

スライド 1

## 電磁界の健康リスク







2009年2月14日

**電磁界情報センター**

大久保千代次



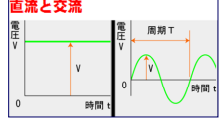
スライド 2

## 電磁界とは何か？ (1)

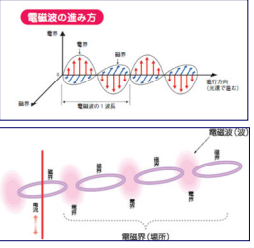
■ 電磁界とは電界と磁界が合わさったもの

- 電流や磁気の方向や強さが変化すると電界と磁界が互いに影響し速くに波のように伝わる現象が発生
- 波が**電磁波** 波の伝わる空間が**電磁界**

直流と交流



電磁波の進み方



スライド 3

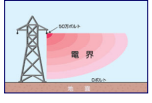
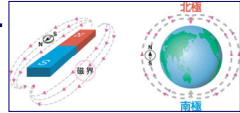
## 電磁界とは何か？ (2)

■ **電界**

- 電気のある場所
- 静電気のほか、送電線・家電製品の周りに発生
- 距離とともに急激に弱くなる
- 単位: kV/m

■ **磁界**

- 磁気のある場所
- 磁石・地磁気のほか、送電線・家電製品周りに発生
- 距離とともに急激に弱くなる
- 単位: T[テスラ] 或は G[ガウス]

スライド 4

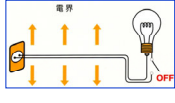
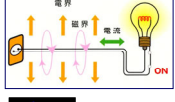
## 電磁界とは何か？ (3)

■ **電界**

強度は電圧(ボルト)に依存  
遮蔽が容易

■ **磁界**

強度は電流(アンペア)に依存  
ELF磁界の遮蔽は困難

スライド 5

## 電磁界とは何か？ (4)


1T=10<sup>10</sup> (1兆)  
1G=10<sup>9</sup> (10億)  
1M=10<sup>6</sup> (100万)  
1k=10<sup>3</sup> (1千)

← 周波数の低い → 周波数の高い →  
長い 波長 短い


電波の伝わり方 自由空間 馬などでの誘われる

電波防護指針の対象周波数


刺激作用



熱作用



生物作用



周波数	3k Hz	10k Hz	30k Hz	300k Hz	3M Hz	30M Hz	300M Hz	3G Hz	30G Hz	300G Hz	3T Hz	3000T Hz
波長	100 km	30 km	10 km	1 km	100 m	10 m	1 m	10 cm	1 cm	1 mm	0.1 mm	0.1 μm

スライド 6

## 電磁界問題の経緯

疫学研究が示す健康影響(がん、記憶喪失...)  
マスメディアによる不正確な情報氾濫

↓

不安感と事業者、行政への不信  
先進諸国では同じ問題が発生

↓

欧州では**COST 計画** (1992よりCOST244, 244bis, 281)  
米国では**RAPIDプログラム** (1992-1998)  
WHOが**国際電磁界プロジェクト** (1996-継続中)  
わが国でも関連省庁、研究機関、学会等で検討中

スライド7

### WHO国際電磁界プロジェクト



協力体制  
参加国60カ国

World Health Organization

スライド8

### WHO国際電磁界プロジェクト

<http://www.who.int/peh-emf>



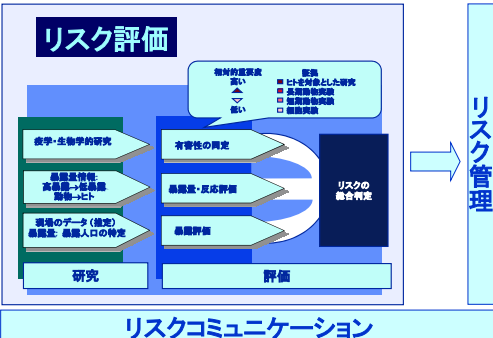
スライド9

### プロジェクトの目的

- ①健康影響に対する国際的対応
- ②研究評価および研究状況の把握
- ③健康リスク評価のために必要な研究の把握
- ④知見の空白を埋めるための研究奨励
- ⑤環境保健クライテリア(EHC)作成と健康リスク評価
- ⑥国際的な統一基準の奨励
- ⑦各国への電磁界防護プログラム管理情報提供
- ⑧各国への助言

スライド10

### リスク分析



リスク評価

研究

評価

リスクの適合性

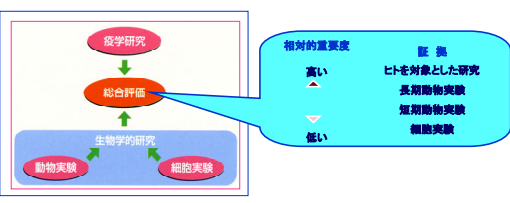
リスクコミュニケーション

リスク管理

スライド11

### 電磁界による健康影響

- 疫学研究: 電磁界と人の健康影響の関連性を統計的に考察
- 生物学的研究: 関連性のメカニズムを解明
  - 動物実験 (マウス・ラット等への電磁界の長期ばく露等)
  - 細胞実験 (細胞増殖、染色体異常、突然変異等の影響を検証)



疫学研究

総合評価

生物学的研究

動物実験

細胞実験

相対的重要度

高い

低い

証拠

ヒトを対象とした研究

長期動物実験

短期動物実験

細胞実験

スライド12

### 講演内容

- 第1部 商用周波電磁界
- 第2部 中間周波電磁界
- 第3部 高周波電磁界
- 第4部 リスクコミュニケーション
- 第5部 その他・結語

スライド 13

# 第1部 商用周波電磁界

スライド 14

## 商用周波電磁界の疫学研究: 研究例1

### ■ 磁界と小児白血病のプール分析 (A.Ahlbom他; 2000年)

#### 研究内容

- 過去の9つの疫学研究のプール分析(各研究で得られた生データをまとめて再解析したもの)

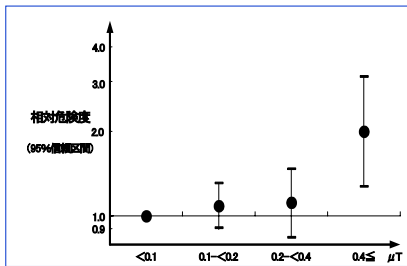
#### 研究結果

- 0.4  $\mu$ T(4mG)以下(99.2%の子供)の居住環境における推定磁界ばく露レベルに対してはリスクはほぼ影響無いレベルにある
- 0.4  $\mu$ T(4mG)以上(0.8%の子供)の推定磁界ばく露レベルにある子供では白血病の相対リスクは2倍になり、統計的に有意である
- リスクの増加は偶然によるものとは考えにくい、増加の原因についてはよくわからない、分析対象者の偏りからくる影響を受けている可能性がある

スライド 15

## 商用周波電磁界の疫学研究: 研究例1

### ■ 磁界と小児白血病のプール分析 (A.Ahlbom他; 2000年)



スライド 16

## 商用周波電磁界の疫学研究: 研究例2

### ■ 我が国の疫学研究 (兜他; 2006年)

#### 研究内容

- 1999年から2001年間に急性白血病(急性リンパ性白血病+急性骨髄性白血病)を新規発症した15歳未満の子供を対象
- 解析対象者数は症例312、対照603

#### 研究結果

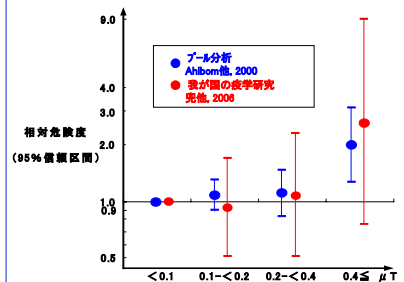
- 小児白血病に対する小児の居室の磁界レベルが0.4  $\mu T$ 以上のリスクは2.58(0.76-8.58)であった。(Ahlbom他のプール分析の結果と同様な傾向が見られた)
- 対照群における0.4  $\mu T$ 以上の割合は1%未満であった
- 潜在的な交絡因子群の影響はみられず、また、症例と対照の選択バイアスの影響について感度分析を行った結果、バイアスでは上記の磁界のリスクを説明できなかった。

M. Kabuto, et al., "Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: A case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan", *International Journal of Cancer*, Volume 119, Issue 3, pp.643 - 650 (2006)

スライド 17

## 商用周波電磁界の疫学研究: 研究例2

### ■ 我が国の疫学研究 (兜他; 2006年)



スライド 18

## 商用周波電磁界の生物学研究

### ■ 生物学研究とは... 疫学が示す関連性のメカニズムを解明

- ラット等の動物を用いたがん・生殖・神経系等への影響に関する動物実験と細胞を用いたがんへの影響に関する細胞実験など

#### ➢ 1回の実験結果のみで判断できない

- 精度の向上 (繰り返し同様の結果を示す)
- 再現性 (他の研究者が同様の結果を示す)

### ■ 研究結果

現時点では居住環境における商用周波電磁界が人の健康に悪い影響を及ぼす可能性を示唆する再現性のある結果は得られていない

スライド 19

### 健康リスクアセスメントのスケジュール




- 2001 IARC 静的・低周波電磁界に対する発がん性評価(実施済)
- 2003-2006 WHO 静的電磁界の健康リスク評価(実施済)
- 2003-2007 WHO 低周波電磁界に対する健康リスク評価(実施済)
- 2009-2011 IARC 高周波電磁界に対する発がん性評価
- 2011-2012? WHO 高周波に対する健康リスク評価



結果はIARC或はWHOのモノグラフとして刊行

スライド 20

### 国際がん研究機関の見解

■ 国際がん研究機関 (IARC) 

「モノグラフVol.80 静的電磁界と超低周波電磁界」(2001年6月)

- 超低周波電磁界
  - ⇒ 「人間にとって発がん性があるかもしれない:グループ2B」
- 静磁界,静電界,超低周波電界
  - ⇒ 「人間の発がん性について分類できない:グループ3」

※ 発がん物質であるかどうかを様々な証拠をもとに分類したもの(発がん性の強さや、社会的なリスクの大きさを評価したものではない)

スライド 21

### 電磁界による健康リスク評価(評価基準)

■ 健康リスク評価のための基準

- ✓ ばく露とリスクとの間の関連性の強さ
- ✓ ばく露とリスクとの間の関連性の一貫性
- ✓ ばく露とリスクとの間の量-反応関係
- ✓ ばく露とリスクとの間の関連性を支持する実験的証拠
- ✓ ばく露とリスクとの間の関連性を示す信頼できる生物学的メカニズム

WHO (2006). Framework for developing health-based EMF standards  
<http://www.who.int/peh-emf/standards/framework/en/index.html>

スライド 22

### 商用周波電磁界の健康リスク評価


■ 健康リスク...小児白血病

- ✓ 関連性の強さ 2倍
- ✓ 関連性の一貫性 有り(プール分析)
- ✓ 量-反応関係 不明
- ✓ 実験的証拠 見つからない
- ✓ 信頼できる生物学的メカニズム 見つからない

WHO (2006). Framework for developing health-based EMF standards  
<http://www.who.int/peh-emf/standards/framework/en/index.html>

スライド 23

### IARC モノグラフVol.80 静電磁界と超低周波電磁界



**超低周波電磁界**  
 ⇒ 「人間にとって発がん性があるかもしれない:グループ2B」

**静磁界,静電界,超低周波電界**  
 ⇒ 「人間の発がん性について分類できない:グループ3」

※ 発がん物質であるかどうかを様々な証拠をもとに分類したもの(発がん性の強さや、社会的なリスクの大きさを評価したものではない)

スライド 24


### IARC 発がん性評価

分類及び分類基準	既存分類結果例 [935]
グループ1:発がん性がある ヒトへの発がん性を示す十分な証拠がある場合に用いる	ベンゼン,カドミウム,ダイオキシン,アスベスト,たばこ(能動・受動),アルコール飲料,X線,太陽光 [105]
グループ2A:おそらく発がん性がある ヒトへの発がん性を示す証拠は限定的であるが、動物への発がん性を示す十分な証拠がある場合に用いる	PCB,ホルムアルデヒド,ディーゼルエンジン排ガス,紫外線,太陽燈 [86]
グループ2B:発がん性があるかもしれない ヒトへの発がん性を示す証拠が限定的であり、動物実験での発がん性に対して十分な証拠が無い場合に用いる	クロホルム、鉛、コーヒー、カリウム、漬物、カリウム、超電導電磁界 [248]
グループ3:発がん性を分類できない ヒトへの発がん性を示す証拠が不十分であり、動物実験での発がん性に対して十分な証拠が無い場合に用いる	カフェイン、原油、水銀、お茶、蛍光燈 [515]

スライド 25

### 環境保健クライテリア(EHC)

2007年6月18日




- 1 要約と更なる研究に対する推奨
- 2 発生源、計測、ばく露
- 3 体内ドシメトリー
- 4 生物物理学メカニズム
- 5 神経行動反応
- 6 神経内分泌系
- 7 神経変性障害
- 8 心臓血管疾患
- 9 免疫、血液系
- 10 生殖と発達
- 11 がん
- 12 健康リスク評価
- 13 防護措置(一般的な課題、科学的結果、プレコシジョン的政策推奨)

[http://www.env.go.jp/chemi/electric/material/ehc238\\_j/index.html](http://www.env.go.jp/chemi/electric/material/ehc238_j/index.html) (日本語版)

スライド 26

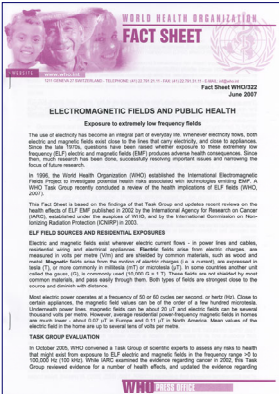
### 環境保健クライテリア(EHC)の内容



1 要約と更なる研究に対する推奨	
2 発生源、計測、ばく露	ばく露量評価
3 体内ドシメトリー	
4 生物物理学メカニズム	
5 神経行動反応	
6 神経内分泌系	
7 神経変性障害	有害性評価
8 心臓血管疾患	量・反応評価
9 免疫、血液系	
10 生殖と発達	
11 がん	
12 健康リスク評価	リスク評価
13 防護措置	リスク管理

[http://www.env.go.jp/chemi/electric/material/ehc238\\_j/index.html](http://www.env.go.jp/chemi/electric/material/ehc238_j/index.html) (日本語版)

スライド 27



### ファクトシートNo. 322

### 超低周波の電界及び磁界へのばく露

2007年6月18日

超低周波＝商用周波が中心

スライド 28

### Fact Sheet 322 超低周波の電界及び磁界へのばく露

- IARCは超低周波磁界を「ヒトに対して発がん性があるかもしれない」と分類。その後追加された研究は、この分類を変更するものではないと結論。
- 疫学的証拠は、潜在的な選択バイアス等の問題がある。
- がん進展に関して、受け入れられている生物物理学メカニズムはない。影響があるならば、未知の生物学的メカニズムがある筈。
- 大多数の動物研究では影響は示されていない。

全体として、小児白血病に関連する証拠は因果関係と見なせるほど強いものではない。

スライド 29

### Fact Sheet 322 超低周波の電界及び磁界へのばく露

- 症例数は全世界で年間49,000人。
- 磁界と小児白血病との間に因果関係があると仮定した場合、発症率全体の0.2~4.95%(100~2400人/年)に相当する。
- 仮に超低周波磁界が実際に小児白血病のリスクを高めるとしても、公衆衛生上の影響は限定的である。
- その他の健康への悪影響(白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的変異、神経行動への影響、神経変性疾患)と、超低周波磁界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は、小児白血病についての証拠よりも更に弱い。

スライド 30

### Fact Sheet 超低周波の電界及び磁界へのばく露

#### 短期的影響

- A. 高レベルの電磁界への短期的ばく露については、健康への悪影響が科学的に確立されている(ICNIRP, 2003)。政策決定者は、労働者及び一般人をこれらの影響から防護するために規定された国際的なばく露ガイドラインを採用すべきである。
- B. 電磁界防護プログラムには、ばく露が限度値を超えるかもしれないと予想される発生源からのばく露の測定を盛り込むべきである。

スライド 31

### Fact Sheet 超低周波の電界及び磁界へのばく露

**長期的影響**  
 長期的影響に関しては、超低周波磁界へのばく露と小児白血病との関連についての証拠が弱いことから、磁界ばく露低減によって健康上の便益があるかどうか不明である。

1. 超低周波電磁界ばく露の健康影響に関する科学的証拠の不確かさを低減するため、科学を注視し、研究プログラムを推進すべきである。
2. 加盟各国には、全ての利害関係者との効果的で開かれたコミュニケーション・プログラム構築が奨励される。
3. 新たな設備を建設する、または新たな装置(電気製品を含む)を設計する際には、ばく露低減のための低費用の方法を探索しても良い。但し、恣意的に低いばく露限度の採用に基づく政策は是認されない。

スライド 32

### 電磁界に対する規制 (国際レベル)

■ 国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP:1998年)

- ガイドライン(指針)  
 電界: 5.0 kV/m (50Hz), 4.2 kV/m (60Hz)  
 磁界: 100  $\mu$ T (1,000mG; 50Hz), 83  $\mu$ T (830mG; 60Hz)
- 健康影響から防護するために電磁界によって引き起こされる神経や組織への刺激を根拠に安全係数をとって設定

小 ← 指針値 安全係数 10倍・50倍 しい値 → 大

- 発がん等を含む長期的な影響は、生物学的な裏づけがないため指針値には反映されていない
- WHO環境保健クライテリアに対応して再検討中

スライド 33

### 電磁界(超低周波)に対する規制 (国レベル)

- 欧州を中心に、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)のガイドラインを参考にした規制値やガイドラインを導入する動きがみられる
  - 欧州理事会勧告(1999年)
  - ドイツ(1997年)、フランス(2001年)、イタリア(2003年)等
- 我が国では、電界について人の感知を防止する等の観点から制限値を設定している(1976年)
- スイス、イタリアではICNIRPガイドラインに基づくばく露制限値に加え、住宅、病院、学校等の特に防護が必要な場所において、プレコシジョンの原則に基づいた磁界の放出制限値を設定

スライド 34

### 電磁界(超低周波)に対する規制・ガイドライン

1  $\mu$ T = 10mG

国レベル	制定年	電界		磁界	
		[kV/m]	区分	[ $\mu$ T]	区分
[国際レベル]	1998年	5.0 (50Hz)	ガイドライン	100 (50Hz)	ガイドライン
		4.2 (60Hz)		83 (60Hz)	
日本	1976年	3	規制	-	検討中
米蘭	-	-	-	-	-
オーストリア	1994年	5	ガイドライン	100	ガイドライン
ドイツ	1997年	5	規制	100	規制
スイス	2000年	5	規制	100 ※	規制
フランス	2001年	5	規制	100	規制
スウェーデン	2002年	5	勧告	100	勧告
イタリア	2003年	5	規制	100 ※	規制
英国	2004年	5	ガイドライン	100	ガイドライン

スライド 35

### 身の回りの電磁界の大きさ

■ 家電製品や送電線等のまわりに電磁界は発生

■ ICNIRPガイドラインの値に比べて十分低い

1  $\mu$ T = 10mG

スライド 36

表 3.3.2-4 海外の職場の個人の磁界暴露量

ICNIRP Review "Static and Low Frequency EMF and Health (0-100 kHz)"より

Industry and occupation (産業・職業)	中央値 ( $\mu$ T)	90%信頼区間 ( $\mu$ T)
Employed men in Sweden(スウェーデンの男性雇用者)	0.08	0.03-0.19
Construction machine workers(建設機械労働者)	0.12	0.04-0.31
Motor vehicle drivers(自動車運転手)	0.17	0.03-0.37
Teachers in theoretical subjects(教師: 実務教科以外)	0.27	0.08-0.44
Machine repair and assembly(機械修理工)		
Electrical workers in various industries(様々な産業の電気労働者)		
Electrical engineers(電気技術者)	0.17	0.05-1.20
Construction electricians(電気工事技術者)	0.31	0.16-1.20
TV repairers(テレビ修理工)	0.43	0.06-0.86
Welders(溶接工)	0.82	0.17-9.60
Electrical Utilities(電気設備)		
Clerical workers without computers(コンピュータを使わない事務員)	0.05	0.02-0.2
Clerical workers with computers(コンピュータを使う事務員)	0.12	0.05-0.45
Line workers(製造ライン従業者)	0.25	0.05-3.5
Electricians(電気技術者)	0.54	0.08-3.4
Distribution substation operators(分配変電所オペレータ)	0.72	0.11-3.6
Workers off the job (home, travel etc) (非労働者(家庭、旅行者等))	0.09	0.03-0.37

スライド 37

表 3.3.2-4 海外の職場の個人の磁界暴露量  
ICNIRP Review "Static and Low Frequency EMP and Health (0-100 kHz)" より

Industry and occupation (産業・職業)	中央値 ( $\mu\text{T}$ )	90%信頼区間 ( $\mu\text{T}$ )
Telecommunications(電話)		
Install, maintenance and repair technicians(工事技術者)	0.16	0.09-0.31
Central office technicians(電話局の技術者)	0.21	0.05-0.82
Cable splicer(配線工)	0.32	0.07-1.50
Auto transmission manufacturing(自動車)		
Assemblers(組立て工)	0.07	0.02-0.49
Machinists(機械工)	0.19	0.06-2.80
Hospitals(病院)		
Nurses(看護婦)	0.11	0.05-0.21
X-ray technicians(X線技師)	0.15	0.10-0.22
Garment industry workers in Finland(フィンランドの衣料産業労働者)		
Sewing machine operators(ミシン操作員)	2.2	1.0-4.0
Other factory workers(他の従業員)	0.30	0.1-0.6

スライド 38

第2部 中間周波電磁界

スライド 39

環境保健クライテリア (EHC)

1 要約と更なる研究に対する推奨 2007年6月18日

- 発生源、計測、ばく露
- 体内ドシメトリ
- 生物物理学メカニズム
- 神経行動反応
- 神経内分泌系
- 神経変性障害
- 心臓血管疾患
- 免疫、血液系
- 生殖と発達
- がん 商用周波が中心だが100kHzまで評価
- 健康リスク評価
- 防護措置(一般的課題、科学的結果、プレコーション的政策推奨)

[http://www.env.go.jp/chemi/electric/material/ehc238\\_j/index.html](http://www.env.go.jp/chemi/electric/material/ehc238_j/index.html) (日本語版)

スライド 40

中間周波電磁界について

EHC 238では今後の研究推奨事項として「中間周波数帯(300Hzから100kHz)の電磁界に関するデータが欠如しているため、健康リスク評価のための十分なデータベースを構築する必要がある。」と明記。

スライド 41

中間周波数帯の電磁波発生源

中間周波数帯 → 300 Hz ~ 10 MHz

- VDT 15~25 kHz
- 電磁誘導加熱装置 (IH) 20~90 kHz (50 Hz ~ 2 MHz)
- 電子タグ (RFID) (135 kHz 以下)
- 電子商品監視機器 (EAS) (8.2 MHz 前後)
- 非接触ICカード Suica, Icooca, Edy (13.56 MHz)
- 放送・通信機器など

IH調理器からは商用周波数電磁界も発生している

スライド 42

IH調理器からの磁界の妊娠影響

- 商用周波の磁界について、有害な生殖影響は認められていない
- 同じ中間周波帯の磁界(鋸波)を出すパソコンのディスプレイ(VDT)に関する疫学研究や動物実験では、妊娠や出産に対して有害な影響がある、との証拠は得られていない
- 「居住および労働環境で普通に見出されるIF: 中間周波(300Hz~10MHz)電磁界へのばく露が健康へ悪影響を及ぼすということを確信させる科学的根拠は存在しない。」WHO情報シートより。

スライド 43

### VDTに関する主な疫学研究

研究(年)	ばく露条件(人数/群)	結果	特徴
Schnorr (1991)	症例対照, VDT使用, 妊娠初期 3ヶ月, 流産(128-499)	OR=0.93 CI=0.63-1.38	使用時間による量反応関係もなし
Lindbohm (1992)	症例対照, 銀行事務員, VDT磁界 9mG, 流産(191;394)	OR=3.4 CI=1.4-8.6	仕事でVDTを使う人では有意でない
Parazzini (1993)	プール解析, VDT使用, 流産・低体重児・奇形(1500-9000;50000)	OR=1.0 CI=0.9-1.2	9調査のプール解析 有意な相関なし
Lee (2002)	症例対照, 医療システム登録者, 24時間平均2mG, 流産(155;509)	OR=1.0 CI=0.5-2.1	上位1/4の磁界変化率は有意な相関
Li (2002)	コホート, 医療システム登録者, 日最大磁界16mG, 流産(252;717)	RR=1.8 CI=1.2-2.7	妊娠初期や既往歴者でさらに強い相関
Marcus (2000)	(10件の疫学研究の総説)	>3mG? ストレス?	VDT使用は流産のリスクを高めない
Shaw (2001)	(多数の疫学研究の総説)	研究が不足している	流産・死産・低体重児と強い関連性なし

スライド 44

### 中間周波磁界 (IH調理器)の健康影響

**発端; 公衆の懸念(?) – ただし科学的根拠はない**  
**女性(妊婦)のばく露**  
**→ 胎児への影響**  
**がん等(他の周波数との混同?)**  
**対象周波数; 20kHzおよび60kHz付近**

↓

**商用周波と異なる点。**  
**影響があるか? 影響がないか?**  
**いずれの科学的証拠(研究成果)もない。**

これまでのところ影響があると結論はない。しかし、研究数が少ない。今後も、研究を継続すること。

スライド 45

### ICNIRPガイドライン(1998年)

WHOの評価結果に基づいてガイドラインの審議を行う国際組織

周波数		参考レベル		基本制限*
		電界強度	磁束密度	
60Hz	職業者	83 V/cm	416 μT	10 mA/mf
	一般公衆	42 V/cm	83.2 μT	2 mA/mf
50Hz	職業者	100 V/cm	500 μT	10 mA/mf
	一般公衆	40 V/cm	100 μT	2 mA/mf
20kHz	職業者	6.1 V/cm	30.7 μT	0.2 mA/mf
	一般公衆	0.87 V/cm	4.25 μT	0.04 mA/mf

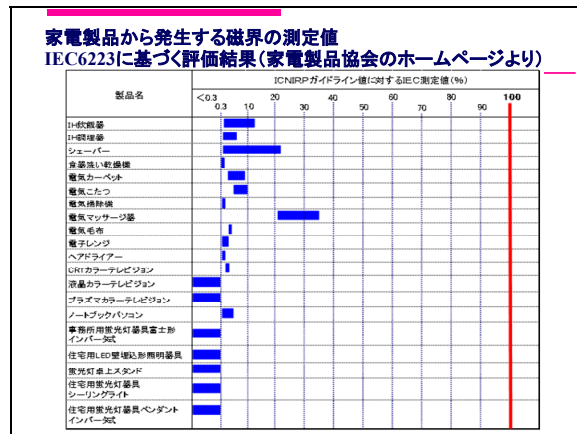
※: 頭部および体幹にのみ適用される。

ヨーロッパをはじめとする多くの国で、電界・磁界のばく露制限値として採用されている。

・上記の制限値は、ばく露された人の**全身**についての**空間的平均値**を意味している。

http://www.soc.nii.ac.jp/jhps/nonioniz/icnirp.htmlからダウンロード可能 (日本語)

スライド 46



スライド 47

## 第3部 高周波電磁界

スライド 48

### 高周波電磁界の疫学研究

**● インターフォン・スタディ**  
 WHO国際電磁界プロジェクトの一貫として携帯電話と頭部・頸部の腫瘍発生との関連性を調査する

長期の携帯電話と脳腫瘍発生との関連性がある事を報告した研究が一部発表されている。国際がん研究機関(IARC)が中心となって13ヶ国で疫学調査を実施(英、仏、独、伊、ノルウェー、フィンランド、スウェーデン、デンマーク、豪、ニュージーランド、加、イスラエル、日本)。結果は2004-8年に各国の研究結果を報告。取り纏め報告が近く発表予定。

IARCは、2010-11年に高周波電磁界の発がん性を評価



スライド 49

### インターフォン研究の症例数

国名	神経膠腫	髄膜腫	聴神経腫	耳下腺癌
Australia	183	184	93	10
Canada	170	94	83	50
Denmark	177	122	73	15
Finland	178	231	76	
France	94	145	111	
Germany	256	250	67	
Israel	179	354	75	200
Italy	118	110	30	11
Japan	60	82	69	
NZ	68	51	19	
Norway	180	148	38	11
Sweden	222	179	102	117
UK-North	431	180	43	
UK-South	297	213	36	
<b>全体</b>	<b>2613</b>	<b>2343</b>	<b>1089</b>	<b>414</b>

スライド 50

### 高周波電磁界の生物学研究

**研究結果**  
 現時点では携帯電話の使用や基地局からの電波が人の健康に悪い影響を及ぼす可能性を示唆する再現性のある結果は得られていない。

スライド 51

### 子供の携帯電話使用

**スチュアート報告(英国, 2001年)**  
 子供は高周波電磁界に敏感かもしれない。  
 大人より外部からの電磁波を多く吸収するかもしれない。  
 多くのイオンを体内に有するからSARが高くなるかもしれない。  
 あくまでも仮説で証明はされていない。

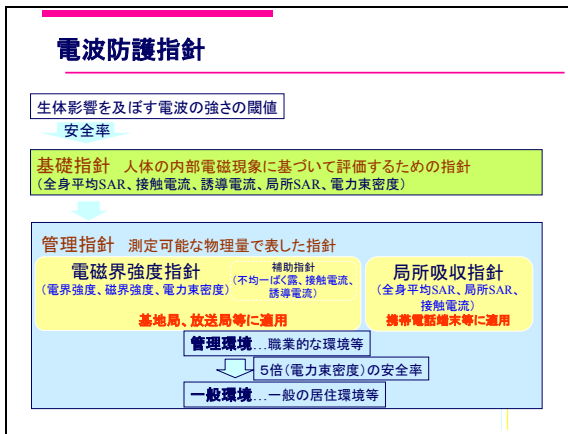
**科学的な調査として(頭蓋および脳の発達に注目)**  
 頭蓋骨の厚さ  
 脳の成長  
 脳神経組織の有髄化  
 加齢にともなう電導率変化  
 SARの変化

スライド 52

### 高周波電磁界リスクの不確実性

- ✓ これまでの研究結果は、国際的なガイドラインを下回るレベルでの健康への影響を示唆していない
- ✓ 携帯電話ががんや精神機能を引き起こす可能性は恐らく小さいが、研究が継続中であり、現段階でその可能性を完全には否定しきれない
- ✓ 世界中で多くの人々が携帯電話を利用し始めているため、仮に少しでも影響があった場合には、世界全体での疾病への負荷が大きくなりかねない
- ✓ まだ分からないことが多く、国際的に多くの研究が実施中
  - 携帯電話の長期の利用者がまだ少ない
  - IARC国際共同疫学研究(INTERPHONE STUDY)
    - ~ 日本を含め13ヶ国が参加(近く取り組みが発表予定)

スライド 53



スライド 54

表6-1 一般環境における電磁界強度指針値

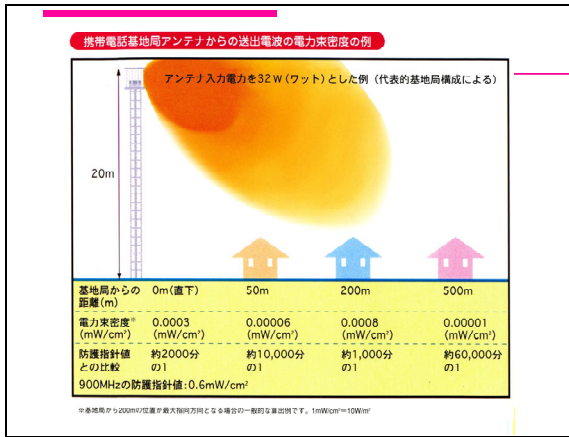
周波数 f	電界強度の実効値 E(V/m)	磁界強度の実効値 H(A/m)	電力密度 S(mW/cm <sup>2</sup> )
10kHz~30kHz	275	72.8	/
30kHz~3MHz	275	2.18[MHz] <sup>-1</sup> (72.8-0.728)	
3MHz~30MHz	824[MHz] <sup>-1/2</sup> (275-27.5)	2.18[MHz] <sup>-1/2</sup> (0.728-0.0728)	/
30MHz~300MHz	27.5	0.0728	
300MHz~1.5GHz	1.585[MHz] <sup>-1/2</sup> (27.5-61.4)	1.585[MHz] <sup>-1/2</sup> (0.0728-0.163)	1[MHz] <sup>-1</sup> /1500 (0.2-1)
1.5GHz~300GHz	61.4	0.163	1

表6-2 局所吸収指針値

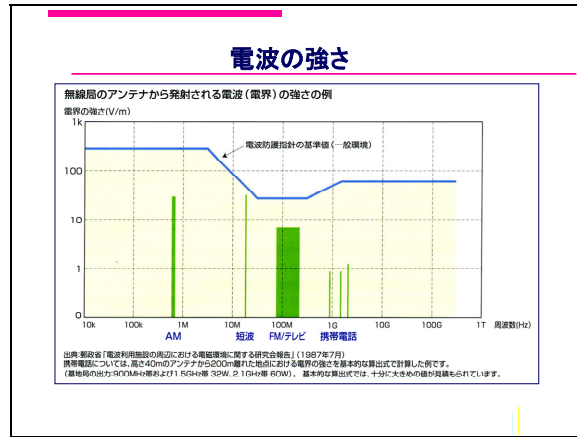
	管理環境	一般環境
全身平均SAR	0.4W/kg	0.08W/kg
局所SAR	任意の組織10g当たり 10W/kg 20W/kg(四肢)	任意の組織10g当たり 2W/kg 4W/kg(四肢)
接触電流	接触ハザードが防止されていない場合 100kHzから 100MHzまでの周波数 100mA	接触ハザードが防止されていない場合 100kHzから 100MHzまでの周波数 45mA

(任意の6分間平均値)

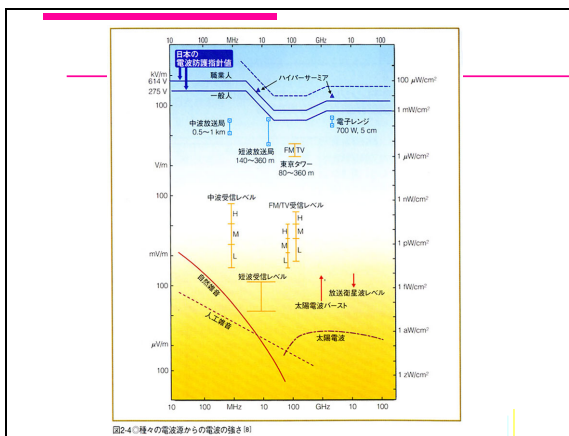
### スライド 55



### スライド 56



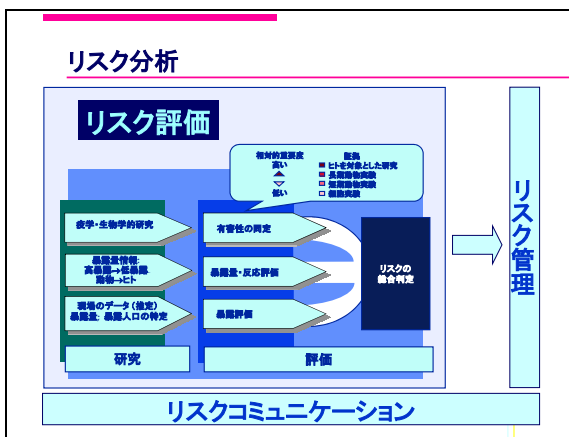
### スライド 57



### スライド 58

## 第4部 リスクコミュニケーション

### スライド 59



### スライド 60

リスク分析の目的

リスク分析の目的は安心の確保

どのように有効なリスク評価を行い、リスク管理を計画・実施しても、リスクコミュニケーションに失敗すれば、消費者の信頼を得ることが出来ず、リスク分析の成果はゼロである。

国連食糧農業機関 (FAO) Dr. Carlos Eddi

スライド 61

### リスク認知

同一のリスクであっても受け取る立場で変わる。

自発的 制御可能 なじみあり 恐怖感なし 次世代影響なし 公平	-vs- 不本意 -vs- 制御不可能 -vs- なじみなし -vs- 恐怖感あり -vs- あり -vs- 不公平
--	---

Cebello VT & Allen F,1988

スライド 62

### リスク認知に影響を及ぼす要因

環境リスクの認知に影響を及ぼす要因

**個人的因子**

年齢・性別  
教育レベル  
社会的立場  
文化的立場

**外的因子**

メディア  
規制プロセス  
世論の動向  
政治的、経済的状況  
得られる科学的情報

**リスク因子**

技術に対するなじみ  
状況の制御可能性  
ばく露の自発性  
疾病に対する恐怖  
直接的利益・公平性

出所「電磁界のリスクに関する対話の確立」、WHO

スライド 63

### リスク認知に影響を及ぼす要因

#### マスメディアの問題点

メディア情報の伝わり方はリスクを増幅する

99人の学者が  
安全と主張

1人の学者が  
危険と主張

↓  
メディア

↓  
危ないというニュース

↓  
消費者は「危ない」と感じる

※メディアは危ないという情報を強調して流すため、専門家や行政の意図とは異なるリスク情報が消費者に届く。

出所「アルツハイマー病の誤解」、小島正美

スライド 64

### リスク認知の多様性


#### 危険と感じられる活動や科学技術

活動や科学技術	女性	大学生	専門家
原子力	1	1	20
自動車	2	5	1
拳銃	3	2	4
喫煙	4	3	2
オートバイ	5	6	6
アルコール飲料	6	7	3
家用飛行機	7	15	12
警察の仕事	8	8	17
殺虫剤	9	4	8
外科手術	10	11	5
消火作業	11	10	18
建設工事	12	14	13
狩猟	13	18	23
スプレー缶	14	13	26
登山	15	22	29

(原典) Slovic, P. Perceived risk, trust, and democracy. Risk Analysis, 13  
出所「リスクとつきあう」吉川肇子著

スライド 65

### 電磁界のリスクに関する対話の確立



(http://www.who.int/peh-emf/en/) あるいは  
(http://www.niph.go.jp/soshiki/seikatsu/seiri/html/WHO/top.htm)


スライド 66

## 第5部 その他・結語

スライド 67

**WHOファクトシート**

**International EMF Project**



Български	Deutsch	English	Español
Français	עברית	Italiano	日本語
Nederlands	Русский	Svenska	Chinese
Arabic	Slovensko	ελληνικά	

**Fact Sheets and Backgrounders**

- ▶ Electromagnetic Fields and Public Health: The International EMF Project (Fact Sheet 181)
- ▶ Electromagnetic Fields and Public Health: Physical Properties and Effects on Biological Systems (Fact Sheet 182)
- ▶ Electromagnetic Fields and Public Health: Health Effects of Radiofrequency Fields (Fact Sheet 183)
- ▶ Electromagnetic Fields and Public Health: Public Perception of EMF Risks (Fact Sheet 184)
- ▶ Electromagnetic Fields and Public Health: Mobile Telephones and their Base Stations (Fact Sheet 185, revised June 2000)
- ▶ Video Display Units (VDUs) and Human Health (Fact Sheet 201)
- ▶ Electromagnetic Fields and Public Health: Extremely Low Frequency (ELF) (Fact Sheet 205)
- ▶ Electromagnetic Fields and Public Health: Risks and Human Health (Fact Sheet 220)
- ▶ Electromagnetic Fields and Public Health: Cautionary Policies (WHO Backgrounder, March 2000)
- ▶ Electromagnetic Fields and Public Health: Extremely low frequency fields and cancer (Fact Sheet No. 263, October 2001)

**Press Releases and Statements**


- ▶ Scientists Meet in Moscow to Discuss Adverse Health Effects of Electromagnetic Fields

スライド 68

**WHOファクトシート**

■ WHOからの一般向けテーマ別解説 (日本語版もあり)

- ファクトシート181: 国際電磁界プロジェクト (1998/5)
- ファクトシート182: 物理的特性と生態系への影響 (1998/5)
- ファクトシート183: 無線周波電磁界の健康影響 (1998/5)
- ファクトシート184: 電磁界リスクの一般市民の認知 (1998/5)
- ファクトシート185: 携帯電話とその無線基地 (2000/6)
- ファクトシート201: ビデオ ディスプレー ユニット (1998/7)
- ファクトシート205: 超低周波 (1998/11)
- ファクトシート226: レーダー (1999/6)



**背景説明資料: 用心政策 (2000/3)**

- ファクトシート263: 超低周波電磁界とがん (2001/10)
- ファクトシート296: 電磁過敏症 (2005/12)
- ファクトシート304: 携帯電話基地局と無線ネットワーク (2006/5)
- ファクトシート322: 超低周波の電界と磁界のばく露(2007/6)

情報シート: 電磁界の自然環境に及ぼす影響、中間周波、電子レンジ (2005/2)

スライド 69

**ファクトシート No.296 2005年12月**

**「電磁過敏症」**

電磁過敏症は、さまざま非特異的な自己申告疾患が特徴である。

- 個々の電磁過敏症状は実在し、適切な専門家に委ねる必要がある医療問題である。
- 電磁過敏症には、はっきりとした診断基準はなく、医学的診断を適用してはならない。
- 電磁過敏症の症状と電磁界ばく露との関連性を証明する科学的根拠はない。
- 電磁過敏症の原因は他の生活環境因子や職場環境因子に起因しているかもしれないので、これを調査すべきである。
- 医師の処置は、健康症状と臨床像に焦点を充てるべきであり、職場や家庭の電磁界を減らしたり取り除いてほしいという人々の認知上の要求に焦点を充てるべきではない。

([http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/bs\\_fs\\_304\\_japanese.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/bs_fs_304_japanese.pdf))より。

スライド 70

**ファクトシート No.304 2006年5月**

**「基地局及び無線技術」**

これまでに蓄積された全ての証拠からは、基地局からの高周波電磁界によって短期的または長期的な健康への悪影響が生じることとは何ら示されていない。一般的に、無線ネットワークからの高周波電磁界は基地局よりも低いので、それへのばく露によって何らかの健康への悪影響が生じるとは考えられない。

([http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/bs\\_fs\\_304\\_japanese.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/bs_fs_304_japanese.pdf))より。

スライド 71

**IH調理器と心臓ペースメーカー**

- ペースメーカーは、IH調理器などの電磁波により影響を受けることがある
- ペースメーカー使用者は、念のためかかりつけの専門医や製造メーカーなどによく相談すること

「ペースメーカー協議会」  
<http://www.pacemakerroom.co.jp/topic.htm>

- ペースメーカー類への電磁干渉
  - 心電位監視機能に対する干渉
  - 心刺激機能への干渉ではない

電波環境協議会 <http://www.emcc-info.net/>

スライド 72

**電子機器の心臓ペースメーカーへの影響**

- 心電位検知時に雑音が入る(電磁障害)
  - 体への伝導電流、磁界ばく露、高圧電界ばく露
  - 低周波治療器(禁忌)
  - 携帯電話(電波環境協議会:アンテナ付け根から22cm)
  - ワイヤレスカードシステム・非接触ICカード(読み取り機から12cm)
  - 電子商品監視装置:EAS
    - ・立ち止まらずにゲート間の中央を通過
    - ・ゲートに体を向けない、外側も含めてゲートには近寄らない
    - ・長時間居る場合は、3m以上離れた場所で

ペースメーカー協議会 <http://www.pacemakerroom.co.jp/topic.htm>  
電波環境協議会 <http://www.emcc-info.net/>

## スライド 73

### 電磁波防護エプロンは有効か

- さまざまな電磁波防護グッズが販売されているが、効果が疑問視されているものもあり、有効性は確かめられていない。

「電磁界防護用品の使用をWHOは推奨しない。国際労働機構(ILO)も同様に電磁界放射の低減を目的とした防護用品の使用を推奨しない。」

WHOファクトシート201より

## スライド 74

### 電子レンジの電磁波

- 電子レンジの電磁波(マイクロ波)は、IH調理器の電磁波(中間周波)や電力線の電磁界(商用周波)とは違う
- 電子レンジの電磁波には熱作用があるので、電磁波が外に出ないようにしている(扉の黒い網が電磁波を防いでいる)
- 電子レンジの電磁波は、調理した食物に有害な物質を発生させるわけではない

「電子レンジは、大変強いRF界発生源になり得るが、この電磁界の漏れを防ぐように電気製品作成基準によって保護されている。」WHOファクトシート183より

## スライド 75

### 結語

- 過去30年間に電磁界の生物学的影響と医学的応用に関する論文が約25,000編発表されている
- この領域の科学的知識の集約は殆どの化学物質よりも豊富である
- WHOはこれまでの証拠を見る限り、**低レベルの電磁界はく霧から引き起こされるどの様な健康影響の存在をも確認していない。**

WHOのホームページ(<http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index2.html>)より。

平成 21 年 2 月 14 日 (土)

第 47 回 神奈川産業保健交流研修会

演題： 「電磁界の健康リスク」

講師： 電磁界情報センター 所長 大久保千代次 先生

村上先生 (司会) :

本日はお集まりいただきまして有難うございます。本日は電磁界情報センターの大久保先生にお話を頂くわけですが、実際に電磁界といわれても、私が不勉強のせいなのかもしれませんが、ピンと来ない。特に、電磁界は見えないリスクとして時々マスコミなどでも取り上げられていますが、現実のリスクがどの程度なのか、具体的に何がどうなのかそういうことについてはなかなか身近な割には分かっていない。特に最近は携帯電話であるとかそういったものも含まれて本当に身の回りにいろいろとあると、そういう情報だけが先走りしているように思えますが、その辺のところを中心に今日は大久保先生にいろいろと教えて頂きたいと考えております。今 2 時でございますが、大体 3 時 20 分ぐらいまで先生の方でお話を頂きまして、20 分程度のティータイムをとらせていただいて、その後ディスカッションという形でさせていただきたいと思っております。ご紹介が遅れてしまいましたが、大久保先生は現在電磁界情報センター所長でいらっしゃいまして、明治薬科大学、大学院の教授でいらっしゃいます。WHO の国際電磁界プロジェクト国際諮問委員会の委員長でいらっしゃいます。大変お忙しい方でこの業界で TOP の方でございます。大変簡略で失礼いたしました但し宜しくお願いたします。

大久保先生 :

大久保でございます。はじめまして。80 分の長丁場になるかと思いますが、説明させていただきます。お手元の印刷資料は、私が以前勤めておりました厚労省の国立保健医療科学院、以前は国立公衆衛生院というところですが、保健医療科学という雑誌の特集号として 2007 年 12 月号に発行された論文です。この中には今日十分にお話できない部分が詳細にのべられておりますので、これをご覧いただければと思います。

今、ご紹介がありましたように電磁界は目に見えないということもあり、健康不安の認知が高いと思います。電磁界問題というのが社会問題化したのは、100 年以上も前に、例のエジソンがナイアガラからニューヨークへ送電するシステムを交流にするか直流にするかというような話から始まっており、決して新しい問題ではないですね。その後、1960 年代から旧ソビエトの水力発電の労働環境で、さまざまな不定愁訴、場合によっては心臓血管系疾患が発生し、電界が危ないのではないかという事で電界に関する研究が行われました。1970 年の終わりごろまでには、電界は結局大したことはないな、ということが分かりつつ

あるところに、1979年にアメリカのコロラドのデンバー、高橋尚子さんがトレーニングしていた高地ですが、あそこに水力発電所がたくさんあります。そこで電力線近傍に住んでいる子供さんの小児白血病の罹患率が高くなるという疫学報告がされました。報告では鉛が水道管から解け出したのではないかと、あるいは、商用周波磁界が原因ではないかと仮説が提起されました。その後鉛は否定され、磁界については今日まで論争がまだまだ続いています。

一方高周波については、携帯電話の健康問題ですね。携帯電話の使用に伴って脳腫瘍が起こるのではないかとされています。これは実は労働環境問題から発生しています。携帯電話のメーカーで、長年携帯電話の性能を調べていた方が脳腫瘍になったとの訴訟に端を発していると聞いております。

もうひとつの話題としてお話ししたいのはIH電磁調理器です。IH調理器やIH炊飯器ですね。近年オール電化に伴ってかなり普及しています。これが危ないのではないかと懸念です。したがって、今日お話しするのは、ひとつは電力線などから発生する商用周波磁界、次に中間周波電磁界としてIH調理器、それから携帯電話の3つを中心にして説明したいと思います。

私は厚労省の付属研究所を4年前に定年で退官しまして、その翌月からWHOの方で2年間勤務しました。国際電磁界プロジェクトのスタッフとして、いろいろやってきたのですが、主として低周波の健康リスク評価、環境保健クライテリア (Environmental Health Criteria) ですが、その文書の作成などに携わっておりました。

本題に入りたいと思いますが、ここにありますように子供たちがゲームとして携帯電話を使っておりますし、いろいろなインフラストラクチャーが電力によって構築されているわけですので、一般環境で電磁界に健康リスクが内在しているとすればそれは大変な問題になってくるというのは自明の理でございます。基本的なところからお話をということでしたので、電磁界とは何かということから、大変失礼ですが、小学校、中学校に戻ったつもりでご覧頂きます。電磁界はエレクトロマグネティックフィールド (electro-magnetic field)、エレクトロとマグネティック、電界 electric field と磁界 magnetic field が合わさったものが電磁界。時間軸上で変動するものに関しては常に電界と磁界が共に存在しますが、時間的に変動しない直流電界、直流磁界は、電界は電界、磁界は磁界として独立して存在します。なお、伝搬速度は光速、秒速30万キロメートルで電界と磁界が交差しながら伝搬することになります。伝搬する波を電磁波といい、その場所を電磁界、フィールド。物理学の人たちはフィールドを「場」と呼びますので、電磁場でも電磁界でも同じ意味です。マックスウェルの方程式にしたがって、電界と磁界は交互しながら三次元の方に高速で

進んでいく事になります。電界というのはここに書いてありますように電気のある場所であり、磁界というのは磁気のある場所です。実際に電界を感じるのは、静電気、子供のころ下敷きに静電気を帯電させて髪の毛を逆立てたことでその存在が分かると思います。また冬場乾燥したところで、車のドアノブを触ると放電ショックを経験したことがあるかと思いますが。地球のコア、地殻では鉄を含むマグマが非常に早いスピードで動いていますから、この移動にともなって大電流が流れるために磁界が形成されています。電界と磁界との違うところは、電界は電圧に依存し、磁界は電流に依存するという点です。電力線から発生する電界は電圧に依存していますからほぼ一定です。配電線であれば、100 ボルト、200 ボルト、送電線であれば例えば 66,000 ボルトの電圧に見合った電界が発生しているので、電界強度は一年を通じて変動しません。磁界は電力線を通る電流に依存する、つまり電力消費量に依存しますので、夜は小さくなり、日内変動をしますし、週末も小さくなる。また、季節変動もあります。このような変動が実は疫学で磁界ばく露評価の際に問題となります。ばく露量評価を正しく行うためには前向きコホート研究の方が良いのですが、小児白血病の場合は罹患率が低いのでコホートには不向きです。しかし、ケースコントロールでは本当のばく露量を把握出来ているかどうかというのは非常に疑問です。つまり過去にどのくらいの電流が流れていたかは、1年前のデータまでは電力会社は持っていますが、数年以前のデータとなると恐らく持っていないと思います。そうすると、いつごろどの程度の電流を流したかというのが分からない。疫学者が困るのはこの磁界評価であり、磁界が電流に依存するからということになります。

例えば、卓上ランプのプラグをコンセントに入れた瞬間に電界が発生します。しかしランプのスイッチを入れない限り電流は流れませんので磁界は発生しないということです。ボルトというのは、この方、ヴォルタ電池のヴォルタに由来しますし、磁界の強さに関しては現在国際的にはテスラ、これはニコラス・テスラという有名な物理学者ですが、彼の名前を取っています。アメリカではドイツの物理学者の名前であるガウスを使っています。電流のアンペアはアンペールに由来します。さまざまな有名な物理学者の名前を実は結構使っていることになります。

先ほど申し上げましたように電磁波は時間軸上で変動していますが、その周波数によって生体影響はかなり違ってきます。電磁波はいわゆる電磁放射線領域から、非電磁放射線に大別されます。紫外線の一部からこれ以下の周波数を非電磁放射線といっていますが、この中には、可視光線とか赤外線、電波、商用周波なども含まれております。波長も紫外線ですと 0.1 ミクロン ( $\mu\text{m}$ )、商用周波ですと、東京は 50Hz ですから 6,000km ですね、東京からインドネシアくらいまでがひとつの波になる。こういう低周波になりますと波という性格は失われます。携帯電話で使用する電磁波の周波数は、こちら辺ですね、1 ギガ前後ですので、これだと波長は数十センチの単位です。これは波として考えなければならない。



電磁界の生体との相互作用を考えますと、波長に依存しますが、基本的には誘導電流に伴う刺激作用と熱作用と大きく分けられます。100kHz 以上は主に熱的な作用であり、それ以下は誘導電流に伴う刺激作用と考えて下さい。但し 100kHz を境にパッと分かれていくのではなく徐々にそれぞれが主な作用となって行く、ですからお互いの生体作用はオーバーラップすると考えて下さい。

周波数は商用周波に関しては 50 とか 60Hz、携帯電話に関しては、PHS とか携帯電話ですと 1GHz、10 億 Hz ですね。それから中間周波としては、10kHz から 10MHz ですが、この中で IH 調理器ですと 20kHz から 60kHz、2 万から 6 万 Hz です。従って、今日は、50、60 そして数万、10 億の周波数帯の電磁界を対象にお話しします。

電磁界の健康問題の認知ですが、低周波でいえば小児白血病の報告で、疫学研究だけではありませんが、動物実験などでも、何か悪い影響があるという場合にはメディアは必ず「危ないぞ」と報道するわけですね、これ自体は当然です。しかし影響がない場合には、ほとんど掲載されません。危なくないということは面白くないのでメディアはあまり飛びつかない。また、メディアの社会的責務も背景にあると思います。しかし、結果として国民にはバランスを欠いた情報が提供される。従って国民に電磁波というと、なんとなく危ないまたは怪しいものとイメージが定着されます。例えば電力線の近傍、送電線の近傍に住まわれている子供を持つお母さんが、ある日、「あぶない」という情報を見ると、心配になってくるわけですね。そこで電力会社に質問すると、これは過去の話ですが、電力会社は電力会社で「大丈夫です。全く心配しないで。」なんて説明されるから、余計心配になる場合もあります。世界各国どこでも同じようなことがあるものですから、国際的なフレームワークを作った方がいいだろうという訳で 1996 年に WHO で国際電磁界プロジェクトが発足しました。それ以前の 1992 年にはアメリカで EMF-RAPID 計画と言うものが立ち上がって 98 年にはその作業部会報告書が出ています。これは商用周波電磁界に関しての健康リスク評価書です。そしてヨーロッパでは COST 計画というのが続きます。

WHO のプロジェクトの事務局はジュネーブにありまして、1996 年にジュネーブで最初の会議が行われたとき私も参加いたしました。当時の参加国は 17 カ国と非常に少なかったのですが、現在は 60 カ国です。ある意味国際的には非常に関心が持たれているプロジェクトだと思います。96 年ですから今はもうまる 13 年を迎えたわけですが、ここに書いてある URL(<http://www.who.int/peh-emf>) にアクセスして頂くといろいろな有用な情報が手に入ります。

プロジェクトの目的ですが、1 番から 4 番までの項目はこの 5 番の環境保健クライテリア (EHC) 作成と健康リスク評価、これをやるための活動と考えていただければと思います。

それから「WHO はリスク評価を行います但しリスク管理としてのばく露ガイドラインの提言はしませんよ」ということを明確に言っております。国際的なガイドラインは国際非電離放射線防護委員会 ICNIRP という組織が WHO のリスク評価の結果を受けて見直しをすることになります。そのほか、プロジェクトは各国政府からの拠出金によって運営されていますので各国にサービスとして、いろいろ助言したり、リスクコミュニケーションに関してのノウハウなどを提供しています。国際的な統一基準の奨励とは、旧共産諸国と所謂西側諸国の電磁界基準の統一を目的としています。旧共産諸国のガイドラインというのは非常に厳しく出来ております。特にソビエトなどは日本やヨーロッパ、アメリカに比べ非常に厳しい基準を設けている。十数年に亘る WHO の電磁界プロジェクトを終わったあと再び違った基準をお互いが作るということはぜひとも避けたいということがあります。

同じ国連機関としての WTO から市場によって電磁界ばく露基準が違くと貿易障害となると懸念を表明されています。両者で何がどう違うかという点、旧共産国の考え方では、ばく露によって何らかの生理学的な影響が見られたらそれを避けたいと考えて、影響が見られないところまで下げた環境を基準とする。これが旧共産国の考え方です。それに対して国際的なガイドラインを作っている ICNIRP あるいはもうひとつアメリカの電子電気学会というのがありますが、いわゆる生理学的な適応範囲を超えた反応を健康影響と捉え、ガイドラインの基準はばく露による健康影響を避けるということであって、生理学的な影響のところは気にしないという考え方ですね。日本の電波防護指針というのがありますが、電波防護指針も同じような考え方です。多少温度が上がったとしても温熱生理学的に別に問題がなければ良いという考え方ですね。そこら辺に両者のギャップがあるものですから、当然ばく露基準値に 2 桁差が出てくる。中国ではだんだん歩み寄りを見せており、国際非電離放射線防護委員会のガイドライン値を現実には受け入れています。しかしロシアの方はなかなかそうも行かないというところで、すべての国の国民が同じ基準で保護されるということはあまり楽観できない状況であります。

リスクアナリシス、いまさらもう先生方にお話しにする事はないと思いますが、リスク評価にはハザードリーディテクションを行うための疫学研究や、生物学的研究、量反応関係を把握しなければなりませんし、実際にリスク管理をするときに、ハイリスクグループの推定も考えなければならず、その上でリスクの総合的な評価を行う。これを WHO のフレームがやっています。こちらのリスク管理に関しても WHO では少しは言及しておりますが、ガイドラインの提言は国際非電離放射線防護委員会の役目です。ただリスクコミュニケーションに関しては、WHO としてもいろいろ情報は提供しています。

環境因子と健康影響の因果関係を追究するとき、疫学研究と生物学的研究を考える必要があります。疫学研究だけで因果関係を証明できるだけクリアカットなデータを得るということが余りありませんので、結果的には生物学的なエビデンスに基づいて因果関係を証明

するということになります。当然ですがリスク評価の際、人を対象とした疫学だとかあるいはボランティア研究がプライオリティは高く、細胞レベル実験は優先度が低いということでもあります。

それではこれから、1部は商用周波、2部は中間周波、3部は高周波、そして、リスクコミュニケーション、その他ということで紹介したいと思います。

先ず、商用周波ですが、典型的なものとしては、1979年に発表された米国のワートハイマーとリーパーによる疫学研究によって先鞭がつけられて以来、質の良いものも、悪いものも含め約100近い疫学研究が実施されています。その評価された疾患の中には、がん以外にも心臓血管系疾患、生殖・発育、神経変性症など、いろいろなものがありますし、労働環境についても検討されてきましたが、関連性があるものはこの小児白血病だけではありません。ご存知のように小児白血病は年間罹患率10万人に対し3-4人ですので、発症率だけで見れば非常にマイナーな病気ですので、結果的に疫学で分析に耐えられるだけのパワーがなかなか集められなかった。そこで、アールボムというスウェーデンの研究者が過去9つの疫学研究の生データをプールして再解析した。結果としてどういうものが出てきたかというと、0.4マイクロテスラ ( $\mu\text{T}$ )、全体の0.8%の人に相当しますが、この磁界レベルでは0.1マイクロテスラの居住環境にいる子供に比べて小児白血病の発症リスクが約2倍で、統計的には有意だということになります。しかし、論文ではセレクションバイアスが無視できないということをコメントしています。

2006年に国立環境研究所の兜先生がわが国で初めて大規模なケースコントロール調査結果を発表しています。症例として312、対照として600名あまり。統計的には有意ではないのですが、大体プール分析とほぼ同様な傾向が見られました。アメリカやヨーロッパ諸国、WHOが日本の研究結果に大いに期待をしていた。何故なら日本では狭い国土に多くの人々が送電線の下に住んでいる、余程電磁環境が悪いだろうということで、ハイリスクグループがたくさん出てきて、ドーズリスponsがはっきりするのではないかという風に期待していたんですね。ところが0.4 $\mu\text{T}$ 以上のハイリスクグループはアメリカより少ない。0.4 $\mu\text{T}$ 以上が、1%未満です。この結果には世界から落胆と驚きを得ました。低い理由ですが、実は日本は1976年に電界規制を経済産業省が導入したのです。電気ショックを避けたいということで、3kV/m規制を行っています。3kV/mはICNIRPの国際的なガイドライン5kV/mより低い値です。幸いなことだったのですが、この3kV/mという電界規制があったものですから、電力会社は、結局距離を稼いで電界を減らそうということで高鉄塔化した事が磁界も低減させたと思われまます。広ければ送電線の脇に保間距離を取ってしまえばいいのですが、狭い国土なのでそれではとてもコストが高くなります。アメリカとかヨーロッパみたいに土地が広くて安い、かつ人口密度が低い国では可能ですが、わが国ではそれはできませんので高鉄塔化した。電界も磁界も距離に反比例してきますからその結果は磁界も小

さかったということですね。磁界が一番低いのがイギリス、そのあとがドイツ、そして日本、アメリカ、カナダではハイリスクグループは2.5%ぐらい。

生物学的な研究からいいますと、一回の研究結果だけでは偶然の可能性もありますので、リスク評価するときには必ず再現性というのを求めています。幸いなことに居住環境の磁界レベルで何らかの健康影響に結びつくような可能性のある、かつ再現性のある論文かどうか、データというのは今のところ得ていません。ですから、疫学結果と、生物学的結果が乖離しているということになります。

さて、WHO ではすでに2001年にIARC（国際がん研究機関）が直流電磁界と低周波電磁界に関する発がん性評価を終えております。WHO ジュネーブ本部では、2006年に静的電磁界、つまり直流の電界や磁界に関するリスク評価は終えておまして、2年前の2007年には商用波電磁界に関するリスク評価は終えています。今後高周波電磁界に関する発がんリスク評価をIARCが多分2010年に行い、WHO ジュネーブ本部は、IARCによる発がん性評価を受けて、がん以外の疾患を含めた総合的リスク評価を2012年ごろに実施するのではないかと思います。商用周波に関するIARCの見解ですが、ここにありますように超低周波磁界は人間にとって発がん性があるかもしれない、**possibly carcinogenic to human**、グループ2Bという評価を2001年の6月のタスク会議で行いました。ほかの超低周波の電界や、あるいは直流電界、直流磁界については分類できない、ということでグループ3にわけております。ご存知かと思いますがIARCというのは定性的に発がん性を評価するのであって、定量的な評価をしていないということが大事な点だと思います。

これはブラッドフォード・ヒルのクライテリアです。9つあった中で5つをお示ししておりますが、いわゆるばく露とリスクの関連性の強さは一体どれくらいのものか。関連性の一貫性ということであると、疫学研究の中で同じような報告が見られるかどうか、あるいは量反応関連があるかどうか、そして実験的証拠による生物学的な検証がなされているかどうか、細胞実験での生物学的なメカニズムが説明されているかどうかというようなことがひとつの基準となっていくわけです。具体的には商用周波磁界への健康ハザードとしては小児白血病があるだろう、そして関連性の強さはオッズ比が2倍ですね。関連性の一貫性に関してはプール分析を行って、統計的な有意性が出ていますので一応ありと考えていいだろう。量反応関係に関してはわかりません。それから生物学的な証拠や信頼できるメカニズムというのは見つかっていない、というようなことであります。その結果2Bということになった。IARCの判定には5つのグループがあります。グループ1から4まで。で、グループ1というのは、疫学研究で十分な証拠があれば、ほかのものは必要ありません。ベンゼンとかダイオキシンとかたばこはグループ1になります。グループ2は同じ疫学研究の証拠は限定的ですが、動物実験の証拠が十分ある場合はグループ2Aになりますし、証

拠がない場合には 2B になるということで、そこで超低周波磁界がこのカテゴリーに入ってしまう。そのほか発がん性を分類できないというのがグループ 3 で、疫学研究で不十分である、動物実験でも十分な証拠がないという場合がここにカテゴライズされます。2B の中にはコーヒーや、われわれが日常食べている漬物ですね、こういうものが **possibly carcinogenic to human** と評価されています。

2005 年に今度は発がん性評価以外の総合リスク評価を行うタスク会議が WHO で開催され、その結果が環境保健クライテリアとして 2007 年 6 月 18 日、1 年半前に出されています。EHC 238 の日本語訳は環境省から出されていますので、この第 1 章だけでも、ご一読頂ければと存じます。EHC の中身は、ばく露量評価とか有害性評価、あるいは量反応関係から総合的リスク評価まで行っています。2 章、3 章はばく露量評価で、4 章から 11 章は有害性評価や量反応関係、12 章でリスク評価を行い、13 章で予防措置として予防的なアプローチやリスク管理です。全部を要約したのが第 1 章で、さらには今後どういう研究をするべきかも提言しています。

実は、環境保健クライテリアを出した 6 月 18 日と同じ日に、WHO のプレスオフィスからファクトシート No.322 というのが出されました。ファクトシートというのは、一般の人向けのわかりやすい言葉を用いた WHO からのメッセージと言えます。まず IARC が商用周波磁界には発がん性があるかもしれないと、2B に分類した。それを評価したのは 2001 年ですが、その後 2 つの論文が出ました。1 つは先ほどご紹介いたしました 2006 年に出された兜先生の論文。もうひとつはイギリスのドレーパーの論文で、大きなスケールの論文が 2 つ出たのですが、結果は 2001 年の IARC の評価を変えるものではないということで、発がん性に関しては疫学調査で限定的な証拠、動物実験や生物学的実験では十分な根拠はないことから 2B として評価を踏襲しました。「全体として小児白血病に関連する証拠は因果関係とみなせるほど強いものではない」というのがファクトシートのメッセージです。

実際に過剰リスクはどれくらいかというのを推計しているのですが、2002 年の世界人口総計で調べていくと、大体推定数として年間 49,000 人が小児白血病に罹患したと推定。前のスライドでは因果関係とみなせるほど強くないということでしたが、仮にリスクが現実であるとした場合、言い換えれば因果関係があったとした場合、どの程度のリスクに相当するかというと、発症全体つまり 49,000 人のうちの 0.2 ないし 4.95%、具体的にいうと 100 人から 2,400 人ぐらいに全世界的には毎年発症するだろうということになります。年間 100 人から 2,400 人というのを WHO、世界的スケールで考えますと僅かな発症数となります。先生方もご承知のように、エイズなどでは毎日 10,000 人ぐらいの人々が死亡しているわけですね。そんなことを考えますと、公衆衛生上はたいしたインパクトではないと判断しています。また、磁界ばく露と小児白血病以外のいろいろな疾患に関して、疫学調査あるい

は動物実験でその関連性を評価したわけですが、その対象としては小児白血病以外の小児がんあるいは成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系などそこに書いてあるようなもろもろの疾患に関してリスク評価を行ったわけですが、結果的には「小児白血病の証拠よりもさらに弱い」ということで、まあ、影響はないだろうということでもあります。

そこで WHO はどんなことを提言しているかということ、短期的な影響に関しては、誘導電流を制御しなければなりませんので、その ICNIRP がまとめたばく露ガイドラインを、一般環境、労働環境を含めて、各国が採用すべきであるということ。さらには、このばく露ガイドライン値を上回るようなばく露環境が予想される場合は、いつも監視してください、ということです。

長期的な影響に関しては、商用周波磁界と小児白血病との関連性が必ずしも否定できておりませんので、磁界を下げるということがひとつの対策方法ですが、「因果関係とみなせるほど強い証拠がない」ものですから、「磁界を下げたからといって小児白血病が減るということは不明」ということから、以下の3つを各国の政府に提言しています。

- 1 番目は商用周波磁界と小児白血病との関連性がよくわかっていないのだからもっと研究してください。研究プログラムを推進しなさい。
- 2 番目としては、リスク認知が非常に高いということが各国共通ですので、やはりコミュニケーション、リスクコミュニケーションをちゃんとしてください。
- 3 番目は、新設設備に対し、電力設備を整える場合には、ばく露低減のための低費用の方策を探してもいいでしょう、しかし、国際非電離放射線防護委員会が提案するガイドライン値よりも、100分の1や数十分の一まで下げている国がヨーロッパにはあります。それは科学的な根拠ではなく国民の関心が高いために政治的な取引としてばく露制限値を設けているので、WHO としては恣意的に低いばく露レベルの基準を設けるのは反対である。なお、国際的ガイドラインは、外部磁界に晒されますと、誘導電流が惹起される範囲を制限しています。100A/m<sup>2</sup>程度の生理的な電流が流れて中枢神経系へ影響を及ぼすのでこの様な磁界環境は避けるべきだという考えに立脚しています。それを閾値として、これに労働環境では10倍、一般環境ではさらに5倍の50倍の安全係数をつけてガイドラインの指針値としています。なお先ほどから説明しておりますが、小児白血病に関してはその発がんメカニズムがよくわかっていない。つまり生物学的な裏づけがないから疫学研究でのばく露レベルを指針値には盛り込めないと ICNIRP は考えています。現在は ICNIRP では2007年の環境保健クライテリアのリスク評価を受けて、このガイドラインの見直し作業が進行しております。現在電界に関しては、5kV/m という電界規制、磁界に関しては関東地方ですと、100μT という値が国際非電離放射線防護委員会で提唱されています。ヨーロッパは、国際非電離放射線防護委員会 ICNIRP のガイドラインを規制値に採用し、EU の理事会勧告と

して 1999 年にガイドライン値を電磁界規制値として導入するよう言っております。これに対応してそれぞれの国はこの ICNIRP のガイドラインを規制値として持っております。先ほどいわゆる恣意的なばく露制限値は導入するべきではないというコメントがファクトシートに書かれていますが、スイスやイタリアでは ICNIRP のガイドラインはガイドラインとして導入すると共に、それ以外のセンシティブエリアへの対策として、小児白血病に関連するような住宅や病院あるいは学校、保育園、幼稚園などでは特別な防護が必要だという考えから、プレコーションというアプローチを採用しています。日本では 3kV/m の電界規制。磁界規制に関しては現在検討中であります。これは一昨年経済産業省の電力小委員会の中に電力設備電磁界対策ワーキンググループというワーキンググループの答申として、ICNIRP の磁界規制を我が国でも導入するように経済産業省へ答申いたしました。その結果現在検討中ということです。おそらく来年度には東日本では 100、西日本では 83 という値がここに入るということになります。

身の回りの電磁界ですが、ICNIRP のガイドライン値がたとえば東京地方では 100  $\mu$ T、関西では 83  $\mu$ T ですが、ここで送電線直下の最高値を調べていくと約 20  $\mu$ T ですね、あと変電所で 4  $\mu$ T。電気毛布だとかカーペットで最高値が 6  $\mu$ T とか 19  $\mu$ T、これらの値は 83  $\mu$ T あるいは 100  $\mu$ T より大きく下回っているということで、日常生活でこのガイドライン値をオーバーするようばく露環境はないということになります。左側は全身ばく露されている場合、こちら右側は局所ばく露されている場合ですので 2 つに分けていますが、掃除機で 20  $\mu$ T、ドライヤーで 53  $\mu$ T、デスクトップだとかブラウン管モニターなどではこの程度です。

産業医の先生方が今日ご出席されているということですので、労働環境はどんな状況かお示ししています。スライドは、ICNIRP の 2003 年に出されたレビューですが、いろいろな職業環境でも、一般環境のガイドライン値である 100  $\mu$ T を大きく下回っている状況ですね。但し、日本の環境省が出している報告集によると溶接では結構高いばく露環境にあるということだけはちょっと頭に入れておいていただければと思います。

さて、次に中間周波のお話をしたいと思います。今回の EHC 238 では、100kHz までの中間周波に関してもリスク評価を行っています。ただし今私自身がこの環境保健クライテリアを編集したものですから、中間周波に関してどのくらいの数のレファレンスがあるかもわかっているのですが、全体では 1,000 以上もあります、中間周波に関する参考文献は、その中の 20 編程度しかない、実質何にもやっていないということになります。それで、環境保健クライテリアの第 1 章のところに出ていますが、「今後の研究推進事項として中間周波帯 300Hz から 100kHz の電磁界に関する電磁界の研究データが欠如しているために健康リスク評価ができない」と述べています。中間周波の健康リスクはよくわかっ

ていませんといい事です。日常生活の中で使用されている中間周波としては、VDT ですね。周波数は 1 万から 2 万 Hz ぐらいです。この領域の生体作用は誘導電流です。IH 調理器では、20 ないし 90kHz。あと RFID という電子タグが 13kHz、それから図書館とかレンタルビデオ店などで盗難防止を設置しておりますが、ここら辺は 8MHz までを使用している。先生方もお持ちだと思いますが「Suica」ですね、こういうものも中間周波帯を使用しております。そのほか、いろんなものがありますが、IH 調理器についてお話させていただきます。

IH 調理器はインバーターを使って 20kHz から 90kHz の電磁波を発生していますが、電源そのものについては 50Hz を使っていますので、両方発生しているということになります。これまで、特に妊娠中のお母さんが調理されたり、子供さんが調理器のそばで料理を覗くということでもあり、結構心配されておられる方が多いのですが、生殖影響についてお話したいと思います。商用周波に関しては生殖への影響はないと思われます。中間周波ではどうかということですが、VDT でほぼ似通った 2 万前後の周波数帯の中間周波を出しています。VDT に関しての研究は結構ありますが、これで見ますと、幸いなことに疫学や動物実験で妊娠や出産に対して影響は与えていない。ただし、ここにありますように VDT は鋸波ですが、IH 調理器は正弦波です。よって必ずしも同じものとは言い切れないというところがちょっと悩ましいということになります。なお、WHO からは、「これまでのところ中間周波の電磁界へのばく露が健康に悪い影響を及ぼすということを確認させる科学的根拠は存在しない」ということで情報シートを出していますが、やはり研究数が足りないなあということなんです。

ここにお示ししているのは、VDT に関する疫学調査結果ですね。いくつか「影響あり」というところもあるのですが、全体的には影響があったり、なかったり、やはり数が少ないなというのは否めない状況であります。

IH に関してどうしてこんなに関心を持っているかですが、中間周波電磁界の健康リスクと小児白血病とを混同している可能性があります。これまでの処、健康影響はなさそうですが、研究数が少ないものですからやはりもうちょっと研究をしないとイケないですね。

これは ICNIRP のガイドライン値ですが、50Hz では一般の人々は 100  $\mu$ T、職業関係の人は 500  $\mu$ T ですが、20kHz の一般環境の磁界制限値は 6.25  $\mu$ T です。家電製品協会が 2006 年に IEC 規格の IEC6223 という測定法に基づいて各周波数帯の磁界強度を調べています。スライドは対数表示ですが、IH 炊飯器でガイドライン値の 10%、IH 調理器で 5-6% ぐらい、シェーバーで密着して使うもののような場合ですと 20% と高い値を示しています。それからカーペットは高くなく、電気マッサージ器は、結構高い値を示しています。身の



回りの家電製品では50%以上の製品は存在しないことになります。

さて、次に高周波ですが、1960年代にモスクワのアメリカ大使館が旧ソビエトの情報機関によって大使館へ強力な電波を浴びせて、大使館職員を病気にさせる計画があったようで、電磁波が怖がられたことがありました。それ以後はしばらく沙汰止みになっていたのですが、爆発的な携帯電話の普及があいまって、WHOの国際電磁界のプロジェクトでも、だんだん低周波ではなく高周波に関心が移行してきました。1999年からインターホン研究という携帯電話の使用と頭部・頸部のがんに関する13カ国の国際的な疫学調査をIARCが中心となって実施しました。日本では女子医大の山口先生が中心となってやられております。ナショナルレポートがすでにそれぞれ発表されておりますが、インターホン研究の総括報告書がまだできていません。全部で6千以上の症例を調べています。わが国では神経膠腫、髄膜腫、聴神経腫に関して調べていますが影響は無いとの結果を得ています。

スウェーデンの研究では聴神経腫で、10年以上長期の携帯電話使用者のオッズ比が、3.5倍という報告があります。また、一部の国では長期使用と神経膠腫との関連性があるとの報告もあります。その場合の問題は、やはりリコールバイアスですね。患者ご自身から聞き取り調査が困難な場合が多いので、家族の方に聞く事になります。例えば左側に腫瘍ができていると、どうしても家族の心境としては「携帯電話を左手で使っていた」と思いこむと言った、リコールバイアスです。いずれにしても年内にはインターホン研究の総括報告書が出てくると思います。

一方生物学的な研究に関しては、低周波と同様に、国際的なガイドライン値を下回るレベルの電波ばく露で健康影響が確認された報告は今のところ出ていない。ただし、スチュワート委員会報告書というのが注目されています。スチュワート委員会の報告書としての取りまとめとして現在のところ特に危ないということはない、ただし、あくまでも仮説ですが、「子供は高周波電磁界に敏感かもしれない、結果的に電磁波を多く吸収するかもしれない」と指摘しています。例えば頭骸骨の厚さとか、脳の大きさとか、脳神経組織の有髄化、加齢に伴う伝導率の変化など、電波のエネルギーの吸収率が成人と違うのではないかという仮説が出されて現在日本も含め世界中で研究者が一生懸命に子供と大人とどう違うかというのを研究しています。幸い健康影響に繋がるような相違点は見つかっていません。

高周波のリスクとしては今のところガイドライン値を下回るレベルで健康への影響というのは示していません。携帯電話使用によるがんや精神機能への影響はないが、まだ引き起こす可能性は否定できない状況でもあります。もうひとつは、爆発的人数が使用をしておりますので、多少のリスクがあったとしても、その公衆衛生上のインパクトが大きい。無視はできないので慎重に評価すべきです。後は、携帯電話の長期の利用者が脳腫瘍になる

までには何十年かかかるため、長期にわたってこれから注視しなければならない、ということが問題点であり、現在インターホン研究最終的なとりまとめがされているところですが、その後にも問題は残ると思います。

一方ガイドライン値ですが、電波防護指針は基礎指針と管理指針に分かれています。基礎指針は接触電流、電力密度、あるいはエネルギー吸収率（SAR）に基づいて規制しています。エネルギー吸収に伴う熱的な影響、具体的には深部体温が1度以上あがると行動異常を起こすということが分かっていますので、1度温度を上昇させるような電波環境を閾値としてその10倍の安全率、深部体温が0.1度上げるようなばく露環境は避けるのが職業環境。さらに5倍の安全率をかけて、50倍の安全率、つまり0.02度以下に抑えなければならないという考え方が一般環境での指針となっています。但し、SAR そのものを測定したり、接触電流密度を直接測ることは出来ませんので、測定可能な物理量で肩替わりしています。具体的には、電界強度、磁界強度、あるいは電力束密度などを測ることによってこの指針値が守られているかを評価しています。この職業環境での0.1度、一般環境の0.02度の規制は電波が全身ばく露された時を想定しています。これとは別に携帯電話端末を使用する場合は、身体の一部に電波ばく露が集中しますので、これに対応すべく、局所吸収指針というのを別途設けています。全身ばく露の場合は、職業環境の平均SARは4 W/kgで、深部体温が1度上がることから、その10分の1である0.4 W/kg、さらに5倍の安全率を求めて0.08 W/kgが一般環境の指針値となります。それに対し局所SAR、携帯電話を使っている場合ですと、職業環境では体重あたり10 W/kg、一般環境では2 W/kgとなっています。携帯電話の基地局ですが、自分が住むマンションの真上に基地局のアンテナがあると非常に心配される事が儘ありますが、電波はアンテナ周囲に広がるように設計していますので、直下は逆に低い。電波の強さは実際にはアンテナから200から300m離れている場所が最大となるのが一般的です。例えばこのスライドで、電波防護指針、これは総務省が決めています。900MHzの場合、一般環境の電力密度が0.6mW/cm<sup>2</sup>が防護指針値ですが、電力密度は、これの、2,000分の1とか10,000分の1程度です。

時間が押してまいりましたので、第4部リスクコミュニケーションに移ります。リスク評価に続いてリスク管理をする。これらは何のためにやっているかという点、FAOのエディ（Eddi）さんの話によれば、安心を確保のためにやっているということです。リスク評価を行い、リスク管理をちゃんとしたとしても、リスクコミュニケーションに失敗すれば、消費者の信頼を得ることができず、リスク分析自体意味がないということですが、消費者の信頼を得るという事は非常に大事だと思います。

リスク認知ですが、ある同一のリスクに対して左側の方はそのリスクを小さいと感じ、逆に右側の方はそのリスクを大きいと感じる。例えばたばこを例に取りますと、自分自身が吸う人と自分は吸わないがその煙を吸わされる人を比べると、たばこに対するリスクに対

する認知が違ってきます。リスクの存在が制御可能か不可能か。その他メカニズムが分からない。目に見えない。恐怖感が、がんなどにリンクしているとリスク認知は高まりますし、不公平感を持つと認知が上がります。

リスク認知に影響を及ぼす要因には、年齢・性別、教育レベル、社会的立場、文化的立場など様々ありますし、外的な要因としてはメディアや、規制プロセス、世論の動向、そして経済的な状況、そして得られた科学的情報といったことがあります。リスク自体の因子としては、ここに書いてあるようなことが含まれます。

特にここでメディアについてお話したいのですが、例えば、小島さんという毎日新聞の方が書いた本の引用ですが、メディアというものはどうしても危なく書く。例えば 100 人の学者がいたとしてある事例で 99 人の人が安全と主張しても、1 人の学者が危険と主張するとメディアのニュースでは「危ない」となって、結果的に 99 人が安全といったことについてはほとんど伝わらず、1 人の学者の意見が消費者に届くというショートサーキットが起こることがやはり問題になって来ます。

これは、スロヴィック (Slovic) というアメリカの心理学者の調査ですが、アメリカの女性と大学生およびリスクの専門家からもっともリスクが高いと思う事象を 90 項目の中から挙げてもらった。そうすると原子力発電が女性も大学生も 1 位に挙げているのですが、専門家は 20 位。専門家はそれよりも自動車のほうが危ないと認識しています。このようにリスク認知というのはやはりそれぞれの立場によって違って来ます。そのような背景があるので、電磁界のリスクコミュニケーションはどうあるべきかをテーマに、2002 年 WHO が「電磁界のリスクに関する対話の確立」という本を出しています。これを日本語に訳してありますのでぜひお読み下さい。

その他に、さまざまな参考情報が先ほど WHO のホームページから入手できます。特にファクトシートは有用です。基地局の問題とか電磁過敏症についての解説が出ております。電磁過敏症に関して WHO の見解としては現時点では過敏症発症と電磁界の存在は関連しないということですね。電磁過敏症という疾病自体 ICD10 には存在せず、強いてあげれば **Idiopathic Environmental Intolerance**、特発性環境不耐症候群あるいは突発性環境不応症候群に属するというので、電磁過敏症だけでなく化学物質過敏症もこの中に入ると言っています。

結論として、WHO はこれまでの証拠を見る限り、国際的なばく露防護ガイドラインよりも低レベルの電磁界ばく露から引き起こされるどのような健康影響の存在をも確認していない、ということになります。

少し時間を過ぎたようですので、終わりたいと思います。

**村上先生：**

大久保先生どうもありがとうございました。今から 20 分ほど休憩とさせていただき、その後、ディスカッションを始めたいと思います。では、皆様ごゆっくりご歓談ください。

## 質疑応答

村上先生：(司会)

では、ざっくばらんにはじめましょう。それではどなたか。よろしくお願いいたします。

A先生：

とってもわかりやすいお話ありがとうございました。僕らいわゆる産業で低濃度の長期ばく露という形で電磁界を見た場合、基本的に現時点で健康障害はない、ということだなあということで、ほっといたしました。私が全然知識がなかったからですが、ただ、いわゆる急性のものとして神経症状というか中枢神経系の影響があるとありましたが、そのところ、また現時点で逆に明らかに健康障害としてあるものはどういうものなのか教えていただきたい、さらにおっしゃっていた共産国で生体影響、その生体影響といわれるものはどういうもので、西側で健康障害といわれるものはどういうものか違いについて教えていただけますでしょうか。

大久保先生：

わかりました。まず、急性のばく露影響としては低周波電磁界で言えば、誘導電流に伴って神経症状、たとえば強い磁界にさらされると磁気閃光が生じます。ただ、磁気閃光が起こったからといって健康障害に結びつく事はないと思いますが、少なくともストレスナーにはなるのでそれは避けた方がいいという考え方です。その値は、外部磁界として  $5\text{mT}$  (5ミリテスラ) で、それが閾値になります。閾値である  $5\text{mT}$  に 10 倍の安全率をとった値、 $500\mu\text{T}$  が労働環境のガイドライン値で、さらに 5 分の 1 の安全率をかけて  $100\mu\text{T}$  が一般環境のガイドライン値になっています。ですから一般環境で磁気閃光が起きるということはまずありえないということになります。

それから、旧共産諸国で指摘しているのは、たとえば、日光浴で冬場は暖かいと感じますが、これは赤外線の影響です。この様な熱的影響は生理的反応として皮膚表面温度を上昇させますが、これは有害な作用とは思われません。しかし夏の日差しの下に海水浴をすると、半日ぐらいすると紅斑や、サンバーンといった健康影響が生じます。そこで、旧共産国では、電磁波などの人工的な要因ばく露により、生理的であれ、如何なる温度上昇も避けなければならないという考え方に基づいて、ばく露基準を決めていることとなります。それに対して日本や欧米では「日焼けややけどを起こすようなことは避ける」という考え方に基づいてばく露基準値を規定している。そのように理解していただければと思います。

村上先生：

有難うございました、どなたか。

大久保先生：

それから高周波電磁界ばく露に関しては、熱的な影響を考慮してガイドライン値を設定しています。動物実験で、ばく露によって身体の深部温度を1度以上上昇させると行動異常が惹起されることから、これが閾値で、4 W/kgに相当します。この閾値の10分の1である0.4 W/kgが労働環境のガイドライン値で、さらに50倍の安全率で0.08 W/kgが一般環境となります。このガイドライン値以下の高周波電磁界ばく露に伴う非熱的な影響、つまり温度が多少付加されたとしても、温熱生理学的に体温を制御できる範囲内の温熱負荷は問題としないというのが、日本や欧米の考えであり、いかなる温度でも認知できる変化を避けようというのが旧共産諸国の考え方です。したがって両者のガイドライン値には二桁近くも差が生じることになります。一部の人々から「旧共産諸国、ロシアや中国はすばらしい基準を作っているので、我が国もこれを見習え」といわれてもガイドラインの構築理念が異なりますので、無理ですね。

村上先生：(司会)

いかがでしょうか。じゃあ私のほうからちょっと。範囲のことでただ今先生がおっしゃってくださった、何て言うんでしょうか、すぐに煽られやすい人たちがいて、東側の規制に限らず、テレビなんかでちょっとやった場合に大きく、団体になるかあるいは個になるかもわかりませんが、メールにしろあるいは直接先生のところへ電話とかいう形で、相当な数が来るのではないかと思います、そういうことへの対応の仕方というかうまく捌く方法を教えていただけたら、と思います。

大久保先生：

なかなか苦慮しているというのが正直なところでございます。ご意見をじっくり聞いてあげることが一番大切です。皆さんが電磁界の健康不安でお困りになっているわけですから。それでも電話対応に1回30分から1時間程度必要となります。ただ、電磁界情報センターから発信する情報は今ご紹介申し上げた科学的な事実の以上でも以下でもないものですから、一部の市民や所謂「電磁過敏症」の方々の期待を裏切るような情報提供しか出来ないですね。ですから残念乍ら「電磁過敏症の発症と電磁界との関連性は今のところ否定されている。」と繰り返し説明しています。

村上先生：

ありがとうございました。 はい、どうぞ。

**A 先生：**

スライドの中で、“うつとの関係が”というのがどっかにあったように記憶していますが、もちろん最終的にはないよ、という結論となっていることは理解しておりますが。ここには産業医の皆さんがおいでになっているのですが、特に若い就労者について、レトロスペクティブにスタディをすると携帯電話とかパソコンのばく露量というのと“うつ”等のメンタルヘルスの関係はきっと有意差が出ちゃうのではないかと心配してしまうのですが、その辺の、うつ、その他メンタル疾患関連等で分かっているスタディが、ありましたら、どんなことが調べられていて、だから差がないというような何か具体的なものはございますでしょうか。

**大久保先生：**

うつ病と携帯電話に関しての疫学評価はまだやられていません。商用周波磁界の居住環境とうつ病との関係、あるいは労働環境と自殺やうつ病との関係が有るという報告が散見はされますが、無いという報告もあります。総合的に評価していくと結局影響はないのではないかと認識ですね。ただ、アルツハイマーに関するスイスでのコホート研究が去秋に報告されています。症例数が 600 近いと思いますが、推定磁界強度と、アルツハイマーの罹患率との間に有意な関連性があるという内容でした。ご存じの様に、コホートは結構大変ですから、この手法を用いた報告は少ないので、今それが非常に注目されています。ただ、問題となるのはばく露量評価で、送電線等の電力施設からの距離から磁界強度を推定している点です。現在は距離による磁界強度の推定に問題が指摘されています。小児白血病発症と電力線からの距離で集計すると関連性が出てくるという報告が数多くありますが、実際に 24 時間の磁界測定をすると、送電線とか電力設備とはまったく違うところで高い値が出て来る。よく調べると家電製品が磁界強度に寄与しているのです。高ばく露群の相当数の人々が家電製品、いわゆる非電力設備に由来する高ばく露だということが分かっています。ですから電力施設からの距離とアルツハイマー発症との関連性が高いとの報告があるものの再調査をやるべきだと思います。

**村上先生：**

ありがとうございました。では、どうぞ。

**B 先生**

たまたま今日の「日経」に、「電源コード不要」という見出しで記事が掲載されておりました。要は家電を全て電磁波の形で供給し、コードレスにしていこうということの様ですが、それが、実現しますと当然人体への影響が危惧されると思ったのですが、いかがでしょうか。

**大久保先生：**

直接関係していないかもしれませんが、今、京大総長の松本先生がライフワークとして、いわゆるクリーンエネルギーという構想を昔からお持ちで、「宇宙にサテライトを作って、太陽のエネルギーを使ってそれを電波に変えてそれを地球伝搬し、これをエネルギー源にする」という発想です。理論としては素晴らしいのですが、万が一そこに飛行機や渡り鳥が入ったらと考えると、非常にリスクな話なので、将来ブレイクスルーが無い限り、まだ実用には程遠いのではないかと私は考えます。

**B先生：**

この記事によりますと、2015年には実用化を目指していて大手電機メーカー数社が研究に参加するということで、かなり具体的なお話の様に感じます。

**大久保先生：**

ものすごいエネルギー量でしょうから、どうやって安全性をクリアするのか、電気工学の専門家ではないので、ちょっと想像が付きません。

**村上先生：**

ほかに。 はい、ではどうぞ。

**C先生：**

一般的な電磁界のばく露は低濃度だと思いますが、リニアモーターカーの場合、かなりの量の電流が流れるそうです。従って、電磁界も発生するのではないかと考えています。上海では、すでにリニアモーターカーが運行されていますし、今後杭州まで延長される計画があるようです。しかし、工事予定の沿線の住民の間に健康影響を心配して、反対運動があります。将来は本格的に運行するのでしょうか。私の質問はリニアモーターカーの場合、強い電流が流れていますので、そこで発生する電磁界はどれくらいの強さか、周辺の人の健康影響はないかどうか、先生のご意見をお伺いしたいです。

**大久保先生：**

それについては、何度か関連機関へ磁界強度について問い合わせしていますが、詳しい情報は得られていません。外国でのデータでは、国際的な直流磁界に関するばく露制限値を超えていることは、まずありませんね。車内に関してはシールドすることで防げるわけですが、プラットホームに磁界が漏れてくる可能性は否定できません。スタティックの環境保健クライテリア No.232 が 2006 年に発表されています。その中にマグレムという表現でリニアモーターカーに関する記述がありますので、そこを読んでいただきたいと思います。環境保健クライテリアの 232、先ほどの資料の中に書いてある URL がございますがその



publication というところにアクセスしていただくと、ダウンロードできますのでそれをお読みいただきたいと思います。

**村上先生：**

よろしいですか。ほかにどなたか、はい、どうぞ。

**D先生：**

レントゲンをとったり、MRIの中に入るときの影響などはどうでしょうか。

**大久保先生：**

二つあると思います。ひとつは医療機器など金属を体の中に埋め込んでいるような人が強力な磁界強度をもつMRI内部に入るのは大変危険なことであり、それは当然避けなければいけないと思います。もうひとつは強力な磁界の中で移動するとこれに伴って誘導電流が発生いたしますので要注意です。現在は7テスラぐらいのMRIがすでにヨーロッパでは市販され始めているそうです。そういうMRIに患者さんが診断を受けたり、乳児のMRIを撮るために母親がMRI内部に入る場合や、医師がMRIを使いながら手術をしたりすることもあって、動作に伴う誘導電流が問題となっています。2012年にEUのディレクティブとしてどのぐらいの磁界強度にすべきか、今もめているという状況です。

**村上先生：**

ほかにどなたか。

**E先生：**

今の話の中で、確かにひところ生体に利用可能な磁界測定器というのがかなりはやりましたね。

あの時ので思い出したのですが金属をひっくるめて身につけているものと、生体内の変化との関係の中である程度磁場にはいったときの反応はどうなるのでしょうか。それはあまり関係がないのでしょうか。

**大久保先生：**

さきほどの2テスラこれが限界ですね。5テスラでは血中のヘモグロビンの配構が変わって血液の流動性が低下すると大阪大学生理学の志賀先生が報告されておられます。但し、MRIの場合は診断によるメリットと血液の流動性低下などのデメリットとのバランスやその費用対効果を考えると流動性の低下の可能性は無視できるのかなあと考えています。先ほどのやはり少し繰り返しになりますが、MRI環境の中では決して急いで動くな、ゆっくりと動けという注意をする必要があります。それからあとは入れ歯ですね。入れ歯の金属が

3GHz から準ミリ波、携帯電話よりもうちょっと上の領域に行きますと、周波数の4分の1ぐらいが共振周波数という形で出てきますので、そのぐらいのところで行くと入れ歯を1センチぐらいとすると、大体3センチから4センチぐらいの波長ですから30GHz ぐらいの周波数にさらされた場合に入れ歯の金属と共振するということになる。そこで熱の吸収が高くなる、ホットスポットができるということで、まあ論理的には成り立ちます。ただし30GHz ですと皮膚表面で吸収されてしまいますので口をあけていればちょっと別かもしれませんが、閉じていればまず問題は無いということになります。

**村上先生：**

いかがですか。ではすみません私から。この場での質問としてはふさわしくないのかもしれませんが、種間で、われわれは哺乳類ですけれども、哺乳類の中でも実験に使うマウスやラットあるいはもっと大きなわれわれヒトとどの程度電磁界ということからすると差があるのだろうか。あるいはもっと下位のいろいろな生物がいますね、私実はよく分かっていないのですが、俗に渡り鳥は地球の磁場に影響を受けているとか、あるいはサメは獲物を取るために海水中でこういうものを利用しているというようなことを聞き及んでいるのですが、そうすると種間によって影響も違うし、感覚も違うのかなと。

**大久保先生：**

はい。二つの点があると思います。ひとつは渡り鳥、回遊魚は確かに地球の磁気を感じながら行動しています。蜂が帰巣するのも体の中にマグネタイトがあって、そのわずかな磁場勾配を感じながら移動しているのだということも証明されています。実はWHO のひとつのテーマでしていわゆる電磁界の環境への影響、生態学的なアプローチについて評価をしたことがあるのですが何と言っても研究数が少ない。つまり動植物がどの程度影響を受けているかということ自体に対する研究の数が少ないのが現状です。地球の磁場に関する研究はある程度はありますが、人工的に作られた送電線とか、あるいは海底ケーブルなどの電力施設の近傍を回遊する魚の行動がどうなったかなど、非常に壮大且つ根気の要る仕事を誰もやっていないと思います。分かっているものとしては、渡り鳥、特に鳩ですね。鳩の帰巣が減ったという報告がありますが、調べたらそれは磁気嵐の影響であって、電力線によって起こる変化とは関連がないということが段々分かりつつあります。しかし、それは鳩についてだけで、ほかの生物への影響は分かりません。

それからもうひとつ動物とヒトとはどうちがうか、ということですが、先ほどちょっと申し上げた入れ歯と同じですが、身体のスケールによって共振周波数が異なることに要注意です。マウスとヒトではたとえば10cm と1.6m ぐらいですね。それによって吸収するエネルギー、共振周波数が違いますので、このマウスで与えた影響が人間に外挿できるかという、はなはだ心もとないところがありますね。例えば、マウスで非常に強い影響を与えているのでこれは大変だということで調べて、ほかの動物でやると、再現されない。ある

いは、同じ動物でも成長して成獣になると体長も変化するので影響がなくなってくる。体長が変わる事によって共振周波数、エネルギーの吸収率が違ってきてしまうために、変わってきたんだということが分かってやはり物理量と共振が生体影響を評価する際に大きな問題になったことも過去にはあります。そういう意味では、種差というものよりも固体の大きさが問題になっています。それからあとは人間にもマグネタイトに相当するものが存在すると、一部で報告されていますが、本当かどうか確かめられてはいません。

**村上先生：**

ありがとうございました。せっかくの機会でございますので、どうぞ。

**F先生：**

建設業で労働者の安全と健康を守る仕事をしています。先ほど先生にも個人的にちょっとお伺いして、溶接のお話を聞いたのですが、労働災害の防止といっても最終的には保護具になるんですね。先ほど先生が示しておられた電磁波防護エプロンが有効だと、しかし、先生のお話の中でも保護具は有効性はあまり認められなかったということでしたけれども、電磁シールドというものがいかに難しいかということはよく理解できるのですが、研究と言いますかおそらく IEO で、書いてあると言うことは研究がなかなかすまないとことだと思いますが何とか電磁シールド、電磁波から人を守るという研究がどの程度されているかお尋ねします。それから私どもが非常に関係があり興味を持つのは、溶接なんです。そうすると高周波というよりも商用周波数のいわゆる誘導電流による影響が非常に気になる場所です。高周波のシールドよりも低周波の電磁界シールドとの考え方をちょっとお聞かせ下さい。

**大久保先生：**

電気工学は専門外ですが、ご指摘のように磁界はもれて回ってきますので、低周波に関してはプラクティカルな防護グッズというのはいりえないのではないのでしょうか。高周波に関しても防具の機器 EMC との関係でメーカーが必死になってやっていて、高周波のほうはまあ何とかシールドに成功はしつつあるけれども、しかしそれは作業環境で使えるようなレベルの話ではないですね。要するに、ガチッとしたものでしかとてもシールドできないと言う状況ですね。これからどういうテクノロジーが発達するかどうか分かりませんが私はそういうものは存じあげません。

**F先生：**

結局は透磁率の非常に高い材質が得られない限りは無理だと。

大久保先生：

と思いますね。はい。且つ素材自体が柔らかくないと実用化できないと思います。

村上先生：

ありがとうございます。 どなたか。D先生。

D先生：

電磁過敏症、僕自身があまりよく分からないのですが化学物質過敏症と一緒に持っている場合、ほかの化学物質過敏症との合併症というのは実際にどのくらいの割合で報告があるのでしょうか。

大久保先生：

合併症を発症しているかどうかはよく分かりません。ただ、もしご興味があればですが、今お示ししている電磁過敏症のスライドで、一番左側の報告書はEUが1997年に出したレビュー書です。その中で化学物質過敏症との関連についても述べておましてどのくらいというパーセンテージについてはこれをお読みいただくほかないかと思います。あるいはWHOのウェブサイトから、**Electromagnetic Hypersensitivity** という去年の5月に出された本があります。これらに詳しい経緯が出ています。基本的に言うと、電磁過敏症＝自律神経失調症＝化学物質過敏症というひとつのリンケージがある。あとメンタルディスオーダーもかなりあるようですね。

ちなみに東大の宇川先生のグループが、数週間前に発表した論文があるのですが、これで電磁過敏症存在率を日本で初めて類推できるのですが、「携帯電話を使用することによって不快感を持つ、不快な症状を持つと思いますか、思いませんか」という質問を男性7,000人、女性5,000人を対象に調査を行い、実際にリクルートして正確な回答を得られたのは数千人なのですが、上記の質問を肯定する**Mobile Phone Related Syndrome (MPRS)**の人が偶然男女とも1.2%でした。もしこの数字が正しくMPRSを電磁過敏症とすると、日本人で150万人ぐらいであり、やはり大きな問題になりますね。しかし、未だ科学的根拠は見つからず、WHOのファクトシートの見解に集約されています。我が国でも臨床医が、診断書に電磁過敏症との病名を記載する事が時々あります。書く事によって患者さんは満足するでしょうけれども、受診された方は、本当にあるものだと思ってしまう。新聞においても電磁過敏症の存在が証明されたみたいな論調のものもあります。この取り扱いはずいぶん慎重にしてもらいたいと思います。

D先生：

化学物質過敏症の方々は、あらゆる種類の化学物質に対して過敏なようですが。

**大久保先生：**

一概に言えません。携帯電話にだけ感じるとか、テレビにだけ感じる人もいれば、蛍光灯だけに感じる人もいます。時々講演会会場で、「私は電波に強いアレルギーをもっていて、電波を感じる。」と発言される方がワイアレスマイクでしゃべって居られますが……。

**D先生：**

少なくとも症状はあらわれるわけですね。大変な仕事ですね。

**村上先生：**

いかがでしょうか。それでは、実は先ほどの質問の、環境のことはあまりやっていないというお話だったのですが、多分これもそうかもしれないと思うのですが、C先生がおっしゃったリニアモーターカーの話のところでもって、ああ言う電車を通したら、人もそうですし、電車の通る道筋の自然環境も当然若干の影響が出て当たり前だと私など思うのですが、そういうテーマを研究したりと言うことはないのでしょうか。

**大久保先生：**

断言は出来ませんが、リニアモーターカーの電磁界が自然環境に及ぼす影響に関する研究は、私が知る限りないと思います。

**村上先生：**

確かにおっしゃっていた電車の中、車内についてはシールドすると、駅に入ってきたときに車内はシールドできるけれども、プラットホームはできないという話は私もちょっと耳にしましたが、沿線はどうなるんだという話をきいたことがなかったのですが、やっぱりないということでしょうか。

**大久保先生：**

電気工学的なメカニズムが良く分かりませんので自信はありませんが、動いていないときは別に磁界が発生していないわけですから、それほど問題ないかもしれません。

**村上先生：**

時間的に、通過するだけですからね。

**大久保先生：**

繰り返しになりますが、詳しいことが分からないので無責任な発言です。申し訳ありません。

**村上先生：**

実は工場の中などでもああいりニアモーターカーなどを使って物を移動させる。うちなどの場合ですと、薄い製品を運ぶと言うようなときに使うことは使うのですが、やはり相当な電力を食っているんですが、ありがたいことにこの不景気でそういう機械をあまり使わない状態になりましたが、ちょっと前、薄型のディスプレイなどが売れていたころはよく使っていて、一応会社でも対策を考えたことがあったのですが、有効な手段がないし、周りへの影響を調べてもよく分からないということで頓挫したことがあります。

**大久保先生：**

周波数はどうでしょうか。

**村上先生：**

実は私はくわしいことはよく分っていないのですが。地下に据付けるということで、どれぐらいでやっているかということはずみません覚えておりません。入ってきていまだに健康障害はありません。しかしこういうところでもって低周波の中に入っている人は労働衛生上問題のあるそういう人は入れてはいけませんよね。あるいは、まったく健康な人でも何か影響があるのですか、というような質問がありました。私はそのとき「あまり心配しなくてもいいのではないんですか」とお答えしたんです。シールドをしたいんだけどという話で、シールドする道具もないんじゃないですか、防具としてはということも説明して、なんだか話は流れてその後何か書類が来たんですけれど、私は物理が弱いものですからよく分からないと返し、そのままにしたという経緯があります。まあそういうことを含めその場に作業員が長くいて健康影響が出るということはないと理解していいのでしょうか。

**大久保先生：**

推測の域を超えていないのですが、そういうものが一般商品として導入されているのであれば、IEC 規格や ISO 規格、JIS 規格に基づいて作成されるのが原則ですので、ICNIRP のガイドライン値を超えるような状況ではないと思います。しかし自信はありません。

**村上先生：**

当然工場の中で使う道具ですので、実際にそういった規格であるとか何とかに関して把握しているのは安全担当と、実際にエンジニアリング担当している部署がやっております。もう 3、4 年前の話なので、どうのこうのという話を聞かれたものですから、ちょっとお尋ねしました。基本的に、専門の機械屋さんから買ってきてすえつけるわけですから、その時点でもうクリアーはしていると考えて、それ以外は先ほど申し上げたみたいに特殊な金属を体の中に入れていない人間以外は就労制限等々考える必要はないということによろしいんですね。

大久保先生：

そう考えて頂いていいと思います。なお、先ほど申し上げた、電子環境協議会から、ペー  
スメーカーなどの医療機器を体内で使用している人へのガイドラインというのがでており  
ます、こういう機器は使用禁止するとか、保管距離などの、情報が出ています。

村上先生：

ありがとうございました。いかがですかほかにごなたか。

大久保先生：

もしないようでしたら、先ほどティーブレイクのときにちょっと申し上げたのですが、電  
磁界による過剰リスクはどれくらいかという具体的な数値の取り扱いですね。現代的なり  
スク管理のきっかけはアメリカで 1958 年に FDA 関連の法制としてデラニー (Delaney)  
条項導入です。その当時の見解として、食品添加物には発がん性物質は一切混入するのは  
認めないという “all or none” という管理をしていたのですね。1958 年以降、実は分離・  
分析技術が非常に進んで微量ながらさまざまな発がん性物質を検出できるようになり、その結  
果食品添加物なり、医薬品なり、農薬なり、その中に微量な発がん性物質が存在するた  
めに発売できないという状況に陥った。そこで FDA や EPA は非常に困ったわけです。そう  
いう条項のために、医薬品が使えず、病気で死亡する状況は避けたいということで、“all or  
none” という考え方から、“risk” という考え方に行政が管理政策を変え始めました。ご存  
知のように、発がん性物質は摂取した場合は摂取した量に見合ったリスクが存在し、ゼロ  
にはならないけれども、全員発がんするというわけではない。そこでそういう確率で行政  
管理してみよう、リスクマネジメントしようという考え方が出てきて、その生涯にわたる  
発がん確率推定として実質上 10 のマイナス 4 乗から 10 のマイナス 6 乗を実質安全とみな  
そうという考え方が浮かび上がって来ました。現在の日本では 10 のマイナス 5 乗ですね、  
これを一応受容できるリスクと考えています。たとえば、わが国で 1992 年に初めてこのリ  
スク管理の概念で環境レベルを規制値として導入したのが上水道、水道水の水質基準です。  
そのときの WHO の指針値を踏襲したのですが、10 のマイナス 5 乗です。たとえば水道水  
中のベンゼンの水質基準値というのはお調べいただければお分かりだと思いますが、10  $\mu$   
g/liter ですね。これは生涯リスクが 10 のマイナス 5 乗を超えない様に規制しています。規  
制のもとでは EPA のデータベースでアイリスデータベースです。そこにベンゼンという名称  
を入力すると  $3.5 \times 10^{-5}$  mg/kg と出ています。これを基に 10 のマイナス 5 乗にするにはど  
のくらいの濃度になるかということ推定できます。人間は一人一日 2 リットルの水で生  
活し、体重は大体 60 キロと考える。10 のマイナス 5 乗というのは、この水を一生のみ続  
けた場合水道水中のベンゼンだけによる過剰リスク、生涯での発がんリスクというのが 10  
のマイナス 5 乗を超えない、つまり 10 万人に 1 人未満に抑える。という考え方でリスク管

理します。日本の人口1億2千800万人だとすると、10のマイナス5乗というのは1,280人ですね。日本全体、一生で考えると1,280人が水道水に含まれるベンゼンだけで、白血病に罹患するのは認めましょう、という考え方です。仮に人々が80歳まで生きるとすれば、80で割って1年間に16名の患者さんが発生するというのを行政としては仕方なく認めているということです。これはひとつの物質に対しての規制ですから、ベンゼン以外の発がん物質についても10のマイナス5乗ですから5つ物質があるとすると、この数値の5倍ということで80名の人々が毎年その水を飲むことによって発がんすることになります。

一方、小児白血病はどのくらいの過剰リスクかという、小児白血病はご存知のように15歳未満、0歳から14歳までの白血病ですが、2002年の統計では国内で450名の患者が発生しております。仮に因果関係があったとした場合、アールボムのプール分析のオッズ比が2倍です。我が国の0.4 $\mu$ T以上のハイリスクグループの存在は兜先生の研究結果からは1パーセント未満です。寄与リスクは1パーセントでオッズ比が2倍ですから、450名 $\times$ 1パーセントで4.5名の患者が、日本全体で毎年発生すると推定されます。これを行政や事業者がどのように取り扱うべきかということですね。上述の、厚生労働省が定める飲料水の水質基準としてひとつの物質でベンゼンで16名の白血病患者が発生する事になりますので、それよりも低い。一方、大気汚染もやはり10のマイナス5乗で決めておりますので、多数の化学物質のリスク管理を10のマイナス5乗でわれわれは受け入れています。従って、マクロな公衆衛生施策から言えば、商用周波磁界と小児白血病が万が一、因果関係があったとしても、これを行政側が規制しなければならない程のリスクではない、ということですね。一方、最終結果は出ていませんがインターホーン研究の一部で携帯電話使用の長期使用者と脳腫瘍発生に関連があるとの報告もあります。ただ先ほど申し上げましたようにリコールバイアスということがありますので、慎重に判断すべきですが、IARCがもともと安全側に傾く判定をしますから、やはり商用周波磁界と同じように2Bと判定される可能性もあると思います。

**村上先生：**

ほかに質問がおありになる方はいらっしゃらないでしょうか。

**A先生：**

今のこのお話、脳腫瘍、いわゆる白血病で、年齢要素を入れるか入れないかで、つまり高齢者のがんというカテゴリーにいれるか入れないかで、ぜんぜん数値が変わってきますね。ベンゼンの副作用でも、白血病だけにしておくとMDS（骨髄異型性症候群）が入ってくるのではぜんぜん話が違ってきますので、だから今の脳腫瘍に関しても、脳腫瘍を全部一つにまとめて考えるのではなく当然年齢別のタイプの違うものという風にして有意差を検討しないと何をみているのかわからないと言う可能性があると思います。小児白血病は比較



的フェアに分けられているものなので、その辺が何か議論が違うなという気がさつきからしておりました。

**大久保先生：**

そうですね。大雑把に過剰リスクはどの程度であるかをご理解いただきたく説明しました。

**村上先生：(司会)**

ございませんか。それでは今日の交流会はこれで終わらせていただきたいと思います。

大変分かりやすく、いろいろ多岐にわたって、質問にも詳しくご説明いただきまして、数々の新しい知識が得られました。では最後に大久保先生に盛大な拍手を、よろしく願いいたします。(拍手)

**興先生：**

では次回の交流会についてお話させていただきます。

平成 21 年度の第 1 回の交流会を 6 月 13 日(土) 今日と同じ 2 時から 5 時ということでこの研修室で行います。講師といたしましては、独立行政法人労働安全衛生総合研究所の上席研究員でいらっしゃいます、王瑞生先生にお願いしましてテーマは「化学物質の生殖毒性について」ということでございます。王先生は、ここに今おいでになります先生でございます。どうぞよろしく願いします。皆様のご参加をぜひお待ち申し上げます。

**村上先生：(司会)**

次回もぜひご参加会いただきたいと思います。それでは長らく本日の交流会にお付き合いいただきまして、ありがとうございました。解散といたします。(拍手)