

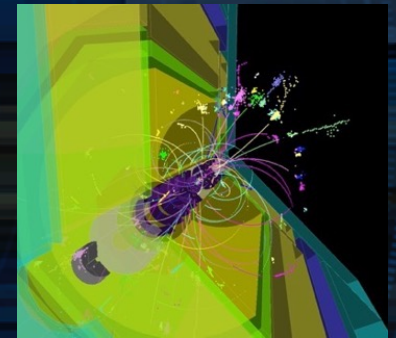
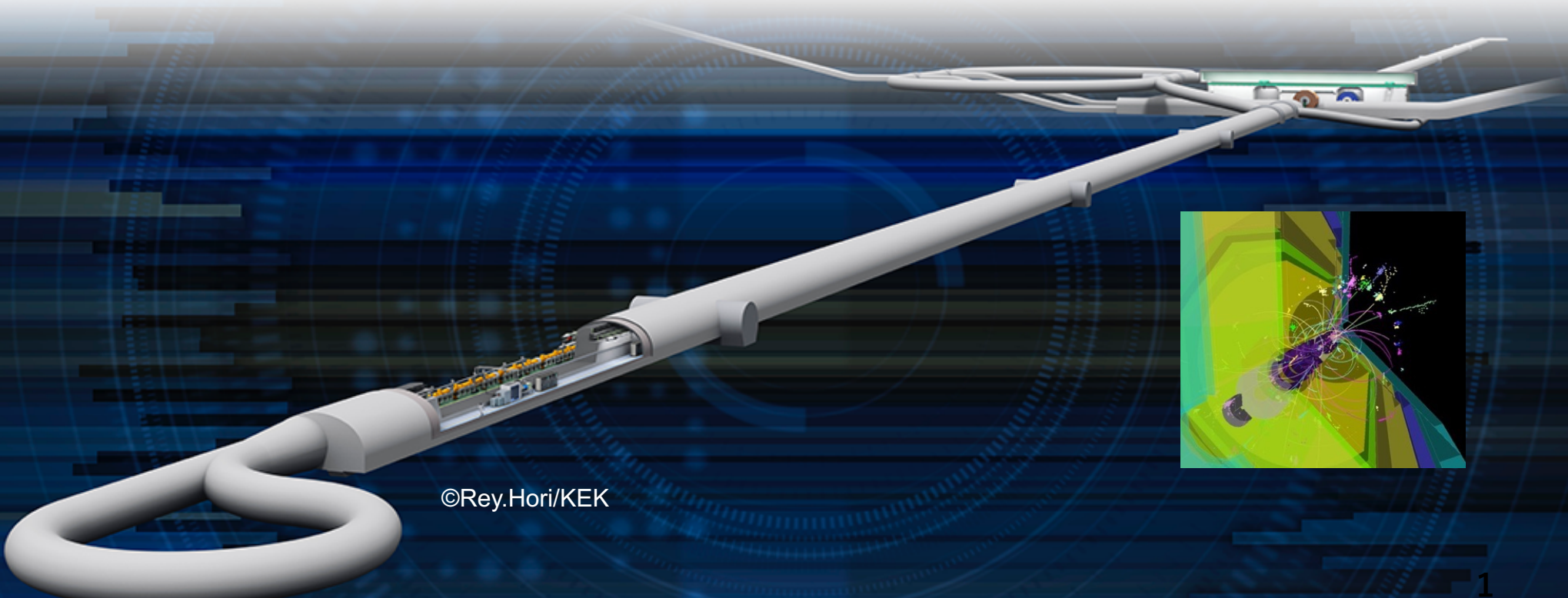
測定器チャレンジ

拡大高エネルギー委員会

2021.08.21

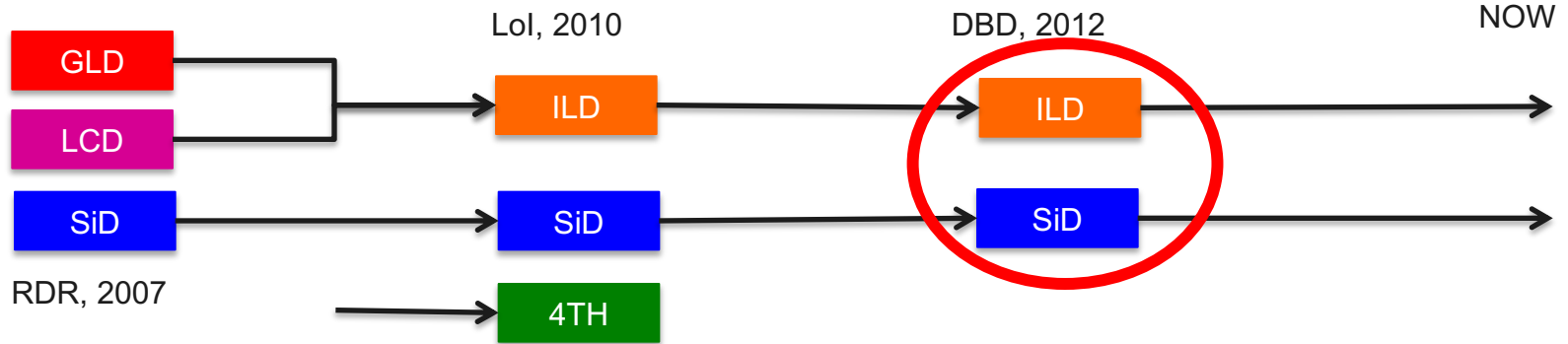
川越清以

九州大学



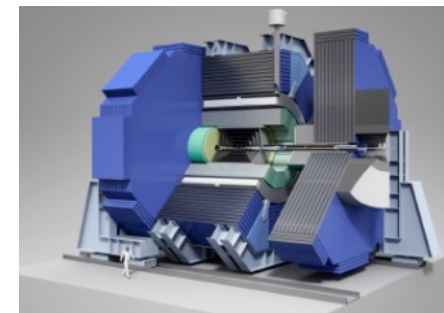
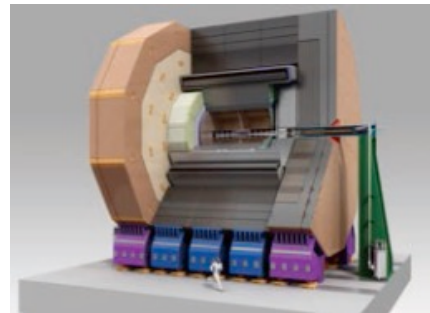
©Rey.Hori/KEK

ILCで提案されている2つの測定器コンセプト



The concepts are still developing

ILD Interim Design Report:
arXiv: 2003.01116



ILD_L / ILD_S	SiD
Both optimized for PFA Performance: $\sim B \cdot R_{\text{ECAL,inner}}^2$ (two-track separation @ ECAL)	
$B = 3.5 \text{ T} / 4 \text{ T}$	$B = 5 \text{ T}$
$R_{\text{ECAL,inner}} = 1.8 / 1.46 \text{ m}$	$R_{\text{ECAL,inner}} = 1.27 \text{ m}$
Si + TPC tracking Outer radius: 1.77 / 1.43 m	Silicon Tracking only Outer radius: 1.22 m

ILD Design Goals

Features of ILC: low backgrounds, low radiation, low collision rate
 These allow us to pursue very aggressive detector designs:

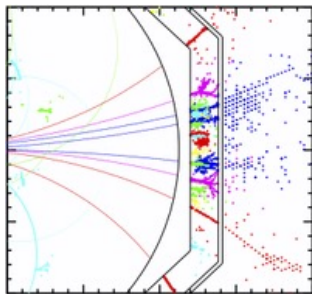
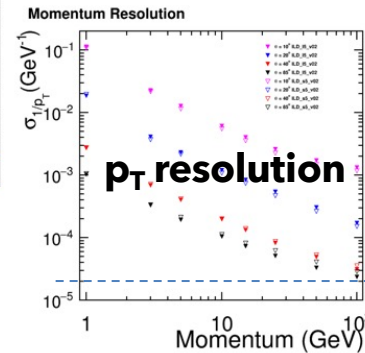
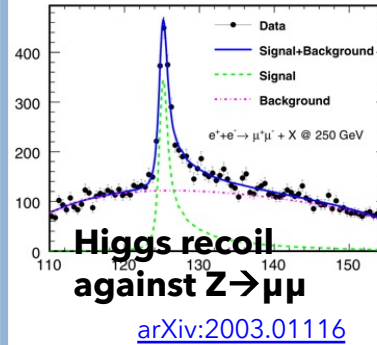
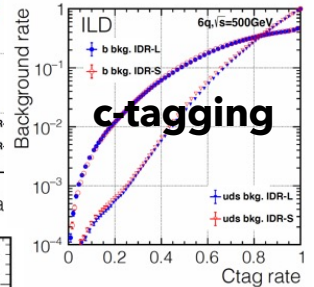
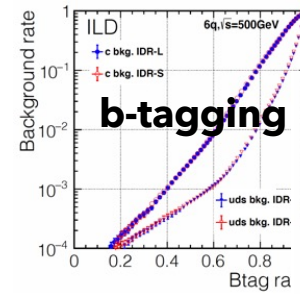
チャレンジングな要求性能

Detector Requirements

- Impact parameter resolution $\sim \text{LHC} / 2$
 $\sigma(d_0) < 5 \oplus 10 / (p[\text{GeV}] \sin^{3/2}\theta) \mu\text{m}$
- Transverse momentum resolution $\sim \text{LHC} / 10$
 $\sigma(1/p_T) = 2 \times 10^{-5} \text{ GeV}^{-1} \oplus 1 \times 10^{-3} / (p_T \sin^{1/2}\theta)$
- Jet energy resolution
 3-4% (around $E_{\text{jet}} \sim 100 \text{ GeV}$) $\sim \text{LHC} / 2$
- Hermeticity
 $\theta_{\text{min}} = 5 \text{ mrad}$ $\sim \text{LHC} / 3$

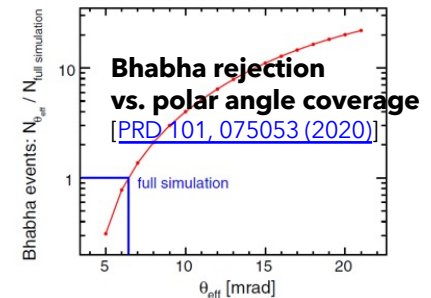
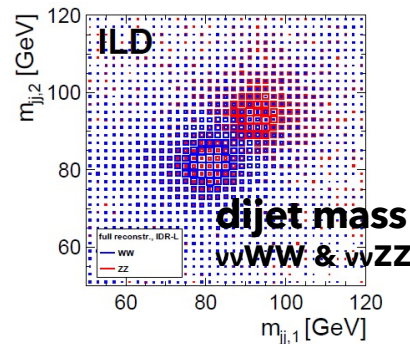
Physics Studies

- $H \rightarrow bb, cc, \tau\tau$
- Total $\sigma(e+e- \rightarrow ZH)$
- $Z/W/H \rightarrow jj$; $H \rightarrow \text{invisible}$
- $H \rightarrow \text{invisible}$; BSM



ILD is optimized around **particle flow**:

- Highly granular calorimeters
- Low-mass trackers
- Software reconstruction
- Separation of clusters at particle level



測定器開発グループ(LCTPC, CALICE, FCALなど)と協力して設計を進めている。
 検出器要素の技術選択、量産準備、全体の工学設計はこれからが本番。

RPC DHCAL

Scintillator ECAL



SPiDeR

Collaborations

FCAL CLICPix

DEPFET LCTPC

SOI

ChronoPixel

SDHCAL



TPAC

GEM DHCAL

KPIX

RPC Muon

Silicon ECAL (SiD)

Silicon ECAL (ILD)

VIP

Dual Readout

CMOS MAPS

Many forms of Linear Collider Detector R&D efforts:



- Large collaborations: CALICE, LCTPC, FCAL
- Collection of many efforts such as vertex R&Ds
- Individual group R&D activities
- Efforts currently not directly included in the concept groups (ILD, SiD, CLICdp), which may become important for LC in future

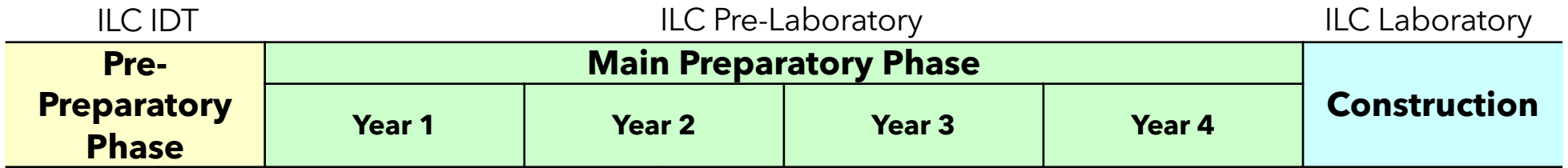
FPCCD



Scintillator HCAL

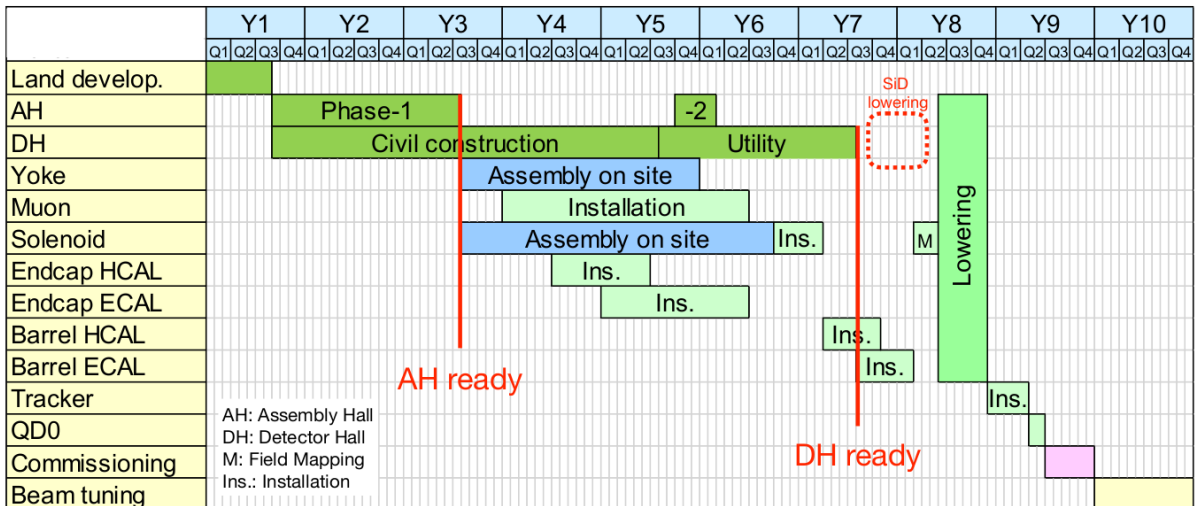
Timeline for Experiments

Under consideration by ILC-IDT



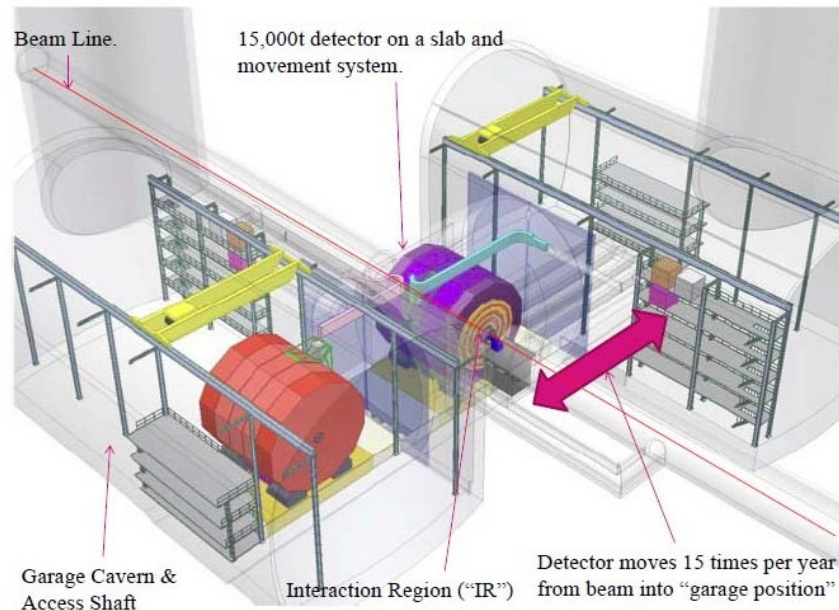
- Call for **Expression of Interest (Eoi)**
→ Call for various ideas for experiments at the entire ILC facility
(Once the establishment of Pre-lab is confirmed)
- Establish ILC Committee (ILCC)
- Call for **Letter of Intent (LoI)**
→ Lols to advance to the next step selected by ILCC
- Call for **Technical Proposal / Technical Design Report**
→ Final project selection by ILC Laboratory, proceed to construction

測定器の建設スケジュール (ILDの場合)



ILC準備期間に予想されること

- 新しい測定器コンセプトの形成
 - PFA測定器以外のアイデア(Dual Readoutカロリメータなど)
- ILD/SiDへの新グループ・新メンバーの大量参入
 - 他のヒッグスファクトリー計画(FCC-ee, CEPC, CLIC)から
 - LHC, SuperKEKBなどの現行実験から（現場での経験と技術）
 - 新しい技術・アイデアの導入
- 測定器グループの合体
 - 例：ASCOT+EAGLE→ATLAS



ARUP

One or Two ?

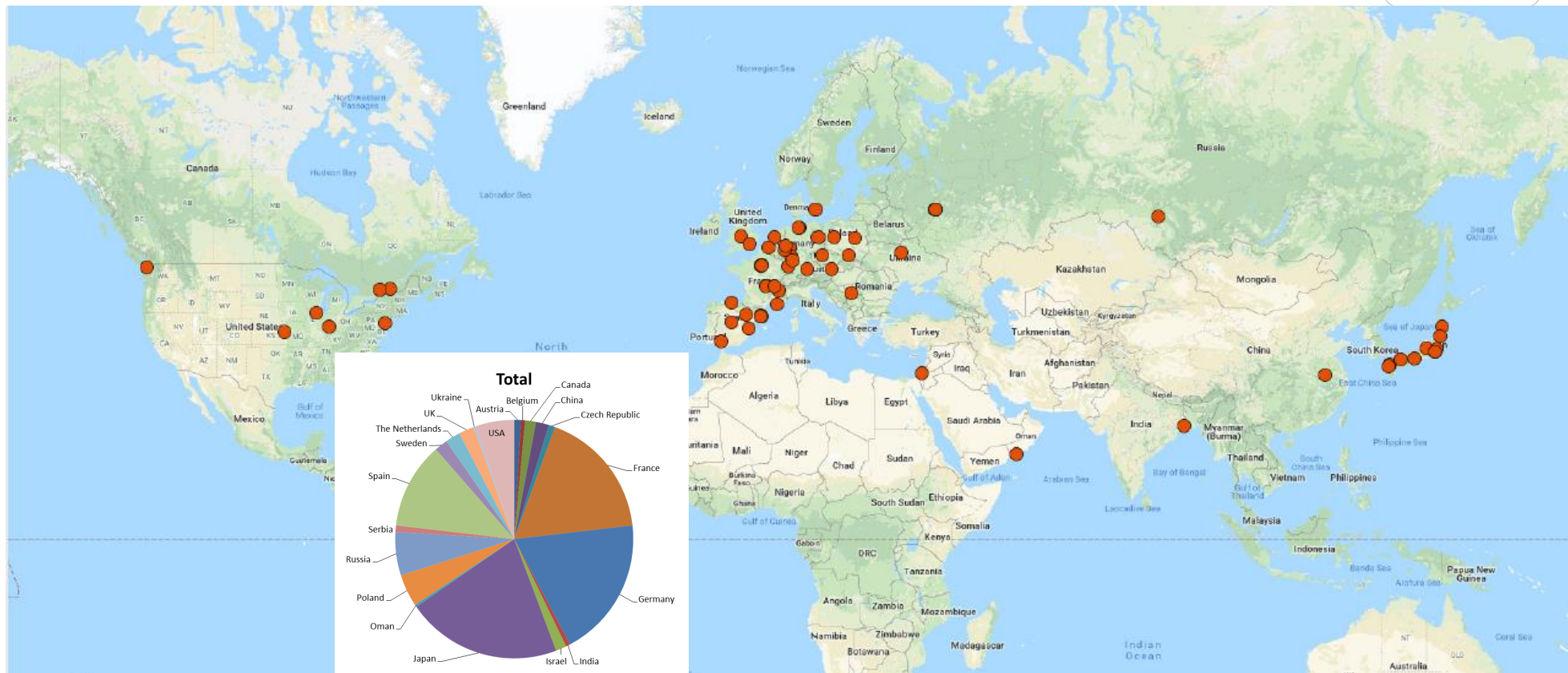
ILC TDR 2013: Push-pull

- 一つのIPを2つの測定器でタイムシェア。
- IPを二つ作るよりも大幅に低コスト。

An alternative idea could be

- Start with one detector
- Replace the detector with more advanced technology at a later stage

ILD around the world



- 世界の65研究機関**が参加（まだまだ少ない。準備期間に一気に増える？）
日本の13研究機関: 近畿大、九州大、KEK、岩手大、日本歯科大、佐賀大、工学院大、
広島大、東京大、東北大、名古屋大（ゲスト）、大阪市大（ゲスト）
メンバー・ゲストメンバー募集中（参入障壁は低い）
- フルシミュレーションデータを用いた物理解析
 - 測定器、物理解析への**新しいアイデア・技術を熱烈歓迎**

ILC測定器に期待される新しい技術

- すでにリストに上がっているもの（例）
 - SOI技術を用いた高機能・高精度ピクセル検出器
 - TPCのPixel読み出し(GridPix)
 - LGADを用いたシリコントラッカー（時間精度&位置精度）
 - LGADを用いた5次元電磁カロリメータ（位置・時間・エネルギー）
 - MAPSを用いたデジタル電磁カロリメータ（ALICE FoCAL）
 - HCALでのピコ秒時間測定(シンチレータ、RPC)
 - 深層学習を用いた再構成（バーテクス、フレーバー識別、ジェット、他）
- **若手研究者の斬新なアイデアを求む！！**
- 参考文献
 - Linear Collider Collaboration Detector R&D Liaison Report
<https://doi.org/10.5281/zenodo.3749461>
 - New ideas on Detector Technology for the ILC Experiments, M. Titov, EPS-HEP 2021, <https://indico.desy.de/event/28202/contributions/105643/>