

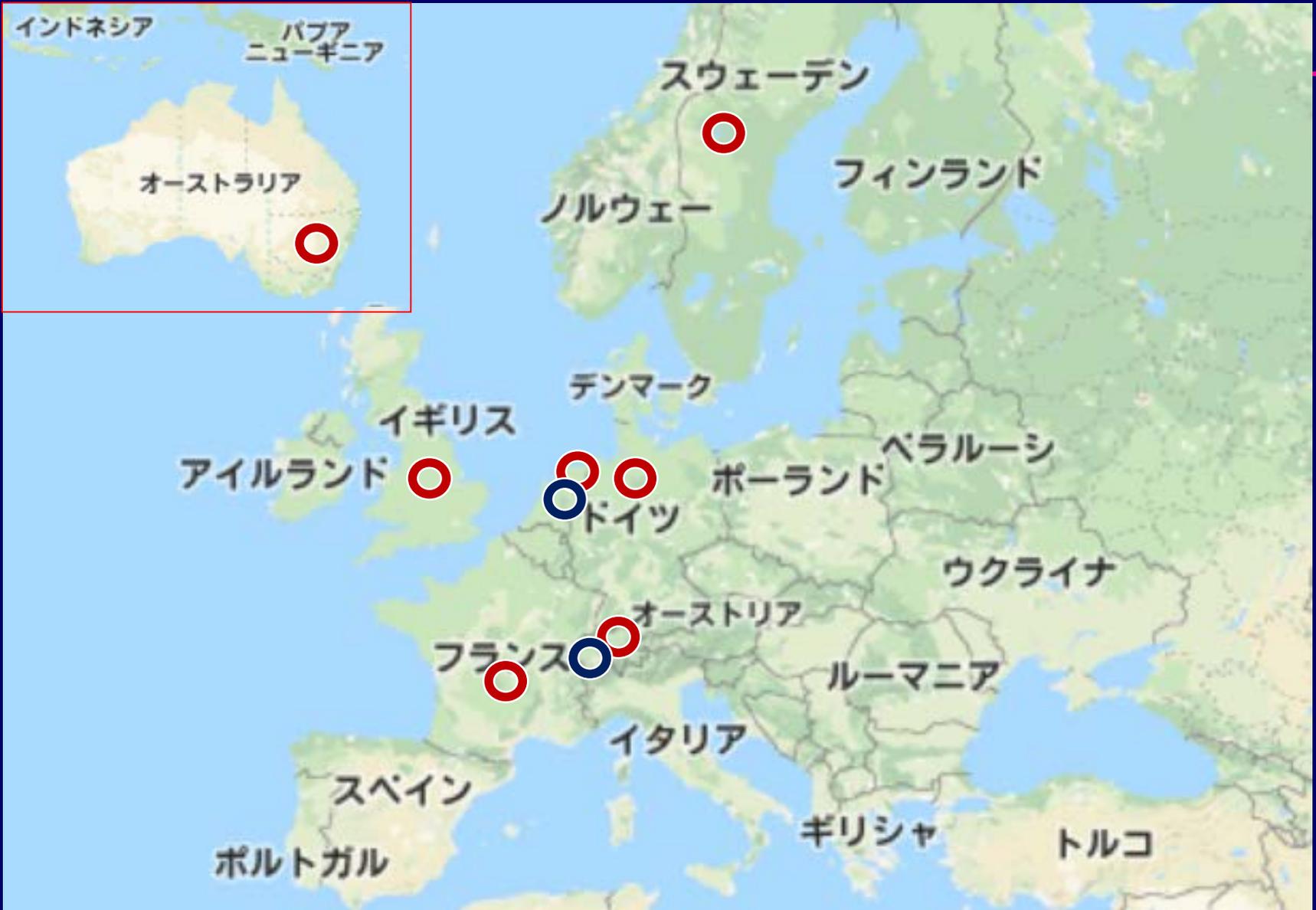
# 電波の人体防護に関する国内外の研究動向

生体電磁環境に関する研究戦略検討会  
第1回会合

平成30年1月25日

一般財団法人電気安全環境研究所  
電磁界情報センター  
大久保 千代次

# 国外の研究動向



# 英国

---

イングランド公衆衛生サービス (PHE)

携帯電話と健康に関する独立専門家グループ (IEGMP)

2000年：携帯電話と健康（通称ステュワート報告）

非電離放射線に関する諮問グループ (AGNIR)

2004年、2012年：RF電磁界の健康影響

モバイル通信と健康研究 (MTHR)

2012年：最終報告

# オランダ

---

## オランダ保健評議会 (HCN)

2001年 (第1次) ~2009年 (第5次) :

電磁界に関する年次更新

2013年 : 携帯電話とがん (1) : 頭部の腫瘍の疫学

2014年 : 携帯電話とがん (2) : 動物の発がん性研究

2016年 : 携帯電話とがん (3) : 最新情報及び全体的結論

# スウェーデン

---

放射線防護庁 (SSI) / 放射線安全庁 (SSM)

2003年 (第1次) ~ 2016年 (第11次) :  
電磁界と健康リスクに関する最近の研究

# フランス

---

食品環境労働衛生安全庁（ANSES）

2009年、2013年：RFと健康

2016年：子どものRFばく露と健康

# スイス

---

連邦環境局 (FOEN)

2013年：送信設備からの放射と健康への影響

# オーストラリア

放射線防護・原子力安全庁 (ARPANSA)

2014年：RFの健康影響研究のレビュー

各国専門機関の見解は、  
詳細資料①に記載。

# WHO 国際電磁界プロジェクト



Dr Tedros Adhanom  
Ghebreyesus

事務総長

HSE

CLUSTER

Health Security and Environment (HSE)

DEPARTMENT

Public Health and Environment (PHE)

UNIT

Interventions for Healthy Environments (IHE)

PROGRAM

Radiation (RAD)

International  
**EMF** Project



Ionizing Radiation

# WHO International EMF Project 組織



電磁界プロジェクト  
事務局

国際諮問委員会

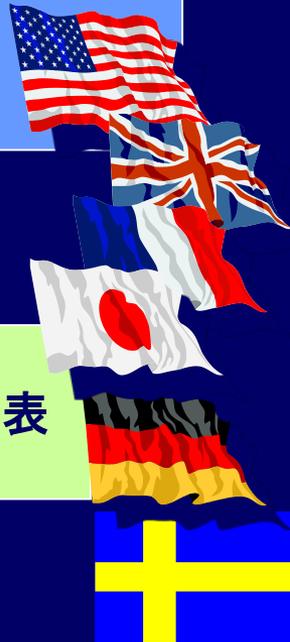
研究調整委員会

基準調和委員会

国際組織

共同研究センター

>60 各国政府代表



# WHOの国際EMFプロジェクト

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

- 1996年に設立 事務局はジュネーブ本部
- 0-300 GHzの電磁界の科学的文献レビューと公式の健康リスク評価
- 的を絞った研究アジェンダ、高品質の研究の推進プロジェクト。
- 国際基準作成の促進
- リスクの認知・コミュニケーション・管理の情報提供

# リスク評価

## きっかけ

- ・問題提起した研究
- ・新技術の急速な普及
- ・人々の不安
- .....

## リスク評価

疫学研究



総合評価



動物実験

細胞実験

暴露量－反応関係評価

暴露評価

リスクの  
総合評価

科学的に  
立証され  
た影響

不確かな  
影響

リスク  
管理

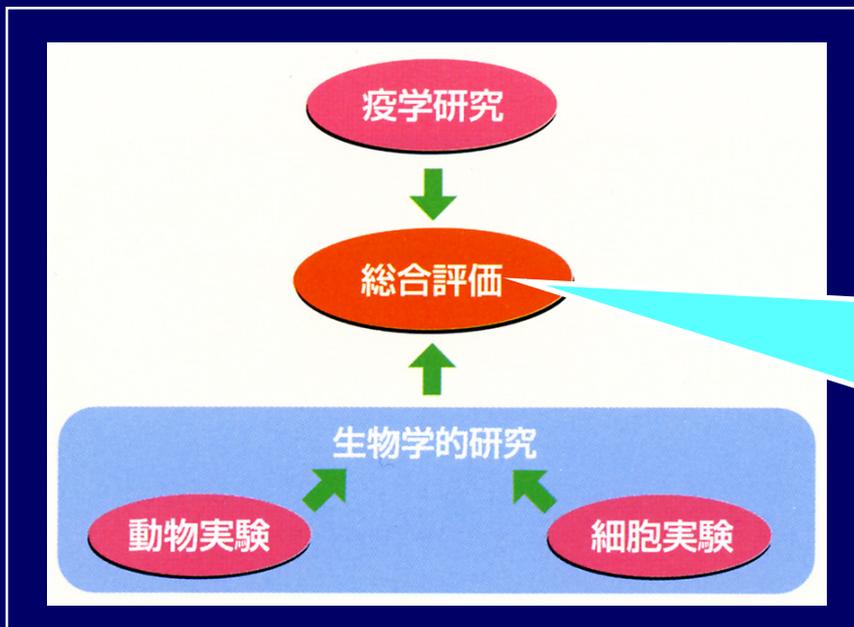
ガイドライン  
の策定

予防的  
な方策

リスクコミュニケーション

# 電磁界のハザード評価

- 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暴露等）
  - ― 細胞実験（細胞増殖、染色体異常、突然変異等の影響を検証）



相対的重要度

高い

低い

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

# 疫学研究

- 疫学研究とは・・・ 病気の原因と思われる環境因子を設定し、その因子と人の健康影響の関連性（例：喫煙と肺がん）を統計的に考察
  - 疫学の強み
    - ✓ 実際の社会における人を対象とした研究である
  - 疫学の課題
    - ✓ 暴露条件等の諸条件を研究者が制御できない
      - 個別研究の信頼性評価
      - 個々の研究の限界を複数の研究で補って総合評価（システマティックレビュー、プール分析等）

# 生物学研究

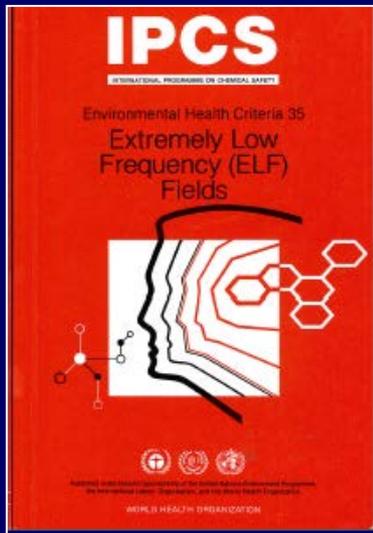
## 生物学研究

- ラット等の動物実験（マウス・ラット等への電磁界の長期暴露等）と細胞を用いた細胞実験（細胞増殖、染色体異常、突然変異等の影響を検証）など。関連性のメカニズムを解明
- 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）

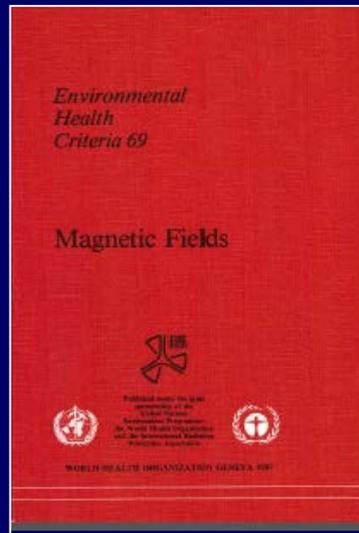
## 生物学的研究の課題

- 研究結果をそのままヒトへ外挿することはできない。

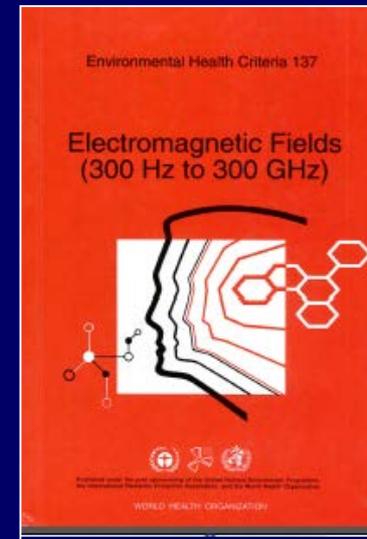
# WHOから発行された環境保健クライテリア



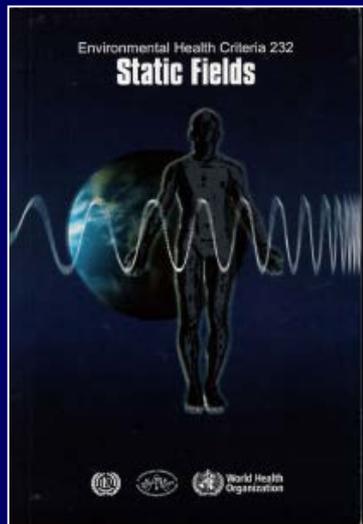
1984



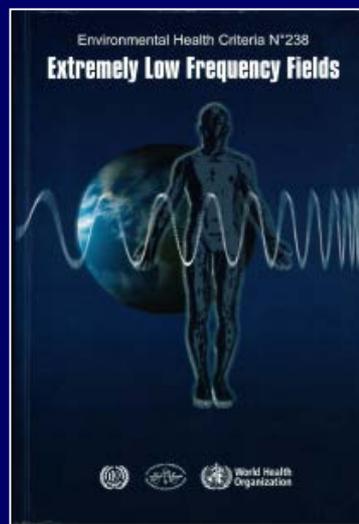
1987



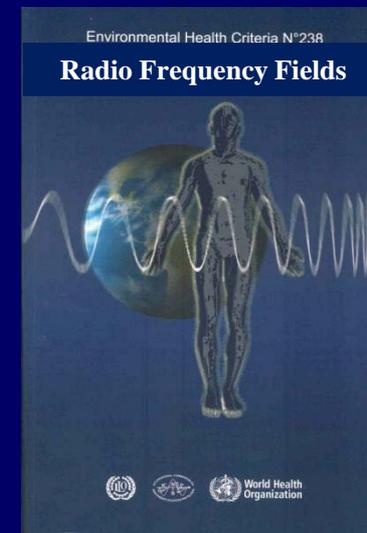
1993



2006



2007



2020?

# WHOから出された研究アジェンダ 研究調整委員会

---

1. 1998年
2. 2003年 (RF)
3. 2005年 (子供)
4. 2006年 (RF)
5. 2010年 (RF)

# 電磁界研究に関するアジェンダ

1998年



## THE INTERNATIONAL EMF PROJECT

### WHO's AGENDA FOR EMF RESEARCH

#### INTRODUCTION

##### General

Potential effects of exposure to static and time varying electric and magnetic fields are causing significant public and occupational health concerns and need scientific clarification. Electromagnetic fields (EMF) represent one of the most common and the fastest growing environmental influences in our lives, about which anxiety and speculation are spreading. Health effects such as cancer, changes in behaviour, memory loss, Parkinson's and Alzheimer's diseases, and many others, have been suggested as resulting from exposure to EMF.

To address these concerns WHO established the International EMF Project and is collaborating with the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, International Agency for Research on Cancer, International Electrotechnical Commission,

---

WHO研究アジェンダ1998の中で、  
示された「高品質の電磁界研究に関するガイドライン」詳細資料②に記載。

# 電波に関する研究アジェンダ

## 2003年



### Electromagnetic fields (EMF)

### 2003 WHO research agenda for radio frequency fields

#### Introduction

In 1997, the WHO International EMF Project developed a Research Agenda in order to facilitate and coordinate research on the possible adverse health effects of non-ionizing radiation. In subsequent years, this agenda has undergone periodic review and refinement.

A major update to the RF (radiofrequencies) Research Agenda was undertaken with the input of an ad hoc committee of invited scientific

# WHO研究アジェンダ2003で検討された事項

---

- 包括的問題
- 現在進行中の研究
- 短期あるいは緊急に必要な研究
- 長期あるいは将来に必要な研究

# 電波に関する研究アジェンダ（子供）

2005年



World Health Organization

## Children's EMF Research Agenda

<http://www.who.int/peh-emf/research/children/en/index.html>

### Introduction & general comments

The Working Group considered research recommendations for studies relevant to the risk of adverse health effects in children from exposure to electromagnetic fields (EMFs). The issues under consideration reflected and amplified the various suggestions and proposals made by the individual presenters at the preceding WHO Workshop on Childhood Sensitivity to EMFs held in Istanbul on 9 & 10 June 2004. The workshop proceedings are available in a special edition of *Bioelectromagnetics* (in press).

Particular issues included the role of extremely low frequency (ELF) magnetic fields in the

WHO子供に関する研究アジェンダ  
2005年の中で、示された「今後取り  
組むべき研究課題」の要旨は資料③に  
記載。

# 電波に関する研究アジェンダ

## 2006年



# World Health Organization

### 2006 WHO Research Agenda for Radio Frequency Fields

#### Introduction

In 1997, the WHO International EMF Project developed a Research Agenda in order to facilitate and coordinate research worldwide on the possible adverse health effects of electromagnetic fields (EMF). In subsequent years, this agenda has undergone periodic review and refinement.

In June 2003, a major update to the radiofrequency (RF) section of the Research Agenda was undertaken with the input of an ad hoc committee of invited scientific experts. Since then, several of the research needs have been addressed and a revision was therefore deemed necessary. Also, three specialized workshops<sup>1</sup> have been held since 2003, where research needs in the RF range were determined. These have been consolidated in October 2005, by an ad hoc committee of scientific experts, into the present RF Research Agenda, which supersedes all previous RF Research Agendas.

# WHO研究アジェンダ2006で検討された事項

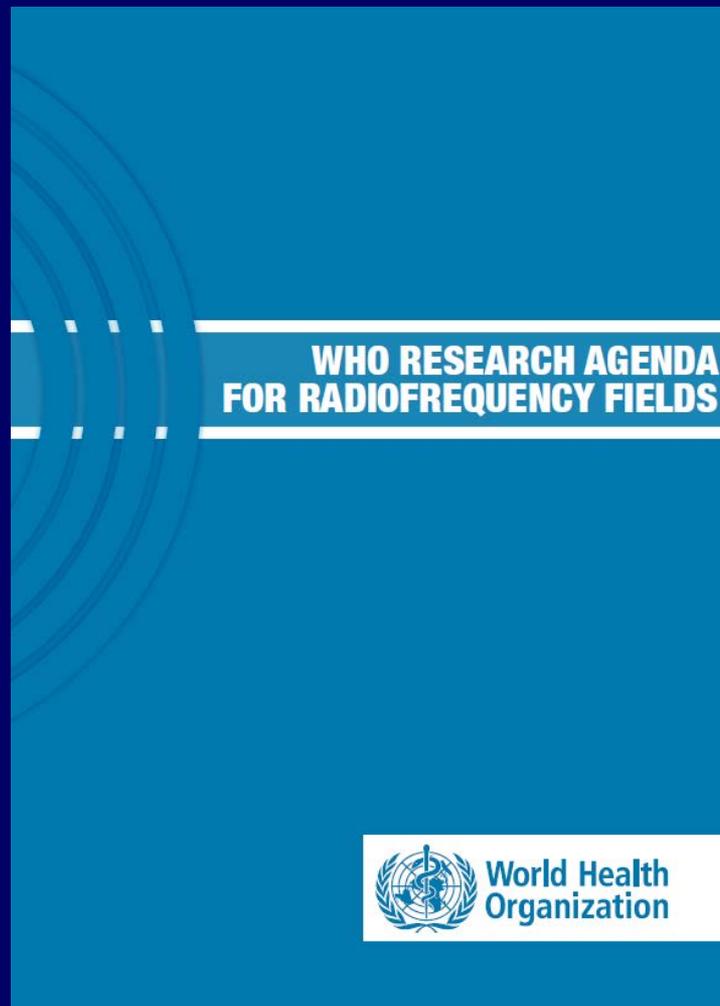
---

- 現在進行中の研究
- 優先順位の高い研究ニーズ  
現状の科学的情報における不確かさを大幅に低減するのに必要とされる、健康リスク評価に集中した、知識の重要なギャップを埋めるための研究。
- その他の研究ニーズ  
電波ばく露が健康に及ぼすインパクトの理解を支援し、健康リスク評価のための有益な情報に寄与する研究。

# 電波に関する研究アジェンダ

---

2010年



# WHO研究アジェンダ

- 1998年 国際IMFプロジェクトが優先的研究課題を策定  
見直しと改善  
招請された専門家の特別委員会で更新版確定
- 2003年・2006年  
RF研究アジェンダとして公表  
研究助成の研究順位の決定のガイドとなる  
研究の進展、新たな技術の登場により、  
更新の必要性が高まる
- 2010年 RF研究アジェンダ更新版公表  
(2006年版に置き換え)

# 目的と対象および範囲

---

目的：公衆衛生分野の研究を推進すること

- 健康影響研究の必要性：科学的不確かさの減少
- 社会科学研究的必要性：公衆の関心に効果的に応えるリスクコミュニケーションの方法の開発

対象：

- 研究者：価値の高い研究の実施のためのガイド
- 研究資金提供機関：研究資源の効率的配分、大規模研究の効果最大化

# 目的と対象および範囲 続き

## 範囲：

- 100 kHz から300 GHz までの周波数範囲の公衆衛生関連問題。
- 主として、無線通信周波数へのばく露による健康影響。
- 変調を用いた新しい技術に重点を置く。  
携帯電話／コードレス電話、無線データ通信網、アセットトラッキングやRFID、無線電力伝送、生体イメージング／スキャナなど
- 一般公衆および労働者のばく露。医療を受けている患者は含まない。
- 測定法および電磁両立性（EMC）は範囲外。

# 研究優先順位決定プロセス

## 1. 研究選択肢リストの作成（研究領域別）

- ① 世界中の専門家リスト作成（約400名）
- ② 調査票記入依頼（研究選択肢の推奨と理由：2009年11－12月）
- ③ 調査票回答：88件（研究ニーズ：200項目以上）
- ④ 研究分野ごとに、選択肢を取りまとめ

## 2. 専門家の招集と文書コンテキストの確定

- ① 専門家グループの選出（19名）、会議の開催
- ② 文書コンテキストの確定（研究の規模、対象、期間などの定義）
- ③ 研究優先順位の分類法の確定（2分類）

## 3. 優先順位の分類クライテリアの確定

- 公衆衛生に対する関連性（科学的関心、公衆の関心、ばく露の関連性）
- 知識の欠落を埋める可能性
- 科学的適切さ（研究デザインおよび研究方法）
- 実行可能性（研究費用、倫理的問題、時間的規模）

# 要約 (1/4)

## RF 研究アジェンダ推奨事項

### 健康影響研究

#### 疫学

#### 優先順位

行動および神経学的障害、がんを含めた影響に関する小児および青年の前向きコホート調査

#### 高い

十分に確立された人口集団ベースがん登録を利用した脳腫瘍発生率トレンドのモニタリング研究(可能であれば、人口集団のばく露データを連結させること)

#### その他

神経学的疾患の症例対照研究、ただし条件として、客観的なばく露データと交絡因子データが入手可能であり、妥当な参加率が達成される場合に限る。

#### ヒトでの研究

#### 高い

さまざまな年齢の小児を対象とした RF 電磁界誘発研究の一層の推進

#### 高い

睡眠時および安静時 EEG を含む脳機能への RF の影響可能性の基礎となる神経生物学的メカニズムを突き止めるための誘発研究

# 要約 (2/4)

## RF 研究アジェンダ推奨事項

### 健康影響研究

#### 動物での研究

高い 発達と行動に対する出生後早期および胎児期の RF ばく露の影響

高い 加齢と神経変性疾患に対する RF ばく露の影響

その他 生殖器官に対する RF ばく露の影響

#### 細胞での研究

その他 新技術に利用される RF 電磁界へのばく露、および環境的因子と RF 電磁界の共ばく露の後に生じる細胞の反応を検出するために最適な実験的検査法の明確化

その他 遺伝的背景と細胞型の影響に関する研究の一層の推進:アーチファクトおよび/またはバイアスの影響を受けにくい、新たな高感度の手法を用いて、多様な細胞型に対する携帯電話の RF ばく露の影響可能性を調べること。

# 要約 (3/4)

## RF 研究アジェンダ推奨事項

### 健康影響研究

メカニズム

なし

ドシメトリ

高い

新規および新興の RF 技術を対象にした RF 電磁界放射の特性、ばく露シナリオとばく露レベルの評価; 確立した技術の利用が変化した場合に関しても、同様に評価すること。

高い

広範な RF 発生源からの個人ばく露の定量化および一般人口集団のばく露の決定要素の明確化

その他

RF 労働者の個人ばく露のモニタリング

# 要約 (4/4)

## RF 研究アジェンダ推奨事項

### 社会科学的研究

|    |  |
|----|--|
| NA | RF 電磁界の健康影響への関心と健康リスクの認知の決定要素と精神的原動力の研究                    |
| NA | RF 電磁界ばく露の健康影響の科学的証拠およびリスク情報についての公衆とのコミュニケーションの様々な形式の効果の研究 |
| NA | RF 電磁界による健康リスクの公衆の認知が公衆の安寧度に影響を与えるか、どのように与えるかの研究           |
| NA | より大きな社会的背景における RF 電磁界技術の取り扱いに関する研究                         |

欧州委員会 DG/SANTE

SCENIHR 報告書

「電磁界へのばく露の潜在的な健康影響についての提言」

# SCENIHR

(Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks)

---

- 欧州委員会 (DG/SANTE) の科学委員会が、潜在的なリスクを評価するために関連する科学的データを検討し、評価する3つの委員会の1つ「新興及び新規に同定される健康リスクに関する科学委員会 (SCENIHR)」。
- 他のリスク評価機関が扱っていない、消費者の安全性または公衆衛生に対するリスクの包括的な評価を必要とする、新興のまたは新たに同定された健康・環境リスク、ならびに、広範で、複雑で、学際的な問題について提言することを目的としている。

[http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/index_en.htm)

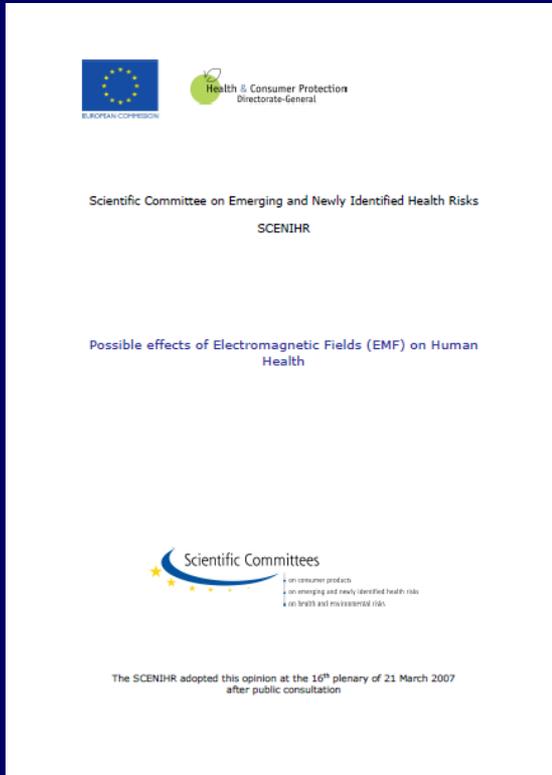
# SCENHIR

- 1998年欧州理事会は、ICNIRPのガイドラインを採用
- 欧州委員会が2002年に公表した報告書で、電磁界による長期的影響は「用心のための原則」を適用するには科学的証拠が不十分。
- 一方で、更なる研究の必要性があるので、研究を推進し、継続的に最新の研究結果を踏まえたリスク評価を実施
- これを受け、欧州委員会の諮問機関である SCENIHR において、2007年、2009年、2015年に最新の研究結果に基づく公式のリスク評価の報告書が作成・公表。

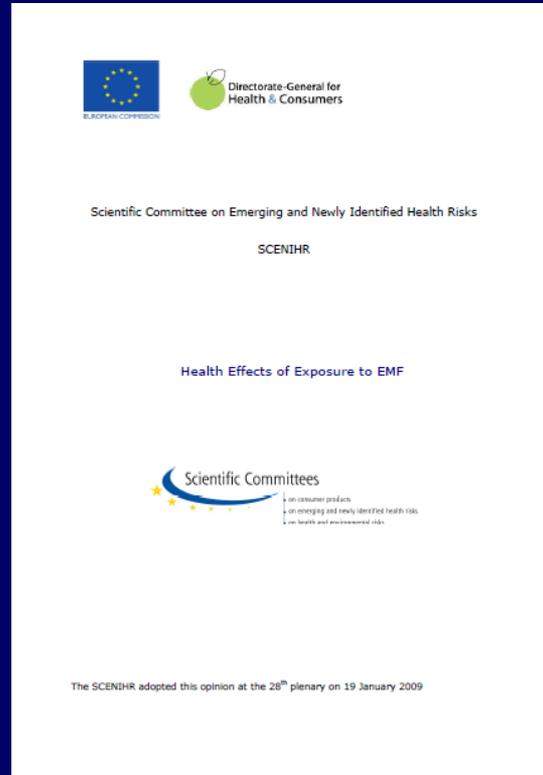
“COUNCIL RECOMMENDATION of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)”

”Implementation report on the Council Recommendation –limiting the public exposure to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz).” 2002

# SCENIHR報告書



2007



2009



2015

# SCENIHR 2015



- 報道発表 2015年3月6日

[http://ec.europa.eu/dgs/health\\_food-safety/dyna/enews/enews.cfm?a1\\_id=1581](http://ec.europa.eu/dgs/health_food-safety/dyna/enews/enews.cfm?a1_id=1581)

- 提言の全文 288ページ

[http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenih\\_r\\_o\\_041.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_041.pdf)

SCHENIHR2015の要旨は、  
詳細資料④に記載。

# 各周波数別の研究推奨

(報告書 P223)

Table 25. Research recommendations by type of field and priority

| Type of field       | High priority           | Medium priority   | Low priority |
|---------------------|-------------------------|-------------------|--------------|
| IF                  | R16                     | R17               |              |
| RF                  | R18, R19, R22, R23, R24 | R30, R21, R24 R20 | R26, R27     |
| THz                 | R28                     | R29               |              |
| Combined            |                         | R30               |              |
| Co-exposure         |                         | R31, R32, 33      |              |
| Exposure assessment | R35                     | R34, R36, R37     |              |

|                |     |                    |     |                 |     |                    |
|----------------|-----|--------------------|-----|-----------------|-----|--------------------|
| 疫学 労働環境 生殖     | R17 | 実験 バイオマーカー         | R18 | コホート研究 携帯電話     | R19 | 疫学 子供 脳腫瘍          |
| 細胞 DNA損傷       | R21 | 疫学・動物 認知機能         | R22 | ボランティア 年齢別 睡眠脳波 | R23 | R22 覚醒時脳波          |
| R22 認知機能       | R25 | R22 神経生理 睡眠        | R26 | 臨床 EHS 治療法      |     | コホート研究 精子交絡因子      |
| 動物 精子 活性酸素種    | R28 | 動物 皮膚(低・長)・角膜(高・短) | R29 | 職業ばく露 皮膚・眼      | R30 | 実験 遺伝毒性・がん・発達・神経行動 |
| THz マイクロドシメトリー | R35 | THz ヒト 誘電特性(性・年齢別) | R36 | 疫学用 安価・簡易ばく露計   | R37 | 疫学用 ばく露量計システム      |

# 国内の研究動向

# 電気通信技術審議会 諮問89号 「電波利用における人体防護の在り方」

## 電波防護指針

諮問第89号「電波利用における人体防護の在り方」

平成9年4月24日

今後研究を進めることが必要  
な項目

(P20-24)

「電波利用における人体防護の在り方」の今後の研究項目の要旨は、詳細資料⑤に記載

# 生体電磁環境研究推進委員会

(平成9年～平成18年)

委員長 上野照剛 東京大学名誉教授

# 研究課題の選定について

---

- (1) 追試の必要性が認められる過去の研究が提起した研究課題
- (2) 携帯電話端末によるばく露に特徴的な研究課題
- (3) 社会的に要求の高い研究課題

# 選定した研究課題

## 1 ヒトへの短期的影響に関する研究

- (1) 携帯電話の人体に対する影響（神経生理学的影響）
- (2) 携帯電話のヒト眼球運動への影響に関する研究
- (3) 携帯電話基地局からの電波による症状に関する研究

## 2 疫学研究

- (1) 日本における国際共同疫学研究（INTERPHONE STUDY）
- (2) 症例対照研究の解析を補完する携帯電話利用者のばく露評価
- (3) 新たな疫学的アプローチの必要性と実施可能性に関する予備的研究
- (4) 携帯電話使用と健康に関するケースオンリー研究など
- (5) 聴神経鞘腫の症例を対象としたケースオンリー研究
- (6) 携帯電話利用の側性調査の妥当性評価

## 3 発がんへの影響

- (1) 脳腫瘍に対する長期局所ばく露実験（1.5GHz）
- (2) 脳腫瘍に対する長期局所ばく露実験（2GHz）

# 選定した研究課題 続き

## 4 脳微小循環動態への影響

- (1) 生物学的影響評価
- (2) 直視的評価と加齢性変化に関する研究

## 5 脳組織・脳機能への影響

- (1) 血液—脳関門への影響
- (2) 記憶・学習への影響
- (3) 睡眠への影響
- (4) 内分泌攪乱様作用

## 6 眼球への影響

## 7 細胞生物学的影響評価

- (1) 物理的側面から見た細胞生物学的影響評価に関する研究
- (2) 生物学的側面から見た細胞生物学的影響評価に関する研究

## 8 生体ラジカル

## 9 ドシメトリ

- (1) 人体全身平均SARの特性評価
- (2) パルス電波の生体安全評価に関する検討

## 10 評価技術

# WHOの研究アジェンダ2006と日本の研究

|      | WHO研究アジェンダ 無線周波電磁界(2006年)  | 日本 |
|------|--|----|
| 優先順位 | 疫学   |    |
| 高い   | 携帯電話ユーザーに関する大規模な長期間の前向きコホート研究（発症率及び死亡率データを含む）。   |    |
| 高い   | 携帯電話の使用に関連する小児の脳腫瘍リスクについての大規模な多国間症例対照研究（実現可能性研究の後に実施）。   | 1  |
| その他  | 高い職業的RFばく露を受ける人々についての大規模研究、既存の大規模症例対照研究におけるRF職業ばく露データの利用や、コホート研究を含む。   |    |
| その他  | 子供及び若年層の携帯電話ユーザー、及び脳腫瘍以外の全ての健康上のアウトカム（認識影響や睡眠の質への影響等）についての前向きコホート研究  | 1  |
| その他  | 全てのRF発生源からの集団ばく露を特徴付けるための調査。   |    |
|      | ヒト研究   |    |
| 高い   | 倫理的承認が得られれば、実験室において電波にばく露された子供の認識及びEEGへの急性影響も調査すべきである。   |    |
|      | 動物研究   |    |
| 高い   | 電波への未成熟の動物のばく露による、CNSの成長及び成熟、造血系及び免疫系の成長に及ぼす影響を調べる、機能的、形態学的、分子的エンドポイントを用いた研究。遺伝毒性的エンドポイントも盛り込むべきである。実験プロトコルには、出生前または出生後早期のRFばく露を盛り込むべきである。 | 2  |
|      | 細胞研究   |    |
| 高い   | 熱ショックタンパク質(HSP)及びDNA損傷に関して最近報告されている知見についての、低レベル（2W/kg以下）あるいは変調または間欠信号を用いた、独立した再現研究。影響のSARレベル及び周波数への依存性を盛り込むべきである。                          | 5  |
| その他  | 細胞の分化（例：骨髄での造血の際）、及び、脳の薄片／培養神経を用いた神経細胞の成長に及ぼす、RFの影響に関する研究。   | 2  |

# WHOの研究アジェンダ2006と日本の研究

|      | WHO研究アジェンダ 無線周波電磁界(2006年)   | 日本 |
|------|---|----|
| 優先順位 | ドシメトリ   |    |
| 高い   | 急速に変化している、無線通信の利用及び身体の様々な部位のばく露（特に子供及び胎児）のパターンについて、文書化するための研究が必要である。これには、複数の発生源からの多重ばく露も含まれる。                 | 2  |
| 高い   | 様々な年齢の子供及び妊婦のドシメトリック・モデルについての更なる研究。動物及び人のRFエネルギー吸収のドシメトリック・モデルの改善と、人の体温調節反応の適切なモデル（例：内耳、頭部、眼、胴体、胚、胎児）との組み合わせ。 | 2  |
| その他  | 生物学的に関連のあるRFばく露の標的についての新たな洞察をもたらすかもしれない、マイクロ・ドシメトリ研究（例：細胞または垂細胞レベルでの）。  |    |
|      | 社会的課題   |    |
| NA   | 個人のリスク認知（信条の形成、及び、RFばく露と健康との関連についての認知に関する研究を含む）。  |    |
| NA   | 可能ならば、国際的な観点において、RFの適用に関連する技術、政策、リスク・コミュニケーション及びリスク管理戦略に対する、利害関係者及び一般公衆の信用と信頼の条件を分析する研究。                      |    |
| NA   | 用心措置 (precautionary measures) が公衆の懸念に及ぼすインパクト、及び、自発的または義務的政策の採用のインパクトを評価する。                                   |    |
| NA   | RFのリスク・コミュニケーションにおける、健康の定義（安寧）及びその他の重要な概念が、リスク認知及びリスク管理政策において果たす役割を評価する。                                      |    |
| NA   | 健康に関連する無線通信の有益な影響を定量化する。  |    |
| NA   | 様々な国々における、公衆及び利害関係者の参加のためのプログラムの成功を評価する。  |    |
|      | 日本独自  |    |
|      | 動物研究 近傍界ばく露 血液脳関門   | 1  |

# 研究提言①

## 1 ヒトへの短期的影響に関する研究

- (1) 携帯電話端末からの電波による症状に関する研究
- (2) 携帯電話基地局・端末からの電波による睡眠への影響

## 2 疫学調査

- (1) 携帯電話使用者のコホート研究
- (2) 小児・若年期における携帯電話使用と健康に関する疫学調査

## 3 動物実験

- (1) 免疫システムの機能とその発達における電磁環境による影響の調査研究
- (2) 頭部局所電磁波ばく露の及ぼす生体影響評価とその閾値の検索
- (3) 複数の電波ばく露による電波複合ばく露の生体への影響
- (4) ミリ波、準ミリ波眼部ばく露による影響の指針値妥当性の再評価

# 研究提言②

## 4 細胞実験

- (1) 電波の細胞生物学的影響評価と構造解析
- (2) ミリ波帯電磁波の生体電気特性の評価とインビトロ曝露装置
- (3) 免疫細胞及び神経膠細胞を対象としたマイクロ波照射影響に関する実験評価

## 5 ドシメトリ

- (1) 子供に対する人体全身平均SARと体内深部温度上昇の特性評価
- (2) 実験に基づく電磁界強度指針の妥当性評価及び確認

# 生体電磁環境に関する検討会

(平成19年～現在進行中)

座長 大久保千代次  
一般財団法人 電気安全環境研究所  
電磁界情報センター

WHO 無線周波数帯の研究アジェンダ 2006（健康影響に関する部分抜粋）

WHO RF 研究アジェンダ推奨事項（健康影響研究）

| 優先順位 | 内容   | 該当する総務省委託研究                                    |
|------|--|--|
| ◆疫学  |  |  |
| 高い   | 携帯電話ユーザーに関する大規模な長期間の前向きコホート研究（発症率及び死亡率データを含む）。                         | ・小児・若年期における携帯電話端末使用と健康に関する疫学調査（H19～21、H22～H24） |
| 高い   | 携帯電話の使用に関連する小児の脳腫瘍リスクについての大規模な多国間症例対照研究（実現可能性研究の後に実施）。                 | ・小児・若年期における携帯電話端末使用と健康に関する疫学調査（H19～21、H22～H24） |
| その他  | 高い職業的 RF 曝露を受ける人々についての大規模研究、既存の大規模症例対照研究における RF 職業曝露データの利用や、コホート研究を含む。 |  |
| その他  | 子供及び若年層の携帯電話ユーザー、及び脳腫瘍以外の全ての健康上のアウトカム（認識影響や睡眠の質への影響等）についての前向きコホート研究    |  |
| その他  | 全ての RF 発生源からの集団曝露を特徴付けるための調査。  |  |

| ◆ヒトでの研究 |   |  |
|---------|---|--|
| 高い      | 倫理的承認が得られれば、実験室において RF 電磁界に曝露された子供の認識及び EEG への急性影響も調査すべきである。  |  |
| その他     | なし  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 携帯電話の電波ばく露による症状に関する研究 (H19~H20)</li> <li>• 携帯電話端末からの電波によるヒトの眼球運動への影響 (H19~H21)</li> </ul>   |
| ◆動物での研究 |   |  |
| 高い      | RF 電磁界への未成熟の動物の曝露による、CNS の成長及び成熟、造血系及び免疫系の成長に及ぼす影響を調べる、機能的、形態学的、分子的エンドポイントを用いた研究。遺伝毒性的エンドポイントも盛り込むべきである。実験プロトコルには、出生前または出生後早期の RF 曝露を盛り込むべきである。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 GHz 帯電波の多世代ばく露の脳の発達及び脳機能への影響 (H19~H21)</li> <li>• 電波のラット胎児造血器への影響評価 (H22~H24)</li> <li>• 脳内免疫細胞に及ぼす電波ばく露の影響評価 (H19~H21)</li> <li>• 免疫システムの機能とその発達における電磁環境の影響に関する研究影響調査 (H22~H24)</li> </ul> |
| その他     | なし  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ミリ波、準ミリ波帯電波の眼部ばく露による影響の指針値妥当性の再評価 (H19~H22)</li> <li>• 電波ばく露による眼部の定量的調査 (H23~H26)</li> <li>• 頭部局所電波ばく露の及ぼす生体影響評価とその閾値の検索 (H19~H22)</li> </ul>   |

|                |  |  |
|----------------|--|--|
| <b>◆細胞での研究</b> |  |  |
| 高い             | 熱ショックタンパク質 (HSP) 及び DNA 損傷に関して最近報告されている知見についての、低レベル (2W/kg 以下) あるいは変調または間欠信号を用いた、独立した再現研究。影響の SAR レベル及び周波数への依存性を盛り込むべきである。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ミリ波帯細胞用ばく露装置と物理的環境の検索 (H19~H22)</li> </ul>  |
| その他            | 細胞の分化 (例: 骨髄での造血の際)、及び、脳の薄片/培養神経を用いた神経細胞の成長に及ぼす、RF の影響に関する研究。  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 電波の細胞生物学的影響評価と機構解析 (H19~H21)</li> <li>• 免疫システムの機能とその発達における電磁環境の影響に関する研究 (H22~H24) (再掲)</li> </ul> |
| <b>◆メカニズム</b>  |  |  |
|                | なし   |  |

| ◆ドシメトリ |  |   |
|--------|--|---|
| 高い     | 急速に変化している、無線通信の利用及び身体<br>の様々な部位の曝露（特に子供及び胎児）のパ<br>ターンについて、文書化するための研究が必要<br>である。これには、複数の発生源からの多重曝<br>露も含まれる。                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 中間周波数帯の電磁界と人体と<br/>の間接結合に関する数値ドシメ<br/>トリ評価（H22～H24）</li> <li>• 電波の人体への安全性に関する<br/>評価技術（H19～H21, H22～H24）</li> <li>• 複数の電波ばく露による電波複<br/>合ばく露の生体への影響（H20～<br/>H21）</li> <li>• 複数の電波ばく露による人体へ<br/>の影響調査（H22～H24）</li> </ul> |
| 高い     | 様々な年齢の子供及び妊婦のドシメトリック・<br>モデルについての更なる研究。動物及び人の RF<br>エネルギー吸収のドシメトリック・モデルの改<br>善と、人の体温調節反応の適切なモデル（例：<br>内耳、頭部、眼、胴体、胚、胎児）との組み合<br>わせ。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 小児に対する人体全身平均 SAR と<br/>体内深部温度上昇の特性評価<br/>（H19～H21）</li> <li>• 実験に基づく電磁界強度指針の<br/>妥当性評価及び確認（H19～H21）</li> <li>• 電波の人体への安全性に関する<br/>評価技術（H19～H21, H22～H24）</li> </ul>  |
| その他    | 生物学的に関連のある RF 曝露の標的についての<br>新たな洞察をもたらすかもしれない、マイク<br>ロ・ドシメトリ研究（例：細胞または亜細胞レ<br>ベルでの）。  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 免疫細胞及び神経膠細胞を対象<br/>としたマイクロ波照射影響に関<br/>する実験評価（H20～H22）</li> </ul>   |

WHO RF 研究アジェンダ推奨事項 (健康影響研究)

| 優先順位           | 内容   | 該当する総務省委託研究  |
|----------------|--|--|
| <b>◆疫学</b>     |  |  |
| 高い             | 行動および神経学的障害、がんを含めた影響に関する小児および青年の前向きコホート調査                                | •国際共同症例対象研究における多様な携帯電話端末・通話形式と健康に関する調査・分析・評価 (H25~H26) |
| 高い             | 十分に確立された人口集団ベースがん登録を利用した脳腫瘍発生率トレンドのモニタリング研究 (可能であれば、人口集団のばく露データを連結させること) |  |
| その他            | 神経学的疾患の症例対照研究、ただし条件として、客観的なばく露データと交絡因子データが入手可能であり、妥当な参加率が達成される場合に限る。     |  |
| <b>◆ヒトでの研究</b> |  |  |
| 高い             | さまざまな年齢の小児を対象とし RF 電磁界誘発研究の一層の推進   | 携帯電話からの電波の睡眠に対する影響 (H20~H22)                           |
| 高い             | 睡眠時および安静時 EEG を含む脳機能への RF の影響可能性の基礎となる神経生物学的メカニズムを突き止めるための誘発研究           |  |

◆細胞での研究

その他

新技術に利用される RF 電磁界へのばく露、および環境的因子と RF 電磁界の共ばく露の後に生じる細胞の反応を検出するために最適な実験的検査法の明確化

- 眼部への電波ばく露の定量的調査に関する研究 (H23~H26)
- 超高周波の電波ばく露による影響の調査 (H25~)

その他

遺伝的背景と細胞型の影響に関する研究の一層の推進：アーチファクトおよび/またはバイアスの影響を受けにくい、新たな高感度の手法を用いて、多様な細胞型に対する携帯電話の RF ばく露の影響可能性を調べること。

◆メカニズム

なし

◆ドシメトリ

高い

新規および新興の RF 技術を対象にした RF 電磁界放射の特性、ばく露シナリオとばく露レベルの評価；確立した技術の利用が変化した場合に関しても、同様に評価すること。

- 眼部への電波ばく露の定量的調査に関する研究 (H23~H26) (再掲)
- 超高周波の電波ばく露による影響の調査 (H25~) (再掲)
- 6 GHz 超の周波数帯における局所ばく露評価 (H25~H27)
- 電波の人体への安全性に関する評価技術 (H25~)

高い

広範な RF 発生源からの個人ばく露の定量化および一般人口集団のばく露の決定要素の明確化

- 電波の人体への安全性に関する評価技術 (H25~)
- 国際共同症例対象研究における多様な携帯電話端末・通話形式と健康に関する調査・分析・評価 (H25~H26)

その他

RF 労働者の個人ばく露のモニタリング

# 平成27年度以降の研究

| 課題名  |
|--|
| ミリ波ばく露時の温熱知覚閾値に関する研究<br>(平成27年度～29年度)                    |
| 無線通信等による電波ばく露の定量的実態把握と脳腫瘍の罹患状況に基づくリスク評価<br>(平成27年度～29年度) |
| 中間周波数帯の電磁界(特に100kHz帯の磁界)における非熱的生体作用の検討<br>(平成27年度～29年度)  |
| 超高周波の電波ばく露による眼部等の人体への影響に関する定量的調査<br>(平成28年度～30年度)        |
| 局所吸収指針の拡張のための生物学的根拠に関する調査<br>(平成28年度～30年度)               |
| テラヘルツ波等における非熱作用の有無に関する調査<br>(平成28年度～30年度)                |
| 準ミリ波・ミリ波ばく露時の生体作用の調査<br>(平成29年度～32年度)                    |
| 中間周波に係る疫学調査及びばく露量モニタリング調査<br>(平成29年度～33年度)               |
| 中間周波における神経作用(痛覚閾値)の調査<br>(平成29年度～32年度)                   |
| 遺伝的背景及び標準評価系を用いた細胞への影響調査<br>(平成29年度～32年度)                |
| 次世代電波利用システムからの電波の人体安全性評価技術に関する調査<br>(平成28年度～32年度)        |

# 先進的無線システムWGの案 2018年

## 3.1.2. 中間周波の影響

- 中間周波帯の電磁界の健康影響に関する実験的な研究は少ないが、防護指針値以下において確固たる健康影響として明らかなものはない。
- 生体電磁環境に関する検討会第一次報告書からは大きな進展はない。
- EVの普及にともない、大電力無線電力伝送の開発や導入も進むため、中間周波数帯の生体電磁環境研究は引き続き重要。

## 3.1.3. 高周波の影響

- 第一次報告以降、現時点までの研究を総括しても、熱作用以外の影響について明確な影響は見いだされていない。
- 5G等の先進的無線システムで用いられる機器では、現在の携帯電話等の無線通信よりも高い周波数帯を利用するため、生体影響研究もその周波数帯での研究が少なく、引き続きエビデンスの収集が必要。

## 3.1.4. 超高周波(ミリ波・サブミリ波)の影響

- 超高周波数帯の健康影響に関しては、現状では研究データの蓄積が非常に少ない。
- 一次報告書の時点と変わらず、テラヘルツ帯電磁界のばく露による健康影響については、信頼できる研究結果が不足しているため、現時点では結論を出せる段階にない。
- 体系的でかつ幅広い周波数帯を対象とした研究が今後も引き続き実施されることが望まれる状況。

# 先進的無線システムWGの案 2018年

表 3.4-1 今後の研究課題ニーズの一覧

| 中間周波 | 高周波 | 超高周波 | 研究課題名                                    | 方法      | 期待される成果(※) |
|------|-----|------|--|---------|------------|
| ○    | ○   | ○    | 1. 電波ばく露における神経作用(痛覚閾値)の調査                | ヒト実験    | ③          |
| ○    | ○   | ○    | 2. パルス電磁界ばく露に対する生体影響調査研究                 | 動物・ヒト実験 | ①          |
| ○    |     |      | 3. 中間周波(特に100kHz帯)における非熱作用の健康リスクに関する調査   | 細胞・動物   | ①          |
| ○    |     |      | 4. 中間周波の痛覚閾値評価                           | 細胞・動物   | ③          |
| ○    |     |      | 5. 中間周波不均一ばく露の刺激閾値および行動に与える影響の調査         | ヒト実験    | ①          |
|      | ○   | ○    | 6. 高周波・超高周波複合全身ばく露に関する年齢および環境に対する閾値変動の調査 | ヒト実験    | ①          |
|      | ○   | ○    | 7. 国際的な環境条件に合致する電波による眼障害閾値検索             | 動物・ヒト実験 | ②          |
|      | ○   |      | 8. 高周波ばく露によるエピジェネティックな変化の検索              | 細胞      | ①          |
|      | ○   |      | 9. マイクロ波聴覚効果の定量的研究                       | ヒト実験    | ①          |
|      | ○   |      | 10. 身の回りの電波環境によるばく露の定量化及び健康との関連の調査       | 疫学      | ①          |
|      | ○   |      | 11. 時間要素を考慮した超高周波数帯電磁界の急性影響探索            | 細胞・動物   | ①          |
|      | ○   |      | 12. 超高周波帯パルス波の生体への作用調査                   | 細胞・動物   | ③          |
|      | ○   |      | 13. 5G電波の皮膚ばく露の及ぼす生体影響とその反応閾値の実験的評価      | 細胞・動物   | ③          |
|      | ○   |      | 14. 5G電波人体局所ばく露に関する年齢および環境温湿度に対する閾値変動の調査 | ヒト実験    | ③          |
|      | ○   |      | 15. 新しい無線通信等による人体の影響に関する疫学調査             | 疫学      | ①          |
|      | ○   |      | 16. テラヘルツ波帯ばく露による生体への非熱作用に関する調査          | 細胞・ヒト実験 | ①          |
| ○    | ○   | ○    | 17. 個人ばく露評価用次世代数値人体モデル開発                 | 工学      | 工学         |
| ○    | ○   | ○    | 18. パルス電磁界ばく露に対する生体影響評価技術                | 工学      | 工学         |
| ○    | ○   |      | 19. マイクロ波帯を利用する無線電力伝送システムの適合性評価方法に関する研究  | 工学      | 工学         |
|      | ○   |      | 20. 新しい電波ばく露環境に対するリスク調査                  | 工学      | 工学         |
|      | ○   |      | 21. 5Gシステムの電波防護指針適合性評価システム               | 工学      | 工学         |

(※) 期待される成果は、①リスク評価にかかわるもの ②ガイドライン改定にかかわるもの ③その他(①と②の双方)に分類

(出典) 生体電磁環境に関する検討会第14回(平成30年1月19日)

# WHOのリスク評価を考慮した場合参考事項

# 環境保健クライテリア (ELF-EHC) 238

0<100kHz未満

- 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 心臓血管系疾患
- 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 (一般的課題、科学的結果、用心政策、議論と推奨)

# RF EHCの構成（案）

---

- 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 身体内の電界と磁界・SARと熱
- 4 生物物理学的メカニズム・組織加熱
- 5 脳生理学と機能
- 6 聴覚・前庭機能・視覚
- 7 神経内分泌系
- 8 神経変性疾患
- 9 心臓血管系と温熱調節系
- 10 免疫系と血液学
- 11 生殖能・発育
- 12 がん
- 13 健康リスク評価
- 14 防護措置

# 詳細資料①

## 各国専門組織の見解

# 英国

## 携帯電話と健康に関する独立専門家グループ (IEGMP)

### 2000年：携帯電話と健康（通称ステュワート報告）

#### <結論（抜粋）>

- ✓ 現時点での証拠のバランスから、携帯電話及び基地局から放射されるRFは、英国の人口集団の健康にリスクを及ぼすことはないと示唆される。
- ✓ しかしながら、RFばく露が脳などの生物学的機能に微妙な影響を生じさせるかも知れないという予備的な科学的証拠が幾つかある。このことは、健康に影響することを必ずしも意味しないが、RFばく露はたとえ国内の指針値以下であっても、潜在的な健康への悪影響が皆無とは言えない。
- ✓ より詳細で科学的に確固たる情報が利用可能になるまで、携帯電話技術にプレコーシヨナリ・アプローチを採用することを勧告する。
- ✓ どうしても必要な場合以外、子どもは携帯電話の使用を避けることが望ましい。

# 英国（続き）

## 非電離放射線に関する諮問グループ（AGNIR）

### 2004年、2012年：RF電磁界の健康影響

<2012年版の結論（抜粋）>

- ✓ 発表済みの研究には依然として限界があり、決定的な判断を妨げているが、検討した証拠は全体として、国際ガイドライン以下のばく露による健康への悪影響を示していない。
- ✓ 脳波のパターンへの影響の可能性はあるが、決定的には確立されておらず、そのような影響が健康に何らかの結果をもたらすかどうかは不明である。
- ✓ ガイドライン以下のばく露は症状を生じることなく、また、自身がRFに対して敏感であると考える人々を含めて、人々はそれを検出できない、という証拠が増加している。
- ✓ がん以外のアウトカムについての限られた入手可能なデータは、RFばく露の影響を示していない。
- ✓ 特に携帯電話使用に関するがんリスクについて蓄積されつつある証拠は、決定的ではないものの、全体として、ばく露の具体的な影響はないという方向に増加している。但し、最初のばく露から15年超のリスクについてのデータはほとんどない。
- ✓ この分野では相当量の研究が実施されてきたが、ガイドライン以下のばく露が成人または子どもに健康影響を及ぼすという説得力のある証拠はない。

# 英国（続き）

## モバイル通信と健康研究（MTHR）

### 2012年：最終報告

#### <結論（抜粋）>

- ✓ 妊婦の基地局RFへのばく露が小児期初期のがんリスクに影響を及ぼし得るかどうかを調査するための研究、携帯電話使用に関連した白血病のリスクに関する研究ではいずれも、**ばく露とがん発生のリスク上昇との関連は同定されなかった**。これらの知見は、同様のエンドポイントを調べた他の最近の研究からの結果と一致する。
- ✓ 携帯電話ユーザーについての**国際コホート研究（COSMOS）**の英国の担当部分を立ち上げた。これは必然的に長期的な研究であり、何年間も継続すると考えられる。その管理は保健省の政策研究プログラムに移管されることになる。
- ✓ 緊急サービスに用いられている**地上基盤無線（TETRA）**信号へのばく露による悪影響についての研究ではいずれも、TETRA信号ばく露が人々に特定の**悪影響を生じるという証拠は認められなかった**。
- ✓ 広範な細胞及び組織が信号を復調し得るかどうかを検証した研究の結果は、RF電磁界と生体系との相互作用において**変調は重要な役割を果たしていない**という、相当な証拠を成すものである。

# オランダ

## オランダ保健評議会（HCN）

### 2001年（第1次）～2009年（第5次）：電磁界に関する年次更新

#### <2009年版の結論（抜粋）>

- ✓ 一部の研究で、携帯電話の電磁界ばく露の結果として、**脳内の自然の電気的プロセスに僅かな変化が観察**されている。但し、現行の知識によれば、これらは**健康への影響力のない非常に小さな影響**である。認識機能への影響に関する研究はどちらにも解釈できる。小さな可逆的影響が観察された研究もあれば、影響が見られなかった研究もある。聴覚機能及び身体のバランスは携帯電話の信号に影響されないようである脳機能への影響が幾つか観察されているが、これらが健康影響を示している、または健康影響につながるということは示されていない。
- ✓ 各種の症状を、家庭内や職場にある様々な電磁界発生源に帰属させる人々の数は増加しているようである。電磁界ばく露と症状の発生との間のつながりの可能性について、生活環境及び実験室の両方で研究が実施されている。これらの研究のうち幾つかは、デザインが適切でなく、分析に利用できない。**質の良い科学的データからは、RFばく露と症状の発生との間に因果関係はないという全体像が浮かび上がる**。但し、症状と「ばく露されている」という仮定との間には関連があることから、リスク認知と関連している可能性が高い。

# オランダ（続き）

## オランダ保健評議会（HCN）

2013年：携帯電話とがん（1）：頭部の腫瘍の疫学

2014年：携帯電話とがん（2）：動物の発がん性研究

2016年：携帯電話とがん（3）：最新情報及び全体的結論

### <結論（抜粋）>

- ✓ 長期的で頻繁な携帯電話使用と、ヒトの脳及び頭頸部の腫瘍のリスク上昇との間には、証明された関連があると述べることはできない。携帯電話使用に関連したRFばく露ががんを生じることにはありそうにない。
- ✓ 動物のデータはプロモーション作用の可能性を示しているが、このことが、一部の疫学研究で認められている脳及び頭頸部での腫瘍のリスク上昇を説明できるかどうかは不明である。バイアス、交絡及び偶然が、疫学での観察を説明できるかも知れないということの方が、より可能性が高い。

# スウェーデン

放射線防護庁（SSI）／放射線安全庁（SSM）

2003年（第1次）～2016年（第11次）：電磁界と健康リスクに関する最近の研究

<2016年版の結論（抜粋）>

- ✓ SSI／SSM が電磁界研究の監視を開始してから13年間に、多くの研究が実施されてきた。全体として、様々な周波数の電磁界ばく露によって生じると疑われていた幾つかの健康悪影響は、存在しないことがより明確になった。
- ✓ 幾つかの疑問には十分な回答が得られていないので、更なる研究が必要である。
- ✓ 研究のデザインが必ずしも適切ではなく、有益ではない結果につながり得ることが懸念される。
- ✓ よって、科学的研究を定期的に批判的にレビューすることが重要である。

# フランス

## 食品環境労働衛生安全庁（ANSES）

### 2009年、2013年：RFと健康

#### <2013年版の結論（抜粋）>

- ✓ リスク評価の知見からは、確立された健康影響は認められなかった。但し、一部の刊行物は、携帯電話の長期間のヘビーユーザーに生じる可能性のある脳腫瘍のリスクに言及している。
- ✓ **睡眠、男性の生殖能力及び認識課題遂行能力への影響**について、ヒト及び動物における幾つかの**限定的な証拠**が示された。
- ✓ 細胞、動物またはヒトにおいて報告された**生物学的影響**と、結果的に生じるかも知れない**健康影響**との間の**因果関係は確立されなかった**。
- ✓ これらの証拠に照らして、健康を根拠にした一般公衆に対する**新たなばく露限度は正当化されない**。但し、ヒトまたは動物における入手可能なデータが欠如しているため、各種の潜在的影響についてのリスク評価をまだ実施できていないことに留意する。

# フランス（続き）

## 食品環境労働衛生安全庁（ANSES）

### 2016年：子どものRFばく露と健康

#### ＜結論（抜粋）＞

- ✓ RFばく露に関する**子どもの特異性を考慮し、法定ばく露限度を適性化すること**
- ✓ 市場投入に先立ち、携帯電話以外の端末機器（タブレット、玩具、等）のSARを実際の使用条件で測定し、その結果を機器の使用説明書に記載すること、また想定される機器の使用形態に応じた法定制限値をSARに適用すること
- ✓ 子どもをターゲットとする**携帯電話の広告を制限する**規制措置を、その他の子ども向け通信機器にも拡大すること
- ✓ 子どもによる電子送信機器（タブレット、電話、等々）の**使用を制限すること**
- ✓ 熱作用を避けるため、電話を身体に接触させたまま通話を続けないこと
- ✓ 携帯電話の**合理的使用**（夜間の通話を避ける、使用頻度や使用時間を制限する、等々）を**子どもに促すこと**

# スイス

## 連邦環境局（FOEN）

### 2013年：送信設備からの放射と健康への影響

#### <結論（抜粋）>

- ✓ 国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）の参考レベルよりも低い範囲では、送信設備からのRFばく露についての新たな確立された健康影響は観察されなかった。科学的観点からは、このことは急性影響に対する防護は従来通り担保されることを意味している。
- ✓ しかしながら、疫学研究はしばしば、特に発がん作用に関して、深刻な手法上の弱みを示しており、また睡眠及び安寧への影響に関する長期的な研究が実施されていない。入手可能なデータには欠落があるという事実を鑑みて、健康リスクの証明がないことは、健康リスクがないことを必ずしも自動的に意味しない。科学的観点からは、非電離放射線の扱いには慎重なアプローチが依然として求められる。潜在的な長期的影響への広範な研究に対する必要性が残されている。また、ワイヤレス通信技術の急激な発展により、今後ばく露レベルは変化し、更に増加すると仮定しなければならない。

# オーストラリア

## 放射線防護・原子力安全庁（ARPANSA）

### 2014年：RFの健康影響研究のレビュー

#### ＜結論（抜粋）＞

- ✓ 豪の電波防護基準（RPS3）の策定以降、科学における有意な進展があった。
- ✓ この分野における2000年1月から2012年8月までの科学についての専門家パネルによる調査では、RPS3の基本制限は既知の悪影響に対する防護のために依然として妥当であることが示された。
- ✓ 数値ドシメトリの進展は、特定の状況下では、RPS3の参考レベルは基本制限に対して、当初考えられていたほど保守的ではないことを示唆している。但し、この保守性における僅かな差異がRPS3に関連して健康にインパクトを及ぼすという証拠はない。
- ✓ 現行のRPS3の限度値より低いばく露の絶対的安全性についての不確かさは残されており、RPS3の既存の**プレコーシヨナリな最小化の要件がこの不確かさに対処しているかどうかを考慮すべきである。**

# 参考文献

1. 世界保健機関 (WHO)、ファクトシートNo.193「電磁界と公衆衛生：携帯電話」、2014年10月  
[http://www.jeic-emf.jp/assets/files/pdf/faq/Factsheet\\_No193.pdf](http://www.jeic-emf.jp/assets/files/pdf/faq/Factsheet_No193.pdf)
2. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Opinion on Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF). 27 January 2015.  
[http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenih\\_r\\_o\\_041.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_041.pdf)
3. Independent Expert Group on Mobile Phones. Mobile Phones and Health.  
<https://www.emf-portal.org/en/article/11173>
4. Advisory Group on Non-ionising Radiation. Health Effects from Radiofrequency Electromagnetic Fields. Report of the independent Advisory Group on Non-ionizing Radiation. Documents of the Health Protection Agency Radiation, Chemical and Environmental Hazards. RCE-20. April 2012.  
[http://www.hpa.org.uk/webw/HPAweb&HPAwebStandard/HPAweb\\_C/1317133826368](http://www.hpa.org.uk/webw/HPAweb&HPAwebStandard/HPAweb_C/1317133826368)
5. Mobile Telecommunications and Health Research Programme. Report 2012. MTHR Programme Management Committee. Chairman: Professor David Coggon OBE.  
<http://www.mthr.org.uk/documents/MTHRreport2012.pdf>
6. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Press Kit. Update of the "Radiofrequencies and health" expert appraisal. Tuesday 15 October 2013.  
[http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/PRES2013CPA18EN\\_0.pdf](http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/PRES2013CPA18EN_0.pdf)
7. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Exposition aux radiofréquences et santé des enfants. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. Juin 2016.  
<https://www.anses.fr/en/system/files/AP2012SA0091Ra.pdf>

# 参考文献（続き）

---

8. Health Council of the Netherlands. Electromagnetic Fields: Annual Update 2008. No. 2009/02, The Hague, March 19, 2009.  
<http://www.healthcouncil.nl/adviezen.php?phpLang=en>
9. Health Council of the Netherlands. Mobile phones and cancer: Part 3. Update and overall conclusions from epidemiological and animal studies. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2016; publication no. 2016/06. ISBN 978-94-6281-098-3  
<https://www.gezondheidsraad.nl/en/publications/gezonde-leefomgeving/mobile-phones-and-cancer-part-3-update-and-overall-conclusions>
10. Swedish Radiation Safety Authority (Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM). Recent Research on EMF and Health Risk. Eleventh report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2016. Including Thirteen years of electromagnetic field research monitored by SSM's Scientific Council on EMF and health: How has the evidence changed over time? Report number 2016:15.  
<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2016/201615-Recent-Research-on-EMF-and-Health-Risk/>
11. Swiss Federal Office for the Environment (FOEN). Radiation from Transmission Installations and Effects on Health. Evaluation of scientific studies in the low dose range. Status: December 2012.  
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01739/index.html?lang=en>
12. Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA). Report by the ARPANSA Radiofrequency Expert Panel. Review of Radiofrequency Health Effects Research -Scientific Literature 2000 - 2012.  
<http://www.arpansa.gov.au/pubs/technicalreports/tr164.pdf>

---

# 詳細資料②

## 高品質の電磁界研究に関する ガイドライン

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン①

## ・一般的な実験設計

1. プロジェクトでは、**明確に定義された仮説を実験すべき**である。その際、EMFばく露による健康リスクの評価に対して直接または間接の関連情報をもたらすであろう詳細なプロトコル（手順及び条件設定）を用いなければならない。
2. 使用される生物学的システムは、研究される評価項目にふさわしいものであるべきである。可能であれば、**閾値およびばく量－反応のデータ（偽ばく露対照に加えて、少なくとも3レベルのばく露を使用）**が求められるべきである。
3. **十分に性格がよくわかっている生物学的システムあるいは動物実験システム**が使用されるべきである。これらは、入手可能な科学文献から十分に確立されたものと判断されるものであることが好ましい。
4. **事前に推定される実験能力**（事前の知識と計画されている実験の数によってきまるもの）は、予測される影響（10-20%程度の小さな影響であることが多い）を、**信頼性をもって検出**するものである必要がある。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン②

- 一般的な実験設計

5. 研究の設計と実行には、GLP（Good Laboratory Practice: 善良研究行動）の基準を適用すべきである（例えば、FDA、1993を参照）。GLPガイドラインに適合した最適の手順および条件（プロトコル）を確立し、文書化する必要がある。研究の過程で生じた変化についても文書化すべきである。プロトコルには、実験もしくは生物学的システムの性質によって除外される場合を除いて、検体とその供給源が無作為であり、対称的であるべきことが含まれるべきである。プロトコルには、すべての適切なコントロール（ポジティブ・コントロール（陽性対照）、ネガティブ・コントロール（陰性対照）、ケージコントロール、偽ばく露等）が含まれているべきである。検査者は、彼らが、ばく露された対象を取り扱っているか、対照の対象を取り扱っているかを知らされるべきではない。同様に、ラボ実験におけるヒト被験者は、彼らのばく露状態について知らされるべきではない。

6. GLPが要求するように、実験スタッフ内のチーム及び独立したグループの両者による、プログラムのばく量測定およびモニタリングを含めた品質保証（QA）手順が、プロトコルの中に含まれているべきである。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン③

## ・ 実験システムおよび線量測定

1. 温度、湿度、光、振動、音、バックグラウンド電磁界などの**環境条件は、定期的に測定して記録すべきである**。すべての実験条件は、EMFばく露を除いてすべての群で同じであるべきである。
2. EMFは、**十分に特徴づけられており、定期的に再測定されるべき**である。連続したEMF源からのものであれ、オン・オフの切替システムによるばく露からのものであれ、波形、パルス形状・タイミング、周波数スペクトル、高調波および過渡電流は、必要に応じてすべて測定されるべきである。周囲環境、機器由来、あるいは他のばく露系等からのクロスオーバー電磁界のようなバックグラウンド電磁界も重要であり、その性格を明らかにする必要がある。時間変化する成分や静的な成分に加えて、電磁界の分極と方向について測定すべきである。可能であれば、検体シェーカーの動作のような実験上の要因によりもたらされる電磁変調が記録され、測定される必要がある。ばく露系内の培養物や動物の位置は、必要に応じて、記録され、無作為化されるべきである。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン④

## ・ データ収集と品質保証

1. 品質保証（QA）を含むすべてのプロトコルには、これをモニターするためのGLP規定と同様に、厳密に従わなければならない。
2. データは同時に記録され、バックアップコピーは保管される必要がある。
3. データは、正当な理由（例えば、機器故障、手順が遵守されない場合等）が無ければ破棄されるべきではない。廃棄する場合は理由が記録されるべきである。
4. 生物学的実験において、検査者による独立した判断（例えば、組織学的評価）を必要とする場合には、QAプログラムの一環として、検体のすべてまたは適切な検体について、少なくとも1回の独立した再検討評価が行われるべきである。
5. 可能であれば、サンプルは将来の参照のために保存されるべきである。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン⑤

---

## ・ データ分析

1. 分析技術は、データと仮説に対して適切なものであるべきである。
2. 保存されたデータセットにはすべてのデータが含まれているべきである。もし、分析から除外されるデータがあれば、それについて明確で正当な理由が記録されるべきである。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン⑥

---

## ・ 結論と分析

1. 結論は、データによって完全に支持され、データセットの中にあるすべての重要な意味合いが含まれるべきである。
2. 報告書には、結論と議論について、独立した評価を可能にするために、資料と方法に関する十分なデータと情報が含まれるべきである。
3. タイムリーに査読を受けた出版物が必須である。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン⑦

## ・細胞研究

1. 温度、CO<sub>2</sub>インキュベーター（細胞および組織培養実験装置）内の空気環境、振動、および、CO<sub>2</sub>インキュベーターのヒーターやファンからの漂遊磁場は、**非対称**（ばく露されたサンプルと指標サンプルとの差異）の**要因**であるが、中の細胞および組織培養実験において見過ごされることが多い。これらの量は、適切な計器を用いて測定され、ばく露用サンプルのEMFばく露量は別として、どのような差異も最小限となるようあらゆる努力しなければならない。
2. ばく露された培養物と同一の環境下で維持される同時的な陽性および陰性対照、複数ばく露系の擬似－擬似比較、培養物の**無作為化処理**および**盲検法**は、必要に応じて研究を構成する要素の一部とすべきである。
3. **培地の電場**あるいは**誘導電流**を特徴付けているものとしては、電極の形状や材質（例えば、寒天橋など）、皿の形状と寸法、培地の深さと試料の寸法、導電率（RFとELF）および媒体の誘電率（RFのみ）が重要である。ELF研究の中には、電磁界を直接測定することを必要とするものがある。電極を使用する場合には、可能であれば、電気泳動製品の種類を考慮して測定すべきである。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン⑧

## ・細胞研究

4. ELF磁界実験においては、誘導電流に適用される上記の事項が考慮されなければならない。印加された電界と媒体の間の角度、および印加されたELF電界と局所直流電界との間の角度が測定されるべきである。
5. バッチごとにバラツキのある可能性のある培地、血清または試薬を使用する場合には、実験期間中は、1つのバッチの物が購入され、貯蔵されているようにすることに十分に配慮すべきである。標準的なソース（起源）から得られる細胞株の特性についても同様に、**経時的に大きな差異が出ないようにする必要がある。元のソース（起源）による予備のストックを持つべきである。**
6. 数日以上かかる実験、および、試料や培養液を長時間にわたって保管したり、データを電子的に収集・貯蔵するような場合を含めたすべての実験では、設備や電源装置の故障が作業に影響を及ぼさないようにするために、**バックアップシステム**が設置されなければならない。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン⑨

## ・動物研究

1. 動物研究に関するプロトコルは、動物または他の微生物を使用する実験の関連規則に関するすべての文書および倫理に適合しなければならない。また、関連するすべての**審査委員会の事前承認**を得たものでなければならない。
2. ケージラックや動物管理部屋内の、印加されたEMF電磁界の不均等性、温度、大気（湿度、室内空気の変化など）、照明、振動、ノイズ等の**非対称性が見過ごされがち**である。これらの条件は、各ケージの位置で測定する必要がある。無作為に順にケージを選定することによって、ばく露群と対照群の間の非対称性、または、対照群間の非対称性の問題を解決することができる。
3. 対照（コントロール）は、ばく露された培養物と同一条件下で維持されるべきである。動物がそれ自身の対照（コントロール）でない限り、同時的な対照（コントロール）を行うことが重要になる。**陽性対照動物、陰性対照動物および歩哨（ケージによりコントロールされる）動物は、必要に応じてすべて使用されるべき**である。動物または実験材料を取り扱う、または動物実験を行うすべての要員は、特別な状況を除いて、**ばく露状態について知らされるべきではない**。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン⑩

## ・動物研究

4. 可能であれば、実験を実施している間にも、また、ケージの定期的な保守を実施している間においても、多重ばく露システムの擬似—擬似比較および動物の無作為な取扱を行うことが考えられるべきである。
5. 電磁界内におけるケージの大きさ、材料、寝床、動物間の間隔および動物の位置が特定されるべきである。ケージ、金属部品およびラック材料の遮蔽効果、他の動物の存在、およびケージが汚れた場合の電界強度の変化が測定されるべきである。ケージや飲料水装置からのマイクロショックは排除されるべきである。
6. 動物のソース（起源）、系統および亜系統が特定されるべきである。特定病原体除去（SPF）の動物および特別な遺伝的な特徴を有する動物は、それらを使用する前に試験されなければならない。SPFの動物及びSPFを扱う施設には、細心の注意と訓練を受けた人員が必要である。SPFの状態は、実験を通してモニタリングされる必要がある。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン⑪

## ・ ヒト研究

1. ヒトボランティア研究に関するプロトコルは、被験者を用いた実験の関連規則に関するすべての文書と倫理に適合し、関連するすべての**審査委員会の事前承認**を得たものとすべきである。ボランティアと一緒に作業する要員には、特別な訓練と管理教育が必要である。
2. 必要に応じて、**陽性対照と陰性対照の両方**が使用されるべきである。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン⑫

## ・疫学研究

1. 疫学研究に関するプロトコルは、関連規則に関するすべての文書と倫理に適合し、関連するすべての**審査委員会の事前承認**を得たものとするべきである。
2. 研究の設計を行うに当たっては、弱いELFと弱いRFの電磁界の**ばく露量の計測には不確かさ**があることを認識すべきである。被験者のばく露、特に、代替策によって決定されることの多い過去のばく露を決定する際は、可能であれば特定の測定値に基づいて検証されるべきである。将来の研究に役立つように、データには、可能な限り別のやり方による測定値の情報が含まれるべきである。これに関する詳細情報は、Ahlbom (1996)、Beagleholeら (1993) およびBrackenら (1993) から得ることが可能である。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン⑫

## ・ 独立の研究レビューと管理

1. プロジェクトに利害関係のない科学者による独立のパネルが、提案された研究プロジェクトを評価し、研究を実施するのに最良の研究者に助言を行い、研究の進捗状況をモニタリングし、研究結果への助言となる第一段階のレビューを行うべきである。
2. 研究のスポンサーが研究の成果について利害関係を有する場合には、研究と研究者のあらゆる面で引き離されるべきである。研究のスポンサーは、支援する研究の一般的な性格について概要を説明するかもしれない。独立の機関は、研究に関する詳細な性格について決定し、研究者を選定かつ監督し、資金援助を含めてプログラムを管理すべきである。

# 高品質の電磁界研究に関するガイドライン⑬

## ・ 研究調整

多くの国がEMF研究プログラムについて発表しており、現在、関係する研究所や組織が、良く管理された研究を実施、あるいは、資金面での支援を行っている。この研究は世界的に調整が行われており、このことが、**重複する不要な研究に対して希少な研究資金が浪費されずに、すべての重要な問題が研究されることを保証するのに役立っている**。国際EMFプロジェクトは、主な国および多国籍の研究資金提供機関と協力することにより、計画中および進行中のプロジェクトについて、世界規模での調整および情報交換を行うための有用な機能あるいは仕組みを提供することができる。アドホックの**研究調整委員会**は、これを目的として、国際EMFプロジェクトの下に設立された。本プロジェクトは、進行中の研究プロジェクトのリストを整備しており、WHOの研究アジェンダの要件を満たしていると考えられる。このリストは、本プロジェクトのホームページ (<http://www.who.ch/emf/>) に掲載されている。

---

# 詳細資料③

## 子供に関する研究アジェンダの 要旨

# 子供への健康影響に関する研究アジェンダ

## 1. 疫学

### 高優先度

- 携帯電話と脳腫瘍の症例対照研究での暴露量の把握
- 携帯電話使用と睡眠などを含むCognitive effectを前向きコホート
- ラジオ・テレビ塔とがん（小児白血病と脳腫瘍）暴露量改善した症例対照研究
- 基地局とがんのフィジビリティ研究

### 低優先度

- 妊婦の携帯電話使用と流産
- 携帯電話使用と小児白血病

## 2. ヒトの実験室研究

### 高優先度

- 脳波を含む認知機能への影響

# 子供への健康影響に関する研究アジェンダ

## 3. 動物実験

### 高優先度

- ・ 幼若動物への長期暴露影響（CNS、行動、シナプス形成、遺伝子）
- ・ 幼若動物への長期暴露影響（免疫系の発達）
- ・ 胎児への暴露と血液・脳関門に関する研究

### 低優先度

- ・ CNS発達（特に皮質）への熱負荷の影響

## 4. 細胞研究

### 高優先度

- ・ 骨髄細胞の造血細胞分化や脳神経細胞分化への影響

### 低優先度

- ・ パルス波と生体との相互作用

# 詳細資料④ SCHENIR2015 の見解

# SCENHIR 2015

## 要旨 RF電磁界

- 疫学（脳腫瘍）

全体として、携帯電話RF電磁界ばく露についての疫学研究は、脳腫瘍のリスク上昇を示していない。更に、頭頸部のその他のがんについてもリスク上昇を示していない。携帯電話のヘビーユーザーにおける神経膠腫及び聴神経鞘腫のリスク上昇に関する疑問を提起した研究が幾つかある。コホート研究及び発生率の時間的傾向についての研究の結果は、神経膠腫についてのリスク上昇を支持していないものの、聴神経鞘腫との関連の可能性については依然として未解明である。疫学研究は、小児がんを含むその他の悪性疾患についてのリスク上昇を示していない。

# SCENHIR 2015

## 要旨 RF電磁界

- 脳波（覚醒時、睡眠時）

覚醒時及び睡眠時のEEG〔脳電図〕研究によって反映されているような、携帯電話RF電磁界ばく露が脳の活動に影響を及ぼし得るという初期に示された証拠は、より最近の研究によって更に裏付けられている。(中略) 現時点ではより確たる結論を導出することはできない。(中略)

RFばく露が脳の活動に影響を及ぼし得るという以前の証拠は、最近の研究でも見られる。但し、この小さな生理学的変化の関連性は依然として不明であり、メカニズム的説明は依然として欠落している。

# SCENHIR 2015

## 要旨 RF電磁界

- 認知機能

全体として、携帯電話RF電磁界がヒトの認知機能に影響を及すという証拠は欠落している。RF界によって生じるかも知れない認知機能への影響に着目した研究には、複数のアウトカム指標が含まれていることが多い。個別の研究で影響が認められているものの、それらは一般的には少ないエンドポイントのみで観察されており、研究間に一貫性がほとんどない。

# SCENHIR 2015

## 要旨 RF電磁界

- 電磁過敏症（本態性環境不耐症）その1

一部の人々によって各種のRF電磁界ばく露が原因とされている症状は、時として個人の生活の質に深刻な障害を生じ得る。但し、SCENIHRの先行提言以降に実施された研究は、RF電磁界ばく露はこれらの症状と因果的につながないという結論に重みを増している。このことは、一般公衆、子ども及び思春期層、ならびに電磁界を原因と考える本態性環境不耐症（IEI-EMF）の人々に適用される。観察データ及び誘発データについての最近のメタ分析は、この結論を支持している。

# SCENHIR 2015

## 要旨 RF電磁界

- 電磁過敏症（本態性環境不耐症）その2

RF界への**短期ばく露**（数分から数時間の単位で測定される）がトリガとなる症状については、複数の二重盲検実験からの一貫した結果が、そのような**影響はRFばく露によって生じない**という、強い全体的な証拠の重みを与えている。

**より長期のばく露**（数日から数か月の単位で測定される）に関する症状については、観察研究からの結果は概ね一貫していて、**因果的影響に反している**。但し、主にばく露の客観的なモニタリングに関してギャップがある。

# SCENHIR 2015

## 要旨 RF電磁界

- 神経変性疾患

神経変性疾患及び症状についてのヒト研究は明確な影響を示していないが、**証拠は限定的である。**

# SCENHIR 2015

## 要旨 RF電磁界

### ● 生殖・発育

SCENIHRの先行提言は、非熱的なばく露レベルのRF電磁界からの**生殖及び発達への悪影響はない**と結論付けていた。より最近のヒト及び動物でのデータを含めても、この評価に変更はない。子どもの発達と行動学的問題についてのヒト研究には、相反する結果と手法上の限界がある。ゆえに、影響の証拠は弱い。妊娠中の母親の携帯電話使用からの胎児のばく露の影響は、胎児のばく露が非常に低いため、ありそうにない。**男性の生殖能力**についての研究は質が低く、**証拠をほとんど提示していない**。

# SCENHIR 2015

## 要旨 中間周波電磁界

- 全般に、IFばく露の健康影響についての新たな研究はほとんどなく、特に疫学研究は実施されていない。20-60kHzの周波数範囲の0.2mTまでのIF界には生殖及び発達への影響がないことを報告している *in vivo*研究が幾つかある。
- SCENHIRの先行提言と同様、入手可能な研究は依然として非常に少なく、更に疫学研究は実施されていない。IFへの職業ばく露の増加が予想されることから、作業者におけるバイオマーカー及び健康上のアウトカムについての研究が推奨される。これは、実験研究で補足できる。

---

詳細資料⑤  
「電波利用における人体防護  
の在り方」の今後の研究項目  
に関する見解

## 今後研究を進めることが必要な項目 (P20-24)

### 1. ドシメトリ及びばく露システムの研究

#### ①指針との適合性評価法の確立

- A. 局所SAR評価用電磁プローブの開発
- B. 温度計測に基づく高分解能SAR分布測定法の研究
- C. 標準ファントムの開発

#### ②生物学的実験の精度向上

#### ③基礎研究(メカニズム研究)

# 今後研究を進めることが必要な項目 続き

## 2. 生物学的研究

### ①物理学的影响の研究

- A. 原子イオン化、分子間力、分子運動
- B. 実験に使う容器、溶質、溶媒

### ②生物学的影响の研究

#### A. 細胞研究

細胞周期・増殖、DNA合成、細胞膜機能、情報伝達系、HSP等のストレス反応

#### B. 動物研究

遺伝子（遺伝子障害性、脳細胞）

がん（自然発症がん、発がん物質、担がん）  
免疫系

# 今後研究を進めることが必要な項目 続き

## 2. 生物学的研究

### ②生物学的影響の研究

#### B. 動物研究

神経系（生理的機能、脳の遺伝子応答、細胞内情報伝達系、脳血液関門、メラトニン）  
がん以外の脳血管疾患（てんかん、脳虚血、脳溢血）

### ③ヒト研究

#### A. 神経生理

#### B. 電磁過敏症

#### C. 睡眠（長期ばく露）

#### D. 免疫系

# 今後研究を進めることが必要な項目 続き

---

## 3. 疫学研究

携帯電話と頭部および頸部の腫瘍

携帯電話と白血病

---

# 詳細資料⑥

## 世界中で行われた研究

運営予算上の理由により、無線周波電磁界に関する新規文献情報の掲載を2017年11月27日より中断しております。大変ご不便をお掛けして申し訳ありません。適宜最新の状況をお知らせ致しますので、引き続きよろしくお願い致します。なお、電磁界情報センター（JEIC）の電磁界情報データベース（<http://www.jeic-emf.jp/database.html>）では、引き続き関連情報の検索が可能ですので、そちらをご活用下さい。

[インプリント](#) [作業チーム](#) [資金助成](#) [ログイン](#)

 [DEUTSCH](#)  [ENGLISH](#)  [日本語](#)

# EMF-PORTAL

[文献](#) [科学技術](#) [用語集](#) [影響](#) [その他](#)

検索

研究状況の概観

キーワード

## ホーム

この日本語版は、主要情報について、電磁界情報センター（[JEIC](#)）が翻訳・編集しています。

全ての情報をご覧になりたい場合、日本語訳が不明な場合などは、適宜、英語版をご参照下さい。

日々の更新情報は、可能な限り時間遅れなく翻訳を提供するよう努めています。

## EMF発生源

日常生活で遭遇する電磁界の人工発生源の

**Epidemiological studies on mobile communications** 267研究

Brain cancer 105研究

Hypersensitivity/well-being/subjective complaints 75研究

Other 72研究

Other types of cancer 40研究

Leukemia/lymphoma 15研究

Experimental studies on mobile communications 1163研究

Health 438研究

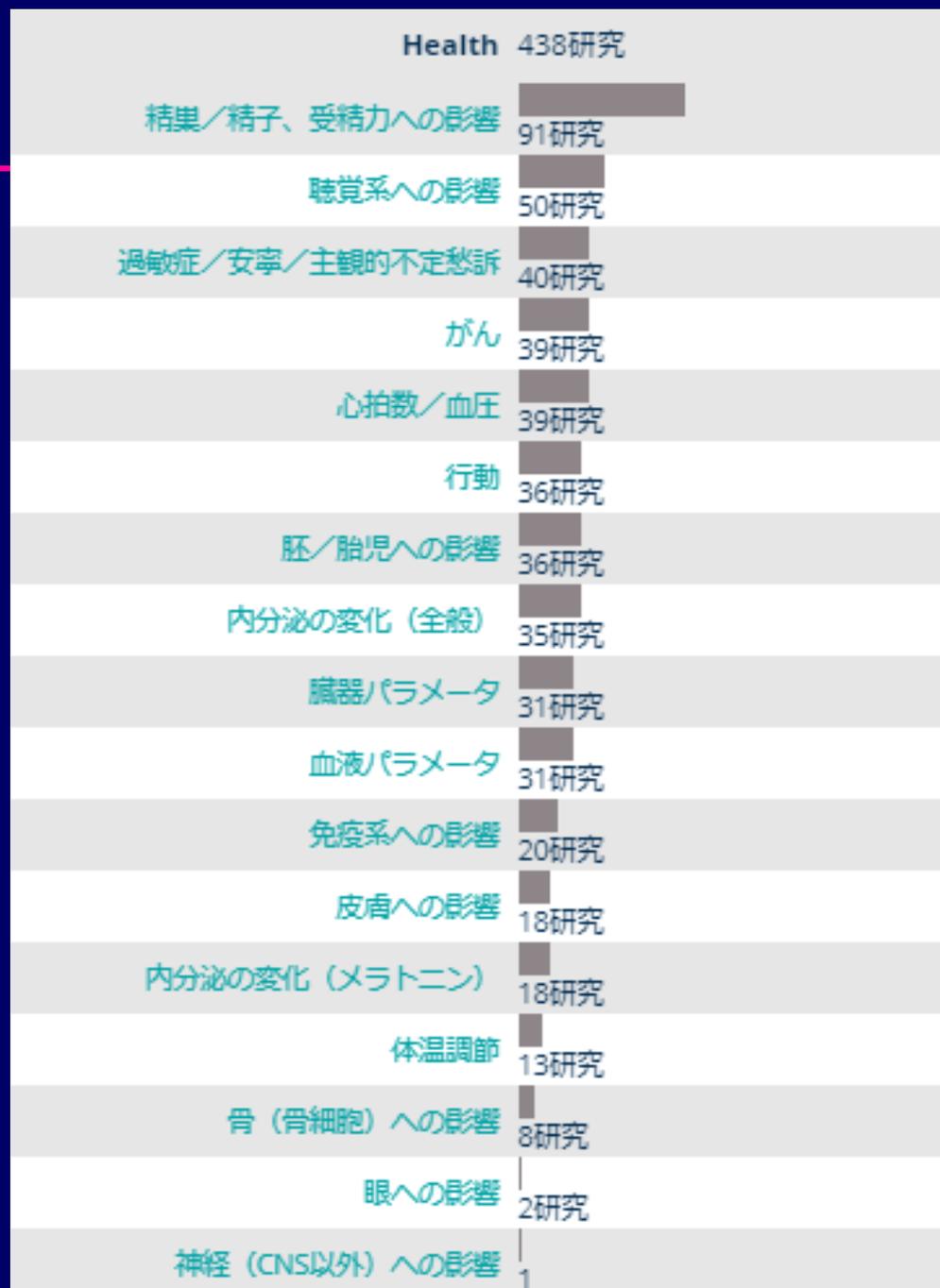
Brain 361研究

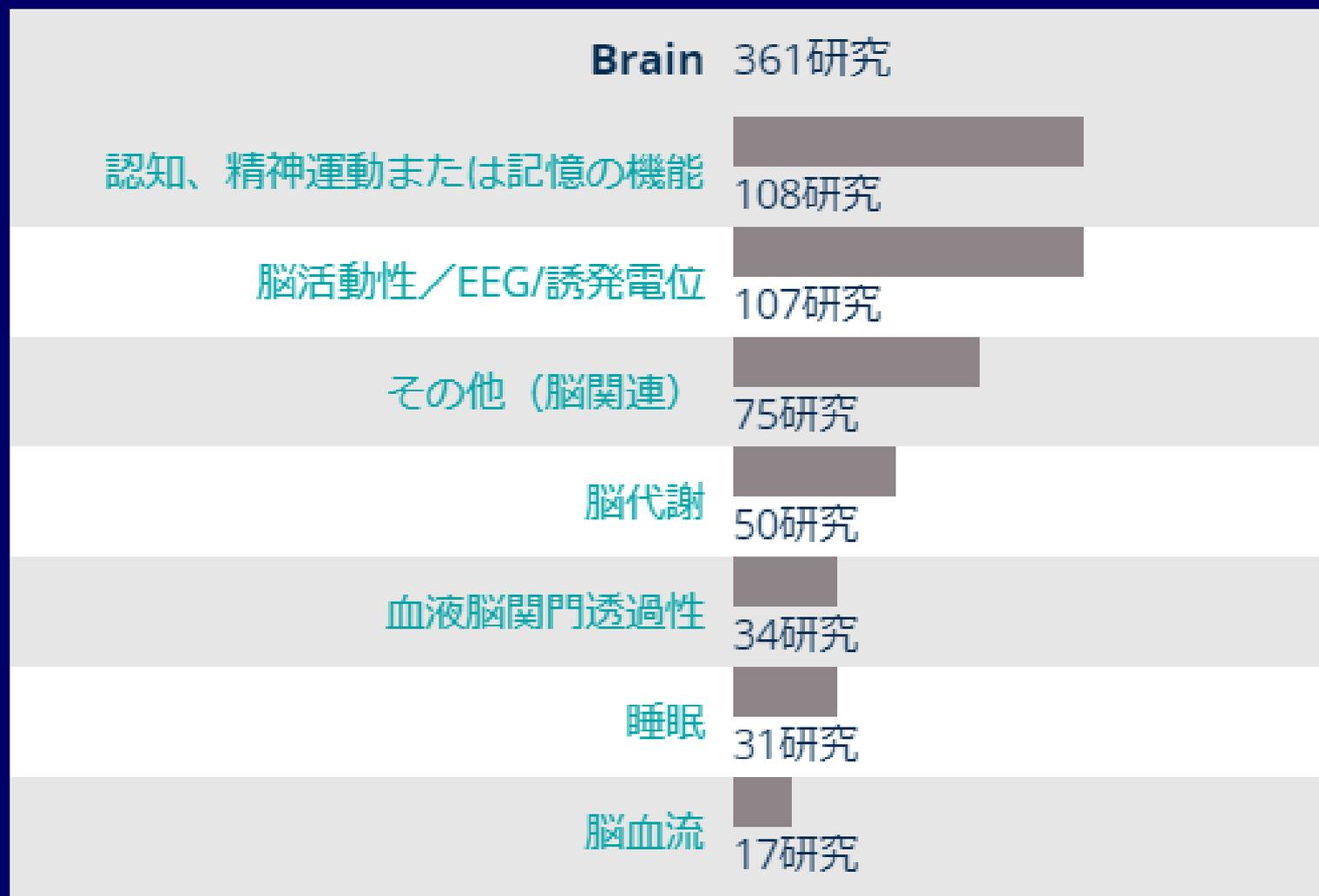
DNA 358研究

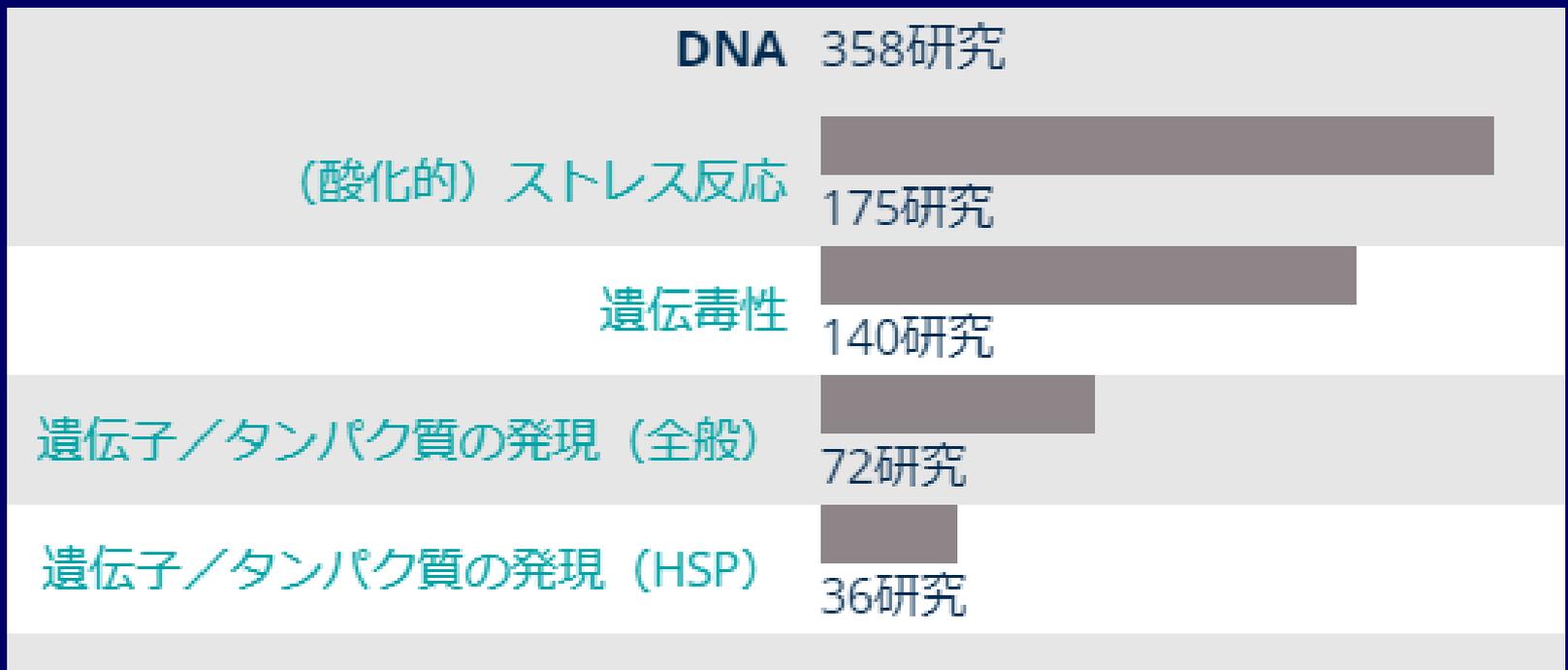
Cells 150研究

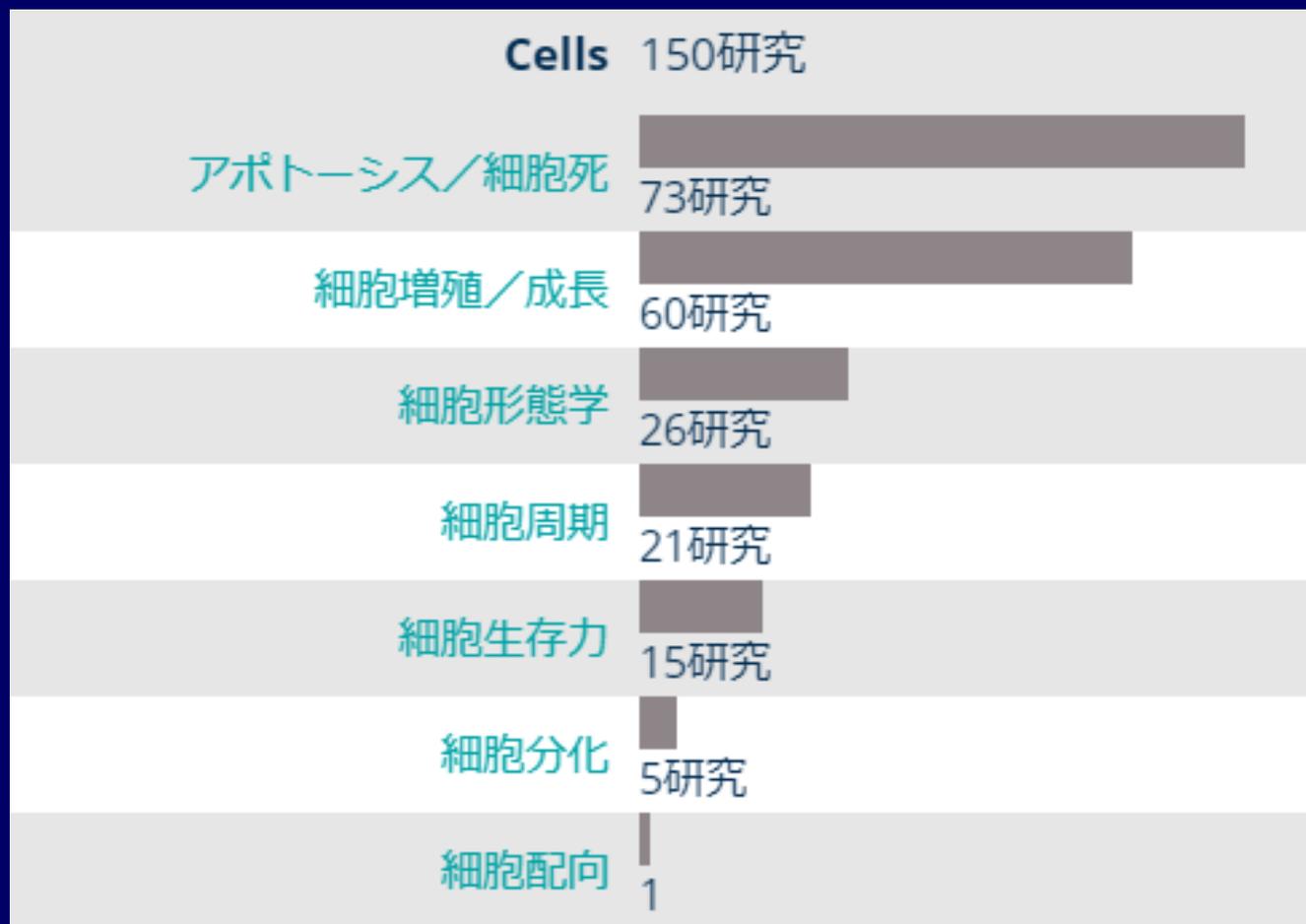
Other 129研究

Cell functions 75研究









Cell functions 75研究

全般的な細胞機能 25研究

酵素活性 22研究

信号変換 17研究

(細胞内) カルシウム濃度 14研究

**Epidemiological studies on the effects of low and radio frequency on children**

258研究

Leukemia

112研究

Pregnancy outcomes

64研究

Other health effects

61研究

Brain/CNS tumor

58研究

Other types of cancer

29研究

Cancer (unspecified)

18研究

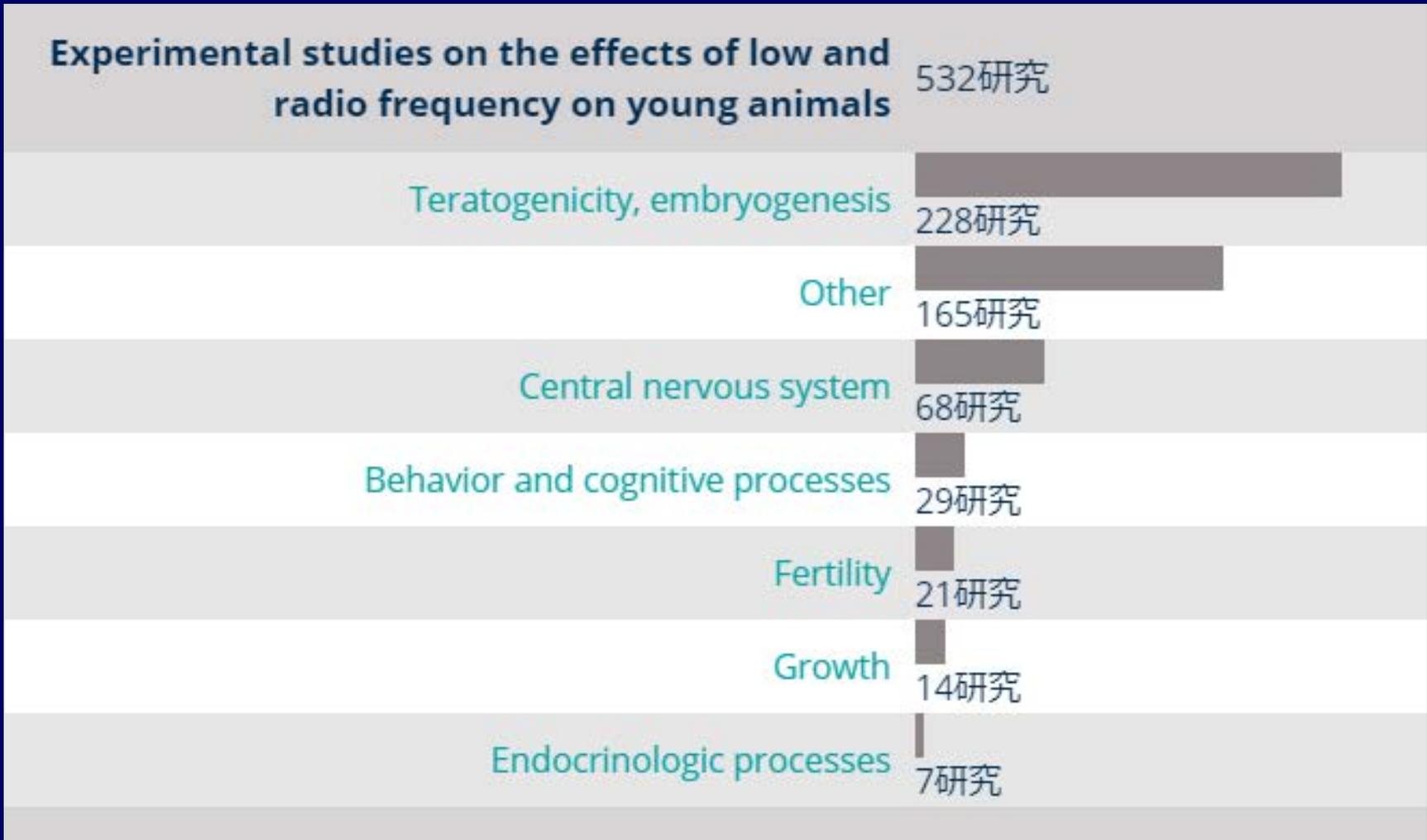
Lymphoma

17研究

# 電波の子供への影響に関する疫学研究

---

|         |     |
|---------|-----|
| 白血病     | 16件 |
| 妊娠      | 15件 |
| その他     | 45件 |
| 脳・CNS腫瘍 | 13件 |
| 他のがん    | 4件  |
| 非特定のがん  | 6件  |
| リンパ腫    | 2件  |



# 電波の幼若動物への影響に関する実験研究

---

|     |     |
|-----|-----|
| 奇形  | 87件 |
| その他 | 78件 |
| CNS | 50件 |
| 行動  | 15件 |
| 生殖  | 10件 |
| 成長  | 5件  |
| 内分泌 | 4件  |

# ARIBの電磁環境委員会の 委託で行った調査研究

## 2013 年度<sup>↵</sup>

【2013-1】 携帯電話由来の電波が精子に与える影響についての研究<sup>↵</sup>

## 2010 年度<sup>↵</sup>

【2010-1】 携帯電話と頭痛との関連性についての研究<sup>↵</sup>

## 2008 年度<sup>↵</sup>

【2008-1】 携帯電話電波の脳細胞に及ぼす影響についての研究<sup>↵</sup>

【2008-2】 REFLEX プロジェクト実験の再現実験についての研究<sup>↵</sup>

## 2006 年度<sup>↵</sup>

【2006-1】 閉空間における電波強度についての研究（測定結果の EMCJ 発表）<sup>↵</sup>

【2006-2】 携帯電話電波の生殖器に与える影響についての研究<sup>↵</sup>

## 2005年度<sup>↵</sup>

【2005-1】携帯電話電波の脳血流に与える影響に関する再現実験<sup>↵</sup>

## 2004年度<sup>↵</sup>

【2004-1】携帯電話の電波による脳の血液脳関門の機能への影響の調査<sup>↵</sup>

【2004-2】列車内電波強度についての研究（測定結果の発表）<sup>↵</sup>

【2004-3】携帯電話使用中の聴性中潜時(MLR)反応の変化に対する研究<sup>↵</sup>

## 2003年度<sup>↵</sup>

【2003-1】携帯電話使用中の聴性脳幹反応の変化に対する研究<sup>↵</sup>

## 2002 年度

【2002-1】 携帯電話の側頭葉抑制性介在ニューロンへの影響

【2002-2】 近傍電磁界ばく露による幼少ラットの脳機能に及ぼす影響研究 —1.5

GHz in vivo ばく露実験における幼若ラットの頭部局所ばく露の実現

## 2000 年度

【2000-1】 携帯電話によるヒト聴覚野への影響

【2000-2】 携帯電話で用いられる 1.5GHz 電磁波の脳組織に対する影響—Big

Blue Mutant Assay による変異原性検索

【2000-3】 電磁波の頭部局所ばく露による脳細胞の遺伝子障害性に関する研究 —

局所ばく露装置の開発と評価

## 1999 年度

【1999-1】高周波電磁波の発がんに及ぼす影響

【1999-2】携帯電話電磁場のヒト中枢神経への影響に関する研究

【1999-3】携帯電話電磁場のヒト中枢神経への影響に関する研究—中枢神経部位  
における吸収電力の評価

【1999-4】携帯電話電磁場のヒト中枢神経への影響に関する研究—局所ばく露装  
置の開発と評価—

【1999-5】携帯電話からの高周波ばく露に関する細胞生物学的影響調査