

令和 7 年 3 月 25 日

令和 6 年度海外行政視察に係る議員派遣報告書



岩手県議会

副議長	飯 澤 匡
議 員	岩 渕 誠
議 員	城 内 愛 彦
議 員	佐々木 朋 和

目次

- 1, I L C実現に向けて・・・・・・・・P2
- 2, 欧州視察に至る背景・・・・・・・・P3
- 3, 視察団の調査概要・・・・・・・・P5
- 4, 事前学習・・・・・・・・P9
- 5, 調査結果・・・・・・・・P10
- 6, 所感と提言・・・・・・・・P29

1, ILC実現に向けて

【ILCとは？】

ILC（国際リニアコライダー：International Linear Collider）は、国際協力によって設計開発が推進されている次世代の直線型加速器です。世界の100か国、1,000を超える大学・研究機関から、世界トップクラスの研究者・技術者数千人が建設予定地である東北・北上山地に集まり、10年、20年と研究を続ける国際研究拠点となることが期待されます。

【ILCの仕組み・研究内容】

全長数10キロメートルの直線状の地下トンネル（現計画は、標高約110メートル、全長約20キロメートル）内で、電子と陽電子を光速に近い速度まで加速させ、正面衝突させます。すると、宇宙誕生から1兆分の1秒後の状態が作り出されます。「ほんの一瞬」、ビッグバン直後の状態が再現され、質量をつかさどる「ヒッグス粒子」をはじめとして、さまざまな粒子が現れます。これらの粒子を測定することにより、どのようにして宇宙や物質が生まれたのかという、人類が長年抱いていた謎の解明に挑むことができます。また、加速器技術の応用範囲は、医療・生命科学から新材料の創出、情報・通信、計量・計測、環境・エネルギー分野まで多岐にわたります。

スイス・ジュネーブ近郊のセルン研究所に「LHC」という世界最大の加速器があります。周長27キロメートルの円形加速器で、2012年7月、LHCで「ヒッグス粒子」が発見され大ニュースとなりました（2013年10月、「ヒッグス粒子」の存在を提唱したピーター・ヒッグス名誉教授とフランソワ・アングレール名誉教授がノーベル物理学賞を受賞しました）。LHCは複合粒子である陽子と陽子を衝突させますが、ILCは素粒子である電子と陽電子を衝突させて新たな素粒子をつくるので、反応が分かりやすく、ヒッグス粒子の詳しい特性を知ることが出来ると期待されています。

【ILC誘致への期待】

ILCが実現すれば、世界中から数千人の研究者とその家族が暮らすようになり、多文化が共生する国際都市が東北につくられます。私たちの身近なところに国際的な「知の拠点」が形成され、最先端の研究を見られることは、子どもたちの知的好奇心を刺激し、夢を与えることにもなります。また、ILCは、三陸海岸にも近い世界最先端の素粒子研究施設となります。大船渡市や陸

前高田市は、ILCトンネル中心部から車で1時間圏内に位置し、大船渡港は海外からの陸揚げ拠点として想定されています。ILCを核とした、国内外の研究者が居住する国際学術研究都市の形成と、関連産業の集積等を図ることが、被災地を含めた東北全体の真の復興につながります。そのため岩手県では、「岩手県 ILC 推進本部」を設置し、全庁を挙げて「いわて県民計画（2019～2028）」に掲げる「ILCプロジェクト」を推進しているところです。

また、県内経済界においても、2012年に、産学官民協力体制を築き、民間の立場から意識の醸成や受け入れ態勢の充実を図ることを目的として「岩手県国際リニアコライダー推進協議会」を設立し、日本政府への要望活動や講演会の開催など、ILC実現に向けた取組を行っています。

2、欧州視察に至る背景

【有識者会議の議論のまとめ公表後の動き】

令和4年2月14日に文部科学省の国際リニアコライダー（ILC）に関する有識者会議が、準備研究所段階への移行は「時期尚早」、「立地問題を一旦切り離し」、「段階的に研究開発を展開していくべき。」との「議論のまとめ」を公表しました。それを受けて、KEKは準備研究所に代わって当面必要な研究開発を行う枠組みにより、共同研究を行うことをICFAに提案。同年3月28日のICFA会議において、ILC国際推進チーム（IDT）の国際協働による研究開発の枠組み整備や政府間協議に向けた環境整備の取組の進捗が評価され、同年7月にIDTがILCテクノロジーネットワーク（ITN）の立ち上げに向けた取組、国際有識者会議（IEP）設置による検討を開始。翌令和5年7月7日、KEKはCERNと新たな国際協働による研究開発の枠組みであるILCテクノロジーネットワーク（ITN）に関する協定を締結。現在進行形でITNの枠組み拡大に取り組みながら、国際協働による研究開発を進めています。国もILC関連予算として、令和5年度は9.7億円、6年度及び7年度は10.5億円を計上し、海外研究機関との協働による将来加速器の性能向上に向けた重要要素技術の開発を支援しています。

【海外や他計画の状況】

海外の動きとしては、米国では令和5年12月のP5最終報告書において、『ヨーロッパではFCC-eeが実現可能性を確認するプロセスが進行中。日本のHEPコミュニティは、ILCを日本主催の世界的プロジェクトとして実現しようと努力している。したがって、オフショアの選択肢を模索し、国際共同研究を精力的に進めることで、いずれかのプロジェクトが実現したときに米国

が大きな役割を果たせるようにすることを推奨。』するとし、2つの計画を選択肢としていることが明らかになりました。

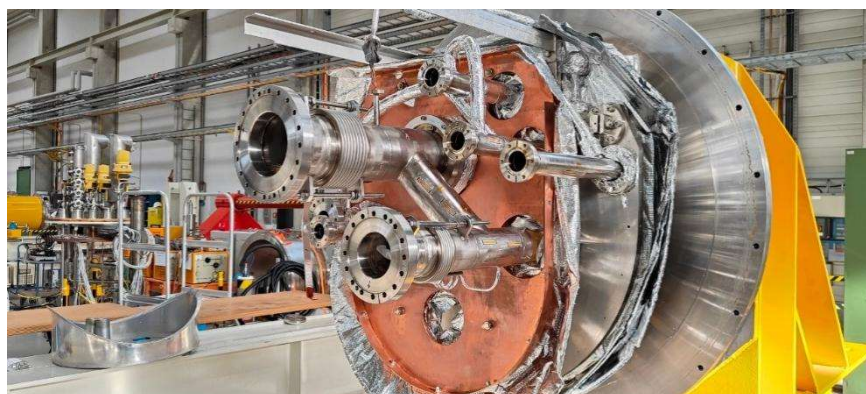
また令和6年2月2日、CERN理事会でFCC-eeの実現可能性調査の中間レビューが実施され、『リニアコライダーよりも物理学的な可能性が高いことを発見した。一方で費用に関してはヨーロッパ諸国や、米国、日本などから資金援助が必要。最低オプションでも12.8Bスイスフラン（約2.1兆円）、かつて言われていた性能を出すためには2.2Bスイスフラン（3千億円超）の追加コスト。』が必要であり、その予算額は2020欧州戦略時より大幅増となり、建設費の1/3は外部から調達する必要があることが明らかになりました。

一方で、中国は全周100キロの円形電子陽電子衝突型加速器（CEPC）の建設を2027年（令和9年）に開始する計画を発表しており、その実現性や欧州の研究者の関心度についても注視する必要があります。

【次期欧州素粒子物理戦略の中でのILCの立ち位置】

そのような中、CERNが次期欧州素粒子物理戦略の更新スケジュールを1年前倒し2026年に改訂されることが明らかになりました。次期欧州素粒子物理戦略において、ILCはグローバル計画として実施するうえで他の計画と比して、最も相応しいプロジェクトであることを研究者に認識してもらわなければなりません。また、LCWS2024を契機に来日したスタイナー・スタップネス氏（CERN）から『2025年夏に欧州で重要な会議を控えており、3月にILCの状況を報告する。それまでに日本政府から、計画を前に進める意思表示が出されることが極めて重要だ。』との発言があり、ILC誘致を実現させる最後のチャンスと言っているほどの重要な局面を今、迎えています。

以上の状況から、欧州における国際リニアコライダー（ILC）に関する国際協働への協力要請及び加速器関連研究等の最新の取組や最新の国際情勢等について調査する必要性が高まっている状況に鑑み、岩手県議会として4名の議員を現地に派遣し、つぶさに調査することとなりました。



DESY AMTFホール

3, 視察団の調査概要

(1) 視察目的

欧州における国際リニアコライダー（ILC）に関する国際協働への協力要請及び加速器関連研究等の最新の取組の調査

(2) 日程

令和7年1月26日（日）から令和7年2月1日（土）7日間（国内日程を含む）

行 程（5泊7日）

1月26日（日） 移動（盛岡→東京）

1月27日（月） 移動（成田→アムステルダム→ハンブルク）

1月28日（火） DESY訪問

1月29日（水） 移動（ハンブルク→ジュネーブ）、中田議長訪問

1月30日（木） Ferney-Voltaire 市訪問、CERN訪問

1月31日（金） 移動（ジュネーブ→アムステルダム→成田→盛岡）

(3) 派遣議員名（4名）

飯澤 匡 議員、岩渕 誠 議員、城内 愛彦 議員、佐々木 朋和 議員

他視察団（計8名）

県 : 佐々木副知事、中村副局長、秘書、局職員1名

県推進協：鎌田英樹副会長（(株)IBC岩手放送代表取締役会長）

市町村 : 渕上大船渡市長、大船渡市随員1名、佐藤一関市長（計12名）

(4) 訪問先

ア、ドイツ（DESY・ドイツ電子シンクロトロン研究所）

イ、スイス（CERN・欧州原子核研究機構、ILC国際推進チーム）

ウ、フランス（Ferney-Voltaire 市）

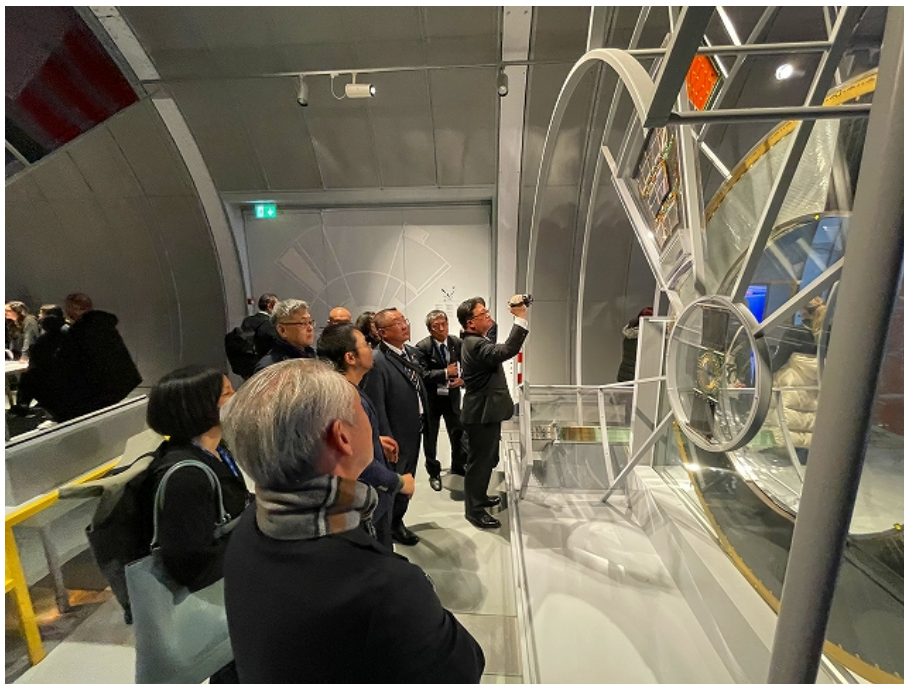
(5) 訪問先の概要

ア、欧州原子核研究機構（CERN）

- 概要：CERNの名称は、Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire の略称。素粒子の基本法則や現象を加速器を用いて探究する研究所。1954年設立。
- 場所：ジュネーブ郊外のスイスとフランスの国境にまたがる。

- ・ 運営

- ① 年間予算：1,408MCHF（1CHF≒175 円換算で約 2,464 億円）
（2024 年）
- ② 職員数 ：2,666 人(2023 年)
- ③ 加盟国（24 カ国）
オーストリア、ベルギー、ブルガリア、チェコ、デンマーク、
エストニア、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、ハン
ガリー、イスラエル、イタリア、オランダ、ノルウェー、ポーラ
ンド、ポルトガル、ルーマニア、セルビア、スロバキア、スペイ
ン、スウェーデン、スイス、イギリス
- ④ オブザーバー国：日本、米国、EU、UNESCO
- ⑤ 利用：年間 12,000 人以上(2023 年)の研究者が利用
- ⑥ その他：現在、LHC の高輝度化アップグレードが進められて
おり、KEK がその建設に貢献している。



CERN サイエンスゲートウェイ

イ、ドイツ電子シンクロトロン（DESY）

- ・ 概要：DESY の名称は、Deutsches Elektronen-Synchrotron の略称。素粒子物理学に関する研究や放射光を用いた研究を中心に行う研究所。1959 年設立。
- ・ 場所：ドイツのハンブルグ市。ブランデンブルク州ツォイテンにも研究所がある。

- ・ 運営

- ① 年間予算：約 3 億 4,900 万ユーロ
(1 ユーロ ≒ 170 円換算で約 593 億円)
- ② 職員数：約 3,000 人(うち科学者 1,300 人)
- ③ 利用：年間約 3,000 人の研究者が利用
- ④ その他
 - * ILCで使用される高エネルギーの加速器を使ったXFEL (X線自由電子レーザー) 施設は、ヨーロッパでは共同でDESYに建設され、2017 年からユーザー運転開始。
 - * 1980 年代に電子・陽子衝突型加速器HERA (Hadron-Electron Ring Accelerator) を作る際には、建設費用の約半分を外国の研究所が負担した。その方式は、国際協力のHERA方式と呼ばれ、中規模な国際協力の事例となっている。



DESY XFEL外観

- ウ、ILC国際推進チーム (IDT)

- ・ 2020 年に国際将来加速器委員会 (ICFA) が創設したチーム。
- ・ KEKがホスト研究所で、議長は中田達也氏 (スイス連邦工科大学ローザンヌ校)
- ・ 2021 年に ILC 準備研究所の提案書を公表。現在は、ILC 関連

技術の開発促進、国際的な議論の進展に向けた取組を実施している。

エ、Ferney-Voltaire 市

- ・ フランスの基礎自治体（コミューン）の1つ。
- ・ フランスの東端、スイスの国境と接する。ジュネーブの北西 6 ～ 7 km に位置。
- ・ 人口 10,026 人(2019 年)。1990 年 6,408 人から約 5 割増。



Ferney-Voltaire 市役所 市長によるお出迎え

(6) 主な調査内容

- ア、I L Cに関する国際協働への協力要請及び取組状況について
- イ、加速器関連研究等の最新の取組について
- ウ、最新の国際情勢等について
- エ、日本や建設候補地に求められる取組等について

4、事前学習

令和6年11月25日及び令和7年1月16日の2日間、議会棟において、訪問先に関する資料について参加議員で事前学習をした。また、令和7年1月15日の総務委員会では、公益財団法人いわて産業振興センターにおいて、ILCの実現に向けた産学官の連携の取組について調査を行った。



事前学習の様子

5, 調査結果

A、調査先別報告

(1) ドイツ電子シンクロトロン (DESY)

ア、日時等：令和7年1月28日(火)12:45～17:30、DESY内

イ、出席者

超伝導加速器首席研究員 Hans WEISE 氏

博士 Jenny LIST 氏

最高技術責任者代理 Sabine BROCK 氏

キャンパス開発プロジェクト責任者 Tobias PIEKATZ 氏

国際課国際協力担当 Jana WOLFRAM 氏

ウ、超電導空洞試験施設・AMTFホール見学

Hans WEISE 博士から加速器の構造や試験内容について説明。XFELにおける加速器の技術は、ILCに活用ができることが示唆された。



Hans WEISE 博士による説明 (DESY AMTFホール内)

エ、意見交換

(ア) Jenny LIST 博士

- I L Cに関しては非常に興味があり日本で実現してもらいたいが、政治的、予算的な問題で話が進んでおらず、可能性が薄れている印象。
- 一方、中国は話が進んでおり、現時点では日本ではなく中国に目が向いてしまうが、ドイツが中国のプロジェクトをサポートすることは難しいだろう。
- 円形と比較した場合、I L Cについては、最新技術を活用でき、同じ結果を得るために規模的に短くて済むため、コスト的にも優位性がある。
- I L C計画については十数年前から話が出ているが、日本政府から、私たちが作るので協力してほしいというオファーが今まで一度もなかった。このため、日本政府としてはサポートしているように見えない。
- 岩手でI L Cに関する活動をされていことは私たち研究者はよく分かっている。しかし、日本政府としての活動、国際的な話し合いが今の時点で見えていないので、進んでいないという印象を持つ。これは、大体どこの国でも同じ印象を持っているように思う。
- 研究者の立場としては、I L C実現のためのタイミングは時機を逸しているように思う。素粒子物理学に長年携わっている私としては、CERN以外に研究施設があるということは非常に重要。だから私としては正直な意見として、別の場所に研究所があってほしいと考える。

- (イ) キャンパス開発プロジェクト責任者 Tobias PIEKATZ 氏
- 大型研究施設を実現するために重要なことは、科学的な内容ではなく、社会に対して何ができるかということ。
 - 各分野の方々に声をかけて、研究者、産業、経済の方々がそれぞれ実現したいアイデアを集めて、まずビジョンから計画していくのが重要。



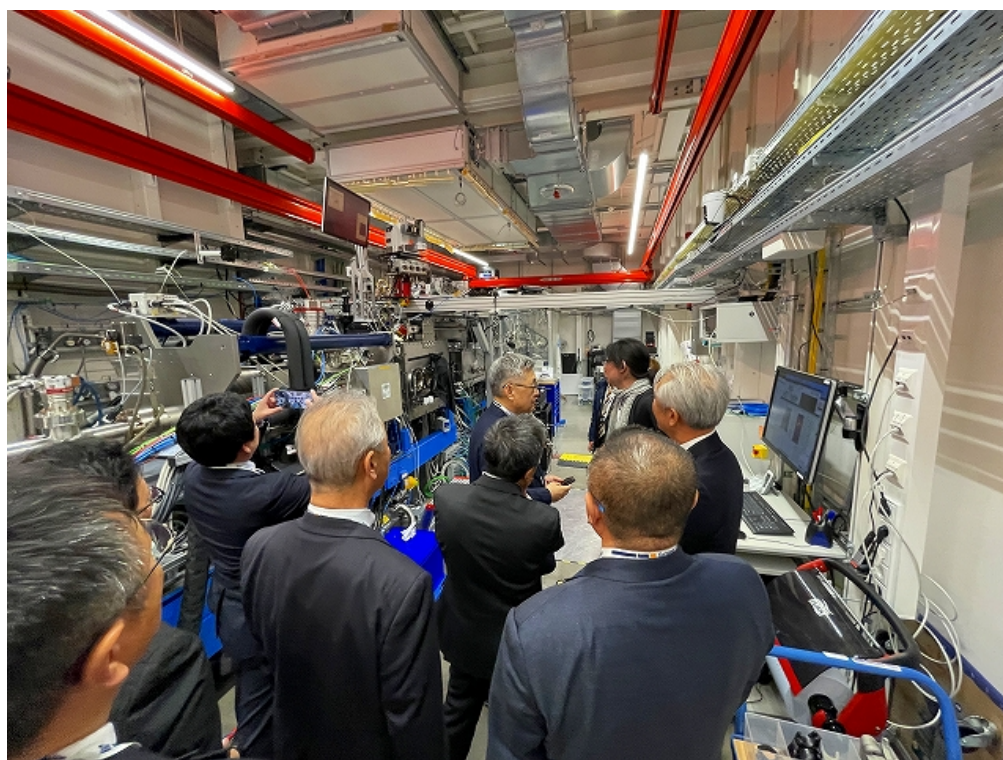
DESY関係者との意見交換（DESY内）
左から Sabine BROCK 氏、Tobias PIEKATZ 氏、Jana WOLFRAM 氏

オ、X F E L 見学

Thomas TSCHENTSCHER 科学ディレクターからの X F E L の概要等の説明後、同施設において研究を行っている Mikako MAKITA 氏、Motoaki NAKATSUTSUMI 氏の案内で地下施設を見学。



Thomas TSCHENTSCHER 科学ディレクターとの意見交換（X F E L 内）



X F E L 施設内見学

(2) 中田 I D T 議長との面会

ア、日時等：令和 7 年 1 月 29 日(水)14:30～15:30、ホテル・ノボテルジュ
ネーブセンター内会議室

イ、発言要旨（中田 I D T 議長）

- ・ ヒッグス粒子が発見された 2013 年頃は、欧州の方向性が定まっておらず、I L C に関する議論が進む可能性があった。今では欧州において F C C - e e 計画が出てきたため、その方向性が明確にならないうちに他の世界計画に対して大規模な参加ができるかできないかという話ではない、というような流れに変わってきた。
- ・ グローバルプロジェクトとして関係国の合意で進めることとしても、誰も何も言わないで自然に議論が進むものではない。誰かが音頭を取らなければならない。
- ・ C E R N は現在、次期戦略の関係で忙しい上、戦争といった社会状況が大きく影響している。このため、建設サイトは一旦保留し、できることを話し合おうという形であれば、欧州としても嫌とは言いきらないだろうと考えている。
- ・ 日本は少しでも意思表示するとやらなければならないと受け止めてしまう。最終的に日本で実現しないということになったとしても、世界的な科学計画を導く役割を果たしたことに意味があるのではないか。
- ・ 線形が円形に比べて優れている点は、最初に投資する額が円形よりも低いこと。円形の場合は最初から 100km のトンネルを掘らなければならない。一度トンネルを掘ってしまえば、次の 100 年の物理の投資を決めることとなり、コストとしてそれは高い。
- ・ これに対して直線の場合は、20～30km のトンネルで始めて、そこからエネルギーを上げていくことができる。
- ・ 日本政府が手を挙げさえすればすぐ実現するのだという誤解がある。関係国と厳しい交渉をしない限り、簡単にはいかない。
- ・ ハンブルク市は D E S Y を非常に大切にしている。同市は裕福な都市。政府に対しては、市でこれくらい出すから、国もこれくらい出しなさい、という交渉ができる。欧州と日本とでは税制が異なる。地方政府が財源を持っている。
- ・ 私は長年スイスに住んでおり税金も払っているが、州に 1 番多くの税金を払っている。次にコミューンと連邦政府が同じ割合程度。つまり、日本でいうと岩手県に一番多く支払っている。このため、地方は国に非常に強いことが言える。

- 中国の場合、政府が狙っているのは地方政府から半分以上抛出させること。地方政府に働きかけており、地方政府も「これくらい出しますよ」と興味を持っており、4～5程度の建設候補地で進めている。
- プレラボについては、合意に至るまでを含む準備のことであって、合意に至らない可能性も十分にある。関係国が協働で技術開発を行うことで、政府間の理解が深まる。関係が深まらない限りは話がスムーズに進まないため、プレラボはそういうことが始められるようなきっかけを作る期間としたのが我々の考え方だった。
- これに対して日本政府には、プレラボを作ったら、日本がやらなければならないだろうという意味で捉えられてしまった。
- CERNに行って一番感動するのは、非常に活気があること。特に食堂は若い人ばかり。しかし、大型研究所ができればすぐにそうなるかといえ、そうではない。例えば今のつくばは50年かかった。ジュネーブはもともと国際都市であったことに留意する必要がある。
- ただ、やらなければ何も起こらない。失敗してもそれだけの価値があるということをみんなで共有することが1つのステップになるのではないか。



中田 I D T 議長との意見交換

(3) Ferney-Voltaire 市への表敬訪問

ア、日時等：令和 7 年 1 月 30 日(木)11:15～12:00、同市役所内

イ、出席者：市長 Daniel RAPHOZ 氏、スタッフチーフ Eliott SAVY 氏

ウ、意見交換

- ・ CERN は独立機関であり、地域住民とどのように共生していくか。この点については、あらかじめ地域住民と話し合っておく必要がある。
- ・ CERN は工場とは異なる。工場の場合は、一度稼働すると安定しているが、CERN の場合は建設が終わり、稼働が始まってからも、加速器を停止する時期があり、それが 2～4 年続くことがある。加えて研究内容が徐々に変わっていく。このため、安定していないという点で複雑である。
- ・ 建設に当たっては、水道、環境、廃棄物などの影響があるため、地域住民に説明し、受け入れてもらわなければならない。
- ・ 教育については、英語のみの教育ということとはできない。様々な言語での教育を提供することが求められる。研究者の家族も受け入れなければならないため、そういった方々に対しての言語対応が求められる。
- ・ 利点という意味では、様々な文化との接触により、多様性によってその地元住民のものの見方が変わってきたり、研究に対する見方も変わってきたりする。ただ、時間がかかる。
- ・ 加速器については段階がいくつかあり、まずは建設、次に溶接、電気の接続、今度は研究が始まり、そしてメンテナンス、セキュリティなどがある。各段階において、地元企業が各サービスを提供することになると思われるが、準備ができていないと速やかに対応できない。
- ・ また、企業が決まったとしても、それだけの人材が揃っていないと、教育を受けて訓練を受けていないと対応できないため、そういった体制を事前に整えておく必要がある。特に、衝突点の溶接ができる人材は限られる。



Ferney-Voltaire 市長との意見交換

(4) 欧州原子核研究機構 (CERN) の訪問概要

ア、日時等：令和 7 年 1 月 30 日 (木) 14:00～17:00、CERN 内

イ、出席者：国際部門非メンバー国担当リーダー Emmanuel TSESMELIS 氏
ウ、意見交換

(ア) CERN 概要説明 (Emmanuel 氏)

- ・ 当研究所では、研究、技術革新、教育・人材育成、コラボレーションの 4 つの使命を掲げている。
- ・ 加速器、検出器、コンピューターの 3 つの分野で卓越した技術を持っており、これらの要素は最新の研究において必須である。
- ・ 2041 年まで LHC が運転し、その後の計画の検討、欧州素粒子物理戦略 2020 の更新を進めている。1 つのオプションとして、円周 100km の FCC を建設する意見が出ている。これ以外に、CLIC、CERN で ILC という話も出ている。
- ・ 欧州素粒子物理戦略の更新は 2026 年中旬を見込んでおり、とてもエキサイティングな時期を迎えている。

(イ) 質疑応答

Q：佐々木副知事

歴史的な流れについて伺う。元々、LHC、ILC、FCC という流れであったと認識しているが、LHC、FCC、CLIC という流れで、考え方に変化があったのか。

A：Emmanuel TSESMELIS 氏

欧州素粒子物理戦略については、コミュニティにおける議論によって決められる。今度、6 月にベニスで世界の研究者が集まる会議があり、欧州に限らず他の地域の国も参加して意見を出し合う。このため、次にどのような内容になるか、どのような決定が取られるかというのは、私が今この時点では言えることではない。多くの参加者が関わって決めることである。

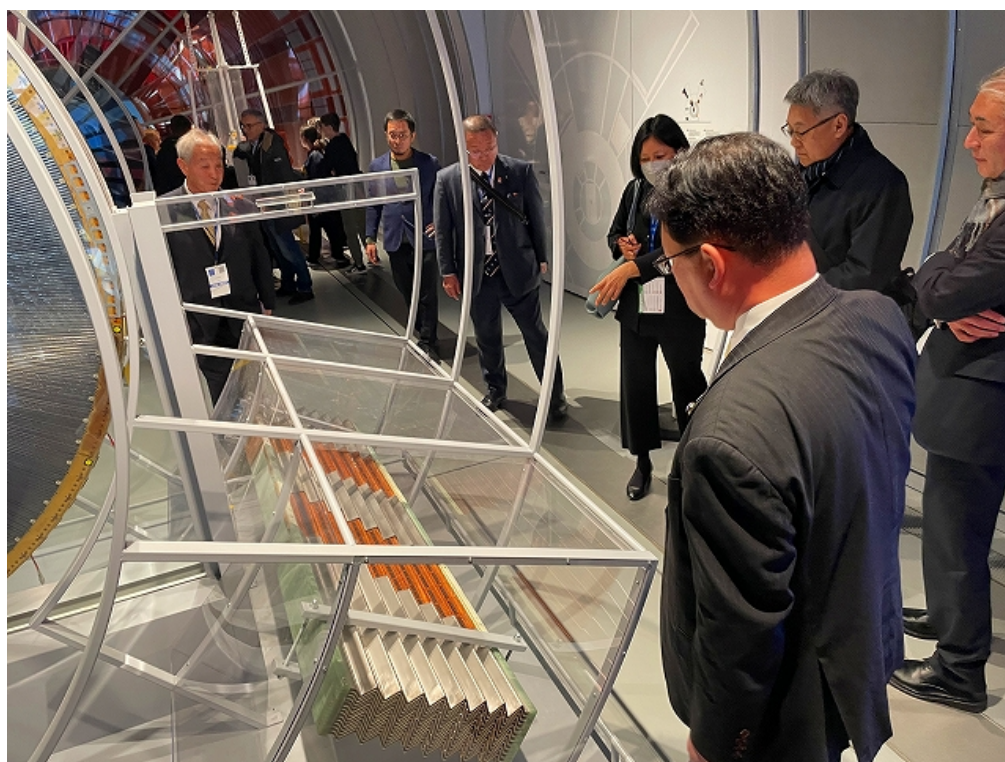
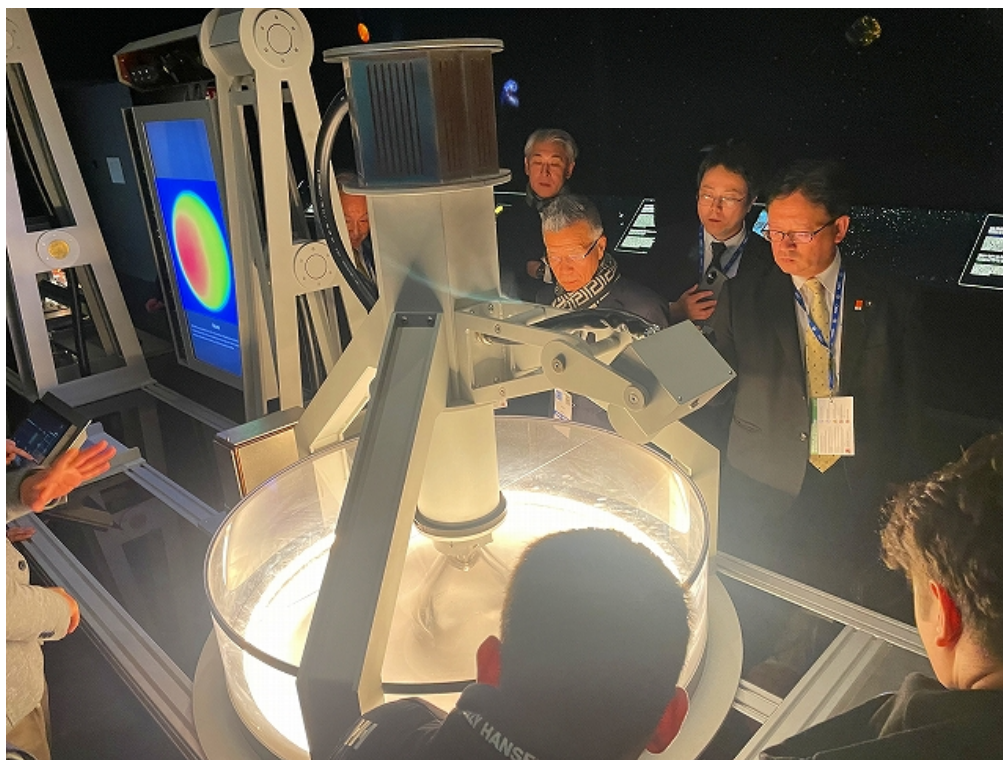
次の戦略は 2026 年に改訂される。確かに今のところ、どちらかというと FCC に傾いている印象を受けるが、他のオプションが排除されたものではない。現時点では、円形または線形のどちらかになるかはわからない。



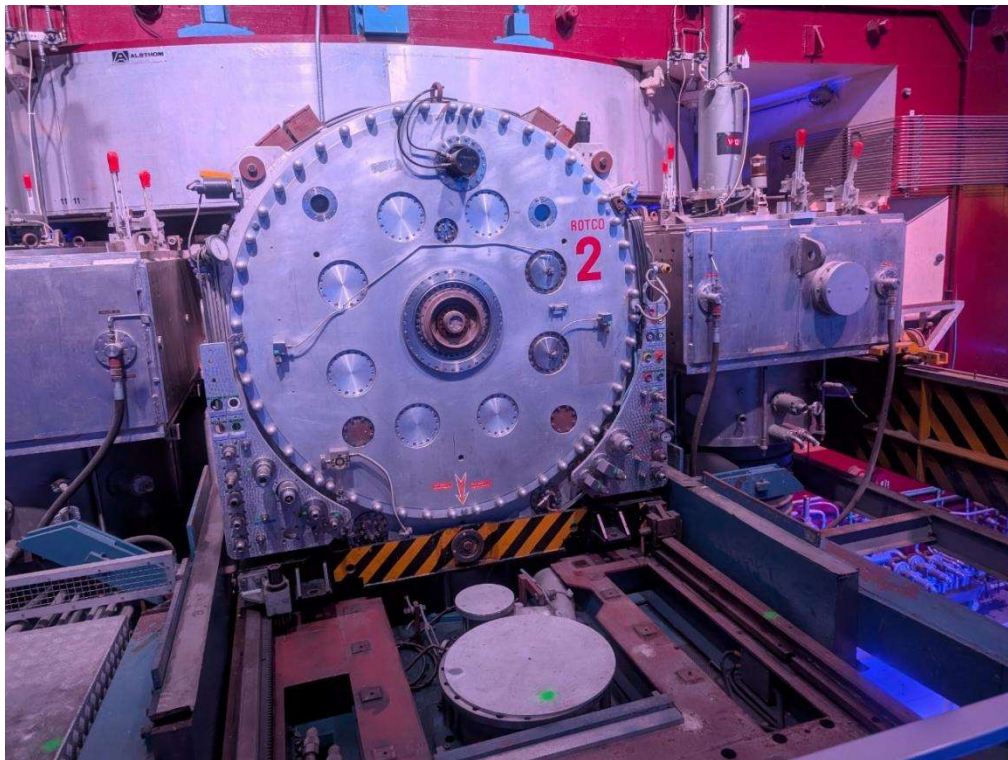
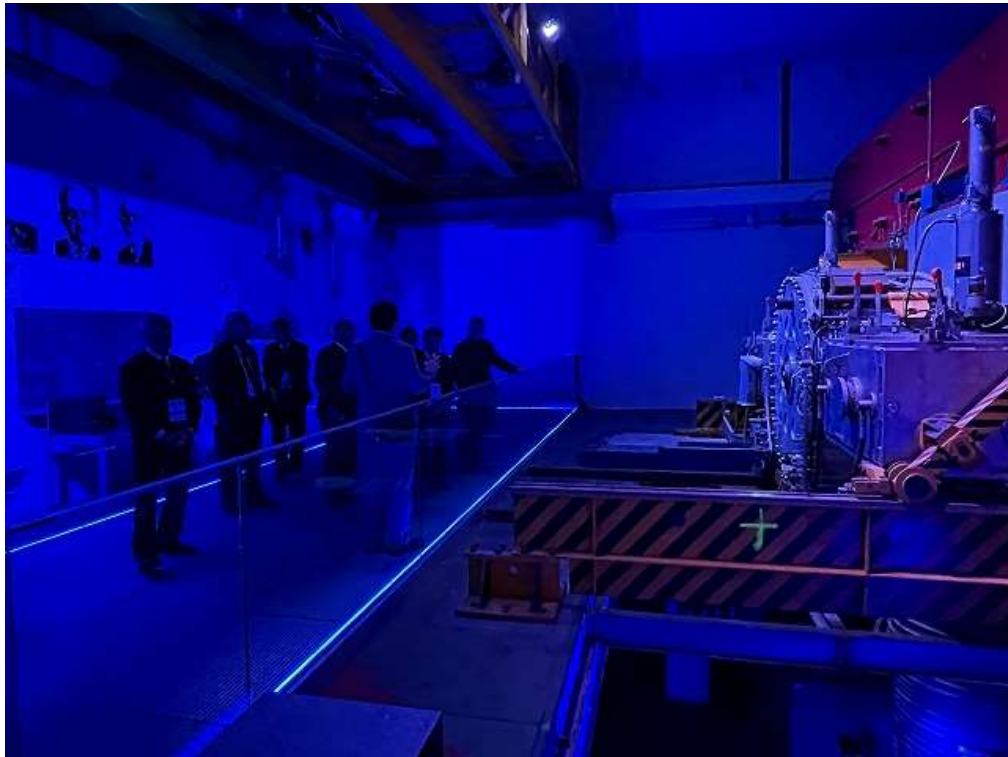
Emmanuel TSESMELIS 氏との意見交換

エ、CERN施設見学

Masao Aoki 博士、Manabu Togawa 博士の案内により、サイエンスゲートウェイ、シンクロサイクロトロン、アトラスビジターセンターを見学。加速器の解説やCERNの歴史を調査した。



サイエンスゲートウェイ見学



シンクロサイクロトロン見学
(CERN初代の加速器にプロジェクションマッピングを投影)



アトラスビジターセンター見学

B 調査内容別報告

(1) I L Cに関する国際協働への協力要請及び取組状況について

ア D E S Y, Jenny LIST 博士

- I L Cに関しては非常に興味があり日本で実現してもらいたい、政治的、予算的な問題で話が進んでおらず、可能性が薄れている印象。
- 研究者の立場としては、I L C実現のためのタイミングは時機を逸しているように思う。素粒子物理学に長年携わっている私としては、C E R N以外に研究施設があるということは非常に重要。だから私としては正直な意見として、別の場所に研究所があってほしいと考える。



Jenny LIST 博士との意見交換

イ 中田 I D T 議長

- CERNは現在、次期戦略の関係で忙しい上、戦争といった社会状況が大きく影響している。このため、建設サイトは一旦保留し、できることを話し合いましょうという形であれば、欧州としても嫌とは言いにくいだろうと考えている。



中田 I D T 議長との意見交換

(2) 加速器関連研究等の最新の取組について

ア DESY, Hans WEISE 博士

- XFELにおける加速器の技術は、ILCに活用ができることが示唆された。

イ DESY, Jenny LIST 博士

- 円形と比較した場合、ILCについては、最新技術を活用でき、同じ結果を得るために規模的に短くて済むため、コスト的にも優位性がある。

ウ I D T, 中田議長

- ・ 線形が円形に比べて優れている点は、最初に投資する額が円形よりも低いこと。円形の場合は最初から 100km のトンネルを掘らなければならない。一度トンネルを掘ってしまえば、次の 100 年の物理の投資を決めることとなり、コストとしてそれは高い。
- ・ これに対して直線の場合は、20～30km のトンネルで始めて、そこからエネルギーを上げていくことができる。



Hans WEISE 博士との意見交換

(3) 最新の国際情勢等について

ア 全体の流れ

(ア) I D T, 中田議長

- ・ ヒッグス粒子が発見された 2013 年頃は、欧州の方向性が定まっておらず、I L Cに関する議論が進む可能性があった。今では欧州において F C C-e e 計画が出てきたため、その方向性が明確にならないうちに他の世界計画に対して大規模な参加ができるかできないかという話はない、というような流れに変わってきた。

(イ) C E R N, Emmanuel 氏

- ・ 欧州素粒子物理戦略の更新は 2026 年中旬を見込んでおり、とてもエキサイティングな時期を迎えている。
- ・ 欧州素粒子物理戦略については、コミュニティにおける議論によって決められる。今度、6 月にベニスで世界の研究者が集まる会議があり、欧州に限らず他の地域の国も参加して意見を出し合う。このため、次にどのような内容になるか、どのような決定が取られるかとい

うのは、私が今この時点で言えることではない。多くの参加者が関わって決めることである。

- 次の戦略は 2026 年に改訂される。確かに今のところ、どちらかというと FCC に傾いている印象を受けるが、他のオプションが排除されたものではない。現時点では、円形または線形のどちらかになるかはわからない。

イ 欧州の動き

CERN, Emmanuel 氏

- 2041 年まで LHC を運転し、その後の計画の検討、欧州素粒子物理戦略 2020 の更新を進めている。1 つのオプションとして、円周 100km の FCC を建設する意見が出ている。これ以外に、CLIC、CERN で ILC という話も出ている。

ウ 中国の動き

(ア) DESY, Jenny LIST 博士

- 一方、中国は話が進んでおり、現時点では日本ではなく中国に目が向いてしまうが、ドイツが中国のプロジェクトをサポートすることは難しいだろう。

(イ) IDT, 中田議長

- 中国の場合、政府が狙っているのは 地方政府から半分以上拠出させる こと。地方政府に働きかけており、地方政府も「これくらい出しますよ」と興味を持っており、4～5 程度の建設候補地で進めている。



Emmanuel 博士との意見交換

ア 日本政府の評価と求められる取組み

(ア) D E S Y, Jenny LIST 博士

- ・ I L C 計画については十数年前から話が出ているが、日本政府から、私たちが作るので協力してほしいというオファーが今まで一度もなかった。このため、日本政府としてはサポートしているように見えない。

(イ) D E S Y, Tobias PIEKATZ 氏

- ・ 大型研究施設を実現するために重要なことは、科学的な内容ではなく、社会に対して何ができるかということ。
- ・ 各分野の方々に声をかけて、研究者、産業、経済の方々がそれぞれ実現したいアイデアを集めて、まずビジョンから計画していくのが重要。

(ウ) I D T, 中田議長

- ・ グローバルプロジェクトとして関係国の合意で進めることとしても、誰も何も言わないで自然に議論が進むものではない。誰かが音頭を取らなければならない。
- ・ 日本は少しでも意思表示するとやらなければならないと受け止めてしまう。最終的に日本で実現しないということになったとしても、世界的な科学計画を導く役割を果たしたことに意味があるのではないか。
- ・ プレラボについては、合意に至るまでを含む準備のことであって、合意に至らない可能性も十分にある。関係国が協働で技術開発を行うことで、政府間の理解が深まる。関係が深まらない限りは話がスムーズに進まないため、プレラボはそういうことが始められるようなきっかけを作る期間としたのが我々の考え方だった。
- ・ これに対して日本政府には、プレラボを作ったら、日本がやらなければならないだろうという意味で捉えられてしまった。
- ・ 日本政府が手を挙げさえすればすぐ実現するのだという誤解がある。関係国と厳しい交渉をしない限り、簡単にはいかない。
- ・ ただ、やらなければ何も起こらない。失敗してもそれだけの価値があるということをみんなで共有することが1つのステップになるのではないか。

イ 自治体における課題と求められる取組について

(ア) D E S Y, Jenny LIST 博士

- ・ 岩手で I L C に関する活動をされていことは私たち研究者はよく分かっている。しかし、日本政府としての活動、国際的な話し合いが今の時点で見えていないので、進んでいないという印象を持つ。これは、大体どこの国でも同じ印象を持っているように思う。

(イ) I D T, 中田議長

- ・ ハンブルク市は D E S Y を非常に大切にしている。同市は裕福な都市。政府に対しては、市でこれくらい出すから、国もこれくらい出しなさい、という交渉ができる。欧州と日本とでは税制が異なる。地方政府が財源を持っている。
- ・ 私は長年スイスに住んでおり税金も払っているが、州に 1 番多くの税金を払っている。次にコミューンと連邦政府が同じ割合程度。つまり、日本でいうと岩手県に一番多く支払っている。このため、地方は国に非常に強いことが言える。
- ・ C E R N に行って一番感動するのは、非常に活気があること。特に食堂は若い人ばかり。しかし、大型研究所ができればすぐにそうなるかといえ、そうではない。例えば今のつくばは 50 年かかった。ジュネーブはもとも国際都市であったことに留意する必要がある。

(ウ) Ferney-Voltaire 市長 Daniel RAPHOZ 氏

- ・ C E R N は独立機関であり、地域住民とどのように共生していくか。この点については、あらかじめ地域住民と話し合っておく必要がある。
- ・ C E R N は工場とは異なる。工場の場合は、一度稼働すると安定しているが、C E R N の場合は建設が終わり、稼働が始まってからも、加速器を停止する時期があり、それが 2 ～ 4 年続くことがある。加えて研究内容が徐々に変わっていく。このため、安定してないという点で複雑である。
- ・ 建設に当たっては、水道、環境、廃棄物などの影響があるため、地域住民に説明し、受け入れてもらわなければならない。
- ・ 教育については、英語のみの教育ということはできない。様々な言語での教育を提供することが求められる。研究者の家族も受け入れなければならないため、そういった方々に対しての言語対応が求められる。
- ・ 利点という意味では、様々な文化との接触により、多様性によってその地元住民のものの見方が変わってきたり、研究に対する見方も変わってきたりする。ただ、時間がかかる。
- ・ 加速器については段階がいくつかあり、まずは建設、次に溶接、電気の

接続、今度は研究が始まり、そしてメンテナンス、セキュリティなどがある。各段階において、地元企業が各サービスを提供することになると思われるが、準備ができていないと速やかに対応できない。

- ・ また、企業が決まったとしても、それだけの人材が揃っていないと、教育を受けて訓練を受けていないと対応できないため、そういった体制を事前に整えておく必要がある。特に、衝突点の溶接ができる人材は限られる。

6，所感と提言

岩手県議会副議長 飯澤 匡

この度の欧州は県が決定して以来、私の 13 年前の CERN 訪問視察のレポートや TDR（基本設計書）発表等の自身のブログ記事を読み返してみました。長い年月が流れ、いまだに実現に至っていないことに複雑な心境を禁じ得ません。

今回のメンバー編成が県行政・県議会・期成同盟会（首長、一関市と大船渡市）・推進団体が一団となって行ったことに大きな意義があります。

今後の活動を進める上で共通認識が明確な形となって図られたことは第一の成果と思います。

I L C を巡る情勢は渡欧前から容易でないことは感じていたものの、実際に欧州の研究コミュニティのメンバーから生の声を聞き、現時点での情勢が大変厳しいものであることを痛感することになりました。

しかしながら、我々が注視している欧州の素粒子物理戦略に関しては費用の調達など流動的な要素が多く、これからの日本政府の動き方次第では形成が動く可能性が残されていることも確認できました。

文科省の有識者会議による I L C プレラボ（準備研究所）の設立は時期尚早との結論が出て以来、コロナ禍も相まって国会議連の動きは低調となり、研究者コミュニティの働きかけもほぼ停止状態になったこの 3 年間の間に D E S Y や C E R N は、結論の出ないところに振り回される暇はない、自前でできることをまずは進めようという流れになったのだと思料します。

加えて、この間に I L C に関して欧州の牽引者であったリン・エバンス博士

など多くの研究者が第一線を退いたことも影響を受けています。と同時にこの渡欧を通じて、欧州から遠く離れた極東地である日本で初めての国際科学施設を創るということが、いわば地の利の不利を覆すには通常の5倍も10倍も努力が必要ではなかったかと痛感しました。

I D T中田議長が申されていた「旗振り役」の不在、すなわち石にかじりついても実現するといった我が国のリーダーがこの間不在であったことは口惜しい限りです。

帰国後、2月定例会において、I L Cについて複数の議員が取り上げました。達増知事は自身の今後の動きについて質問を受け、『周旋』という単語を初めて出し、当事者間に立って世話をすることが自分の役目と言明しました。日本にとって東北にとって岩手にとって千載一遇の機会を逃すことのないよう、知事の積極的な行動を期待せずにいられません。

ただ、残された時間を私はできる限りのことを実行する以外にないと心を固めた視察になりました。一関市の佐藤市長も逆境にあることは間違いないが絶対に実現するという気が高まったと話していたのは心強い限りです。

これから宮城県議会との共同議連を中心に政府筋に対して、特に自民党の政調でI L Cに関して取り上げることになったことを契機に効果的な要請活動を即時に進めていくことが必要と感じました。この件は帰国後に早速宮城県議会と確認しているところです。

最後に、この度の派遣にご同意頂いた議員各位をはじめすべての関係者に感謝申し上げます。



欧州の研究者コミュニティから見える ILC の現在地。とりわけ日本での建設については、表向きには遠ざかりつつあるものの、その足元をみれば決して悲観するものではないとの印象をうけた調査となった。

1 財政的課題への考察

現在の関心は、CERN で浮上する FCC-ee であることに間違いはないものの、建設には最低 2 兆 5 千億円がかかるとされている。研究者間で高まる期待とは裏腹に欧州各国では経済減速が続き、ドイツなどはすでに巨額の拠出金の支出に後ろ向きであるとされている。

今回視察した X-FEL は欧州各国が建設を支援したものだが、多くをドイツが拠出し、他の国の分担割合はそれぞれ 1~2% に止まる。そうした中、ロシアは 25% の拠出をされていて存在感を示しているが、現在の国際情勢では同程度の拠出を望むべくもない。

加えて、孤立主義を強めるトランプ大統領の登場により、今後欧州各国は安全保障の再構築が議論されており、科学分野への支出環境は厳しさを増している。

一方、我が国も経済状況は依然として厳しいものの、FCC-ee に比較すれば ILC の建設コストは 4 割程度で済むこと、早期の成果が期待されること、そして円形に比べて直線加速器は施設規模を順次拡大できることから、成果と財政出動のバランスがとりやすいことなど、優位性がみられる。これは欧州の研究者も認め、期待しているところだ。

2 研究者と日本政府のコミュニケーション

問題はこうした欧州の研究者間の認識と日本政府の間にミスマコミュニケーションがみられることだ。IDT の中田議長の発言にあるように、研究者の意図と政府の理解の間に齟齬が生じ、それが ILC 建設実現の障壁となっていると言わざるを得ない。

科学の発展は世界と未来に貢献するものだが、そのイニシアティブをどこが取るのか。まさに中田議長の発言は的を射る。

岩手の誘致活動は欧州の研究者間でも認知されていることは救いだが、今後の活動はどこに力点を置くべきなのか。

国会議員で組織された誘致議連は存在感を示せず、会長不在となって半年が過ぎようとするが再構築の動きは寡聞にして存じ上げない。

3 安全保障の観点から

ILC は国益にかなう。

科学技術立国には先端技術研究が欠かせず、次世代のキーテクノロジーの開発は日本経済の復活に欠かすことが出来ない。まさに経済安全保障であり、国際的な研究機関がアジア、とりわけ日本にあることは国際的な安全保障上も極めて重要であるから、安全保障関係費を財源に ILC 建設を進めることも検討に値する。まさに国益そのものであり、世界と未来と平和に貢献する ILC との認識を共有することは重要だ。

今後、欧州発の素粒子物理学のニュースが頻発することが予想されるが、大きな課題を抱えることを理解して対応することが必要だ。研究者の真意を政府に正しく理解するための支援や我が国に建設されることが国益となることを、財源も含めてさらに政府に対して提言していくべきだ。

4 政治決断を後押しする

すでに政治決断の時期に入っているものの、国会議員の議連の活動が停滞していることを踏まえ、各党に対してさらに働きかける必要もあり、各党の県連レベルと連携した動きもさらに必要であろう。

いずれにせよ、残された時間は多くはない。欧州が財政的課題を乗り越えて投資する可能性もある中、日本の動きを加速させることは何よりも肝要だ。世界の科学技術の進展に日本が貢献したいという意志は今でも表明できるはずである。当然、科学技術の分野には素粒子物理学も含まれ、実験施設としての ILC も検討対象になるというロジックも必要ではないか。

ILC は世界と未来に貢献する。改めてこの認識を新たにした視察である。

最後に、今回の視察調査、要望活動に対し、議員各位には御同意を頂いて参加できたことに心からの感謝を申し上げ、報告とする。



岩手県議会議員 城内愛彦

平成 6 年度海外行政視察を終えて (ILC)

日時：令和 7 年 1 月 28 日 DESY にて

- ・今回現場にて肌で感じたことは、ILC がパッケージ化されていて、学者は学者とし充実した環境が整っていて、今更の感は感じました。とはいうものの、将来に向けたビジョンは、発足より 70 年の歴史のもと、新たな可能性に移行しつつあることを感じました。

日時：令和 7 年 1 月 29 日ジュネーブにて

- ・中田 I D T 議長との意見交換の中でこのようなプロジェクトは、誰かが音頭取りをするべきだ、との指摘に、我が岩手県においては、県立大学が中心となって、若い学者を集め、常に 10 年先の事を意識しながら、研究するべきであったと感じました。セルンには、若い学者が必然的に集まり、切磋琢磨が行われている。そんな活気を感じました。
- ・次期プロジェクトについても、日本のもたつく中、欧州と、中国の動きがあるが、巨額の資金調達について、懸念があるとのことで、日本にもチャンスがあると感じました。

日時：令和 7 年 1 月 30 日セルンにて

- ・欧州素粒子物理学戦略の更新については、F C C を建設する意見の他、C L I C、I L C の話もあり 6 月にその方向性を話す会議があると言われ、そう時間があるわけではないと、感じました。

日時：令和 7 年 1 月 30 日

- ・Ferney-Voltaire への訪問

Daniel RAPHOZ 市長との意見交換について

研究者や、家族など人口は増えており、その安定したライフラインである住まいの確保、教育など市として、準備しなければならないものは多い。昼と夜の違い、研究繁忙期と、閑散期による対応、税収の確保等大変である旨の話が特筆すべき点でありました。また、納税の在り方として、国税より、市税の方が高く、よって地方の発言力が強いと聞き、今日のセルンの発展の一翼を担う、日本との違いが理解できました。

感想

これまで、岩手にあつて、岩手から世界に向けた友好的な情報発信がなされたか、反省をせざるを得ない。政治的判断ばかりに注目されたが、若い科学者や技術者を集め、宮城東北大学の放射光ナノテラスや、兵庫県のスプリングエイトのような施設を核とした、実績作りも必要だったのではと感じました。



岩手県議会議員 佐々木 朋和

所感

(1) ILC に関する国際協働への協力要請及び取組状況について

前回訪問時は、ILC 建設に向けて日本政府が意思表示することに各国研究者が期待を寄せている印象であったが、今回の訪問ではその期待がしぼんでいるように感じた。研究者コミュニティの中で、岩手県が熱心に誘致活動に取り組んでいることは承知いただいている反面、日本政府からは一度もオファーを受けていない等厳しい言葉もいただく状況であった。また、ILC については時期を逸した旨の発言もあった一方で、素粒子物理学の発展には、CERN 以外の場所に拠点ができることの重要性を語られる方もおり、ILC 建設実現には、本当に今後の活動が重要であるとの認識を得た。

そのような状況下で県庁、県議会、関係自治体、経済界からの代表でチーム編成をして要請にあたった事で、このような厳しい状況を共通認識とする事が出来た事は収穫であり、今後の要請、要望活動に活きるものと思われる。いや、活かしていかなければならない。

(2) 加速器関連研究施設などの最新の取組について

XFELにおける加速器の技術が ILC に活用出来る等、ILC 実現に向けて技術面での前進が感じられた。

また、次世代の加速器として円形、線形どちらがふさわしいかの議論については、まだ結論が出ていないが、施設スタート時、円形施設に比して線形施設の方がコスト面で優れており、現在の世界の経済状況に鑑みれば、線形施設の方がふさわしいのではないかとの意見が、複数研究者から語られた事は好材料であった。

(3) 最新の国際情勢等について

前回訪問時は、ILC 以外実現可能性のある計画が無く、研究者コミュニティのファーストチョイスとの印象を受けたが、現在は欧州において FCC-ee 計画が現実味を帯びてきており、この計画の方向性が明確にならないうちは、欧州各国、研究者が ILC に参加できるかどうかの話にはならない状況にある。どの計画に優位性があるのかの決定時期については未だ不透明であるが、2025 年 6 月のベニスでの会議、2026 年中旬の欧州素粒子物理戦略の更新の議論が重要となっている。FCC-ee 計画も日本円で 2 兆円のコストが掛かり、その 1/3 は外部から調達しなければならない困難も抱えている。

また、2027 年（令和 9 年）に開始するとされている中国の円形電子陽電子衝突型加速器（CEPC）について、欧州の研究者の一部では ILC よりも関心が高いとの評価に驚かされた。中国は潤沢な予算のあるコミュニンに働きかけて資金調達も進めている。一方で、政治的観点から欧米諸国の協力が得られるかという困難がある。

ILC には、日本が初めて臨む国際研究プロジェクトという事で、その進め方に困難が伴っている。現在の世界の情勢を見れば政治的、経済的な困難さが増しており、次世代大型加速器をどこに作るかという建設サイトの問題以前に、本当に作れるのかという次世代大型加速器建設の実現性そのものに不透明感が漂う状況であるとの感触であった。

(4) 日本政府の評価と求められる取組について

岩手県において ILC に関する活動をしていることは欧州の研究者にはよく知られている反面、日本政府としての活動については、ネガティブな印象を持たれているということを改めて突き付けられた。『日本政府から、私たちが作るのを協力してほしいというオファーが今まで一度もなかった。』『日本政府としての活動、国際的な話し合いが今の時点で見えていない。』など研究者から厳しい意見が相次いだ。

一方で、IDT 中田議長からいただいた言葉『グローバルプロジェクトとし

て関係国の合意で進めることとしても、誰も何も言わないで自然に議論が進むものではない。誰かが音頭を取らなければならない。』『最終的に日本で実現しないということになったとしても、世界的な科学計画を導く役割を果たしたことに意味があるのではないか。』に今後の日本としての取り組み方のヒントがあったように思う。

(5) 自治体における課題と求められている役割

研究施設と地域住民との共生関係を作っていかなければならない。子供たちが憧れる知の拠点が近くにあるというメリットと、建設にあたっての環境面の影響などのデメリットを深く理解し、合意形成を進めていかなければならない。研究所が来たから若者が集い経済的な発展が約束されるのではなく自治体としての努力が必要で、現時点からの努力の積み重ねが必要であるとの認識を得た。

提言

- ・ 日本政府には、建設サイトの問題は横において、世界最先端の大型加速器建設について、世界各国に必要性を説き、現在の日本の予算措置の状況も示しながら世界的研究に対して協力していく姿勢を示しつつ、国際的な議論をリードする旗振り役となるよう求めていく。
- ・ 研究者の皆さんには、線形加速器の初期コストの優位性や、日本でのプロジェクトという政治的な安定感。欧州以外に研究拠点が出来る事の意義を世界各国、研究者に説き、ILCプロジェクトが他のプロジェクトに比して、実現可能性が依然として高いことをアピールしていただく。
- ・ ILC誘致実現の機運醸成については、科学的な意義や単なる周知、アピールに留まらず、大型研究施設が出来ることによって、社会に対して何が変わるのか、出来るようになるのかという事に主眼を置いて活動を行う。
- ・ 関係自治体としては、住民に対して、研究所誘致におけるメリットとデメリットを住民に正確に伝えつつ、国際交流の機運を醸成するような事業を今の段階から行うこと。



資料 1 DESY 施設概要

1 施設概要

- (1) 概要：DESY の名称は、Deutsches Elektronen-Synchrotron の略称。素粒子物理学に関する研究や放射光を用いた研究を中心に行う研究所。1959 年設立。
- (2) 場所：ドイツのハンブルグ市。ブランデンブルク州ツォイテンにも研究所がある。
- (3) 運営
 - ① 年間予算：約 3 億 4,900 万ユーロ（1 ユーロ≒170 円換算で約 593 億円）
 - ② 職員数：約 3,000 人（うち科学者 1,300 人）
 - ③ 利用：年間約 3,000 人の研究者が利用
- (4) その他
 - ・ ILC で使用される高エネルギーの加速器を使った XFEL（X 線自由電子レーザー）施設は、ヨーロッパでは共同で DESY に建設され、2017 年からユーザー運転開始。
 - ・ 1980 年代に電子・陽子衝突型加速器 HERA（Hadron-Electron Ring Accelerator）を作る際には、建設費用の約半分を外国の研究所が負担した。その方式は、国際協力の HERA 方式と呼ばれ、中規模な国際協力の事例となっている。

2 XFEL（X-ray Free Electron Laser）

自由電子 X 線レーザー装置 XFEL は自己増幅即時放射原理に基づき、電子線形加速器からのビームを用いてレーザー発振します。

装置の全長	約 3.3km
加速器トンネルの全長	約 2 km
トンネルの深さ	地下 6 - 15m
実験ホール（地下）	5 本のレーザービーム、10 カ所の測定ステーション、4,500 m ²
X 線の波長	6 - 0.085 ナノメートル（1 ナノメートル：1 千万分の 1cm）
電子ビームエネルギー	100 - 200 億電子ボルト
レーザーパルスの最短放射時間	100 フェムト秒（10 兆分の 1 秒）以下
建設・運営費	9 億 800 万ユーロ（1 ユーロ≒170 円換算で約 1,543 億円）。これには建設費、人件費および物価上昇分を含む。研究所のおかれるドイツの負担は約 6 割、残りはヨーロッパ参加各国の負担

<参考：DESY 公式HP>



ハンブルク地域は、最上級の研究施設を誇っています:ヨーロッパの XFEL は、毎秒 27,000 回の超短 X 線フラッシュを生成し、従来の最高の X 線放射源の 10 億倍の輝きを放ちます。この施設は、科学者や産業界のユーザーに全く新しい研究の機会を提供します。DESY は主要株主として、X 線レーザーの運用において大きな役割を果たしています。

ほんの一瞬で起こる化学反応の動画。すべての原子が見えるタンパク質の画像。最も小さな詳細を示すナノマテリアルの写真。または、巨大な惑星や星の内部の物質の状態への洞察-ヨーロッパの XFEL X 線レーザーはそのような実験を可能にします。

主要な国際プロジェクト

地下トンネルに設置されるヨーロッパの XFEL は、ハンブルクの DESY サイトから、大きな実験ホールを備えた研究キャンパスがあるドイツ連邦州シュレスヴィヒホルシュタイン州のシェーネフェルトの町まで、3 km 以上の長さがあります。この 10 億ユーロのプロジェクトは、別の会社である European XFEL GmbH が設立された国際的な共同事業です。ドイツのほかに、11 カ国が関与しています。

主要株主である DESY は、施設の運営について European XFEL と緊密に協力しています。とりわけ、DESY とその国際的なパートナーは、X 線レーザーの心臓部である電子源を含む全長 1.7km の超伝導加速器を構築し、現在 DESY も運用しています。この加速器は、DESY とそのパートナーが TESLA Technology Collaboration 内で開発した超伝導 TESLA 技術に基づいています。2005 年以来、DESY は、同じ技術に基づくヨーロッパの XFEL の全長 300 メートルのプロトタイプである自由電子レーザーFLASH を運用しています。

未来の光源

ヨーロッパの XFEL の加速器は、電子をほぼ光速まで運び、長いアンジュレータを介して送ります。これらの特殊な磁石は、電子をスラローム軌道に押し込み、粒子が非常に短く強力な X 線フラッシュを放出します。蓄積リングで生成される X 線パルスとは異なり、これらのフラッシュに

はレーザー特性があり、ホログラムの記録など、特定の実験が最初に可能になります。

日本とアメリカにも同じようなサイズの X 線レーザーがあります。ヨーロッパの XFEL は、超伝導加速器を備えたこれらの施設の最初のものでした。それまで、X 線レーザーは 1 秒間に比較的少ない閃光しか発生できませんでした。一方、ヨーロッパの XFEL は毎秒 27,000 回のフラッシュを生成し、さまざまな実験で決定的な利点を提供します。

小宇宙へのユニークな洞察

さまざまな分野の科学者が新しいスーパーレーザーの恩恵を受けています:生物学者は、細胞成分、個々のタンパク質分子、ウイルスの詳細な画像を取得します。その結果は、病気との闘いや新薬の開発に役立ちます。化学者は反応を撮影し、個々の原子が互いにどのように反応するかをスローモーションで観察できます。このようにして得られた知識は、例えば、産業的に関連性のある触媒の最適化に役立ちます。

物理学者や材料科学者は、ナノマテリアルの正確な構造を研究しています。このような材料は、より効果的な太陽電池、燃料電池、データストレージシステムの開発において重要な役割を果たします。天体物理学者は、非常に高温で圧縮された材料サンプルを分析します。これらは、星や惑星の内部に関する洞察を提供し、核融合プロセスが新しいエネルギー源としてどの程度適しているかを明らかにするのに役立ちます。

3 X線自由電子レーザー施設「SACLA」(文部科学省HP)

X線自由電子レーザー施設「SACLA」は、太陽の100億倍の明るさであるSPring-8の光の、更に10億倍という非常に明るい「X線自由電子レーザー」を発生させて、それを使って物質の極めて速い動きや変化の仕組みを原子レベルで解明する世界最高性能の研究施設です。

SACLAは兵庫県・播磨科学公園都市にあり、SPring-8と並んで設置された全長700mの施設です。第3期科学技術基本計画において国家基幹技術と指定され、日本中の多くの研究機関や民間企業の広範な産業技術を集結し建設・開発が進み、平成23年に完成しました。運転は、施設の所有者である国立研究開発法人理化学研究所(理研)と利用者への様々な支援を担当する公益財団法人高輝度光科学研究センター(JASRI)により行われています。(平成29年7月現在)



SACLAが登場した当初、「X線自由電子レーザー」は人類にとって全く新しい量子ビームでした。しかし、毎年多くの研究者らに利用されるにつけ、SACLAは様々な分野において新たな知見をもたらしています。また、その有用性から利用機会の拡大や更なる高度化を望む声も大きく、それに応えるため、ビームラインの高度化や利用制度の充実など、SACLA自身の進化も進んでいます。

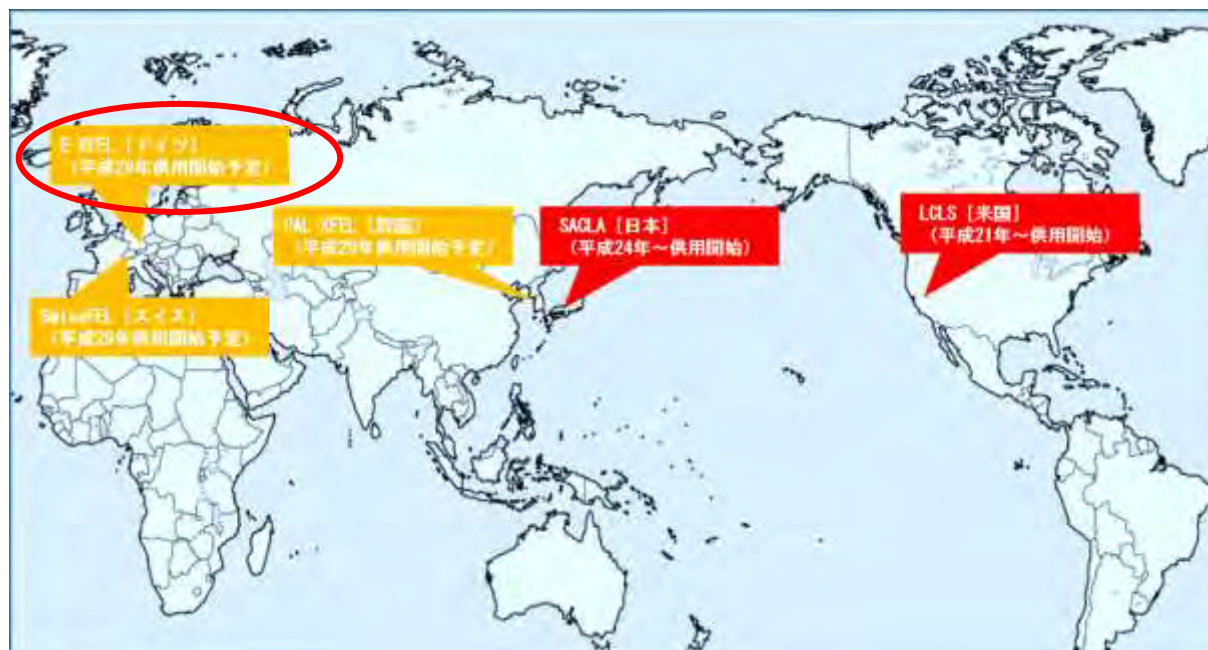
SACLAの装置の構成。電子ビームを発生させる電子銃。発生した電子ビームのエネルギーを高める加速器。その電子ビームから波長の短い強力な光をつくるアンジュレータ。これらにより、X線自由電子レーザーが誕生します。

図：SACLAの装置の構成(提供：理研)



世界では、稼働中の X 線自由電子レーザー施設は、SACLA と米国の LCLS の 2 つのみです。(平成 29 年 7 月現在)

しかし、その重要性はすでに知られており、欧州・スイス・韓国でも施設の建設や試運転が進められています。このような中、SACLA はたくさんの高い技術力がつまった最もコンパクトな施設であり、性能や運営効率の良さが認められ、新たな科学を切り拓く代表施設として、世界を先導しています。



4 HERA (KEK公式HP)

眠りについた女神 2007. 7. 19

ドイツ・ハンブルグにある DESY 研究所の HERA (へら) 加速器が 6 月 30 日午後 23 時半 (ヨーロッパ夏時間)、運転を終了しました。ギリシャ神話の女神ヘラにちなんで名付けられた加速器の 15 年と 1 ヶ月にわたる歴史と運転終了の様子についてご紹介しましょう。

電子で陽子をさぐる 20 年計画

ドイツ電子シンクロトロン (DESY) 研究所はドイツ第一の港湾都市ハンブルクの郊外に 1959 年に設立されました。HERA は世界で唯一の電子と陽子の衝突型加速器です。周囲約 6.3km のほぼ円形の加速器で、下図のように研究所の敷地をはみ出て人家や公園の地下を通っています。HERA は、非常に高エネルギーで電子を陽子に衝突させることができる、いわば世界一巨大な電子顕微鏡で、陽子の大きさの約千分の 1 までの構造を電子で調べることができます。陽子の中にあるクォークやグルーオンの振舞いを精密に調べる実験など、HERA での研究については以前の記事でもご紹介しました。

HERA での衝突実験には、H1 (エイチワン) と ZEUS (ゼウス) という 2 つの国際実験があります。日本のグループは 1987 年から ZEUS 実験に参加して測定器設計・製作にかかりましたので、そこから数えると 20 年になります。

HERA の終了に先立ち、DESY 研究所は 5 月 27 日と 28 日に記念式典を行いました。世界中から 1500 人を超える研究者が集まり、日本からは ZEUS グループの現旧メンバーに加えて鈴木厚人 KEK 機構長も出席しました。式典では HERA での成果についての講演や、建設当時の話、各実験の思い出の講演などがあり、最後は DESY の職員たちによるパフォーマンスが披露される楽しい式典となりました。



初めての大規模国際プロジェクト

ドイツ政府は 1984 年に HERA 加速器を作ることを決めましたが、その際に外国からの寄与を求めました。DESY は各国の研究所や大学と連絡を取り、最終的には 12 カ国から全建設に係る経費約 7 億ユーロの 20%以上を集めました。その方法は様々で、加速器の構成部品の製作を担当して提供することが中心ですが、加速器研究者や建設作業員を派遣するなどの寄与もありました。イタリアは HERA の陽子加速器に使う偏向超伝導電磁石 422 台のうちの半数を拠出しました。DESY は研究者をイタリアに長期派遣して、すべての磁石が同等な性能になるように配慮しました。この磁石を作ったイタリアの企業は、その後、超伝導で世界有数の企業に成長しましたので、協力

する側の国にも結果的に大きなメリットがあったと思います。

KEK は当時トリスタンという電子・陽電子の衝突加速器を建設中だったので、DESY からの建設費への協力依頼はありませんでした。それでも実験をするに当たっては私たち日本のグループも参加できたわけで、これは高エネルギー物理の国際協力の非常に素晴らしい点だと思います。

HERA 建設の国際協力は、

(1) 国同士の取り決めでなく研究所同士の取り決めで、

(2) 資金を集めるのではなく物的あるいは人的貢献で進める

というユニークなもので、「HERA 方式」と呼ばれてその後の国際協力の考え方の 1 つのモデルとなりました。

15 年間の加速器運転を終了

式典の次の日がいよいよ HERA 運転最後の日となりました。ZEUS 実験は最後のシフトを「卒業生」も含めて全員で取ることにし、地下の実験ホールへの入口前の地上でパーティを開きながら 400 人以上で HERA の最終運転を見守りました。予定では 23 時終了でしたが HERA の都合で少し延長し、そのため東京大学大学院生の清水さんが最後のシフトを 30 分だけとるという榮譽を得ました。陽子ビームを止めて加速器の運転が終わると、ZEUS のメンバーが皆で実験ホールに入り、それぞれが担当していた部分の測定器の電源を切って実験を完了しました。名残を惜しむパーティは夜が明けるまで続けました。

1 つの測定装置を 15 年間大きな改造をせずに動かし続けるというのは、時間がかかる高エネルギー実験の中でも最長記録と思われます。大きなトラブルもなく進められたのは、もちろん最初のデザインが良かったからですが、それに加えて長期に運転維持してきたスタッフや大学院生の力と、その派遣を可能にしてきた各国の研究機関や研究者の長期のサポートがあつてのことです。

HERA の運転終了に伴い ZEUS 測定器もこれから 1 年をかけて解体します。しかしこれで実験が終わったわけではなく、これからの数年はこれまで収集したデータの解析が続きます。その成果については、後日、この News@KEK でもご紹介いたします。

ニュース

DESY研究センターからのお知らせ

2011/03/22

戻る

サクレイ社から最初の加速器モジュールがAMTFに到着

先週の木曜日、サクレイで組み立てられたヨーロッパ初のXFEL加速器モジュールがDESYで引き渡され、AMTFホールで荷降ろしされました。「加速器モジュール試験施設」では、後の連続生産のすべてのキャビティと加速器モジュールを、欧州のXFELトンネルに設置する前に、運転条件下で試験します。



PXFEL2_1モジュールはAMTFホールクレーンでアンロードされます...

モジュールPXFEL2_1は、将来の連続生産のためのプロトタイプモジュールです。昨年の夏、DESYでの組み立てとテストの後、完全なモジュールは、2012年からすべてのヨーロッパのXFEL加速器モジュールがマウントされる場所であるフランスのCEA-Saclayに輸送されました。サクレイでは、プロトタイプモジュールPXFEL2が分解され、8つの超伝導キャビティのチェーンを除いて完全に再組み立てされました。目的は、サクレイの組立ラインのテストと、組立スタッフの訓練でした。サクレイとDESYのスタッフメンバーの混合チームによる再組み立ての後、モジュールはPXFEL2_1と名付けられました。

DESYに戻ると、約7.5トン、長さ約12メートルのモジュールがAMTFホールクレーンでトラックから降ろされました。これは、将来のシリーズモジュールに提供されるコンポーネントと施設を使用して、実際の条件下で荷降ろしが行われたのはこれが初めてでした。

PXFEL2_1は、3つのローラーベアリングの最初のローラーベアリングに配置され、後でレール上のモジュールをテストベンチに輸送します。ロシアのBudker研究所がジャストインタイムで設置したローラーベアリングとテストベンチのレールシステムは、現在、負荷試験に提出され、校正されています。次のステップは、CMTB(Cryo Module Test Bench)でパイロットモジュールの技術的特徴をテストすることですが、AMTHホールでの加速器モジュールの連続テスト用のコンポーネントの組み立ては計画どおりに進行しています。



...テストスタンドのローラーベアリングに取り付けられています。

資料2 I D T 概要

1 概要

- ・ 2020 年に国際将来加速器委員会（ICFA）が創設したチーム。
- ・ KEK がホスト研究所で、議長は中田達也氏（スイス連邦工科大学ローザンヌ校）
- ・ 2021 年に ILC 準備研究所の提案書を公表。現在は、ILC 関連技術の開発促進、国際的な議論の進展に向けた取組を実施している。

2 メンバー等（KEK 公式 HP 2020.9）

次世代の大型粒子加速器「国際リニアコライダー」の実現に向けて、計画を主導する「ILC 国際推進チーム（ILC-IDT）」が新たに立ち上がり、本日、国際将来加速器委員会（ICFA）がその構成メンバーを発表しました。

8 月 2 日、ICFA は、ILC 計画の準備段階への第一歩として、日本の ILC プレラボ（Pre-Lab: 準備研究所）に向けた準備を任務とする ILC-IDT の設立を承認しました。ICFA は、その議長に中田達也氏（EPFL: スイス工科大学ローザンヌ校）を指名しました。中田氏は、リニアコライダー国際推進委員会（LCB: Linear Collider Board）の前議長。LCB は ICFA の下部組織で、電子・陽電子衝突型加速器と測定器の建設を、国際協力プロジェクトとして推進する任務を負っていました。

KEK がホスト研究所となる ILC 国際推進チームは、執行部（Executive Board: EB）及び3つの作業部会（WG1, WG2, WG3）で構成されます。執行部は、議長1名、ILC に向けた取り組みに貢献をしている3地域（米州・アジア太平洋州・欧州）の各代表者3名、職務上（ex-officio）のメンバー3名（KEK リエゾン並びに WG2 及び WG3 の部会長。WG1 部会長は EB 議長が兼任）です。

構成メンバーは以下の通りです：

執行部（EB）議長及び作業部会 1（WG1）部会長 中田達也（スイス連邦工科大学ローザンヌ校）

各地域代表

欧州 スタイナー・スタプネス（欧州合同原子核研究機関）

米州 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）

アジア太平洋州 ジェフリー・テイラー（メルボルン大学）

作業部会 2（WG2）部会長 道園真一郎（高エネルギー加速器研究機構）

作業部会 3（WG3）部会長 村山斉（カリフォルニア大学バークレー校 及び 東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構）

KEK リエゾン 岡田安弘（高エネルギー加速器研究機構）

同チームは活動を既に開始しており、2021 年末までに任務を完了することが想定されています。

3 ILC 準備研究所の提案書（2021 年 6 月 ILC ニュースライン、中田達也 IDT 議長）

2020 年 8 月、「ILC 準備研究所（プレラボ）」の設立準備を進める組織である「ILC 国際推進チーム（IDT）」が、国際将来加速器委員会(ICFA)によって設立されました。プレラボは、国際リニアコライダー(ILC)建設開始に向け、必要となる技術開発とエンジニアリングを完了することを目的とする組織です。ILC の設立準備を進める時期には、関係国の政府当局間において、ILC 施設の建設と運用の費用と責任の分担、および ILC 研究所の組織構造と運営について合意を結ぶことも期待されています。

このほど、IDT は ILC 準備研究所の提案書を完了しました。これは IDT 設立後 10 ヶ月で初となる、主要なマイルストーンの達成となります。この提案書は、プレラボの組織的枠組み、実装モデル、および作業計画の概要を示すものです。提案書の完成には、3 つのワーキンググループが主要な役割を果たし、多くの人々からの貢献がありました。ワーキンググループ 1 は、任務、ガバナンスモデル、組織構造、およびプレラボ立ち上げの手順を担当しました。ワーキンググループ 2 は、ILC 加速器およびサイト建設に必要な技術開発および工学準備作業を特定しました。ワーキンググループ 3 は、研究意欲を駆り立てる ILC 物理プログラムを開発するための戦略について議論しました。執行委員会では、それらの文書を取りまとめ、編集を行いました。この提案書作成の課程で、参加者数がどんどん増えていき、非常に心強く感じました。

これから IDT の活動は、この提案書に記載した方向性に沿って、プレラボを設立するための各ステップを実現する、という次のフェーズへと入ります。加速器の技術開発および工学準備作業については、計画をさらに練り上げるとともに、これらの活動に関心と専門知識を持つ研究者や研究所を特定する必要があります。実験コミュニティには、ILC で行う物理研究の可能性をさらに探求し、実験の具体的な設計をまとめ上げるための動機づけとサポートが必要です。プレラボの開始プロセスに関する議論は、主要なラボ間で開始される必要があります。

同様に重要なファクターは、プレラボの設立を達成するためには、どのようなプロセスが必要なのかを理解することです。プレラボの活動は、実際の ILC とは異なり、政府当局が直接関与するのではなく、研究所のレベルで推進されます。ただし、ILC に関心を持つ研究所の経営陣がプレラボ活動の責任分担について本格的に議論するためには、ILC のホストとプレラボの支援への関心を示唆するような、日本政府からの何らかのシグナルが必要でしょう。並行して、我々は ILC に対する世界からのより多くのサポートを得るために、さらに努力します。

今後もプレラボの早期実現に向けて全力で取り組んでまいります。エキサイティングな時間は我々の目の前です。

4 ILC 国際推進チームが挑む新たなタスク（2022 年 8 月 ILC ニュースライン、中田達也 IDT 議長）

2020 年 8 月に国際将来加速器委員会（ICFA）が創設した ILC 国際推進チーム（IDT）はこれまで、ILC 準備研究所（Pre-lab）設置にむけた提案書の作成、将来の ILC のさまざまな可能性を議論する国際会議（ILCX2021）の開催、加速器、物理・測定器のワーキンググループの定例会議等の活動を行ってきました。

この間、文部科学省は、ILC に関して、本体への国際的な貢献の見通しが立たなければ、準備研究所の設置を支持できないという立場を表明しました。また、今年 2 月に発表された ILC 有識者会議の報告書でも、ILC のプロジェクトの状況や必要なコストを勘案すると、準備研究所に向けてプロジェクトを進めるのは時期尚早との結論が出されています。有識者会議は一方で、加速器の研究開発を継続し、この分野の国際的な進展状況を踏まえ、国際的な文脈で ILC のロードマップを見直すことを提言しています。

2022 年 3 月に開催された直近の ICFA の会合では、現在の ILC をめぐる状況を幅広く検討した結果「ICFA は、国際推進チーム (IDT) の枠組みで、日本で ILC をさらに進展させ実現させることを目指したグローバルな研究者コミュニティの活動の調整に、来年にかけて引き続き取り組む」との決定が下されました。この声明を受けて、IDT は新たな段階に入ることとなり、以下にあげる 2 つの主要タスクに取り組んでいきます。

第 1 のタスクは、新たな枠組みとなる「ILC テクノロジー・ネットワーク」を立ち上げ、工学設計に向けて選定された ILC 関連技術の開発を促進するとともに、加速器の多角的応用の可能性の検討を行うことです。このタスクについては、ワーキンググループ 2 が作業プログラムを策定しました。このプログラムは、ILC 準備研究所提案書に記載されたワークパッケージに基づき、技術的に重要な項目、および開発に時間を要する項目に重点を置いたものとなっています。この「ILC テクノロジー・ネットワーク」は、KEK と世界の関連研究所間の協力協定に基づいて構築することを想定しています。KEK は文部科学省に対して、2023 年度から、その実施のために財政的支援をかなりの程度増やしてほしいと求めています。IDT は現在、作業プログラムの各項目と、世界の研究所の関心や専門性をマッチングさせることで、共同研究協定の締結が円滑に進むようサポートを行なっています。実作業は協定の枠組みで行われますが、「ILC テクノロジー・ネットワーク」の中心的な調整は IDT が行うことになります。

二つ目のタスクは、国際的な議論の進展に向けた働きかけを行うことです。IDT は、ILC プロジェクトへの国際貢献の見通しが立っていないという現状は「国際プロジェクトをどのように進めるべきか」という課題に関して、パートナー候補間の認識が相違していることに起因していると考えています。ここで注目すべきことは、これまでの大規模な加速器インフラはどれも、グローバルなプロジェクトで建設されたものではない、ということです。ILC が、最初から国際プロジェクトとしての推進を目指した、初のプロジェクトなのです。IDT は、パートナー間の認識の違いに対処するため、国際有識者会議を設置しました。このパネルは、政府当局やコミュニティと密接な関係を持つ、世界のシニア研究者で構成されており、最初のステップとして、ILC やその他のプロジェクトにも適用可能な、国際加速器プロジェクトの全体的なプロセスに関する議論を行います。議論の結論は、拡大会議を行ない、政府当局と共有することを計画しています。

国際加速器プロジェクトの設立プロセスに関する共通の理解が得られた後に、パネルは、そのプロセスを ILC に適用するための議論に進むことを考えています。IDT では、この作業を通じて、ILC に関する政府間の建設的な議論が展開されることを期待しています。

ILC の物理と測定器に関する活動に関しては、引き続きワーキンググループ 3 がサポートし、共通の関心を持つ研究所や大学グループの協力を促進していく予定です。ICFA は来春までの、2 つのタスクの明確な進展を期待しています。IDT および国際コミュニティは、ILC-Japan や KEK と協力のもと、このミッション完遂に向けてより一層の努力をして参る所存です。これからの 1 年もまた、忙しくエキサイティングな年になることでしょう。

資料3 CERN施設概要

1 概要

CERNの名称は、Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire の略称。
素粒子の基本法則や現象を加速器を用いて探究する研究所。1954 年設立。

2 場所

ジュネーブ郊外のスイスとフランスの国境にまたがる。

3 運営

(1) 年間予算：1,408MCHF（1CHF≒175 円換算で約 2,464 億円）（2024 年）

(2) 職員数：2,666 人（2023 年）

(3) 加盟国（24 カ国）

オーストリア、ベルギー、ブルガリア、チェコ、デンマーク、エストニア、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、ハンガリー、イスラエル、イタリア、オランダ、ノルウェー、ポーランド、ポルトガル、ルーマニア、セルビア、スロバキア、スペイン、スウェーデン、スイス、イギリス

(4) オブザーバー国：日本、米国、EU、UNESCO

(5) 利用：年間 12,000 人以上（2023 年）の研究者が利用

4 その他

現在、LHCの高輝度化アップグレードが進められており、KEKがその建設に貢献している。

LHC加速器

LHC 加速器 (Large Hadron Collider) はヨーロッパ核研究機構 (CERN, セルン研究所) により建設され、2009 年より物理運転を開始した世界最大のハドロン衝突型加速器です。LHC 加速器の円周の長さは、27 km にもおよび、これはおよそ山手線1周分に相当します。LHC 加速器はフランスとスイスの国境をまたぎ、地下約 100 m の位置に、以下の施設が設置されています：



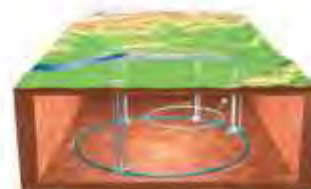
- 1) 加速された軌道を保つための超伝導マグネット。
- 2) 粒子を素直に加速させる加速空洞。
- 3) 6つの実験施設



6つの実験施設とは、ALICE実験、CMS実験、ATLAS実験、LHCb実験、LHC実験、TOTEM実験です。

LHC加速器に使われている超伝導二重巻マグネットは、長さ15 mで、全部で1232本あり、磁場は8T (テスラ) です。これらのマグネットは、時計回りと反時計回りのLHCリングを構成し、これによって加速された粒子が、上記の6つの実験ポイントで衝突するように設計されています。

LHCの各実験グループでは、それぞれ狙っている物理が異なります。例えば、ATLAS実験やCMS実験では、LHCでの高エネルギー陽子・陽子衝突に着目し、衝突によって発生する粒子を解析することにより、物質の微細な性質や未知の粒子の発見や、標準模型^{*}を超える新しい物理の探索などを目標としています。一方、ALICE実験は、陽子の約200倍以上の質量を持つ鉛の陽子核同士を高エネルギーで加速・衝突させ、温度にして4兆度以上という、人類が生成できる最も高温の状態を生成します。それによってビッグバン直後に存在したとされる宇宙のひとつの形態、クォーク・グルーオンプラズマに着目した実験です。



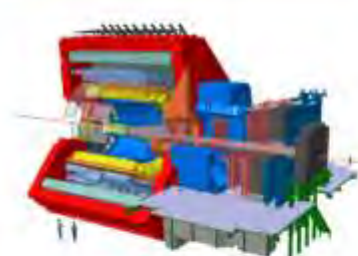
LHC 加速器は2009年に、陽子・陽子衝突900 GeVで、物理運転を開始しました。その後2010年には、陽子・陽子衝突7 TeV (7000 GeV)、同年11月には鉛-鉛原子核衝突 (2.76 TeV (核子当り)) に成功しました。2011年には陽子陽子・陽子衝突7 TeV、2.76 TeVと鉛-鉛衝突2.76 TeVの実験が行われました。2012年は陽子陽子・陽子衝突6 TeVと、秋には陽子と鉛原子核衝突 (p-Pb) 4.4 TeVの実験が予定されています。

LHC 加速器は、2012年11月から2014年9月まで、LHC加速器のビームエネルギーとビーム強度 (ルミノシティ) 増強のため、長期シャットダウン期間に入ります (2012年6月現在)。LHC 加速器のアップグレード後は、本来の性能である陽子・陽子14 TeV (ビーム強度 $L = 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$)、鉛-鉛5.5 TeV ($L = 10^{27} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) での物理実験が予定されています。

^{*} Note 1: 1/陽子の長さ: 7.5 fm in space.

^{*} Note 2: 25 ns in time $\rightarrow$ 40 MHz, 1 full round $\sim$ 89 microsecond $\rightarrow$ 3,564 bunches

ALICE実験概要



LHC-ALICE 実験は、スイス・ジュネーブ近郊のヨーロッパ核研究機構（CERN、セリン研究所）にある世界最大のハドロン衝突型加速器 LHC (Large Hadron Collider) を用いて重イオンを加速、衝突させ、ビッグバン直後の宇宙初期に存在していたとされる物質相『クォーク・グルーオンプラズマ (QGP) 』を生成し、その性質の解明を目的としている実験です。ALICE の名前の由来は、"A Large Ion Collider Experiment" です。その名の通り、LHC 実験の中で唯一重エネルギー重イオン衝突に特化した実験チームです。

ALICE 実験は41ヶ国、159研究機関、1600名の研究者（2016年3月現在）からなる大型国際共同実験*です。日本からは広島大学、東京大学、筑波大学、長崎総合科学大学、奈良女子大学、が正規メンバーとして、また理化学研究所と日本原子力研究開発機構が準正規メンバーとして ALICE 実験に参加しています。

※ ALICE 実験についてのビデオによる紹介： [Flying over ALICE \(on YouTube\)](#)

※ リンク： <http://aliceinfo.cern.ch/Public/en/Chapter3/Chapter3Collaboration-en.html>

2009年より LHC加速器が稼動し、ALICE 実験は陽子-陽子衝突 (900 GeV、GeV 単電子ボルト 10^9 eV) の最初の物理データを収集しました。翌2010年、2011年にはそれぞれ、核子当たりの中心衝突系エネルギー 2.76 TeV (TeV、テラ電子ボルト 10^{12} eV)での鉛-鉛原子核衝突に成功しました。その後 ALICE 実験では、LHCエネルギーで生成された高速物質に関する研究結果を次々に発表しています。今後は、さらに新しいデータの蓄積とデータ解析により、QGP の性質解明がさらに進み、宇宙初期の状態や高温極限での物質の性質が明らかになることが期待されています。





LHC高輝度化アップグレード超伝導磁石『D1』実証機の励磁試験の成功

2022-03-01

ヒッグス粒子の発見（2013年ノーベル物理学賞）で知られる欧州原子核研究機構(CERN)のLHC加速器では、今後もさらに新物理の探索を進めるためのLHC高輝度化アップグレード(HL-LHC)計画が進められています。HL-LHC計画には、世界中の大学・研究所が参加していて、KEKもその中の一つです。以前このハイライト（[大口径超伝導双極磁石によるLHC高輝度化アップグレードへの国際貢献](#)）でもご紹介したように、超伝導低温工学センターを中心としてHL-LHC向け超伝導磁石D1の開発を行ってきました。図1に磁石と超伝導コイルの断面模式図を示します。設計や製作方法を検証するための2m長モデル磁石開発の成功を経て、2020年から実機と同じ7m長の実証機MBXFP1の製作を進めてきました。そして2021年6月に1.9 Kにおける冷却励磁試験がいよいよ始まりしました（図2）。ここまでの経緯は、以下の紹介記事に詳細を報告しています（[LHC高輝度化アップグレードのための超伝導磁石「D1」実証機の性能評価が始まりました！](#)）。

加速器用超伝導磁石に求められる性能としては、『安定して通電できること』や『設計通りの磁場が生成していること＝誤差磁場が十分小さいこと』が特に重要です。また突然の常伝導転移（クエンチ）が起きた場合も、超伝導コイルを安全に保護できなければ実用できません。励磁試験を含めた様々な試験を実施した結果、実証機ではHL-LHC加速器の仕様を十分満足する良好な性能を有していることが証明されました。この結果を踏まえて、2021年12月からは、いよいよ実機磁石の製造に着手しました。2026年から始まるHL-LHC加速器へのインストールに向けて、予備を含む合計6台のD1実機磁石を製造し、日本から現物貢献することになっています。