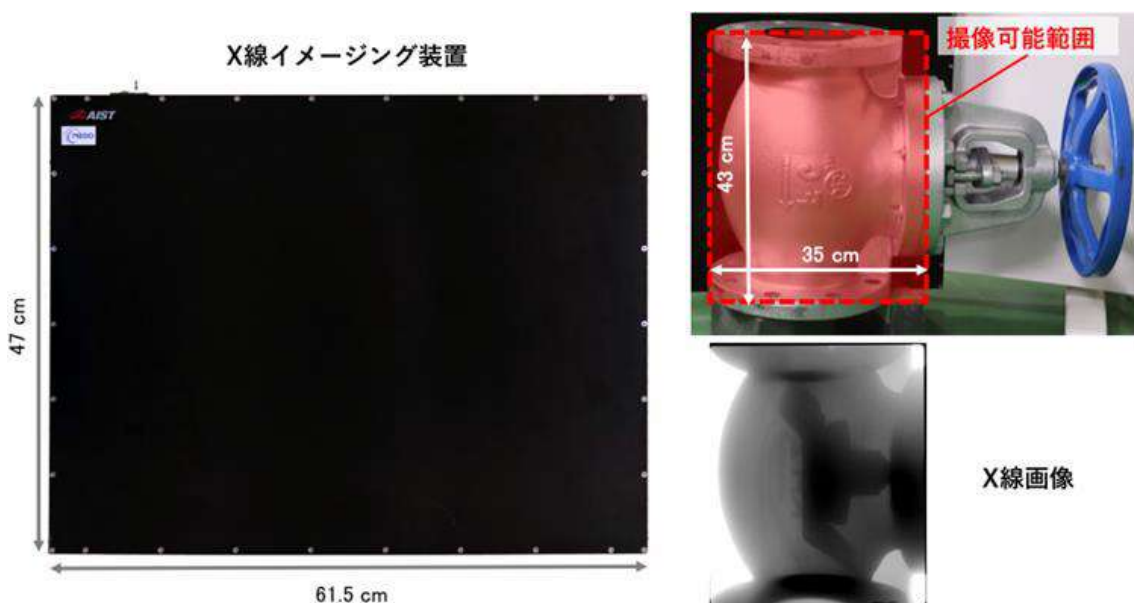


インフラ検査用の大面積・高感度デジタルX線イメージング装置を開発

国立研究開発法人 産業技術総合研究所（以下「産総研」という）は、インフラ構造物を効率的に検査できるデジタルX線イメージング装置を開発した。

今回、これまで産総研で開発していたデジタルX線イメージング装置を大面積化・高精細化して有感エリア 43 cm×35 cm（800 万画素）の、バッテリーで駆動できるデジタルX線イメージング装置を開発した。バッテリー駆動の小型X線源と組み合わせて、鉄 10 cm 厚までの構造物を、その場で非破壊検査できるようになった。また、デジタル画像をリアルタイムで取得・確認できるため、規模が大きい産業インフラの効率的な検査に有効である。開発した技術は、インフラ構造物の老朽化による事故を低減し、安心安全な社会の実現への貢献が期待される。



開発したX線イメージング装置（左）を用いて撮影したX線画像（右下）、撮像範囲（右上）

日本国内には、高度経済成長期以降に建設された膨大な社会インフラや産業インフラがあり、それらを今後も安全に有効活用するにはインフラ構造物の効率的な点検が必要とされている。特に、プラントの配管系に代表されるインフラは、鉄厚数 cm から 10 cm 程度の構造物で構成されていることが多く、それらの構造物を効率的に非破壊で検査する技術が必要とされている。

今回開発したデジタル X 線イメージング装置とこれまでの開発品の外観を図 1 上に示す。これらのデジタル X 線イメージング装置は、主に X 線を検出するフラットパネル部（有感エリア）、フラットパネル部を制御するゲート制御部、デジタル回路部で構成されている。X 線イメージング装置の大面积化と高感度化・高精細化を両立させるために、フラットパネル部には素子からの電流リークが少ない高性能 TFT を用い、さらにデジタル回路部とゲート制御部をフラットパネル部から分離して、配線レイアウトを最適化することで低ノイズ化を実現した（図 1 下）。

これにより、180 秒以上の露光が可能になり、従来のイメージング装置では画像化できない微弱な X 線でも、長時間露光によってデジタル X 線画像を取得し、画像診断できるようになった。また、有感エリアを 43 cm×35 cm に大面积化するとともに、画素サイズを 139 μm （800 万画素）に微細化したことで、解像度が向上してより精細な X 線画像が得られる。さらに、フラットパネル部とその他の回路部分などを分離させたため、X 線の有感エリア以外の部分を鉛などで保護することで高い放射線耐性を付与でき、200 keV の高エネルギー X 線に対応している。開発したイメージング装置は、X 線照射後すぐにコンピューター上でデジタル X 線画像を閲覧でき、消費電力は 15 W 以下でバッテリーでも駆動できる。このイメージング装置と小型 X 線源を組み合わせると、鉄厚 10 cm までの X 線透過撮影が可能となる。



図1 2017年に開発したX線イメージング装置（左）と今回開発したX線イメージング装置（右）の外観（上）とフラットパネル部の比較（下）

表1 2017年に開発したX線イメージング装置と今回開発したX線イメージング装置の性能比較

	2017年の開発品	今回開発したX線イメージング装置
サービス	52 cm \times 41 cm \times 4 cm、3.5 kg	61.5 cm \times 47 cm \times 3 cm、8.7 kg

画素サイズ、画素数 200 μm 、200 万画素 139 μm 、800 万画素
有感エリア 31 cm \times 25 cm 43 cm \times 35 cm
露光可能時間 60 秒 180 秒以上

今回開発した X 線イメージング装置と、NEDO プロジェクトで開発したロボット搭載用の 200 kV バッテリー駆動小型 X 線源を用いて、化学プラントなどで多用される鉄製鋳造大型バルブの X 線撮像試験を行った (図 2)。その結果、これまでの開発品よりも有感エリアが拡大したことで、大型バルブ全体を一度に撮影できるようになった (図 3)。

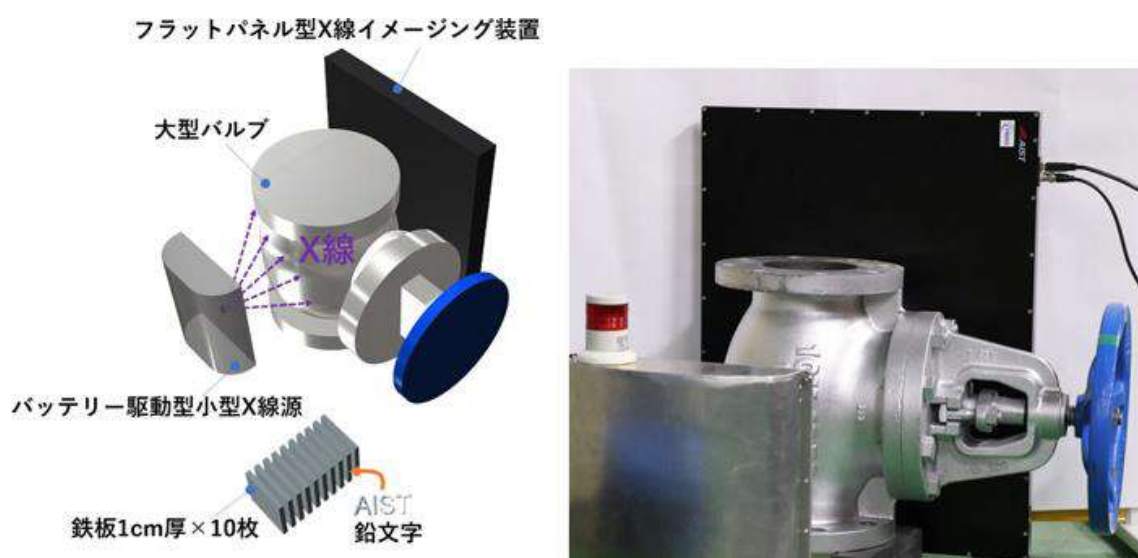


図 2 今回開発した装置での実験評価の模式図 (左) と実際の X 線撮像試験の様子 (右)

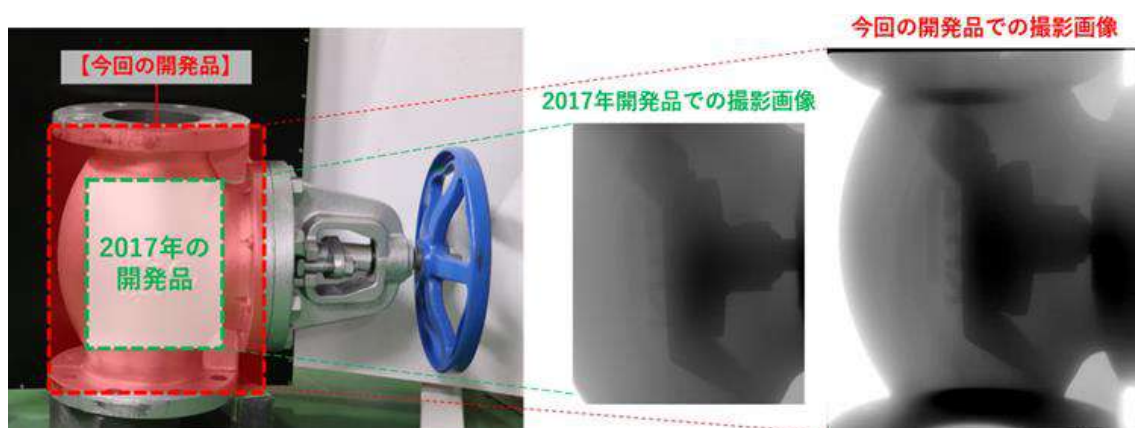


図 3 大型バルブの X 線画像撮像例と有感エリアの比較

また、以前の開発品と比較して感度と長時間積分時の特性も向上しており、こ

のイメージング装置と X 線源との間に 1 cm 厚の鋼板を複数枚置き、鋼板の間に鉛文字を挟み込んで X 線撮像試験を行ったところ、1 ショットの X 線照射で、8 cm の鋼板を透過して鉛文字の画像が得られた。さらに長時間露光により、X 線を複数回照射して 10 cm 厚の鋼板を透過した画像が取得できた (図 4)。今回開発したイメージング装置は、これまでの開発品と比べて解像度も向上し、線幅 200 μ m のパターンを識別できる (図 5)。これは、200 μ m 程度の微小な欠陥を検知できることを示している。

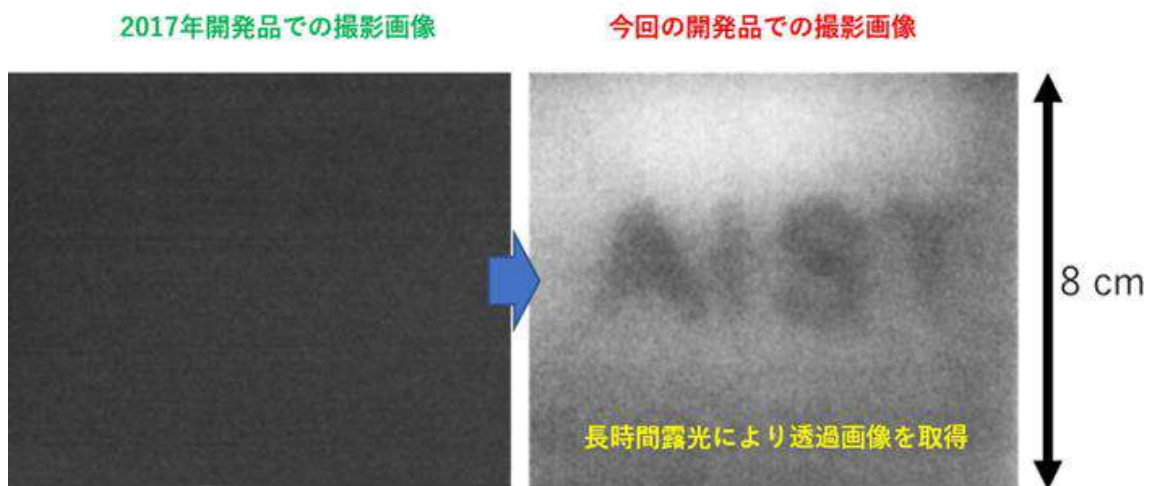


図 4 鉄 10 cm 厚を通して撮影した鉛文字イメージングの比較画像

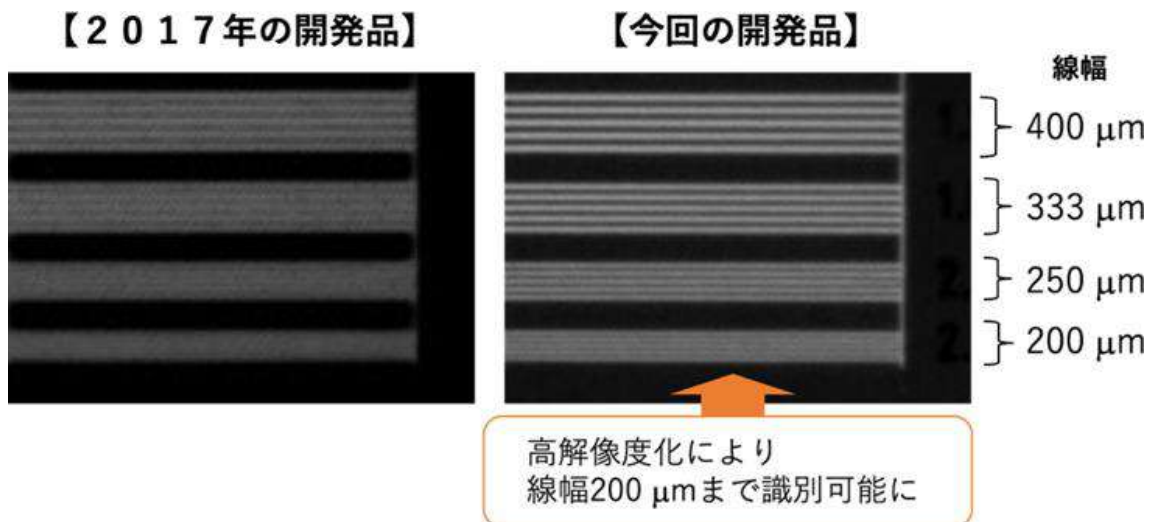


図 5 解像度評価試験片の比較画像

2017 年の開発品 (画素ピッチ 200 μ m) (左) と、今回の開発品 (画素ピッチ 139 μ m) (右)

今回開発したデジタル X 線イメージング装置は、これまでの開発品と比較して、

有感エリアの面積が約2倍となり、一度に広範囲を検査できるため、大型バルブやプラントの配管など、厚みのある金属部材の欠陥箇所を効率的に、高い分解能で検知できる。また、鉄10 cm厚相当の構造物のX線検査画像をその場でリアルタイムに取得できるようになり、従来のX線フィルムやイメージングプレートに比べて、検査時間は1/10以下まで短縮できる。さらに、検査に必要なX線量を大幅に低減できるため、小型X線源との組み合わせで、漏洩するX線量も1/100以下に抑えられる。(日文发布全文

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2019/pr20190422_2/pr20190422_2.html)

文 JST 客观日本编辑部