

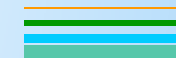
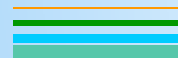


生体電磁環境に関する検討会

～国際がん研究機関(IARC)による
電波の発がん性評価について～

宮越 順二
京大大学生存圏研究所

日時: 平成23年7月22(金)[10:00～]
場所: 総務省 第1特別会議室



～電磁波生体影響を評価する主な研究内容～

研究分類	対象	研究内容
細胞実験研究	細胞	細胞増殖、DNA合成、染色体異常、姉妹染色分体異常、小核形成、DNA鎖切断、遺伝子発現、シグナル伝達、イオンチャンネル、突然変異、トランスフォーメーション、細胞分化誘導、細胞周期、アポトーシス、免疫応答など
動物実験研究	実験動物 (ラット、 マウスなど)	発がん(リンパ腫、白血病、脳腫瘍、皮膚がん、乳腺腫瘍、肝臓がんなど)、生殖や発育(着床率、胎仔体重、奇形発生など)、行動異常、メラトニンを主とした神経内分泌、免疫機能、血液脳関門(BBB)など
疫学研究	ヒト	発がんやがん死亡(脳腫瘍、小児および成人白血病、乳がん、メラノーマ、リンパ腫など)、生殖能力、自然流産、アルツハイマー症など
人体影響	ヒト	心理的・生理的影響(疲労、頭痛、不安感、睡眠不足、脳波、心電図、記憶力など)、メラトニンを主とした神経内分泌、免疫機能など

～世界保健機関(WHO)の役割～



WHO (世界保健機関)
(World Health Organization)

◎ 国際電磁界プロジェクト(1996年～)
(International EMF Project)

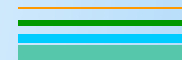
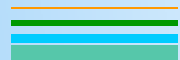
ワークショップの開催や推進すべき研究の提示など

〈環境保健クライテリア(EHC)の策定〉
〈モノグラフ刊行〉
発がん以外の健康影響も含めて評価



IARC (国際がん研究機関)
(International Agency for Research on Cancer)

〈発がん性評価〉
〈モノグラフ刊行〉



～ IARC-電波の発がん性評価会議～

International Agency for Research on Cancer



IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans

**Volume 102: Non-Ionizing Radiation, Part II: Radiofrequency
Electromagnetic Fields [includes mobile telephones, microwaves, and radar]
Lyon, May, 24-31 2011**

国際がん研究機関 (IARC) のヒトへの発がん性評価モノグラフ

第102巻： 非電離放射線 (Part II) :
〈高周波 (Radiofrequency) 電磁波〉

2011年5月24日～31日 (リヨン、フランス)

～IARCの発がん性評価の過程～

1. IARCによるワーキンググループメンバー(専門家)の選定。(世界各国より20～30名程度)
2. ワーキンググループによる、論文の精査とモノグラフの作成。
3. ヒトの疫学研究と動物実験の発がん性について、ワーキンググループは以下の5分類から1つを決定。
 - ①十分な証拠 ②限定的な証拠 ③不十分な証拠 ④発がん性のない証拠
 - ⑤データがない
4. 細胞実験による発がん性評価やメカニズムについての論文精査を加えて、ワーキンググループメンバーの投票により、以下の最終分類から評価。
 - グループ1 (Carcinogenic to humans) 作用因子は、ヒトに対して発がん性を示す。
 - グループ2A (Probably carcinogenic to humans) 作用因子は、ヒトに対しておそらく発がん性を示す。
 - グループ2B (Possibly Carcinogenic to humans) 作用因子は、ヒトに対して発がん性があるかも知れないことを示す。
 - グループ3 (Unclassifiable as to carcinogenicity to humans) 作用因子は、ヒトに対して発がん性について分類できない。
 - グループ4 (Probably not carcinogenic to humans) 作用因子は、ヒトに対しておそらく発がん性を示さない。

～作業部会参加専門家リスト～

(15ヶ国、30人)



Members

Bruce Armstrong (Australia)
Malcolm Sim (Australia)

Luc Verschaeve (Belgium)
Etienne Degraeve (Belgium)

James McNamee (Canada)
Jack Siemiatycki (Canada)

Jukka Juutilainen (Finland)
Dariusz Leszczynski (Finland)

René de Seze (France)
Jean-François Doré (France)

Maria Blettner (Germany)
Clemens Dasenbrock (Germany)

Tomoyuki Shirai (Japan)
Junji Miyakoshi (Japan)

Nam Kim (Korea)

Stanislaw Szmigielski (Poland)

Igor Y. Belyaev (Slovak Republic)

Elisabeth Cardis (Spain)

Lennart Hardell (Sweden)

Meike Mevissen (Switzerland)

Simon Mann (United Kingdom)

Jonathan M. Samet (USA) (Overall Chair)

Carl F. Blackman (USA)

Peter D. Inskip (USA)

David L. McCormick (USA)

Ronald Melnick (USA)

Christopher J. Portier (USA)

David B. Richardson (USA)

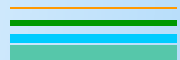
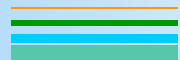
Martin Röösli (USA)

Vijayalaxmi (USA)

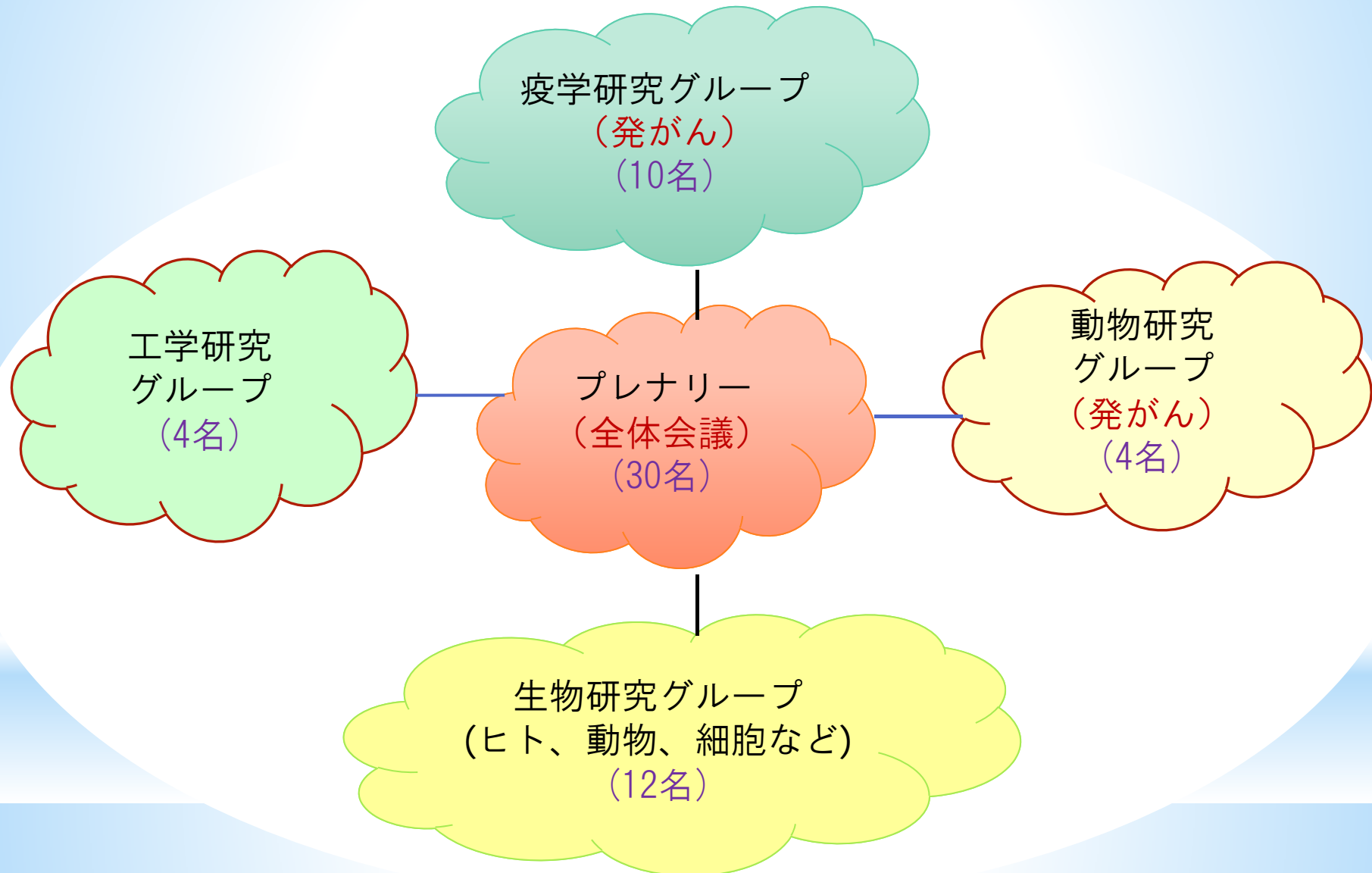


～IARCの発がん性評価の意味～

IARC(国際がん研究機関)の発がん性評価は、対象となる作用因子(物理的因子、化学的因子、特殊な環境的因子など)による発がんの性質の程度をグループ別に分類するものであり、定量的な評価をするものではない。



～ IARC, 発がん性評価専門家グループの構成 (ワーキンググループ)～



～疫学研究の評価(その1)～

無線電話使用と神経膠腫(Glioma)

1. コホート研究(デンマーク)*:
 - 期間: 1982～1995年
 - 結果: 無線電話使用者の神経膠腫の発生率は全国平均と差はない。
2. 症例-対照研究(初期の3件)**:
 - 結果: 時間-傾向分析で、携帯電話使用者の脳腫瘍増加については、認められない。

◎ ばく露評価の不正確さや携帯電話の使用頻度が低いことなどから、ワーキンググループは、評価のための情報不足と判断した。

* Schuz J, Jacobsen R, Olsen JH, Boice JD Jr, McLaughlin JK, Johansen C. Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort. *J Natl Cancer Inst* 2006; 98: 1707-13.

**

1. Muscat JE, Malkin MG, Thompson S, et al. Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA* 2000; 284: 3001-07.
2. Inskip PD, Tarone RE, Hatch EE, et al. Cellular-telephone use and brain tumors. *N Engl J Med* 2001; 344: 79- 86.
3. Auvinen A, Hietanen M, Luukkonen R, Koskela RS. Brain tumors and salivary gland cancers among cellular telephone users. *Epidemiology* 2002; 13: 356-59.

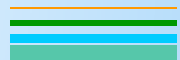
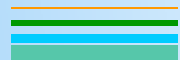
～疫学研究の評価(その2)～

携帯電話使用と神経膠腫(Glioma)

1. インターホン研究(The INTERPHONE study)*:
 - 症例-対照研究: 携帯電話使用者/非使用者のオッズ比(OR)は0.81 (95% CI; 0.70-0.94)
 - 通話時間: 最長群(>1640時間)において、ORは1.40(95%CI; 1.03-1.89)
 2. スウェーデン研究のプール分析**:
 - 症例-対照研究: 1年以上の携帯電話使用者/非使用者のORは1.3 (95% CI; 1.1-1.6)
 - 使用時間: 最長群(>2000時間)において、ORは3.2 (95%CI; 2.0-5.1)
- ◎ これらの結果は、バイアスの可能性を完全には排除できないが、RFばく露と神経膠腫の因果関係を示唆している。

* Cardis E, Armstrong BK, Bowman JD, et al. Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones—results from five Interphone countries. *Occup Env Med* 2011; published online June 9. DOI:10.1136/oemed-2011-100155.

** Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *Int J Oncol* 2011; **38**: 1465-74



～疫学研究の評価(その3)～

携帯電話使用と聴神経鞘腫(acoustic neuroma)

1. インターホン研究(The INTERPHONE study)*:
 - グリオーマの結果とほぼ同様の傾向(通話期間が最大5年に渡り、通話時間最長群(>1640時間)においてのみ、聴神経鞘腫の有意な増加)を示している。
2. スウェーデン研究のプール分析**:
 - グリオーマの結果とほぼ同じ。長期携帯電話使用者の聴神経鞘腫が増加している。
3. 日本の疫学研究***:
 - 携帯電話使用と同側において、聴神経鞘腫の増加を示している。

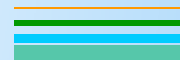
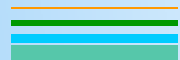
- ◎ 1日20分以上の通話時間(診断1年前): ORは2.74(95%CI: 1.18-7.85)
- ◎ 1日20分以上の通話時間(診断5年前): ORは3.08(95%CI: 1.47-7.41)
- ◎ 1日20分以下の通話時間 → 有意な聴神経鞘腫の増加は認められない。

◎ 症例数はグリオーマに比べ少ないが、上記の疫学研究結果は聴神経鞘腫と携帯電話使用との因果関係を示唆している。ただし、聴神経鞘腫と携帯電話使用の関連性に、否定的な疫学研究もある。

* Cardis E, Armstrong BK, Bowman JD, et al. Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones—results from five Interphone countries. *Occup Env Med* 2011; published online June 9. DOI:10.1136/oemed-2011-100155.

** Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *Int J Oncol* 2011; **38**: 1465-74.

*** Sato Y, Akiba S, Kubo O, Yamaguchi N. A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Bioelectromagnetics* 2011; **32**: 85-93.



～疫学研究の評価(その4)～

<携帯電話使用とその他の腫瘍>

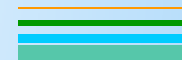
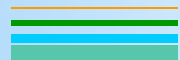
髄膜腫 (meningioma), 耳下腺腫瘍 (parotid-gland tumours), 白血病 (leukaemia), リンパ腫 (Lymphoma), その他の腫瘍については、携帯電話使用との因果関係を示す証拠は“不十分”であると判断した。

<職業ばく露と発がん性>

職業的なRFばく露と脳腫瘍、白血病、リンパ腫、目の黒色腫 (uveal melanoma) および精巣 (testis) がん、乳 (breast) がん、肺 (lung) がん、皮膚 (skin) がんについても、方法論的限界 (ばく露評価、交絡因子など) により、RFばく露との因果関係を示すには“不十分”であると判断した。

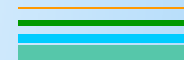
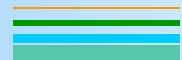
<環境ばく露(ラジオ、テレビ、基地局などからの電波)と発がん性>

証拠は“不十分”であると判断した。



～疫学研究の評価(その5)～

これまでの疫学研究結果を総合すると、一部の“陽性結果”を判断材料の基礎として、ワーキンググループは、「限定的証拠(Limited evidence in humans)」と評価した。なお、ワーキンググループの数人のメンバーからは、現時点での、ヒトにおける発がん性の証拠は「不十分(insufficient)」であるとの意見も出された。



～実験動物研究の評価(その1)～

1. ラットやマウスの2年間ばく露による発がん研究では、(陽性1件：陰性6件)RFばく露による発がんを示す証拠は認められない。
2. 発がんし易い動物を用いた研究や、(陽性2件：陰性10件)イニシエーションプロモーションモデルを用いた研究(陽性1件：陰性17件)では、RFばく露が発がんを増加するという一致した証拠は認められない。
3. 複合的発がん研究 (Co-carcinogenesis studies) では、6件中(陽性4件：陰性2件)、4件(ENU, MX, BPとの複合)*において発がんの増加が報告されており、ワーキンググループはRFばく露と発がんの因果関係を支持する証拠とした。

- ENU: N-ethylnitrosourea
- MX: 3-chloro-4-(dichloro methy)-5-hydroxy-2(5H)-furanone
- BP: benzo(a)pyrene

～実験動物研究の評価(その2)～

これまでの実験動物研究の結果を総合すると、陰性の結果が多いものの、一部の複合的発がん研究の“陽性結果”は発がんの証拠として認められ、ワーキンググループは、「限定的証拠 (Limited evidence in experimental animals)」と評価した。



～ヒト(疫学除く)、動物(発がん除く)、および 細胞研究の評価～

遺伝毒性(ヒト、動物、ヒト細胞、動物細胞、ショウジョウバエ、大腸菌など)、突然変異、免疫機能、遺伝子発現(RNA、タンパク)、細胞情報伝達、酸化ストレス、アポトーシス、増殖能力、血液脳関門(BBB)など、数百編の論文を精査した。一部の論文で“陽性”を示す結果があるものの、ワーキンググループの総合的判断として、「発がんメカニズムについては、弱い証拠 (Weak mechanistic evidence) 」として評価した。

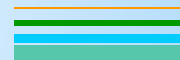
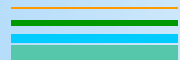


～IARCのRF電磁波発がん性—総合評価～

ヒトの疫学研究および実験動物の発がん研究について、それぞれ「限定的証拠」と評価した。細胞研究などの「メカニズムとしての弱い証拠」も含めて、ワーキンググループのRF発がん性総合評価は、

「グループ 2 B (Possibly carcinogenic to humans) (発がん性があるかもしれない)」と決定した。

なお、この評価結果は大多数のワーキンググループメンバーより支持されたものである。



～ IARC-電波の発がん性評価結果の速報(プレスリリース)～

International Agency for Research on Cancer



World Health
Organization

PRESS RELEASE
N° 208

31 May 2011

IARC CLASSIFIES RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS AS POSSIBLY CARCINOGENIC TO HUMANS

Lyon, France, May 31, 2011 -- The WHO/International Agency for Research on Cancer (IARC) has classified radiofrequency electromagnetic fields as **possibly carcinogenic to humans (Group 2B)**, based on an increased risk for **glioma**, a malignant type of brain cancer¹, associated with wireless phone use.

～ IARCによる発がん性の分類とその主な例～

発がん性の分類及び分類基準	既存分類結果 [942例]
グループ1：発がん性がある (Carcinogenic to humans)	アスベスト、カドミウムおよびカドミウム化合物、ホルムアルデヒド、γ線照射、X線照射、太陽光ばく露、アルコール飲料、コーラ、受動的喫煙環境、タバコの喫煙 [他を含む107例]
グループ2A：おそらく発がん性がある (Probably carcinogenic to humans)	アクリルアミド、アドリアマイシン、ベンズアントラセン、ベンゾピレン、シスプラチン、メタンスルホン酸メチル、紫外線A、B、C、ディーゼルエンジンの排気ガス、ポリ塩化ビフェニル、太陽灯(日焼け用ランプ) [他を含む59例]
グループ2B：発がん性があるかもしれない (Possibly Carcinogenic to humans)	アセトアルデヒド、AF-2、プレオマイシン、クロロホルム、ダウノマイシン、鉛、極低周波磁界、高周波(RF)電磁波、メルファラン、メチル水銀化合物、マイトマイシンC、フェノバルビタール、コーヒー、ガソリン [他を含む267例]
グループ3：発がん性を分類できない (Unclassifiable as to carcinogenicity to humans)	アクチノマイシンD、アンピシリン、アントラセン、ベンゾ(e)ピレン、コレステロール、ジアゼパム、蛍光灯、静磁界、静電界、極低周波電界、エチレン、6-メルカプトプリン、水銀、塩化メチル、フェノール、トルエン、キシレン、茶 [他を含む508例]
グループ4：おそらく発がん性はない (Probably not carcinogenic to humans)	カプロラクタム(ナイロンの原料) [1例]

～IARC-RF電磁波発がん性評価概要の論文発表～

IARC-RF 発がん性評価の概要は、「News: Carcinogenicity of Radiofrequency electromagnetic fields」のタイトルで、The Lancet Oncology (online June 22, 2011)に掲載された。

～IARCモノグラフ～

RF (radiofrequency) 電磁波の発がん性評価について、ワーキンググループは、その詳細を

**IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans
Volume 102: Non-Ionizing Radiation, Part II:
Radiofrequency Electromagnetic Fields**

として、モノグラフをまとめた。

2011年秋か、来年にかけてIARCから出版される予定である。



～まとめとこれから～

○ IARCの発がん性評価

疫学研究、動物実験ともに「限定的」評価を基礎に、RF電磁波の総合評価は「グループ2B」と決定された。

○ これからの研究

1. **疫学研究**: 若者(子供)の脳腫瘍と携帯電話使用「Mobi-Kids研究」
(the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013)、日本を含む14カ国参加 (<http://www.mbkds.com/>) など
2. **動物研究**: 複合ばく露(Co-carcinogenesis)の陽性結果に対する再現実験の必要性など
3. **細胞研究**: 複合ばく露(Co-carcinogenesis)によるRFの修飾効果、細胞機能、特に、化学的遺伝毒性(DNA損傷)に対する修復過程への影響解析など

○ WHO

IARCのRF電磁波発がん性評価を受けて、発がん以外の健康影響を含めた総合評価 (Environmental Health Criteria) (2013年?)