



The Magnetic Health Science Foundation Newsletter

磁気と健康

MAGNETICS & HEALTH NO.26

20/4特別号

目次

小谷理事長ご挨拶	1
役員ご挨拶	2
斉藤前理事長ご挨拶	6
設立20周年記念講演会及び記念パーティー	8
20年のあゆみ	12
20周年記念特別講演「日本から発信する脳卒中後遺症に対するリハビリテーション」 (東京慈恵会医科大学 安保 雅博 先生)	14
コラム「磁気の歴史と未来への期待」	18
20周年特別寄稿「磁気研究と共に」(九州大学 上野 照剛 先生)	20
20周年特別インタビュー「磁気と健康」(九州大学 上野 照剛 先生)	22
学術報告「交流磁界が細胞内Caイオン濃度に及ぼす影響の解明」 (埼玉医科大学 教授 駒崎 伸二 先生)	24
ホームページのご案内	28

無限に拡がる磁気健康科学の可能性を確信に

理事長 小谷 誠 東京電機大学 名誉教授



平成6年5月の設立から20年、当財団を様々な形で支えていただいた数多くの関係者の皆様に深く感謝し、心より御礼を申し上げます。

平成26年3月16日、東京のイイノホール&カンファレンスセンターにて開催いたしました設立20周年記念講演会並びに記念パーティには150名を超える皆様にお集まりいただき、多くの研究者や賛助会員の方々と交流させていただきました。20年の歩みをあらためて実感し、とても感激いたしました。

磁気の特性は、いまや医療、美容、工学の分野にとどまらず、技術革新の分野にも大きく貢献しています。2027年開業予定のリニアモーターカーをはじめ、非接触電力伝送技術(電磁誘導・磁界共鳴方式)を使って携帯電話や電気自動車へ無線で電力を供給したり、磁場を利用した特殊な瞬間凍結技術により食材の細胞を破壊することなく鮮度を保つことができます。また、当財団が多数の研究助成を行っている医療の分野は、非接触・非侵襲の医療技術が発展し、MRI(磁気共鳴映像法)では動作する部位を映像としてとらえることができるまで進歩しています。

磁気は既に最先端技術の一役を担い、私たちの社会生活の向上に著しい寄与を果たしつつあります。

しかし、磁気の本質についてはいまだに解明されていない面も多く、特に人体に与える影響について は諸説入り乱れている分野も存在しています。また、欧米諸国によっては磁気の作用について批判的 な見解を持っている研究者の方々がいらっしゃることも事実です。

このような状況において、当財団の役割は、磁気の本質を究明することを目的に磁気健康科学技術の研究を助成することはもちろんのこと、広く国内外の知見・研究動向に関する情報を収集するとともにそれを普及し、国内外の広い分野の研究者による知識の交流を促進することであり、このことが学術的にも社会的にも重要な意義を持つものだと確信しております。

この20年間で助成対象となった研究の総件数は233件、助成総額は2億5千万円に到達しております。今後も30周年に向かって、更なる発展を目指し、従来の常識や技術にとらわれない柔軟な発想と日夜絶えない探究心をもつ研究者の方々のお役に立ちたいと考えております。そしてこれまで以上に豊かな国民生活の実現と経済社会への貢献ができるよう、より一層努力してまいりますので、今後とも引き続きご支援ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

204 Anniversary

100

公益財団法人磁気健康科学研究振興財団が設立20 周年を迎えられたこと、誠におめでとうございます。生体 でも生体外においても情報伝達における電磁波の重要 性は、広く認識されていますが、磁気の健康に対する影響については、未知の部分も多く、本財団が研究助成に より本分野での研究を推進する意義は極めて大きいと 思います。未知なるが故に、健康への悪影響に関する研 究も一方で発信されていますので、この面もきちんと整 理して検証してゆく必要性も感じています。磁気応用研 究の発展と、磁気の生体影響に関する国民への啓発を 進める上で、本財団の益々の発展を祈っています。





平成18年度に理事に就任致しました。

当時初代理事長 大島正光先生でした。理事会の冒頭で自己紹介の代わりに歌を唄えと言われ、絶句しました。誰も手を上げる理事はおりませんでした。しかし、私の研究における生涯の恩師が本当に変わった一面を示して驚きました。なんとか先生の希望に沿えるようにと思い、手を上げて恥ずかしさ(当時小生は大学の学部長職にあった事)を忘れ一曲唄いました。上手か、

上手くなかったかはそれ以来、どなたにも感想を述べて いただかなかったのでわかりません。本当に自由に意見 の言える財団です。多くの研究者が応募していただき本 財団が更に高く評価されることを願っています。

理事 青山学院大学 名誉教授 井出 英人



M

Disruptive Innovation - 破壊的革新 - を期待! NIKKENは1994年に日本の民間企業で初めて「磁気 と生体」に関する研究を助成する財団を設立しました。 「電気」と同様、「磁気」がなぜこの宇宙に存在するのか一 般の人たちはわからなくとも私たちはそれらを応用した 器具や製品の便利さを享受しています。20世紀から 2 1世紀にかけてマーケットや世の中を一変させるよう な革新的技術や製品が生まれ続けています。これを 1995年ハーバードビジネススクールの教授たちは Disruptive Innovation - 破壊的革新 - と呼びました。 ソーラーパワー、コンピューター、MRI(磁気共鳴映像装 置)、電気自動車、薄型テレビ、ロボット、インターネット、 携帯電話、3Dプリンター、Immunotherapy(免疫療法)な どなど枚挙にいとまがありません。それらの多くが磁気の 不思議な力を応用しています。当財団の研究成果から破 壊的革新に繋がり世の中を一変させるようなテクノロジ ーや製品が生まれることを期待してやみません。

専務理事 Nikken International Inc. Chairman 渡邉 利三



M

財団が設立されて20年の節目を迎えました。私は設立当初から参画し、研究助成に対する多数の応募課題から優れた研究を評価する仕事にも携わって参りました。貴重な研究助成金を有効に活用して、未だ解明されていない磁気の生体影響の追究や磁気の応用により人々の健康増進に役立って頂ければと願っております。初代理事長の大島正光先生から、齋藤正男先生、小谷誠先生と、この分野の先駆的研究に従事された錚々たる先生方の指導の下で事業が展開されております。20年の節目を迎え、財団活動が更なる飛躍を遂げる事を祈念すると共に、財団設立に多大な貢献をされた関係者の方々に深く敬意を表します。

理事

一般財団法人 電気安全環境研究所 電磁界情報センター 所長





204 Anniversary

M-

学生時代、初代理事長の大島正光東大教授が説いて おられる自由な研究精神を募って東大、大島研究室に入 門させていただきました。

はじめ大島先生と戸川達夫助手に生体に磁場を与えれば、血流により起電力が生じ、それを表面電極でとれるのではかと、相談しましたところ、大いにやってみる価値があるということで、早速研究に着手しました。

ダンプカー程の大きな磁石で実験を行いました。胸骨 を夾んだ両側に心電図用の電極を置き、血流による起電 力を得ることができました。このようにして、人体胸部の 心拍出量の計測ができました。

心拍出量は医者であれば誰でもが、知りたかった情報 でしたが、当時では実際に、その計測は不可能でした。理 論的には問題ないのですが、巨大な装置が必要であり、 実用化ができませんでした。今後は、この分野の研究が 発展することを祈念しています。

> 理事 医療法人社団栄相会 深田クリニック 院長





M

磁気健康科学研究振興財団発足20周年、誠にお目出 とうございます。

小生は平成10年からの参加ですから、まだ16年しか 経過していませんが、最初の頃はまだ大島正光初代理 事長がご健在でありました。実は、小生が東大医学部学 生の時に、先生が教授で、航空医学の講義を受けまし た。飛行機が成層圏に上がって行くと、気圧が下がり、遂 には人間の血液が沸騰するというものでした。大変な驚 きを持ってその講義を聴いたことを覚えています。その 大島教授が当財団の理事長として理事会を取り仕切っ ておられました。もう80歳を超えていたと思いますが、ま だまだお元気でした。しかし、ところどころ斑ぼけはありま したが…。その間、当財団の研究助成費を医局員が戴 き、誠に感謝に耐えません。あまりお手伝いらしきことも できませんが、今後も、当財団の発展のために微力を尽 くす所存ですので、宜しくお願い申し上げます。

> 理事 医療法人社団自靖会 親水クリニック 院長

北村 唯一



M

財団20周年特別号にあたり、この財団が出来る前か ら係わってきたものの一人として枡田さんと銭高さんお 二人の功績を心から称えたいと思います。

枡田さんは云うまでもなく、日本健康増進研究会を初めから立ち上げ、この財団の基礎を築き自らは早くから身をひくなど、なかなかまねの出来ないことであります。また、銭高さんは旧通産省の出身でありその幅広い人脈と卓越した人柄で財団20年の基礎を築いた人です。多くの人々の関与と様々の関心が一体となり20年続いたこの財団が今後30年40年と継続していくことを望んでおります。

監事 平塚市民病院 元名誉病院長

青木 明人



M

磁石は小さい時から知っていますが、この磁気に関して私の興味は福祉機器への応用です。SQUIDやMRIは生体磁気計測として、また、静磁場や交流磁場による血行や体のコリの改善を目的とした磁気健康器具は有名です。しかし、磁気を福祉機器に応用する例は、一部の研究報告以外ほとんどありません。現在、私の研究室では、磁気刺激による便秘予防システムと卵巣などの磁気による過冷却凍結保存システムの開発に取り組んでいます。これらの研究を突破口に、磁気による福祉機器・医療機器の開発に取り組む予定です。将来、多くの高齢者や障害者の低下した機能や失われた機能を支援する磁気システムの実用化は、極めて重要です。たかが磁気、されど磁気、まさにこれからと言えます。

監事 東京電機大学 工学部 機械工学科 教授

土肥 健純



204 Anniversary

M-

大きな磁石である地球上に万物の霊長として存在する人間も、元をただせば数十億年前に地磁気環境下にあって放電現象により海洋で誕生した原始生命体に行きつきます。 近年では、この発生時より電気的・電磁気的システムを有する生体の性質はさらに微細なレベルまで計測分析され、本財団でも診断や治療そして広く健康につながる種々の研究が助成の対象となってきていることを大変意義深く感じております。「磁気と健康」20周年号の発刊を迎え、今後共、人間の健康に寄与する研究を応援していければ大変有意義と期待しております。

評議員 日本医療科学大学 保健医療学部 教授



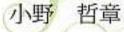
飯田 恭子



長年、医療機器の承認審査に携わってきた経験から、 磁気を適用した治療器の開発に一言。電磁気学といわれ るように、磁気と電気は不可分の関係にあります。生体へ の磁気作用は、単純に磁気だけの影響か、それとも磁気 によって引き起こされた電流(電圧)作用によるものかの 見極めが重要であります。特に交流磁界は容易に交流電 流(電圧)を誘起し、電流刺激の原因になります。

磁気刺激治療を真に科学的な分野として確立・発展させるための1つの関門として心に留めていただければ幸いです。

評議員 滋慶医療科学大学院大学 医療管理学研究科 教授





M

本財団が1994年5月に設立してから、本年で20周年 を迎えることになり、年月の歩みは速いものであると実感 しています。また、財団の目指すものは、設立の主旨にあ るように、「磁気による健康の維持および応用研究の助 成」、「技術動向等の調査研究に対する助成や情報の収 集・提供」、さらには、「健康で豊かな生活と、経済社会の 発展に貢献」しようとするものであります。これらは、財団 が発行している会報誌の名称である「磁気と健康」に表 されています。

私たち生物は、磁石である地球(自然界)に住んでお り、この「地球磁石」から供される「磁界」の中で日々生活 をしています。また、人間の体からも微弱な磁界が出てい ます。このように、「磁気」は、身近なものであります。そし て、高齢化社会の急速な進みの中で「健康の維持」は大 変重要になります。この状況の中で、本財団の目指す「磁 気と健康」を通しての社会における役割と貢献のさらな る継続は、大変有意義なものとなることでしょう。

> 評議員 東京電機大学 理工学部 電子·機械工学系 教授



内川義則

M

財団の創立20周年おめでとうございます。磁気と健康は、身近で奥の深い問題です。20年の間に、磁気の医療応用で飛躍的に発展した分野もありましたが、華やかなテーマを追いかけるだけでなく、磁気が健康に、直接にどのように関わるか、という根本的な課題にも、絶えず眼を向けていることに、この財団の存在意義があると思います。高名な先生方が財団の役員に名を連ねてきました。それらの方々と向き合って、磁気と健康について考えることは、他ではできない貴重な経験でした。財団に感謝の意を述べるとともに、さらなる発展を祈ります。

評議員 首都大学東京 都市教養学部 理工学系 教授



多氣 昌生

20 Anniversary

M

磁気健康科学研究振興財団設立20周年おめでとう御座います。また、3月に開催された「20周年記念事業」の御成功、 誠におめでとう御座います。これも偏に関係者の皆様方の御 努力の賜物と感謝しております。

私は医学部を卒業し、神経解剖学教室に入局し、中枢神経 シナプスの構造を研究していました。また、神経に対する磁 気の影響にも興味を持っており、電気生理学的手法を用いて 研究を行っていました。しかし、専門外のこともあり、当時東 京大学医学部で教授をされ、日本の磁気研究のパイオニア のお一人であった上野照剛先生に相談をさせて頂いたとこ ろ、快く研究機器やその調整方法についてご助言を頂き、ま た特殊な機器も使用させて頂きました。上野先生には一方な らずお世話になり、心より感謝しております。その後、千葉大 学工学部のメディカルシステム工学科に移り、神経伝導に対 する磁気の影響の研究を続けて参りました。約5年前に家業 を継ぐ為に工学部を早期退職し、現在は複数の医療施設と 介護施設を経営しています。認知症の患者さんの中核症状と 特に周辺症状(BPSD)の克服に日々取り組んでいますが、確 実な治療法がない現時点では、磁気の効果に期待していま す。特に、うつ病の治療に用いられ始めた磁気刺激療法の可 能性に着目しています。最後に、当財団に関係する全ての皆 様方の、益々のご活躍を祈念して擱筆させて頂きます。

> 評議員 医療法人社団知己会 能岡クリニック 理事長

龍岡 穂積



M

20周年を迎えられたこと大変感慨深く感じます。 第1回目から財団のご支援を賜り、磁気と生物に関する 研究という、地道な継続が重要な研究を推進するうえで 大きな励みとなったと思います。この20年間で生体磁 気の分野もめまぐるしい変化がありました。この分野で健 闘するそれぞれの研究者が困難な状況に陥った際に、こ の財団の支援で切り抜けた方も多かったのではないで しょうか。今後も多くの支援を続けられますことを祈願致 します。

評議員

広島大学 ナノデバイス・バイオ 融合科学研究所 教授

岩坂 正和





20年という年月の重みを噛み締めています。発足当 時、出来たばかりの財団の評議員に推され、かなり躊躇し ましたが、大島正光先生が理事長ということで、お引き受 け致しました。

20年間、私は何もできませんでしたが、毎年の研究課題募集の状況を見ましても、財団の評価が一定してきたことに安堵致しております。これも歴代理事長はじめ、役員やスポンサー企業の方々の高い見識によるものに間違いありません。いよいよ成人となった財団が、「磁気と健康」関連の研究にとって無くてはならぬ存在になるよう、皆様とともに微力を尽くしたいと存じます。

評議員

東京電機大学 情報環境学部 情報研究デザイン学科 教授







磁気健康科学研究振興財団の設立20周年おめでとう ございます。

NIKKENは財団設立時からサポートを続けてまいりました。財団の設立趣旨にある「高齢化社会が抱えている 諸問題の解決」が予防医学の重要性を示しているものと 思われます。この趣旨と同様に、NIKKENも予防医学に観 点から様々な磁気商品を提供してきました。

いまや4人に1人が高齢者という現実で、まさに超高 齢化社会の入り口に差し掛かってきている状態といえま す。医療費の増大が予想され、予防医学がますます重要 性を増すなかで、磁気の力が必ず貢献できるものと信じ ております。NIKKENも今年で設立40周年を迎えます。 今後も20周年を迎えたこの財団ともに磁気健康科学研 究のあくなき追求へ邁進する研究者の方たちを応援して いきます。

> 評議員 株式会社NIKKEN 代表取締役社長

竹内 陽二



前理事長のご挨拶

2011 Anniversary

20年の苦労の上に

20年前に、磁界による健康維持と病気治療を目指して財団が発足しました。我が国のこの分野の少数の学識者を役員にお願いしたので応募側が淋しくなり、遂に生体磁気に関係すれば何でもどうぞという状況になりました。バブル騒動で財団も経済危機になりましたが、小谷理事長はじめ関係者の御努力によって乗り切れることができました。苦労は多かったのですが、これから主体的に世の中を導いてほしいと願います。磁気生体効果の長い歴史に浅はかに挑戦しても意味はありません。短絡的に学位や成果と言わず、電荷移動や材料物性などの科学的な足場から長い目で取り組む人を応援してほしいと思います。今後の発展を期待致します。

第2代理事長(2006~2010年) 東京大学 名誉教授 斉藤 正男

理事·監事·評議員

理 事 —			
小 谷 誠 (理 事 長)	東京電機大学 名誉教授	大久保 千代次	一般財団法人電気安全環境研究所 電磁界情報センター 所長
相 澤 好 治 (副 理 事 長)	北里大学 名誉教授	岡 井 治	医療法人栄相会 深田クリニック 院長
渡 邊 利 三 (専 務 理 事)	Nikken International Inc. Chairman	北村 唯一	医療法人社団自靖会 親水クリニック 院長 東京大学 名誉教授
井出 英人	青山学院大学 名誉教授		東京大学 名誉教授
監事 —			
青木 明人	平塚市民病院 元名誉病院長	土 肥 健 純	東京電機大学 工学部 機械工学科 教授
評議員 ——			
飯田恭子	日本医療科学大学 保健医療学部 学部長 首都大学東京 名誉教授	龍 岡 穂 積	医療法人社団知己会 龍岡クリニック 理事長 千葉大学 客員教授
内川 義則	東京電機大学 理工学部 電子·機械工学系 教授	根本 幾	東京電機大学 情報環境学部 情報環境デザイン学科 教授
小野哲章	滋慶医療科学大学院大学 医療管理学研究科 教授	岩坂 正和	広島大学 ナノデバイス・バイオ 融合科学研究所 教授
多氣 昌生	首都大学東京 都市教養学部 理工学系 教授	竹内陽二	㈱NIKKEN 代表取締役社長
武田常廣	傑新領域技術研究所 代表取締役社長		



公益財団法人 磁気健康科学研究振興財団

設立との周年を記念して

平成26年3月16日、東京のイイノホール&カンファレンスセンターにおいて 公益財団法人磁気健康科学研究振興財団の設立20周年を記念した講演会 並びに記念パーティーが盛大に開催されました。

第20回研究助成金授与式も同時に開催され、会場には研究者の方と共に 多数のご来場者、賛助会員の方で賑わいました。

設立から20年、磁気研究の限りない可能性を追い続け、助成対象となった 研究の総件数は233件、助成総額は約2億5千万円となりました。

20年という歴史の重みを実感し、今後30周年、40周年に向かって、更なる 発展を期待させる式典となりました。



20年間を振り返って小谷理事長より挨拶。

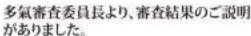


設立当時、通商産業省担当者として ご尽力頂いた小川 洋 福岡県知事 からの祝電披露。

₩ 第20回研究助成金授与式

本年度は多数の応募の中から、10名の研究者の方々へ総額1,000万円の助成金が授与されました。授与者の方々にスピーチをいただき、日夜研究に勤しむ姿に頼もしさを感じました。









平成25年度 第20回 研究助成授与一覧表(敬称略)

≪基礎研究≫

東北大学 大学院医工学研究科 准教授 川下 将一 体液環境下でアパタイトを形成する 磁性ナノ粒子含有チタニア微粒子の開発

独立行政法人 産業技術総合研究所 研究員 中村 真紀 磁気温熱療法に適した磁性パイオ ミネラル粒子の迅速製造技術

大阪大学 大学院工学研究科 准教授 中川 貴 高い発熱性を有する磁気ハイバーサー ミア用自己温度制御性発熱体の開発

大阪大学 大学院理学研究科 助教 諏訪 雅頼 細胞内鉄計測を目指した高感度顕微 ファラデー回転測定法の開発

≪応用研究≫

独立行政法人 国立病院機構 東京医療センター 耳鼻咽喉科 医員 五島 史行 治療抵抗性平衡障害に対する経頭蓋 磁気刺激による新規治療法の開発

東京慈恵会医科大学 リハビリテーション医学講座 助教 百崎 良

嚥下障害に対する機能的磁気刺激の臨床 応用

京都大学 医学研究科 特別研究員 小金丸 聡子 経頭蓋磁気刺激装置による生理学的基盤 に基づく新たなニューロ・フィードバック法 の開発と応用 奈良工業高等専門学校 機械工学科 助教 児玉 謙司 磁気ハイパーサーミア治療普及のため の小型交流磁場発生システム開発

≪指定テーマ研究≫

東京大学 医学部附属病院 神経内科 助教 濱田 雅 経頭蓋磁気刺激を用いた一次運動野 の運動変数記号化についての研究

独立行政法人 国立環境研究所 主任研究員 石堂 正美 超低周波電磁界の神経幹細胞の 及ぼす影響評価に関する研究

№ 役員功労者表彰

設立(平成6年5月)より、毎年の研究助成や磁気研究の発展・啓蒙に対し、20年間の長きにわたりご尽力いただきました7名の役員の方へ、これまでの功労を称えるとともに記念品が贈呈されました。



渡邉専務理事より記念品の贈呈。

設立より20年間ご尽力いただいた役員(50音順・敬称略)

公財) 磁気健康科学研究振興財団 監事 平塚市民病院 元名普院長

青木 明人

公財)磁気健康科学研究振興財団 評議員 東京電機大学 理工学部 電子・機械工学系 教授

内川 義則

公財)磁気健康科学研究振興財団 理事 一般財団法人 電気安全環境研究所 電磁界情報センター 所長 大久保 千代次 公財)磁気健康科学研究振興財団 理事 医療法人 社団栄相会 深田クリニック 院長 岡井 治

公財)磁気健康科学研究振興財団 理事長 東京電機大学 名誉教授 小谷 誠

公財)磁気健康科学研究振興財団 評議員(審查委員長) 首都大学東京 都市教養学部 理工学系 教授 多 氣 昌 生



公財) 磁気健康科学研究振興財団 評議員 東京電機大学 情報環境学部 情報環境デザイン学科 教授



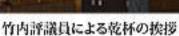
功労者代表として岡井理事のスピーチ

公益財団法人磁気健康科学研究振興財団 20周年記念

── 20周年記念パーティー

和やかな雰囲気のもと、授与者の皆さまを中心に財団の役員の方、賛助会員の方、その他財団に関係する多くの 方々がにこやかに歓談され、20周年をお祝いしました。































一 沿革

1994年 4月27日 通商産業省 公益法人設立申請

1994年 5月20日 通商産業省 公益法人設立許可書受理(6機第1535号)

1994年 5月23日 財団法人磁気健康科学研究振興財団 法人設立登記

1994年 6月27日 第1回役員会

第1回審查委員会

1994年 8月31日 会報「磁気と健康」第1号発行

1995年 3月15日 平成6年度 第1回研究助成金授与式

1997年10月16日 平成6年度(第1回)

平成7年度(第2回)助成研究成果報告書発行

2011年 3月23日 内閣府 公益財団法人認定書受理(府益担第2260号)

2011年 4月 1日 公益移行登記

2014年 3月16日 20周年記念特別講演会及び記念パーティー

₩ 研究助成実績

助成件数:233件

助成総額:2億4,920万円



№ 20周年記念特別講演会

講演テーマ

夢をあきらめない力 ~はやぶさの奇跡~

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 シニアフェロー 宇宙科学研究所 宇宙飛翔工学研究系 教授

川口 淳一郎 氏



PROFILE

宇宙工学者、工学博士。1978年 京都大学工学部卒業後、東京大学大学院工学系研究科航空学専攻博士課程を修 了し、旧文部省宇宙科学研究所に助手として着任、2000年に教授に就任。

2007年4月から2011年9月まで、月惑星探査プログラムグループ プログラムディレクタ (JSPEC/JAXA)1996年から2011年9月まで、「はやぶさ」プロジェクトマネージャを務める。

現在、独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所(ISAS/JAXA) 宇宙飛翔工学研究系教授、2011年8月より、シニアフェローを務める。

ハレー彗星探査機「さきがけ」、工学実験衛星「ひてん」、火星探査機「のぞみ」などのミッションに携わり、小惑星探査機「はやぷさ」では、プロジェクトマネージャを務めていた。

小惑星「イトカワ」のサンプルリターンという世界初の偉業を成し遂げた「はやぶさ」。 その探査機「はやぶさ」のプロジェクトマネージャーを務めた川口淳一郎教授に 「夢をあきらめない力」について講演していただきました。

講演テーマ

日本から発信する 脳卒中後遺症に対するリハビリテーション

東京慈恵会医科大学 リハビリテーション医学講座 主任教授 診療部長





PROFILE

1990年3月 東京慈恵会医科大学卒業

1993年3月 神奈川リハビリテーション病院リハビリテーション科医員

1994年3月 東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座助手

1996年4月 東京都立大久保病院リハビリテーション科医員

1998年1月 東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座助手

1998年4月 スウェーデン カロリンスカ研究所/病院

Department of Clinical Neuroscienceに留学

2000年5月 帰国

2000年8月 東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座講師

2001年7月 東京慈恵会医科大学附属病院リハビリテーション科診療医長

2001年9月 東京慈恵会医科大学附属病院リハビリテーション科診療部長

2007年4月 東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座主任教授

2009年4月 首都大学東京客員教授

脳卒中後遺症のリハビリに磁気治療を導入し、最前線医療としてテレビ等数々のメディアで取り上げられた治療効果について安保雅博教授より講演していただきました。

20 Augustany 公益財団法人 磁気健康科学研究振興財団

「20年のあゆみ」

1994年 4月27日 通商産業省 公益法人設立申請

1994年 5月20日 通商産業省 公益法人設立許可書

受理(6機第1535号)

1994年 5月23日 財団法人磁気健康科学研究振興財団

法人設立登記 初代理事長就任







初代理事長に大島正光先生(元東京 大学医学部教授)が就任されました。

1994年 6月27日 設立披露パーティー/第1回役員会/第1回審査委員会

東京のホテルオークラにて設立披露パーティーが盛大に開催されました。





設立に際し、各界から多くのご支援を賜りました。



日本航空(株)



(株)ジェイティービー



西日本銀行(株)



(株)三和銀行

1994年 9月30日 第1回磁気健康科学セミナー

第1回目の磁気健康科学セミナー が東京電機大学にて開催され、岡 井治医学博士による「神経に対す る磁場の作用」について講演して いただきました。







1994年 8月31日 会報誌「磁気と健康」第1号 発行 会報誌「磁気と健康」 会報1号~26号:26册



「助成研究成果報告書」 報告書平成6~24年度版:16冊 (1997年 初版発行)



平成24年度

1995年 8月 6日 磁気健康科学セミナー特別講演 (海外特別講師)

カリフォルニア大学からRリバティー博士を迎えて、 磁気曝露によるカルシウムの動きについて講演して いただき、海外の知見にも理解を深めました。





2003年 3月18日 第9回助成金授与式及びパーティー



第9回の開催からアメリカを初めとする海外からの参加者を募り、国際交流を行いました。

2006年 6月 7日 第2代理事長就任



第2代理事長に斉藤正男先生 (東京大学名誉教授)が就任 されました。





2010年 6月11日 第3代理事長就任



第3代理事長に小谷誠先生 (東京電機大学名誉教授) が就任されました。







2011年 3月23日 内閣府 公益財団法人認定書受理(府益担第2260号) 2011年 4月 1日 公益法人移行登記



2014年 3月16日 20周年記念特別講演会および、記念パーティー









おかげさまで、20周年を迎えることができました。今後ともよろしくお願い致します。

日本から発信する 脳卒中後遺症に対するリハビリテーション

東京慈恵会医科大学 リハビリテーション医学講座 主任教授 診療部長 安保 雅博



2025年2人に一人は脳卒中

脳卒中は簡単に分類すると脳の血管が詰まるタイプと破けるタイプがあります。外国のデータによると、脳卒中になって5年後どのような状態になっているか。2/3は麻痺が残り、22~25%は認知症、20%の人が脳卒中を再発。といった燦々たる結果です。日本における脳卒中がどうかというと、2009年の脳卒中データバンクを見ると、2/3が脳梗塞、つまりは脳の血管が詰まるタイプであることがわかります。詰まる原因としてアテローム、ラクナ、心原性の大きく3つあります。最近は特に高齢化の影響で、女性において不整脈が原因で起こる心原性の脳梗塞が増えています。薬としては、TPAという詰まったものを溶かす薬が注目されています。うまく薬が効けば、障害部位も少なくなります。溶けなかった場合でも、最近は脳外科医が血栓回収デバイスを使って、直接血栓を取りに行く方法もあります。



ここで重要なのは両方とも、適応の「時間」があるということです。しかし、たとえば「何かちょっと、話しにくい」、「手がしびれてきた」、「体の半分が動きにくい」という脳卒中と思われるサインが現れても、疲れたからちょっと寝ればよくなると解釈して寝てしまい、朝起きたら、手足が全く動かなくなっていた。という現状も多くみられます。早急に脳卒中を疑う症状が出た場合、主治医などに相談することを勧めます。

脳卒中が寝たきりの原因のNo.1

脳卒中は、寝たきりの原因のNo.1ですが、日本人の死亡原因の第4位です。ちなみに脳卒中自体で亡くなる方は約10%と言われています。つまり、「脳卒中で命は奪われないものの、体が不自由になる場合が多い。」ということです。一番大切なのは予防です。脳卒中に関しては防げない因子と防げる因子があります。危険因子の中で防げないのは年齢、性別、家族に脳卒中の人がいるかどうか。防げる危険因子としては高血圧、糖尿病、高脂血症、運動不足、喫煙といろいろあります。大事なのはこのような危険因子をなるべく少なくして脳卒中を起こさないことです。しかしながら不幸にも脳卒中を発症した場合は、急性期の治療が大事で、いかに後遺症を少なくするか、いかに寝たきりを作らなくするか、後遺症が残った場合にそれをいかに軽減させるか、後遺症を持ちながら残りの人生をいかに過ごすかというのが非常に大事になってきます。

「健康寿命」と「平均寿命」

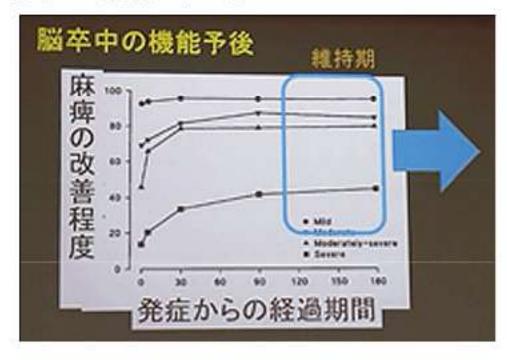
最近は「平均寿命」ではなく、人の手助けを受けずに自立して生活できる年齢つまり、「健康寿命」というのが注目されています。「健康寿命」と「平均寿命」の差は女性で約9年、男性で約7年です。要するに、この間、誰かの手伝いを受けながら予後を過ごさなければならないという現実があります。脳卒中は、寝たきりの原因No.1ですから、いかに脳卒中になっても後遺症を減らすというのが非常に大事だというのが分かると思います。

先程、急性期の治療およびリハビリテーションは大事だと言いましたが、リハビリテーション学会が今年で50周年を迎え、記念事業としていろいろな啓蒙活動をしています。少し前に、2度ほど脳卒中を患った西城秀樹さんと一緒に講演をさせてもらった時に西城さんが、「リハビリは大事ですよ」ということをしっかり皆さんに話されていました。リハビリテーションが大切であるという重要なことを、このように芸能人の方が話してくださることは、非常に有効かつ大事なことだと思います。

脳卒中後遺症である麻痺はある期間から良くならないとされている

脳卒中の機能予後として、麻痺の改善程度と発症からの 期間についてスライドを示します。昔から同じような発表が 数多くされていますが、基本的には、ここ50年全く一緒の結 果です。つまりは、発症から時間が経過すると、麻痺は全く 良くならないということです。日本では、1982年、今から30 数年前に発表された論文ですが、上肢麻痺は、発症から3ヶ 月たつと、92.5%は麻痺のレベルが変わらなくなり、6ヶ月 以降に麻痺がわずかに5%だけ変化したと言っています。

コペンハーゲンスタディでは、もう少し詳細な結果が報告 されました。421人の結果からですが、軽い麻痺だと3週間 で80%、1ヵ月半で95%の人が「麻痺は良くならない」。重 度の麻痺では11週で95%、3ヶ月も満たない時に、「麻痺 は良くならない」という結果でした。



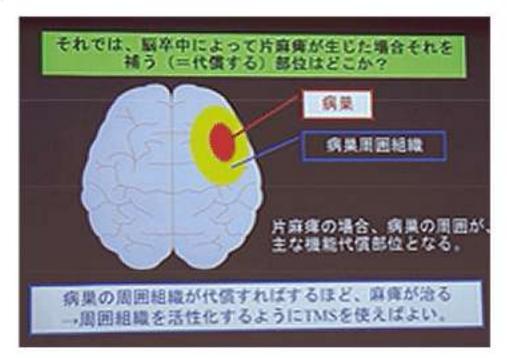
それでは、脳卒中後遺症の上肢麻痺に対するリハビリテーションはどうすればいいのか?という問題になります。2009年の脳卒中ガイドラインで最も推奨されていることが1つだけあります。それは、『麻痺側上肢に対して特定の訓練を積極的に繰り返し行うことが強く勧められる』ということです。

「麻痺の手に訓練するのは当たり前でしょ?」と感じてしまいます。要するに、脳卒中後遺症の上肢麻痺に対する治療としてのリハビリテーションがここ50年、まったく進んでいないといっても過言ではないということになります。皆さんご存知と思いますが、厚生労働省では「180日ルール」、発症180日後には医療保険ではなく介護保険に移りリハビリテーションをしましょうという制度。要するに維持期や慢性期と言われる時期に脳卒中の後遺症は良くならないから、医療保険で訓練するのではなく、通所リハビリに通って、介護保険で訓練をしなさいということです。これは、決して間違えている制度ではなく、世界からの報告に従って、厚生労働省が作成したエビデンスにのっとった素晴らしい制度であるとしか言いようがありません。

百歩譲って、脳卒中後遺症の上肢麻痺に関して考えてみましょう。麻痺により全く動かない上肢の回復は、難しそうだとは容易に想像できるのではないでしょうか。しかし中等度や軽度の上肢麻痺がなぜそれ以上よくならないのかの理由を見つけることができないと思います。また、脳卒中関連の患者さんは全国で150万人はいると言われています。それなのに、何故、麻痺が良くなる方法がないのか?という疑問も感じるのではないかと思います。私どもリハビリテーション医は、脳卒中の患者さんに訓練をする場合、ひとりひとり見て、理学療法士、作業療法士、言語療法士に訓練内容の指示を出します。すべてオーダーメイドです。それは基礎疾患に糖尿病があったり、ひどい高血圧があったり、損傷部位の大きさが違ったり、不整脈があったりと人それぞれ状況が違うからです。だから同じような障害モデルとして検討するのは非常に困難になってくるのです。要するに、中等度や軽度の麻痺を改善させるリハビリテーションを考えるには、『ある程度、均一の脳損傷を起こし、その損傷からほぼ均一の麻痺が生じ、その麻痺がほぼ均一に回復する』といった、リハビリテーションに対応した動物モデルを作成して、さらに、どこの脳がその回復に関与しているのかという答えがでれば、今まで改善されないとされていた麻痺に対して有効なリハビリテーションとは何かという答えが出ると考えました。

損傷を受けた側の脳や損傷周囲の機能が重要

動物実験や人の臨床データから導き出された結論は「損傷半球および、損傷部位の周囲の残っている領域の機能が中等度ないし軽度の麻痺の回復に重要な役割をする」ということでした。よって、『脳卒中後遺症である中等度ないし軽度の麻痺は、損傷半球および損傷周囲の機能を高めれば、改善する』という仮説を立てたわけです。

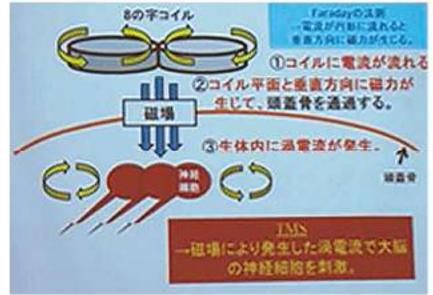


反復性経頭蓋磁気刺激

反復性経頭蓋磁気刺激装置は、マグベンチャーというコペンハーゲン製を使っています。理由は、世界のリハビリテーションの教科書を変えなければならないので世界で最も使われている機械を使うということです。経頭蓋磁気刺激装置は、スライドのように、コイルに電流を流すと磁場が発生し、その下に渦電流が出来て、その電流で脳を刺激します。例えば手の神経領域に経頭蓋磁気刺激を施行すると手が刺激に合わせて動きます。経頭蓋磁気刺激は簡単に言うと二つの刺激の仕方があります。1秒に1回刺激するやり方、低頻度磁気刺激という方法ですが、これは刺激した部位の神経活動を抑制することができます。逆に、1秒に10回刺激するやり方、高頻度磁気刺激という方法ですが、これは刺激した部位の神経活動を抑制することができます。逆に、1秒に10回刺激するやり方、高頻度磁気刺激という方法ですが、これは刺激した部位の神経活動を興奮させます。

なので、動物実験などから得られた知見にのっとって、 麻痺を改善させるには、損傷半球つまりは損傷周囲の働きが高まるように経頭蓋磁気刺激を使えばよいということ になります。だから、経頭蓋磁気刺激で脳を良い状態にして、集中的リハビリテーションを併用すれば麻痺が良くな るのではと考えたわけです。これを世界で初めて治療とし て体系化しました。表向きはいたって簡単で、経頭蓋磁気 刺激をして、訓練をして、余裕のある人は自主トレをする という治療体系です。





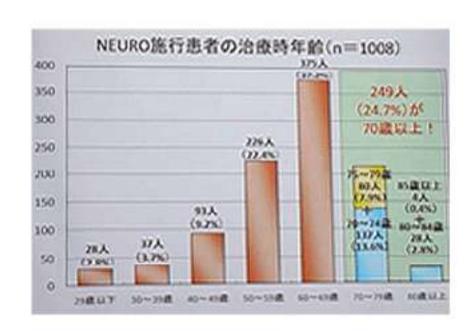
ニューロ

NEURO 世界初、磁気刺激と集中的リハビリの体系化

私は慈恵医大卒業ですが、学生の時からリハビリテーション医学を、リハビリテーションを専門としているリハビリテーション医学講座の先生方から教育を受けてきました。高齢化社会でリハビリテーション医学の重要性は必至のものですが、80大学の医学部の中に、リハビリテーション医学講座があるのは20校程度しかありません。そういう中、大学講座の一つとして、より難しい治療を単純化して、地方のいろいろな病院でできるようにするというのがひとつの使命だと思っています。現在、全国12ヶ所で同様の治療を受けられるようにしました。また、この脳卒中後遺症の上肢麻痺に対する治療として体系化した経頭蓋磁気刺激と集中リハビリにNEUROという名前をつけました。経頭蓋磁気刺激をしてある時期が過ぎると、日々刻々と上肢機能が変わってきます。私もそうですが、作業療法士も脳卒中後遺症である上肢麻痺は『治らない』という教育を受けています。だから、数年全く変化しなかった上肢機能がわずか1週間で改善していく過程というのが分からないのです。だから、目で見て覚えてもらわないと、こういうところにこういう訓練をすべきだと学んで覚えてもらわないと絶対ダメなのです。だから研修をしてもらうことにしています。

高齢者でもやる気があると良くなります

くどいですが、世界のリハビリテーションの教科書を変えなければならないので、医局員一丸になって、英語の論文など多数世に送り出しています。また、新聞などの報道は多数で、「ガイア」、「夢の扉」、「ガッテン」、「スーパーニュース」、「ヒューマンサイエンス」、「モーニングバード」などのテレビ番組にも出演し、啓蒙を続けています。現在、NEURO 終了者が2800人を超えましたが、1000例を超えたところで、そのデータを日本の雑誌に出しました。スライドのごとくですが、NEUROを受けた患者さんで最も多いのは60歳代。次いで70歳代で24.7%、249人でした。ちなみに評価スケールでその改善度を見てみましたが、年齢層に関係なく機能改善が認められていました。やる気の無いおじいちゃん、おばあちゃんはちょっと困りますけど、やる気があってNEUROの適用基準にのっていたらとても改善効果が高いということが分かってきました。



機能画像での証明

スライドは、ファンクショナルMRIの画像ですが、左の指を動かすと右の感覚運動野が賦活します。ここで左手の指を動かしているのが分かります。麻痺側の右手を動かすと、両方の脳が賦活します。右の指を動かすから本当は左の感覚運動野だけに小さな賦活が出なければならないのですが、スライドのようにこんなに大きく脳を使いながら指を動かしているのが分かります。

では、この麻痺側の右手を動かした場合の右脳の賦活は どのような役割?ということになります。今までの考え方だと 「左側を助けているのでしょ。」ということでしたが、我々の 動物実験の結果から、この賦活は助けているのではなくて 邪魔しているという判断をしました。 在の指を動かした場合(健常側) もの指を動かした場合(麻痺側)

だから、ここめがけて低頻度の磁気刺激つまりはこの部

位の神経活動を落としてあげるのです。そうするとスライドでも分かるようにここの活動を落とすようにNEUROをすると、少ない脳の賦活で手が動かせるようになったことが分かりました。要するに、非常に動かしやすくなるということです。この人は字が書けるようになりました。

さらに追加の研究を行い、NEUROを施行し麻痺の改善が得られた人は、障害側の機能が高まっていくことがファンクショナルMRIや脳血流画像で証明することができました。要するに、最初の理論、動物実験をベースにした考え方、「損傷半球および、損傷部位の周囲の残っている領域の機能が中等度ないし軽度の麻痺の回復に重要な役割をする」というのは間違っていないというのが証明されました。

ボツリヌス毒素療法(BoNT-A)

しかし、NEUROはまだ、完全な治療法ではないのです。 それは、適応基準があり、重度の麻痺、つまりは指が少し でも自力で広げることができない、腕も少しでも自力で伸 ばすことができないない人には、ほとんど効果がありませ ん。しかし、適用基準にのれば、高齢者でも前のスライドで も示した様に効果が十二分にあるのです。それでは、 NEUROの適応外の重度麻痺の人は麻痺が改善する方法 がないのかということになります。

2010年10月末に上肢痙縮、下肢痙縮にボツリヌス毒素療法(BoNT-A)が保険収載されました。痙縮の高い、つまりは緊張の強い筋に注射をして突っ張りを和らげるというものです。



海外では、昔から使用され、論文もたくさん出ています。突っ張った筋は注射をして可動域訓練をすれば柔らかくなります。柔らかくして、適切な訓練をして機能をあげるということをします。

BoNT-A投与後、やる気が出る

柔らかくなると訓練がしやすくなります。なので、手も上がらない、ひじも伸びない、指も開かないというような重度麻痺の患者さんでも正しい訓練をBoNT-Aを施行しながらすると、ゆっくりですがよくなっていく患者さんも多くいます。重度麻痺の患者さんがどこから良くなるのか、皆さんご存知ですか?これは、絶対に肩から、中枢からしか良くなりません。なので、中枢の機能をあげるようなBoNT-Aの打ち方や訓練のやり方が重要になってくるのです。

日本のリハビリは世界のトップクラス

私どもはテーラーメイド・インテンシブ・ニューロリハビリテーションを提唱しています。その中で、今日紹介した経頭蓋磁気刺激やBoNT-Aは、プレコンディショニングという概念のもと使用しています。つまりは、理学療法士や作業療法士や言語療法士達の良い訓練の成果を最大限に引き出すためには、脳の状態を訓練に反応しやすいよい状況にしておく必要があるからです。良い状態にして集中的に理学療法、作業療法、言語療法などを各患者にプログラムを立てて施行し、機能をあげる。これをテーラーメイドのインテンシブニューロリハビリテーションと呼んでいます。今は、症例によっては、必要に応じて薬を使って脳機能を高める、つまりは、経頭蓋磁気刺激などのプレコンディショニングをする前に行うプレプレコンディショニングということも積極的に行っています。今日お話ししたNEUROは世界に先駆けて、脳卒中後上肢麻痺に対しての治療体系として報告し、成果をだしたものです。これからも、日本のリハビリテーションは世界のトップクラスであることを発信し続けていきたいと思っています。

私たちの日常生活は磁気と共存していると言っても過言ではありません。まず、地球自体が大きな磁石だということは言うまでもありませんが、電化製品や自動車には磁気が利用され、ディスクやキャッシュカードなどの記録媒体としても大きな役割を果たしております。このように私たちと密接な関係がある磁気の歴史をご紹介します。

人類と磁気との出会いは遥か遠い昔、紀元前の時代に遡ります。天然の磁石はギリシャ時代(紀元前600年頃)に「ヘラクレスの石」と呼ばれています。ローマ時代(77年)の科学者プリニウスは「博物誌」の中で、羊飼いが鉄を引き寄せる不思議な石を発見したとされています。今日、「磁石」を「マグネット」と呼ぶのは、その羊飼いの名をとって「マグネシアの石」と呼ばれるようになったからです。英語の「マグネチック」には「魅力のある、人を引きつける」という意味もあります。

世界最古の文献である「呂氏春秋」(紀元前239年)に「慈石」の文字で記述されています。「慈石」とはまさに「磁石」のことで、鉄を引き付ける不思議な石が、母親が子供を抱くように優しく慈しむ様に例えられたそうです。また、有名な「史記」(紀元前91年)には、磁石をすり潰して患部の治療に用いられたことが記述されています。

中国でも磁石は古くから知られており、磁気の性質を記した

れています。

古代



日本の記録では、797年編纂された「続日本紀」 に不思議な力を持つ磁石が朝廷への献上品として 扱われたことが記述されています。医療分野でも 「医心方」(984年)という医書に磁石が解毒に 作用があると記述されています。

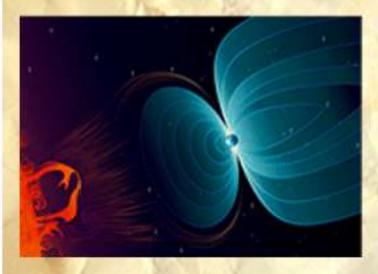
このように古くから世界の様々な国々で磁気の持 つ不思議な性質が確認されています。

中世

15世紀に入ると、古代より中国で発明されていた方位磁石が羅針盤として実用化され、その技術がマルコポーロによってヨーロッパへ渡り、大航海時代における航海技術に大きく貢献します。イギリスの物理学者ギルバートが、地球が巨大な磁石であることを解明したことにより、磁気学が盛んに取り上げられるようになります。



18世紀には電気と磁気の研究が行われるようになり、クーロン、 エルステッド、マクスウェル、ファラデー、フレミングといった 名だたる学者達によって、磁気と電気の法則や相互関係などが 次々と解明され、磁気の力は科学技術の分野において大きく飛躍 することになりました。また、この頃から電気・磁気・光学を1つ の分野にまとめた「電磁気学」という学問分野が始まりました。



紀元前600年 ギリシャの天然の鉱石「ヘラクレスの石」 紀元前239年 中国の「呂氏春秋」において「慈石」の記述 紀元前91年 中国「史記」において磁石が治療に使用される記述 77年 ローマのブリニウスが「博物誌」で「マグネシアの石」の記述 797年 日本の「続日本史」において献上品である磁石の記述 984年 日本の「医心方」において磁石が治療に使用される記述

1100年~1600年 羅針盤の誕生と大航海時代

1600年 イギリスのギルパートが「磁石論」で地球が磁石であることを示す

1660年 ドイツのゲーリックが「摩擦起電機」を発明

1776年 日本の平賀源内が「エレキテル」を復元

1785年 フランスのクーロンが電気と磁気についての研究を発表 (クーロンの法則)

1800年 イタリアのボルタが「ボルタ電堆・ボルタ電池」を発明

近代では磁気の応用研究が進み、様々な分野において磁気の科学技術が実用化されていきます。アインシュタインの特殊相対性理論(1905年)は、過去より研究されてきた「電磁気学」をもとに生み出されたものです。相対性理論と言えば、宇宙との密接な関わりがありますが、磁気は宇宙開発の技術にも大きく貢献しています。惑星探査機の特殊エンジンに使用されたり、宇宙服に磁性流体を組み込ませ、その働きによって空気を漏らすことなく首を自由に回転することができるのです。



近代



近年の画期的な発見は1911年物理学者 オンネスによる「超伝導現象」、1933 年物理学者マイスナーによる「マイス ナー効果」で、超伝導体が完全反磁性 の性質によって浮力を得る原理を応用 して、リニアモーターカーの実用化が 近い将来、現実のものになろうとして います。

磁気の実用化は現代の医療現場においても幅広く応用され、がんの温熱治療に用いられたり、MRI、心磁計、脳磁計などの高度な医療機器の技術にも利用されています。

このように磁気の歴史は長く、その不思議な性質を持っていることにより、多くの人々の好 奇心を駆り立てたと言えます。その好奇心が研究へとつながり、過去の膨大な磁気研究の積 み重ねが、現代の文明社会を生み出しました。

私たちの生活に欠かすことのできない電化製品や電磁的記録媒体、また、高度な医療機器などは、これまでの絶え間ない研究の成果であり、私たちはその恩恵を受けているのです。

長きに亘る数々の研究により、磁気のメカニズムが解明され、その応用研究が繰り返されてきましたが、未だ未知の分野が存在し、磁気の可能性が未知数であることはとても興味深いことです。これからも磁気が私たちの豊かな未来社会を不思議な力によって引き寄せてくれるものだと期待しています。



1820年 デンマークのエルステッドが電流の磁気作用を発見(右ネジの法則等)

1831年 イギリスのファラデーが「電磁誘導の法則」を発見

1833年 エストニアのレンツが「レンツの法則」(電流・起電力・磁力線の関係)を発見

1864年 スコットランドのマクスウェルがこれまでの知見をまとめ「マクスウェルの電磁方程式」を発表

1885年 イギリスのフレミングが電気・磁場において「フレミングの法則」を発見

1887年 ドイツのハインリヒ・ヘルツが電磁波が空間を伝搬することを初めて証明(電磁波の証明)

1905年 ドイツのアインシュタインが「特殊相対性理論」を発表

1911年 オランダのオンネスが水銀の「超伝導現象」を発見

1928年 ドイツのハイゼンベルクが分子磁場を量子力学によって解明

1933年 ドイツのマイスナーが超伝導の性質の一つである「マイスナー効果」を発見

1962年 電磁的記録媒体であるカセットテープが登場

1973年 磁気共鳴画像の撮影に成功 (MRI)



20周年特別寄稿

「磁気研究と共に」

九州大学 大学院 工学研究院 東京大学 名誉教授

照剛

上野



今回は20周年特別寄稿として、長年にわたり生体磁気や脳磁気科学といった磁気工学と医学・生物学の融合分野でご活躍された上野照剛先生にご執筆いただきました。当時はまだ一般的であると言い難かったこの分野を選んで研究を推進してきた上野先生ならではのエピソードや実験の取組み、更には磁気科学の可能性について語っていただきました。

1.磁気アナログ記憶素子の研究から医学の分野へ

私は、九州大学で磁気のアナログ記憶素子の研究を行い、1972年に工学博士の学位を取得しました。 磁気のアナログ記憶素子の研究を始めた1960年代は、まだ「アナログ計算機かデジタル計算機か」と いう時代で、その両者の良いところをとって、ハイブリット計算機を創ろうという気運がありまし た。部分磁化反転過程のヒステリシスモデルを提案して、複雑な記憶特性を説明することができ、そ の成果を1971年4月に開催されたアメリカ電気電子学会(IEEE)で発表しました。初めてのアメリカの 国際会議で磁気の最先端を目の当たりにして、多くの刺激を受けて大いに興奮しました。しかし、 1970年代初頭には、すでにデジタル計算機の世の中になっていましたので、私の関心は、脳と神経に 移っていきました。

2.神経と脳の磁気刺激

神経生理学を学び、電子工学科の中で蛙の神経筋標本を用いて、神経の磁気刺激を開始しました。すでに論文を発表しているスウェーデンのエベリ教授と共同研究することとなり、スウェーデンリンシェピン大学に1979年から2年近く滞在しました。ロブスターの巨大神経軸索に微小電極を挿入して、

細胞内活動電位を測定することにより神経興奮過程を調べようとするもので、1980年1月にやっと綺麗な活動電位の測定に成功しました。その後、わかったことは、パルス磁気刺激による神経刺激において、イオンチャンネルの周りの微視的な渦電流より、神経の周りの組織を含んだ巨視的渦電流が神経興奮に大きく寄与しているというものでした。この知見は、1987年、8字コイルを用いた局所的経頭蓋的磁気刺激を考案する際に生かされ、1988年にアメリカの応用物理学会雑誌JAPに発表しました。



活動電位の測定に成功し、仲間から祝福をうけている様子

3.ろうそくの実験と磁気カーテン

ファラデーのろうそく実験は有名ですが、私も研究途上でろうそくの実験をすることになりました。 生体内の酸化反応のモデルとして大気中の燃焼反応を取り上げ、磁場によって影響を受けるかどうか を調べました。ろうそくを磁場中で燃やしたところ、磁場勾配を強調した磁極間で、炎の形が大きく 変化しました。磁場印加により、空気の壁ができて、その壁が炎を押し出すという考えで、この壁を 磁気カーテンと呼ぶことにしました。そこで、磁気カーテンでぐるりと囲んだ閉じた空間を作り、こ の閉空間でろうそくを燃やしたところ、火は消えてしまいした。1988年に磁場で火を消すことに成功 して1989年にJAP誌に発表しました。また、磁気カーテンでガスの流れを阻止することもできました。

4.水と反磁性物質に対する磁場効果

血液凝固・溶解過程に対する静磁場の影響について研究を行い、その研究の過程で得られた副産物が8Tの強磁場による水の二分現象で1994年にJAP誌に発表しました。旧約聖書「出エジプト記」でモーゼが紅海を分けた記述に倣い、現在「モーゼ効果」として知られている現象です。静磁場の生体作用における反磁性物質の重要性をより深く理解することができました。

5.脳磁図計算

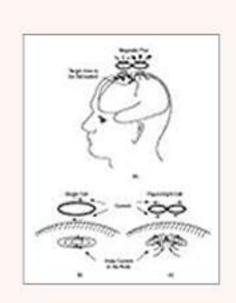
私は、実は脳磁図計測を早く始めたかったのですが、研究費もなく、高価な装置をすぐに備えることができませんでした。そこで始めたのが、コンピュータによるモデル計算でした。脳内電源を電流双極子や広がりをもった電流源を仮定して、その電流源が脳表面に作る電場と磁場の分布を求めていました。文部科学省科学研究費補助金を申請し採択され、やっと脳磁図計測ができるようになりました。睡眠中の脳磁図計測をはじめ、各種誘発脳磁図や記憶認知課題遂行時の脳磁図などを測り、興味ある知見を得ることができました。

6.次世代のMRIを目指して

1998年、共鳴周波数でのインピーダンスMRIの手法をJAP誌に発表しました。任意の周波数でのインピーダンスMRI及び脳組織の異方性の情報を含むインピーダンスMRIを提案することができました。一方、ニューロン(神経細胞)の電気活動を直接可視化しようとする新しい電流分布イメージングにチャレンジすることになりました。私たちは、ニューロン(神経細胞)の電気活動をMRIで検出できる感度限界を推定し、ラットを用いて、足の坐骨神経を刺激したときに脳の体性感覚野で反応する部位のMRI画像を得ることができて2009年に発表しました。

7.医療応用の新たな可能性

磁気を用いた研究が脳機能の解明や治療、更には細胞組織工学や再生医療に応用されようとしています。私たちが考案した8字コイルを用いた局所的磁気刺激法により、脳を頭の外から局所的に刺激することが可能となりました。磁気刺激は脳の機能と構造を痛みなく調べることができる新しい脳計測手法として有用ではありますが、最近は更に、うつ病やパーキンソン病への磁気刺激の臨床応用、脳損傷における損傷ニューロン(神経細胞)の保護、修復に対する有用性について、基礎的知見が得られつつあります。また、骨芽細胞や血管内皮細胞、平滑筋細胞などの接着性の細胞が、それらの分裂成長の過程に8Tの磁場をかけると、磁力線に平行に配列して増殖することが観測されました。生体の外から磁場によって骨形成や血管形成、更には、神経再生などを制御できる可能性が出てきました。細胞組織工学や再生医学に磁気を用いた新たな展開が開かれようとしています。



8.ご褒美といくつかの思い出

長年磁気研究をやっていましたら、いくつかのご褒美をいただきました。1998年にスウェーデンシェピン大学から名誉博士号をいただき、金の指輪とシルクハットと賞状の3点セットを式典で授与されました。指輪はサイエンスに対しての忠誠と貞操、シルクハットは古代ローマで奴隷から解放されて自由の身になるときに帽子をかぶせたという風習に倣って、過去の権威や学説の奴隷になるのでは

なく、自由な発想で研究に励めというシンボル、賞状は隣国を訪問するときの証明書のようなものということでした。2010年には、アメリカ電気電子学会(IEEE)のMagnetics SocietyからDistinguished Lecturerに指名されて、世界3大陸で、47回の講義を楽しみました。また、国際生体電磁気学会(BEMS)から学会の最高賞のダルソンバール賞d'Arsonval Awardをいただきました。日本人として初めての受賞で大変光栄なことと思っています。大きな励みになりました。



9.結び

私の場合、約10年ごとにポツリポツリとそれなりの果実が実ったようです。研究は、きちっと計画通りには運ばないということです。当初の計画通りにことが運べば、無難ではありますが、そこには感動もなく、また、大してインパクトのある成果は、あまり期待できません。トロイ遺跡の発掘を行ったシュリーマンのような夢を持ち続けることが大切ですが、一方、思い込みは危険で、宝のある場所になかなかたどり着くことができない場合があります。夢はもって、思い込みはほどほどに、虚心坦懐で、自由な発想をいつも心がけています。偉大な真理のからくりの前で、自分は何も知らないという自覚をもち続けていこうと自分に言い聞かせています。

20周年特別インタビュー

「磁気と健康」

聞き手 先生の研究テーマである「生体磁気学」についてお聞かせください。

上野先生 磁気の生体に及ぼす影響というのは、まだ、わからないことがいっぱいあります。それをどういうふ うにしたらわかるのだろうか?メカニズムがきちんとわかったうえでいろんな医療へ応用したら、さ

らに拡がりを見せるのではないかと思い、まず「磁気と生体」の全体像が分かるような体系作りにかなり力を入れました。研究としては磁気の生体に対する作用のメカニズムを積極的に医学に応用する

ものですね。

聞き手 医学に応用できる分野はどのような分野ですか。

上野先生 頭蓋骨を経由して脳に磁気を刺激する経頭蓋的磁気刺激(以下「TMS」)。最近はうつ病の治療にも使

われ始め、痛みの緩和、更にはリハビリテーションにおいての機能回復プロセスなど、いろんな分野 で研究が行われています。ほかには、パルス磁気や高周波磁気を使って癌や中枢神経系の疾患に対す る治療及びその可能性を探っています。また、最近の研究ではフィブリンという鉄を蓄えるたんぱく 質があり、フィブリンから出てくる鉄イオン、またはフィブリンの中に取り込む鉄イオンが高周波磁 場によって影響を受けるということが最近分かりました。それをうまく利用し、将来、アルツハイマ

ーやパーキンソン病、癌などの治療に使えるのではないかと期待をしています。

聞き手 静磁場の分野では?

上野先生 スタティックな磁気、静磁場でも強い磁場を使うと細胞が並びます。細胞が並ぶことを磁場配向といいますが、その磁場配向を利用して細胞を並べることで細胞の成長が促進したり、8Tの磁場を使うと 骨の成長が促進され、早く成長するということが分かりました。神経の再生については、神経の発芽

プロセスにおいて磁場をかけると、神経とともにコラーゲンにも磁場がかかり、コラーゲンの並びに 沿って新しい神経の軸索、神経線維が伸びてきます。それを積極的に利用したら、色んな神経再生の

コントロールができるかもしれません。現在、研究中です。

聞き手 MRIなどのイメージング技術などは?

上野先生 医用イメージングの分野では、心臓や脳に生じる微量の 磁気を高感度磁気センサーでその磁界を測り、脳であれば

脳磁図を作り、脳の機能について研究されています。 それと、もうひとつ、MRIは脳や体の断面図が見えますが、 MRIで体の中の電気情報はまだ測れないのです。だから、 電気の通りやすさであるインピーダンスのイメージング また。ニューロン(独終細胞)そのものの電気活動に対

また、ニューロン(神経細胞)そのものの電気活動に対するイメージング。これが出来たら、ものすごく良いですね。「MRIで電気的な情報のイメージングをする」これ

が、今一番、ホットな話題です。

聞き手 先生が長年研究に携わってこられて、いちばん進歩した研究の分野はございますか?

上野先生 いちばん進歩したのはMRIでしょうね。MRIもあっという間に普及していきましたね。それとTMSもすご い利用人口ですね。そういう意味では携帯電話もあっという間に普及しました。携帯電話の安全性に

ついては、私も総務省でお手伝いをしていましたが、研究は進みましたね。静磁場の影響については 日本の研究が進んでいるのではないかと思います。ただ、それが医療に応用されるかどうかというの

は、まだ、これからですね。

聞き手 高齢化社会が今、急速に進んでいますが、この分野の磁気研究はありますか?

上野先生 いちばん大事なことであり、磁気治療が担う役割は大きいと思いますよ。TMSを在宅医療で痛みの緩和 に利用できないだろうかということで研究をなさっている方もいます。高齢化社会だから、在宅医療

がますます重要となってくると思います。磁気は病気の治療や再生医療、MRIなど様々な医学の分野に おいて、幅広く利用されており、一般的にこの分野の役割は大きいですよね。予防医学という観点で 言うと、病気にならないために在宅で日頃、健康にいそしむために磁気をあてていただいて血行を良 くし、健康になるというのは非常に大事なのではないかと思っています。このように磁気治療が担う

役割はたくさんあり、期待しています。

聞き手 国際生体電磁気学会(BEMS)で日本人初のダルソンバル賞を受賞されましたが、そのときのご感想は?

上野先生

第11回目まではアメリカの先生ばかりが受賞されていました。私は第12回で初めてアメリカ人以外の受賞者となりました。1985年当時は、日本人の参加者がたったの2人でしたが、徐々に増えてきて、この10年間は日本人がアメリカ人の次に多いですね。それに研究内容のレベルも高くなりました。2010年にアメリカ電気電子学会(IEEE)で特別講師賞に表彰されました。受賞者のミッションとして世界の3大陸(アメリカ、ヨーロッパ、アジア)で講義するというもので、私は国内外含めて47回の講義を行いました。アメリカ、ヨーロッパ、それと台湾、韓国、中国、シンガポールに行きました。中国はちょうど尖閣諸島の問題があった時でしたが、現地では、もう大歓迎で全く問題ありませんでした。講義では中国の人の熱心さに驚き、講義終了後には、お抱えの運転手付きで万里の長城に連れて行ってくれました。中国の人は本当にやさしいし、大歓迎でしたよ。これは現地に行ってみないとわからないですね。

聞き手 今後、進めていきたいという研究はありますか?

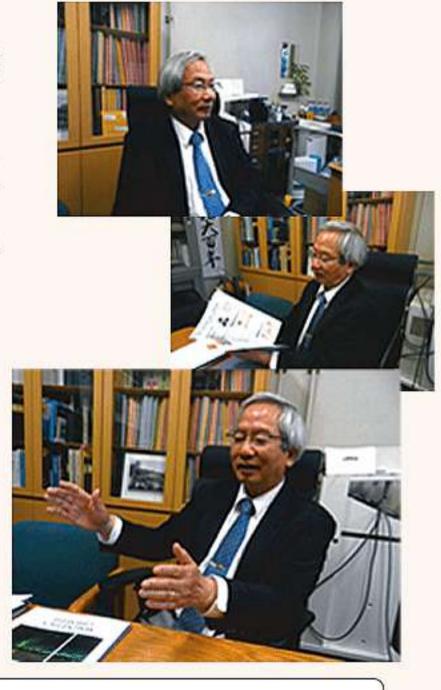
上野先生

脳の深部の1点を刺激することができたら、これはいろんな治療に役立ちますね。今の8字コイルは脳の表面しか刺激できません。深部が刺激できたら、うつ病や色々な病気治療に役立つと思います。あと、うつ病や色々な病気のある特定の効果をうまく非侵襲的にできたらいいですね。電極などを差し込んだら、侵襲になるので、非侵襲的にできたらいいし、そういった研究をしたいですね。あとはニューロン(神経細胞)のイメージングや先に述べましたフィブリンの研究で色々な病気の治療、予防まで出来たら良いと思います。

聞き手 今後、当財団に期待されることはありますか?

上野先生

設立から20年、今もずっと磁気研究への助成を続けておられることにとても感謝していますし、存 敬しています。まず、基礎研究ができなかったら本当の応用ができないわけですから、基礎研究を表したならないないできないがあるようになら野にといけません。また、多岐に渡って色々な分野にといる応用研究も必要と思います。この研究分野をアカデミックな面でサポートし、若い研究者、中堅の研究者の育成にますますご尽力いただいて、と願っています。



九州大学 大学院 工学研究院 東京大学 名誉教授

上野 照剛



経歴

1966年 九州大学工学部電子工学科 卒業

1972年 工学博士号

1976年 九州大学工学部電子工学科 助教授

1979年 スウェーデン リンシェビン大学 客員研究員

1986年 九州大学工学部電子工学科 教授 1987年 国際生体磁気学会 プログラム委員長

1990年 ISBET委員会 国際諮問委員

1991年 日本生体医工学会(日本ME学会)論文賞 1994年 東京大学医学部医用電子研究施設 教授

> 東京大学大学院医学系研究科 教授 財団法人磁気健康科学研究振興財団 理事

1995年 電気学会

電磁界生体影響問題調查特別委員会副委員長

1996年 日本応用磁気学会 論文賞

1997年 総務省 生体電磁環境研究推進委員会 委員長

1998年 スウェーデン リンシェピン大学 名誉博士号

1999年 日本生体磁気学会 会長

2000年 国土交通省 超伝導磁気浮上式鉄道実用技術評価

委員会委員

2001年 日本磁気学会 会長

2003年 日本生体医工学会(日本ME学会)会長

2006年 東京大学定年退官 東京大学名誉教授

九州大学大学院工学研究院エネルギー量子工学部門

特任教授

2009年 帝京大学福岡医療技術学部 学部長

2010年 国際生体電磁気学会 (BEMS) ダルソンバール賞

日本人初受賞

アメリカ電気電子学会(IEEE)特別講師賞

世界各国講演

交流磁界が細胞内 Ca イオン濃度に及ぼす影響の解明

動物の胚を用いた研究 —

埼玉医科大学 医学部・解剖学科



准教授 駒崎 伸二



助手 **亀**澤 一



助手 猪股 玲子

1.はじめに

一般の家庭で使用されている交流電源(50 Hzや60 Hz)のように、低周波数の電源から発生する交流磁界(あるいは、交番磁界)が、遺伝子発現、細胞分裂、がん、アポトーシス、メラトニン分泌、免疫機能、老化など、さまざまな種類の生体機能に影響を及ぼすという研究結果が世界中で数多く報告されている(参考文献1, 2)。しかし、その一方では、それらの影響を否定する研究結果も、数多く報告されている。このように、磁界が生体に及ぼす影響については、依然として、混迷した状態にある。そのために、現状では、"磁界は生体に悪影響を及ぼさないが、何らかの影響がある"というような解釈が一般的である。

このように、磁界が生体に及ぼす影響についてはその不可解さゆえに、人体に及ぼす影響の不安などが依然として解消されないままである。その一方では、磁界の効果を利用したさまざまな種類の健康器具や治療機器なども開発され、広く一般に利用されている(参考文献3)。このような渾沌とした状況から抜け出るためには、"何らかの影響がある"とされる不可解な磁界の影響を早急に明らかにする必要があると考えられる。そうすれば、磁界が人体に及ぼす影響の不安が解消されるだけでなく、磁界の作用を効果的に活用した健康促進や病気治療への新たな道も開けてくることが期待される。

ところが、磁界が生体に及ぼす影響の研究を進めるにあたって、研究上の障害がいくつかある。その中でも大きな問題は、磁界の影響を調べた今までの研究結果の再現性の低さである。磁界が生体に及ぼす影響に関しては、数多くの研究が行われたにもかかわらず、それらの研究結果の再現性が低いために、磁界の影響に関する解釈に混乱が生じている。その混乱は、おそらく、何らかの重要な問題点が依然として未解明なために生じているものと思われる。それゆえ、その問題点を解明しない限り、磁界の研究を先に進めることは難しいと考えられる。

そのような状況の中で、現在、我々が進めているのは、磁界が動物細胞の細胞内 Ca イオン濃度に及ぼす影響のメカニズムを解明することである。それは、(1) 磁界が動物細胞に及ぼす影響の中でも、細胞内 Ca イオン濃度への影響が比較的に再現性の良い研究結果として知られているからである(参考文献 4-9)。しかも、(2) 細胞内の Ca イオンは細胞内の二次情報伝達因子として幅広い細胞機能(たとえば、遺伝子発現、タンパク質合成や代謝、分泌機能、細胞運動など)に関わっている。そのために、磁界が細胞内 Ca イオン濃度に及ぼす影響のメカニズムが明らかになれば、磁界が生体に及ぼす多様な影響を全体的に説明できると考えられる。このような観点から、我々は、磁界が生体に及ぼす幅広い影響を解明するための突破口として、磁界が動物細胞の細胞内 Ca イオン濃度に及ぼす影響の解明を中心に研究を進めている。

2.研究の方法

我々が磁界の影響を解析するための実験材料として用いているのが、動物の初期胚である。その理由は、初期胚を 構成する胚細胞は多様な細胞機能(たとえば、遺伝子発現、細胞増殖、細胞分化、細胞運動、外分泌機能など)を活発 に発現しているからである。そのような初期胚を実験材料として用いることにより、磁界が動物に及ぼす多様な影響を 同時に効率よく解析することができると考えられる。この点では、一部の細胞機能しか発現していない培養細胞を用 いて磁界の影響を解析するよりも、遥かに効率の良い研究を行うことができると考えている。さらに、胚を用いることに より、磁界の影響を細胞から個体レベルに至るまで、全般的に解析することが可能になる。しかも、初期胚では顕著な 形態変化を伴った形態形成運動(図1)が活発に行われているので、胚の形態を観察するだけでも、磁界の影響を容 易に判別することができる。

また、我々が実験材料として用いている両生類の胚は、哺乳類の胚と比べて非常に簡単な装置と実験方法で磁界 の影響を解析することができ、しかも、発生の変化を連続的に観察することも可能である(図2)。そのために、哺乳類 の胚を用いた実験では明らかにすることが難しい、発生過程の一時期だけに見られる影響でも、両生類の胚を用いる ことによりその影響を容易に明らかにすることができる。その1例として、我々が既に報告した磁界が原腸胚形成期の 発生速度を特異的に促進する影響などがある。しかも、経済的で簡便な方法で実験できることは、追試実験の容易さ と、実験結果の再現性の向上にも大きく貢献することが期待される。

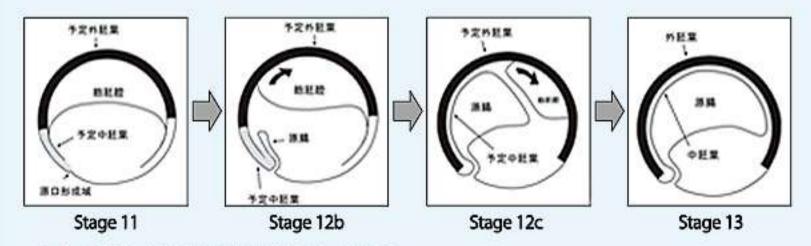


図1. 両生類の原膿胚形成期の発生過程を示す模式図

実験に用いた両生類の原腸胚(直径が約2 mm)の正中矢状断面を示す。この時期の胚は原腸と中胚葉を形成するために活発な形態形成運動を行っている。その運動の中心を担っているのが、予定外胚葉細胞の伸展運動(上皮の面積を増加させる運動)と予定中胚葉細胞の移動運動である。原腸は原口形成域から開始される上皮の陷入運動により形成される。原腸陷入に伴って、予定中胚葉が原口形成域から胚の内部に移動して中胚葉を形成する。また、予定外胚葉は伸展して胚を覆う外胚葉を形成する。胚の中に示した大きい矢印は原腸陥入の方向と予定中胚葉の移動方向を示す。

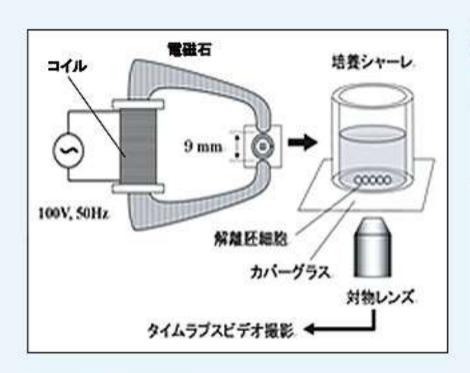


図2.交流磁界発生装置 電磁石を用いた交流磁界の発生装置

電磁石を用いて50 Hz、約30mTの交流磁界を発生させ、それを胚や胚細胞に作用させた。胚や胚細胞をシャーレの中央に置いて、その両側から交流磁界を作用させた。図に示したのは胚細胞に磁界を作用させた場合を示している。

3.これまでに得ら れた主な知見

(1) 発生速度の促進作用

磁界が原腸胚期の発生速度を顕著に促進した(図3、参考文献7)。このような発生速度への 影響は引き続く神経胚の時期には見られなかった。

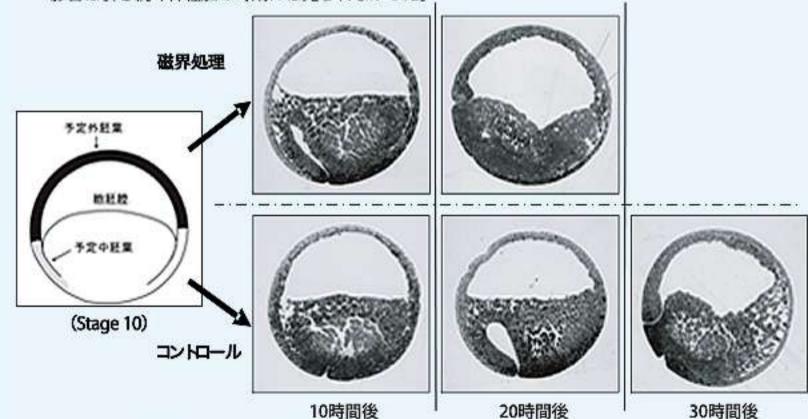


図3. 両生類の原腸胚形成に及ぼす交流磁界の影響

実験に用いた両生類の原腸胚(直径約2 mm)の正中矢状断の断面を示す。原腸胚形成期の前のStage10(後期胞胚)から交流磁界(50 Hz、30 mT、20℃)を作用させて発生させると、発生速度の促進作用が見られた。磁界を作用させないで発生させたコントロールの胚が原腸陥入を完了するStage13になるまで約30時間かかるのに対して、磁界を作用させて発生させた胚では約20時間でStage13に達した。

(2)細胞内Caイオン濃度の上昇作用

磁界の作用で発生速度が促進された原腸胚期の予定中胚葉細胞に磁界を作用させるとそれに反応した細胞内のCaイオン濃度の上昇がみられた(図4)。この反応は一部の細胞に見られたが、その一方で、磁界に全く反応しない細胞も多く見られた。

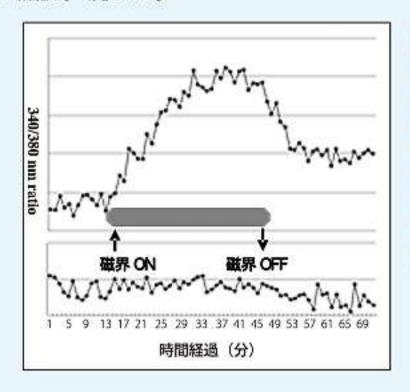


図 4. 磁界の影響により引き起こされた胚細胞の細胞内 Ca イオン濃度の変化

Fura-2-AM を取り込ませた予定中胚葉細胞に 340 nm と 380 nm の紫外線を交互に照射して、Fura-2 の蛍光の変化を冷却 CCD カメラで撮影した。1 分毎に撮影された連続写真をもとに、ImageJ を用いて 340 / 380 nm の比の変化を計算した。上のグラフは交流磁界に反応して細胞内 Ca イオン濃度の顕著な上昇が見られた細胞の例を示す。下のグラフは交流磁界を作用させても変化が見られなかった細胞の例を示す。

(3)予定中胚葉細胞の運動性と接着性への影響

Stage12bの原腸胚から取り出した予定中胚葉細胞への磁界の影響を観察した。 磁界処理により一部の細胞の移動運動が活性化された。

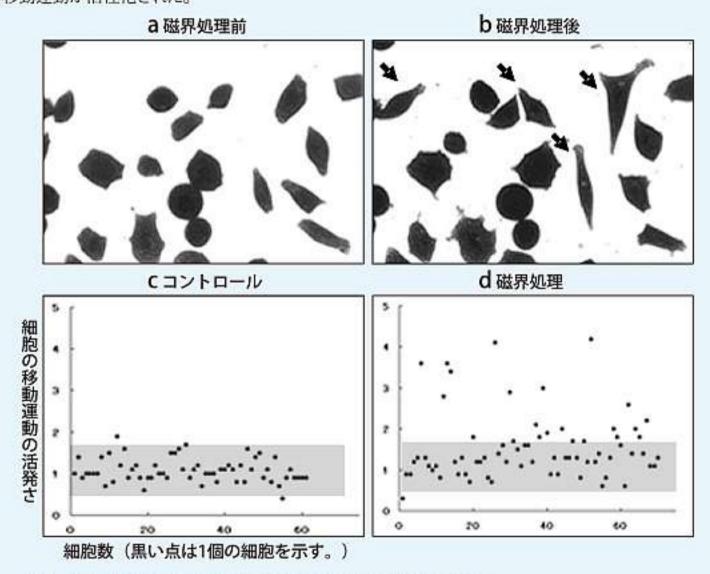


図 5. 磁界の作用による予定中胚葉細胞の形態変化と移動運動の変化

磁界を作用させると、長く伸びて移動運動を活発に行う胚細胞(矢印)が出現した(図 b)。磁界処理なし(コントロール)と磁界処理した細胞の移動運動の変化を比較すると、磁界処理したものでは顕著な移動運動を行う細胞が一部に見られた(図 d)。縦軸に示した細胞の移動運動の活発さは、磁界を作用させる前と後の一定期間における細胞の移動距離の比(磁界を作用させた後の移動距離/磁界を作用させる前の移動距離)を示す。横軸は細胞の数を示す。灰色で示した部分は Control の Mean±2SD の範囲を示す。

以上の結果から、交流磁界が初期胚に及ぼす影響について以下のような過程が推測される。交流磁界を胚に作用 させると、一部の胚細胞の細胞内Caイオン濃度の上昇が引き起こされる。そして、細胞内Caイオン濃度が上昇した細 胞の運動が促進される。その結果、原腸胚形成期の形態形成運動の速度(発生速度)が促進される。

4.これからの研究 の展望

これから明らかにしなければならない目標は、(1)磁界の影響で細胞内Caイオン濃度の上昇が引き起こされる際の 分子メカニズムを明らかにすることである。たとえば、磁界が作用する細胞内小器官やイオンチャネルの存在を明らか にして、磁界の影響が細胞内Caイオン濃度を上昇させる際の分子メカニズムを解明することである。その際の作業仮 説として図6に示したようなモデルを考えており、その詳細な分子メカニズムの解明が目標である。

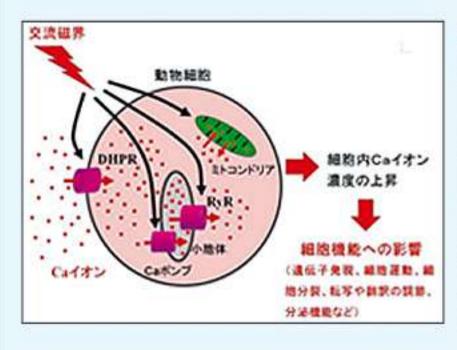


図 6. 磁界が細胞内 Ca イオン濃度に及ぼす作用の作業仮説

磁界の影響は、細胞膜に分布する DHPR (ジヒドロピリジン受容体; Ca イオンチャネル)や 小胞体膜に存在する RyR (リアノジン受容体; Ca イオンチャネル)に直接、あるいは間接的に作用して、細胞外の Ca イオンや小胞体内に 貯蓄されている Ca イオンを細胞質内に流入させ、その結果、さまざまな細胞機能の変化を引き起こしていると考えられる。その他にも、Ca イオンの貯蓄場所でもあるミトコンドリアに作用して細胞内 Ca イオン濃度を上昇させている可能性が考えられる。

それと同時に、(2)胚の発生時期の違いにより磁界の影響が大きく異なることや、同じ時期の同じ種類の細胞でも磁界に顕著に反応する細胞とそうでないものが存在することの原因を解明することも目標の1つである。そこで得られる結果は、今までの研究における実験結果の再現性の低さの原因を解明することに大きく貢献するであろう。また、これまでの研究では比較的に強い磁界を作用させた場合の影響を調べてきたが、次の研究課題として、(3)実際の生活環境において問題となっているような弱い交流磁界に長時間曝された場合の影響の解明を計画している。

やがて、それらのしくみが明らかになれば、磁界がヒトに及ぼす影響の不安の解消や、その影響の予防策の 立案などにも少なからず貢献することになるであろう。さらには、その知識を用いた積極的な取り組みの1つと して、磁界の作用をうまく利用することにより、外部から細胞内Caイオン濃度を制御して細胞増殖、遺伝子発 現、細胞運動、免疫機能、代謝機能などを人為的にコントロールすることが可能になるかもしれない。それがで きるようになれば、今まで以上に、磁界の作用をヒトの健康の促進や病気の治療などに応用することが可能に なるであろう。

参考文献

- Marino A A, Becker R O. 1977. Biological effects extremely low frequency electric and magnetic fields: A review. Physiol. Chem. & Physics 9:131-147.
- 2. Lacy-Hulbert A, Metcalfe J C, Hesketh R. 1998. Biological responses to electromagnetic fields. FASEB J 12: 395-420.
- 3. Shupak N.M. 2003. Therapeutic use of pulsed magnetic-field exposure; A review. Radio Science Bulletin No.307: 9-32.
- Carson J J, Prato F S, Drost D J, Diesbourg L D, Dixon S J. 1990. Time-varying magnetic fields increase cytosolic free Ca2+ in HL-60 cells. Am J Physiol 259: C687-C692.
- Walleczek J. 1992. Electromagnetic field effects on cells of the immune system: the role of calcium signaling. FASEB J 6: 3177-3185.
- Lindström E, Lindström P, Berglund A, Mild K H, Lundgren E. 1993. Intracellular calcium oscillations induced in a T-cell line by a weak 50 Hz magnetic field. J Cell Physiol 156: 395-398.
- Komazaki S, Takano K. 2007. Induction of increase in intracellular calcium concentration of embryonic cells and acceleration of morphogenetic cell movements during amphibian gastrulation by a 50-Hz magnetic field. J Exp Zool 307A: 156-162.
- Zhang X, Liu X, Pan L, Lee I. 2010. Magnetic fields at extremely low-frequency (50 Hz, 0.8mT) can induce the uptake of intracellular calcium levels in osteoblasts. Biochem Biophys Res Comm 396: 662-666.
- Pall M L. 2013. Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. J Cell Mol Med 17: 958-965.

ホームページのご案内

1.下記URLを入力してください http://www.maghealth.or.jp/

2.トップ画面より、ご覧になりたい項目を クリックしてください

※主な項目については以下をご参考ください

最新情報はこちら

応募要項

研究助成にご応募される方は、こちらをご覧ください。



●左上にある「応募用紙」の項目をクリックし、用紙をダウンロードしてください。

研究成果報告書

助成金授与者の研究成果報告書については最新号および、 バックナンバーをこちらに掲載しております。



タイトルをクリックすると内容を閲覧することができます。 (最新号は表紙をクリック)



賛助会員

賛助会員の説明および、ご入会方法についてはこちらをご覧 ください。



●左上にある「賛助会入会申込書」の項目をクリックして、用紙を ダウンロードしてください。

会報

会報誌「磁気と健康」の最新号および、バックナンバーをこちらに掲載しております。



タイトルをクリックすると内容を閲覧することができます。 (最新号は表紙をクリック)

賛助会員入会のご案内

当財団は、「磁気健康科学」に関する研究に対する助成、更には技術動向などの調査研究に対する助成を通じて磁気健康科学の発展を推進することで、国民生活や経済社会の発展に寄与するという趣旨に賛同される皆様から納入いただく賛助会費等によって運営されています。当財団の事業目的に賛同賜わり、賛助会員としてご入会くださいますようお願い申し上げます。

【 会 費 】 賛助会員 1口/¥3,000(年間) ※1口以上何口でもご加入いただけます。

【申込手続き】 当財団のホームページから「賛助会員入会申込書」をダウンロードし、必要事項を ご記入の上、当財団までご送付いただきますようお願い申し上げます。

- ●「助成研究成果報告書」が配布されます。
- ●「磁気と健康」(会報誌)が配布されます。
- ●「磁気健康科学セミナー」に参加できます。

お問合せ先 公益財団法人 磁気健康科学研究振興財団 事務局 TEL/FAX 092-724-3605 E-Mail <u>zai@maghealth.or.jp</u> URL http://www.maghealth.or.jp

<事業内容>

本財団は、磁気を用いて健康の維持及び増進を図る科学(以下「磁気健康科学」という)に関する基礎及び応用研究に対する助成、技術動向等の調査及び研究に対する助成、情報の収集及び提供等を行うことにより、磁気健康科学の発展を推進し、もって豊かな国民生活の実現と我が国経済社会の発展に寄与することを目的としています。

その目的を達成するため、次の事業を行っています。

- (1) 磁気健康科学に関する基礎及び応用研究に対する助成
- (2) 磁気健康科学に関する技術動向等の調査及び研究に対する助成
- (3) 磁気健康科学に関する情報の収集及び提供
- (4) 磁気健康科学に関する普及及び啓発
- (5) 前各号に掲げるもののほか、本財団の目的を達成するために必要な事業

(設立:平成6年5月20日)

磁気と健康 〜会報 第26号 20周年特別号〜

2014年9月発行

発行所·編集·発行責任者:

公益財団法人 磁気健康科学研究振興財団 〒810-0001 福岡県福岡市中央区天神1-13-17 Tel/Fax 092-724-3605

E-mail/zai@maghealth.or.jp

公益財団法人 磁気健康科学研究振興財団

