

港湾・空港セキュリティと X 線検査

萬代 新一*

X-ray inspection for security at seaport and airport

Shinichi MANDAI*

1. 初めに

我々が生活する上で、直接的、間接的に遭遇するセキュリティ問題には、多くのものが存在する。例を挙げるならば、阪神・淡路大震災に代表される自然災害、米国テロ事件、地下鉄サリン事件、小学校、駅構内等における殺傷事件、BSE等の食品セキュリティ、病院院内汚染等の医療セキュリティ、航空、鉄道、自動車事故等の交通セキュリティなど、枚挙に暇がない。

本稿では、年々増大するヒト、モノの国際流通を対象とした港湾、空港セキュリティ問題と加速器の関係に焦点をあてて紹介する。

2. 港湾・空港セキュリティ

不特定多数のヒト、物品、貨物が存在する限定空間には、港湾、空港、駅、ホテル、イベント会場、物品・貨物ターミナルなどがあるが、その中でも港湾、空港は、テロ対策、密輸対策といった観点から、対応策が先駆的にとられてきた。

港湾（特に貿易港）および空港においては、麻薬、拳銃、爆発物の持込、持出しの監視策がかねてよりとられてきた。例えば、空港における手荷物の X 線検査がある。

3. 加速器のセキュリティへの応用

加速器により高エネルギーに加速された粒子は、他の物質との相互作用（糖化、散乱、吸収）の過程で物質の性状（形状、密度、元素構成等）を認識することができる。加速器の特徴とセキュリティの接点は、人間の目に届かない物質を識別するという点にある。空

港における手荷物検査では、加速器ではないが、X線管から発生する X 線を用いて、スーツケースの中の、物品の形状を造影することにより、不正物品、危険物を検知することにある。

加速器をセキュリティに応用する場合、利用する粒子の利便性、加速器装置の特性（サイズ、コスト）、セキュリティ対象の特性（サイズ、物質構成、コスト）の総合的評価が必要となる。

現状は、粒子線の中で最も手軽で利用領域の広い X 線が主として利用され、航空手荷物、小型貨物などの比較的サイズの小さい対象物には、数 10～数百 keV のエネルギーの X 線を用いることが多いが、港湾等で貿易貨物の主流となっているコンテナには、最大 10 MeV までのエネルギーの X 線を利用することが多い。主な貨物用 X 線検査装置を表 1 に示す。また、航空貨物用 X 線検査装置の例を、図 1 外観写真、図 2 概念図、図 3 X 線画像例に示す。

4. コンテナ貨物大型 X 線検査装置

4.1 経緯

輸出入貨物用大型コンテナ内の拳銃や覚せい剤など社会悪物品、また不正な輸出入申告物件などを摘発するための手段として、10 年ほど前から、コンテナを丸ごと自動で検査する装置が、欧米を中心として導入されてきた。我が国では、2001 年 3 月から、財務省横浜税関で国内初の装置が稼動を開始し、コンテナ内に隠匿された密輸自動車が摘発されたことが、新聞でも報じられた。その後、2002 年 3 月には、大阪・神戸税関で各 1 台計 2 台が、2003 年 3 月からは、東京・名古屋・門司税関で各 1 台計 3 台が、2004 年 3 月には、函館・東京（新潟）・名古屋（清水港）・門司

* 石川島播磨重工業株式会社 原子力事業部高エネルギーシステム部
High energy system department, Nuclear power division, Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.
(E-mail: shinichi-mandai@ini.co.jp)

表 1 貨物用検査装置比較表

	大型 X 線検査装置	中型 X 線検査装置	小型 X 線検査装置	ガンマ線検査装置
エネルギー	10 MeV 程度	2.5~6 MeV	80~450 MeV	1.17, 1.33 MeV (Co60)
検査方式 (検査方向)	垂直/水平 2 方向または 1 方向	1 方向	1 方向	1 方向
貨物搬送方式	台車等 (貨物側を搬送)	貨物移動, 線源/検出器移動	貨物移動	貨物移動, 線源/検出器移動
安全性	スイッチオフで本質的に安全	スイッチオフで本質的に安全	スイッチオフで本質的に安全	常時ガンマ線を放出
非常時の安全性	機械停止で X 線を停止	機械停止で X 線を停止	機械停止で X 線を停止	容器シャッター閉でガンマ線遮蔽
遮蔽方法	コンクリート遮蔽壁	簡易遮蔽壁	簡易遮蔽壁	管理境界の設定
放射線障害防止法規制	有り	有り	電離則	有り
放射線取扱主任者	第 1 種放射線取扱主任者	第 1 種放射線取扱主任者	不要	第 1 種・第 2 種放射線取扱主任者
線源	電子線型加速器	電子線型加速器	X 線管	Co60 (28 GBq), Cs137 (59 GBq)
線源処理	不要	不要	不要	半減期あり, 補充必要
線量の安定性	安定	安定	安定	半減期で減衰
コスト	初期費用: 大	初期費用: 中	初期費用: 小	初期費用: 小
特長	<ul style="list-style-type: none"> 透視能力: 高 画質: 良 処理能力: 高 	<ul style="list-style-type: none"> 透視能力: 中 画質: 良 処理能力: 中 	<ul style="list-style-type: none"> 透視能力: 低 画質: 良 処理能力: 中 	<ul style="list-style-type: none"> 透視能力: 低 画質: 普通 処理能力: 中



図 1 航空貨物用 X 線検査装置 外観写真

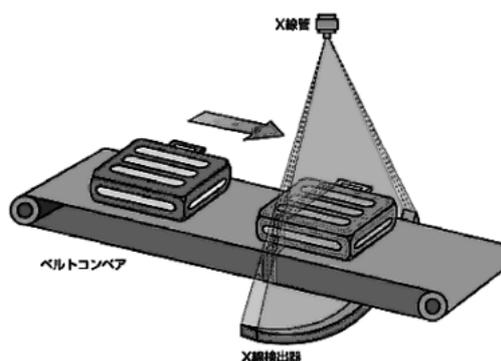


図 2 航空貨物用 X 線検査装置 概念図



図 3 航空貨物用 X 線検査装置 X 線画像例

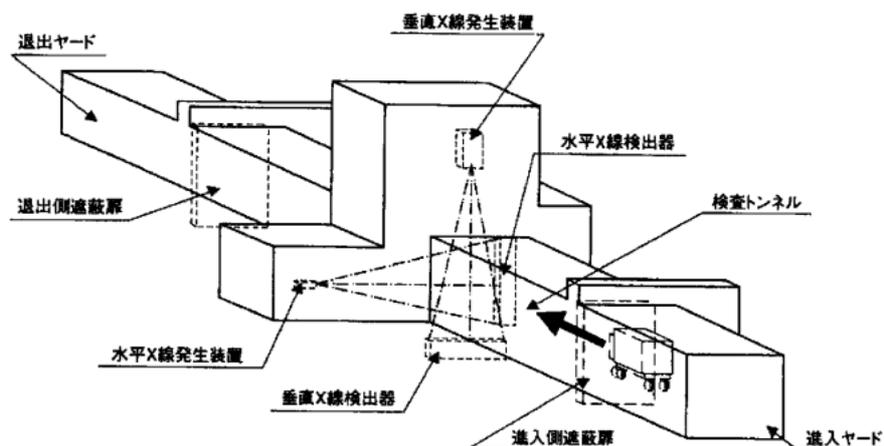


図4 大型 X 線検査装置全体図

税関で各1台計4台が、2005年3月には、横浜（大黒）・名古屋（四日市）・神戸（六甲アイランド）で各1台計3台の装置が稼働、2006年3月には、東京（大井）、横浜（仙台）、神戸（水島）でも導入が計画されている。

4.2 装置概要

本装置は、X線によりコンテナ貨物の内部をトラックの荷台に搭載したまま検査する装置で、船舶用の大型コンテナを開梱することなく検査できることから、従来に比べ、検査時間が大幅に短縮され、物流の効率化・迅速化につながる。電子加速器から発生するエネルギー10 MeV程度のX線によってコンテナ内部を透視し、画像処理装置で透視画像を処理し、画像の濃淡分布などを作画して異物の混入を検査する。

X線発生部は、放射線発生装置として文部科学省の許認可を必要とする高エネルギーの加速器であるため、1 m以上の遮蔽コンクリートに囲まれた建屋に収納されている。装置構成は以下のとおりである（図4）。

1) X線検出装置

X線を発生させる電子線型加速器、X線の照射範囲を必要部分に限定するコリメータ、X線を受光し、画像データ処理するためのシンチレータを用いたX線検出器からなる。

2) 中央制御装置、画像データ処理システム

装置を安全に制御・運転するための中央制御装置、シンチレータにより集積されたデータを配信・表示するためのコンピュータ端末及び検査予約、輸出入手続き書類の検査業務全般のデータ処理を行うコンピュータ端末を含む画像データ処理システムからなる。

3) 搬送装置

検査対象のコンテナ車両を、X線検査トンネル内で自動的に搬送する搬送台車システムで、2台の搬送台車等からなる。

4) 遮蔽扉

コンテナ車両の出入口へのX線漏洩を防止するための遮蔽扉2枚からなる。

5) 建屋及び付帯設備

装置を収納する長さ約100 mのX線検査トンネル、中央制御検査室、検査担当官の居室及び付帯機械設備・電気設備からなる。

4.3 X線検査の流れ

コンテナ車両運転手は、建屋進入ヤードに入り、所定の場所で車両を停止させ、下車する。地下部分に設置された搬送装置（第1搬送台車）が、車両前輪部分を持ち上げ、入口遮蔽扉が開いた後、X線検査トンネル内を自動走行する。検査トンネル中央部にて、車両はいったん停止し、第1搬送台車から解放される。第1搬送台車は、次のコンテナ車両を迎えるため、進入ヤードに戻る。入口遮蔽扉が閉まったのち、コンテナ車両は、検査トンネル中央部にて、第2搬送台車によって持ち上げられ、退出ヤードに向かって、自動走行を開始する。ほどなく、X線発生装置からコンテナに、X線が照射され、画像データを収集する。

X線照射が終了したのち、出口遮蔽扉が開き、コンテナ車両は退出ヤードに移動する。コンテナ車両が退出ヤードの所定位置まで移動したのち、第2搬送台車は停止し、出口遮蔽扉が閉まる。第2搬送台車が、退出ヤードに移動する間、第1搬送台車は、次の車両を検査トンネル中央部に搬送する。進入ヤード

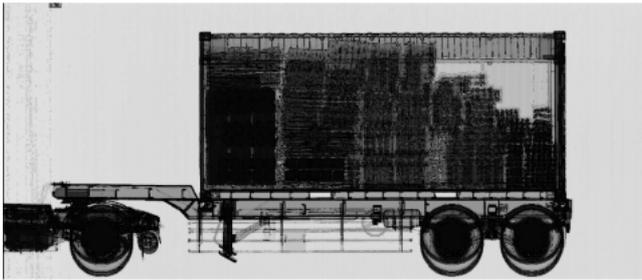
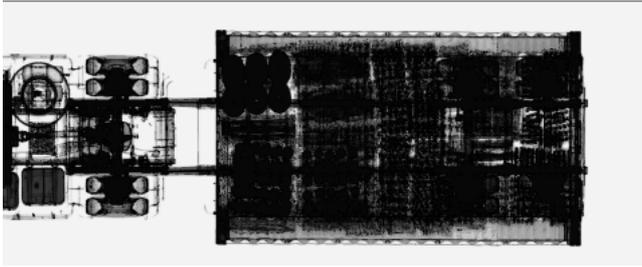


図5 X線画像例

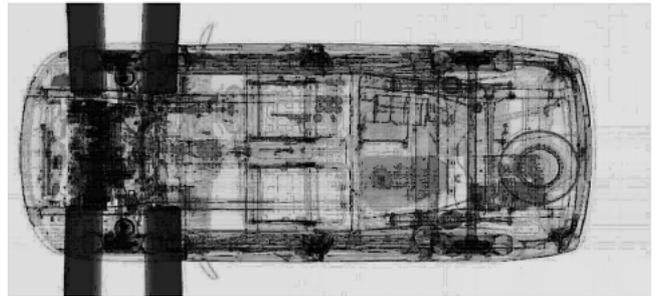
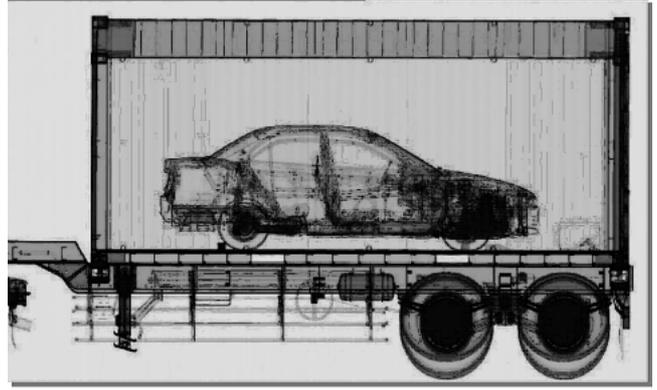


図6 X線画像例

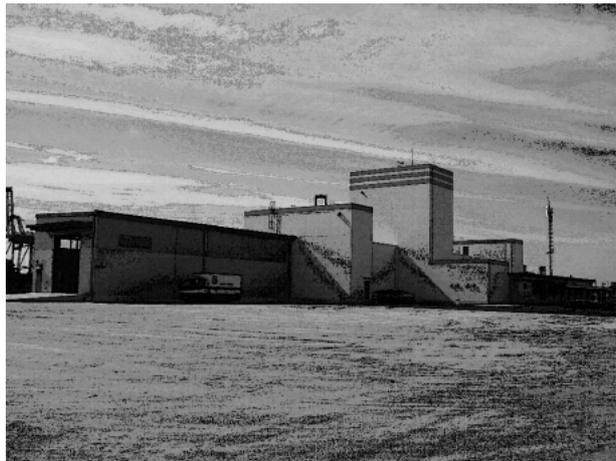


図7 名古屋税関（四日市）の検査装置建屋全景

<p>理教室(六日午前十一時から)と午後二時から二回、萬古焼の器を使ったカフェ、商品を40%引きで販売する記念セールなども開かれる。</p> <p>同見本市の入場は無料。同日ともアンケートに答えた先着三百人には萬古焼グッズをプレゼントする。</p>		<p>大人三人が座れる大きさ。同パークはサイクリングやジョギング、ウォーキングなどで多くの市民が訪れることから、運動の後の疲れを取ってもらうとともに、新エネルギーの実用化が近いことをPRする。</p> <p>コンテナ検査センター完成</p> <p>四日市税関支署</p> <p>【四日市】名古屋税関四日市税関支署は、四日市港のコンテナ検査センターを完成させた。投資額は九億六千万円。</p>
<p>同見本市の入場は無料。同日ともアンケートに答えた先着三百人には萬古焼グッズをプレゼントする。</p>	<p>従来の警員が貨物を部分的に抜き出したり、移動エックス線車を使って検査をしていたため、コンテナ一台を調べるのに二時間程度かかっていた。これが大型エックス線検査装置の導入で、一時間に十五台と大幅にスピードアップ。検査にかかる費用も削減できるといふ。今後は不正があった場合にコンテナ内部を調べるための専用スペースも開設する。</p>	<p>市コンテナ港(四日市市)に建設していた「コンテナ検査センター」が完成。一日に開所式を開いた。四十五段の大型コンテナをトレーラーに積んだまま、エックス線検査できる施設「写真」で、四日市港のコンテナ取扱量の増大に対応した不正輸出入の「水際取り締め」を強化する。</p> <p>検査センターは敷地面積一万五千三百平方メートル、一部三階建ての検査棟、誘導事務所を整備した。投資額は九億六千万円。</p>

図8 名古屋税関（四日市）検査装置の中部経済新聞掲載記事（平成17年3月2日付記事より抜粋）

【国内押収史上最大量のコカイン密輸入事件を摘発(平成 16 年 9 月 14 日発表)】

名古屋税関清水税関支署は、コロンビア共和国から清水港に到着した輸入託送品に隠匿されていたコカインを摘発し、平成 16 年 9 月 13 日(月)、日本人男性を関税法違反嫌疑で清水地方検察庁に告発した。

1. 犯則物件

コカイン 約 44キログラム
 (末端価格 約 26億4千万円 60,000円/グラム)
 (推定使用回数 約 146万6千回 0.03グラム/回)

2. 事件の概要

犯則嫌疑者は、平成16年8月25日(水)、コロンビア共和国からの海上貨物である空ボンベ4本内にコカイン約44キログラムを隠匿し、密輸入しようとしたが、税関の輸入検査により発見されたものである。

なお、摘発したコカインは、押収量としては国内押収史上最大量であった。



摘発押収された国内押収史上最大量の約44キログラムのコカイン



国内押収史上最大量の約44キログラムのコカインが隠されていた筒状ボンベ

図9 不正物品摘発例 (名古屋税関 HP より抜粋)

でいったん下車し、専用の通路を通過して、退出ヤード近辺で待機していた運転手は、出口遮蔽扉が閉まったのち、車両に再び乗車し、建屋外へと移動する。運転手は、X線検査結果が判明するまで、敷地内駐車場で待機する。1台のコンテナ車両のX線照射終了後、中央制御検査室にて、検査官がコンピュータ端末においてX線画像データを分析し、不正物品の有無を判断する(X線画像例を図5、図6に示す)。以上のサイクルを、周期的に繰り返すことにより、X線検査業務が行われる。

4.4 税関向け装置

今年3月に稼動を開始した名古屋税関(四日市)の検査装置の建屋全景と中部経済新聞掲載記事例を図7、図8に示す。

4.5 不正物品摘発例

不正物品摘発例を図9に示す。

4.6 大型 X 線検査装置を取り巻く情勢

大型 X 線検査装置は、現在、国内外で 40 台程度が稼動していると考えられる。1990 年ごろより欧米を中心として、稼動を開始したが、最近では貿易量が増加傾向にあるアジア地域での整備が増えている。

1) 国内の状況

現状の大型 X 線検査装置は、広大な敷地を必要とし、建屋を含めた初期コストが負担となることから、安価な中型検査装置も適用可能である。

また、アジア地域に比べ相対的に減少している国内のコンテナ取扱量を増加させるための、構造改革特区における時間外通関業務への対応も必要となってきている。当然ながら車の輸出が多い名古屋港などのコンテナ化率は低い。

2) 海外の状況

欧米を中心に整備された大型 X 線検査装置は、近年中国、インドネシア等で整備されており、台湾でも計画中である。海外では、法的制約が緩やかであることから、コスト的に有利な中型装置が普及しているため、大型装置もコスト的に有利な 1 方向 X 線照射が主流であったが、2 方向 X 線照射の装置が導入される可能性もある。更には、コンテナ取扱量が世界トップクラスにある香港、シンガポール、マレーシアなどでも、潜在的需要は十分期待される。

3) 海上コンテナの安全対策の動向

米国関税庁は 2001 年 9 月のテロ事件を受けて、米

国向け海上コンテナを通じてのテロを未然に防ぐため、米国向けコンテナ貨物を船積みする外国主要港に、米国税関職員を派遣し、コンテナ検査を強化する海上コンテナ安全対策 (Container security initiative: CSI) を導入する方向である。

当面、以下に示す米国向け海上コンテナの積出し上位 20 港を対象としている。

①香港 (中国), ②上海 (中国), ③シンガポール, ④高雄 (台湾), ⑤ロッテルダム (オランダ), ⑥釜山 (韓国), ⑦ブレーメルハーフェン (ドイツ), ⑧東京, ⑨ジェノバ (イタリア), ⑩塩田 (中国), ⑪アントワープ (ベルギー), ⑫名古屋, ⑬ルアーブル (フランス), ⑭ハンブルグ (ドイツ), ⑮ラスベツィア (イタリア), ⑯フェリクストウ (イギリス), ⑰アルヘシラス (スペイン), ⑱神戸, ⑲横浜, ⑳レムチャバン (タイ)

4.7 今後の展望と課題

現在、経済のグローバル化の進展に伴い、国内、国外を一体とした調達・生産・販売活動が広範に展開されてきている。国際物流分野におけるコスト削減、輸出入に要する時間の短縮などが緊急の課題であるが、麻薬等社会悪物品や盗難車両等の水際阻止という社会的要請も強まっている。したがって、空港、港における手荷物検査、貨物検査、大型貨物検査など総合的な検査体制の整備が、国際協調のもとで必要となっている。

大型 X 線検査装置は、従来の小型検査装置、中型

検査装置と、その適用範囲を補完し合うことにより、これらのニーズに十分応えることが可能である。

しかしコスト面、スペース面での改善を施すことにより、その透過能力を活かし、潜在的需要を掘り起こすことも必要である。そのための改善策として以下のことが考えられる。

1) 高スループット化

検査各工程の時間を短縮化することにより、現状 1 時間に 20 台の検査台数を増加させる。

2) 省スペース化

検査トンネル構造、車両待機スペースを三次元的に工夫することにより、建屋、敷地スペースを合理化する。

3) X 線照射方式

現在水平、垂直 2 方向の X 線照射に加えて、三次元的画像透視を図る。

4) 画像処理方式

現状、1 台のコンテナの画像分析に、検査官が数分要しているが、画像処理方式のインテリジェント化により、時間を短縮する。

文 献

- 1) 萬代新一：放射線と産業, 96, 62-70 (2002).
- 2) 高橋光幸, 丸下元治, 東 修, 萬代新一：石川島播磨技報 43(31) (2003).
- 3) 萬代新一：RADIOISOTOPES, 52, 649-654 (2003) 連載講座 放射線イメージング技術の最前線 (第 2 回) コンテナ貨物用大型 X 線検査装置