

氏 名	矢 口 浩 子
学位(専攻分野)	博士 (人間・環境学)
学 位 記 番 号	人 博 第 114 号
学位授与の日付	平成 13 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	人 間 ・ 環 境 学 研 究 科 人 間 ・ 環 境 学 専 攻
学位論文題目	Biological Effects and Psychosocial Implications of Electromagnetic Fields (電磁場の生物学的影響及び心理社会的影響に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教授 新宮一成 教授 池永満生 教授 杉万俊夫 助教授 宮越順二

論 文 内 容 の 要 旨

最近、家庭電化製品や携帯電話から生じる電磁場の生体への影響が問題となっている。この電磁界の生体への影響に対する不安は、科学の進歩が生み出した現代社会の不安の一端を特徴的に示すものである。

本論文は、電磁場の生体への影響について検討する総合的研究の一環をなすものである。同時に、この影響に対する社会の不安を考慮して心理社会的見地からの考察を行い、問題の包括的検討を試みるものである。人間・環境学研究科の理念に鑑みて、科学的活動と社会の要請との関係を意識しながら、科学者の社会的責任（第一章）、電磁場の生物学的影響（第二、三章）、電磁場の心理社会的影響（第四章）の3部の構成に従って本研究を遂行した。

第一章では、科学の進歩がもたらした社会の不安と、それに科学者の倫理と責任はどのように応えるべきかについて考察した。科学は、現代社会を形成する重要な要素であり、科学者が、社会的責任を放棄することは、もはや不可能である。まず、科学者のとるべき第一の社会的責任は、科学的知識の説明責任である。さらに、それ以上の責任、すなわち科学者が道徳的、倫理的決定を下すことにまでかかわるべきかどうかについて論じた。また、生体への影響に関する基礎医学的研究に携わる科学者の社会的責任に焦点を当て、結果が有害を示唆する場合と無害を示唆する場合のそれぞれについて、研究の姿勢および研究結果の説明および公表のあるべき姿について検討した。

第二、三章では、50-60Hzの極低周波変動磁場（ELF-EMFと略す）の細胞レベルにおける影響を検討した。これまでの実験研究においては、環境レベルのELF-EMFが有害な影響をもつことはない、とされてきたが、電気・通信技術の発展により、我々が電磁場に曝される機会と被曝量は増す一方であり、早急に曝露の安全基準を設定することが社会的に要請されている。本研究では、高磁束密度（5mT, 50mT, 400mT）のELF-EMF細胞用曝露装置を用いて、マウス胎児皮膚由来細胞株 m5S における ELF-EMF の姉妹染色分体交換（SCE）及び染色体異常に与える影響を分析した。その結果、400mT ELF-EMF が SCE 頻度を増加させることを見出した。また、ELF-EMF は自然発生的または X 線、マイトマイシン C 誘導性の染色体異常（主に染色分体型異常）を磁束密度依存的に増強していること、さらに ELF-EMF が X 線、マイトマイシン C 処理による細胞周期の S, G2 期停止を増長することを明らかにした。これらの結果より、ELF-EMF が細胞遺伝毒性を持つことがありえることが見出された。なお、その機序としては、ELF-EMF が複製後修復を阻害している可能性が高いことが示唆された。

第四章では、電磁場影響の問題が、社会にどのように受容されているかについて心理社会的見地から検討した。アンケートを用いて、大学生を対象に、家電製品、高圧送電線、携帯電話から生じる電磁場に対する意識を他の環境要因と比較しつつ調査し、電磁場に対して抱いている懸念や不安を中心として考察した。186人の学生（平均21歳、男性61%）から回答が得られた。電磁場について「非常に怖い」「かなり怖い」を選んだ学生は少数であるが、多くの学生（33—36%）が電磁場を「やや怖い」と考えていることがわかった。パターン分析により、文科系専攻、女性、家電製品や携帯電話使用時の体の不調経験有り、と答えた学生は、電磁場を「怖い」とする傾向が見出された。また、家電製品から出る電磁場の強

さについての正確な知識をもっている学生は少数であった。以上のことがら、多くの学生は、正確な情報は持たないまま身近にある電磁場について漠然とした不安を抱いているということが示された。

これまで、ELF-EMFの生体への影響に関する研究は、ほとんどが否定的な結果を示してきたが、本研究は、非常に強い磁束密度になると、生体から取り出した細胞株の人工的環境という限定的条件のもとではあるが、ELF-EMFが細胞遺伝毒性を持つことがありえることを見出した貴重な実例である。この結論は、今後、総括的なELF-EMF被曝安全基準を設定していく上で、一つの重要な要件として考慮されるべきものとなろう。現在我々が電磁場に曝される機会は増大する一方であり、多くの人々が電磁場に対して漠然とした不安を抱いていることを考えて、今後、こうした社会的文脈を無視することなく、さらに修復阻害機構の解明にまで立ち入った研究を続行することが望まれる。

論文審査の結果の要旨

近年、我々の生活環境では、送電線や家電製品が発生する極低周波変動磁場、携帯電話が発生する高周波、医療現場におけるMRIや近い将来に実現性が高いリニアモーターカーなどの定常磁場など、地球上の自然界に存在する以上の電磁場に曝される機会が増している。そのため、電磁場の生体への影響に対する不安が社会的問題にまで発展した。これまで、特に極低周波変動磁場(ELF-EMF)の生体への影響、主に発がんに対する影響の有無について数多くの研究がなされてきたが、これまでの実験研究結果からは、環境レベルのELF-EMFが有害な影響をもつという証拠は見出されていない。申請者は、電気・通信技術の発達に伴って今後ますます被曝量の増加が予想されることに注目し、本研究において高磁束密度のELF-EMFの細胞レベルでの影響を検討した。高磁束密度での影響を明らかにすることは、社会的に要請されている被曝量の安全基準を設定するうえで重要な意味を持っており、本研究はその総合的基礎医学研究の一環をなすものである。

申請者はまず、電磁場に関する社会的議論に鑑み、科学の進歩によって生じた社会の不安に対して、科学者がどこまで責任を負うべきかについて考察した。科学研究が、社会的財政支援がなければ成り立たないものであるという現実的な問題に踏み込み、特に、生体への影響研究に携わる科学者の社会的責任に焦点を当て、研究の結果が社会に与える影響について、その成果の説明・公表の方法にまで踏み込んで具体的に論じたことは評価できる。

申請者は、マウス細胞株m5Sにおいて、高磁束密度(400mT)のELF-EMFが姉妹染色分体交換(SCE)の頻度を統計的に有意に増加させることを初めて示した。さらに申請者は同じ細胞株を用いて、染色体構造異常の詳細な解析を行い、ELF-EMFが、染色体異常頻度を磁束密度依存的に増加させること、及び、ELF-EMFによって引き起こされる異常が主に染色分体型異常であることを明らかにした。あわせて、電磁場が細胞周期に与える影響についての検討を加え、X線やマイトマイシンC処理によるS期やG2期停止が磁場によって増長されることを見出した。この一連の研究成果は、ELF-EMFが磁束密度に依存して細胞遺伝毒性をもつことを初めて示しただけではなく、ELF-EMFが複製後修復を阻害する可能性を示唆するものとして高く評価され、既に国際的学術雑誌に発表されている。

以上の生物学的研究に加えて、申請者は、電磁場影響の問題に関する心理社会的研究を行った。大学生を対象に、電磁場に対する意識調査を行い、回収したデータを単純集計するとともに、各項目の相互関連を示すため、パターン分類の数量化法(林の数量化Ⅲ類)を用いて解析した。これにより、家電製品、高圧送電線、携帯電話から生じるそれぞれの電磁場に対する不安を、他の環境要因(全43項目)への不安と比較しつつ特徴づけたことは、若者における環境要因への意識を概括したばかりでなく、その中で電磁場の問題の位置付けを初めて明確にしたものとして高く評価される。この解析により、多数の学生が正確な情報を持たないまま身近にある電磁場について漠然とした不安を抱きつつ、電化製品や携帯電話使用時に実際に感じられる身体的不調体験を、この不安と関連させていることが示されており、この問題に社会医学的な対処をしていく上での重要な参考資料となるであろう。この解析結果は、すでに国際的医学雑誌に公表されている。

以上のように、本研究は、電磁場の生体への影響に対する社会的関心に鋭敏な注意を払いつつ、また社会の中での科学者のあり方を問いながら進められている点で、人間・環境学研究科の理念に沿うものである。また電磁場の影響に関する生物学および心理社会的な見地に立った本研究の構成部分はそれぞれ学術誌に掲載されており、本論文の考察の総合性の質は高く、学際的領域である電磁場の生体への影響という研究分野の発展に大きく寄与するものである。

よって、本論文は博士(人間・環境学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年1月23日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。