

テロ対策の技術

～ソフトターゲット防護を対象とする セキュリティ機材の動向～

帝国繊維株式会社 技術顧問

岩城 征昭 *Masaaki Iwaki*

1. はじめに

わが国におけるテロ対策は、20年前の米国9.11同時多発テロを契機として制定されたテロ対策特別措置法（2001年）を法的根拠として推進されてきている。その後明確な根拠となる法令は制定されていないものの、いわゆる事態対処法とそれに併せて制定された国民保護法の施行に負うところが大きい。施行当初は、大規模テロや原子力発電所等の重要防護施設を意識した緊急事態対応であり、その後、大規模集客施設、ターミナル駅、ハイジャックによる各種テロ対策が官民の連携で整備されてきている。

一方、手製銃による安倍元首相の殺傷事件はもとより、京都アニメーション放火殺人事件、京王線内殺傷事件等いわゆるテロ類似犯罪（最近はローンウルフ型若しくはローンオフエンダー型とも称される）に見られるような従来の犯罪対応とは趣を異にする事案が頻発している。このためテロ対策を含めたいわゆるソフトターゲット防護の重要性が高まってきている。しかしその実効的な対応については、ターゲットを絞り込む（スクリーニング）等対処の困難性から、未だ十分なものとはいえず、特に技術開発の進展に待つところが大きい。

そこで本稿では、一般市民や各種イベント施設をも意識したソフトターゲット防護に対応可能な最近のセキュリティ機材の動向につ

いてその概要を俯瞰した。セキュリティ確保に関係する読者各位の参考になれば幸いである。

2. ソフトターゲットとその脅威

ソフトターゲットの明確な定義は無いものの、この対義語はハードターゲットとなり、軍隊や警察等に防護された要人や重要防護対象を指している。即ちテロ等暴力行為の実行側にとっては攻撃の困難性と失敗のリスクを伴うターゲットといえる。従ってそれ以外の脆弱で攻撃容易な施設や一般市民がソフトターゲットであると言えるだろう。近年世界各国で発生しているテロ攻撃の約7割近くは、ソフトターゲット対象に分類されるとも言われており、具体例として、病院、学校、競技場、ホテル、各種文化施設、映画館、劇場、ショッピングセンター、交通施設（鉄道駅やバス、フェリー）等多数の人々が集まる民間施設とその利用者である一般市民等が挙げられる。

以下では「誰（何）」（防護対象）を、「何」（脅威対象、脅威物）から、「どこ」で、「どの様に」防護するかという5W1Hに基づき、先ず防護すべきソフトターゲットの特性と、それに対する主たる脅威についての捉え方を述べた後、セキュリティ機材、特に近年開発の進展が著しいソフトターゲット防護のためのスクリーニング機器、いわゆるゲート型セ

ンサー類、ボディースキャナー等の技術動向について論じたい。但しそれらセンサー類は広範多岐にわたるので、特に人を対象としての技術、機材を主対象として論じることとする。

(1) ソフトターゲットの特性

施設やそこに集う一般市民を攻撃対象としてのソフトターゲットの特性を考えることが、セキュリティ対策に重要である。まず施設は主として民間により運営されているため、セキュリティ確保は経営サイドの判断、特に費用対効果により律せられるのが通常であろう。現状では、基本的な防犯対策（警備員、非常警報装置、監視カメラ等）や消防法による防火対策（消火設備、火災報知器等）が想定されているセキュリティ対策であり、テロ等レベルの高い脅威への対応は十分とは言えない。そして施設や人には、以下の特性が列挙できる。

- ・施設へのアクセス容易性(利便性の追求)
- ・セキュリティ対策が困難（人流の障害を回避、プライバシー配慮と検査への忌避感）
- ・危険物持ち込みが容易（全数検査、接触

検査、手荷物等開披検査^{※1}が困難)

- ・警備員、アナウンス、サイネージ（標識）等による抑止効果が主体

(2) テロ、テロ類似事件における脅威物

テロ事件あるいはテロ類似犯罪に多用される大勢の人の殺傷や施設・設備の大規模損傷をもたらす脅威の主たるものは、爆発物、可燃性液体、毒性物質、拳銃等の小火器、大型刃物類と想定できる。検査、点検等の対応要領は、施設運営者側のリスクアセスメントによるところが大であり、もちろん法令上の制限や経済的な事情も加味されることになる。

図1に米国国土安全保障省がリストアップしている大量殺傷に至る手製爆発物、火器類等を示す¹⁾。

なお、より具体的なテロ事例、脅威対象に関しては中村による報告²⁾を参考に以下論じていきたい。

3. 対象とするスクリーニング機材の範囲

(1) 利用可能な検知技術

現在セキュリティ市場における人の検査に

図1 大量殺傷に至る手製爆発物および火器類等

(1) 手製爆発物等					(2) 小火器/大型刃物	
	爆発物等の外観	爆薬量 (TNT換算)	屋内避難距離	屋外避難距離		
高性能爆薬	封筒等の郵便物	0.5 kg	12 m	274 m		
	鉄パイプ	2.3 kg	21 m	259 m		
	書籍等郵便物	4.5 kg	27 m	330 m		
	段ボール箱、自爆ベスト	9 kg	34 m	415 m		
	スーツケース	23 kg	46 m	564 m		
ガソリン	プラスチック容器	2~5 L 各種	-	-		

※文献¹⁾からの抜粋および一部筆者による追加

※1 開披検査
荷物を開いて内容物を確認する検査。

関する製品を列挙すると、金属探知機（磁気センサー類）、X線後方散乱^{※2}、その他電磁波利用機材（赤外線、マイクロ波、ミリ波、テラヘルツ波等）が想起される。人の検査を目的とした場合、子供や妊婦あるいは頻繁に通過する可能性も想定されることから、微弱とは言えX線後方散乱機材は特殊な場合を除き、安全性の観点から本論の対象から除外した。

表1に英国内務省が作成しているチェックポイントセキュリティについての人・物の検査指針に関する資料³⁾を参考にして人の検査の包括的な特性を示す。

(2) 人のスクリーニング機材

表1から本論で考察するのは、ゲート内への脅威物持ち込み阻止と同時に大量殺傷に到るようなテロ攻撃目標を安易に作り出さないためのスクリーニング機材と言えよう。また大量集客施設でのスループット^{※3}確保の観点から、ウォークスルー型^{※4}を中心に記述する。

4. スクリーニング機器に期待される性能

本項を論じるにあたって参考となるのは、高度のセキュリティ対策がとられている空港保安検査や原子力発電所等における多重防護の体制であろうが、いずれの場合もここで主題にしている制限エリア^{※5}以外の一般エリアにおけるソフトターゲット防護とは若干の差異がある。

空港の保安検査は、法令規則に定められたクリーンエリアの要求に基づき、厳格な危険物持ち込み検査体制となっている。機内持ち込み荷物はX線検査、旅客は金属類を事前に取り出した上で門型金属探知機での検査及び必要なら携帯型金属探知器で再検査が求められる。また液体物は個別に対応する検査機にて内容物の検査が行われている。

原子力発電所等の場合は、核セキュリティ上の規定により、内部脅威対策として厳格な入場者の個人認証と併せて、金属探知機や爆発物のトレース検知機器や開披検査^{※5}等構内施設毎に多重防護体制（立入制限区域→周

表1 人の検査のためのスクリーニングの方法と技術

方法	対象物	警報能力	備考
手による接触検査	全ての携行品 - 爆発物 - 拳銃、ナイフ - その他不審物	金属探知機や他の警報を補完	技術を必要としない。 効果的だが負担大で時間を要す。 忌避感が強い。検査は同性が行う。 偽装、隠された脅威物の特定が困難。 直接接触では衛生上も問題がある。
門型金属探知機	大小の金属製品 - 銃、金属製ナイフ - 爆発物の金属部品	警報の出た携帯品の個別チェックが必要。	高速かつ自動で、警報レベルも可変。 非金属の脅威物は検出しない。 一部は、地上からの高さを表示可能。
携帯型金属探知器	大小の金属製品 - 銃、金属製ナイフ - 爆発物の金属部品	門型の警報の確認として使用	門型より遅い。 小金属の検出可能。 非金属の脅威物は検出できない。
ボディー スキャナ ミリ波等 X線後方散乱	あらゆる種類の隠匿物 - 爆発物 - 銃、ナイフ - その他不審物	警報内容確認のため手による検索に誘導。	金属、非金属の脅威を検知。 価格やランニングコストが高い。 警報の位置を表示する。 スループットが比較的遅い。 オペレーターへの訓練が必要。 体の実画像は表示しない。 X線後方散乱は安全性に問題。

※2
X線後方散乱
X線を照射すると軽元素によりX線が散乱されるので、散乱X線を画像化して爆薬を探知する。

※3
スループット
人や物の探知処理能力（件数/時間）

※4
ウォークスルー型
門型やゲート型の入り口で立ち止まることなく爆発物探知ができる探知装置。

※5
制限エリア
搭乗客の保安検査を通過した先のエリアで、飛行機に乗る旅客、職員等限られた人しか入ることができない。

辺防護区域→防護区域) がとられている。

しかし本項で対象とするソフトターゲットは、誰でもアクセス可能な施設、設備であり、入場者は一般市民である。ただしそこでも原子力発電所レベルとはいえないまでも、多重防護の概念は必要である。なぜなら、その特性上、全ての脅威排除を単一階層のみで完遂することは現実的でないからである。例えば大阪・関西万博を筆頭に今後益々活発化が予想される大規模イベントでのソフトターゲット多重防護をイメージしてみると、その脆弱性が見えてくるのではないだろうか(図2)。

図2から導き出されるスクリーニング機器への期待性能は、まず基本性能として、大量殺傷を引き起こす自動小銃から拳銃や手製銃にわたる小火器、大型刃物、手製爆薬の持ち込み、ガソリン類の大量持ち込みまでをカバーできることが重要である。これらを入場ゲートまでで排除(一次～二次)できれば、その脅威はかなり低減できるであろう。一方で警備関係者の中には、小型カッターや3Dプリンター製拳銃等も脅威の視野に入れておられる方もいる。これらをも検査対象に加えることは、あくまでも大量殺傷に到る脅威排

除を目的とした場合、誤警報(一般市民が持ち込むであろう日用品まで警報を出してしまうことによる)が多くなり二次検査の増大、スループットの低下、入場者の滞留を引き起こすことになる。運営者、警備対策サイドがイベント運営に際して適正なリスクアセスメントとそれに応じた機材導入を図る必要がある。

5. 候補となり得る各種スクリーニング機材の特性

(1) スクリーニングに適した技術と機材

現在主流となっているスクリーニング技術は、電磁波領域のミリ波帯を利用したセンサーエリアを通過する移動体を画像化するものである。ミリ波帯と言ってもその前後、いわゆるより短い波長のテラヘルツ波帯や、逆に長い波長のセンチ波領域も利用されている。ミリ波帯は一般に着衣の影響を受けず被験者の脱衣は不要である(図3)。

一方で検知画像そのものはほぼ裸身画像に近く、プライバシー保護から問題となったため、現在は人のイラスト画像で置き換えて、

図2 想定される大規模イベントでのソフトターゲット多重防護

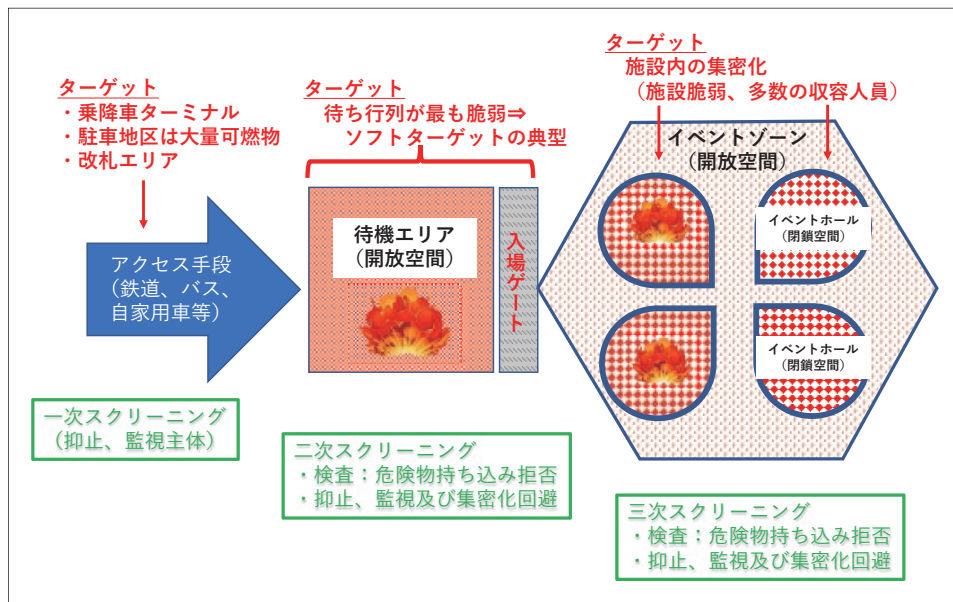
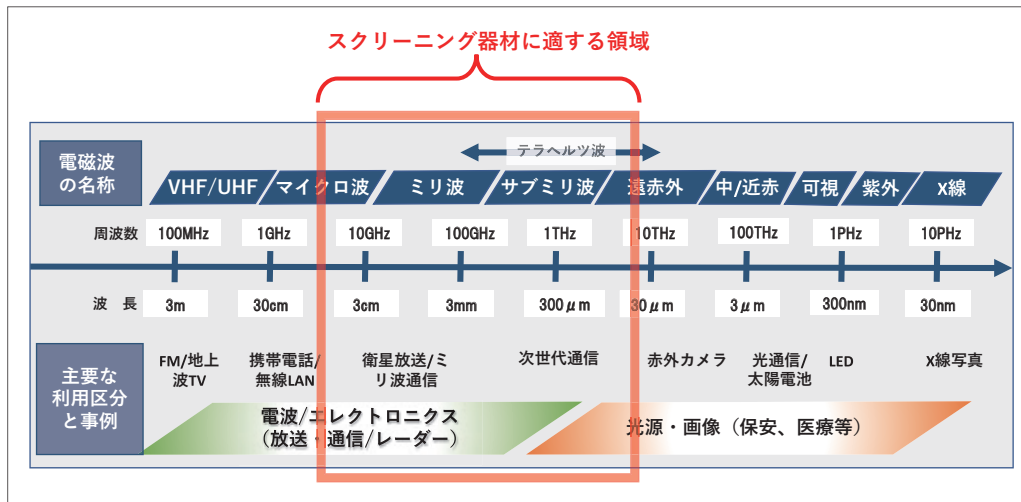


図3 電磁波の区分とスクリーニング使用領域



検知部位のみをマーキングする手法がとられている。

また空港保安検査場に浸透しつつあるミリ波機材は、ノイズ排除のため数秒の停止状態と腕を上げたり開いたりして体側から離す姿勢およびポケットの中身を取り出してから検査する必要があり、移動状態、歩行状態の測定には不適である。

(2) 機材の特性

表2に人などの検査に使用するゲート型センサーの特性を示す。仕様等については、表中に記載した例示機材メーカーの参考文献からの情報に基づくものであり、詳細はそれぞれの文献を参照願いたい。

通常歩行で通過する移動体（被験者）の3Dミリ波画像を取得するためには電磁波を照射して反射波を解析するアクティブ方式の場合、選択する波長帯域、送受信ユニット数、画像処理能力に依存していて、静止時ほどには分解能が得られないのが現状である。そのため移動体処理、多くの送信素子、受信素子を実装したMIMO（Multi-Input and Multi-Output）技術、UWB（Ultra-Wide Band 超広帯域無線）技術等が利用されている。さらに画像から被験者が一般的に携帯する日用品類と異物（異常値）を識別し、検知、表示する

ためにAIあるいはそれに類する学習機能により異物のみを表示するよう作り込まれている。しかしAI学習は誤検知を低減するため設置環境、特に通過する被験者と携帯物、背景ノイズ及び異物（固体、液体、金属）データをいかに多く取得させるかが鍵となる。また異常値から脅威対象か否かの識別データは得られないことから、偽陽性が多くなることが容易に想像できる。

この分野における最近の機材の高度化は目覚ましいものがある。例えば表2に例示した機材の内、APSTEC Systems社のHSRではマイクロ波のうちセンチ波に区分される帯域でUWB方式を利用しているが、電波画像で脅威識別するのではなく、爆発物やガソリン類に固有の比誘電率（空気は1、水は80といった無名数のこと）を測定して脅威判定の一助としていることや、金属体は別途磁気センサーを内蔵しているハイブリッドタイプで脅威識別能力を高めている機材である。

6. まとめ

以上述べたとおり、本論では特にソフトウェアターゲット対応のスクリーニング機材について、そのコンセプトと開発動向の一端について紹介した。技術的展開は急速で技術面につ

表2 人の検査用ゲート型センサーの特性

検知原理	電磁波			金属探知	
	センチ波 (UWB)	ミリ波～テラヘルツ波		磁界	渦電流
	アクティブ (8～18GHz)	パッシブ (テラ波)	アクティブ (ミリ波)	磁性体	非鉄金属
検知対象	爆発物 / ガソリン	異物全般	異物全般	火薬、刃物	特殊火器類 一部刃物
識別能力	○ 誘電率及び画像	△ (画像による形状認識)	△ (画像による形状認識)	X	X
感度	△ (大きさ、厚み)	X (移動体に難)	△ (移動体にやや難)	○	○
長所	脅威物を識別可能 誤警報、過検知が少ない 同時複数人検査による高スループット ～5000人/H	比較的大きな脅威物、 スタンドオフ、 同時複数人検査可能	体表面上全ての携行物を認識 AI 利用で誤検知低減 一人毎のウォークスルー	高感度、位置表示も可。 比較的安価	
短所	少量物の検知に難	低スループット ～300人/H 程度	3D 画像処理のため異物データは AI 学習により識別能力を高める必要性あり。 スループットは数100～1000人/H 程度	金属以外は検知不能	
器材例	APSTEC HSR ⁴⁾ 磁気センサー搭載による金属探知併用	THRUVISION HTC16 ⁵⁾	R&S QPS Walk2000 ⁶⁾ LibertyDefense HEXWAVE ⁷⁾	NEC ⁸⁾ IVS 技術	Evolve Express ⁹⁾ AI 強化した映像との組合せによる脅威特定可能

いては簡単に触れるにとどめた。ここで述べたソフトターゲット防護には機材運用者の至当なりスクアセスメントとマネジメントが鍵であり、どの様な脅威を、どのレベル (質・量) まで絞り込むか、といったスクリーニング概念が重要であることを再度強調しておきたい。一つのスクリーニング機材で全ての脅威を排除しようとするれば、必ず誤検知、過警報、偽陽性が増大し、その結果、ゲート入口に入場者の滞留が発生すると共に、二次検査のための保安要員も相当数が必要となろう。そこに検知と見逃しのトレードオフが必ず惹起することを銘肝すべきと思うが如何であろうか。

参考文献

- 1) 米国国土安全保障省：IED Attack Fact Sheet, 2022.
https://www.dhs.gov/xlibrary/assets/prep_ied_fact_sheet.pdf
- 2) 中村順：いかに一般市民はテロに備えるか、セイフティエンジニアリング, 49, 208, 10-14, 2022. http://www.i-s-l.org/shupan/pdf/SE208_2_open.pdf
- 3) 英国内務省：Checkpoint security screening of people and their belongings - Guide, Issued by HM Government, Introduction to PAS 127, 2014.
- 4) APSTEC： https://apstecsystems.com/storage/app/media/PDF/HSR%20Brochure%20English%2009-07-2019_compressed.pdf

- 5) THRUVISION： <https://thruvision.com/resources/#resources-datasheets>
- 6) R&S： https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/QPS_Walk2000_fly_en_3608-1946-32_v0400.pdf
- 7) Liberty Defense： <https://libertydefense.com/product/hexwave/>
- 8) NEC： <https://jpn.nec.com/techrep/journal/g21/n01/210121.html>
- 9) EVOLV： <https://www.evolvechnology.com/products/evolv-express>

いわき●まさあ

防衛大学校応用化学科 (陸上) 卒業。筑波大学大学院博士課程 (反応有機化学) 単位取得退学。防衛省 (庁) 陸上幕僚監部開発課、分析室長及び在蘭大防衛駐在官、部隊指揮官、幕僚勤務を経た後、陸上自衛隊化学学校長 (陸将補) にて退官。2010年から帝国繊維株式会社技術顧問として現在に到る。この間防衛装備庁 (旧技術研究本部) 技術顧問、神奈川工科大学非常勤講師、経産省安全保障貿易調査員等歴任。