
調査資料

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

Survey for Physical Signs and Disorders Appearing on Research Workers Using High Magnetic Instruments

昭和 57・58 年度 厚生科学研究費
(特別研究事業)

「核磁気共鳴の医療への応用に関する研究」組織

(主任研究者 有水 昇)

研究分担者 亀井裕孟 (電子技術総合研究所)
鈴木隆一郎(大阪府立看護短期大学)
館野之男 (放射線医学総合研究所)
中川正祥 (鉄道労働科学研究所)
山田達哉 (国立がんセンター)
有水 昇 (千葉大学医学部)

1 まえがき

わが国における核磁気共鳴映像の臨床への導入は3年前に始まるが、最近では、映像装置の使用がかなり普及して来た。核磁気共鳴映像においては、被験者は通常経験できないような高い磁場内に置かれる。このような磁場環境での人体影響に関しては、わが国ではほとんど調査が行われておらず、人体への安全性についての関心が寄せられている。

2 調査目的

本研究は、磁場の人体影響の有無を知るために、これまでに比較的長期間にわたり高磁場装置を利用して来た研究者について、どのような体調の変化が生ずるか否か、また疾病の罹病傾向が高まるか否かについて調べることを目的とするものである。

3 調査方法

本調査は、無記名のアンケートに自記して頂く形式で、昭和57年11月～12月に実施した。

3・1 アンケートの対象

A 高磁場を発生する装置の使用者(磁場群)

アンケートの送付先としては、比較的長期間高磁場装置を用いて研究を行っている理工学系施設120が選ばれた。選定の方法として、

① 過去5年以上核磁気共鳴討論会(日本化学会・日本分析化学会・日本薬学会・日本農芸化学会・日本生化学会および日本生物物理学会共催)において研究発表を行っている施設。

② 日本物理学会・応用物理学会・電気学会等の学会員として、磁気共鳴、磁性材料、プラズマ、加速器・電磁流体発電等の部門で活発に研究を推進している施設。

等を選び、これら施設の指導者にアンケートを送付し、磁場を発生する装置の使用者にアンケート

の記載を依頼する方法が行われた。

B 高磁場装置を使用しない者（対照群）

前記の施設内において、装置使用者と年齢・磁場以外の生活環境などができるだけ近い者を対照者として、アンケートの記載を依頼した。

C 対照群の回答を増す目的で、核磁気共鳴医学研究会の全会員 490 名に個別にアンケートを送付した。

3・2 アンケートの回収方法

前項の A, B 項については、施設の指導者にアンケートの取りまとめと返送を依頼した。この際、回答の記載されたアンケート用紙は記載者によって、あらかじめ小封筒に封入され、内容を他人が見ることのないような配慮がなされた。

前項の C 項の回収については、回答は個別に返送する方法が行われた。

3・3 アンケートの回収率

上記 A, B 項の 120 施設については、99 施設（施設回収率 94%）より回答が寄せられた。

アンケートの回収数は 659 で、回収率は 55% であった。

回答者の性別は、男性 599 名、女性 60 名であった。女性の回答が少なく、女性に関しては詳細な分析は可能でないと考えられたので、この報告における調査の分析は男性 599 例についてのみ行うこととした。

なお、女性が男性と顕著に異なる点は調査結果からは見出すことはできなかった。

3・4 アンケートの内容

下記の諸項目について質問形式のアンケートがなされた。

〔基礎的事項〕

年齢 性別 専門分野 家族構成

〔磁場作業従事歴〕

従事年限 従事頻度 磁場発生源

〔短期的体調変化〕

肩こり 口渇 排尿頻度 注意力

眠気 視覚の異常 幻聴

〔長期的体調変化〕

血圧 飲酒量 喫煙量 記憶力 記銘力

罹病状況

〔自由記載〕

磁場の人体影響の有無についてのご意見

この調査へのご意見

4 アンケートの集計と分析

回答結果の集計とその分析を以下に記す。

4・1 年齢の分布

磁場群 男性 486 名の年齢構成は、25～44 歳の 346 名（71%）域ではほぼ平坦なピーク型を呈し、20～59 歳の 482 名（99%）に拡っていた。

対照群 男性 113 名の年齢構成も、20～44 歳の 95 名（84%）域で平坦なピーク型を呈し、20～59 歳：113 名（100%）に拡っていた。

したがって、磁場群と対照群とは年齢分布はほとんど等しいと考えられた。

4・2 専門分野

磁場群男性の専門別構成：

物理系 114 名（30%）

化学系 270 名（56%）

医学生物系 53 名（11%）

その他 17 名（3%）

対照群男性の専門別構成：

物理系 27 名（24%）

化学系 57 名（50%）

医学・生物系 22 名（20%）

専門分野の分布は、対照群に医学・生物系がやや多いことを示したが、この差異は両群の比較に

はさしつかえないものと考えられた。

4・3 使用機器

磁場群男性の使用機器は下記に示す通りであった。重複使用があるので、件数で示すこととした。

- ①磁気測定装置 437件 (71%)
(NMR, ESR, NQR 装置を含む)
- ②質量分析計 143件 (23%)
- ③加速器 40件 (7%)
- ④プラズマ 27件 (4%)

磁気測定装置および質量分析計を使用する研究者が約90%を占めていた。

4・4 従事年限

磁場発生装置の作業従事歴としては、現在従事中：391名については、

- 5年未満 122名 (31%)
- 5～10年 80名 (20%)
- 10～15年 62名 (16%)
- 15年以上 127名 (33%)

であり、長期従事者の多いのが目立っていた。

過去に従事：95名については、

- 5年未満 63名 (66%)
- 5～10年 17名 (18%)
- 10～15年 8名 (8%)
- 15年以上 7名 (7%)

であり、逆に、長期従事者の少ないことが対照的であった。

4・5 磁場群男性の従事頻度

磁場群男性が装置を使用した従事頻度は、研究的利用の性格上、日常的使用と非日常的使用との二つに大別することとした。

日常的使用者は、主として装置を所有する部室に所属すると考えられ、1日平均使用時間で従事頻度を示すこととした。一方、非日常的使用者は、大半が装置を所有しない部室または施設に所

属すると考えられ、1月の平均使用時間で従事頻度を示すこととした。

表 1

磁場作業頻度	日常的使用者 (1日平均使用時間 間で区分する)	非日常的使用者 (1月平均使用時間 間で区分する)
～2時間	250名 (68%)	82名 (14%)
3～4	52 (14%)	11 (2%)
5～6	27 (7%)	56 (10%)
7～8	27 (7%)	8 (1.4%)
9～10	7 (2%)	118 (20%)
11～12	0	4 (0.7%)
13～14	1	0
15～16	0	18 (3%)
17～18	0	0
19～20	0	78 (14%)
20～	3 (0.8%)	203 (35%)

日常的使用者では、1日平均磁場作業0～4時間が82%を占めていた。

非日常的使用者では、1月平均磁場作業は、19時間以上が49%を、9～10時間が20%を占めていた。この結果は、かなりの研究者が、昼夜連続作業または、昼または夜間の半日連続作業を行っていることを示唆するものと思われた。

4・6 体調の変化

磁場群男性486名と対照群男性113名との両群について、生まれた子供の性別比、短期および長期的体調の変化等が比較して調べられた。

これら比較においては回答の分布に χ^2 検定を行って有意か否かを調べた。

有意差を示す次の5項目を、現象別に括弧中にその存在頻度と対照群に対する存在倍率について示すと：

- ① 磁場作業従事期間中に女兒をえ易い (54%, 1.2倍)
- ② 磁場作業中に注意力を集中させ難い (6%, 3.1倍)
- ③ 磁場作業中に不意にねむくなり易い

(20%, 2.3 倍)

④ 長期的にみて血圧の変化を生じ易い

(9%, 4.5 倍)

⑤ 長期的にみて物事を忘れ易くなる

(28%, 1.7 倍)

なお「新しい事柄を覚え込みにくくなった」(29%, 1.5 倍)は、わずかに5%水準に達しなかった事柄であった。

その他の短期および長期的体調の変化、罹患率については、磁場群男性と対照群男性との両群では、5%有意の差はみられなかった。すなわち、磁場作業中の短期的体調変化としては、肩こり、口渇、排尿頻度、視覚の異常、幻聴、等であり長期的体調変化としては、飲酒量、喫煙量、記憶力、罹病状況、等が調査対象であったが、いずれも磁場群と対照群とに5%有意の差は認められなかった。

4・7 装置の最大磁場強度

磁場群男性が使用していた機種の種類から発生磁場の最大値を推定した。複数の機種を使用している場合には、磁場の最大値の方を掲げることとした。(註：ここで掲げる磁場強度は装置の最大磁場を指し、作業者の曝露される磁場とは全く異なるものであった)。

表 2

	装置の最大磁場強度	使用者数
第1群	0.019 テスラ以下	22名
第2群	0.020~0.499 テスラ	62名
第3群	0.500~0.900 テスラ	18名
第4群	0.901~2.499 テスラ	147名
第5群	2.500~6.999 テスラ	52名
第6群	7.000 テスラ以上	86名

なお、99名については、装置の磁場強度は推定できなかった。

各群とも、年齢分布はほぼ同様であった。

5 考 察

5・1 装置の磁場と作業者の曝露

磁場群男性が対照群男性に較べて5%有意を示したのは5項目であったが、これらが磁場環境によるものか磁場以外の作業環境によるものか、あるいはその他の種々の影響によるものか、を推論することは研究目的からして最も重要な事柄と考えられた。しかし、作業環境の磁場強度に対する回答は非常に少なく、アンケートからは作業者の磁束曝露量は得られなかった。

5・2 調査の規模

高磁場装置を取り扱い、活発に研究を行っている研究者はわが国ではそれ程多い数ではない。そのため、磁場群作業者の回答数は制限され、アンケート調査は比較的小さい規模に止まった。

本報告の主要内容は、磁場群と対照群との差異をみることにあった。今回の調査では対照群の数は磁場群の1/3と少なく、したがって、両者の比較で、5%有意を呈した項目が限定されたのかも知れない。

5・3 作業者の磁束曝露量

前項で述べた装置の最大磁場強度から作業者の磁束曝露量を求めることは、このアンケート調査においては不可能であった。

これは、装置使用者が常時いる位置によって、磁束曝露量が全く異なり、また、身体部位によっても磁束曝露量が全く異なるためであった。

磁場発生装置使用者は通常装置から少し離れて作業しており、このために常時曝露状態にある磁束強度は、多くの場合、 1×10^{-4} テスラ～ 5×10^{-4} テスラ域で、ときに、 10^{-3} テスラ程度の場合もあると推察された、この値は、地磁気に対して数倍あるいは数10倍程度であり、際立って大きな値の磁場域とはいえない。

時には、作業の内容によって短時間身体の一部が極めて強い磁束に曝露されることもあるが、個々の作業者の条件を知ることは今回のアンケート調査では不可能である。これらの場合、極めて強い磁束に曝露された身体の一部に障害が発生したという回答は確かめられず、むしろそのような障害は発生していないと推察された。

さらに、磁場発生装置の発生する最大磁場と作業空間の磁束密度分布との間には特に相関はなく、装置の種類・型式によって磁束密度分布は全く異なると考えられた。そのために装置の最大磁場強度と作業者の磁束曝露量との間に何らかの相関を得ることは不可能であった。

5・4 体調変化等の現象と磁場強度との関連

体調の変化等の現象とその因果関係を追及するには、いわゆる「量と反応との関係」をみることで大切である。

本研究では、人体が曝露される磁束密度・曝露時間と体調の変化の発現度は解明したい点であった。しかし、前項において論じたように、このアンケート調査では、作業環境の磁場強度も従事者の曝露される磁束密度も、知ることは不可能であった。このために、「量と反応との関係」をみることはできなかった。したがって、5%有意を示した5項目の体調の変化が磁場強度と因果関係を有するということは推論不可能であった。

5・5 磁場群作業環境

磁場群男性の作業環境と照射群男性の作業環境とにどのような差異があるか、このアンケート調査からは、この両者の作業環境を具体的に知ることはできなかった。

しかし、一般的には、磁場群の作業環境は一般研究者の作業環境に較べて良好でない場合が多いと考えられる。

例えば、核磁気共鳴測定室は室温恒定精度が重要であるために、新鮮空気の室内への取り入れが

一般に充分でない。また、試料を回転させるために必要な圧搾空気を得る方法として、コンプレッサーを常時稼働させる場合も少なくなく、このために単調な騒音が常時絶え間なく室内に響くこととなる。さらに、超伝導磁石使用の場合には、必然的に窒素ガスの蒸発があり、このために測定室内の窒素ガス濃度が高くなることが予想される。この窒素蒸発量は、通常、磁場強度の増加に応じて多くなる傾向である。

このように、磁場群の作業環境が対照となる研究者の作業環境より良好でない場合には環境因子によって、体調の変化が惹起する可能性も示唆できるわけである。

したがって作業環境の因子を分離する方法により調査を行わなければ、磁場の影響のみを正確に論ずることは困難と考えられた。

5・6 アンケートにおける回答の誘導性

アンケート調査において注意すべきは、設問の構成によって回答を誘導することである。この場合には、アンケート立案者の意図の方向に、または、無意図的に不測の方向に回答結果が誘導されてしまい、アンケート調査本来の正当性が減じ、時には失われる場合も少なくない。

本アンケート調査を立案する際には、この回答の誘導性について十分な注意を払い、誘導を可及的に避ける努力がなされた。

しかし、回答者の分布、および回答内容から判断すると、本アンケートに対する関心度は磁場群研究者に高いことが示された。この点から、結果的には自訴症状に基づく体調の変化に関しては、多少とも回答を誘導している可能性は否定できなかった。

しかし、5%有意を示す体調の変化は5項目と少なく、他の10項目は5%有意を示さなかった。また、5%有意を示す体調の変化項目が他と較べて特に回答を誘導する内容であるとも思われなかった。

以上の考察から、回答の誘導に関する可能性は否定はできないが、この事は結果に余り影響を与えていないのではないかと推察された。

6 結 論

核磁気共鳴分析計，電子スピン共鳴分析計，質量分析計・粒子加速器およびプラズマ融合装置などの高磁場装置を利用する研究者（磁場群）および関連する研究分野で高磁場装置を利用しない研究者（対照群）について，無記名のアンケートに自記する形式でアンケート調査を行った。

磁場群男性 486 名と対照群男性 113 名からの回答を得て，この結果を分析した。両群は，年齢構成，専門別構成ともほぼ等しかった。

集計結果から，対照群と較べて 5% 有意を示す体調の変化としては①磁場作業中に注意力を集中させ難く，②同作業中に不意にねむくなり易い。③長期的にみて血圧の変化を生じ易く，④物事を忘れ易くなる。等の結果が示された。さらに，磁場作業従事期間に女児をえ易い結果も得られた。

しかし，他の体調の変化，すなわち磁場作業中の肩こり，口渇，排尿頻度，視覚の異常，幻聴，および長期的体調変化としての飲酒量，喫煙量，記憶力，罹病状況，等は対照群と有意差を示すものは得られなかった。

アンケート調査からは，磁場群各研究者が曝露する磁束密度を確めることは不可能であったので，体調の変化と磁場曝露量との因果関係を推論できる根拠は得られなかった。

一方，磁場群作業環境は対照群作業環境よりも良好でない場合が多いと推察された。さらに磁場群研究者の中には，連続長時間の作業を行う場合も少なからずあるようにも思われた。以上から，作業環境一般の不特定因子によって体調の変化を生ずる可能性も示唆された。

結論としては，磁場群において 5 項目の体調の変化等が 5% 有意として示された。磁場群における作業環境と状況とが特殊であるために，体調の変化と磁場における曝露との因果関係は不明で，作業環境一般の不特定因子による影響の可能性も示唆された。

かなりの期間にわたり高磁場装置を利用する研究者では 5 項目の体調の変化が指摘されたが，これら体調の変化自体はいずれも一過性または軽度のもので，重大な障害とは思われなかった。また，その体調の変化の原因となる事項について種々の考察が加えられたが，解明できなかった。しかし，原因が磁場であれ，作業環境一般・作業状況の特殊性であれ，体調の変化等の範囲を示唆できたことは意義があると考えられる。

稿を終えるに当たり，本研究に御協力頂いたアンケート回答者に深淵な謝意を表わします。また本研究は，昭和 57・58 年度厚生科学研究費の援助によって行われました。さらに研究費の一部は厚生省がん研究助成金，有水班によって補助を受けたことを付記し併わせて謝辞を送ります。

（文責：有水 昇）

磁場の人体影響に関する比較対照調査

アンケート

お答えになる前にお読み下さい。

1. このアンケートでは、質問はおおむね ・・・? の型になっています。
2. 答の選択肢があらかじめ用意されている時は、・・・ の型になっていますので、最もよくあてはまるものひとつに 印 をつけて下さい。
(複数の答を選択できるところには、その旨を注記しました。)
3. その選択肢を選んだ結果、さらにお教え頂きたいことがある時は、それを 印 で示しています。

には該当する数字を右づめで入れて下さい。

には自由な記述でお答え下さい。

4. 時々例外的な型もありますが、おおむね上述の要領でお答え願います。

ここからアンケートがはじまります。よろしく御記入をお願いします。

【 1 】 次の基礎的な事項にお答え下さい。

問① このアンケートの記入年月日は？ ⇨昭和 57 年 月 日

問② あなたの年齢は？ ⇨現在、 満 歳

問③ あなたの性別は？

1. 男

2. 女

問④ あなたは結婚していらっしゃいますか？ 又は、したことがありますか？

1. 未婚

2. 既婚 ⇨問④-a お子様がありますか？

1. ない

2. ある ⇨問④-b お子様の構成を御記入下さい。

↓

第 1 子 昭和 年生れ ⇨ (1. 男 2. 女)

第 2 子 昭和 年生れ ⇨ (1. 男 2. 女)

第 3 子 昭和 年生れ ⇨ (1. 男 2. 女)

第 4 子 昭和 年生れ ⇨ (1. 男 2. 女)

第 5 子 昭和 年生れ ⇨ (1. 男 2. 女)

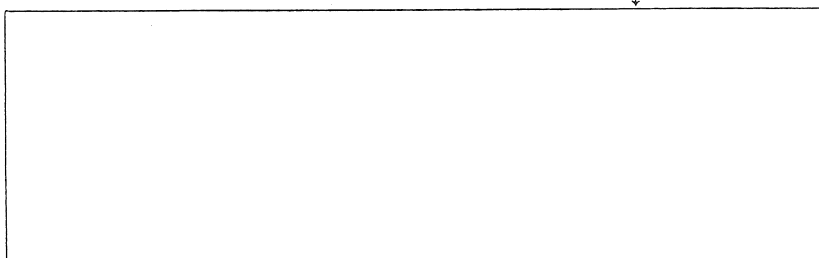
第 6 子 昭和 年生れ ⇨ (1. 男 2. 女)

【Ⅱ】 あなたのお仕事についてお答え下さい。

問⑤ あなたの現在の専門分野の分類は？

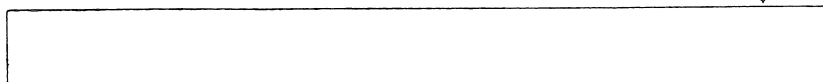
- 1. 物理系
- 2. 化学系
- 3. 医学・生物系
- 4. その他

⇒ 問⑤-a あなたの専門分野について、少々具体的に記述して下さい。



問⑥ あなたが、現在、またはこれまでに、使用した装置や機器は？
(複数の装置や機器を御使用の場合は、それらすべてに 印を)

- 分光計 ⇒ (可視 IR UV ラマンその他)
- 質量分析計
- クロマトグラフィ ⇒ (ガス 液体)
- 熱測定装置
- 電気測定装置
- 磁気測定装置 ⇒ (NMR ESR NQR その他)
- 加速器
- プラズマ
- その他 ⇒ よく使用されるものを御記入下さい。 ↴



【Ⅲ】 磁場を発生している機器を、現在使用している方、または過去に使用したことのある方のみ、この頁の質問にお答え下さい。

それ以外の方は、この頁をとばして、次頁の【Ⅳ】へお進み下さい。

問⑦ 磁場を発生している機器の近くでの、あなたの作業従事歴は？

1. 現在従事している ⇨ 昭和 年頃から。
2. 過去に従事したが、 ⇨ 昭和 年頃から昭和 年頃まで。
現在はいしていない

問⑧ その作業頻度は？

1. ほぼ日常業務的に ⇨ / 日平均 時間程度
2. 日常業務的ではない ⇨ 月間平均 時間程度

問⑨ 使用機器は？（磁場の発生源をできるだけすべて御記入下さい。）

機 種 ^{注a}	型名、又は機器名	作業環境での磁場強度 ^{注b}	最頻 ^{注c}	最近 ^{注d}
()	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
()	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
()	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
()	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
()	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

注a 機種は、(1) NMR (2) ESR (3) 加速器 (4) プラズマ (5) 質量分析計 (6) その他、の6種類とし、1~6の数字で表示して下さい。

注b 推定値の場合は(推定)と付記して下さい。不明の場合は?印でよい。

注c あなたにとって最も使用頻度が高かった機器に☑印をつけて下さい。

注d あなたにとって最も最近使用した機器に☑印をつけて下さい。

この頁の記入がすみましたら、次頁へお進み下さい。

【Ⅳ】 問⑥の（問⑨を記入された方は問⑨の）機器を用いての、作業中の体調についてお答え下さい。

問⑩ 肩凝りのおきかたは、作業時間外と比べて、変りがありますか？

- 1. 変らない
- 2. 凝り易い
- 3. 凝り難い

問⑪ のどの渇きは？

- 1. 変らない
- 2. 渇き易い
- 3. 渇き難い

問⑫ 排尿頻度は？

- 1. 変らない
- 2. 多い
- 3. 少ない

問⑬ 注意力は？

- 1. 変らない
- 2. 注意力を集中させ易い
- 3. 注意力を集中させ難い

問⑭ 睡眠不足とは関係なく、不意にねむくなったことがありますか？

- 1. ない
- 2. ある ⇨問⑭-a その頻度は？

- 1. しばしば
- 2. たまに
- 3. これまでに1～2度ほど

問⑮ 視覚に異常を感じたことがありますか？

1. ない

2. ある ⇨ 問⑮-a その頻度は？

1. しばしば

2. たまに

3. これまでに1～2度ほど

問⑮-b 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

問⑮-c どのような異常か記述して下さい。→

問⑯ 幻聴を感じたことがありますか？

1. ない

2. ある ⇨ 問⑯-a その頻度は？

1. しばしば

2. たまに

3. これまでに1～2度ほど

問⑯-b 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

問⑯-c どのような音か記述して下さい。→

問② 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. 医師にはかかっていないが
なんとなく体調がわるい

⇒問②-a 病気の内容や、体調不調の状況を、差し支えない範囲で記述して下さい。

【 VI 】 自由にお答え下さい

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、あるいは皆様の御体験や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。

お忙しいところ、当アンケート調査へ御協力頂き、誠に有難うございました。