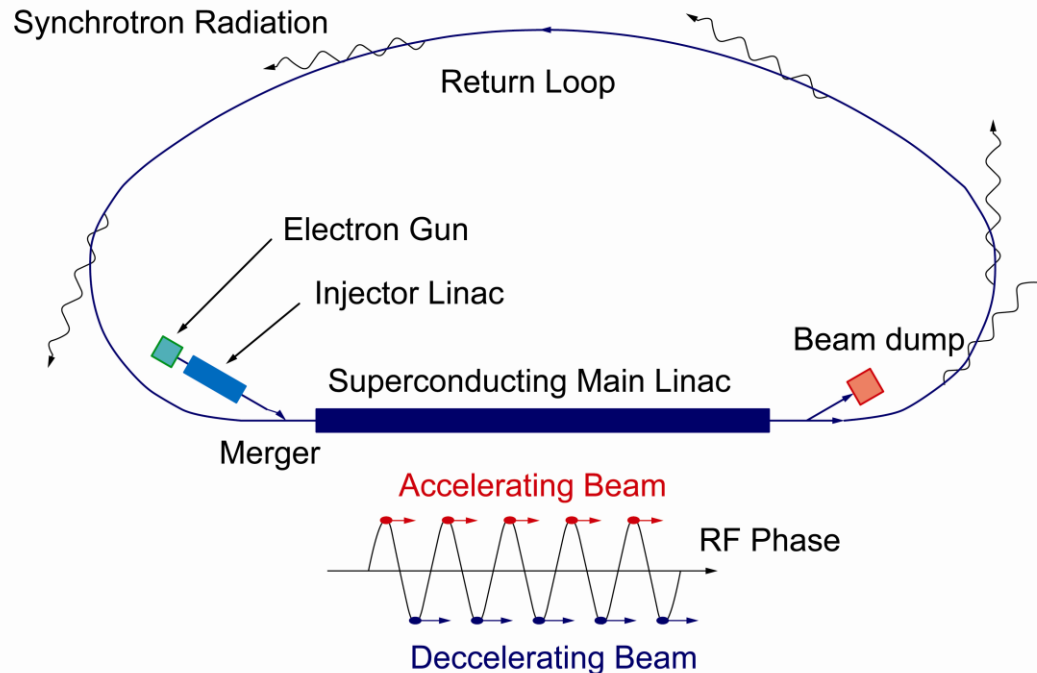


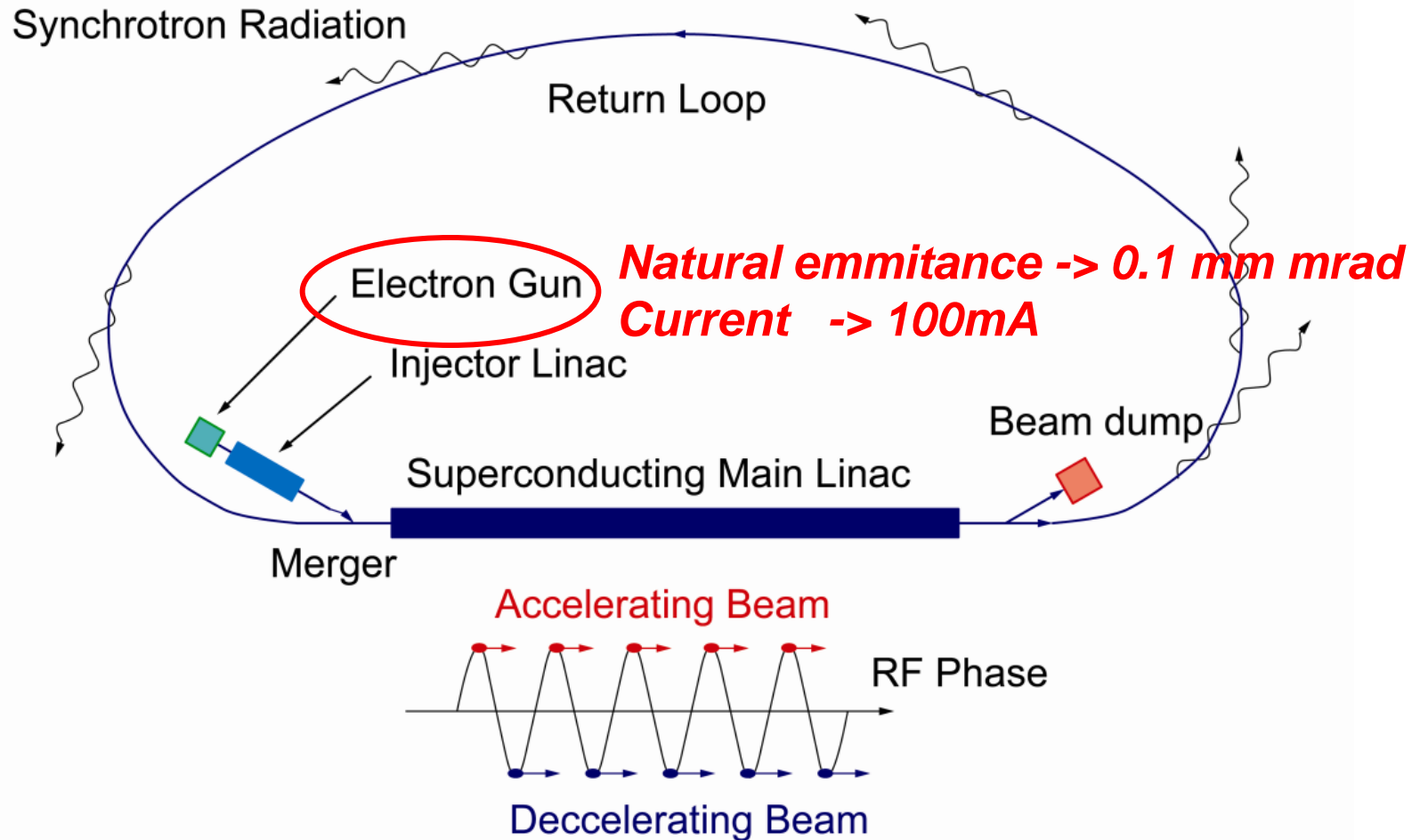
ERL放射光源計画概要と進捗状況

河田洋

高エネルギー加速器研究機構(KEK)、ERL計画推進室



Energy Recovery Linac



Why **5GeV ERL** for Future Light Source?

- **Performances**

The brilliance and pulse width are **2 orders of magnitude brighter and shorter** than those of 3rd generation synchrotron radiation facilities.

(Option): XFEL-O: K.-J. Kim, Y. Shvyd'ko, S. Reiche, PRL. **100**, 244802 (2008).

- **Scientific Cases**

Coherency

Atomic and nanoscale imaging (Cells and Viruses, Nano-materials etc.)

Femto-second science

Real-time reaction which requires high repetition rate.

(Chemical reaction, Photo-induced phase transition etc.)

Nano beam

Condensed matter physics under extreme conditions.

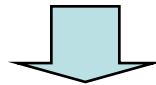


- A challenging machine
- A great potential of KEK to develop the ERL accelerator (superconducting technology, nano-beam technology)

日本放射光学学会の提言 (「先端的リング型光源計画特別委員会」)

次期放射光源として何が必要か？

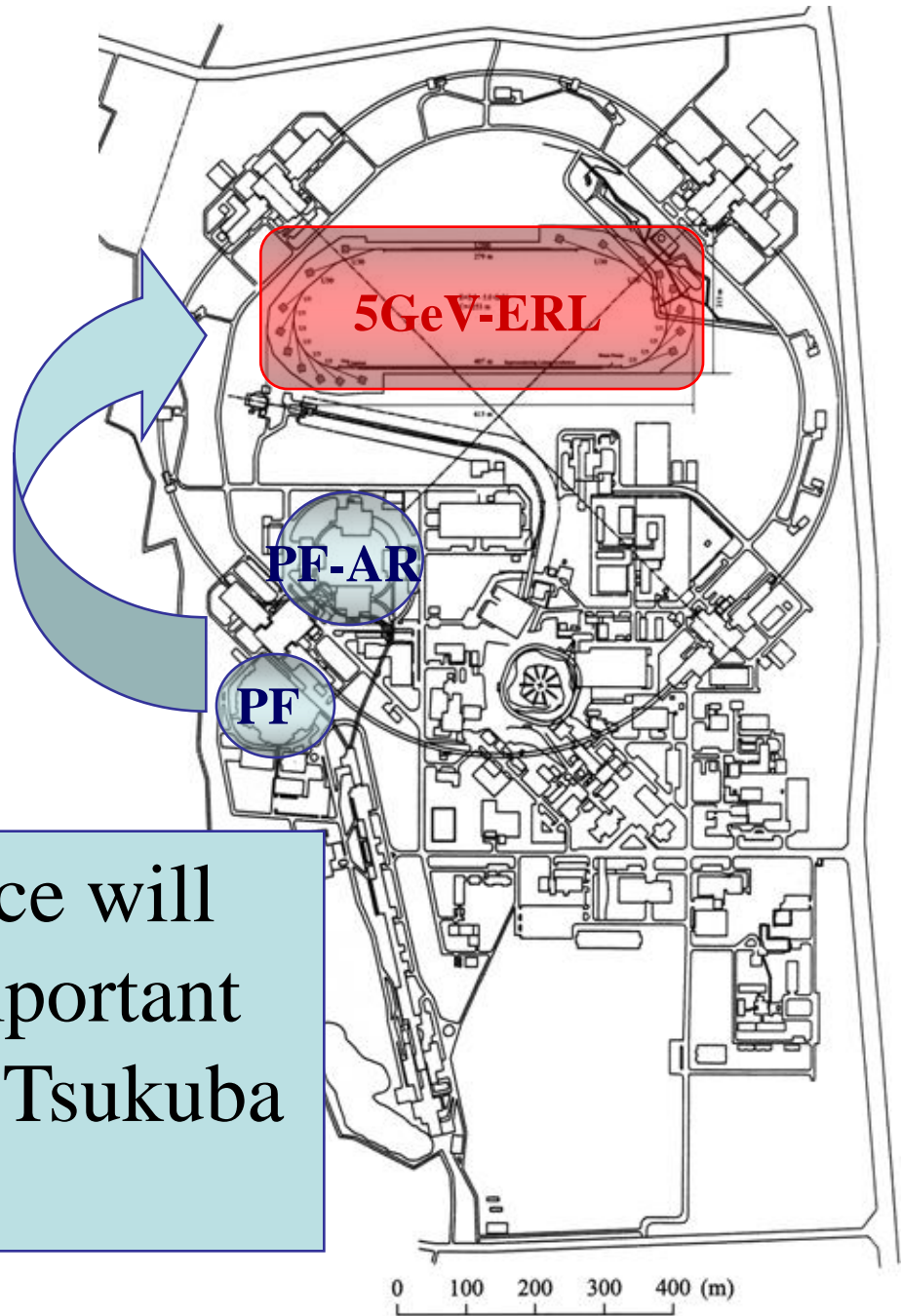
- 1) サブピコ秒パルス: 第三世代放射光の2~3桁の短パルス化
- 2) コヒーレントX線: 20%以上 (第三世代放射光の2~3桁の向上)
- 3) 非破壊観測: SASE-FELとの相補性
- 4) 高繰り返し: フォトンカウンティング法による精密測定
- 4) 十分な実験ステーション数: 30~50 (広い研究分野をカバー)



5GeVクラスのエネルギー回収型ライナック(ERL)

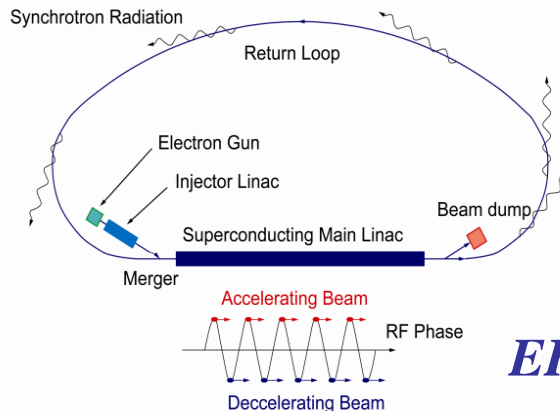
日本放射光学学会の提言 (「先端的リング型光源計画特別委員会」)

国内ネットワーク: 原研、東大物性研、産総研、UV-SOR、広島大、名古屋大、等々
国際ネットワーク: CHESS (Cornell Univ), APS (Argonne)

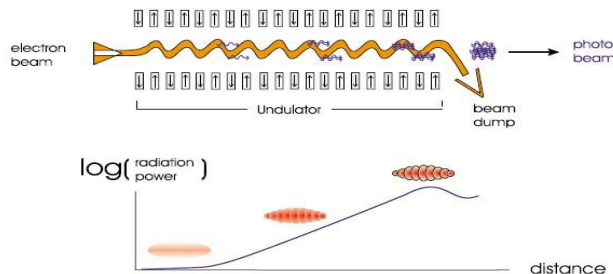


5GeV-ERL light source will be one of the most important accelerator facility at Tsukuba campus in a future.

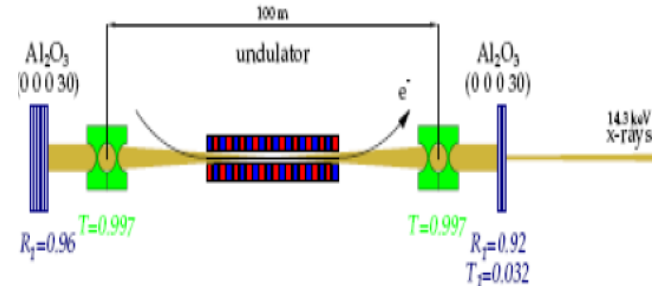
Functions of ERL, SASE-FEL & XFEL-O



ERL



SASE-FEL



XFEL-O

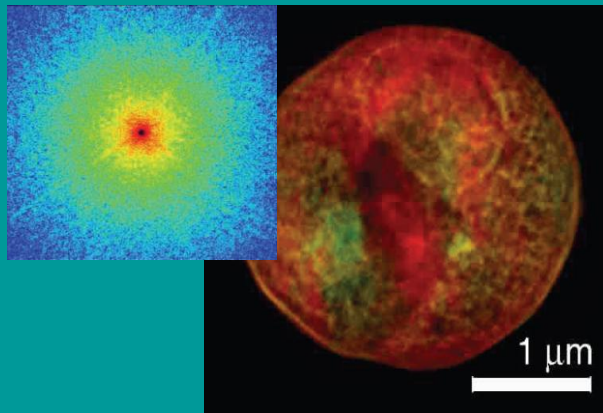
	average brilliance	peak brilliance	repetition rate (Hz)	coherent fraction	bunch width(ps)	# of BLs	Remark
ERL	$\sim 10^{23}$	$\sim 10^{26}$	1.3G	~20%	0.1~1	~30	Non-perturbed measurement
XFEL-O (Option)	$\sim 10^{27}$	$\sim 10^{33}$	~1M	100%	1	Few	Single mode FEL
SASE-FEL	$\sim 10^{22\sim 24}$	$\sim 10^{33}$	100~10K	100%	0.1	~1	One-shot measurement
3rd-SR	$\sim 10^{20\sim 21}$	$\sim 10^{22}$	~500M	0.1%	10~100	~30	Non-perturbed measurement

(brilliance : photons/mm²/mrad²/0.1%/s @ 10 keV)

Grand challenges for basic sciences

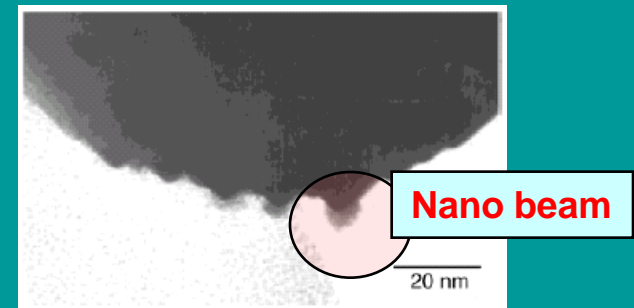
~ Non-crystalline materials and nano-science ~

Function in a cell

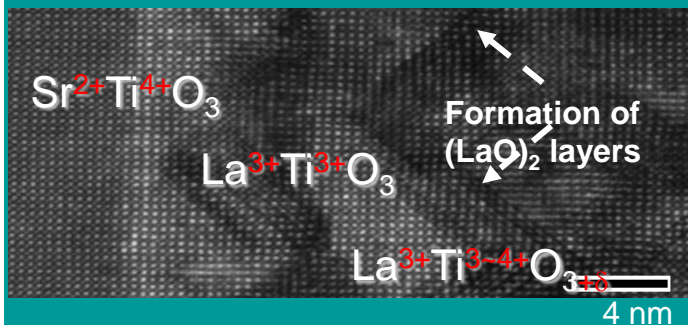


biology
and
chemistry

Catalysis chemistry

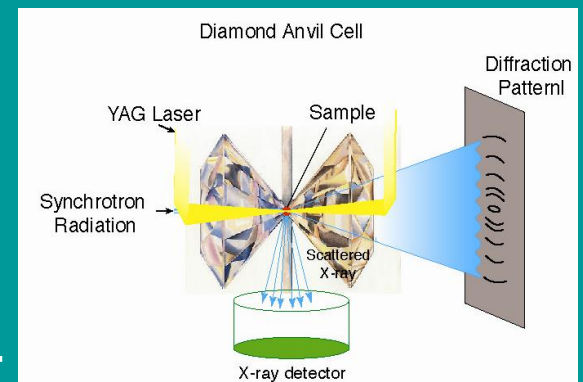


Nano-materials at interface



materials,
energy
and
environment

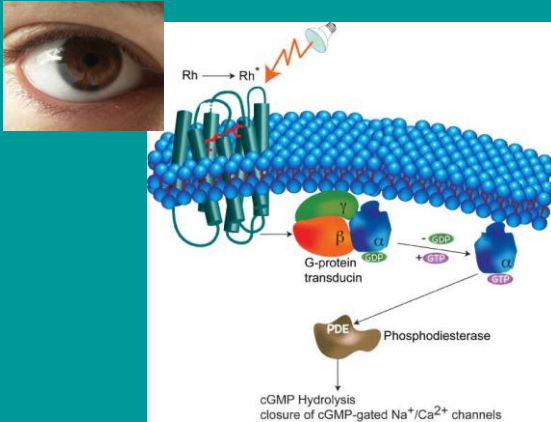
Extreme condition



Grand challenges for basic sciences

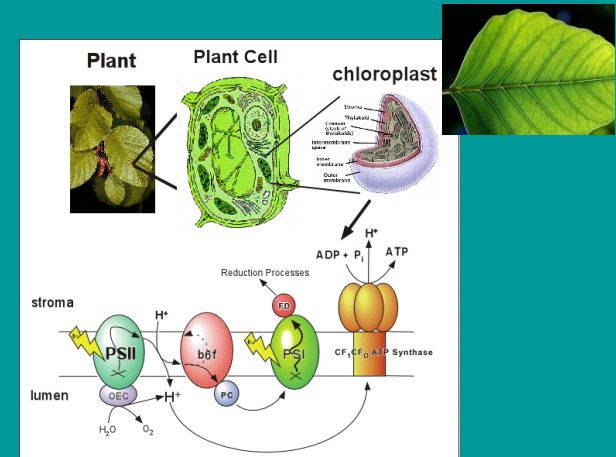
~ Non-equilibrium states generated by photons ~

visual sensing

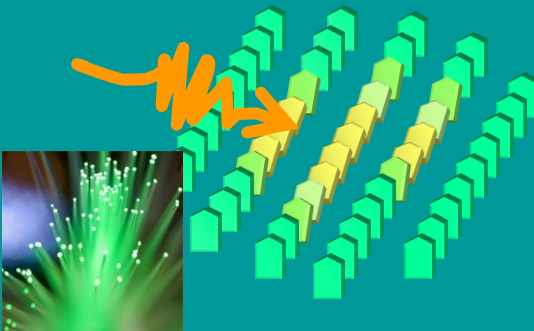


biology
and
chemistry

photosynthesis

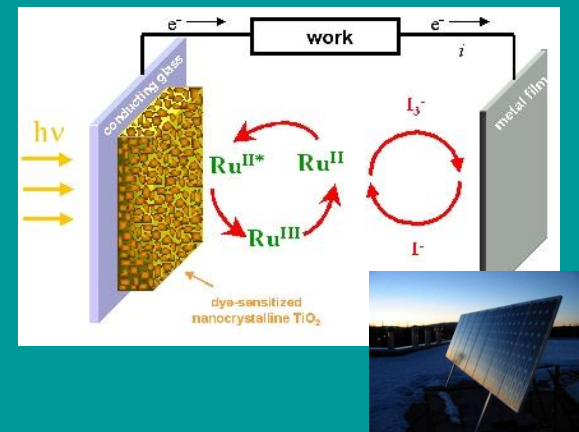


ultrafast photo-switching



materials,
energy
and
environment

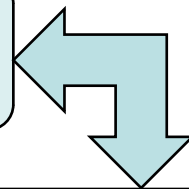
solar cell



次期光源計画ERLにおけるサイエンスの展開

- ERLのサイエンスに関する戦略会議(ブレインストーミング)
- 参加者
雨宮(東大)、朝倉(北大)、腰原(東工大)、並河(学芸大)、野村(PF)、若槻(PF)、下村(KEK)、春日(PF)、足立(PF)、平野(PF)、坂中(PF)、河田(PF) (敬称略)
- 11月5日(水)、11月28日(金)、12月26日(金)開催。
- ERL光源特性
 - ⇒ 特徴的な測定技法(ERLの潜在的可能性)
 - ⇒ サイエンスの方向性と研究会の組織方針

エネルギー・環境・物質・生命



サイエンスと
研究会の方向性

Instrumentation
(検出器、高速ゲート、
光学素子(X-FEL-O)
etc.)

不均一系の科学(触媒活性点、表面、欠陥、生物 etc.)、
空間スケールの階層構造(生物、ドメイン構造、etc.)
時間スケールの階層構造(非平衡、エネルギー散逸構造、
etc.)
既存測定の高精度化

コヒーレンス

X線スペckル(AB)
X線ホログラフィー(AB)
磁気スペckル(ABE)
コヒーレント回折イメージング

ダイナミクス

光電子ダイナミクス(CE)
核共鳴散乱構造解析(CE)
共鳴散乱ダイナミクス(CE)
回折ダイナミクス(CE)
分光ダイナミクス(CE)

ナノビーム

ナノビーム分析(D)
X線顕微分光(DE)
蛍光X線構造解析(DE)

特徴ある
実験技法

有効な
組み合わせ

A. 時間分解
空間相関

B. コヒーレント
フラックス

C. ダイナミクス

D. ナノビーム

E. 既存測定の高
高精度化

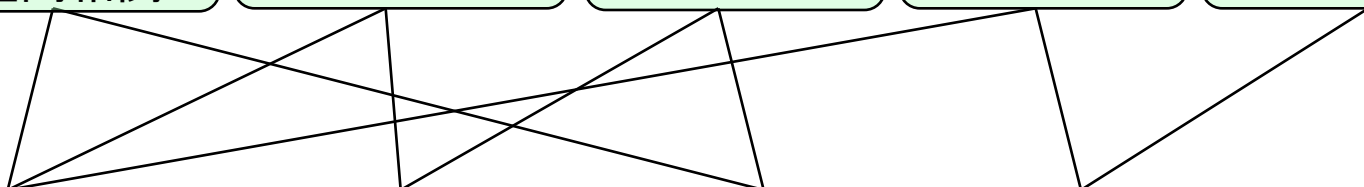
光源特性

空間コヒーレンス

高繰り返し
(高フラックス)

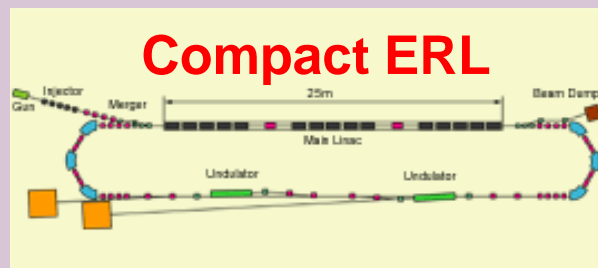
短パルス

高平均輝度



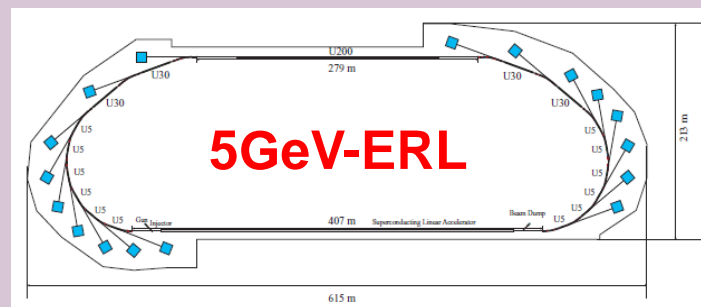
Evolution of ERL

Development of key components



~2013

Future light source



2013~

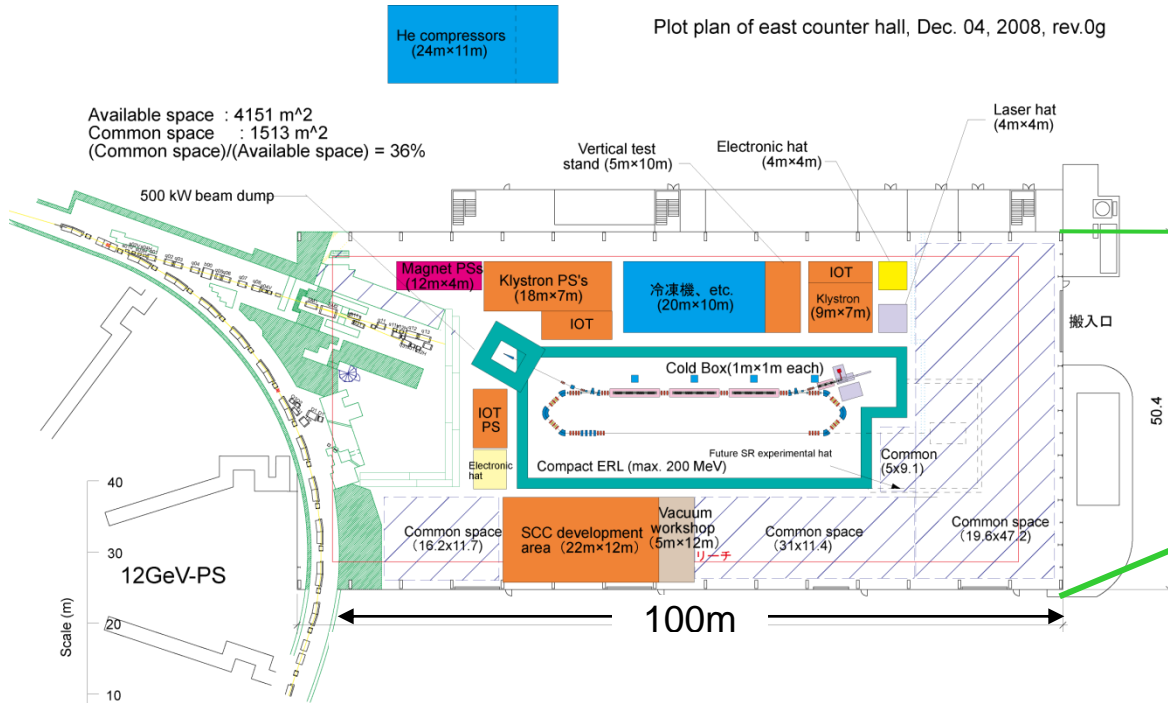
Coherent SR at THz region

Hard X-ray (-10keV) by laser inversed Compton scattering



Spread of the advanced compact X-ray imaging sources to hospitals

Compact-ERL (East Counter Hall)



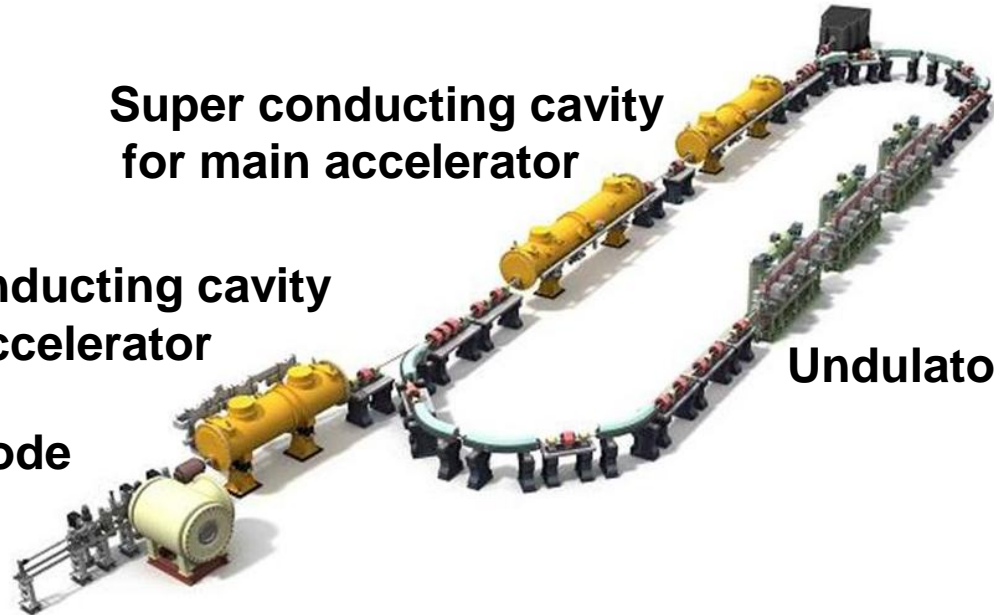
Beam dump

**Super conducting cavity
for main accelerator**

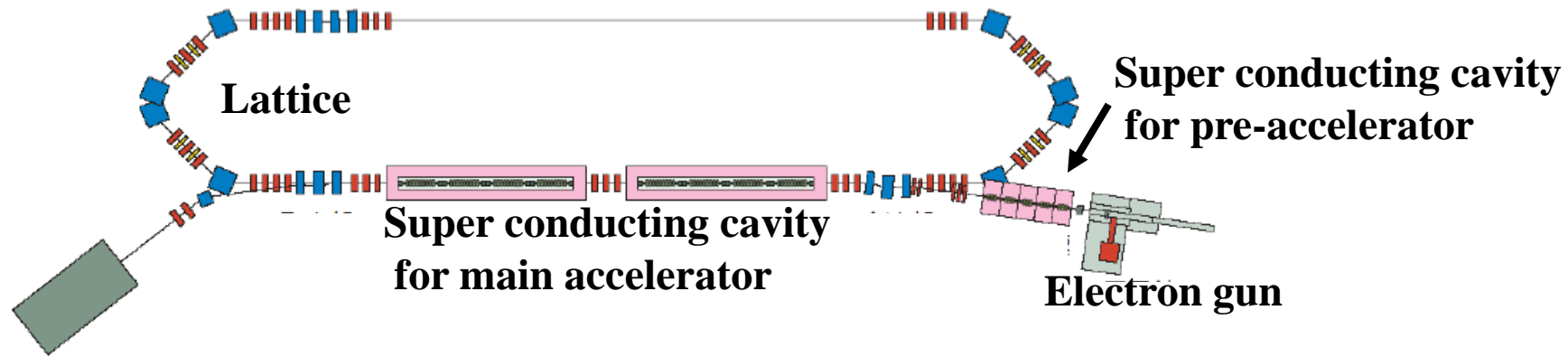
**Super conducting cavity
for pre-accelerator**

**DC Photo cathode
electron gun**

Undulators



Development of the accelerator components



- **Super conduction cavity for main accelerator (KEK, ISSP, JAEA)**
(37MV/m`Single cell model \Rightarrow 9 cell model \Rightarrow Cryo-module will be designed from the next fiscal year)
- **Electron gun (JAEA, Hiroshima Univ., KEK, and Nagoya Univ.)**
(construction of electron gun of 250 kV and we start the designing of the electron gun of 500kV)
- **Development of the laser system for electron gun (AIST, ISSP, KEK)**
(Yb fiber laser of \sim 100MHz oscillator \Rightarrow 1.3GHz oscillator)
- **Development for the super conducting cavity of pre-accelerator (KEK)**
(Test cavities have been completed.)
- **Start the development of high power RF source**
(300 kW Klystron will be ready until the next summer)
- **Designing of the lattice (KEK, ISSP, UV-SOR, JAEA)**
- **CDR of Compact ERL has been published at March 2008**

Conceptual design report

KEK Report 2007-7/JAEA-Research 2008-032

High Energy Accelerator Research Organization (KEK)



T. Agoh, A. Enomoto, S. Fukuda, K. Furukawa, T. Furuya, K. Haga, K. Harada, S. Hiramatsu, T. Honda, Y. Honda, K. Hosoyama, M. Izawa, E. Kako, T. Kasuga, H. Kawata, M. Kikuchi, H. Kobayakawa, Y. Kobayashi, T. Matsumoto, S. Michizono, T. Mitsunashi, T. Miura, T. Miyajima, T. Muto, S. Nagahashi, T. Naito, T. Nogami, S. Noguchi, T. Obina, S. Ohsawa, T. Ozaki, S. Sakanaka, H. Sasaki, S. Sasaki, K. Satoh, M. Satoh, M. Shimada, T. Shioya, T. Shishido, T. Suwada, T. Takahashi, Y. Tanimoto, M. Tawada, M. Tobiyama, K. Tsuchiya, T. Uchiyama, K. Umemori, S. Yamamoto

Japan Atomic Energy Agency (JAEA)



R. Hajima, H. Iijima, N. Kikuzawa, E. J. Minehara, R. Nagai, N. Nishimori, M. Sawamura

Institute for Solid State Physics (ISSP), University of Tokyo



N. Nakamura, A. Ishii, I. Ito, T. Kawasaki, H. Kudoh, H. Sakai, T. Shibuya, K. Shinoe, T. Shiraga, H. Takaki

UVSOR, Institute for Molecular Science



M. Katoh

Hiroshima University



M. Kuriki

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)



D. Yoshitomi, Y. Kobayashi, K. Torizuka

JASRI/SPRing-8



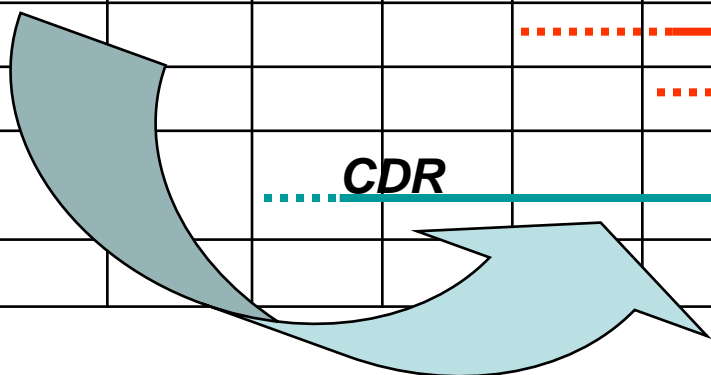
H. Hanaki

5GeV・ERL実現への道筋 (コンパクトERLから5GeV・ERLへ)

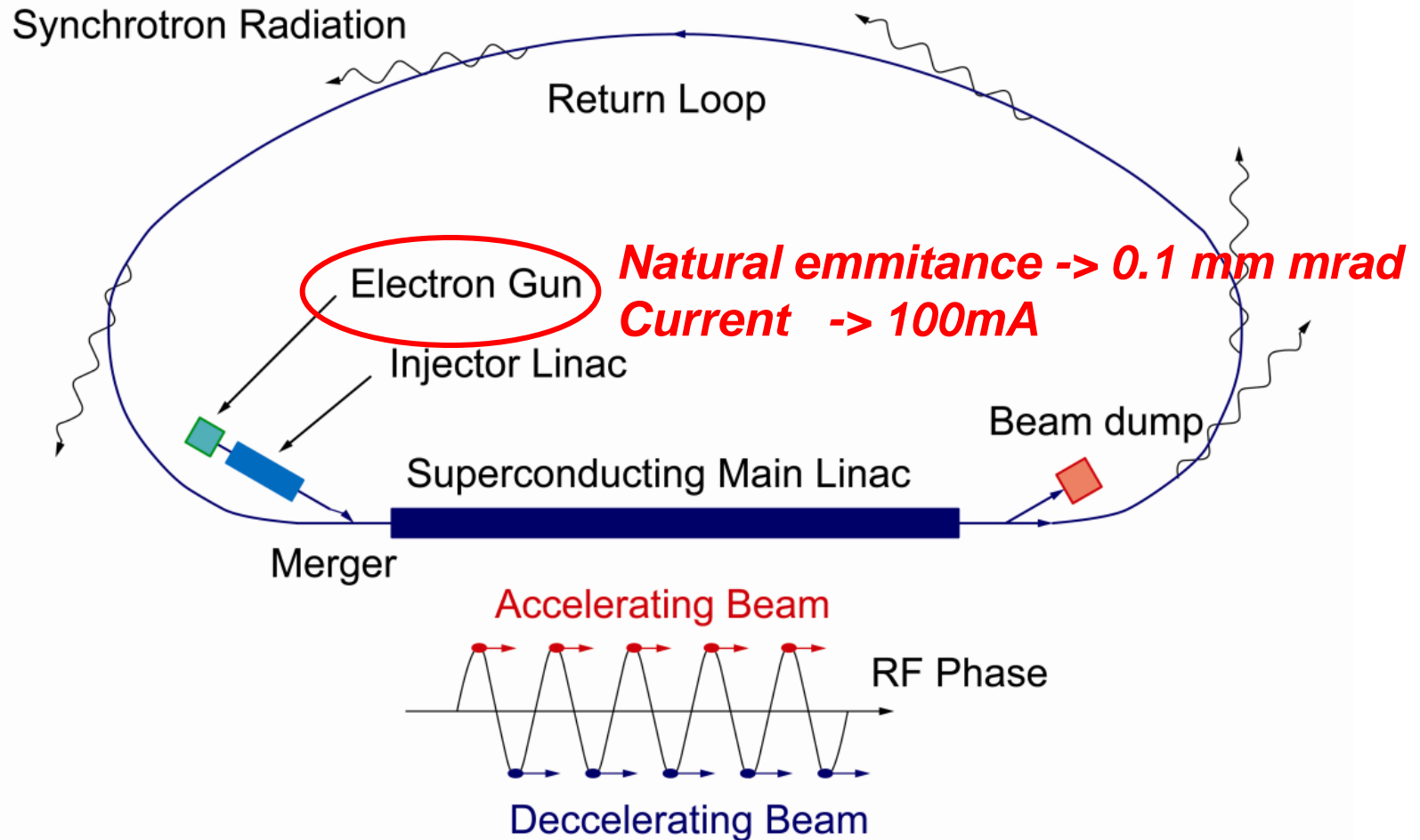
先ず、コンパクトERLの実現

- ERL加速器要素技術開発: **高輝度電子銃、超伝導空洞、ビーム運転**
- 大強度コヒーレントテラヘルツ光源: **分子振動選択励起による化学反応促進**
- レーザー逆コンプトンX線源
 微小光源X線イメージング: **高精彩X線位相医学イメージング、フェムト秒イメージング**
 フェムト秒サイエンス: **超高速光誘起相転移現象の理解**

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
コンパクトERL 設計	CDR										
要素技術開発										
建設		東カウンターホール整備									
調整運転										
利用研究										
5GeV ERL 設計				CDR							
建設										



Energy Recovery Linac



High Brilliant and High Current Electron Gun

