

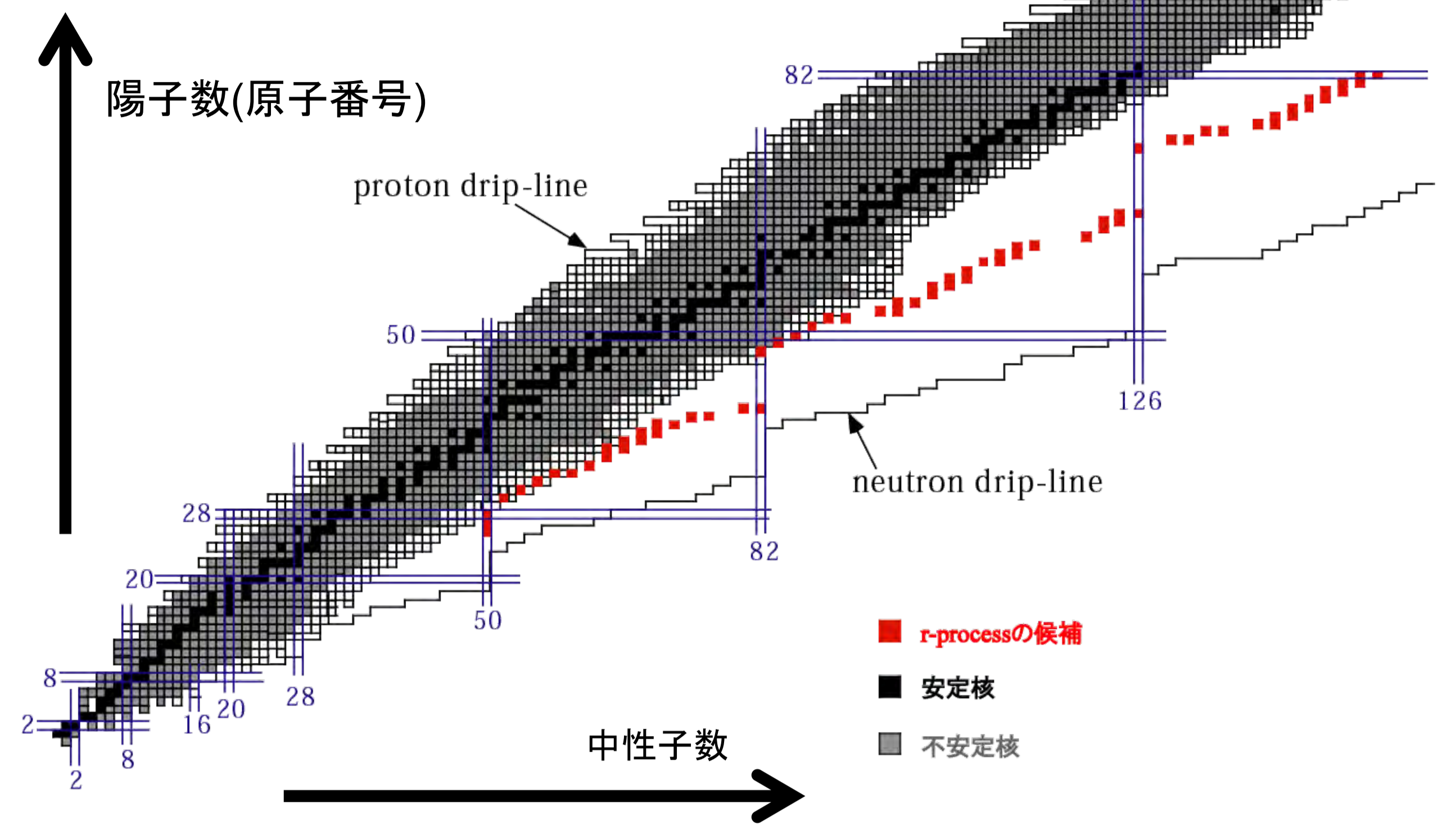
稀少RIリング (高精度質量測定装置)

短寿命核質量測定装置開発チーム

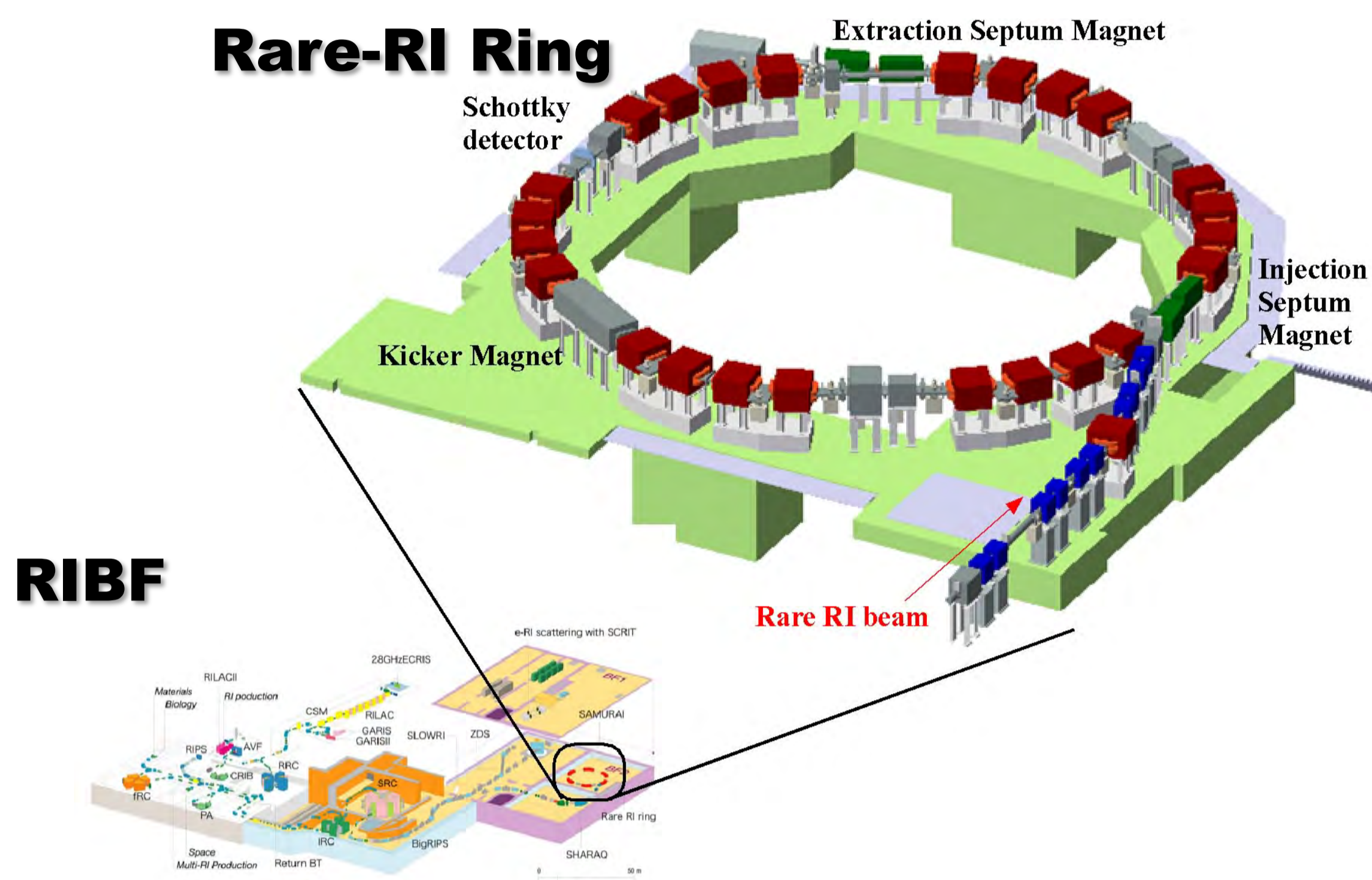
稀少RIリングとは？

稀少RIリング(Rare-RI Ring)とは、サイクロトロンタイプの蓄積リングであり、飛行時間(TOF)測定により不安定核の質量の高精度測定を行う装置である。RIBFの加速器により生成された不安定核ビーム(RIビーム)をBig-RIPSにて分離し、個別入射方式により稀少RIリングへと入射し、リング内を周回させ飛行時間の測定を行う。測定する質量精度 $\Delta m/m$ は 10^{-6} を目標としている。

核図表



原子核の質量を高精度で測定することにより、鉄より重い元素の合成過程の有力候補であるr-processの正確な経路を判断することができる。
また原子核の基礎情報であるため、原子核の構造の研究などにも役立つ情報を得ることができる。



測定する精度

$$f_c = \frac{1}{2\pi} \frac{qB}{m}$$

$$T_0 = 2\pi \frac{m_0}{q} \frac{1}{B} \gamma_0 = 2\pi \frac{m_0}{q} \frac{1}{B_0}$$

飛行時間

等時性が成立時

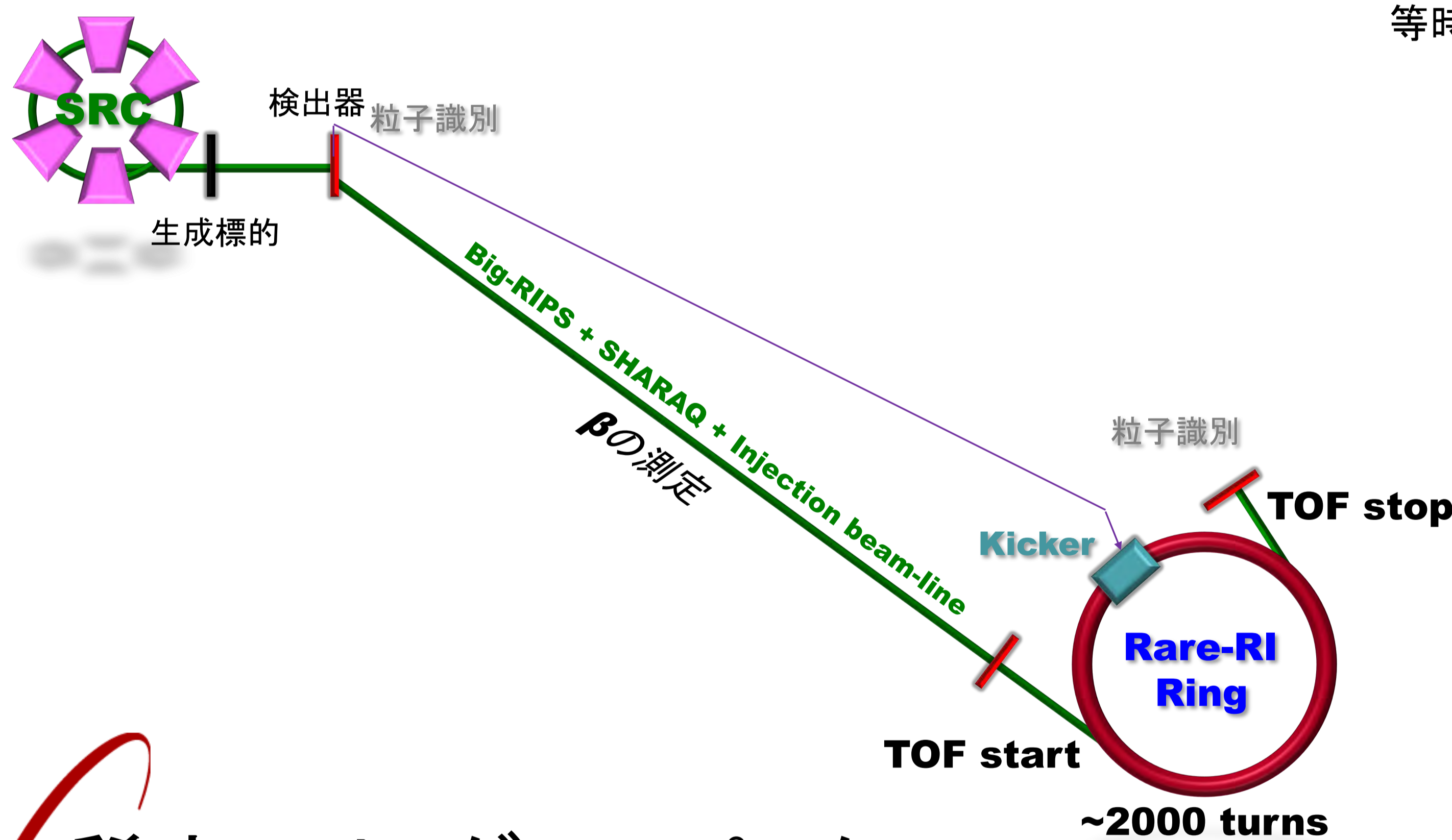
サイクロトン周波数が基本

T_0 の精度 10^{-6}
 B_0 の精度 10^{-6} $\rightarrow m_0/q$ の精度 10^{-6}

測定原理について

個別入射方式とは？

ビームライン上に配置された検出器信号を用いることにより、原子核を選んで入射させる方式で、稀少な原子核を逃さずに測定することができる。



等時性条件から少しずれた原子核について、 β の測定により質量精度を向上できる

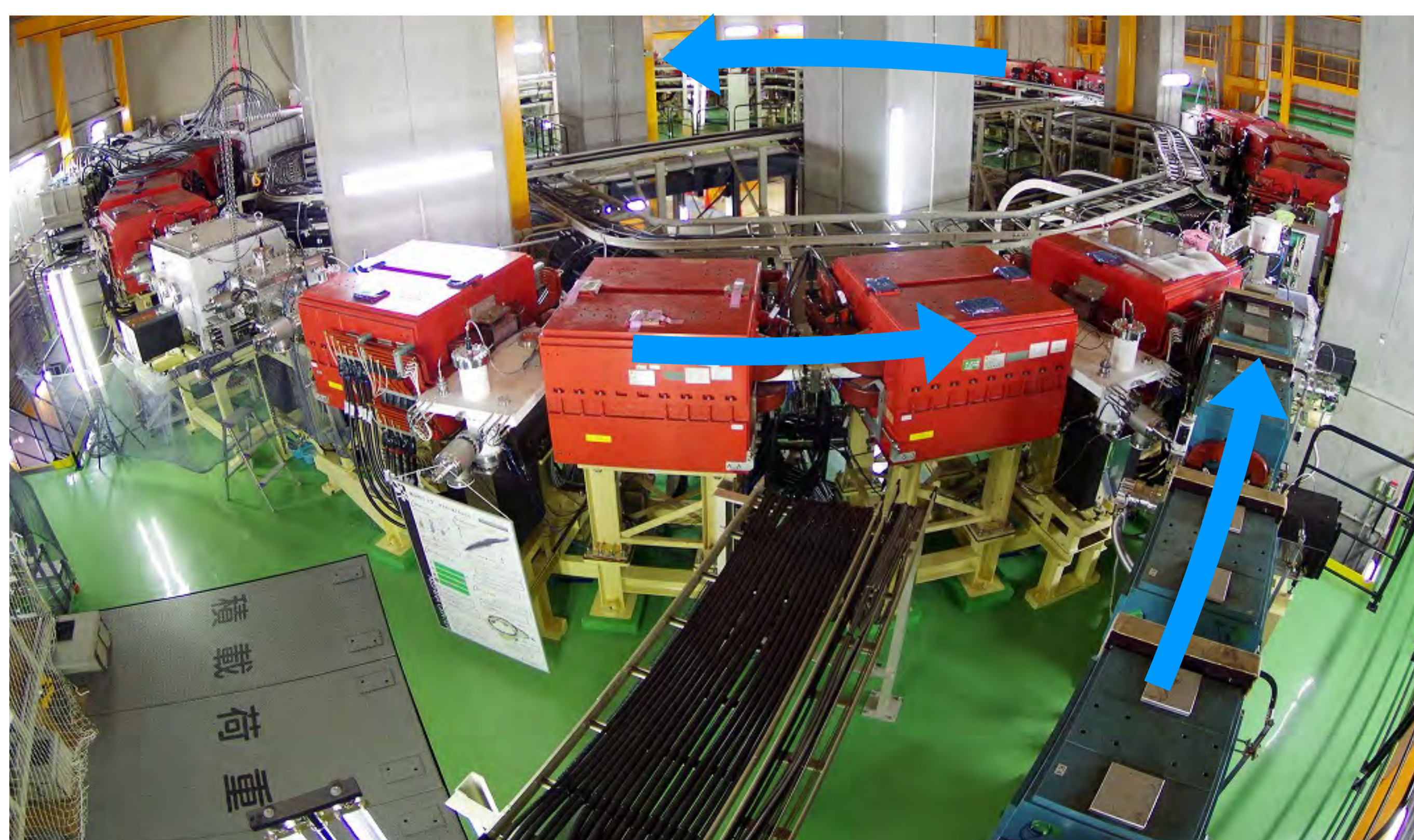
$$\frac{m_1}{q} = \left(\frac{m_0}{q}\right) \frac{T_1}{T_0} \gamma_0 = \left(\frac{m_0}{q}\right) \frac{T_1}{T_0} \sqrt{\frac{1-\beta_1^2}{1-\left(\frac{T_1}{T_0}\beta_1\right)^2}} \quad \left[\frac{m_1}{q} = m_0/q + \Delta(m_0/q) \right]$$

$$\frac{\delta(m_1/q)}{m_1/q} = \frac{\delta(m_0/q)}{m_0/q} + \frac{\delta(T_1/T_0)}{T_1/T_0} + k \frac{\delta\beta_1}{\beta_1} \quad k = -\frac{\beta_1^2}{1-\beta_1^2} + \left(\frac{T_1}{T_0}\right)^2 \frac{\beta_1^2}{1-\left(\frac{T_1}{T_0}\beta_1\right)^2}$$

β の精度 10^{-4} (k の次数 10^{-2}) $\rightarrow \Delta m/m$ の精度 10^{-6}

稀少RIリングのスペック

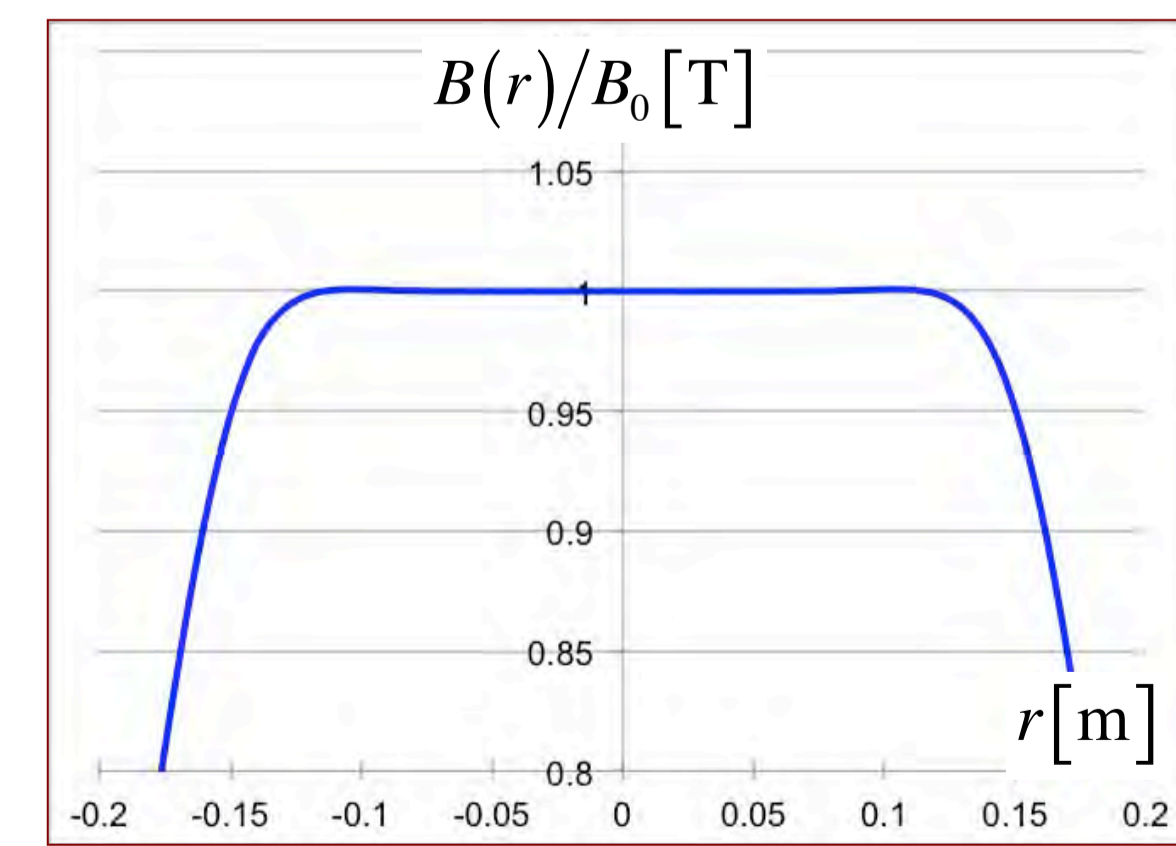
TARNII 偏向電磁石数	24	分散値(Dispersion) (mm/%)	64.72
リングの周回軌道長(m)	60.350	水平方向チューン	1.23
直線部分の長さ(m)	4.022	鉛直方向チューン	0.83
磁石部分の長さ(m)	6.036	周波数(MHz)	2.82
運動量アクセプタンス (%)	1	周期 (ns)	355 [200MeV/u]



等時性磁場のために

等時性(運動量に依らず、同じ時間で周回する性質)を実現させるために、各セクターの入口・出口の偏向電磁石には磁場を傾かせるための、トリムコイルが装着されている。

without trim coil



with trim coil

