

多チャンネルコイルの微視的視点からの基礎的検討

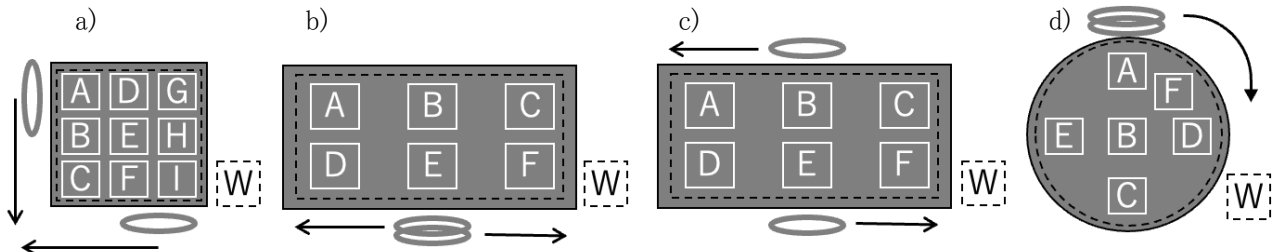
公益財団法人 北福島医療センター 放射線技術科 ○高橋 悠馬(Takahashi Yuma)
丹治 一 八巻 智也 明珍 雅也 高槻 香苗 宗川 高広 木村 恵美莉
公立大学法人 福島県立医科大学 保健科学部 放射線科学科 五月女 康作
公立大学法人 福島県立医科大学附属病院 放射線部 石川 寛延

【はじめに】

近年の受信コイルは、より多数の素子を用いる傾向にある。また、頭部脊椎系以外のコイルはフレキシブルに変形させて利用することが一般的になりつつある。今回、フェーズドアレイコイルをつかさどる各素子の位置関係が、感度分布にどのような変化をもたらしているのか、微視的な観点で基礎的実験をおこない、特徴の理解と適当な利用法について検討をおこなった。

【方法】

使用装置はPhilips社製 3.0T MRI装置。評価には直径15 cm、1対の円形素子から成るコイル(Flex S coil)を用いた。撮像対象は、自作の直方体ファントム(400 mm×170 mm×130 mm T1値:3624.77 ms T2値:143.61 ms)および、INVIVO社製の楕円体ファントム(長辺:330 mm短辺:170 mm T1値:239.12 ms T2値:58.55 ms)。対を成すコイルの配置を自在に変化させ、信号強度と感度分布を測定し、均一性の評価を実施した。コイルの配置の様子、測定位置は図の通りである(Fig.1)。



- a: 自作ファントムの AXI 断面の場合: 離れた対のコイルを近づけていった。 (垂直方向の距離の変化)
- b: 自作ファントムの SAG 断面の場合: 重ねたコイルを 25%ずつ離していった。 (水平方向の距離の変化)
- c: 自作ファントムの COR 断面の場合: 対向に配置したコイルを 25%ずつずらしていった。 (対向方向の距離の変化)
- d: INVIVO ファントムの AXI 断面の場合: 重ねたコイルを 25%ずつ離して配置していった。 (2つのコイルの距離・角度の変化)

Fig.1 撮像時のコイルの配置図と測定位置

感度分布は、5段階のグレースケールで表示した。また、均一性は区分法の変法を用いて算出した。均一性は、全体を囲んだROIの信号強度は $S(W)$ 、その他の局所で設定されたROIの信号をそれぞれ $S(x)$ ROIの測定点を0~Nまでとすると、

$$\text{局所均一性} \quad U(x)=[S(x)-S(w)]/S(W)$$

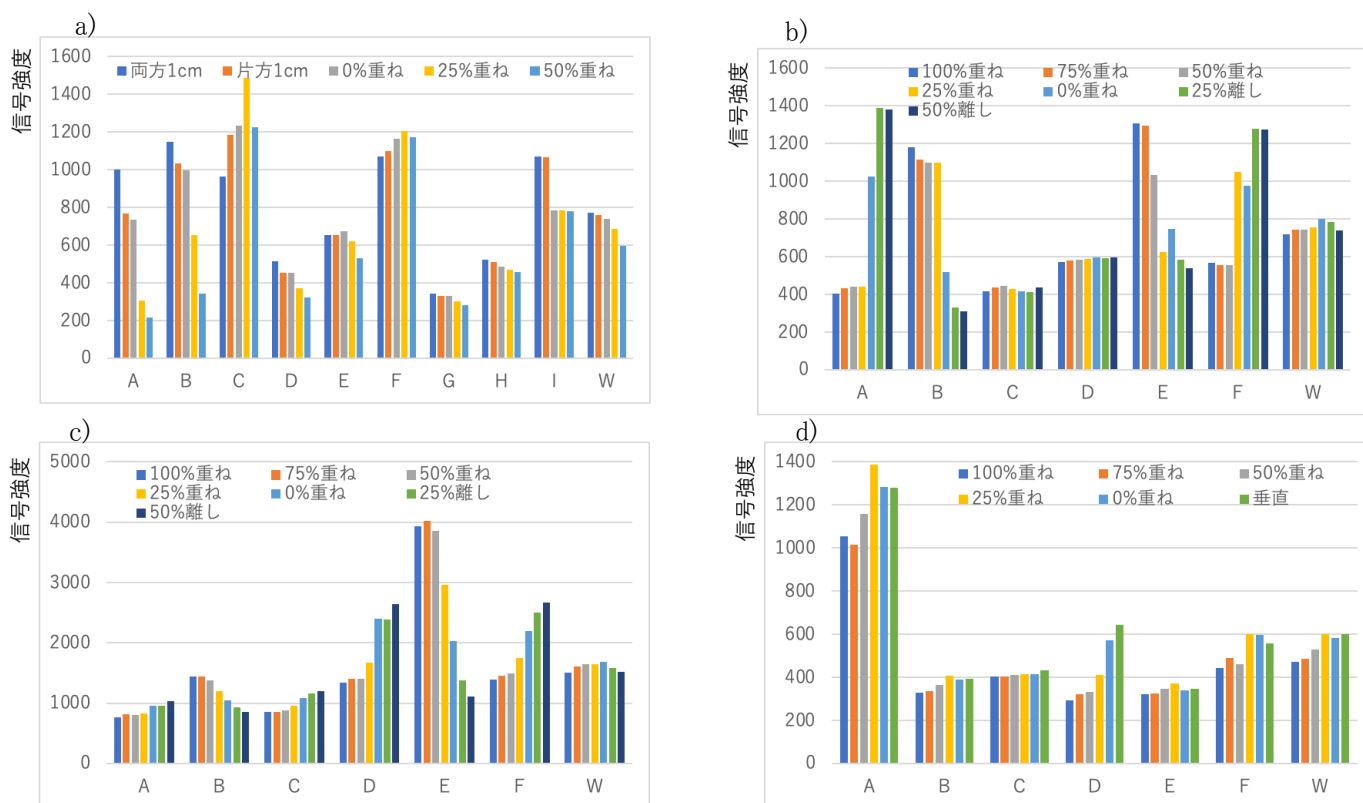
$$\text{全均一性} \quad U(W)=[U(x_0)^2+\dots+U(x_N)^2]^{1/2}/N$$

とした。

【結果・考察】

結果は次の通りだった(Fig.2)。また、グレースケールマップ・画像均一性は画像の数が大量になるため割愛した。Fig.2 a の状況の結果は撮像対象の中心に近い点Eの結果を詳しく見ると、コイルが近づくにつれて信号の低下が見られ、約20%の信号の低下が見られた。また、B点C点を見てみると、コイルが重なると信号の上昇が見られるものの、局所的な感度分布になってしまった。Fig.2 b の結果は特にコイルに近いD、E、F点の結果を見てみると、コイルが25%重ねる点で、E点の信号強度の低下が見られるが最も広い範囲をカバーできる配置の結果となった。点Eを詳しくみると、75%重ねた時が、一番高い信号強度が得られたが、これはRoemerらの先行研究の同様な結果となった¹⁾。Fig.2 c の結果は、特にROIのB点を見てみると、コイルを重ねていると信号強度の10%前後の多少の変化は見られるものの、良好な結果が得られた。しかし、コイルが重ならなくなると50%近く大幅な

信号低下が起きた。E点、B点は対象な位置にあるが同様な結果が得られなかった。これは配置の仕方、ROIの設定の微妙な変化が影響したと考えた。Fig.2 d の結果は、撮像対象の中心の点Bをみると、ほとんど信号強度の変化は見られなかった。コイルに近いA、D、F点の結果を見ると25%より離れる場合の方が、良好な感度分布が得られる結果となった。以上の結果より、微視的な視点から見ると、垂直・水平・対向方向の結果から隣接された2つのコイルは、25%以上重ねて配置することで、比較的良好な感度が得られることがわかった。また、角度の検討からコイルを重ねる際にはある程度角度がついても良いことがわかった。しかし、完全にコイルが交差して垂直になるように配置をすると、感度域がかなり限局され、良好な感度が得られなかったため、2つのコイルのなす角には注意が必要であると考えた。今回のコイル配置で25%重ねた状態の様子を確認すると、なす角は130°程度であり、画像にも影響は見られなかった。よって、130°より鋭角にする際には注意が必要であると考えた。



a:自作ファントームの AXI 断面における信号強度の変化の結果
b:自作ファントームの SAG 断面における信号強度の変化の結果
c:自作ファントームの COR 断面における信号強度の変化の結果
d:INVIVO ファントームの AXI 断面における信号強度の変化の結果

Fig.2 検討項目における信号強度の結果

【まとめ】

微視的な検討の結果、コイルのフレキシブル運用は感度や均一性の代償のうえで成り立っていることがわかった。また、コイルをフレキシブル運用する場合には、25%以上重ねることで、ある程度感度や均一性を保って用いることができるとわかった。ただし、コイルを重ねる場合には垂直にならないように注意する必要があることがわかった。

【参考文献・図書】

- 1) Roemer PB, Edelstein WA, Hayes CE, et al. The NMR phased array. Magn Reson Med 1990; 16(2): 192-225.
- 2) 高津安男, 木村哲哉, 石黒秋弘, 他. 対向型 Array Coil の位置依存性による感度特性に関する検討. 日放技学誌 2012; 68(1): 40-49.