

道園真一郎

*International Development Team (IDT) WG2/ KEK*

- ILC, CLIC, FCCee, CEPC
- ILC加速器
- IDTにおける技術課題検討

# ILC and CLIC

CLIC is proposal for project at CERN

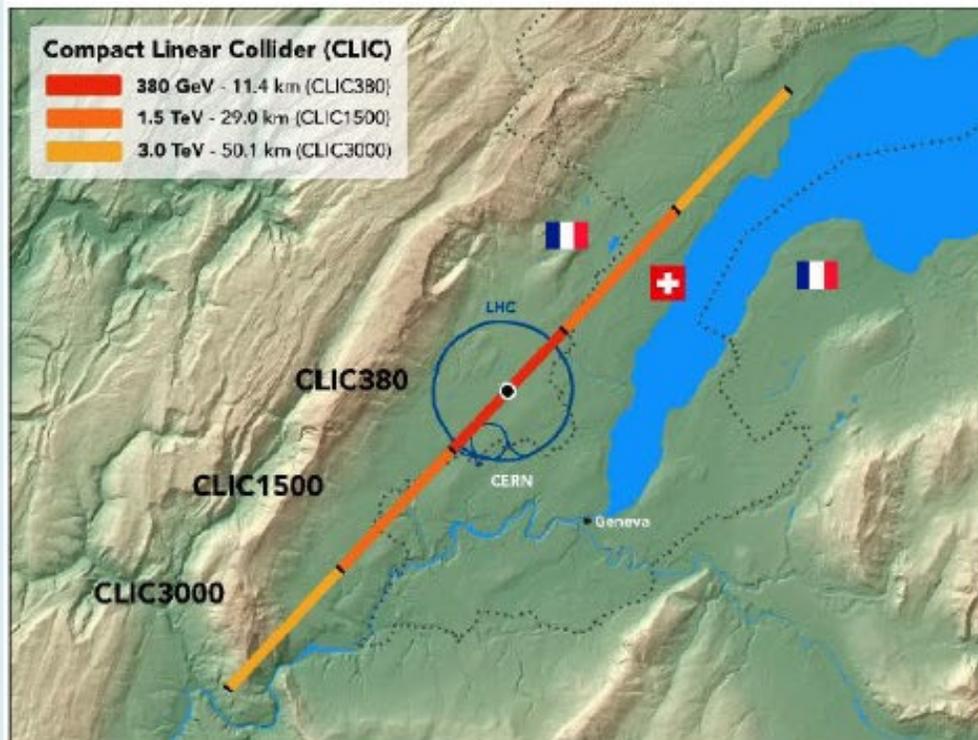
- Provided Project Implementation Plan to EU strategy in 2018 (CDR in 2012)

Staged approach

- 380 GeV for higgs and top
- 1.5 TeV
- 3 TeV

Basic goal is high energy

- Use of normal conducting technology
- Special drive beam scheme reduces peak RF power needs



ILC is proposal for project in Japan

- Provided TDR in 2012

Reduced scope to 250 GeV

- Higher luminosity and energy can be considered as upgrades

Use of superconducting technology

- reduces peak RF power needs

D. Schulte's summary Granada ESUPP (2019)  
presentation: [https://indico.cern.ch/event/808335/contributions/3365234/attachments/1842874/3023173/ESU\\_higgs\\_final.pdf](https://indico.cern.ch/event/808335/contributions/3365234/attachments/1842874/3023173/ESU_higgs_final.pdf)

# FCC / CepC+SppC

Proposal for project at CERN

- Provided CDR to EU strategy in 2018

FCC-hh

- pp collider with  $E_{cm} = 100$  TeV
- Ion option
- Defines infrastructure
- Focus of past years

FCC-ee

- Potential  $e^+e^-$  first stage
- Now this seems more likely

FCC-eh

- additional option

HE-LHC

- LHC with high field magnets



Proposal for project in China

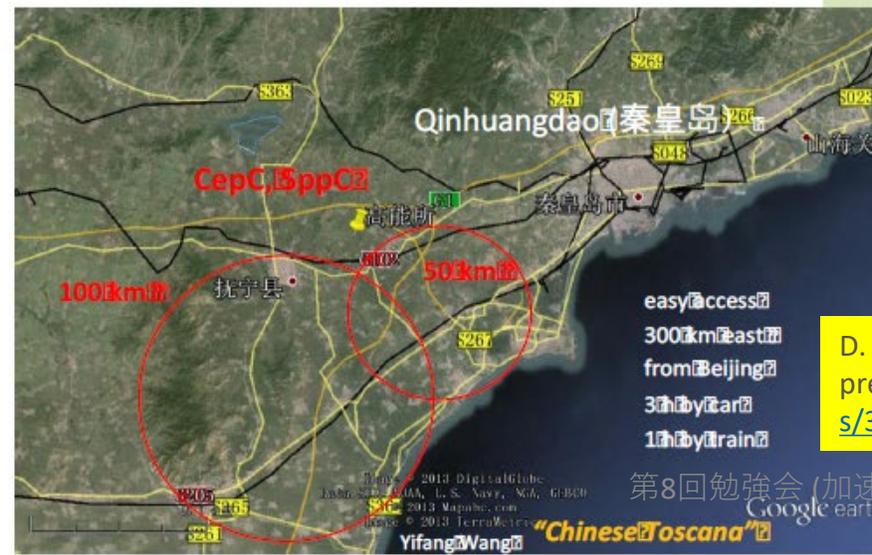
- CDRs exist but changes since

CEPC

- $e^+e^-$  collider 90-240 GeV
- focus on higgs

SppC

- Hadron collider to later be installed in the same tunnel
- 75 to O(150) TeV



D. Schulte's summary Granada ESUPP (2019) presentation: [https://indico.cern.ch/event/808335/contributions/3365234/attachments/1842874/3023173/ESU\\_higgs\\_final.pdf](https://indico.cern.ch/event/808335/contributions/3365234/attachments/1842874/3023173/ESU_higgs_final.pdf)

<https://home.cern/sites/home.web.cern.ch/files/2020-06/2020%20Update%20European%20Strategy.pdf>

# 3



- 欧州の素粒子物理の長期戦略。
- CERNメンバー国政府代表を含むCERN理事会で策定。
- 2006年に初めて策定し、2013年に更新、今回は2度目の更新。
- 2020年～2027年までの欧州の素粒子物理の基本戦略が決まった。

## High-priority future initiatives

優先度の高い将来の取り組み

A. An electron-positron Higgs factory is the highest-priority next collider. For the longer term, the European particle physics community has the ambition to operate a proton-proton collider at the highest achievable energy. Accomplishing these compelling goals will require innovation and cutting-edge technology:

*• the particle physics community should ramp up its R&D effort focused on advanced accelerator technologies, in particular that for high-field superconducting magnets, including high-temperature superconductors;*

*• Europe, together with its international partners, should investigate the technical and financial feasibility of a future hadron collider at CERN with a centre-of-mass energy of at least 100 TeV and with an electron-positron Higgs and electroweak factory as a possible first stage. Such a feasibility study of the colliders and related infrastructure should be established as a global endeavour and be completed on the timescale of the next Strategy update.*

*The timely realisation of the electron-positron International Linear Collider (ILC) in Japan would be compatible with this strategy and, in that case, the European particle physics community would wish to collaborate.*



電子陽電子ヒッグス・ファクトリーが、最も優先度の高い次のコライダーである。

次の最優先はヒッグスファクトリー。四つの候補 (ILC, CLIC, FCC-ee, CEPC)のうちILCとFCC-eeの二つをあげた。

CLIC: 欧州の別の技術のリニアコライダー計画  
CEPC: 中国の円形加速器計画

日本における電子陽電子国際リニアコライダー(ILC)のタイムリーな実現は、この戦略に適合するものであり、その場合、欧州の素粒子物理学コミュニティは協働することを望む。

# 想定されているスケジュール

	T <sub>0</sub>	+5	+10	+15	+20	...	+26
ILC	0.5/ab 250 GeV		1.5/ab 250 GeV		1.0/ab 500 GeV	0.2/ab 2m <sub>top</sub>	3/ab 500 GeV
CEPC	5.6/ab 240 GeV			16/ab M <sub>Z</sub>	2.6 /ab 2M <sub>w</sub>	SppC =>	
CLIC	1.0/ab 380 GeV			2.5/ab 1.5 TeV		5.0/ab => until +28 3.0 TeV	
FCC	150/ab ee, M <sub>Z</sub>	10/ab ee, 2M <sub>w</sub>	5/ab ee, 240 GeV	1.7/ab ee, 2m <sub>top</sub>		hh,eh =>	
LHeC	0.06/ab		0.2/ab	0.72/ab			
HE-LHC	10/ab per experiment in 20y						
FCC eh/hh	20/ab per experiment in 25y						

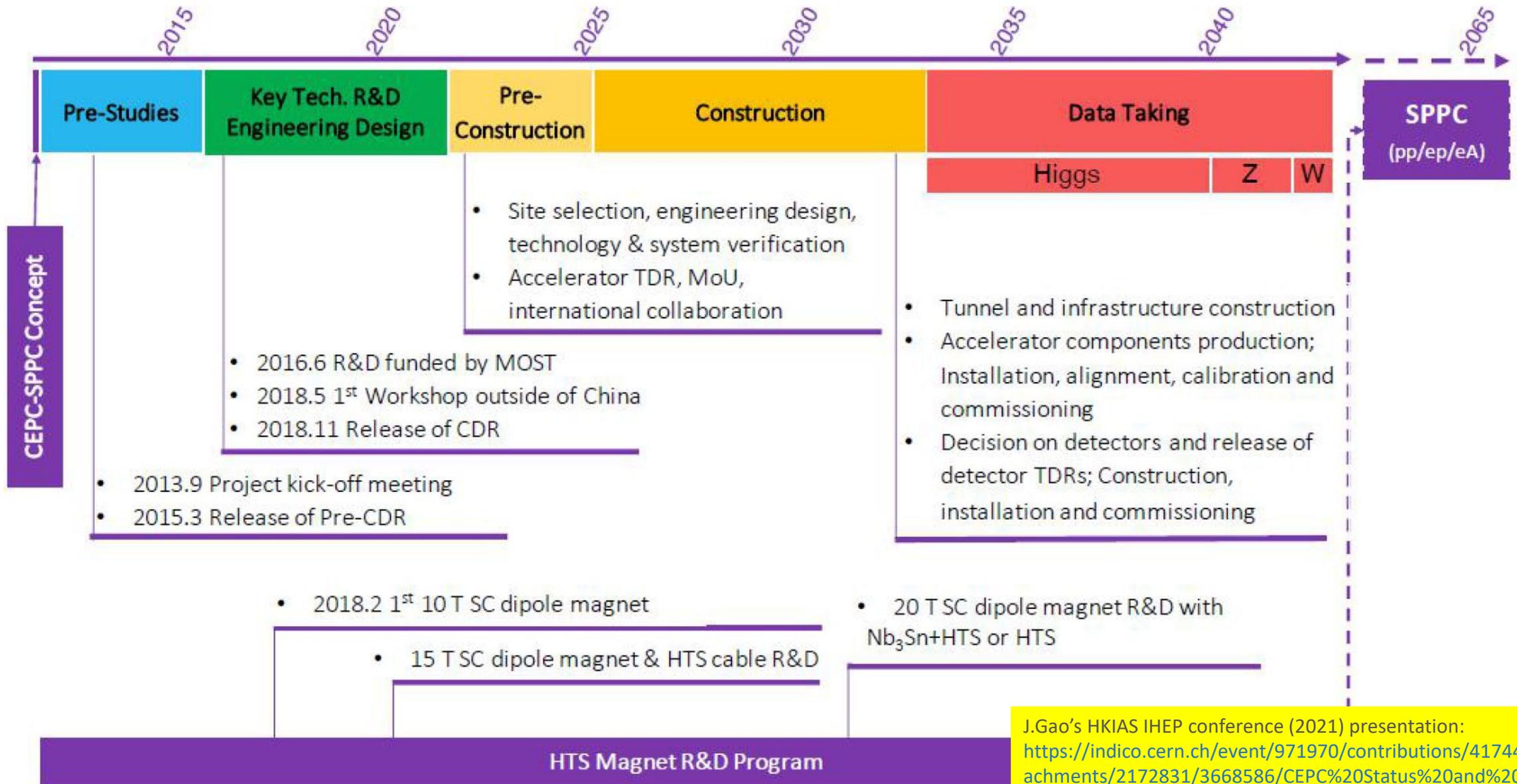
D. Schulte's summary Granada ESUPP (2019)  
presentation: [https://indico.cern.ch/event/808335/contribution/s/3365234/attachments/1842874/3023173/ESU\\_higgs\\_final.pdf](https://indico.cern.ch/event/808335/contribution/s/3365234/attachments/1842874/3023173/ESU_higgs_final.pdf)

	建設開始	物理実験
ILC	2026頃	2036頃
CLIC		2039~48
FCCee		2039~48
CEPC	2025頃	2034頃

The document also highlights the need to pursue an “electron-positron Higgs factory” as the highest-priority facility after the Large Hadron Collider (LHC). Operation of this future collider at CERN could start within a timescale of less than 10 years after the full exploitation of the High-Luminosity LHC, which is expected to complete operations in 2038. The electron-positron collider would allow the properties of the Higgs boson to be measured with extremely high precision. The Higgs boson was discovered at CERN in 2012 by scientists working on the LHC, and is expected to be a powerful tool in the search for physics beyond the Standard Model.

CERN press release (June 2020)  
<https://home.cern/news/press-release/physics/particle-physicists-update-strategy-future-field-europe>

# CEPC Project Timeline



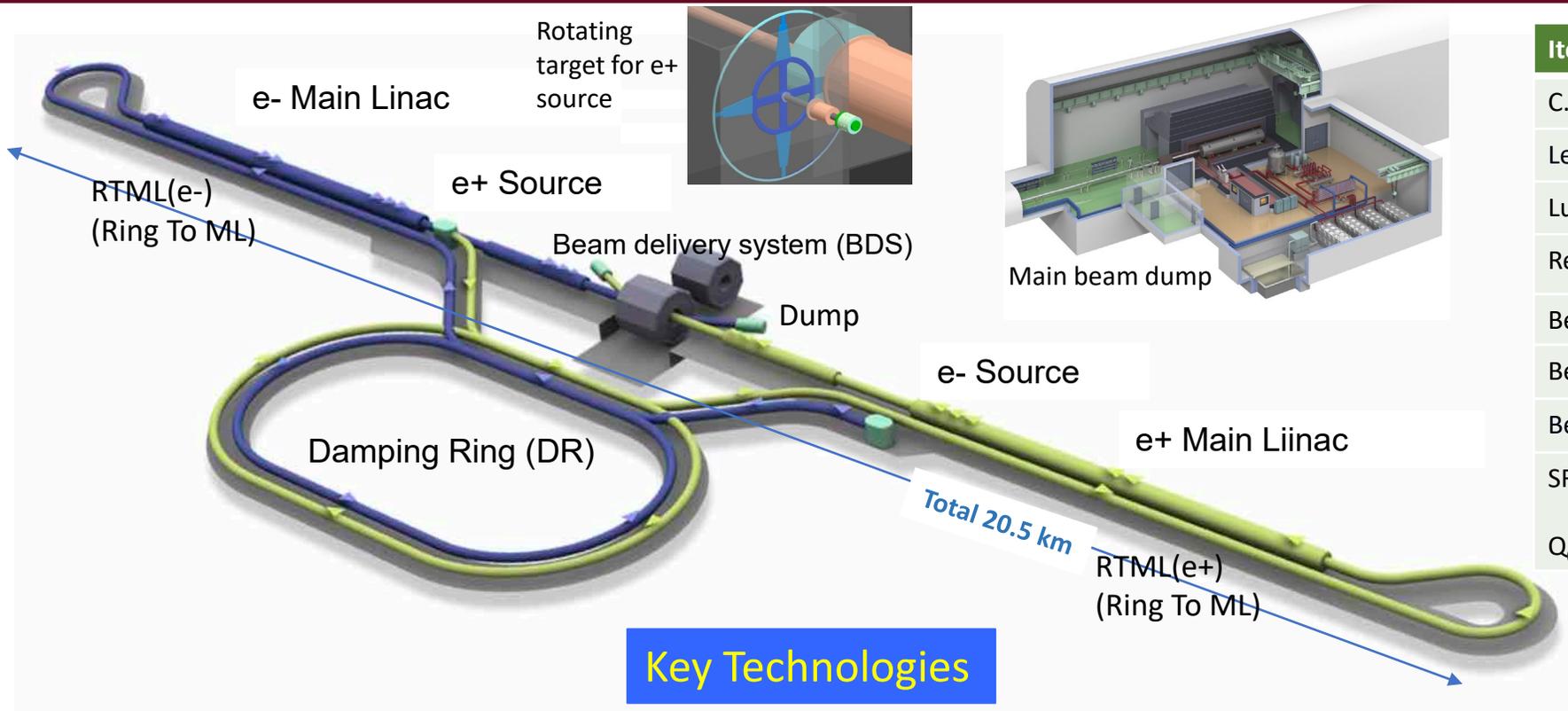
J.Gao's HKIAS IHEP conference (2021) presentation:  
<https://indico.cern.ch/event/971970/contributions/4174479/attachments/2172831/3668586/CEPC%20Status%20and%20TDR%20Progress-J.%20Gao-HKIAS-HEP-V4.pdf>

道園真一郎

*International Development Team (IDT) WG2/ KEK*

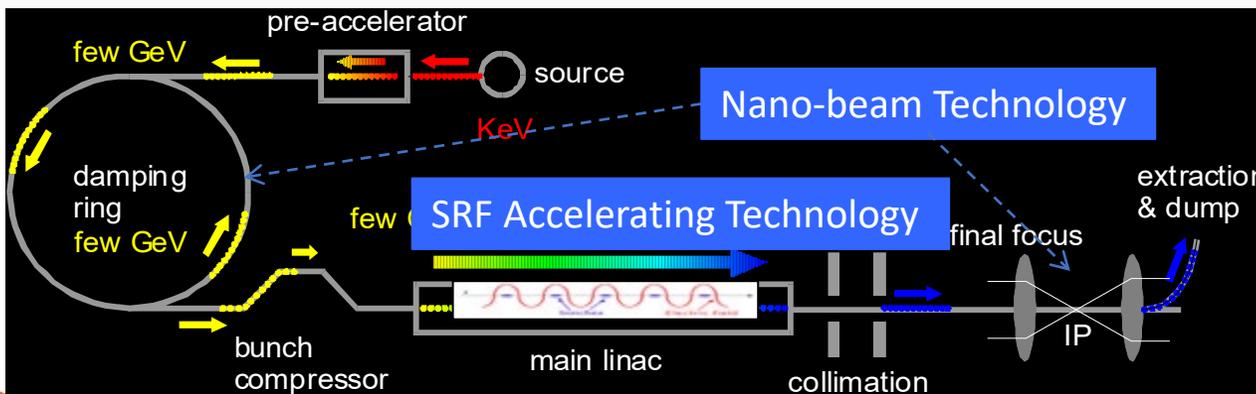
- ILC, CLIC, FCCee, CEPC
- ➔ • ILC加速器
- IDTにおける技術課題検討

# ILC250 accelerator facility



Item	Parameters
C.M. Energy	250 GeV
Length	20km
Luminosity	$1.35 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
Repetition	5 Hz
Beam Pulse Period	0.73 ms
Beam Current	5.8 mA (in pulse)
Beam size (y) at FF	<b>7.7</b> nm@250GeV
SRF Cavity G.	<b>31.5</b> MV/m ( <b>35</b> MV/m)
$Q_0$	$Q_0 = 1 \times 10^{10}$

## Key Technologies

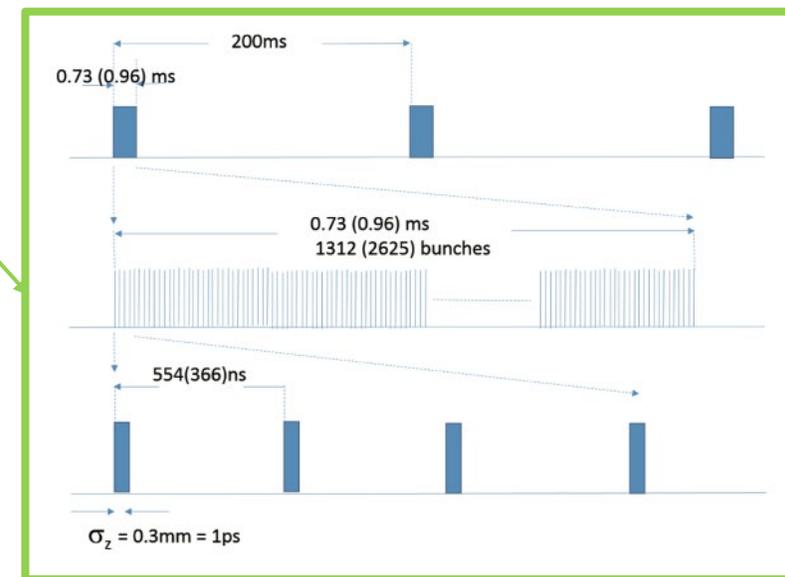
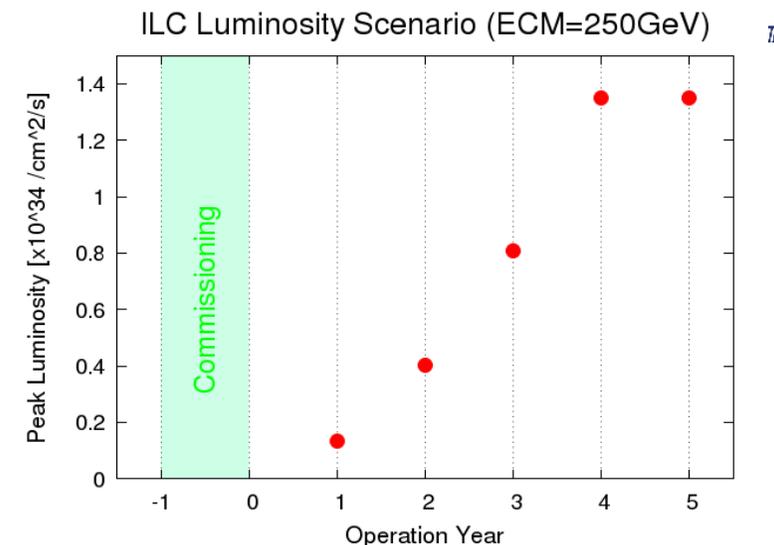


8,000 SRF cavities will be used.

# ILC machine parameters



ILC	electron/positron	ILC250
Beam Energy	GeV	125 (e-) and 125 (e+)
Peak Luminosity ( $10^{34}$ )	cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	1.35
Int. Luminosity	ab-1/yr	0.24* <small>* 5,000-hour operation at peak luminosity</small>
Beam dE/E at IP		0.188% (e-), 0.150% (e+)
Transv. Beam sizes at IP x/y	nm	515/7.66
Rms bunch length /	cm	0.03 ( $\sigma_z$ )
beta*	mm	$b_x^*=13\text{mm}$ , $b_y^*=0.41\text{mm}$
Crossing angle	mrad	14
Rep./Rev. frequency	Hz	5
Bunch spacing	ns	554
# of bunches		1,312
Length/Circumference	km	20.5
Facility site power	MW	111
Cost (value) range	\$B US	~5 (tunnel and accelerator)
Timescale till operations	years	(~1) + 4(preparation) + 9(construction)



# Potential for upgrades

The ILC can be upgraded to higher energy and luminosity.

			Z-Pole		Baseline	Higgs		500GeV		TeV
			Baseline	Lum. Up		Lum. Up	L Up.10Hz	Baseline	Lum. Up	case B
Center-of-Mass Energy	$E_{CM}$	GeV	91.2	91.2	250	250	250	500	500	1000
Beam Energy	$E_{beam}$	GeV	45.6	45.6	125	125	125	250	250	500
Collision rate	$f_{col}$	Hz	3.7	3.7	5	5	10	5	5	4
Pluse interval in electron main linac		ms	135	135	200	200	100	200	200	200
Number of bunches	$n_b$		1312	2625	1312	2625	2625	1312	2625	2450
Bunch population	$N$	$10^{10}$	2	2	2	2	2	2	2	1.737
Bunch separation	$\Delta t_b$	ns	554	554	554	366	366	554	366	366
Beam current		mA	5.79	5.79	5.79	8.75	8.75	5.79	8.75	7.60
Average beam power at IP (2 beams)	$P_B$	MW	1.42	2.84	5.26	10.5	21.0	10.5	21.0	27.3
RMS bunch length at ML & IP	$\sigma_z$	mm	0.41	0.41	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.225
Emittance at IP (x)	$\gamma e_x^*$	$\mu m$	6.2	6.2	5.0	5.0	5.0	10.0	10.0	10.0
Emittance at IP (y)	$\gamma e_y^*$	nm	48.5	48.5	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	30.0
Beam size at IP (x)	$\sigma_x^*$	$\mu m$	1.118	1.118	0.515	0.515	0.515	0.474	0.474	0.335
Beam size at IP (y)	$\sigma_y^*$	nm	14.56	14.56	7.66	7.66	7.66	5.86	5.86	2.66
Luminosity	$L$	$10^{34}/cm^2/s$	0.205	0.410	1.35	2.70	5.40	1.79	3.60	5.11
Luminosity enhancement factor	$H_D$		2.16	2.16	2.55	2.55	2.55	2.38	2.39	1.93
Luminosity at top 1%	$L_{0.01}/L$	%	99.0	99.0	74	74	74	58	58	45
Number of beamstrahlung photons	$n_g$		0.841	0.841	1.91	1.91	1.91	1.82	1.82	2.05
Beamstrahlung energy loss	$\delta_{BS}$	%	0.157	0.157	2.62	2.62	2.62	4.5	4.5	10.5
AC power	$P_{site}$	MW			111	138	198	173	215	300
Site length	$L_{site}$	km	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	31	31	40

Energy

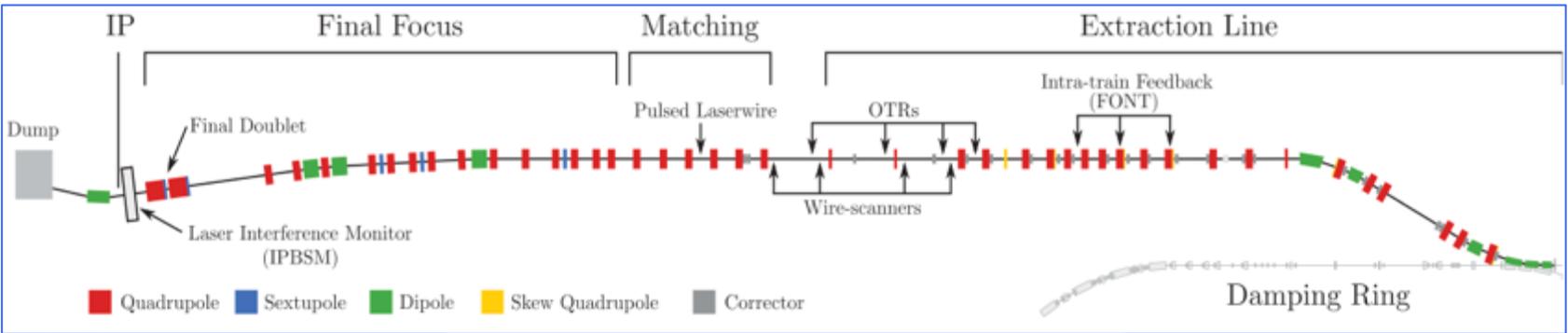
Lumi.

# 国際協力で行われているATFでのナノビーム開発

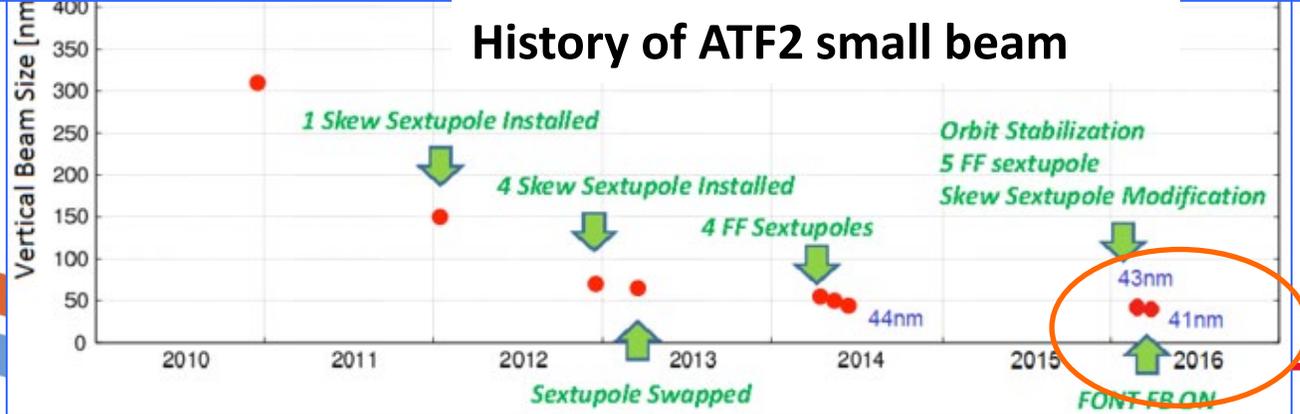
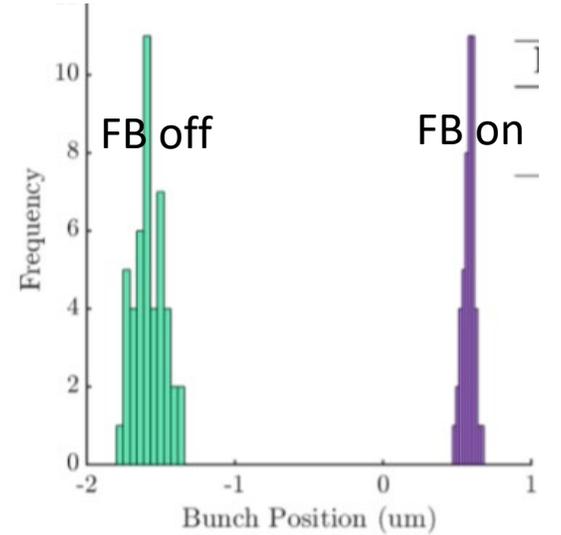


**Goal 1:** Establish the ILC final focus method with same optics and comparable beamline tolerances  
 ATF2 Goal : **37 nm** → ILC **7.7 nm** (ILC250); **achieved 41 nm** (2016)

**Goal 2:** Develop the position stabilization for the ILC collision  
 ● **FB latency 133 nsec achieved** (target: < 366 nsec)  
 ● **positon jitter at IP: 106 → 41 nm (2018)** (limited by the BPM resolution)



**Nano-meter stabilization at IP (2018)**



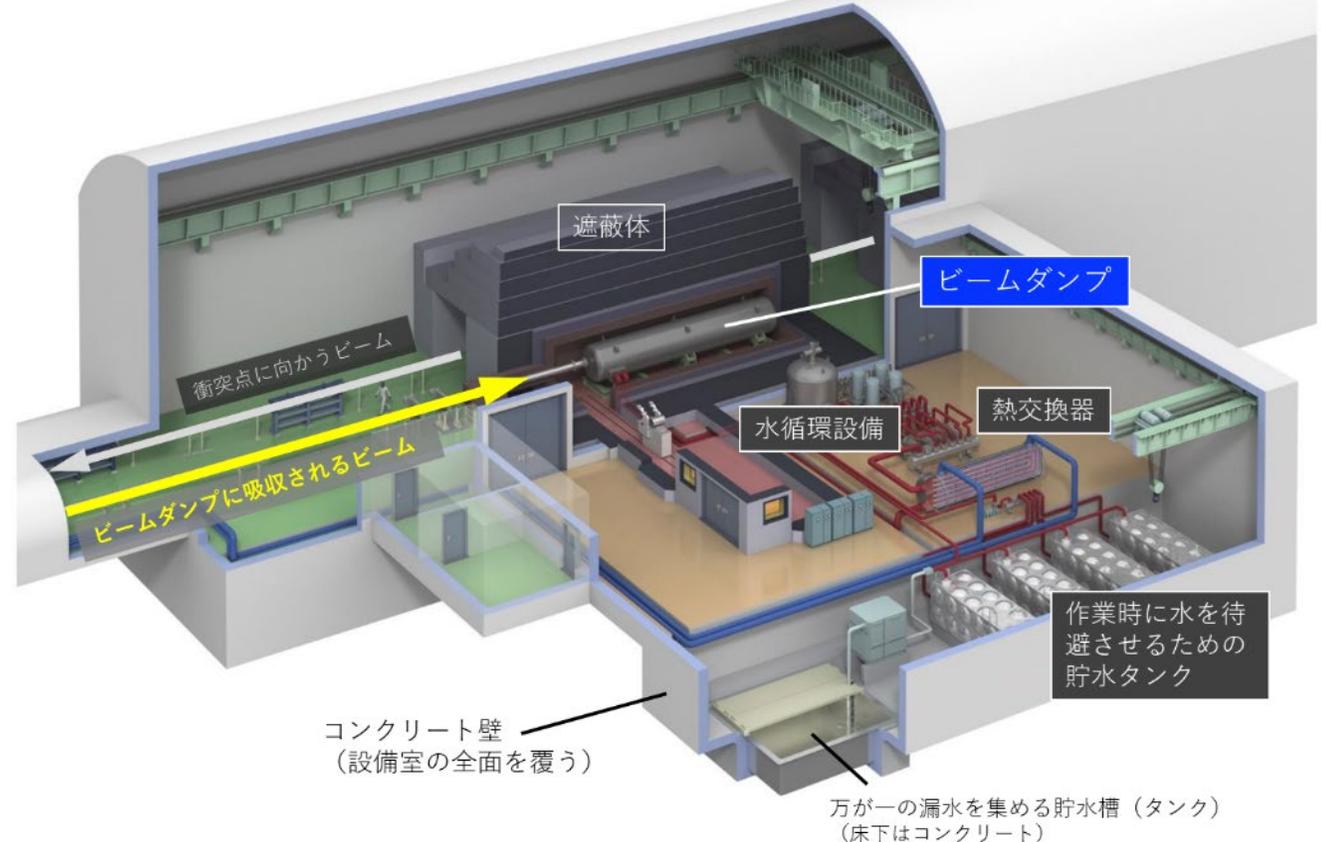
# 陽電子源・ビームダンプ関連の技術準備

陽電子源について、ベースラインとなっている**アンジュレータ型**と、バックアップとなっている従来型の**電子駆動型**が検討されている。

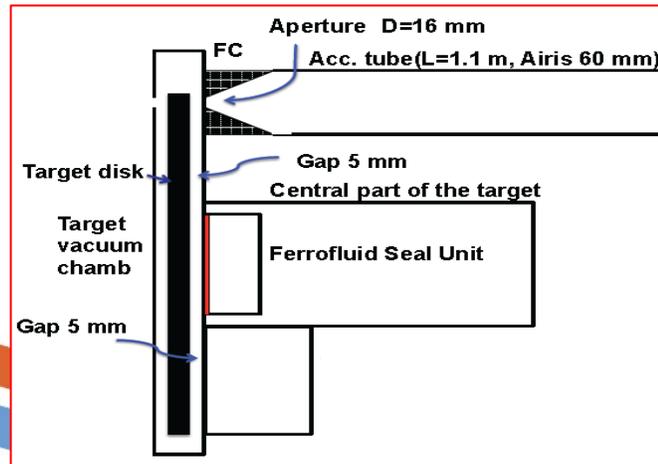
アンジュレータ型には**陽電子の偏極が得られる**特徴があるが、従来型の電子駆動型はこれまでの経験が生かせること、**陽電子生成のための高エネルギー電子が不要**なことが利点である。

ビームダンプは、SLACの2.2MWビームダンプ（実績750kW）の設計者が設計。**設計値17MW**に対し、**250GeV ILCでのビーム負荷は2.6MW**であり、尤度は高い。

## 冷却水循環系等の詳細設計



## 回転ターゲット等の詳細設計

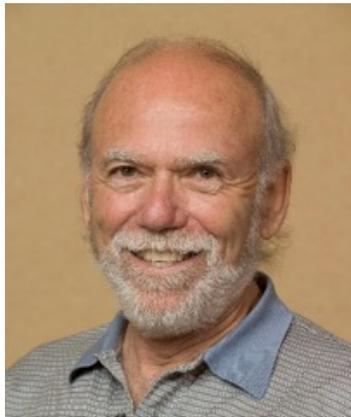
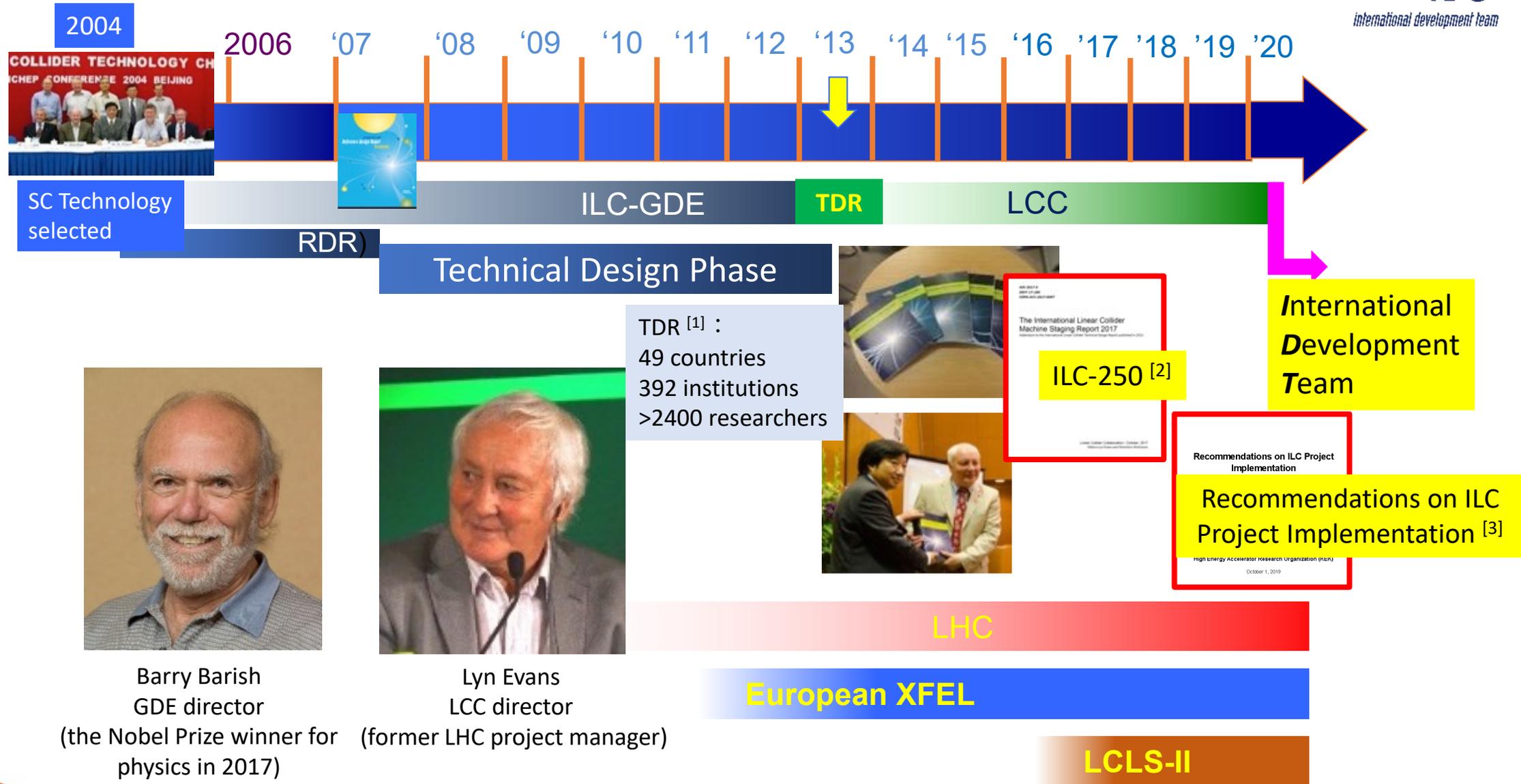


道園真一郎

*International Development Team (IDT) WG2/ KEK*

- ILC, CLIC, FCCee, CEPC
- ILC加速器
- ➔ • IDTにおける技術課題検討

# Brief History of ILC Collaboration



Barry Barish  
GDE director  
(the Nobel Prize winner for physics in 2017)



Lyn Evans  
LCC director  
(former LHC project manager)

# From IDT to Pre-Lab, ILC construction phase

IDT is formed under ICFA. KEK serves as its host.

Stage 1 International Development Team (~1.5 years)

ILC Pre-Lab. is established by MOU's among the laboratories.

Stage 2 ILC Pre-Laboratory (4 years)

ILC Lab. is established by governmental agreement.

Stage 3 ILC Laboratory (10 years for construction)

Stage 4 Experiment at ILC!

# IDT/プレラボの活動

• IDTはILC Pre-Lab（4年間で建設準備を行う研究所）へのスムーズに移行するための準備を行う。

• 加速器関連のPre-Labでの作業は、

- ① 技術的準備（有識者会議や学術会議で指摘された技術的課題について国際協力に取り組む）
- ② 大量生産のためのインフラ準備（超伝導加速空洞の評価設備など）
- ③ 最終的な設計書（エンジニアリング・デザイン・レポート）の作成およびコスト確認
- ④ 建設地をもとにした加速器土木設計
- ⑤ 建設期に向けた人材育成



IDT-WG2の最初の取り組みとして技術課題についての議論を行っている。



	IDT	ILC Pre-Lab				ILC Lab.										
	PP	P1	P2	P3	P4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Phys. Exp.
<b>Preparation</b> CE/Utility, Survey, Design Acc. Industrialization prep.																
<b>Construction</b>																
Civil Eng.																
Building, Utilities																
Acc. Systems																
Installation																
Commissioning																
<b>Physics Exp.</b>																

# IDT-WG2 organization

IDT EB

IDT WG2  
Shin Michizono (Chair)  
Benno List (Deputy)

ML&SRF

DR/BDS/Dump

Sources

Dump

Civil engineering

<b>Yasuchika Yamamoto</b>	<b>KEK</b>
Sergey Belomestnykh	FNAL
Nuria Catalan	CERN
Enrico Cenni	CEA
Dimitri Delikaris	CERN
Rongli Geng	JLAB
Hitoshi Hayano	KEK
Bob Laxdal	Triumpf
Matthias Liepe	Cornell
Peter McIntosh	STFC
Laura Monaco	INFN Milano
Olivier Napoly	CEA
Sam Posen	FNAL
Robert Rimmer	JLAB
Marc C. Ross	SLAC
Luis Garcia Tabares	CIEMAT
Kensei Umemori	KEK
Hans Weise	DESY
Akira Yamamoto	KEK

<b>Toshiyuki Okugi</b>	<b>KEK</b>
Karsten Buesser	DESY
Philip Burrows	U. Oxford
Angeles Faus-Golfe	LAL
Andrea Latina	CERN
Kiyoshi Kubo	KEK
Jenny List	DESY
Thomas Markiewicz	SLAC
Brett Parker	BNL
Ivan Podadera	CIEMAT
David L. Rubin	Cornell
Nikolay Solyak	FNAL
Nobuhiro Terunuma	KEK
Glen White	SLAC
Kaoru Yokoya	KEK
Mikhail Zobov	INFN LNF

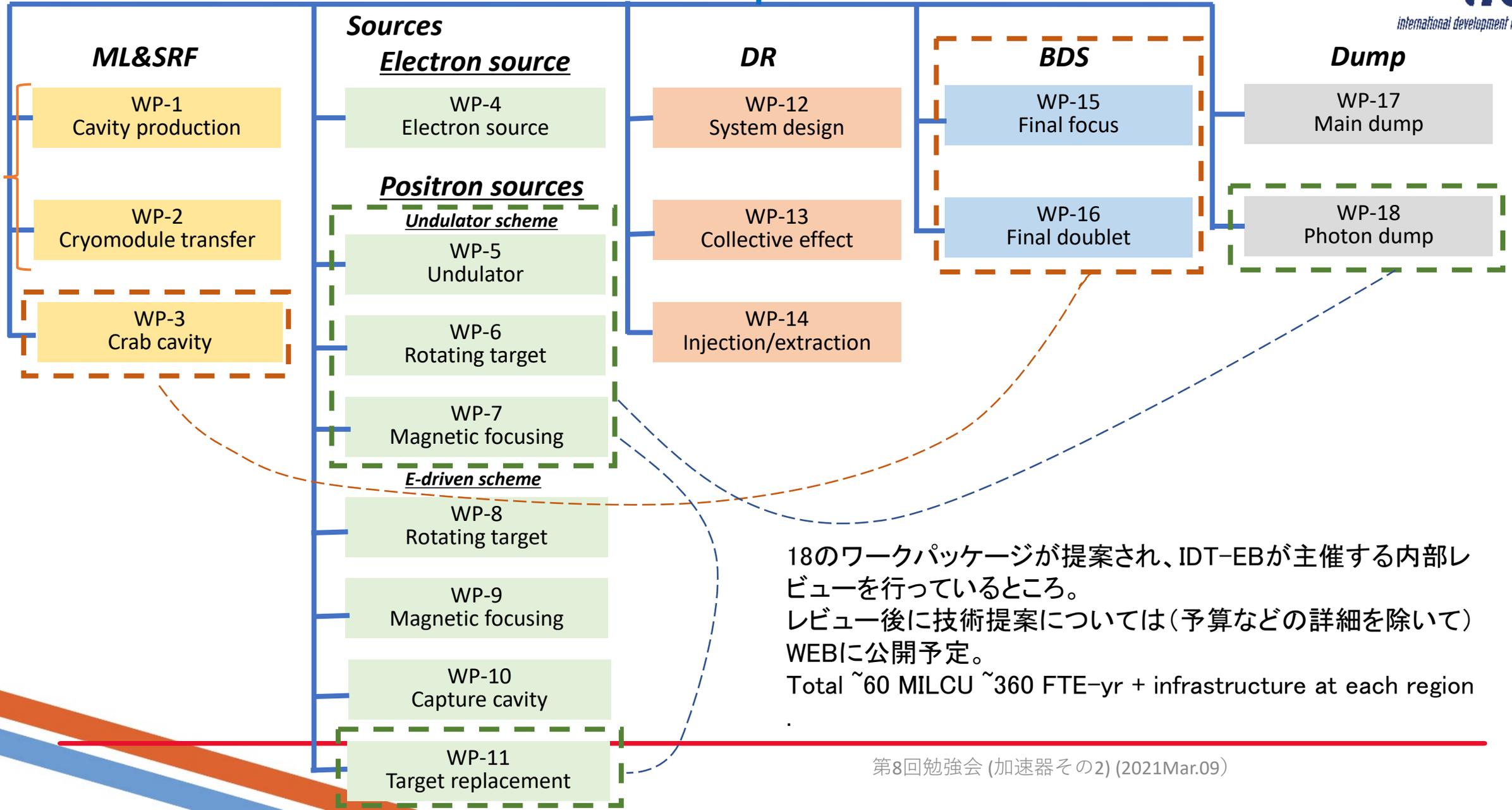
<b>Nobuhiro Terunuma</b>	<b>KEK</b>
Toshiyuki Okugi	KEK

<b>Kaoru Yokoya</b>	<b>KEK</b>
Jim Clarke	STFC
Steffen Doebert	CERN
Joe Grames	JLAB
Hitoshi Hayano	KEK
Masao Kuriki	U. Hiroshima
Benno List	DESY
Jenny List	DESY
Gudrid Moortgat-Pick	U. Hamburg
Sabine Riemann	DESY
Peter Sievers	CERN -retired

<b>Nobuhiro Terunuma</b>	<b>KEK</b>
John Andrew Osborne	CERN
Tomoyuki Sanuki	U. Tohoku

CRAB

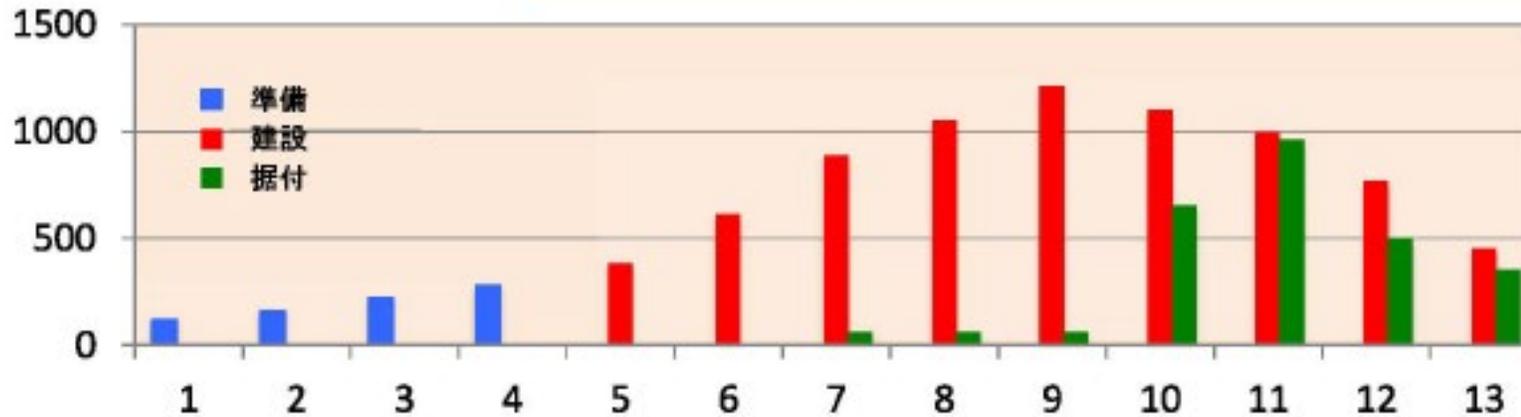
Real cavity and cryomodule production



18のワークパッケージが提案され、IDT-EBが主催する内部レビューを行っているところ。  
 レビュー後に技術提案については(予算などの詳細を除いて)WEBに公開予定。  
 Total ~60 MILCU ~360 FTE-yr + infrastructure at each region

# 建設期に向けた人材育成

Stage	準備期間				建設期間									積算 [人年]
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
準備	118	161	222	282										
Acc.	82	115	163	211			TDR, ILC-500 建設期平均: ~ 1,100人							
Except Civil, common	Acc. total 571 FTE-yr				410	922	1208	1350	1589	1480	1374	1106	679	10,118
据付							80	80	80	768	1140	683	522	3,353
合計					410	922	1288	1430	1669	2248	2514	1789	1201	13,471
ILC-250							ILC-250: 建設期平均: ~ 830人							
建設					385	610	890	1050	1210	1100	1000	770	450	7,465
据付							60	60	60	655	960	500	350	2,645
合計					385	610	950	1110	1270	1755	1960	1270	800	10,110



[https://www.kek.jp/en/newsroom/KEK-ILC\\_ActionPlan\\_Addendum-EN%20%281%29.pdf](https://www.kek.jp/en/newsroom/KEK-ILC_ActionPlan_Addendum-EN%20%281%29.pdf)

# ILCの多角的活用

動機: ILCが建設された場合、その特異なビームや施設を他分野でも活用することにより、さらに幅広く科学の進展に貢献できるのではないかとこの観点でアイデアを持ち寄って議論し、普段ILCとは縁遠い分野からの関心を高めたい。

## これまでの活動:

1)研究会キックオフ: 日程: 2017年11月29, 30日、場所: KEK 2号館1階大会議室

加速器学会誌「加速器」14, No. 4, 2017, pp.1-7 会議報告掲載

別刷り配布: 「国際リニアコライダー(ILC)計画に関する規制・リスク等調査分析検討委員会」

2)IPAC'18@バンクーバー: <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/ipac2018/papers/mopml047.pdf>

3)研究会第二弾: 日程: 2018年7月5, 6日(木、金) 場所: 京大宇治キャンパス

地域的豪雨でJR運休も、トーク18件、40名程の参加があった。

加速器学会誌「加速器」15, No.3(10月末発行) 会議報告掲載。

4)3rd workshop of Concepts of neutron sources (CoNS-III)

日程: 2018年8月21日(火)、場所: KEK東海一号館324号室+Remote 接続

光中性子源の光源としてILCを組板に。  
<https://conference-indico.kek.jp/indico/event/52>  
<http://www2.kek.jp/imss/kens/topics/2018/07/191648.html>

5)研究会第三弾: 日程: 2018年11月13,14日(火、水) 場所: KEK 3号館1階セミナー室

トンネル等、建設要素にあらかじめ組み込むべきものの洗い出しを議論。登録参加人数24名

加速器学会誌「加速器」15, No. 4 (1月末発行) 会議報告掲載。 <https://conference-indico.kek.jp/indico/event/63/>

6)物理学学会シンポジウム: 「ILCの多角的活用」登録番号60017 (ビーム物理領域) 開催

日程: 2019年3月15日 15pF303

合同領域は素粒子実験領域、実験核物理領域、領域02、領域01、領域10

ビームに関しては以下の横谷さんの資料があります。

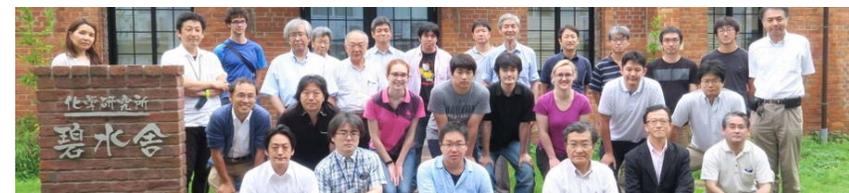
<https://agenda.linearcollider.org/event/8217/contributions/44599/attachments/34893/53912/ILCbeam-LCWS19-2019-1029-yokoya.pdf>

LCWS2021での関連セッション: <https://indico.cern.ch/event/995633/sessions/387854/#20210315>

**まだまだブレインストーミングの趣もあります。斬新な提案/アイデアを募集中です!**

トンネルの増設や多少の施設の拡張は現段階なら大きなコスト増にはなりません。コスト削減も重要ですが、僅かな追加により、さらに広く科学に貢献できる可能性を検討。(早くからの提案/検討が有効)

ビームの利用のみならず、施設(極低温設備、放射線管理区域、計算機設備、情報インフラ、国際的研究環境等)の活用も?



加速器学会誌の記事は以下から入手可能:

<https://www.pasj.jp/kaishi/cgi-bin/kasokuki.cgi?articles%2F15%2Fp275-278.pdf>

<https://www.pasj.jp/kaishi/cgi-bin/kasokuki.cgi?articles%2F15%2Fp132-138.pdf>

<https://www.pasj.jp/kaishi/cgi-bin/kasokuki.cgi?articles%2F14%2Fp236-242.pdf>

# おわりに

---

- 次世代電子・陽電子コライダーとしては、ILC,CLIC,FCC-ee,CEPCがある。
- ILCは国際協力で研究が進められている電子・陽電子の衝突型加速器で、ビームを絞るための**ナノビーム技術**と、ビームを加速する**超伝導加速技術**が重要。
- 2020年8月にIDT(国際推進チーム)が発足した。ILC建設前に設立されるILCプレラボへのスムーズな移行を目指す。
- プレラボでは、残された技術課題、ハブラボインフラ整備、技術設計書、土木詳細設計と人材育成を実施。
- ILC加速器を議論するIDT-WG2のもとで、技術課題についての検討が進められてきている。

ご清聴ありがとうございました

# PreLab期間に国際協力で行う技術準備

超伝導空洞

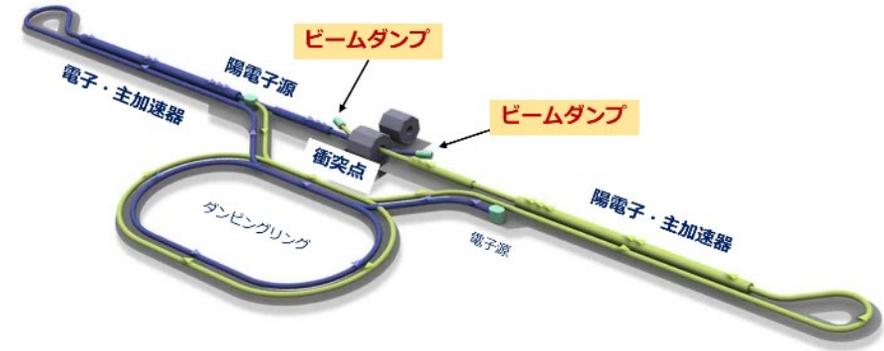
陽電子源

ダンピングリング

衝突点

ビームダンプ

Component	Issue	Summary of tasks	Candidates for collaboration
SCRF Cavity	Mass production incl. automation	Performance statistics, mass production technology	France, Germany, US
	Cryomodule transport	Performance assurance after transport	France, Germany, US
Positron Source	Rotating target	Exchanging target, system design	CERN, France, Germany, US + industry-academia efforts
	Magnetic focusing system	System design	France, Germany, Russia, US
	Photon dump <sup>23</sup>	System design	CERN, Germany, US
Damping Ring	Fast kicker	Test of long-term stability, system design	CERN, Italy
	Feedback	Test at SuperKEKB	Italy
Interaction Region	Beam focus/position control	Test of long-term stability	CERN, UK
Beam Dump	Total system	System design	CERN, US
	Beam window, cooling water circulation	Durability, exchangeability, earthquake-resistance	CERN, US + industry-academia efforts



ILC国際ワーキンググループ報告書の提言より  
<https://www.kek.jp/ja/newsroom/2019/10/02/1000/>

これを基に、現在IDT-WG2で検討を進めている。

# (参考) KEK ILCアクションプラン

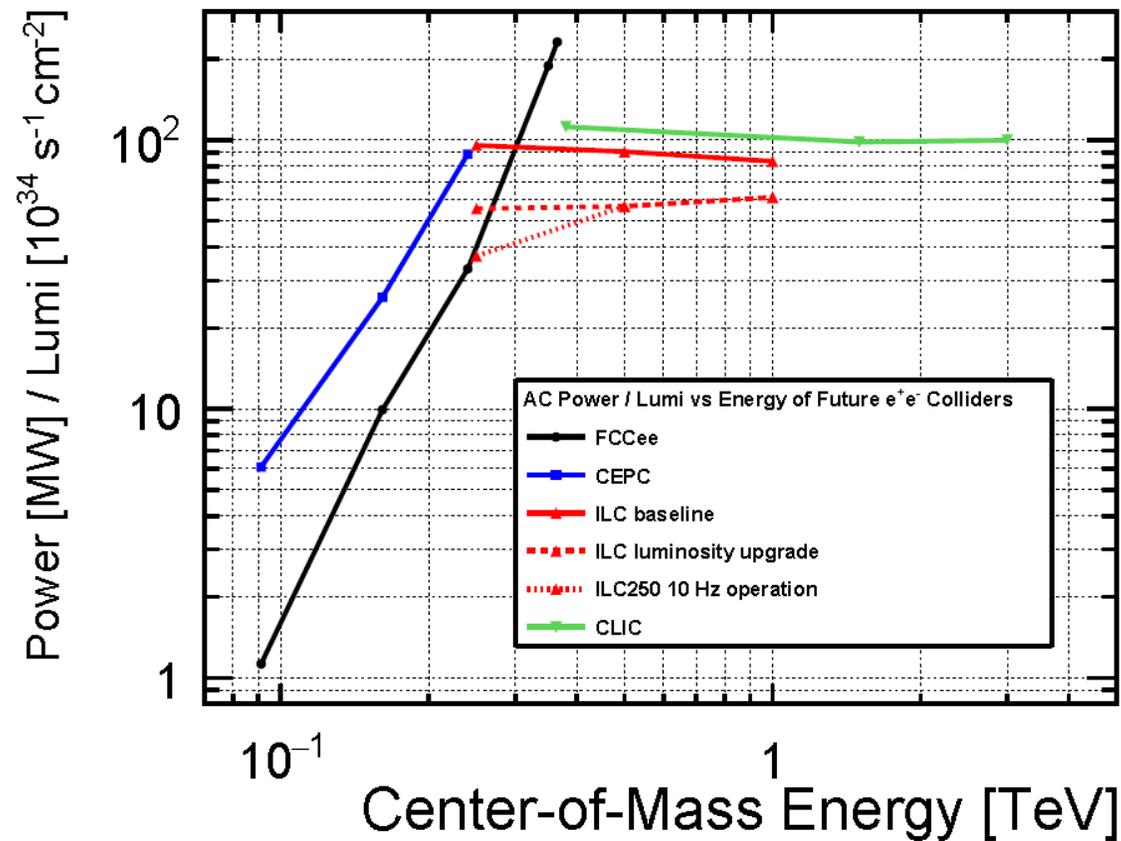
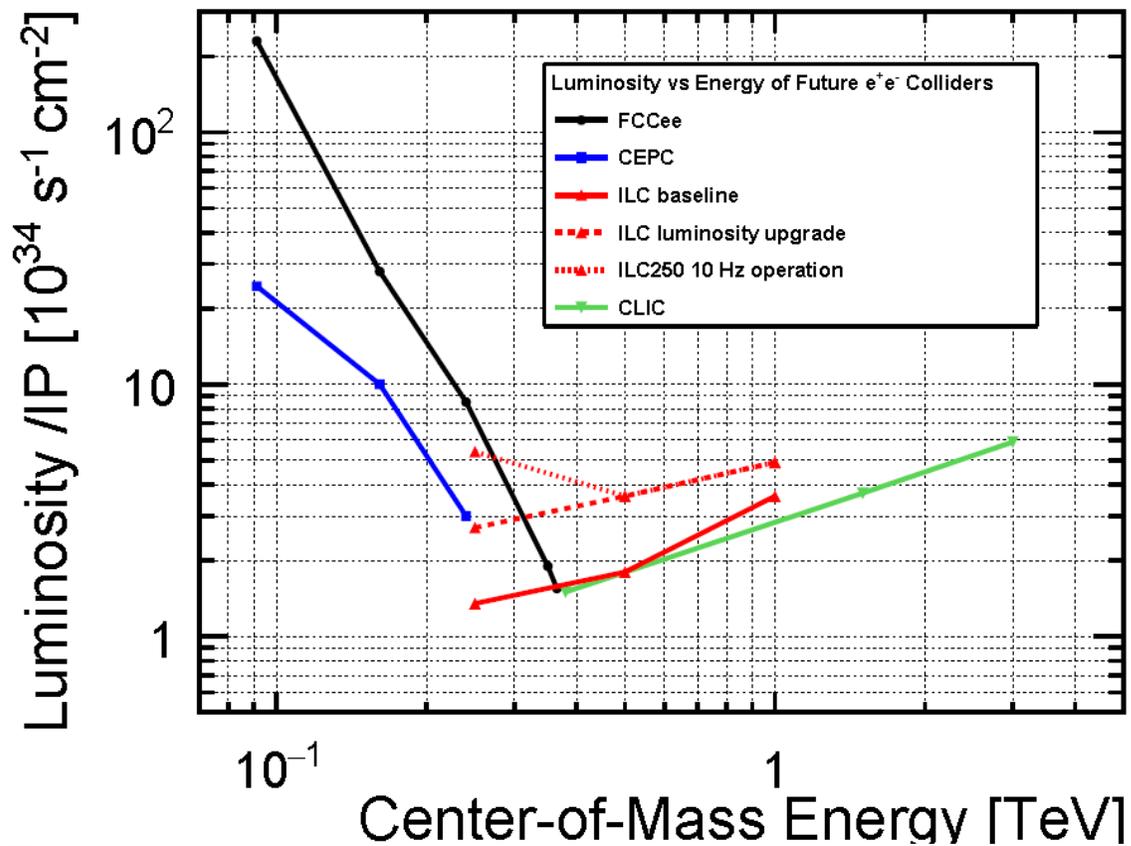
Category	Subject		Pp	P1	P2	P3	P4	Int.-FTE
Grand-Sum		<b>Sum =JP+Abr.</b>		<b>118</b> = <b>80+38</b>	<b>161</b> = <b>105+56</b>	<b>222</b> = <b>138+84</b>	<b>282</b> = <b>171+111</b>	<b>783</b> = <b>494+289</b>
Acc-Sum		<b>Sum =JP+Abr.</b>		<b>82</b> = <b>54+28</b>	<b>115</b> = <b>74+41</b>	<b>163</b> = <b>98+65</b>	<b>211</b> = <b>122+89</b>	<b>571</b> = <b>348+223</b>
Accelerator (FTE)	Tech. coordination	JP abroad		<b>1</b> 2	<b>1</b> 2	<b>1</b> 2	<b>1</b> 2	<b>4</b> 8
	ADI	JP abroad		<b>3</b> 6	<b>4</b> 8	<b>6</b> 12	<b>8</b> 16	<b>21</b> 42
	SRF (& ML)	JP abroad		<b>38</b> 8	<b>50</b> 12	<b>62</b> 22	<b>74</b> 32	<b>224</b> 74
	Nano-beam (& DR, BDS)	JP abroad		<b>6</b> 6	<b>9</b> 9	<b>15</b> 15	<b>21</b> 21	<b>51</b> 51
	Sources (e-, e+)	JP abroad		<b>3</b> 3	<b>4</b> 4	<b>5</b> 5	<b>6</b> 6	<b>18</b> 18
	Others (RTML, Dump etc.)	JP abroad		<b>3</b> 3	<b>6</b> 6	<b>9</b> 9	<b>12</b> 12	<b>30</b> 30

# Comparisons

Project	Type	Energy [TeV]	Int. Lumi. [ $a^{-1}$ ]	Oper. Time [y]	Power [MW]	Cost
ILC	ee	0.25	2	11	129 (upgr. 150-200)	4.8-5.3 GILCU + upgrade
		0.5	4	10	163 (204)	7.98 GILCU
		1.0			300	?
CLIC	ee	0.38	1	8	168	5.9 GCHF
		1.5	2.5	7	(370)	+5.1 GCHF
		3	5	8	(590)	+7.3 GCHF
CEPC	ee	0.091+0.16	16+2.6		149	5 G\$
		0.24	5.6	7	266	
FCC-ee	ee	0.091+0.16	150+10	4+1	259	10.5 GCHF
		0.24	5	3	282	
		0.365 (+0.35)	1.5 (+0.2)	4 (+1)	340	+1.1 GCHF
LHeC	ep	60 / 7000	1	12	(+100)	1.75 GCHF
FCC-hh	pp	100	30	25	580 (550)	17 GCHF (+7 GCHF)
HE-LHC	pp	27	20	20		7.2 GCHF

D. Schulte's summary Granada ESUPP (2019)  
 presentation: [https://indico.cern.ch/event/808335/contributions/3365234/attachments/1842874/3023173/ESU\\_higgs\\_final.pdf](https://indico.cern.ch/event/808335/contributions/3365234/attachments/1842874/3023173/ESU_higgs_final.pdf)

# Energy/Luminosity Upgrade



本会で聴取したILC計画の見積りの概要（500GeV ILC／250GeV ILC比較表）

別紙



項目	500GeV ILC (当初計画)	250GeV ILC (見直し後)		
		本会で聴取した見積り額	Option A (ヒッグスファクトリーとしての250GeV ILC)	Option A' (左記にコスト削減 R & D の効果を最大限見込んだもの)

(※) (1)～(7)は、研究者コミュニティにより見込まれている経費を取りまとめたものであるが、これに対して、本会における検証の結果、報告書において、「コストのリスク要因や技術上の課題」を指摘しており、今後、追加的な経費が発生するリスクに十分な留意が必要である。

本体及び測定器建設経費	(1) 本体建設費 (2) 測定器関係経費	1兆912億円	7,355～8,033億円	7,853億円～8,033億円	7,355億円～7,535億円
(3) 不定性相当経費及び上記(※)の「コストのリスク要因や技術上の課題」による追加的な経費が発生する可能性あり					

(1) 本体建設費 (TDR記載項目) 【見直し】	9,907億円	6,350～7,028億円	6,848億円～7,028億円	6,350億円～6,530億円	
土木建築	8,309億円 { 1,600億円	5,152～ { 1,110～1,290億円	1,110億円～1,290億円	1,110億円～1,290億円	
加速器本体	6,709億円	5,830億円 { 4,042～4,540億円	4,540億円	4,042億円	
労務費	1,598億円	1,198億円	1,198億円	1,198億円	
(2) 測定器関係経費 (TDR記載項目) 【変更なし】	1,005億円	1,005億円	1,005億円	1,005億円	
測定器本体	766億円	766億円	766億円	766億円	
労務費	239億円	239億円	239億円	239億円	
(3) 不定性相当経費 (TDR記載項目) 【変更なし】	(1)+(2)の約25%	(1)+(2)の約25%	(1)+(2)の約25%	(1)+(2)の約25%	
* 不定性：コスト見積りの精度に関するもののみを指し、技術リスク、工事期間の延長リスク、市場リスク等に伴うコスト増加分は含まれない。					

(4) 年間運転経費 (TDR記載項目) 【見直し】	491億円	366～392億円	392億円	366億円
光熱水料、保守	390億円	290～316億円	316億円	290億円
労務費	101億円	76億円	76億円	76億円
(5) その他付随経費 (TDR未記載項目)				
準備経費 (設計費用のほか、研究開発、環境調査、人材養成、技術移転、管理・事務の関連経費(労務費含む)等) 具体的に算定されていないものの計上が必要となる経費	算定なし	【新たに算定】 233億円	233億円	233億円
土地取得経費、海外研究者の生活環境の整備、アクセス道路、ライフライン等のインフラ、計算機センター等	算定なし	算定なし	算定なし	算定なし
		【新たに追加】 建設廃棄物処理、湧水処理設備、電力引き込みや変電設備のE S事業化、低圧電源設備		
		(6) コンテインジェンシー プロジェクト経費(本体及び測定器建設経費 + 運転経費*)の約10% (PIP記載項目)		
		【新たに追加】 予期せぬ出費のための予備費。	* 年間運転経費 × 運転年数の額。	
		(7) 実験終了後の解体経費 年間運転経費の2年分程度		
		【新たに追加】 加速器機器は再利用を前提とし、地上に保管用建物確保、又は新たに整備し、再利用の可能性を保持		

国際リニアコライダー (ILC) に関する有識者会議 ILC 計画の見直しを受けたこれまでの議論のまとめ

[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shinkou/038/gaiyou/\\_icsFiles/afieldfile/2018/08/07/1407245\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shinkou/038/gaiyou/_icsFiles/afieldfile/2018/08/07/1407245_1.pdf)