

ILCの加速器施設

道園真一郎

LCC ILC研究グループリーダー
KEK加速器研究施設

- 世界の加速器
- 旧設計500GeV ILC
- 250GeV ILC
 - ナノビーム
 - 超伝導高周波加速
 - コスト削減R&D
 - 陽電子源・ビームダンプ
- 250GeV ILC加速器建設費用
- まとめ

世界の大型加速器



WWWの開発:世界のインターネット普及
超伝導電磁石:MRI診断やリニアモーターカー
医療用加速器:PET診断、重イオン加速器



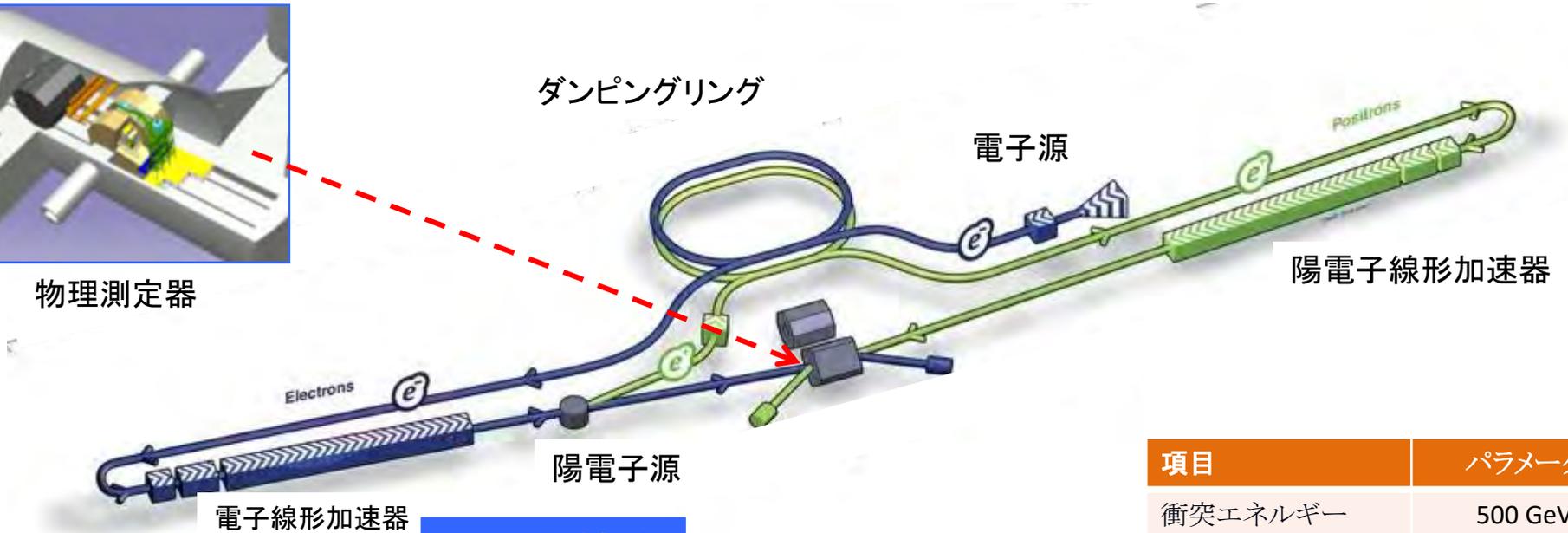
ILCの加速器施設

道園真一郎

LCC ILC研究グループリーダー
KEK加速器研究施設

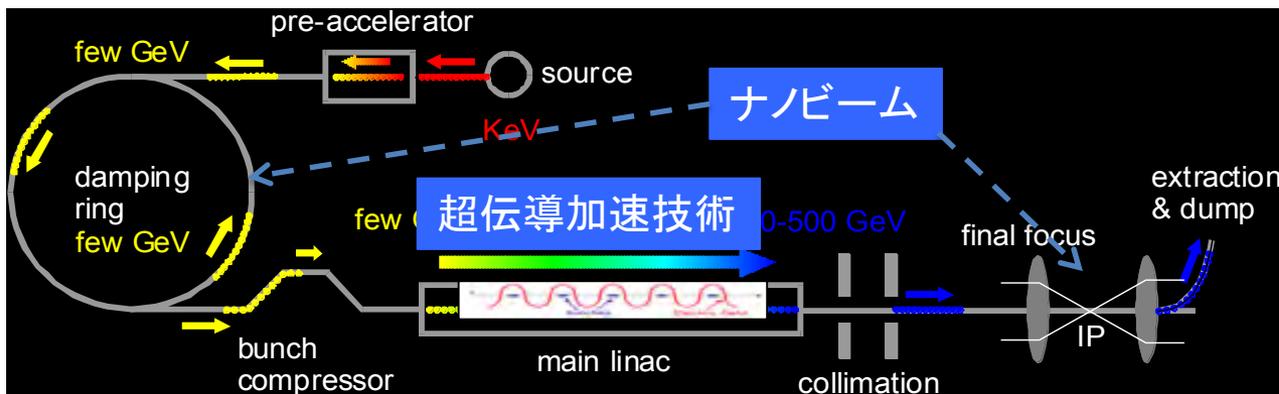
- 世界の加速器
-  ■ 旧設計500GeV ILC
- 250GeV ILC
 - ナノビーム
 - 超伝導高周波加速
 - コスト削減R&D
 - 陽電子源・ビームダンプ
- 250GeV ILC加速器建設費用
- まとめ

旧設計500GeV ILC



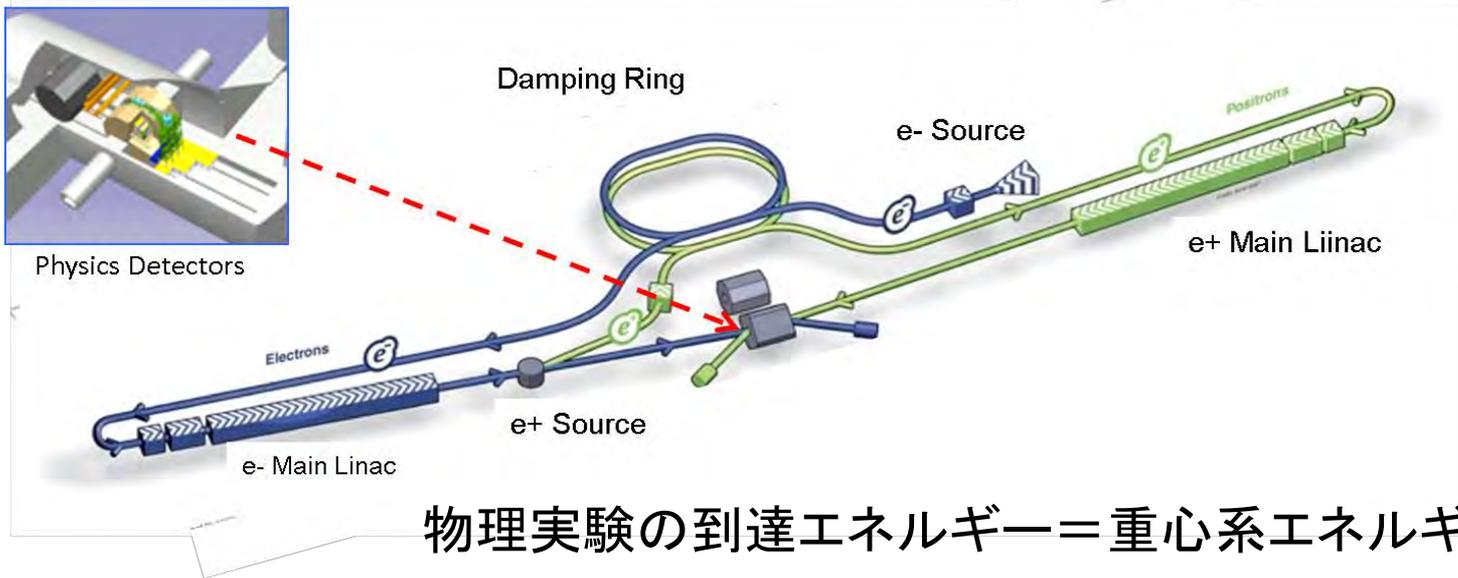
重要な技術

項目	パラメータ
衝突エネルギー	500 GeV
長さ	33.5 km
ルミノシティ	$1.8 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
繰り返し	5 Hz
ビームパルス幅	0.73 ms
ビーム電流	5.8 mA (in pulse)
衝突点ビームサイズ	5.9 nm
超伝導空洞の電界 空洞のQ値	31.5 MV/m $Q_0 = 1 \times 10^{10}$



なぜコライダー？

電子と陽電子を直線加速器で加速し中心で衝突させる



物理実験の到達エネルギー＝重心系エネルギー

固定ターゲットの場合 (Fixed Targets)



$$E_{CM} = \sqrt{2mE}$$

衝突型の場合 (Colliders)



$$E_{CM} = 2E$$

衝突型のほうが高い重心系エネルギーが得られる。

なぜ線形加速器？

電子と陽電子を直線加速器で加速し中心で衝突させる

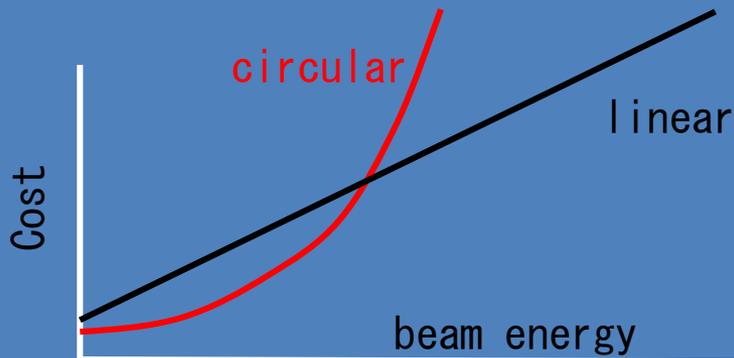
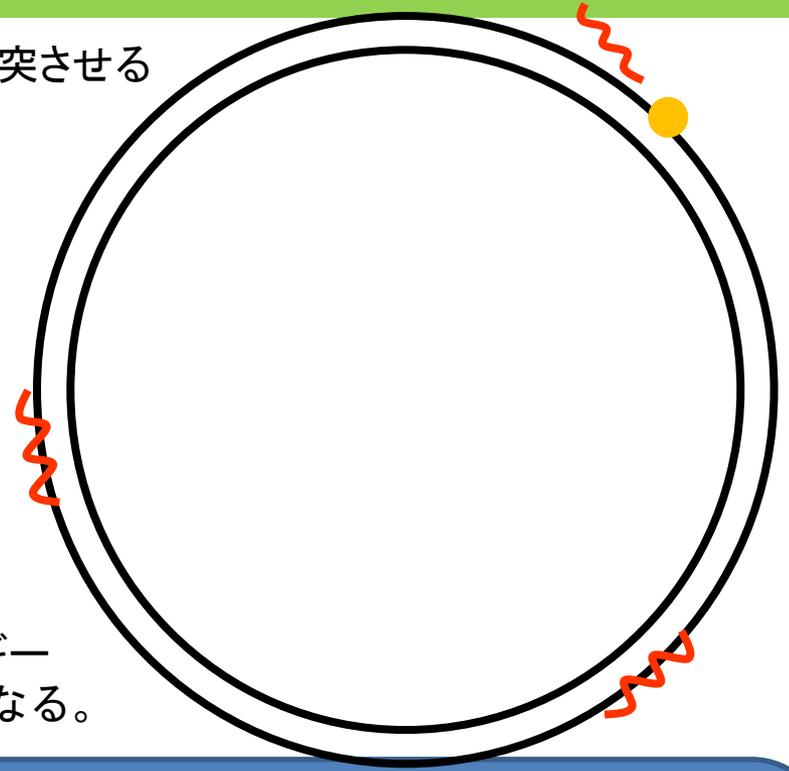
• シンクロトロン放射

- 周回するビームはエネルギーを失う
- 1周当たりのエネルギーロス

$$\Delta E \propto \frac{E^4}{m^4 R}$$

- エネルギーの4乗に比例

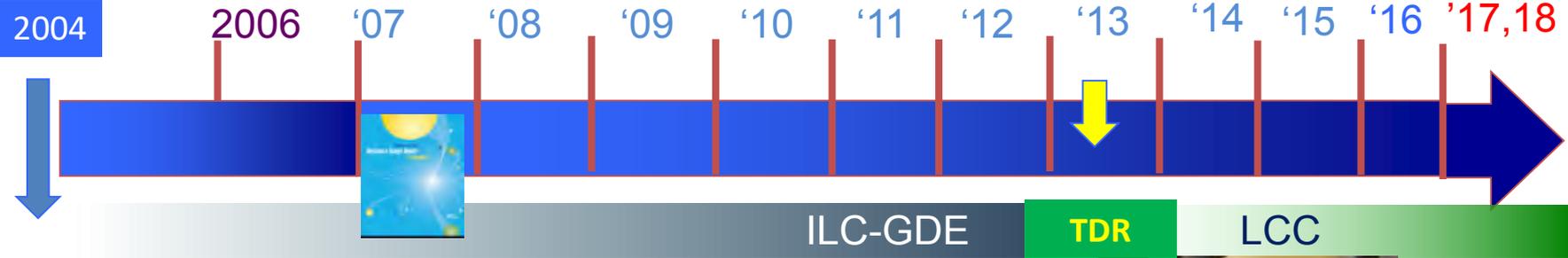
例：10%のエネルギー増加で1周当たりのエネルギーロスは約50%増となり大幅な加速器増強が必要となる。



線形加速器は加速器長に比例して高エネルギー粒子が得られる

ILC-GDE to LCC

1980' ~ Basic Study



RDR

Technical Design Phase



SC Technology selected



S1Global (2010)

TDR:
 参加国: 49
 参加機関: 392
 参加者: >2400



Progressing →

LHC

European XFEL

LCLS-II

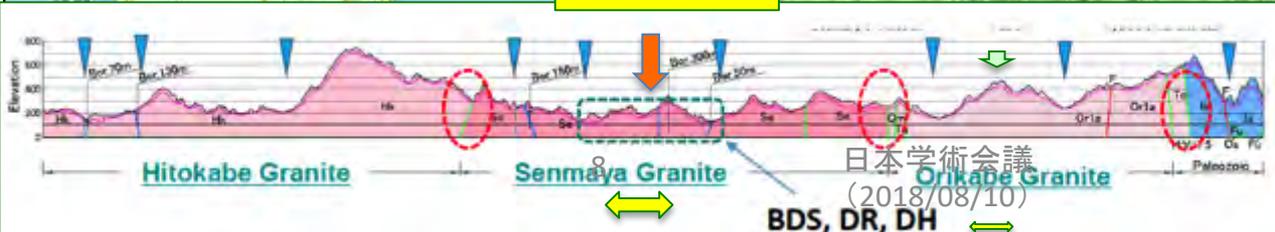
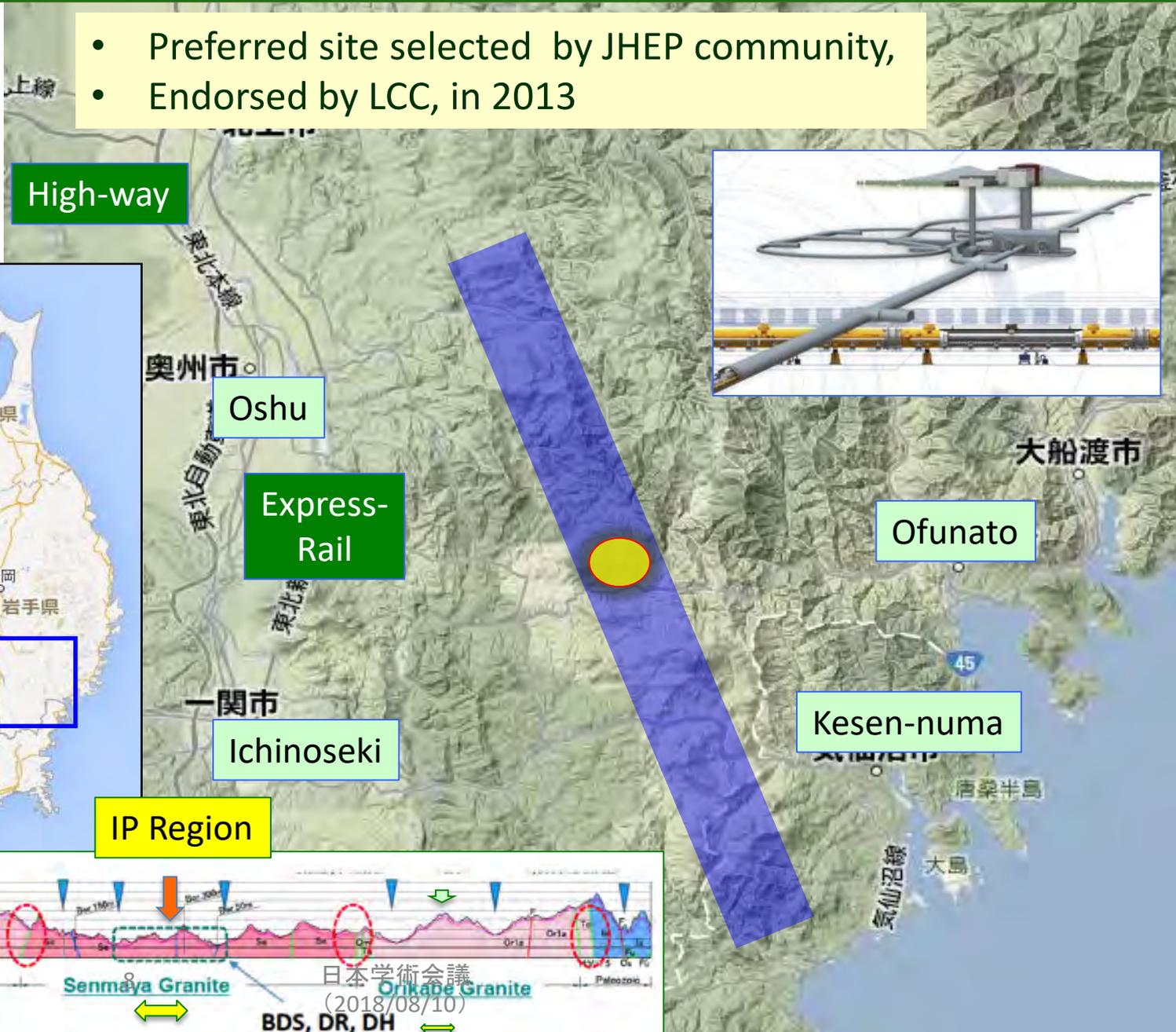
RDR: Reference Design Report 概念設計報告書
 TDR: Technical Design Report 技術設計報告書

日本学術会議(2018/08/10)

ILC Site Candidate Location in Japan: Kitakami

4

- Preferred site selected by JHEP community,
- Endorsed by LCC, in 2013



ILCの加速器施設

道園真一郎

LCC ILC研究グループリーダー
KEK加速器研究施設

- 世界の加速器
- 旧設計500GeV ILC
- ➔ ■ 250GeV ILC
 - ナノビーム
 - 超伝導高周波加速
 - コスト削減R&D
 - 陽電子源・ビームダンプ
- 250GeV ILC加速器建設費用
- まとめ

LCB/ICFAのステートメント -250GeV ILC-

Conclusions on the 250 GeV ILC as a Higgs Factory proposed
by the Japanese HEP community
- Short Summary -

Linear Collider Board

8 November 2017, Rev 1

<https://arxiv.org/abs/1711.00568>

KEK 2017-3
DESY 17-180
CERN-ACC-2017-0097

The International Linear Collider
Machine Staging Report 2017

Addendum to the International Linear Collider Technical Design Report published in 2013

TDRの補遺
250GeV ILCのマシンレポート

Linear Collider Collaboration / October, 2017
Editors: Lyn Evans and Shinichiro Michizono

<http://icfa.fnal.gov/wp-content/uploads/LCB-Short-Conclusion-Nov2017.pdf>
http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2017/11/10/20171110_LCB_Japanese.pdf

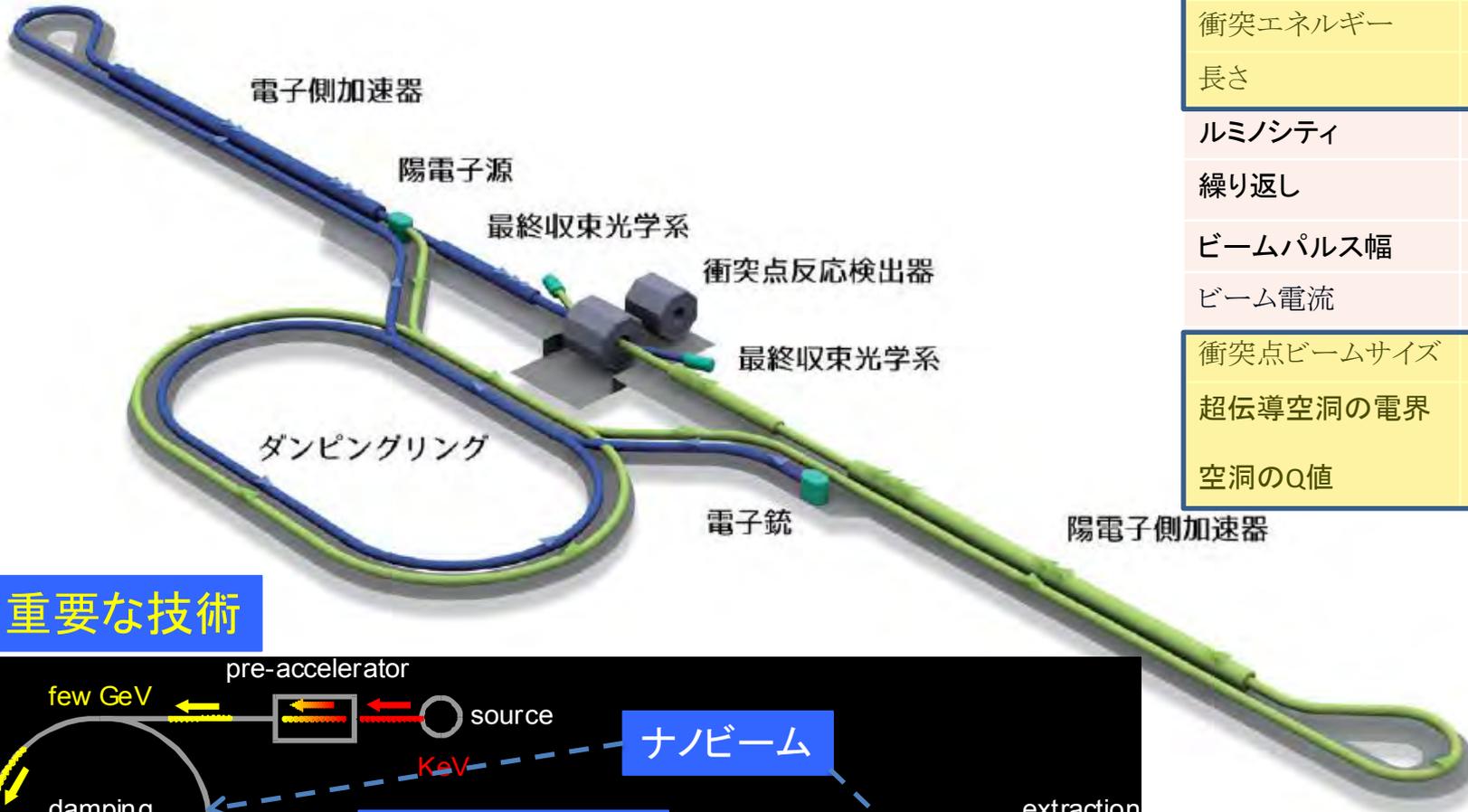
cost of such a machine is estimated to be lower by up to 40% compared to the originally proposed ILC at 500 GeV [3]. The acceleration technology of the ILC is now well established thanks to the experience gained from the successful construction of the European XFEL in Hamburg. One of the unique features of a linear collider is the capability to increase the operating energy by improving the acceleration technology and/or extending the tunnel length. For these reasons, the Linear Collider Board strongly supports the JAHEP proposal [4] to construct the ILC at 250 GeV in Japan and encourages the Japanese government to give the proposal serious consideration for a timely decision.

In recent examples of similar international projects¹, the host country made the ma-

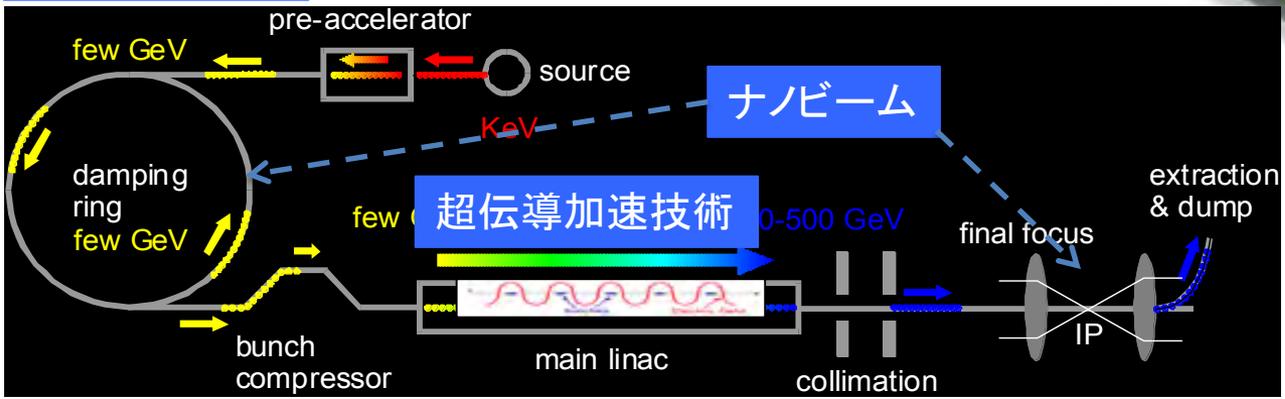
ILCの加速技術は、独ハンブルグ市にあるヨーロッパX線自由電子レーザー (European XFEL) の建設成功により得られた経験のおかげで、**今や確立**されています。リニアコライダー独特の特徴の1つは、加速技術の改善や、トンネル長の延長により、衝突エネルギーを向上することができる点です。これらの理由から、リニアコライダー国際推進委員会 (LCB) は、**250GeVのILCを日本に建設する**というJAHEPの提案を強く支持し、時宜を得た決定に向け、日本政府が当該提案を本格的に検討していただけるよう推奨します。

250GeV ILC概略

項目	パラメータ
衝突エネルギー	250 GeV
長さ	20 km
ルミノシティ	$1.35 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
繰り返し	5 Hz
ビームパルス幅	0.73 ms
ビーム電流	5.8 mA (in pulse)
衝突点ビームサイズ	7.7 nm@250GeV
超伝導空洞の電界	31.5 MV/m (35 MV/m)
空洞のQ値	$Q_0 = 1 \times 10^{10}$



重要な技術



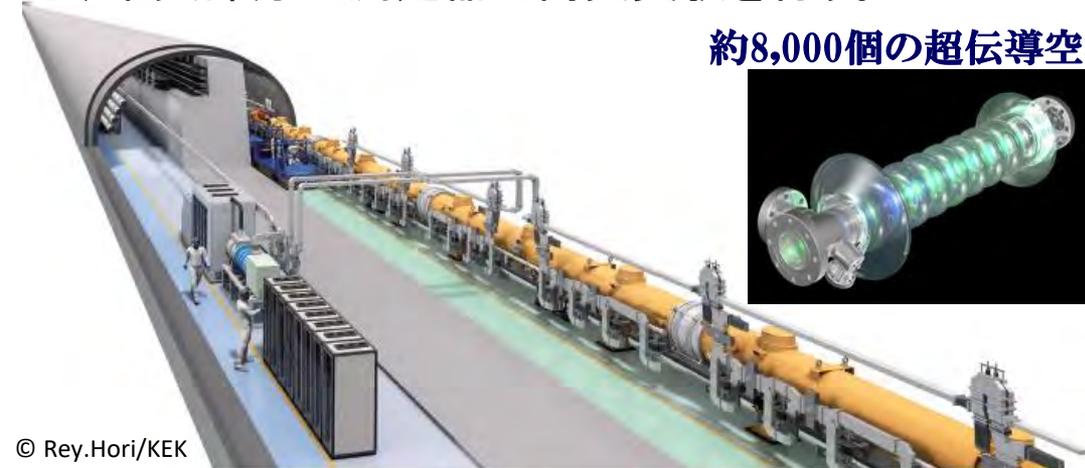
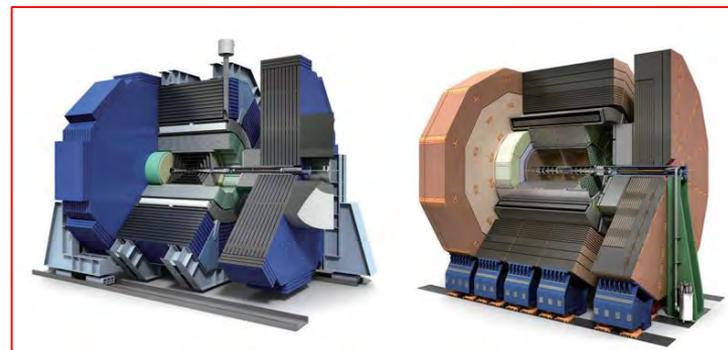
ILCの模式図

ILCは地下部分に片側10kmずつのトンネルで、超伝導加速技術を使って電子・陽電子を加速し、中央部分の測定器で衝突実験を行う。

約8,000個の超伝導空洞

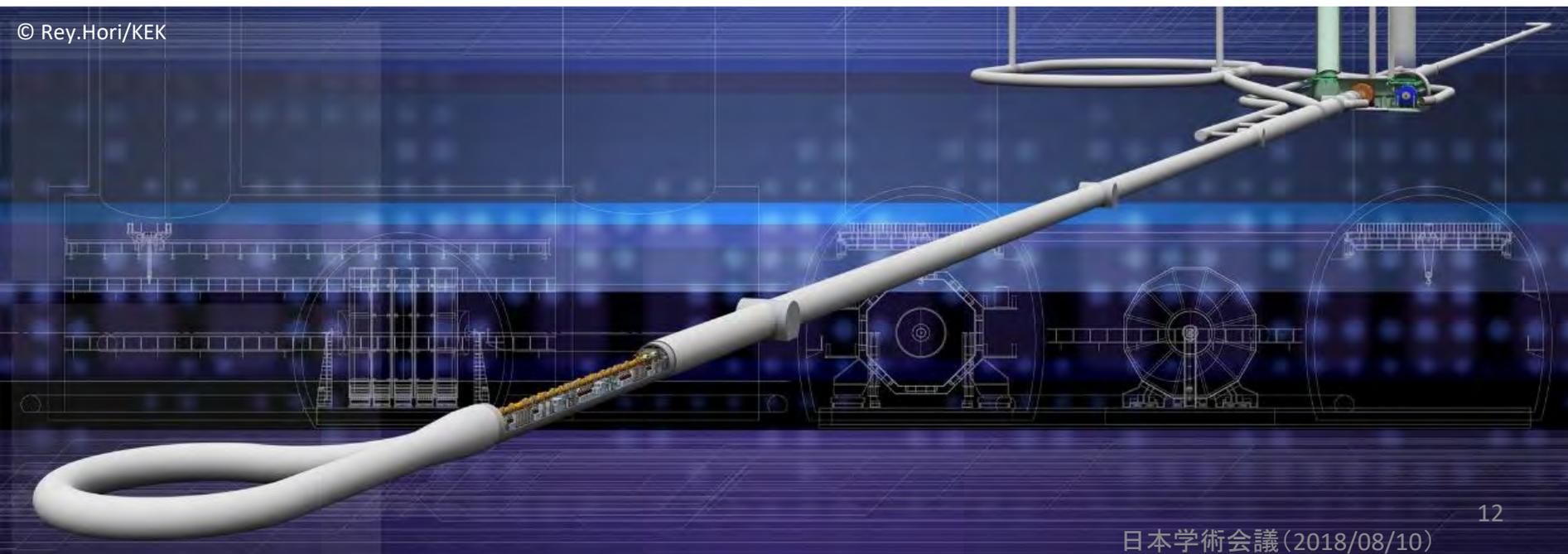


物理測定器

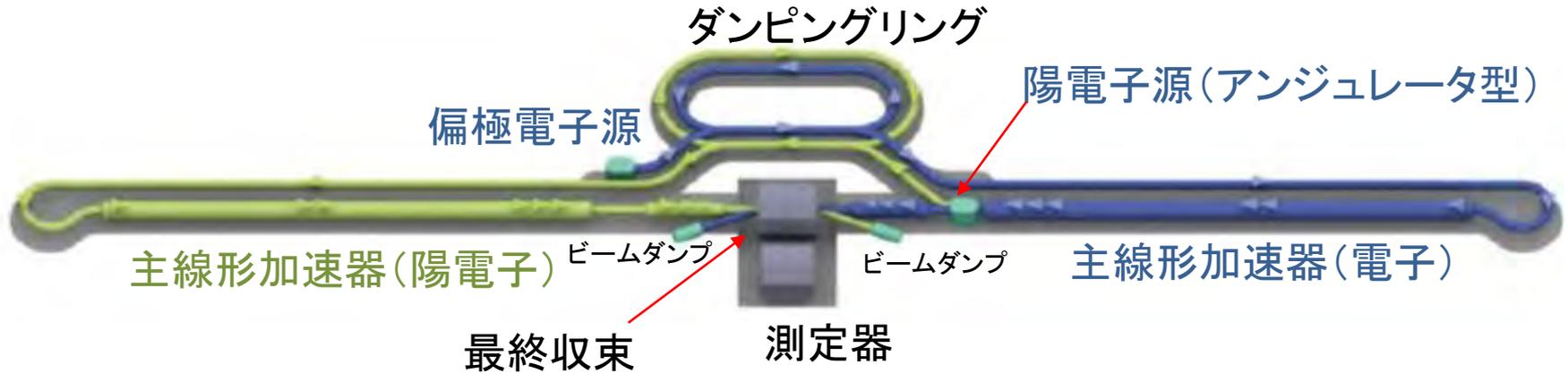


© Rey.Hori/KEK

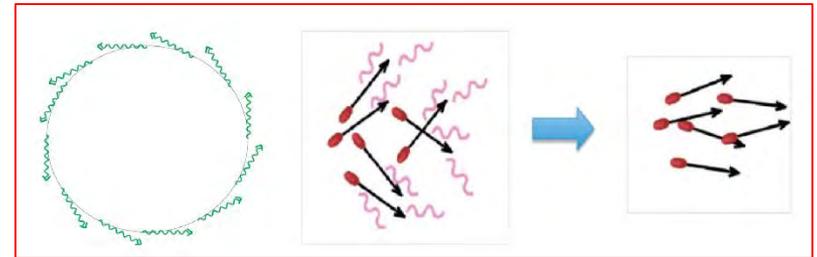
© Rey.Hori/KEK



ILC加速器システム



- 粒子生成 **電子・陽電子源**
 - 偏極電子/陽電子
- 高品質ビーム **ダンピングリング**
 - 低エミッタンスビーム
 - 小さいサイズ
 - 並行ビーム
- ビーム加速 **主線形加速器**
 - 超伝導高周波加速
- ビーム衝突 **最終収束**
 - ナノメータサイズのビーム



ダンピングリングでビームの平行度が高まる仕組み



1.3GHz (L-band)超伝導加速空洞

ILCの加速器施設

道園真一郎

LCC ILC研究グループリーダー
KEK加速器研究施設

- 世界の加速器
- 旧設計500GeV ILC
- 250GeV ILC
-  ■ ナノビーム
 - 超伝導高周波加速
 - コスト削減R&D
 - 陽電子源・ビームダンプ
- 250GeV ILC加速器建設費用
- まとめ