



ERLサイエンスワークショップ 2009年7月9-11日

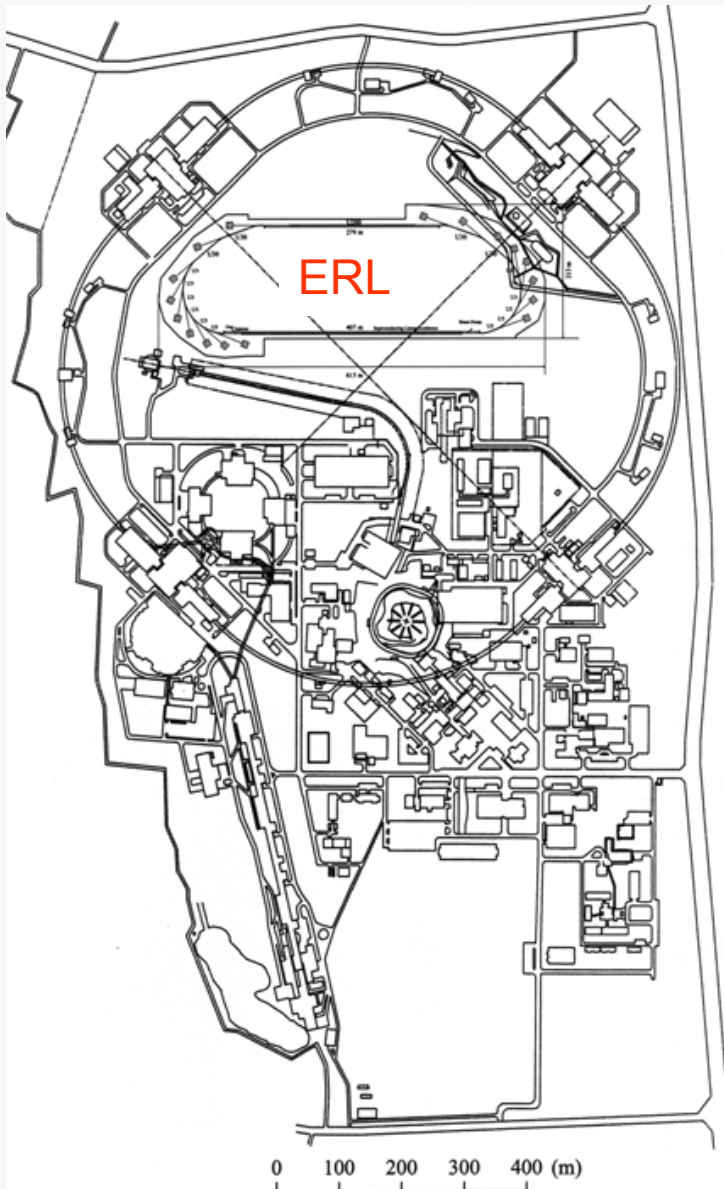
ERL計画の概要

河田 洋

高エネルギー加速器研究機構
ERL計画推進室

1. 5GeV・ERLの最終目標(概要) → 坂中氏の講演
2. コンパクトERLの現状(概要) → 坂中氏の講演
3. 本ワークショップの位置付け(概要) → 並河氏の講演

5-GeV ERL plan at KEK



Parameters of the ERL

	Parameter
Beam energy	5 GeV
Average current	10 - 100 mA
Normalized emittance	0.1 - 1 mm·mrad
Energy spread (rms)	$(0.5 - 2) \times 10^{-4}$
Bunch length (rms)	1 - 3 ps (usual mode) ~ 100 fs (bunch compression)
RF frequency	1.3 GHz

Parameters of the light sources

	Parameter
Spectral range	30 eV - 30 keV
Average brilliance from insertion devices	$10^{21} - 10^{23}$ ph/s/mm ² /mrad ² /0.1%bw
Average flux	$> 10^{16}$ phs/s/0.1%bw
Number of ID's	20 - 30

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, Nanomaterials etc.)

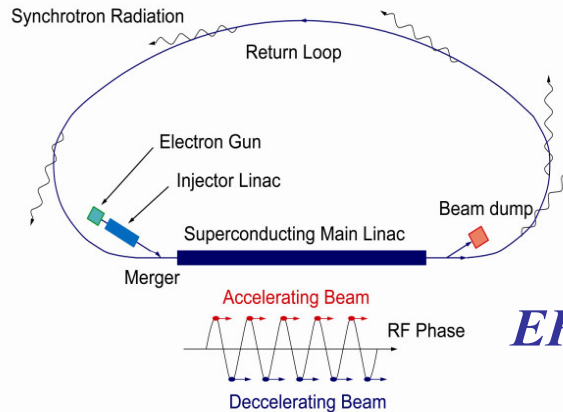
Femto-second science

**Real-time reaction which requires high repetition rate.
(Chemical reaction, Photo-induced phase transition etc.)**

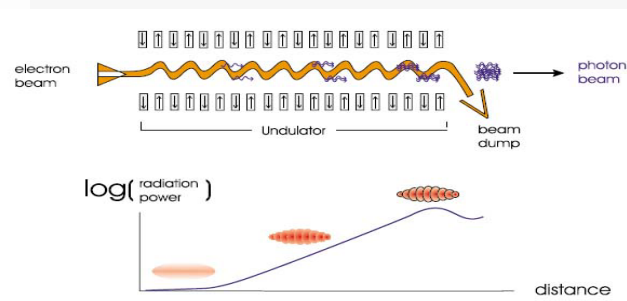
Nano beam

Condensed matter physics under extreme conditions.

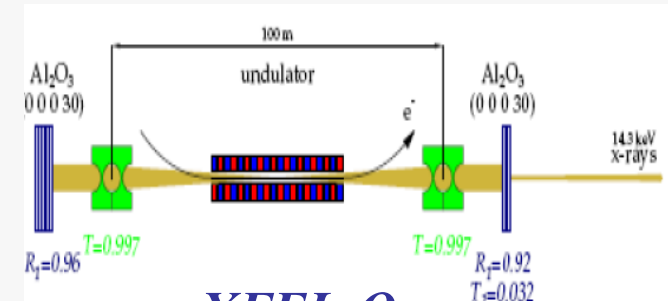
Function of ERL, SASE-FEL and XFEL-O



ERL



SASE-FEL



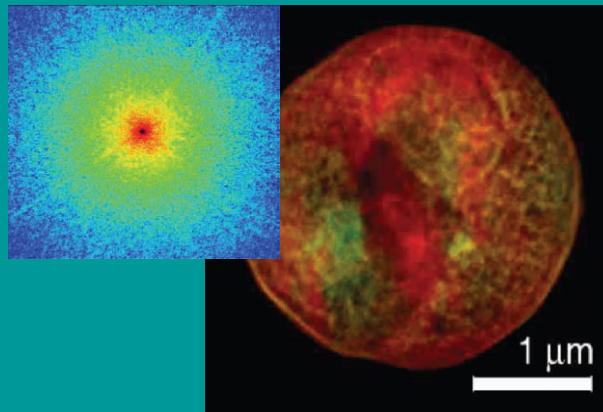
XFEL-O

	average brilliance	peak brilliance	repetition rate (Hz)	coherent fraction	bunch width(ps)	# of BLs	Remark
ERL	$\sim 10^{23}$	$\sim 10^{26}$	1.3G	$\sim 20\%$	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)

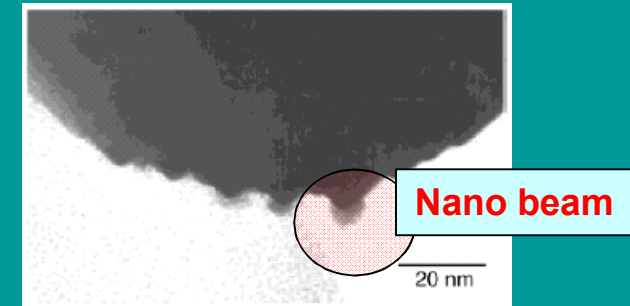
~ grand challenges for basic sciences ~
~ non-crystalline materials and nano-science ~

Function in a cell

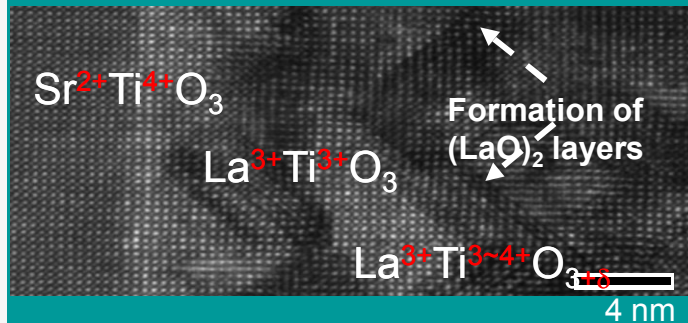


biology
and
chemistry

Catalysis chemistry

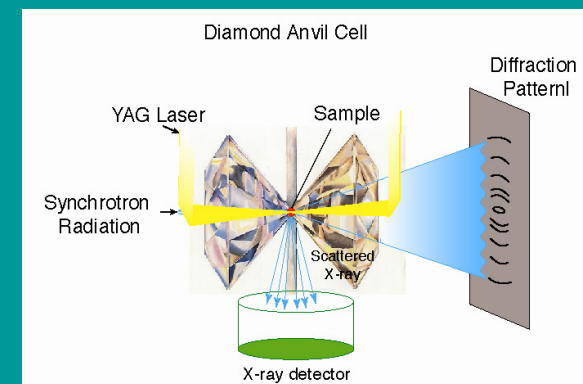


Nano-materials at interface



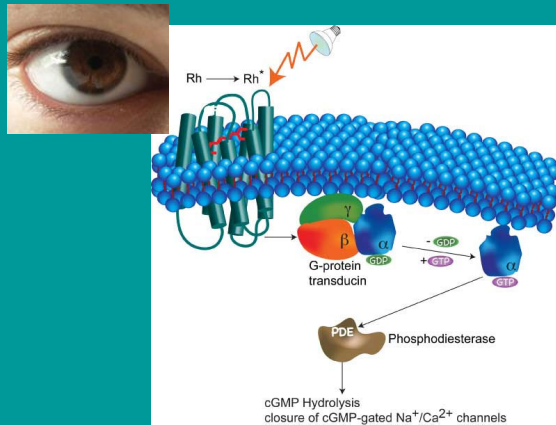
materials,
energy
and
environment

Extreme condition



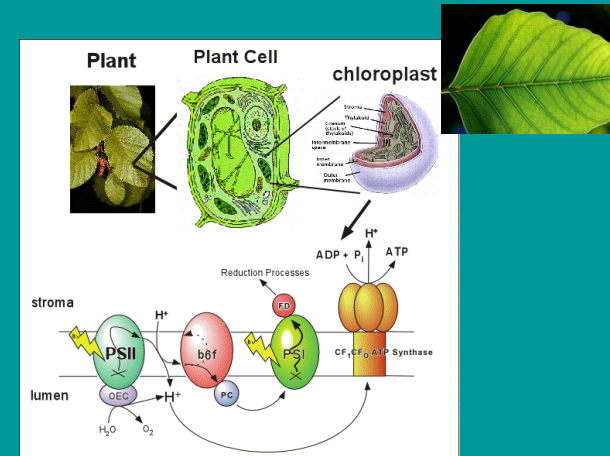
grand challenges for basic sciences
~ non-equilibrium states generated by photons ~

visual sensing

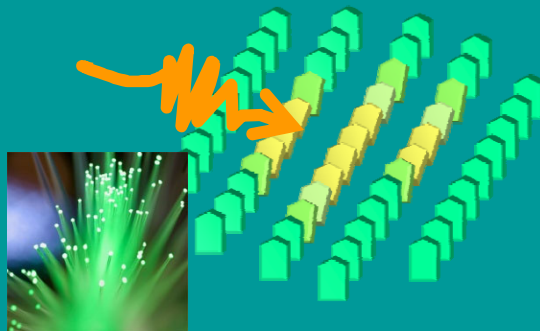


biology
and
chemistry

photosynthesis

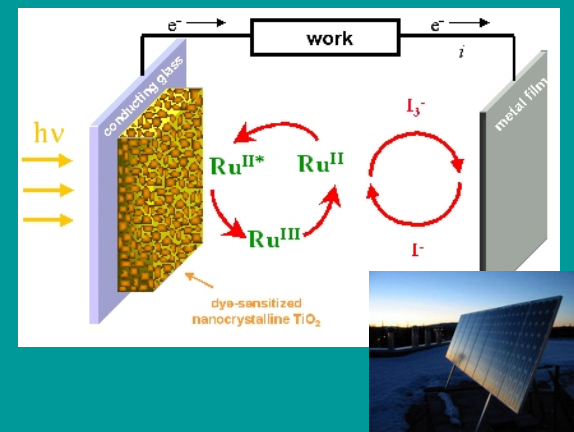


ultrafast photo-switching

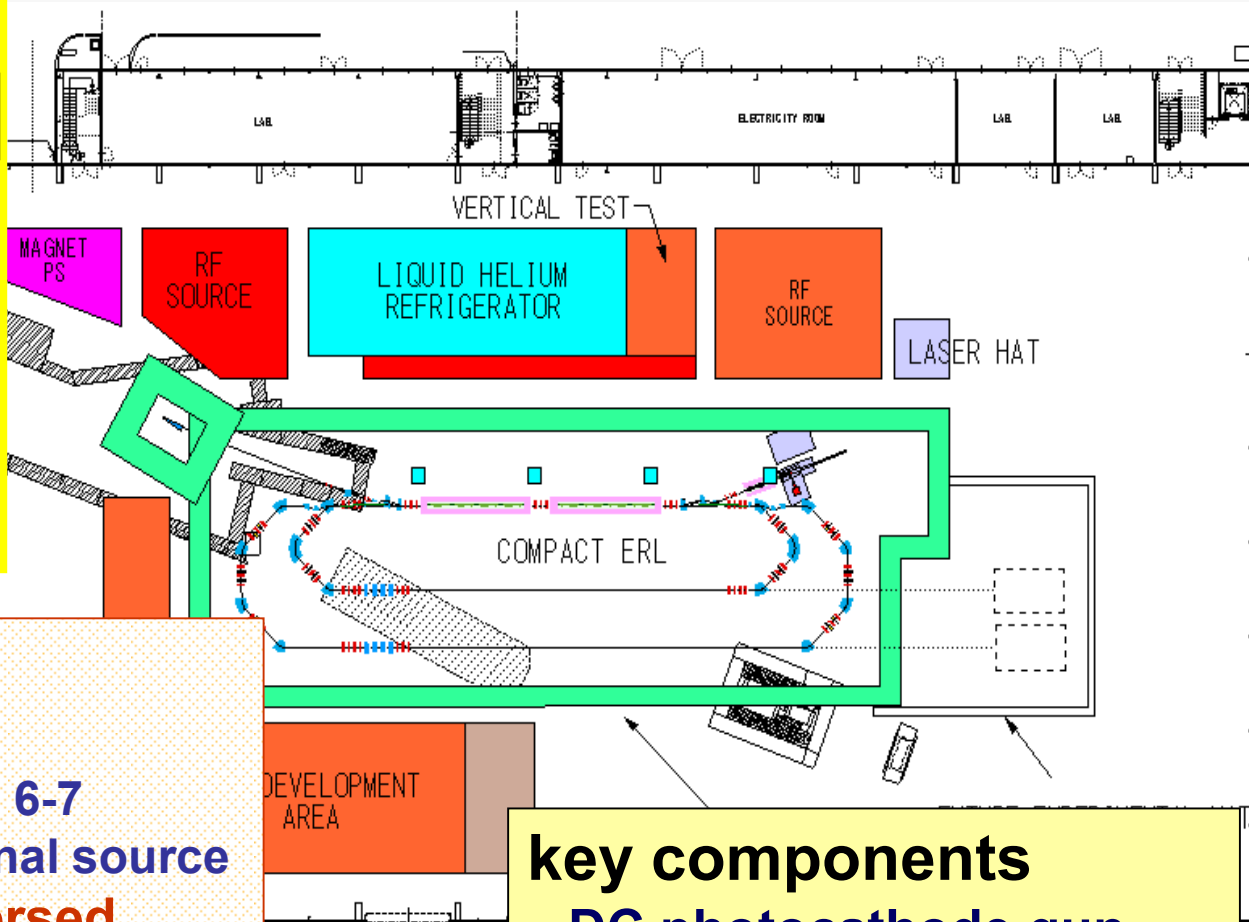


materials,
energy
and
environment

solar cell



Compact ERL



Scientific Case

CSR at THz region

high intensity by order of 6-7
compared with conventional source

Hard X-ray by laser inversed

Compton scattering

- extremely small beam
⇒ e.g. medical imaging
- fs science

key components

- DC photocathode gun
- 1.3GHz CW laser
- Superconducting cavities
- Beam dynamics

Development of ERL until 2008

**CDR of Compact ERL
has been published**

Super conduction cavity for main accelerator
Single cell model \Rightarrow 9 cell model \Rightarrow Ready for the fabrication
of the cavity for Compact ERL

super conducting cavity of pre-accelerator
2 cell model \Rightarrow Ready for the fabrication of the cavity
for Compact ERL

Construction phase from 2009!

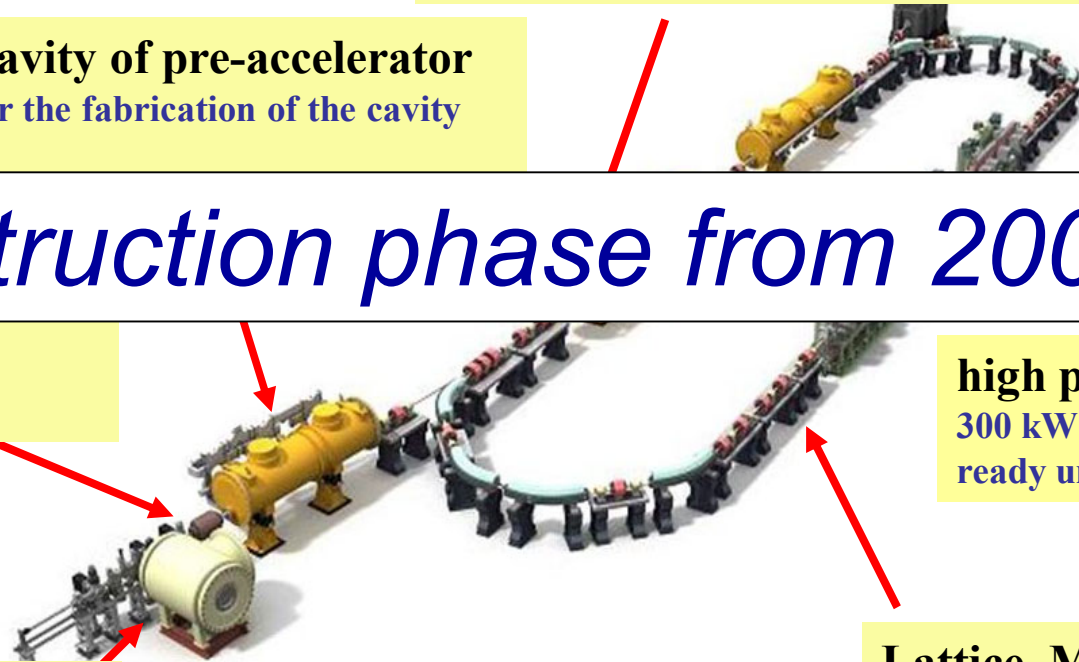
Injector
Start the designing.

high power RF source
300 kW Klystron will be
ready until this summer

500kV·DC Electron gun
The fabrication has started
under the collaboration with
JAEA, ISSP, Hiroshima Univ.,
Nagoya Univ. and KEK.

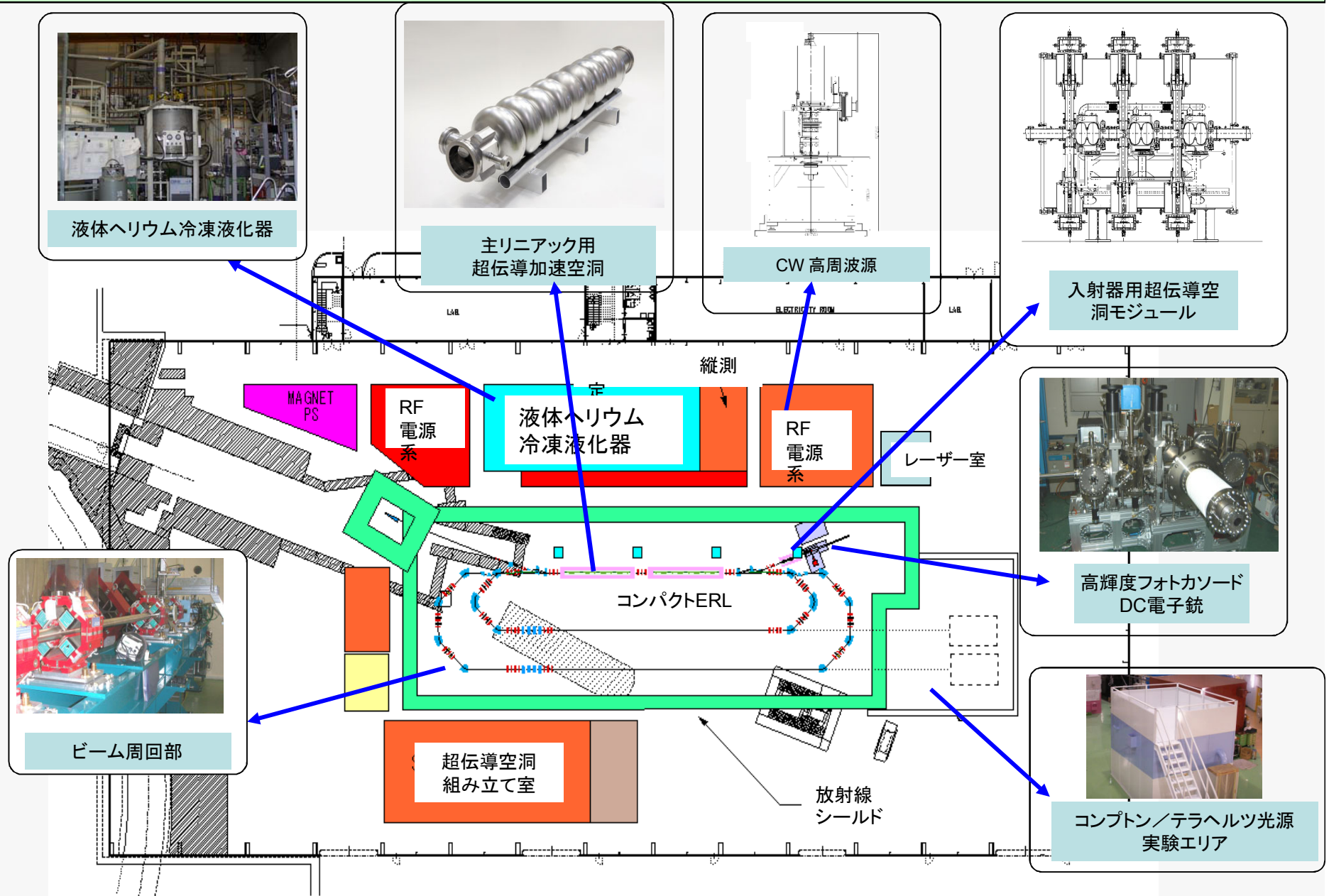
Laser system for electron gun
Development of Yb fiber-laser system
under the collaboration with AIST, ISSP
and KEK. \Rightarrow Ready for the system of
10mA electron beam current.

Lattice, Magnet, Vacuum
Design works





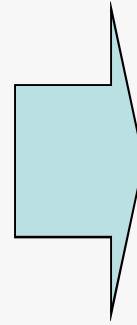
コンパクトERL設備 (全体概要)



Reconstruction of East Counter Hall



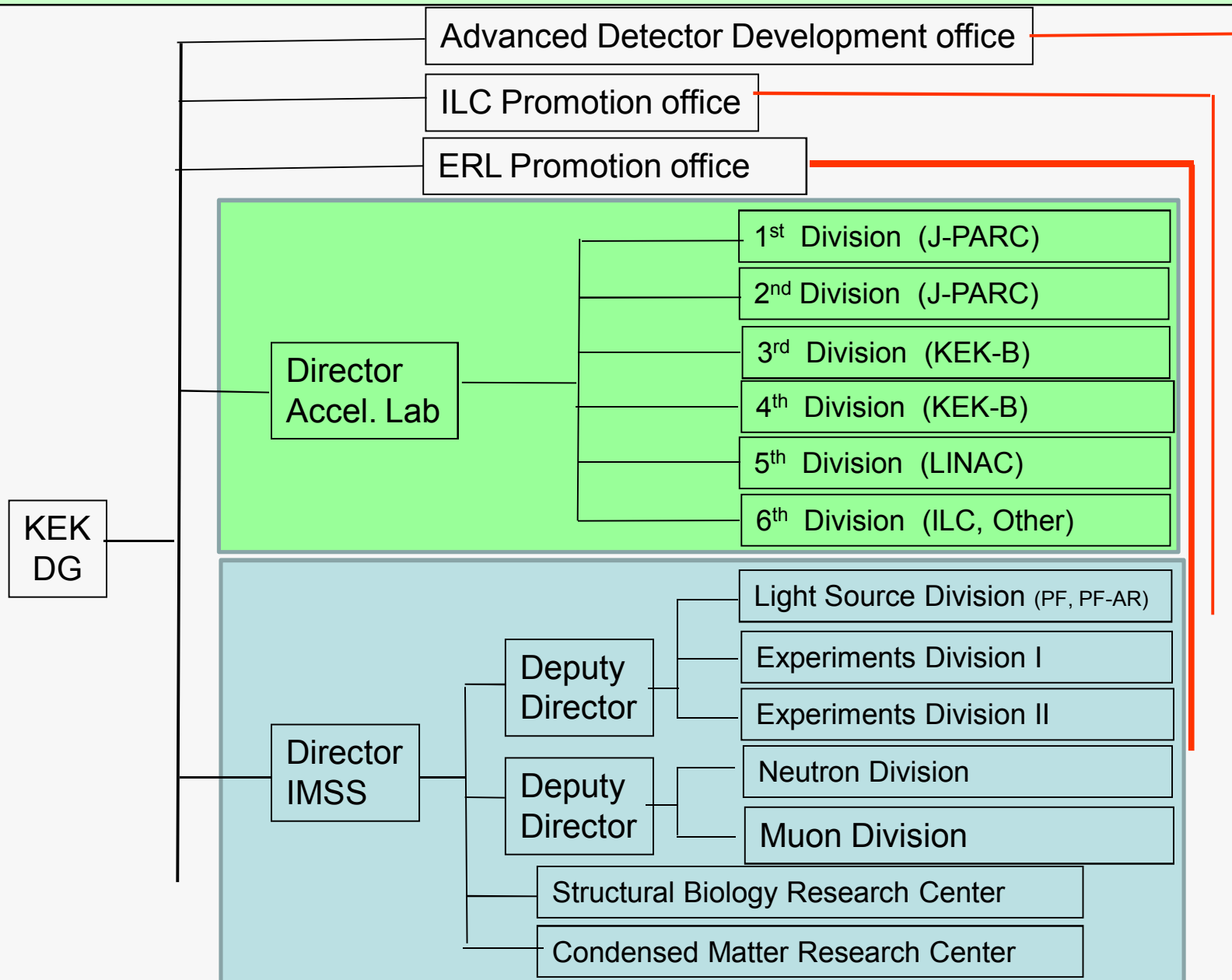
Feb.2009



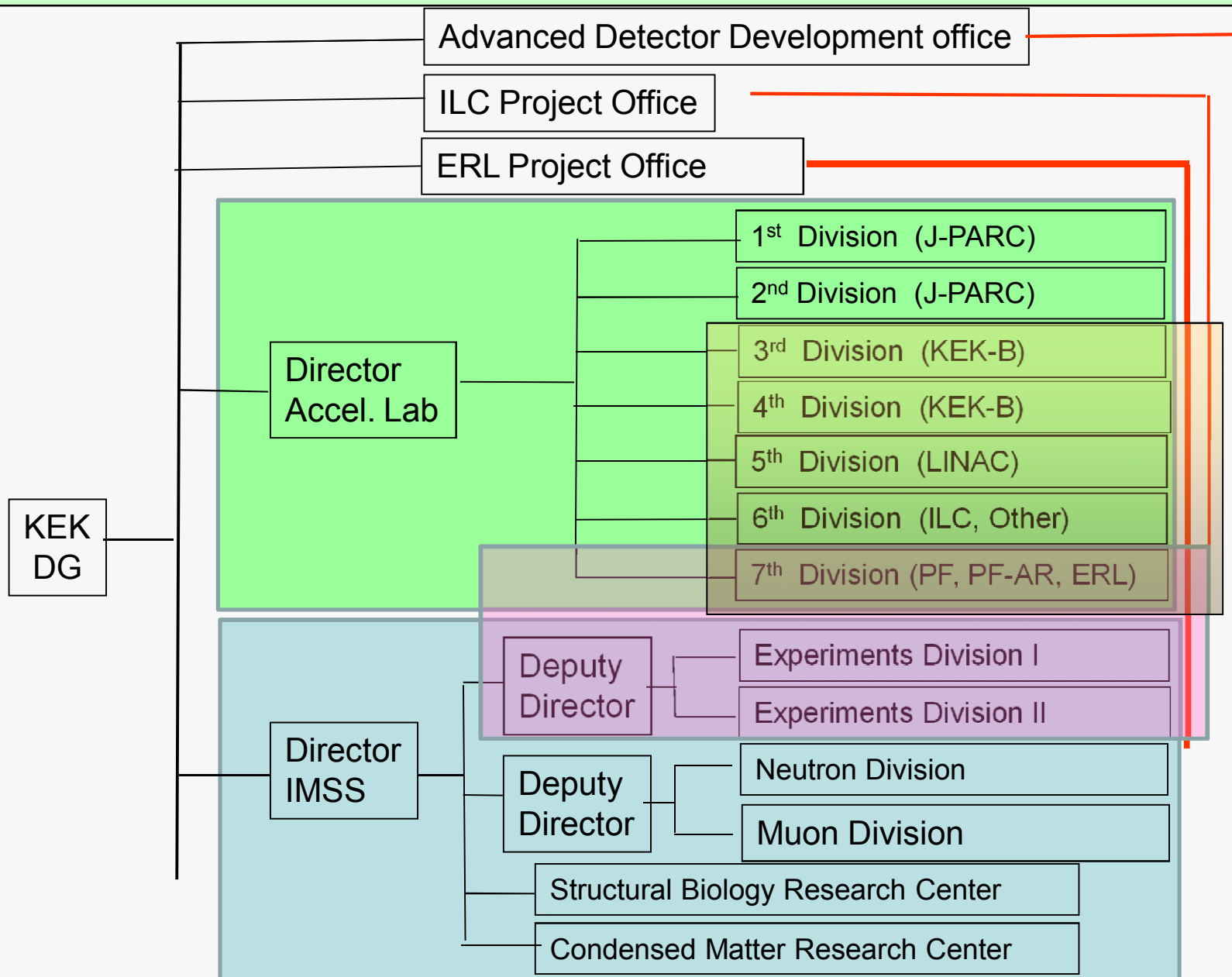
26/Jun.2009



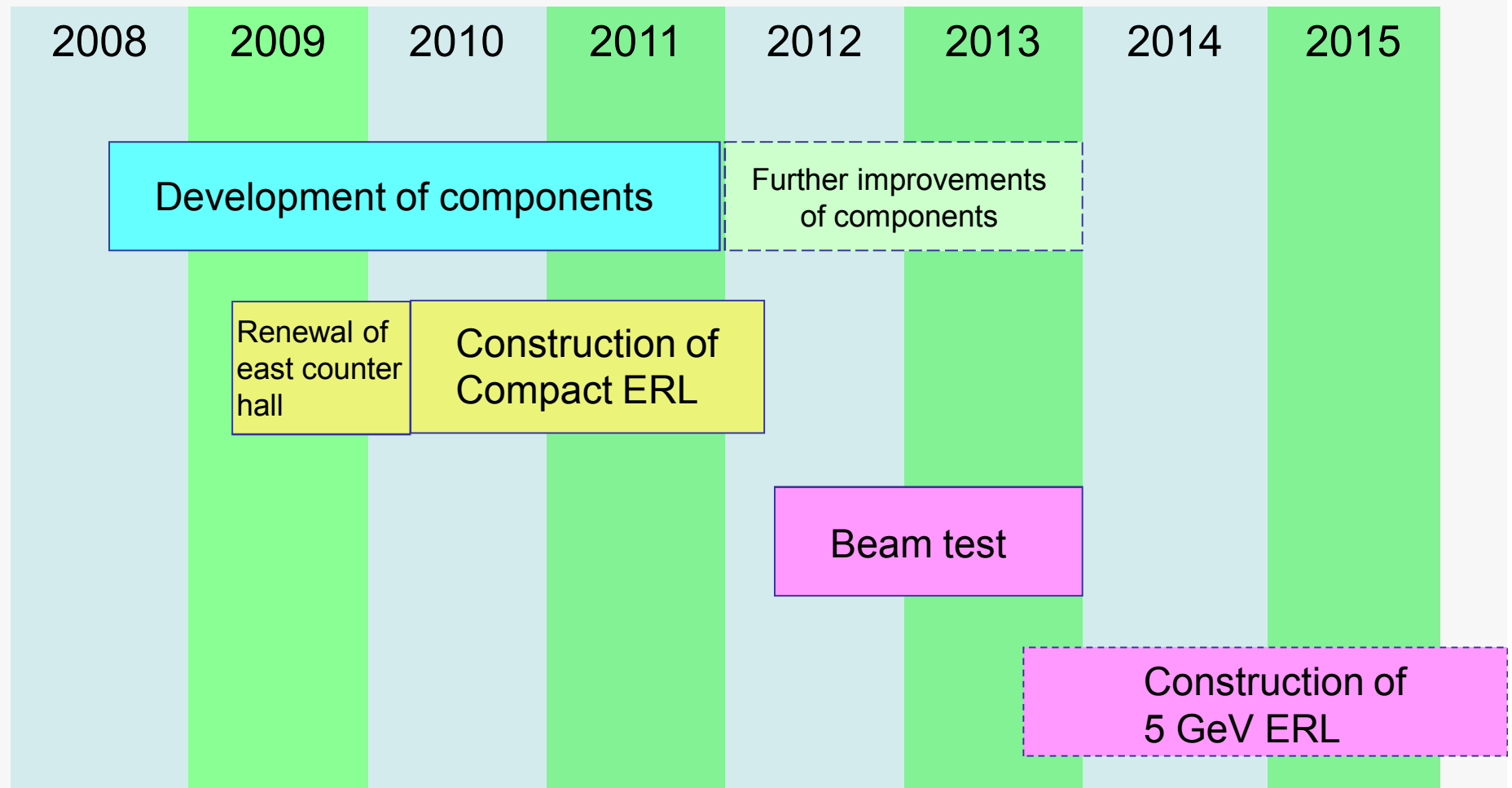
Merger of Accelerator Laboratory and PF Light Source Division (Before 1st of April / 2009)



Merger of Accelerator Laboratory and PF Light Source Division (After 1st of April / 2009)



Time schedule



ERL09 (Energy Recovery Linac 45th ICFA Beam Dynamics Workshop June 8-12, 2009)

- 次回・ERL11ワークショップをKEKとJAEAとの共同主催の形で誘致



すべての発表スライドは<http://www.lepp.cornell.edu/Events/ERL09/>¹⁴

Presentations in ERL09

<Plenary session>

“KEK/JAEA ERL Project”

H. Kawata (KEK)

“Beam Dynamics Challenges in ERLs”

R. Hajima (JAEA)

“X-Ray Applications for ERLs II”

H. Kawata (KEK)

<RF & Cryomodules >

“KEK ERL Cryomodule Development”

H. Sakai (KEK)

“KEK ERL HOM Absorber Development”

M. Sawamura (JAEA)

“Digital LLRF System in KEK and Conceptual LLRF Design for Compact ERL in KEK”

S. Michizono (KEK)

<Injectors, Guns, & Cathodes >

“JAEA/KEK Gun Status”

N. Nishimori (JAEA)

“Vacuum and Field Emission from Electrodes”

M. Yamamoto (KEK)

<Optics & Beam Dynamics >

“Design of a 2-Loop Compact ERL”

M. Shimada (KEK)

“Tolerances for Errors in ERL Lilacs”

T. Miyajima (KEK)

“Effects of Longitudinal and Transverse Wall Wakefields on ERLs”

N. Nakamura (ISSP)

“Role of Test Facilities”

R. Hajima (JAEA)

<Poster Session>

“KEK ERL Light Source Project”

S. Sakanaka (KEK)

“JAEA ERL Development Group”

R. Hajima (JAEA)

15

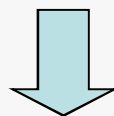
すべての発表スライドは<http://www.lepp.cornell.edu/Events/ERL09/>

第一回ERL計画推進委員会

平成20年9月16日

議事録: http://pfwww.kek.jp/ERLOffice/erl_pc_member/pc_memo1.html

- 第3、第3.5世代とERLとの違い、ERL計画は本質的にどういうサイエンスを目指すかの明確な議論がない。サイエンスからのスタートもできるだけ早く。
- サイエンスケースに関して、研究会を積み重ねるだけでなく、SPring-8やFELの次の計画と関連させてサイエンスを議論する必要がある。小さな会議の形で違いや可能性等を検討し、それに基づいての研究会を企画する。
- サイエンスのブラッシュアップをするについては、この推進委員会の中で使用する立場の委員に集まってもらい分科会(ワーキンググループ)で戦略を練るという作業が大至急必要。



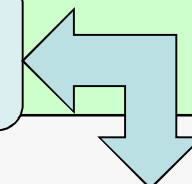
- **ERLのサイエンスに関する戦略会議(ブレインストーミング)**

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

サイエンスと
研究会の方向性

エネルギー・環境・物質・生命



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

特徴ある
実験技法

コヒーレンス
X線スペックル(AB)
X線ホログラフィー(AB)
磁気スペックル(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)

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

ERLワークショップの進め方

- ワークショップを以下のテーマで開催。
 - 不均一系の科学
 - 時間空間スケールの階層構造
 - 時間スケールの階層構造(時間分解)
 - 装置に関するワークショップ(XFEL-Oを含む)
- ワークショップ世話人を決めて、ワークショップの進め方を検討。

雨宮健太氏、中尾裕則氏、足立伸一氏、平野馨一氏

Summary

- 2012年にはコンパクトERLの運転開始を目指して加速器の開発・建設を進めている。
- 2013~14年に5GeV・ERLの建設を開始する計画で進めている。
- ERLサイエンスの精鋭化をぜひこのワークショップで進めて頂きたい。