

話題の PROJECT

プロジェクト

電磁波対策

事例報告はあるもののメカニズムが完全に 解明されたわけではない電磁波干渉

人命を最優先に考えれば、
使用制限が最も確実な対処方法

ノートパソコンやポータブルCDプレーヤー、ゲーム機、携帯電話など、持ち運び可能な電子機器が増加している。
しかし、こうした電子機器が発する電波・電磁波によって、航空機システムや医療用電子機器が誤動作するという報告が相次いでいる。
電磁波干渉と呼ばれるこれらの現象のメカニズムや、
どういった電子機器が危ないのか、
現状と対策について報告する。

危険な音楽によって注目されたEMI問題

航空機の運航について電磁波の影響が問題になったのは、1950年代中頃のことだ。航空機には超短波全方向式無線標識（VHF Omni-directional Range : VOR）からの誘導電波を受信する装置が搭載されている。当時のFMラジオが発生させる電磁波がちょうどこのVORの周波数帯と同じだったため、乗客が持ち込んだFMラジオのために無線航法が使用不能になるという事故が多発する^{*1}。これ以降、米国の連邦航空局（Federal Aviation Administration : FAA）を中心に、電子機器が航空機システムに与える影響についての研究が開始されている。

その後、数多くの持ち運び可能な電子機器が登場する。カセットデッキやラップトップコンピュータ、ポータブルCDプレーヤー、ゲーム機器といったこれらの電子機器が、航空機システムに影響を与えたのではないかといった報告が相次ぐことになる。そうしたなか、1993年2月15日付けのアメリカの週刊誌タイムズが“Hazardous Music”という見出しで、衝撃的な記事を掲載する。シカゴを飛び立ったDC-10型機が着陸体勢に入った際、乗客が使用していたポータブルCDプレーヤーが発する電磁波が原因で航法機器が影響を受け、機体が傾き地上に激突しそうになったというパイロットの報告を掲載したのだ^{*2}。この記事は日本でも大きく取り上げられた。事態を重く見た国際航空運送協会（International Air Transport Association : IATA）では、とりあえず離発着時にはすべての電子機器の使用を禁止するよう勧告を出す。

国内でも、日本航空、全日本空輸、日本エアシステムの大手3社を中心に調整を行い、電気（子）機器の使用制限を取り決めている。常時使用が禁止されている機器としては、携帯電話、トランシーバ、ワイヤレス式の音響機器、ラジコン式玩具、FMラジオ、テレビ受信機、ポケットベル、プリンターなど、主に積極的に電波を発生させる電子機器が対象となっている。離発着時使用が禁止されている機器には、ビデオカメラなどのビデオ機器、CDプレーヤーやヘッドホンステレオなどの音響機器、パソコン・デジタルカメラ・電子手帳などの情報システム機器、ゲーム機器が対象となっている。一方、常時使用できる機器は、電池式腕時計、カメラ、補聴器、心臓ペースメーカーなどだ。

最も可能性が高いと考えられるアンテナからの受信

こうした使用は、米国では法律で規制されているが、日本ではあくまで航空会社から乗客への協力要請という形をとっている。その背景に、こうした電子機器が航空機システムに与える影響のメカニズム解明、因果関係の証明が明らかになっていないという問題がある。

航空機に使われる航法システム機器、配線システムなどは米国航空無線技術委員会（the Radio Technical Commission for Aeronautics : RTCA）によって、さまざまな基準が決められている。この基準は、単に一般の電子機器が発する電磁波干渉（Electromagnetic Interference : EMI）によって航空機システムが受ける影響のみならず、天候や温度など、航空機を取り巻く環境の影響など、広範囲にわたるものだ。

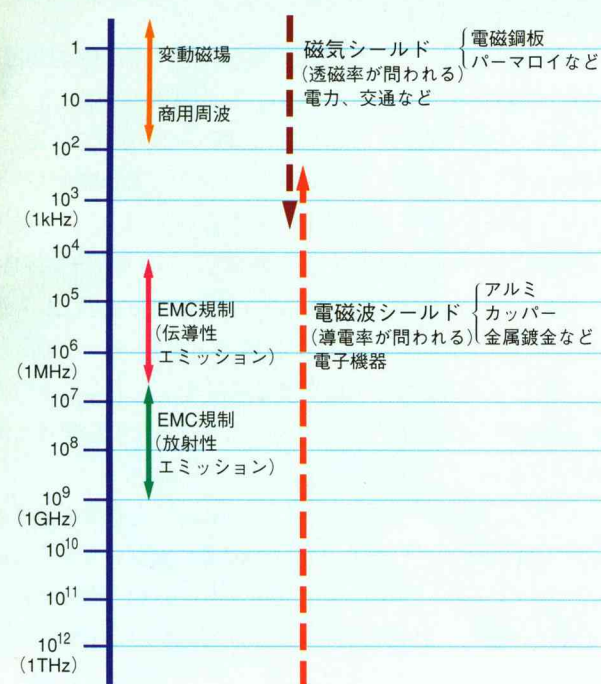
EMIによる航空機システムへの影響について、次の3つが考えられる。

- ①電子機器が発生する電磁波が、航空機に搭載された航法コンピュータに直接影響を与える場合
- ②機体内に設置された各種ケーブル類に電子機器からの電磁波が乗り、航法コンピュータに影響を与える場合
- ③客室内で発生した電磁波がいったん航空機の窓から外に出て、機体に設置されている各種のアンテナから受信され、高周波ケーブルを介して受信機に到達し航法システムを狂わせる場合

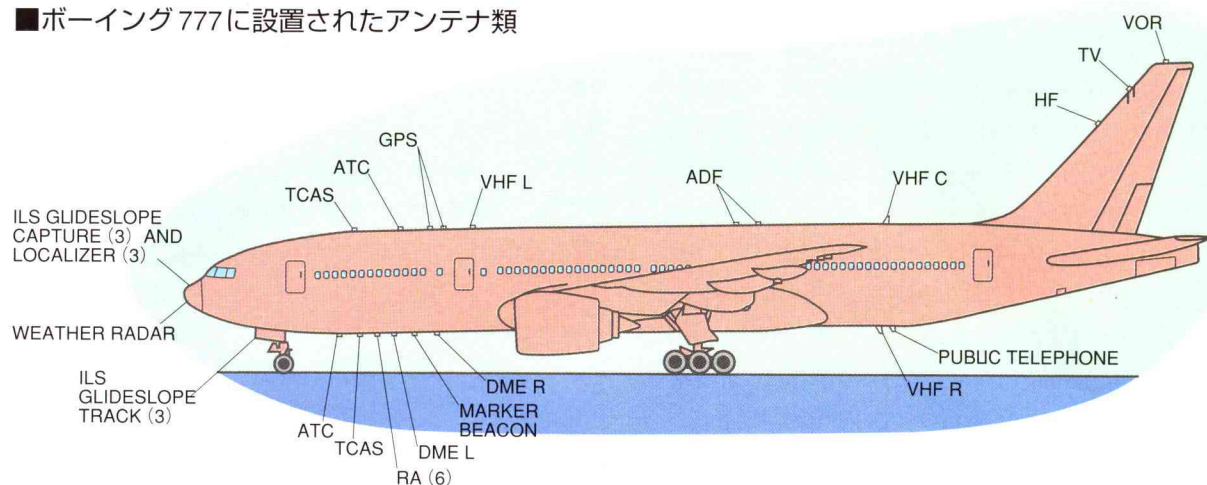
運輸省航空局は、1996年度、1997年度の2年にわたって航空振興財団へ委託研究する形で、これらのEMIの影響を調査研究している^{*3}。

1996年度の調査研究では、主に①、②に関連して一般電子機器が発する電波についての実証研究が行われた。シールドルーム内に携帯電話、ノートパソコン、CDプレーヤー、ビデオカメラ、FMラジオ、ゲーム機などを持ち込み、スペクトラムアナライザーを用いて電磁波の放射レベルを測定している。測定環境は、RTCAが発表しているDO-160C、DO-199と呼

■電磁波の周波数



■ボーイング 777に設置されたアンテナ類



ばれる文書に従った。1997年度調査研究では、ボーイング777を使用して③と携帯電話、PHSの影響が調査された。

2年にわたる調査研究から、携帯電話・PHSなどの電波を発射する電子機器が航空機システムに何らかの影響を与える可能性は否定できない、それ以外の一般電子機器による影響の可能性はきわめて少ないと結論づけられている。しかし、国内外航空会社の事例収集によって、一般電子機器によるシステム異常が報告されていることから、まったく影響がないとは断言できない。

現在、一般電子機器による影響の可能性が最も高いと考えられているのが、③だ。あるA点から電磁波が発射され、それがB点に到達するまでには、電磁波が直接A～B間に到達する以外に、他点に反射して到達する複数のルートが考えられる。マルチパスと呼ばれるこの現象が発生すると、元の電磁波が非常に微弱であっても、到達点ではそれが増幅され、機器に大きな影響を与える可能性がある。

機内で発生した電磁波が、窓から外に出て機体の各部で反射し、VORなどのアンテナに到達するメカニズムは非常に複雑で、条件により大きく変化するため解明が難しい。また航空機の機体各部のシールドを強化し、電磁波反射を抑えるような処理を完全に施そうとすると、機体重量が増し燃費や製造コストに跳ね返ってくる。しかもそれでも完全に安全が保証できるとは限らない。結局、飛行中の電子機器の使用を制限する現在の処置が、最も効果的で現実的な対応であるといえる。

携帯電話の普及が医療現場で問題になる

医療の高度化が進むにつれ、医療用機器にも電子化の波が押し寄せている。一方、携帯電話・PHSの普及も、当初予想を大きく上回る勢いで進んでいる。1995年に携帯電話から発する電波が医療用電子機器に影響を与える恐れがあると海外で報道されたのを機に、不要電波問題対策協議会イミュニティ委員会に医用電気機器作業部会が発足し、国内で医療

用電子機器に対する携帯電話などの影響について、本格的な調査研究が開始された。

それ以前に、米国食品医薬品局 (Food and Drug Administration : FDA) などに1979～1993年の間に100件以上の医療用電子機器に対するEMI事故が報告されている。またカナダ健康保護局は、1995年11月6日に心臓ペースメーカー植え込みセンターなどの心臓専門医に対して「心臓ペースメーカーを妨害するデジタル携帯電話」という警告文を発表している。さらに1995年9月1日には、オランダの電気通信工業会とオランダ健康監査局が病院内での携帯電話の医療用電子機器への干渉問題について勧告を出している。

不要電波問題対策協議会による調査研究は、1995～96年の2年間におよび、のべ727機種の医療用電子機器が実態調査の対象となっている。また電磁波発生源としては、携帯電話、PHS、アマチュア無線機、PHS基地局、病院内LAN機器などが対象となった。

病院内で使用される医療用電子機器には、診断用X線装置、X線CT装置、超音波画像診断装置、心電図モニターなどの生体現象監視用機器といった主に診断に用いられる機器と、輸液ポンプなどの採血・輸血・輸液用機具、大動脈バルーンポンプ・血液ポンプ・透析装置・人工心肺装置などの血液体外循環機器、人工呼吸器・除細動器などの生体機能制御装置、電気メス・超音波手術器などの手術用電気機器といった治療用機器に大別される。また心臓ペースメーカーや補聴器といった患者が身につけて使用する機器や、在宅で人工呼吸器・輸液装置などを使用しながら療養する慢性重症患者も増加傾向にある。

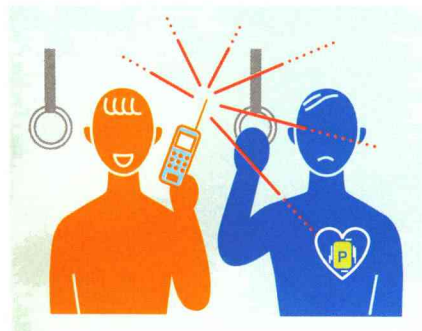
このうち診断用機器については、誤診などの危険性はあるものの、EMIがただちに患者の生命・健康に影響を与える可能性は低いといえる。しかし、生命維持に不可欠な治療用機器へのEMIの影響は、非常に重大な結果をもたらす危険性がある。

携帯電話などが普及する以前は、病院内でのEMI問題は主

電車などでの携帯利用はペースメーカー使用者への影響の可能性も

ペースメーカー使用者自身も機器利用にあたっては注意が必要

医療機器のそばでの携帯電話利用は危険



に医療用電子機器同士の電磁波干渉や院内LANなどのネットワークからの影響が中心であり、原因の特定や対策が立てやすかった。ところが患者や家族などが携帯電話などを病院内に持ち込み使用することが増えるにつれ、EMI対策が容易でなくなったということが背景にある。

たとえば医療用電子機器では、診断用の生体情報検出センサや治療用機器の動作状態を監視するセンサが数多く使われている。これらのセンサは装置自体から突出したり、離して生体に近いところに設置されるように設計されている。それだけ電磁波干渉を受けやすいことになるが、装置の機能からみてシールド処理などを施すことが本質的に不可能な場合もある。調査結果では、透析装置、人工心肺装置の気泡センサ、シリンジポンプの自動サイズ読み取りセンサ、人工呼吸器ガスモニターなどが特に影響を受けやすかったという。

ガイドラインによるEMC対策がようやく本格化

実際に病院に設置された医療用電子機器を使って行われた実証試験では、携帯電話、アマチュア無線、PHS基地局の影響が指摘されている。一方、PHS自体は携帯電話に比べてはるかに影響は少ないという結果が出た^{*4}。

2年にわたる調査研究の結果、不要電波問題対策協議会では医療機関や医療機器メーカーなどに対して、いくつか提言を行うと同時に、日本医療機器関係団体協議会が「EMC規格適合化日医機協ガイドライン」を制定している。

まず医療機関に対しては、医療用電子機器の新規購入にあたっては、EMC規格^{*5}に適合した機器を購入すること、現在使用中の機器についてはEMCチェックを実施すること、医療機関内でEMC教育・啓蒙を行うことなどだ。第二に医療用機器メーカーに対しては、取扱説明書に携帯電話などについての使用上の注意事項を明記すること、ガイドラインに沿ったEMC規格を満足した機器の製品化を急ぐこと、植え込み型心臓ペースメーカーについては、装着者への啓蒙活動を実施すること、ペースメーカー自体の免疫^{*6}を高める技術開発の推進、補聴器使用者はデジタル携帯電話の使用が不可能な

ことの周知と、他者が使用する携帯電話からの影響を受けない製品の開発を急ぐことなどが提言されている。

医療用電子機器については、国際電気標準会議（International Electrotechnical Commission：IEC）で国際規格が取り決められている（IEC 601-1-2）。ところが日本では、医療用電子機器が何らかのEMC規格に適合していなければならないという規制がなかったため、IEC 601-1-2に適合しているかどうかの確認すら行われていなかった。ガイドラインでは、1998年6月からIEC 601-1-2への適合化を要請することとしている。またEC圏内以外に、医療用電子機器に対するEMC法規制を行っている国がないため、非関税障壁との指摘を受けないような配慮も求めている。

大量の乗客を一度に運ぶ航空機、患者の人命を預かる医療用電子機器に対して、携帯電話をはじめとする各種電子機器が発する電波・電磁波の影響を完全に除去するには、結局危険性がわずかでもある場所では使用しないということが、現状のようだ。

- *1 当時のFMラジオは中間周波数を作るための局部発信周波数を発生させていたが、その周波数がちょうどVORの周波数と重なったのが原因と考えられている。現在のFMラジオではこうした中間周波数を発生させない製品が多く、あまり重大な影響は及ぼさないと考えられている。
- *2 この報告の信憑性については数多くの疑問が出されている。
- *3 実際の実証試験は、日本航空が委託を受けて実施している。
- *4 航空機については、携帯電話とPHSの影響の差は10分の1程度しかなく、同等に扱う必要があると結論づけている。これに対して医療用電子機器では、外部的な区別がしにくいという理由で使用を制限するよう指摘している。
- *5 EMC(electromagnetic compatibility)とは電磁的両立性と訳され、IECの定義では、「許容できないような電磁妨害波を、いかなるものにも与えず、かつその電磁環境において満足に機能するための、機器・装置またはシステムの能力」とされている。
- *6 イミュニティ(immunity)とは医学用語である免疫(immune)からきた用語で、IECでは「電磁妨害波が存在する環境で、機器・装置・システムが性能劣化なしに動作することができる能力」とされている。

取材協力：日本航空株式会社、参考文献：航空振興財団「航空機内で使用する電子機器の電磁干渉波技術基準調査」報告書、不要電波問題対策協議会「医用電気機器への電波の影響を防止するため携帯電話端末等の使用に関する調査報告書」