

多様な顧客ニーズに応える 産業用X線検査技術の展開

—産業用X線検査装置を次の世代へ—

Industrial X-ray Inspection Technology for Diverse User Needs
—New Generation of Hitachi Industrial X-ray Inspection Systems

森 光徳

Mori Mitsunori

大石 昌典

Oishi Masanori

館 典之

Tachi Noriyuki

澤柳 宏憲

Sawayanagi Hironori

X線検査装置は、医療分野における診断のほか産業分野で用いられている。しかし、産業用X線検査装置は空港の手荷物検査、電子部品の非破壊検査、実験用X線照射など用途は幅広く、検査対象向けの形状やサイズに適する装置がない場合も少なくない。

株式会社日立パワーソリューションズは、多様な顧客の用途や対象物に合わせ、装置サイズや性能をカスタマイズし、標準品だけでは満たせない検査ニーズに対応することで、効率的かつ高精度な検査を実現している。

1. はじめに

日立の産業用X線画像技術は、医療用X線機器で培った技術の応用により、発展してきた。

現在は、実験用X線照射、空港の手荷物検査、電子部品の非破壊検査、製品に混入した異物検査、鋳造品のひび割れや巣の検査、缶ビールなどの入味量検査など、応用分野は幅広くなっている。これら装置の製造・販売・保守を手がける株式会社日立パワーソリューションズは、装置サイズや性能をカスタマイズし、標準品だけでは満たせない検査ニーズにも柔軟に対応し、効率的・高精度な検査を実現している。

ここでは、日立パワーソリューションズの実験用X線照射装置、X線高速液面検査装置（レベルチェッカー）、およびX線手荷物検査装置について述べる。

2. 実験用X線照射装置

実験用X線照射装置は、マウス、培養細胞、微生物などにX線を照射する実験専用装置であり、高線量・長時間連続照射が可能である。X線条件は150 kV、20 mA定格の大線量タイプ「MBR-1520R-4」と、150 kV、3 mA定格の小線量タイプ「MBR-1503R」に分かれる（図1、表1参照）。

いずれも共通して、以下の特長を持つ。

(1) X線の発生にインバータ方式を採用し、安定したX線

照射が可能である。また、照射線量管理は、線量計とタイマー方式があり、24時間連続照射ができる。

(2) 装置に異常が発生した場合にX線照射を停止させる各種インターロック機構を有している。X線発生装置や冷却器などの異常時や、X線照射中に誤って試料室の扉を開いた場合も、即時にX線を遮断させることが可能である。

(3) ターンテーブル機構により、X線を均一に照射することを可能にしている。X線は発生原理上、照射範囲全体を均一に照射することができないが、ターンテーブル機構



図1 | MBR-1520R-4とMBR-1503Rの外観

MBR-1520R-4（左）およびMBR-1503R（右）の外観を示す。中央はMBR-1520R-4の冷却器である。

表1 | MBR-1520R-4とMBR-1503Rの仕様比較

X線定格、照射線量率などの仕様を比較して示す。

項目	MBR-1520R-4	MBR-1503R
X線定格	150 kV, 20 mA (3,000 VAmx)	150 kV, 3 mA (450 VAmx)
照射線量率	約52 Gy/分	約8 Gy/分
線量計	標準装備	オプション
電源	AC200 V 6 kVA	AC100 V 1 kVA

によって解消した。

(4) X線防護構造により $1 \mu\text{Sv/h}$ 以下を実現し、X線作業主任者の選任は必要なく使用できる。

2.1 MBR-1520R-4

この装置の特長は、線量計を標準搭載し、X線照射量を管理できることである。また、実験中は被照射体周辺のX線量は計測できないので、あらかじめ線量監視位置と被照射体周辺の線量率を登録しておくことによって、線量換算できることから正確な線量管理が可能である(図2参照)。

このほかに、実験の再現性、操作の簡便化を目的としたプリセット機能・履歴機能がある。プリセット機能では管電圧・管電流・照射線量・ターンテーブルの高さなどX線照射条件を登録しておくことで、それぞれを一括設定することができる。また、過去に照射した条件を呼び出す(履歴機能)ことができ、操作の煩雑さの解消と、ヒューマンエラー防止につながっている。

2.2 MBR-1503R

この装置は、普及版の実験用X線照射装置で線量計をオプション化し、X線制御をタイマー方式にしたことで低価格化を実現した。また、消費電力が1 kVA以下と低いため、一般的なアース付き100 V電源で使用可能である(図3参照)。

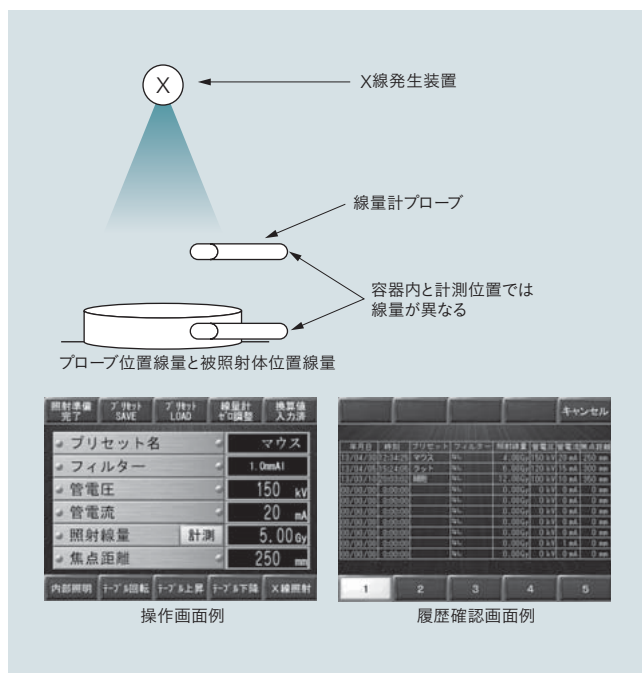


図2 | プローブ位置線量と被照射体位置線量の概要およびMBR-1520R-4の画面例

X線はコーンビーム状に照射される。照射強度は不均一のため被照射体はケージに入れて回転しながらX線照射する。プローブ計測位置は被照射体を受ける線量と異なる。



図3 | MBR-1503Rの試料室内部

ターンテーブル機構により、X線を均一に照射することを可能にした。

3. X線高速液面検査装置(レベルチェッカー)

レベルチェッカーとは、飲料メーカーなどにおいて、連続して充填(じゅうてん)される缶やPET (Polyethylene Terephthalate) ボトル、びん容器を高速コンベヤ上で個々に検査し、充填物(ビール、飲料水など)の入味量不良を選別する装置である(図4参照)。特に、高速搬送ラインでアルミニウム缶のような不透明な容器、または容器ラベルによって液面が確認できない場合はX線検査が有効である。

検出原理は、水平方向からX線を照射し、縦型に配置したラインセンサーによって、X線減弱信号から内容量の液面高さを判別するものである。日立パワーソリューションズのレベルチェッカーは業界シェアトップレベルであり、現在、MLS-35A(高級機)と、MLS-15R3(普及版)の2機種を展開している(図5参照)。それぞれの特徴は以下のとおりである(表2参照)。

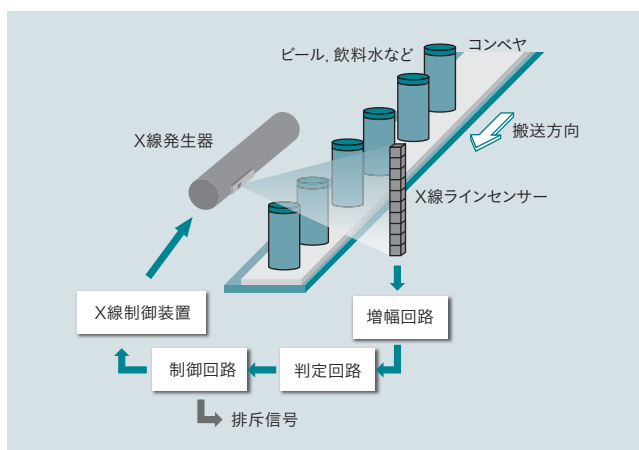


図4 | レベルチェッカーの判定原理の概要

X線減弱信号から内容量の液面高さを判別することができる。



図5 | MLS-35A (左)とMLS-15R3 (右)の外観
コンベヤ速度に適した装置をラインアップをしている。

3.1 MLS-15R3

この装置は、大手飲料メーカーの商品を請け負って生産するパッカー業者向けの検査装置である。低価格で多品種に対応できる装置が望まれ、MLS-15R3は、128種類まで品種登録を可能とした。また、新型X線発生器の採用、X線発生器を支える支柱と制御盤を一体化構造にするなど板金部材の原価低減を行うことにより、検査性能は上位機種MLS-35Aと同等のまま低価格化を実現した。

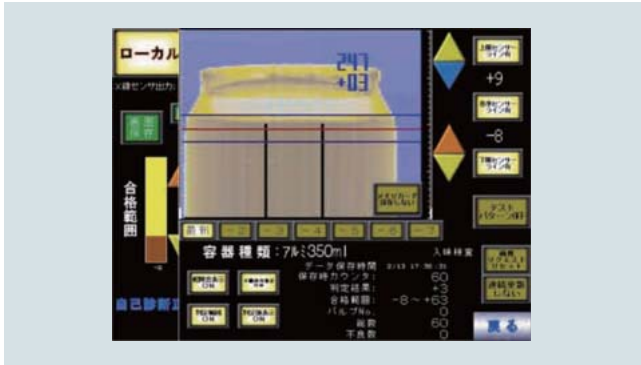


図6 | MLS-35Aの操作画面表示例
MLS-35AはPLC (Programmable Logic Controller) を搭載した汎用性の高い検査装置である。(茶色：内容物あり，白色：内容物なし，赤横線：基準液面高さ，青横線：液面の許容上下高さ，黒縦線：液面検査幅，「247」：X線出力異常監視数値，「+03」：液面判定結果)

表2 | MLS-35AとMLS-15R3の仕様比較
処理能力，静止判定制度などの仕様を比較して示す。

項目	MLS-35A	MLS-15R3
処理能力	2,000 cpm	900 cpm オプション2,000 cpm
静止判定精度	±0.3 mm	±0.3 mm
液面判定幅	約50 mm	約30 mm
品種登録	64種類	128種類
検査画像表示	あり	なし
バルブ管理	あり	なし
フェイルセーフ機能	あり	あり
電源	AC100 V 1.5 kVA	AC200 V 1 kVA

3.2 MLS-35A

この装置は、PLC (Programmable Logic Controller) を搭載した汎用性の高い検査装置で、顧客システムである充填バルブ管理などの上位リンクが可能である。また、X線透視画像を表示でき、オプションですべての検査画像を出力することも可能である (図6参照)。

4. X線手荷物検査装置

X線手荷物検査装置は、手荷物、貨物、郵便物、宅配物などに、危険物や持ち出し禁止品が隠されていないかをX線によって検査する装置である。コントラスト強調や材質識別カラー画像など長年培ってきた画像処理技術によって鮮明な画像が得られる (図7参照)。また、検査画像を自動保存することもできるので入退室管理システムとの連携も可能である。

空港用X線手荷物検査装置の画像技術は、衣服や靴などに混入した針や釘などの異物を検出するための装置として、X線異物検査装置に应用されている。なお、材質識別機能を用いて、被検体の特定部位の材質情報を確認することが可能である。また、高解像度モニタ (UXGA: 1,600×

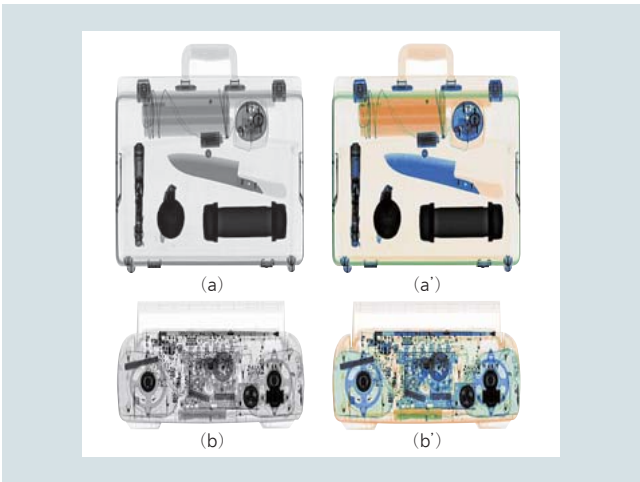


図7 | X線透視画像例
手荷物検査装置で取得したX線透視画像のかばん (a) とラジカセ (b) である。(a'), (b') は材質識別画像で有機物はオレンジ色，鉄は青色から黒色に識別表示される。

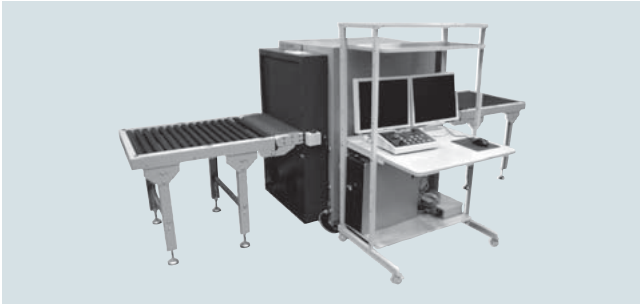


図8 | 手荷物検査装置BIS-X-C6040Aの外観
BIS-X-C6040Aの検査対象物は600 mm (W) ×400 mm (H) 以下である。BIS-X-C7555Aもラインアップしており，検査対象物の大きさに応じて製作することも可能である。

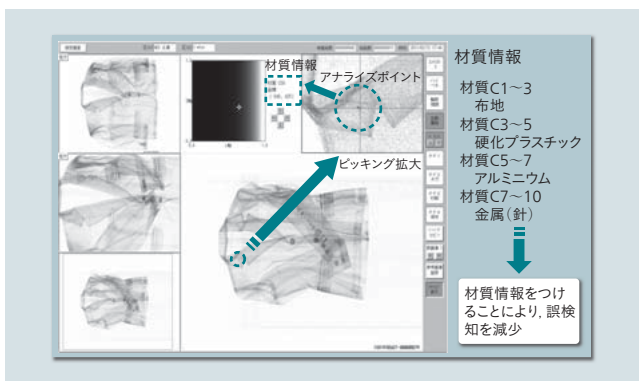


図9 | 異物検査装置の画面（マルチ画面モード）の例

青丸をクリックすると左上にピックアップ拡大され、さらにクリックするとアナライズポイントとして材質情報C1からC10の値が表示される。

表3 | BIS-X-C6040AとMOS-X6040の仕様比較

検査間口、識別能、透過能力などの仕様を比較して示す。

項目	BIS-X-C6040A 手荷物検査用	MOS-X6040 異物検査用
検査間口	幅600×高400 (mm)	幅600×高400 (mm)
識別能	AWG40 (φ0.08 mm)	針先 3 mm
透過能力	鉄板 26 mm	鉄板 26 mm
画像保存	自動 (Raw) / 手動 (JPEG) 保存	自動 (JPEG) / 手動 (JPEG) 保存
画像表示	スクロール	画像切り替え
マルチ画面	なし	あり
材質識別	カラーリング	金属を亦表示 マウスで材質情報取得可
電源	AC100 V 1 kVA	AC100 V 1 kVA

1,200解像度)を用い、異物サンプル画像をサブ画面に登録し、被検体と比較しながら検査するマルチ画面モードも装備可能である(図8, 図9, 表3参照)。

5. サンプルテストの実施

顧客ニーズに最適なソリューションを提供することを目的に、1台で各種X線計測系構築が可能なサンプルテスト機を開発し、顧客から提供されたサンプルでサンプルテスト(無償)を行っている。サンプルテストにおいては顧客に最適なX線計測システムを構築し、X線検査装置を提案している(図10参照)。



図10 | サンプルテスト装置

サンプルテスト装置を備え、無償でサンプルテストを行っている。(サンプルテスト連絡先: 東京営業 03-5577-8100)

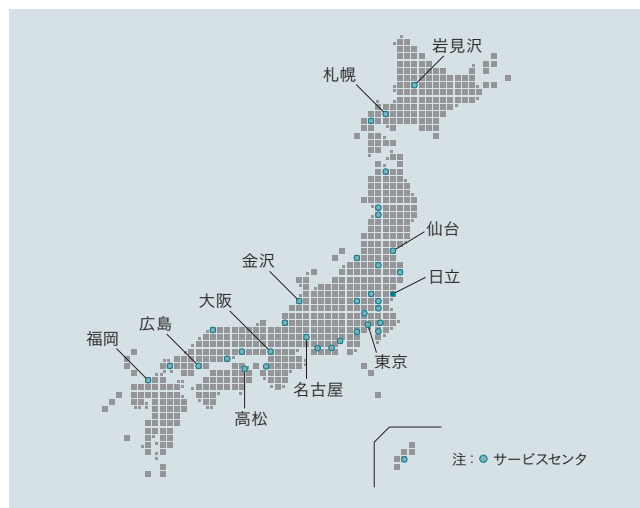


図11 | 全国サービス網

最寄り拠点のサービス員が24時間365日対応する体制を整えている(別途保守契約が必要)。

6. おわりに

ここでは、日立パワーソリューションズの実験用X線照射装置、X線高速液面検査装置(レベルチェッカー)、およびX線手荷物検査装置について述べた。

日立パワーソリューションズでは、提供するすべてのX線装置に対して自社での保守を実施している。全国31か所にサービス拠点を展開し、24時間365日保守体制によってサポートしている(図11参照)。今後も多様な顧客の用途や対象物に合わせ、装置サイズや性能をカスタマイズし、標準品だけでは満たせない検査ニーズに対応する。

執筆者紹介



森 光徳

1986年株式会社日立メディコ入社、株式会社日立パワーソリューションズ システム開発 X線センタ 所属
現在、産業用X線検査装置の設計・開発のとりまとめに従事



大石 昌典

1999年株式会社日立エンジニアリングサービス入社、株式会社日立パワーソリューションズ システム開発 X線センタ 所属
現在、手荷物検査装置/異物検査装置の画像処理アプリケーションの設計・開発に従事



館 典之

2003年日立製作所入社、株式会社日立パワーソリューションズ システム開発 X線センタ 所属
現在、液面検査装置の電気設計・開発に従事



澤柳 宏憲

2008年株式会社日立エンジニアリングサービス入社、株式会社日立パワーソリューションズ システム開発 X線センタ 所属
現在、X線照射装置および異物検査装置の電気設計・開発に従事