

# 核セキュリティを支える技術開発に係る国際シンポジウム 報告



日本原子力研究開発機構

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター



2017年3月22日

# 目次

- 技術シンポジウムの概要
- シンポジウムの結果
  - 核セキュリティ分野の国際的な課題・ニーズ
  - 国際協力
  - 日本の強み
  - 関係機関の連携
- その他の成果
- まとめ

# 技術シンポジウムの目的

- 核セキュリティ分野に関係する研究者、政策立案者、規制当局、法執行機関、警備当局や産業界関係者と共に核セキュリティ技術開発、特に核検知技術開発の今後の方向性を議論
- 3つのセッション(基調講演、パネル討論1、パネル討論2)を通して、核セキュリティ技術開発のニーズ、取組、成果展開、中長期計画、日本の強み、関係機関の連携、国際協力等について議論



# 技術シンポジウムの概要(1)

- 開催日時:平成28年10月27日(木) 9:40~17:15
- 開催場所:東京大学山上会館
- 参加者:115名



## 内訳

メーカー:27、JAEA:25、  
官公庁:15、独法・財団:12、  
大学:9、プレス:3、  
大使館等:3、電力:2、  
その他:7、  
講演者・パネリスト:12

# 技術シンポジウムの概要(2)

- 基調講演

(1) 国際原子力機関(IAEA)原子力安全・セキュリティ局

Thierry Pelletier氏

(2) 米国国土安全保障省国内核検知局(DHS/DNDO)

Joel Rynes氏

(3) 欧州委員会共同研究センター(EC/JRC)

Kamel Abbas氏(※ビデオ講演)

(4) JAEA/ISCN 直井 洋介

(5) 核テロリズムに対抗するグローバルイニシアチブ核検知WG(GICNT/NDWG) Kari Peräjärvi 氏

# 技術シンポジウムの概要(3)

- パネルディスカッション1

モデレーター

IAEA/ISCN 堀 雅人

パネリスト

IAEA Thierry Pelletier氏

DHS/DNDO Joel Rynes氏

GICNT/NDWG Kari Peräjärvi 氏



# 技術シンポジウムの概要(4)

## パネルディスカッション2

モデレータ：

東京大学 大学院工学系研究科  
教授 上坂 充

パネリスト：

セコム株式会社 常務執行役員  
IS研究所 所長 小松崎 常夫  
元科学警察研究所

副所長 岸 徹

京都大学エネルギー理工学研究所  
准教授 増田 開

JAEA原子力科学研究部門

研究推進室長代理 呉田 昌俊



# シンポジウムの結果

## 核セキュリティ分野の国際的な課題・ニーズ(1)

### IAEA

#### 核検知装置の主な課題

- 高効率
- 良い分解能
- 専門家以外でも使い易い
- 苛酷な環境における信頼性

#### 核検知に関連する要素

- 対象物の量
- 対象物と測定器の距離
- 測定可能な時間
- バックグラウンド放射能の存在
- 遮蔽物の存在
- センサーの性質

#### Radiation Portal Monitors (Detection)



**RPM:** Radiation Portal Monitor installed at border checkpoints (road, rail, airport, seaport) to detect the presence of smuggled nuclear and other radioactive materials



Vehicles at land border crossings



Containerized Cargo at seaports



Rail crossing



Pedestrian crossing

Their main requirement is a **high efficiency**: detect the presence of radioactive material in the short transit time

#### Many Different Conveyances May Be Used in Nuclear Smuggling





# シンポジウムの結果

## 核セキュリティ分野の国際的な課題・ニーズ(2)

### DHS/DNDO

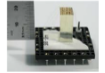
#### 核検知技術開発の課題

- 費用対効果
- 重遮蔽された核物質の検知
- 広範囲のモニタリング
- 核検知の対象となる経路の追加
- 核鑑識シグネチャとのリンク

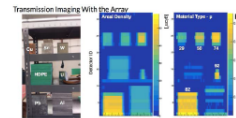
年間6千万ドルの予算で技術開発を実施

#### Grand R&D Challenges

- Cost effective equipment with sufficient performance to ensure wide spread deployment
- Detection of special nuclear material even when heavily shielded
- Enhanced wide area monitoring and search in a variety of scenarios, to include urban and highly cluttered environments
- Monitoring along challenging GNDA pathways, to include general aviation, small vessels, and in between ports of entry
- Linking nuclear forensic signatures of interdicted materials to a specific processing history and origin



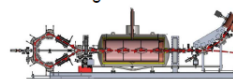
#### Shielded: Enabling Technology



Low dose reaction based gamma-ray source gives material discrimination



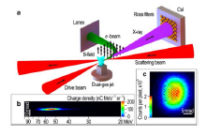
Portable DD neutron generator



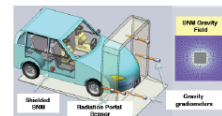
Superconducting near continuous wave x-ray source



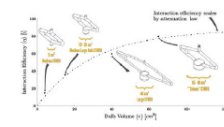
Compact betatron x-ray source for mobile applications



Laser driven sources to produce near-mono energetic and tunable photon beams



Gravity imaging utilizing cold-atom gravity sensors



Tensioned metastable fluid neutron detector is insensitive to gamma-rays



# シンポジウムの結果

## 核セキュリティ分野の国際的な課題・ニーズ(3)

### EC/JRC

#### 核検知に関連するプロジェクト

- 放射線検知機器の検証プログラム (ITRAP)
- 革新的な核検知技術の開発・検証による検知技術の向上 (SCINTILLA)
- 国境におけるコンテナの検査のための新技術開発 (C-BORD)

#### Example of R&D projects in NS



##### Detector Validation, testing and standardization

- ITRAP+10 Phase II: Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Programme)
- SCINTILLA: Improvement of RN detection capabilities by developing and validating innovative solutions

##### Innovative Detection Technologies

- C-BORD: (effective Container inspection at BORDER control points)  
H2020 Research and Innovation Action  
EU Stakeholders: **Universities/Research Centres/Companies/End Users**
- Detection of SNM in Containers by Pulsed Neutron Interrogation  
JRC – Collaboration with Israel within an MoU

13



#### C-BORD OBJECTIVES

##### Techniques in C-BORD:

- Improved passive RPM
- Improved X-ray scanner imaging
- Active interrogation with neutron generator (TNIS)
- Active interrogation by photo-fission
- Electronic nose (SNIFFER) for chemicals

##### Usage cases:

- Large stationary integrated system for major seaports
- Medium-size relocatable system for land borders
- Mobile system

10

# シンポジウムの結果

## 核セキュリティ分野の国際的な課題・ニーズ(4)

### JAEA

核セキュリティサミットにおける日本政府のコミットメントに基づき以下の研究開発を実施

- 核共鳴蛍光非破壊測定技術
- $^3\text{He}$ に代わる中性子検出技術
- 中性子共鳴濃度分析法
- アクティブ中性子非破壊測定技術
- 高度なプルトニウムダイレクトモニタリング
- 核鑑識技術

#### 4.1 Measurement and Detection of Nuclear Material (12/14)

ISCN

##### ③ Demonstration of nuclear resonance fluorescence NDA technique

(2015JFY-2019JFY)

- Demonstration of non-destructive detection of nuclear material (NM) in a heavily shielded container using NRF-NDA technique with actual energy (several MeV)  $\gamma$ -rays at New SUBARU of University of Hyogo



- Improvement of NRFGeant4 code with taking coherent scattering effects into account for reproduction of the Bench-mark experiments at Duke University

7

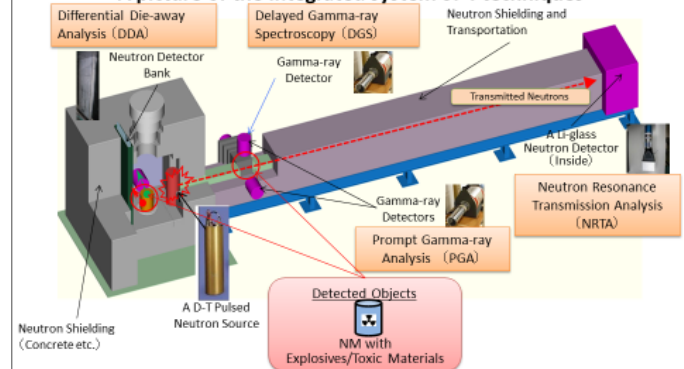
#### 4.1 Measurement and Detection of Nuclear Material (10/14)

ISCN

##### ④ Development of Active Neutron NDA Techniques (JAEA-EC/JRC Joint)

(2015JFY-2017JFY)

##### A picture of the integrated system of 4 techniques



14

# シンポジウムの結果

## 核セキュリティ分野の国際的な課題・ニーズ(5)

### GICNT/NDWG

#### 核セキュリティ検知アーキテクチャ (NSDA)の強化のため

- 新規の検知技術-放射性物質の画像化、位置特定
- デジタル化-RFIDの活用
- インターネット化(IoT)-核検知データの転送
- 自動化-自動データ解析
- ビッグデータ・データマイニング-データの効率的利用

#### CBRNEを統合した検知装置

#### Development of Nuclear Security Detection Architectures

- Nuclear Security Detection Architecture (NSDA) needs to be kept up to date since infrastructures, technology, threats, and risks are continuously evolving
- Architecture needs to be flexible and extendable
- Potential themes for future NDWG Experts Meetings and Workshops that may bring added value to NSDAs include:
  - Novel Detection Solutions
  - Internet of Things (IoT)
  - Digitalization
  - Automatization
  - Big Data and Data Mining
- Development of laboratory instrumentation and techniques belongs more to the domain of NFWG



GICNT | Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism

Exercise Northern Lights  
Helsinki, Finland  
2015

### Mobile measurement demonstration based on data steaming

# シンポジウムの結果

## 国際協力 (1)

### IAEA

- 核セキュリティサミットでは、国際レベルでの調整機関としての役割が確認された。IAEAは、本分野の技術開発の調整役としての役割を担う。また、核セキュリティ国際会議、Coordinated Research Projects (CRP)を通じて、技術開発の促進・成果の共有を図っている。

### GICNT/NDWG

- NDWGの主な目的は、実務ガイダンスを強化すること等により、パートナー各国における核検知能力を向上させること。GICNTの専門家会合なども新しい技術協力のプラットフォームになっている。IAEAとも連携。

# シンポジウムの結果

## 国際協力 (2)

### DHS/DNDO

- EU、シンガポール、カナダ、英国等との間で協力。IAEAやGICNTの活動をサポート。協力を核セキュリティに関連する機微情報が含まれる場合があるため、協力を際してMOU等を締結する。

### EC/JRC

- 国境監視ワーキンググループ(BMWG)の下で、米国、IAEAと協力。EU内で、共同評価ミッション、機器開発の調整、共同の検知技術トレーニングを実施。

# シンポジウムの結果

## 日本に対する期待

### IAEA

- 日本で行われている検知技術の研究は広範に及んでおり、活用できるものも多い。例えば、中性子問いかけ法や蛍光核共鳴等。

### DHS/DNDO

- アクティブ中性子法や核共鳴蛍光散乱法、即発ガンマ線などについては強い興味を持っている。また、核鑑識に関してさらなる協力を模索していきたい。

### GICNT/NDWG

- 日本は、先進的な基礎科学分野で先行しているものが多く、今後、核セキュリティに貢献できる。来年日本で、GICNTの総会が開催される予定で、今後日本における核検知や核鑑識に関する議論を刺激するものになると考えている。

# シンポジウムの結果

## 日本の強み(1)

### 東大上坂教授

- 東大では、950keV X線源、3.95MeV X線源、2色X線を用いた、非破壊システムを開発し、それらの技術の一部は、実用化されている。
- 京大とJAEAが協力して開発している、TOF法のための短いパルスの中性子研究。

Third Bridge Inspection by 950 keV X-ray Source on Oct.6,7, 2016



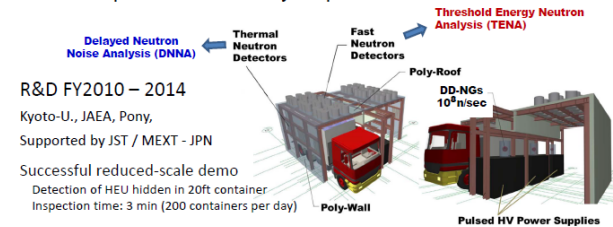
### 京大增田准教授

- ポニー工業とDD中性子を用いたアクティブ法の開発。
- Threshold Energy Neutron Analysis (TENA)法に注目しており、30分以内に不審物の測定が可能なポータブル装置を、東京オリ・パラを目指して開発中。

### R&Ds for combatting global nuclear terrorism

Kai Masuda et al. "R&D of Portable SNM Detection System based on Threshold Energy Neutron Analysis", Oct. 27, 2016, Tokyo, Japan

- Passive detection systems deployed in the marketplace are known to be inadequate in practice for identifying SNMs, especially U-235.
- Several active interrogation systems for deployment in seaports and airports have been proposed. Some of them can potentially be transportable, but hardly be portable.





# シンポジウムの結果

## 日本の強み(2)

### JAEA 呉田室長代理

- 東大、IHIとの産官学連携体制を組んで、それぞれの強みを生かした手荷物検査システムを開発。
- 文科省の事業で、核物質は、ダイヤウェイ時間差分析法、DDA、爆薬を即発ガンマ線分析、PGA技術で、同時に検知できる測定技術を開発中。

Introduction : Present R&D on nuclear material sensing



Present R&D supported by MEXT (2015-2017 JFY):

"Development of Active Neutron NDA Technique"

DDA (Differential Die-Away analysis):

Measurement of total amount of fissile materials (SNM)

PGA (Prompt Gamma-ray Analysis):

Detection of an explosive material

Now: Remodeling of the demonstrator "Active-N"



### セコム小松崎所長

- 東京オリ・パラが最大のチャンス。
- 日本の強みは、便利な国で、色々な分野のスペシャリストが、狭いところに集まっていること。

# シンポジウムの結果

## 協力連携(1)

### 岸元科警研副所長

- まずステークホルダーは誰なのかを考えるべき。そして、ステークホルダー間の連携を誰が行うのか考えるべき。
- また、核セキュリティ対策機器の開発目的を絞ることが重要である。日本のセキュリティ対策機器は性能が高いが、スペックが高すぎて価格が高いのが難点である。
- 米国空港ではプラスチック爆弾探知のために中性子を用いた検出器が導入されたことがあり、これが航空機爆破テロの抑止になった。
- 外国の基準もクリアする必要があるので、外国との共同研究も重要となる。

# シンポジウムの結果

## 協力連携(2)

### セコム小松崎所長

- 一見関係しないと思われる専門家を集めて協力体制を構築することが必要である。東京オリンピックを前にして、現在、産官学は一つになってきている。
- 例えば、顔認証、人トラッキング等の技術は、原子力施設だけを対象とすると規模は小さくならざるをえないが、日常の安全・安心にも貢献し、テロにも使えるという共通のプラットフォームを作成することが賢いアプローチ。
- 技術や課題は、その技術を必要としている他国に展開していくこと。

### 東大上坂教授

- 関係部署が核セキュリティ対策に関する目的を同じくして、連携すべき。同時に、IAEAの核セキュリティ指針を参考にしながら、産官学で連携して、レベルアップして行くべき。

# その他の成果

技術シンポジウム及びサイドミーティング(10/26、10/28)の結果、以下の成果が得られた

## IAEA

- JAEAが開発している核セキュリティ技術について、今後、CRPとして実施する可能性を議論
- 核セキュリティシリーズ文書1「国境監視システムの技術機能仕様」の改定作業への日本の専門家の招聘

## DHS/DNDO

- 長期的な研究として、核共鳴蛍光非破壊測定技術による重遮蔽された核物質検知、アクティブ中性子NDA技術の核鑑識への適用の有用性を確認
- これらの分野を含めた核セキュリティ分野の協力のためのMOU作成について議論

## GICNT/NDWG

- NDWGへの日本の専門家の招聘

# まとめ

- 産・官・学の核セキュリティ技術開発関係者の参加の下、技術開発の課題・ニーズ、国際協力、日本の強み、組織間の連携について議論を行った。
- その結果、IAEA、GICNT/NDWG、EC/JRC、DHS/DNDO、国内の大学・研究機関等が実施している技術開発の現状・成果を共有。
- また、今後の本分野の技術開発、連携、国際協力を進めるうえで有益な情報が得られた。
- 合わせて、IAEA、GICNT/NDWG、EC/JRC、DHS/DNDOとの今後の協力・連携について議論を行った。
- 来年度、3回目となる技術シンポジウムを開催する方向で検討する予定。