

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 —

Analysis of Facility Policy on Allocating Pregnant Staff for MR Imaging Duty: Comparison of Decision-Making Processes between MR Imaging Duty and Other Alternative Duties

前谷津 文雄¹⁾, 山口 さや香¹⁾, 山口 さち子²⁾, 引地 健生³⁾

1) 公益財団法人宮城厚生協会 泉病院 放射線科
2) 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 産業毒性・生体影響研究グループ
3) 医療法人ひろせ会 広瀬病院 医療技術部放射線科

Key words: MRI workers, Pregnant Staff, Safety management

[Abstract]

Previous Studies (Yamaguchi: JJMRM, 38, 2018) observed variations in pregnant workers' MRI work placement. This study analyzed background factors of the 7.6% "Proactive Personnel Placement" in previous research. "Workers' personal attributes" and "workplace characteristics" were rarely involved. However, "physical loads" played an important role. When MRI work was regarded as alternative work placement, "exposure protectability" and "flexible work arrangements" were considered critical, and reduction of the physical load for workers had to be an option. Also, concerns in case of exposure (residual risk) were suggested as a precaution. Providing information on elements of concern is an important challenge in MRI work placement.

【要旨】

先行研究 (山口: JJMRM, 38, 2018) では, 妊娠就業者のMRI検査業務配置方針にバラツキを観察している. 本研究では, 先行研究から妊娠報告後配置を増やす「積極的配置7.6%」に着目し背景要因を考察した. 結果は, 「個人属性, 施設特性」はほぼ関与せず「身体負荷」が重要な役割を示した. MRI検査を代替業務として捉えた場合, 「暴露防護のたやすさ」「勤務形態の取り入れやすさ」双方が重視され, 他業務とは異なる特性や作業に基づく配慮が示された. 背景には, 自由回答に代表される「念のため」との暴露への懸念(残存リスク)への関連性が示唆されており, こうした懸念に対する情報発信がMRI検査では課題となる.

緒 言

磁気共鳴画像装置 (MRI 装置) は非電離放射線 (波長では0.3THz以下の電波や赤外線・可視光線, 一部の紫外線など) を積極的に利用した医療機器である. われわれが2017年に実施した調査で, MRI装置の操作を担う就業者の女性割合は30%以上になることが明らかとなり¹⁾, 他のモダリティと同様にMRI検査の担当と妊娠・出産といった女性のライフイベントとの共存を考える時期に来ていると考えられる.

MRI検査業務について作業環境から見ると, 非電離放射線について操作者は入室のたびにMRI装置か

ら最大数十ガウス (G) ~ 1テスラ (T) 程度の中~強度の静磁場暴露機会が日常的にあること^{3),4)}, またスキャン中の入室においては微弱ながらパルス電磁場と, 数Hz~数十MHzの高周波電磁場の暴露機会があることが特徴として挙げられる. 加えて撮像コイルの運搬や, 他のモダリティと同様に患者移乗の補助といった身体作業も存在する. MRI検査が使用する非電離放射線と生殖・発生については, 細胞・動物レベルから疫学研究まで幅広く研究が行われており, 現在までに静磁場の明確な発生・生殖への影響は報告されておらず^{5)~8)}, 妊娠就業者のMRI検査業務については, 世界的に見ても統一的な見解は存在しない. 各国の行政あるいは学術団体からは, 主に『妊娠就業者はスキャン中に立ち入らない』との提言もあるが^{5),6),9)}, 病院レベルでの運用基準はそれぞれ異なるのが現状である¹⁰⁾.

国内でも同様の結果が推測されたが, この配置方針のバラツキに関して, われわれはMRI装置の作業環境の特性から2つの要因が関与すると考えた¹⁾.

第一に, 非電離放射線 (特に強磁場) の生殖・発生への影響について, 不確かさが排除できないことを残

Humio MAEYATSU¹⁾, Sayaka YAMAGUCHI¹⁾, Sachiko YAMAGUCHI-SEKINO²⁾, Takeo HIKICHI³⁾

1) Department Radiology, Miyagi Kosei Association Izumi Hospital

2) Industrial Toxicology and Health Effects Research Group National Institute of Occupational Safety and Health

3) Department Radiology, Hirose Hospital

Received January 16, 2019; accepted May 31, 2019

方 法

存リスクと捉えている「非電離放射線への意識状況の違い」、第二に、患者移乗やコイル設置など、身体負荷が発生する作業について安全を取るための「作業状況に基づく配慮」である。

そこで著者らは上記仮説に関して、「非電離放射線への意識状況の違い」については①「関心・知識取得」②「有害性の懸念」③「暴露防護」、MRI装置周辺での一時的体調変化の経験、先行研究^{11),12)}に基づく④「一時的体調変化」——の4項目、「作業状況に基づく配慮」については⑤「身体負荷」の項目を設定して考察可能な調査票を作成した。この調査票を2017年11月に全国5,769施設宛てに配布し、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結果、国内においても妊娠就業者のMRI検査業務配置の方針にバラツキが観察された¹⁾。最多回答は就業者の妊娠時には配置を控える「消極的配置」であり(52.6%)、著者らは「消極的配置」の背景要因を多変量解析手法である決定木分析とロジスティック回帰分析で検討し、上記2つの仮説と回答者の性別・年齢が関与することを報告している²⁾。

一方、アンケート結果では、妊娠時には以前より配置回数を増やす「積極的配置」の回答も7.6%あった¹⁾。このような「積極的配置」について、背景にある非電離放射線への意識状況の違いや作業状況に基づく配慮の検討を行うことは、妊娠時の就業内容の話し合いの根拠材料を提供するとともに、柔軟な対応への基盤となると考えられる。また「積極的配置」は、妊娠時にMRI検査を代替業務として扱っていると考えられることのできるため、他のモダリティと選択理由の比較を行うことで、根拠を持った代替業務提案につながることを期待される。

そこで本研究では、妊娠報告後の配置回数を増やす「積極的配置」に着目し、選択の背景要因を考察するとともに、他の代替業務(CT・一般撮影など)との間での暴露防護や身体負荷等に関する基本的考え方の相違について検討した。第一に、「積極的配置」の背景にある非電離放射線への意識状況の違いや作業状況に基づく配慮の状況を検討し、第二に、代替業務の選択要因を「暴露防護のたやすさ」「身体負荷の軽減」「勤務形態の取り入れ」とし、MRI検査とそれ以外のモダリティで要因の選択状況の比較を行った。第三に、配置状況についてより理解を深めるため、配置方針のうち自由回答について分類を行い内容の考察を行った。

1. 調査票の配布と回収

調査内容および方法は、われわれの先行研究で報告済みである¹⁾。具体的には、調査対象施設は医療機器システム白書2017のMRI設置施設一覧を基にリストを作成し、宛先は「MRI検査責任者」宛てとした。2017年11月7日に上記リストの5,769施設宛てに発送した。このうち不達6件を除いた5,763施設を総配布施設数とした。調査票はI 基本情報、II 就業者の妊娠に関する一般的事項、III 妊娠中のMRI検査就業の方針、MRI検査業務で考慮する事項、妊娠中の代替業務の考え方、IV 非電離放射線全般に関する見解と、妊娠中のMRI検査業務の今後の方針の4項目34問と、V 自由記述より構成した。調査票は対象者が受領してから約3週間後を回答期限とし、回収した調査票から完全白票など31件の無効回答を除いた有効回答は2,072件、有効回答率は36.0%であった。

2. 配置方針の分類とデータセット

妊娠就業者のMRI検査業務配置の選択方針については、回答より「積極的配置(n=157, 7.6%)」「現状維持(n=679, 32.8%)」「消極的配置(n=1,088, 52.5%)」の3群に再コーディングし、「積極的配置」を「1」、それ以外を「0」としたデータセットを作成した。施設実態に見合わない場合は、具体的な理由や実施可能な内容を自由回答(n=485)より求めた。自由回答では「より積極的に配置:積極群」「考慮するが原則MRに配置:原則配置群」「相談同意により対応:相談同意群」「他業務に異動:他業務群」「その他」として、配置意識の強さにより類型化した。

3. 設問の分類

本研究における定義は先行研究^{1),2)}に基づく。解析対象は典型回答のみとし、その他など自由記述を含む回答については解析から除外した。

ア) 個人属性および施設特性

回答者の個人属性および施設特性は「性別」「年齢」「勤務年数」「当該施設での勤務年数」「配置決定権」の5項目と、施設属性である「設置主体」「病床数」「MRI装置」「モダリティ数」「女性比率(部門)」「女性比率(MRI検査業務)」「勤務形態(部門)」「時間外勤務」「週当たり勤務時間」「人員充足度」「勤務様態(MRI検査業務)」「業務支援の頻度」「月間検査件数」の13項目とした。

イ) 非電離放射線に対する見解

非電離放射線に対する見解は、設問立案時の構想から「関心・知識取得」「有害性の懸念」「暴露防護」「一時的体調変化」の4項目とした。「関心・知識取得」は、関心の程度と安全情報の取得状況の組み合わせから関心(高)、関心(低)、無関心と設定した。「関心・知識取得」の対象は、本研究では身の回りの家電から発生する非電離放射線の法令・ガイドラインを対象とした。「有害性の懸念」は、有害性の懸念なし、念のための措置が必要、有害性の懸念あり、根拠でない、の4項目、「暴露防護」は、容易、容易でない、根拠でない、の3項目、「一時的体調変化」は、経験あり機序も理解、経験あり機序は不明、経験なし機序は理解、経験なし機序は不明、とした。

ウ) 身体負担の見解

患者移乗やコイルセットによる身体作業の対処を問う身体負担の考え方「身体負担」は、身体負担・低(低減可)、身体負担・高(低減不可)、根拠でない、の3項目とした。

4. 代替業務の選択要因

代替業務の選択要因を「暴露防護のたやすさ」「身体負担の軽減」「勤務形態の取り入れ」とし、MRI検査とそれ以外のモダリティで比較を行った。

MRI検査と他の代替業務は設問構造が異なるため、MRI検査については、「暴露防護のたやすさ」と「身体負担の軽減」に関しては業務オプション(業務の実装内容、例:MRI室への入室制限など)の付与状況から類推した。

業務オプションは、「スキャン中の入室制限(NIR1)」「身体負担の軽減(PL)」「NIR1+PL同時選択(NIR1+PL)」「静磁場暴露の回避(入室制限など:NIR2)」と「業務オプションなし(None)」の5群に分類し算出した。NIR2は静磁場暴露の回避に焦点を当てるため、他のオプション(例NIR1+NIR2など)も全てNIR2に統一した。

積極的配置を行った理由「勤務形態の取り入れ」に関する設問は、調査票の該当する質問より選択状況を導出した。

MRI以外のモダリティの代替業務は各施設より3項目、最大4つの理由で記入されていることから、2,072施設の3つ全ての回答(N=6,216、無回答・無効回答含む)について、MRI検査を除いた回答の解析を行った。上記3つの選択理由は調査票の該当する質問より選択状況を導出した。

5. 解析

統計ソフトはSPSS 22を使用し、統計的有意差は $p<0.05$ とした。個人属性および施設特性、非電離放射線の見解、身体負担の見解との関連は、クロス集計の後Fisherの正確確率検定とカイ二乗検定で検討した。質問票の該当部分より、背景にある非電離放射線の防護意識や身体負担への見解を検討した。MRI検査以外の代替業務については、一次集計後に暴露防護・身体負担・勤務形態について、コレスポネンス分析で関係性を検討した。

結果

1. 「積極的配置」の選択の背景要因の検討

Table 1に、「積極的配置」の選択における、個人属性と施設特性とのクロス集計結果を示す。

月間検査件数のみ有意差が観察され、その内訳は月間500~999件検査の施設での選択割合が増加していた。また統計的有意差は検出されなかったものの、女性・若年層群で選択がなされていた。このため個人属性と施設特性の寄与は限定的であると考えられる。

Table 2に、「積極的配置」の選択における、非電離放射線への意識状況の違いや作業状況に基づく配慮の状況を示す。

「一時的体調変化」以外全て有意差を示した(χ^2 検定、 $df=2$ または3、「関心・知識取得状況」のみ $p<0.05$ 、他は各 $p<0.0001$)。「関心・知識取得」では、無関心群の回答が「それ以外」群よりも増加していた。「有害性の懸念」では、発生・生殖に対する有害事象の報告がないためとする回答が最も多く46.3%で、「それ以外」群(21.9%)の2倍以上であった。念のための措置という回答も同等程度(42.9%)あった。「暴露防護」として問題を捉えた場合は、就業中の非電離放射線暴露について41.1%は対策立てが容易であると回答、一方で、この要因は選択の際の根拠ではないとの回答も49.0%で見られた。「身体負担」については、76.9%が身体負担が少ない(あるいは負担を少なくする人員配置が可能)と回答しており、「それ以外」の非選択群(39.7%)より増加していた。

2. 代替業務の選択要因—MRI検査(積極的配置)とそれ以外のモダリティ選択の比較

代替業務の選択要因(「暴露防護のたやすさ」「身体負担の軽減」「勤務形態の取り入れ」)について、MRI検査とそれ以外のモダリティで比較を行った

Table 1 Results of cross-tabulation of personal attributes and facility characteristics. Invalid responses were excluded from the summary.

		Promoted allocation pattern (n=157)		Others (n=1,915)		Total	
		n	%	n	%	n	%
	Sex	N.S.					
Male		129	82.2%	1,541	87.5%	1,670	87.1%
Female		28	17.8%	220	12.5%	248	12.9%
	Total	157	100.0%	1,761	100.0%	1,918	100.0%
	Age	N.S.					
20-29		11	7.0%	81	4.6%	92	4.8%
30-39		50	31.8%	454	25.8%	504	26.3%
40-49		52	33.1%	618	35.1%	670	35.0%
50-59		37	23.6%	515	29.3%	552	28.8%
>60		7	4.5%	92	5.2%	99	5.2%
	Total	157	100.0%	1,760	100.0%	1,917	100.0%
	Years of employment	N.S.					
<9		24	15.3%	216	12.3%	240	12.6%
10-19		50	31.8%	623	35.5%	673	35.2%
20-29		51	32.5%	545	31.1%	596	31.2%
>30		32	20.4%	369	21.0%	401	21.0%
	Total	157	100.0%	1,753	100.0%	1,910	100.0%
	Years of employment at the present institute	N.S.					
<9		55	35.0%	621	35.4%	676	35.3%
10-19		50	31.8%	605	34.5%	655	34.2%
20-29		40	25.5%	349	19.9%	389	20.3%
>30		12	7.6%	181	10.3%	193	10.1%
	Total	157	100.0%	1,756	100.0%	1,913	100.0%
	Making decision for allocation	N.S.					
No		82	54.7%	904	55.2%	986	55.1%
Yes		68	45.3%	734	44.8%	802	44.9%
	Total	150	100.0%	1,638	100.0%	1,788	100.0%
	Type of institute	N.S.					
University hospital		3	1.9%	84	4.8%	87	4.5%
Public hospital		41	26.1%	490	27.8%	531	27.7%
Other hospital		112	71.3%	1,146	65.1%	1,258	65.6%
Others		1	0.6%	41	2.3%	42	2.2%
	Total	157	100.0%	1,761	100.0%	1,918	100.0%
	Number of beds	N.S.					
<99		54	34.4%	641	36.6%	695	36.4%
100-199		35	22.3%	386	22.1%	421	22.1%
200-299		20	12.7%	236	13.5%	256	13.4%
300-399		22	14.0%	199	11.4%	221	11.6%
>400		26	16.6%	288	16.5%	314	16.5%
	Total	157	100.0%	1,750	100.0%	1,907	100.0%
	Type of MRI scanner	N.S.					
0.5 T MRI scanner (only)		35	22.4%	342	19.4%	377	19.7%
1.5 T MRI scanner (only)		84	53.8%	1,009	57.4%	1,093	57.1%
1.5 T and 3 T MRI scanner		29	18.6%	264	15.0%	293	15.3%
3 T MRI scanner (only)		7	4.5%	94	5.3%	101	5.3%
Others		1	0.6%	50	2.8%	51	2.7%
	Total	156	100.0%	1,759	100.0%	1,915	100.0%
	Number of modalities at the institute	N.S.					
<= 5		39	24.8%	460	26.0%	499	25.9%
6-8		52	33.1%	575	32.5%	627	32.6%
9-10		39	24.8%	399	22.6%	438	22.8%
11+		27	17.2%	333	18.8%	360	18.7%
	Total	157	100.0%	1,767	100.0%	1,924	100.0%
	Female ratio (at the department)	N.S.					
<= 16.7		33	24.8%	374	25.2%	407	25.1%
16.8-25.0		31	23.3%	367	24.7%	398	24.6%
25.1-37.5		41	30.8%	364	24.5%	405	25.0%
37.6+		28	21.1%	382	25.7%	410	25.3%
	Total	133	100.0%	1,487	100.0%	1,620	100.0%

Female ratio (at MRI scan duty) N.S.						
<= 17.14	34	28.3%	320	23.9%	354	24.3%
17.15-29.41	26	21.7%	346	25.9%	372	25.5%
29.42-44.44	35	29.2%	313	23.4%	348	23.9%
44.45+	25	20.8%	359	26.8%	384	26.3%
Total	120	100.0%	1,338	100.0%	1,458	100.0%
Allocation pattern (at the department) N.S.						
Fixed	21	14.0%	312	18.2%	333	17.9%
Rotation (2-3 modalities)	55	36.7%	561	32.7%	616	33.0%
Rotation (all modalities)	63	42.0%	643	37.5%	706	37.9%
Others	11	7.3%	198	11.6%	209	11.2%
Total	150	100.0%	1,714	100.0%	1,864	100.0%
Work overtime N.S.						
Yes	126	81.3%	1,382	78.9%	1,508	79.1%
No	27	17.4%	349	19.9%	376	19.7%
Others	2	1.3%	20	1.1%	22	1.2%
Total	155	100.0%	1,751	100.0%	1,906	100.0%
Hours of employment per week N.S.						
<39	40	25.6%	329	18.8%	369	19.3%
40-49	104	66.7%	1,261	72.0%	1,365	71.5%
50-59	9	5.8%	134	7.6%	143	7.5%
60-64	2	1.3%	17	1.0%	19	1.0%
>65	1	0.6%	11	0.6%	12	0.6%
Total	156	100.0%	1,752	100.0%	1,908	100.0%
Staff sufficiency N.S.						
Sufficient	87	55.8%	910	52.2%	997	52.5%
Partially insufficient	58	37.2%	637	36.5%	695	36.6%
Insufficient	11	7.1%	196	11.2%	207	10.9%
Total	156	100.0%	1,743	100.0%	1,899	100.0%
Allocation pattern (at MRI scan duty) N.S.						
Fixed	25	16.7%	354	20.7%	379	20.4%
Not fixed (a part of the rotation pattern)	109	72.7%	1150	67.4%	1259	67.8%
Others	16	10.7%	203	11.9%	219	11.8%
Total	150	100.0%	1,707	100.0%	1,857	100.0%
Occurrence of additional support at MRI scan duty N.S.						
Frequently	51	32.9%	479	27.7%	530	28.2%
Occasionally	45	29.0%	574	33.2%	619	32.9%
Rarely	39	25.2%	438	25.4%	477	25.3%
None	20	12.9%	236	13.7%	256	13.6%
Total	155	100.0%	1,727	100.0%	1,882	100.0%
Number of MRI examination per month $p<0.05$						
<499	107	68.6%	1,297	74.2%	1,404	73.7%
500-999	42	26.9%	312	17.8%	354	18.6%
>1,000	7	4.5%	139	8.0%	146	7.7%
Total	156	100.0%	1,748	100.0%	1,904	100.0%

Table 2 Relationship between selection of allocation policies and their reasons. Considerations based on respondents' awareness of nonionizing radiation and work situation in the selection. Invalid responses were excluded from the summary. Chi-squared test.

		Promoted allocation pattern (n=157)		Others (n=1,915)		Total	
		n	%	n	%	n	%
$p<0.05$	"Interest"						
	High	39	25.5%	390	22.7%	429	22.9%
	Low	93	60.8%	1,201	69.8%	1,294	69.1%
	Not interested	21	13.7%	129	7.5%	150	8.0%
	Total	153	100.0%	1,720	100.0%	1,873	100.0%
$p<0.0001$	"Concern of adverse health effects"						
	No	68	46.3%	370	21.9%	438	23.8%
	Feel necessary for precautionary action						
	Yes	63	42.9%	1,082	63.9%	1,145	62.3%
	Not basis for decision	1	0.7%	77	4.6%	78	4.2%
	Total	147	100.0%	1,692	100.0%	1,839	100.0%

“Ease of protection from exposure” $p < 0.0001$	Easy	62	41.1%	467	28.2%	529	29.3%
	Not easy	15	9.9%	448	27.1%	463	25.6%
	Not basis for decision	74	49.0%	740	44.7%	814	45.1%
	Total	151	100.0%	1,655	100.0%	1,806	100.0%
“Temporal symptom caused by non-ionizing radiation” N.S.	Experienced and familiar with the occurrence mechanism	34	22.2%	383	22.0%	417	22.0%
	Experienced but not familiar with the occurrence mechanism	23	15.0%	272	15.6%	295	15.6%
	Not-experienced but familiar with the occurrence mechanism	31	20.3%	403	23.1%	434	22.9%
	Neither experienced nor familiar with the occurrence mechanism	65	42.5%	686	39.3%	751	39.6%
	Total	153	100.0%	1,744	100.0%	1,897	100.0%
“Physical load” $p < 0.0001$	Low or reducible	113	76.9%	660	39.7%	773	42.7%
	High or not-reducible	11	7.5%	515	31.0%	526	29.1%
	Not basis for decision	23	15.6%	487	29.3%	510	28.2%
	Total	147	100.0%	1,662	100.0%	1,809	100.0%

Table 3 Rates of work options in the promoted allocation pattern. NIR1 or 2 represents consideration of “ease of exposure protection,” whereas PL shows the consideration of “reduction of physiological load.” NIR = Non-Ionizing radiation; PL = Physical load.

Given work options	Abbreviations	n	%
Access restriction during data acquisition (Protect from exposure to time-varying and radio frequency electromagnetic fields)	NIR1	13	8.3
Reduction of physiological load	PL	14	8.9
NIR1+PL	NIR1+PL	16	10.2
Access restriction for MRI scan room (Protection from static magnetic field exposure)	NIR2	62	39.5
No given option	None	40	25.5
No responses or invalid answers		12	7.6
Total		157	100.0

(Table 3~5, Fig.1).

Table 3およびFig.1に、MRI検査における代替業務の選択要因の状況を示す。

「暴露防護のたやすさ」「身体負荷の軽減」は、業務オプションの付与状況から検討した (Table 3)。

特に業務オプションを付与していなかった回答者は25.5%で、残りの66.9%では何らかの業務オプションを付与していた。スキャン中の入室制限を含む暴露回避を前提とした業務オプション付加合計 (NIR1, NIR1+PL, NIR2) 割合は58.0%であった。一方で、身体負荷のみを考慮するオプション (PL) は8.9%であった。

「積極的配置」を行った群の「勤務形態の取り入れ」に関する選択理由状況を Fig.1 に示す。設問は複数回答で該当するものを選択する方式で、勤務形態1が「勤務形態への取り入れが容易」、勤務形態2が「勤務形態への取り入れが困難」、勤務形態3が「被ばく防止の

ため」、勤務形態4が「代替者不在のため」、勤務形態5が「その他」、勤務形態6が「根拠でない」という回答である。選択割合は勤務形態1が46.5%、勤務形態2が3.2%、勤務形態3が65.6%、勤務形態4が6.4%、勤務形態5が0.6%、勤務形態6が7.0%であった。

これらの結果から、「暴露防護のたやすさ」は波源 (スキャン中のみ発生する高周波、傾斜磁場に対してか静磁場そのものか) の違いはあるものの明確な対処事項であるが、「身体負荷の軽減」の対処状況は頻度が低いことが示唆された。また勤務形態の取り入れでは、取り入れが容易であること (勤務形態1) と被ばく防止 (勤務形態3)、これらが主な考慮要因であることが示された。

MRI検査業務以外の妊娠中の代替業務について、選択割合と選択理由の集計結果を Table 4および5に示す。

妊娠中の代替業務として最多回答はCTであり、そ

の理由は「暴露防護のたやすさ」「身体負荷の軽減」が挙げられ、「勤務形態の取り入れ」は重視されていなかった。次点は受付業務・医療情報関連業務などで、選択理由として「身体負荷の軽減」が最も高い割合で選択された。これら選択肢のうち、Table 4において8.0%以上の割合を示した7業務（CT・受付業務等・一般撮影・骨密度検査・超音波検査・マンモグラフィー・X線TV撮影）で、影響を与えている要因との関係を視覚化するためコレスポネンス分析を行った（Fig.2）。

これは、3つの要因と選択項目との関連性の強さを図示するもので、要因と近いプロット位置にあるほど、選択項目とその要因の関連が強いことを示す。例えばTable 5より、一般撮影は「勤務形態の取り入れ」の第1位回答（54.6%）かつ「暴露防護のたやすさ」の

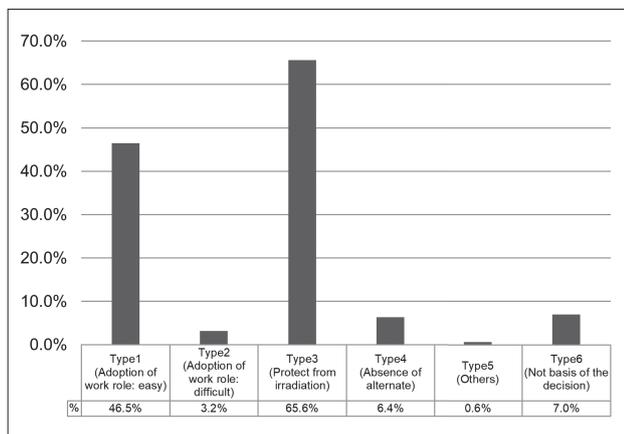


Fig.1 Rates of “adoption of work role” in the promoted allocation pattern.

第7位回答（82.5%）、「身体負荷の軽減」の第12位回答（51.4%）であり、「勤務形態の取り入れ」についてのみ強い関連があると予測が容易である。一方で、X線TV撮影は「暴露防護のたやすさ」の第3位回答（89.5%）、「身体負荷の軽減」の第2位回答（88.4%）、「勤務形態の取り入れ」の第6位回答（33.8%）であり、「暴露防護のたやすさ」や「身体負荷の軽減」との関連がうかがい知れる。このように、選択項目ごとに重視される項目が異なることから、全ての項目と3つ

Table 4 Selection rate for alternative work duties for pregnant employees. (Reference) 810 for MRI scanning.

Alternative duty during the pregnancy	n	%
CT	865	20.8
Receptionist, analysis of medical information, office works	646	15.6
Radiography	599	14.4
Bone density test	577	13.9
Ultrasound	410	9.9
Mammography	386	9.3
X-ray TV : Fluoroscopy	370	8.9
Fundus examination	77	1.9
Radiation therapy	72	1.7
Other	69	1.7
Angiography	35	0.8
Mobile C-arm	23	0.6
Nuclear medicine	14	0.3
Mobile X-ray	8	0.2
Total	4,151	100.0

Table 5 Reasons for choosing alternative work duties for pregnant employees. % indicates the value for the total of each duty. The total percentage is not displayed in the table; it exceeds 100% because of the multiple choice format.

Alternative duty during the pregnancy	Ease of protection from exposure		Reduction of physical load		Adoption of work role		Others		Number of selection (see in Table 4)
	n	%	n	%	n	%	n	%	
CT	770	89.0%	633	73.2%	334	38.6%	66	7.6%	865
Receptionist, analysis of medical information, office works	438	67.8%	545	84.4%	217	33.6%	24	3.7%	646
X-ray imaging	494	82.5%	308	51.4%	327	54.6%	52	8.7%	599
Bone density test	508	88.0%	507	87.9%	185	32.1%	6	1.0%	577
Ultrasound	282	68.8%	318	77.6%	98	23.9%	16	3.9%	410
Mammography	358	92.7%	264	68.4%	167	43.3%	9	2.3%	386
X-ray TV : Fluoroscopy	331	89.5%	327	88.4%	125	33.8%	17	4.6%	370
Fundus examination	51	66.2%	69	89.6%	17	22.1%	2	2.6%	77
Radiation therapy	63	87.5%	43	59.7%	16	22.2%	7	9.7%	72
Other	39	56.5%	38	55.1%	27	39.1%	15	21.7%	69
Angiography	33	94.3%	30	85.7%	8	22.9%	2	5.7%	35
Mobile C-arm	15	65.2%	6	26.1%	7	30.4%	2	8.7%	23
Nuclear medicine	9	64.3%	12	85.7%	3	21.4%	0	0.0%	14
Mobile X-ray	2	25.0%	4	50.0%	4	50.0%	0	0.0%	8
Total	3,393		3,104		1,535		218		4,151

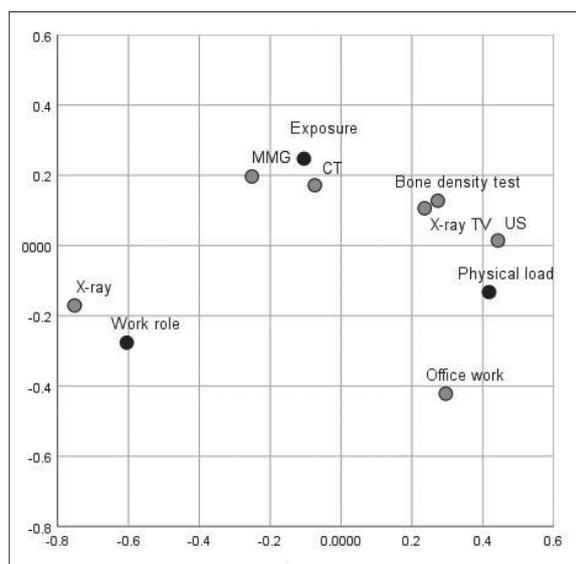


Fig.2 Results of correspondence analysis among seven alternative work duties and selection reasons. Office work: Receptionist, analysis of medical information, office works. X-ray: X-ray imaging. US: Ultrasound. MMG: Mammography. X-ray TV: Fluoroscopy

の要因との関連について比較を容易にするために、2次元図上で表示した結果がFig.2である。Table 5で予測されたように、一般撮影は「勤務形態の取り入れ」に最も近い位置でプロットされ強い関連があることが示されたほか、他の項目についてはCT・マンモグラフィは「暴露防護のたやすさ」との関連、骨密度検査・超音波検査・X線TV撮影は「身体負荷の軽減」との関連が強いことが示された。

3. 自由回答の分類と内容の考察

Table 6に、妊娠中のMRI検査業務の選択内訳方針で、「当てはまらない」として具体的な理由や実施可能

な内容について記載のあった485件の自由回答サマリーを示す。

自由回答内容から、「一般撮影やX線TV撮影に比べ、妊娠中のスタッフはMRI業務に配置しやすい、MRI業務は他のX線業務に比べ安全であると認識している、少人数の技師で施設を回しているため他の配置転換に限界がある」などの積極的配置・継続配置・考慮も原則MRI検査に配置とした合計回答は30.0%に見られた。一方で、「本人と相談し対応するのが基本、妊娠中のMRI業務について、はっきりとしたエビデンスがないので本人の判断に任せる、管理者として配置しないが、本人がMRI検査への配置を強く希望すれば考慮する」などの本人の意向を基に適宜対応とした分類の回答は21.0%に見られ、「複数のスタッフがいる中であえて非電離放射線に曝す必要はない」など、「他業務に異動配置に分類」される回答の20.0%と両者を合わせると、41.0%が「慎重・否定的配置」とする分類での回答割合となった。

要望を含めたその他の分類とした回答は29.0%に見られ、「ガイドラインが確立されれば安心して配置が可能であるが、現状では配置しないのが妥当」「周囲（一般）の理解が進んでいない」「有害事例を公表してほしい」「何らかのガイドラインが欲しい」などの意見が見られた。

自由回答のサマリーからは、非電離放射線暴露への何となく不安という潜在的なリスク（残存リスク）を背景に、施設の実態に見合わない場合、配置に慎重、または否定的な意見を示す割合が高かった。

考察

本研究では、妊娠就業者のMRI検査業務配置決定

Table 6 Summary of classification and content of a free comments

The allocation situations to the MRI scan duties	① Your facility implementation content		② Opinions on place		①+② Total	
Aggressive arrangement	2	0.6%	5	3.1%	7	1.0%
Continual arrangement	41	12.7%	20	12.3%	61	13.0%
Principle allocation in consideration	52	16.1%	24	14.7%	76	16.0%
Appropriate response on consent of the person	68	21.1%	33	20.2%	101	21.0%
Other allocation arrangement	69	21.4%	26	16.0%	95	20.0%
Other	76	23.6%	28	17.2%	104	21.0%
Request	14	4.3%	27	16.6%	41	8.0%
Total	322	100.0%	163	100.0%	485	100.0%

プロセスに関する背景について、非電離放射線への意識状況の違いや作業状況に基づく配慮に加え、回答者の個人属性と施設特性が及ぼす影響についても検討を行っている。

Table 1からは、統計的有意差はないものの「積極的配置」は女性と20代・30代で多い傾向を示している。この結果からは、若い世代、女性層における姿勢として、キャリア形成を優先する専門職の意識の反映、妊娠就業者のMRI検査業務に対するリスクコミュニケーションをより合理的に受け入れる姿勢を示しているのではないかと推測される。一方で、「消極的配置」に関する解析では男性、高年齢回答者で回答が有意に増加しており²⁾、男性、特に高い年代の意識には、妊娠就業者の非電離放射線業務に対する安全管理の指針が明確ではないことから来る、妊娠中のMRI検査業務就労によるトラブルリスクの回避や、職場組織運営上のマネジメントを優先しようとする意識が推測される。

さらに施設特性が及ぼす影響については、「MRI月間検査件数」のみが有意な差を認め、「積極的配置」は500~999件の群で高く、1,000件~群では減少した (Table 1, $p < 0.05$)。1台当たりのMRI検査件数から見て1,000件~群は大規模施設が想定され、500~999件群では、2台程度のMRI装置を有する中規模施設が想定される。検査件数は、言い換えれば施設(部門)規模の反映とも推察され、この中規模施設群では、技師の充足度、専任制・ローテーション制など業務形態に関わる環境や条件により、代替業務の選択肢を左右しているといえる。また先行研究において、中規模施設群では小規模施設群・大規模施設群に比べ「積極的配置」と同様に「消極的配置」の割合も最多であった(59.0%)²⁾。この規模の施設特性が代替業務の選択肢の多様性を示しているといえる。

非電離放射線への意識状況の違いや作業状況に基づく配慮については、「積極的配置」を行った群の選択理由 (Table 2) では、「有害性の懸念なし」との回答が最も多く46.3%であるが、「念のための措置が必要」との回答も42.9%と高い割合で認められている。

このため業務オプションの結果 (Table 3) で、スキャン中の入室制限や暴露源防護を含む業務オプション合計 (NIR1, NIR1+PL, NIR2) が58.0%と高い割合であったが、「念のための措置が必要」の回答が多いことは矛盾しない意識といえる。また自由回答の慎重・否定的分類とその他・要望を合わせた回答割合の70.0%に共通している背景には、静磁場からの暴露回避への意識、MRI検査に対する何となく不安とい

う潜在的なリスク(残存リスク)への認知であると考えられる。選択理由 (Table 2) で暴露防護が「容易」41.1%であることも、残存リスクへ対応策が高い割合で選択されていると考えられる。この防護へのコントロールとしては、業務オプションの暴露回避を考えると、入室制限などで組み入れられていることが示唆される(合計58.0%)。

しかしながら、MRI検査での暴露への防護コントロールが容易であることは「根拠でない」とする割合も49.0%と高いことから、これら回答者での優先すべき要因には身体負荷への考慮となっている可能性がある。選択理由においても「身体負荷・低(削減可)」が76.9%と最多割合を示しており、代替業務の配置決定の主要な要因といえるが (Table 2)、業務オプションでは身体負荷への対応のみ付加する回答者 (PL) は8.9%である (Table 3)。これは他の業務オプションの状況から、MRI検査室への入室制限自体を課すことで実現している (NIR2: 39.5%)、スキャン中の入室制限との同時付加 (NIR1+PL: 10.2%) もあり、MRI検査では、非電離放射線の防護(残存リスクへの対応)と身体負荷の軽減がセットで取り入れやすい作業工程の特徴を示しているものと考えられる。

これらの結果からは、「積極的配置」選択の背景要因では、個人属性と施設特性が関与することは薄いといえるが、非電離放射線への意識状況の違いや、作業状況に基づく配慮の状況との関連が示されている。特に「身体負荷」は、「積極的配置」選択において重要な要因であることが示されているといえる。

またMRI検査とそれ以外のモダリティで代替業務の選択要因状況の比較については、第一に、Table 4に示すMRI検査を除く「代替業務」選択で示されるように、7業務 (CT・受付業務等・一般撮影・骨密度検査・超音波検査・マンモグラフィ・X線TV撮影) が多数を占めた。しかしながら、選択に影響を与えている要因をコレスポネンシ分析から検討すると (Fig.2)、装置によって選択理由の特性が異なっていた。

最多回答であるCTは「暴露防護のたやすさ」が重視されており、業務オプションの暴露回避の割合(58.0%)を考えるとMRI検査と類似しているが、MRI検査ではX線の被ばく防止の観点から選択されている点もあり (Table 3, Fig.1)、装置による暴露源発生メカニズムの違いを表していると考えられる。MRI検査では「暴露防護のたやすさ」と「勤務形態の取り入れ」の双方が重視され、「暴露防護のたやすさ」と関連の強いCTや、「勤務形態の取り入れ」と関連の強い一般

撮影とは、選択の特性が異なることが示唆される。

また次点の受付業務・医療情報関連業務においては、「身体負荷の軽減」との関連が強いことが示されており（Table 4, 5）、妊娠時期にも関係すると思われるが、母性保護の観点からは身体的負荷を考慮することが、代替業務を選択する上で共通し優先されている一般的な理由になっているといえる。

結論

本研究では、妊娠報告後のMRI検査への配置回数を増やす「積極的配置」について、非電離放射線への意識状況の違いや作業状況に基づく配慮に着目し、選択の背景要因を考察した。

その結果、個人属性と施設特性はほとんど関与しないが、非電離放射線への意識状況の違いや、作業状況に基づく配慮の状況との関連が示された。特に「身体負荷」は重要な選択要因であり、MRI検査を除く「代替業務配置」選択群との共通要因でもあった。また見解が異なる要因では、何となく不安という「残存リス

ク」への「暴露防護」に対する意識の違いがあった。MRI検査においては、「念のため」とする残存リスクへの懸念に対する情報発信が課題といえる。

謝辞

本研究は、一般社団法人 日本磁気共鳴医学会、公益社団法人 日本診療放射線技師会、公益社団法人 日本放射線技術学会、公益社団法人 大阪府診療放射線技師会、公益社団法人 宮城県放射線技師会の5団体との共同事業で実施した。公益社団法人 日本放射線技術学会は調査票配布後にご協力いただいた。本研究は、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運営費交付金で実施する特別研究「医療施設の非電離放射線ばく露に関する調査研究（P-29-01）」により行った。

本調査を実施するに当たりご支援を頂き、また調査票作成にご協力いただいた井澤修平氏、土井司氏、藤田秀樹氏、今井信也氏、赤羽学氏、王瑞生氏の方々に厚くお礼申し上げます。

表の説明

Table 1	「積極的配置」の選択における、個人属性と施設特性とのクロス集計結果。無回答・無効回答は集計より除外。
Table 2	「積極的配置」の選択における、非電離放射線への意識状況の違いや作業状況に基づく配慮の状況。無回答・無効回答は集計より除外。
Table 3	「積極的配置」における業務オプションの付与状況「暴露防護のたやすさ」「身体負荷の軽減」の考慮状況を示す。
Table 4	妊娠中の代替業務の選択割合。（参考）MRI検査は810件。
Table 5	妊娠中の代替業務の選択理由。％は各業務の合計に対する値を示す。本設問は複数回答のため、合計の％は100%を超過するため表示しない。
Table 6	自由回答の分類と内容のサマリー

図の説明

Fig.1	積極的配置における「勤務形態の取り入れ」の選択状況。
Fig.2	代替7業務と選択要因に関するコレスポンデンス分析結果。暴露源：暴露防護のたやすさ、身体負荷：身体負荷の軽減、勤務形態：勤務形態の取り入れ。

参考文献

- 山口さち子, 他: 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。磁気共鳴医学会誌, 38 (4), 103-119, 2018.
- 山口さち子, 他: 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」, 12 (1) 3-12, 2019.
- McRobbie DW: Occupational exposure in MRI. Br J

- Radiol, 85 (1012): 293-312, 2012.
- 4) Yamaguchi-Sekino S, et al.: Occupational exposure levels of static magnetic field during routine MRI examination in 3T MR system. Bioelectromagnetics, 35 (1): 70-5, 2014.
- 5) DH Temperton: Pregnancy and Work in Diagnostic Imaging Departments, 2nd Ed. British Institute of Radiology, 1-11, 2008.
- 6) Expert Panel on MR Safety; Kanal E, et al.: ACR Guidance Document on MR Safe Practices: 2013. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 37: 501-530, 2013.
- 7) Kanal E, et al.: Survey of Reproductive Health among Female MR workers. Radiology, 187 (2): 395-399, 1993.
- 8) World Health Organization: Environmental Health Criteria 232 Static Fields. 1-351, 2006.
- 9) D Grainger, et al.: Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency (MHRA), Safety Guidelines for Magnetic Resonance Imaging Equipment in Clinical Use. Ed March, 1-85, 2015.
- 10) De Wilde JP, et al.: A review of the current use of magnetic resonance imaging in pregnancy and safety implications for the fetus. Prog Biophys Mol Biol, Feb-Apr, 87 (2-3), 335-53, 2005.
- 11) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP): guidelines for "LIMITING EXPOSURE TO ELECTRIC FIELDS INDUCED BY MOVEMENT OF THE HUMAN BODY IN A STATIC MAGNETIC FIELD AND BY TIME-VARYING MAGNETIC FIELDS BELOW 1Hz", Health Physics, 106 (3), 418-425, 2014.
- 12) 山口さち子, 他: 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), 44, 71-82, 2014.