

ICNIRP ステートメント — ミリ波全身画像技術に係わる健康問題

国際非電離防護委員会*

はじめに

新世代全身画像スキャナは、世界中の多くの空港やその他の保安検問所に設置されています。この装置は、身体に装着または衣服で隠された、どのような種類の材料で作られた武器や物体でも、一定のスキャンニングゾーン内であれば、短距離あるいは数メートルの距離から探知する能力があります。

アクティブスキャナは 10 ギガヘルツ (GHz、または 10^9 Hz) 帯またはマイクロ波領域の周波数の電磁波を照射し、そのスキャンを受けた物体や人体が散乱した電磁波をコンピュータ処理することによって画像を形成します。注意すべきは、人体が放射する広帯域マイクロ波を受動的に検知するように設計されたパッシブスキャナは人体に電磁波のばく露を与えないことです。

スキャナが用いる周波数では、光子当たりのエネルギー (GHz 帯電磁波の量子エネルギー) は化学結合の切断または原子や分子の電離を引き起こすに十分な大きさではありません。要するに、放射線を用いる従来の後方散乱 X 線検査装置とは違い、このスキャナは非電離放射線を用いています。

このアクティブスキャナの典型的な物理的特性として、アンテナの総出力 10–100 mW、作動周波数 30–100 GHz を要件とします。多方向からの対象のスキャンに約 2–5 秒の時間がかかります。

また、この周波数では空気中での波長は 3–10 mm であるため、このスキャナはミリ波 (mm 波) ボディスキャナとも呼ばれます。このスキャナは対象者の衣類を通り抜けて画像を形成し、そこで隠された武器、爆発物、不審物を探知して、人体表面の詳細画像と共にそれらを描出する能力があります。公衆においては、スキャンには短いばく露時間が伴います。一方、装置の製造、試験、設置などの作業中の職業環境においては、反復ばく露ま

たはばく露期間の延長などが起こるかも知れません。ミリ波の影響可能性およびそれが健康にどのような意味を持つかについての科学的データは乏しいです。熱的な相互作用を除けば、生物とミリ波の相互作用または何らかの直接的相互作用を決定するようなメカニズムについて殆ど知られていません。この声明の目的は、全身用電子セキュリティスキャナに用いられるミリ波へのばく露による健康への有害な影響の可能性についてお話しすることです。その中には、現行のばく露ガイドラインの適用可能性の評価も含まれます。

誘導電磁界とエネルギー吸収

ミリ波の周波数で生体媒質内に誘導される電界や磁界、エネルギーの吸収は、その組織のその周波数における誘電率が分かっているならば、その他の非電離放射線スペクトラムについてとほぼ同じ考え方で決定できます。30–100 GHz の間の比誘電率はそれより低い周波数のものに追いついた振る舞いをします。具体的には、皮膚の複素比誘電率の実部と虚部はそれぞれ、20 から 6 へ、20 から 12 へ低下します。

しかしながら、皮膚組織は均質ではなく、多層の角質層 (SC)、表皮、真皮から成っており、人体の部位によっても違いがあります。例えば、SC は前腕の皮膚では薄く、手掌の皮膚では厚いものです。全般的には、ミリ波の周波数での皮膚の誘電率は皮膚の自由水含有率で決まります。

ミリ波エネルギーの比吸収率 (SAR) は周波数とともに上昇します。前腕の皮膚におけるミリ波の伝送は、30–90 GHz の間で 55% から 65% に上昇することが計算で示されています (Alexseev and Ziskin 2007; Alexseev et al. 2008)。手掌のように SC が厚いところでは、ミリ波帯の周波数の高い方で SC 層のマッチング現象の結果として伝送が大きくなることに注意が必要です。前腕の皮膚での電力伝送係数は 55% から 65% に上昇することが示されていますが、その一方、最も高い周波数では透過深度が小さくなるため、皮膚の深部になるほど SAR は低下することになります。例えば、平面波電磁界の透過深度は、前腕と手掌の皮膚でそれぞれ、0.8 mm から 0.4 mm へ、1.2 mm から 0.7 mm へ低下します。

* ICNIRP Secretariat, c/o Gunde Ziegelberger, c/o Bundesamt für Strahlenschutz, Ingolstaedter Landstrasse 1, 85764 Oberschleissheim, Germany.

The authors declare no conflict of interest.

For correspondence or reprints contact info@icnirp.org.
0017-9078/12/0

Copyright © 2011 Health Physics Society

ばく露制限のガイドライン

ICNIRP は非電離放射線の全スペクトラムの周波数に関係する人体ばく露を制限するためのガイドラインを推奨しています (ICNIRP 1998, 2009)。10–300 GHz の無線周波の電磁界について、公衆に対する現行のガイドライン値は、一定の時間内の平均で 10 W m^{-2} であり、この平均時間は周波数が高くなるにつれて短く設定されています (10 GHz では 6 分間、300 GHz では 10 秒間)。さらにパルス電磁界についてはパルス幅で平均した入射電力密度ピーク値が 10 kW m^{-2} を超えないこととされています。これに対応する職業ばく露についての値はそれぞれ 50 W m^{-2} 、 50 kW m^{-2} です。以上の値は、軽度の全身的熱ストレスによる有害な影響、および/または過剰な局所的熱作用による組織の損傷を回避することを根拠に決められたものです。

注目すべきは、ミリ波ボディスキャナはパルスモードで作動することです。このスキャナの出力レベルは低いですが、パルス電磁界はパルス幅平均で最大 1.0 kW m^{-2} の電力密度を発生させることがあります。その結果生じる人体ばく露は、現在推奨されている公衆のガイドライン値の約 10 分の 1 になります。

謝辞 — ICNIRP は、オーストラリア放射線防護核安全庁、国際放射線防護学会、欧州委員会、ドイツ連邦環境・自然保護・原子力安全省からのご支援に深い謝意を表します。

このステートメントの作成期間中、草案は ICNIRP SC3 委員長 James C. Lin の主導のもとで作成され、国際非電離放射線防護委員会は以下の構成メンバーでした：

P. Vecchia, 委員長 (Italy),
R. Matthes, 副委員長 (Germany),
M. Feychting (Sweden), A. Green (Australia), K. Jokela (Finland), J. Lin (United States of America), K. Schulmeister (Austria), Z. Sienkiewicz (United Kingdom), A. Peralta (The Philippines), P. Söderberg (Sweden), B. Stuck (United States of America), A. Swerdlow (United Kingdom), E. Van Rongen (The Netherlands), B. Veyret (France),
G. Ziegelberger, 学術事務局長 (Austria).

ICNIRP のメンバー全員は、利益相反宣誓書の記入および必要に応じた更新を求められました。それらの文書は www.icnirp.org/cv.htm で閲覧できます。

参考文献

- Alekseev SI, Ziskin MC. Human skin permittivity determined by millimeter wave reflection measurements. *Bioelectromagnetics*28:331–339; 2007.
- Alekseev SI, Radzievsky AA, Logani MK, Ziskin MC. Milli-meter wave dosimetry of human skin. *Bioelectromagnetics*29:65–70; 2008.
- ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300GHz). *Health Phys* 74:494–522; 1998.
- ICNIRP. Statement on the “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields(up to 300 GHz).” *Health Phys* 97:257–259; 2009.

(翻訳について)

このステートメントの日本語訳は、ICNIRP から正式の承認を得て、電磁界情報センターの大久保千代次が英文にできるだけ忠実に作成いたしました。文意は英文が優先されますので、日本語訳における不明な箇所等につきましては英文でご確認下さい (2011 年 12 月)。