

## バンチモードについての要望

核共鳴散乱SG世話人 東京大学 工学部

依田 芳卓

PFではシングルバンチモードの運転の際、強度が数分の1に落ちてしまうため、シングルバンチモードは時分割実験を行わないマルチバンチユーザーとは共存しにくいバンチモードとなっています。しかしSPring-8では強度を落とすことなく核共鳴散乱での時分割実験が可能であるバンチモードが存在すると考えられますので、そのバンチモードを通常の運転モードにしていただければここに要望いたします。核共鳴散乱X線は原子核の共鳴準位が放射光により励起された後、原子核の寿命に対応してある時間遅れを伴って放出されます。寿命は核種によりさまざまですが、表1に例を挙げるように、数nsec~数 $\mu$ secとなっています。その時間プロファイルを測定することは電子散乱と核共鳴散乱を区別してS/N比を向上させるばかりでなく、量子うなりから内部磁場や電場勾配等の超微細分裂に関する知見を得、試料の物性を知る上で本質的な役割を果たしています。また集団励起の効果であるダイナミカルビートやスピードアップを解析することで回折過程に関する知見が得られます。

核共鳴散乱の時間プロファイルを測定するためにはパルス光源である必要があり、核種および実験の種類により異なりますがそのパルス間隔として数10nsec~数 $\mu$ secであることが要求されます。SPring-8ではRF加速周波数が508.58MHzであるため、マルチバンチモードの加速器運転では約2nsec間隔のパルス光源となっています。そのためマルチバンチモードにおいては時間プロファイルの測定は極めて困難になります。一方、リング1周に等間隔で分布する2436のバンチのうち1バンチのみに電子を満たすシングルバンチモードの場合、パルス間隔は4790nsec間隔になり時間プロファイルの測定が可能となります。しかし、1バンチを満たすことのできる電流は5mA程度になる予定と加速器の方から聞いており、マルチバンチモードの予定蓄積電流100mAの1/20程度となってしまいます。

SPring-8ではリング1周の2436バンチの中の任意のバンチを満たすことができます。表2に電子を等間隔で満たしたときのバンチ数と周期の関係を示します。例えば21バンチモードで運転を行えば、周期は228nsecとなり十分時間プロファイルの測定が可能となります。この時100mAの蓄積電流にするには1バンチあたり5mA弱となります。ただし1バンチあたり5mA満たしますとエミッタンスが悪くなる可能性もあるとのことですので、実際にはバンチの数と強度やエミッタンスの関係を測定して、強度やエミッタンスがほとんど変わらなくなる点を探ることが必要であると思います。

強度やエミッタンス以外に少数バンチモードにすることに対する弊害としては、大強度のX線が同時に検出器に飛び込む確率が増えますので、検出器の飽和が考えられます。しかしシンチレーション検出器、比例計数管や半導体検出器をエネルギー分解する回路系で測定した場合通常パルス幅は数 $\mu$ secであり、放射光の間隔が2nsecであっても228nsecであっても飽和の効果は変わらないと考えられますがいかがでしょうか。核共鳴散乱SGとしましては21バンチモードで時分割実験の約8割が、42バンチモードで約6割が可能になる

と考えており、強度やエミッタンスがほぼ変わらないのであればぜひユーザーの方々のご理解を得て、通常の運転モードにさせていただけるよう要望いたします。またこれでカバーできない実験に対しては、全体の実験計画の中で特別のバンチモードを一定期間実施することも併せてお願いしたいと思います。

表 1 使用候補の同位体の例

メスバウアー アイソトープ	自然存在比 [%]	遷移エネルギー E[KeV]	自然幅 $\Gamma$ [ $10^{-8}$ eV]	寿命 $t_{1/2}$ [nsec]
<sup>57</sup> Fe	2.14	14.41	0.47	97.8
<sup>73</sup> Ge	7.76	13.26	0.015	4000
<sup>119</sup> Sn	8.58	23.87	2.57	17.8
<sup>121</sup> Sb	57.25	37.15	13.0	3.5
<sup>127</sup> I	100	57.6	23.4	1.9
<sup>149</sup> Sm	13.83	22.49	6.41	7.1
<sup>151</sup> Eu	47.82	21.53	4.70	9.7
<sup>161</sup> Dy	18.88	26.65	1.62	28.1
<sup>169</sup> Tm	100	8.40	11.4	4.0
<sup>181</sup> Ta	99.9	6.23	0.0067	6800
<sup>197</sup> Au	100	77.34	24.3	1.90

表 2 電子を等間隔で満たした時のバンチ数と周期の関係

バンチ数	周期(nsec)
1	4789.8
2	2394.9
3	1596.6
4	1197.5
6	798.3
7	684.3
12	399.2
14	342.1
21	228.1
28	171.1
29	165.2
42	114.0
58	82.6
84	57.0
87	55.1
116	41.3
174	27.5
203	23.6
348	13.8
406	11.8
609	7.9
812	5.9
1218	3.9
2436	2.0