

令和元年度

「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」

報告書

調査の概要

調査対象

- ① 2009年～2018年（2019年分も可能な限り含める）の10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。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た。以上合わせると、対象者は350人である。

また、EU圏に在住する研究者等には、EU規制によりダイレクトメールを送ることができないため、調査班関係者ですでに個人的に連絡を取り合っている方に参加を依頼した。この対象者は27名である。

以上、合計377名に調査協力の依頼を行った。

調査期間

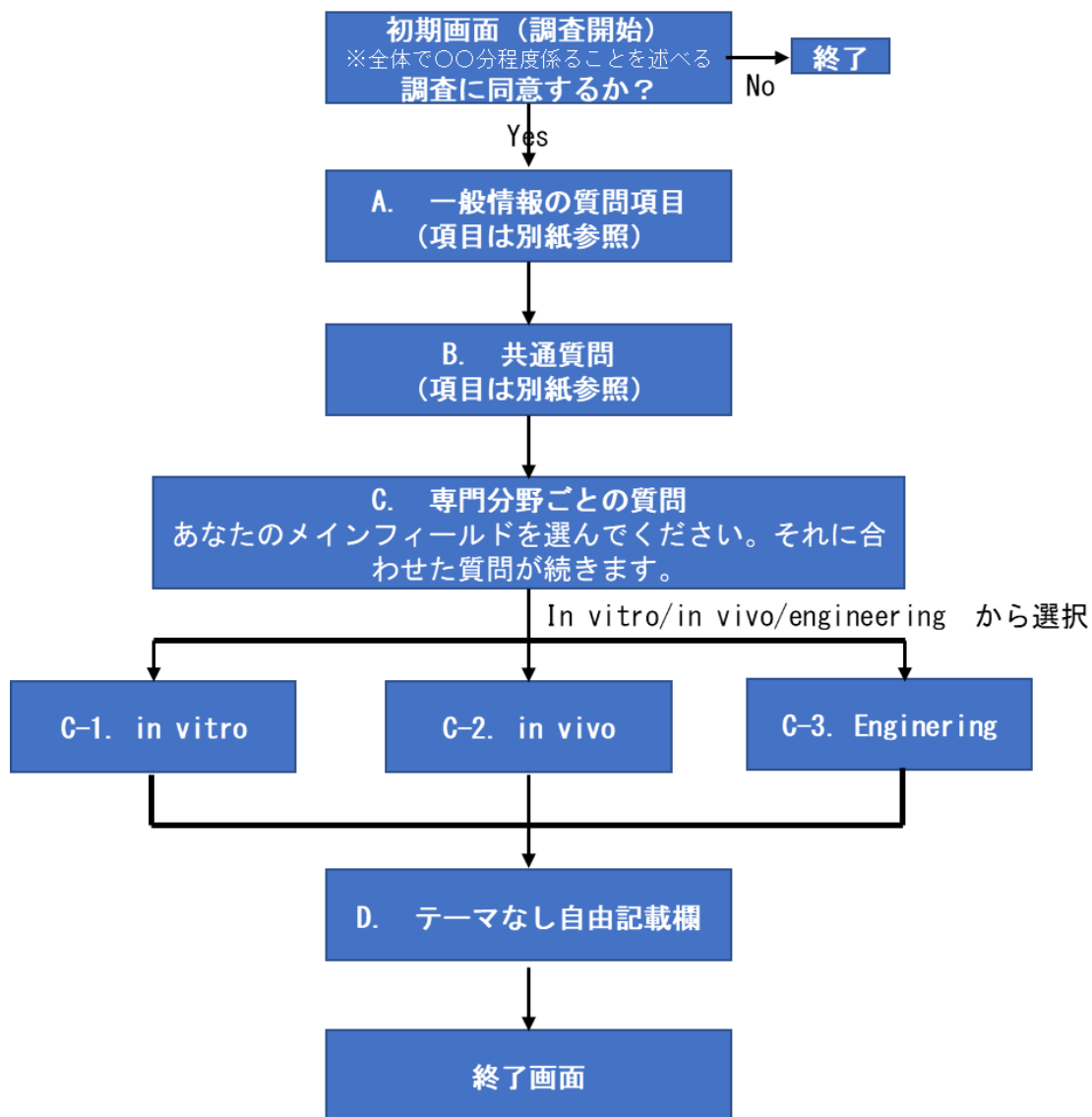
2020年2月21日～2020年3月15日

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、74 件の回答があった。うち2件は協力しないという回答であったため、アンケートの有効回答は72件である。したがって、回収率は19.6%、有効回答率は19.0%である。

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、生体電磁気学研究的な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

現在所属している組織の国名

	人数	(%)
オーストラリア	5	6.9
カナダ	2	2.8
ドイツ	1	1.4
ギリシャ	1	1.4
イラン	3	4.2
日本	36	50.0
カザフスタン	1	1.4
マレーシア	1	1.4
マルタ	1	1.4
ロシア	2	2.8
スウェーデン	1	1.4
タイ	1	1.4
トルコ	1	1.4
英国	1	1.4
米国	14	19.4
無回答	1	1.4
総計	72	100

回答者の国籍

	人数	(%)
オーストラリア	5	6.9
カナダ	1	1.4
Caucasian	2	2.8
ドイツ	1	1.4
ギリシャ	1	1.4
イラン	3	4.2
日本	34	47.2
マルタ	1	1.4
ロシア	2	2.8
スウェーデン	1	1.4
タイ	2	2.8
トルコ	1	1.4
米国	12	16.7
ウズベキスタン	1	1.4
無回答	1	1.4
答えたくない	4	5.6
総計	72	100

回答者の専門領域

工学	37	51.4
細胞	11	15.3
動物	16	22.2
Other	6	8.3
無回答	2	2.8
総計	72	100

年齢

	人数	(%)
30-39	10	13.9
40-49	14	19.4
50-59	21	29.2
60 以上	27	37.5
総計	72	100

性別

	人数	(%)
男性	64	88.9
女性	7	9.7
無回答	1	1.4
総計	72	100

現在の職位

職位	人数	(%)
教授／Professor	20	27.8
准教授／Associate professor	8	11.1
助教／Assistant professor	3	4.2
博士研究員／Postdoctoral researcher	3	4.2
その他	30	41.7
無回答	8	11.1
総計	72	100

「その他」と回答した方の詳細

Consultant

Contractor

Deputy director in science; Head of research laboratory

Director

Director General of a research institute
 Electrical and electronics engineer
 Engineer
 Executive researcher
 Head of Research Institute of Fundamental and Applied Medicine
 Independent consultant, retired from organizations
 Office worker
 President of scientific consulting company
 Project associate professor
 Research Scientist
 Research Scientists
 Researcher
 Retired
 Senior researcher
 Senior Staff Researcher
 Technical adviser on electromagnetic waves
 Professor emeritus
 名誉教授
 Senior researcher
 Laboratory director
 研究室長

学歴/学位

	人数	(%)
博士	65	90.3
修士	6	8.3
学士	1	1.4
総計	72	100

生体電磁環境分野の研究従事年数

	人数	(%)
20年以上	33	45.8
16-20年	15	20.8
11-15年	10	13.9
6-10年	7	9.7
1-5年	3	4.2
1年未満	2	2.8
総計	72	100

これまでの論文件数

	人数	(%)
31報以上	21	29.2
21-30報	14	19.4
11-20報	10	13.9
6-10報	8	11.1
1-5報	16	22.2
総計	72	100

国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP)を知っていますか？

	人数	(%)	工学	細胞	動物	その他	無回答
よく知っている	58	80.6	33	8	11	5	1
聞いたことがある	10	13.9	4	2	2	1	1
知らない	3	4.2	0	1	2	0	0
わからない	1	1.4	0	0	1	0	0
総計	72	100	37	11	16	6	2

ICNIRP guidelines の内容をどの程度知っていますか？

	人数	(%)	工学	細胞	動物	その他	無回答
よく知っている	37	51.4	23	4	5	4	1
おおむね知っている	25	34.7	12	4	6	2	1
聞いたことがある程度	6	8.3	2	2	2	0	0
知らない	2	2.8	0	0	1	0	0
わからない	1	1.4	0	1	1	0	0
答えたくない	1	1.4	0	0	1	0	0
総計	72	100	37	11	16	6	2

ICNIRP ガイドラインにおける制限値の根拠をどの程度理解していますか？

	人数	(%)	工学	細胞	動物	その他	無回答
よく理解している	40	55.6	21	6	8	4	1
おおむね理解している	20	27.8	12	3	2	2	1
少し理解している	9	12.5	4	2	3	0	0
全く理解していない	0	0	0	0	0	0	0
わからない	2	2.8	0	0	2	0	0
答えたくない	1	1.4	0	0	1	0	0
総計	72	100	37	11	16	6	2

IEEE を知っていますか？

	人数	(%)	工学	細胞	動物	その他	無回答
よく知っている	55	76.4	37	6	7	4	1
聞いたことがある	14	19.4	0	5	6	2	1
知らない	1	1.4	0	0	1	0	0
わからない	1	1.4	0	0	1	0	0
答えたくない	1	1.4	0	0	1	0	0
総計	72	100	37	11	16	6	2

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	(%)	工学	細胞	動物	その他	無回答
よく知っている	33	45.8	22	3	4	3	1
おおむね知っている	24	33.3	13	2	5	3	1
聞いたことがある程度	9	12.5	2	4	3	0	0
知らない	4	5.6	0	2	2	0	0
わからない	2	2.8	0	0	2	0	0
答えたくない	0	0	0	0	0	0	0
総計	72	100	37	11	16	6	2

IEEE standard における制限値の根拠をどの程度理解していますか？

	計	(%)	工学	細胞	動物	その他	無回答
よく理解している	34	47.2	23	4	3	3	1
おおむね理解している	19	26.4	8	2	6	3	0
少し理解している	10	13.9	3	4	2	0	1
全く理解していない	5	6.9	2	1	2	0	0
わからない	2	2.8	1	0	1	0	0
答えたくない	2	2.8	0	0	2	0	0
総計	72	100	37	11	16	6	2

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？知っている場合、あなたの研究はそのガイドラインに基づいていますか？

	人数	(%)	工学	細胞	動物	その他	無回答
知っておりガイドラインに基づいた研究をしている	34	47.2	19	4	5	5	1
知っているが、ガイドラインに合致した研究にはなっていない	9	12.5	2	3	3	0	1
知らない	16	22.2	9	4	2	1	0
わからない	10	13.9	5	0	5	0	0
答えたくない	3	4.2	2	0	1	0	0
総計	72	100	37	11	16	6	2

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と思いますか？

	人数	(%)	工学	細胞	動物	その他	無回答
そう思う	51	70.8	27	8	11	4	1
そう思わない	12	16.7	5	2	2	2	1
わからない	7	9.7	4	1	2	0	0
答えたくない	2	2.8	1	0	1	0	0
総計	72	100	37	11	16	6	2

電磁界ばく露による Possible effects を検出するための手法を国際的に標準化すべきと思いますか？

	人数	(%)	工学	細胞	動物	その他	無回答
そう思う	48	66.7	25	7	9	6	1
そう思わない	11	15.3	6	0	4	0	1
わからない	9	12.5	5	3	1	0	0
答えたくない	4	5.6	1	1	2	0	0
総計	72	100	37	11	16	6	2

標準的なプロトコルは、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？（複数回答可）

	人数
WHO	42
ICNIRP	31
IEEE	22
OECD	6
その他	10
わからない	12

「その他」と回答した方の詳細意見

- WHO かもしれませんが、標準化では GLP、優れたばく露量測定、および再現可能なプロトコルを強調する必要があります。(Maybe WHO but the standardization should emphasis GLP, excellent dosimetry and protocols that can be replicated.)
- 現在、有用な標準化手順を可能にする知識はありません。(There is not currently the knowledge to enable a useful standardization procedure)
- 個々の研究者が各自の考えに基づいて工夫実験できるようにするのがよい。(It is preferable that each researcher can conduct experiments creatively on the basis of his/her own thoughts.)
- 複数の主要機関の合同の合意が最もよい (A combined agreement of the leading bodies would be best)
- ノーコメント (no comment)
- 物理学者の貢献は、曝露プロトコルを標準化する試みにとって不可欠です。少なくとも、露出装置に関して解釈可能な研究を構成するものについて、生物学者が理解できるガイドラインがあるべきです。(The contributions of physicists will be essential for attempts

to standardize exposure protocols. There should at least be guidelines that any biologist can understand for what would constitute an interpretable study with regard to the exposure apparatus.)

- 後の論争を避けるために、WHO、ICNIRP、IEEE / ICES の科学者を一緒にプールすることをお勧めします。(It might be advisable to pool together the scientists of WHO, ICNIRP and IEEE/ICES to avoid later controversies.)
- 複数の科学機関 (Scientific organizations)
- GLORE
- ILO, ITU, UNEP

共通質問（自由記載）とその回答

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。

- それは生理学的ストレス反応のいくつかを引き起こすかどうか？ (does it cause some of physiologic stress response or not?)
- 一般的な安全性試験で検討される健康影響に関する証拠、懸念される健康影響に関連した証拠、生物影響から類推される健康影響（高周波→熱→やけど、低周波→刺激→神経系への影響、神経系を介した健康影響）に関連した証拠、は必要
- 以下の意見
 - ・ばく露評価
 - ・ 周波数、ばく露時間 or 期間、ばく露強度（内部誘導電界等）、全身 or 局所、etc...
 - in vitro 試験
 - ・ 遺伝毒性・癌原性（小核試験・コメットアッセイ・Ames 試験等）、網羅的遺伝子発現解析（線維芽細胞、神経・グリア細胞等）、etc...
 - in vivo 試験：急性、亜急性/亜慢性、慢性
 - ・ 標準的毒性試験（体重・血液検査等）、遺伝毒性・癌原性（小核試験・Pig-a アッセイ等）、網羅的遺伝子発現解析（脳・肝臓・脾臓・精巣など）、局所刺激性試験（眼・皮膚等）、免疫毒性（血球分析、病理解析（胸腺・脾臓・リンパ節等）TDAR 試験、NK 細胞活性、Th1-TH2 測定等）、発生毒性（交配実験、剖検、骨格標本等）、etc...
 - 疫学研究"
- 証拠には、in vitro、in vivo および疫学研究（長期）が含まれている必要がある。疫学研究は商業組織からの支援を排除しなければならず、それらは政府機関のみによって資金を提供されるべきである。(Proofs must encompass in vitro, in vivo and epidemiological studies (long-term). The epidemiological studies must exclude support from commercial organizations, and they should be financed solely by governmental institutions.)
- すでに入手可能だと思う。RF への曝露は 100 年以上にわたって発生しており、少なくとも 50 年間は徹底的に研究されてきている。(I believe they are already available. Exposure to man-made RF has been happening for over 100 years and studied in depth for at least 50.)
- ノーコメント (no comment)

- 1.確立された物理的メカニズムがないこと。 2.複製された生物学的影響がないこと。
注：安全を証明することはできません」(1. Absence of any established physical mechanism. 2. Absence of any replicated biological effects. Note: one cannot prove safety")
- 非熱的影響は存在しないことを証明する必要があります。(Non-thermal effects are to be proven that it does not exist.)
- 用量依存性であり、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。 識別された影響のしきい値レベル、および適用された安全係数。(A consistent and repeatable adverse health effect, which is dose dependent and with known mechanism of the effect. Threshold level of effect identified, and safety factor applied.)
- 確立された生物学的影響 (Established biological effects.)
- 提案されている生物学的効果は、安全リスクと見なされる以下の基準をすべて満たしている必要があります。(A proposed bioeffect should meet all of the following criteria to be considered as a safety risk)
- それは明らかな健康への悪影響と関連しているべきである。(It should be associated with a clear adverse health effect)
- それは信頼できる効果として確立されるべき：(It should be established as a credible effect:)
- 査読された文献における効果の独立した一貫した再現 (reported independent and consistent replication of the effect in the peer reviewed literature)
- もっともらしい生物物理学的メカニズム (a plausible biophysical mechanism of operation)
- 信頼できる用量反応曲線 (a reliable dose-response curve)
- 非常に敏感な方法論である量子モデルは、次のことを説明します。生きている細胞の配座状態が、外部の非熱電磁界によってプラスまたはマイナスの影響を受ける理由。
(a very sensitive methodology, a quantum model, that describes: Why conformational states of living cells are positively or negatively influenced by external non-thermal electromagnetic fields.)
- これらは複雑で、簡単に指定することはできません。(these are complex and cannot be easily specified)
- マイクロ波帯を超える高周波について、例えば発がん性に関して問題なかったという実験証拠を得るための「生体実験」を実施する必要がある。(It is needed to conduct “biological experiments” to obtain experimental evidence that shows no problem relating to, for example, carcinogenicity regarding higher frequency beyond microwave band.)
- 質の高い、ピアレビューされた、独立して複製された科学研究 (Good quality, peer-reviewed, and independently replicated scientific research)

- EMF レベルの正しいスケーリングと先行研究を考慮した生物学的影響に関する研究。
(studies on the biological effects with considering the correct scaling and reporting of EMF levels.)
- 質問の意味は完全にあいまいです。EMF のセキュリティを 100% 保証することは不可能であり、これまでに提供された科学的証拠に基づいて構築する以外に方法はありません。(The meaning of the question is completely ambiguous. It is impossible to guarantee the security of EMFs 100%, and there is no other way than to build on the scientific evidence that has been provided so far.)
- 独立した検証 (Independent validation)
- これは難しいです。何か絶対安全であることを証明することはできません。仮説どおりの信頼できるメカニズムの先導に従うことができます。(This is a hard one. You can't prove something is absolutely safe, you can only follow the leads of hypothesized but credible mechanisms.)
- 短期的な影響評価で十分だと思います。(I think a short-term impact assessment is enough.)
- 個人の曝露データを記録した健康レポートの長期フォローアップ (Long-term follow up of health reports with records the personal exposure data)
- 調査研究による生物学的影響の調査結果は、元の調査とは関係のない 2 つの異なる試験機関での実験の独立した複製によって確認されるべき (Biological effect findings from research studies should be confirmed by independent replication of the experiments in two different laboratories not related to the original investigation.)
- 無作為化二重盲検対照試験 (Randomized double-blind control trials)
- 複数の否定的な結果、複製の失敗 (Multiple negative findings, unsuccessful replications)
- 安全とは、ある程度リスクの受容です。したがって、EMF に関連する危険が許容可能なリスクレベルをもたらすことを証明することは、安全を確保する方法です。
(Safety is the acceptance of risk to a certain degree. Therefore, to prove that a hazard related to EMF results in acceptable risk levels is the way to ensure safety.)
- 確立された現象に基づくメカニズムの解明。(Elucidation of mechanisms based on established phenomena.)
- 確立された影響がないこと (Absence of any established effects.)
- 測定可能な物理量; つまり、温度を上げることは実験の観点からは望ましいですが、人間の生物学についてすべてを知っているわけではない場合、曝露の安全性を確保するのに十分な科学的証拠はありません。たとえば、脳のしくみ。(measurable physical quantities; i.e., increased temperature, is preferable from the experimental viewpoint but no scientific proofs is adequate to ensure the safety of exposures when we do not know all about biology of human; e.g., how the brain works.)

- 理想的には、生物学的影響に関する人間の実験的研究-明確な効果サイズ-.8 統計的検出力 (Ideally: Human experimental studies on biological effects - clear effect size - .8 statistical power)
- ばく露限界を超えていないことを証明する (Demonstrate that exposure limits are not exceeded.)
- 安全性調査の3つの基本的なライン、つまりメカニズム (基本的な化学、物理学、および電磁気学)、実験動物への暴露 (周波数、強度、および持続時間に関して十分に特徴付けられた EMF レベルへ)、および人間の研究 (最大の ボランティアへの臨床的曝露に重点を置くが、観察疫学研究を検討した場合[関連する問題が管理されておらず、不明な交絡因子を伴う])。 (Integrated data from the three basic lines of safety investigation, namely, mechanism (basic chemistry, physics, and electromagnetism), laboratory animal exposures (to well-characterized EMF levels as to frequency, intensity, and duration), and human studies (with greatest emphasis on clinical exposures to volunteers, but with consideration of observational epidemiology studies [with their associated issues of uncontrolled and unidentified confounding factors]))
- 物理学から化学、そして生物学や健康への影響に至るまで、電磁界がどのように生物学的プロセスを変化させるかをよりよく理解する必要があります。長期的な低レベルの曝露を考慮する必要があります。(We need to have a better understanding of how the electromagnetic fields modify the biological processes as we go from the physics through the chemistry to the biology and health effects. Long-term low-level exposures need to be considered.)
- 研究では、非熱的影響と熱的影響を区別し、長期曝露が動物の体温を温調する能力に影響を与えるかどうかを評価する必要があります。研究では、EMF 曝露のバイオマーカーを特定する必要があります。研究では、EMF 曝露の影響は微妙である可能性が高いことを考慮する必要があります。この調査の範囲外ですが、EMF に過敏であると信じる個人は、実験の目的を知らせるために注意深く面接を受け、評価する必要があります。素朴な短期曝露は注意深く研究する必要があります。EMF に敏感な臓器を特定するためにトランスクリプトーム分析を組み込むことを検討してください。
(Studies should distinguish non-thermal effects from thermal effects and evaluate whether long-term exposure can affect an animal's ability to thermoregulate its body temperature. Studies should identify biomarkers of EMF exposures. Studies should take into consideration that the effects of EMF exposures are likely to be subtle. Although out of the scope of this survey, individuals who believe that they are hypersensitive to EMF should be carefully interviewed and evaluated to help inform experimental objectives. Naive, short-term exposures should be carefully studied. Consider incorporation of a transcriptomic analysis to identify EMF-sensitive organs.)

- 安全性は証明できません。EMF への曝露に関連して一貫して悪影響が観察される範囲で、用量反応関係を調査し、メカニズムを特定する必要があります。(Safety is not provable. To the extent that adverse effects are consistently observed in connection with exposure to EMFs, a dose-response relationship should be investigated and a mechanism identified.)
- 健康への悪影響を引き起こす可能性のある累積的な生体影響の欠如 (absence of cumulative bioeffects that can cause adverse health effects.)
- ICNIRP / IEEE 標準への準拠。(Compliance with ICNIRP/IEEE standards.)
- 盲検化とポジティブコントロールを用いた研究と、適切な統計分析に基づく複製結果。(Replicated results based on studies using blinding and positive controls with appropriate statistical analysis.)
- 熱および非熱効果の曝露閾値 (Exposure thresholds for thermal and non-thermal effects)
- 私たちは皆、EMF に浸透し満たされた世界に去っていきます。したがって、どのレジームが危険であると思われるかを示すことができるだけです。Ascwell は、EMF が正の微小進化を含むいくつかの有用な健康的なプロセスを刺激することを示唆しています。科学的証拠は、2つの対照群と比較した非常に長期間の実験です。i) 通常的地磁気条件下、ii) 「磁気真空」の条件下。(We all leave in the world which is penetrated and fulfilled with EMF. Thus, we can only show which regimes seem to be dangerous. Ascwell, we can suggest that EMF stimulates some helpful healthy processes including positive microevolution. Scientific proofs are very long-term experiments in comparing with two control groups: i) under usual geomagnetic conditions, ii) under conditions of "magnetic vacuum".)
- 細胞 (非熱効果)、動物 (推定曝露閾値)、および人間 (実際のシナリオ) の実験的研究。実験の結果を検証して外挿するには、線量測定も不可欠です。(Experimental study of cell (non-thermal effect), animal (estimate exposure threshold), and human (actual scenario). To validate and extrapolate the result of the experiments, dosimetry is also essential.)
- 科学的証明は、熱効果と非熱効果の両方に関連している必要があります。現在の (ICNIRP) 制限は十分であるように見えますが、考えられる非熱的影響の研究を続ける必要があります。従来の放射線療法と化学療法の前後の温熱療法の有益な効果を示す最近の結果は、RF および MW 温熱療法の根本的な効果をさらに調査する必要があることを意味しています。発生する可能性のある有害な影響、および潜在的な有益な影響は、勢力をもって検討する必要があります。(Scientific proofs should relate to both thermal and non-thermal effects. The current (ICNIRP) limits appear to be sufficient but research into possible non-thermal effects needs to go on. Recent results showing beneficial effects of hyperthermia prior/post conventional radio- and chemotherapy imply that the

underlying effects of RF and MW hyperthermia need to be explored further. Adverse effects that may arise, as well as potential beneficial effects, need to be explored with vigour.)

- 成人でも乳児でも、生物学的な変化がないこと。(Nothing biological should be changed in either adults or infants.)
- 非発がん性の証明 ("non-carcinogenic proofs)
- 分泌細胞の分泌および刺激反応能力に対する非効果 (non-effects on secretion and stimulation-response ability of secretory cells)
- 幹細胞の成長と分化への影響がないこと (non-effects on growth and differentiation of stem cells)
- 哲学の原則として、安全を確保することはできません。ただし、研究はできるだけ高品質で実施し、独立して複製する必要があります。さらに、in vitro の研究はリスク評価には特に有用ではありませんが、メカニズムに関する必要な知識を提供します。さらに、「安全性」に対処する方法であるリスク評価では、実際のばく露を考慮する必要があります。(Safety cannot be ensured, as a philosophical principle. However, studies are needed to be performed with as high quality as possible, and being independently replicated. Furthermore, in vitro studies are not especially useful for risk assessment, but provide the necessary knowledge about mechanisms. In addition, any risk assessment, which is the way to address "safety", needs to be taking real-world exposures into account.)
- 成人でも乳児でも、生物学的な変化はありません。(Nothing biological should be changed in either adults or infants.)
- 再現性の見られる実験結果 (Experimental results that show reproducibility)
- 閾値の明確化と詳細特性評価 (Clarification of thresholds and evaluation of detailed characteristics)

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と思いますか？

- EMF への曝露による僅かな変化を評価できる優れた動物モデルが必要です。(good animal model to be able to evaluate a bit change due to an exposure to EMFs should be necessary.)
- 科学的証拠の蓄積と、その知見に基づいた誠実な対応、コミュニケーション (Accumulation of scientific evidences and sincere correspondence/communication based on the findings)
- 電磁界ばく露の安全性に対して社会的コンセンサスを構築するには、一般市民に電磁界のことをよく理解してもらう必要があると考えています。

その対応として以下の3点を提案します。

- ◇ 一般市民を対象に、電磁界の性質や作用また安全性についての説明会や講演を積極的に行う。
 - ◇ 小学生以下を対象に電磁界教室などで実験を行い、電磁界について楽しく理解してもらう。
 - ◇ 現代社会において携帯やIH調理器など様々な電磁界が身近に存在する中、中学や高校の教科書に生体電磁気学のセクションをつくり電磁界や電磁界の生体影響について正しく理解してもらう。
- (In order to build a social consensus to safety of exposure to EMF, I think it is necessary to let the general public understand well about EMF. For the purpose, I propose the followings:
- ◇ To actively organize seminars/lectures on characteristics, effects and safety of EMF
 - ◇ To organize EMF experiment class for the preschool/primary school children and let them understand about EMF with joy
 - ◇ To set bioelectromagnetics section in the textbook for junior/senior high school and let the students understand correctly about EMF and the biological effects)
- 社会的コンセンサスは科学的証拠に基づいて構築されなければならない、それは、産業および民間組織の参加を除外する徹底的かつ真実の科学研究に基づいているべきです。(A social consensus must be built on scientific proofs, that in turn, should be based on thorough and truthful scientific research that excludes the participation of industrial and private organizations.)
- 明確な比較を行うことで不安を取り除き、深い恐れや発達した意見に対する強い確認バイアスを持つ人々を軽視しないようにします。(Try to remove the angst by making clear comparisons and not denigrating people with deep fears and strong confirmation bias to their developed opinions.)
- 複数の利害関係者の対話 (multi stakeholders' dialog)
- 規格の調和 (harmonization of standards)
- D1 への回答に対処する公開情報の提供 (Providing public information that addresses answers to D1)
- 私たちが「社会的合意」を築くことができると私は確信していません。(I'm not convinced we can build a "social consensus.")
- それは非常に重要ですが、不可能です。(It is very important, however, is impossible.)
- EMFの生物学的影響の研究は、生物学と工学の両方で複雑です。現在、相反する結果により、EMFへの暴露の安全性について論争が生じています。生物学的および工学的専門知識の両方を含む高品質の研究は、結果の妥当性にとって不可欠です。一貫した結果がなければ、このテーマについて社会的な合意を得るのは困難です。確立された影響を扱う人々(標準グループ)と考えられる影響についてのみ話し合う

人々（一部の研究者と公衆衛生）は、互いに同意することはできません。 ばく露限界は、実証された影響からのみ導き出すことができ、不確実性の範囲が大きすぎる可能性のある影響からは導き出せない。 2012年のBioInitiativeレポートで推奨されている0.3 nW/cm²の予防的限界は一例です。 その勧告の下では、継続できるアプリケーションはほとんどありません。(EMF biological effects research is complicated both in biology and engineering. Currently conflicting results have caused controversies on the safety of exposure to EMFs. High quality research involving both biological and engineering expertise is vital to the validity of the results. Without consistent results, it will be difficult to have social consensus on this subject. Those dealing with established effects (standards groups) and those only talking about possible effects (some researchers and public health) can never agree with each other. Exposure limits can only be derived from proven effects and not from possible effects, which have a too big range of uncertainty. The recommended precautionary limit of 0.3 nW/cm² from the 2012 BioInitiative Report is an example. Under that recommendation, very few applications can continue.)

- 科学的証拠に基づく暴露ガイドラインの設定と更新。(Setting and updating exposure guidelines based on scientific evidences.)
- 私は科学/健康コミュニティー内で合理的なコンセンサスを達成することは可能だと思います、そして確かにこれはICNIRPガイドラインの幅広い受け入れによりすでに起こっていると信じています。しかしながら、偽のニュースと政治の二極化のこの現在の時代において、私は*社会*のコンセンサスを達成することは難しいと思います。RFの健康への影響の問題は、平均的な市民が理解するには複雑すぎるため、(残念ながら)パラノイアやセンセーショナル主義の陰謀説に満ちた信頼できないソーシャルメディアソースに目を向けています。気候変動に対する悲惨な世界的対応をみると、真実が勝つという確信を持つことができません。(I think it is possible to achieve a reasonable consensus within the scientific/health community, and indeed believe this has already occurred with broad acceptance of the ICNIRP Guidelines. However, in this current era of fake news and political polarization I think it is difficult to achieve *social* consensus. The issue of RF health effects is just too complex for the average citizen to comprehend, and so they (unfortunately) turn to unreliable social media sources which are riddled with paranoid and sensationalist conspiracy theories. The dismal global response to climate change gives me little confidence that truth will win out ...")
- 現在の研究や継続的な新しい方法と比較する必要があります。(must be compared with current studies and continuous new methods)
- 構築できるとは思わない-コンセンサスを高める問題 (I don't believe that one can be built - it is a matter of increasing consensus)

- 今や世界中で殆ど全ての人が携帯電話を使用する状況で、電波ばく露の健康影響を気にする人たちは実際上殆ど居ない。しかし、いわゆる「電磁過敏症」を主張する人達のコンセンサスをどうするか、という問題はあるが、これは解決できないだろう。これまで通り、ホームページやパンフレットなどで「安全の根拠、規制対応など」について最新情報を提供するのが良いと思う。その中には、「影響あり」を主張する論文や書籍などに対して何らかの反論を提示することが必要と思う。(Now in the circumstances almost all the people use mobile phone, actually few people concerns health effects of radio wave exposure.

However, there is a problem of building consensus with people who insist so-called “electromagnetic hypersensitivity”, but it may not be resolvable.

I think it is good to provide the latest information on “basis of safety, regulatory responses, etc...” via websites and pamphlets, and in such materials, to show some objections against papers and books insisting “adverse health effects”.)

- リスクコミュニケーションの改善 (Improving risk communication)
- ソーシャルメディアでの教育 (Educations in social media)
- この質問はあいまいなので、そのような質問に答えることはできません。(This question is too ambiguous to reply such questions.)
- 国内および国際的な保健機関のアドバイスに依存しています。(Relying on the advice of national and international health agencies.)
- 科学がオープンであることは必要ですが、文献のレビューにおいては個々の研究の質を評価する必要があります。(Open science contributes, but reviews of literature need to assess quality of individual studies.)
- すでに社会的コンセンサスがあると思います。一方でマイナーな意見は広がっていると思います。(I think there is already a social consensus. I think the minor opinions are expanding.)
- ウェブサイトを経由したリスクコミュニケーション (Risk communication via websites)
- これには、研究の証拠の重みの概念、およびこれが予防原則とどのように異なるかについて、一般市民（および研究者）を教育する必要があります。(This requires education of the public (and researchers) on the concept of weight-of-evidence of research and how this differs from the precautionary principle.)
- 質の高い研究のみの結果に基づいて意見を述べる。(Base opinions on results from only high-quality studies.)
- 教育。教育。教育。(Education, education, education)
- 公衆と研究者/科学者の両方のより良い教育と技術意識の普及。(Better education and dissemination of technology awareness of both the public and researchers/scientists.)

- まず、EMF の生物学的影響に関する証拠を蓄積する必要があります。Firstly we should accumulate evidence about the biological effects of EMFs.
- 持続的なリスクコミュニケーション (Persistent risk communication)
- 科学者は正確な情報を公衆に公開する必要があります。(Scientists must present precise information to the public.)
- 実際の状況での暴露の十分な証拠が得られないため、すべての人々が同意する社会的合意を構築することは不可能です。(not possible to build a social consensus that all people agree with, since we never get adequate proof for exposures in real situations.)
- コミュニケーション (communication)
- 科学的コンセンサスは社会的コンセンサスの前に到達する必要があります。さもなければ、一般市民は混乱するでしょう。世界保健機関と協力して、一般向けのコミュニケーション資料の作成が必要。(A scientific consensus should be reached before a social consensus, otherwise the general public would be confused. Work with the World Health Organization to produce communication materials for the general public.)
- 社会的コンセンサスには、資格のある科学者が論理的で合理的なフレームワークで公開および支持している、量的科学理論、モデリング、および結果の証拠的役割に関する合意が必要です。重要なのは、生物学的システムが機能できる熱、機械、および電気ノイズのベースラインレベルの認識と組み込みです。これは、生体システムが危険または有害な影響なしに耐えられる摂動のベンチマークとして機能します。(Social consensus will require agreement on the probative role of quantitative scientific theory, modeling, and results, as published and espoused by qualified scientists in a logical, reasoned framework. Of key importance is recognition of and incorporation of baseline levels of thermal, mechanical, and electrical noise within which biological systems are able to function, as a benchmark of perturbations that living systems are capable of withstanding without unsafe or deleterious effects.)
- リスクとは何かを述べ、私たちがリスクのない世界に住んでいないことを指摘します。また、身体がすべてではなく一部の損傷を補償するフィードバックシステムを提供していることも説明します。(State what the risks are and point out we do not live in a risk-free world. Also explain that the body does provide feedback systems that compensate for some damage but not all.)
- 見えないものを信じるのは難しい。人々がさまざまな状況や人生のさまざまな時間にさらされている「総 EMF」をよりよく理解する必要があります。(People have a difficult time believing in something that they cannot see. There needs to be a better understanding of the "total EMF" that people are being exposed to under different conditions and during different times of their lives.)

- 盲目的に資金提供された一貫した否定的な結果を生み出す一貫した研究手法は、社会的なコンセンサスにつながります。遠く離れた、再現されていない、非標準的な研究や業界が資金を提供する研究は、社会的な懸念を引き起こします。(Consistent research methods yielding consistent negative results funded blindly would lead to a social consensus. Outlying, un-reproduced, nonstandard studies as well as industry-funded studies raise social concerns.)
- 可能かどうかわかりません。どんな問題でも、社会的コンセンサスに参加しない信者の狂気の縁があります。テクノロジーのメリットが実際のリスクまたは認識されているリスクをはるかに上回っている場合にのみ、社会的コンセンサスが構築されます。(I do not know if it is possible. In any issue, there is a lunatic fringe of believers that will not join a social consensus. Only time builds a social consensus if the benefits of a technology far outstrip the real or perceived risks.)
- EMF、基準などの簡単に理解できる説明で一般の人々を教育します。政府、WHOなどの尊敬される当局によって遂行されるべきです。(Educate the public with easily understood explanations of EMF, standards, etc. Should be accomplished by respected authorities, such as government, WHO, etc.)
- Yes.
- No idea. We can explain that EMF make brains to be more active and, thus, cleverer. Humans which habitate in rich buildings with a lot of electronics are more healthy than wild humans which habitate in jungles without any electronics. (わからないです。EMFは脳をより活動的にし、したがって賢くすることを説明できます。エレクトロニクスの多い豊かな建物に生息する人間は、エレクトロニクスのないジャングルに生息する野生の人間よりも健康です。)
- ネットワークを確立し、他の場所からのサポートも不可欠です。(Establish network and also support from elsewhere is essential.)
- 1.非イオン化 EMF はユビキタスであり、それは当初から自然発生源に由来していることを強調する必要があります。無線通信と電気/電子機器の出現により、曝露が増加していますが、それでも「安全」と見なされるレベルにあります。
2.「安全」の定義は、他の（電離）放射線および環境侵略者への曝露に関して修飾する必要があります。必要な科学的背景を持たない一般市民が理解できるように、比較リスクを効果的に定量化して伝達する必要があります。(1. The point needs to be stressed that non-ionizing EMF is ubiquitous and that it has been around from natural sources since the beginning of time. The advent of radio transmissions and electrical/electronic equipment has increased exposure but that it is still at levels that are considered 'safe'. 2. The definition of 'safe' has to be qualified in respect of exposure to other (ionizing) radiations and environmental

aggressors - comparative risks need to be quantified and communicated effectively such that the general public that lacks the necessary scientific background can understand.)

- 再現性と感度の高い方法を提案し、実験データ、発表、発表を蓄積する。(Propose the methods having high reproducibility and high sensitivity, accumulate the experimental data, presentation and publication.)
- 専門家グループ/パネルから公平な要約意見を繰り返し報告することにより、単一の研究に未熟な注意を引くことを回避します。(By repeatedly report unbiased summary opinions from expert groups/panels, and but avoiding to draw unearned attention to single studies.)
- 皆が影響の実態を把握した上で、利便性なども踏まえた議論を実施 (To grasp the actual condition of effects and them discuss including convenience)
- 安全だけでなく、安心感の醸成が求められるため、社会心理学的な観点からの取り組みも必要と思われます。(As not only safety but also the fermentation of secure feeling is desired, I think it is necessary to address from the socio-psychological perspectives.)

In vitro を専門とする者への質問と回答

超高周波帯（6 GHz～3 THz）の電波を非常に強い強度（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。

	人数
発がん性	2
遺伝毒性	2
生殖毒性／発生毒性	2
神経毒性	4
免疫毒性	3
刺激性	5
その他	0
わからない	5
答えたくない	0

超高周波帯（6 GHz～3 THz）の電波を ICNIRP ガイドラインよりも小さい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。

	人数
発がん性	1
遺伝毒性	2
生殖毒性／発生毒性	2
神経毒性	2
免疫毒性	1
刺激性	1
その他	0
わからない	6
答えたくない	0

前問でチェックしたもののうち、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。

	人数
発がん性	1
遺伝毒性	1
生殖毒性／発生毒性	0
神経毒性	1
免疫毒性	0
刺激性	0
その他	0
わからない	4
答えたくない	2

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よい	4
一部は適用したほうがよい	1
適用するのは難しい	0
わからない	1
答えたくない	1
総計	7

超高周波帯（6 GHz～3 THz）の電波のばく露による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
十分な電波強度	10
十分なサンプル数/試料数	10
陽性対照群	10
シャムばく露群	11
電波強度の異なる複数の群	8
盲検法	5
二重盲検法	6
その他	0
わからない	1
答えたくない	0

必要なサンプル数・試験回数について

- 最低 n=3、ばく露条件、実験内容等によって異なる。(At least n=3, but it differs by such as exposure conditions, experimental contents)
- 10-30 samples
- 理解できませんでした。和文ですか？(could not understand. It is in Japanese letters?)
- 各グループは、最小6ラット最大12で構成する（ヘルシンキ宣言）(Each group consist min.6 rats max.12(Helsinki declaration))
- 日本語がわかりません (I do not know Japanese)
- それはサンプルと評価要因に依存します。(It depends on the sample and evaluating factor.)
- 6サンプルないしはそれ以上 (6 samples or more)
- 5-10
- 5以上、可能なら10以上 (more than 5, if possible, more than 10)
- 効果の大きさと統計的検出力に依存 (dependent on effect size and statistical power)

超高周波帯（6 GHz～3 THz）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。

細胞のばく露方法について

	人数
付着細胞の溶液内でのばく露	10
付着細胞において一部気相に露出した状態でのばく露	3
浮遊細胞を懸濁した状態でのばく露	7
その他	0
わからない	1
答えたくない	0

ばく露する電波の種類について

	人数
無変調波	2
変調波	0
上記の両方の実験が必要	4
その他	0
わからない	3
答えたくない	2

変調波と答えた方へ具体的にお答えください。.

- 変調された電波と変調されていない電波の両方の実験が必要。(both experiments on modulated and non-modulated radio waves are necessary)
- 心臓の拍動と同期するような変調 (like synchronized with cardiac pulsation)
- 生きている細胞は肯定的または否定的に (living cells are positively or negatively)
- バースト形状とパルス (burst-shape and pulse)

細胞へのばく露時間および期間（複数可）

	人数
短時間のばく露（1時間以内）	6
熱制御をした上での長時間ばく露（1時間超）	8
間欠的なばく露（例えば5分オン10分オフの繰り返し）	8
非連続的（e.g, 1日1時間）、長期間（1週間超）の繰り返しばく露	7
その他	1
わからない	2
答えたくない	0

電波のばく露の評価（ドシメトリ）について

	人数
計算機シミュレーションによるドシメトリが必須	5
ドシメトリはどちらかといえば必要	2
シミュレーションによるドシメトリは不要で電波ばく露の条件のみでよい	2
わからない	0
こたえたくない	2
総計	11

超高周波帯（6 GHz～3 THz）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。

- 「the safety assessment:安全性評価」を行うのであれば既存の安全性評価の手法、実験条件、評価のクライテリア等を参考にする必要があり、（If you conduct “the safety assessment”, it is necessary to refer the existing methods of safety assessment, experimental conditions, criteria for assessment, etc...）
- 実際、今日、誰もが同時にいくつかの EMF ソース（携帯電話、Wifi、電波など）にさらされています。したがって、EM 放射線の複数の線源への生物の曝露の影響を正しく評価するために、EMF のいくつかの線源を使用して実験を（同時に）実行する必要があります。（In fact, nowadays any person has been subjected to a few sources of EMF at the same time (mobile phones, Wifi, radio-waves, etc..). Therefore, in order to correctly evaluate the consequences of exposure of the organism to multiple sources of EM radiation, the experiments must be carried using a few sources of EMFs (at the same time).）
- 高強度と低強度の両方の EMF をカバーします（単独または組み合わせて）。（
- 実験には、in vitro と in vivo の研究（疫学研究が続く）の両方を含める必要があります。

(It covers both high and low-intensity EMFs (alone or in the combination).)

- これまでのところ、複数の線源からの EM 放射線の影響に関する報告はまだ発表されていません。(Up to date, no reports on the impact of EM radiation from multiple sources have been published yet.)
- 量子モデルは、次のことを説明します。生きている細胞の立体構造状態が、外部の非熱電磁界によって、正または負の影響を受ける理由。(a quantum model, that describes: Why conformational states of living cells are positively or negatively influenced by external non-thermal electromagnetic fields.)
- 高輝度フィールドで細胞応答を検出できるリアルタイムイメージングシステムが必要です。(A real-time imaging system that can detect cellular responses in high-intensity fields is required.)

In vivo を専門とする者への質問と回答

超高周波帯（6 GHz～3 THz）の電波を非常に強い強度（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。

	人数
発がん性	3
遺伝毒性	2
生殖毒性／発生毒性	5
神経毒性	4
免疫毒性	5
皮膚刺激性	6
眼刺激性	7
その他	0
わからない	2
答えたくない	0

超高周波帯（6 GHz～3 THz）の電波を ICNIRP ガイドラインよりも小さい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。

	人数
発がん性	3
遺伝毒性	1
生殖毒性／発生毒性	2
神経毒性	1
免疫毒性	1
皮膚刺激性	0
眼刺激性	0
その他	0
わからない	4
答えたくない	0

前問でチェックしたもののうち、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。

	人数
発がん性	1
遺伝毒性	1
生殖毒性／発生毒性	1
神経毒性	0
免疫毒性	0
皮膚刺激性	0
眼刺激性	0
その他	0
わからない	4
答えたくない	3

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	2
一部は適用したほうがよい	5
適用することは難しい	4
わからない	1
答えたくない	4
総計	16

超高周波帯（6 GHz～3 THz）の電波のばく露による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
十分な動物数	10
陽性対照群	10
シャムばく露群	14
ケージコントロール群	7
電波強度の異なる複数の群	11
盲検法	3
二重盲検法	7
その他	0
わからない	0
答えたくない	0

- この文脈における「二重盲目」とはどういう意味ですか？（What does "Double-blinded" mean here?）
- 動物の拘束を必要としないばく露システムであること。体温と局所加熱は、熱の影響の観点で評価されること。ばく露システムは、物理学者と生物学者の共同で設計されること。ばく露は時間経過と回復時間を用いて行われるべきである。（Exposure system that does not require restraint of animals. Body temperature and localized heating is evaluated to avoid thermal effects. Exposure system is designed in collaboration between physicists and biologists. Exposures should be conducted using a time course and recovery times.）
- 異なる日付で同じ実験を行うと、地磁気と電磁気的背景が異なるため、結果が異なる可能性があります。したがって、対照群は、「無磁気 magnetic vacuum」または「補償された EMF」の条件下にある必要があります。（The same experiments at different dates can show different results because they have different geomagnetic + electromagnetic background. Thus, the control group has to be under conditions of "magnetic vacuum" or "compensated EMF".）

必要と思われる一群あたりの動物数について

- 現在/将来のテクノロジーで使用されるものにより変わる。（Modulations as per used in current/future technologies）
- パラメータの変化と予想される効果サイズに依存します。実験の開始前に計算する必要があります。（Depends on the variation of the parameter and the expected effect size. Must be calculated BEFORE the start of the experiment.）
- 50

超高周波帯（6 GHz～3 THz）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？

動物について

行ラベル	人数
拘束してばく露	3
非拘束の状態ではく露	8
その他	4
わからない	1
答えたくない	0
総計	16

「その他」と答えた方の意見

- 両方 (both)
- 目的による (depend on purpose)
- 要因のレンジに依存 (It depends on a range of factors)
- 理想的には両方 (Ideally both scenarios)

ばく露方法について

	人数
動物への全身ばく露	5
標的臓器への局所ばく露	1
上記の両方の実験が必要	7
その他	2
わからない	0
答えたくない	1
総計	16

Other の意見

- 目的により異なる (depend on purpose)
- 要因のレンジに依存する (It depends on a range of factors)

ばく露する電波の種類

	人数
無変調波	5
変調波	0
上記の両方の実験が必要	4
その他	1
わからない	5
答えたくない	1
総計	16

「その他」とした回答者の意見

- 要因のレンジに依存する。(It depends on a range of factors)
- "modulated radio waves"の提案 (Proposal of "modulated radio waves")
- パルス変調 (Pulse modulation)
- デバイスまたはテクノロジーで使用される信号の実際の変調。(Actual modulation of the signals used by devices or technology.)
- 現在/将来のテクノロジーで使用される変調 (Modulations as per used in current/future technologies)
- 人間は無変調および変調電波にさらされています-両方を評価する必要がありますが、無変調と変調の違いについての科学的根拠を見たいと考えています。(Humans are exposed to unmodulated and modulated radio waves - both should be evaluated, although would like to see scientific rationale for differences in unmodulated v modulated.)

動物へのばく露時間および期間 (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、短期間は1日～1週間、長期間はそれ以上のばく露とお考えください。

	人数
短時間かつ短期間のばく露	5
長時間かつ短期間のばく露	5
短時間かつ長期間のばく露	5
長時間かつ長期間のばく露 e	11
その他	2
わからない	2
答えたくない	0

「その他」とした回答者の意見

- 目的による (depend on purpose)

- この質問の意味が理解できない (I cannot understand your question means.)

電波のばく露の評価について

	人数
計算機シミュレーションによるドシメトリが必須	10
ドシメトリはどちらかといえば必要	4
シミュレーションによるドシメトリは不要で工学的な情報のみでよい	1
その他	1
わからない	2
答えたくない	0

「その他」とした回答者の意見

- 数値シミュレーションと実験的確認による線量測定の検証は不可欠です。(Dosimetric validations with numerical simulation and experimental confirmation are essential)

超高周波帯の健康影響に関して、動物実験が必要だと思いますか。

	人数
必要	14
不要	1
わからない	0
答えたくない	1
総計	16

動物実験の再現性を確認するため必要とどのような項目の記載が必要だと考えますか？
(複数回答)

	人数
十分な電波強度	12
十分なサンプル数 (動物数)	10
陽性対照群	9
シヤムばく露群	12
電波強度の異なる複数の群	11
盲検法	3
二重盲検法	6
その他	1
わからない	0
答えたくない	0

「その他」とした回答者の意見

- 暴露が体温に影響を及ぼさないことを確認する必要があります。局所的な加熱の可能性を考慮してください。(Must ensure that exposures do not affect body temperature; take into account the possibility of localized heating.)

適切と思う動物数

- 8
- ??
- 8-10
- 予想されるエンドポイントがコントロールで発生する頻度に依存するため、この質問は意味をなさないと思います。(I don't think the question makes sense, as it depends on how often the endpoint expected occurs in the controls.)
- パラメータがどの程度変動するかに依存する。(Depends on how variable of the parameters.)
- 個別のリサーチクエスチョンに依存する (Depends on specific research question)
- 50
- 実験を開始する前に計算されるべき (Must be calculated BEFORE the experiment starts.)
- 50
- 10

Engineering を専門とする者への質問と回答

超高周波帯 (30GHz ~ 3THz) 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) の構築を実施するべきだと考えますか？

	人数
はい	31
いいえ	1
わからない	5
答えたくない	0
総計	37

作業仮説は生物学の専門家と合意を取りながら設定するべきだと考えますか？

	人数
はい	30
いいえ	0
その他	0
わからない	6
答えたくない	1
総計	37

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。(複数回答)

	人数
熱的な作用	31
神経組織への刺激作用	22
電界と生体分子（または分子カスケード）の相互作用	13
磁界と生体分子（または分子カスケード）の相互作用	13
電磁界と生体分子（または分子カスケード）の相互作用	19
その他	0
わからない	4
答えたくない	0

上記のように答えた理由を教えてください。

- この周波数帯では、侵入深さの電波が浅いため、体表面に熱の影響が集中します。したがって、電力効果による吸収を考慮する必要はありません。(In this frequency band, the radio waves of penetration depth is so shallow that the thermal effect is mostly concentrated on the body surface. So we is not necessary considered the absorption of by electric power effect.)
- 私の専門知識と焦点は RF 曝露評価にあります。(My expertise and focus is on RF exposure assessments.)
- 対外説明責任のため、可能性は一度確認しておく、あるいは、ある程度知見が集まるまでは確認が必要。知見がある程度集まった段階で、研究団体としてどのようにとりまとめていくか(ガイドライン等をまとめるなど)を検討すべき。(In order to the accountability to outsides, it is necessary to confirm the possibility once, or until some degree of findings are gathered. After the findings are gathered, it should be considered how they are wrapped-up them (e.g. setting guidelines) as the research organization.)
- 30 GHz から 3 THz の周波数範囲の相互作用について考えるのなら、神経組織に顕著な刺激効果があるとは思いません。(If you are talking about the interaction for the frequency range of 30 GHz to 3 THz, I do not think there are noticeable stimulating effects on nerve tissues.)
- ターゲット組織が大幅に加熱されている場合（たとえば、0.2°C以上）、熱の影響を考慮する必要があります。(Thermal effects should be considered if there is significant heating of the target tissue (say, >0.2 degC))
- 電気生理学的文献では、10 MHz を超えると直接神経刺激ができないことが十分に確立されています。(It is well established in the electrophysiological literature that direct nerve stimulation is not possible above 10 MHz)
- 他のすべての影響は推測的なものにすぎず、先験的な証拠の根拠はありません。それ

らは、研究仮説で明示的に言及されている場合にのみ考慮されるべきです。(All the other effects are only speculative without any convincing a priori evidence base. They should only be considered if they are explicitly referred to in the research hypothesis.)

- 健康影響に関する懸念を研究調査する場合、既存の知見や信頼できるとされる仮説に基づくことは意味があるが、だからといってそれらだけに限定するという考え方は科学の定義に反するし、本来自由であるべき研究に枠をもうけることになるからである。
(When studying concerns relating to health effects, it is meaningful to be based on existing findings, or hypothesis considered to be credible. However, limiting study only into them is against the definition of science and it will be to confine study to a frame. Study should be essentially free from preconception.)
- その理由は、電磁波の生物学的影響は、3 THz 以下の周波数範囲で生体に侵入する内部電場のみに起因する可能性が高いためです。(The reason is because the biological effects of electromagnetic waves are likely to be caused only by the internal electric field that penetrates into the living body in the frequency range of 3 THz or less.)
- 確立された唯一の影響は、本質的に熱であるか、神経の刺激であると私は信じています。
(I believe the only established effects are thermal in nature or stimulation of nerves)
- 長期暴露による生物学的影響の可能性は依然として残っており、熱的または電氣的刺激効果のいずれにも帰することができません。(The possibility still remains of biological effects from long-term exposure that can not be ascribed to either thermal or electro-stimulatory effects.)
- RF 電磁界への曝露により、高周波で組織が加熱され、100 kHz 未満の低周波で電気刺激が発生する可能性があります。(RF field exposure can result in tissue heating at high frequencies and electrostimulation at low frequencies less than 100 kHz.)
- 上記のすべてのエンドポイントに関する出版物はすでに存在しているため、研究の複製または新しい暴露条件の検討が必要です。(There have already been publications on all of the above endpoints, therefore, replication of studies or examination of new exposure conditions are warranted.)
- ・ミリ波帯の電磁エネルギーの吸収はほとんど体表面に集中するため、熱の影響を調査する必要があります。・細胞膜がミリ波帯の電磁エネルギーに曝されると、生物学的反応が生じることがあります。(Thermal effects should be investigated because the absorption of electromagnetic energy in the mm wave band is mostly concentrated on the body surface.
- Exposure of cell membranes to electromagnetic energy in the millimeter wave band could produce some biological responses.)
- 私達は活性酸素濃度の変化に起因して発生するまでに長い時間を要する効果を見ました。静磁場も細胞増殖の結果を変化させます。(We have seen effects that take a long time to develop and result from changes in reactive oxygen concentrations. Static magnetic fields

also change the results in cell growth.)

- 5G について広まった一部の人々、機関、ニュースレポートに対する恐怖は、健全な科学によって打ち消される必要があります。(The fear some people, institutions, news reports spread about 5G need to be countered by sound science.)
- 熱効果と刺激効果はより低い周波数で確立されますが、特に 30 GHz を超える周波数でのそれらの重要性は、特に低レベルで不確実に思われます。関与する（原子の）距離が小さいため、30 GHz を超える周波数では分子相互作用が発生する可能性が高くなりますが、そのような周波数での外部放射線が表面の露出を超えて組織に影響を与える範囲も不確かに思われます。すべてのメカニズムが研究の対象であるべきです。
(Thermal and stimulation effects are established at lower frequencies, but their significance at frequencies >30 GHz particularly at low-levels seems uncertain. Molecular interaction seems more likely at frequencies >30 GHz because of the small (atomic) distances involved, but the extent to which external radiation at such frequencies can affect tissues beyond superficial exposure also seem uncertain. All mechanisms should be the subject of research.)
- 皮膚の紅斑を避けなければならない。パルスエネルギーは神経終末を刺激するかもしれませんが。人間の皮膚で起こり得る分子共鳴を調べます。(Must avoid erythema of the skin. Pulsed energy might stimulate nerve endings. Investigate possible molecular resonances in the human skin.)
- すべてを理解することは重要です。(All are important to understand)
- 明らかに確立されているメカニズム (Clearly established mechanism.)
- エンジニアリングの側面から見ると、曝露レベルは間接的に検証できます。しかし、生物学的細胞や動物（人間を含む）の場合、技術的/倫理的に難しい部分があるため、検証を完了するのは容易ではありません。他よりも熱影響の評価が可能かもしれませんが、マイクロ波周波数領域に限定される場合があります。(Looking from the side of engineering, exposure level can be validated in-directly. But for the biological cells or animals (including human), it is not easy to complete the validation because there are technically/ethically difficult parts. May be thermal effect is possible to assess rather than the others, but may be limited to microwave frequency region.)
- In the THz region, dielectric dispersion phenomena other than the relaxation (γ dispersion) of water molecules appear. I think it is necessary to elucidate the mechanism of biological effects at the molecular level in such frequency bands. (THz 領域では水分子の緩和 (γ 分散) 以外の誘電分散現象が現れてきます。そのような周波数帯での分子レベルでの生体影響メカニズムの解明が必要と思います。)

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
十分に行う	12
行う	12
あまり行わない	3
全く行わない	1
その他	4
わからない	2
答えたくない	3
総計	37

「その他」とした回答者の意見

- 私の仕事のほとんどはコンプライアンス評価に関連していますが、評価プロトコルの開発における生物学の専門知識を歓迎します。(Most of my work is related to compliance assessment, but welcome expert knowledge in biology in developing assessment protocols.)
- 私は生物学の専門知識も持っていますが、関連分野の生物学の専門知識を持つ研究パートナーに明らかに相談します。(I also have biological expertise, but would obviously consult research partners with biological expertise in relevant areas)
- 基本はイエスであるが、場合によっては自分の考えで新たなプロトコルを開発する。(Basically yes, but in some cases I will develop a new protocol based on my own thought.)
- 必要であれば。(If necessary)

現在超高周波帯 (30GHz ~ 3THz) のばく露実験を実施または計画していますか？

行ラベル	人数
はい	1
いいえ	33
その他	1
わからない	2
答えたくない	0
総計	37

30GHz-3THz 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。

- まだそのような考えはないです。(I have no idea yet.)
- N/A
- いずれの周波数も暴露実験は難しいと思います。測定機器の購入・製作依頼が非常に高価になること、波長が相当に短いために 10GHz 以下で行っていた暴露装置の延長線上で考えてよいのかというそもそも論の検討がない状況ではなんともいえない。(I think it is difficult to conduct exposure experiment in all the frequencies. Because it will be very expensive to purchase or production request of measurement equipment, and as the wavelength is quite short, I cannot say anything under the situation that there is no discussion whether it is reasonable to consider as the extension of the exposure equipment used to <10 GHz.)
- 60 GHz。プローブの詳細 (60GHz. More familiarity with the probes)
- N/A
- このような周波数帯でばく露装置 (アンテナ:放射器などの機器) や測定装置を開発することは様々な観点から容易ではない (費用も)。(It is not easy from various perspectives (including cost) to develop exposure apparatus (e.g. antenna, radiator) and measurement equipment in such frequency band)
- 300GHz 以上は特に未利用の領域であり、重要と考える。(I think it is important to study in the frequency band beyond 300 GHz, as the band is especially unutilized area) .
- 現在、ばく露装置の設計・製造コストを考慮して、30GHz 帯でのばく露実験を行う必要がある。(At present, in view of the design and manufacturing cost of exposure equipment, exposure experiments in the 30 GHz band should be conducted.)
- 28GHz を含む 5G の周波数 (5G frequencies including 28GHz)
- 将来のテレコミュニケーションでの使用が予定されている周波数 (約 60 GHz : 現在展開されている 26-28 GHz に加えて):皮膚の汗管との共鳴が発生するとされる周波数(約 95 GHz と 450 GHz) (Frequencies slated for future use in telecommunications (around 60 GHz: in addition to 26 - 28 GHz currently deployed): also frequencies where alleged resonances with skin sweat ducts occur (roughly 95 and 450 GHz))
- 約 40 GHz。弊社システムでの通信に使用しているため。(Around 40 GHz. Because it is used for communication in our system.)
- 優先度の頻度はありませんが、安全性を信じる理由を提供するために利用される頻度をテストすることが保証される場合があります。もっともらしい仮説が提示されていない限り、盲目的に実験を行っても、意味のある効果を見つけることはできません。可能なメカニズムの配信は、事前に行う必要があります。(There is no frequency of preference but it may be warranted to test frequencies that will be utilized in order to provide reasons for the belief of safety. As far as no plausible hypothesis is presented, we cannot expect to find any effect of significance even if we make experiments blindly. Delivery of possible mechanism should be done in advance.)

- 28 GHz (5G), 60 GHz (WLAN), 120 GHz, 300 GHz (6G)
- 私は 94GHz でメーザーに関する作業を行っており、30GHz を超える帯域で作業するための資金がありません。(I have done work on masers at 94GHz and we do not have the funding to do work in the bands above 30GHz.)
- 30~100 GHz。これらの周波数は、80GHz から 3 THz の帯域の波よりも皮膚に深く浸透します。(30- 100 GHz. These frequencies have deeper penetration in the skin than the waves in the band 80GHz-3 THz.)
- 現在、24 GHz での実験的評価に関するアドバイス。(At present, advising on experimental assessments at 24 GHz.)
- →275-296 GHz (21 GHz)、306-313 GHz (7 GHz)、318-333 GHz (15 GHz)、356-450 GHz (94 GHz) 2019 年 11 月の世界無線会議 (WRC19) で、合計 THz 帯域の 137 GHzのうち、地上無線 (FS、LMS) として識別された
 →252-275GHz (23GHz) 25 FS と LMS に既に割り当てられている 252-275GHz (23GHz) の帯域 above 上記と同様の帯域を使用した IEEE802.1.5.3d は、2017 年 9 月の IEEE802 会議で確立されました
 → 275-296 GHz (21 GHz), 306-313 GHz (7 GHz), 318-333 GHz (15 GHz), 356-450 GHz (94 GHz) At the World Radio Conference (WRC19) in November 2019, a total of 137 GHz in the THz band was identified as terrestrial radio (FS, LMS)
 → 252-275GHz (23GHz) The band of 252-275GHz (23GHz), which is already allocated to FS and LMS IEEE802.1.5.3d using similar bands above was established at IEEE802 meeting in September 2017
- 最近のトピックを考えると、ミリ波周波数 (約 30~300 GHz) が優先度の高いトピックです。ただし、高強度のばく露装置は、最先端の技術 (コストも考慮する) を考慮して、一般に最大 100 GHz に制限されます。(Considering to recent topic, millimeter-wave frequencies (around 30 to 300 GHz) are topic of interest with high-priority. However, the high-intensity exposure equipment will be generally limited up to around 100 GHz, considering to state of art (also consider to the cost).)
- 300 GHz 以上。ガイドラインの欠如。(Over 300 GHz Lack of guideline.)

超高周波の周波数帯でのばく露装置開発または調達は可能だと考えますか？

	人数
可能	26
不可能	1
わからない	10
答えたくない	0
総計	37

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
ICNIRP 基本制限の数倍程度のばく露	18
ICNIRP 基本制限程度の強度のばく露	16
ICNIRP 基本制限を大きく下回るばく露	8
その他	0
わからない	7
答えたくない	0

前問のばく露強度でのばく露装置開発または調達は可能だと考えますか？

	人数
可能	19
不可能	2
わからない	15
答えたくない	1
総計	37

不可能と思う理由

➤ 私は経験がありません。(I have no experiences.)

ばく露条件として興味のある変調方法について教えてください（複数回答可）

	人数
連続波	19
パルス変調	12
実際に通信に使われる変調方法	12
その他	0
わからない	8
答えたくない	0

modulation の方法

- 私の仕事で行われるほとんどのばく露評価は「ライブ」のシグナルに基づいています。
(Most exposure assessments done in my work are on "live" signals.)
- OFDM
- ローカルに実際にデプロイされたメソッドによって異なります。適切なエミュレータのための地元のキャリアとのコラボレーション。(Depends on method actually deployed locally. Collaboration with local carriers for appropriate emulators.)
- QAM
- QAM, QPSK
- PSK、QAM
- QAM
- FSK
- all
- これらの周波数でどの変調方式が標準であるかは不明です。(I am uncertain which modulation methods are standard at these frequencies.)
- QAM

ばく露条件として興味のある偏波について教えてください（複数回答可）

	人数
直線偏波	14
だ円偏波（円偏波を含む）	10
その他	1
わからない	15
答えたくない	0

ばく露する電磁界は（動物や細胞に対して）均一である必要があると考えますか？

	人数
均一である必要がある	12
均一である必要はない	10
その他	3
わからない	10
答えたくない	2
総計	37

「その他」とした回答者の意見

- Generally, not homogeneous unless there is some hypothesis being tested.
- どちらも必要である。(Both necessary)

上記の回答の理由

- 私にはわかりません。(I have no idea.)
- 均一に照射することはできそうにありませんが、一般的な考慮事項として、均一な照射を実現できるかどうかを検討する必要があります。(It is unlikely to be possible to irradiate homogeneously, but as the general consideration, it should be explored whether it is possible to realize homogeneous irradiation.)
- 閾値を見つけるには、暴露レベルを正確に知る必要があります。(To find a threshold, it is necessary to know exactly the exposure level.)
- このような高い周波数では皮膚の深さが浅いため、非常に薄いサンプル、たとえば スライド上に播種した細胞。しかし、研究者が実際の生活条件を再現しようとしているのであれば、体の周囲への曝露だけで十分です。(Given the small skin depth at such high frequencies, it is only possible to create uniform RF exposures for very thin samples, e.g. plated cells on a slide. However, if researchers are seeking to replicate real life conditions, then ambient exposure of the body is all that is required.)
- 実際の生物に近いほうが良いに決まっているが、実験可能かどうかなど様々な問題がある。個々の課題に依存する。(Of course it is better to be more close to actual biological organisms, but there are various problem such as whether it is possible to conduct experiment. It depends on each subject.)
- 上記の質問「PE210」の意味は不明です。照射野が均一であっても、生体試料の近くで照射野を乱す必要があります。線量測定は、電磁場の乱れよりも重要です。(The meaning of the above question "PE210" is unknown. Even if the exposure field is uniform, the field should be disturbed near the biological specimens. The dosimetry is more important than the disturbance of the electromagnetic field.)

- 検証用 (For validation)
- モデリング手法を使用して、ピークおよび平均の吸収電力密度（またはその他の必要な測定値）を推定できます。実際には、均一な（平面波）ばく露を調整することは困難です。(Can use modelling methods to estimate peak and averaged absorbed power density (or whatever other measure is required). In practice, homogeneous (plane wave) exposures hard to arrange.)
- 私は医用生体学の専門家ではありません。(I am not a biomedical expert.)
- 現実世界の事実上すべての曝露は、対象動物の体内で不均一なエネルギー吸収率をもたらします。(Virtually all exposures in the real-world result in inhomogeneous energy absorption rates within the body of the subject animals.)
- ばく露は完全に均一である必要はありません。それは、明確かつ十分に特徴付けられる必要があります。つまり、それぞれの不確実性を伴う線量測定量の空間分布です。
(Exposure doesn't need to be absolutely homogeneous. It needs to be clearly and well characterized, i.e. spatial distributions of dosimetric quantities with the respective uncertainties.)
- 均一なばく露条件を実現することは不可能です。現場の場の均質性をどのように定義できますか？(It is impossible to realize homogeneous exposure condition. How can we define homogeneity of in situ field?)
- 曝露の実際の状況を模倣 (To mimic actual situation of exposures)
- 原因と結果を関連付ける場合は、均質フィールドから始めるのが最も簡単です。(It is simplest to start with a homogeneous field if you are going connect cause and effects.)
- 所定の曝露強度に対する影響を知る必要があります。(Need to know the effect for a given exposure strength.)
- 均一な曝露が望ましいが、さまざまな種類の共鳴のため、達成するのが非常に難しい。
(Homogeneous exposure is desirable but very difficult to achieve due to resonances of various sorts.)
- 生体影響の因果関係を確立する必要がある (Necessary to establish cause-effect relationships of bio effects)
- 動物実験はしていません。曝露評価研究のみ。(Not doing experiments on animals. Only exposure assessment studies.)
- ターゲットボリューム内では、結果の解釈が困難になります。Within the target volume otherwise difficult to interpret results.
- 均質でない場合、どの程度均質でも実験結果への影響は除外されません。(If it is not homogeneous, how homogeneous it is will not exclude the effect on the experimental results.)
- 均質な曝露が好ましい場合があります。ただし、最も重要なことは、既知の環境にさらされることです。動物への局所ばく露シナリオでは、局所性は均質性よりもむしろ重要です。(Homogeneous exposure is may be preferred. However, the most important thing is

exposure with known environment. For local exposure scenario to the animal, locality is rather important than the homogeneity.)

- 均質である方が良いですが、不可能である場合もあります。(Although it is better to be homogeneous, sometimes impossible.)

ばく露装置を調達する場合、自身で設計開発を行いますか？

	人数
はい	17
いいえ	7
わからない	10
答えたくない	3
総計	37

よろしければ具体的な調達方法を記載ください

- チームでの取り組みになります。(It will be a team effort)
- 私はいつも他の同僚(エンジニアや生物医学の科学者)の助けを借りてそれを行っています。(I do it always with the help of other colleagues (engineers and biomedicine scientists))
- 暴露評価の特定のプロジェクトについて、他の人とのコンサルタントとしてのみ機能します。(Only serving as a consultant with others on a specific project of exposure assessment.)

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？

	数
実験的におこなう	2
数値解析的におこなう	3
実験的・数値解析的両方をおこなう	26
おこなわない	2
わからない	4
答えたくない	0
総計	37

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
入射電力密度	5
生体試料に誘導される電力密度	14
生体試料に誘導される SAR	8
その他	7
わからない	5
答えたくない	0
総計	37

「その他」とした回答者の意見

- 周波数による。(It depends on the frequency)
- 入射電力密度、誘導電力密度、SAR の選択はケースバイケースと思います。30GHz 以上では、電力密度を使わないと評価が難しいという問題が生じるかもしれませんが。
(Selection of Incident power density, induced power density and SAR is case-by-case. Beyond 30 GHz, there may be a problem that it is difficult to assess without using power density.)
- 周波数による。(It depends on frequency)
- 曝露評価に適切な物理パラメータは、曝露実験に使用される電磁波の周波数に依存するため、この質問はナンセンスです。(This question is nonsense, because physical parameters appropriate for exposure assessment depend on the frequency of electromagnetic waves used for exposure experiment.)
- その場での電場と磁場 (electric field and magnetic field in situ)
- 周波数に依存、SAR または ICNIRP / IEEE ごとの入射電力密度 (Depends on frequency, either SAR or incident power density per ICNIRP/IEEE)

使用している実験的または/及び数値解析的な評価方法を具体的に教えてください。

- 電力密度または SAR の方が優れていますが、入射電力密度は許容されます。(精度に依存) (Power density or SAR is better, but incident power density is allowable. (depends on accuracy))
- クロスチェックと内部検証 (Cross checking and internal validation)
- 線量測定は主に数値ですが、検証には実験的な測定 (可能な場合) が使用されます。
(Dosimetry is mainly numerical but experimental measurements (when possible) are used, for validation.)
- FDTD または FEM を使用した電磁シミュレーション。(Electromagnetic Simulation using

FDTD or FEM.)

- 実験的には温度上昇、数値的には FDTD (Experimentally by temperature rise, numerically by FDTD)
- FDTD method
- FDTD と温度測定 (FDTD method and temperature measurement)
- FDTD と温度及び電場変動 (FDTD plus thermal and/or E-field validation.)
- 一般的に狭帯域評価で、単純な全波評価手法を使用してさまざまなソースと数値を分離します。(Generally narrow band assessment to separate different sources and numerical via simple and full wave assessment techniques)
- 私は現在研究活動を行っていません。過去には、数値解析には FEKO モデリングを使用し、実験的検証には蛍光光学温度プローブを使用しました。非常に高い RF 周波数の場合、RF / dT 検証に赤外線サーマルイメージングを使用すると思います。(I am not currently active in research. In the past I have used FEKO modelling for numerical analysis, and flouroptic temperature probes for experimental validation. For very high RF frequencies, I think I would use infrared thermal imaging for RF/dT validations.)
- 実験では温度上昇測定、数値では FDTD 計算を採用します。(I would employ temperature elevation measurement for experimental method and FDTD calculation for numerical method.)
- 線量を推定するために、実験方法とシミュレーターを使用する方法を常に比較して、それらの値の有効性を確認してください。(In order to estimate the dose, always compare the experimental method with the method using the simulator to ensure the validity of those values.)
- インシデントと吸収電力密度。Incident and absorbed power density.
- 数値的手法が実験結果と概ね一致するかどうかを知ることは重要です。(It is important to know whether numerical techniques are in general agreement with experimental results.)
- 測定結果は、検証のための理論結果に対応する必要があります。(Measurement results should correspond to theoretical results for validation.)
- ターゲット標本の SAR 決定 (1.9 GHz での曝露用)。高周波での RF 曝露評価を行った経験はありません。(SAR determination in target specimens (for exposure at 1.9 GHz). I have no experience in conducting RF exposure assessment at higher frequencies.)
- 上記の質問「PE34」の意味は完全に曖昧です！電磁波の被ばく評価は、線量測定には数値解析が必要であり、その妥当性確認には実験的評価が不可欠であるためです。(The meaning of the above question "PE34" is completely ambiguous! Exposure assessment of electromagnetic waves is because numerical analysis is necessary for dosimetry determination and experimental evaluation is indispensable for its validity check.)
- これを担当している他の人と協力する。直接関与していません。(Working with others who are in charge of this. Not directly involved.)
- 計算推定ができたとしても最終的には実験確認が必須。しかし現状技術で実験確認で

きない場合は「計算評価」のみでやらざるを得ない場合もあるだろう。(Even though it is possible to presume by calculation, ultimately it is essential to confirm by experiment. However, when it is impossible to confirm by experiment with the current technology, there may be some case that we have to conduct only by “assessment by calculation”.)

- 電界、磁界、温度などの測定 (Measurement of electric field, magnetic field, temperature, etc.)

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？

	数
おこなっている	26
おこなっていない	1
その他	2
わからない	7
答えたくない	1
総計	37

照射している電磁波自身が生体試料に与える温度上昇について評価及びその対策を行うべきだと考えますか？

	人数
温度上昇を実験と/またはシミュレーションで評価する	15
温度上昇を実験と/またはシミュレーションで評価し、温度上昇が無視できない場合には対策を行う	17
何も行わない	0
その他	0
わからない	5
答えたくない	0
総計	37

照射している電磁波自身による生体試料の温度上昇はどの程度まで許容できると考えますか？ その理由も。

- 私はわかりません。(I have no idea yet.)
- 摂氏 1 度から始めて、0.2 度程度で徐々に上げていきます。(Starting with 1 degree Celsius, then increase gradually at 0.2 degree or so.)
- 専門でないため回答できかねます。(As I am not an expert, I cannot answer the question.)
- 2°C程度 (A couple of C)
- 難しい質問ですね。CEM43 データは、熱によって誘発された組織の損傷を $dT < 3 \text{ degC}$ で検出することは非常に難しいことを示しています。ただし、微妙な摂動の発生的機能は、おそらく 0.2 degC 程度のはるかに低い dT で十分に検出できる可能性があります (単なる経験に基づく推測) ("Hmm, a tricky question ... The CEM43 data indicates that thermally induced tissue damage is very difficult to detect for $dT < 3 \text{ degC}$. However, subtle perturbations in biological function may well be detectable at much lower dT , perhaps as low as 0.2 degC (just an educated guess)
- It should be effects other than "thermal", within medically defined usual range of temperature (tolerance of around 1 degree C?). In that case, even if excessive temperature rise would be occurred in the biological tissue by the irradiated EMF, such conditions should not be set that to cool down the temperature rise by engineering measures, because such situation does not exist as a natural phenomenon. It is meaningless to detect non-thermal effects by offsetting thermal ones.
- 医学的に定義された平熱の範囲 (トレランス～1 度?) における「熱作用」以外の作用とすべきである。その際に仮に照射 EMF によって生体組織に過度な温度上昇が生じるようなことがあってもその温度上昇を工学的に冷却するといった条件は設定すべきではない。それは自然現象として存在しないからである。熱作用を打ち消して検出する非熱作用は意味がない。(This question is also ambiguous! This is because the permissible temperature differs depending on whether the subject is a constant-temperature animal or a cell group. The former is less than 1 °C in deep tissue, the latter is unknown (no acceptable scientific basis can be found until now).
- 最初に T の変化を測定または計算する(first measure or calculate the change in T)
- 生物学的システムの 1 度の上昇は、重要な生化学的カスケードを開始するのに十分であるため、0.5°C。(0.5 degree, because 1 degree rise in biological systems is sufficient to set off significant biochemical cascades.)
- よくわかりません。(I am not sure.)
- 非熱効果を探す場合、中核体または皮膚温度の測定可能な増加はありません。(Not measurable increase in core body or skin temperature if looking for a nonthermal effect.)
- 生体内での概日リズムのために、細胞株と通常出現する温度変動に対するその耐性に依存します。(Depends on the cell line and its tolerance to normally appearing temperature

variations, due to circadian rhythms in vivo.)

- 答えはわかりません。温度上昇は除外できません。温度制御が適用されている場合でも、温度勾配があるはずで、これにより、見かけの等温条件にもかかわらず、異なる結果が生じる可能性があります。温度上昇の影響は、多面的なアプローチで検討する必要があります。(We cannot tell the answer. Temperature increase cannot be excluded. Even if temperature control is applied, there should be temperature gradient, which can cause different results in spite of the apparent isothermal condition. Effect of temperature elevation must be examined through multi-faceted approaches.)
- 温度の上昇は好ましくない。現象の原因を見つけるために、それぞれの効果を区別する必要があります。(No increase in temperature is preferable. In order to find cause of phenomena, each effect should be discriminated)
- 摂氏 0.5°C未満であり、測定を行って、探している生物学的変化が、作業している範囲の温度変化によって変化しないことを確認する必要があります。(Less than 1/2 a degree C and measurements should be made to see that the biological changes you are looking for do not change with changes in temperature over the range you are working in.)
- 1°C
- 過剰な熱を吸収するための対策は、予期せぬ複雑さを伴う可能性があるため、回避する必要があります。(Countermeasures to sink excess heat may have unpredictable complications and should be avoided.)
- in vivo の場合：1-2°C。短期暴露（日）のみ。生涯にわたるばく露では1°C以下。インビトロでは0.5°C未満。"For in vivo: 1-2 C. Only for short term exposures (days). 1 C or less for life time exposures. For in vitro less than 0.5 C."
- ICNIRP / IEEE では、保護する必要がある熱影響のしきい値として1°Cを定義しています。(ICNIRP/IEEE define 1 degree C as the threshold for thermal effects that should be protected against.)
- 0.1°C (0.1 degrees Celsius.)
- 1°C (1 digC)

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	5
測定を実施した後に必要に応じて対策をおこなう	28
何もおこなわない	0
その他	1
わからない	2
答えたくない	1
総計	37

「その他」とした回答者の意見

- オープンサイトや電波暗室などの妨害電磁界の存在しない実験室を使うのが基本である。

上述の照射電磁界および電磁環境以外を対象としてお答えください。

評価対象とする用量（物理量）以外の影響（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
はい	28
いいえ	1
その他	0
わからない	7
答えたくない	1
総計	37

考慮する必要の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	20
音と振動	20
その他	8
わからない	2
答えたくない	0

「その他」とした回答者の意見

- それは本当にあなたが研究しているシステムに依存します。(RF 刺激は別として) 他に何が影響を与える可能性があるかを調査して理解する必要があります。(It really depends on the system that you are studying. You need to investigate and understand what else (apart from the RF stimulus) could possible affect it.)
- 教科書に書いてある。(Read the textbook) .
- 相対湿度、絶対湿度 (Relative humidity, absolute humidity)
- 相対湿度 (relative humidity)
- 静的または電力周波数フィールドの測定システムへの影響 (例: エレベーターモーターまたは空調/暖房システムから) (Effects of stray static or power frequency fields on measurement systems (e.g. from elevator motors or air conditioning/heating systems))
- 湿度 (Humidity)
- 超低周波(ELF)

アーチファクトについて評価が可能かどうかを教えてください。

	人数
評価可能	17
評価不可能	0
その他	1
わからない	8
答えたくない	2
総計	28

「評価可能」の理由

- これは基本的な優れた研究手法です。すべての優れた研究者は、可能性のある交絡因子から身を守る必要があります。(This is just basic good research technique. Every good researcher must ensure that they guard against possible confounders.)
- 両方を測定する (You measure both)

- 適切なセンサーを使用し、温度に合わせてコントローラーを取り付けます。騒音と振動を測定することはできますが、実験室にとって外因性である場合、制御がより困難になります。浮遊フィールドからのピックアップは常に最小限に抑える必要があります。
(Use appropriate sensors and install controllers for temperature. Noise and vibration can be measured but is more difficult to control if exogenous to the lab. Pick-up from stray fields should always be minimized.)
- 環境温度や周囲の騒音レベルを測定するのは簡単です。これらの要因が十分に大きい場合、実験の結果に影響を与える可能性があります。(It is easy to measure environmental temperature and ambient noise levels. These factors, if sufficiently great, could potentially affect the outcome of the experiment.)
- 慎重な計画とラボの選択。(Careful planning and lab selection.)
- 特定の状況に依存します。(Depends on the specific situation.)

「わからない」の理由

- これは、私が通常従事している範囲を超えています。(This is beyond the scope I'm typically engaged.)
- その理由は、RF 電磁波への曝露を評価する際に線量測定以外の環境要因を検討した経験がなく、これまでに発表されたそのような科学論文がそれほど多くないためです。
(The reason is because there is no experience of considering environmental factors other than dosimetry when assessing the exposure to RF electromagnetic waves, and there are not so many such scientific articles published so far.)

「その他」とした回答者の意見

- アセスすることは必須であり、できる範囲でやらなければいけない。(It is essential to assess, and have to do so as much as possible.)

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	27
必要ではない	2
その他	3
わからない	5
答えたくない	0
総計	37

「その他」とした回答者の意見

- ケースバイケースと思います。(I think it is case-by-case.)
- すべての研究プロジェクトは、独立した複製を可能にするために十分詳細に報告されるべきです。「工学的 RF ばく露」の仕様は、実際にどのような研究課題が提起されているかに依存しています。(Every research project should be reported in sufficient detail to allow independent replication. The specification of the 'engineering RF exposure' really depends on what research question is being posed.)
- 研究者に任せるべきである。「推薦」はありでも「標準化」は自由な研究を阻害する。(It should be committed on researchers. Even though “recommendations” are acceptable, “standardization” would inhibit freedom of research.)

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るべき	3
その他	0
わからない	2
答えたくない	0
総計	27

その理由は

- 測定されているものを理解する他の方法はありません。(No other way to understand what is being measured.)
- その理由は、この段階では、曝露電磁界を含む概念工学プロトコルが必要だからです。(The reason is because at this stage, a conceptual engineering protocol including the exposure electromagnetic field is necessary.)
- これらは、設計段階に含める必要があります。(These have to include in the design stage.)
- たとえば年次の BioEM カンファレンスなどで、他の科学者とデザインについて話し合うのは良いことです。(Good to discuss designs with other scientists, for example at the annual BioEM conferences.)
- 同様のテストが世界中で広く行われているからです。(Because similar tests are widely performed around the world.)
- エンジニアリングプロトコルの標準化により、さまざまな研究者間の実験の一貫性と、複数の研究からの全体的な結論の信頼性が向上します。(Standardization of engineering protocols will enhance consistency of experiments across different researchers and reliability of overall conclusions from multiple studies.)

- 開発の初期段階で包括的なチェックリストを提供する必要があります。
(Comprehensive check list should be provided at the early stage of development.)
- アドホックソリューションを早期に慎重に計画して回避することが、信頼性の高い結果への最短経路です (Early, careful planning and avoiding ad hoc solutions is the shortest path to reliable results)
- 最初にすべての変数を考慮することが重要です。(Important to take all variables into account in the beginning.)
- 超高周波帯は具体的な無線利用がないため、安全性評価の観点での研究標準化はあまり具体化できないのではないかと思います。一方で、特定の作業仮説に対してはある程度の標準化は可能かと思えます。(I think it may not be realistic to standardize research protocols from the perspectives of safety assessment, as there is no concrete wireless application in the extremely high frequency band. On the other hand, I think it is possible to standardize for specific working hypothesis.)

超高周波数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。

- None
- 私の一般的な推奨事項は次のとおりです。
 - 1.研究課題に対処する RF 被曝を開発する
 2. RF 被曝をできる限り検証するようにします（例：数値対実験結果）
 - 3.高 RF 曝露での熱交絡効果を検討する
 - 4.RF 被ばくの不確実性推定を提供する
 - 5.露出システムを十分に詳細に報告して、独立した複製を可能にする
 - 6.対象組織の SAR 推定値を提供する

"My general recommendations are:

 1. Develop an RF exposure that addresses the research question
 2. Try to validate the RF exposures as much as possible (e.g. numerical v experimental results)
 3. Consider thermal confounding effects at high RF exposures
 4. Provide uncertainty estimates for the RF exposure
 5. Report the exposure system in sufficient detail to allow independent replication
 6. Provide SAR estimates for the target tissue"
- PE51 に既述したように、本テーマについてどこかの組織が標準的な工学的プロトコルなどを規定するのは科学の発展、様々な研究者の自由な研究、を妨げるので「推奨」程度にすべきである。(As I mentioned to the question PE51, it should not be beyond

“recommendation”, because specifying standardized engineering protocols on this subject by any organizations will inhibit development of science and freedom of research by various researchers.)

- EHF 被曝は、生物学的影響の作業仮説において RF 被曝とは異なるため、この場合の工学プロトコルについて共有するアイデアはありません。(Since EHF exposure differs from RF exposure in the working hypothesis of biological effects, there is no idea to be shared about the engineering protocol in this case.)
- 特にコメントなし (No further comments)
- 東ヨーロッパからの 40～70 GHz の範囲の多くの研究は、G4-141 ジェネレーターなどのマイクロ波治療装置の利用可能性によって推進されてきました。結果を比較するには、他のミリ波ソースを使用する必要があります。(A lot of research from Eastern Europe in the range 40 - 70 GHz has been driven by the availability of microwave therapy equipment, for example the G4-141 generator. Need to use other mmwave sources to compare results.)
- EMC 試験でも、標準化は困難な作業ですが、実行する必要があります。(Even in EMC testing, standardization is a difficult task, but it should be done.)
- 研究で従うべき工学プロトコルに関するガイダンスを提供する標準の開発には、生物学者からの情報を含める必要があります。(The development of any standards that would provide guidance on engineering protocols to follow in research should include input from biological scientists.)
- 30～80 MHz の帯域で送信される電力を測定するためのより優れた方法と機器が必要です。(Need better methods and instrumentation to measure power transmitted in the band 30-80 MHz.)