

# ILC準備研究所提案書について

中田達也

スイス連邦工科大学ローザンヌ校  
ILC国際推進チーム執行部議長

過去の職務例

2020欧州素粒子戦略委員会スイス代表

リニアコライダーボード議長

セルン・カウンセル科学政策委員会議長

2014米国エネルギー省素粒子物理学プロジェクト優先順位決定委員会委員

2013欧州素粒子戦略委員会議長

欧州将来加速器委員会議長

初代LHCb実験グループ代表

## 発表内容

- イントロダクション
- ILC準備期間と準備研究所に向けて
- 準備研究所の提案書から
- 結び

# イントロダクション

# ILCに関する世界のコミュニティの見解

日本高エネルギー物理学研究者会議が、2012年に国際プロジェクトとして日本で ILC をホストするという構想を表明。世界の高エネルギー物理学コミュニティは **日本政府のホストに対する興味表明が引き金で実現に向け動き出す国際プロジェクト**

ととらえ、**ILCへの支持や大きな期待**が、以下に示すものをはじめ、さまざまな局面で表明されてきた(参考：浅井氏・村山氏・森氏・山内氏の発表)。

- **欧州素粒子物理学戦略の更新**
  - (2013年版) ILC をホストしたいという **日本の素粒子物理コミュニティの取り組みを歓迎し、欧州グループは参加を熱望している**。欧州は参加の可能性を議論するため、**日本からの提案を待つ**。
  - (2020年版) 日本で電子陽電子国際リニアコライダー (ILC) を **タイムリーに実現することは、この戦略に適合するものであり、その場合、欧州素粒子物理学コミュニティは協働することを望む**。
- **米国エネルギー省素粒子物理学プロジェクト優先順位決定委員会(P5)レポート**
  - (2014年5月) ILC の科学的な重要性と最近の日本における ILC ホストに向けた動きを鑑み、米国は、米国の重要な専門知識を活かすことが可能な分野における ILC 加速器と測定器の設計に、ある程度の **適切なレベルで予算措置を行うことが望ましい**。ILC 計画に進展があった場合には、より高いレベルでの協力を検討するものとする
- **国際将来加速器委員会(ICFA)の声明**
  - (2017年11月) ICFA は、今回の委員会で示された、リニアコライダー計画推進委員会 (LCB) の報告書の結論を支持しており、日本が、**日本のイニシアチブによる国際プロジェクトとして、重心系エネルギー250GeV の「ヒッグス・ファクトリー」の ILC を、時宜を得て実現することを強く奨励します**。
  - (2019年3月) ICFA は、文部科学省が ILC に関心を持ち、プロジェクトについて関係国政府と議論を継続するものの、現時点では、日本が ILC をホストする意思を表明するに至らないということを認識しています。もし **ILC のホストに向けた日本の立場の明確な声明があったなら**、それは現在進行している欧州素粒子物理学戦略の更新の議論に **大きな影響を与えうるものでした**。

# ILC準備期間と準備研究所に向けて

# ILC計画準備段階での目標

- 準備期間の目標

  - ILC研究所開始に必要な次の作業を行う

    - 加速器、土木建設およびインフラの技術・工学記述と設計を完成させること（技術的・工学的作業）
    - 組織、運営、およびILCの建設と運用に関するコストと責任の分担について国際合意に達すること（政府間での協議/交渉）

- 準備段階で以下のことも行う

    - ILC建設実施のモデルを可能な限り検証すること：コストと責任の分担、物納貢献、など
    - ILC計画立案の信頼性を高める：技術設計、コスト、参加研究所の専門技術、国際協力、...

# ILC計画の準備段階でのプロセスと準備研究所

- 準備期間でのプロセスで

技術的・工学的作業で国際交渉に必要なインプット

- 建設と運用に必要なリソースの信頼できる見積もり
- 協力する研究所の技術的専門性の検証

を作り出す。



政府間協議・交渉の作業で

- プロジェクトを成功に導くために必要な共同作業における国試的信頼性
- プロジェクト執行に関する政府間の合意

が生み出され、ILC研究所設立へと進む。

技術的・工学的作業からのアウトプットが政府間交渉作業に不可欠。  
タイムリーな実現のためには、**2つの作業を並行して進める必要がある。**

- 現在必要な**技術的・工学的作業**のために、**国際コミュニティ（国際推進チーム）がILC準備研究所を提案**

# 準備研究所設立の為のILC国際推進チーム(IDT)

ILC準備研究所設立の為、国際将来加速器委員会(ICFA)は2020年8月に国際推進チーム(IDT)を設立した。

## 留意点

国際性：アジア太平洋・ヨーロッパ・アメリカ地域の代表者  
専門性：組織・加速器・物理と測定器の代表者  
を考慮。

ICFA

ILC国際推進チーム

## 執行部メンバー

アンディ・ランクフォード (カリフォルニア大学アーバイン校): 米地域代表  
道園真一郎 (高エネルギー加速器研究機構): 作業部会2部会長  
村山斉 (カリフォルニア大学バークレー校 & 東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構): 作業部会3部会長  
中田達也 (スイス連邦工科大学ローザンヌ校): 執行部議長 & 作業部会1部会長  
岡田安弘 (高エネルギー加速器研究機構): KEKリエゾン  
スタイナー・スタプネス (欧州合同原子核研究機関): 欧州代表  
ジェフリー・テイラー (メルボルン大学): アジア太平洋地域代表

作業部会1(WG1)  
準備研究所立ち上げ

作業部会2(WG2)  
加速器

作業部会3(WG3)  
物理と測定器

# ILC国際推進チーム作業と国際的参加状況

- **ILC準備研究所の提案書作成に参加した人数（86名）**
  - 運営、組織、立ち上げ方
    - 欧州から5名、北米から4名、日本からから1名（WG 1）
  - 加速器のワークパッケージ、サイト関連の問題、コスト、作業計画
    - 欧州から42名、北米から18名、日本から16名（主にWG 2）
- 加速器に関する活動は、**さらに人数を増やして進行中。**
- 物理と測定器の準備のため、**WG3(100名以上)**による活動が行われている。その運営に欧州から24名、北米から17名、アジア（日本、中国、インド）から15名が参加し、**4つのサブグループ**と発表委員会を持つ。
  - 準備研究所の提案書に関する議論への参加
  - 2021年10月に開催するILC物理ワークショップILCX2021の準備
  - サブグループによる定期的な物理、ソフトウェア、および測定器に関する会合
  - 2021年3月に開催されたリニアコライダーワークショップLCWS2021(800名以上が参加登録)に貢献

# 準備研究所の提案書から

<https://arxiv.org/abs/2106.00602>

## 準備研究所組織案で考慮すべきこと

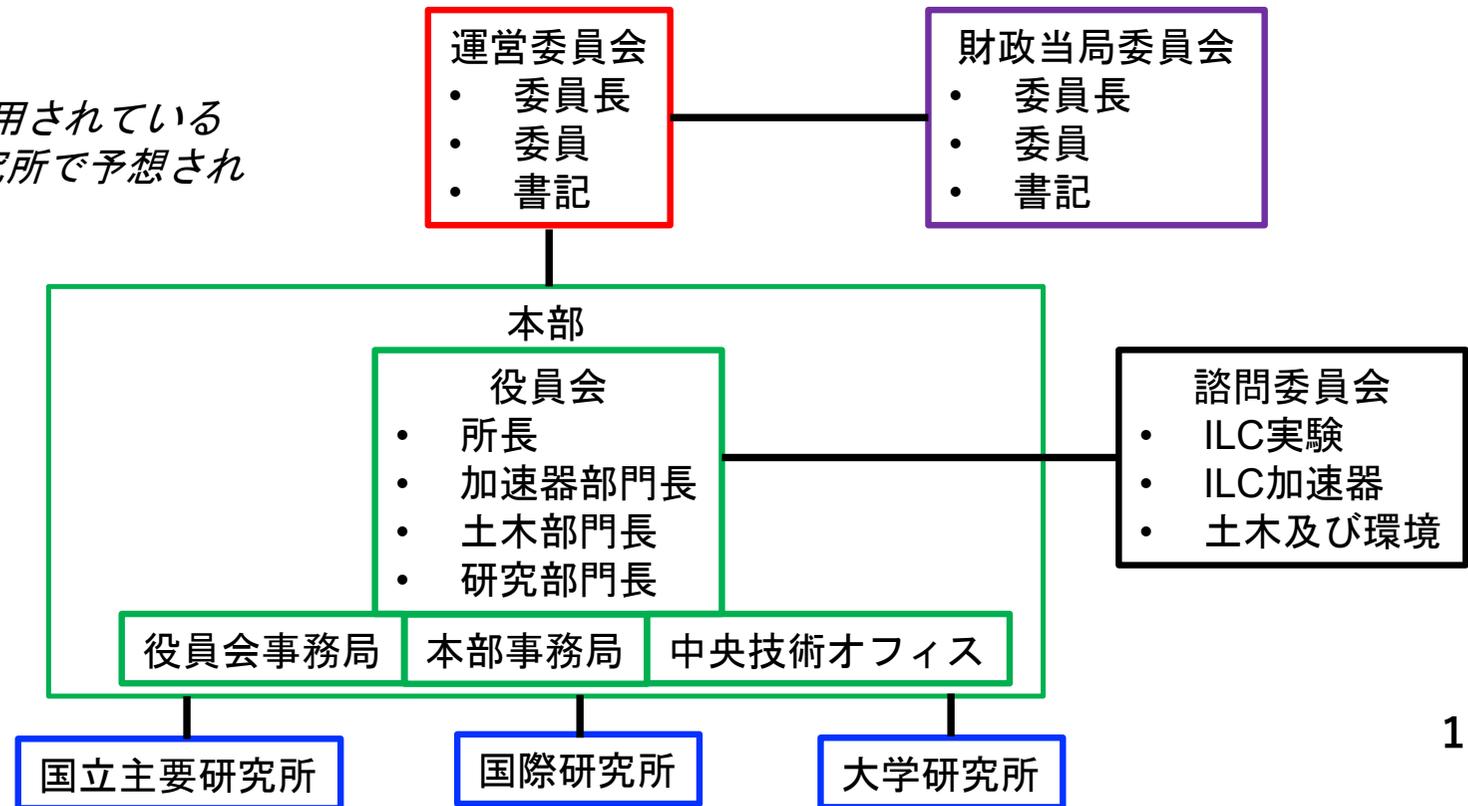
- 現時点でILCは技術的に成熟しており、計画は「技術設計」から「工学設計」の作業に移行する段階にある。そのためには、ある程度のリソース（建設費の～3%）と技術やインフラを備え、組織された取り組みが必要である。
- 準備研究所に必要と予想されるコストが中規模素粒子実験のレベルであることを考えると、準備研究所は、通常研究計画レベルの資金支援を受けて、参加研究所間の取り組みとして開始することが可能である。ILCで想定されている組織と運用のモデルを部分的にテストすることが望ましい。

# ILC準備研究所の運営方式と組織図

- 準備研究所は、「世界中の研究所の協力」による共同事業で、準備活動に貢献する**研究所(運営委員会)**によって運営され、**資金提供機関(財政当局委員会)**からの支援を受ける。
- 技術的・工学的作業はワークパッケージ(WP)として編成され、**参加する各研究所が自己の責任下でリソースとインフラを調達してWPを実行し**、**ホスト国(日本)に設置された小さな本部(セントラルビューロー)**が全体調整をする。

準備研究所組織図

注  
素粒子国際共同実験で採用されている  
運営方式に類似。ILC研究所で予想される  
要素(物納方式)を含む。



# 準備研究の作業とタイムライン

- 準備研究所の作業

- 加速器関連の作業は、異なる研究所間の関心と専門性を生かし、世界中の研究所間でワークパッケージ(WP)、として分配される(道園氏が説明)。ワークパッケージと技術力のある各研究所とのマッチングがかなり進んでいる。必要な物件費は58億円、必要人員614フルタイム当量年、プラス必要施設。
- 土木工事やインフラに関連する事項(照沼氏が説明)、つまり地質学的大約地形学的調査、環境影響評価、安全対策および設計作業は、日本およびサイト地域の法律や規制に従う必要がある。したがって、それらの仕事はホスト国、すなわち日本の責任で行われる。必要な物件費は65億円、必要人員70フルタイム当量年。

- 準備研究所で想定される作業には4年かかると考えられている。

# 技術的に適任で研究者レベルの興味を示されている研究所

ワークパッケージ	Topics	Potential candidates from the viewpoints of <b>研究所</b> experiences
WP-1	Cavity production	ANL, CERN, Cornell, DESY, FNAL, IHEP, INFN LASA, IRFU/CEA, JLAB, KEK, SLAC, TRIUMF, UK
WP-2	Cryomodule assembly, Global transfer and Performance Assurance	ANL, CIEMAT, Cornell, DESY, FNAL, IFIC, IHEP, IJCLab, INFN LASA, IRFU/CEA, JLAB, KEK, SLAC, UK
WP-3	Crab cavity	ANL, BNL, CERN, FNAL, JLAB, LBNL, SLAC, TRIUMF, UK
WP-4	Electron source	ANL, BINP, BNL, CERN, JLab, Hiroshima U., KEK, LBNL
WP-5	Undulator	ANL, DESY, FNAL, University of Hamburg, KEK, LBNL, SLAC, UK
WP-6	Rotating target	ANL, DESY, ESS-Bilbao, FNAL, FZJ-Germany, University of Hamburg, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Juelich Kernforschungszentrum, University of Mainz, SLAC, UK
WP-7	Magnetic focusing	ANL, BNL, CERN (for targetry and certain aspects of e <sup>+</sup> collection for FCC-ee but with classical FC), DESY, ESS-Bilbao, FNAL, University of Frankfurt, University of Hamburg, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, JLab, Karlsruhe Institute of Technology, LBNL, LLNL, University of Mainz
WP-8	Rotating target	CERN, FNAL, Hiroshima U., IJCLab (Laboratoire de Physique des 2 Infinis Irène Joliot-Curie), J-PARC, JLAB, KEK, LLNL, Waseda U.
WP-9	Magnetic focusing	BINP, CERN, FNAL, Hiroshima U., IJCLab, Iwate University, Iwate Industrial Research Institute, Iwate Industry Promotion Center, KEK
WP-10	Capture cavity	ANL, CERN, Hiroshima U., IJCLab (Laboratoire de Physique des 2 Infinis Irène Joliot-Curie), Iwate University, Iwate Industrial Research Institute, Iwate Industry Promotion Center, JLAB, KEK
WP-11	Target replacement	ANL, BINP, BNL, CERN, FNAL, JLab, Hiroshima U., KEK,
WP-12	System design	ALBA, ANL, Australian Synchrotron, BNL, Cornell, ESRF, ESS-Bilbao, FNAL, KEK, LBNL, SLAC, UK
WP-13	Collective effect	ANL, BNL, Cornell, ESRF, ESS-Bilbao, FNAL, INFN-LNF, KEK, LBNL, SLAC, UK
WP-14	Injection/extraction	ANL, CERN, ESS-Bilbao, FNAL, KEK, LBNL, SLAC
WP-15	Final focus	BNL, CERN, ESS-Bilbao, FNAL, IJCLab, JLAB, KEK, LAPP, LBNL, SLAC, UK
WP-16	Final doublet	BNL, KEK, LAPP
WP-17	Main dump	CERN, ESS-Bilbao, FNAL, JLAB, KEK, UK
WP-18	Photon dump	CERN, ESS-Bilbao, FNAL, KEK, UK

# 準備研究所創設プロセス

- 準備研究所への貢献を計画する研究所を基盤とし、次の3段階で進められる。
  1. 「創設」メンバーになりうる少数の国際的に主要な素粒子研究所を特定し、創設手順の詳細について話し合う。
  2. 「創設メンバー研究機関」がILC準備研究所創設の共同宣言をし、準備研究所への参加に関心のある他の研究所と協議のうえで所長および部門長を任命し、運営委員会を形成する。
  3. 準備研究所と参加を表明した研究所の間で各々の貢献についての覚書を交換していくことによって、準備研究所が計画された規模に達する。

ILC国際推進チームがこのプロセスを進めていく。

- 3ページにすでに述べられた「ILCは日本のイニシアチブによる国際プロジェクト」を踏まえると、準備研究所創設プロセスの開始には、ILCを日本がホストする可能性への前向きな姿勢の兆候が必要であり、日本政府の準備研究所創設を支援する姿勢が求められる。

# 結び

## 次のステップに向けて

ILC国際推進チームは、ILC準備研究所の堅実な提案をまとめ上げた。提案書序文の一部

*「準備研究所の立ち上げ実施に当たっては、日本やその他の国の政府当局、ILC準備研究所における協働作業の基盤となる研究所、ILCプロジェクトの推進力となる物理学の国際コミュニティからの意見が反映される。」*

にも示されているように、推進チームは国際将来加速器委員会とも協議し、*これらのインプットに適応しながら準備研究所立ち上げの準備を今後数か月の間に進めていく予定。*

backup

# ICFAから国際推進チーム(IDT)に与えられた使命

国際将来加速器委員会(ICFA)は2020年8月に、次の任務を持つ国際推進チーム(IDT)を設立した。

- KEK国際ワーキンググループの報告書をもとにILC準備研究所の役割と組織をより明確にすること。
- ILC準備研究所の開始に必要な条件についての共通認識を築くこと。
- LC加速器の取り組みのための国際的フレームワークを用意し、さらなる研究開発と工学設計のための連携を進め、それにより研究者コミュニティ(以下「コミュニティ」)の取り組みを維持してILC準備研究所期間への移行を円滑なものとする。
- ILC物理・測定器の研究活動に関する国際的フレームワークを用意して物理・測定器の技術開発のための連携を進め、それによりコミュニティの取り組みを維持してILC準備研究所期間への移行を円滑なものとする。
- ILC準備研究所に必要なリソースに関して国際パートナー(大学及び国や地域の研究所等)と折衝を行うこと。
- ILC準備研究所の設置に関して、各国当局の議論を支援するために必要な情報を提供すること

# 活動に必要なリソースの積算 backup

- さまざまな研究所での加速器の技術と設計の作業：つまり、実際の物品費と人的資源は研究所に依存する。準備研究所の提案書ではその「参考」となるものを提供している。

表 2: ILCU が定義されている、技術準備活動の成果物に必要な物件費および人材見積りリスト (成果物に必要なインフラのリソースは含まれていない)

Domains 分野	Material cost 物件費 [MILCU]	Human resources 人的資源 [FTE-yr]
Main Linacs (ML) and SRF 線形加速器及び超伝導高周波加速技術	41.25	285
Electron Source 電子源	2.60	6
Positron Source 陽電子源	5.85	15
Damping Ring (DR) ダンピングリング	2.50	30
Beam Delivery System ビーム伝送システム	2.20	16
Dump ダンプ	3.20	12
Total	57.60	364

表 3：詳細技術設計及び文書化に必要な人的資源の見積もり

Item 項目	Human resources 人的資源 [FTE-yr]
Accelerator/Engineering design and integration 加速器/詳細技術設計・統括	75
Sources 電子・陽電子源	35
Damping Ring (DR) ダンピングリング	30
Beam transfer system from DR to ML ダンピングリングから主線形加速器へのビーム伝送システム	25
Main Linacs (ML) 主線形加速器	60
Beam Delivery System ビーム伝送システム	25
Total	250

参加研究所で分担

表 4：土木工事費と必要な人的資源の見積もり

Item 項目	Cost コスト [MILCU]	Human resources 人的資源 [FTE-yr]
Site surveys 現地調査	22	70
Detailed designs 詳細設計	43	

ホスト国

Table 5: Pre-lab Central Bureau human resource requirement  
表 5：ILC 準備研究所本部に必要な人的資源

Item 項目	FTE/Year
Directorate Office 役員会付事務局	12
Director and associate directors 所長および部門長	4
Secretarial support, legal service, communication, safety 事務サポート、法律事務、広報、安全	8
Administration Office 本部事務局	9
Head 局長	1
International Relation, Finance & Procurement, Human Resources & Travel, Local IT service 国際関係、財務・調達、人事・出張、現地 IT 関連	8
Central Technical Office 中央技術オフィス	9
Project management and technical coordination プロジェクト管理及び技術調整	5
Coordination for the common physics and detector needs 物理・測定器の共通ニーズの調整	2
IT service for Engineering Data Management System 工学データ管理システムの IT サービス	2
Total 計	30

本部運営資金  
はホスト国

ホストと参加研究所で分担