

注：20090526 時点においては、未だ個人見解レベルの検討書です。詳しくは ERL-Gr へ。

Particle Accelerator Development Note

Estimation of Dual-Frequency Acceleration

～ 混在独立周波数での加速に関する基礎検討 ～

報告者： 中村英滋 (K E K・加速器研究施設・加速器第六研究系)

要約

非同調周波数 R F が混在しても、数学的には、周期特性が連続であれば、ある程度の時間領域で平均して見る限り、正味として相互に影響はないはずである。その解が実際にあるかどうか調べる。簡単な longitudinal motion を計算。もしこれが可能となると、FFAG において異種粒子の同時加速が可能となり、汎用性小型加速器の展望が拓かれることになる。

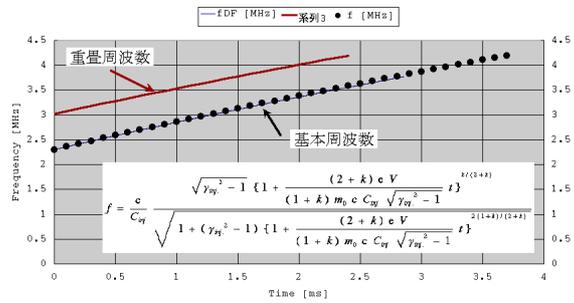
シンクロトロンのはじめは、数学的には

$$\int_0^{2\pi} dt \sin mt \sin nt = \begin{cases} \pi & (m = n) \\ 0 & (m \neq n) \end{cases}$$

を利用して、同調粒子は加速、非同調粒子には正味の加減速無し、という物理体系に基づいている。FFAG は径方向に広い自由度があり、粒子エネルギーに依存しているため、異種粒子を同時に加速できる可能性がある。また、シンクロトン系列の加速が可能となる基本概念は、シンクロトン振動に議論される dp/p の裕度に基づく。これは、実際のシンクロトロンは上記の理想式でない状態(若干ずれた状態)で成り立っているため、本件も似たような解釈がベースとなっている。

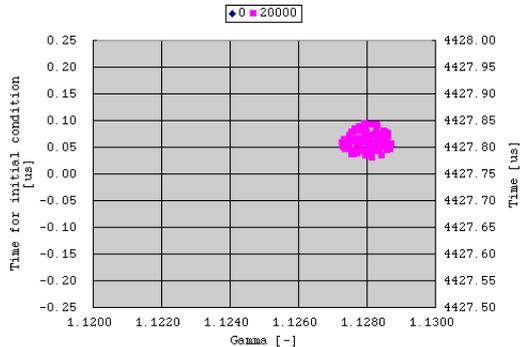
ここでは、2つの R F を 1 m s ずらして同じ周波数パターンで励起し、粒子が加速されるかどうか確認する。パラメーターは PADN-733 と同じで、追加 R F の電圧も 10 k V とする。下図のように、通常加速と同等に加速される。

下図がその結果で、左がフル位相入射で加速効率 40%、右図が位相幅 36 度入射で且つ重畳 R F パターンを 1 m s 後で励起した場合も 99% と、R F 1 台時とほぼ同じ結果を得ている。



AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE
	20000	1.008996	9070.09101	4642.28101	4427.81	[us]	
****		1.008926	9149.89389	4721.08399	94		
****		1.008903	9116.36673	4688.55673	231		
****		1.008982	9077.48355	4649.67355	41	[%]	
****		1.00908	9038.72149	4610.91149	1.128		
****		1.009308	8958.84623	4531.03623	120.1	[TeV]	

RF tracking for 10-100MeV FFAG



AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE
	20000	1.128398	4427.78402	0.025985	4427.81	[us]	
****		1.128593	4427.82779	0.01779	228		
****		1.127739	4427.83478	0.024778	231		
****		1.127553	4427.78877	0.021234	99	[%]	
****		1.127366	4427.81224	0.022241	1.128		
****		1.128053	4427.83811	0.028106	120.1	[TeV]	

RF tracking for 10-100MeV FFAG

