大幅に改善できた。また、定常業務への影響を懸念していた移行作業も利用者の協力でスムーズに行われた。これらの点を以下にまとめた。

(1)試料情報登録関連

インターネットを利用したWeb方式を新しく導入したことにより、次の点が改善された。

- ①第2世代システムでは、各種テーブルの条件変更時には、利用者がプログラムを読み込み直す必要があった。しかし、新システムではデータサーバ内の新しい情報を常に発信しており、利用者は特に意識することなく最新の情報を利用できるようになった。
- ②FD等の媒体使用を止めたことでウィルス感染の危険性が回避できた。また、FDの読み取りエラー率の増加の問題点、並びに増加しているFD装置未付属パソコンへの対応もできた。
- ③利用者が直接リアルタイムで進捗状況の確認、測定結果の閲覧が可能となった。

(2)集中計測システム全般

コンピュータシステム及び自動試料交換装置のコントローラを始めとする関連機器を更新したことにより、次の問題点に対応することができた。

- ①コンピュータのメモリ及びハードディスクの容量不足によるパフォーマンス低下の問題が解消された。
- ②自動試料交換装置でのエラー多発の問題が解消された。
- ③将来を見据えた解析における付帯機能の大幅拡充が図られた。なお、付帯機能である測定エネルギー範囲や効率、核種及び指定核種グループの各テーブルは、移行時の整合性を最優先させたために第2世代システム体系で稼働中である。今後、順次整備し運用を開始する予定である。

(3)新システムへの移行作業

新システムへの移行に当たり定常業務に影響せずに円滑に移行させることは、最重要課題の一つであった。なぜなら、定常的に週単位で120個の試料を測定しており停止することによる波及効果が大きいためである。実際に、年一回の変電所の点検に伴う所内全停時及びコンピュータの点検時を除き、運用開始時から基本的には停止をさせていない。このため、数日間の停止期間を必要とする一括移行の方法は、リスクが大きいと判断した。

そこで、移行期間は長くなるが個別の装置単位で移行させていく方式を採用した。移行作業は、利用者の協力によってスムーズに行われ、懸念していた定常業務への影響は生じなかった。

終わりにあたり、新システムは2004年度末に運用を開始してから順調に機能しているが、システムの熟成度は、使用を重ね改善を行うことで高まっていくと考えている。よって、今後も関係各位の協力のもと、新システムがさらに有効なシステムとなることを切に希望するものである。

謝 辞

本更新に当たり、円滑なシステムの運用にご協力を頂いた前環境放射線管理課の山口武憲氏（現在、本部安全管理室）、財団法人放射線計測協会の葛西信行氏、大澤和也氏並びに環境放射線管理課の小古瀬均氏に感謝の意を表します。また、本システムを受注し、ソフトウェア技術のご助言とご協力を頂いたセイコー・イージーアンドジー株式会社の関係諸氏に感謝の意を表します。さらに、本報告書をまとめるに当たり貴重なご意見を頂いた、線量計測技術開発室の山口恭弘氏に感謝の意を表します。

最後に、これまで集中計測システムの信頼性向上に尽力された関係各位に感謝の意を表します。特に、導入時から長年にわたりシステムの確立に尽力された那珂研究所安全管理課の間邊巖氏並びに大洗研究所保安管理室の吉田真氏に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 間邊 巖：保健物理－管理と研究－ No.23, JAERI - M 9654, 63, (1981)
- 2) 間邊 巖：保健物理－管理と研究－ No.35, JAERI - M 93-172, 97-98, (1993)
- 3) 間邊 巖, 吉田 真, 沼宮内弼雄： γ 線スペクトル測定用の遮蔽体と自動試料交換装置, RADIOISOTOPES, Vol.32, 559-562, (1983)
- 4) 吉田 真, 川崎 克也, 間邊 巖：放射線管理測定における校正用線源の表面放出率決定のための 2π 計数システム, RADIOISOTOPES, Vol.41, 316-319, (1992)
- 5) 科学技術庁：ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー（放射能測定法シリーズ7）平成4年版, 科学技術庁, (1992)
- 6) 川崎 克也, 間邊 巖, 他：気泡セメントを用いた密度補正用体積線源, 日本原子力学会「昭和62年秋の大会」(第Ⅱ分冊), 2, (1987)
- 7) 三枝 純, 大石哲也, 川崎 克也, 吉田 真, 澤畠忠広, 本多哲太郎：体積試料に対するGe- γ 線スペクトロメータ効率曲線の評価, 日本原子力学会「2000年春の年会」, 236, (2000)
- 8) Jun SAEGUSA, Tetsuya OISHI, Katsuya KAWASAKI, Michio YOSHIZAWA, Makoto YOSHIDA, Tadahiro SAWAHATA and Tetsutaro HONDA : Determination of Gamma-ray Efficiency Curves for Volume Samples by the Combination of Monte Carlo Simulations and Point Source Calibration, NUCLEAR SCIENCE and TECHNOLOGY, Vol.12, 1075-1081, (2000)
- 9) 三枝 純, 川崎 克也, 三原 明, 吉田 真：体積試料の低エネルギー γ 線に対するGe検出効率曲線の評価, 日本原子力学会「2002年春の年会」, 31, (2002)

- 10) Jun SAEGUSA, Katsuya KAWASAKI, Akira MIHARA, Mitsuo ITO and Makoto YOSHIDA : Determination of detection efficiency curves of HPGe detectors on radioactivity measurement of volume samples, Applied Radiation and Isotopes, 61, 1383-1390, (2004)
- 11) W.W.BOWMAN and K.W.MacMURDo : RADIOACTIVE-DECAY GAMMAS (Ordered by Energy and Nuclide), ATOMIC DATA AND NUCLEAR DATA TABLES 13, 89-292, (1974)
- 12) Dr.Gerhard Erdtmann : The Gamma Rays of the Radionuclides, Germany, Werner Soyka, (1979)
- 13) Richard B. Firestone : Table of Isotopes(Eighth Edition), Canada, John Wiley & Sons, inc, (1996)

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	$m \cdot kg/s^2$
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	$N \cdot m$
工率、放射束	ワット	W	J/s
電気量、電荷	クーロン	C	$A \cdot s$
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	$V \cdot s$
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	
光束度	ルーメン	lm	$cd \cdot sr$
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
線量等量	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

(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、1 eV および 1 u 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。
- E C 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

圧	MPa(=10bar)	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

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

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

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 = 4.18605J (計量法)
	1	0.101972	2.77778×10^{-7}	0.238889	9.47813×10^{-4}	0.737562	6.24150×10^{18}	$= 4.184 \text{ J (熱化学)}$
	9.80665	1	2.72407×10^{-6}	2.34270	9.29487×10^{-3}	7.23301	6.12082×10^{19}	$= 4.1855 \text{ J (15°C)}$
	3.6×10^6	3.67098×10^5	1	8.59999×10^5	3412.13	2.65522×10^6	2.24694×10^{25}	$= 4.1868 \text{ J (国際蒸気表)}$
	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}	$= 75 \text{ kgf} \cdot \text{m/s}$
	1.35582	0.138255	3.76616×10^{-7}	0.323890	1.28506×10^{-3}	1	8.46233×10^{18}	$= 735.499 \text{ W}$
	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)

放射線管理用試料集中計測システムの更新

R100
古紙配合率100%
白色度70%再生紙を使用しています