

宇宙線ミュオンによる非破壊検査 (ミュオンで見る大型構造物の透過像)

Key Words

Non destructive inspection, Cosmic-ray muons, Radiography

概要

地上に絶えず降り注ぐ宇宙線ミュオンは、高い透過力を持ち大型構造物の非破壊検査への応用が従来から試みられています。我々は最新の検出技術を用いて、小型高精細化を試み複雑な発電用原子炉の透過像取得に成功しました。

大型構造物を宇宙線ミュオンで見る

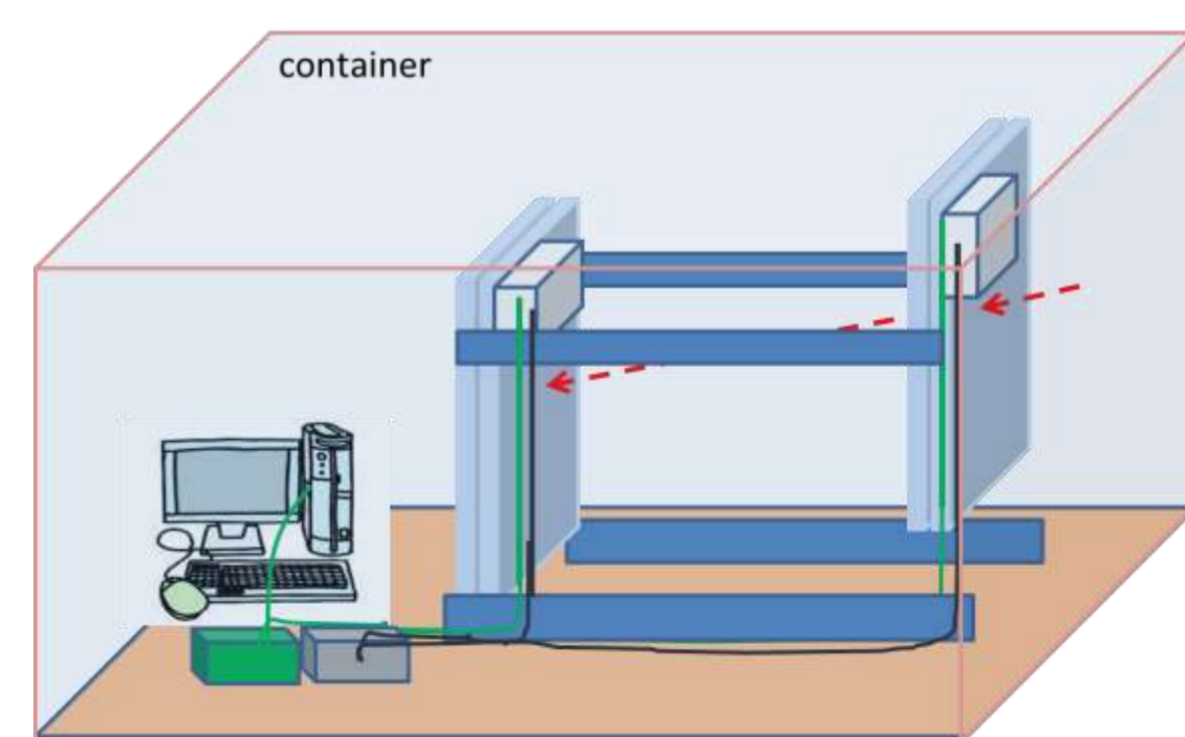
宇宙線ミュオンは透過力が高く、従来よりピラミッド、火山、溶鉱炉などの非破壊検査が行われてきました。この透過力を利用して原子炉、橋梁、トンネル、高速道路などの非破壊検査への適用の可能性が検討されています。

宇宙線ミュオンによる透過像

宇宙線ミュオンは高い透過力を持っていますが、密度の大きな大量の物質があると、一部はその物質によりエネルギーを失って消滅したり、散乱されたりして、影を作ります。X線写真と同じ原理ですが、宇宙線の飛来頻度は限られていますので、解像度と測定時間の兼ね合いが重要になります。



移動のため、トラックに積み込まれた宇宙線ミュオン検出システム(市販の物置を改造して検出器を設置)。

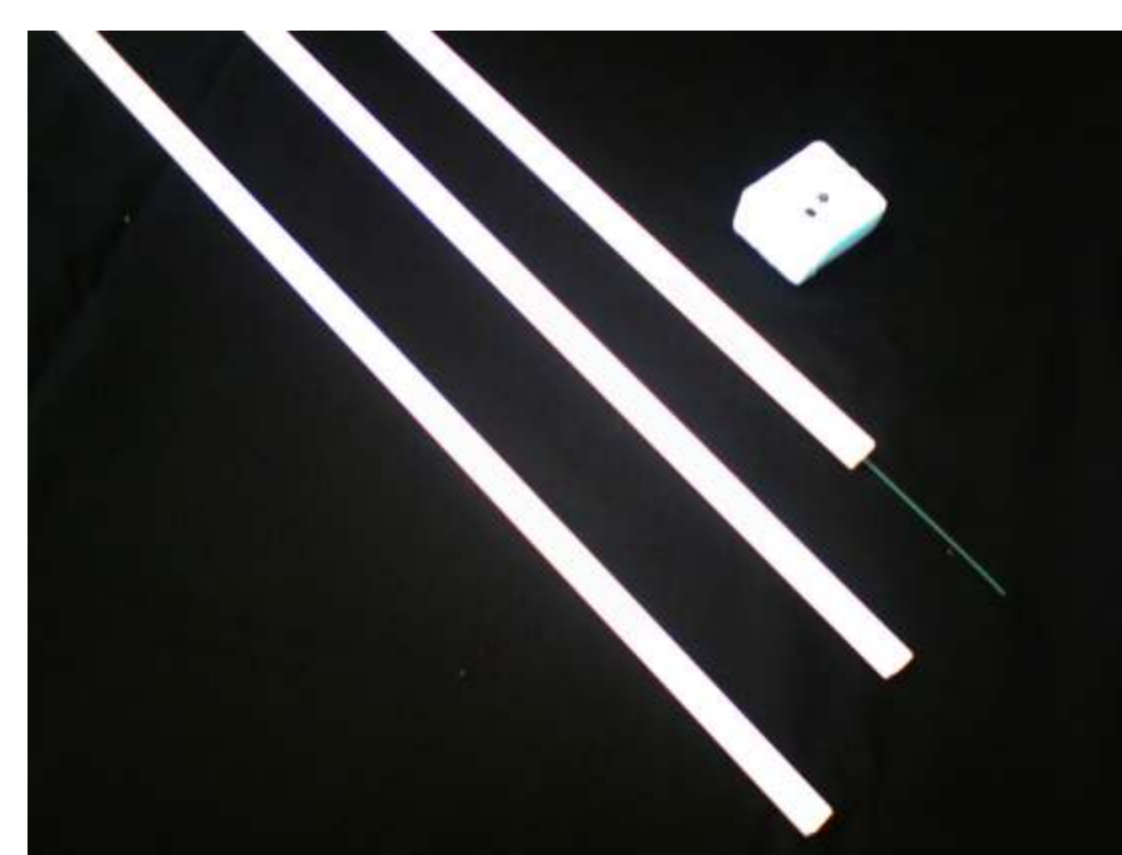


コンテナ内部には面状の位置検出器が2台あり、位置の差からミュオンの飛来方向を決定する。

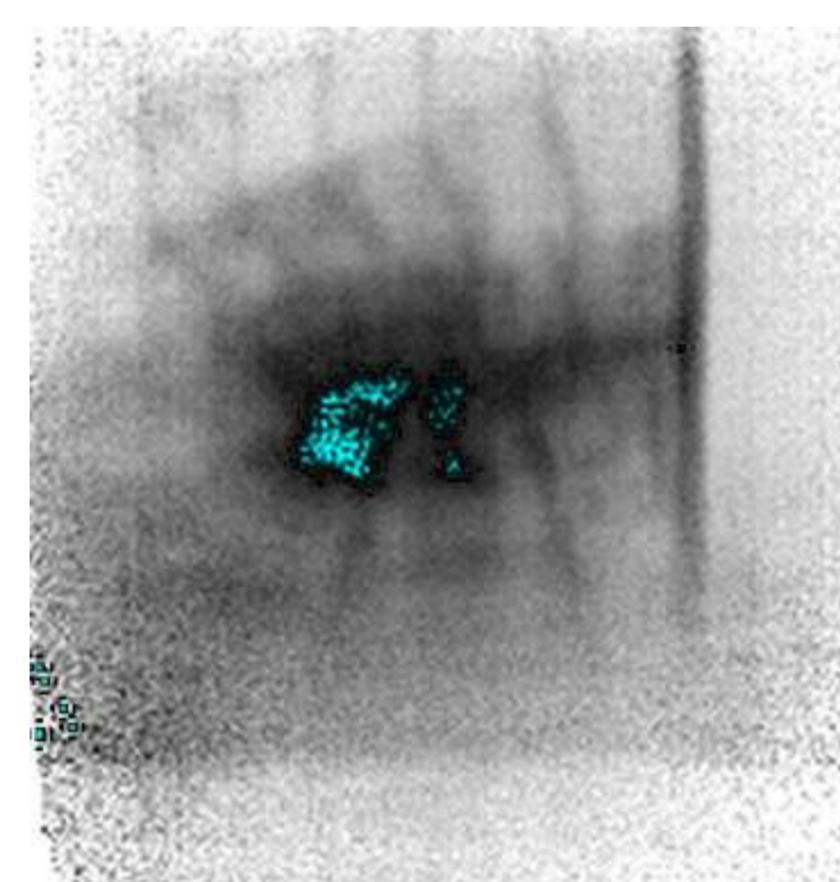
現在の検出技術で小型高精細化

原子炉、橋梁、トンネル、高速道路などを想定して1m~十数mのコンクリートを透過することを想定し、解像度を上げ、また移動を容易にするために小型軽量化を目指したシステムを開発しました。

- シンチレーションカウンターバー：
数cm角x1m→1cm角x1m+波長変換ファイバー
- 光電増倍管→MPPC
- 論理回路→FPGAによる小型高密度化



検出器に用いている1cmx1cmx1mのプラスチックシンチレーター。内部に波長変換ファイバーが埋め込まれている。右上の四角の中に黒い点(2個)が光検出器(MPPC)



発電用原子炉の建屋から約60m離れた地点での透過像。柱や梁、円錐状の格納容器などが見える。青緑の部分はミュオンの減衰が特に大きい部分。

今後の展望

- 原子炉、橋梁、トンネル、高速道路などの非破壊検査
- 福島第一原子力発電所への適用検討中
- 地下実験室で性能試験中



KEK 先端加速器推進部 測定器開発室 高崎 史彦