

医療施設における非電離放射線ばく露の調査研究

Assessment and Survey of Occupational Non-Ionizing Radiation Exposure in Medical Facilities

山口さち子*1, 井澤修平*2, 劉 欣欣*3, ソンスヨン*4, 王 瑞生*1, 中井敏晴*5, 今井信也*6
小林宏一郎*7, 赤羽 学*8, Rianne Stam *9, 調査表作成 WG, 岩切一幸*3, 関野正樹*10
産業毒性・生体影響研究グループ*1 産業ストレス研究グループ*2 産業疫学研究グループ*3
人間工学研究グループ*4 国立長寿医療研究センター*5 大阪物量大学*6 岩手大学*7
奈良医大*8 National Institute for Public Health and the Environment*9
東京大学*10

■YAMAGUCHI-SEKINO Sachiko, IZAWA Shuhei, LIU Xinxin, SON Su-young, WANG Rui-Sheng, NAKAI Toshiharu, IMAI Shinya, KOBAYASHI Koichiro, AKAHANE Manabu, STAM Rianne, IWAKIRI Kazuyuki, and SEKINO Masaki

本研究では、非電離放射線の職業ばく露が最も懸念される磁気共鳴画像(Magnetic Resonance Imaging: MRI)検査業務において、労働安全衛生の状況を把握し必要な対策を講じることを目的として、①アンケート調査、②現場調査、③実験室実験の3点から横断的な研究を実施した。

① アンケート調査では妊娠就業者と非電離放射線の関わりに着目し、現場では安全性情報の少なさから、科学的根拠に基づかない過剰に安全側に配慮した配置決定がなされる例があることが明らかとなった。このため、非電離放射線の基本的性質や、現在までの妊娠・出産への静磁場影響の文献調査結果をHPより公表した。また、女性就業者を対象とした妊娠・出産調査からは非電離放射線の明確な有害影響は観察されなかった。

② 現場調査では、MRI 検査業務で発生することが知られている一時的体調変化(めまい、頭痛等)に着目し、国内7病院58名の協力を得て5就業日における発生率調査と個人ばく露調査を実施した。その結果、発生率は非ばく露群と比較して有意な差は観察されなかった。また、その結果は身体負荷状況を考慮しても同様であった。一方で①の結果中で生涯中にこれら事象を感知する率は3割以上であることから、現象としては確立しているが日常的に発生する事象ではなく、したがって定期教育などで啓発することが適当であると考えられた。個人ばく露調査の結果からは、一日の業務のうち10分程度は自発的体動制御が必要なMRI装置近傍で作業が行われることが示された。

③ 実験室実験では、②と同様に磁界ばく露による一時的感覚変化(特に身体動揺)について、重心動揺計を用いたばく露前後の比較(実験1)及びモーションキャプチャによるばく露中の静止立位の変化検出(実験2)を実施した。その結果、実験1では磁界ばく露による影響はほとんど検出されなかった。また、実験2では前後軌跡長など一部パラメーターが磁界ばく露中で増大したが、その差は軽微であった。

これらの結果を総合すると、職域の非電離放射線の労働衛生の状況及び必要な対策については、第一に妊娠就業者と非電離放射線の関わりについてはリスクコミュニケーション不足が見受けられ、今後も継続的な情報収集・発信が必要であることが示された。第二に、一時的体調変化といった短期的影響では事象が顕在化していないものの、高磁界環境下で作業するという特殊性を踏まえた教育は必要であり、定期教育等で対策することが推奨される。

*1 山口：労働安全衛生総合研究所 産業毒性・生体影響研究グループ(現：環境計測研究グループ)。

王：労働安全衛生総合研究所 産業毒性・生体影響研究グループ(現：化学物質情報管理研究センター 有害性評価研究部)。

*2 労働安全衛生総合研究所 産業ストレス研究グループ(現：産業保健グループ)。

*3 労働安全衛生総合研究所 産業疫学研究グループ(現：人間工学研究グループ)。

*4 労働安全衛生総合研究所 人間工学研究グループ(現：Kyungpook National University)。

*5 国立長寿医療研究センター 研究所(現：大阪大学 大学院歯学研究科 歯科放射線学教室)

*6 大阪物療大学(現：森ノ宮医療大学 診療放射線学科)。

*7 岩手大学 理工学部。

*8 奈良医大(現：国立保健医療科学院 医療・福祉サービス研究部)。

*9 National Institute for Public Health and the Environment。

*10 東京大学 大学院工学系研究科。

連絡先：〒214-8585 神奈川県川崎市多摩区長尾 6-21-1

労働安全衛生総合研究所 環境計測研究グループ 山口さち子*1

E-mail: yamaguchi@h.iniosh.ijohas.go.jp

1 本研究の目的

本研究の目的は、非電離放射線の職業ばく露が最も懸念される磁気共鳴画像 (Magnetic Resonance Imaging : MRI) 検査業務において、労働安全衛生の状況を把握し必要な対策を講じること、である。

2 背景

<非電離放射線と医療施設における役割>

非電離放射線は普遍的な物理因子であり、波長では0.3 THz以下の電波や赤外線、可視光線、一部の紫外線などの呼称である。これらは周波数に応じた短期的影響として静磁界は力学的作用や神経刺激作用、低周波領域では神経刺激作用、高周波領域では発熱作用が発生する (図1)。

この特性を利用し、医療施設では電気メス、ハイパーサーミア、ジアテルミー等の非電離放射線を多用した機器がある。このうち、MRI装置は医療被ばくがなく、かつ、高い組織コントラストにより病態や病巣の検出に優れることから临床上不可欠な診断機器である^{1), 2)}。MRI検査は地磁気の数万倍に相当する数テスラ (T) の静磁界、傾斜磁界 (数kHzの変動磁界) と 10^{7-8} Hzの高周波電磁界を利用した画像診断手法であり、かつその使用強度も強い³⁾。このため、装置規格 (IEC60601-2-33/JIS Z4951)³⁾にて出力制御がなされているが、MRI装置の静磁界は撮像時以外にも常に存在しており、装置の操作を担当するMRI検査業務では就業者は検査室入室の度に静磁界の中・高強度の受動的ばく露がある特殊な作業環境である⁴⁾。このような作業環境では作業者にめまい等一時的体調変化が知覚されたり⁵⁾⁻⁸⁾、転倒が引き起こされた事例が報告されている⁹⁾。このため本研究では、作業環境の特殊性と、実際に非電離放射線ばく露による生体影響が発生する業務性を勘案し、医療施設が保有するMRI装置のその利用者に焦点を当て研究を実施した。

<国内・国外の対応状況>

国内では非電離放射線は安衛法の対象ではないが、MRI検査業務は明確に生体影響が生じる作業環境である⁵⁾⁻⁹⁾。しかしながら、短期的影響の防護をするための労働安全衛生の状況把握、例えばばく露状況、ハザード調査について国内で利用可能な情報は限定的であるという課題がある。

国外では欧州では非電離放射線の職業ばく露規制 (Directive 2013/35/EU) をはじめとして、非電離放射線の職業ばく露を適切に管理する潮流である。なお、DirectiveではMRI検査は対象外となったが、従業者教育は必要である。このため、依然当該分野のリスクアセスメント、研究、教育の取り組みが国外では盛んである。また、日本はOECD加盟国中最も人口当たりのMRI装置台数の多いMRI大国であり、MRI検査専任技師を配置す



図1 非電離放射線の生体作用。

るといよりローテーション制により複数名でMRI検査を担当するため潜在的なMRI検査業務従事者人口は多いと推測される (本研究サブ1の結果からは国内施設カバー率22.6%で男性4921人、女性2241人が就業と推定) が、前述のように労働安全衛生の状況把握が十分でない。

そこで本研究では上記背景に加え事前の職長対象者のヒアリングから、①サブテーマ1 (アンケート調査)、②サブテーマ2-1 (現場調査)、③サブテーマ2-2 (実験室実験) の3点から研究を実施することとした。下記にサブテーマ別の背景を記載する。

1) サブテーマ 1 背景

世界保健機関 (World Health Organization : WHO) の環境保健クライテリア 232 (Environmental Health Criteria 232)¹⁰⁾、国際非電離放射線防護委員会 (International Commission on Non-Ionizing Radiation : ICNIP) の2009年発行の静磁界ばく露ガイドライン¹⁾や、2017年発行の医療機器より発生する非電離放射線に関する声明²⁾においては、長期的な影響、特に生殖・発生については、現在までに明確な有害性はないが研究の継続が必要との評価である^{1), 2), 10)}。これは利用できる疫学研究が非常に限定されているためである。

事前の職長を対象としたヒアリングでは、非電離放射線の発生・生殖への影響に関する体系的知識取得機会の欠如から過剰なプレコーション対応 (妊娠就業者はMRI検査に配置しない、等) がとられている事例が散見された。MRI検査を臨床上で主担当する診療放射線技師の女性率は年々上昇しており、本件は現場では避けて通れない課題である。

そこで本研究では、MRI施設における妊娠就業者の配置状況を調査するとともに、背景要因及び求められる対策について調査を行った。

2) サブテーマ 2-1, 2-2 背景

サブテーマ 2 では高磁界中での作業による一時的体調変化について着目した研究 (ヒトの磁界感知) を行った。

現在までに、MRI検査業務実施中にはめまい、頭痛など一時的な体調変化が生じることが知られている。しかしながら、著者らの先行研究において調査期間に応じて経験率が変化することが示されているが (地方技師会を

対象とした生涯経験率で3割程度、10-21日の連続記録で17%程度)、日常的な発生割合の実態解明には至っていない。また、一時的体調変化は自覚症状に基づくものであるが、当日の体調や作業中の身体負荷の関与について過去に十分検討がなされていない状況である。そこでサブテーマ2-1では、MRI検査業務従事中の一時的体調変化について、短期的な記録(5就業日)による日常的な発生割合の実態解明と、身体負荷を考慮した発生状況の検討を本調査の目的とした。また、地方技師会を対象とした調査にて作業環境(漏洩磁界)に対する意識状況が非常に低かったことから、作業環境(漏洩磁界)に関する意識状況とその向上に関する研究も必要であると考えられる。

サブテーマ2-2では、作業前後の身体動揺の程度や経時的変化については知見が乏しいことから、当該課題についてMRI検査業務を模擬した条件にて影響調査を実施することを目的とした。

3 本研究の研究計画

1) 課題設定

本研究では以下の三つのサブテーマを設定した。

- ① 放射線科業務における妊娠中の対応方針に関する研究(サブテーマ1)
 - 調査票による妊娠就業者のMRI配置方針の調査
 - 配置選択の背景要因と取りうる対応の調査
- ② 作業負荷を考慮に入れた個人磁界ばく露調査(サブテーマ2-1)
 - 作業による身体負荷を考慮した高磁界ばく露による有害性評価と、日常的な発生割合の実態解明
 - 作業環境(漏洩磁界)に関する意識状況とその向上に関する研究
- ③ 高磁界中における脳・運動機能測定(サブテーマ2-2)
 - 高磁界ばく露前後、及びリアルタイム測定による磁

界ばく露による人体の挙動の調査

2) 研究計画

研究の年次計画は図2のとおり計画し、計画どおり実施した。

3) 研究のアウトプット、アウトカムの設定

本研究のアウトプットは学会、論文等の学術的貢献とした。

アウトカムは、現在は非電離放射線が安衛法の対象外であることから法律反映といった観点ではなく、どのような点が労働衛生上の課題であるのか関係省庁や団体へフィードバックをすることのほか、安衛研HP等からの積極的な情報発信を行うこととした。

4 研究の概要

1) 妊娠中のMRI検査業務担当の現況と非電離放射線の意識状況調査—結果概要と対応状況

本研究では、妊娠就業者のMRI検査業務配置を考えるにあたりどのような情報発信が必要かを明らかにするために、平成29年11月に国内MRI設置施設(5763施設)の管理者(MRI検査責任者宛)に妊娠就業者のMRI検査業務の配置方針とその選択根拠を問うアンケートを実施した。配布した5763件のうち2103件が回収され(単純回収率36.5%)、2072件を有効回答数とした。基本統計からは、MRI検査部門への女性の登用が進んでおり平均34%程度であった。妊娠就業者のMRI検査業務配置方針(予定方針含む)には国内一貫性は観察されず、妊娠後は積極的に配置する施設は7.6%、以前と同様の頻度で配置する施設は32.8%、配置回数を減らす施設は52.5%であり、配置を回避する傾向が高いことが示された(図3A)。選択根拠については、57.6%の回答者が「これまでに影響ありという報告はないが念のための措置として」とする回答であり、かつ、有害性情報の開示と実務上のガイド

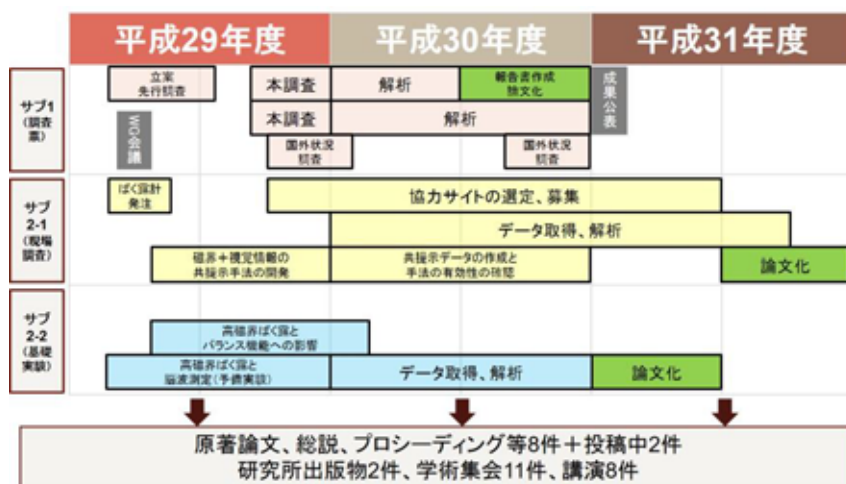


図2 本研究の研究計画。

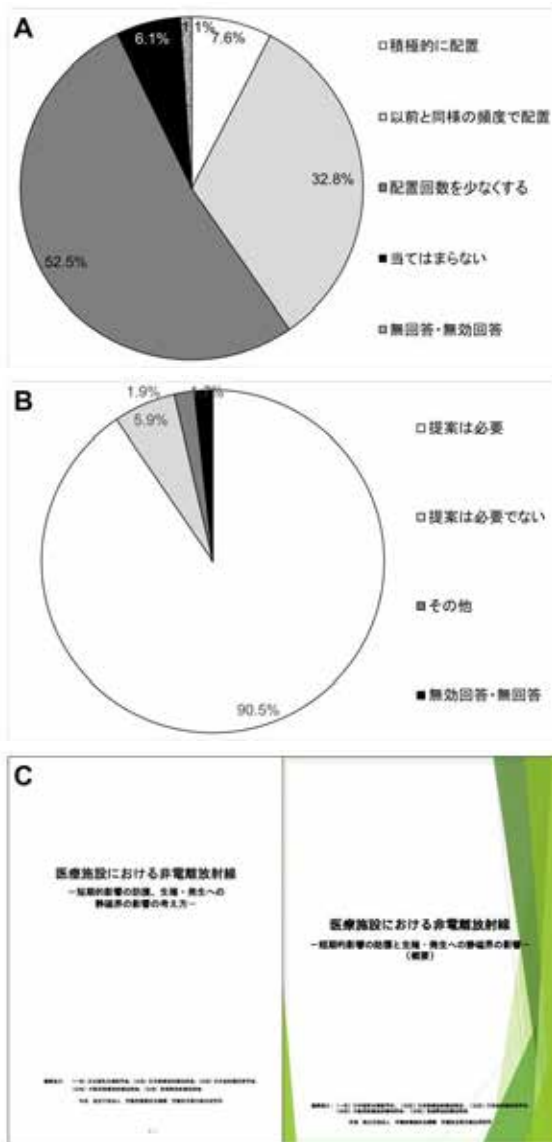


図3 サブテーマ1の概要. A: 妊娠就業者のMRI検査業務配置の状況. B: 当該分野におけるガイドライン及びガイダンスのニーズ. C: 研究所発行の情報提供文書.

ニーズのニーズが示された。非電離放射線に関する意識調査については一定の関心があり、配置方針の選択にも影響を与えている可能性が示唆された。将来対策として、ガイドライン、ガイダンスに関して90.5%の回答者が何らかの提案は必要であると回答しニーズの高さが明らかとなった(図3B)。

これら結果は日本磁気共鳴医学会誌に発表し(日本磁気共鳴医学会誌 2019; 38:103-119.)、また、結果に基づき、情報提供資料として当研究所HP、報告書・リーフレット等より「医療施設における非電離放射線—短期的影響の防護、生殖・発生への静磁界の影響の考え方—」を発行した(図3C)。

2) MRI 検査業務における妊娠就業者の配置方針の背景要因の検討

本研究では2017年11月にMRI検査責任者宛てに実

施した妊娠就業者のMRI検査業務の配置方針に関するアンケート2072件について、消極的配置(妊娠報告後は配置を減らす、配置しない等)の背景要因を検討した。背景要因として、回答者の非電離放射線の見解と身体負担の見解に着目した。第一に、決定木分析で消極的配置の回答について段階的に分析を行った結果、第一～三層で非電離放射線や身体負担の見解が要因として抽出され、特に有害性に対する懸念が強く影響していた。続いて、消極的配置の選択における非電離放射線/身体負担の見解の影響を二項ロジスティック回帰分析で検討した。独立変数は単変量解析で有意差を示した非電離放射線の「関心・知識取得状況」、「有害性の懸念」、「ばく露防護」の3項目に、「身体負担」、「基本属性」(性別、年齢、人員充足度)とした。その結果、消極的配置の選択においては、非電離放射線への興味・関心は選択に影響を及ぼさないが、有害性やばく露防護に対する憂慮が影響を与えていることが示された(労働安全衛生研究. 2019; 12(1):3-12.)。身体負担の見解についても影響が観察されたことから、配置方針を検討する際の考慮要素であることが示唆された。また、基本属性では特に年齢が選択に影響していることが明らかとなった。本研究の分析結果に基づき、管理者と当事者が同程度に安全情報を共有できる資料を作成しHPより公開した(当研究所HP、報告書・リーフレット等より「医療施設における非電離放射線—短期的影響の防護、生殖・発生への静磁界の影響の考え方—」)。

また、女性就業者を対象とした妊娠・出産調査からは非電離放射線の明確な有害影響は観察されなかった(論文投稿中)。

なお、欧州の状況調査からは、一部の国においては妊娠就業者に対し法的拘束力を持って非電離放射線ばく露を制限していることが示された。

3) 身体負担を考慮に入れた個人磁界ばく露調査

磁気共鳴画像検査(Magnetic Resonance Imaging: MRI検査)では、装置より漏洩する磁界によって付近で勤務する操作者に一時的な体調変化(めまい、頭痛等)が生じることが知られている。著者らの先行研究から調査期間に応じて経験率が変化することが示されているが、日常的な発生割合の実態解明には至っていない。また、一時的体調変化は自覚症状に基づくものであるが、当日の体調や作業中の身体負担の関与について過去に十分検討がなされていない状況である。そこで本研究では、MRI検査業務従事者の一時的体調変化について、短期的な記録(5就業日)による日常的な発生割合の実態解明と、考慮した発生状況の検討を本調査の目的とした。

作業者に日勤5就業日中に小型の個人ばく露計と活動量計の携帯を依頼し、業務終了時に作業記録の記入を依頼した(図4A)。その結果、58名の参加者より314件(うち、MRI検査実施群:120件、非実施群:194件)のデータを得た。作業記録の結果より、5就業日といった短期間ではMRI検査業務中の一時的体調変化の発生

割合は他業務と同等程度又はそれ以下で（MRI 検査実施群：8.4%，非実施群：12.4%），日常的に発生する事象ではなかった（図 4B）。

また，身体負荷は短期的記録期間においては MRI 検査業務従事中の一時的体調変化に影響を与える要因でなかった．小型磁界系の計測結果より，一日に MRI 室内に滞在する時間のうち一定程度（10%未満；時間換算で 10 分程度）は自発的体動制御が必要な装置近傍で作業が行われることが示されたが（図 4C），国際ガイドライン以下のばく露であり，作業記録の結果を補強するものであるが急激な体勢変化については引き続き注意喚起が必要であると考えられる．

また，先行研究及びサブテーマ 1 の結果から作業環境（漏洩磁界）に対する意識状況が非常に低かったことから，漏洩磁界に関する意識状況とその向上に関する研究を実施した（図 5A 及び B）．ここでは任意の風景画像

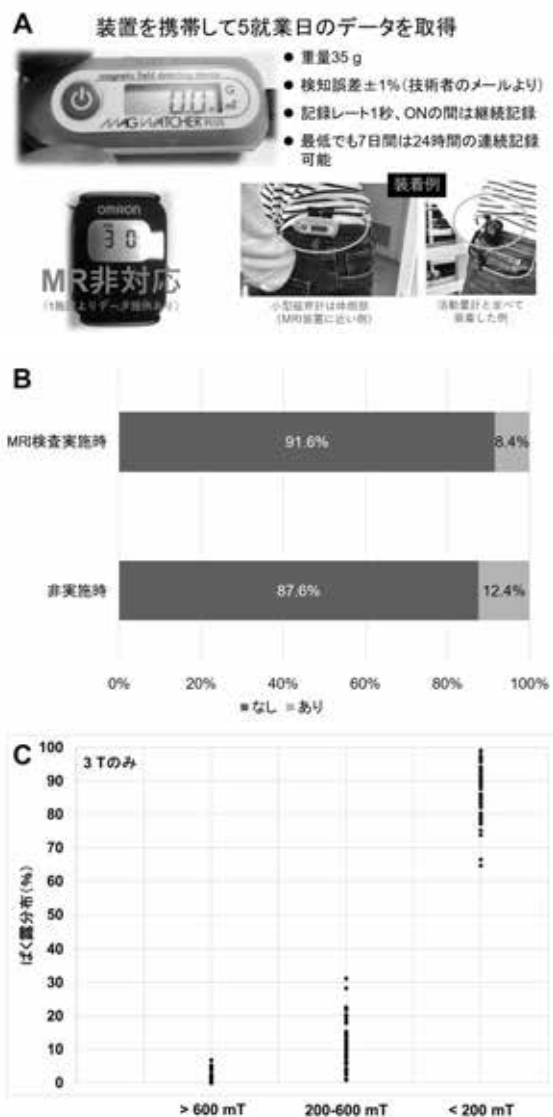


図4 サブテーマ2-1概要①. A：個人ばく露計測の手法. B：5就業日における一時的体調変化の発生割合. C：3 T MRI装置利用者の磁界ばく露状況. MRI室滞在中におけるばく露分布の時間割合.

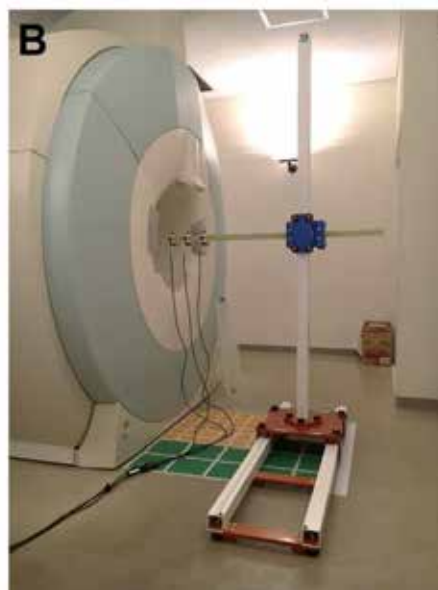
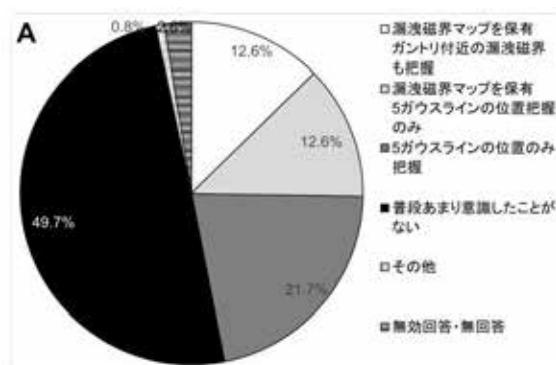


図5 サブテーマ2-1概要②. A：漏洩磁界の把握状況. B：漏洩磁界の測定の様子.

への漏洩磁界データの重量を実施し，視覚情報を向上した漏洩磁界マップについてその応用可能性を検討した．

4) 身体動揺を指標にした磁界ばく露の影響評価

磁気共鳴画像（Magnetic Resonance Imaging：MRI）検査は地磁気の数万倍以上の静磁界を利用し，臨床では 0.5-3 T が，研究用途では 7 T 以上の高強度の静磁界が利用されている．現在までの研究で静磁界中の体動でめまい，頭痛等の一時的体調変化が発生することが知られているが，作業前後の身体動揺の程度や経時的変化については知見が乏しい．そこで本研究では実際の MRI 検査業務と同等程度の高磁界環境での作業（約 15 分の静磁界ばく露と，頭部回転動作 2 回を含む）において，ばく露前後の身体動揺の変化を重心動揺計にて計測し検討した．被験者らは実験前に重心動揺の計測を行い（図 6A），前室および MRI 室で作業を行った．ばく露環境は頭部で最大 982 ± 263 mT であった．ばく露順序は前室（コントロール条件）のち MRI 室（MRI 条件）（Case 1）と，MRI 条件の後コントロール条件（Case 2）とランダム化した．全てのタスク終了後 5 分後に再度重心動揺の計測を行った．ばく露の有無と被験者の年齢（25 歳未満群又は以上群），ばく露順序について二元配置分散分析で解析することにより，磁界ばく露の影響およびその持

続時間を検討した。その結果、年齢との関連については、磁界ばく露による主効果は開眼条件の外周面積を除き認められなかったが、年齢による主効果は開眼と閉眼条件ともにほぼすべての条件（開眼条件の前後軌跡長、前後単位軌跡長を除く）で認められた。磁界ばく露と年齢の交互作用は認められなかった。ばく露順序による影響は磁界ばく露の主効果、ばく露順序の主効果、交互作用いずれも観察されなかった（図 6B）。これらのことから、約 1 T の環境で 15 分の静磁界ばく露をともなう作業においては、重心動揺の変化を生じさせるものではなかった。

また、静磁場で静止中の人体バランス機能変化の検出を目的として、MRI 室に設置したモーションキャプチャシステムにより身体動揺をリアルタイムで記録しバランス機能の評価を行った（図 7A）。実験は 3 T MRI 装置より 80 cm 離れた場所における閉眼直立姿勢の変化を記録した。その結果、総軌跡長および前後軌跡長のパラメーターにおいて磁界ばく露条件ではコントロール条件に比べ身体動揺が増大し、またばく露磁界レベルと総軌跡長との間に相関関係が認められた（図 7B）。しかしながら、実際に観察されたパラメーター値の変化は微小であ

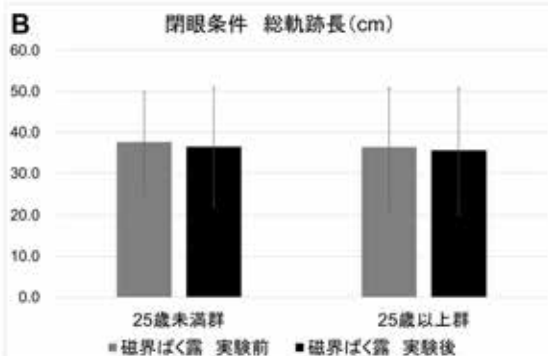


図6 サブテーマ2-2概要①. A：重心動揺の測定の様子. B：閉眼条件における磁界ばく露前後の重心動揺の変化.

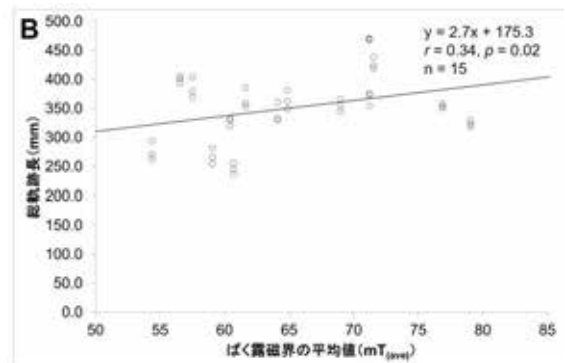
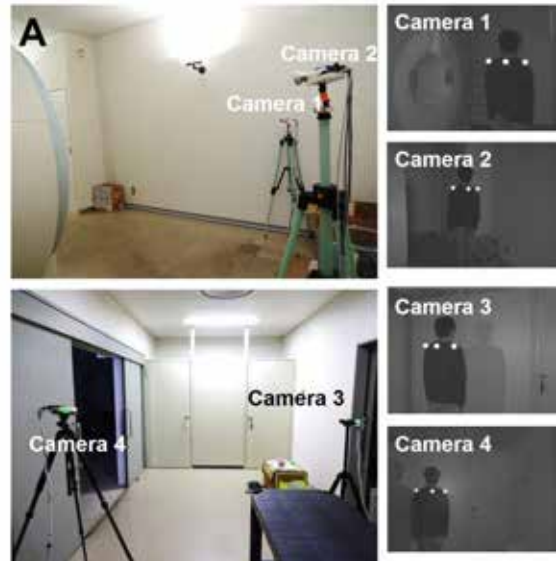


図7 サブテーマ2-2概要①. A：モーションキャプチャの様子. B：閉眼条件における磁界ばく露中の総軌跡長の変化.

り、また限定的な相関関係であったことから、全体として影響は軽微であると考えられる。

5 研究結果の統括及び今後の展望

これらの結果を総合すると、職域の非電離放射線の労働衛生の状況及び必要な対策については、第一に妊娠就業者と非電離放射線の関わりについてはリスクコミュニケーション不足が見受けられ、今後も継続的な情報収集・発信が必要であることが示された。第二に、一時的体調変化といった短期的影響では事象が顕在化していないものの、高磁界環境下で作業するという特殊性を踏まえた教育は必要であり、定期教育等で対策することが推奨される。また、諸外国における非電離放射線に関して法令やガイドラインの整備状況が進んでいることも注目が重要であると考えられる（図 8）¹¹⁾

これらの結果を踏まえ、本研究ではアウトプットとして原著論文 4 報（現在投稿中 2 件）、その他専門家向け論文（プロシーディング含む）3 件、研究所出版物 2 件、特別講演 8 件、学会発表 11 件を実施した。アウトカムとしては、研究所出版物 2 件を HP より公開したほか、関係団体（日本磁気共鳴学会等）に情報提供を行った。サブテーマ 1 においては関係団体とも協調を取り実施し

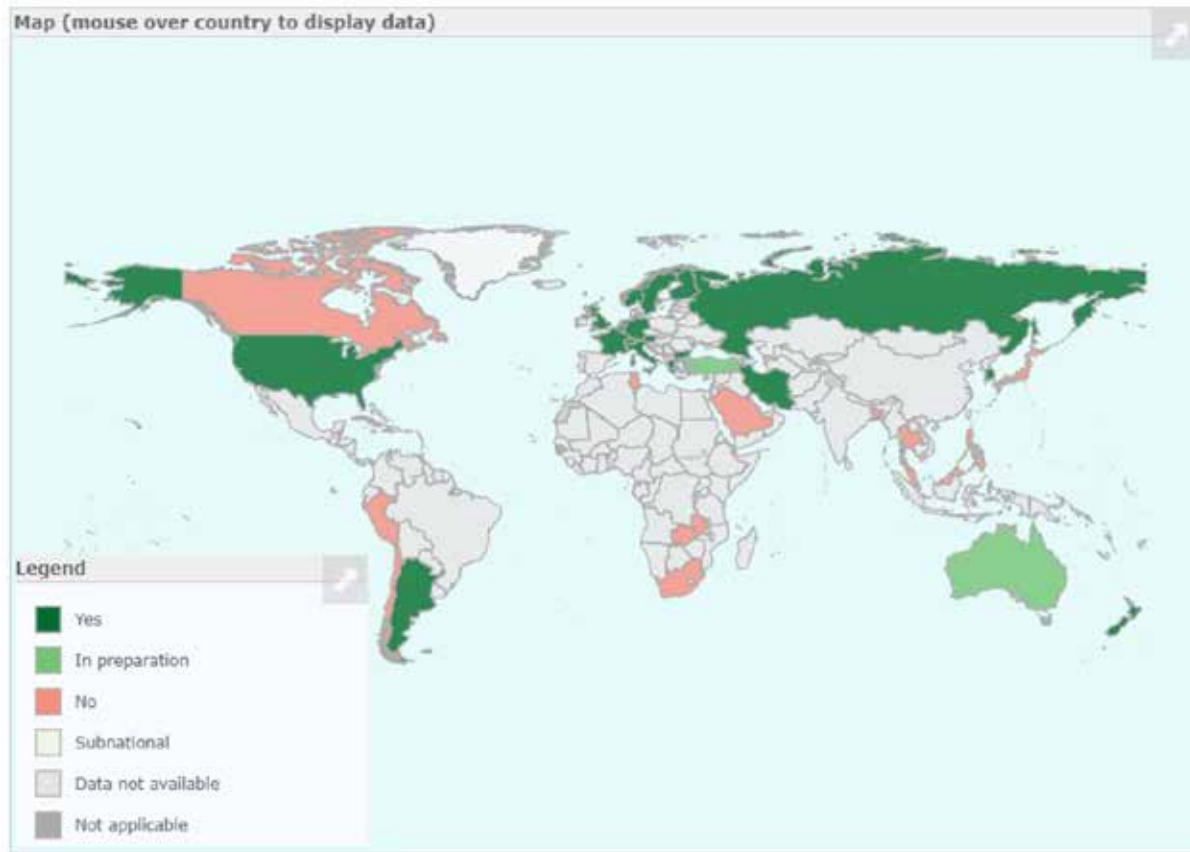


図8 諸外国における非電離放射線の法整備の状況例：静磁界，職業環境。

たことで、本調査について実務上利用可能な情報提供が実施できたと考えられる。

参 考 文 献

- 1) ICNIRP. Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. *Health Physics* 2009; 96(4):504-514.
- 2) ICNIRP. ICNIRP statement on “Diagnostic Devices Using Nonionizing Radiation : Existing Regulations and Potential Health Risks”. *Health Physics* 2017; 112(3):305-321.
- 3) International Electrotechnical Commission (IEC) 60601-2-33, 2010, Amd 2 in 2015.
- 4) Yamaguchi-Sekino S, Nakai T, Imai S, Izawa S, Okuno T. Occupational exposure levels of static magnetic field during routine MRI examination in 3T MR system. *Bioelectromagnetics*. 2014; 35(1):70-5.
- 5) 山口さち子, 井沢修平, 原谷隆史, 今井信也, 奥野勉. MR検査室での作業に関するアンケート調査. 労働安全衛生総合研究所特別調査報告 (SRR) . 2014; 44: 2-7.
- 6) de Vocht F, van Drooge H, Engels H, Kromhout H. Exposure, health complaints and cognitive performance among employees of an MRI scanners manufacturing department. *J Magn Reson Imaging*. 2006, 23(2):197-204.
- 7) Theysohn JM, Kraff O, Eilers K, Andrade D, Gerwig M, Timmann D, Schmitt F, Ladd ME, Ladd SC, and Bitz AK. Vestibular Effects of a 7 Tesla MRI Examination Compared to 1.5 T and 0 T in Healthy Volunteers. *PLoS One* 2014; 9(3):e92104.
- 8) van Nierop LE, Slottje P, Kingma H, and Kromhout H. MRI-Related Static Magnetic Stray Fields and Postural Body Sway: A Double-Blind Randomized Crossover Study. *Magnetic Resonance in Medicine* 2013; 70:232–240.
- 9) Gorlin A, Hoxworth JM, Pavlicek W, Thunberg CA, Seamans D. Acute vertigo in an anesthesia provider during exposure to a 3T MRI scanner. *Medical Devices: Evidence and Research* 2015; 8 161–166.
- 10) World Health Organization. Environmental Health Criteria 232 Static Fields. 2006; 1-351.
- 11) <https://www.who.int/gho/phe/emf/legislations/en/>

研究業績リスト

課題名：医療施設における非電離放射線ばく露の調査研究

平成 29 年度 (2017 年)		
1	原著論文	Rianne Stam, Sachiko Yamaguchi-Sekino (2018) Occupational exposure to electromagnetic fields from medical sources, Industrial Health, Vol.7, No.56, pp.96-105.
2	その他の専門家向け出版物	Sachiko Yamaguchi-Sekino, Shuhei Izawa, Shinya Imai, Toshiharu Nakai (2017) Survey on Safety Awareness of Medical Staffs in Use of MRI, Proceedings of Asia Pacific Symposium on Safety 2017, SD4-02 p1-4.
3	その他の専門家向け出版物	山口さち子(2018)医療施設における非電離放射線ばく露の評価. 産業保健21 第91号, p26.
4	特別講演等	社団法人日本磁気共鳴医学会 基礎講座「MRの安全性」
5	国際学術集会	Sachiko Yamaguchi-Sekino, Shuhei Izawa, Shinya Imai (2017) A questionnaire survey of safety awareness among MRI technologists, BioEM2017, Book of Abstract, pp.69-70
6	国内学術集会	山口さち子, 関野正樹, 中井敏晴 (2017) モーションキャプチャによるMR検査動作の一般化の試み. 第89回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 59 (Suppl.), p459.
7	国内学術集会	山口さち子 (2018) 妊娠中の MRI 検査業務担当の現況と非電離放射線の意識状況に関する調査, 第 56 回宮城 MR 技術研究会, 要旨配布無し.
8	国内学術集会	山口さち子, ソンスヨン, 岩切一幸, 中井敏晴 (2018) MRI 検査における職業磁界ばく露 - 計測及び生体指標への影響, ISMRM JPC 2018, 要旨集 p29.
平成 30 年度 (2018 年)		
1	原著論文	Sachiko Yamaguchi-Sekino, Tsutomu Kira, Masaki Sekino, and Manabu Akahane (2019) Effects of 7 T static magnetic fields on the expression of biological markers and the formation of bone in rats, Bioelectromagnetics, Vol.40, No.1, pp.16-26. (継続課題として発表)
2	原著論文	山口さち子, 井澤修平, 前谷津文雄, 土井 司, 引地健生 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽学, 王 瑞生 (2018) 本邦における妊娠中の MRI 検査業務担当の現況と非電離放射線 (静磁場ばく露) の意識状況調査 概要報告, 日本磁気共鳴医学会誌 38, 103-119.
3	原著論文	山口さち子, 前谷津文雄, 土井 司, 引地健生 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽学, 井澤修平, 王 瑞生 (2018) MRI 検査業務における妊娠就業者の配置方針の背景要因の検討, 労働安全衛生研究, Vol.12, No.1, pp.3-12.
4	研究所出版物	山口さち子 (2019) 医療施設における非電離放射線-短期的影響の防護, 生殖・発生への静磁界の影響の考え方. 独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所リーフレット, 32 頁.
5	研究所出版物	山口さち子 (2019) 医療施設における非電離放射線-短期的影響の防護, 生殖・発生への静磁界の影響の考え方 (概要). 独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所リーフレット, 8 頁.
6	特別講演等	Masaki Sekino, Sachiko Yamaguchi-Sekino, Shoogo Ueno (2018) Biological effects of magnetic fields. The 1st International Workshop for Static Magnetic Stimulation, Abstract book, p11.
7	特別講演等	社団法人日本磁気共鳴医学会 基礎講座「MR の安全性」
8	特別講演等	第 6 回 電磁界ばく露に関する評価手法の動向調査専門委員会 講演
9	特別講演等	平成 30 年度電子情報通信学会東北支部講演会 「核磁気共鳴画像診断技術 (MRI) と電磁界の生体影響」
10	国際学術集会	Sachiko Yamaguchi-Sekino, Shuhei Izawa, Humio Maeyatsu, Tsukasa Doi, Takeo Hikichi, Hideki Fujita, Shinya Imai, Manabu Akahane, Rui-Sheng Wang (2018) Survey of the facilities' policies on allocating pregnant staff for MRI site and an attitude survey to non-ionizing radiation in Japan. BioEM2018, Abstract book, p33.
11	国内学術集会	山口さち子, 井澤修平, 今井信也, 小林宏一郎 (2018) MRI 装置の漏洩磁界マップの利用状況とめまい等の一時的な体調変化に関する調査. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol. 60, (Suppl.), p.540.

12	国内学術集会	山口さち子, 関野正樹, 中井敏晴 (2018) 磁界下での時間感覚認知への影響. 第 57 回日本生体医工学会大会, プログラム・抄録集, p112 及び P2-9-5.
13	国内学術集会	山口さち子, 井澤修平, 前谷津文雄, 土井 司, 引地健生, 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽学, 王 瑞生 (2018) 妊娠時の MRI 検査業務配置の選択—管理者および個人間の相違について, 第 46 回日本磁気共鳴医学会大会, Vol. 38, (Suppl.), p.337.
平成 31 年度／令和元年度 (2019 年)		
1	原著論文	前谷津文雄, 山口さや香, 山口さち子, 引地健生 (2020) 妊娠就業者の MRI 検査業務配置に関する対応, 意識状況に関するアンケート調査分析—配置決定プロセスに関する他の代替業務との要因比較. 日本放射線技師会誌, Vol. 67, No.809, pp. 14-23.
2	その他の専門家向け出版物	山口さち子 (2019) 非電離放射線と労働衛生に関する研究紹介—医療現場における非電離放射線—, 安全衛生コンサルタント, Vol.39, No.131, pp.52-58.
3	特別講演等	一般社団法人 電気学会 「電磁界の健康リスク分析の動向」講習会「静磁界の健康リスクに関わる研究動向」
4	特別講演等	社団法人日本磁気共鳴医学会 基礎講座「MR の安全性」
5	特別講演等	(公社) 日本作業環境測定協会 認定オキュペイショナルハイジニスト養成講座「非電離放射線のリスク管理」
6	国際学術集会	Sachiko Yamaguchi-Sekino, Humio Maeyatsu, Tsukasa Doi, Takeo Hikichi, Hideki Fujita, Shinya Imai, Manabu Akahane, Shuhei Izawa, Rui-Sheng Wang (2019) Analyses of background factors on allocating MRI scan duties to pregnant employees. BioEM2018, Abstract book, p.95
7	国内学術集会	山口さち子, 前谷津文雄, 土井 司, 引地健生, 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽学, 井澤修平, 王 瑞生 (2019) MRI 検査業務における妊娠就業者の配置方針の背景要因の検討, 第 92 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol. 61, (Suppl.), p.366.
8	国内学術集会	山口さち子, 岩切一幸, 関野正樹, 中井敏晴 (2019) 身体動揺を指標にした磁界ばく露の影響評価, 電磁環境研究会, 電磁環境研究会資料, pp.19-24.