

# 1. 航空機客室内で観測された電波の分析

電子航法開発部

※山本 憲夫 平田 俊清\* 磯崎 栄寿\*\* 吉村 源\*\*\*

\*RAエンジニアリングハウス \*\*日本航空 \*\*\*航空局

## 1. まえがき

航空機客室内に持ち込まれる携帯電子機器からの電波が機内の航法電子機器に電磁干渉を与え飛行の障害となる可能性が指摘されている。このため、RTCA（米国航空無線技術協会）では携帯電子機器による電磁干渉に関して調査、報告を行っている [1]。英国航空局では航空機内で携帯電話を使用したときの放射電波レベルに関する測定を行っている [2]。

我が国でも、機内に持ち込まれる携帯機器の影響を検討する委員会が航空局の要望で航空振興財団によって設立され、平成8年度から調査・研究を実施してきた。当研究所ではこの委員会に参加し、携帯電子機器から放射される電波の測定や、実機を用いた客室から機内航法機器に至る電波の経路損失の測定 [3] 及び機内で携帯電話を動作させたときの信号レベルの測定等を実施してきた [4]。しかし、これらの測定は乗客のいない地上の航空機内で行ったもので、分析の精度を上げるためには多数の乗客が搭乗している実運航中の機内でのデータが必要である。このため、平成11、12年度には実運航中のボーイング777客室内の電波環境を測定した。また、携帯電話の周波数帯で規定を超える電波が放射されたとき警報を発する電磁波検出器の試作を行った [5]、[6]。

本稿では、航空機客室内で測定された電波をもとに、地上からの電波、運航に関連して機体から放射された電波及び乗客の携帯機器から放射された電波の分類を行うと共に、機内で観測された携帯電話の周波数帯における電波の分析結果について報告する。

## 2. 航空機客室内における測定

航空機客室内の電波を観測するため、ポータブルスペクトラムアナライザ、広帯域アンテナ及びパーソナルコンピュータからなる電波環境測定装置を製作した。図1はボーイング777の機内に設置した電波環境測定装置である。測定には客室最後尾の中央4座席を使用し、その中

央2席にスペクトラムアナライザとアンテナを固定した。測定は、東京-大阪（関西、伊丹）間で平成11年11月から12年1月の間に10往復、平成12年11月に3往復実施した。測定周波数は、平成11年度においては航空で一般に用いられている97.5 - 122.5MHz, 122.5 - 147.5MHz, 320 - 340MHz, 795 - 995MHz, 1015 - 1315MHz, 1393 - 1693MHz, 1662 - 2462MHzの7帯域とした。これらの7帯域を1周期測定するのに要する時間（データレート）は約55秒である。東京-大阪間の飛行時間は60~75分であるので、一飛行で70~85回程度上記帯域のスペクトルデータが収集できた。平成12年度は携帯電話の周波数帯に注目して、795-995MHz, 1393-1693MHzに限って測定した。このためデータレートは約12秒となり、平成11年度の約5倍の頻度でデータが収集できた。



図1 機内の電波環境測定装置

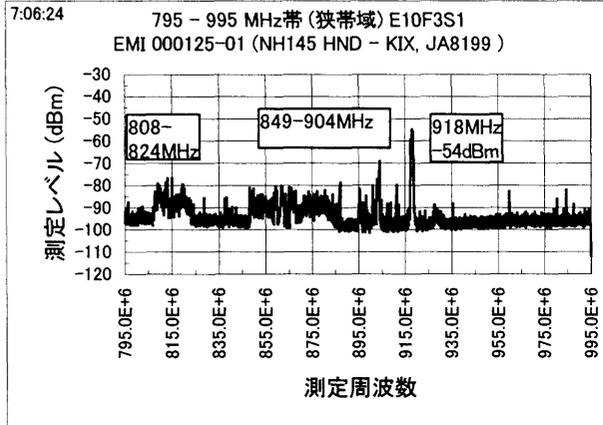


図2 NH145 便（平成 12 年 1 月 25 日）による測定結果の一例

EMI No. : EMI 000125-01 SHIP : JA8199  
 DATE : 2000 01 25  
 FLT No. : NH 145 LEG : HND - KIX

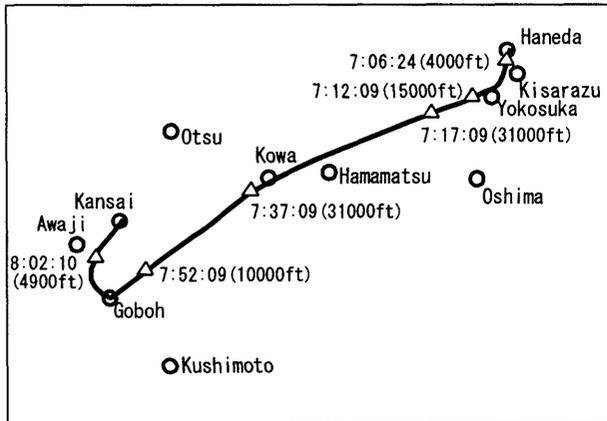


図3 NH145 便（羽田→関西）の飛行経路

### 3. 測定結果と分析

#### 3.1 測定結果の例

図2は測定結果の一例で、平成12年1月25日羽田発関西空港行きNH145便(JA8199)で7時6分24秒(GMT)に観測された795-995MHz帯の狭帯域スペクトルである。この例では、808-824MHz、849-904MHz及び918MHzでその他の部分より20dB程度以上強い電波が断続的に受信された。図3は、航空機の飛行記録からグラフ化した同じNH145便の飛行経路である。丸印は無線施設、三角印は通過時間(GMT)と飛行高度(カッコ内)を示す。7時6分ころのNH145便は離陸後高度4000フィートを上昇中であつたことがわかる。測定開始から終了までのNH145便のスペクトルからピークレベルのみを抽出し、測定時間との関係として表示したのが図4である。この図には飛行高度と観

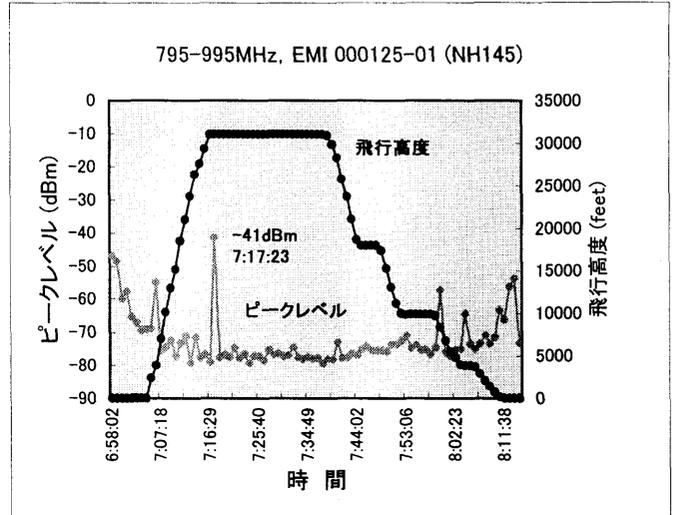


図4 NH145 便のピークレベルと飛行高度

測時間の関係も表示している。ピークレベルは航空機が地上又は低高度を飛行しているとき高く、高度が上がると低くなる傾向が見られた。ピーク値と観測時間の関係について、他の周波数帯の測定例を図5に示す。周波数により傾向は異なるがピークレベルには数10dBの変動が見られた。

#### 3.2 分析の基準

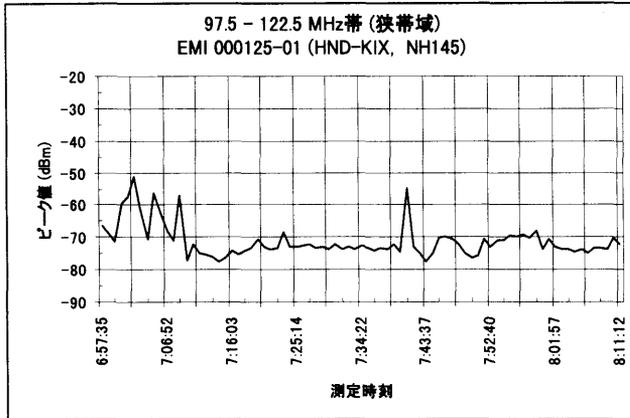
測定データから客室内で放射された強い電波を抽出するための分析は以下の基準を用いて統計的に行つた。

- (1)電波環境測定装置自体のノイズレベル(これを基底レベルと呼ぶ)より約20dB以上高い電波に注目する。
- (2)電波の周波数が地上放送局、航法無線局等の周波数と異なること。
- (3)機体番号、便名等による特異性がないこと。

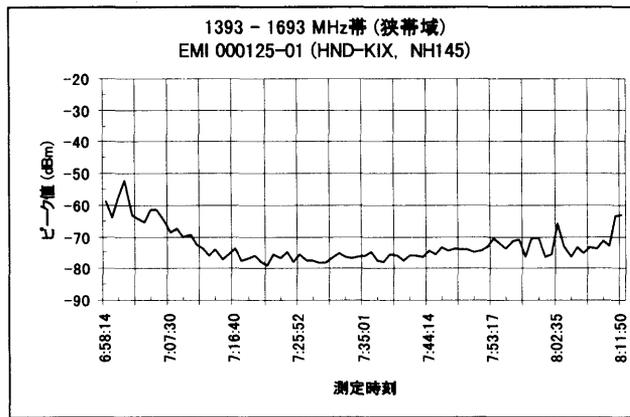
#### 3.3 795~995MHz帯域の分析

795-995MHz帯域では、基底レベル(約-95dBm)より20dB程度以上強い電波が808-824MHz、849-904MHzの範囲で見られたが、この周波数は主に携帯電話基地局に割り当てられている。また、この範囲の電波は図4で示したように飛行高度に反比例する傾向があることから、携帯電話基地局からの電波が機内で受信されているものと考えられる。

図2において918MHzで基底レベルより40dB以上強い電波が観測された。この周波数は携帯電話移動局に割り当てられており、1回の測定周期内にしか現れなかったため、1分程度未満の短時間放射されたものである。携帯電



(a)97.5-112.5MHz 帯



(b)1393-1693MHz 帯

図5 VHF と、1500MHz 帯でのピーク値と測定時間の関係 (NH145 便)

話は電源が入った状態では通話をしなくても位置確認等のため短時間電波を放射する設計となっている。そこで、この電波は客室内の携帯電話から放射された可能性が高い。

図4から、NH145 便では7時17分頃高度30000ft で-41dBm の強い電波が観測されたことがわかる。図6はこの時間のスペクトルである。図から、この電波の周波数は携帯電話移動局に割り当てられている940MHzであり、比較的低いレベルではあるが、携帯基地局に割り当てられている808-815MHz, 849-904MHzの電波も観測されていることがわかる。7時17分頃のNH145 便の飛行位置を計算し、携帯基地局の地図データと重ねて垂直面表示をしたのが図7である。携帯基地局のアンテナは水平方向に電波が放射されるように指向性が絞られており、高々度の航空機に入射する電波は小さいと考えられるが、この配置では山腹反射波が航空

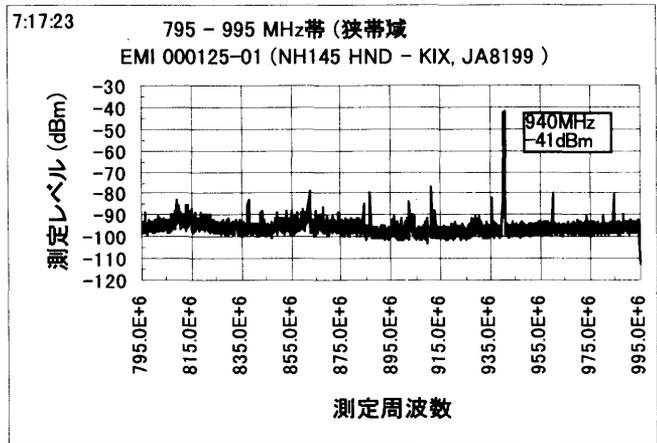


図6 7時17分頃のNH145 便のスペクトル

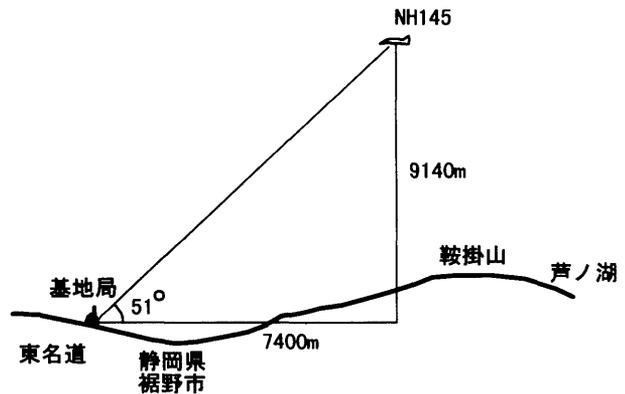


図7 7時17分頃のNH145 便の推定位置

機に到達することが考えられる。そこで、この940MHz 電波は携帯基地局からの電波に対して機内の携帯電話が応答したことにより生じた可能性が高い。

RTCA (米国航空無線技術協会) では、文書DO-160D に航空機搭載電子機器が他の搭載機器に影響を与えない限界値を規定している。この規定値 (カテゴリM) は795~995MHz 帯で約59dBμV (-47dBm) とされている。したがって、図6の例では携帯電話によりこの規定を超える強い電波が放射されたことがわかる。

実機実験で得られたデータのうち、これまでに分析を終えた約半数のデータ中に800MHz帯の携帯電話からと考えられる電波が約30例観測された。これらの例では、電波強度が基底レベルより40dB以上高くなった。

### 3.4 他の周波数帯における電波の分析

3.2の基準と図5のようなピーク値と測定時間の関係図から、他の周波数帯における強い

電波の発生源について検討した。その結果の概要は以下のとおりである。

① 97.5-122.5MHz, 122.5-147.5MHz 及び 320-340MHz

これらの帯域ではスペクトルの基底レベル（約-110dBm）より 20~30dB 以上強い電波が広範囲で観測された。これらの大部分は、テレビ局、対空通信局、アマチュア無線局及び電波環境測定装置自体からの放射波であった。

②1015-1035MHz, 1662MHz-2462MHz

1020, 1051, 1087, 1090MHz 他いくつかの周波数で基底レベルより 40dB 以上高いレベルの電波が観測された。これらは機上搭載 DME や ATC トランスポンダから放射された電波が機内で観測されたものであった。これら以外からの放射と考えられる高レベルの電波は観測されなかった。

③1393-1693MHz

地上及び低高度では 1477MHz~1525MHz の間で基底レベルより 20dB 程度強い電波が受信された。これらは、高度が上がるほどレベルが低くなる傾向があり、周波数は携帯電話基地局に割り当てられているため携帯基地局からのものと考えられる。

基底レベルより 70dB 以上高い-14dBm の電波が観測されたことがあった。この周波数は携帯電話移動局に割り当てられている 1441.9MHz であり、機内の携帯電話から放射された電波と考えられる。

これまでの分析で、客室内の携帯電話から放射された可能性が高い電波が 6 回観測された。一方、携帯電話以外の携帯電子機器からと推定できる電波は観測されなかった。これは、一般の携帯電子機器から放射される電波は携帯電話からのそれより 60dB 程度以上レベルが低いいため、地上からの電波や航空機自らが放射する電波等の中に埋もれているためと考えられる。

#### 4. むすび

実運航中のボーイング 777 型機に電波環境測定装置を搭載し、客室内の電波強度を VHF から S バンドの範囲で測定した。測定データをもとに客室内で観測された電波の分析を行った。

その結果、空港付近で観測された電波の多くは放送局や、地上無線局及び電波環境測定装置自体からのものであった。一方、巡航中の機内で観測された電波は、通信、航法用に航空機か

ら発射された電波が機内で受信された場合が多かった。今回調べた範囲で得られた最高レベルの電波は客室内携帯電話から放射されたと考えられる 1441.9MHz, -14dBm であった。

これまでに分析を終えた範囲で、客室内の携帯電子機器から放射されたと考えられる電波として、800MHz 帯と 1500MHz の携帯電話からの電波がそれぞれ 30 例と 6 例程度観測された。これらの例では、電波強度が平均より 40dB 以上高く、RTCA の規定を超える場合があった。また、携帯電話基地局からの電波は 30000ft の高度でも受信される可能性があることが明らかとなった。一方、電波を出すことが本来の目的ではない電子機器からの放射と疑われる電波は観測されなかった。

今後収集されたデータの分析を引き続き行い、客室内で放射される強い電波の特性、発生率等を明らかにすると共に、規定を超える強い電波を監視する電磁波検出器の検討を進める予定である。

#### 謝 辞

飛行測定をご支援いただいた日本航空、全日本空輸及び日本エアシステムの関係各位に感謝します。本調査・研究は航空振興財団の委員会活動で実施されたものです。

#### 文 献

- [1] RTCA, "Portable Electronic Devices Carried on Board Aircraft", RTCA/Do-233, August 20 1996.
- [2] Aviation House, "Interference Levels In Aircraft at Radio Frequencies used by Portable Telephones", Civil Aviation Authority, England, May 2, 2000
- [3] 山本憲夫他 3 名, "航法電子機器への電磁干渉に関する実験的検討", 第 31 回電子航法研究所発表会概要, 平成 11 年 6 月.
- [4] 航空振興財団, "航空機内で使用する電子機器の電磁干渉技術基準調査", 平成 10 年 3 月.
- [5] 航空振興財団, "航空機内で使用する電子機器の電磁波検出器の調査開発", 平成 12 年 3 月
- [6] 航空振興財団, "航空機内で使用する電子機器の電磁波検出器の調査開発", 平成 13 年 3 月