航海中の電磁波の実船計測

開発部　藤村俊史
試験機部　馬場宣裕
技術研究所　佐々木千一

1. まえがき

近年、船用機器の制御及び監視等を電子デバイスで行う場合が増えているが、これらの機器の誤動作は、船舶の安全及び推進に重大な影響を及ぼしかねない。誤動作の原因としては、無線機器等の電波による妨害の他、非意図的電磁波による妨害が考えられるが、その防止の観点から、船舶の分野においても EMC に関する試験及び規制が強制化される傾向にある。しかし実船における電磁波の調査報告は少なく、その実態の把握に支障をきたしているのが現状である。

筆者らは日本から香港まで、商船の航海中に電磁波計測を行う機会を得たので、結果の一部を紹介する。

2. EMC

EMCとは、人エシステムが電磁環境を汚染し他に妨害を与えるような不要電磁エネルギーを放出することも、また同時に電磁環境の影響を受けることもなく、その性能を十分に発揮できる能力のことと定義されている(1)。EMC 対策を行うためには、電子機器がノイズをむやみに発生しないようにすること（エミッション対策）はもちろん、多少のノイズでは誤動作しないような耐性を持つようにすること（イミュニティ対策）が重要で、両者のバランスを併せ持った回路設計が必要ということになる。

3. 計測概要

3.1 実施日

平成 12 年 10 月 25～29 日

3.2 対象船舶

コンテナ船（L286×B37×D22）

3.3 航路

神戸から香港までの船舶の航跡を図 1 に示す。

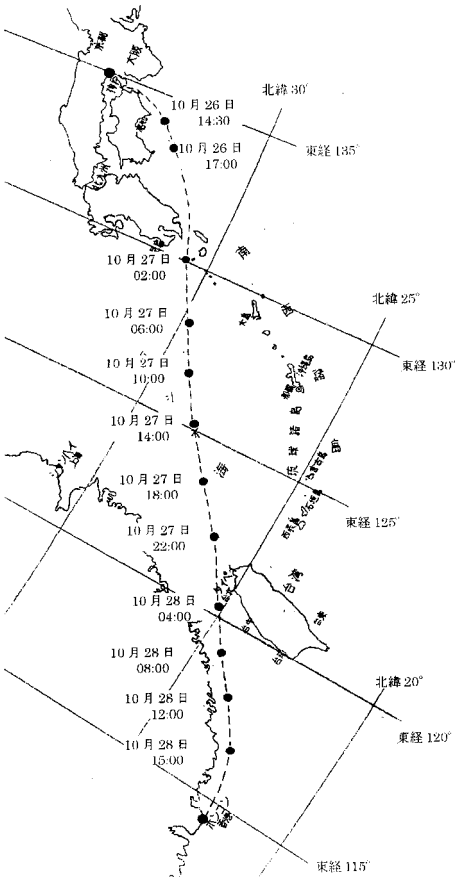


図 1. 船舶の航跡

3.4 計測方法

船舶の停泊時及び航行時における船内電界強度について、図 2 に示す空間放射電磁波の電界計測システムを用いて、周波数範囲 10kHz～2.2GHz において計測した。今回は最大電界強度及びその周波数を把握することが主目的であるため、主にピーク値検波方式を採用したが、電界強度が比較的大きい箇所については併せて QP 検波方式を採用した。また、区画間の電磁界分布の相関性について調査するため、暴露甲板、操舵室、機関制御室、及び機関室の 4 区画について、それぞれ 2 箇所の組み合わせにおける同時計測を行った。偏波面については垂直、水平両偏波の電界強度に大差がなかったため、主に垂直偏波を採用した。

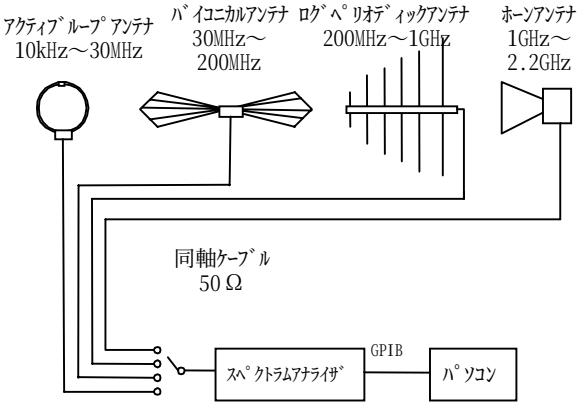


図 2. 電界強度計測システム

4. 計測結果

(1) 陸上電波の影響

港内停泊時と大洋航行時について外来電波を計測し、暴露甲板と操舵室に与える影響を確認した。一例として、図 3 及び図 4 に周波数帯 30MHz～1GHz の結果を示す。この周波数帯はテレビ放送、携帯・自動車無線電話等の公共電波が多く存在する帯域である。神戸港停泊時の操舵室の電界強度は、これらの外来電波の影響を大きく受け、操舵室内のノイズが外来電波によりマスキングされている様子が読みとれる。一方、奄美大島沖を航行中は外来電波の影響をほとんど受けていないことが読みとれるため、操舵室内で計測されたノイズは、操舵室内の機器から発生しているものと考えられる。

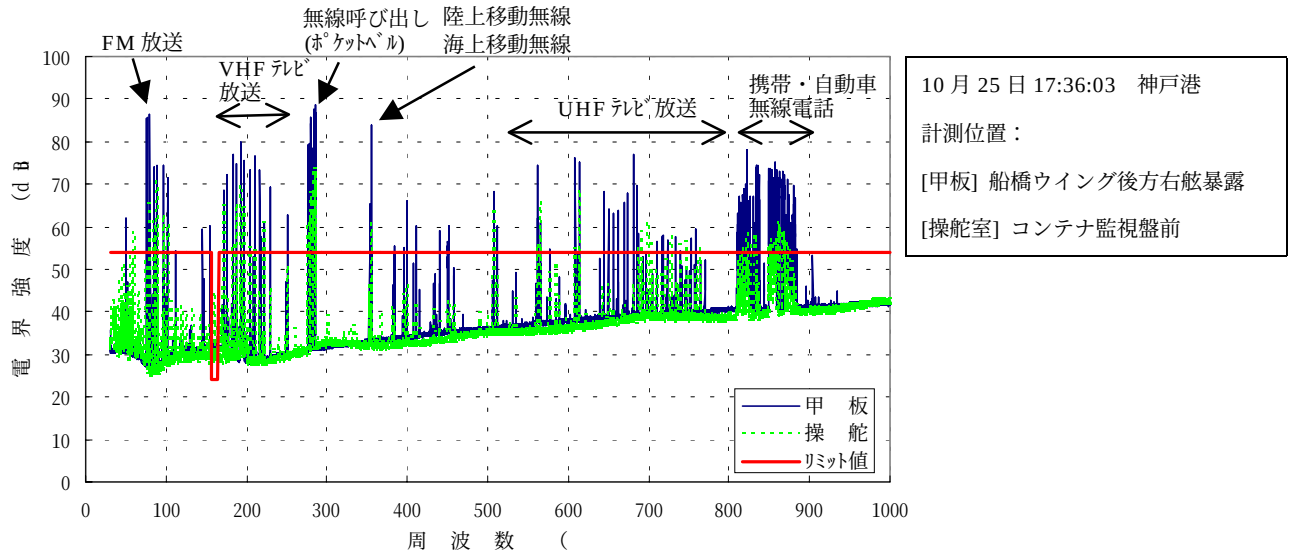
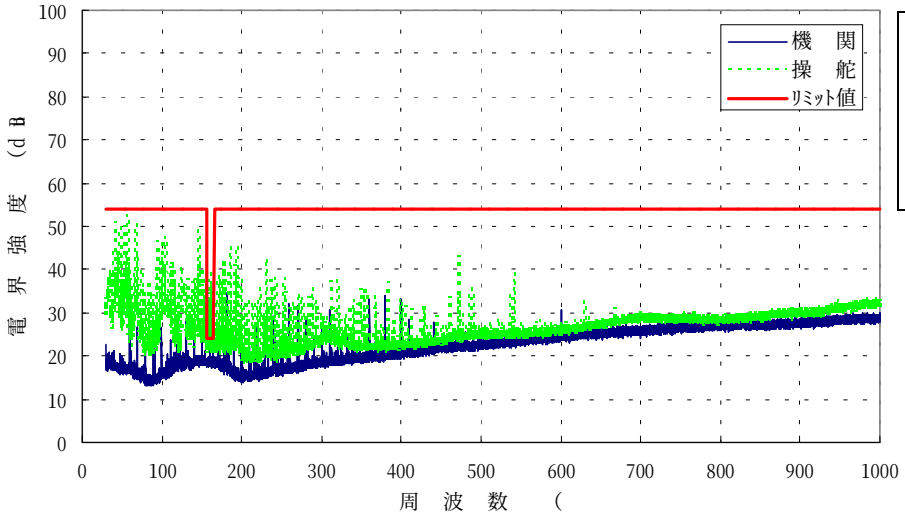


図 3. 陸上電波の影響（港内停泊時）



10 月 27 日 9:44:00　奄美大島沖
計測位置：
[甲板] 船橋ウイング後方右舷暴露
[操舵室] 中央舵輪前

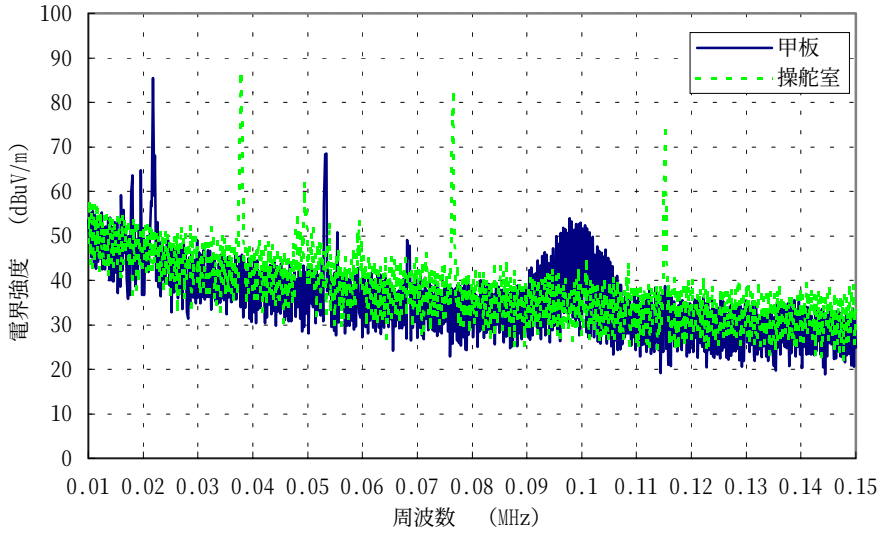
図 4. 陸上電波の影響（大洋航行時）

(2) 区画間における電波の影響

暴露甲板、操舵室、機関制御室及び機関室の 4 区画のうち 2 区画の組み合わせにおいて、区画間の影響を調べるために計測器 2 セットを用いた同時計測を行った。一例として、図 5 から図 8 に電源ノイズの影響を受けやすいと言われている周波数帯 10～150kHz の結果を示す。

(a) 暴露甲板－操舵室

宮崎沖航行中、90～105kHz の範囲において暴露甲板上でノイズが観測された。このノイズは、神戸港停泊時及び室戸岬沖でも同様に観測されたが、操舵室内ではいずれも観測されなかった。このノイズを QP 検波で計測すると電界強度が約 20dB 減少した結果となったため、単発性の無線電波であると推測される。その他、22kHz 及び 54kHz 付近において暴露甲板上でノイズが観測され、QP 検波によっても同レベルの値となったことから、このノイズは定常的に発生しているものと考えられるが、そのノイズ源を特定することは出来なかった。



10 月 26 日 21:52:00　宮崎沖
計測位置：
[甲板] 船橋ウイング後方右舷暴露
[操舵室] 中央舵輪前

図 5. 区画間における電波の影響（暴露甲板－操舵室）

(b)　操舵室－機関室

西表島沖航行中は周囲に陸地がなく、外来電波の影響をほとんど受けない条件となる。機関室の計測結果から、軸発電機の電源ノイズが大きく発生していると推測されるが、それ以外のノイズはほとんどないと判断される。また機関室のノイズが操舵室へ影響を与えることも読みとれない。

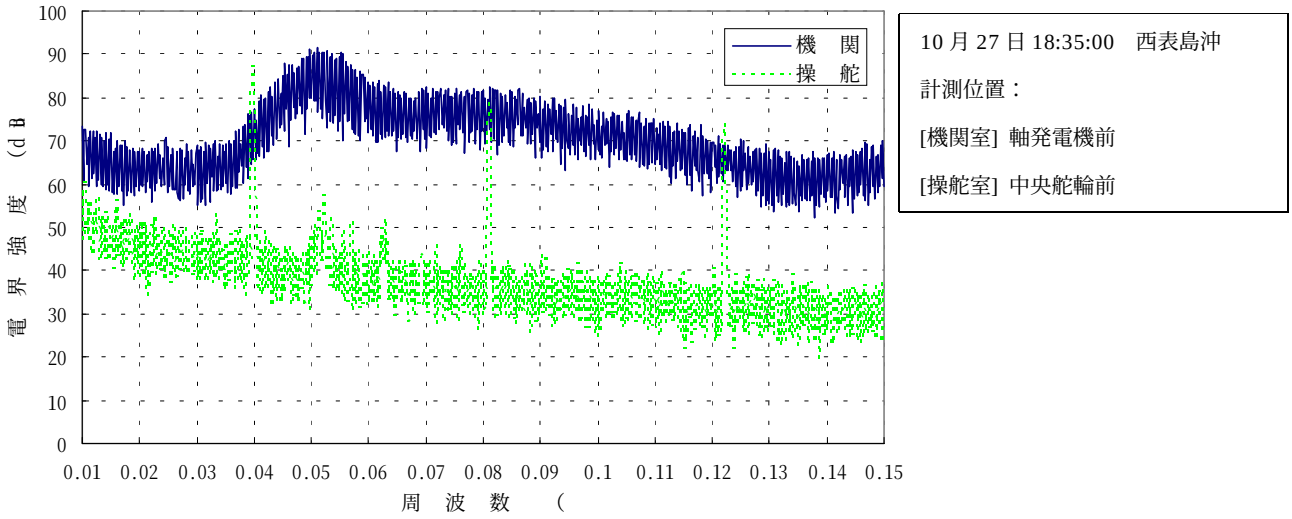


図 6.　区画間における電波の影響（操舵室－機関室）

(c)　操舵室－機関制御室

前項に引き続き西表島沖航行中に計測を行った。機関制御室内の計測では、計測アンテナ近傍にあるパソコン 2 台が稼動中であったため、パソコン CRT モニタの走査線ノイズと見られるノイズが多数計測された。一方、操舵室の計測結果からノイズがマスキングされた現象が見られないことから、操舵室への影響はないと判断できる。

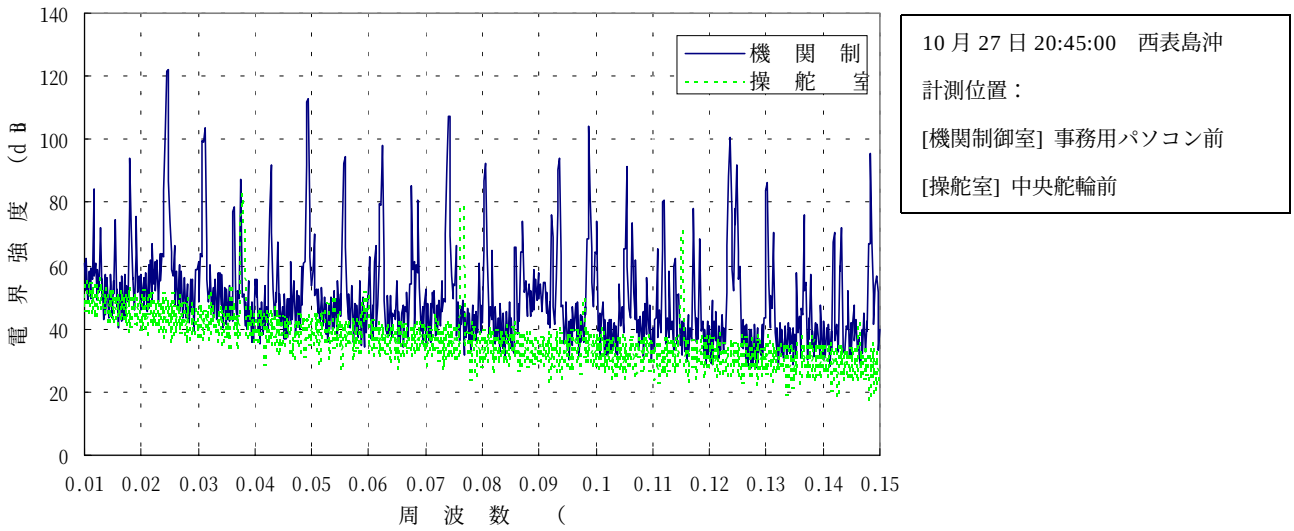


図 7.　区画間における電波の影響（操舵室－機関制御室）

(d) 機関制御室－機関室

台北沖航行中、機関制御室内の計測では、パソコン 1 台が稼動中であったため、パソコン CRT モニタの走査線ノイズと見られるノイズが多数計測された。一方、機関室の計測結果からは、前(b)と同様の電源ノイズと見られるノイズが多数見られた。しかしこれらのノイズを比較する限り、機関制御室と機関室との相関関係は読みとれなかった。

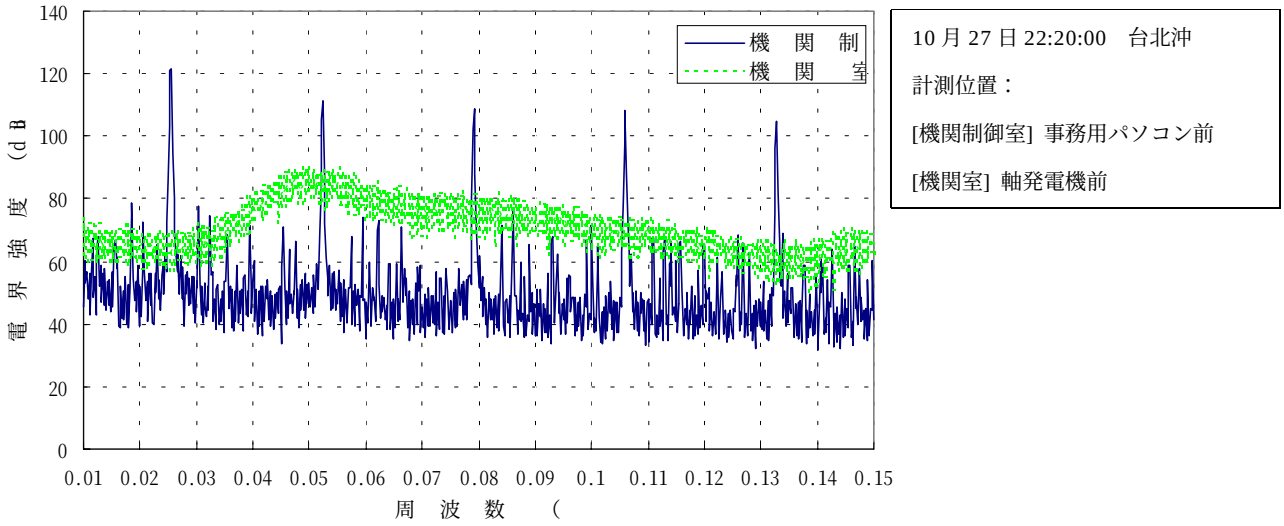


図 8. 区画間における電波の影響（機関制御室－機関室）

(3)機関室各機器からの電磁放射レベル

機関室に設置される 6 機器(主配電盤、軸発電機用インバータ盤、主発電機、ボイラ制御盤、主機ガバナ、軸発電機)から放射される電磁ノイズを計測した。一例として、図 9 及び図 10 に周波数帯 10～150kHz の結果を示す。この帯域においては特に主配電盤、軸発電機用インバータ盤及び軸発電機について、電源ノイズと見られるノイズが認められたが、その他の機器については目立ったノイズは観測されなかった。また、150kHz を超える周波数帯においては、船舶に対する EMC 規制値を超えるノイズはどの機器からも観測されなかった。

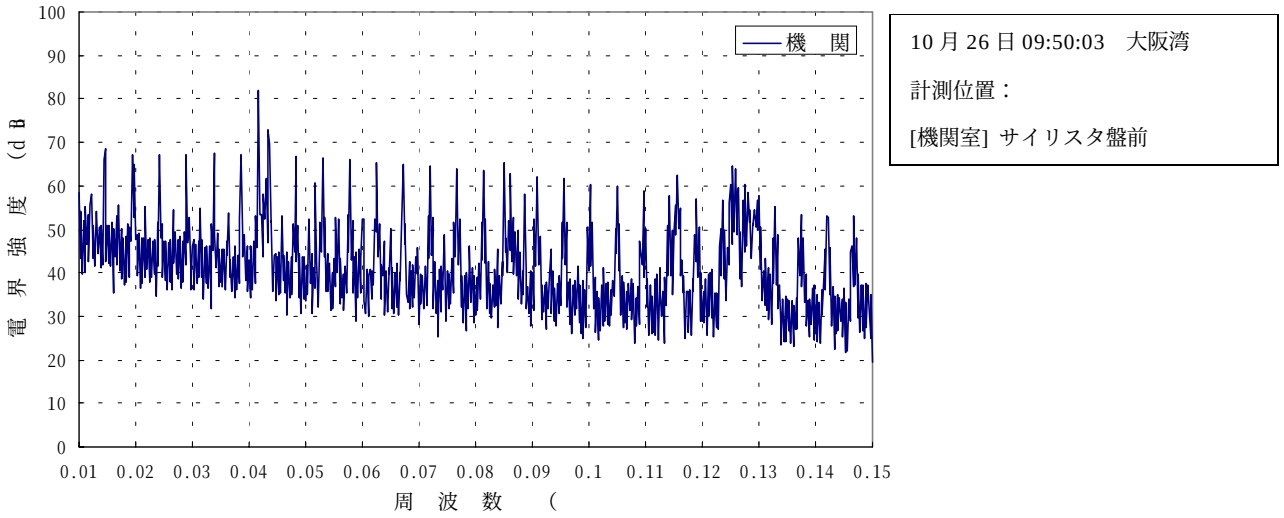
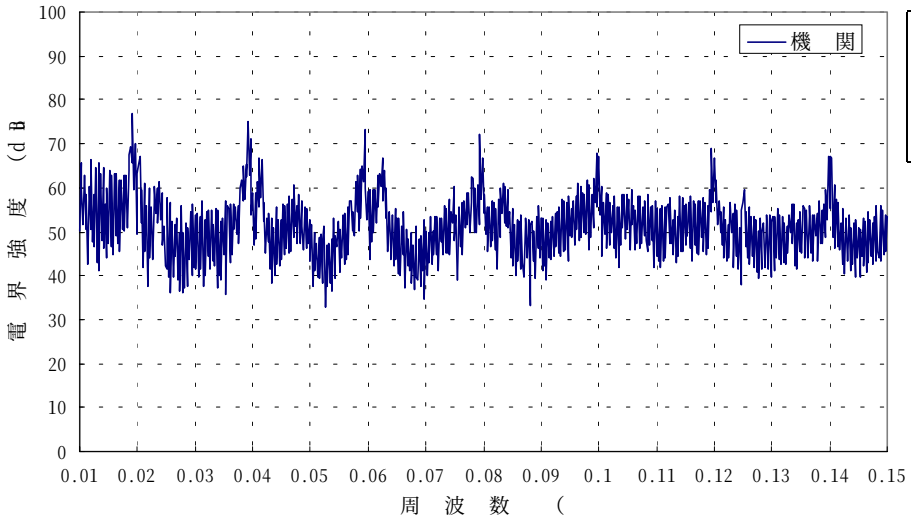


図 9. 機器の電磁放射レベル（インバータ盤）



10 月 26 日 09:37:43　神戸港離岸

計測位置：

[機関室] 主配電盤前

図 10. 機器の電磁放射レベル（主配電盤）

5. 考察

(1) 計測全般にわたり、特に低周波帯域においては、電源ノイズと見られるノイズが多数認められたことから、船内の電磁環境においては、その影響を無視できないことが示された。しかしこの周波数帯に対しては、イミュニティ試験による規制はあるものの、エミッション試験による規制は現在のところ定められていない。この点については将来検討すべき課題と考えられる。

(2) 大洋航行中においては陸上放送波等の外来電波は、操舵室内にほとんど侵入していないことが示されたが、沿岸航行中においては外来電波が操舵室内まで侵入し、これによって操舵室内の電磁界分布に影響を与えている実態が示された。従って船舶に対する EMC 規制を行う場合は、陸上電波等の外来電波の影響を考慮に入れる必要があると考えられる。

(3) 事務用パソコン等の民生機器の場合、現状では船舶に対する EMC 規制の対象とならないことから、この規制値を満足していない機器が搭載されている可能性がある。今回の計測においてもこれらの機器からのノイズが規制値を大きく超える結果が認められたため、これらの機器に対する EMC 規制についても検討していく必要があると考えられる。

6. あとがき

今般、商船に乗船して、船内電磁界の測定を行う機会を得たが、限られた時間内では当初の予定通りの計測をすべて実施することは困難であった。結果として、定量的な評価を行うに足りるだけのデータを収集しきれなかったことは残念である。今後は、商船の電磁界分布に関するデータを可能な限り多く集め、船舶に搭載された電子機器に対する EMC 規制の妥当性についてさらに検討を進めていきたいと考える。

本計測においては、計測の場を提供して下さった日本郵船株式会社の関係者、並びに実計測をして下さった社団法人船舶艤装品研究所の関係者に厚く謝意を表する。

参考文献

(1) 赤尾保男「環境電磁工学の基礎」 社団法人電子情報通信学会