

電磁場の健康影響に関する研究

浅 沼 一 成¹ 縣 俊 彦¹ 中 村 義 之²
成 瀬 昭 二³ 鈴 木 勇 司¹ 清 水 英 佑¹

¹東京慈恵会医科大学環境保健医学講座

²東京工業大学

³京都府立医科大学

(受付 平成 17 年 11 月 12 日)

A STUDY OF THE HEALTH EFFECTS AND ELECTRIC MAGNETIC FIELDS

Kazunari ASANUMA¹, Toshihiko AGATA¹, Yoshiyuki NAKAMURA²,
Shoji NARUSE³, Yuji SUZUKI¹, and Hidesuke SHIMIZU¹

¹*Department of Public Health and Environmental Medicine,
The Jikei University School of Medicine*

²*Tokyo Institute of Technology*

³*Kyoto Prefectural University, School of Medicine*

Background: Electromagnetic fields (EMF) are ubiquitous, and concerns about their possible adverse effects have been raised.

Objectives: To clarify the relationship between health and exposure of workers exposed to EMFs.

Method: We sent questionnaires to 3,111 members of Japanese Society for Magnetic Resonance Medicine asking about strength of EMFs, the patterns of EMF exposure during work, and the presence of physical and mental symptoms, such as shoulder stiffness, thirst, nausea, appetite, senses of taste and smell, urination, skin changes, headache, attention, sleepiness, optical and auditory disturbances, and other changes.

Results: Completed questionnaires were received from 864 members (response rate: 28%, 705 males and 97 females). The mean age of male and female respondents were 42.0 ± 7.9 years and 38.3 ± 8.2 years respectively. Their specialities included medicine (85.9%) and physics (3.8%). Most respondents were exposed through equipment that produced EMFs (95%). The frequency of only "other physical or mental change" was influenced by pattern of exposure to EMFs. No other symptoms were influenced by the pattern or strength of EMF exposure. No associations between symptoms and EMFs were founded after adjusting for other factors.

Conclusion: The subjective health of workers is not influenced by EMFs.

(Tokyo Jikeikai Medical Journal 2006 ; 121 : 119-32)

Key words: electric magnetic field, health, symptom, leukemia, Magnetic Resonance Medicine

I. はじめに

電磁場の健康影響に関する疫学調査は多い。いくつかの研究で、極低周波電磁場 (ELF-MF) が

乳がんや心疾患のリスクファクターとはならないが、小児白血病のリスクとなることが示されている例も見られる¹⁾⁻³⁾。Hakansson Nらは⁴⁾、スウェーデンにおける ELF-MF に曝露されている

労働者におけるがん発生率について1985年から1994年の間に雇用された男性537,692人、女性180,529人のコホートを作成した。それらは最も曝露の低い群を基準として、ELF-MFに曝露された労働日の平均から4つの群に分けた(Low, Medium, High, Very high)。がん発生率は、スウェーデン・がん・レジストリーから得られたものを使用した。結果は、白血病も含め、全がん発生率を比較してみると男性ではどの曝露群も同等で、女性においてもほぼ似通ったものであった。高曝露群の男性では、腎、下垂体、肝・胆道系での腫瘍発生率(Relative risk)の増加がみられた。女性においては、曝露レベルにより頭部腫瘍(astrocytoma)のリスクが増加していた。しかし、白血病に関しては男女とも差が見られなかったと報告している。

Wrensch M.らは⁵⁾、脳腫瘍の疫学に関する知見をまとめている。電磁場に関しては、携帯電話による影響と、高周波の電磁場の健康に対する影響について報告している。携帯電話に関しては、現在、参照されている多くの報告は、今日のように携帯電話がデジタル電話である時代に比べて、アナログ携帯電話が優勢であった時代に行われたものであると述べている。最近の文献は⁶⁾⁻⁸⁾、携帯電話の使用と脳腫瘍との明らかな関連を認めていないというが、携帯電話の使用が次第に一般的なものになっている今日、この領域の研究を続けていくことは重要であると結んでいる。また、高周波の電磁場の健康に対する影響をまとめた報告では⁹⁾、その居住地が高周波の電磁場で曝露した子供に脳腫瘍発症のリスクが増加していることを報告している。そのほかにも、作業環境、生活環境での電磁場、携帯電話の利用と電磁場など、電磁場と健康影響に関する報告は数多くなされているが、一定の傾向は得られていない¹⁰⁾⁻²⁴⁾。

そこで、我々は電磁場が次世代における環境発がんリスクになるかを、電磁場曝露作業健康調査、血液検査、尿検査、職場環境中の磁場曝露量の評価、職場環境中の磁場強度の測定までの、系統だった疫学調査プロジェクトを実施し、電磁場の健康影響を明確にする事を目的とした研究を実施している。今回、その一環として、電磁場の健康影響に関するアンケート調査を実施し、使用機

器の磁場強度および利用時間(期間)作業の日常性、非日常性などと各種健康状況の関連について、分析検討したので報告する。

II. 対象と方法

電磁場の健康影響に関する過去の内外の疫学調査の文献を検討し、質問紙を作成した²⁵⁾²⁶⁾。質問紙は電磁場利用者(作業員)、非利用者併用とし、調査項目は対象プロフィール、自動車の運転、携帯/PHSの所有、現在の専門分野、現在までに使用した装置・機器(機種、作業従事歴、作業頻度、磁場強度、使用頻度など)、作業中の体調変化(肩こり、のどの渇きなど)、長期的体調変化(血圧、飲酒・喫煙量、記憶力の変化など)等である。非利用者には記載可能項目のみ記載していただくものとした。その詳細は添付資料のごとくである。

調査対象は電磁場利用(作業)の可能性の高い日本磁気共鳴医学会会員とし、まず、同学会の理事会で郵送調査実施の了承を得た後、調査を実施した。対象者は学会員3,111名で、調査は平成14-15年に実施した。なお、本研究は東京慈恵会医科大学倫理審査委員会の承認を得ている。

調査の協力依頼、督促は、学会長による公告、共著者の一人である学会理事による年次総会での協力依頼、督促など数回の働きかけを行った。

統計解析にはSASv9.1を用いた。Table 8~10は上段に実数、2段目に全体を百としたときの百分率(%), 3段目に行方向(横)を百としたときの百分率(%), 4段目には列方向(縦)を百としたときの百分率(%)が示してある。

統計的検定は連続量については、2群の場合で、正規分布の頑健性に基づく統計手法の適用が保証される場合、等分散(または非等分散)の場合の t 検定を行い、保証されない場合ノンパラメトリック法で検定した。3群以上の場合分散の等質性の検定を行い、等質と判断される場合は分散分析を実施した。等質性が保証されない場合はノンパラメトリック検定を用いた。

また、頻度データの場合は 2×2 表については、 χ^2 検定、およびFisherの正確検定を実施した。また、一方が n 群で、傾向性の考慮できる場合はMann-WhitneyのU検定を行い、傾向性が考慮できない場合は χ^2 検定を実施した。

また、双方とも3群以上の場合、標本が確率的に割り振られる場合はKruskal-Wallis検定を、ブロック内の処理の比較に力点を置く場合、Friedman検定を実施した。

また、各種要因を考慮し、磁場環境と健康状況の関連を検討するため、多変量解析（多重ロジスティックモデル）を実施した。

なお、集計に際しては欠損値を除いて、実施しているので、各集計表により合計値が異なる場合が見られる。

III. 結 果

電磁場作業者を対象とした日本磁気共鳴医学会員に対する調査で、対象3,111名、調査不能35名、回収864名、回収率28%であった。

1. 電磁場作業者の記述疫学的特性

Table 1に電磁場作業者の記述疫学的項目の分布を示す。

Variables	Categories	Numbers	Percents
Sex	Male	705	87.91
	Female	97	12.09
Marital status	Single	117	13.76
	Married	705	82.94
	Divorce	25	2.94
	Widow	3	0.35
Child	Not have	200	23.61
	Have	647	76.39
Driving a car	Never	78	9.09
	Current	780	90.91
Having handyphone/PHS	Never	162	18.79
	Current	700	81.21
Kinds of handyphone/PHS	Handy phone	494	81.38
	PHS	77	12.69
	Others	1	0.16
	Both	35	5.77
Frequency (Hz) of handyphone	800 MHz	343	75.88
	1.5 GHz	101	22.35
	Others	8	1.77

PHS: personal handyphone system

性別では、男705名(87.9%)、女97名(12.1%)で、平均年齢は男42.0±7.9歳、女38.3±8.2歳であった。結婚歴、子供の有無、自動車の運転、携帯/PHSの所有状況、所有者の携帯/PHSの種類については、Table 1に示すごとくである。また、子供の性別は男660名、女650名と性差が見られなかった。

Table 2に対象者の職場、作業環境等について示す。現在のおもな専門では物理系32名(3.8%)、医学系718名(85.9%)であった。

今までに使用したおもな装置機器では磁場発生装置(含NMR, MRI)798名(95.0%)が最も多かった。

Table 2. Working environmental characteristics of the subjects

Variables	Categories	Numbers	Percents
Speciality	Physics	32	3.83
	Chemicals	13	1.56
	Biology	11	1.32
	Medicine	718	85.89
	Others	62	7.42
Main mechanism systems ever used	Electron impact mass spectrometry	13	1.55
	Electronic measuring assembly	16	1.90
	Magnetic field occurring mechanism	798	95.00
	Accelerator	3	0.36
	Others	10	1.19
Main machine ever used	NMR	86	12.03
	MRI	601	84.06
	ESR	16	2.24
	Accelerator	5	0.70
	Electron impact mass spectrometry	1	0.14
	Others	6	0.84
Frequency of main work	Daily	563	71.54
	Not daily	224	28.46
Levels of magnetic field in working environment (Tesla)	0-0.49	91	21.72
	0.5-1.49	127	30.31
	1.5-	201	47.97

Table 3. Working term and magnetic field level of the subjects

	Number	Mean	S.D.
Total working terms (Month)	864	100.86	87.90
Total time & working terms (Hour-month)	566	6,305.83	8,542.15
Total magnetic field level & working terms (Tesla-month)	419	136.95	228.76

今まで使用したおもな機種, おもな作業の頻度は Table 2 に示すごとくである. 作業環境での磁場強度は, 0-0.49 テスラ (T, 1T=10,000 ガウス) 91 名 (21.7%), 0.5-1.49T 127 名 (30.3%), 1.5T-201 名 (48.0%) であった.

Table 3 に電磁場作業者の各種作業従事期間 (総作業従事期間 (月), 総一時間*作業従事期間 (月) (Hour-month), 総一磁場強度*作業従事期間 (月) (T-month)) を示す.

2. 仕事中, 作業中の体調の変化

Table 4 に仕事中, 作業中の体調の変化 1 を示す.

「肩こりのおきかたの, 作業時間外と比べての変化」については, 凝りやすい 140 名 (16.3%), 凝りにくい 16 名 (1.9%) であった. 「のどの渇き」については, 渇きやすい 96 名 (11.2%), 渇きにくい 6 名 (0.7%) であった.

「吐き気」については, 増えた 9 名 (1.0%) であった. 「食欲」については, 増えた 17 名 (2.0%), 減った 10 名 (1.2%) であった.

「味覚」については, 変わった 5 名 (0.6%) であった. 「嗅覚」については, 変わった 5 名 (0.6%) であった.

「排尿頻度」については, 増えた 47 名 (5.5%), 減った 10 名 (1.2%) であった. 「皮膚の荒れ」については, 増えた 42 名 (4.9%) であった.

「頭痛」については, 増えた 82 名 (9.5%), 減った 1 名 (0.1%) であった. 「注意力」については, 集中できる 26 名 (3.1%), 集中できない 46 名 (5.4%) であった.

Table 5 に仕事中, 作業中の体調の変化 2 を示す.

「睡眠不足と関係なく, 不意に眠くなったことが

Table 4. Physical and mental changes of the subjects in working time compared with in other time

Variables	Categories	Numbers	Percents
Shoulder stiffness	Unchanged	703	81.84
	Sensitive	140	16.30
	Not sensitive	16	1.86
Thirst	Unchanged	757	88.13
	Sensitive	96	11.18
	Not sensitive	6	0.70
Nausea	Unchanged	850	98.95
	Increased	9	1.05
Appetite	Unchanged	832	96.86
	Increased	17	1.98
	Decreased	10	1.16
Sense of taste	Unchanged	852	99.42
	Changed	5	0.58
Sense of smell	Unchanged	855	99.42
	Changed	5	0.58
Frequency of urination	Unchanged	802	93.36
	Increased	47	5.47
	Decreased	10	1.16
Getting roughened	Unchanged	814	95.09
	Increased	42	4.91
Headache	Unchanged	777	90.35
	Increased	82	9.53
	Decreased	1	0.12
Attention	Unchanged	781	91.56
	Possible	26	3.05
	Impossible	46	5.39

あるか」については, あるが 238 名 (27.9%) であった. 「その頻度」については, Table 5 に示す.

「視覚に異常感じた経験があるか」については, あるが 138 名 (16.0%) であった. 「その頻度」については, Table 5 に示すごとくである.

「聴覚, 平衡感覚に異常を感じた経験があるか」については, あるが 131 名 (15.3%) であった. 「その他の体調の変化」については, あるが 51 名 (6.2%) であった.

3. 長期的に見た体調

Table 6 に長期的に見た体調について示す.

「血圧」については, 高くなったが 100 名 (11.7%), 低くなったが 7 名 (0.8%) であった.

Table 5. Physical and mental changes of the subjects in working time compared with in other time-2

Variables	Categories	Numbers	Percents
Sudden sleepiness unrelated to want of sleep			
	No	615	72.10
	Yes	238	27.90
Frequency of sleepiness			
	Often	35	14.96
	Rare	176	75.21
	Very rare	23	9.83
Optical disorder			
	No	722	83.95
	Yes	138	16.05
Frequency of optical disorder			
	Often	37	30.58
	Rare	61	50.41
	Very rare	23	19.01
Auditory or equilibrium disorder			
	No	727	84.73
	Yes	131	15.27
Frequency of auditory or equilibrium disorder			
	Often	18	14.52
	Rare	59	47.58
	Very rare	47	37.90
Concrete instances of auditory or equilibrium disorder			
	Buzzing in the ear	27	21.43
	Acouasm	3	2.38
	Giddyness	82	65.08
	Others	14	11.11
Other physical or mental change			
	No	769	93.78
	Yes	51	6.22

「酒の量は増えましたか」については、はいが125名(14.6%)、いいえが589名(68.7%)などであった。「タバコの量は増えましたか」については、はいが55名(6.4%)、いいえが250名(29.1%)などであった。

「物事を忘れやすくなりましたか」については、はいが401名(47.0%)、いいえが453名(53.0%)であった。「病気を患って、医師にかかるようなことがありましたか」については、Table 6に示すごとくである。

4. 磁場強度, 作業時間, 磁場作業の日常性, 非日常性と作業中の体調変化, 長期的体調変化

Table 7に作業環境での磁場強度(テスラ単位)と調査時年齢, 長子の年齢について示す。

磁場強度と調査時年齢については, 磁場強度0-0.49Tで, 平均±標準偏差 45.6±8.2歳, 0.5-1.49Tで, 42.0±8.6歳, 15.T-で, 40.6±7.3歳と3群で有意差が見られた($p < 0.001$)。磁場強度と長子の年齢については, 磁場強度0-0.49Tで, 17.0±8.8歳, 0.5-1.49Tで, 13.9±8.3歳, 15.T-で, 11.7±7.6歳と3群で有意差が見られた($p < 0.001$)。

Table 8に性別と年齢分布(10歳間隔)について示す。年齢分布では男女差が見られた($p = 0.0002$)。また, 平均年齢は前述のごとく(男42.0歳, 女38.3歳)であった。

Table 9に作業環境での磁場強度(テスラ単位)と性別について示す。

作業環境での磁場強度(3群)と性別については有意差はみられなかった。

また作業環境での磁場強度(3群, 2群, Table 1下部), 作業従事期間, 時間, 磁場作業の日常性, 非日常性と作業中の体調変化(肩こり, のどの渇き, 吐き気, 食欲, 味覚, 嗅覚, 排尿頻度, 皮膚の荒れ, 頭痛など), 長期的体調変化(血圧, 飲酒喫煙量, 記憶力の変化など)に関しては有意な関連の見られる項目は磁場作業の日常性, 非日常性とその他の体調変化のみで, 磁場作業を日常的に行う者にその他の体調変化ありが8.2%と, 非日常作業者の2.8%より多かった(Fisher's-exact test $p = 0.0085$) (Table 10)。

5. 体調の変化と磁場環境に関する多変量解析

また, 性, 年齢で補正した上で, 磁場強度と健康状況の関連を, 多変量解析(多重ロジスティックモデル)で検討した結果では, 「肩こりのおきかたの, 作業時間外と比べての変化」についての磁場強度のオッズ比は0.953(95%信頼区間0.806-1.127 $p = 0.5707$), 「吐き気」についてのオッズ比は1.117(95%信頼区間0.524-2.383 $p = 0.7742$), 「睡眠不足と関係なく, 不意に眠くなったことがあるか」についてのオッズ比は1.158(95%信頼区間0.939-1.428 $p = 0.4238$), 「その他の体調の変化」についてのオッズ比は1.312(95%信頼区間0.773-2.226

Table 6. Physical and mental changes of the subjects in long term life

Variables	Categories	Numbers	Percents
Blood pressure	Unchanged	748	87.49
	Increased	100	11.70
	Decreased	7	0.82
Original blood pressure	Hypertension	88	10.30
	Hypotension	92	10.77
	Normotension	674	78.92
Increase of alcohol	Yes	125	14.59
	No	589	68.73
	Experienced	20	2.33
	Never	123	14.35
Increase of tobacco	Yes	55	6.41
	No	250	29.14
	Experienced	121	14.10
	Never	432	50.35
Becoming forgetful	Yes	401	46.96
	No	453	53.04
Becoming not easy to learn	Yes	422	49.82
	No	425	50.18
Consulting a doctor	Never	656	76.91
	Hospitalized	49	5.74
	Long term outpatient	17	1.99
	Sometimes	110	12.90
	Vaguely uncomfortable	21	2.46

Table 7. Levels of magnetic field and various ages

	Level (Tesla)	<i>N</i>	Mean	S.D.	<i>p</i>
Age at survey	0-0.49	90	45.63	8.22	<0.001
	0.5-1.49	124	41.99	8.61	
	1.5-	199	40.60	7.27	
Age of eldest child	0-0.49	72	17.00	8.77	<0.001
	0.5-1.49	83	13.90	8.35	
	1.5-	139	11.70	7.58	

Table 8. Number of subjects by age group and sex

	20--	30-	40--	50--	60-	Total
Male	28	273	297	84	19	701
	3.51	34.25	37.26	10.54	2.38	87.95
	3.99	38.94	42.37	11.98	2.71	
	71.79	84.26	91.95	94.38	86.36	
Female	11	51	26	5	3	96
	1.38	6.40	3.26	0.63	0.38	12.05
	11.46	53.13	27.08	5.21	3.13	
	28.21	15.74	8.05	5.62	13.64	
Total	39	324	323	89	22	797
	4.89	40.65	40.53	11.17	2.76	100.00

 $(p=0.0002)$

Table 9. Number of subjects by Levels (T) of magnetic field in working environment (Tesla, 3 categories) and sex

	0-0.49	0.5-1.49	1.5-	Total
Male	77	105	154	336
	20.00	27.27	40.00	87.27
	22.92	31.25	45.83	
	91.67	88.98	84.15	
Female	7	13	29	49
	1.82	3.38	7.53	12.73
	14.29	26.53	59.18	
	8.33	11.02	15.85	
Total	84	118	183	385
	21.82	30.65	47.53	100.00

($p=0.1851$)

Table 10. Number of subjects by frequency of EMF work and presence of other mental and physical symptom

	Daily	Not Daily	Total
Absent	491	206	697
	65.73	27.58	93.31
	70.44	29.56	
	91.78	97.17	
Present	44	6	50
	5.89	0.80	6.69
	88.00	12.00	
	8.22	2.83	
Total	535	212	747
	71.62	28.38	100.00

(Fisher's-exact test $p=0.0085$)

$p=0.3147$) など、各健康状況の変化に磁場強度は有意な関連を示さず、他の磁場環境も同様であった。

IV. 考 察

今回の調査の回収率 28% は、とくに高率とはいえないが、調査内容が A4 用紙 3 枚にも及ぶ膨大なものであること等を考慮するとさほど低い回収率ともいえない。厚生労働科学研究等においても、今回程度の調査内容(分量)である場合、回収率が 20% 前後になってしまうことは著者、共著者

も多く経験している。

また、調査は単に調査票を郵送するのではなく、調査開始前に、日本磁気共鳴学会の理事会で研究協力の了解を得、理事長から会員に公告していただくばかりでなく、学会年次総会の席では、共著者の 1 人である学会理事が、調査への協力を依頼し、さらに督促するなど、数回の働きかけにより得られた回収率であり、この辺が努力の限界とも考えられる。

調査項目を増やせば増やすほど、回収率が下がることを多くの疫学調査で経験しており、回収率と項目数の問題も含めさらに検討していきたい。

最近の研究では電磁界、電磁場における健康影響があるとする論文と、否定的な論文の双方がみられている¹⁰⁾⁻¹⁸⁾。国際がん研究機関(IARC)より小児白血病に関しては超低周波磁界との関連性について疫学的に限定された根拠がある(グループ 2A)とされたものもあるが¹⁹⁾、実験での報告や方法論的検討で否定的な結果が得られている²⁰⁾。また、成人の白血病や全脳腫瘍を含む大部分のその他の健康影響については明白な証拠があると示されず、また健康影響はないとする明確な証拠もないというのが現状である。最近、出版された論文は、ほとんどが、症例対照研究、後ろ向きコホート研究などの観察研究であり、明確な研究結果が得られていないのが現状である²¹⁾⁻²⁴⁾。

我々の調査では、磁場強度(0-0.49T, 0.5-1.49T, 15.T-)と調査時年齢については、非利用者も含め、磁場強度が弱いほど、調査時年齢は高かったが、どの職場でも一般に年齢が上がるにつれて役職も上がり、実務作業はほとんどゼロ、あるいは軽減されるためと考えられる。磁場強度が弱いほど、長子年齢が高いのも同様の理由が考えられる。

また、工作中、作業中の体調の変化や長期的に見た体調については、磁場日常作業者は非日常作業者に比べ、「その他の体調変化 あり」というやや曖昧な項目のみ差が見られた。これは具体的な体調の設問では示されていないので、心理的要因を含め慎重な検討が必要であろう。

一方、有水らの調査では、磁場日常作業者は非日常作業者に比べ、磁場作業従事期間中に女兒を得やすい(1.2倍)、磁場作業中に注意力を集中させがたい(3.1倍)、磁場作業中に不意に眠くなり

やすい (2.3 倍), 長期的に見て血圧の変化が生じやすい (4.5 倍), 長期的に見て物事を忘れやすくなる (1.7 倍) 等の特徴が見られた²⁵⁾が, 女兒の出生比率も含め, 今回そのような特徴は見られず, 対象者の磁場強度, 作業時間, 磁場日常作業, 非日常作業などの違いと作業中の体調変化(肩こり, のどの渇き, 吐き気, 頭痛など), 長期的体調変化(血圧, 飲酒喫煙量, 記憶力の変化など) に関しては有意な関連の見られる項目は 1 つのみであった。多変量解析によっても結果は同様であった。これは, 今回の調査対象が日本磁気共鳴医学会会員であり, 使用機器が MRI (84%), NMR (12%) など, 有水らの調査が, 理工学系施設の比較的長期間高磁場発生装置利用者を対象とし, 利用装置が磁気測定装置, 質量分析計などの違いがあったことがあげられよう。そして, この 20 年間のシールド技術の進歩も考えられる。最近の調査結果では, 1.5T の MRI 装置の主コイルからの磁場が中心部から離れるに従い, 急速に弱まっており, 操作室内での磁場強度分布はほぼ 0.1 mT とされている²⁷⁾。つまり, 今回の使用機器の操作室の作業では, 曝露する磁場強度は機器の発生した磁場の 1 万分の 1 以下となり, 被調査者は日常生活で浴びる程度の磁場に曝露していると考えられる。つまり, ほとんど磁場発生装置の影響を受けていないためと考えられる。

また, 我々は電磁場が次世代における環境発がんリスクになるかに関して, 磁場曝露作業健康調査, 血液検査, 尿検査, 職場環境中の磁場曝露量の評価, 職場環境中の磁場強度の測定など, 系統だった疫学調査プロジェクトを実施し, 磁場の健康影響を明確にする事を目的とし, 多角的検討を進めているが, 全白血病および全脳腫瘍を含む多くの悪性新生物, 身体異常と電磁界曝露との関連性については, これまで疫学研究の精度はある程度改善してきている。しかし, 曝露評価や選択バイアスの存在を克服するため今後の研究では, 曝露評価や選択バイアスに関して特定の仮説を調査するようなデザインを行うことが必要とされる。そして, 介入研究, randomized controlled を目指した研究手法が重要であり, それのメタアナリシスが必要となって来るであろう¹⁸⁾⁻²⁴⁾。今後我々も, 研究手法, 調査測定内容をより慎重に吟味し

研究を進めていく予定である。

V. 結 語

電磁場の健康影響に関する研究を郵送調査で実施した。主要な検討項目は磁場強度, 作業従事期間・形態と健康状況との関連である。調査は日本磁気共鳴医学会員に対する調査で, 対象 3,111 名, 調査不能 35 名, 回収 864 名, 回収率 28% であった。

電磁場作業者の記述疫学的特性は性別では, 男 705 名 (87.9%), 女 97 名 (12.1%) で, 平均年齢は男 42.0±7.9 歳, 女 38.3±8.2 歳であった。結婚歴では, 未婚 117 名 (13.8%), 既婚 705 名 (82.9%) であり, 子供の性別は男 660 名, 女 650 名と性差が見られなかった。

作業環境での磁場強度, 作業従事期間, 時間, 磁場作業の日常性, 非日常性と作業中の体調変化(肩こり, のどの渇き, 吐き気, 食欲, 味覚, 嗅覚, 排尿頻度, 皮膚の荒れ, 頭痛など), 長期的体調変化(血圧, 飲酒喫煙量, 記憶力の変化など) に関しては有意な関連の見られる項目は磁場作業の日常性, 非日常性とその他の体調変化のみで, 磁場作業を日常的に行う者にその他の体調変化ありが多かった。他の項目では統計的に有意な関連は見られなかった。今回の調査結果では, 電磁場は概して主観的健康に影響を及ぼさないと結論できるが, 今後, 調査対象, 研究手法, 調査内容をより慎重に吟味し研究を進めていく予定である。

本研究は文部科学省科学研究費 (課題番号 13470098) の援助を受けた。

文 献

- 1) Peck SC, Kavet R. Research strategies for magnetic fields and cancer. *Risk Anal* 2005; 25: 179-88.
- 2) Feychting M, Ahlbom A, Kheifets L. EMF and health. *Annu Rev Public Health* 2005; 26: 165-89.
- 3) Leszczynski D. Rapporteur report: cellular, animal and epidemiological studies of the effects of static magnetic fields relevant to human health. *Prog Biophys Mol Biol* 2005;

- 87: 247-53.
- 4) Hakansson N, Floderus B, Gustavsson P, Johansen C, Olsen JH, Cancer incident and magnetic field exposure in industries using resistance welding in Sweden. *Occup Environ Med* 2002; 59: 481-6.
 - 5) Wrensch M, Minn Y, Chew T, Bondy M, Berger MS. Epidemiology of primary brain tumors: current concepts and review of the literature. *Neuro-oncol* 2002; 4: 278-99.
 - 6) Kundi M, Mild K, Hardell L, Mattsson MO. Mobile telephones and cancer: a review of epidemiological evidence. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2004; 7: 351-84.
 - 7) Warren HG, Prevatt AA, Daly KA, Antonelli PJ. Cellular telephone use and risk of intratemporal facial nerve tumor. *Laryngoscope* 2003; 113: 663-7.
 - 8) Cook A, Woodward A, Pearce N, Marshall C. Cellular telephone use and time trends for brain, head and neck tumours. *N Z Med J* 2003; 116: U457.
 - 9) Blaasaas KG, Tynes T, Lie RT. Residence near power lines and the risk of birth defects. *Epidemiology* 2003; 14: 95-8.
 - 10) Navas-Acien A, Pollan M, Gustavsson P, Floderus B, Plato N, Dosemeci M. Interactive effect of chemical substances and occupational electromagnetic field exposure on the risk of gliomas and meningiomas in Swedish men. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2002; 11: 1678-83.
 - 11) Feychting M, Jonsson F, Pedersen NL, Ahlbom A. Occupational magnetic field exposure and neurodegenerative disease. *Epidemiology* 2003; 14: 413-9.
 - 12) Tynes T, Klæboe L, Haldorsen T. Residential and occupational exposure to 50 Hz magnetic fields and malignant melanoma: a population based study. *Occup Environ Med* 2003; 60: 343-7.
 - 13) Skinner J, Mee TJ, Blackwell RP. Exposure to power frequency electric field and the risk of childhood cancer in the UK. *Br J Cancer* 2002; 87: 1257-66.
 - 14) Oppenheimer M, Preston-Martin S. Adult onset acute myelogenous leukemia and electromagnetic fields in Los Angeles County: bed-heating and occupational exposures. *Bioelectromagnetics* 2002; 23: 411-5.
 - 15) Li CY, Lin RS, Sung FC. Elevated residential exposure to power frequency magnetic field associated with greater average age at diagnosis for patients with brain tumors. *Bioelectromagnetics* 2003; 24: 218-21.
 - 16) Zhu K, Hunter S, Payne-Wilks K, Roland CL, Forbes DS. Use of electric bedding devices and risk of breast cancer in African-American women. *Am J Epidemiol* 2003; 158: 798-806.
 - 17) Labreche F, Goldberg MS, Valois MF, Nadon L, Richardson L, Lakhani R, et al. Occupational exposures to extremely low frequency magnetic fields and postmenopausal breast cancer. *Am J Ind Med* 2003; 44: 643-52.
 - 18) Hone P, Edwards A. Possible associations between ELF electromagnetic fields, DNA damage response process and childhood leukaemia. *Br J Cancer* 2003; 88: 1939-41.
 - 19) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Vol 80; Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. 2002.
 - 20) Ahlbom IC, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A, ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection). Standing committee on epidemiology. ICNIRP Standing Committee on Epidemiology. review of the epidemiologic literature on EMF and Health. *Environ Health Perspect* 2001; 109: 911-33.
 - 21) Schoenfeld ER, O'Leary ES, Henderson K, Grimson R, Kabat GC, Ahn S, et al. Electromagnetic fields and breast cancer on long island: a case-control study. *Am J Epidemiol* 2003; 158: 47-58.
 - 22) Baumgardt-Elms C, Ahrens W, Broman K, Boikat U, Stang A, Jahn I, et al. Testicular cancer and electromagnetic fields (EMF) in the workplace: results of a population-based case-control study in Germany. *Cancer Causes Control* 2002; 13: 895-902.
 - 23) Edwin van Wijngaarden. An exploratory investigation of suicide and occupational exposure. *J Occup Environ Med* 2003; 45: 96-101.
 - 24) Stephanie J, Pogoda JM, Hwang KL, Langholz B, Monroe KR, Kolonel LN, et al. Residential magnetic field exposure and breast cancer risk: a nested case-control study from a multiethnic Cohort in Los Angeles County,

- California. *Am J Epidemiol* 2003; 158: 969-80.
- 25) 有水昇, 亀井裕猛, 鈴木隆一郎, 中川正祥, 立野之男, 山田達哉. 高磁場装置を利用する研究者の体調の変化と罹病傾向等に関するアンケート調査. *NMR 医学* 1984; 4: 93-105.
- 26) McCurdy AL, Wijnberg L, Loomis D, Savitz D, Nylander-French LA. Exposure to extremely low frequency magnetic fields among working women and homemakers. *Ann Occup Hyg* 2001; 45: 643-50.
- 27) 小島一彦, 渡辺陽, 杉本正樹, 中山和也, 篠原みどり, 新居功章. Measurement of static magnetic field strength around MRI equipment. *金沢大学医学部保健学科紀要* 2000; 24: 45-9.

資料

電磁場の健康影響に関するアンケート調査

文部科学省科学研究費基盤研究B
「電磁場の健康影響の疫学的研究」
に関する研究班

代表者：東京慈恵会医科大学教授 清水英佑

近年、電磁場の健康影響に関する議論は多く、疫学では数ミリガウス程度の磁界でも癌を増発することを示唆している研究もありますが、その10000倍も強い磁界に曝露しているにもかかわらず、癌の増加は動物実験では確認できなかった等、様々です。

そこで、今回私どもでも電磁場の健康影響を検討する目的で質問紙による調査を実施したいと考えます。

皆様の質問紙の回答結果は統計的に処理するのみで、他の目的には利用いたしません。しかも、決して個人の情報が外部に漏れることはありませんので、宜しくご協力のほどお願い申し上げます。

また、調査結果の返送をご希望される方のみ、下記に氏名等をご記入下さい。

氏名：

住所：

e-mail：

(勿論、この情報は、結果の返送の目的のみに利用し、他の目的には利用いたしません。当然、アンケートには答えるが結果の報告は必要としない方は、氏名等のご記入は必要ございません。)

生年月日 西暦_____年__月__日 性 1.男 2.女
 結婚歴 1.未婚 2.既婚 3.離別 4.死別 5.その他
 子供数 1.なし 2.あり
 (第1子 西暦_____年生まれ 1.男 2.女) (第2子 西暦_____年生まれ 1.男 2.女)
 (第3子 西暦_____年生まれ 1.男 2.女) (第4子 西暦_____年生まれ 1.男 2.女)
 (第5子 西暦_____年生まれ 1.男 2.女) (第6子 西暦_____年生まれ 1.男 2.女)

該当する事項に○を付けるか、適切な文章、数字を御記入下さい

Q 1. 自動車の運転 1.しない 2.する (週 時間くらい)

Q 2. 携帯/PHS 1.持っていない

2.持っている (1.携帯(1.800MHz 2.1.5GHz 3.その他) 2.PHS 3.その他)
 (機種名;) (所有期間 年 月)
 (通話時間 週 分)

Q 3. 現在の専門分野 1.物理系 2.化学系 3.生物系 4.医学系 5.その他

具体的
内容

Q 4. あなたが現在までに使用した装置・機器

1.質量分析計 2.電気測定装置 (含発電機) 3.磁場発生装置 (含 NMR,MRI)
 4.加速器 5.プラズマ 6.その他()

Q4で磁場発生装置の使用経験のある方は、お答え下さい

(使用経験のない方はQ6へ進んで下さい)

Q 5. 以下の項目について、次ページの表に例にならって御記載下さい。

(磁場の発生源はすべてご記載下さい) (以下に記載方法を説明いたします)

①機種は、1.NMR 2.MR I 3.E S R 4.加速器 5.プラズマ
 6.質量分析計 7.その他 の7種類として、

1 ~ 7 の数字を記入して下さい(8機種以上ある場合は、頻度の高い7機種までご記入下さい)。

③磁場発生機器近辺での作業従事歴

各々の機器について 西暦_____年__月__ころから西暦_____年__月__ころ (現在)まで とご記入下さい。途中空白期間があり、再度同一機種で作業従事歴のある場合、その期間を区別してご記入下さい (例参照)。1つの蘭に書ききれない場合、2つの蘭を使っていただいてもかまいません

④その時の作業頻度は

1.ほぼ日常業務 2.非日常的業務 (月間平均_____時間程度)を記入下さい

⑤作業環境での磁場強度は、推定値の場合は、(推定)と記入し、不明の場合は ? と記入して下さい。

⑥最頻は、あなたにとって最も使用頻度の高かった機器に◎を、

⑦最近は、あなたにとって最も最近使用した機器に◎をつけて下さい。

① 機種	② 型名、又は機器名	③作業従事歴 年 月～ 年 月	④作業頻度 (月 時間)	⑤作業環境で の磁場強度 (テスラ単位)	⑥ 最頻	⑦ 最近
例 2	MRP-7000<日立メ ディコ>	1999年4月～1999年8月 2000年5月～2000年9月 2001年2月～2001年6月	①日常 2.非日常 (月45時間)	?	◎	
		年 月～ 年 月 年 月～ 年 月 年 月～ 年 月	1.日常 2.非日常 (月 時間)			
		年 月～ 年 月 年 月～ 年 月 年 月～ 年 月	1.日常 2.非日常 (月 時間)			
		年 月～ 年 月 年 月～ 年 月 年 月～ 年 月	1.日常 2.非日常 (月 時間)			
		年 月～ 年 月 年 月～ 年 月 年 月～ 年 月	1.日常 2.非日常 (月 時間)			
		年 月～ 年 月 年 月～ 年 月 年 月～ 年 月	1.日常 2.非日常 (月 時間)			
		年 月～ 年 月 年 月～ 年 月 年 月～ 年 月	1.日常 2.非日常 (月 時間)			
		年 月～ 年 月 年 月～ 年 月 年 月～ 年 月	1.日常 2.非日常 (月 時間)			
		年 月～ 年 月 年 月～ 年 月 年 月～ 年 月	1.日常 2.非日常 (月 時間)			

仕事中、作業中の体調についてお答え下さい。

Q 6. 肩こりのおきかたは、作業時間外と比べて、変わりがありますか。

1.変わらない 2.凝りやすい 3.凝りにくい

Q 7. のどの渇きは？

1.変わらない 2.渇きやすい 3.渇きにくい

Q 8. 吐き気は？

1.変わらない (ないも含む) 2.増えた 3.減った

Q 9. 食欲は？

1.変わらない 2.増えた 3.減った

Q 10. 味覚は？

1.変わらない

2.変わった (1.金属様味覚の増加 2.その他())

Q 11. 嗅覚は？

1.変わらない 2.変わった

Q 12. 排尿頻度は？

1.変わらない 2.多い 3.少ない

Q 13. 皮膚の荒れは？

1.変わらない (ないも含む) 2.増えた 3.減った

Q 14. 頭痛は？

1.変わらない (ないも含む) 2.増えた 3.減った

Q 15. 注意力は？

1.変わらない 2.集中できる 3.集中できない

Q 16. 睡眠不足と関係なく、不意に眠くなったことがありますか？

1.ない 2.ある

(Q16-2.その頻度は 1.しばしば 2.たまに 3.これまで1～2度ほど)

Q 1 7. 視覚に異常を感じたことがありますか？

1.ない 2.ある

(Q17-2.その頻度は？ 1.しばしば 2.たまに 3.これまで1～2度ほど)

(Q17-3.その状況は？ 1.体を動かした時に 2.静止している時に
3.動きとは無関係に)

(Q17-4.どのような異常か記述して下さい：)

Q 1 8. 聴覚、平衡感覚に異常を感じたことがありますか？

1.ない 2.ある

(Q18-2.その頻度は？ 1.しばしば 2.たまに 3.これまで1～2度ほど)

(Q18-3.その状況は？ 1.体を動かした時に 2.静止している時に
3.動きとは無関係に)

(Q18-4.内容は？ 1.耳鳴り 2.幻聴 3.めまい
4.その他 ())

Q 1 9. その他の体調の変化？ 1.ない 2.ある (具体的に：)

長期的に見た体調についてお答え下さい。

Q 2 0-1. 血圧は？ 1.変わらない 2.高くなった 3.低くなった

Q 2 0-2. 元来、あなたの血圧は？ 1.高血圧 2.低血圧 3.正常血圧 (と思うを含む)

Q 2 1. 酒の量は増えましたか？

1.はい 2.いいえ 3.以前は飲んだが今は飲まない 4.以前から飲まない

Q 2 2. タバコの量が増えましたか？

1.はい 2.いいえ 3.以前は吸ったが今は吸わない 4.以前から吸わない

Q 2 3. 物事を忘れやすくなってきましたか？

1.はい 2.いいえ

Q 2 4. 新しい事柄を覚え込みにくくなってきましたか？

1.はい 2.いいえ

Q 2 5. 病気をして、医師にかかるようなことがありましたか？

1.ない 2.入院した 3.かなりの期間通院した 4.時々医師にかかった
5.医師にかかっていないが何となく体調が悪い

Q 2 6. (Q 2 5で 1.以外の方) 病気の内容や体調について、差し支えない範囲で記入して下さい。

Q 2 7. このアンケート調査の趣旨、「磁場の人体影響」、に関しての御意見、または皆様の御体験や御伝聞などからこの調査の不十分な点の御指摘などを、ぜひお教え下さい。

ご協力ありがとうございました