

## 4. 肝胆膵領域におけるMRIの新技術と臨床応用 1) Stack-of-starsを中心に

藤永 康成\*<sup>1</sup> / 木藤 善浩\*<sup>2</sup> / 愛多地康雄\*<sup>2</sup>  
丸山 克也\*<sup>3</sup> / 川口 浩和\*<sup>3</sup> / 角谷 眞澄\*<sup>1</sup>

\*1 信州大学医学部画像医学教室 \*2 信州大学医学部附属病院放射線部

\*3 シーメンスヘルスケア(株)ダイアグノスティックイメージング事業本部MRリサーチ&コラボレーション部

MRIにおけるデータ収集法は、直交座標系(Cartesian)と非直交座標系(Non-Cartesian)に大別される。非直交座標系の収集法はさまざま、放射状(radial)、らせん状(spiral)、傾斜(slant)などが含まれる。本稿では、非直交座標系の収集方法の一つである放射状のデータ収集法を用いたMR画像について、その特徴や実臨床での使用経験について概説する。

### Stack-of-starsとは

stack-of-starsは、直訳すると“星の積み重ね”ということになるが、MRIでは放射状のデータ収集法(以下、radial sampling)を意味する。radial samplingの撮像法としては、StarVIBE(シーメンス社)、T2強調画像ではBLADE(シーメンス社)、RADAR(日立社)、PROPELLAR(GE社)などがある。このうち、BLADE、PROPELLARは高速スピネコー系のシーケンスであり、複数のecho train length(以下、ETL)を有するが(図1)、RADERはスピネコータイプ、すなわち1エコーでのradial scanも可能である。一方、StarVIBEはグラディエントエコー(GRE)系のシーケンスであり、ETLは1である。3Dシーケンスなので、実際には $k_z$ に平行な平面を $z$ 軸を中心に回転させてデータが収集される(図2)。すなわち、データ収集時、すべてのパーティションでスポークの角度はそろっている。近年、パーティションごとにスポークの角度を少しずつ

ずらしてデータ収集することで、radial sampling特有のstreaking artifactを軽減できることが報告されている<sup>1)</sup>。

### Radial samplingによる撮像法の利点と欠点

#### 1. 利点

radial samplingの最大の利点は、動きに強いことである(図3)。これは、 $k$ 空間の中心のデータを重点的に収集することで、動きのアーチファクトの抑制を可能にしているためである。また、BLADE、RADER、PROPELLARなどでは、信号雑音比(SNR)が向上する。これらでは、呼吸同期(横隔膜同期)を用いた体動補正も併用可能である。StarVIBE法や、われわれがダイナミックMRIで使用していたradial VIBE with  $k$ -space-weighted image contrast(以下、

r-VIBE-KWIC) reconstructionでは、従来のCartesian VIBEと比較して信号雑音比は大きく変わらないが、折り返しアーチファクトやリングングアーチファクトが見られない。

#### 2. 欠点

高速スピネコー系の撮像法では、呼吸停止下での撮像は難しい。また、ETLを大きくすればするほどコントラストが低下する。これを解決するためにETLを低めに抑えると、撮像時間が長くなる。StarVIBEについても、呼吸停止可能な範囲の時間で良好な画質を得ることは難しく、主に自由呼吸下での撮像で用いられる。呼吸同期は併用できない。r-VIBE-KWIC reconstructionでは、約3秒の時間分解能でも良好な画像を得ることができるが、 $k$ 空間の高周波領域のデータを共有するため、信号のコンタミネーションが生じうる。

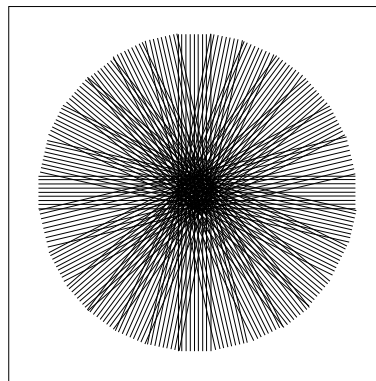


図1 BLADEにおける $k$ 空間のデータ収集(ETL=9)

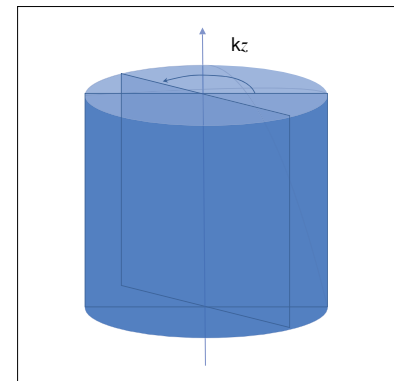


図2 StarVIBEにおける $k$ 空間のデータ収集