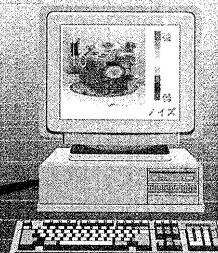


## 電磁波環境を観る テクノロジー



電磁波可視化システム

近年、放送、通信、計測、医療、調理等の多くの分野で電磁波が利用され、我々人間が社会生活を営む際に、これらの分野で使用されている電磁波を浴びる機会が増えており、電磁波の生体への影響が注目されている。一方、産業界や医療現場等においては、産業機器から発生する電磁波や、携帯電話からの電磁波が、産業機器や医療機器（心臓ペースメーカ等）に誤動作を起す可能性があり、対応策について各方面で研究されている。

このように生活空間や産業界に発生している電磁波に関する諸問題を、石川県内の産官学が結集して解決するため、文部科学省の地域先導研究として「地域産業の発展に寄与する電磁波技術に関する研究」プロジェクトが、平成11年度から、3年間にわたって行われている<sup>(1)</sup>。このプロジェクト研究は、電磁波シールド技術、計測評価技術及び電磁波応用技術の3分野からなる。これらに共通となる、電磁波環境の計測・評価のために、電磁波可視化システムを開発した（表題図）。本章では各研究分野の紹介とその中間成果について述べる。4-1では、最新の測定システムを用いた産業・医療現場等の電磁波の測定と評価を紹介する。また、4-2では、金沢大学電磁場制御実験施設に設置されている、低周波の強磁界発生装置を用いて、磁界が生体に及ぼす生化学的影響についての研究成果を紹介する。

(長野 勇)

## 4-1

## 電磁波で産業・医療現場の環境を観る

深見哲男 櫻野仁志 小島一彦 長野 勇

### 1. 電磁波環境の計測・評価

光のように目に見える電磁波ならば、その環境は直ちに測定・評価できるが、ここで扱う電磁波は、産業設備等から発生する光よりも波長が長く、目には見えないGHz帯以下の電磁波である。時間的には電車通過等の

瞬時的なものから産業設備等の継続的なものまで、空間的には産業機器等の位置関係による遠近がある。

その電磁波環境の測定手法は、周波数、電界・磁界によって異なる<sup>(2)</sup>。周波数では、高周波電磁界と商用周波数の超低周波（ELF）電磁界に分類されている。従来、電磁波環境は、時間分解能を抑える代わりに、周波数分解能を高めたスペクトルアナライザ（掃引受信機）で調べられていたが、時間分解能を高めたフィルタバンク受信機や波形を直接捕そくして、電磁波の特性を調べることも行われている。一方、センサとして、低周波磁界では、フラックスゲートやサーチコイルが用いられ、高周波では、ループアンテナが用いられている。電界センサとしては、低周波ではホイップアンテナ、高周波では対数周期アンテナやホーンアンテナが用いられている。

今回のプロジェクト研究では、病院等の仕事に計測する必要があり、調査許可の特殊性等から、生活空間と

深見哲男 正員 石川工業高等専門学校電気工学科  
E-mail fukami@ishikawa-nct.ac.jp  
櫻野仁志 石川工業高等専門学校電気工学科  
E-mail sakurano@ishikawa-nct.ac.jp  
小島一彦 金沢大学医学部保健学科  
E-mail kojima@kenroku.kanazawa-u.ac.jp  
長野 勇 正員 金沢大学工学部情報システム工学科  
E-mail nagano@ec.t.kanazawa-u.ac.jp

Measurement of Electromagnetic Wave in Factories and Hospitals. By Tetsuo FUKAMI, Member, Hitoshi SAKURANO, Nonmember (Ishikawa National College of Technology, Ishikawa-ken, 929-0392 Japan), Kazuhiko KOJIMA, Nonmember (Faculty of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa-shi, 920-0942 Japan), and Isamu NAGANO, Member (Faculty of Engineering, Kanazawa University, Kanazawa-shi, 920-8667 Japan).

電子情報通信学会誌 Vol.84 No.10 pp.711-713 2001年10月

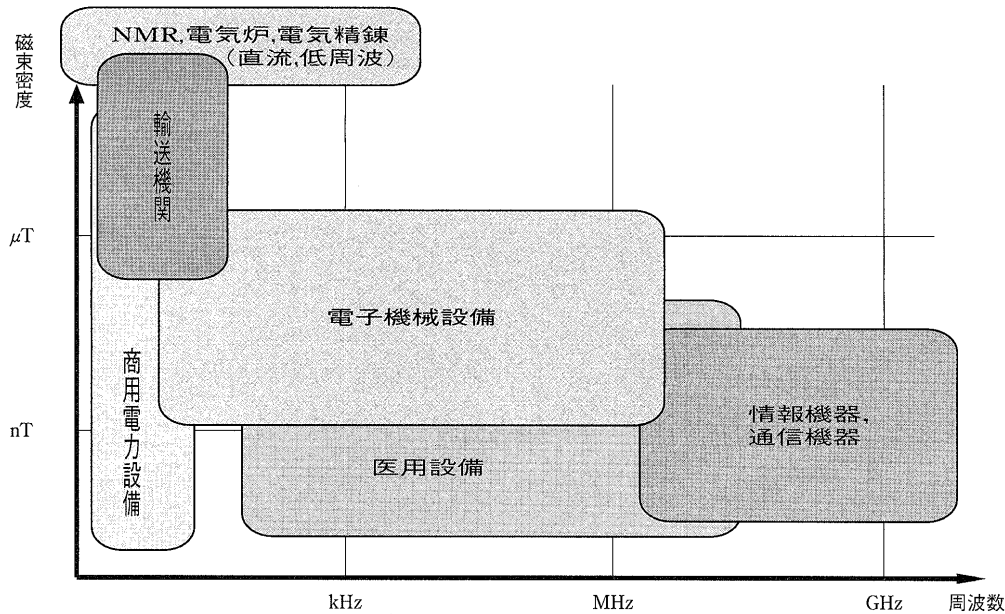


図1 計測対象の周波数と強度

産業現場, 医療現場, 電力施設等にチーム分けしている。測定する周波数帯とその強度の概略を図1に示す。各チームは互いに連携をとり, 対象となる産業・医療現場等の測定許可が得られた場合に共同計測調査を行っている。また, 広範囲な移動調査には, 図2に示す移動観測用自動車による車中測定も可能としている。

一方, 発生する電磁波は, 電磁波雑音の発生源である電流素子からの距離特性で三つの界, すなわち, 距離に反比例する放射電磁界, 二乗で反比例する誘導電磁界, 三乗で反比例する静電界に分類される。これらの界強度は, 波長の約0.16倍で同程度となる。簡単に距離が10mの場合, 同程度になる周波数は4.8MHzであり, それ以上の周波数では放射電磁界が主体であり, それ以下の距離では三つの電磁界をすべて考慮する必要がある。なお, 商用周波数では, その距離が800km以上となり, 電磁波という波動的な概念よりも直接的な電磁界という

表示の方が適切であろう。そこで, 電磁波環境の解析には, 放射電磁界が卓越する場合は幾何光学的理論等が有効であるが, 三つの電磁界をすべて考慮する場合にはFDTD法のような電磁界の直接解析が必要となる<sup>(3)</sup>。また, 現場の状況は, 複雑なことが多く, 多数の測定値を用いた統計的な解析も不可欠である。

## 2. 産業・医療現場等での電磁波環境測定と問題点

### 2.1 産業現場

産業現場における超低周波磁界の発生源として, 数十kAの電流を扱う溶鉱炉や溶接機等の産業機器がある。現時点で, 常時作業区域では, 世界保健機関(WHO)が承認する国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)の基準値<sup>(2)</sup>を超えた測定値はみられない<sup>(4)</sup>。

一方, 高周波磁界の発生源として, 電源, 織機, ロボット等のパワーエレクトロニクス装置があり, 駆動・制御用パルス電流により, 広い周波数範囲の電磁波雑音を発生している。また, 高周波電磁波を利用しているISM機器(工業用, 科学分析用及び医療用高周波設備)である高周波誘導炉や電子レンジ等があり, 電子レンジと無線LANの干渉も最近問題視されている<sup>(5)</sup>。

測定に関する問題点として, まず, 企業から必要設備に関する測定を依頼されることが少ないことが挙げられる。したがって, 職場環境の改善の一環として, 測定の協力を広報していく必要がある。また, 機器の種類・配置等が工場により異なるため, 環境評価の一般化が困難であり, 今後, 検討していく必要がある。

### 2.2 医療現場

医療装置間の問題として, 脳波計等の生体測定器や血



図2 電磁波環境の移動観測用自動車

液透析装置等の生体維持装置は、電磁波雑音障害を受けやすく、一方で電気メス等の ISM 機器も多用されている。そこで、大型医療装置の設置には、環境調査により病院内の配置等を決めていく必要がある<sup>(6)</sup>。現時点では、干渉を及ぼすほど悪い値が測定された報告はない。しかし、測定器と発生器が混在している集中治療室等は、更に最適な機器の配置等を環境計測により検討しなければならない。それには患者が治療を受けている中での測定が要求されるので、実現には病院と患者の理解が必要となる。

携帯電話は外来雑音となるので、多くの病院内で使用不可にしている。一方、職員呼出し等に PHS が使われているが、PHS に関しては、問題はないという報告がある<sup>(7)</sup>。携帯電話等は現代社会人の必須アイテムであるので、今後の環境調査によって制限区画の厳密化に貢献したい。

### 2.3 生活空間

住民の不安解消からも第三者機関として、身近にある放送や通信の送信アンテナにより放射される電磁波の環境調査を行う必要がある<sup>(8)</sup>。また、高压線や鉄道線路周辺、家庭等での環境調査も重要である<sup>(9)</sup>。

## 3. おわりに

地域産業界に貢献する目的で平成 11 年度から現場の

電磁波環境を計測・評価するプロジェクト研究が石川県で開始されている。本章では、その活動状況の概要を紹介した。今後、データベースとしての公開なども視野に入れながら調査研究を進めていきたい。

## 文 献

- (1) 地域産業の発展に寄与する電磁波技術に関する研究，平成 12 年度地域先導研究成果報告書，石川県産業創出支援機構，June 2001.
- (2) 環境電磁ノイズハンドブック，仁田周一，上 芳夫，佐藤由郎，杉浦 行，瀬戸信二，藤原 修(編)，朝倉書店，1999.
- (3) 橋本 修，安部琢美，FDTD 時間領域差分法入門，森北出版，1996.
- (4) 櫻野仁志，落合正幸，深見哲男，山田外史，“生活空間や産業現場における低周波磁界の測定”，電気設備学会全国大会，Aug. 2001.
- (5) 木村健一，白水廣一，富田紀久夫，“無線 LAN 導入に当たっての電磁環境計測と干渉実験”，2001 信学総大，no.B-4-37，March 2001.
- (6) 小島一彦，渡辺 陽，杉本正樹，中山和也，大嶋友範，松原高祐，山下 勝，“医療施設における電磁環境の計測と評価”，金沢大学医学部保健学科紀要，vol.24，no.1，pp.121-126，Dec. 2000.
- (7) 病院内における電波利用に関する調査研究報告書，総務省信越総合通信局，March 2001.
- (8) 深見哲男，櫻野仁志，金寺 登，“公共空間における電磁波環境計測と評価”，2001 信学総大，no.B-4-39，March 2001.
- (9) T. Fukami, H. Sakurano, and I. Nagano, “EMC Measurement in Urban Area,” AP-RASC' 01, E9-1, Aug. 2001.

# 低周波数交流磁界で生化学的影響を観る

4-2

山田外史 山本 博

## 1. はじめに

近年の科学技術の発展等に伴い、人体が長時間磁界にさらされる機会が増えている。これに伴って電磁界による生体への影響、特に発ガンに対する影響の有無などが社会問題となっている。電磁界の人体への影響に関しては、これまで送電線による電磁界が人体に与える影響についての疫学調査など数多く報告されているが、いまだ確立した結果は出ていないのが実情である。

そこで磁界の生物学的作用解析を目的とし低周波交流磁界 (ELFMF: Extremely Low Frequency Magnetic Field) 発生装置を開発し、その生化学的影響を *in vitro* (試験管内で) から検討した<sup>(1)</sup>。生命を特徴づける基本物質の核酸 (DNA, RNA) の合成能力に対する ELFMF の影響を観た。この合成に誤りが生じることは発ガンに極めて密接に関連することが知られている。そこで、生体自己修復機能の一つである DNA の修復能力に与える影響についても調査した。

## 2. 低周波交流磁界発生装置

ELFMF 発生装置は波高値 1.0T、周波数 60Hz の均一な磁界を発生させることができる。また、コイルの発熱による影響を排除し、実験領域内を一定温度に保つ必要があるため水冷冷却装置を設け、0.1℃単位で温度を制御した。温度のモニタには磁界の影響を受けないクオー

山田外史 金沢大学工学部附属電磁場制御実験施設  
E-mail yamada@magstar.ec.t.kanazawa-u.ac.jp  
山本 博 金沢大学医学部医学科  
E-mail yamamoto@med.kanazawa-u.ac.jp

Examination of Extremely Low Frequency Magnetic Fields on Bio-Chemical Reactions. By Sotoshi YAMADA, Nonmember (Faculty of Engineering, Kanazawa University, Kanazawa-shi, 920-8667 Japan) and Hiroshi YAMAMOTO, Nonmember (School of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa-shi, 920-8640 Japan).  
電子情報通信学会誌 Vol.84 No.10 pp.713-714 2001年10月