

欧州環境庁（EEA）

『早期警告からの遅すぎる教訓：科学、予防原則、革新』

要約

目次

謝辞	5
序文	6
1 イントロダクション	9
パート A 健康への害からの教訓	
2 予防原則と誤った警告—学んだ教訓— ステフェン・フォス・ハンセン、ジョエル・A・ティッカー	12
3 ガソリンの中の鉛は「精神状態を壊す」 ハーバート・ニードルマン、デイビッド・ギー	13
4 飲み込むには多すぎる：主要な水の PCS 汚染 デイビッド・オゾノフ	14
5 水俣病：民主主義と正義のための挑戦 頼藤貴志、津田敏秀、原田正純	15
6 ベリリウムの「公的関連問題」 デイビッド・マイケル、セレステ・モンフォートン	16
7 タバコ産業の調査の不正操作 リサ・A・ベロ	17
8 塩化ビニル：秘密主義の伝説 モーランド・ソフリッティ、ジェニファー・ベス・サス、バリー・キャッスルマン、デイビッド・ギー	18
9 殺虫剤 DBCP と男性の不妊 エウラ・ビンガム、セレステ・モンフォートン	19
10 ビスフェノール A:論争する科学、相違する安全評価 アンドレアス・ギェス、アナ・M・ソートー	20
11 DDT：沈黙の春から 50 年 ヘンク・ボウマン、リアナ・ボアマン、ヘンク・ファン・デン・ベルク、ヘンリック・キリーン	21

パート B 生態系から新たに現れた教訓

12 促進する殺虫剤アンチファウランツ：歴史は繰り返すのか？ アンドリュウ・R・G・ライス、ジェームス・W・リードマン	
13 水環境のエストロゲン製剤-----	23
スーザン・ジョブリング、リチャード・オーウェン	
14 気候変動：科学と予防原則-----	24
ハートマス・グラスル、バート・メッツ	
15 水害：早期警告システムについての教訓-----	25
ズビグニュ・W・クンゼヴァイツ	
16 種子粉衣体系殺虫剤とミツバチ-----	26
ローラ・マキシム、ジェローン・ファン・デル・スルージェス	
17.生態系と変化の力学を扱う-----	27
ジャクリーン・マックグレイド、シビリー・ファン・デン・ホーヘ	
パート C 新しく現れた問題	
18 チェルノブイリからの遅すぎる教訓、フクシマからの早期警告-----	28
ポール・ドーフマン、アレクサンドラ・フシック、ステファン・トーマス	
19 革新への切望：GM 作物から農業生態学へ-----	29
デイビッド・クイスト、ジャック・A・ハイネマン、アン・I・ミール、イ ウ リー・アスラクセン、シルヴィオ・ファントウィック	
20 侵略的外来種：増大しているのに放置されている脅威？-----	30
サラ・ブルーネル、エラディオ・フェルナンデス-ガリアーノ、ピエロ・ジェ ノベッシ、ベルモン・H・ヘイウッド、クリストフ・クウェッファー、デイ ビ ッド・M・リチャードソン	
21 携帯電話使用と脳腫瘍のリスク：早期警告、早期行動？-----	31
レナート・ハーデル、マイケル・カールベルグ、デイビッド・ギー	
22 ナノテクノロジー 早期警告からの早期教訓-----	32
ステフェン・フォス・ハンセン、アンドリュウ・メイナード、アンダース・ バウン、ジョエル・A・ティックナー、ディアナ・M・ボウマン	
パート D コストと正義と革新	
23 何もしないことの理解と経理-----	33
ミカエル・スコウ・アンデルセン、デイビッド・ウウェイン・クラブ	
24 早期警告者と後の被害者の保護-----	34
カール・クレイナー	
25 なぜ企業は早期警告への予防に反応しなかったのか？-----	35

マーク・レ・メネストレルとジュリアン・ロード

パート E 科学と管理の影響

26 予防的意思決定のための科学-----36

フィリップ・グラジーン

27 多い予防か、少ない予防か？-----37

デイビッド・ギー

28 結論-----28

報告書のフル・バージョンは下記で見ることができる。

<http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2>

21 携帯電話使用と脳腫瘍のリスク：早期警告、早期行動？

レナート・ハーデル、マイケル・カールベルグ、デヴィッド・ギー¹

2011年、世界保健機関の国際がん研究機関（IARC）は、携帯電話と、同様の非電離放射線の電磁界（EMFs）を発生させるその他の機器からの電磁波を、グループ 2B、つまりヒトに対して発がん性の「可能性」がある、と分類した。9年前に IARC は、頭上の電力送電線からの磁場を、同じ 2B に分類している。

携帯電話に関する IARC の決定は、携帯電話使用と脳腫瘍の潜在的な関連性に関する、ヒトを対象にした 2 組の症例対象研究に主に基づいている。それは、IARC インターフォン研究とスウェーデンのハーデル・グループの研究だ。どちらの研究も、相補性があり、概して互いに支持的な結果を提示した。本章は、2011年の IARC 決定に至る議論とレビューだけでなく、二つのグループ—そして異なる結論を導いた他のグループの—研究の報告を述べる。また、様々なグループが、権威ある IARC 評価を大きく相違して、どのように解釈したかも記述する。

携帯電話と脳腫瘍について、今までにいくつかのメタ・アナリシスと論評がこれまでに発表されている。それらは、この問題について疫学的に行なっている問題、これまでに発表された主な研究の方法論的な限界、そしてそれらの結果の解釈の難しさについて述べている。

脳腫瘍発症率の国レベルのデータは、症例対象研究で観察された携帯電話と脳腫瘍の関連性を、適格または不適格にするために使うことができるだろう、と提唱されてきた。しかし、方法論的な欠点に加えて、全体的な発症率に影響する他の因子があるかもしれない。例えば、記述的な研究でわかっていない、脳腫瘍の他のリスク因子への被曝の変化などだ。がんの発症は、病気の開始、進行、促進によって決まる。無線周波数電磁界の発がんメカニズムは、はっきりしていないので、脳腫瘍発症に関する記述的データは有用性が限られているという見解を支持する。

この章は、多様な研究の検討と IARC 発がん分類の考慮における携帯電話産業の無気力さを、そして潜在的な健康リスクについて、豊富で一貫した情報を公衆に提供することにメディアが失敗したことを指摘する。IARC 発がん性分類も、電磁波の広範な発生源から公衆衛生を守るという政府の責任の認識に、大きな影響を与えなかったことも示す。

携帯電話通信の利便性は多数あるが、そのような利便性は、危害が広範囲に

¹ 本章は Cnacer-och Allergifonden and Cancerhjälpen に資金提供された。ハーデル・グループのさまざまな発表で同僚による寄与は謝辞された。

広まる可能性を考慮する必要がある。今、頭部への被曝を減らすための予防（原則）的行動は、存在するかもしれない脳腫瘍のあらゆるリスクの大きさと深刻さを限定的なものにするだろう。被曝削減は、脳腫瘍の症例研究で検討されていない、その他の潜在的な害を減らすことにも役立つだろう。

神経膠腫と聴神経腫を発症した無線電話を長時間使うヘビーユーザーの労働者は補償されなくてはいけない、とする証拠が増えている。世界初の判決は、2012年10月12日に確定した。イタリア最高裁判所は、労働者のための保険団体（INAIL）が、無線電話を12年間使って脳の神経腫になった会社員に補償を与えなくてはいけない、とした前判決に対する上告を棄却した。

21.1 イントロダクション

2011年5月31日、世界保健機関の国際がん研究機関（IARC）は、携帯電話と、それと同様の非電離放射線の電磁界（EMFs）を発生させる、その他の機器からの放射線電磁界をグループ2B、つまりヒトに対して発がん性の「可能性」がある、と分類した。9年前にIARCは、頭上の電力送電線からの磁場も、2Bに分類している。

携帯電話に関するIARC決定は、主に2組のヒトを対象にした症例対照研究に基づいている。それは、IARC インターフォン[Interphone] 研究とスウェーデンのハーデル[Hardell]・グループの研究だ。どちらの研究も相補性があるが、だいたい相互に支持する結果になった。

だが、携帯電話で脳腫瘍になる可能性に関するこれらの症例研究は、なぜ始まったのか？

21.2 ハーデル・グループ研究-1999～2011年

スウェーデンはイスラエルと並んで、世界で最初に無線電話通信技術を広く採用した国の一つだ。アナログ式電話（NMT、北欧携帯電話システム）は450メガヘルツ（MHz）と900MHzの電磁界の両方を使って1980年代初めに導入された。NMT450はスウェーデンで1981年から運用されたが、2007年12月31日に停止され、一方、NMT900は1986～2000年まで運用された。

二つの周波数帯、900MHzと1800MHzを使うデジタル式システム（GSM、汎ヨーロッパ・デジタル移動通信システム）は、1991年に運用が始まり、現在、市場で優位を占めている。1900/2000MHzのRF電磁界を使う第三代携帯電話、3GまたはUMTS（万国移動通信システム）は、数年前から世界的に導入され、スウェーデンは2003年から利用されてきた。目下、800/2600MHzで運用する第四世代、4Gと、電話中継無線通信（TETRA、380～400MHz）がスウェーデンと他のヨーロッパ諸国で導入されているところだ。

デスクトップ・コードレス電話（例えば強化型デジタル式コードレス電話、

DECT) は、スウェーデンでは 1988 年から利用されていた。最初はアナログ式 800-900MHz を使っていたが、1990 年代初めからデジタル式 1900MHz システムが利用されるようになった。

現在、スウェーデンでは携帯電話が固定電話よりも利用されている。

(<http://www.pts.se/upload/Rapporter/Tele/2011/sv-telemarknad-halvar-2011-pts-er-2011-21.pdf>)。

それらの放射線電磁界への被曝と使用の実際の増加は、1990 年代末からあった。無線電話は無線周波数 (RF) 電磁界を発生させ、片手で持てるタイプの電話を使っている間、脳を主な標的器官にする (Cardis 等、2008)。

著者らの一人(レナート・ハーデル)は、送電線からの超低周波(ELF)電磁界への被曝による発がんリスクを評価したスウェーデン委員会において、彼の積極的参加によって始められた、この研究分野に関心を持った。その結論は、送電線からの距離に従って小児白血病のリスクが増える、というものだった(Hardell 等,1995)。2002 年に IARC は、送電線などからの ELF 電界と磁界はヒトに対する発がん性の可能性があるグループ 2B 発がん性物質だ、と結論を出した (IARC,2002)。

文献のレビューによると、電子機器産業で脳腫瘍のリスク増加が見られるようだった (Hardell 等、1995)。脳腫瘍のリスク増加を、症例対照研究でさらに調査することが決定された。しかし当時、携帯電話産業に対するアメリカでの裁判にも、いくつかのメディアが注目していた。

それは、携帯電話を繰り返し使用したために、ある女性は命に関わる脳腫瘍になったと主張していた。ロサンゼルス・タイムス紙の見出しは「過剰な携帯電話電磁波が有害性の疑問を提起する裁判」だった (Carlo と Scharm、2001)。そこで、下記で簡潔に述べた症例対照研究につながる 4 件の研究の最初で、携帯電話に関する質問を加えることが決まった。

これは、長期使用のデータがいくつかある他の著名な発表論文やインターフォン研究、RF とがんの証拠に関する IARC 評価、そして関連する反応と議論によって追求された。

その目的は、この研究分野の全体的な論評をすることではないし、無線電話の使用に関する脳腫瘍リスクのメタ分析を伴う他の発表論文で見られがちな RF 被曝の潜在的な他の影響を扱うことでもない (Hardell 等、2006d ; 2009 ; Myung 等、2009 ; Cardis と Sadezki,2011;Levis 等 2011 ; IARC モノグラフ、印刷中)。

21.3 携帯電話使用と脳腫瘍に関する最初のハーデル・グループ研究—1999 年

1999 年、スウェーデンのハーデル・グループは、脳腫瘍と携帯電話の使用に関する彼らの最初の症例対象研究の結果を発表した (Hardell 等、1999a)。合計

で、参入基準を満たした症例群の 209 人 (90%) と対照群の 425 人 (91%) が、郵送アンケートに回答した。全体的に、携帯電話の使用と脳腫瘍の関連性はみられなかった。

アナログ式携帯電話(NMT)の使用と 10 年以上の潜伏期間でわずかなリスク増加 (しかし、統計学的に有意ではない) が見られた。オッズ比(OR)は 1.20 倍 (95%信頼区間: CI=0.56-2.59) だった。脳の側頭葉²、または後頭葉、側頭頂葉部にある腫瘍のリスクは、同側³被曝で増えた。OR は 2.42 倍 (95%CI=0.97-6.05) だった。(Hardell 等、1999a、2001)。

しかし、全ての結果は、少人数の被曝対象者と組織病理学的に異なる脳腫瘍のタイプに基づいていたので、確固とした結論を導くことはできなかった。しかも、この最初の研究ではコードレス電話の使用は含まれなかった。

2001 年にある学術誌の編集部の著者等は、ハーデル等の最初の研究の後で発表されたアメリカの「陰性」の研究(Inskip 等、2001)の論評で、「…携帯電話の使用は脳腫瘍のリスクを検出可能な程度に増やさなかった」、そして「携帯電話の使用は脳腫瘍を増やすという人騒がせな報告で高まった不安を、この研究は鎮めた」と述べた(Trichopoulos と Adami, 2001)。この主張は、科学的な弁護を遥かに越えている。例えば、脳腫瘍の患者 782 人の間で 22 人だけが 5 年以上携帯電話を使っていて、長い潜伏期間のデータは提示されなかった。編集部は、ありがちな間違った考えを示した。それは、データが仮定を実際に支持しない場合、「陽性ではない」研究がしばしば、「陰性」研究だと仮定されることだ。

21.4 第二、第三のハーデル・グループ研究—2002～2006 年

ハーデル・グループによるこの最初の研究は、携帯電話の使用と脳腫瘍の関連をいくぶん支持した。しかしその結果は、とくに腫瘍のタイプと長期間の使用について数が少なかった。そのため最初の研究の後、1997～2003 年の間に診断された症例を含む二つのより大規模な研究を続けた。第二の研究は、1997 年 1 月 1 日から 2000 年 6 月 30 日までに、第三の研究は 2000 年 7 月 1 日から 2003 年 12 月 31 日までに診断された症例を網羅した。その方法は同じで、どちらも同一の質問票を使った。これらの二つの研究期間の結果は、個別に発表されたが (Hardell 等、2002、2005、2006a)、1997～2003 年の全体の研究期間について、ここで貯めた結果が提示された (Hardell 等、2006b、2006c,Hardell と Carlberg,2009)。詳細は他の出版物で見ることができる。

² 110 件の電話モデルの論評は、電磁波への被曝は一般的に、耳に近い脳の一部である側頭葉で高いことを示す(Cardis 等、2008)。

³ つまり、腫瘍は携帯電話が普段使われる頭の側で現れた。

コラム 21.1 ヒトを対象にした研究でがんのリスクを確認する概念と手段

OR: オッズ比。オッズ比は、関連リスクの評価だ。因子（例えば携帯電話）に曝された人が、曝されていない人に比べてある結果（例えば脳腫瘍）に、どのくらいなりやすいかを示す。OR=1 ならリスクがないことを、OR<1 はリスク減少を、OR>1 はリスクが高いことを示す。例えば OR が 1.5 だと、被曝した人はそうでない人より、病気になるリスクが 1.5 倍高いことを示す。**SIR: 標準化罹患比。**SIR は、参照集団（例えば一般の集団）で観察されたのと同じ率になるように適用された予測された症例数と、特定の集団で観察された症例数を比較すること。SIR が 1 だとリスクがないことを示し、SIR<1 はリスク減少を、SIR>1 はリスク増加を示す。

CI: 信頼区間。信頼区間は、統計学的評価の不確かさを示す。OR と SIR の場合、対応する CI の幅が 1.0 を含まないなら、その結果は統計学的に有意だと考えられる。通常 95% の信頼区間は、95% の統計学的信頼性で、OR/SIR の本当の幅を示して報告されている。「統計学的有意性」がないことは、リスクを検出するための研究の出力に対して、リスクの証拠の強度が弱ことを示す指標にたいしている⁴。

潜伏期間。最初の被曝から病気だと確認されるまでの期間。がん、とくに白血病等の血液のがんに比べて脳腫瘍等の充実性腫瘍のがんの場合、潜伏期間は被曝時の年齢や被曝の種類、強度などに従って平均で 15~45 年になるだろう⁵。これは、がんのリスクが明らかに証明される前に研究される脳腫瘍について、全てのがんの研究は、少なくとも平均的な潜伏期間と同じくらい長くなければいけないことを示す。

要約すれば、全ての症例はがんの登録について報告され、腫瘍診断の病理組織学的な確証があった。診断時に 20~80 歳の男性と女性の両方が含まれた。合致した対照群は、スウェーデン人口登録から確認された。研究は、携帯電話とコードレス (DECT) 電話 (無線電話) の使用を対象にした。DECT は、他のほとんどの研究が無視した被曝だ⁶。他の質問、例えば職業被曝に関するものも尋ねられた。無線電話の使用は、自己管理式質問票で評価された。必要があれば、電話以外の情報も補足された。

携帯電話・コードレス電話で通話する間に、たいてい使われていた耳は、区

⁴ Bradford Hill 卿の古典的な疫学論文「環境と病気：関連性か因果関係か？」(王立医学会会報、1965 年)を参照。彼は統計学的有意性を過大評価しないよう警告した。データの中にある「影を捕まえて本質を失う」よう、人々を導くことがしばしばあるからだ。予防(原則)的意思決定の科学について 26 章も参照。

⁵ Stein Y., Levy-Nativ, O., Richter, E.D., 「非電離放射線電磁界と他の作因に対する職業被曝を伴うがん患者の歩哨症例シリーズ」、Eur. J. Oncol., 2011(16/1)21-54. 1945 年に日本へ投下された原爆も脳腫瘍を起こした確証を得るために、この論文は約 50 年かけた。それまでのデータは明確でなく十分な強さがなかった (Shibata, Y. 等. 「長崎原爆生存者の間の頭蓋内髄膜種」、Lancet, 1994, (344) 1 770)。

⁶ インターフォン研究(セクション 20.9 参照)は、少なくとも数か国でコードレス電話に関する質問をいくつかしたが、その情報が適切に分析され、発表されることは決してなかった。

別するための質問をして評価した。片側の耳で 50%以上使うか、それとも両側とも同等かだ。この情報は補足的な電話での質問の間に確認された。さらに、無線電話を使った全員が、通話中に使った耳と、主に使った頭の側の範囲をもう一度明記するよう求める手紙を後に受け取った。これらのデータを評価するために、この三つの方法を使う結果について、非常に良く同意された。

それとは独立して、コンピューター断層撮影(CT)や磁気共鳴映像法(MRI)等の医学的記録を使って、腫瘍の位置を明らかにした。携帯電話やコードレス電話の使用は、腫瘍のある側について、同側(通話時間の 50%以上)または同側・反対側で同等の時間、反対側(通話時間の 50%以下)で明確にされた。数年以上の累積使用時間の計算は、使用した最初の年と最後の年(期間)と、その使用期間の一日あたりの平均的な使用時間の情報に基づいた。外部アンテナでの車内での使用は、ハンズフリー機器の使用と同様に無視された。最も短い潜伏期間として 1 年が採用された。従って、異なる種類の電話について累積使用時間と潜伏期間が確認された。

21.5 第四のハーデル・グループ研究—2010 年

旧スウェーデン放射線防護協会(現在のスウェーデン放射線安全庁)に委託された論評で、死亡した症例の除外は、ハーデル・グループ研究の偏りの原因だと示唆された(Boice と McLaughlin,2002)。この示唆の科学的根拠は示されなかった。

その批評への反応として、第四の研究が行われた。これは 1997~2003 年の症例対象研究に参入する前に亡くなった悪性腫瘍の症例を含む。これらの症例は、主に星状膠細胞腫の悪精度 IV 度の腫瘍で、予後の乏しい患者を表した。対照はスウェーデン死亡記録から選ばれた。

この研究には二つの対照群が含まれた。一つは脳腫瘍以外の他のタイプの悪性腫瘍で死亡した対照群に一致し、もう一つはがん以外の病気で死亡した対照群だ。症例と対照の両方について、スウェーデン国税庁のスウェーデン人口登録を通じて確認された。本研究は、悪性腫瘍で死亡した 464 人の症例群と 464 人の対照群、他の原因で死亡した 463 人の対照群を網羅する。過去の研究と同様の質問票が使用され、それぞれの死亡症例群と対照群の近親者へ送られた質問表で、被曝が評価された。

返信は、症例で 346 (75%)、がん対照群で 343 (74%)、他の死因の対照群から 276 (60%) 通得られた。携帯電話の使用はリスクを増やし、10 年以上の潜伏期間で最も高く、オッズ比は 2.4 倍 (95%CI=1.4-4.1) になった。リスクは生涯使用時間の累積とともに増加し、2000 時間以上のグループで OR3.4 倍

(95%CI=1.6-7.1) と最も高くなった。コードレス電話の使用について明確な関連性は見られなかったが、累積使用 2000 時間以上のグループで 1.7 倍のオッズ

比 (95%CI=0.8-3.4) が見られた。この調査は、携帯電話と悪性脳腫瘍の関連性についての過去の結果を裏付けた (Hardell 等、2010)。ボイス [Boice] とマクローグリン [McLaughlin] による批判は科学的根拠が無い、と結論が下された。

21.6 ハーデル・グループ研究に対するスウェーデンの反応

携帯電話使用と脳腫瘍のリスクに関する最初の発表 (Hardell ら、1999a) は、学術誌へのレター論文で素早くフォローされた (Ahlbom と Feychting, 1999)。彼らは、症例の選択的バイアスが、ハーデル研究で高い回答率を作り出したかもしれない、と示唆した。しかし、その批判は根拠がなく、簡単に退けられた (Hardell ら、1999b)。ハーデル等の全研究で、がんの疫学研究で訓練を重ねてきた脳腫瘍学者への回答率はいつも高かった。これは、携帯電話に関係のない研究にも同様に当てはまる。

インターフォン研究のスウェーデンの部門では面白いことに、著者等の一人 (アンダース・アールボム [Anders Ahlbom]) が、研究が始まる前でさえ、携帯電話使用と脳腫瘍の関連性は生物学的に奇妙だ、と「意見」書で述べた (Adami 等、2001)。アールボム自身の研究では、頭上の送電線からの磁界被曝と小児白血病の関連性について証拠を提示している。その関連性も生物学的な奇妙さに関わっていたのだろう (Feychting と Ahlbom、1993)。

インターフォン研究のスウェーデンの部門に参加していたマリア・フェイチング [Maria Feychting] は「その質問は、症例群と対照群の間で本当に同じ方法で置かれていたのか」どうかを尋ねた (Björkstén, 2006)。実際にハーデル研究は同じ方法だったが、インターフォン研究では症例群と対照群の面談で異なる方法が使われたようだ。例えば、臨床の面談は症例群でのみ行われた。

一方、ハーデル研究と電磁界からの潜在的な健康リスクのその他の証拠は、科学者のグループのバイオイニシアティブ報告で、この証拠を要約するよう彼らを発奮させた (バイオイニシアティブ・ワーキング・グループ [Bioinitiative Working Group] 2007)。同報告書は、新しく登場したリスクの証拠と、WHO の電磁界プロジェクトの声明や、リスクが無かったというその他の報告書 (例えば、SCENIHR 2007) に賛同しない、少数派の専門家が増えつつあることを大勢の人々へ警告し、少なからぬ衝撃を与えた。

報告書「早期警告からの遅すぎる教訓」(EEA、2001)を制作した欧州環境庁 (EEA) は、有名な遅すぎる教訓 14 例と電磁界の新しく出現した問題の関連性について一つの章を書くため、バイオイニシアティブ・ワーキング・グループに招かれた。発表された証拠を考慮すると、EEA は、携帯電話からの脳腫瘍の潜在的なリスクについて慎重な早期警告を出すのに時宜が良い、と 2007 年 9 月に決意した (コラム 21.2 参照)。

21.7 ハーデル・グループ研究のプール分析

1997～2003年の期間中に診断された脳腫瘍（神経膠腫、髄膜種、聴神経腫⁷、表 21.1）に関する二つの症例対照研究のプール分析が行われ、悪性腫瘍（Hardell 等、2006b）と良性腫瘍（Hardell 等、2006c）の両方について結果が報告された。この分析は、同一の質問表を両方の研究で使った同じ研究方法だったから可能だった。この発表で、4番目の研究での神経膠腫の結果が加えられた（Hardell 等、2010、Hardell 等、2011a）。

潜伏期間は、無線電話を初めて使ってから診断されるまで >1～5年、>5～10年、>10年の3段階に分けられた。携帯電話とコードレス電話の両方を使うと、神経膠腫のリスクが全体的に高くなった。>10年の潜伏期間群で最も高くなり、*同側側*の使用でさらに高くなった。携帯電話のオッズ比は2.9倍（95%CI=1.8-4.7）、コードレス電話のオッズ比は3.8倍（95%CI=1.8-8.1）。最も高いオッズ比は、同様に総体的な無線電話使用について >10年の潜伏期間を持つグループで見られた。

表 21.1 は、髄膜種について同じ分析結果を示す（対象人数 916 人）。リスク増加に一定のパターンはなかったが、最も高いリスクは >10年の潜伏期間を持つ携帯電話の*同側*被曝で見られた。オッズ比は1.6倍（95%CI=0.9-2.9）。潜伏期間が >10年で、コードレス電話を同側で使用することもリスクを増やし、オッズ比は3.0倍（95%CI=1.3-7.2 だった）。

聴神経腫について（対象人数 243 人）、無線電話の使用は >10年の潜伏期間でオッズ比が2.2倍（95%CI=1.3-3.7）だった。携帯電話とコードレス電話の両方について、*同側*使用は反対側の使用よりもリスクを高めた。

21.8 子どもへのリスク

無線電話の使用は子どもと若者の間で広まった（Söderqvist 等、2007、2008）。子どもの脳は大人よりも RF（無線周波数）電磁界照射からの電磁波を高く吸収する（Cardis 等、2008；Christ 等、2010；Gandhi 等、2012）。これは頭が小さいこと、頭蓋骨が薄いこと、脳組織の伝導性が高いことが原因だ。成長中の脳は毒物に対してより敏感で（Kheifets 等、2005）、脳は20歳頃まで成長を続ける（Dosenbach 等、2010）。時間単位毎の RF エネルギーの吸収がより大きいこと、子どもたちの脳がより敏感なこと、脳腫瘍になるまでの生涯の期間がより長いことで、子どもたちは大人よりも携帯電話電磁波からのリスクが高い状況に置かれている。

ハーデル・グループの結果の分析は、20歳になる前に初めて携帯電話を使うことは神経膠腫と聴神経腫のリスクが最も高くなることに関連した。表 21.2 参

⁷ 特に長期間の使用と左右の偏りについて研究

照 (Hardell, Carlberg, 2009)。

無線電話を初めて使った年齢群を、<20 歳、20-49 歳、50-80 歳の三つのグループに分けた。神経膠腫について、携帯電話を初めて使ったのが<20 歳だとオッズ比は 3.1 倍 (95%CI=1.4-6.7) だった。同様のパターンがコードレス電話の使用でも見られた (データ提示せず)。聴神経腫も、最も若いグループでリスクが高くなり、オッズ比は 5.0 倍だった (95%CI=1.5-1.6)。しかし、20 歳前に初めてコードレス電話を使ったのは 1 症例だけだったので、コードレス電話について結論を出すことはできない。これらのオッズ比は、最も若いグループで同側での携帯電話使用で更に高くなった。神経膠腫はオッズ比 4.4 倍 (95%CI=1.3-1.5)、聴神経腫はオッズ比 6.8 倍 (95%CI=1.4-3.4) だった。髄膜種については、リスク増加パターンに関連する明らかな年齢は見られなかった。

非常にわずかながら、携帯電話使用と子どもについて、CEFALO 研究(エイディン [Aydin] 等, 2011)と、進行中である EU のモビキッズ [Mobikids]⁸以外にも研究が行われている。

デンマーク、スウェーデン、ノルウェー、スイスで行われた多施設症例対象研究 CEFALO は、下記で例証したように、深刻な方法論的問題があったので、スーダークヴィスト [Söderqvist] 等によって詳細に論評された(2011)。

研究の要約で、**通常の携帯電話使用が脳腫瘍のリスクを増やすことを観察しなかった**と著者等は記した。この結論には、リスクの増加は「再確認」されなかったというストックホルムのカロリンスカ研究所の報道発表 (Karolinska Institute, 2011) だけでなく、研究は**脳腫瘍の増加を示さなかった** (Boice と Tarone, 2011) という編集部の声明が添えられた。しかし、その声明は研究が実際に示したこととは、かけ離れている。

例えば、コードレス電話使用のデータ収集と分析は妥当ではなかった。コードレス電話の使用は、使用から**最初の 3 年間**でのみ評価され、それについて最も特異的な定義を著者等は説明せず、参考文献も載せなかった。さらに、その研究は被曝分類として、携帯電話とコードレス電話の両方を含む、無線電話使用を全く考慮しなかった。IARC は関連する被曝グループとして無線電話使用を分類した (Baan 等, 2011)。それどころか、エイディン等 (2011) は、コードレス電話の使用を「非被曝」分類に含めた。そのため、携帯電話使用のリスクは過小評価されただろう。同様に、コードレス電話の使用を考える場合、携帯電話使用は「非被曝」に含まれ、従ってリスク増加は潜在的に隠された。

その研究は、通常の携帯電話使用での脳腫瘍についてリスク増加が統計学的に有意でないと示し、オッズ比は 1.36 倍 (95%CI=0.92-2.02) だった。このオッズ比は、携帯電話の契約期間や通話期間の累積でいくぶん増えた (Aydin 等,

⁸ 連絡先：詳細については ecardis@creal.cat

2011)。5年以上の潜伏期間は、この分類の中ではごくわずかな症例しかなかった。さらに、本当の関連性の支持は、症例 62 人と対象 101 人の、電話操作者が記録した使用時間に基づく結果で見られた。最初の契約から >2.8 年で、統計学的に有意な傾向 ($P=0.001$) とともに、統計学的に有意なオッズ比 2.15 倍 (95% CI=1.07-4.29) が生じた。

著者等は結果がリスク増加を示したことを強調しなかったが、低被曝や短い潜伏期間、限定的な研究デザインと分析にも関わらず、そのデータは控えめなリスク増加を示した。明らかにそれは、解説で議論されたように、関連性に対抗する再確認の証拠として使われるべきではなかった (Söderqvist 等,2011)。

残念ながら、CEFALO 研究 (Aydin 等,2011) は、2011 年 5 月の IARC 会議の後で発表された。IARC 会議に間に合ったなら、ヒトの RF 電磁界被曝はグループ 2B の発がん性物質だ、という IARC の結論を支持するための、さらなる証拠を提供しただろう。

コラム 21.2 携帯電話からの脳腫瘍に関する EEA の早期警告, 2007-2011 年

「過去に予防原則の使用に失敗した例が多数ある。それは深刻で、時には健康や環境への取り返しのつかない損傷につながった。電磁界による健康へのあり得そうな、深刻で潜在的な脅威を避けるために、妥当で予防 (原則) 的で、釣り合った行動を今、取ることは、将来の展望から慎重で懸命であるようにみえる」(EEA,2007)。

この早期警告は、下記を含めて 2009 年に更新された。

「携帯電話からの頭部腫瘍リスクの証拠は、未だに非常に限られ、多くの論争があるが、残念なことに、私たちが最初に早期警告を出した 2 年前よりも、証拠はより強くなっている」。

その証拠は、下記の段階を正当化するために、予防原則を今、使うだけの十分な強さがある(EEA、2009)。

1.政府と携帯電話産業、公衆に対して、電磁界とくに携帯電話からの無線周波数電磁界への被曝を減らす、あらゆる合理的な対策を取ること。そして、頭部腫瘍のリスクが最も高いようである子どもと若者への、あらゆる合理的な対策を取ること。そのような対策は、頭の側に携帯電話を置いて使うことの禁止を含むだろう。これはメール、ハンズフリーセット、電磁波の発生が少なくなるように設計された電話の使用、ハンズフリーセットの利用を便利にすることで達成できるだろう⁹。

2. 重大な限界のある現在の電磁界被曝基準の科学的根拠を再検討すること。現在の基準は、異論のある熱効果パラダイムに依存し、無線周波数の

⁹利用が増えたせいで特に若い世代でハンズフリー機器の使用が増えたことを、いくらか明確に EEA が述べた。

複雑さについて単純すぎる仮定に頼っている。

3. 潜在的なリスクについて、**効果的な表示と警告**を携帯電話ユーザーのために提供すること。欧州連合全域で、大多数の市民（80%）は、電磁界の潜在的な健康リスクに関する現在の防護体制について、情報を与えられていない、と感じている。市民の65%は、電磁界に関する潜在的な健康リスクについて受け取る情報に満足していない、と言う。（電磁界、フィールドワークに関する特別ユーロ・バロメーター報告、2006年10/11月、発表2007年）。

4. 電話と関連する塔（基地局）の健康影響について、**緊急に必要とされる研究へ資金提供し組織するために、必要な資金をつくること**。そのような資金は、企業からの助成金や、携帯電話の購入や使用による小額の徴税を含むかもしれない。調査徴税のこのアイデアは、ゴム業界で肺がんと胃がんの問題が現れた1970年代に、ゴム業界の調査徴税でアメリカが先駆けとなった、と私たちが考える実践例がある。調査資金は独立した団体によって使われるだろう¹⁰。

(http://latelessons.ew.eea.europa.eu/foi5272324/sttements/Bebefuts__of__mobile_phones__and__potential__hazards__of__EMF.doc)

2011年2月、欧州評議会の携帯電話に関する公聴会に科学的証拠が提出された2011年に、これは更新された。

¹⁰ EEAは、資金提供源によって結果が強く結びつけられる科学的研究の「資金バイアス」の証拠が増えていることを示した。この観察は薬学、タバコ、鉛、アスベスト、BPA、電磁界からの証拠だけでなく、費用・効果分析と輸送建設計画コスト評価などの他の分野の証拠に基づく。

表 21.1 無線電話（携帯電話とコードレス電話）の使用と神経膠腫、髄膜種、聴神経腫のオッズ比（OR）と 95%信頼区間(CI)

	同側	>10 年潜伏	合計
			>1 年潜伏
	OR,CI	OR,CI	OR,CI
神経膠腫(1148 人)			
無線電話	—	2.1(1.6-2.8)	1.3(1.1-1.5)
携帯電話	2.9(1.8-4.7)	2.5(1.8-3.3)	1.3(1.1-1.6)
コードレス電話	3.8(1.8-3.1)	1.7(1.1-2.6)	1.3(1.1-1.6)
髄膜種(916 人)			
無線電話	—	1.4(0.97-2.0)	1.0(0.9-1.2)
携帯電話	1.6(0.9-2.9)	1.4(0.9-2.1)	1.1(0.9-1.3)
コードレス電話	3.0(1.3-7.2)	1.6(0.9-2.8)	1.1(0.9-1.4)
神経膠腫(243 人)			
無線電話	—	2.2(1.3-3.7)	1.5(1.1-2.0)
携帯電話	3.0(1.4-6.2)	2.6(1.5-4.6)	1.7(1.2-2.3)
コードレス電話	2.3(0.6-8.8)	1.0(0.3-2.9)	1.5(1.04-2.0)

注：太字＝統計学的に有意。対照群の人数は、神経膠腫の分析で 2436 人（生存，死亡対照群）、髄膜種と聴神経腫で 2162 人(生存対照群のみ)。生存している症例と対照だけが携帯・コードレス電話の同側使用の分析に含まれた。

出典：Hardell 等,2006b、2006c、2010、2011a

表 21.2 携帯電話を初めて使った年齢が異なる集団での神経膠腫、髄膜種、聴神経腫のオッズ比(OR)と信頼区間(CI)

	神経膠腫 (1148 人)	髄膜腫 (916 人)	聴神経腫 (243 人)
	OR, (CI)	OR, (CI)	OR, (CI)
携帯電話	1.3(1.1-1.6)	1.1(0.9-1.3)	1.7(1.2-2.3)
>20 歳	3.1(1.4-6.7)	1.9(0.6-5.6)	5.0(1.5-16)
20-49 歳	1.4(1.1-1.7)	1.3(0.99-1.6)	2.0(1.3-2.9)
≥50 歳	1.3(1.01-1.6)	1.0(0.8-1.3)	1.4(0.9-2.2)

注：太字＝統計学的に有意。対照群の人数は、神経膠腫の分析で 2436 人（生存、死亡対照群）、髄膜種と聴神経腫で 2162 人(生存対照群のみ)。

調整は、年齢、性別、社会経済的条件、診断された年で行った。神経膠腫の調整も生存状況で行った。

出典：Hardell 等、2006b、2006c、2010、2011a

21.9 インターフォン研究 2000-2010：意見の相違と遅れ

インターフォン研究は、WHO の独立機関である IARC の指導の下で行われた、携帯電話使用と脳腫瘍リスクに関する国際的な共同研究だ。その研究は、RF 電磁界への潜在的な健康影響を研究するために、専門家グループのいくつかの忠告によって初められた (McKinly,1997;Cardis 等,2007)。2000 年から 2004 年の異なる期間で 13 か国、16 の研究センターで行われた。そのコストは約 2200 万ユーロで、そのうち 550 万ユーロを企業が寄付した(IARC, 2010)¹¹。

インターフォン研究の各国の分析のなかには、異なる結果を生じたものがある。いくつかは陽性、つまり脳腫瘍の増加を見だし、いくつかは陰性、つまりリスク減少、すなわち一見したところは「防御的な」電磁波の影響を発見している。

研究に参加した著者等は従って、一致した結論に達するのが困難だった。そして、国毎の結果発表と、全体的な研究結果発表の間には 4 年の開きがあった。一つのグループは、伝えられる所によれば、とくに 10 年以上の被曝群の結果を分けて分析した場合、インターフォン研究は全体的に携帯電話と脳腫瘍の間に陽性の関連性を示した、と考えた。他のグループは、リスクの兆候を発見せず、脳腫瘍の見かけ上の過剰さは研究デザインと方法の直接的な結果だ、と見なした。第三のグループは、どちらの立場もとらなかった。

全体的なインターフォン研究の結果の発表は、最終的に IARC 局長のクリストファー・ワイルド [Christopher Wild] によって始められた。彼は、2010 年 5 月に発表された結果を最終的に得るために、科学者達の間で十分な合意を調整した。

携帯電話使用と髄膜種の関連性は全体的なインターフォン研究では見られなかったが、その一方で、小集団の分析では、最も高い被曝群、つまり携帯電話を 1640 時間以上使った人たちで、神経膠腫のリスクが統計学的に有意に増えたことを示した。1640 時間は、1 日あたり 30 分の割合で、10 年間使用した時間に相当し、オッズ比は 1.40 倍 (95%CI=1.03-1.89) だった (Interphone Study

¹¹ ハーデル研究のコストは約 410000 ユーロで、スウェーデン労働環境基金、Cancer-och Allergifonden、Cancerhjälpen、Telia、Fondkistan、オルベロ大学病院がん基金から資金提供された。

Group,2010)。そのリスクは同側被曝でさらに増加し（オッズ比 1.96 倍、95% CI=1.22-3.16）、神経膠腫の最高被曝群では、脳で最も被曝した部分、頭頂葉の腫瘍リスクが高くなった（オッズ比 1.87 倍、95%CI=1.09-3.22）。

しかし、対立する科学者の間でとられた妥協案は、違う方向を向いている二つの相対する文章を併記することだった。神経膠腫のリスク増加と、髄膜種ではずっと少ないリスク増加、最も高い被曝レベルと同側被曝について、そして頭頂葉での腫瘍に関して神経膠腫で、リスク増加の示唆があった。続いて、…偏りとエラーは、私たちがこれらの分析から導くことができる結論の強さを制限し、**因果関係**（太字は著者等による）の解釈を妨げた（Interphone Study Group, 2010）。

原因と影響の繋がり強さが、「リスクの科学的疑念」から「論理的な確実性」を経て「強い関連性」へどのように変わるのか、そして最も強い証拠を求める「因果関係」についての説明はなかった。タバコと肺がんの論争の最中に書かれたブラッドフォード・ヒル[Bradford Hill]の論文で説明された(Hill,1965)、この証拠の強さの連続体は、インターフォン論文では説明されなかったのだ。これはメディアと公衆が、「因果関係がない」を、携帯電話と脳腫瘍の「関連性が無い」と見なしたであろうことを意味する。他の疫学者は、むしろ有意なニュアンスを見いだした。

国際疫学ジャーナルで発表された、インターフォン研究の結果に添えられた論評で(Saracci と Samet, 2010)、インターフォン研究の結果の主な結論は、洗練されてあまいで、…（それは）全く正反対の解釈を許容する、と述べられた。彼らは、なぜインターフォン研究の結果がリスクを過小評価しそうだったのか、最初の被曝から普及する前までの短期的な潜伏期間など、いくつかの方法論的な理由も指摘した。10年以上の被曝期間は、インターフォンで研究された症例の10%以下だった。

タバコを含む、現在確立した発がん性物質の中で、最初の被曝から、または最初の10年間でリスクが増えたと確かに確認されたものは一つもない。

インターフォン研究の「あまいな」結論の文章は、そのため、メディアが正反対の結論を報告することを許してしまった。例えば、2010年5月17日付のイギリスのデイリー・テレグラフ紙は、インターフォン研究が携帯電話からの脳腫瘍のリスクの証拠を示したと報道した。

(<http://www.telegraph.co.uk/health/7729676/Half-an-hour-of-mobile-use-a-day-increases-brain-cancer-risk.html>)。一方、BBC ニュースは同じ日に、リスクはないと報道した (<http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/8685839.stm>)。このメディアの正反対の報道パターンは、いたるところで広く繰り返された¹²。

¹² EEA はこの混乱を予測し、異なるインターフォン・グループの対立する見解を、同じ科学

さらに、公衆と政策決定者の混乱は、インターフォン研究者の異なる声明がメディアで報道されたために続いた。例えば、マイクロウェーブ・ニュースは、インターフォン研究のコーディネーターであるエリザベス・カーディス [Elisabeth Cardis] が、**全体的に…その結果は実際の影響を示す、と**考えていることを5月17日に報道した。オーストラリアのインターフォン研究の参加者であるブルース・アームストロング [Bruce Armstrong] は、それは**神経膠腫**のリスク増加についていくぶんの兆候を示すが、私は確信を持って言うことができない、と述べた。イスラエルのシエガル・サデツキー [Siegal Sadezki] は、結果はリスクの兆候で一貫し、**因果関係** (太字は著者等) の解釈について十分な強さがないものの、**予防 (原則) 的政策**を支持するには十分だ、と言った (<http://www.microwavenews.com/Interphone.Main.html>)。

それに対し、他の共著者であるフェイッチング [Feychting] は、10年以上の携帯電話の使用は脳腫瘍のリスク増加を示さなかった、と考えた

(http://www.i-sis.org.uk/EEA_Hihlight_Mobile_Phone_Cancer_Risks.php)。スウェーデンのインターフォン研究の参加者であるアールボムは、これらのデータにも過去のデータにも、ここで関わる何らかのリスクを示すものは実際に何も無い、と中国国営テレビに語った

(<http://www.youtube.com/watch?v=TllmreWZdoA>)。

インターフォンのデータの後日の発表で、脳腫瘍部分で携帯電話使用から概算されたRF量は、インターフォン・グループの一部で神経膠腫のリスク増加にも関連していた。オッズ比は、診断の7年以上前の概算された腫瘍の中心で吸収された比エネルギー (J/kg) の合計累積量が増えるとともに増加した。最も高い被曝群の20%で、オッズ比は1.91倍 (95%CI=1.05-3.47) だった (Cardis等,2011)。

この重要な結果は、腫瘍の誘発について吸収された電磁波の量 (被曝/累積使用時間の年月の代わりより適正な) を初めて関連させたが、メディアの注目をごくわずかししか集めなかった。

適切さがいっそう少ない方法に基づく同様の研究は、インターフォン研究グループの他の部門によって後に発表された。下記参照 (Larjavaare 等、2011)。

結果は今や**聴神経腫**についても発表された (Interphone Study Group,2011)。リスク増加は、参照データの前に**同側**での携帯電話使用を始めてから10年以上で、そして累積使用1640時間以上で見られた。オッズ比は3.74倍だ (95%CI=1.58-8.83)。

的文献で、異なる論争とはっきり示したデータ解釈とともに、それぞれ一緒に発表すべきだとIARCに早い段階で提案していた。これは、メディアと公衆がインターフォン研究者の間の意見が相違する理由を、よりよく理解するのに役立っただろう。しかし、この提案は採用されなかった。

耳下腺の腫瘍¹³についての総合的なインターフォン研究の結果は、未だに発表されていない。IARC がインターフォン研究をすでに終わらせた¹⁴ので、スウェーデン(Lönn 等、2006)とイスラエル(Sadezki 等、2008)の結果だけが有効だ。左右の偏り(使用する側と腫瘍のリスク)や使用量(累積時間)を考慮した小集団の分析は、リスクを高めた。しかし、他の研究の結果はリスク増加について一貫したパターンを示さなかった(Auninen 等、2002 ; Hardell 等、2004 ; Duan 等、2011 ; Söderqvist 等、2012a)。長期間使用の結果は、しかしながら、恐ろしいものだ。

21.10 ハーデル・グループとインターフォン研究のいくつかの論評と議論

これまでに、携帯電話とがんに関するメタ分析と論評がいくつかあり、それらは、この問題を疫学的に研究する挑戦、今までに発表された主要な研究の方法論的な限界、それらの結果を解釈する上での困難さを述べた。

例えば、インターフォン研究の結果のいくつかは、リスクを過小評価する傾向のある観察バイアスやリコールバイアスのせいで、被曝についての異なる誤分類を示す。インターフォン研究では、症例群と対照群の両方で参加率が低かった。例えば、症例の50%と対照の40%しか参加しなかった国もあった。生存者を対象にしたハーデル・グループ研究の場合、悪性脳腫瘍の症例の90%、良性腫瘍の88%、対照の89%が回答した点と、この低回答率は比較される(Hardell 等、2006b,2006c)。死亡した症例は、インターフォン研究の参加者として計算されたが、ハーデル研究では、悪性脳腫瘍に関する別の副研究に含まれた。

症例の約40%は、インターフォン研究では病院で面談された。その上、面談されたのが症例者か対照者か、常に面談者に知られていた。コードレス電話の使用は、インターフォン研究では適切に評価されなかったか、少なくとも報告されなかった。なお、これらの方法論的点に関する議論は、他でも知ることができるだろう(Hardell 等、2008 ; Kundi,2009)。

ミュン[Myung]等(2009)は、携帯電話の使用と脳腫瘍のリスクに関する、発表された全ての論文の結果と方法を続いて比較した。彼らは、その時入手できた異なる国のインターフォン研究の結果に基づいて、ハーデル研究はインターフォン研究より質が高い、と結論を出した。

しかし、ミュン等(2009)の論評では、ある重要な問題が取り上げられていない。すなわち、ハーデル・グループは、インターフォン研究グループと対照的に、コードレス電話の使用も評価したことだ。コードレス電話のRF電磁界発

¹³ 耳の前の頬にある腺の腫瘍。

¹⁴ 公式サイト (<http://interphone.iarc.fr/>) によると、インターフォン研究は2012年2月に終了した。

生は、何度も指摘されてきたように、デジタル式携帯電話からの電磁波と同じ規模だ (Hardell 等,2006d ; Kundi,2009;Redmayne 等,2010)。さらに、コードレス電話は通常、携帯電話よりも長い通話で使われる (Hardell 等,2006b、2006c)。インターフォン研究で行われたように、コードレス電話の使用を「非被曝」群に含めることは、リスクに対する評価を偏らせるだろう。

インターフォン研究のように、症例者に臨床で面談するのは、重大な不利になる可能性があり、倫理的な問題がある。当時、患者は手術等から十分に回復しておらず、診断、治療、予後について十分に情報を与えられないかもしれない、医薬品による鎮静状態だったかもしれない。実際、デンマークでのインターフォン研究では、言葉を思い出す問題 (失語) や麻痺による筆記や描く問題のために、患者の点数は対照群よりも有意に低かった (Christensen 等,2005)。明らかに、これらの臨床面談によって観察バイアスが導かれただろう。

それに比べて、ハーデル・グループの症例群は、診断から約 2 か月後に郵送で質問表を受け取り、対照群と同様にリラックスした状態で答えることができた。全症例と対照は、異なる被曝を確認し、明らかにするために電話で質問された。これは、症例か対照か分からない状態で行われた。

リコールバイアスと観察バイアスの可能性は、ハーデル等による二度目の症例対照研究で調べられた (2002)。無線電話の使用は、過去にがんになったと報告したか、質問票へ記入するのに家族が手伝ったかに関わらず、症例と対象で類似性があった。電話で質問する間の潜在的な観察バイアスは、質問後に症例と対照で被曝変化を比較することで分析された。有意な差は見られず、結果を観察バイアスで説明することはできないことを示した。さらなる詳細は、その論文のディスカッションを参照 (Hardell 等、2002)。全ての質問は、体系的な教育と実施要項を用いて訓練された人たちによって実施された。

ミュン等の論文は、携帯電話業界を代表する、例えばロウリー [Rowley] とミリガン [Milligan] (2010) によって論評された。彼らは、インターフォン研究は業界の影響から独立していたと主張した。しかし、携帯電話業界は、インターフォン研究に 550 万ユーロを提供し、いくつかの国々では、業界によって更に資金が提供された。その上、研究の実施要項によると、他の団体もオブザーバーやコンサルタントとして、研究グループに参加するかもしれない、とある。これらの団体は、業界やその他の関係組織の代表を伴うかもしれない…さらに、業界やその他の関係団体の代表は…公表の少し前 (最大で 7 日間) に知らされるべきで、科学的な団体や素人が研究結果を入手する前に情報を得るべきだ、とされている (IARC,2001)。

ロウリーとミリガンは、ハーデル研究には、選択バイアス、情報バイアス、リコールバイアスの証拠と、著しく高く報告された参加率がある、と主張した (Rowley と Milligan。2010)。これらの急場しのぎの声明は、著者らや参考文献

献によって立証されていない。高い参加率は、症例対照研究で質を高くするための事前要請だ。

他の科学者たちは、ハーデル研究の結果をもっと好意的に分析し (Kundi,2009;Myung 等,2009;Mead, 2009;Cardis と Sadetzki,2011;Levis 等,2011)、IARC は、RF の証拠の評価のためにハーデル・グループの結果とインターフォン研究グループの結果を主に信頼した。

カーディスの論評はとくに興味深い。彼女はインターフォン研究のコーディネーターだからだ。他のインターフォン研究の参加者であるサデツキーとの共著のその論評で、ハーデルとインターフォン研究の方法論的な強さと弱さを十分に議論した後で彼らは次のように結論づけた。

研究結果の異なる潜在的なバイアスの規模と方向を評価すること、そして脳腫瘍のリスクについて携帯電話のネット影響を評価することは不可能だ。上記で述べた論争の全体的なバランスは、しかしながら、潜在的な関連性 (つまり、携帯電話と脳腫瘍の間の) の存在を示唆する。

彼らは次のように結論づけて締めくくった。

単純で低コストな方法、メール送信やハンズフリー、電話のスピーカー機能の使用などは、携帯電話から脳への被曝をかなり減らすだろう。従って最も確実な科学的な回答が出るまで、とくに若者の間で、そのような予防 (原則) 的選択が望ましい(Cardis と Sadetzki,2011,p170)。

21.11 2011 年の RF 電磁界と発がん性の IARC 評価

2011 年に IARC は、フランスのリヨンでの 8 日間の会議(5 月 24~31 日)で、RF 電磁界発生のヒトに対する発がん影響を評価した。これは携帯電話やコードレス電話だけでなく、無線周波数電磁波の全ての発生源を含む。無線電話の使用について Hardell グループによって発表された全研究が、インターフォンの全体的な結果と同様に含まれた (Interphone Study Group,2010,2011、Cardis 等,2011)。同じ参入・除外基準が使われた場合、神経膠腫の結果は、ハーデル・グループとインターフォン研究で同様だった (Hardell 等,2011b)。これは、2 組の研究の結果は大きく異なっている、という広く普及した言説とは違う。

IARC ワーキンググループは、「動物のがん研究」、「疫学」、「被曝」、「力学的またはその他の関連するデータ」の 4 つの分野を代表する、30 人の科学者たち¹⁵から構成された。それぞれの専門家グループは、幾人かの専門家によって会

¹⁵ EEA のデーヴィッド・ギーは、「オブザーバーとしてよりむしろ、貴組織の代表として」グループに参加するよう IARC に求められた(代表とオブザーバーの定義に付いては序文を参照のこと。

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Preamble/currenta5participants0706.php>)。しかし、

議前に書かれた草案を最初に受け取った。その後の作業は専門家グループの中で行われ、最終合意は、一文毎に、参加した全ての専門家とともに、総会で得られた。

ワーキンググループは、無線電話からの RF 電磁界への被曝と神経膠腫や聴神経腫の陽性の関連性に基づき、RF 電磁界への発がん性について「ヒトにおける限定的な証拠」がある、と結論づけた。この結論は、インターフォン研究とハーデル・グループ研究に基づいた。携帯電話契約者に関するデンマークのコホート研究からは結論が導かれなかった。被曝評価での相当な誤分類が原因だ (Baan ら,2011)。

最終的な結論は、30 人の科学者全員による投票で承認された。職業被曝にも基づき、RF 電磁界はヒトへの「発がん性の可能性がある」グループ 2B だ、という結論に大部分が賛成した。

21.12 IARC 結論に対するいくつかの反応

権威ある IARC の評価でさえ、異なるグループによって、大きく違う解釈がされたのは興味深い。

これまでに、携帯電話使用で起きると立証された有害な健康影響はない。この文章は IARC 決定の後、WHO 電磁界プログラムから、2011 年 6 月のファクトシートで発表されたものだ (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en>)。そしてさらに、脳腫瘍の証拠を説明できる非熱効果を何も認めずに、組織の加熱は人体と無線周波数エネルギーの間の相互作用の主要なメカニズムだ、と明言した (Guiliani と Soffriti,2010)。

携帯製造業フォーラム(MMF)のマイケル・ミリガン[Michael Milligan]は次のように述べた。

…入手できる科学的な証拠を評価した後、RF 電磁界は確定したヒトへの発がん物質でも、おそらく発がん性があるのでもない、と IARC が結論を出したのは意義があった…(http://www.mmfai.org/public/docs/eng/MMF_PR_310511_IARC.pdf)。

GSMA 協会 (GSMA) のジャック・ロウリー[Jack Rowley] は、このように述べた。

…IARC の分類は、危害の可能性はあるが、そうではないようだ、という

IARC 会議が始まる数日前、完全なインターフォンの結果の発表の更なる遅れと、会議の疫学グループの議長であるアールボム[Ahlbom]の知識人としての偏向が原因で、それらは撤回されていると述べる手紙を EEA は IARC に出した。会議開始の前日に、アールボムは利害の対立が報告された結果、IARC によって議長から外された。そして会議も、未発表のインターフォン研究のデータを与えられた。しかし、これは EEA が参加するには遅すぎた。

ことを示す… (<http://www.gsma.com/articles/gsma-statement-on-the-iarc-classification/17567>)。

フィンランド技術産業連盟 (Finnish Technology Industries, FFTI) のパトリック・フォステル[Patrick Fostell]は、次のように述べた。

無線周波数電磁界は、ヒトへの発がん性も発がん性の可能性もないという、現在の研究データの優勢な解釈に、IARC 分類は沿っている… (<http://www.technologiateollisuus.fi/en/news/announcements/2011-6/no-change-in-international-assessment-of-the-health-effects-of-mobile-phone>)。

フィンランド放射線原子核安全庁 (STUK) と IARC 専門パネルのメンバーであるダリウス・レステンスキー[Dariuz Leszczynski]教授は、次のように記した。

携帯電話電磁波ががんを発症させる可能性があることや、発がん性 2B として分類した最近の IARC の評価は、科学者、業界、報道機関の間で賛否両論の騒ぎを起こした。残念ながら、この大きな注目の唯一の結果は、たった一つのことにつながる—**混乱**だ。一般の携帯電話ユーザーは、高い教育を受けた人もそうでない人も、この正反対の見解と変化する声明の動揺によって**混乱**させられた

(<http://betweemrockandhardplace.wordpress.com/2011/06/29/%e2%80%a2viva-confusion>)。

エコノミスト誌は次のように書いた。

…携帯電話ががんを起こすことに関する全ての騒ぎは、懸念される他のあらゆるものに比べて途方も無く不適切だ、とあなたの特派員は考える…

(<http://www.economist.com/blogs/babbage/2011/06/mobile-phone-and-health>)。

マイクロウェーブ・ニュースは、長い間、この分野を追跡してきた。IARC の全ての物語の大半とその結果が、ウェブサイトで見られる。例えば ICNIRP [訳注：国際非電離放射線防護委員会] の視点については次のように書かれている。

ICNIRP は、自らの財源を発表するのを断って自己永続する団体だ。新しい解説を書いた ICNIRP の疫学常設委員会は、同じ意見を持った人にだけ歓迎された。前議長、アンダース・アールボムも、携帯電話の脳腫瘍リスクは存在しないという彼の見解を表明した(彼は、携帯電話とがんに関する、前回の ICNIRP 論評の筆頭著者だった)。他の過去のメンバー、マリア・ブレットナー[Maria Blettner]は、IARC ワーキンググループの最終投票で唯一異議を唱えていた。ブレットナーもアールボムも二人とも、インターフォン研究に参加した

(<http://www.microwavenews.com/ICNIRP.Interphone.html>)。

ところで、大半が批判したデンマークのコホート研究だが、大部分は陽性ではないと意見が一致したように見えることで、IARCまでもがこの混乱に加わっていた。下記参照(<http://www.microwavenews.com>)。

全世界規模で回る機械を IARC の決定がスタートさせたことは疑いようがない。それはおそらく、IARC が 1990 年代に受動喫煙を発がん性物質として研究し評価した時に、タバコ産業によって始められたものと似ている (Ong と Glantz,2000)¹⁶。混乱の種と「作られた疑念」をまき散らすことは、タバコ産業や他の業界で使われた、良く知られた戦略だ(Michaels,2008;McGarity と Wagner,2008;Oreskes と Conwaty.2010)。

21.13 IARC 結論の後に発表された、いくつかの研究

インターフォンの北欧部門は、携帯電話電磁波に対する脳腫瘍の位置に関する研究を発表した (Larjavaara 等,2011)。その研究は上記で議論したように、カーディス等(2011)による結果と矛盾するように見えるが、異なった、明確さが少ない方法を使っている。42 症例だけが携帯電話を 10 年以上使っていて、使用期間が最も長い高被曝グループでの分析は行われなかった。従って、この研究は、カーディス等(2011)が行った精巧さが少なく、有益さが非常にとぼしい。

デンマークで、携帯電話契約者のコホート研究は、国際疫学研究所(IEI)とアメリカのロックヴィル [Rockville] 医学博士、デンマークがん協会との協力で立案され開始された。そのコホート研究は、デンマークの二つの電話運営会社 (The Denmark Mobile と Sonafon)、IEI、デンマークがん協会による資金提供によって行われた。IEI の資金源は公開されていない。

携帯電話契約者の脳腫瘍リスクに関するデンマーク研究からの最初の結果は、2001 年に発表され、2006 年と 2011 年に更新された (Johansen 等,2001;Schüz 等,2006,2011;Frei 等,2011)。それは、デンマークの二つの事業者 The Denmark Mobile と Sonafon のコンピューター化されたファイルで確認された、1982 年 1 月 1 日から 1995 年 12 月 31 日までの対象者を含む。合計で 723,421 人の契約者が確認されたが、これらの契約者の 58%だけが最初のコホートと一致する。

IARC が評価の証拠として、デンマーク研究を使わなかった主な理由は、被

¹⁶ 1990 年代初め、フィリップ・モリスたばこ会社は、IARC の研究と二次的な喫煙に関する IARC モノグラフの可能性が、ヨーロッパでの規制を増やすことを恐れ、IARC の作業を打ち砕くための産業間の三つの戦略の先頭に立った。科学的戦略は、IARC の研究の力をそぎ、予測される結果に対抗する業界主導の研究を行うことだった。コミュニケーション戦略は、メディアと公衆を操ることで具体的な意見の計画をたてた。政府戦略は、喫煙規制の増加を妨げるよう求めた。IARC の研究費は 10 年で 200 万米ドルだった。フィリップ・モリス社は研究に 1 年だけで 200 万米ドルを使い、400 万米ドルまで上げた(Ong と Glantz.2000)。

曝評価で相当な誤分類の結果になったからだ(Baan 等,2011)。

デンマーク研究の著者等は、そのような相当の被曝の誤分類の主な原因を自身で指摘した (Frei 等,2011)。電話を使わない携帯電話契約者が「被曝」として分類された。携帯電話を使う非契約者が「非被曝」として分類された。ヘビーユーザーがいる傾向がある法人契約者 (200,507 人) が「非被曝」として分類された。1995 年以降に携帯電話契約をした人(デンマークの人口の 80%以上) が「非被曝」として分類された。ハーデル等が脳腫瘍の非常に高いリスクを関連させたコードレス電話の大勢の使用者も、「非被曝」として分類された。その他の限界は、側面(携帯電話を使った頭の側と脳腫瘍の関係)による分析がないこと、そして実際の被曝データが完全でないことだ。このコホート研究のこれらと、その他の欠点はもっと詳しく他でも議論されてきた(Ahlbom 等,2007;Söderqvist 等,2012b)。

「大規模で全国的な携帯電話使用に関するコホート研究のこの更新において、因果関係の小さな証拠を提供する、中枢神経系の腫瘍リスクは増えなかった」という著者等の結論には十分な根拠が無いことは、これらの限界から明らかだ (Frei 等、2011)。

21.14 神経系腫瘍の全国的な長期傾向を監視する必要性

各国の脳腫瘍に関する全体的な発症データは、症例対象研究で観察された携帯電話と脳腫瘍の関連性を適格または不適格にするために使われるかもしれない、と指摘されてきた(Aydin 等,2011;Ahlbom と Feychting,2011;Deltour 等,2012;Little 等,2012)。フレイ[Frei] 等(2011)がデンマーク研究で提示した見解を支持する際に、アールボムとフェイツチング(2011)は、関連性が高いデンマークがん登録ではなく、スウェーデンがん登録(1990 年代以降、脳腫瘍発症が全体的に増えていないことを示す) から、全体的な脳腫瘍の発症データを参照した。

中枢神経腫瘍、とくに悪精度の高い神経膠腫の報告でスウェーデンがん登録の質は、重く問われてきた (Bergenheim 等,2007 ; Barlow 等,2009)。デルトワ [Deltour]等の論文 (2012) で、スウェーデンは人口と症例の約 40%を明らかにした。従って、スウェーデンがん登録への脳腫瘍症例の過小報告は、確かさが少ないデルトワ等の研究で結論されるだろう。

デンマークでは、2000～2009 年の間、脳腫瘍と中枢神経系腫瘍(結合)の年ごとの発症率が、統計学的に有意に増加した。男性は+2.7% (95%CI=1.1-4.3)、女性は+2.9% (95%CI=0.7-5.2) (NORDCAN)。最近更新された脳腫瘍と中枢神経系腫瘍の結果が、デンマークで公表された。脳腫瘍と中枢神経系腫瘍の年齢標準化発症率は、2001～2010 年にかけて男性で 40%、女性で 29%まで増えた (Sundhedsstyrelsen,2010)。

デンマークがん登録に基づく、ごく最近の報道発表は、過去 10 年間で最も悪

性度の高い神経膠腫のタイプである、神経膠芽種の発症率が約4倍になったと発表した。

(<http://www.cancer.dk/Nyheder/nyhedsartikler/2012kv4/Krafting+stigning+i+hjernesvulester.htm>)。今までのところ、これらの発症データは一般に公開されていない。

コラム 21.3 IARC とその発がん性の分類

IARC は潜在的な発がん性の害、つまり「いくつかの要因の下でがんを引き起こすことができる物質」を評価する。一方、がんのリスクは、がんの害への被曝で予期される発がん影響の評価だ。IARC モノグラフは、表題の「リスク」という言葉の歴史的な存在にも関わらず、がんの害の評価の実践だ。

IARC は過去 40 年に渡って研究されてきた 1000 近くの、発がんの可能性のある危険な物質を 5 つに分類してきた。これらは証拠の強さの違いによって変わる。証拠の強さが高い順から並べると、**グループ 1**：ヒトへの発がん性が「**確立**」したもの、アスベストやディーゼルエンジンの排ガス、タバコ、エックス線など (108 物質)。**グループ 2A**：おそらく発がん性があるもの、テトラクロロエチレン等 (64 物質)。**グループ 2B**：発がん性の可能性のあるもの、輸送機関の排ガス、鉛、DDT、そして今では携帯電話を含む無線周波数電磁界等 (272 物質)。**グループ 3**：発がん性物質と分類できない。証拠が不十分で他の分類が認められないからだ (508 物質)。**グループ 4**：おそらくヒトへの発がん性がない物質。ヒトと動物の両方で、がんの影響に対してかなり強い証拠に基づく。

とくに議論を起こすグループ、つまり 2A と 2B の意味を明らかにするのは役立つだろう。

IARC は入手できるがんの証拠の異なるタイプを評価する場合、証拠の三つの異なる強さを選択した。評価した証拠は主にヒトから、動物から、がんの因果関係の生物学的メカニズムの考慮からもたらされる。最後の証拠は、それらががんを**起こすかどうか**というより、発がん物質が**どのように**がんを起こすかについての理解を提供できる。

IARC で使われた証拠グループの主な強さは、「十分」「限定的」「不十分」だ。例えば、グループ 1 はヒトでの「発がん性の十分な証拠」がある物質が含まれる。グループ 2A は、「ヒトではがんの証拠が限定的」だが、「動物ではがんの証拠が十分ある」物質を含む。無線周波数電磁界の分類であるグループ 2B は、「ヒトでのがんの証拠は限定的で、動物では十分な証拠が少ない」、そして「チャンスやバイアス、混乱因子が合理的な信頼性で除外されない」物質だ。「発がん性の不足を証拠が示唆している」のはグループ 4 に使われる。

(IARC, 2006, p.19-20)。

同じ分類グループの中の異なる物質は、非常に異なる証拠の種類と各物質に特有の被曝状況に基づいて評価された。非常に特異的な特徴に従って、い

くつかの 2B 物質は、蓋然性の幅の下部にあり、他のものは二つの蓋然性の一つに近く、残りのものはその間のどこかにある。ドライクリーニングの蒸気やコーヒー等、グループ 2B の中の 271 物質からいくつかの発がん物質を無作為に選んで大雑把にひとまとめにすることで、ジャーナリストや他の人たちは、がんのリスクの可能性について、ただでさえ難しい議論を複雑にするのに一役買っている。各物質はそれ自身の証拠で考慮される必要がある。

リトル[Little]等 (2012) は、アメリカの 1992～2008 年の神経膠腫の発症率を研究し、2011 年に発表されたハーデル・グループのプール分析の結果(Hardell 等,2011a)と、2010 年のインターフォン発表 (Interphone Study Group,2010) での携帯電話使用と関連する神経膠腫のオッズ比の結果を比較した。しかし、論文のアブストラクトや図では公表されなかったが、ウェブ上の付表で見ることができる重要な方法論的問題は、ロサンジェルス SEER 登録の 60～64 歳の男性で観察された率に基づいて基準分類としたという点だ。これらのデータは、全体のデータセット、18 歳以上の男性と女性、12 人の SEER 登録での評価率に使われた。そのため、非常に多くの仮定が行われた。「ある研究 (スウェーデン) で報告されたような、携帯電話の使用と神経膠腫のリスク上昇は…アメリカの人口データで観察された発症傾向と一致しない…」というリトル等の結論は、科学的証拠からほど遠く、研究で使われた欠点のある方法で示す可能性があるだろう。それどころか、悪精度の高い神経膠腫が、統計学的に有意に年間の発症率を増やしたことを、彼らが実際に示したことは興味深い。1992～2008 年の SEER データで、+0.64%、95%CI は 0.33 から 0.95 だった。その結果は、研究グループによって、それ以上にコメントされていない。

分析疫学の結果を退けるために、エイディン等 (2011) やデルトワ等(2012)、リトル等 (2012) のように、記述的なデータを使う場合、より多くの注意が必要だ。方法論的な欠点に加えて、記述的研究で分かっていない脳腫瘍のその他のリスク因子への被曝での変化等、全体的な発症率に影響を与える他の因子があるかもしれない。がんの発症は、病気の開始、進行、促進によって決まる

(Hazleton 等,2005)。RF 電磁界の発がん性のメカニズムはまだ明らかになっていないので、脳腫瘍発症に関する記述的データは限定的な意味がある、という視点を支持する。

21.15 最終論評

電話通信作業やその他の団体によって、時折、主張されたのは下記の点だ。

- ・ 電磁界への被曝について現在の ICNIRP 基準の科学的根拠は、がんのリスクから公衆を守るために適切だ
- ・ 子どもたちは携帯電話の RF に大人よりも敏感ではない

- ・ 電磁界の**非熱**レベルの生物学的に重大な影響は存在しない
- ・ 仮にそのような影響があったとしても、これらの影響を説明できる、受け入れられる作用メカニズムがない

しかし、ラマッツィーに[Ramazzini]研究所と電磁安全国際委員会(ICEMS)による最近の400ページの論評は、電磁界の非熱効果による生物学的影響と生態学的影響の証拠を多数、提供する(Giuliani と Soffritti,2010)。EEA は、2011年の欧州評議会のRFと携帯電話に関する公聴会で、その証拠におけるこの報告書の主な結果を要約した。(EEA.2011a、2011b)。

インターフォン・グループと同様に、ハーデル・グループの結果も、長期間の携帯電話使用に関連する神経腫と聴神経腫のリスク増加を示す。適切に評価・分析された場合、コードレス電話の使用もリスクを増やす。RF電磁界が当たる脳への同側被曝で、リスクは最も高くなる。若者は大人よりもリスクが高いように見える。髄膜種については一貫したリスク増加パターンはなかった。

さらに興味深いことに、同じ研究で異なる結果が、違う腫瘍のタイプで得られた。これは結果の説明として、体系的なバイアスを強く主張する。その場合、結果は腫瘍のタイプに係らず類似しただろう。

職業や無線電話などのRF電磁界は全体的に、ヒトへの発がん性の可能性があるグループ2Bだ、というIARCの結論(Baan等,2011)は、ICNIRPのメンバーなどによって疑問をもたれてきた(Swerdlow等,2011)。IARC決定から一か月後の2011年7月1日にオンラインで発表された論文は、携帯電話の使用が成人で脳腫瘍を起こすことが可能だという仮定を裏づける証拠が増えている、と結論づけた。この論文で例証したように、研究者個人への根拠の無い攻撃もある。それはアスベストや鉛、タバコの歴史で同様の経験が繰り返されてきた。健康影響に関して発表された結果は、全体的なパターンを考慮せずに、前後関係から外れて単独の結果を引用し、曖昧な方法を使うことによって、疑問視されてきた。

微妙なニュアンスのある報告を提供できる研究するジャーナリストが、メディアに不足している。大半のジャーナリストは、オリジナルの論文を読んだり、自身の評価を加えたりせずに、ニュース報告や報道発表の参考文献としてのみ使うようだ。疫学研究の多数の限界は、論文の本文で示されているが、最も頻繁に全文が読まれるアブストラクトで書かれるのは稀だ。メディアでの正確で信頼できる報道が無ければ、公衆がどのように予防(原則)的に対応すべきかを自分で判断するための、潜在的な健康リスクに関する確固として一貫した情報を得ることはできない。

IARC発がん性分類が、電磁波の広範囲な発生源から公衆衛生を守る責任、とくに被曝を減らすことができる緩和(つまり、メール送信、ハンズフリー機

器、よりよい電話の立案)を与えることについて、政府の認識に何ら重大な影響を与えなかったように見えるのは注目すべきことだ。

50 億人を超える世界的な被曝とその他の生物の種、ナビゲーション・システムがそのような電磁波に影響を受けている可能性のあるハチや数種類の鳥 (Balmori,2005,2009;Sharma と Kumar,2010)、野鳥の繁殖(Everaert と Bauwens,2007)を考慮すると、RF 電磁波の生物学的影響、生態学的影響の多くの不明点を、独立して調査することが緊急に必要な。研究は電話と基地局の徴収から、関連する企業によって一部を資金提供されるが、企業の影響からは独立して使うことができる。

携帯電話通信の利益は多数あるが、早期警告からの遅すぎる教訓 1 号 (EEA,2001)や現在の報告の他の症例研究のように、そのような利益は広範囲な危害の可能性を伴う必要は無い。頭部被曝を減らすために現時点で予防 (原則)的行動をとることは、2007 年に EEA や他の多くが指摘してきたように、存在するかもしれない脳腫瘍のリスクの規模と深刻さを減らすだろう。被曝削減は、この症例研究で考慮されていない、他の潜在的危害を減らすことにも役立つだろう。

12.16 エピローグ

無線電話を 12 年間使って脳に神経鞘腫が発生した会社員に、労働者の保険団体(INAL)が労働者補償を支払わなくてはならない、とする原判決をイタリア最高裁判所は支持した (<http://www.applelettrosmog.it/public/news.php?id-44>;<http://microwavenews.com/news-center/italian-supreme-court-affirms-tumor-risk>)。この会社員は、腫瘍ができたのとだいたい同じ側で、一日あたり 5 から 6 時間、携帯電話とコードレス電話の両方を使っていた。神経鞘腫は脳の三叉ガッサー神経節にあった。この 5 番目の頭蓋神経は、顔の感覚と筋肉をコントロールする。これは脳の似た領域にある 8 番目の頭蓋神経のなかの聴神経腫と、同じ腫瘍のタイプだ。神経鞘腫は良性腫瘍だが、過酷な影響が日常生活に影響を与え、神経学的損傷を治療した後も、永続的な障害になる症状を起こす。イタリアの訴訟は、因果関係の基準を満たした。無線電話の 10 年以上の使用と、腫瘍が発生した側での高い累積被曝、無線電話の使用と脳腫瘍のリスクに関する過去の研究に基づいて予測される腫瘍のタイプだ。最高裁判所の決定に抗議するための、これ以上の訴えは不可能だ。

原典 : Lenart Hardell, Michael Carlberg, David Gee. "Mobile phone use and brain tumour risk: early warnings, early actions?"

Late Lessons from early warnings: science, precaution, innovation.EEA(2013)541-559

(訳：加藤やすこ、2013.3.25)

*参考文献は省略