

本計画の中心施設は、2.5GeV電子Storage Ringであり、また、その入射器である2.5GeV電子Linac、及び高エネルギー物理学のための2.5GeV Beam Stretcherである。Storage Ringより発生するシンクロトロン放射光(SOR)の波長は、Fig.1に示すように0.05Åより1000Åに及び連続分布であり従来の光源とは比較にならない良質で強力な光源である。このSORを利用して、物理化学、生物学、工学、医学、農学など、原子分子レベルより大きな集団としての物質の研究に使用しようとするものである。

SORの特長をあげると、

1. 強力である。通常のX線管CuKα 1.54Åに比べ、特性X線領域で $10^4$ 倍、前後の連続部で更に数百倍である。0.05Å~1Å 及び10Å~1000Åでは比較する光源はない。
2. 強度は安定で、半減期は~10時間。
3. 標準光と作る。すぐてが計算通り。
4. 指向性がよく、可視光領域で1 mrad、X線領域ではその $1/10$ 以下の拡がり。
5. 軌道面に強く偏光している。
6. 完全に清浄な光源である。

このような特長をもつので、広い分野の科学で大りに利用されるであろうし、新しい分野も開かれるであろう。今後予想される研究をFig.2に示す。特にライフサイエンスにおいて、例えば、蛋白質の構造決定とか、生体物質の微量分析などにおいて、威力を發揮するであろう。

Storage Ringの諸パラメーターを表に示す。集積された1Aの電子は、高周波加速室より長波長の電磁波(~500MHz)のエネルギーを奪取り、桁違いの短波長であるSORに交換するだけの役目をする。電子の寿命を長くするためには軌道上の真空度を $10^{-9}$  Torr以下にすること及び、SOR放出による電子エネルギーのゆらぎ効果によるビ-4損失を押しやるために、高周波加速電圧をなるべく高くする必要がある。Radiation lossが415KeV/turnであるに拘らず、加速電圧を2MVにしたのは、このためで、これによってビ-4の寿命は約1日となる。

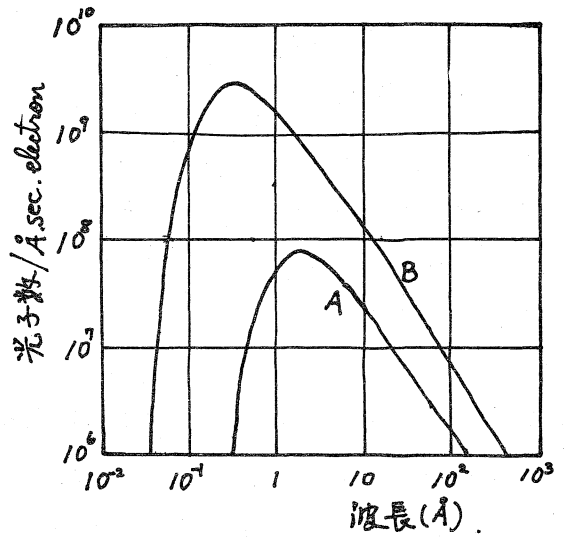


Fig.1. 2.5GeV Storage Ring の SOR 波長分布. A: 偏向電磁石 10KG. B: Wiggler 60KG.

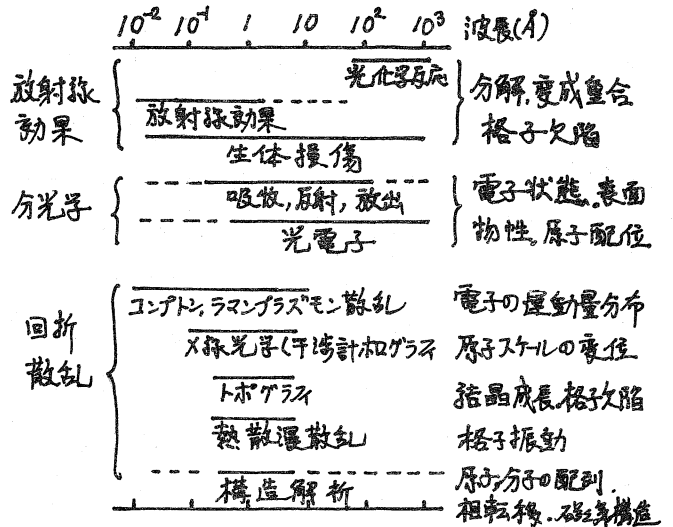


Fig.2. SOR 波長と研究分野.

Table 1. Parameter of 2.5 GeV Storage Ring

General.		RF System		
Energy	2.5 GeV	Frequency	476 MHz	
Max. stored current	1 A	Harmonic number	254	
Peak magnetic field	10 KG	Max. Radiation loss	415 KW	
Radius of curvature	8.33 m	Peak cavity voltage	2 MV	
Mean orbit radius	25.68 m	number of Cavity	6	
Radiation loss/turn	415 KeV	Shunt impedance/cavity	10 MΩ	
Magnet and Lattice		Number of 250KW klystron	3	
Betatron frequency	$\nu_x \sim \nu_y = 5.25$	Total RF power	500 KW	
Structure of unit cell	$\frac{Q}{2} RF B Q_D B Q_F \frac{Q}{2}$	Type of cavity	$\pi$ -mode nose cone	
Number of Cells	12	Beam and SOR		
Length of bending magnet	1.64 m	Beam size	bunch	5 ~ 10 cm
" quodrupole magnet	0.50 m		radial	1.6 ~ 2.7 mm
" straight section	2.05 m		vertical	~ 0.5 mm
Long straight section	none	Radiation damping time		
Momentum compaction	$\eta = 0.86 \sim 1.64 m$	betatron osci.	6.5 msec	
$\beta$ -function	$\left\{ \begin{array}{l} \text{radial } 2.4 \sim 9.9 m \\ \text{vertical } 2.8 \sim 16.7 m \end{array} \right.$	synchrotron osci	3.2 msec	
		Energy spread	$\pm 7.6 \times 10^{-4}$	
Bending magnet usefull aperture	$30 \times 65 \text{ mm}$	Quantum life time	~ 24 h	
gap	46 mm	SOR		
width	130 mm	normal bending magnet	$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_p = 2.26 \text{ \AA} \\ N_{\lambda p} = 9 \times 10^7 \end{array} \right.$	
total weight	64.2 ton	Wiggler (60 KG)	$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_p = 0.43 \text{ \AA} \\ N_{\lambda p} = 3 \times 10^9 \end{array} \right.$	
power loss	435 KW	$\left( \begin{array}{l} \lambda_p = \text{wave length at photon number peak} \\ N_{\lambda p} = \text{photon number / \AA sec. e}^- \text{ at } \lambda_p \end{array} \right.$		
$\alpha$ -magnet aperture	82 mm $\phi$			
gradient	$\left\{ \begin{array}{l} K_F = 352 \text{ G/cm} \\ K_D = 659 \text{ G/cm} \end{array} \right.$			
total weight	14.1 ton			
power	12.4 KW			

SOR は 10本のチャンネルによって実験室に導かれ、各々は更に波長によって3本づつにわけられる。Soft X-ray, 極紫外光などは窓なしで Ring から実験室まで真空ダクトでつながっているが、粗で速いゲートバルブと密で遅いゲートバルブによって Ring の真空は保護されている。SOR の波長を短くする Wiggler は3つの超伝導電磁石でビームを垂直方向に波打たせる。このことにより、SOR のモノクロメータでいくつかの軸を持つものでも水平面内でセットできる。

2.5 GeV Linac の諸パラメータを表に示す。300 MeV の所にビームを取出す装置と(将来 Soft X-ray 用 Ring をつけるため) positron をつくる converter がおかれる。単位加速管の長さや RF power の分割の仕方にはいろいろの選択があるが、表のやり方が一番経済的であった。

Linac から Storage ring への入射は数分ごに、一日に2~3回行う。後の時間は Linac のビームは高エネルギー物理学その他の分野の研究に使用される。高エネルギーのために 2.5 GeV beam stretcher を用意する。Stretcher は Storage ring とほとんど同じものであるのだからパラメータはあげない。ビームは 20 msec 以内に使われるので、真空度は  $10^{-6}$  torr でよく、quantum fluctuation の影響がなりので加速電圧は 600 kV/turn でよく、また current は数 10 mA であるので、高周波加速は Storage ring の 1/3 である。Stretcher の一つの役目はエネルギーの変動をなす duty factor 100% に近いユニークな束、電子束を高エネルギー物理学その他に使用すること、今一つは電子または陽電子をこの中で放射減衰

Table 2. 2.5 GeV Linac

General.	
Electron	
Max. energy unloaded	2.8 GeV
100 mA loaded	2.5 GeV
Peak beam current	100 mA
Repetition rate	50 Hz
Beam duration	1.0 $\mu$ sec
Energy spread	$\pm 0.5\%$
Emittance	$2\pi \times 10^{-8}$ m. rad.
Positron	
Max. energy	2.4 GeV
Peak current	100 $\mu$ A
Energy spread	$\pm 0.6\%$
Accelerating Tube	
Type of acc. structure	TW. Const. gradient
Frequency	2856 MHz
Phase shift per cavity	$2\pi/3$
Length of unit acc. tube	3 m
Number of "	88
Iris aperture at end	2.0 cm
Shunt impedance	55 M $\Omega$ /m
Max. <sup>acc.</sup> electric field	11 MV/m
RF power	
Klystron peak power	21 MW
Number of Klystron	44
Pulse width	3.6 $\mu$ sec
Average total power	300 kW.

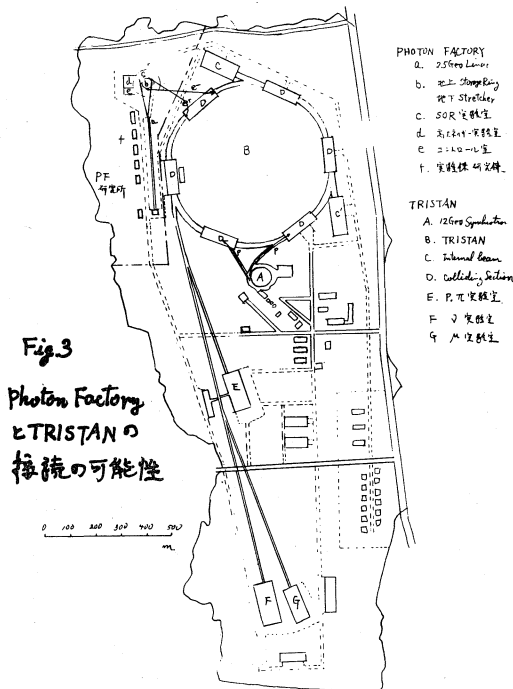


Fig. 3  
Photon Factory  
とTRISTANの  
接続の可能性

を行わせ、ビームの性能をよくすることができる。このことは Fig. 3 に示めすように本計画が高工研敷地内につくられ左場合、もし TRISTAN が高工研の将来計画となつたときに重要な意味を持つてくることは明らかである。