

The Magnetic Health Science Foundation Newsletter

# 磁気と健康

No.30

磁気健康科学セミナーレポート  
交流磁気刺激法を用いた  
認知症の診断と治療

産業医科大学病院 認知症センター  
センター長 魚住 武則

第30号創刊特別インタビュー  
「理事 北村唯一先生」

東京大学 名誉教授  
天皇陛下執刀医 北村 唯一

学術報告  
「超低周波電磁界の神経幹細胞に  
及ぼす影響評価に関する研究」

国立研究開発法人国立環境研究所  
主任研究員 石堂 正美

2018

# 磁気と健康

Jun.2018 / No.30

ご挨拶

レポート

ご挨拶

レポート

学術報告

ご挨拶

コラム

- 1 理事長ご挨拶
- 2 平成29年度助成金授与式
- 3 磁気健康科学セミナー
- 4 懇親パーティー
- 5 平成29年度研究助成金授与者のご挨拶
- 8 磁気健康科学セミナーレポート —————  
「交流磁気刺激法を用いた認知症の診断と治療」
- 14 第30号創刊特別インタビュー —————  
「理事 北村 唯一 先生」
- 20 学術報告 —————  
「超低周波電磁界の神経幹細胞に及ぼす影響評価に関する研究」
- 26 役員一覧
- 27 評議員就任のご挨拶
- 28 磁気コラム  
「磁気が未来をひらく」
- 29 ホームページのご案内

産業医科大学病院  
認知症センター  
センター長 魚住 武則

東京大学 名誉教授  
天皇陛下執刀医  
北村 唯一

国立研究開発法人  
国立環境研究所  
主任研究員 石堂 正美

## 「磁気と健康」第30号創刊

理事長 小谷 誠  
東京電機大学 名誉教授



この度、会報誌「磁気と健康」第30号が創刊となり、これもひとえに皆様のご支援の賜物と思っております。1994年の第1号発行から、磁気健康科学に関する様々な情報を提供し、啓発活動を行ってまいりました。この24年もの時を経て、時代は大きく変化し、いまや超高齢化社会のなかで、医療費は増加の一途を辿っております。「健康」という価値観は、単に「長寿・長生きをする」という基本的なニーズから「その質を高めること」いわゆる「健康の質」が問われる時代となりました。長く生きることはもちろんのことですが、そのなかで、いかに快適で健康的な日常生活を過ごすことができるのか、国民の意識がより一層高まっております。活力ある長寿社会の実現も当財団が果たす1つの役割だと考えております。

現在、当財団ではこのような時代の変化に伴い、将来性のある社会貢献度の高い研究には助成金額を増額する特別枠の設置を検討しております。磁気に関する生体現象は長期的でかつ広範囲の研究が必要とされることが多く見受けられます。よって研究期間も1年間ではなく複数年に渡るものもあれば、その中で新しい探求を目指し、実社会との関連性の高い将来性のある実証的研究を特に支援していきたいと考えております。まだ、思案の段階で様々な課題はありますが、近々にも実現することができ、皆様にご報告できれば良いと考えております。

毎年度、研究助成並び研究成果のご報告ができるることは、私と致しましても大きな喜びであり、励みとなっております。研究された皆様方の熱心な意欲と努力に敬意を表し、また、当財団や研究者の方を支えてくださる多くの賛助会員の方に心より感謝申し上げます。  
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。



## 平成29年度 第24回 研究助成授与一覧表

### 《基礎研究》

大阪大学大学院 工学研究科

准教授 秋山 康子

磁気力制御による新生血管閉塞療法の開発

広島大学大学院 理学研究科

准教授 藤原 好恒

光と磁場の同時暴露が麹菌の產生する酵素活性へ及ぼす効果の研究



小谷誠理事長(東京電機大学名誉教授)より挨拶



関野正樹審査委員(東京大学大学院准教授)より審査結果の説明

### 《応用研究》

藤田保健衛生大学 医療科学部

助手 藤村 健太

脳卒中後の肩関節亜脱臼と運動機能に対する磁気刺激の効果

藤田保健衛生大学 消化管内科

教授 大宮 直木

磁気誘導全消化管カプセル内視鏡の開発

東京大学医学部附属病院 神経内科

助教 代田 悠一郎

新たなパルス波形を用いた経頭蓋磁気刺激が健常者および神経疾患患者の運動機能に与える影響

金沢医科大学 呼吸器外科学

臨床教授 薄田 勝男

核磁気共鳴画像法(MRI)による肺癌・悪性胸膜中皮腫の診断と治療効果判定、およびその分子生物学的病態の解明

大阪大学大学院 医学研究科

大学院生 田中 將貴

脳磁団を用いたパーキンソン病の非運動症状の基盤となる神経回路網の解明

北海道大学大学院 医学研究院

客員研究員 柳生 一自

アイコンタクト可能な対面インタフェースを備えたDual脳磁計の構築

昭和大学 発達障害医療研究所

講師 藤野 純也

発達障害の社会性の障害に対する経頭蓋磁気刺激法の開発

東京工業大学

教授 北本 仁孝

皮膚から得られる生体情報の磁気センシング



公益財団法人 磁気健康科学研究振興財団

## 第24回研究助成金授与式

平成30年3月14日、東京の経団連会館カンファレンスにおいて第24回研究助成金授与式並びに磁気健康科学セミナーが開催されました。懇親パーティーも同時に開催され、会場は研究者の方と共に多数の賛助会員の方で賑わいました。今年度の助成対象となった研究は12件、助成総額は1,000万円となりました。



### 《指定テーマ研究》

広島大学大学院 医歯薬保健学研究科

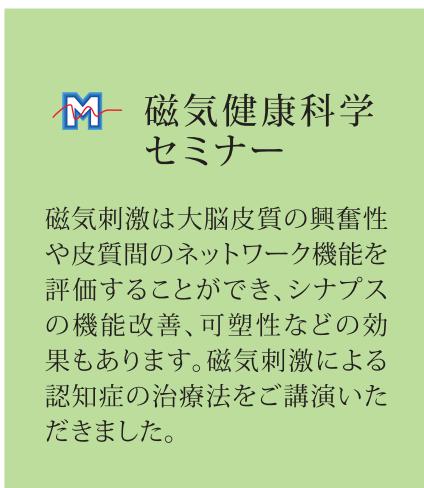
教授 桐本 光

頭頂連合野に対する静磁場刺激による半側空間無視症状の改善効果を検討する

国士館大学 体育学部

准教授 羽田 克彦

反復磁気刺激法を応用した本態性高血圧予防法および治療法の開発



講演テーマ

### 認知症に対する磁気刺激の有用性

産業医科大学病院 認知症センター  
センター長 魚住 武則



### M 感謝状贈呈

今年度、多数の賛助会員をご紹介いただきました片桐正信様、才村政子様に小谷理事長から感謝状が贈呈されました。



片桐 正信 様

才村 政子 様



## 懇親パーティー

授与者の皆様、役員の方、賛助会員の方が一同にお集まりいただき、磁気と健康に関する交流がより一層深まりました。



# 平成29年度 研究助成金授与者のご挨拶

大阪大学大学院 工学研究科

准教授 秋山 庸子

磁気力制御による新生血管閉塞療法の開発



私の研究の目標は、遠隔で物体に力を作用させることができる磁場の特徴を利用して、患者さんに精神的・肉体的な負担をできる限り与えないがん治療法を実現することです。患部付近に強磁性の酸化鉄粒子を注入し、それを体外からの磁場によって患部だけに集め、さらに磁気凝集させることによって大きな粒子にして、最終的に患部の血管のみを閉塞させてがん組織を壊死させる方法です。この方法で最も難しいのは、磁石から離れた場所への強磁性粒子の集積です。従来の磁気力制御では、体表面から離れた体内深部への強磁性粒子の集積は難しかったのですが、超電導磁石の変動磁場を利用することにより、それを実現に近づけたいと思います。

広島大学大学院 理学研究科

准教授 藤原 好恒

光と磁場の同時曝露が麹菌の產生する酵素活性へ及ぼす効果の研究



私の研究は、生体を連続する同じ強さの磁場に曝したときに現れる効果や影響を研究することです。そのような磁場として一番典型的な例に地磁気がありますが、私たちはその環境下で生きています。今回の研究テーマは、同じ強度の磁場に麹菌（カビの仲間）を曝したときにどのような変化が生じるかを検証することです。麹菌は、日本の国菌と言われており、とても日本人に愛されてきた菌です。その麹菌を磁場の中で培養し、同時に光もあてることで有用な作用があるのではないかと期待しております。広島大学がある西条は「酒どころ」です。ゆくゆくは麹菌の研究の果てに「磁気酒」がつくれたらいいなという目標を目指して、この研究に励みたいと思います。

藤田保健衛生大学 医療科学部

助手 藤村 健太

脳卒中後の肩関節亜脱臼と運動機能に対する磁気刺激の効果



研究課題は、脳卒中後の麻痺に起因する肩関節亜脱臼に対して、肩関節周囲筋への磁気刺激による治療効果を検証することです。これまでの治療には主に電気刺激が用いられてきましたが、長時間の刺激が必要であること、刺激時に痛みを生じる等の問題がありました。また標的となる筋は身体の深部に存在するため、体表からの電気刺激では十分な刺激ができていないのではないかという疑問を感じていました。これらに対し、磁気刺激は痛みを生じにくく、深部の筋へも刺激可能であることから、より短時間の刺激で電気刺激以上の効果が得られるのではないかと考えています。多くの患者さんが抱える肩関節亜脱臼やそれに伴う痛み、運動機能障害に対する磁気刺激の効果を検証し、新たな治療法の確立を目指します。

藤田保健衛生大学 消化管内科

教授 大宮 直木

磁気誘導全消化管カプセル内視鏡の開発



私の研究テーマは、磁気誘導全消化管カプセル内視鏡検査です。食道癌・胃癌・大腸癌を見つけるには、胃カメラといわれる上部消化管内視鏡や大腸内視鏡で検査するのが一般的です。私は医者ですが、医療行為をうけるのはとても苦手で、胃カメラを飲むときは、とても苦しくて涙が流れます。このような苦しい思いを克服したいということで、小型のカプセル内視鏡を飲むだけで全消化管を検査することを考えました。信州大学工学部の田代晋久先生と共同研究を長年行い、ようやく臨床応用できそうな磁気誘導器具ができました。今後、食道癌、胃癌、大腸癌の患者さんに磁気誘導カプセル内視鏡検査を行い、前向き・後向きに病変を指摘できるか検証していく予定です。この研究がうまくいけば、おそらく全世界でこのシステムが利用されるのではないかという夢を描いております。

東京大学医学部附属病院 神経内科  
助教 代田 悠一郎

新たなパルス波形を用いた経頭蓋磁気刺激が健常者および神経疾患患者の運動機能に与える影響



私の研究テーマは、神経内科領域の磁気刺激ということですが、まだ、バラツキが大きい磁気刺激の効果をもう少し高めてあげる、安定させるために磁気パルス・磁気刺激の物理的な特性を工夫して、新しいデバイスのようなものを用いることで、効果が上がるのではないかということを軸に研究を行っていきたいと思います。

金沢医科大学 呼吸器外科学

臨床教授 薄田 勝男

核磁気共鳴画像法(MRI)による肺癌・悪性胸膜中皮腫の診断と治療効果判定、およびその分子生物学的病態の解明



私は呼吸器外科の臨床診療を行っています。肺癌や悪性胸膜中皮腫などは正確な診断が難しいことを経験しております。MRI の拡散強調画像は、急性期の脳梗塞の診断、ならびに前立腺癌や乳癌等で、癌の局在診断に有効性が証明されておりますが、従来胸部領域では、MRI は一般的に使われてきました。現在では、MRI 拡散強調画像が肺癌やその病期診断に関して、PET-CT よりも良好であることが数多く報告されています。MRI のメリットは、まず放射線被爆がないということ、数多くの病院に MRI が既に設置しているということ、そして安い（ほぼ 80% くらいの PET-CT の費用削減が可能）ということです。私は、肺癌の病気診断を MRI 拡散強調画像を使って、早期に正確に診断していくと自負しております。肺癌に対する抗癌剤の治療効果を判断する際にも、MRI は腫瘍の大きさだけではなく、質的な診断も可能であることを証明して、国民の皆様に安くて的確な治療ができるようにしていきたいと思います。

大阪大学大学院 医学研究科

大学院生 田中 將貴

脳磁図を用いたパーキンソン病の非運動症状の基盤となる神経回路網の解明



私は、パーキンソン病の患者さんの脳細胞が出している磁気信号を計測するという研究ですが、すでに少数例の解析で非常に有望な結果が得られてきております。今回の研究で、更に計測例を増やして、研究を完成させたいと思っています。

北海道大学大学院 医学研究院

客員研究員 柳生 一自

アイコンタクト可能な対面インターフェースを備えたDual脳磁計の構築



私たちは今般、北海道大学に設置された 2 台の脳磁計間を光ファイバーを用いて連絡し、ミリ秒単位のディレイに抑えたコミュニケーション時の脳活動を計測できる Dual-MEG システムを構築しました。しかし通常のカメラ、スクリーンの配置では、スクリーンを避けた位置にカメラがあるため視差を生じ、アイコンタクトが難しい問題点がありました。今回受賞させていただきました対面インターフェースシステムでは、ハーフミラーを用いて相手を正面に映しだすことが可能となります。より臨場感のある対面型コミュニケーション場面を作ることで、本格的なコミュニケーション脳科学の礎を築くものにしたいと考えております。

昭和大学 発達障害医療研究所

講師 藤野 純也

発達障害の社会性の障害に対する経頭蓋磁気刺激法の開発



私はこれまで、社会神経科学、神経経済学などの手法を用いて、自閉スペクトラム症をはじめとした発達障害における社会的行動障害の神経メカニズムを研究してきました。反復性経頭蓋磁気刺激法(rTMS)は、低侵襲的に中枢神経の可塑的变化を誘導することができる刺激法で、精神疾患への新規治療法として期待されています。今回の研究では、社会性に深く関わる神経ネットワークにrTMS介入を行い、発達障害における社会的行動障害を改善させる新規治療法開発のための基盤作りを行っていきます。

東京工業大学

教授 北本 仁孝

皮膚から得られる生体情報の磁気センシング



私は、所属している工学部と生命理工学部が一体となって、人間のまわりで役立つデバイスや材料を作る目的で研究しています。その中で、私は磁石の粉を使って色々な研究を行っています。磁石は、物を動かしたり、刺激を与えたり、温めたりすることができます。その特徴を利用して、私たちの身体の表面や皮膚から発生するガスを検出して、健康に役立つような診断用のデバイスを作っていると思います。また、このデバイスを使用して、もっと簡便にかつ刺激を与えないで、健康診断のツールができるのかというのが今回の研究テーマです。

広島大学大学院 医歯薬保健学研究科

教授 桐本 光

頭頂連合野に対する静磁場刺激による半側空間無視症状の改善効果を検討する



私の研究テーマは、静磁場を利用して脳卒中の後遺症で左側半分を見落としてしまうという困った症状の改善を試みるものです。静磁場刺激は、2011年にSpainのOlivieroらがヒトの頭皮上に直径5cm厚み3cmの非常に強力な磁石を置くことで、脳皮質の興奮性が抑制されたと報告して以来、注目を集めている新しい脳刺激法です。脳卒中後に過剰に活動している非損傷半球の興奮性を静磁場刺激により抑制できるか否かを明らかにします。

国士館大学 体育学部

准教授 羽田 克彦

反復磁気刺激法を応用した本態性高血圧予防法および治療法の開発



私の研究テーマは、磁気刺激で高血圧を治療することです。日本で高血圧患者は4000万人以上と言われていますが、このうち、薬で治療できている人が、2~3割といわれています。難治性の高血圧に対して、頸動脈小体という部位に磁気刺激をあてて、可塑性を誘発し、最終的には高血圧の治療と同時に自律神経のコントロールができればと思っております。国士館大学はスポーツの大学でもあります。スポーツ選手は緊張して、ベストパフォーマンスを出せないことがあります、近年、このことが自律神経と深く関連していることが知られています。今回の研究で自律神経のコントロールができれば、スポーツ科学にも貢献できると考えています。

# 交流磁気刺激法を用いた認知症の診断と治療

## ～認知症の基礎知識と最新の治療について～

産業医科大学病院 認知症センター  
センター長 魚住 武則

### 認知症について

認知症とは、一旦正常に発達した知的機能が持続的に低下し、社会生活に支障をきたすようになった状態をいいます。もともと知能が低い方や年齢による機能の衰えは認知症ではありません。人の名前がでてこないなど、それだけでは認知症とは判断しません。例えば、電話の内容を一部忘れるということはよくありますが、電話応対したこと自体を忘れてしまうことが認知症でよくある症状です。(図1参照)

【図1】

#### 加齢による物忘れ

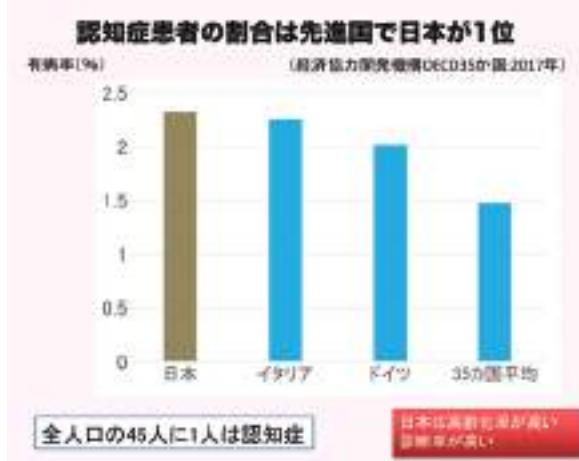
- ・物忘れを**自覚している**
- ・体験したことの**一部を忘れる**
- ・ヒントがあれば**思い出す**
- ・日常生活に**支障はない**
- ・判断力は**低下しない**
- 日常生活に**支障がない**

#### 認知症による物忘れ

- ・物忘れの**自覚がない**
- ・体験したこと**自体を忘れる**
- ・ヒントがあっても**思い出せない**
- ・日常生活に**支障がある**
- ・判断力が**低下する**
- 日常生活に**支障をきたす**

日本の認知症患者の人口割合は、先進国35カ国の中でトップです。高齢化が進んでいるということが、一つの要因にあげられます(図2参照)。残念ながら、認知症患者は今後も増加することが予想されます。2012年では全国で462万人、2025年では約700万人と試算されています。高齢者の15%は認知症で、MCI(軽度認知障害)が13%、健常者は72%しかいないという時代がやってくるのです(図3参照)。更には医療費、介護費の支出が増大していきます。慶應義塾大学の調べでは、2015年の時点で医療・介護のトータル費用が14.5兆円にものぼり、これは消費税の収入の16兆円に匹敵する数字です。国民の健康及び経済に多大な影響をもたらす重要な社会問題となるため、今後はどのようにして認知症を予防していくか、日本の将来にとって、とても重要な課題に取り組まなければなりません。

【図2】



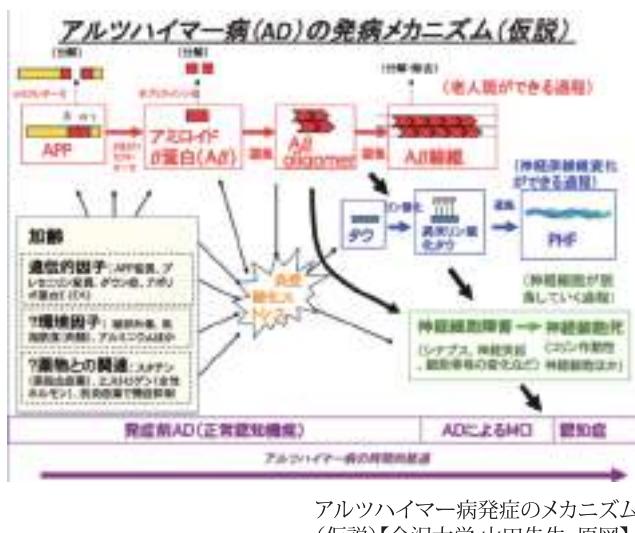
【図3】



## 認知症のメカニズム

認知症の治療には、発病メカニズムを理解することがとても重要です。A P Pという物質が加齢や炎症、酸化ストレスなどの様々な要因により、アミロイド $\beta$ 蛋白(A $\beta$ )に変異していきます。アミロイド $\beta$ 蛋白(A $\beta$ )が更に凝集して、最終的に老人斑であるA $\beta$ 纖維として変化・蓄積し、タウというタンパク物質の異常凝集を引き起こして発病するといわれています。タウがリン酸化され病的な異常リン酸化タウに変異し、脳内の神経細胞を次々と死に至らしめます(図4参照)。このような状態では治療が難しくなるため、軽度な認知障害の状態で治療することが重要となります。軽度認知障害(MCI)とは年齢に比べて記憶力が低下しているが、日常生活動作は正常な状態を指します。この段階で適切な治療を行えば、回復率は14~44%といわれています(図5参照)。

【図4】



【図5】

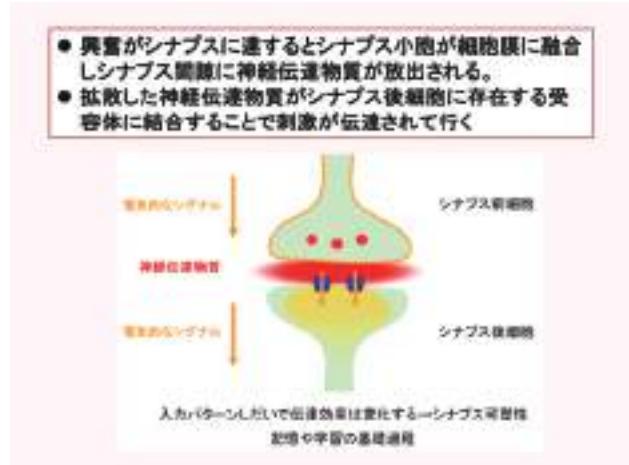


認知症ネットから引用

## シナプスと神経可塑性

では、どのような治療が有効かを考えるときにシナプスと神経系の可塑性が重要なポイントとなります。例えば、手を動かそうとすると脳の前頭葉が意思決定をして、運動前野という部位でプログラムを作り、各部位に指令を発します。指令が筋肉まで伝わると、はじめて手が動くわけですが、その過程で「シナプス」という神経回路を通じて信号が送られています。信号がシナプスに到達すると、神経伝達物質が放電され、受容体と結合して信号が伝達されます(図6参照)。シナプスの働きが悪いと神経細胞間での情報伝達がスムーズにいかなくなり、脳が正常に機能しませんので、シナプスの機能はとても重要です。

【図6】



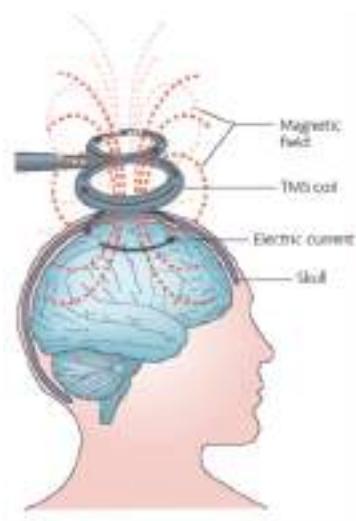
科学技術振興機構報第517号から引用

神経系は外界の刺激などによって常に機能的、構造的な変化を起こしており、この性質を一般に「可塑性」と呼んでいます。神経の可塑性でもっと重要なのが、シナプスの可塑性です。簡単に言うとシナプスの信号伝達能力や形が刺激の量によって変化・適応することです。記憶・学習などの脳機能を実現するために、神経回路が物理的・生理的にその性質を変化させる事ができる能力です。例えば、何度も同じことを学習すると、反復刺激によって神経細胞が結合して発達してゆき、機能が増強します。可塑性が高いという事は記憶や学習の成立のしやすさによく反映されます。このシナプス可塑性の効果を持続したいということから、脳を磁気で刺激する治療法が開発されました。

## 経頭蓋磁気刺激(TMS)

磁気刺激のメリットは、電気刺激のような痛みがないことや副作用がないことです。薬は副作用があるので限界があります。TMSというのは磁気を頭の骨から通じて、脳に到達させる刺激療法です。例えば運動野を刺激すると手が動きます。脳からの刺激が信号となって、手足の筋肉が動くということです。コイルに大きな電流を流すと周囲に変動磁場が生じて、二次的に生体内の渦電流を誘導します。この渦電流がとても有効です。磁場は痛みや不快感が極めて少なく、骨などの高抵抗組織で減衰せずに深部まで刺激が可能です。頭部表面から深部3 cmくらいまで浸透するといわれています。

TMSには色々な刺激パターンがありますが、刺激が3発以上規則正しく反復されるTMSを「反復経頭蓋磁気刺激(rTMS)」といい、刺激後も効果が持続するといわれています。rTMSは刺激部位の興奮性を増強する刺激法として治療に良いとされています。



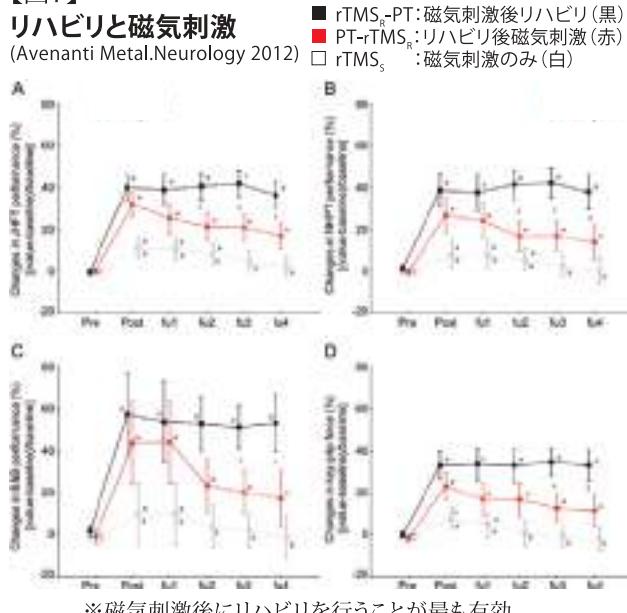
## 反復経頭蓋磁気刺激(rTMS)の有効性

脳卒中後のリハビリにrTMSがよく使われています。リハビリと磁気刺激を併用することにより、運動回復効果に有効であるとの報告が多数なされております。では、どのような方法が効果的か「磁気刺激のみ」「リハビリ後に磁気刺激」「磁気刺激後にリハビリ」の3つ方法を検証した結果、磁気刺激後にリハビリを行うことが最も有効であることがわかりました(図7参照)。これは、認知症に対する磁気刺激療法にも同じことが言えます。

【図7】

### リハビリと磁気刺激

(Avenanti Metal.Neurology 2012)



認知症に対する磁気刺激の効果について、論文を調べてみるとたくさんの有効例が報告されています(図8参照)。「言語」「注意」「記憶」について、どの報告も改善されていますが、現在、発売されている認知症の薬でこれほどまでに改善することはありません。

【図8】

### 認知症に対する磁気刺激の効果

<b>言語:</b>	prefrontal cortex 刺激(20 Hz)でpicture naming改善 rt Broca刺激(1 Hz)でpicture naming改善(2-8M持続) lt prefrontal cortex刺激(20 Hz)で文章理解改善(45日持続) lt prefrontal cortex刺激(20 Hz)で自発語改善(3M持続)
<b>注意:</b>	健常側parietal cortex刺激(25 Hz)でneglect改善 lt post parietal cortex刺激(1 Hz)でneglect改善(15日持続)
<b>記憶:</b>	lt DLPFC刺激(10 Hz)でpsychomotor speed, memoryの改善 Bil prefrontal cortex刺激(5 Hz)でmemoryの改善

### [記憶テスト]

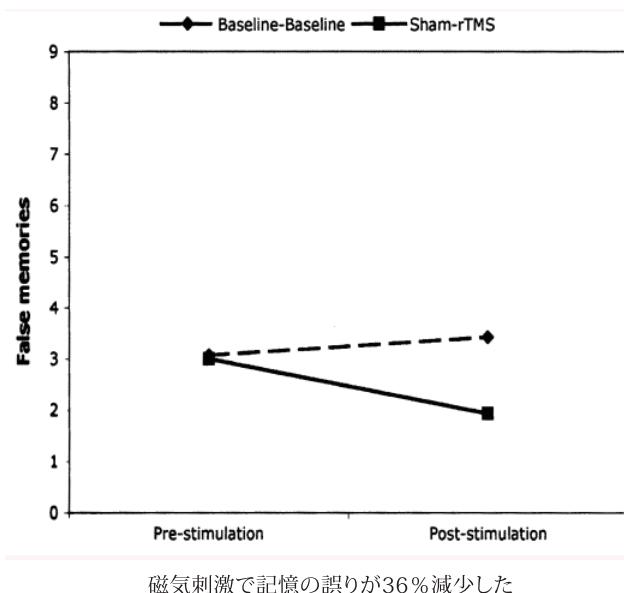
記憶の誤りを確認するテストで、脳を磁気刺激することにより、記憶の誤りが36%減少しました(図9参照)。

【図9】

### 記憶テスト (Gallate J et al.Neurosci Lett.2009)

left anterior temporal lobeを1Hz 10min刺激

同じ意味のcategoryの単語  
(physician,nurse,hospital,doctorなど) 9×3 word



磁気刺激で記憶の誤りが36%減少した

### [呼称テスト]

認知症患者に物品の名前を正確に呼ぶことをテストしましたが、脳を磁気刺激することにより、物品の称呼が改善しました(図10参照)。

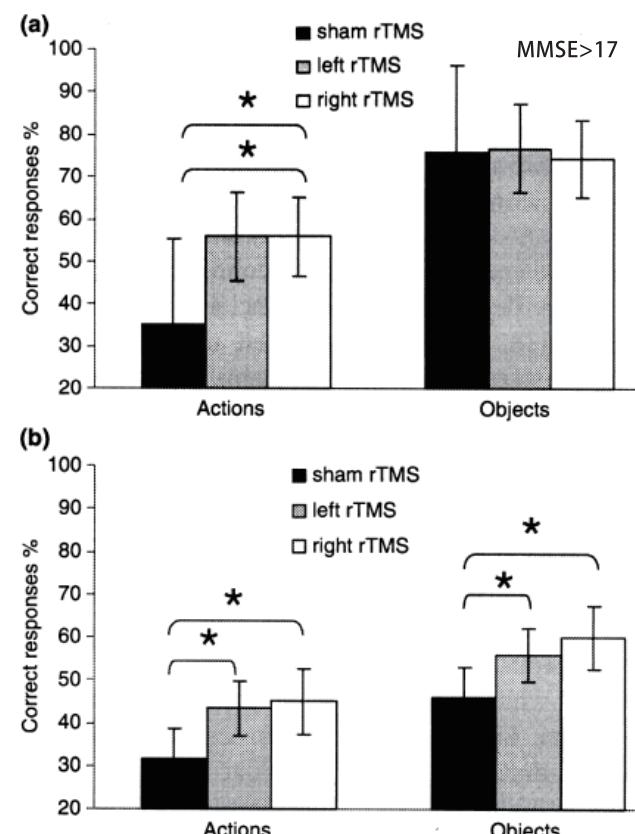
【図10】

### 呼称テスト (Cotelli M et al.Ear.J Neurol.2008)

24AD患者

dorso-lateral prefrontal cortex

20Hz rTMS 500ms



磁気刺激により物品の呼称が改善された

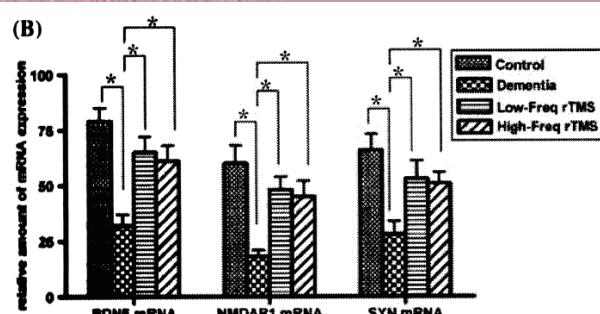
### [シナプス可塑性]

磁気刺激後にシナプスの可塑性に重要な3つのタンパク質の変化を検討した結果、いずれも有意に増加しました(図11参照)。薬だけではこのような結果は得られません。

【図11】

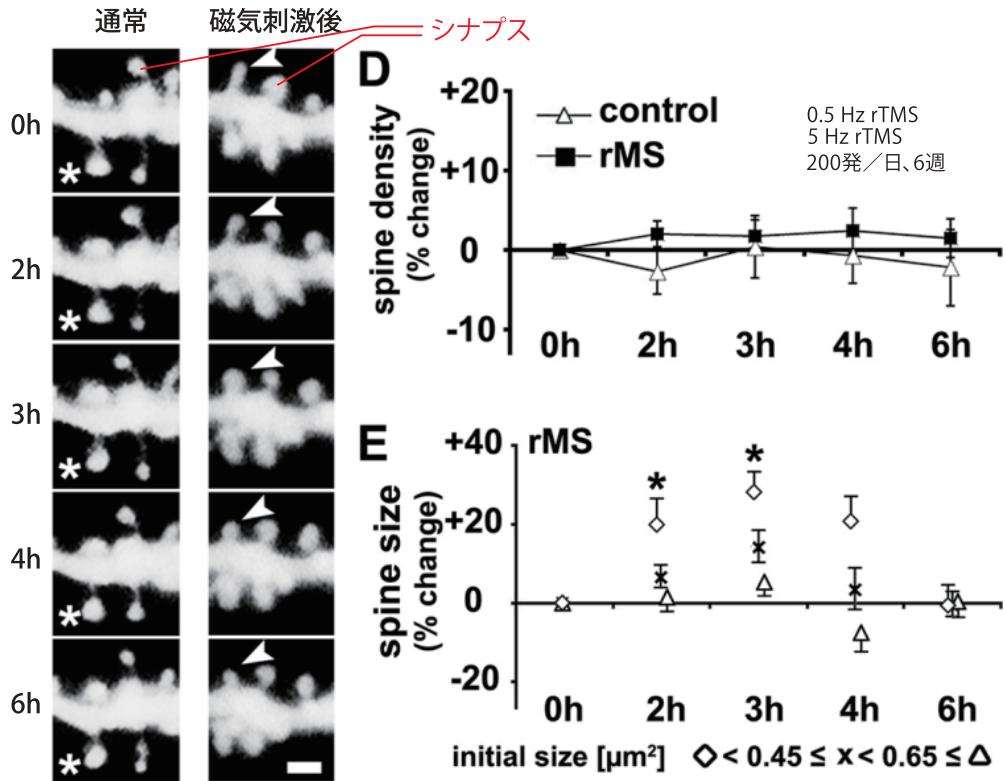
### シナプス可塑性 (Wang F et al.J Mol Neurosci.2010)

シナプス可塑性に重要な3つの蛋白の変化を検討  
BDNF:神経栄養因子、シナプス伝達効率を増強する作用  
NMDA受容体:シナプス長期増強誘導過程において重要  
Synaptophysin:シナプス前部蛋白質、情報伝達に重要  
いずれも有意に増加した



[シナプスの増加、増大]  
磁気刺激をするとシナプスが大きくなり、増加することがわかりました(図12参照)。これはシナプスが回復している可能性があり、大きくなるということは、シナプス効率が良くなり、情報伝達が良好になることを意味しています。

【図12】  
シナプスの増加、増大 (Andreas Vlachos F et al.The Journal of Neuroscience,2012)

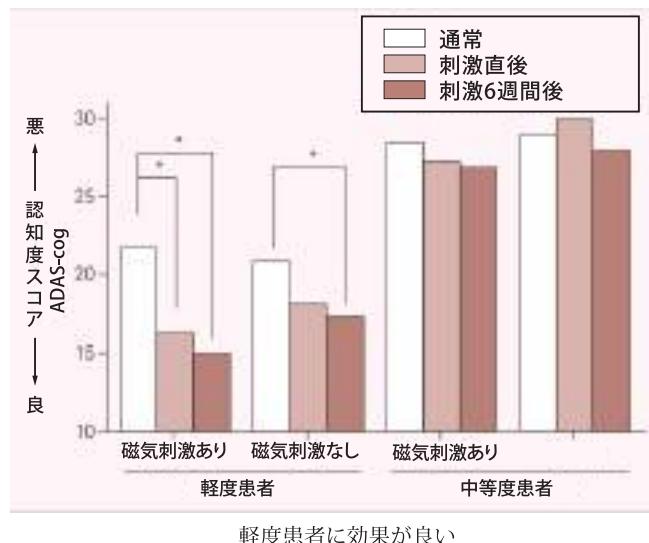


#### 【認知機能の評価】

磁気刺激をしたあとに認知訓練を行い、ADAS-cog(認知症の進行度合いを評価する指標:悪いほど点数が上がる)の値を調査した結果、軽度患者は点数が下がり、中等度患者は効果がありました(図13参照)。このことから、軽度のときに磁気刺激をすれば効果が高いことがわかります。。

【図13】

認知機能の評価 (Jyoun Lee et.al.J Clin Neurol 2016;12(1):57-64)



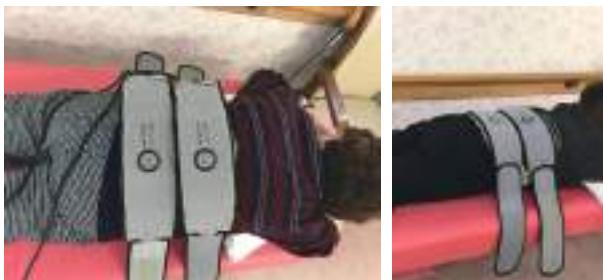
## 家庭用電気磁気治療器の有効性

家庭用電気磁気治療器(160mT／150mT)を当病院のパーキンソン患者に使用しました(図14参照)。パーキンソン患者の方は筋肉がこわばって、その結果、血流が滞って、痺れや疼痛を身体全身に引き起こします。治療器で血行を良くし、コリを改善することで、患者さんは良好です。

なぜ良いのか、科学的に検証してみましたが、認知症に対しては、主に感覚刺激の有用性が考えられます。心地よい振動や温感が指圧やマッサージ効果を生み、経皮的電気刺激は脳に伝わります。音の刺激もありますが、2本同時に使用するとエクササイズにもなりますので、これらすべてが複合的に作用して「筋力増強」「血流増加」「心肺機能増強」「免疫力増強」「脳血流増加」につながっています。このような作用をレビューで調べてみると、記憶力が改善したり、発語が流暢になる、日内リズムが整って睡眠が良くなる、情動が安定することが多数報告されています(図15参照)。末梢神経を磁気刺激するだけでも脳には影響していて、いい効果を与えていることが再確認できました。

【図14】  
電気磁気治療器の有用性

- ・コリをほぐし、血液循環を改善する
- ・着衣のままで良い
- ・振動が心地よい



【図15】  
認知症に対する感覚刺激の有用性



産業医科大学病院 認知症センター  
センター長 魚住 武則

### 略歴

昭和55年九州大学医学部を卒業。  
産業医科大学神経内科准教授、産業医科大学若松病院診療教授を経て、平成29年4月より、産業医科大学認知症センター センター長

専門は認知症、磁気刺激、神経生理学、神経難病



「磁気と健康」  
第30号創刊  
特別インタビュー



理事 北村 唯一  
東京大学名誉教授  
天皇陛下執刀医

今回は「磁気と健康」第30号創刊特別インタビューとして、当財団の理事である北村唯一先生に、これまでの研究成果や天皇陛下とのエピソード、磁気生体について語っていただきました。

1 医師となったきっかけを教えてください。

祖父・父が内科の医師として開業していたので、私は三代目となります。「生まれながらにして医者の卵だ」と言われ続けてきたので、物心ついた頃は、既に医師になるつもりでした。診察室に遊びに行って、患者さんと接したり、自分の風邪薬を自分で調合したり、薬包紙の包み方も覚えました。このような環境だったので、違う職種を目指そうとは思いませんでした。

2. どんな学生時代をお過ごしになりましたか。

地元の進学校である金沢大学附属高校に進学し、東大を目指しました。どうせなら一番難しい東大理科三類にチャレンジしようということになり、晴れて現役で入学（医学部）することはできましたが、2年生の時に学生ストライキが起り、1年半の間、学業が停止されました。世に言う「東大紛争」で、安田講堂が占拠されたり、ゲバ棒片手に暴力事件が起きたり、色々と大変でした。私はノンポリの日和見主義だったので、ストライキには参加しませんでしたが、授業はない状況が続きましたので、晴れば神宮外苑でテニス、雨が降ればパチンコ、夜は雀というように、とても自由に暮らしました。

世間は大変でしたが、私の大学生活の中では一番楽しい時を過ごしました。やがてストライキも収まり、学業が再開すると、これまでの遅れを取り戻すべく医学部を5年間通いました。卒業後は医師、研究者として泌尿器科の方向に進みました。



安田講堂攻防戦 ゲバ棒



### 3. これまでどのような研究を行ってきましたか

#### 【HPV ウィルス研究】

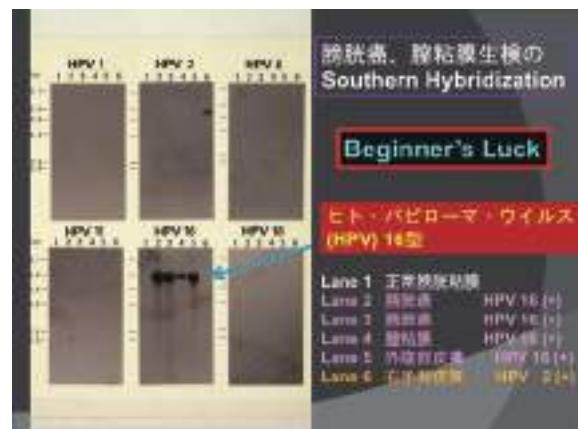
大学生のときに「フリークオーター」という制度が開始されました。1 年間の 1/4 (3 ヶ月間) は何をやっても良いという制度です。この制度を利用して、東京大学医科学研究所（以下「医科研」）の渋田博先生のもとでウイルス感染の研究を行いました。金魚の細胞を取り出して培養し、ウイルス感染を研究していました。その後、昭和 48 年に東大泌尿器科学教室に入局し、尿路結石研究と臨床に専念しましたが、昭和 62 年に奇異な膀胱腫瘍を発見しました。通常は膀胱腫瘍とウイルスは関係性がないとされていましたが、どうしてもウイルスとの関連性が気がかりになり、医科研の渋田先生に連絡したところ、16 年間遠ざかっていたウイルスの研究を再び行うこととなりました。研究を進めていくうちに、ビギナーズラックというか、特殊な膀胱腫瘍から「HPV（ヒトパピローマウイルス）」が検出されました。これは世界で初めてのことです（図 1 参照）。その後の研究により、膀胱ガンの原因となりうるウイルスが「HPV」だと分かり、ここから数々の論文が発表されていきました。しかし、この症例は非常に特殊な例であり、一般的な膀胱腫瘍は HPV とは関係ないことも判明しました。

#### 【JCV ウィルス研究】

その後、「尿中には何らかのウイルスが排泄されているはずである」という信念から再びウイルス研究を始めました。当時、骨髄移植患者の出血性膀胱炎に「BK ウィルス」との関与が指摘されていたため、出血性膀胱炎の尿を多数検討して「BK ウィルス」の関連性を突き止める目的で研究を進めていましたが、ここで 2 回目のビギナーズラックと言える「JC ウィルス（JCV）」が発見されました（図 2 参照）。当時は、尿中に多数の「JC ウィルス」が排泄されていることは知られていなかったので、大発見となりました。その後の調査で一般健常人の尿中に高頻度で排出されていることが分かりました。

「JC ウィルス」とは進行性多巣性白質脳症（PML）の原因となるウイルスですが、免疫の正常な一般人には病原性を持たないことが分かりました。ところが、このウイルスには複数のタイプ（型）が存在し、殆どの人類に潜伏感染しますが、一度感染したら重複感染しない（変化しない）ことがわかりました。通常は親から子へ感染していくますが、ここでもタイプは変化しませんので、人集団の起源や移動の解析に役立つことがわかつきました。「JC ウィルス」は A 型（白人）、B 型（黄色人）、C 型（黒人）の 3 タイプに大きく分かれしており、更にそこから細分化されて、数十種類のタイプが存在します（図 3 参照）。

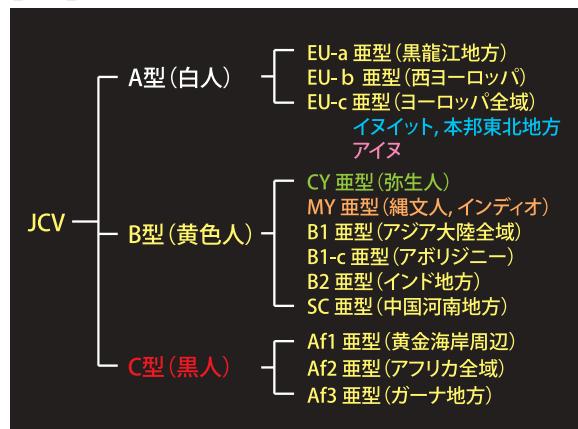
【図1】 HPVの発見 世界初



【図2】 JCウィルスの発見

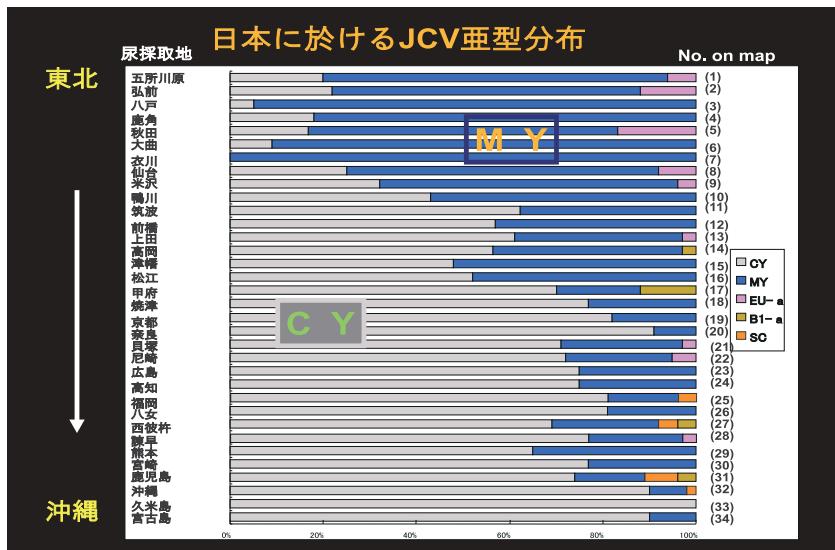


【図3】



まずは、日本人のルーツを調査するため、日本全国 34箇所から尿検体を採取し、JC ウイルスのタイプを調査しました。1都市 50本、全世界からも集めたので、総計 7000本以上の尿を調査しました。時間、費用、労力、どれをとっても大変でした。図 4、5 が日本各地における「JC ウイルス」の分布図ですが、東日本が MY 型（縄文人）で西日本が CY 型（弥生人）ときれいに分布されています。ルーツが一目瞭然で分かることに興味を惹かれて、全世界のルーツを調べる研究を開始しました。

【図4】



【図5】



世界各国、各都市につき 50 本の尿検体を採取するのに人種や法律など様々な問題があり、大変な労力を伴いましたが(図 6 参照)、とても有意義な結果を得ることが出来ました。図 7 が世界の「JC ウィルス」の分布図ですが、面白いのはトルコ国に EU型(ヨーロッパ系)、B1型(アジア系)、Af2型(アフリカ系)のウイルスが混在しており、これがまさに東西文化の十字路であるトルコ国が人種の十字路であるということがわかります。壮大な研究に発展し、研究を完了するまでに 10 年以上の歳月がかかりましたが、人種の成り立ちを知る一つのツールとして役立つこの研究成果のおかげで、私は東大教授になることができました。

【図6】シンガポールで尿を採取



【図7】



#### 4. 天皇陛下の治療について

2002年10月に天皇陛下を初めて診察して、前立腺ガンの治療を開始しました。年末に検査を行い、2003年1月中旬には執刀医として手術を行いました。手術は成功し、その後のホルモン療法では副作用もありませんでした。骨密度が低下していたので、軽く運動をされるよう提案しました。陛下は早朝の散歩やテニスなどの運動をされていました。2002年のクリスマスイブに超音波検査と前立腺生検を終わって宮内庁病院をでると、夕焼けの丸の内のビル街が見えて、それがとても印象に残っています。

#### 5. 天皇陛下のエピソードについて

私が東大教授を退官することになり、天皇陛下の治療から離れることになったので、最後に吹上御苑を散歩したいとの希望を出しました。当時の侍医長と二人でカメラを持って散歩し、沢山の風景をカメラに収めて散策できればと思っていました。ところが、どういう運びになつたかはわかりませんが、天皇皇后両陛下と3人で吹上御苑を廻ることになったのです。天皇皇后両陛下のご説明をお聞きしながら色々な風景を見て廻ることになりました、とても印象深い出来事でした。これまで治療に携わったことにより、天皇陛下から恩賜の銀花瓶を賜りました。(図8参照)

あとは、秋篠宮殿下とお酒をご一緒に飲む機会にも恵まれました。

【図8】 恩賜銀花瓶



## 6. 生体磁気及び磁気財団について

磁気財団の初代理事長であり、東京大学の教授であった大島正光先生の講義を学生として拝聴しました。それがきっかけとなったのかはわかりませんが、当財団で理事を務めることになりました。磁気はいまだ解説されていない部分もありますが、それだけに生体への作用については無限の可能性を秘めていると言えます。尿失禁と脳磁図を関連付ける研究は非常に良いと思います。陰部に磁気を照射して尿失禁の治療を行うことは有用であると考えています。また、尿失禁のときの脳磁図をパターン化することで治療に大きく貢献できると思います。この二つに関しては将来的にも研究の余地があり、魅力があります。今後は、高齢化社会に向けて磁気が社会貢献できることがいちばん重要なことだと思います。特に高齢者の腰痛やひざ痛などの疼痛緩和には効果があると思いますし、社会問題となっている認知症やうつ病などの治療にも実用化されています。交流磁場や定常磁場も、生体に対する作用・メカニズムの研究が進んでおり、高齢化社会が抱えている諸問題の解決につながるものと信じております。

## 7. 今まで一番ご苦労したことをお聞かせください。

東大医学部の講師のときにいじめにあったことです。いじめというより嫌がらせですが、白衣を机の上に置いて帰って、朝来ると襟にべったりと足跡がついていました。医局の研究費を使わせないとか、色々ありました。同僚の妬みによるものですが、それでも、じっと耐えました。教授になり、色々なことが実現できるまでは我慢しました。研究では苦労というより、楽しさが先にたちます。データが出てくると、それをもとに新しい疑問とアイデアがどんどん生まれてきます。例えば白人、黄色人の顔が違う、では黒人の顔は?黒人のルーツはどうなんだ?というように。繰り返すようですが、研究というのは、本当に楽しくておもしろいものです。そこまで突き詰めてやらないと、研究の樂しみがわかるということにはなかなかなりません。途中で挫折した人は研究の樂しみがわからないのだと思います。

【図9】 土肥慶蔵 先生



## 8. 信念や好きなお言葉をお聞かせください。

信念は、東京大学医学部皮膚科 初代教授 土肥 慶蔵 先生(図9参照)の座右の銘で「天才は勉強の別名なり」とあります。つまりは最初から天才はない、勉強して初めて天才となるということです。何もしないで天才なんかになれるはずはありません。好きな言葉も土肥先生のお言葉で「一にも努力、二にも努力であり、努力して職務に忠実たれ」です。人生出世の最大要領は「努力」であるということです。

### Profile プロフィール

公益財団法人  
磁気健康科学研究振興財団

理事 北村 唯一  
東京大学 名誉教授  
自靖会親水クリニック 院長



#### 【略歴】

1947年 石川県生まれ  
1973年 東京大学医学部医学科卒業  
1973年 東京大学医学部泌尿器科学教室入局  
1974年 東京大学医学部助手

その後、国立小児病院、三井記念病院、焼津市立総合病院勤務を経て、

1994年 東京大学医学部附属病院分院泌尿器科科長（助教授）  
1998年 東京大学医学部附属病院泌尿器科科長（教授）  
2006年 財團法人 性の健康医学財団 理事  
2008年 東京大学退官、東京大学名誉教授  
2008年 社会福祉法人あそか会あそか病院院長  
2011年 財團法人 性の健康医学財団 理事長  
2013年 社会福祉法人あそか会あそか病院名誉院長  
2014年 自靖会親水クリニック院長ならびに 光靖会北村記念クリニック名誉院長

現在に至る

#### 【所属学会】

- ・公益財団法人 磁気健康科学研究振興財団理事
- ・公益財団法人 性の健康医学財団理事長
- ・特定非営利活動法人 臨床研究の倫理を考える会専門委員
- ・日本泌尿器科学会名誉会員
- ・日本老年泌尿器科学会名誉会員
- ・日本性感染症学会幹事
- ・米国泌尿器科学会通信会員
- ・世界泌尿器科学会会員
- ・欧州泌尿器科学会会員

## 現在、取り組んでいること

医療法人社団自靖会 親水クリニックの院長をしている傍らで、公益財団法人 性の健康医学財団で HPV 自己採取検査に取り組んでいます。子宮頸がんのワクチンは副反応が多いので、ワクチンを打たないで子宮頸がんの予防が出来れば良いと考えています。自己採取は簡単にできるので、採取したキットを郵送で業者に送ると HPV の感染診断ができます。一昨年に国會議員や医療専門家が集結して「日本の医療と医薬品等の未来を考える会」が開催されましたが、その時に「子宮頸がんワクチンと HPV ~ 子宮頸がんワクチンの対案として HPV 郵送検査の提案」と題して講演を行いました。このような情報発信によって、HPV 自己採取検査が一般化することを願っています。



### お知らせ



公益財団法人 性の健康医学財団  
Japanese Foundation for Sexual Health Medicine

子宮頸がんの早期発見、早期治療のために HPV 自己採取による郵送検査を実施しています。羞恥心や面倒といったことから受診せず感染を見過ごしてしまうことのないような仕組みを作り、子宮頸がんの撲滅に寄与することを目的としています。  
詳しくは下記（お問合せ先）ホームページをご確認ください。

女性限定  
**無料**  
先着500名様!  
**大募集!**

公益財団法人 性の健康医学財団  
Japanese Foundation for Sexual Health Medicine

子宮頸癌の早期診断、早期治療に役立ちます  
ヒト・パピローマウイルス(HPV)  
自己採取検査を受ける方を募集します!

子宮頸癌はHPV感染により起こります。原因ウイルスは主に16型、18型、31型、33型などです。

婦人科を受診せずに、自宅で自己採取し郵送検査することにより、煩雑で面倒な婦人科受診なしに自分のHPV感染の有無とHPVの型を無料で知ることができます。子宮頸癌の早期診断、早期治療に役立ちます。

先着500名様! 当財団ホームページよりお申し込みください

(1) 性の健康医学財団ホームページにアクセス  
(2) 案内に従って、お問い合わせフォームより申し込み  
(3) 器具一式(容器入り綿棒など)が送られてきます  
(4) ご自身で検体採取の上、ご返送ください  
(5) 3ヶ月以内に、封書で結果が到着いたします

（お問合せ先）

公益財団法人 性の健康医学財団 事務局

〒113-0034 東京都文京区湯島 2-31-6 湯島堀井ビル 3 階

電話：03-3813-4098

URL <http://www.jfshm.org>

# 「超低周波電磁界の神経幹細胞に及ぼす影響評価に関する研究」

国立研究開発法人国立環境研究所  
主任研究員 石堂正美

## 1. 目的

電磁界の健康影響に関しては長所と短所が指摘されてきている。最初に長所は電磁界、特に磁界の医療への応用である。M R I (核磁気共鳴画像法)による脳の診断に威力を発揮している。更に、作用機構は不明であるが、パーキンソン病などの神経変性疾患の治療として、D B S (脳深部刺激療法)が用いられてきている。一方、短所としは送電線などの超低周波電磁界と小児白血病や小児脳腫瘍との関連性が指摘されてきている。近年の研究では、中・高周波電磁界との関連性も報告されるようになってきた。本研究では、このような電磁界の健康影響に関して2面性をもつ原因を神経幹細胞を用いて明らかにすることを目的とした。神経幹細胞は、神経系細胞の根源をなす細胞であり、自己増殖と多分化能を有する。また、神経幹細胞は大人の脳内にも存在し、神経系発生がみられる。ただ、その数は圧倒的に少ない。そこで、電磁界刺激が、これらの神経幹細胞を刺激し、変性したあるいは脱落した神経系細胞と置き換わったり、補充したりするようなことがあれば、医療で用いられてきている脳深部刺激療法のメカニズムの解明に大きな手掛かりを与えることになる。

また、電磁界の発がん作用に関しては、がん幹細胞と同じ考え方で立脚している。がん組織はヘテロな細胞より構成されている。それは、根源の幹細胞の多分化能に由来すると考えられて来ている。つまり、神経幹細胞が電磁界により変異を受け腫瘍形成能を獲得すれば、生來の自己増殖能と多分化能により十分にがん幹細胞に変異しうることが予想される。

以上の理由から、本研究では電磁界の健康に及ぼす2面性を神経幹細胞への影響を調べることによりそのメカニズムを明らかにしようというものである。

## 2. 方法

電磁界暴露装置<sup>1)</sup>—電磁界の暴露装置は、4個のMerritt-coil型で、これをそのまま市販のCO<sub>2</sub>恒温器に入れたものである。磁界負荷用のコイルは、一辺34cmの立方体のアクリル製枠組に直径0.8mmのペア銅線を巻き付けることによって作成した。コイルの配線は「メリット式」を採用し、1軸(鉛直方向)の磁界発生用として水平面のコイルのみを配備した。また、コイルの間隔は26:11:11:26となる様にした(図1)。

このコイルを、外部からの磁界の遮蔽用に特別に準備したミューメタル(ニッケル75%、銅5%、クロム2%、鉄18%の合金)製のボックス(一辺38cm)の中に入れ、ボックスごとCO<sub>2</sub>インキュベーター(RKI 10-0211、池田理化)の中央に置いた(図2)



図1.メリットコイル型電磁界曝露装置



図2.電磁界曝露装置をセットしたCO<sub>2</sub>インキュベーター

磁界用の電流波形は任意波形発生器(1930 A、エヌエフ回路設計ブロック社、横浜市)を用いて作成し、アンプ(4502、エヌエフ回路設計ブロック社)によって増幅してコイルに導入した。磁界の安定化のため、アンプは定電流モードで連続運転させた。アンプとコイルの間には、ノイズ除去用のフィルタトランス(N T - 1000 C、エヌエフ回路設計ブロック社)を設置した。コイル／メタルボックス／CO<sub>2</sub>インキュベータを同一の仕様で2式用意し、2つのシステムの間を、電気的に直列につながるように、しかも一方のコイルのペア銅線には同じ向きの電流、もう一方には対向流が流れるように一部交差させて配線した。この方式により、磁界発生の有り無し以外の条件がそろった曝露・対照実験を同時に行なえる様にした。コイル内の磁界は、1軸変動磁界用プローブ(HM-150、エムティーアイ社、北九州市)を用いて連続的にモニターした。ラット神絆幹細胞—Wistarラット妊娠14日を購入し、妊娠16日で胎仔を取り出した(図3)。



図3. 胎生16日のラット胎仔

取り出した胎仔はMEM培地に漬け、胎盤を除去し中脳胞を切除した。切除した中脳胞は、DNaseI(50ユーニット)とパパイン(0.8ユーニット)により32°C、12分間の反応で消化した。消化物は0.7ミクロンのメッシュを越し、800xgの10分間の遠心により神絆幹細胞画分を得た。神絆幹細胞はbFGF(20ng/ml)とEGF(10ng/ml)の存在下、未分化状態のニューロスフェアの形態で培養を継続した。培地交換は3~4日おきに実施した。ニューロスフェア・アッセイ<sup>2)</sup>—直径約100~200 μmのニューロスフェアを培養皿に播種した。播種後、約4時間以上でニューロスフェアは培養皿底を足場とするようになる。通常の細胞移動を指標としたアッセイ系では、この時点での試験試料、あるいは電磁界を曝露開始した。移動した細胞が縮退する実験では、播種4時間後さらに12時間静置したのちに試験試料、あるいは電磁界曝露を実施した(図4)。

曝露終了後、神絆幹細胞は4%ホルムアルデヒドで固定し、解析に供した。

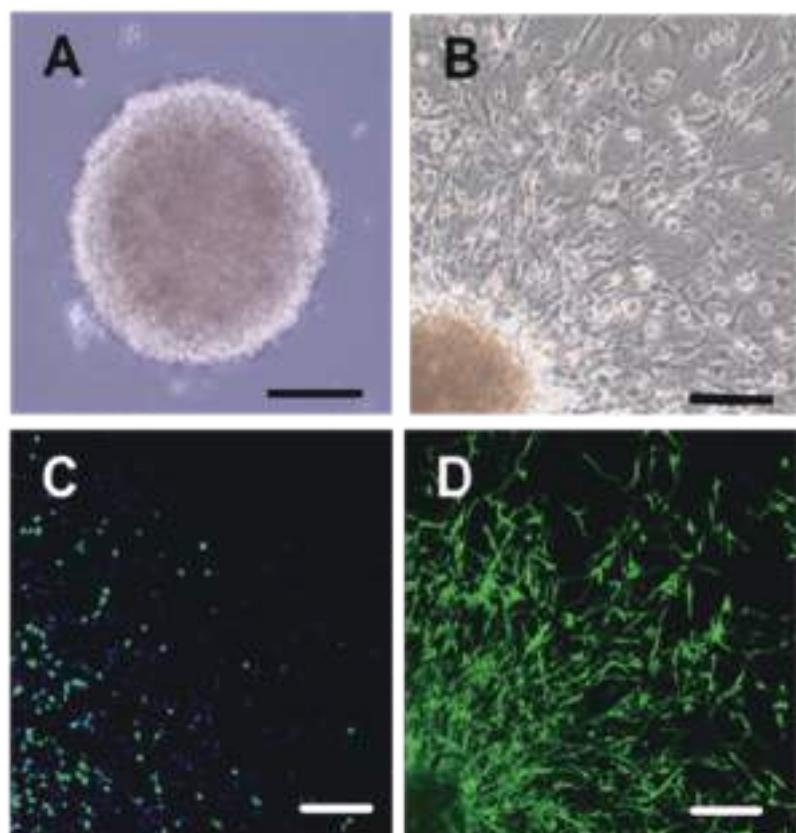


図4. 培養神絆幹細胞の移動の様子  
A;ニューロスフェア、  
B;ニューロスフェアから外側に向かつて移動する神絆幹細胞、  
C;移動中の神絆幹細胞の増殖、  
D;神絆幹細胞のネスチン抗体染色

### 3.結果

#### 1) 培養神経幹細胞の特性

最初に、培養に供した神経幹細胞が多分化能を保持しているかどうかを免疫細胞染色法で調べた。その結果、神経細胞のマーカーであるTuj1、グリア細胞のマーカーであるGFAP、そしてオリゴデンロサイトのマーカーであるGal-cに対するそれぞれの抗体すべてに対して陽性であった(図5)。用いた培養系の神経幹細胞は多分化能を保持していることを示している。

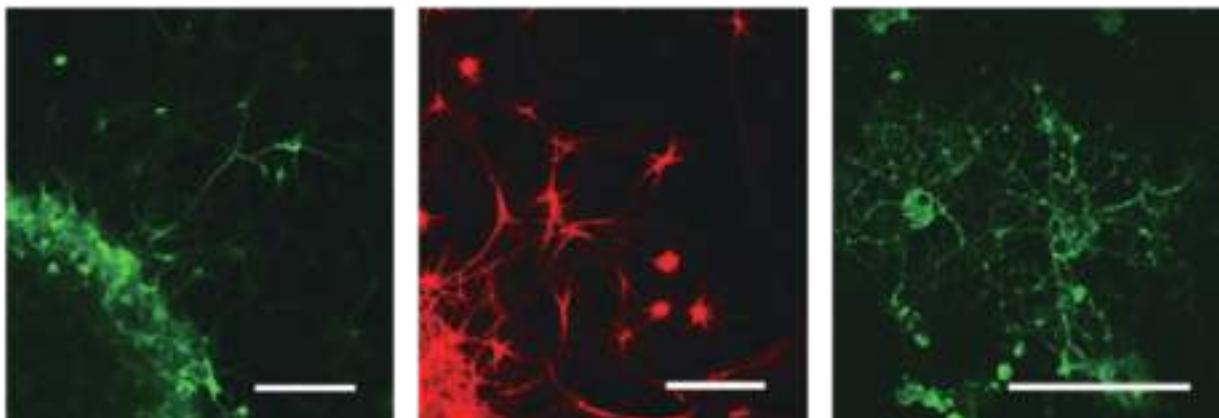


図5. 培養神経幹細胞の多分化能  
Tuj1(左)、GFAP(中央)、Gal-c(右)

#### 2) 化学物質を用いたニューロスフェアアッセイ系のバリデーション

本研究で用いたアッセイ系のバリデーションを3種の化学物質、農葉口テノン(○)、ビスフェノールA(□)、フタル酸(●)を用いて実施した(図6)。化学構造が全く異なるにもかかわらず、化学物質の用量と細胞の移動阻害の間に良好な直線関係が見られた。阻害の程度は各化学物質によって異なる。これらのこととは、本研究で用いるアッセイ系が信頼性の高い定量的解析が可能であることを示している。

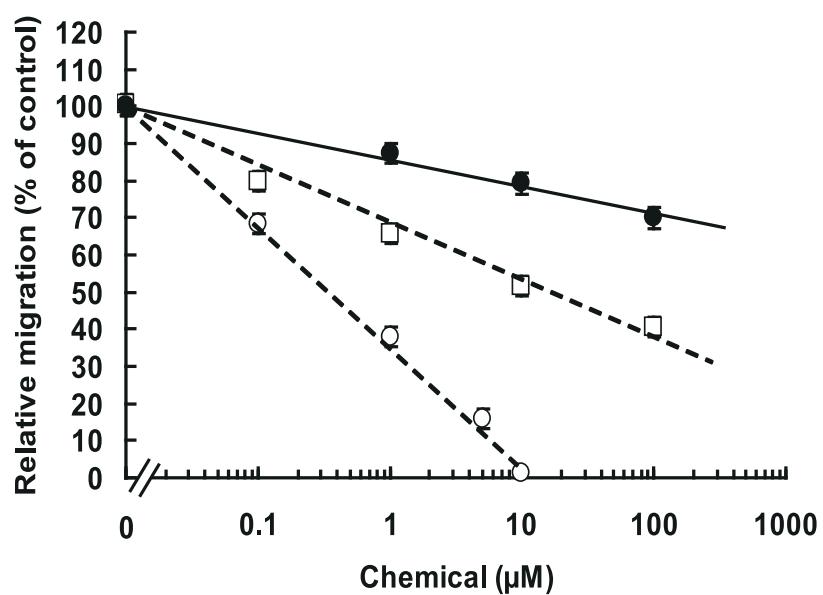


図6 一般化学物質のニューロスフェアアッセイ

### 3) ニューロスフェアアッセイ系における電磁界曝露影響評価

次に、同アッセイ系を用いて電磁界(100  $\mu$  T)の曝露影響評価を実施した。

図7は、神経幹細胞を播種したときに同時に電磁界(100  $\mu$  T; 1週間)を曝露し、その後移動距離を測定した結果である。こうした条件下では有意な電磁界影響は見られなかった。

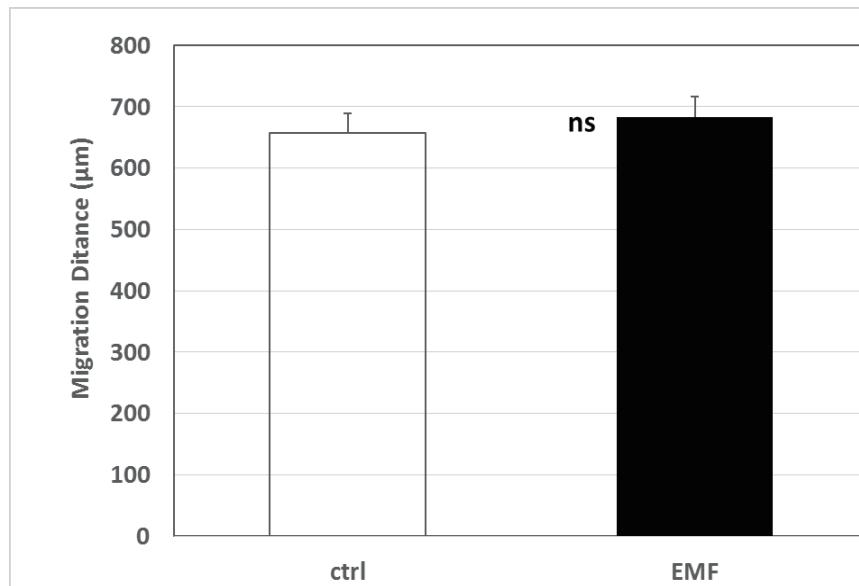


図7. 移動開始の神経幹細胞への電磁界曝露影響

ctrl; 対照神経幹細胞、EMF; 電磁界(100  $\mu$  T; 1週間)曝露神経幹細胞、ns; 有意差なし

次の2つの実験は、電磁界を曝露する前に神経幹細胞を十分に移動させ、その後で電磁界(100  $\mu$  T; 24時間)曝露し、移動距離(図8)の測定とBrdUの取り込み(図9)を定量した。

その結果、移動中の神経幹細胞は電磁界曝露により、対照細胞のそれに比較し1.2~1.3倍有意に移動距離が長かった(図9)。また、その際のBrdUの取り込みを定量した結果、やはり電磁界曝露により促進することが明らかになった(図9)。

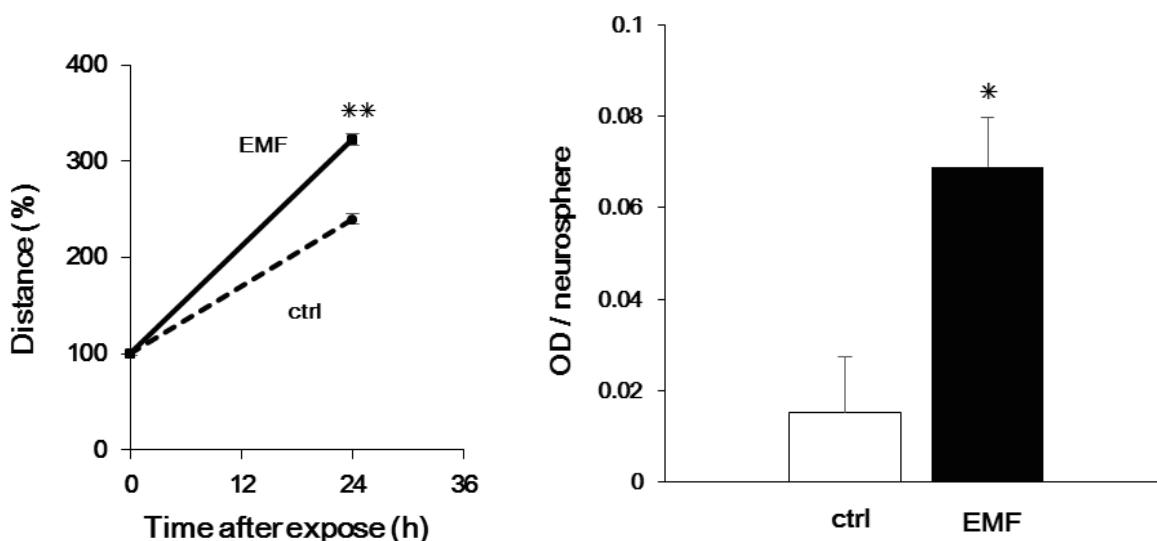


図8. 移動中の神経幹細胞への電磁界曝露影響  
ctrl; 対照神経幹細胞、  
EMF; 電磁界(100  $\mu$  T)曝露神経幹細胞

図9. 移動中の神経幹細胞へのBrdU取り込みへの電磁界曝露影響  
ctrl; 対照神経幹細胞、  
EMF; 電磁界(100  $\mu$  T; 24時間)曝露神経幹細胞

#### 4) 電磁界曝露によるラット神経幹細胞における遺伝子発現変動

電磁界( $100 \mu\text{ T}$ )の曝露により伝子発現変動が2倍以上のものが検出された。更に、電磁界曝露期間を1週間長くすると変動した遺伝子群はさらに発現変動を大きくすることが明らかになった(図10)。また、Go解析を行うと、神経系の発達、神経発生、器官形成、解剖学的構造発達等のタームがリストされた。

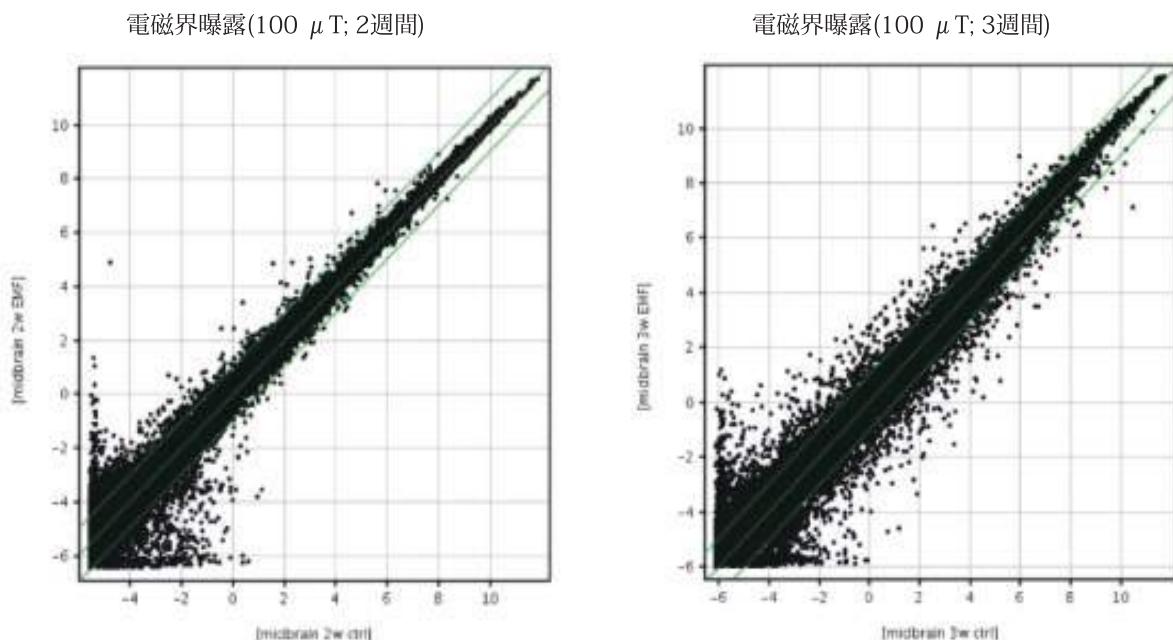


図10. 遺伝子発現変動のScattering解析

#### 5) 電磁界曝露による遺伝子変異への影響解析

最後に、電磁界曝露( $100 \mu\text{ T}$ )が遺伝子変異を伴うかどうかをH2AX抗体を用いた免疫染色法により検討した(図11)。

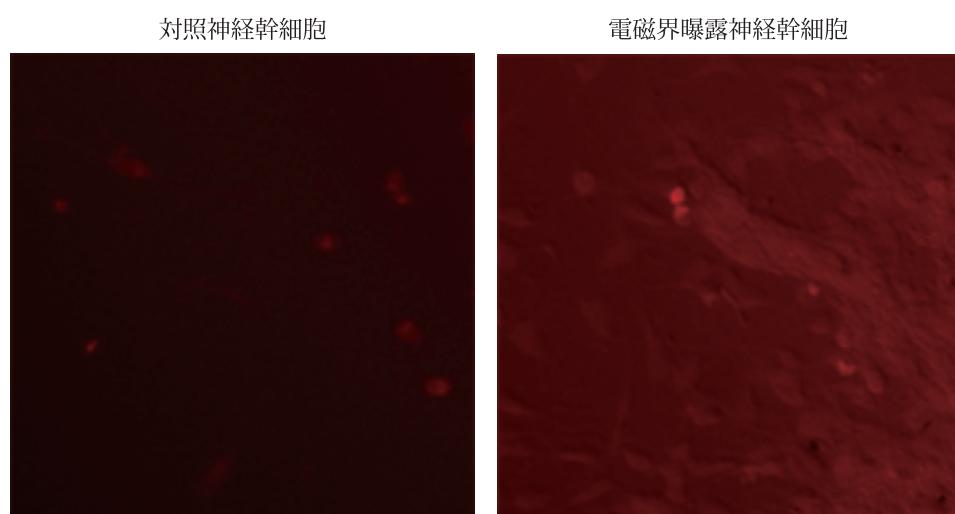


図11. 抗H2AX抗体染色

#### 4. 考察

私たちはこれまでに電磁界感受性ヒト乳がん細胞MCF-7用いて超低周波電磁界の生体影響評価を実施してきた<sup>3)</sup>。そこでは、いわゆる「メラトニン仮説」に立脚した検証を実施した。電磁界曝露によりホルモン情報伝達経路が攪乱され、タンパク質レベルでの影響を明らかにした。更に、同じ細胞を用いDNAアレイ法を実施した結果、遺伝子発現レベルにおいても影響されることが明らかになった<sup>4)</sup>。

一方、神経幹細胞を用いた本研究では、その未分化性に着目し、電磁界感受性がより高いだろうという考えのもとに計画された。影響評価法は一般化学物質の神経発生毒性評価に用いられてきているニューロスフェアアッセイ系を採用した。その結果、神経幹細胞の曝露条件によって電磁界の曝露影響の有無が異なった。神経幹細胞の開始時の電磁界曝露の影響は見られなかつたが、移動中の神経幹細胞は電磁界曝露により移動距離が長くなつた。本実験の細胞移動(*In vitro*)は脳内(*In vivo*)のそれとは異なるが、結果的に移動距離に異常をきたせば、明らかに神経系回路網の異常につながるものと考えられる。

遺伝子発現レベルでの影響は神経幹細胞の移動開始時の電磁界曝露でも観察され、上述のとおり神経系の発達、神経発生、器官形成、解剖学的構造発達等に関連するものと考えられた。これらの変動が、超低周波電磁界の健康影響に関する疫学データの結果に至るかは、今後の更なる研究の継続が必要である。

#### 参考文献

- 1) M. Ishido, H. Nitta, and M. Kabuto.  
Magnetic fields (MF) of 50 Hz at 1.2  $\mu$  T as well as 100  $\mu$  T cause uncoupling of inhibitory pathways of adenylyl cyclase mediated by melatonin 1a receptor in MF-sensitive MCF-7 cells. *Carcinogenesis* 22: 1043-1048 (2001)
- 2) M. Ishido and J. Suzuki  
Inhibition by rotenone of mesencephalic neural stem-cell migration in a neurosphere assay *In vitro*. *Toxicol. In vitro.* 24: 552-557 (2010)
- 3) 兜眞徳、石堂正美、電磁界の健康リスク、科学(岩波書店)71: 150(2001)
- 4) M. Ishido, Gene expression profiling exerted by magnetic fields (MF) of 50 Hz at 1.2  $\mu$  T and 100  $\mu$  T in an MF-sensitive MCF-7 cell. WHO Workshop(桂林)(2003)

#### プロフィール

国立研究開発法人国立環境研究所  
主任研究員 石堂正美



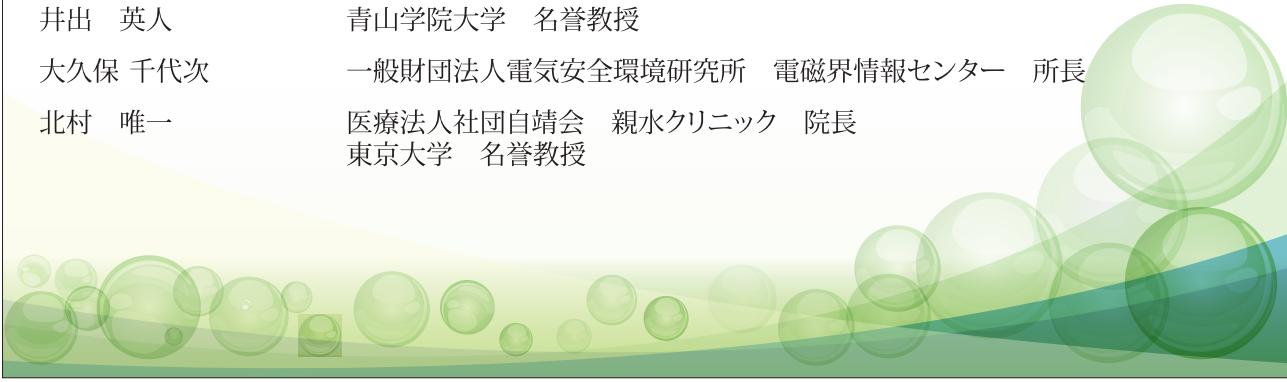
##### 【略歴】

1989年 米国ベーラー医科大学研究員  
1993年 国立環境研究所研究員  
現在 同主任研究員

## 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  
相澤 好治 (副理事長) 北里大学 名誉教授  
渡邊 利三 (専務理事) Nikken International Inc. Chairman Emeritus  
井出 英人 青山学院大学 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  
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



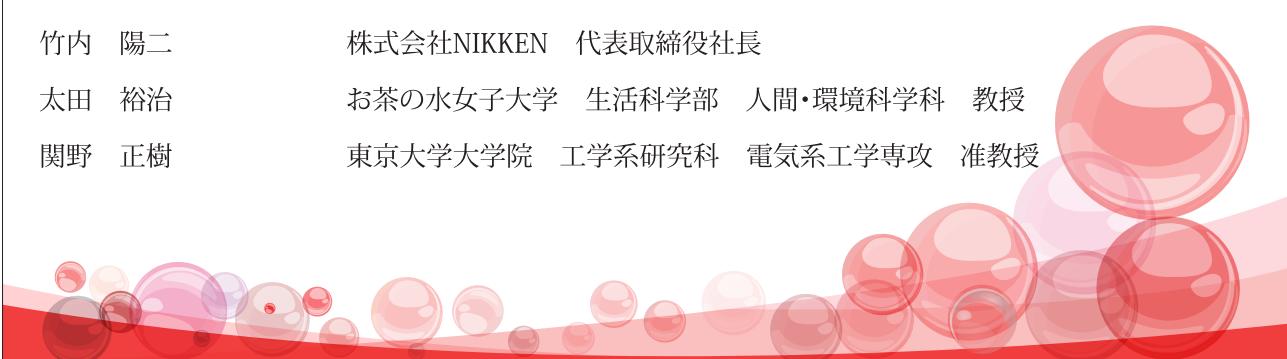
### 監 事

青木 明人 平塚市民病院 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

内川 義則 東京電機大学 理工学部 電子・機械工学系 教授  
多氣 昌生 首都大学東京 都市教養学部 理工学系 教授  
武田 常廣 株式会社新領域技術研究所 代表取締役社長  
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  
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  
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  
竹内 陽二 株式会社NIKKEN 代表取締役社長  
太田 裕治 お茶の水女子大学 生活科学部 人間・環境科学科 教授  
関野 正樹 東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 准教授



# 評議員就任のご挨拶

2018年6月より、当財団の評議員として新たに2名の先生方がご就任されます。  
就任のご挨拶をご紹介いたします。

このたび、当財団の理事である北村唯一先生からのご推举を賜り、当財団の評議員を拝命させて頂くこととなりました。郷里は岐阜県岐阜市で、浜松医科大学を平成七年に卒業し、同年より東京大学泌尿器科学教室に入局させて頂きました。北村先生とは東京大学大学院時代からの師弟関係であり、北村先生が東京大学をご退官後も公私にわたり大変お世話になっております。専門分野は泌尿器科学、前立腺癌ゲノム解析、高齢者排尿自立に関する研究です。磁気との接点は子供の頃に不要となったテレビやスピーカーを分解して磁石集めに興じていましたが、現在はDNA解析や尿失禁治療に磁気が応用されているなど、自分の身近なところで磁気に触れる機会があります。そうしたなか、当財団との関わりの中で多くの刺激を受けられることは望外の喜びであります。浅学菲才の身ではありますが、当財団の発展のために微力を尽くす所存でございますので、何卒宜しくお願い申し上げます。

公益財団法人  
磁気健康科学研究振興財団  
**評議員 鈴木 基文**  
東京通信病院  
泌尿器科 部長



【略歴】  
2005年3月 東京大学大学院 医学系研究科  
修了  
2005年4月 東京大学 泌尿器科 助手  
2009年8月 東京大学 泌尿器科 講師  
2014年5月 東京通信病院 泌尿器科  
部長(心得)  
2015年4月 東京通信病院 泌尿器科 部長

はじめまして。東京電機大学システムデザイン工学部の川勝真喜と申します。若輩者ではございますが、磁気健康科学研究振興財団の評議員に推薦していただきました。私は27年前に東京電機大学工学部電子工学科で卒業研究を選ぶ際に、本財団の理事長である小谷誠先生が行っていた脳磁図の研究に強く惹かれて希望したのが磁気の研究に関係するきっかけとなりました。当時は「脳の時代」と言われていた頃で、私も嬉々として研究に取り組む事ができました。その後、修士、博士課程と脳磁界の研究に取り組み、実験でフィンランドにも行かせてもらいました。

1998年には本財団から多額の助成金を頂くことができました。当時は大学の研究所の助手であり、自分にとって貴重な外部資金でした。現在はこのころの研究を基盤として生体からの信号処理の研究に従事しております。微力ではございますが本財団の目的である磁気健康科学の発展に努力してまいりたいと思っております。

公益財団法人  
磁気健康科学研究振興財団  
**評議員 川勝 真喜**  
東京電機大学  
システムデザイン工学部 准教授



【略歴】  
1997年 東京電機大学大学院 修了  
1997年 東京電機大学工学部電子工学科  
助手  
1998年 東京電機大学超電導応用研究所  
助手  
2002年 東京電機大学情報環境学部 講師  
2017年 東京電機大学システムデザイン工学部  
准教授

## 磁気が未来をひらく



磁気の特性は、いまや医療、美容、工学の分野にとどまらず、科学技術の分野においても大きな貢献を果たしています。近年、21世紀の夢であるリニアモーターカー（以下「リニア」）の巨大プロジェクトが実現化されようとしています。今回は、このリニアについてご紹介いたします。

### ●リニア中央新幹線計画

東京（品川）－名古屋間で2027年の開業を目指すリニア中央新幹線計画がJR東海により発表されました。走行時間40分、走行距離286kmでその86%はトンネルの中を走ります。さらに2045年には、大阪までの全線が開通し、438kmを最短67分で結ぶ計画です。この時間短縮により、予想される経済効果は名古屋を開通した時点で10.7兆円、大阪が開通すれば16.8兆円と試算されています。

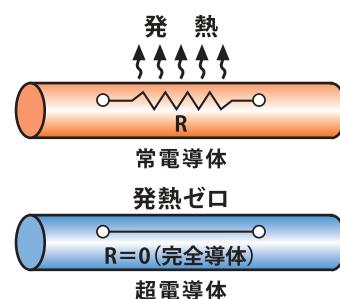


### ●リニアの仕組み

#### (1) 超電導磁石（コイル）

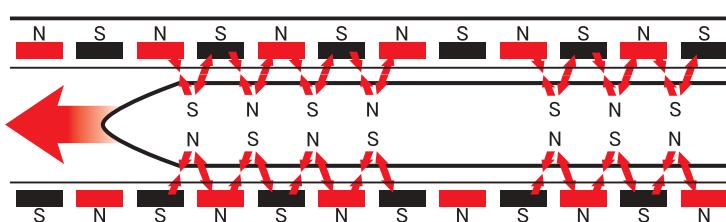
リニアの車両を浮遊・推進させるには、強力な磁力が必要となります。そこで使用されるのが、超電導磁石です。磁石と名はついていますが、その本体はコイルです。電流を多く流せば、強力な磁力が発生しますが、電気抵抗が働き、電力が熱となって奪われます。

超電導磁石は絶対零度(0K = -273°C)まで冷却すると、電気抵抗がゼロになる性質があるので、強力な磁力を発生させることができます。車両を浮上させるには5~10T(5~10万ガウス)の磁力が必要とされています。



#### (2) 浮上・推進の原理

車両に超電導磁石がN極,S極、交互に搭載され、ガイドウェイ（側壁）には推進コイルが配置されます。推進コイルにN極、S極の電流を流し、引きあう力と反発しあう力をを利用して、車両を浮上・推進させます。



### リニアの歴史

1962年	リニアの研究開始
1972年	人を乗せて走る実験に成功
1979年	無人走行最高速度517キロを達成 (当時世界最速)

2003年	時速500キロによる試乗会開始
2014年	品川－名古屋間工事開始
2015年	有人走行最高速度603キロを達成 (世界最速)

## 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贊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、贊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日以上何回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 092-724-3605  
E-Mail [zai@maghealth.or.jp](mailto:zai@maghealth.or.jp)  
URL <http://www.maghealth.or.jp>

## ホームページのご案内

<http://www.maghealth.or.jp/>

※主な項目については以下をご参考ください

床墓要項

研究助成にご応募される方は、こちらをご覧ください。

贊助會員

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。



# 公益財団法人 磁気健康科学研究振興財団



磁気と健康 — 会報 第30号 — 2018年6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 092-724-3605 <http://www.maghealth.or.jp/>