



Wide-angle optical camera combined with gamma-ray imaging spectrometer capture the nuclear environment quickly and accurately.

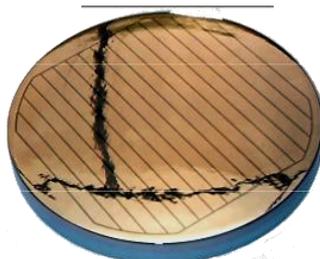
PHDS 社ゲルマニウム半導体ガンマ線イメージング検出器 **GeGI** が更に小型・高性能に進化しました。

GeGI が搭載する高純度 Ge 半導体検出器は一般的な可搬型 Ge 半導体検出器同等です。高分解能スペクトル測定と自動同定分析を **GeGI** で実施いただけます。更に、**GeGI** はスペクトル分析と同時に**ガンマ線イメージング**を実施します。Ge 半導体検出器の優れたエネルギー分解能により、**多核種を同時に処理・表示**することができます。

GeGI に搭載する高純度 Ge 半導体は直径 90mm の大口径プレナー型ですので、迅速な核種同定・イメージングを実現します。

代表的なアプリケーション

- ✓ CBRNE オペレーション
- ✓ 核セーフガード
- ✓ 核セキュリティ
- ✓ 核物質分析
- ✓ 環境分析・除染・廃炉

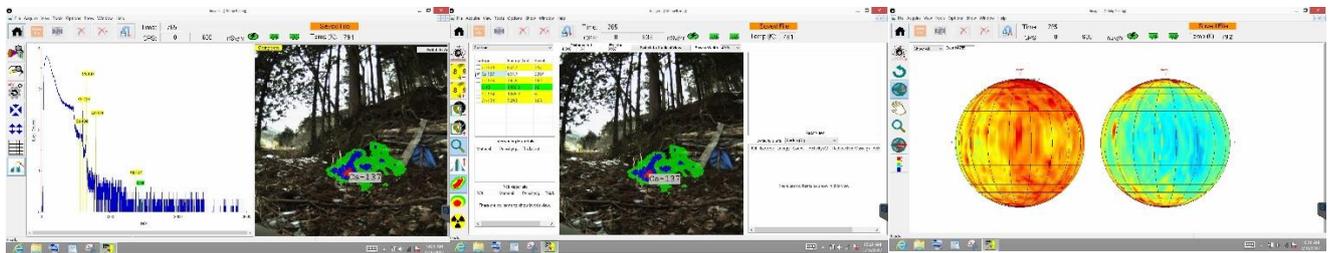


特 徴

- ✓ SNM, NORM, IND, MED 自動判定
- ✓ 16kch スペクトル測定
- ✓ 360° (4π) のコンプトンイメージング
- ✓ 2π 光学カメラ画像とのオーバーラップ表示
- ✓ タッチパネルによるオペレーション
- ✓ ツイストロック・ミルスペック電源コネクタ
- ✓ 長寿命冷凍機 (5年以上)
- ✓ ホットスワップ可能な Li-Ion バッテリ
- ✓ ANSI N42.42 フォーマットのデータファイル
- ✓ Wi-Fi/4G による遠隔操作 (Option)
- ✓ 場所と核種同定
- ✓ 10cm から 50m までの距離で使用可能

仕 様

- 寸法 26cm x 20cm x 14cm (突起部除く)
- 重量 約 6.8kg
- バッテリ寿命 本体バッテリー 約3時間 (ホットスワップ対応)
外部バッテリー (Option) 約 4.5 時間 (ホットスワップ対応)
- 動作電源 AC 100-240 VAC, 50-60 Hz
- エネルギー分解能 FWHM < 2.1 keV (0.3%) at 662keV
- ガンマ線コンプトンイメージ 4π (360°)
- 光学カメラ 2π (185°)
- 感度 $10\mu\text{Ci } ^{137}\text{Cs}$ at 1m (3.3 $\mu\text{R/hr}$, 33nSv/hr)にて
ピーク検出及び同定 (662keV 8σ) 3.7 秒±1.0 秒
場所 (コンプトンイメージ) 30 秒±13 秒
*測定環境により変化します。
- エネルギーレンジ 30 keV - 3 MeV (Spectrum)
◇ コンプトンイメージ 140keV - 3 MeV
◇ ピンホールイメージ 30keV - 662 keV
- Exposure /rate Capacity 200 kcps (10% Dead Time) in 15 mR/hr ^{60}Co
- 結晶 高純度 Ge 半導体 直径 90mm, 厚さ 10mm
- 有感面積 55 cm^2
- その他 核ライブラリ搭載



Option

GeGIには豊富な Option が用意されています。Pinhole option はより詳細な位置を把握するのに役立ちます。External Battery は屋外での測定をより長くサポートします。



Pinhole Option

External Battery Option



Tripod Option

Tripod Optionには Tilt と Pan をリモートコントロールできる Option も用意されています。



仁木工芸株式会社

〒108-0073 東京都港区三田 3-9-7

TEL 03-3456-4700 FAX 03-3456-3423

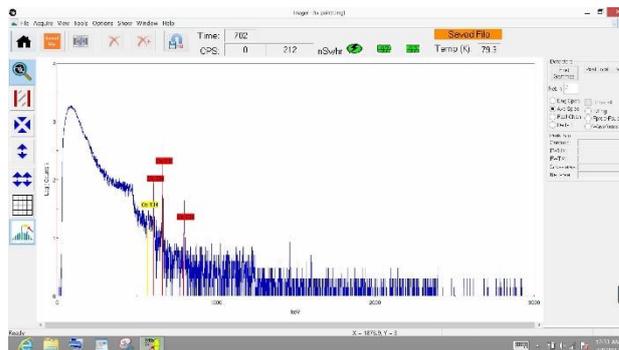
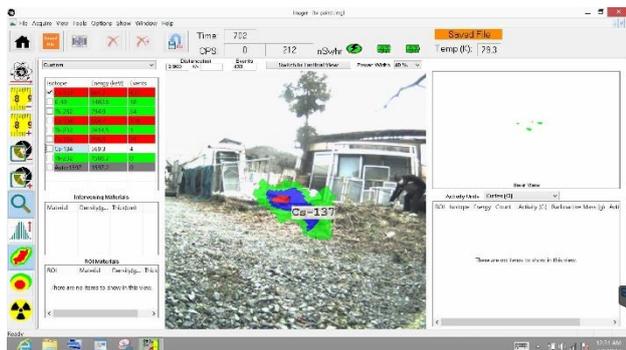
Email to sales@nikiglass.com

URL <http://www.nikiglass.co.jp>

測定事例（環境）

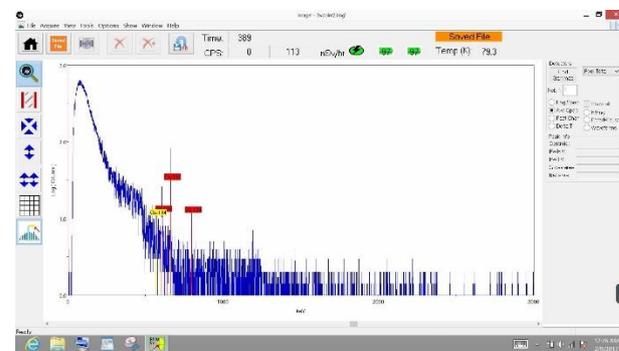
◆ 除染作業後の避難解除地域での測定。折りたたまれたテントに汚染が見られます。

距離 2.9m 測定時間 702 秒 ^{137}Cs 選択表示



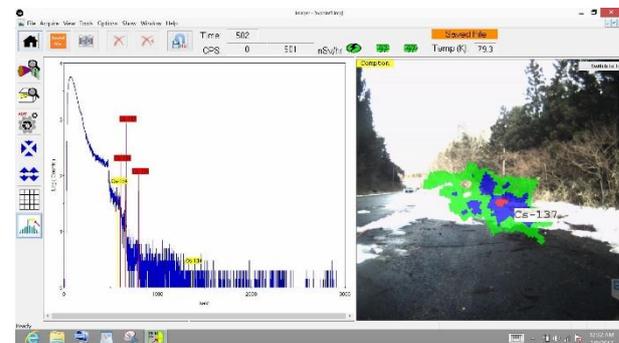
◆ 除染作業後の避難解除地域での測定。雨樋排水口から雨水の流れに沿って汚染が見られます。

距離 4m 測定時間 389 秒 ^{137}Cs 選択表示



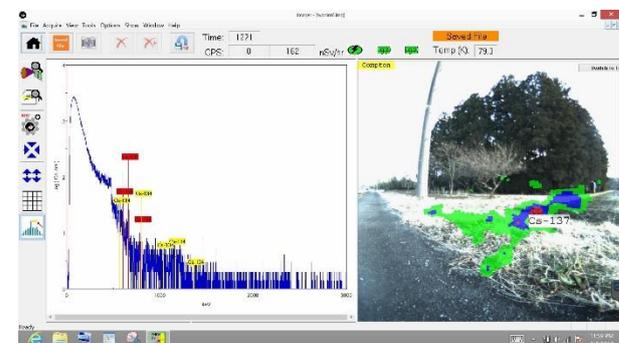
◆ 避難解除地域山間部 坂道（写真手前）が平坦になる土壌部分に汚染が見られます。

距離 4m 測定時間 502 秒 ^{137}Cs 選択表示



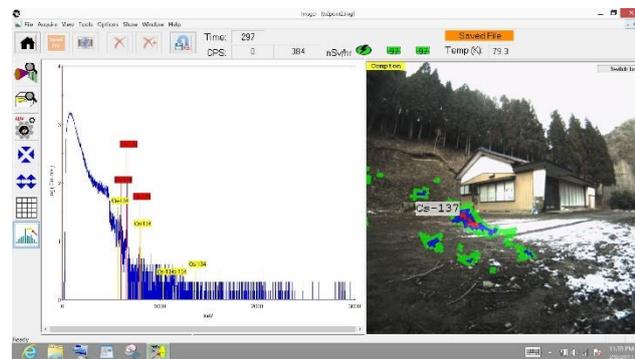
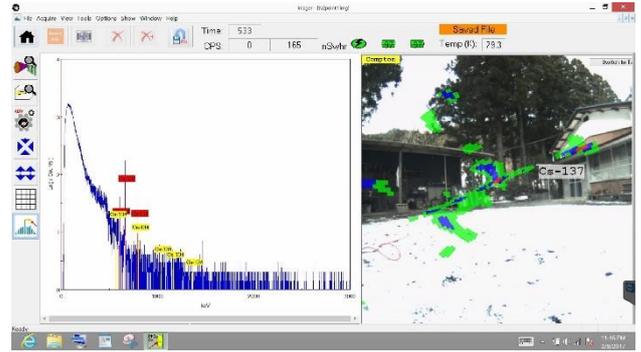
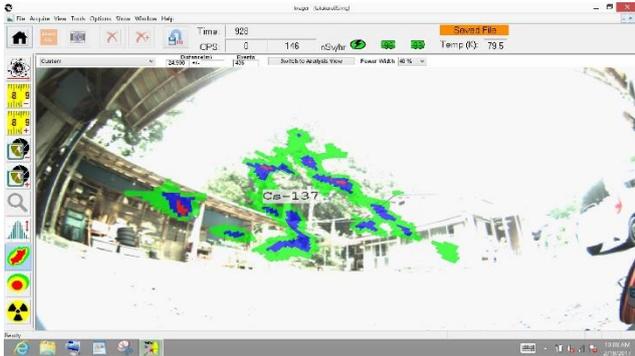
◆ 除染作業後の避難解除地域
用水路に沿って汚染の分布が見られます。

距離 10m 測定時間 1271 秒 ^{137}Cs 選択表示



◆除染作業後の避難解除地域

写真左は 2016 年 7 月測定、写真右は 2017 年 2 月測定（除染後）。



◆除染作業後の避難解除地域

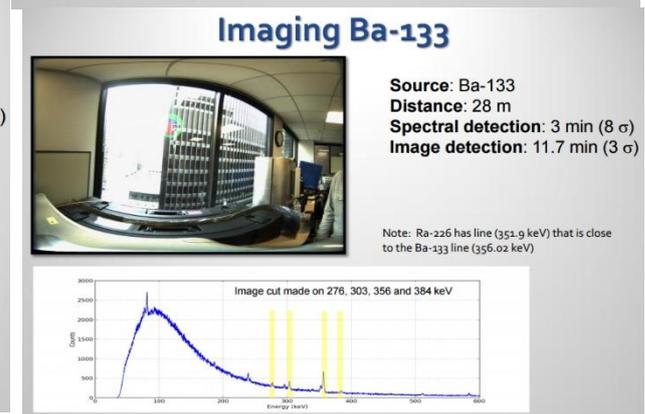
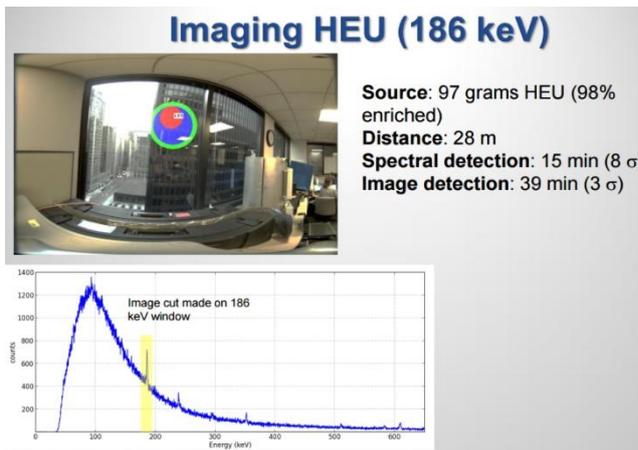
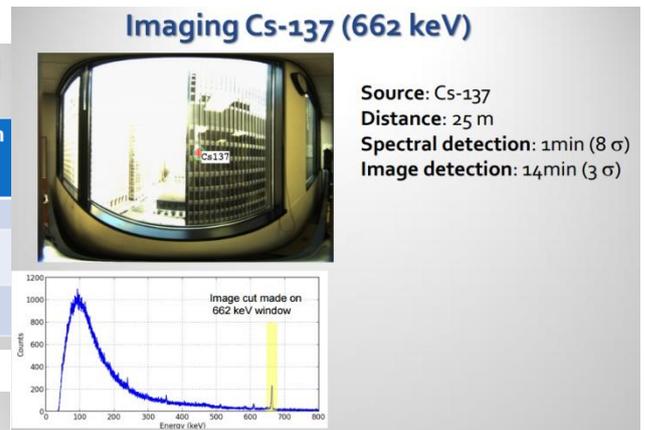
建物左下方方向に汚染を検知したが、当該場所の線量は周囲とほぼ等しい。検知方向の延長線上にある建物の陰に雨樋の排水口があり、その地点で汚染を発見。

距離 11m 測定時間 297 秒 ¹³⁷Cs 選択表示

測定事例（CBRNE/セーフガード/セキュリティ）

Results: Spectral and Image Alarming

Source	Strength	Distance	Spectral Detection (8 σ)	Image Detection (3 σ)
Cs-137	1 mCi	28 m	1.1 min	19.8 min
Ba-133	0.65 mCi	28 m	3.0 min	11.7 min
HEU	97 grams (98% enriched)	28 m	15 min	39.3 min

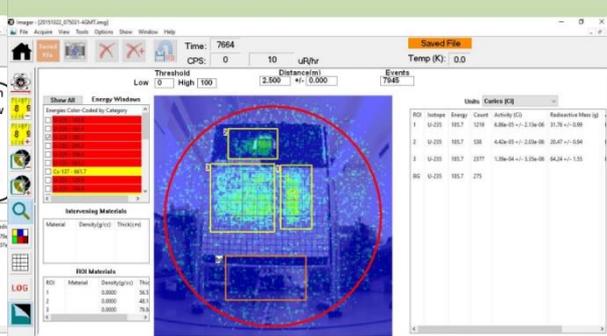
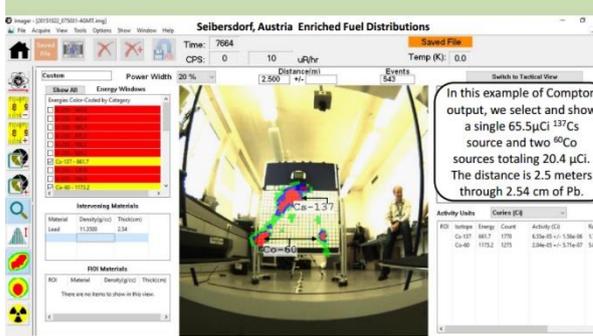


Compton Imaging and Quantification

- All Identified gamma-ray peaks above 140 keV are Compton Imaged
 - Here only ^{137}Cs and ^{60}Co are selected and displayed
- The source distance is input by the user just above the image display
- Any intervening and/or self-attenuating source materials are entered lower left
- The quantitative estimates of source quantities are output on the lower right

Pinhole Imaging and Quantification

- Here only the 186-keV line (^{235}U) is selected.
- The user draws boxes around the separate areas to create ROIs (here there are 3)
- A representative background ROI can also be drawn (bottom region)
- The list on the right side of the image shows an accounting of the quantities of ^{235}U
 - ROI 1 ~ 32 grams, ROI 2 ~ 20 grams, ROI 3 ~ 64 grams of ^{235}U

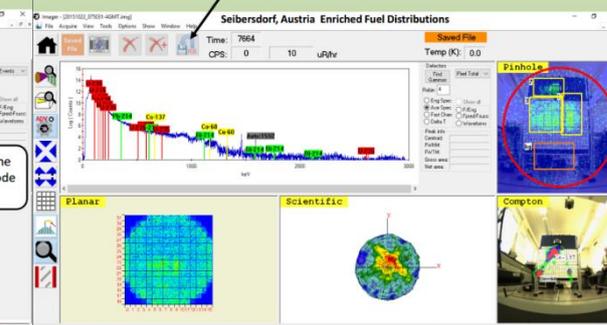
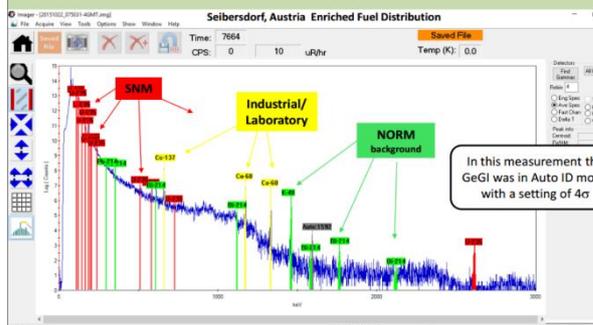


Spectroscopy and Identification

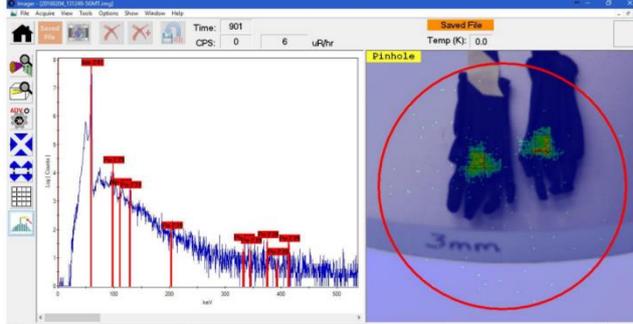
- Automatically Identifies Isotopes at user defined No (number of standard dev. above background) OR looks for user-defined peak energies
- Isotopes are color coded:
 - SNM – Special Nuclear Materials
 - Industrial/Laboratory – Reactor Products
 - NORM – Naturally occurring background
 - MED – Medical isotopes

All of the information shown above is from a single measurement.

All of this information is available in a single PHDS Co .img file. The .img file AND an ANSI42.42 standard file are produced by clicking the RB (Reachback) button.

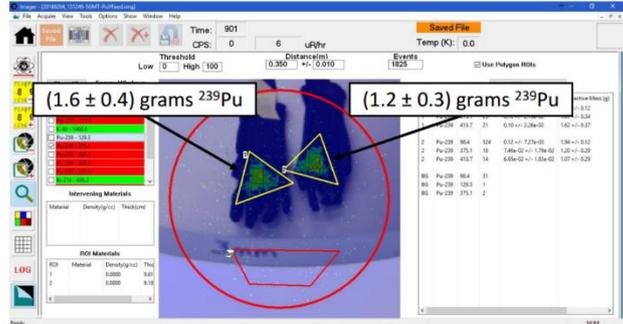


Target 6 – ^{239}Pu Sources Demonstration



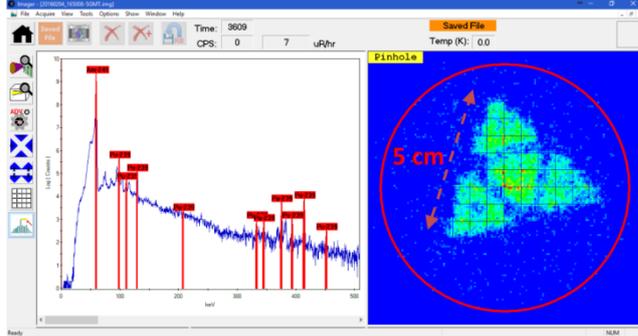
- Pinhole image reveals 2 triangular ^{239}Pu sources
- See following slide for quantitative analysis

Target 6 – ^{239}Pu Sources Analysis



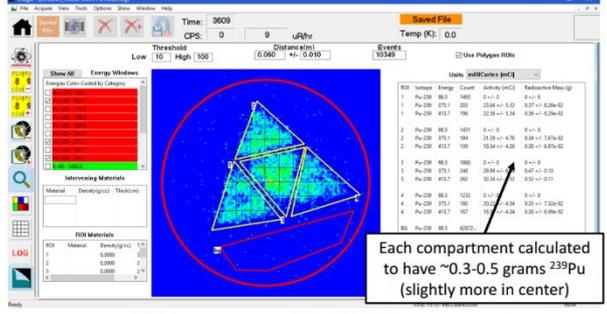
- Select regions of interest in pinhole image for analysis
- Quantitative analysis indicates ~1.4 grams of ^{239}Pu each

Target 6 – ^{239}Pu Source (Zoom)



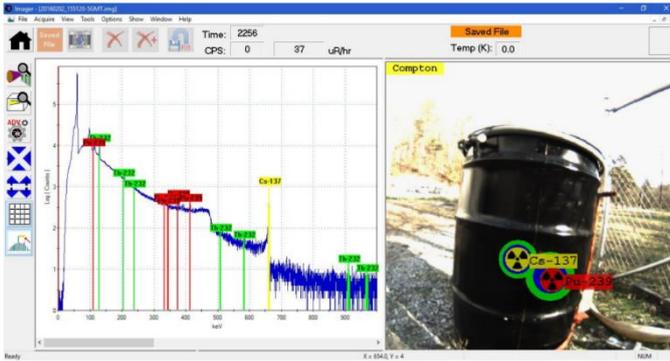
- Zoomed view of 1 of the triangles, shown to be comprised of 4 triangular chambers of ^{239}Pu

Target 6 – ^{239}Pu Source Analysis



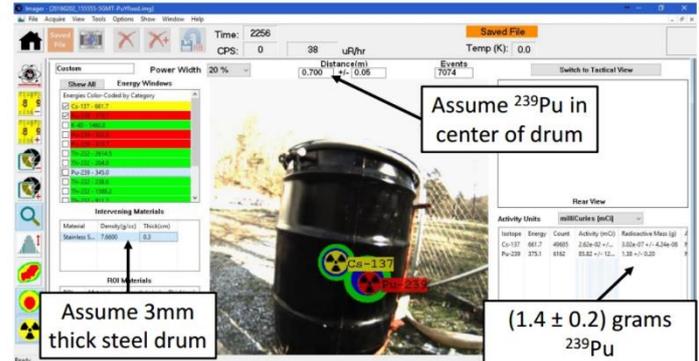
- Analyze ^{239}Pu mass in each of the 4 compartments
- Total mass of (1.5 ± 0.2) grams ^{239}Pu

Target 1 – 55 Gallon Drum



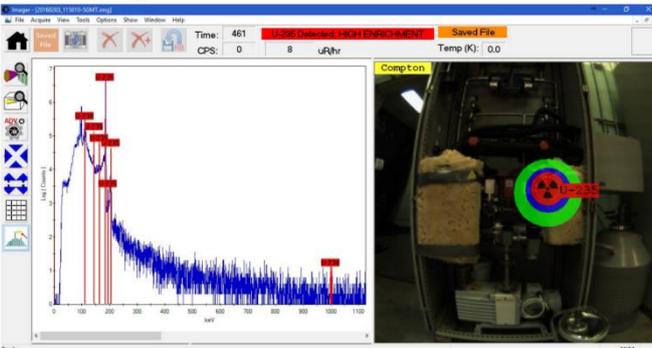
Measurement 2: – Move GeGI around drum 90 degrees (Compton Image) – ^{137}Cs and ^{239}Pu detected and located!

Target 1 – 55 Gallon Drum Analysis



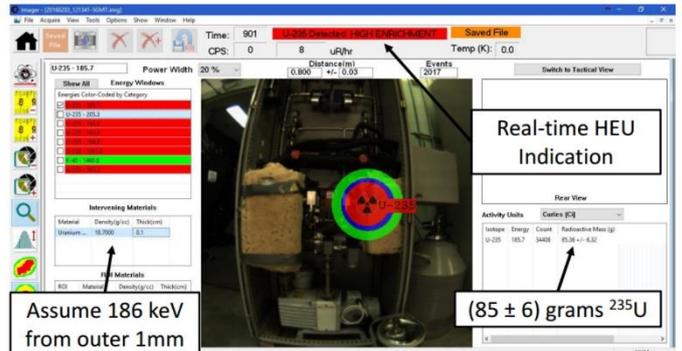
Measurement 2: – Analyze 375 keV counts in image (Compton Image) – (1.4 ± 0.2) grams ^{239}Pu

Target 3 – U Enrichment Area



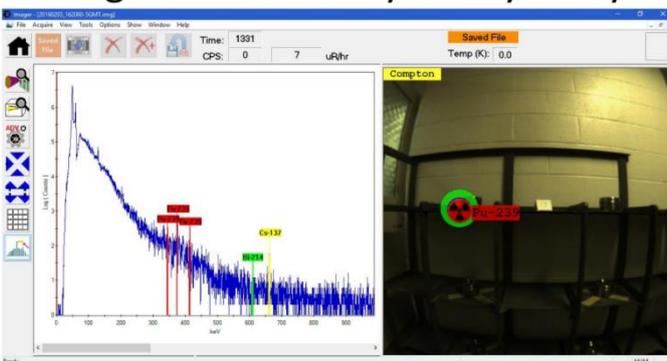
– ^{235}U and ^{238}U detected in spectrum
– ^{235}U localized to cabinet

Target 3 – U Enrichment Area Analysis



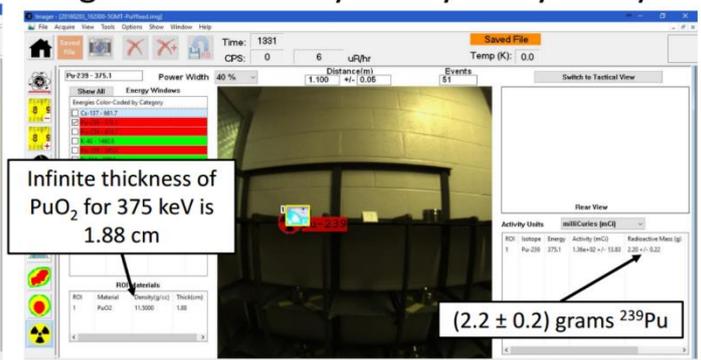
– Real-time indication of HEU
– GeGI calculates ~85 grams of ^{235}U

Target 4 – Criticality Safety Array



– ^{239}Pu and ^{137}Cs detected (^{137}Cs from Target 1 drum)
– ^{239}Pu located in upper left container

Target 4 – Criticality Safety Array Analysis



– Assume container is full of PuO_2 (conservative)

Target 5 – Vertical Piping



- ²³⁹Pu and ¹³⁷Cs detected (¹³⁷Cs from drum behind GeGI)
- ²³⁹Pu located in leftmost pipe (2.5 meters away)

Target 5 – Vertical Piping Analysis



- ²³⁹Pu known to be taped to outside of piping
- No attenuation included in this calculation

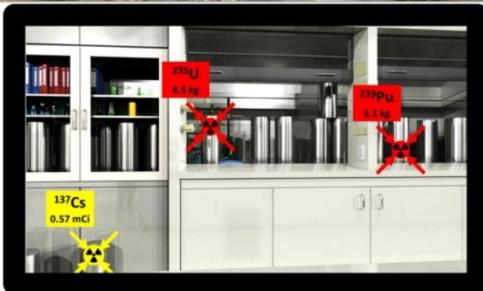
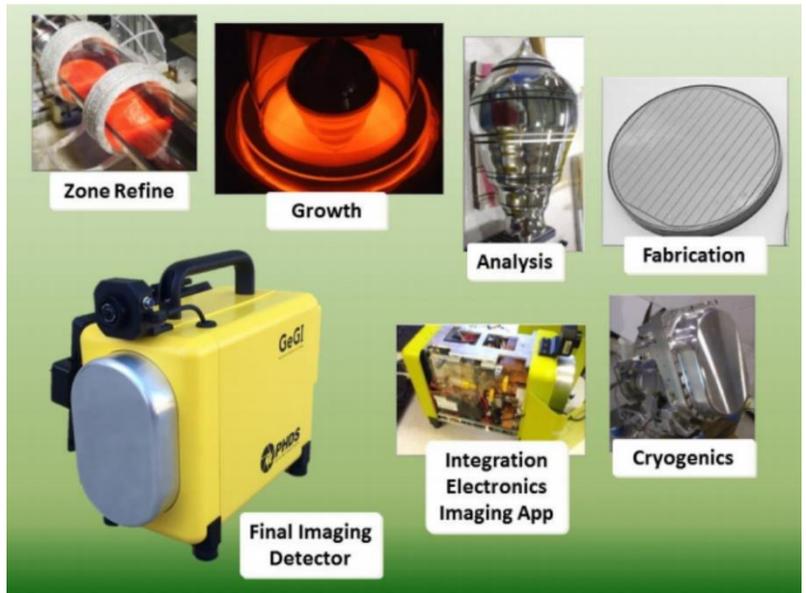
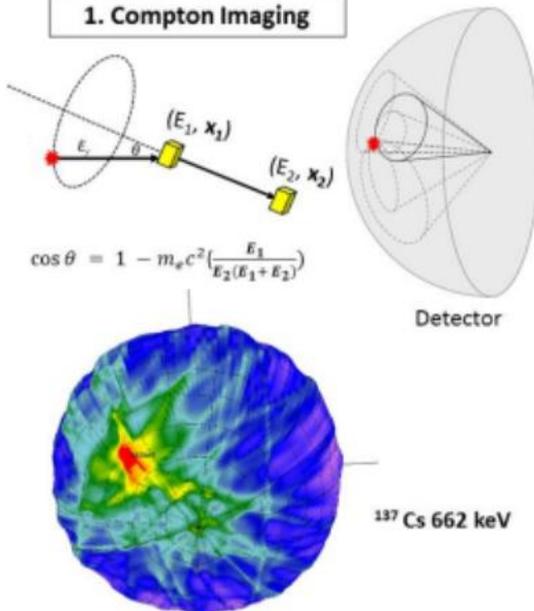


Figure 1. CBRNE team members analyze the radiological situation upon entering a nuclear weapons production site. The visual nuclear threat information from the imaging detector shows the identities, locations and quantities of the radiological materials on an intuitive visual display.



1. Compton Imaging



2. Pinhole Aperture Imaging

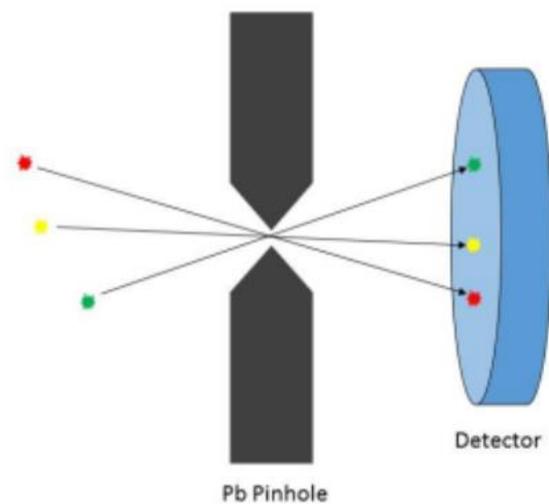


Figure 4. Compton Imaging and Pinhole Aperture Imaging are both simultaneously accommodated by the Germanium Gamma-ray Imaging Detector. Compton Imaging is well suited to high sensitivity search while pinhole imaging makes highly detailed object images including shape and substructure information.