



MIRION
TECHNOLOGIES



除染とデコミッショニング (廃止措置)

Decontamination &
Decommissioning



顧客の皆様へ

当社は保健物理、環境放射能、核物理、放射光、保障措置、中性子測定、デコミッショニング等の多様な分野において、業務を円滑に進めるために必要不可欠な測定システムを提供してまいりました。

ご要望に応じて、高度な専門知識と豊かな経験に基づく最先端のソリューションを提供するミリオンテクノロジーズ社は、皆様の理想的なパートナーです。当社の幅広いサービス、サポート、トレーニング、校正のネットワークを通じて、原子力関係施設の健全で経済的な運用のサポートができることを確信しております。

会社概要

ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ株式会社は、米国ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ社の100%出資子会社です。2016年、キャンベラジャパン株式会社から社名を変更して新たにスタートいたしました。

当社の使命は、単に優れた測定装置、システム、ソフトウェア、サービスを提供するだけでなく、日本固有の規制に適合した要求を満たすことで、お客様の満足度を向上させることです。

近年は、お客様固有のニーズに沿ったオーダーメイドのソリューションやM&E（測定サービス&専門的技術コンサル）を、世界中の原子力関連施設で培った豊富な実績・経験をもとに、最先端の技術で実現することにも力を入れております。

商号 ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ株式会社
英文名 Mirion Technologies (Canberra) KK
本社 東京都台東区浅草橋4-19-8 浅草橋ビル
設立 平成14年4月1日

皆様とともに挑戦します

D&Dプロジェクトに要求される事項や特性評価は施設毎に異なります

当社のキャラクターゼーショングループは、皆様のD&Dプロジェクトを強力に支援することを目的としています。広範囲な放射線測定器の知識と応用ノウハウを持つ当社の国際的な専門家チームを交え、D&Dプロジェクトのすべての段階における複雑な課題への挑戦を支援し、より良い解決策を提供いたします。

当社は、皆様のD&Dプロジェクトを成功に導くことを目的とし、最新の革新的な測定装置、ツール及び測定方法を開発し、皆様のご期待に沿う、さらにはそれ以上の成果をご提供することを目指しています。また、サイトのクリーンアップの促進、廃棄物の発生量の低減とそのコストの抑制について、皆様の目標の達成をサポートいたします。

そのほか、製品の速やかな納品、特注装置や支援サービス、現地における科学的・技術的な知見の提供など、広範囲なご要求に柔軟に対応いたします。

プロジェクトの範囲にかかわらず皆様のパートナーとして、適切な製品の組み合わせや専門知識を提供します



QRコードから、当社の測定サービスと専門的技術コンサル (Measurement and Expertise) のページをご覧ください (英語)

D&D作業の各段階

運転停止前

原子力施設を運転停止する前にはコストの評価とその原子力施設の放射線測定が実施されます。この時点でD&Dプロジェクト中に展開する適切な作業を計画するための様々なシナリオの最初のモデリングも行われます。ミリオンテクノロジーズ・キャンベラは、これら初期活動のための多種多様な用途向けの高度な測定器、サービスを提供しています。

廃止措置決定

原子力施設の運転停止後は資材や構造物が撤去されるため、運転停止の段階で使用した測定器を使って定量分析を行ない、さらに線量率の高い区域や機器があるために検出できなかった低レベルの汚染のマッピングも行ないます。廃止措置の進行中には汚染ダストが放出される可能性が高くなります。作業者の安全を確保するために空気を継続的にモニタリングする必要があります。

解体

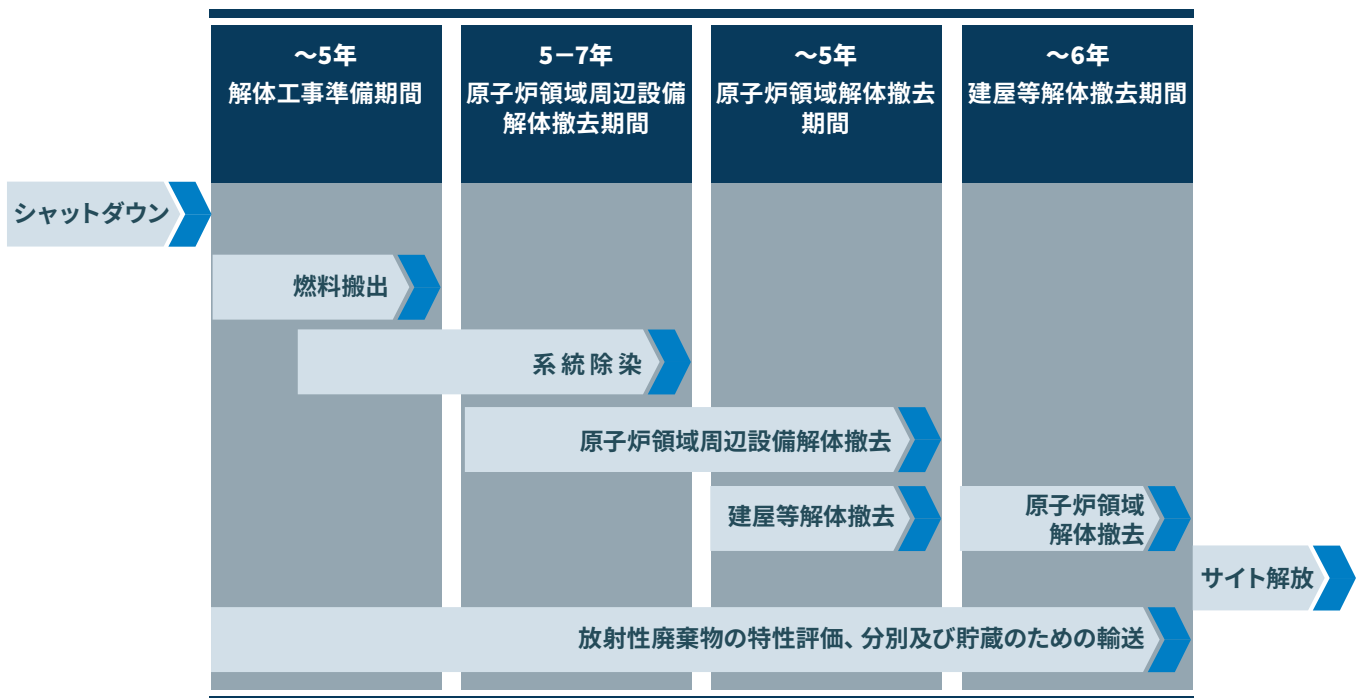
原子力設備と建屋を解体する前には、広範囲のエリア及び壁のマッピングを含め、汚染エリアの正確な評価を徹底的に行なう必要があります。この段階のD&Dでは一般に、現場測定 (in situ)、資材を選別してどの種類の廃棄物処理方法にするかの決定、廃棄物処分場に輸送するための資材の定量分析、一般に搬出できるクリーンな資材であることの検証などいくつかの 카테고リーに細分することができます。

輸送前の廃棄物の分別

廃棄物の梱包、輸送、貯蔵の費用は、廃棄物の特性評価の正確性や採用した測定法と密接に関連してきます。汚染の無い物質と放射性廃棄物を適切に選別することでこうした費用を大幅に削減することができます。

最終検証

原子力施設跡地を一般に利用できるようにする前に最終的な土壌測定を実施して、低レベルの放射性物質も残っていないことを保証しなければなりません。





D&Dソリューションの例

初期の研究開発施設から第一世代の原子力発電所、燃料製造施設、研究炉など、全ての施設における除染と廃止措置は、世界共通の重要な課題です。

1. サイトの特性評価6 ページ

原子力施設の解体に先立ち、全面的なサイトの特性評価を行い、D&Dに必要な費用や想定される危険性を特定します。この時点では、D&Dプロジェクトの間に実施される作業を適切に計画するために、様々なシナリオをまずモデル化することが必要になります。当社は、屋外における大規模エリアサーベイ、水中測定、コンクリート壁面や床面、大規模建築物や構造物の特性評価のための広範囲なツールを提供することが可能です。

2. 作業支援16 ページ

解体作業が行われる期間では、構成機材やその他の対象物の放射能の定量化が必要です。なかでも特定のエリアにおいては、取り壊し作業期間中に、放射能マッピングも必要となります。当社は、廃棄物の輸送に先立ち、廃棄物の特性評価と分類を効率的に実施できる放射線計測装置や手段を提供することが可能です。

3. 環境22 ページ

D&Dでは、全段階において常時モニタリングを行い、放射能や放射線漏れを伴う事象を早期発見、警報発報する必要があります。そのため、連続モニタリングにより、(平時の)バックグラウンド情報を取得し、変化がないかを調査します。もし異常が発生した場合は、事業者は公衆や作業者の保護のために直ちに対応策を講じる必要があります。当社には、リアルタイム測定やサンプル測定に関わる環境モニタリングの専門知識があり、この分野においても実績と経験を生かした適切な測定手法を提供することができます。

4. 作業者の防護23 ページ

D&Dプロジェクトの全期間を通して作業者の健康と安全を確保するため、ALARA原則に基づく十分な事前準備を行うことで、事故を未然に防ぐとともに、コストを抑制します。

5. 測定サービスと専門的技術コンサル(M&E)及び事例紹介26 ページ

当社が経験したD&DとM&Eの実績の具体例と日本における個別事例を示します。



製品とシステム

コンサル M&E
測定サービスと専門的技術

	1				2			3	4
	広範なエリアサーベイ 屋外における	水中測定	床面 コンクリート壁面、	コンポーネント 系統、構造物、	土壌分別	ラボ	廃棄物の特性評価	環境モニタリング	汚染モニタリング
イメージングカメラ		✓	✓	✓					✓
iPIX™携帯型 γ線イメージングシステム	✓		✓	✓					
Mercurad™ 線量モデリングソフトウェア			✓	✓			✓		
TRACS/Aegis™ 可搬型スペクトロスコーピー	✓		✓	✓			✓		
ISOCS™ ガンマ線分析システム (数学的効率校正プログラム)	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
非破壊分析システム & クリアランスモニター				✓	✓		✓		
ラボ用γ線スペクトロ スコーピー			✓			✓			
低バックグラウンド α線/β線計測			✓			✓			
ラボ用α線スペクトロ スコーピー						✓			
可搬型線量率計 & 汚染モニター	✓		✓	✓			✓		✓
個人用汚染モニター									✓
α線、β線、γ線 エアモニター	✓		✓					✓	✓
複雑なシステムへの 専門家による支援	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
測定手法の開発	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
測定手順の策定	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
現場での測定サービス	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
測定システムの操作補助	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
専門家によるデータレビュー	✓	✓	✓	✓	✓				
測定システムの校正サービス	✓	✓	✓	✓	✓				✓

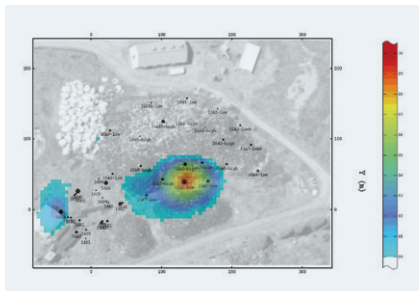


サイト特性評価

屋外における広範囲なエリアサーベイ

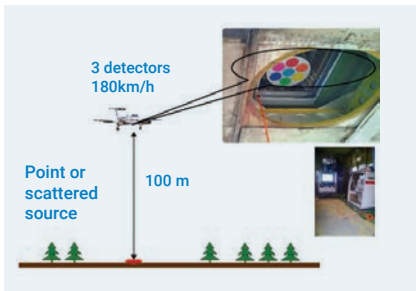
当社は、GPSを使いリアルタイムで広範囲な屋外エリアの放射能マッピングを可能にする技術を開発しました。例えば、専用ケースにHPGeを複数収めてヘリコプターに載せた高効率化測定装置、ISOCsを用いた種々のガンマ線分析システム、移動実験室に配備された可搬型の線量率計などがあります。

^{235}U のマッピング



汚染エリアにおける ^{235}U のマッピング

航空探査



専用のケースに入れたHPGeによる航空機モニタリング

- 相対効率1,300% (Add-Back テクノロジーによる7×100%のHPGeを用いた測定)
- 検出下限: 19 nCi @ 1m (1分測定)

現地における放射線計測



フレキシブルコンテナ等の直接測定 (ISOCsシステムを使用)

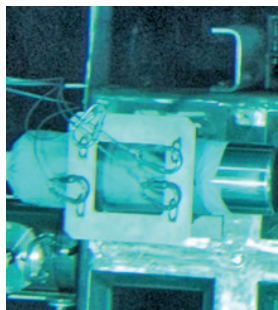
- ISOCsを用いたHPGeによる計測
- クリアランスを目的とした土壤の ^{137}Cs 濃度測定が可能

参考: Rosyth Naval Base、英国

水中における計測

水中における放射線計測技術が提供できます。防水型の電気冷却式HPGe検出器は、池や河川においての精密測定が可能です。また、燃料プールにおいては、当社のSMOPYサービスチームが燃料棒の特性評価を実施することもできます。当社の検出器は、遠隔操作が可能な移動装置 (ROV: Remotely Operated Vehicle) に簡単に取り付けられ、水中での広いエリアのサーベイが実施できます。

線量率マッピング



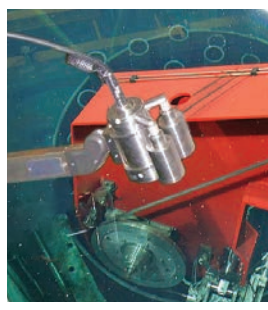
新燃料/使用済み燃料の水中測定。ガンマ線スペクトロスコピーと中性子測定を組合せたSMOPYプローブを使用。

池/河川/掘割/海を対象としたスペクトロスコピー



高純度Geシールドプローブ

- 20%HPGe (UHVクライオスタットとともに金属製容器に封入)
- 検出下限 $<0.47\text{Bq/L}$ (1時間測定)
- 別途、NaI検出器のシールドプローブもあり



耐放射線カメラ

- 切断および廃棄された原子炉構造物を水中でモニタリング



Sr-90ベータ線水中モニタリング (オンライン)

- Argos™モニター (p24参照) に薄膜状のベータ線プラスチックシンチレータを装備。
- 検出下限 30Bq/kg (20分測定)

表面と床面

ガンマ線線量率測定装置と表面汚染モニターを用いて実施します。

表面や床面のアルファ線・ベータ線測定は汚染モニターを使用します。測定下限は、アルファ線に対して0.04 Bq/cm²、ベータ線に対しては0.4 Bq/cm²を測定します。(平均して100 cm²以上の場合。現地における特定の下限値も適用可能)

当社は、スミア測定から可搬型検出器、広い床面の汚染モニターまで様々なサイズの検出器を提供することが可能です。またアルファ線とベータ線(ガンマ線)の完全な弁別が可能です。

製品	仕様	適用例
	SABG-100™プローブ <ul style="list-style-type: none"> 検出放射線: α、β、γ 汚染用 検出面積: 100 cm² 検出器: ホスウィッチ型プラスチック/ ZnS シンチレータ 測定レンジ: 0 - 10,000 c/s 	小さな表面積が対象
	QuickSweep™- グランドモニタ <ul style="list-style-type: none"> 検出放射線: α、β、γ 汚染用 検出面積: 970 cm² 検出器: 2 BetaFibre™ もしくは2 β・γ混成 検出下限: < 0.1Bq/cm² (⁶⁰Co) 	広い壁面/表面積が対象
	FloorSweep-Fibre™ II モニタ <ul style="list-style-type: none"> 検出放射線: βのみ (α/β の識別のオプション可) 検出面積: 1940 cm² 検出器: 4 × BetaFibre 	建屋内外の広い床面の測定、 全計数値と ⁶⁰ Coの放射能を算出
	Easy-Count™ カウンタ <ul style="list-style-type: none"> 検出放射線: CSP™ Colibriサーベイメータと組み合わせたα/βポータブルスミアカウンタ 検出面積: 17 cm² 検出器: シリコンPIPS™ 検出器 測定レンジ: 0 - 10,000 c/s iSOLO™ ポータブルガスレスα/β計測装置 <ul style="list-style-type: none"> 検出放射線: α/β (スワイプ/フィルタ カウンタ) 検出面積: 100 cm² 検出器: PIPSシリコン ガスレス (2000 mm²) 	実験室、現地での試料測定のためのスワイプテスター用

サイト特性評価は次ページに続く

サイト特性評価

ボーリング孔、コンクリート壁

解体工事が始まる前に、 β/γ 汚染が想定される壁面や床面の表面や深さ方向の汚染状況を高精度に評価することが必要です。汚染領域が特定できれば、廃棄物の分別や除染のための計画を立案・評価することができます。

当社は、幅広い製品シリーズとターンキー式のシステムを測定・専門家チームによる支援サービスとともにご提供いたします。これらには、コア採取技法からボーリング孔に挿入するHPGeやCZT検出器、スペクトロスコーピック検出器に斬新なガンマイメージングを連結させる技術を含みます。

HPGeやCZT検出器とISOCSシステムを使えば、非侵襲的（対象物に直接検出器を挿入しない）測定も可能です。測定結果は、当社のソフトウェア（Advanced In-Situ Gamma Spectroscopy Software: AIGS）により処理することができます。

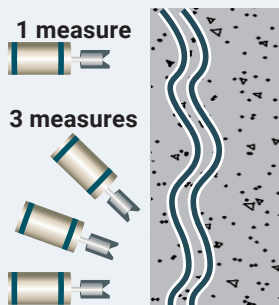
深さ方向のプロファイリングを目的としたスペクトロスコーピー



孔内スペクトロスコーピーによるBq/gの測定

種々の測定技術が適用可能

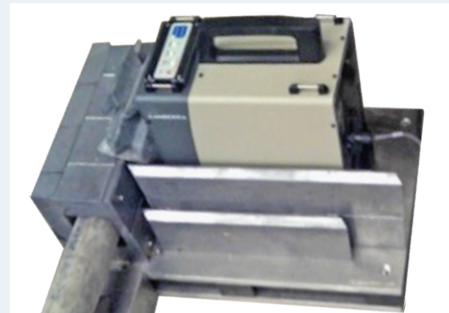
- 高純度20%Geシールドプローブ（UHVクライオスタットとともに電気冷却式機能を持つ金属製容器に封入）
- 孔内（壁面/床面/土壌）の種々の深さにおいて測定が可能



ISOCS HPGeシステムを使った壁内汚染プロファイリング (Bq/cm²) の非侵襲的測定

種々の測定技術が適用可能

- 多数のエネルギーレベルを持つ核種の一点測定 (¹⁵²Eu, ²³⁸U, ²³⁵U, Ra系列, Th系列, ⁶⁰Co)
- 単一エネルギー核種の三点測定
- 深さを変数としたピーク対コンプトン比に基づく補正



可搬型HPGeシステムによるコアボーリング測定

- 可搬型HPGeシステム
- 電気式冷却機能
- コリメーション機能を持つカスタムコアボーリング測定装置
- ISOCSシステムによる形状効率校正



深度タグ付きダストサンプルの現場測定 (TruPro™ Technology)

TruPro™ Technologyは以下のような項目を含みます。

- 硬いコンクリート壁の穴あけ
- 穴あけ中のダストサンプルのバイアルへの吸引
- HPGe (ISOCS) を用いた各々の深度に対応するバイアルの現場測定

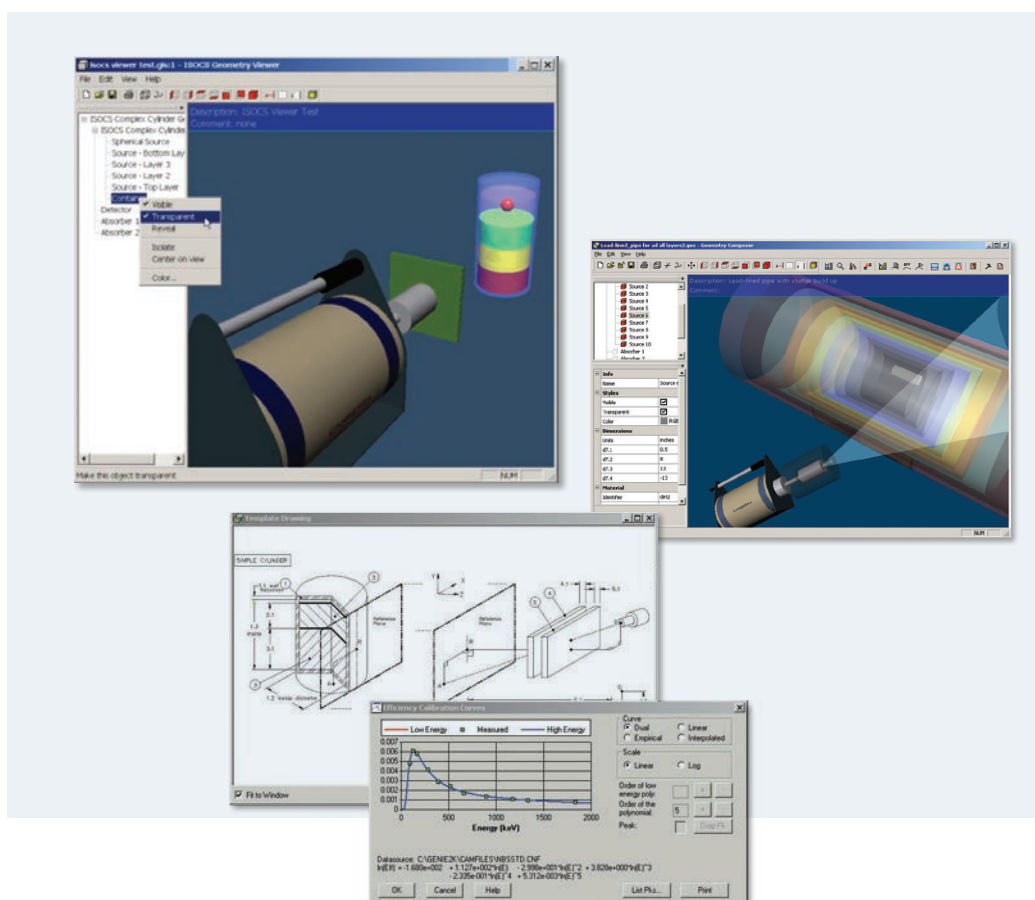
系統、構造物及び機器類

当社には、20年以上に亘り、ISOCS (In-Situ Object Counting System) 効率校正ソフトウェアを使って原子力関連施設で機器類の汚染状況を特性評価してきた実績があります。ISOCSを使うことにより廃棄物あるいは配管・スクラップ・換気システム・形状が不揃いの物などの使用中の機器等の特性評価が可能になります。標準線源による校正が不要なISOCSは、これらの機器類の放射能評価、そして引き続いて行われる廃棄物の貯蔵や処分対策への優れたツールです。

ISOCSは、新世代のガンマ線分析を実現します。ガンマ線効率校正に、標準線源はもう必要ありません。ISOCSは、モンテカルロコード、幾何学テンプレート、物理的サンプルパラメータによって作製された検出器の効率校正の組合せによって、ほぼすべてのサイズや種類のガンマ分析で正確な定性・定量分析を提供します。

ISOCS を導入することで、標準線源の購入、管理、廃棄が不要なためコストダウンを図れるだけではなく、現場での時間も節約できます。従来の測定では、線源の準備や効率測定に時間が掛かっていましたが、ISOCSが効率計算に必要なするのは、わずか数秒だけです。したがって、ジオメトリを明確にし、オフィス内で事前準備や分析を行うといったことも柔軟にできます。現場でシステムをセットアップしサンプリングを行う実時間を短縮できるので、たとえ測定対象のジオメトリが何通りにも異なっても問題はありません。さらに本システムは、Ge検出器だけではなくLaBr3やNaIシンチレータにも対応しています。ISOCSの2つの特徴的要素がこのようなことを可能にしています。

- MCNP™ モンテカルロ計算コードを使用した、個々の検出器に対する、エネルギー毎の空間応答特性の評価
- 平面・長方体・ドラム缶・配管・ビーカーなど、想定されるほぼ全てのサンプルジオメトリに対応する数学的テンプレート



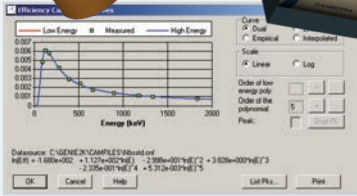
系統、構造物および機器類は次ページにつづく

サイト特性評価


系統、構造物及び機器類

つづき

ISOCS



ISOCSシステムによる効率決定のための
様々なジオメトリテンプレート



フリーリリース（極低レベル放射性廃物のスクリーニング）
のための熱交換器の特性評価
シーブルック原子力発電所、米国

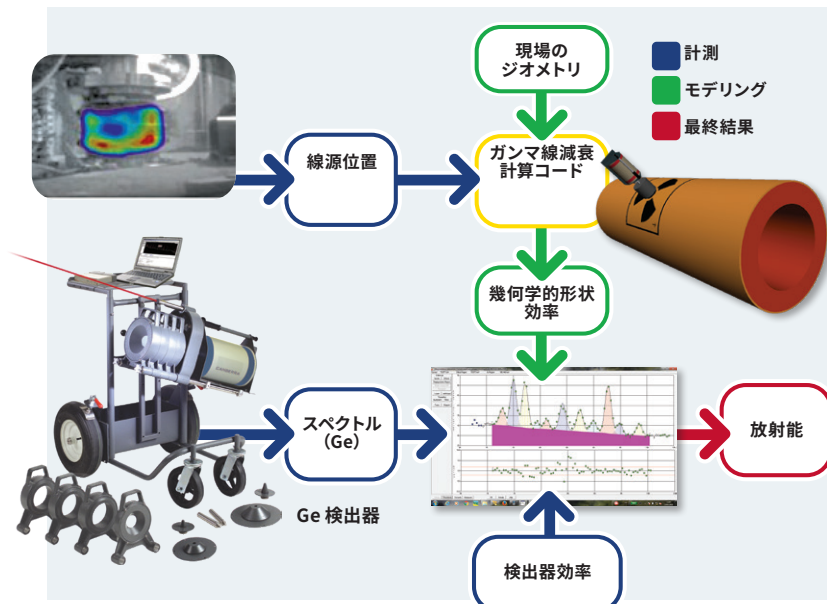
Aegis™ 可搬型HPGeスペクトロメータ



- 高エネルギー分解能
- 屋内外の測定に対応する可搬型（充電式バッテリー）
- 液体窒素不要の電気冷却方式
- 検出器オプション: BE5030, GX4018, GC4018
- オプションのリモート検出器チェンバー（RDC-6）で、ISOXSHLD カートおよび標準的な鉛遮蔽に対応
- ISOCS™ キャラクター化で、形状が複雑な放射性核種の放射能も計測可能

放射能計算の方法

不確かさの評価が可能なプログラム：IUE (ISOCS Uncertainties Estimator and multi-Geometry Calculator) を用いることで、ジオメトリ、材質、形状などの計算モデルに必要なパラメータの感度の検証が可能です。



手順

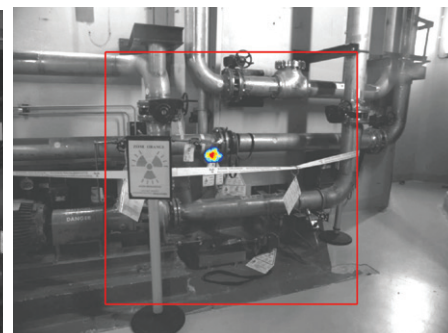
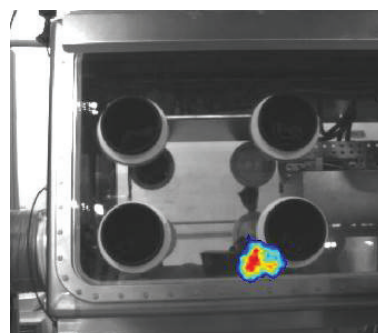
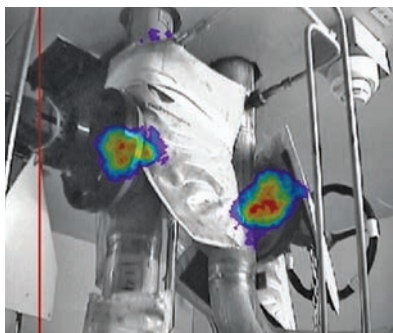
- ホットスポットの位置を確認（ガンマイメージングシステムやGMカウンターを使用）
- スペクトロメータ（HPGe、CZT、NaI、あるいはLaBrなど）によるホットスポットのガンマ線スペクトルを測定
- ISOCSのジオメトリテンプレートを使って対象物の効率校正を実施
- 得られた検出効率とスペクトル分析ソフト（Genie™ 2000）を用いてガンマ線スペクトルを分析し、線源の放射能を推定
- Advanced In-situ Gamma Spectrometry (AIGS)ソフトウェアを用いることで、ISOCSシステムによって得られた放射能値の精度の向上が可能です。

iPIX™携帯型γイメージングシステム

ホットスポットをリアルタイムで表示するため、ISOCSシステムをiPIX™携帯型γイメージングシステムと組み合わせることができます。iPIX™は、離れた場所から低～高レベルの放射線源の位置と同定を迅速に行う、極めて優れたγ線イメージングシステムです。装置は軽量で、現場における設置・運搬が容易です。



- 検出器：CdTe (1 mm厚)
- 検出感度
 - 毎秒70フレームで2nSv/h (^{241}Am 、7-4マスク使用時)
 - 毎秒500フレームで100nSv/h (^{137}Cs 、7-8マスク使用時)
- サイズ (コンパクトデザイン)：90×90×188.5 mm
- 重量 (軽量)：2.5 kg (バッテリー含む)
- 過酷な環境条件にも対応 (IEC規格:IP65準拠、耐振動：10Hz～33Hzにおいて15分間に2G、耐衝撃性：60cm高さからの落下)
- ホットスポットの正確な位置を素早く検出する高い性能
- 背景とガンマ線イメージの重ね合わせ
- 測定レンジ：30 keVから1.2 MeV
- 最大10 Sv/h (^{137}Cs) までの測定における線形性の維持が可能



サイト特性評価

系統、構造物及び機器類

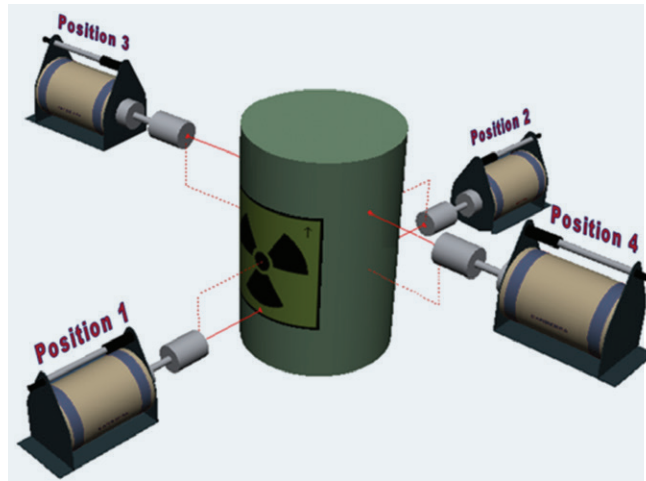
つづき

Advanced ISOCS(AIGS)を使った、専門家による測定精度の向上支援サービス

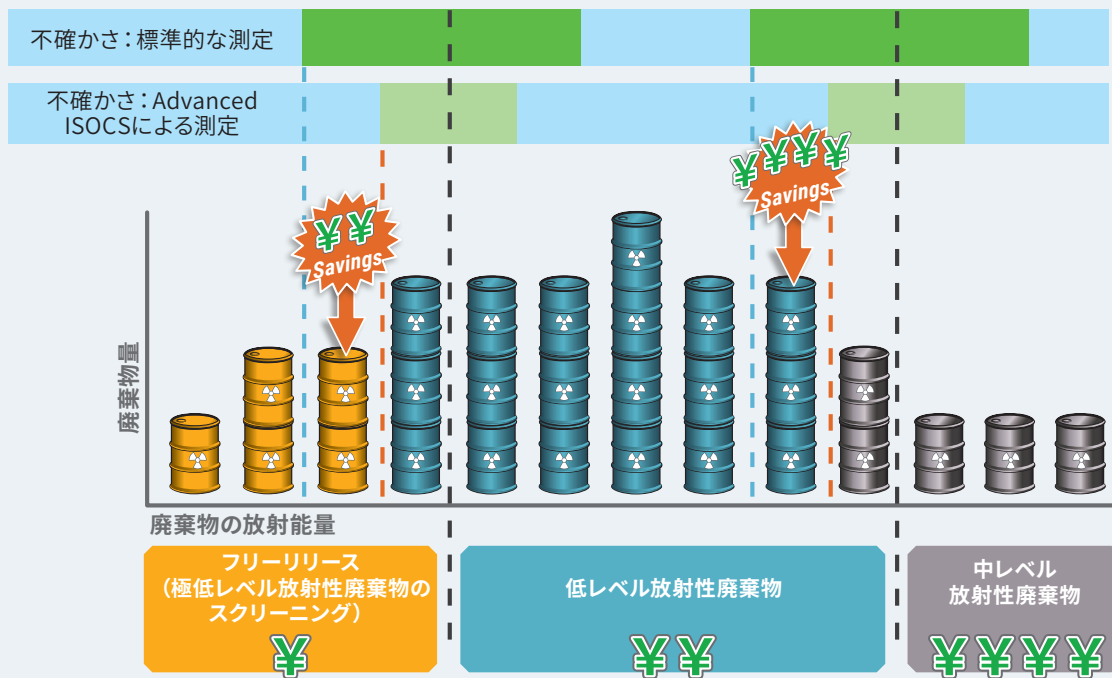
AIGS (Advanced In-situ Gamma Spectrometry) は、ISOCS測定の際の不確かさを低減するために開発されたソフトウェアで、測定データを用いて複雑な形状の効率校正を自動的に実行します。また、標準線源を必要とせず、時間とコストが削減できます。

AIGSは二つの最適化手法を提供いたします：

- BRF(Best Random Fit)は、ユーザーの指定した不確かさの範囲で、ランダムなISOCSジオメトリーを自動的に多数作成します。
- ISOCSモデルがランダムに作成されない場合には、既に実施した最適化ステップの結果を使って、毎回反復的に定義されます。



不確かさを指標とした分別と貯蔵コスト



不確かさが大きくなると、廃棄物の分類や貯蔵費用に直接影響し、規制当局の評価方法にも影響する可能性があります。

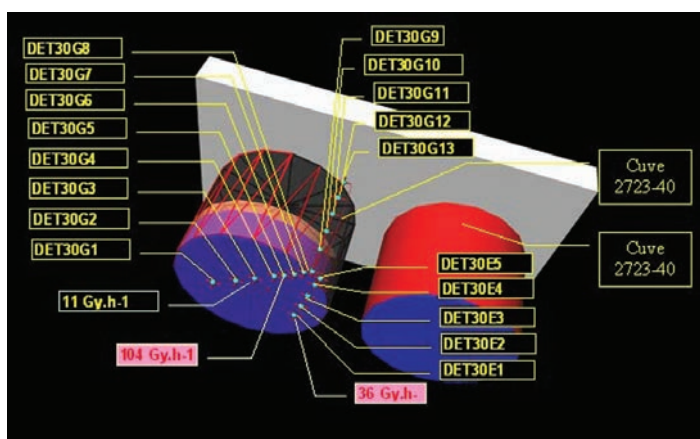
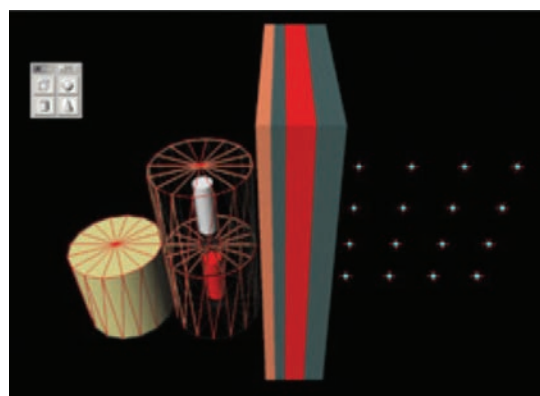
MERCURAD™ *ソフトウェアによる高度なサービス

建屋や作業場所の解体の前に、特性評価が必要です。位置、汚染状況及び残留放射能の放射線学的特性についての知見が不足している場合、検出器の組み合わせや線量率モデルによって費用削減と最適な計画実施を可能にします。

次のような方法が行われます。

- ガンマ線、ベータ線放出核種の同定、比率の確認のための実験室での試料分析
- 薄膜GM管やCZTを用いた線量率測定による試料分析結果の確認
- ガンマ線散乱効果が発生した場合、Mercuradの結果を確認するため、MercuradコードとMCNP™によるモデリングを実施

参考：La Hague UP2-400 Tanks



* MERCURADソフトウェアは、3次元表示の機能を持ち、著名な試験済みのMERCURE計算コードの演算処理エンジンが組み込まれています。原子力施設の解体プロジェクトの複雑な線量率計算の要求を満たし、新しいグラフィックユーザーインターフェイスの使用を拡張する実用的な手法を提供いたします。これにより、非常に複雑な対象を簡単に特徴づけ、表示することが可能です。

サイト特性評価

イメージング

保障措置用分析システム – 耐放射線カメラ

原子力発電、再処理、放射性廃棄物管理及び研究施設のCCTVモニタリングは廃止措置や解体時においてきわめて重要です。

当社の保障措置用分析システムは、放射線に対する高い耐性があり、プラント内に永久的/一時的に設置、またはポータブルでの使用が可能であり、繰り返し厳しい環境にさらされても機能するように設計されています。

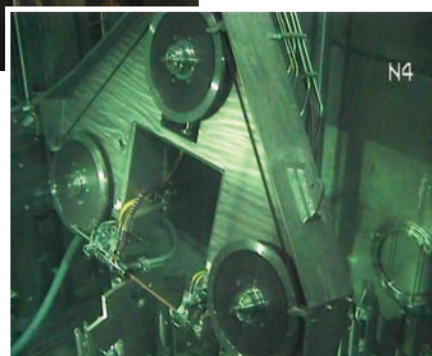
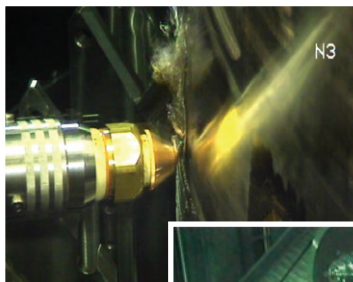
D&Dへの適用

- シャットダウン前のサーベイ
- 燃料取り出しとハンドリング
- 近づけないエリアの映像モニタリング
- D&D活動の現場モニタリング
- 燃料貯蔵プール
- ドラム缶の確認 (マシンビジョン)
- 廃棄物の取り出しとハンドリング
- ロボット技術と遠隔装置
- 溶接と切断
- 腐食評価
- 廃棄物封入とガラス固化
- 保障措置

これらのCCTVカメラはレンズが選択でき、照明器具が付いています。CCTVカメラを使用することで、ガンマ線としての全放射線量として100 Gy - 1MGyの範囲の放射線環境で、種々の査察作業が実施可能です。

D&Dプログラムにおける大規模なプロジェクト経験や最新のCCTV技術に関する深い知識が当社の技術能力の根幹となっており、原子力産業から要求されている厳格な仕様に適合することができます。当社には、卓越した専門的知識を持つシステムデザインエンジニアとCCTVプロジェクトの初期概念の構築から現場での実運用まで、カメラの構成や管理を熟知したプロジェクトマネージャーがいます。

お客様のご要望に応じて、貫通部分やセル/タンクのアクセス経路をとおしてイメージングシステムを取り付けられるように、リパッケージすることができます。



カメラおよびイメージングシステム



高線量率環境での測定

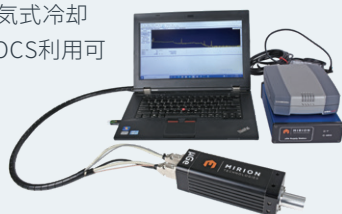
当社は、極限環境下においても使用可能な種々の検出器を提供できます。

高線量率測定におけるガンマスペクトロスコピー技術



電気冷却式超小型HPGe検出器

- 1 cm² HPGe 結晶
- 0.1% の相対効率
- 耐放射線性：ガンマ線に対し10 Gy/h (遮蔽なし)
- 電気式冷却
- ISOCs利用可



CZT In-Situ超小型ガンマ線検出システム

【構成】

- 超小型CZT検出器、プリアンプ、
- 波形整形アンプ、ベースラインレストアラ、MCA、高圧電源内蔵
- ISOCsテンプレート (21種類)

【検出器部分】

- 大容量CdZnTe結晶 (1cm³)
- 超小型・軽量 (25 mm×25 mm×63 mm、60 g)
- 高分解能：
 - 2.5% @ 662 keV (標準モデル)
 - 2.0% @ 662 keV (Plusモデル)
 - <1 mSv/hrの環境下で使用可能
 - USB接続による電源/制御 (消費電力：250 mW未満)

高線量率測定における線量率測定技術



広帯域γプローブ (STTC™、STTC-W™)

- 700 nSv/h - 10 Sv/h
- 検出器：Time-to-Count 技術を持つGMカウンター (検出器の寿命延長が可能)
- 耐水型STTC-Wプローブ (付属：20 mケーブル、水中20mまでの防水仕様)



近日公開

SVHD

超高線量γプローブ (SVHD™)

- 検出器：シリコンPINダイオード
- 2024年4～6月頃リリース予定

オペレーションのサポート

土壌分別とバルク材料の特性評価

D&Dプロジェクトにより、大量の土壌やスラッジが発生します。これを効率的かつ迅速に、フリーリリースできるものと汚染廃棄物に分別することが必要です。当社は、土壌分別装置の設計と実運用により、世界的にも大規模なD&Dサイトにおいて、このような課題に取り組んでいます。

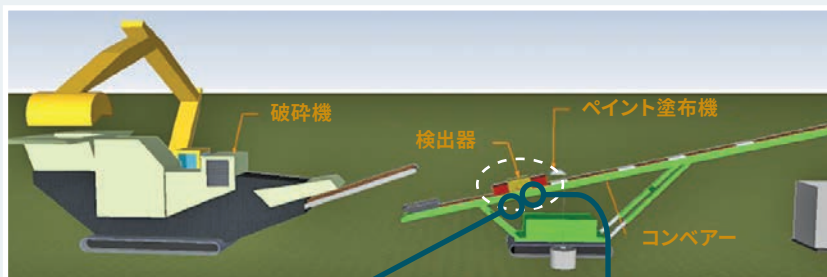
さまざまな機器を用意し、お客様独自のご要望に対応いたします。



参照：TRUCKSCANシステム
(株式会社大林組様と共同開発)、日本



掘削土壌と破碎コンクリートの
核種別スクリーニングと分別



土壌の分別 (La Hague再処理施設、フランス)

研究施設向け

低コストで使いやすいα線・β線・γ線放出核種の計測システムは放射分析ラボでの定量評価に最適です。

研究室や分析室での作業効率を向上させる製品群

アルファアナリスト- Alpha Analyst™ 多入力アルファスペクトロスコピーシステム



Alpha Analystは2チャンネルの測定ユニットを増設することができ、最大12チャンネルを同時に計測可能です。上図は卓上型で電源・真空系が統合されており、外部PCと接続して計測を行います。

TRACS - 可搬型ガンマカウンティングシステム



- >12.7 mm厚 鉄製シールド (試料周囲)
- Osprey® ユニバーサルデジタルMCAチューブベース
- 標準型または温度補償型のシンチレーション検出器 (2x2"および1.5x1.5") に対応
- 500 mlマリネリ容器または11.4 cm 径 x 9.2 cm 高さの角型容器
- 多様な試料に対応するカメラ
- GPS機能 (位置情報を記録)

サンプルチェンジャ付 鉛シールド

高純度ゲルマニウム半導体検出器による自動ガンマ線測定装置



写真はUタイプクライオスタット用です。全体の寸法、試料サイズ、試料搭載数等、ご要望に応じて様々な仕様に対応可能です。詳しくはお問合せください。

特長

- サンプルチェンジャ搭載なので、PC制御にて多数の試料測定が可能
- 分割して運搬することが可能 (各数百kg程度)

仕様

- 鉛厚 : 10cm 以上
- 内張り : 無酸素銅、アクリル
- 重量計 (指示計含む) 付属
- 試料搭載数 : ご相談に応じます
- 試料ホルダー保持方式 : フォーク式、チャック式 (写真はフォーク式)
- 試料送り方式 : ターンテーブル式、チェーン式 (写真はチェーン式)

LabSOCS™ソフトウェア

ISOCSベースのLabSOCSには分析室で用いられるマリネリ容器や小型容器など主要な容器類のテンプレートが用意されています。



オペレーションのサポートは 次のページに続く

オペレーションのサポート

廃棄物特性評価

当社は廃棄物管理分野での非破壊分析(NDA)において多数の実績と技術を有しております。
γ線計測・中性子計測や両者の組み合わせによってバラ積み廃棄物から車両までの評価を行います。加えて、お客様の施設において様々な計測ソリューションを提供いたします。

フリーリリース (極低レベル放射性廃棄物のスクリーニング) (VLLW)

プラスチック・シンチレータを用いたクリアランスモニタ



Cronos™
大容量ガンマ線物品搬出モニタ

- ・ 6基の大型2インチプラスチックシンチレータ搭載
- ・ 片側・両側の扉を用いた運用
- ・ 液晶タッチスクリーン2台 (1台はオプション)
- ・ 計測容量: 42.9~345.5L



CGO/CPO-SMART™ モニター

- ・ 6基の大型2インチプラスチックシンチレータ搭載
- ・ 片側・両側の扉を用いた運用
- ・ 液晶タッチスクリーン2台
- ・ 計測容量: 36~307L
- ・ スペクトル分析、NORM低減が可能



RTM6xx™ シリーズ
大型スクリーニングシステム

- ・ 大型の機器やツール・容器、200Lのドラム缶の計測が可能。
- ・ 大型シンチレータにより全方面(4π)のγ線を測定可能。
- ・ 計測容量: 540~1870L
- ・ コンベヤーによる搬入・搬出
- ・ 局所的な汚染場所の3D評価が可能

高純度ゲルマニウム検出器を用いた核種同定付き極低レベル廃棄物用モニター



CLEA™
クリアランスレベルモニター

- 100Lドラム缶用
- 広エネルギー領域型高純度Ge検出器
- ターンテーブル
- 5 cm厚の鉛遮蔽
- 検出下限: 14.2 m Bq/g (15分測定)



Auto Q2™
低レベル廃棄物自動アッセイシステム

- 210Lドラム缶用
- 核分裂生成物・放射化生成物や超ウラン元素 (TRU) [α線]の核種の定量分析(MGA/MGAU U/Pu マルチグループ解析ソフトウェア)
- 複数の大型同軸高純度Ge検出器や広エネルギー領域型Ge検出器を使用
- 検出下限: ^{239}Pu <1 mg
- 10cm厚の鉛遮蔽
- オプション装備:
 - 自動計量装置
 - 自動アッテネータ
 - 自動コンベアシステム



モジュール式ガンマ線ボックスカウンター

- 小型3 m³コンテナからトラック輸送サイズ (ISOコンテナ) まで
- 複数の大型同軸型高純度Ge検出器 (GC) やブロードエネルギーGe検出器 (BE) を搭載
- 検出下限: 0.01 Bq/g (1 m³コンテナ30分測定)
- 可動式検出器アセンブリ

オペレーションのサポート

廃棄物特性評価

つづき

低／中レベル廃棄物スクリーニング(LLW/ILW)

**現場測定に最適
ISOCS™ベース計測システム**



(詳細・活用例は、9-10, 12, 27, 29-30ページをご覧ください)

NDA 2000™ 非破壊分析(NDA)ソフトウェア



全てのミリオンテクノロジー製中性子カウンターやγ線分析装置は本ソフトウェアにてデータ収集・解析・アーカイブ化を行うことができます。

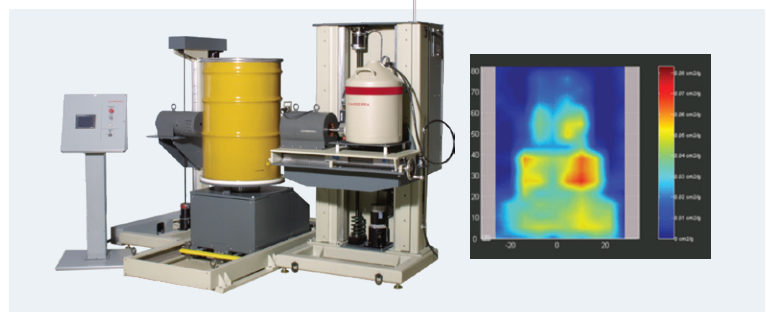
Genie2000をベースとするNDA2000ソフトウェアは複数の検出器を結合した構成や連続する測定においても、完全に統合された中性子・γ線解析を行うことが可能です。

ドラム缶用 ガンマ線非破壊スキャン装置



セグメントガンマスキャンシステム

- 20~320 Lドラム缶用
- 核分裂生成物・放射化生成物の定量や超ウラン核種(MGA/MGAU U/Puマルチグループ解析ソフトウェア)の計測
- コリメータつき高純度Ge検出器
- ターンテーブル



WM2900™シリーズ: トモグラフィック自動ガンマスキャナー(TGS)

- 210Lドラム缶用
- 核分裂生成物・放射化物の定量や超ウラン元素(MGA/MGAU U/Puマルチグループ解析ソフトウェア)計測
- コリメータつき高純度Ge検出器
- ターンテーブル
- 作業中に被測定物の位置を調整するための透過線源用遮蔽や安全シャッター
- 断層撮影や解析機能
- 最小検出感度(MDA):
 - 137Csの場合0.2μCi
 - 239Puの場合0.4g (1時間)

パッシブ中性子同時計測法モニター

核燃料サイクル施設においてミリオンテクノロジーズのスラブカウンター技術はインベントリー管理や廃止措置に用いられています。



WM3400™ パッシブ中性子スラブカウンター

- 200Lドラム缶をパッシブ中性子計測法によるプルトニウム検出(go/no-go判定)用に設計
- 6台の³He検出器を装備
- 可搬型



WM3500™ カーブ型中性子スラブカウンタ

- 大型対象物をパッシブ中性子計測法によるプルトニウム検出(go/no-go判定)用に設計
- 4台の³Heスラブカウンターを装備

複合型ガンマ線計測装置



HENC™ 高効率中性子カウンター

- 最大200Lドラム缶まで対応
- mg単位の精密なプルトニウム定量
- 超ウラン元素廃棄物(TRU)/低レベル廃棄物(LLW)分別可能
- コインシデンス計数/マルチプリシティ計数
- Add-A-Sourceオプションによる母材 (Matrix)補正
- 高純度Ge検出器オプション



IWAS™ 統合型放射性廃棄物アッセイシステム

- 高分解能ガンマ線分析システムを統合
- 中性子パッシブ計測
- 10⁸ n/sのパルス中性子発生器を用いた中性子ダイアウエイ時間差分析法(DDA)
- 200Lのドラム缶から320Lのオーバーパック容器まで対応
- 最小検出量(MDA)は1000 Bq/g(30 nCi/g)以下

環境測定

環境モニタリング

除染・デコミッションング（D&D）サイトにおいては、放射線・放射能漏洩事故に備えて早期に警報を発し分析するための環境モニタリングシステムが必要です。放射性元素使用施設のリアルタイムな汚染評価のためには、風向や風速の影響が大きい環境において放射性物質の漏洩を連続測定することが必要となります。当社のソリューションは複雑なD&Dサイトにおいてワイヤレスセキュア接続を用いることにより様々な環境で使用することが可能です。



iCAM™ 連続アルファ線/ベータ線エアモニタ

- ラドン/トロンバックグラウンドを補正し、リアルタイムで浮遊放射能物質を測定します。
- 検出器：大面積イオン注入式シリコンPIPS検出器、G64半導体検出器（オプション）
- 測定対象：フィルターに蓄積された500kBqを超える混合アルファ・ベータ微粒子強度（G64半導体検出器でガンマ線量率モニタリング可能）
- 測定効率：
 - アルファ検出感度：最高5.7MeVの全てのアルファに対し21~24%
 - ベータ検出感度：³⁶Clまたは⁹⁰Srに対し22~24%、⁶⁰Coに対して15%以上
- 取り外し可能なフィルタ



ABPM 203M型可搬アルファ/ベータ核種粒子モニター

- スタティック/ダイナミックなラドン・トリウム系列核種の影響補正
- 検出放射線：アルファ線、ベータ線、ガンマ線
- 検出器：2基の大面積シリコン検出器
- 標準計測範囲：
 - アルファ線： $10^{-2} \sim 3.7 \times 10^{+6} \text{ Bq/m}^3$
($2.7 \times 10^{-13} \sim 10^{-4} \mu\text{Ci/cc}$)
 - ベータ線： $1 \sim 3.7 \times 10^{+6} \text{ Bq/m}^3$
($2.7 \times 10^{-11} \sim 10^{-4} \mu\text{Ci/cc}$)

放射線防護 / 保健物理計測

個人線量計/体表面汚染モニター

D&Dサイトにおいて作業従事者の健康を保護し、ALARA原則に則った法令順守を維持、本来予防可能であるはずの事故を回避すると同時に事故時に必要な多額の費用を抑制すること。これを実現するためには、積極的かつ包括的な保健安全体制が必要不可欠です。ミリオンテクノロジーズ・キャンペラは作業従事者の健康モニタリングを実施し労働環境が安全であることを担保するための幅広いモニターを提供しております。

線量計



DMC 3000™シリーズ線量計はベータ線・中性子線・ガンマ線を検出できるオプションモジュールを組み合わせることが可能です。

線量・表面汚染用サーベイメータ



Radiagem™ポータブルγサーベイメータとColibriサーベイメータシリーズは、CSP-Smartシリーズプローブと接続可能です。[例：パンケーキ型GM管検出器SABG-15+™ (測定対象：αβγ)やエネルギー補償G-M検出器Tele-STTC™ (γ)]用途に応じたプローブの選択により、γ線量率およびα、β、γ、x、n線による汚染をモニタできます。

ハンドフットα-β汚染モニター



Sirius™-5 α/βハンドフットクロズモニタ

- 両手、両袖口、両足裏のすべてを、一度の操作で正確に測定
- 検出器：プラスチックシンチレータ
- β、α/β、β/γの3タイプ (プラスチックシンチレータ検出器タイプ)
- リーチの長いクロズモニタ (オプション) : β、α/β、α/β/γ
- タッチスクリーンPC
- ガウシアン/ベイズアン統計ベースアルゴリズム



HandFoot-Fibre™ ハンドフットクロズモニタ

- 検出器：8基のシンチレーション式BetaFibre™ または HybridFibre™
- 検出限界：30 Bq/手、45 Bq/足 (⁶⁰Co)
- アルファ線弁別オプション

放射線防護/保健物理計測は次のページに続く

放射線防護 / 保健物理計測

体表面汚染モニタ

つづき

α-β汚染モニター



Argos™-3/-5 α/β体表面汚染モニタ

- β、α/β、β/γの3タイプ
- β、α/βタイプも、オプション (Zeus) の追加でγ線の測定可能
- ガスフリー薄型プラスチックシンチレータ検出器(計18~25基)
- 検出面積: 各579cm²の大面积ガスフリータイプ
- 可動式ヘッド検出器など多数のオプション



TSE-IITM 2段階退域モニター (ガスフリー)

- 検出器: 34基のシンチレーション式BetaFibre検出器
- オプションでGammaFibre検出器やHybridFibre検出器も装備可能
- 表示装置・ユーザーインターフェース: 音声案内付きワイド15インチタッチスクリーン
- 検出限界: 29 Bq(⁶⁰Co, 10秒)

ガンマ線入退域汚染モニタ



GEM™-5 γ線ゲートモニタ

- 大型プラスチックシンチレータ検出器 8基構成 (側面各3基、上面各1基)
- 連続バックグラウンド減算機能
- 感度: ⁶⁰Co / ¹³⁷Cs
 - 830 Bq / 1850Bq (歩行通過モード)
 - 555 Bq / 830Bq (立ち止まりモード4秒)
 - 370 Bq / 370Bq (2段階モード)
- 両側面に、2.5cm (1インチ) 厚鉛シールドを追加可能 (オプション)



FastTrack-Fibre™ γ線ゲートモニタ

PGSおよびPGH

- 高バックグラウンドや変動するバックグラウンド環境下でのガンマ線計測
- 10基の検出器
- 閾値下限は800 Bq

FastTrack-Fibre ゲートモニタ

- 最大14基のGammaFibre検出器を小型の鉄製筐体に格納
- 設定および表示用タッチスクリーン
- 画面表示と音声によるアラーム

ホールボディカウンタ- スペクトル分析を用いた高度な核種モニタリング



FASTSCAN™
ホールボディカウンタ

- 7.6 x 12.7 x 40.6 cmの大型NaI検出器を2基搭載
- 検出限界: 150 Bq (⁶⁰Co, 1分計測)
- 測定時間: 1~2分
- 1時間あたり30~50人の計測が可能
- 10 cm 厚の低バックグラウンドスチール遮蔽



ACCUSCAN™ II
スキャン式高分解能Ge
ホールボディカウンタ

- 検出効率25%の高純度Ge検出器を2基搭載
- Ge検出器によりFASTSCANの結果を詳細に核種分析する事が可能。また、肺の内部被ばくの評価が可能
- 5 cm 厚の鉛遮蔽
- 液体窒素・電気式冷却の両方式が使用可能

移動式測定装置の実例：体表面汚染モニタとホールボディカウンタをトラックに搭載



Argos-3PAB (車内)

トラックに搭載した放射能測定装置:

- Fastscan 2250-LSホールボディカウンタ
- Argos-3PAB 体表面汚染モニター



移動式ホールボディカウンタ車 (鳥取県様)

M&E: 測定サービスと専門的技術コンサル 放射線測定における効率的かつコストパフォーマンスに優れた パートナーシップ

複合施設での専門技術サポート

- ・ 廃棄物管理やD&D戦略を支援する技術的・実現可能性調査
- ・ 非破壊分析(NDA)システム設計
- ・ NDAシステムの更新、要員の訓練

計測手法の開発

- ・ お客様の目的を達成するためのアプローチや手法の明確化

計測手順

- ・ 作業従事者を対象とした、品質保証済み操作手順・資料作成・トレーニングの提供

オンサイトの計測サービスと分析レポート

- ・ 放射線量・ガンマ線イメージングから複合的なガンマ線スペクトロスコーピー・中性子計測までの広範囲なオンサイト計測サービス

システム運用の援助

- ・ 高度専門技術者のサポートや計測のための分析システムの提供によるNDAシステムの運用の改善

専門技術者によるデータの精査

- ・ 高度専門技術者による分析システムの出力のチェック・精査

システム校正

- ・ 認証を含む初期・年間校正



ミリオンテクノロジーズ・キャンベラのM&Eは、世界中の原子力関連施設における豊かな経験と実績を有しております。
日本と各国M&Eチームの英知を集結して達成された実例を以下のページで紹介しています。

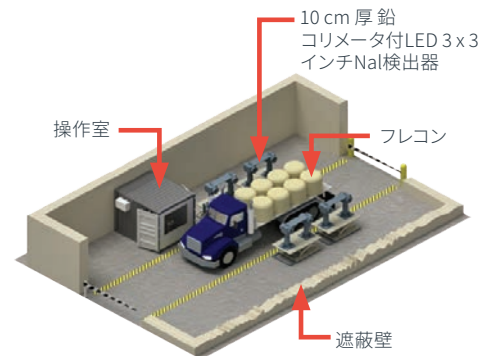
実施例1:

CANBERRA

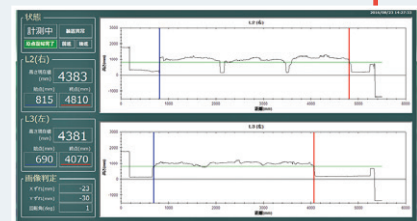
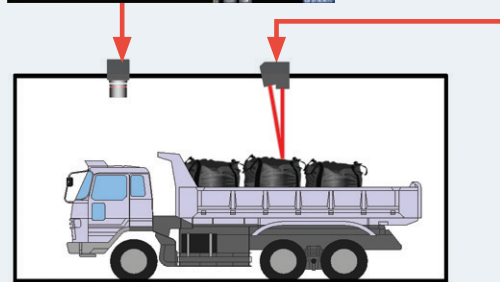
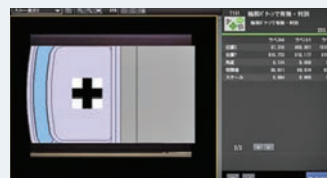
測定と専門知識

TRUCKSCAN™ (トラックスキャン)を使った 荷台上フレコン放射能濃度 複数個同時測定 (株式会社大林組と共同開発)

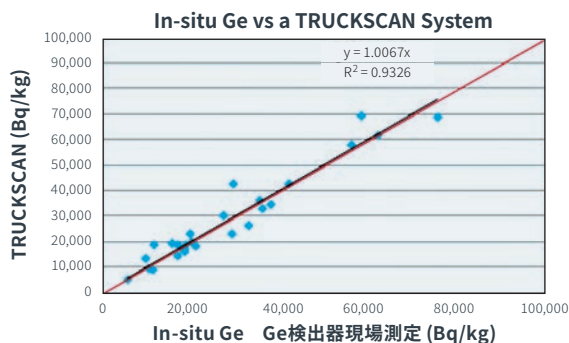
- 温度補償型3×3インチNaI検出器8台 (Osprey® MCA付き)
- SuperISOCSによる測定毎の効率校正 & マックスエントロピー法分析
- 可搬型 (ユニット式)
- 複数のダンプトラック荷台上の大型土のう袋 (以降フレコンという) について、揚重作業することなく、同時・全数・個別に放射能定量
- 測定時間:
 - 10秒以内 (検出限界: 8000Bq/kgの場合)
 - 30秒以内 (検出限界: 3000Bq/kgの場合)
- 利点:
 - 優れた処理量 (最大500トン/時程度)
 - 不確かさ: 約20%以内
 - 低コスト及び低被ばく量
 - > Truckscan: 142 円 / 袋 60 μSv/人 / 月
 - > サーベイメータ: 2,073 円 / 袋 393 μSv/人 / 月



デジタルカメラ



レーザー Scanner: 各トラックがシステムの内側に停止したときフレコン高さをスキャンするためにシステムの上にセットされる。



現場でのゲルマニウム検出器によるサンプル調査とTRUCKSCANによる比較

実施例2:

CANBERRA

測定と専門知識

福島第一原子力発電所の燃料デブリ分析のためのNDAシステム

概要:

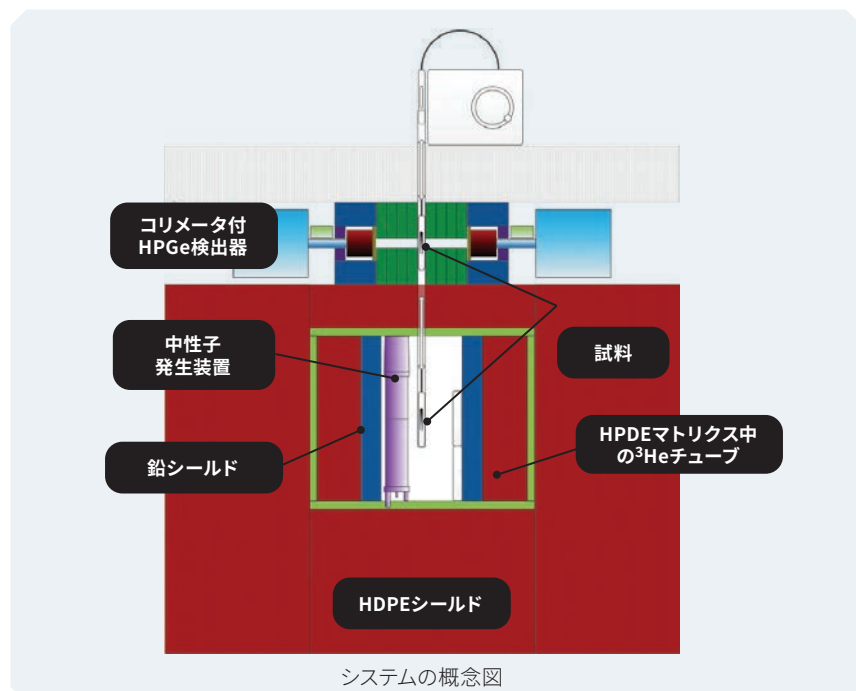
- ・ 福島原発事故以来、福島第一原子力発電所から燃料デブリを取り出すためのプロジェクトが国際廃炉研究開発機構(IRID)によってはじめられました。
- ・ 旧来の燃焼度測定の手法は損傷した燃料には適応できません：試料は様々なタイプの燃料が混合している可能性があります。
- ・ 複数の未知数パラメータがあるため、これらを求めるためには複数回の計測を行う必要があります。
- ・ 高い不均一性があるために分析室でのサンプル検査は全体を代表していない問題点があります。そのため非破壊技法が求められます。
- ・ NDAシステム周辺の放射線量は許容可能な値を超えてはいけません。

手法:

- ・ 当社は炉心溶融物サンプル中の核燃料質量評価のための非破壊分析手法の実現可能性検証を行いました。本手法ではコリメータ付き高純度Ge検出器や中性子計測を用います。中性子計測は、D-Tパルス中性子発生管を用い、減速材(HDPE)内にカドミウムで覆った³He計数管を用いています。
- ・ この調査では3種類の測定手法を評価しました。1つのパッシブ調査と2つのアクティブ調査です。アクティブ調査はパッシブ中性子同期計数法(PNCC)とダイアウェイ時間差分析法(DDA)です。
- ・ NDAシステムの完全なモデリングはMCNP™輸送計算コードを用いて行いました。

結果:

- ・ 検証された従来法および革新的なデータ解析手法を統合し、測定の不確か性を低減させたことを検証しました。
- ・ DDA手法による中性子計測法のための自動的な自己遮蔽評価をおこないました。
- ・ 対象核種の線量および質量について最小検出可能量(MDA)を算出しました。
- ・ 性能・コスト・重量・ALARA原則の観点から設計の最適化を行いました。



大陸を越え 進歩に大きな力を

ミリオン・テクノロジーズは、放射線安全のための革新的な技術とともに、原子炉の建設や運転管理を行う組織、核燃料施設、規制当局、国立研究所（米国DOEなど）、原子力研究所、大学、および世界中のミリタリーや安全保障機関との数十年にわたる協力関係で培われた比類ない専門知識を兼ね備えています。

お客様の貴重な資産を守り、安全で持続可能な未来を確保するために必要なソリューションとサポートを提供いたします。

 本社（米国ジョージア州アトランタ）

 製造拠点

 販売拠点



世界12か国、全従業員数およそ2,800人

国内拠点

ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ株式会社

- 本社
〒111-0053 東京都台東区浅草橋4-19-8 浅草橋ビル
TEL 03-5835-5402 FAX 03-5835-5403
- サービス部（キャラクターゼーション部門）
TEL 03-5835-5404 FAX 03-5835-5403
- 大阪営業所
TEL 06-4806-5662 FAX 06-4806-5663
- 福島支所
TEL 024-597-7517 FAX 024-597-7518
- E-mail：営業部：jp-sales@mirion.com サービス部：jp-support@mirion.com
詳細につきましては、弊社のホームページをご覧ください。 www.mirion.com/japan

アクセス



ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ株式会社
本社およびサービス部（キャラクターゼーション部門）
-JR浅草橋駅 西口より5分
-浅草橋線浅草橋駅 A3出口より10分



Protect What's Next™



MIRION
TECHNOLOGIES

Copyright © 2023 Mirion Technologies, Inc. or its affiliates. All rights reserved. Mirion, the Mirion logo, and other trade names of Mirion products listed herein are registered trademarks or trademarks of Mirion Technologies, Inc. or its affiliates in the United States and other countries. Third party trademarks mentioned are the property of their respective owners.

OPS-5987 - 10/2023

[MIRION.COM/JAPAN](https://www.mirion.com/japan)

