

# 目 次

|       |                                                        |      |
|-------|--------------------------------------------------------|------|
| 1     | はじめに .....                                             | 9-1  |
| 2     | 遅い取り出し (Slow Extraction) とは何か? .....                   | 9-1  |
| 2.1   | なぜ“遅く”する必要があるのか? .....                                 | 9-1  |
| 3     | 共鳴を用いた遅い取り出しの原理 .....                                  | 9-1  |
| 3.1   | 座標系 .....                                              | 9-1  |
| 3.2   | J-PARC MRにおける遅い取り出しの手法の概要 .....                        | 9-2  |
| 3.3   | 共鳴6極電磁石による3次共鳴の励起 .....                                | 9-3  |
| 3.3.1 | 共鳴6極磁場がないときの位相空間内の粒子の運動 .....                          | 9-3  |
| 3.3.2 | 6極電磁石の作り出す磁場 .....                                     | 9-3  |
| 3.3.3 | 6極磁場による粒子の偏向 .....                                     | 9-4  |
| 3.3.4 | 6極電磁石の作り出す磁場による粒子の運動と、セパトリクス .....                     | 9-4  |
| 3.4   | セパトリクス上での粒子の運動 .....                                   | 9-6  |
| 3.5   | ESSでのキックとセプタム磁石でのセパレーション .....                         | 9-6  |
| 3.6   | ESS設置位置のトウイス パラメータ .....                               | 9-7  |
| 3.7   | 取り出し初期と後期での粒子の運動の変化とダイナミックバンプ .....                    | 9-7  |
| 3.7.1 | RFノックアウトによる取り出しについて .....                              | 9-8  |
| 4     | J-PARC MRの遅い取り出しで活躍している機器 .....                        | 9-8  |
| 4.1   | 静電セプタム (ESS) .....                                     | 9-8  |
| 4.2   | セプタム電磁石群 .....                                         | 9-9  |
| 4.2.1 | 低磁場セプタム (SMS1) .....                                   | 9-9  |
| 4.2.2 | 中磁場セプタム (SMS2) .....                                   | 9-10 |
| 4.2.3 | 高磁場セプタム (SMS3) .....                                   | 9-10 |
| 4.3   | バンプ電磁石 .....                                           | 9-11 |
| 4.4   | 共鳴6極電磁石 .....                                          | 9-11 |
| 5     | スピルフィードバックシステム .....                                   | 9-12 |
| 5.1   | 概要 .....                                               | 9-12 |
| 5.2   | スピル制御用高速応答Q磁石 (EQ,RQ) .....                            | 9-12 |
| 5.3   | スピルモニタ .....                                           | 9-12 |
| 5.4   | Digital Signal Processor (DSP) を用いたフィードバック信号演算装置 ..... | 9-13 |
| 5.5   | スピル構造の一様性の指標 .....                                     | 9-13 |
| 5.6   | J-PARC MRでのスピルフィードバック調整 .....                          | 9-13 |
| 6     | 謝辞 .....                                               | 9-14 |
|       | 参考文献 .....                                             | 9-14 |