

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 28 日現在

機関番号：11301

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2009～2011

課題番号：21200025

研究課題名（和文） 市民と科学者の協働的研究：電磁場過敏症の検証

研究課題名（英文） Study of electromagnetic sensitivity: cooperative research among citizen and scientists

研究代表者

本堂 毅 (Tsuyoshi Hondou)

東北大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号：60261575

研究成果の概要（和文）：

日常環境レベルでの電磁場が生物及び人体に対して与える影響について、細胞及び人体レベルでの研究を行い、低周波磁場の細胞への影響を、コメットアッセイ解析等の定量評価から明らかにした。疫学研究では調査に用いる問診票を確立した。また、身体レベルでの愁訴を研究に活かすために、科学的不確実性（不定性）を伴う知見の専門家・非専門家間でのコミュニケーションが成立するための基礎的条件を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：We studied biological and medical effects of environmental electromagnetic field and found some effects including the biological effect of magnetic field through comet-assay analysis. We also studied and found a preliminary condition for experts and non-experts to be able to communicate with each other, which is necessary for experts to utilize the experience of non-experts who claim to be suffering from electromagnetic field.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 21 年度	8,300,000	2,490,000	10,790,000
平成 22 年度	7,600,000	2,280,000	9,880,000
平成 23 年度	6,500,000	1,950,000	8,450,000
年度			
年度			
総計	22,400,000	6,720,000	29,120,000

研究分野：複合新領域，総合領域

科研費の分科・細目：環境学・放射線・化学物質影響科学，科学社会学・科学技術史

キーワード：電磁場，一酸化窒素，微量影響，科学技術社会論，磁場，マイクロ波，不定性

## 1. 研究開始当初の背景

日常環境レベルの電磁場の医学的・生物学的影響は、分子的メカニズム解明が遅れていたこともあり、一見相反する結果が多かった。また、研究途上に必然的に現れる科学的不確実性の中での理解・判断について、専門家・非専門家双方に十分な理解がないため不要な混乱が生じ、それが疾病の解明を妨げる状況が生じていた。

## 2. 研究の目的

本研究は、日常環境レベルの電磁場が細胞レベル、人体レベルに及ぼす影響を、実験及び疫学的に解明すること、一般に非専門家である患者と専門家である研究者が協働して科学的不確実性の高い疾患の解明するための条件を明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

細胞の磁場曝露用に2重巻のメリットコイルを設計・開発して、これをインキュベーター内に設置して活用した。細胞影響は、コメットアッセイ法などで定量評価した。疫学調査には、Eltitiらが開発した問診票を和訳して活用した。また、科学・医学の専門家と非専門家とのコミュニケーション(協働)の条件を明らかにするために、Stirlingによる科学の不定性類型に関する萌芽的知見を調査・研究し、これを日本の実情の中で再構成した。

#### 4. 研究成果

##### 1) Eltiti 問診票の日本語訳版の作成とその信頼性・妥当性の確認

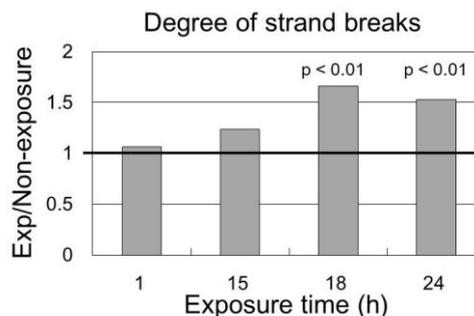
英国の Eltiti らは電磁波に過敏な人のスクリーニングに役立つ EHS (電磁場過敏症) 問診票を作成し、2万人を対象とした疫学調査から、英国人の4%が電磁波に過敏であると推定している。そこで Eltiti の許可を受け、この問診票を日本人向けに改訂した日本語版 EHS 問診票を作成し、問診票の信頼性と妥当性を明らかにした。

##### 2) 日本語訳版 EHS 問診票と QEESI 問診票を併用した調査

MCS (Multiple Chemical Sensitivity) 外来を有する複数の医療機関の協力を得て、上記日本語版 EHS 問診票と、QEESI 問診票 (MCS /シックビルディング症候群患者用世界共通診票) を併用した調査を行い、EHS 問診票と QEESI 問診票を併用すれば、日本の電磁場過敏症患者の実態調査、およびアレルギー、MCS、シックハウス症候群、EHS の関係も解明できる可能性が示唆された。

##### 3) 同一刺激への反応多様性の理論研究

一般に、‘過敏症者’と呼ばれる人々は、刺激に対する反応の著しい過敏性を示す。その際に、応答 (主観的であれ、客観的であれ) の多様性が実験自体の信頼性に関わるのではないかと問題視される傾向が強い。ところが、こうした‘過敏症者’の振る舞いは‘非過敏症者’の振る舞いと対をなす現象として考察する必要がある。というのも、同一個人の反応の多様性は、多様な集団の特異な反応性に対応することになり、特に‘過敏症者’ではフィードバックシステムの乱れが予想され、故に、反応性の再現が難しいという側面がクローズアップされる。人間の刺激応答関係が、動的に変動することこそ過敏症の特性とする上記仮説



は、従来までの反応の(単純な)再現性を仮定する自然科学の観点とは異なる側面があり、今後の実験・理論両面からの検証が望まれる。

##### 4) 培養細胞株での DNA 損傷増加

電磁場過敏症で問題となるような 1mT 以下の低周波磁場による DNA 損傷の変化について、細胞株(cell line)を用いた実験を行い、曝露時間 18 時間と 24 時間において、非曝露群に比較して統計的に有意な DNA 切断増加を確認することができた(図)。

##### 5) 専門家と非専門家の協働に必要な条件の調査

科学的不確実性を必然的に伴う科学的知見について、専門家と非専門家が建設的コミュニケーションを行いうる条件として、科学の不定性の類型への理解が必要であることを明らかにした。

##### 6) 電場測定器の開発

低周波領域の生体への電磁場の影響を調べるため、電場測定器を作成し、その評価を行った。測定器は、オペアンプを用いた非反転増幅器と加算器、ダイオードによる整流回路、アンテナによって構成され、アンテナは、ダイポール型とループ型の2種類である。低周波領域での電源ラインから発生する環境ノイズに大きく影響されるため、ダイポール型アンテナとインダクタンス及び抵抗を組み合わせたものによって、約 1kHz~1MHz の周波数にわたり実用的な感度の測定結果を得ることができた。なお、インダクタンスを取り除いた場合、数 10Hz まで実用的な感度が得られる事が明らかになった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 18 件)

1. Hidetake Miyata, Masami Ishido, Maresuke Nakayama, Ken-ichi Ishizawa, Masatoshi Murase, Tsuyoshi Hondou  
**Analysis of gene expression in human umbilical vein endothelial cells exposed to 50 Hz magnetic field**  
J. Physics Conference Series, 査読有, In press
2. 村瀬雅俊, 村瀬智子  
**構成的認識論—自己・非自己循環理論の展開**  
Journal of Quality Education, 査読有, 5 (2013) in press
3. Lin-lin Huang, Koichi Ikeda, Sachiko Hojo, Naoki Kagi, and, Han-Cheng Juang,  
**Study of the different Cutoff Point of the QEESI Questionnaire as a Screening Tool for Sick Building Syndrome Diagnosis in Taiwan**  
Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 査読有, (2013) In press
4. 本堂 毅, 尾内隆之, 吉良貴之, 吉澤 剛  
**国際会議開催報告「科学の不定性と社会—いま, 法廷では…?」**  
法律時報, 査読無, 85 (2013)100-101
5. Nobuko Gan, Tsuyoshi Hondou, Hidetake Miyata  
**Spontaneous Increases in the Fluorescence of 4,5-Diaminofluorescein and Its Analogs: Their Impact on the Fluorometry of Nitric Oxide Production in Endothelial Cells**  
Biol. Pharm. Bull., 査読有, 35 (2012) 1454-1459  
<http://dx.doi.org/10.1248/bpb.b11-0010>
6. Hidetake Miyata, Ken-ichi Ishizawa, Masami Ishido, Ken Sugawara, Masatoshi Murase, Tsuyoshi Hondou  
**The effect of a 50-Hz sinusoidal magnetic field on nitric oxide (NO) production by human umbilical vein endothelial cells (HUVECs)**  
Journal of Physics Conference Series, 査読有, 344(2012)012006 (9 pages)
7. Masami Ishido, Hidetake Miyata, Ken-ich Ishizawa, Masatoshi Murase, Tsuyoshi Hondou  
**Transcriptional effects of 50 Hz magnetic fields at 1.2  $\mu$ T and 100  $\mu$ T on human breast cancer MCF-7 cells**  
Journal of Physics Conference Series, 査読有, 344(2012)012007 (5 pages)
8. 吉澤 剛, 中島貴子, 本堂 毅  
**科学技術の不定性と社会的意識決定—リスク・不確実性・多義性・無知科学**, 査読無, 82(2012)788-795
9. 北條祥子、土器屋美貴子  
**電磁波過敏症に関する最新知見と今後の課題**  
臨床環境医学, 査読有, 21(2012) 131-151
10. 本堂 毅, 宮田英威  
**電磁場過敏症研究: 物理学者からみた課題**  
臨床環境医学, 査読有, 21(2012)152-160
11. 宮田英威, 石澤賢一, 石堂正美, 菅原研, 村瀬雅俊, 本堂 毅  
**ヒト臍帯静脈血管内皮細胞の一酸化窒素産生に及ぼす 50Hz 磁場の影響の検討**  
臨床環境医学, 査読有, 20 (2011)23-31
12. Tsuyoshi Hondou, Tsutomu Sekine, Shozo Suto  
**What Are The Limits of Validity in Science? new lab class to improve scientific literacy of humanities students**  
Latin American Journal of Physics Education, 査読有, 5(2011)348-351
13. 尾内隆之, 本堂 毅  
**御用学者がつくられる理由**  
科学, 査読無, 81 (2011)887-895

14. 本堂 毅  
JSSTS-4S 合同国際会議開催記念・市民公開講座「社会のなかの科学：21世紀の科学および市民の社会的責任」に参加して  
日本物理学会誌, 査読無, 66 (2011) 297-298
15. Masami Ishido, Yoshinori Masuo, Masanori Terasaki, Edmonds John, Masatoshi Morita  
**Effects of possible bisphenol A metabolites on rat spontaneous motor activity**  
Neuroscience Research, 査読有, 71 (2011)e401-e401
16. Masami Ishido, Yoshinori Masuo, Masanori Terasaki, Masatoshi Morita  
**Rat hyperactivity by bisphenol A, but not by its derivatives, 3-hydroxybisphenol A or bisphenol A 3,4-quinone**  
Fuel and Energy Abstracts, 査読有, 206 (2011)300-305
17. Yoshinori Masuo, Masami Ishido  
**Neurotoxicity of Endocrine Disruptors: Possible Involvement in Brain Development and Neurodegeneration**  
Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews, 査読有, 14(2011)346-369
18. Junko S. Suzuki, Masami Ishido  
**Transcriptome of tributyltin-induced apoptosis of the cultured rat mesencephalic neural stem cells**  
Toxicology, 査読有, 287(2011)61-68

[学会発表] (計 24 件)

1. 平成 24 年度第 2 回応用脳科学研究所シンポジウム・研究成果発表会  
2013 年 2 月 28 日, 早稲田大学  
“電磁波と健康 1” 総合的立場から—電磁波 (電磁界) の健康影響の現状と今

## 後の課題

北條祥子、土器屋美貴子

2. 平成 24 年度第 2 回応用脳科学研究所シンポジウム・研究成果発表会  
2013 年 2 月 28 日, 早稲田大学  
“電磁波と健康 3” 疫学の立場から—Eltiti 問診票の日本語訳版の作成とそれを用いた調査—  
北條祥子、土器屋美貴子、辻内琢也、宮田幹夫、坂部 貢、水城まさみ、秋山一男、小倉英郎、加藤貴彦、石川 哲、中村陽一、辻内優子、本堂 毅、大槻剛巳、乳井美和子、熊野宏昭
3. 平成 24 年度第 2 回応用脳科学研究所シンポジウム・研究成果発表会  
2013 年 2 月 28 日, 早稲田大学  
“電磁波と健康 4”—細胞レベルの研究の立場から：細胞に対する磁場影響の研究  
宮田英威、中山希祐、本堂 毅
4. 国際教育学会第 7 回年次大会  
2012 年 9 月 8 日, 京都大学  
受動的・機械的な認識から能動的・構成的認識への転換に向けて  
村瀬雅俊
5. International Symposium on Scientific Incertitude and Society: Lesson from Law Court, 東京  
2012 年 8 月 26 日  
**Scientific incertitude in law court: From a scientist's viewpoint**  
Tsuyoshi HONDOU
6. 第 21 回日本臨床環境医学会学術集会  
2012 年 6 月 1 日, 新潟県魚沼市  
文化的視点を取り入れた環境看護学の創設へ向けて  
村瀬智子、村瀬雅俊
7. 第 21 回日本臨床環境医学会学術集会  
2012 年 6 月 1 日, 新潟県魚沼市  
日本語訳版 EHS 問診票の作成とそれを用いた調査(その 1)—予備調査・日本語訳版 EHS 問診票の信頼性の検討—  
北條祥子、土器屋美貴子、宮田幹夫、坂

- 部貢、水城まさみ、石川哲、辻内琢也、本堂 毅、乳井美和子、熊野宏昭
8. 第 21 回日本臨床環境医学会学術集会  
2012 年 6 月 1 日，新潟県魚沼市  
**日本語訳版 EHS 問診票の作成とそれを用いた調査(その 2)―医師により診断された EHS 患者を対象とした調査―**  
北條祥子、土器屋美貴子、宮田幹夫、水城まさみ、石川哲、熊野宏昭、辻内琢也、辻内優子、中村陽一、本堂 毅、乳井美和子、坂部貢
  9. Workshop on Environmental Science and Public Understanding  
2012 年 03 月 28 日，神戸大学  
**Science Communication over Scientific Uncertainty: A Case study in a Legal Court**  
Tsuyoshi HONDOU
  10. 日本物理学会  
2012 年 3 月 25 日，関西学院大学  
**低周波磁場が細胞 DNA 切断に及ぼす影響**  
中山希祐，本堂 毅，宮田英威
  11. 日本物理学会  
2012 年 3 月 25 日，関西学院大学  
**「科学者の役割とは何か：不確実性の中での科学と社会」**  
本堂 毅
  12. 第 20 回日本臨床環境医学会学術集会  
2011 年 11 月 12 日，千葉大学  
**Comet Assay を用いた磁場暴露による細胞損傷度の判定**  
中山希祐、本堂 毅、宮田英威
  13. 第 20 回日本臨床環境医学会学術集会  
2011 年 11 月 12 日，千葉大学  
**血管内皮細胞の NO 産生に低周波磁場が及ぼす影響の検討**  
顔暢子、本堂 毅、宮田英威
  14. 第 20 回日本臨床環境医学会学術集会  
2011 年 11 月 12 日，千葉大学  
**統一生命理論の構築―基礎と臨床の統合的視点から―**  
村瀬雅俊、村瀬智子
  15. 第 20 回日本臨床環境医学会学術集会  
2011 年 11 月 12 日，千葉大学  
**電磁波による健康障害評価のための EHS 問診票の作成 (その 1)**  
土器屋美貴子、青野裕士、坂部 貢、村瀬雅俊、北條祥子
  16. 第 20 回日本臨床環境医学会学術集会  
2011 年 11 月 12 日，千葉大学  
**大分県 T 地区における EHS 問診票を用いた調査、第 20 回日本臨床環境医学会学術集会**  
土器屋美貴子、青野裕士、坂部 貢、村瀬雅俊、北條祥子
  17. 京都大学国際フォーラム  
2011 年 10 月 16 日，京都大学  
**環境電磁場と生物応答―これまでの研究から**  
本堂 毅，宮田英威，石堂正美
  18. 京都大学国際フォーラム  
2011 年 10 月 15 日，京都大学  
**新たな知の統合に向けて**  
村瀬雅俊
  19. PD プログラム #2 「大学教員の責務」  
(Series 1: グローバル時代の大学教職員像)  
2011 年 10 月 07 日，東北大学  
**社会的判断と科学の関係をめぐって：科学に出来ること，出来ないこと**  
本堂 毅
  20. 13<sup>th</sup> International TNF Conference  
2011 年 5 月 17 日，兵庫県淡路市  
**Nuclear localization of annexin I during TNF-mediated apoptosis**  
Masami Ishido
  21. International and Interdisciplinary Workshop on Novel Phenomena in Integrated Complex Sciences : from Non-living to Living Systems  
2010 年 10 月 13 日，京都大学  
**Biological Effects of Electromagnetic Fields on Human Breast Cancer MCF-7 cells**

Masami ISHIDO

22. 日本臨床環境医学会第 19 回学術集会  
2010 年 7 月 2 日, 北里大学  
**ヒト臍帯静脈内皮細胞の一酸化窒素産生に及ぼす 50Hz 磁場の影響の検討**  
宮田英威、石澤賢一、石堂正美、菅原研、村瀬雅俊、本堂 毅
23. 日本臨床環境医学会第 19 回学術集会  
2010 年 7 月 2 日, 北里大学  
**ヒト乳癌細胞における 50Hz 磁場曝露による転写ネットワーク解析**  
石堂正美、宮田英威、石澤賢一、本堂 毅
24. 日本臨床環境医学会第 19 回学術集会  
2010 年 7 月 2 日, 北里大学  
**50Hz 磁場曝露による HUVEC(ヒト臍帯血管内皮細胞)の NO 産生**  
顔暢子、本堂 毅、宮田英威

[図書] (計 1 件)

本堂 毅, 須藤彰三 他  
**自然科学総合実験**, 東北大学出版会,  
(2011) 159-181 ページ

[その他]

ホームページ等

<http://web.sci.tohoku.ac.jp/hondou/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

本堂 毅 (HONDOU TSUYOSHI)  
東北大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号：60261575

### (2) 研究分担者

鈴木 哲 (SUZUKI TETSU)  
仙台高等工業専門学校・情報通信工学科・教授  
研究者番号：90171230  
村瀬 雅俊 (MURASE MASATOSHI)  
京都大学・基礎物理学研究所・准教授  
研究者番号：10182122  
北條 祥子 (HOJO SACHIKO)  
尚綱大学・総合人間科学部・名誉教授  
研究者番号：90005033  
石堂 正美 (ISHIDO MASAMI)  
国立環境研究所・環境リスク研究プログラム・主任研究員  
研究者番号：60211782