

令和 2 年度

「電波の生体影響評価に必要な研究手法標準化に関する国際意識調査」

調査の概要

調査対象

- ① 2015年～2020年の6年間に公表されている学術論文※2の責任著者の氏名、連絡先を抽出しリスト化した。
- ② またわが国の生体電磁環境研究に取り組む研究者等の名簿を作成し、連絡先を抽出しリスト化した。
- ①と②の重複がみられる場合があるが、突合を行い、1連絡先のみを選択した。

なお、欧州経済領域（EEA）における一般データ保護規制（GDPR）への抵触を避けるため、連絡先リストから、EU圏に在住する研究者等の連絡先を除外し、当該領域の研究者については知己にのみ私信として回答を依頼した。

調査期間

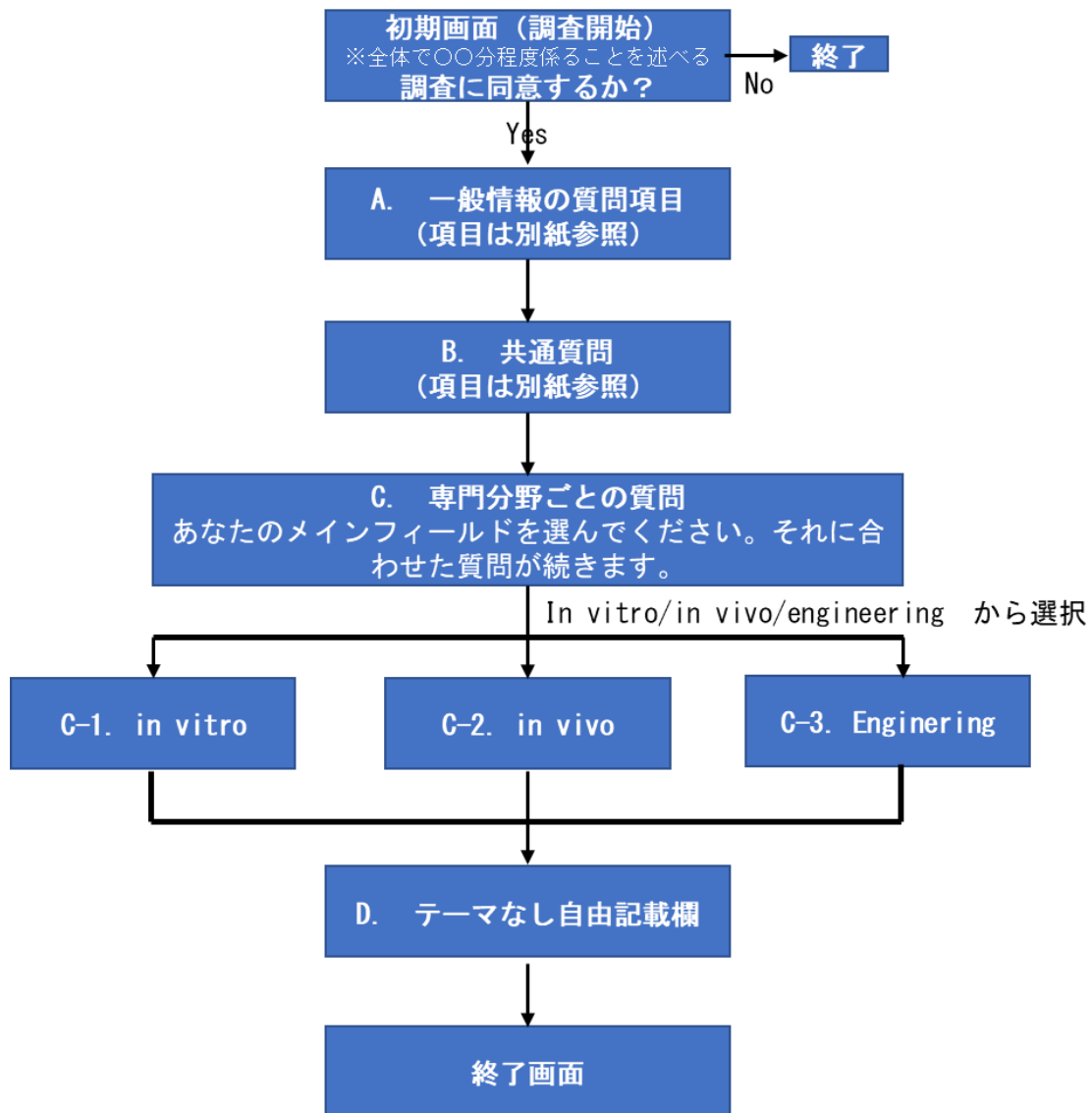
2021年2月10日～2021年3月15日

調査方法

Web アンケート

※情報セキュリティの観点から、プライバシーおよび個人データの保護のため、電子的および物理的なデータの漏洩が起こらないように十分に配慮した。また Web システムへの不正侵入が起こらないようなセキュリティ対策に配慮した。

アンケートの全体デザインは次ページに示すとおりである。



調査の流れ

(Web サイトのデザインコンセプトも同様である)

結果

期間内に、87 件の回答があった

以下、詳細な結果は後述する単純集計および自由記載の回答を参照されたい。

考察

本研究では電波の生体影響評価のための研究手法標準化に関して国際意識調査をおこなった。これはおそらく世界で初の試みである。今回は、回答数も十分ではなく網羅的な意見が回収できていない可能性もあるが、それでも世界中から、*in vitro*, *in vivo*, 工学の専門家からの意見を収集できたことは意義が大きい。今年度は様々な条件をクリアして調査の骨格ができたので、次年度以降はよりよい調査ができると考えている。

今回の調査の単純集計から明らかになったことを以下に述べる。

共通質問からは、ICNIRP の認知度において、「よく知っている・聞いたことがある」で計 94.5%とほとんどの研究者が認知しており ICNIRP ガイドラインの認知度についても「よく知っている」が 51.4%、「おおむね知っている」が 34.7%で高い認知度であった。また ICNIRP ガイドラインの制限値の根拠についても「よく理解している」55.6%、「おおむね理解している」27.8%で、多くの研究者が理解していることがわかった。

この傾向は IEEE および IEEE standard、同 standard の制限値の根拠の認識についても同様の傾向であり、生体電磁気学研究の研究者の多くがこれらの国際基準を理解した上で研究に臨んでいることが明らかとなった。

一方で、WHO が定めた生体電磁環境研究における GUIDELINES FOR QUALITY EMF RESEARCH (1998) については全体の 47.2%が「本ガイドラインを知っており、それに基づいた研究をしている」と回答した一方で、「知らない」と「わからない」を合計すると 36.1%になり、一部の研究者にあまり浸透していない実態があきらかとなった。

電磁界の生体影響の制限値の根拠について、Possible effects を考慮する必要があるかと訪ねたところ、「考慮する必要がある」が 70.8%であり「必要がない」の 16.7%を上回った。これについては、アンケートの質問において、Possible effects の定義を明確にしていなかったため、回答者にとって多様な受け取り方をしたのではないかと考えられる。現状のガイドラインにおいては、Possible effects については考慮されていないため、次年度以降質問の意図をさらに明確にして訊く必要がある。

Possible effects を検出するための手法を国際的に標準化するべきかを訊いたところ、66.7%がそう思うと回答し、標準化法を定めるべきという意見が多く聞かれた。またその標準化法はどの期間が定めるべきかという質問（複数回答）に対しては、多い順に WHO、ICNIRP、IEEE が挙げられたが、それ以外にも、複数機関での共同によるべきであるとか、GLORE、ILO、ITU、UNEP などの組織名も挙げられた。

自由記載として記入を求めた「電磁界へのばく露の安全を保証するためには、どのような科学的な根拠が必要だと思いますか。」の質問には各研究者からリアルな意見を集めることが

できたと考えている。具体的には「非熱的影響は存在しないことを証明する必要」「用量依存性かつ効果の既知のメカニズムを伴う、一貫性のある再現可能な健康への悪影響」「明らかな健康への悪影響との関連」「閾値の明確化」などといった具体的な意見が提出された。また、「電磁界へのばく露の安全について、どのようにすれば社会的なコンセンサスが得られるか」の問には、回答者の研究者としての社会に対する視点が垣間見られる回答が得られ、今後、これらの回答を詳細に分析する価値があると思われる。

In vivo, *in vitro*, *engineering* の3分野に別れた専門別の質問においては、それぞれの専門的な立場から多くの意見を集めることができた。また、資料として単純集計をまとめた。今後、詳細な分析を行い、来年度開催される標準化検討会でさらなる討議を行う予定である。

回答の集計結果

共通質問とその回答

[A-1] 現在所属している組織の国名

国名	人数	(%)
Japan	40	46%
USA	10	11%
Italy	7	8%
Australia	6	7%
Finland	2	2%
Germany	2	2%
India	2	2%
Turkey	2	2%
Argentina	1	1%
Armenia	1	1%
Canada	1	1%
China	1	1%
Hungary	1	1%
Kazakhstan	1	1%
Malta	1	1%
New Zealand	1	1%
Nigeria	1	1%
Russia	1	1%
Switzerland	1	1%
Tunisia	1	1%
答えたくない	4	5%
総計	87	100%

[A-2] 回答者の国籍

国名	人数	(%)
Japan	38	44%
USA	8	9%
Australia	7	8%
Italy	5	6%
Argentina	2	2%
Germany	2	2%
Turkey	2	2%
Armenia	1	1%
Austria, USA	1	1%
Canada	1	1%
China	1	1%
Finland	1	1%
Finnish	1	1%
Hungary	1	1%
India	1	1%
Italian	1	1%
Malta	1	1%
New Zealand	1	1%
Nigeria	1	1%
Thai	1	1%
Tunisia	1	1%
US	1	1%
Uzbekistan	1	1%
答えたくない	7	8%
総計	87	100%

[A-3] 回答者の専門領域

	人数	(%)
In vitro	9	10%
In vivo	11	13%
工学	53	61%

答えたくない	2	2%
その他	12	14%
総計	87	100%

[A-4] 年齢

年齢	人数	(%)
20-29	3	3%
30-39	11	13%
40-49	23	26%
50-59	22	25%
60 and above	28	32%
総計	87	100%

[A-5] 性別

性別	人数	(%)
男性	77	89%
女性	8	9%
無回答	2	2%
総計	87	100%

[A-6] 学歴/学位

学歴	人数	(%)
博士	62	71%
修士	18	21%
学士	7	8%
総計	87	100%

[A-7] 生体電磁環境分野の研究従事年数

経験年数	人数	(%)
1年以内	4	5%
1～5年	7	8%
6～10年	14	16%
11～15年	10	11%
16～20年	8	9%
20年以上	37	43%
答えたくない	7	8%
総計	87	100%

[A-8] これまでの論文件数

論文数	人数	(%)
1-5 papers	20	23%
6-10 papers	10	11%
11-20 papers	14	16%
21-30 papers	9	10%
More than 30 papers	20	23%
答えたくない	14	16%
総計	87	100%

[B-1] 国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP)を知っていますか？

	人数
よく知っている	68
聞いたことがある	15
知らない	3
わからない	1
答えたくない	0
総計	87

[B-2] ICNIRP の 1 Hz – 100 kHz のガイドラインを知っていますか？

	人数
内容もよく知っている	37
おおむね知っている	35
聞いたことがある程度	8
知らない	7
わからない	0
答えたくない	0
総計	87

[B-3] ICNIRP の 1 Hz – 100 kHz のガイドラインをどの程度理解していますか？

	人数
よく理解している	42
おおむね理解している	26
少し理解している	10
理解していない	5
わからない	4
答えたくない	0
総計	87

[B-4] ICNIRP ガイドラインのうち 300 Hz - 100 kHz の制限値の根拠をどの程度理解していますか？

	人数
よく理解している	38
おおむね理解している	27
少し理解している	11
理解していない	8
わからない	3
答えたくない	0
総計	87

[B-5] 100 kHz ~ 300 GHz の周波数における INCIRP ガイドラインが 2020 年に改定されたのを知っていますか？

	人数
内容もよく知っている	38
おおむね知っている	24
聞いたことがある程度	12
知らない	9
わからない	4
答えたくない	0
総計	87

[B-6] 100 kHz ~ 300 GHz の ICNIRP ガイドラインをどの程度知っていますか？

	人数
よく理解している	38
おおむね理解している	23
少し理解している	12
理解していない	10
わからない	4
答えたくない	0
総計	87

[B-7] 上記ガイドラインのうち 100 kHz - 10 MHz の制限値の根拠をどの程度理解していますか？

	人数
よく理解している	34
おおむね理解している	26
少し理解している	12
理解していない	12
わからない	3
答えたくない	0
総計	87

[B-8] IEEE を知っていますか？

	人数
よく知っている	72
聞いたことがある	14
知らない	1
わからない	0
答えたくない	0
総計	87

[B-9] IEEE の電磁界ばく露に関する standard をどの程度知っていますか？

	人数
内容もよく知っている	34
おおむね知っている	33
聞いたことがある程度	10
知らない	9
わからない	1
答えたくない	0
総計	87

[B-10] IEEE standard のうち、300Hz～10MHz の制限値の根拠をどの程度理解していますか？

	人数
よく理解している	32
おおむね理解している	30
少し理解している	12
理解していない	10
わからない	3
答えたくない	0
総計	87

[B-11] 世界保健機関（WHO）の WHO's AGENDA FOR EMF RESEARCH（1998 年）の文書に書かれている GUIDELINES FOR QUALITY EMF RESEARCH について知っていますか？

	人数
内容までよく知っている	21
おおむね知っている	28
聞いたことがある程度	21
知らない	15
わからない	2
答えたくない	0
総計	87

[B-12] あなたの研究はそのガイドライン（GUIDELINES FOR QUALITY EMF RESEARCH）に基づいていますか？

	人数
完全に合致している	21
おおむね合致している	24
部分的に合致している	8
いいえ	3
わからない	19
答えたくない	12
総計	87

[B-13] 上記の WHO のガイドラインにおいては盲検法による研究が推奨されています。あなたは盲検法、二重盲検法についてどのように考えますか？

	人数
盲検法ではなく、二重盲検法が必須である	31
盲検法が必須である	27
どちらも必要ない	1
わからない	16
答えたくない	12
総計	87

[B-14] ICNIRP ガイドラインでは Possible effects※については科学的根拠が弱い（＝科学的不確実性が高い）という判断に基づき基準値の設定の対象になっていませんが、これらの Possible effects を考慮した標準的な安全性試験を実施したほうが良いと思いますか？
 ※ Possible effects とは、発がん、生殖毒性（催奇形性）などの影響のことを指します。

	人数
そう思う	33
そう思わない	31
わからない	20
答えたくない	3
総計	87

[B-15] Possible effects は実証された作用よりも低用量かつ長期のばく露による未知の影響を考える必要があるという意見があります。その際には評価に用いるばく露の最大用量が「実証された作用の閾値（運用上の閾値）」と同等で良いと思いますか？（なお、先行研究によれば、非常に強いばく露を実現には技術的制約 restriction が伴います。）

	人数
基本制限より 10 倍以上	3
基本制限の 10 倍程度	5
基本制限の 5 倍程度	4
基本制限と同レベル	27
基本制限の 5 分の 1 程度	2
基本制限の 10 分の 1 程度	8
基本制限の 10 分の 1 以下	7
わからない	24
答えたくない	7
総計	87

[B-16] 標準的な安全性試験方法のプロトコルは、どのような機関の主導で定められるべきだと思いますか？

	人数
WHO	27

ICNIRP	24
IEEE	10
OECD	3
その他	4
わからない	12
答えたくない	7
総計	87

[B-17] あなたは、現在の国際的なガイドライン以下のばく露を安全だと考えますか？

	人数
はい	58
いいえ	11
わからない	16
答えたくない	2
総計	87

[B-18] そうでない場合、どのような科学的根拠がさらに必要だと思いますか？

- We have evidence in my lab that we can change growth rates of cancers, bacteria, Ca, reactive oxygen, NO concentrations and other biologically important quantities with electric and magnetic fields that are well below the current exposure limits at frequencies from static up through 20MHz. The results depend on amplitude, frequency, length of exposure and biological parameters. Biological systems are complicated. Our feedback and repair systems take care of many, but likely not all, of the health problems that exposures to weak field may cause. Declaring the current levels are safe has a high probability of being to strong a statement. The health effects for exposures are likely to vary from person to person and with time on the same person. (私の研究室では、静電から 20MHz までの周波数で、現在の暴露限界をはるかに下回る電界と磁界によって、がん、バクテリア、Ca、活性酸素、NO 濃度、その他の生物学的に重要な量の成長率を変化させることができるという証拠があります。その結果は、振幅、周波数、曝露時間、生物学的パラメータに依存する。生体システムは複雑です。微弱な磁場への曝露が引き起こす可能性のある健康上の問題の多くは、私たちのフィードバックと修復システムによって処理されますが、すべてではないでしょう。現在のレベルが安全であると断言することは、強い表現である可能性が高い。曝露による健康への影響は、人によって、また同じ人でも時間によって異なる可能性があります。)

- The ICNIRP approach is at least 20 years out of date. The bioeffects that are seen at much lower levels need to be taken into account in establishing a 24/7 limit for members of the public. For example the new ICNIRP RF limit still treats skin as a wet sponge or inanimate substrate. The 5G standard is based on computer models which treat skin as a wet sponge. There are major problems with treating skin as just an overcoat or a wet sponge as ICNIRP do in their assessment of the health effects of millimetre waves. As you pointed out they ignore the fact that skin is part of our whole-body system. The ICRP critical organ approach is lost on ICNIRP. The skin as an organ which is rich in nerves and is the body's first defence from chemical or mechanical exposure. These receptors carry out abundant innervation associated with the central nervous system. Skin innervation is carried out by both branches of the cerebrospinal nerves and nerves of the autonomic nervous system. Skin is rich in protective bacteria. Skin is part of our immune, waste management, endocrine system. ICNIRP ignore all these bioeffects in setting their limits. ICNIRP say there are no health effects but heating, this is hollow assurance with no research. (ICNIRP のアプローチは、少なくとも 20 年は古いものです。例えば、ICNIRP の新しい RF 制限値では、皮膚を濡れたスポンジや無生物の基板として扱っています。5G 規格は、皮膚を濡れたスポンジとして扱うコンピュータモデルに基づいています。ICNIRP がミリ波の健康への影響を評価しているように、皮膚を単なる上着や濡れたスポンジとして扱うことには大きな問題があります。あなたが指摘したように、皮膚は人間の全身システムの一部であるという事実を無視しています。ICRP の重要臓器アプローチは ICNIRP には通じません。皮膚は神経が豊富な器官であり、化学物質や機械的な暴露から身体を守る最初の防御手段です。これらの受容体は、中枢神経系に関連する豊富な神経支配を行っている。皮膚の神経支配は、脳脊髄神経と自律神経系の神経の両方の枝によって行われます。皮膚には保護細菌が豊富に存在する。皮膚は、免疫系、老廃物処理系、内分泌系の一部である。ICNIRP は、これらの生体影響を無視して限度値を設定しています。ICNIRP は、健康への影響はないと言っていますが、加熱すると、これは研究もされていない空虚な保証です。)
- More studies (in vivo, in vitro, genetic and epidemiological) are needed to confirm the safety (安全性を確認するためには、さらなる研究 (in vivo、in vitro、遺伝子、疫学)が必要である)
- More and frequent toxicity studies are necessary. (より多くの、より頻繁な毒性試験が必要である。)
- I am not sure. (わかりません)
- What does it mean "safety"? (「安全性」とはなにを意味するか?)

- The clarification of health effects of long term exposure to EMF. (EMF へのばく露の長期健康影響の明確化)
- Many EMF exposures sources are not measured and not tested well. Exposure scenario are not so clear for epidemiological studies specially because we cannot take into account all frequencies exposures in the same time. Humans now are exposed to many frequencies. We cannot continue the research specially on one frequency range. I think that we must work on accumulation of exposures. (EMF の暴露源の多くは測定されておらず、テストも十分に行われていない。特に、すべての周波数の曝露を同時に考慮することができないため、疫学研究において曝露シナリオはあまり明確ではない。人間は現在、多くの周波数にさらされている。一つの周波数帯に特化して研究を続けることはできません。私は、曝露の蓄積に取り組まなければならないことを感謝している。)

[B-19] 電磁界へのばく露の安全について、社会的なコンセンサスが得られるためには、どのような科学的根拠が必要だと思いますか？

- No matter what scientific evidence is given, it is not possible to create a social consensus on safety of exposure to electromagnetic fields without trust in science. Even if a scientifically safe exposure standard government creates it, the people will not feel security without trust in the government. (どんなに科学的な根拠が示されても、科学への信頼がなければ、電磁界への曝露の安全性に関する社会的なコンセンサスを得ることはできません。科学的に安全な被曝基準を政府が作ったとしても、政府への信頼がなければ国民は安心できません。)
- 生物学的影響についての知識が不足している周波数が多く、健康リスクを正確に評価できる状況ではないと思われるため、科学的に安全であると言える状況ではないと思います。
- Resolve the positive cancer studies. (陽性の結果が出ているがん研究を解決する。)
- I'm afraid that scientific evidence alone will not build social consensus on the safety of exposure to EM fields. Rather, it will rely on re-establishing public trust in major health and scientific institutions. Unfortunately, in this age of conspiracy theories and political opportunism the prospect of that occurring seems to be getting worse rather than better. Consider for instance the large proportion of American citizens who still believe Donald

Trump's baseless assertions that he was fraudulently cheated out of the US presidency at the recent 2020 elections. (科学的根拠だけでは、電磁波の安全性に関する社会的コンセンサスは得られないと思います。むしろ、主要な医療機関や科学機関に対する国民の信頼を回復することが重要である。残念ながら、陰謀論と政治的ご都合主義が蔓延するこの時代において、その見通しは良くなるどころか、むしろ悪化しているように思われる。例えば、先の2020年の選挙で、ドナルド・トランプ氏が不正に大統領の座を奪われたという根拠のない主張を、いまだに信じているアメリカ国民が大勢いることを考えてみましょう。)

- good risk communications (より良いリスクコミュニケーション)
- One cannot prove safety. One can only show that there exist conditions that are unsafe. Unsafe conditions are established by well conducted repeatable studies. Independent confirmation of reported positive findings are necessary for establishing unsafe levels. (安全性を証明することはできません。安全ではない状態が存在することを示すことができるだけです。安全でない状態は、よく実施された反復可能な研究によって確立される。安全でないレベルを確立するためには、報告された肯定的な知見を独立した機関が確認する必要があります。)
- A clear explanation of what "established" adverse health effects means and why such a benchmark is crucial to evolving reliable safety limits as opposed to referencing "possible" health effects that may include many deficient studies that can lead to unreliable estimates of the potential for adverse health effects of exposure. (健康への悪影響が「確立された」とは何を意味するのか、なぜそのような基準が信頼性の高い安全限界値を進化させるために重要なのかを明確に説明すること。これに対して、「可能性のある」健康への影響を参照することは、多くの欠陥のある研究を含み、暴露による健康への悪影響の可能性について信頼性の低い推定値をもたらす可能性がある。)
- We need to understand the effects of exposures to weak electromagnetic field much better than we do now and to let the public know and where we do not know enough to tell them definitively what is safe and what is not. (私たちは、微弱な電磁場への曝露の影響を今よりもはるかによく理解し、何が安全で何が安全でないかを明確に伝えるのに十分な知識がない場合には、それを一般の人々に知らせる必要があります。)
- Ongoing research that includes technologies and frequencies in development. (開発中の技術や周波数を含む継続的な研究)

- Given the proliferation of scientific misinformation and untruth on the Internet, both intentional and non-intentional, I don't believe that "social consensus" can be achieved. (意図的なものもそうでないものも含めて、科学的な誤報や不真実がインターネット上で拡散していることを考えると、「社会的合意」が得られるとは思えません。)
- We need a new standards body. Not ICNIRP which is conflict organisation. This new body needs to work with a group that contains a lot of medical opinions. (私たちは新しい標準化団体を必要としています。対立する組織である ICNIRP ではなく。この新しい団体は、多くの医学的意見を含んだグループを持つ必要があります。)
- This could be within WHO or ICRP, ICNIRP radiation protection philosophy is all wrong. watch this link <https://youtu.be/-Oqct4yuLa0> (これは WHO や ICRP の中での話であって、ICNIRP の放射線防護の理念はすべて間違っています。このリンクを見てください <https://youtu.be/-Oqct4yuLa0>)
- More independent studies (in vivo, in vitro, genetic and epidemiological) are needed to confirm the safety (安全性を確認するためには、より多くの独立した研究 (in vivo、in vitro、遺伝学のおよび疫学的研究) が必要である。)
- Repeatable adverse effects with dose response relationship, and with known mechanisms. So we know what we are protecting against. (線量反応関係があり、メカニズムがわかっている反復可能な有害作用。つまり、私たちは何から守っているのかを知っているのです)
- 出生から老人になるまでの期間にわたって、身体機能および脳機能の変化ならびに病気の発生割合などを連続して観測する。
- It is difficult to convince the uninformed general public about the scientific basis necessary to establish the basis for 'safe' EM exposure. Unfortunately, most sceptics will cling on to statements they read on the Internet, without verifying the scientific basis. Scientists are generally not trusted by uninformed individuals who are more susceptible to conspiracy theorists and scare mongers. (「安全な」電磁波暴露の根拠となる科学的根拠を、何も知らない一般の人々に納得してもらうのは難しい。残念ながら、ほとんどの懐疑論者は、科学的根拠を検証することなく、インターネットで読んだ記述にしがみついてしまう。科学者は一般的に、陰謀論者や恐怖を煽る人の影響を受けやすい無知な人々からは信頼されない。)
- My opinion is that social consensus requires clear information more than 'complete scientific

evidence'. A 'very hard' review of the results published in scientific literature is required, and the results must be made public and when errors or not clear methods are identified, results must be disseminated and explained as clear as possible using both the 'scientific' language and the language of the 'people', eventually on two different web page. 社会的なコンセンサスには、「完全な科学的証拠」よりも「明確な情報」が必要だというのが私の考えです。科学文献に掲載された結果を「非常に厳しく」レビューし、その結果を公開し、誤りや明確でない方法が判明した場合には、「科学的」な言語と「人々」の言語の両方を用いて、可能な限り明確に説明し、最終的には2つの異なるウェブページで結果を普及させなければなりません。

- I am sure that the existing guidelines such as ICNIRP's and IEEE's have been established based on solid scientific evidences, and have already gained social consensus on safety of electromagnetic fields. (ICNIRP や IEEE などの既存のガイドラインは、しっかりとした科学的根拠に基づいて策定されており、電磁界の安全性についてはすでに社会的なコンセンサスを得ていると思います。)
- Public dissemination of information. (情報の公開)
- I don't think that evidence is relevant to social consensus (it is media that will always determine such things) (社会的コンセンサスにエビデンスは関係ないと思います(それを決めるのは常にメディアです)。)
- As people know, in establishing the safety of radio wave exposure, the SAR and the induced electric field can be scientific evidences at high and low frequencies, respectively, but the "social consensus" that also involves "public anxiety" cannot be constructed without dispelling the anxiety, which I think at the moment should be enlightenment activities. (ご存知のように、電波被ばくの安全性を確立する上で、SARと誘導電界はそれぞれ高周波数と低周波数での科学的証拠となる可能性があります、「国民の不安」も伴う「社会的コンセンサス」は払拭せずに構築することはできません。現時点で私が思う不安は、啓発活動であるべきだと思います。)
- I think it is necessary to obtain research data that can be accepted by the general public. I also believe that we should utilize cell / gene level research that can be elucidated by current life sciences, such as carcinogenicity and neurodegeneration, which many people are interested in. Sufficient epidemiological studies are not possible with new frequencies that are commonly used.(一般に受け入れられる研究データを入手する必要があると思います。また、発がん性や神経変性など、多くの人が興味を持っている現在の生命科学で解明できる

細胞・遺伝子レベルの研究を活用すべきだと思います。一般的に使われている新しい頻度では、十分な疫学研究はできません。)

- I am not sure. (わかりません)
- Most of the public believe in international standards and advice from WHO. However, there are a few scientists and members of activist groups who will never be convinced because you can not prove that EMF is safe. You can only gather results from good quality studies so the evidence is overwhelming towards safety. It should be reasonable to have good research, epidemiological and animal studies, in each of the EMF frequency ranges to be convincing to most people. At present there is a need to conduct some good research in the higher 5G frequencies. (国民のほとんどは、WHO からの国際基準とアドバイスを信じています。しかし、EMF が安全であることを証明できないために、決して納得しない科学者や活動家グループのメンバーが数人います。質の高い研究からのみ結果を収集できるため、安全性に向けた証拠は圧倒的です。ほとんどの人に説得力のある EMF 周波数範囲のそれぞれで、優れた研究、疫学および動物研究を行うことは合理的であるはずですが。現在、より高い 5G 周波数でいくつかの優れた研究を実施する必要があります。)
- Replication of research and multi-disciplinary teams (研究のレプリケーションと学際的チーム)
- Scientific consensus precedes social consensus, therefore we must convince scientists first. Although I think the safety standards today are largely adequate, they do leave much uncovered and unexplored as these are based in very basic (and many times old) experiments or have approximations which are defined by our own limitations and not by the biology itself. Many examples of what I mention here are known. One such example is that the thermal controls are based on a few experiments on animals which are nearly nowhere close to what we would like to have, and are largely the reason behind the general rule of thumb we have for standards in which we must limit exposures so the thermal rate of increase stays below certain threshold- this threshold is not arbitrary, but it's only a result of limited data and it assumes that only static temperature increases can be deleterious (what about pulsed thermal changes?, for instance). Another example is the spatial and temporal averaging (1g 10g) chosen for computation and measurement, which is practical to us and our physical and computing limitations, but that we are not sure if biologically appropriate (possibly it isn't). The face, for example, can have thousands of nerve endings which can fit in one of those cubes, within where exposures can have great gradients and hot spots which the cube

approach end up averaging (are these hot spots biologically relevant somehow? we do not know). Another example is that we have not a clear connection between dose and exposure. Given these examples and open questions, it is hard to convince a portion of the scientific population, and therefore a portion of the general public on the safety of these exposures. It all perhaps comes down to unraveling what the mechanism of action is, and the first step to uncover this is having more scientific exploration driven by better instrumentation. Our methods as of today are quite limited to explore the subtleties and details necessary to answer the questions i just posed. So, it is a matter of investment and infrastructure in bioelectromagnetics which will lead to consistently answering these questions (through satisfactory experimental replication) and ultimately to social consensus. One set of evidence alone will not get it done 科学的なコンセンサスは社会的なコンセンサスに先行するので、まずは科学者を説得しなければなりません。今日の安全基準はおおむね適切であると思いますが、これらは非常に基本的な(そして多くの場合古い)実験に基づいていたり、生物学そのものではなく私たち自身の限界によって定義された近似値であつたりするため、多くの未解明な点が残されています。ここで述べたことの多くの例が知られています。この閾値は恣意的なものではありませんが、限られたデータから得られたものであり、静的な温度上昇のみが有害であると仮定されています(例えば、パルス状の温度変化はどうでしょうか)。もう一つの例は、計算と測定のために選択された空間的・時間的の平均化(1g 10g)です。これは、私たちの物理的・計算的限界にとっては実用的ですが、生物学的に適切かどうかはわかりません(おそらくそうではないでしょう)。例えば、顔には何千もの神経終末があり、これらの立方体の1つに収めることができますが、その中では露出に大きな勾配やホットスポットがあり、立方体のアプローチでは最終的に平均化されてしまいます(これらのホットスポットは生物学的に何らかの関連性があるのでしょうか?もう一つの例は、線量と被曝の間に明確な関連性がないことです。これらの例や未解決の問題を考えると、科学者の一部、ひいては一般市民の一部にこれらの暴露の安全性を納得させるのは難しい。結局のところ、作用のメカニズムを解明することが重要なのですが、そのための最初のステップは、より優れた機器を用いて科学的な調査を行うことです。現在の私たちの方法では、先ほどの質問に答えるために必要な微妙な部分や詳細を探るにはかなり限界があります。つまり、生体電磁気学への投資とインフラの整備が、これらの疑問に一貫して(満足のいく実験的再現性によって)答えを出し、最終的には社会的なコンセンサスを得ることにつながるということです。一連の証拠だけでは、それを成し遂げることはできません。)

- The evidence is pretty established but could use some bolstering at novel HF frequency ranges that are becoming more common as a result of 5G deployment. (その証拠はかなり確立されていますが、5Gの導入によって一般的になりつつある新しいHF周波数帯では、さらに強化する必要があるでしょう。)

- The biggest challenge is acceptance of science in general and the understanding of risk and statistics among the general public. (最大の課題は、一般の人々が科学を受け入れ、リスクや統計に対する理解を深めることです。)
- I think complete consensus is not possible. (完全なコンセンサスは得られないと思います。)
- I think there is enough scientific evidence. I think the problem lies in communicating the evidence. The topic is very complex and non-experts have difficulties in understanding the science. Therefore it is easy to use this uncertainty to make people afraid. I'm not sure how to solve this problem." (科学的根拠は十分にあると思います。問題は、その証拠を伝えることにあると思います。このテーマは非常に複雑で、専門家でない人が科学を理解するのは困難です。そのため、この不確実性を利用して人々に恐怖心を抱かせることは容易です。この問題をどのように解決したらよいか、私にはよくわかりません。)
- The clarification of health effects of long term exposure to EMF. (EMF への長期暴露による健康影響の解明)
- take into account the precautionary principle. Explain how doing the measures specially for advices and for environmental exposures also. How to sum the multiple exposures. (予防原則を考慮に入れてください。特にアドバイスや環境への暴露についても、どのように対策を講じているかを説明してください。複合ばく露を合計する方法。)
- It's very difficult to overcome people's suggestion regarding certain things like Electromagnetic exposure, many people tend to believe in things without the slightest proof. What scientist can do is keep on researching and giving talks about actual findings. Explain to society what is the current knowledge about it (giving both sides of the coin) and among all showing the big numbers, I mean, mobile phones are used everyday, many hours a day by an incredibly huge part of the world population, and how much the cancer rates or certain cancer rates have risen? (It's very difficult to overcome people's suggestion regarding certain things like Electromagnetic exposure, many people tend to believe in things without the slightest proof. What scientist can do is keep on researching and giving talks about actual findings. Explain to society what is the current knowledge about it (giving both sides of the coin) and among all showing the big numbers, I mean, mobile phones are used everyday, many hours a day by an incredibly huge part of the world population, and how much the cancer rates or certain cancer rates have risen? (電磁被ばくのような特定の事柄に関する人々の提案を克服することは非常に困難であり、多くの人々は最も厳しい証拠のない事柄を信じる傾向が

あります。科学者ができることは、実際の発見について研究し、話し続けることです。それについての現在の知識は何であるか(コインの両面を与える)、そしてすべての中で大きな数字を示していることを社会に説明してください、つまり、携帯電話は毎日、世界人口の信じられないほど巨大な部分によって 1 日何時間も使用されています、そして がんの発生率または特定のがんの発生率はどのくらい上昇していますか?)

- Good quality research of well stated hypotheses to address the areas of dispute. (議論のある分野を解決するために、きちんとした仮説を立てた質の高い研究。)
- Systematic reviews (システマティックレビュー)
- Results from double-blind provocation trials are essential. I believe there currently is social consensus that EMF exposure is safe. There is a subgroup in the population who strongly believe EMFs are harmful and no matter how much evidence there is that they are safe, they will not believe the research. (二重盲検法による誘発試験の結果が不可欠です。現在、電磁波の暴露は安全であるという社会的なコンセンサスがあると思います。人々の中には EMF が有害であると強く信じているサブグループがあり、安全であるという証拠がいくらあっても、研究を信じようとしません。)
- carcinogenic data (発がん性データ)
- Non thermal effects, long term exposure effects (非熱作用、長期ばく露影響)
- This question has been reviewed and summarized by the international organizations. I do not have any specific view on this issue. (この問題は、国際機関で検討され、まとめられています。この問題について、私は特定の見解を持っていません。)

In vitro を専門とする者への質問と回答

[C-1-1] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界を非常に強い強度（ICNIRP ガイドラインの数倍以上）で生体にばく露した際に起こりうると思う健康影響について、すべてチェックしてください。（結果は下表①の列を参照）

[C-1-2] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界を環境中で遭遇する強度で生体にばく露した際に起こりうると思う健康影響について、すべてチェックしてください。（結果は下表②の列を参照）

[C-1-3] 前問でチェックしたもののうち、中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界ばく露の安全性を担保するために最も優先的に調べるべきものを一つチェックしてください。（結果は下表③の列を参照）

	① 高強度の影響	② 低強度の影響	③ 優先すべき研究
発がん	5	2	0
遺伝毒性	5	3	1
生殖発生毒性	3	0	0
神経毒性	5	1	1
免疫毒性	1	0	0
刺激性	2	1	0
酸化ストレス	2	2	0
その他	—	—	2
わからない	1	2	0
答えたくない	0	1	0

[C-1-4] 影響を調べるために、化学物質や医薬品で定められている標準的毒性試験を参照し、それを中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界ばく露に適用したほうがよいと思いますか？

	人数
可能な限り適用したほうがよい	4
ある程度は適用したほうがよい	1
適用することは難しい	3
わからない	0

答えたくない	1
総計	9

[C-1-5] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界のばく露による健康影響を明らかにする場合、科学的に必要なだと考える要素についてすべてチェックしてください。

	人数
十分な電磁界強度	8
十分なサンプル数	7
陽性対照	7
シャムばく露群	5
複数のばく露強度群	7
盲検法	4
二重盲検法	2
わからない	0
答えたくない	1

[C-1-6] 細胞のばく露方法についてどの方法が望ましいと思いますか？

	人数
付着細胞の溶液内でのばく露	3
浮遊細胞を懸濁した状態でのばく露	1
付着細胞において一部気相に露出した状態でのばく露	1
その他	3
わからない	0
答えたくない	1
総計	9

[C-1-7] ばく露する電波の種類（300～10MHz） 周波数が一定の正弦波のばく露以外に、身の回りの機器が発生する波形を模擬する必要があると思いますか？

	人数
必要	4
どちらとも言えない	2

必要でない	1
わからない	1
答えたくない	1
総計	9

[C-1-8] 電界ばく露、磁界ばく露のどちらに関心がありますか？

	人数
電界ばく露	0
磁界ばく露	3
電界・磁界両方	5
わからない	0
答えたくない	1
総計	9

[C-1-9] 細胞へのばく露時間および期間はどの程度が望ましいと思いますか？（複数可）
 なお、短時間は1時間以内、長時間は1時間より長い時間を連続して、間欠的なばく露は例えば5分間オン/10分間オフを反復、断続的なばく露は例えば1日あたり1時間を数日反復、長期間は1週間以上のばく露とお考えください。

	人数
短時間,<1hr	2
熱制御+長時間	1
間欠的なばく露	2
断続的な長時間のばく露（熱制御）	2
その他	4
わからない	1
答えたくない	1

[C-1-10] ばく露の評価（ドシメトリ）についてあなたはどのように考えますか？

	人数
--	----

計算機シミュレーションによるドシメトリが必須	4
ドシメトリはどちらかといえば必要	2
ドシメトリ不要で電波ばく露の条件のみでよい	1
わからない	0
答えたくない	2
総計	9

[C-1-11] ばく露する電磁界の強さは何を指標にして決める（評価する？）のが良いでしょうか？

	人数
計算機シミュレーションによるドシメトリが必須	4
ドシメトリはどちらかといえば必要	2
ドシメトリ不要で電波ばく露の条件のみでよい	1
わからない	0
答えたくない	2
総計	9

[C-1-12] 評価する電磁界の強さを検討する場合、どの程度まで検討すれば安全性評価として十分だと思いますか？

	人数
ICNIRP 参考レベルの数倍	4
ICNIRP 参考レベル程度	2
現実的にばく露する可能性がある強度の数倍	0
ICNIRP 基本制限の数倍	1
ICNIRP 基本制限と同等	0
その他	1
わからない	0
答えたくない	1
総計	9

[C-1-13] 動物実験代替法について、導入にどの程度賛成ですか？

	人数
非常に賛成	4
賛成	3
どちらともいえない(状況による)	1
反対	0
わからない	0
答えたくない	1
総計	9

[C-1-14] 動物実験代替法で毒性を測ることで中間周波帯の安全性を評価できると思いますか？

	人数
評価できる	4
どちらともいえない(状況による)	3
評価できない	1
わからない	0
答えたくない	1
総計	9

自由記載の意見

動物実験で評価できる健康影響に対して、必ずしも同レベルで安全性を確保できる代替法がないため。安全性が担保できることが確認できている代替法であれば積極的に使用し、動物実験を減らすべき。

[C-1-15] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の安全性について、細胞を用いて評価するにあたり、実験計画の提案があれば、自由に記載してください。

- Cellular and genetic research will differ depending on what kind of health effects you are concerned about and what you are aiming. I think it is important to make a research plan after fully understanding this. (細胞や遺伝子の研究は、どのような健康被害を懸念しているのか、何を目指しているのかによって異なります。それを十分に理解した上で、研究計画を立てることが大切だと思います。)
- 想定する周波数や健康リスクによって異なるが、100kHz 以下の刺激作用に係わる周波数帯

であれば、ヒト末梢神経を用いた痛覚閾値解明、混合培養系(ヒト由来)を用いた神経変性疾患への影響が、比較的重要な細胞研究として考えられる。

In vivo を専門とする者への質問と回答

[C-2-1] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界を非常に強い強度（ICNIRP ガイドラインの数倍以上）で生体にばく露した際に起こりうると思う健康影響について、すべてチェックしてください。（結果は下表①の列を参照）

[C-2-2] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界を環境中で遭遇する強度で生体にばく露した際に起こりうると思う健康影響について、すべてチェックしてください。（結果は下表②の列を参照）

[C-2-3] 前問でチェックしたもののうち、中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界ばく露の安全性を担保するために最も優先的に調べるべきものを一つチェックしてください。（結果は下表③の列を参照）

	①高強度の影響	②低強度の影響	③優先すべき研究
発がん性	9	5	0
遺伝毒性	8	4	0
生殖発生毒性	8	5	2
神経毒性	9	4	1
免疫毒性	7	4	1
皮膚刺激毒性	3	0	0
眼刺激性	1	0	0
酸化ストレス	6	4	2
その他	1	1	1
わからない	0	4	0
答えたくない	0	0	0

[C-2-4] 上記でチェックした影響を調べるために、化学物質や医薬品で定められている標準的毒性試験を参照し、それを中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界ばく露に適用したほうがよいと思いますか？化学物質の標準試験としては、OECD test guidelines Section 4: Health Effects が該当します。医薬品の場合は、ICH guideline が該当します。

	人数
可能な限り適用したほうが良い	2
ある程度は適用したほうがよい	7

適用するのは困難	1
わからない	1
答えたくない	0
総計	11

- Chemicals are quite different from EMF, a physical agent. Some aspects of the protocols could be standardised but not all are appropriate. (化学物質は、物理的エージェントである EMF とは全く異なる。プロトコルのいくつかの側面は標準化できるが、すべてが適切というわけではない。)
- The standardized toxicological tests is a well established widely accepted method to study the health effects. (標準化された毒性試験は、健康への影響を調査するための確立された広く受け入れられた方法です。)

[C-2-5] 中間周波帯 (300Hz~10MHz) の電磁界のばく露による健康影響を明らかにする場合、科学的に必要だと考える要素についてすべてチェックしてください。

	人数
十分な電波強度	6
十分な検体数	5
陽性対照群	7
シャムばく露群	8
電波強度の異なる群	8
盲検法	6
二重盲検法	5
わからない	1
こたえたくない	0

[C-2-6] 中間周波帯 (300Hz~10MHz) の電磁界のばく露を行う場合、どのようなばく露をするのが良いと思いますか？以下の質問にお応えください。

	人数
標的臓器の局所ばく露	1
全身ばく露	4
局所と全身の両方が必要	6

わからない	0
答えたくない	0
総計	11

[C-2-7] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界のばく露を行う場合、ばく露するときの動物の態勢はどのようにするのがよいと思いますか？

	人数
拘束してのばく露	3
非拘束のばく露	6
その他	1
わからない	1
答えたくない	0
総計	11

[C-2-8] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界のばく露を行う場合、ばく露の方法はどのようにするのがよいと思いますか？

	人数
標的臓器の局所ばく露	1
全身ばく露	4
局所と全身の両方が必要	6
わからない	0
答えたくない	0
総計	11

[C-2-9] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界のばく露を行う場合、電界または磁界のばく露は動物の全身に均一である必要があると思いますか？

	人数
必要	5
状況による	4
必要でない	1

わからない	1
答えたくない	0
総計	11

[C-2-10] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界のばく露を行う場合、ばく露する電波の種類（300～10MHz）周波数が一定の正弦波のばく露以外に、身の回りの機器が発生する波形を模擬する必要があると思いますか？

	人数
必要	2
状況による	9
必要でない	0
わからない	0
答えたくない	0
総計	11

[C-2-11] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界のばく露を行う場合、電界ばく露、磁界ばく露のどちらに関心がありますか？

	人数
電界	2
磁界	1
両方	8
わからない	0
答えたくない	0
総計	11

[C-2-12] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界のばく露を行う場合、生体影響があったときの説明変数はなにが適切と思いますか？（複数回答可）

	人数
電界	6
磁界	7
誘導電界	7
誘導磁界	3

わからない	0
答えたくない	0

[C-2-13] ばく露の評価（ドシメトリ）についてあなたはどのように考えますか？

	人数
計算機シミュレーション必須	6
どちらかといえば必要	3
不要	1
わからない	1
答えたくない	0
総計	11

[C-2-14] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁界の健康影響に関して、動物実験が必須だと思えますか。

	人数
必須と思う	5
状況による	5
必ずしも必須でない。	1
わからない	0
答えたくない	0
総計	11

[C-2-15] 動物実験代替法について、導入にどの程度賛成ですか？

	人数
非常に賛成	1
賛成	3
状況による	7
反対	0
わからない	0
答えたくない	0

総計	11
----	----

[C-2-16] 動物実験代替法で毒性を測ることで中間周波帯の安全性を評価できると思いますか？

	人数
評価できる	4
状況による	6
評価できない	0
わからない	1
答えたくない	0
総計	11

自由意見：

- I don't think there are alternatives when investigating the effects on biological systems in living organism, including organ-organ interaction, endocrine feedback system, central nerve system etc.. (臓器と臓器の相互作用、内分泌系のフィードバックシステム、中枢神経系など、生体の生物学的システムへの影響を調べる場合には、他に選択肢はないと思います。)
- It goes a step back to clinical relevance (それは、臨床的な妥当性に一步踏み込んだものです。)
- The main mechanism acting in this frequency range is induced current and electric fields. Some aspects of safety can be conducted safely on humans that require low levels of contact or induced currents, but animals are needed for higher exposures. (この周波数帯で作用する主なメカニズムは、誘導電流と電界です。低レベルの接触や誘導電流を必要とする人間では安全に実施できる面もありますが、それ以上の暴露では動物が必要です。)
- ヒト・動物への毒性影響を考える場合、複数要因の相互作用、2次的要因、それに伴う心的要因なども挙げられる。代替法の利用は進められるべきだが、それだけでは対処しきれないと考えられるため。

[C-2-17] 中間周波帯 (300Hz～10MHz) の安全性について、動物を用いて評価するにあ

たり、実験計画の提案があれば、自由に記載してください。

- A kind of tests to investigate if a mild stress response occurs due to the exposure to may be relatively less invasive for the animal. (軽いストレス反応が起きているかどうかを調べるための一種の検査は、動物にとって比較的侵襲性が低いかもしれません。)
- Exposing restrained rats to fixed orientation of electric or magnetic fields with various intensities, to assess for biological changes. (拘束したラットに一定方向の様々な強さの電界や磁界を照射して、生体の変化を評価する。)
- Proposed to work on 28 GHz and 39 GHz
- Regarding "Sufficient number of samples/specimens": Since the number of samples is calculated according to the incident of endpoints, it cannot be determined unconditionally. (十分なサンプル数/検体数」について。サンプル数は、エンドポイントの入射に応じて算出されるため、無条件に決定することはできません。)
- Studies in this frequency range are generally not contentious, its the frequencies of 50 and 60 Hz that have caused concern, especially about childhood leukaemia. Well conducted long-term animal studies are always a good indicator of safety because they can be conducted in tightly controlled conditions. (この周波数帯での研究は、一般的には問題にならないが、50Hz と 60Hz の周波数帯では、特に小児白血病について懸念が生じている。厳密に管理された状態で実施される長期の動物実験は、常に安全性の良い指標となる。)
- Using of Alternatives to Animal Testing and Experimentation is preferred. (動物実験および実験の代替法の使用が好ましい。)

Engineering/Physics を専門とする者への質問と回答

[C-3-1] 中間周波帯（300Hz～10MHz）の電磁波のばく露実験を実施する場合、作業仮説を考慮した工学的プロトコル（ばく露装置の準備およびばく露評価など）の構築を実施すべきだと考えますか？

	人数
はい	38
いいえ	1
わからない	6
答えたくない	8
総計	53

[C-3-2] 作業仮説は生物学の専門家と合意を取りながら（協議しながら？）設定するべきだと考えますか？

	人数
はい	41
いいえ	2
わからない	4
その他	0
答えたくない	6
総計	53

[C-3-3] 作業仮説に基づいた検証すべきエンドポイントについて必要だと考える物全てにチェックをしてください。

	人数
熱的な作用	37
神経組織への刺激作用	33
電界と生体分子の相互作用	16
磁界と生体分子の相互作用	17
電磁界と生体分子の相互作用	23
わからない	9

答えたくない

3

自由記載コメント

- Adaptive effect (e.g. hormesis)
- long term effects
- 電磁界で誘起される電流の影響が重要である.

[C-3-4] 工学的なプロトコルのデザインを行う際に生物学的な専門知識の修得や調査を行いますか？

	人数
十分におこなう	5
行う	24
あまり行わない	7
行わない	5
その他	2
答えたくない	10
総計	53

自由記載コメント

- Depends on the experiment (実験による)
- I have not been involved in this type of research (この類の研究はしていない)

ばく露装置の開発・調達について

[C-3-5] 現在中間周波数帯 (300Hz ~ 10MHz) のばく露実験を実施または計画していますか？

	人数
Yes	9
No	34
答えたくない	10
総計	53

[C-3-6] 中間周波帯 (300Hz ~ 10MHz) の間でばく露実験を実施する場合、興味のある周波数について教えてください。また、よろしければその理由をお聞かせください。(自由

記載)

- 中間周波帯 (300 Hz ~ 10 MHz) の間でばく露実験を実施する場合、興味のある周波数について教えてください。また、よろしければその理由をお聞かせください。
- 85kHz
- EV 用非接触充電装置の電力伝送周波数として決定しているため"
- I personally have no academic interests in the effects of the intermediate frequency band on the human body, but the frequency band of around 100 kHz in which both stimulus and heat are involved is interesting to me. (私自身は、中間周波数帯の人体への影響について学術的な興味はありませんが、刺激と熱の両方が関係する 100kHz 前後の周波数帯は興味深いです。)
- My interested frequency 85KHz, 100kHz and 6.78MHz. These frequencies are considered to be used for WPT. (私が興味を持っている周波数は、85KHz、100KHz、6.78MHz です。これらの周波数は、WPT に使用されると考えられます。)
- RF
- Setting limits on contact currents and induced current flowing between the body and ground is complicated because the heating effect of such currents is highly dependent on the contact resistance between the current source and the surface of the skin. The magnitude of the heating effect can vary significantly for the same contact current, for example, depending on the contact resistance. When studying the thermal impact of contact currents, it is important to account for the contact resistance. (身体と地面の間に流れる接触電流や誘導電流に制限を設けることは、その発熱効果が電流源と皮膚表面の接触抵抗に大きく依存するため、複雑である。例えば、同じ接触電流であっても、接触抵抗によって加熱効果の大きさが大きく変わることがある。接触電流の熱的影響を研究する際には、接触抵抗を考慮することが重要である。)
- The present contact current limits are based on essentially only two studies (Rogers and Chatterjee) in which the subjects of the studies had the contact areas wetted with saline to improve electrical contact. This results in minimizing the observed thermal effect of the current and can result in exposure limits that are not conservative. (現行の接触電流制限値は、基本的に 2 つの研究 (Rogers および

Chatterjee) に基づいている。この研究では、被験者は電氣的接触を改善するために接触部分を生理食塩水で濡らしていた。この結果、電流による熱的影響が最小限に抑えられ、保守的ではない暴露限界値になる可能性があります。)

- Spectrum analysers are required to ensure that real mobile phone signals are used instead of simulated signals (模擬信号ではなく実際の携帯電話の信号を使用するため、スペクトラムアナライザが必要です。)
- We are looking in the frequency range from 0.5 to 20MHz as it includes hyperfine transitions for the activation of biological molecules. (私たちは、生体分子を活性化する超微細遷移を含む 0.5~20MHz の周波数領域に注目しています。)
- 暴露試験の意味をどうとらえるかによりますが、
- WPT システムの研究者であるため、現在の日本法に準拠するための実験を行う必要があります。
- EV 向け WPT (基本周波数 85kHz) や、1kW 程度の (1-5MHz) の WPT システムをターゲットにしております。"

[C-3-7] 上記の周波数帯でのばく露実験を実施するとすれば装置は調達可能ですか？

	人数
可能	28
不可能	3
わからない	13
答えたくない	9
総計	53

[C-3-8] 研究の対象として興味のあるばく露強度について該当するものにチェックしてください。(複数回答可)

	人数
--	----

連続波	25
パルス変調	18
実際に使用される変調	15
わからない	11
答えたくない	8

自由記載

- AM and FM modulation
- I am not presently involved in EMF research
- 5G
- 5g 4g signals
- As per the current mobile phone networks.
- CDMA
- I am assuming these devices would be wireless power transfer, not telecommunications. To the extent that the WPT application is not CW the actual waveform should be tested. (これらの機器は、通信ではなく無線電力伝送であると思いますが、どうでしょうか？ WPT アプリケーションが CW ではない範囲で、実際の波形をテストする必要があります。)
- I am not interested in the human exposure in the intermediate frequency band, and have no information on the devices and equipment on the market (but you can see by investigating ...). (私は、中間周波数帯での人体暴露には興味がなく、市場に出回っている機器や装置についての情報は持っていません (でも、調べればわかりますよね...))
- Several studies report that effects occur when the electromagnetic field is modulated and not in CW. (いくつかの研究では、電磁界が CW ではなく変調されたときに影響が発生することが報告されています。)
- The modulation methods used in telecommunications from 300 Hz to 10 MHz are very limited, e.g., AM and FM. There are some digital modulation methods are also used for RFID systems. But my concerns are IH hobs and WPT systems which operates continuous waves. But ON/OFF transient waveform may be important. (300Hz~10MHz の通信で使われる変調方式は、AM や FM など非常に限られています。RFID システムでは、デジタル変調方式も使われています。しかし、私が心配しているのは、連続波で動作する IH コンロや WPT システムです。しかし、ON/OFF のトランジェント波形は重要かもしれません。)

- 振幅・位相・パルス（強度）・周波数拡散・・・等等，無線通信システムでは様々な変調が使われているので，調査したい通信に実際に使われている変調を重視するべき。

[C-3-9] ばく露条件として興味のある電磁界の分布について教えてください（複数回答可）

	人数
均一の界	22
回転する界	12
不均一の界	20
わからない	10
その他	4
答えたくない	7

「その他」を選んだ方のコメント

I am not presently involved in EMF research

spacially varying fields (dB/dx)

There is no physical basis for choosing a modulation type or frequency. One needs to establish a working hypothesis before proceeding with such experiments. (変調タイプや周波数を選択するための物理的な根拠はありません。このような実験を進める前に、作業仮説を立てる必要があります。)

Well controllable gradient field

ばく露評価について

[C-3-10] ばく露実験を実施する場合、実験的または数値解析的なばく露評価を行いますか？

	人数
数値解析でおこなう	6
実験でおこなう	7
数値解析と実験の両方	32
ばく露は評価していない	2
わからない	1
答えたくない	5
総計	53

[C-3-11] ばく露評価を行う際、理論・数値解析のみで十分だと考えますか？

	人数
そう思う	12
そう思わない	26
その他	1
わからない	8
答えたくない	6
総計	53

その他コメント

it depends in the manner of the source

[C-3-12] ばく露評価として適切だと考える物理指標について教えてください

	人数
電界ないし磁界	22
誘導電界	30
誘導電流	26
SAR	30
その他	2
わからない	7
答えたくない	4

「その他」の意見

Incident Power Density

一般環境の低周波の場合である.

[C-3-13] ばく露評価を行う際に不確かさやばらつきについて評価を行っていますか？

	人数
はい	30
いいえ	3
その他	1
わからない	13
答えたくない	6

総計	53
----	----

アーチファクト評価

[C-3-14] 評価対象とする用量（物理量）以外の影響（交絡因子・アーチファクト）について考慮する必要があると考えますか？

	人数
必要	36
必要でない	1
その他	0
わからない	12
答えたくない	4
総計	53

[C-3-15] 考慮する必要があるアーチファクトについて具体的に教えてください。（複数回答可）

	人数
環境温度	33
電波による温度上昇	33
ばく露目的以外の電磁界	28
振動や音	21
その他	4
わからない	9
答えたくない	5

「その他」のコメント

- Contact resistance for studying of contact currents
- Humidity (depends on what to see; e.g., temperature rise)
- Investigator bias
- Other potential stressors

[C-3-16] 交絡因子（アーチファクト）について定量的に評価するとすればどのように評価

しますか？

	人数
交絡因子のみの対象実験をする	21
特に対処せずに実験を行う	4
その他	2
わからない	19
答えたくない	7
総計	53

「その他」のコメント

- Vary the factor and study the influence of the factor on the observed response (e.g., length of time before skin temperature reaches a particular value).
- 状況による

[C-3-17] アーチファクトが定量的に評価できた場合、どのように対処しますか？

	人数
交絡因子のみの対象実験をする	21
特に対処せずに実験を行う	4
その他	2
わからない	19
答えたくない	7
総計	53

[C-3-18] ばく露装置が設置されている実験室の電磁環境について他の機器を波源とする電磁界がある場合、実験のデザインとしてどのようにするのが現実的な対応であると考えますか？

	人数
測定を実施し数値を明らかにする	6
測定を実施したあとに必要な応じて対策を行う	37
その他	2
わからない	4
答えたくない	4
総計	53

「その他」の意見

- conduct experiments inside an anechoic chamber
- 妨害電磁界は極力排除すべきである

標準化

[C-3-19] 工学的なプロトコル（実験のデザイン、使用するばく露装置、ばく露評価、アーチファクト評価）について標準化が必要だと考えますか？

	人数
必要	35
不要	3
その他	1
わからない	6
答えたくない	8
総計	53

「その他」の意見

- The experimental end point will determine the design, but the factors listed should be evaluated.

[C-3-20] 標準化が必要だと考える場合どのレベルで必要だと考えますか？

	人数
コンセプト	22
具体的な方法を検討すべき	12
その他	0
わからない	1
答えたくない	0
総計	35

その他

[C-3-21] 中間周波帯の工学的プロトコル（実験デザイン、ばく露装置、ばく露評価、アーチファクト評価）についてご意見ありましたら自由に記載ください。

- I am not personally interested in experiments on exposure to cells in the intermediate frequency band. Nevertheless, I think that “standardization” of exposure equipment is necessary for this kind of experiments, but "standardization" is often likely to prevent original and unique

researches, and I think that tight "standardization" should be avoided. (私は個人的には、中間周波数帯の細胞への暴露実験には興味がありません。とはいえ、この種の実験では露光装置の「標準化」は必要だと思いますが、「標準化」はしばしば独創的でユニークな研究を妨げる可能性があるので、窮屈な「標準化」は避けるべきだと思います。)

- I stopped doing this survey as I have other things to do with my day. This is taking too long. (他にやるべきことがあるので、このアンケートはやめました。時間がかかりすぎる。)
- Presently, all EMF exposure standards (IEEE and ICNIRP) specify electric field exposure limits that can allow induced body current to exceed the specified body, or contact, current limits. Adding to this undesirable situation is the fact that measurement data on induced body currents often do NOT correspond to the results from FDTD analyses without any explanation. This difference between real world measurements and theoretical analysis needs to be resolved by careful investigation of what is different between the measurement process and the analysis process. For example, the engineering protocols should be examined for consistency between measurement and analysis approaches. Without a better understanding of such differences, the limits specified in various standards have potentially large unspecified uncertainties. (現在、すべての EMF 暴露基準 (IEEE および ICNIRP) は、誘導体電流が指定された身体電流または接触電流の制限値を超えることを許容する電界暴露制限値を規定しています。さらに、誘導体電流の測定データと FDTD 解析の結果が何の説明もなく一致しないことが多く、このような望ましくない状況が発生しています。このような実世界での測定と理論的な解析の違いは、測定プロセスと解析プロセスの間で何が違うのかを注意深く調査することで解決する必要があります。例えば、エンジニアリングプロトコルについて、測定と解析のアプローチに一貫性があるかどうかを調べる必要があります。このような違いをよく理解していないと、様々な規格で指定されている限界値は、潜在的に大きな未定義の不確かさを持っている。)
- The answerer thinks that the frequency range 300 Hz - 10 MHz is too wide, and it may be difficult to set up a single protocol applicable to all this frequency range. (私は、300Hz~10MHz という周波数範囲が広すぎて、この周波数範囲すべてに適用できる単一のプロトコルを設定するのは難しいのではないかと考えています。)
- The purposes of bioelectromagnetics widely varies. Thus, it is difficult to answer to the questions of this project. Standardization is strongly required for national or inter-national large project study, the purpose of which is usually the comprehensive risk evaluation, while standardization is not always necessary for exploratory studies. (生体電磁気学の目的は多岐にわたっていま

す。そのため、このプロジェクトの質問に答えるのは難しい。標準化が強く求められるのは、国家または国家間の大規模プロジェクト研究であり、その目的は通常、包括的なリスク評価であるが、探索的な研究では標準化は必ずしも必要ではない。）

- There is severe lack of research on the application of limb and contact current limits to protect against shocks and burns for occupational exposures from high powered RF sources, such as at broadcasting, industrial and naval sites. Although this area is not as sexy as as ultra low public exposures from mobile base stations, it is nonetheless one of the very few credible scenarios of real RF hazard. (放送局や産業界、海軍の現場など、高出力 RF 源からの職業上の暴露に対する衝撃や火傷を防ぐための手足や接触電流の制限値の適用に関する研究は著しく不足しています。この分野は、携帯基地局からの超低周波公衆被曝ほどセクシー (訳者注: 翻訳を原文通りにしました) ではありませんが、それにもかかわらず、実際の RF ハザードの数少ない信頼できるシナリオの 1 つとなっています。)
- It would also be very interesting to conduct epidemiological studies of patients subjected to the relatively high RF exposures (i.e. above ICNIRP limits) of MRI scans. (MRI スキャンの比較的高い RF 曝露 (つまり、ICNIRP 制限を超える) を受けた患者の疫学研究を実施することも非常に興味深いでしょう。)
- It would also be instructive to investigate the application of the precautionary principal to RF medical procedures which are exempt from compliance with RF safety limits. I would be fascinated to see how medicos would evaluate the cost/benefit of these RF exposures. (また、RF の安全基準の遵守を免除されている RF 医療処置に予防原則を適用することを調査することは有益であろう。私は、医学者がこれらの RF 曝露のコスト／ベネフィットをどのように評価するかを見てみたいと思います。)