

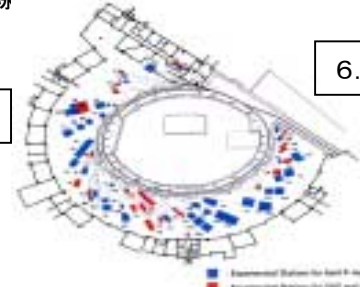
# フォトンファクトリーの概要

## 施設の概要

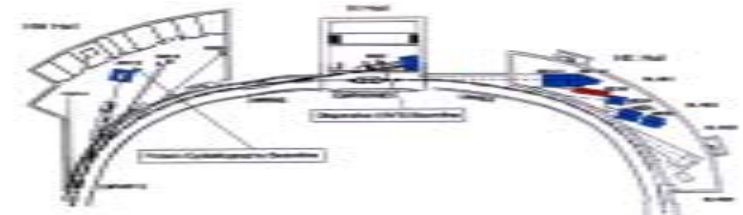
- 第2世代放射光源(日本で最初のX線領域までカバーする放射光施設)
- 2.5GeVリング(1982年稼働、1983年共同利用開始)と6.5GeVリング(1986年から寄生的利用開始、1997年専用化)
- 大学共同利用
- 広い波長範囲をカバー(VUV・SX・X)
- 多彩なユーザー
- 改造、改良による性能向上(2.5GeVリング、1986年・1997年低エミッタンス化、6.5GeVリング2001年真空系改造、ビーム寿命改善)
- 第2世代リングとしては多くの直線部(現在12→2年後18)
  - ・直線部増強を提案、準備中(2.5GeVリング直線部増強)
  - ・6.5GeVリング直線部5

区 分		フォトンファクトリー	
		PF	PF-AR
共用開始		1982(S57年)	1987(S62年)
(加速器)光源	加速エネルギー	2.5 GeV	6.5 GeV
	蓄積リング周長	187 m	377 m
	蓄積電流	450 mA	55 mA
	エミッタンス	36 nmrad	294 nmrad
	ライフタイム	50~70 hrs	14~20 hrs
ステーション(挿入光源)		62(7)	9(4+1)
ユーザー数		~2700 X線 = 80~85% 軟X線/極紫外 = 20~15%	
有効実験課題数		671(2004年4月時点)	
年間発表論文		505(1995~2002年の平均)	

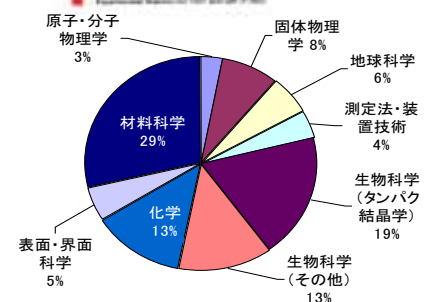
2.5GeVリングとビームライン



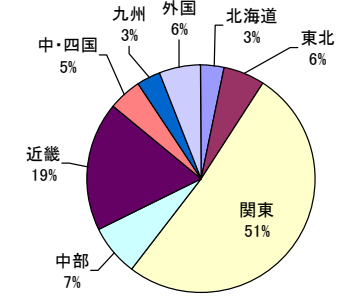
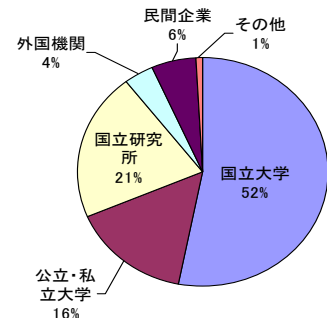
6.5GeVリングとビームライン



ユーザー(実験課題代表者)の分布



施設の運営



全国大学共同利用施設として、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所が運営。

# 放射光が物質・生命科学に対して果たす役割

(a) 新しい可能性を切り拓く最先端のツール

輝度、強度、コヒーレンス、時間特性、変更特性、etc.

(b) 汎用性の高い高性能なツール

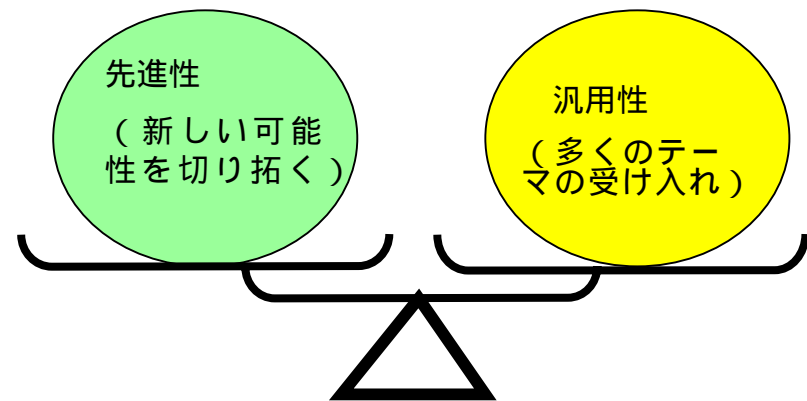
高い性能の光源・ビームライン、十分な数のビームライン

(c) 実験室レベルより高性能で、利便性の高いツール

利用機会、アクセス(物理的、心理的、経済的)、支援体制

# PFが果たすべき役割

- 物質・生命科学研究のための  
の研ぎ澄まされた最先端の  
プローブの開発および利用  
機会の提供
- 物質・生命科学の研究のため  
の多彩な優れたプローブ  
を利用し易い状況で、適切  
なタイミングをもって提供
- 両者の機能を適切なバラン  
スでもつこと



# PFの将来計画の議論

1998年頃から、PF稼動後25年程度の頃に備えて議論を開始。

1999年12月 PFシンポジウム 4GeVリングの可能性(PF-II)

PF-ARの高度化

2000年12月 PFシンポジウム PF-IIA

2.5GeVリング直線部増強

2段階作戦: (1) PF2.5GeVリングの直線部増強、

(2) PF-II, PF-IIA

4GeV、1A (KEK-Bで開発される技術の有効利用、VUV-SXの将来は東大計画により実現)、必ずしも十分な検討、サポートがあったといいがたい。

2002年 運協の下のワーキンググループ

KEK つくばキャンパス将来計画検討委員会

Energy Recovery Linacの検討(2003年3月 Study Report)

2003年 東大計画をPFで実現するとどのようなものが可能かの検討

2.7GeVリング、

より低予算では2.5GeVリングの改造にともなうビームライン整備

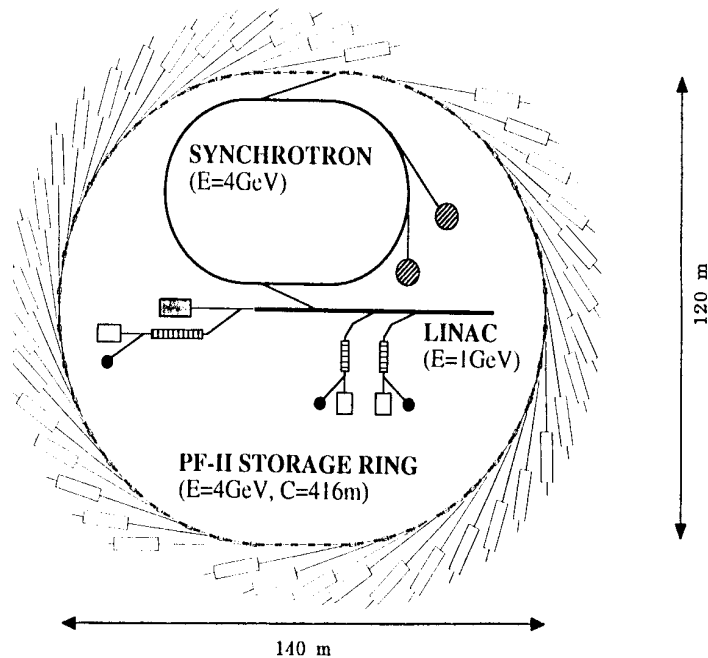
2004年2月 仕切りなおし、2段階作戦へ戻る 第2段階はERLあるいは

advanced storage ring

第16回PFシンポジウム(1999年3月11-12日)  
 第17回PFシンポジウム(1999年12月21-22日)

## PF将来計画の検討・リング型光源計画

加藤政博、土屋公央



【PF-IIの主要なマシンパラメータ】

Circumference	416 m	Radiation Loss	2.02 MeV/turn
Number of Straight Sections	3.0m x 38	Revolution Frequency	720 kHz
	25m x 2	Damping Times(X,Y,E)	5.5,5.5,2.8ms
Beam Energy	4 GeV	Harmonic Number	696
Beam Current(constant)	2.0A	RF frequency	501 MHz
Natural Emittance	13.9 nm·rad	RF Voltage	5 MV
X-Y Coupling	0.1%	RF Bucket Height	2.7 %
Natural Energy Spread	0.103%	Bunch Length (r.m.s.)	0.504 cm
Betatron Tunes (X, Y)	( 19.8, 16.25)	Synchrotron Tunes	0.009380
Chromatisities (X, Y)	( -56.8, -38.3)	Number of BM	40
Momentum Compaction Factor	0.000695	Bending Radius	11.2m

# 第18回PFシンポジウム(2000年12月21-22日)

## PF将来計画の検討: PF-IIA

放射光源研究系 小林幸則

今回のシンポジウムでは、PF-IIのラティスをベースに以下の変更を加えたラティスの検討(PF-IIAと称する)を行ったので報告する。

- ・ ビームエネルギー4GeVで、エミッタンス10nmrad以下にする。
- ・ 3mの直線部だけでなく、6mの直線部も加える。
- ・ 20m超の長直線部を4カ所にする。

PF-II および IIA の主要なパラメータ

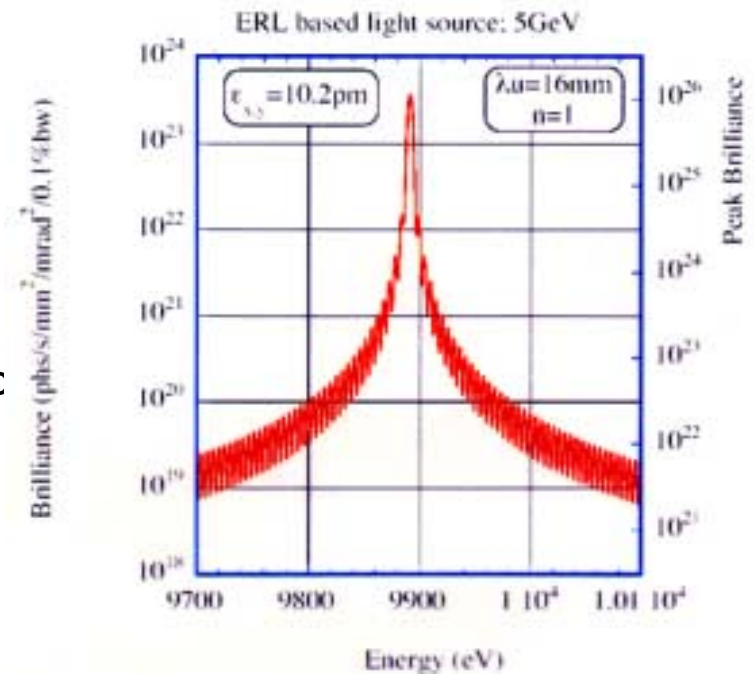
		PF-II	PF-IIA
Beam Energy	E (GeV)	4	4
Circumference	C (m)	416	616
Number of Straight Sections		3m×38 20m×2	6m×20 3m×24 20m×4
Superperiodicity	Ns	2	4
Bending Radius	$\rho$ (m)	11.2	13.75
Energy Loss/turn	$U_0$ (MV)	2.02	1.64
Lattice Type		DBA	DBA
Natural Emittance	$\epsilon_x$ (nmrad)	13.9	8.9
X-Y coupling	$\kappa$	<0.001	<0.001
Natural Energy Spread	$\sigma_e$	0.00103	0.000924
Momentum Comp. Factor	$\alpha$	0.0007	0.0004
Betatron Tune (x/y)	$\nu_x / \nu_y$	~19.80/16.25	~25.60/18.28
Radi. Damp. Time (x/y/z)	$\tau_x/\tau_y/\tau_z$ (msec)	5.5/5.5/2.8	10.0/10.0/5.0
RF Voltage	$V_{RF}$ (MV)	5	4
RF Frequency	$f_{RF}$ (MHz)	500.0	498.4
Revolution Frequency	$f_{rev}$ (MHz)	0.71839	0.486676
Harmonic Number	h	696	1024
RF Bucket Height	$\Delta p/p$	0.027	0.026
Synchrotron Tune	$\nu_x$	0.00938	0.00771
Natural Bunch Length	$\sigma_z$ (mm)	5.04	4.12
Bending Angle	$\theta$ (deg)	9	7.5
Number of Bending Magnet		40	48

# Future of Synchrotron Radiation Facility at KEK

## Long Term Plan : Energy Recovery Linac as Synchrotron Radiation Source

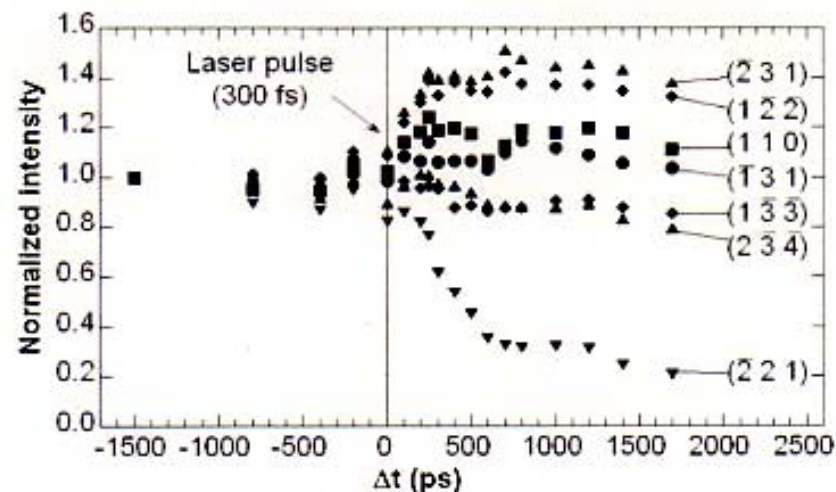
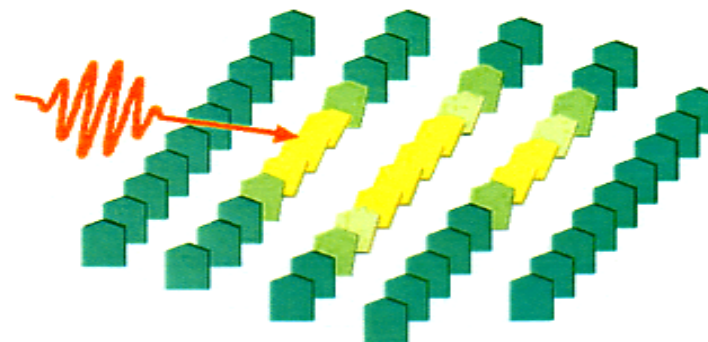
### Why ERL?

- Much higher performance than storage ring to open new possibilities for cutting-edge science
  - Ultra low emittance ( $\sim 0.01$  nm rad)  
     $B > 10^{23}$  ph/s/mm<sup>2</sup>/mrad<sup>2</sup>/0.1%bw
  - High coherency  
    Coherent flux  $> 10^{18}$  ph/s/mm<sup>2</sup>/0.1%
  - Ultra short X-ray pulse (0.1 ~ 1 ps)
- Flexibility to cope with a variety of requirements
  - more than 20 insertion device beamlines
  - bending magnet beamlines available



# Scientific Case for ERL

- Femto-second time-resolved studies
  - dynamics of chemical reaction
  - photo-induced phase transition of inorganic organic and biological specimens
- Science using X-ray coherence
  - Determination of atomic structure of a single macromolecule
  - X-ray holography /X-ray phase contrast imaging
  - X-ray photon correlation spectroscopy
- Application of nano-beam
  - atomic, electronic and magnetic structure of nano-materials
  - High resolution X-ray and Soft-Xray microscopy



Time-resolved diffraction in the course of photoinduced phase transition of TTF-CA.

E. Collet, S. Koshihara et.al., Science 25 April 2003





# PFをとりまく状況

- (1) 稼働後22年、ユーザー2700人、650～700課題
- (2) Spring-8がフル稼働
- (3) VUV・SX高輝度光源計画への財政的サポートの欠如
- (4) 国内における放射光施設(稼働中6、建設中1、提案複数)

## KEK内におけるPF

- (1) KEKにおける共同利用の半分近くが、PFの活動
- (2) PF運営の22年の蓄積
- (3) KEK内の加速器技術の蓄積、開発能力
- (4) KEK内における他分野との競合

Linear Collider, Super B-Factory

J-PARC(原子核、中性子、ミュオン)

PF稼働後15年でSpring-8が稼働  
大きな飛躍（輝度で3～4桁）

これから新たに提案すると、仮に  
2008年から建設しても2011年  
（Spring-8稼働後14年）

Spring-8にくらべても飛躍があるもの

先端性と汎用性

VUV～SX～Xをカバーするもの

新しい光源ができるまでは、現在の  
の財産を最大限に活用

- 2.5GeVリング  
 $\varepsilon = 36\text{nmrad}$  (27nmrad)  
 $I=450\text{mA}$   
Insertion Device 7 → 13
- PF-AR  
Insertion Device 4 → 5
- 挿入光源の数: total 18