

爆発物探知装置を内蔵した 搭乗券読取装置を試作

—ICカードや携帯端末に付着した爆発物微粒子を探知—

株式会社日立製作所
日本信号株式会社
国立大学法人山梨大学

本研究開発は、文部科学省の「社会システム改革と研究開発の一体的推進」事業における「安全・安心な社会のための犯罪・テロ対策技術等を実用化するプログラム」により実施したものです。

© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved.

1 背景

© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved.

爆発物探知技術の種類

●空港における受託手荷物検査、機内持ち込み手荷物検査ではX線検査及び、微量成分検査を実施

1. バルク検出(X線検査装置、金属探知機など)

物理計測により、爆発物(固まり)を発見
→少量では探知困難、物質を特定できない

2. トレース検出(微量成分検査装置)

化学分析により、爆発物の痕跡を発見
→完全密閉では探知困難、量を特定できない

相補的な
技術

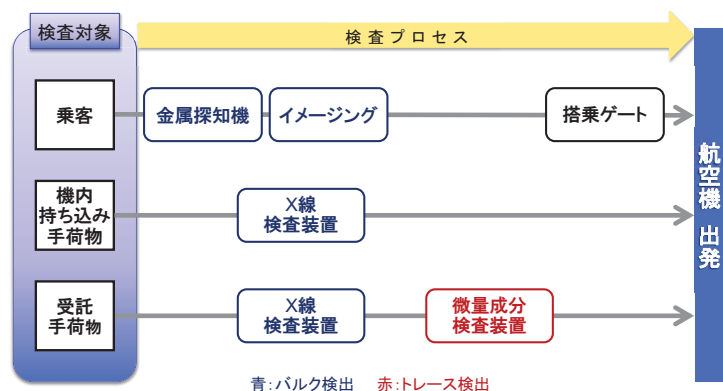


© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved.

3

現在の保安検査

●現在、バルク検出技術、トレース検出技術などを主体に運用



© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved.

4

TSA (米国運輸保安局)のプレスリリース

爆発物の微量成分検査技術は航空保安に対する脅威に先んじる重要なツールである。保安検査場、搭乗ゲート等でこの技術を広く使用することは、乗客の安全を強化することにつながる。

(出典: 2010年2月17日付 TSAプレスリリース)

URL: <http://www.tsa.gov/press/releases/2010/0217.shtm>

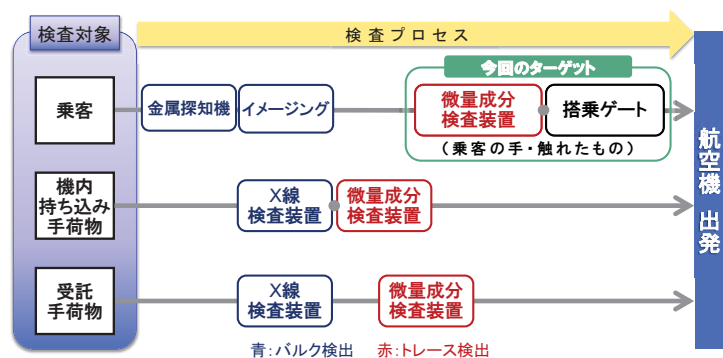
© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved.

5

将来の保安検査イメージ

●バルク検出技術、トレース検出技術の組合せによる階層化が今後の大きな流れのひとつ

●「微量成分検査装置」と「搭乗ゲート」との一体化をターゲット

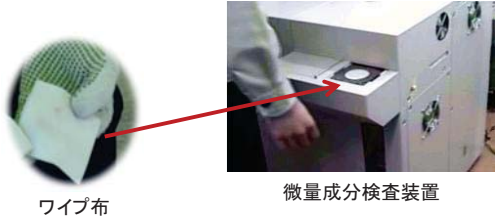


© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved.

6

従来の微量成分検査装置

- 検査対象物から爆発物微粒子を拭き取って微量成分を検査



搭乗ゲートで乗客全員を対象に検査を実施するには、
検査対象物から爆発物微粒子を自動でサンプリングし
探知する装置(爆発物探知装置)が必要となっていた

2

試作した 爆発物探知装置を内蔵した搭乗ゲートの概要

今回試作した装置

- 目的: 乗客全員の検査を実施
- 内容: ICカードや携帯端末の
認証と同時に、付着した
微量の爆発物微粒子を
自動でサンプリングし探知

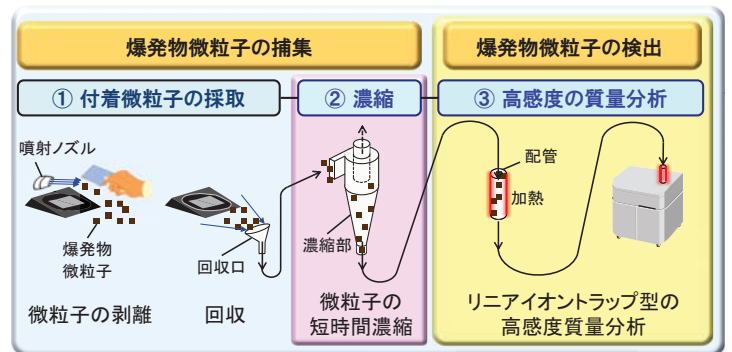


今回、試作した装置

爆発物探知装置を内蔵した搭乗ゲート

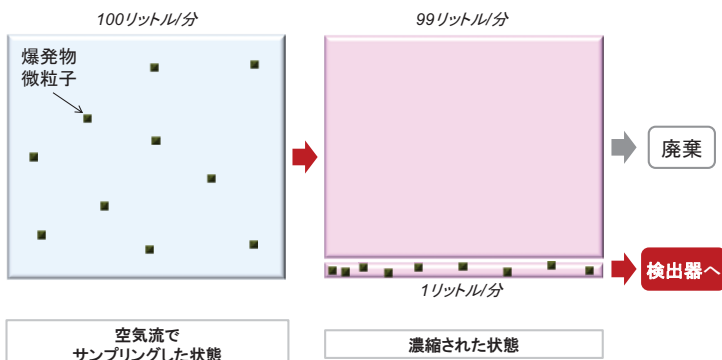
試作した装置の構成

- 手順1: ICカード等から高速空気流で爆発物微粒子を採取
- 手順2: 採取した爆発物微粒子を濃縮
- 手順3: 濃縮された微粒子を質量分析計で高感度検出



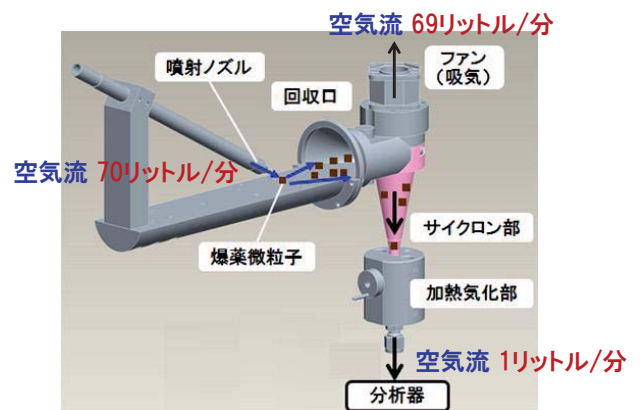
特徴② 爆発物微粒子の濃縮 (1) 必要要件

- 理想的な濃縮法: 1秒程度で、100倍程度の濃縮が可能



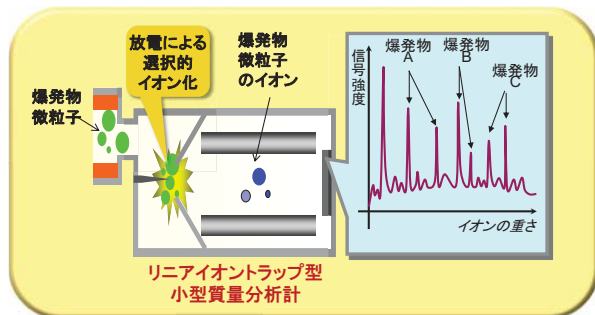
特徴② 爆発物微粒子の濃縮 (3) 原理確認

- 試作装置でサイクロンによる70倍の濃縮を確認



特徴③ 小型、高感度の質量分析装置の内蔵

- リニアイオントラップ型の小型、高感度質量分析装置を開発
- 電源・制御系の工夫により装置を小型化し搭乗ゲートに内蔵

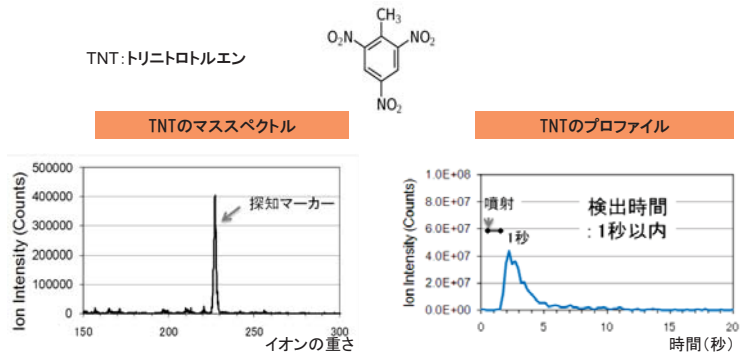


質量分析法により爆発物分子をイオン化し、そのイオンの重さによって爆発物を同定

© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved. 13

試作した搭乗ゲートによる爆発物の検出例

- ICカードに付着した爆発物微粒子の検出例
- サンプル:米国立標準技術研究所 (National Institute of Standards and Technology, NIST) のTNT*標準試料 (15ngに相当)



© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved. 14

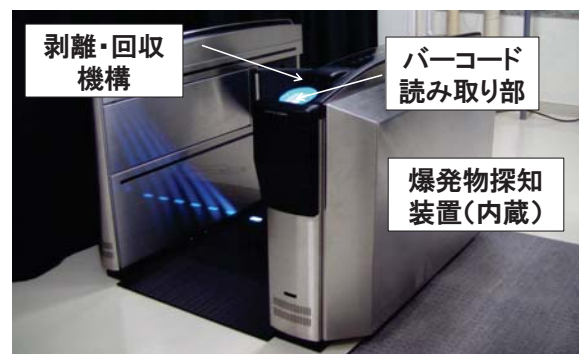
3

試作した爆発物探知装置を内蔵した搭乗ゲートの性能

© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved.

試作した爆発物探知装置を内蔵した搭乗ゲート

- 爆発物探知装置を搭乗ゲートに内蔵し、システムとして一体化



© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved. 16

実際の使用イメージ



© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved. 17

基本性能

- 検出対象: 爆発物微粒子
(軍用爆薬:TNT*1、PETN*2、手製爆薬:TATP*3、ほか)
- 検査時間: 1,200人/時間以上
- 検出下限: システム性能(システムで回収される爆薬量)
1~100マイクログラム

検出部の性能(分析部に到達する爆薬量)
1~100ナノグラム

- *1) TNT: トリニトロトルエン
- *2) PETN: 四硝酸ペンタエリスリットペンソリット
- *3) TATP: トリアセトトリニトロオキシド

© Hitachi, Ltd. 2012 All rights reserved. 18

技術的な特徴

1. ICカード等の読み取り動作中に付着微粒子を高速で採取

ICカード等を読み取り部にかざした際に、高速気流を用いて付着微粒子を採取する技術を開発

2. 採取した微粒子を短時間で濃縮し高感度質量分析を実現

微粒子のみを効率的に分離し、貯めこむことのできるサイクロン方式の濃縮技術を開発

3. 小型、高感度の質量分析装置を内蔵

爆発物成分をリアルタイムで連続測定可能なリニアイオントラップ型の高感度質量分析装置を開発

手荷物に付着した爆発物成分を 自動検出する爆発物探知技術を開発

—X線検査装置に併設して空港・重要施設の安全性を向上—

本研究開発は、文部科学省の「社会システム改革と研究開発の一体的推進」事業における「安全・安心な社会のための犯罪・テロ対策技術等を実用化するプログラム」により実施したものです。

2013/9/25

株式会社日立製作所 中央研究所

目次

1. 背景
2. 試作装置の概要
3. 試作装置の評価結果
4. 今後の予定

1 背景

背景：社会的要請への対応

HITACHI
Inspire the Next

国民の安全・安心を確保するため、犯罪・テロ対策や事故対応のための技術は国として重要な分野の一つであり、総合科学技術会議の主導の下、文部科学省では「社会システム改革と研究開発の一体的推進」事業により、「安全・安心な社会のための犯罪・テロ対策技術等を実用化するプログラム」を推進。

日立製作所は平成22年度よりプログラムに参画

- プロジェクト名：自動サンプリング式トレース検出システム
(責任機関：(株)日立製作所 参画機関：国立大学法人山梨大学、日本信号㈱)
- 目的：空港等の保安検査場・搭乗ゲート等において、衣服・手荷物等に隠匿された爆発物・危険物を検知することを目的とする装置を開発する。

© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved.

3

爆発物探知技術の種類

HITACHI
Inspire the Next

- 空港では、X線検査及び、微量成分検査を実施

1. バルク検出

(X線検査装置、金属探知機など)
物理計測により、爆発物(固まり)を発見



課題：
少量では探知困難、物質を特定できない

2. トレース検出

(微量成分検査装置)
化学分析により、爆発物の痕跡を発見



課題：
完全密閉では探知困難、量を特定できない

相補的な技術

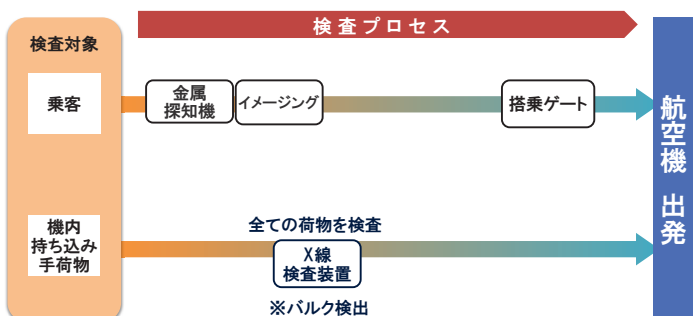
© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved.

4

現在の保安検査

HITACHI
Inspire the Next

- 現在の保安検査では、主にX線検査装置、金属探知機を使用



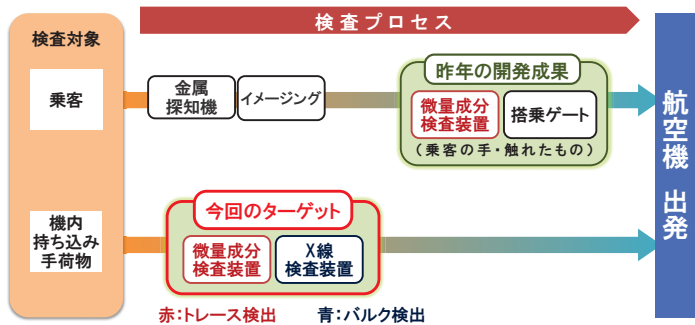
© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved.

5

将来の保安検査イメージ

HITACHI
Inspire the Next

- バルク検出技術、トレース検出技術の組合せによる階層化が今後の大きな流れのひとつ
- 「X線検査装置」と「微量成分検査装置」との一体化をターゲット



© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved.

6

プロジェクトの取組み

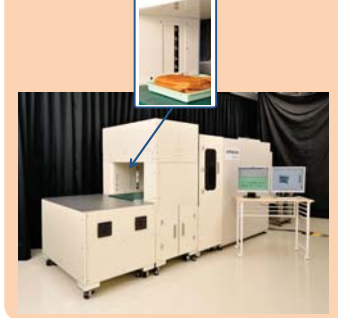
HITACHI
Inspire the Next

2012年発表のゲートタイプ (乗客の手・触れたものを検査対象)

日本信号株式会社、国立大学法人山梨大学と共同発表



今回の発表 (全手荷物を検査対象)



© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved.

7

2

試作装置の概要

手荷物向け爆発物探知システムの開発

HITACHI
Inspire the Next

- 目的: 乗客全員の機内持ち込み手荷物検査を実施
- 内容: X線検査と同時に、付着した微量の爆発物微粒子を自動でサンプリングし探知



(協力:株式会社日立パワーソリューションズ)

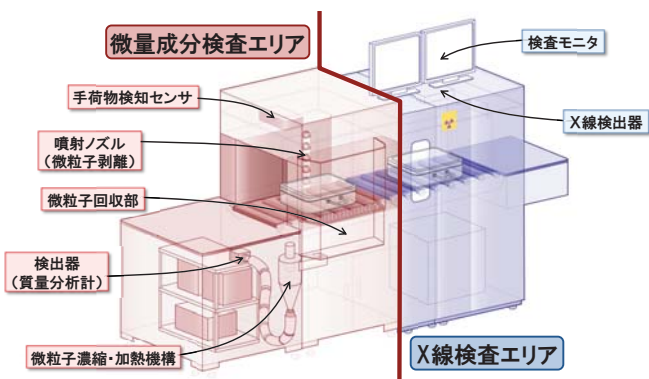
© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved.

9

手荷物向け爆発物探知システムの構成

HITACHI
Inspire the Next

- X線検査の前に微量成分検査を実施



© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved.

10

システム開発(微量成分検査エリア)の課題

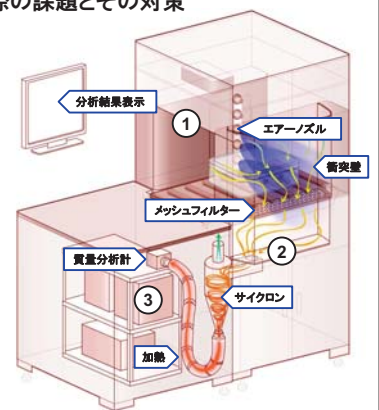
HITACHI
Inspire the Next

- 微量成分検査装置を自動化する際の課題とその対策

- ① 大きさの異なる手荷物から、微粒子を剥離
→ ノズルの配置と高速空気流の噴射タイミングの制御(採取技術)

- ② 微粒子を効率的に回収
→ 回収した微粒子を衝突壁にあて、大型サイクロンに導入し、濃縮(濃縮技術)

- ③ 5秒以内に検査終了
→ 微粒子を加熱、気化して、高感度質量分析計で分析(質量分析技術)



© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved.

11

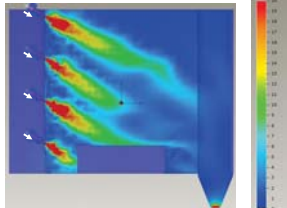
特徴① 採取技術

HITACHI
Inspire the Next

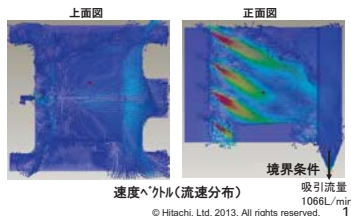
① 付着微粒子の採取

噴射ノズル

噴射圧力(x4か所) 0.3MPa



② 濃縮行程へ 微粒子の剥離と回収



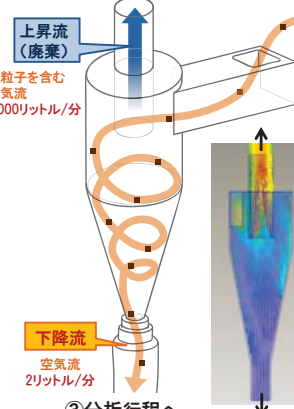
境界条件
速度へトル(流速分布)
吸引流量
1066L/min
© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved. 12

特徴② 濃縮技術

HITACHI
Inspire the Next

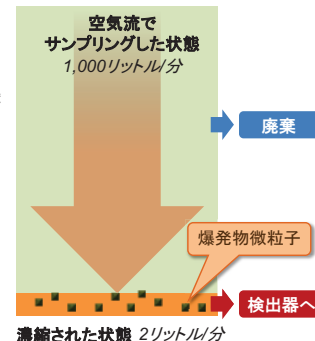
② 濃縮 (微粒子の短時間濃縮)

上昇流 (廃棄)
微粒子を含む
空気流
1,000リットル/分



③ 分析行程へ

- ミクロンサイズの微粒子の効率的な捕集が可能
- 微粒子採取に必要な空気流 (~1,000リットル/分)を、検出に必要な空気流 (~2リットル/分)に低減

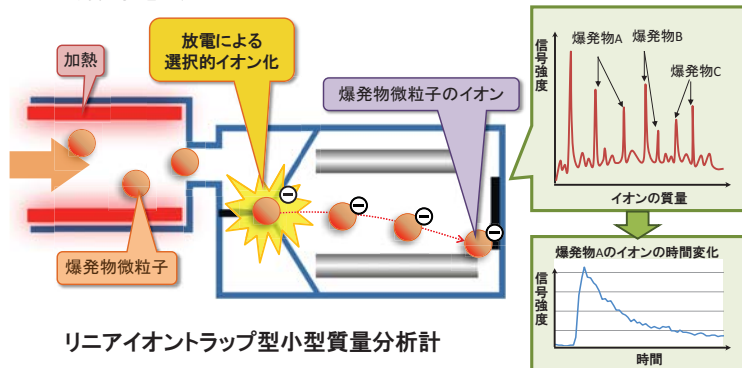


© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved. 13

特徴③ 質量分析技術

HITACHI
Inspire the Next

- 質量分析法により爆発物分子をイオン化し、そのイオンの質量によって爆発物を同定



リニアイオントラップ型小型質量分析計

© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved. 14

3

試作装置の評価結果

試作装置の評価結果

HITACHI
Inspire the Next

検出対象	爆発物微粒子 (軍用爆薬:TNT*1、PETN*2、手製爆薬:TATP*3、ほか)
検査時間	180個/時間以上
検出下限	システム性能(システムで回収される爆薬量) :1~100マイクログラム (10^{-6} g) 検出部の性能(分析部に到達する爆薬量) :1~100ナノグラム (10^{-9} g)

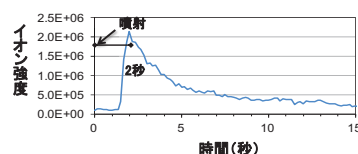
- *1) TNT: トリニトロトルエン
- *2) PETN: 四硝酸ペンタエリスリットペンシット
- *3) TATP: トリアセントリペルオキシド

© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved. 16

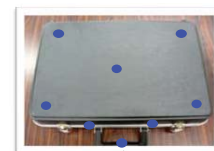
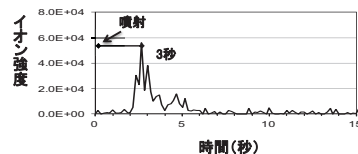
爆発物の検出例

HITACHI
Inspire the Next

試料:NIST標準試料 (TNT 40 ng (10^{-9} g)に相当)



試料: NIST標準試料 (PETN 3.2μg (10^{-6} g)に相当)



試料を付着させた箇所

応答時間: 2~4 秒
採取効率: 5~20 %

NIST:米国立標準技術研究所
(National Institute of Standards and Technology)

© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved. 17

- ①新規採取、濃縮、質量分析技術の開発により、微量成分検査の自動化に成功した。
- ②以上の開発技術を適用して手荷物向け爆発物探知システムを試作し、付着物の検査を5秒以内で実現した。
- ③X線検査装置と直結させ、手荷物に付着した微粒子の検査とX線検査を連続して実施できることを確認した。



微量成分検査、X線検査共に、全数検査が可能となる