

国際リニアコライダー（ILC）日本誘致の方向性 —欧州合同原子核研究機関（CERN）の現状を踏まえて—

衆議院調査局調査員

二 見 輝

（文部科学調査室）

■ 要 旨 ■

国際リニアコライダー（ILC）という世界最高性能を誇る加速器を新設する大型の国際科学技術プロジェクトが注目されている。これは、全長約 31 kmの直線の加速器を建設して電子と陽電子の衝突実験を行い、質量の起源や宇宙創生の謎の解明を行おうとする計画である。

ILCは、欧州合同原子核研究機関（CERN）の大型ハドロン衝突型加速器（LHC）の次の計画として構想されているが、現在、欧州の物理研究者間では、ILCの科学的必要性、出力の発展性等の課題を含めて、戦略的な議論が行われている。ILCに使用する基本的技術の研究開発は収束しており、新技術の開発も進められている。

ILCの誘致については、日米欧とも基本的にLHCの実験結果等を見極めて検討する立場である。東北と九州が既に誘致を表明しており、欧州、米国はその誘致の意向に関心を示している。日本政府は最先端の加速器技術の開発や候補地の地質調査に関して予算措置している。今後は、文部科学省審議会作業部会で指摘された課題等の解決が図られるとともに、我が国の対応について国会・政府において的確に判断されることが期待される。

《 構 成 》

はじめに

I 欧州合同原子核研究機関（CERN）

II 国際リニアコライダー（ILC）計画

III ILC計画の課題、方向性

おわりに

はじめに

2012年7月に素粒子物理の国際研究施設である「欧州合同原子核研究機関」(CERN、セルン)の大型ハドロン衝突型加速器(LHC)の実験によってヒッグス粒子と見られる新粒子が発見され、大きく報じられた。この発見によって注目度が上がっているのが次世代の素粒子物理の国際研究施設とも言われている「国際リニアコライダー」(ILC)の建

設計画である。一般にはあまり知られていないが、ILC計画は、2007年に世界の素粒子物理の研究機関によって構成される「国際共同設計チーム」(GDE)¹によって基本的な構想が発表され、建設費が66.2億米ドル(約7,700億円(当時))と見込まれた大型の国際プロジェクトであり²、CERNのLHC実験の成果を踏まえて、その次の計画として具体化されることが望まれている。このILCの日本への誘致に関して、2008年に超党派で議員連盟が設立されるなど国会議員の関心が高まっているほか、東北地方と九州地方からの

¹ Global Design Effort (責任者:バリー・バリッシュ (Dr. Barry Barish) カリフォルニア工科大学教授)

² 朝日新聞(2011年6月15日夕刊)は、ILCを「国際宇宙ステーション(ISS)、国際熱核融合実験炉(ITER)と並ぶ21世紀の3大プロジェクトの一つとされる」と報じている。

動きが活発化している。I L Cの誘致は、2015年頃までに候補地や運営費などに関して主要8か国首脳会議（G8サミット）などの場で各国の合意が求められる方向とも報じられている³。

他方で、誘致理由については、技術・産業革新のほか、夢やロマン⁴という抽象的なことや、地域経済対策、東日本大震災の復興対策という科学面以外のことも強調されている。LHCでの新粒子発見の前のことであるが、大型科学技術プロジェクトの優先度を判定する文部科学省審議会の作業部会は、I L C誘致に関して低い評価を示した⁵。

以上のような状況を踏まえ、本稿は、衆議院議員がI L Cの日本誘致問題について多角的かつ適切に検討する上での参考情報として、客観的な立場から解説するものである⁶。

本稿作成に当たっては、多角的かつ独自に情報収集する観点などから、スイスのCERNへ出張し、ロルフ・ホイヤー（Prof. Dr. Rolf-Dieter Heuer）CERN所長、中田達也CERNヨーロッパ・ストラテジー・グループ議長、近藤敬比古ATLAS日本グループ前共同代表等へのインタビュー調査（2012年3月15日及び16日）を行った⁷。

インタビュー調査の結果は、本稿の構成上、Ⅲ章に記載したが、一般的には知られていない情報も得られたのでご覧いただきたい。

なお、計画中のI L Cも既存のCERNも、ともに国際的な大規模な素粒子研究機関であるため、共通点と相違点を踏まえる観点から、

I章でCERNの概要について必要最小限の解説を行った上で、Ⅱ章でI L C計画の概要、Ⅲ章でI L C計画の課題、日本誘致の方向性について解説する。

表1 LHCとI L Cの主な違い

| | LHC | I L C |
|------------|--|---|
| 加速器の形、大きさ | 円形加速器 周長 27km (直径約 9 km) | 直線加速器 全長約 31km (第2期計画約 50 km) (200GeV (2,000億電子ボルト)を超える電子・陽電子衝突型加速器は円形では実現できない) |
| 加速・衝突させるもの | 陽子と陽子 | 電子と陽電子 |
| 衝突エネルギー | 2010年に世界最強エネルギーの7TeV (7兆電子ボルト)の陽子同士の衝突実験に成功。(陽子のエネルギーは各々3.5TeV) 2012年から8TeVで運用 | 第1期計画では最大500GeV。 (電子と陽電子のエネルギーはそれぞれ250 GeV)。第2期計画では1 TeVを想定 |
| 研究目的・特徴 | 宇宙を支配する物理法則の発見。 宇宙の約23%を占めるといわれるダークマターの候補 (SUSY (スーパ) 粒子等) の発見 | ヒッグス粒子の発見・解析等 (陽子を構成する様々な粒子の反応が起こるため、ヒッグス粒子に関する反応とその他の反応(いわゆるノイズ)の解析作業が必要である。) |
| 設置国・場所 | スイス・ジュネーブ | 誘致先は未定 (日、欧、米が関心) |
| 建設期間 | 14年 1994年建設決定 2008年完成 | 約7年～10年を想定 |
| 建設費 | 約5,000億円 | 66.2億米ドル (約7,700億円(当時)) (1米ドル82円で計算すると約5,430億円) (運営費、土地取得経費別) (ホスト国は半分程度負担) |
| 実験期間 | 2030年までの計画が存在 (22年間) | 約20～30年を想定 |
| 消費電力 | 約12万kW (CERN全体で約23万kW) | 約23万kW (第1期計画) |
| 年間運転経費 | 約265億円 | 2つの想定がある。 ① (概念設計書) 1.5～2.7億ドル (約180～320億円) ② (九州による見積) 電気料金180億円。その他経費70～140億円 |
| 経済波及効果 | — | 主に2つの想定がある。 ① (東北による見積) 4.3兆円 ② (九州による見積) 建設時1兆1,100億円。 運用時630～670億円/年 |

(出所) 本稿掲載の各資料を基に筆者作成

³ 『日本経済新聞』(2011年12月15日)

⁴ 「表9 主な政府答弁」参照

⁵ 「表10 大型研究プロジェクトに関する審議会作業部会の評価結果」参照

⁶ 国会は、議題に対して多角的かつ慎重に審議することが期待されているため、本稿の内容は肯定的な記述にとどまらない点がある点をご了解願いたい。

⁷ 本稿作成に当たり、インタビュー関係者、特に、近藤前共同代表、中田議長、在ジュネーブ国際機関日本政府代表部の神山弘一等書記官からご説明、ご協力をいただいたことに謝意を申し述べる。

I 欧州合同原子核研究機関（CERN）⁸

1 設立・経緯

CERNは、素粒子の基本法則や現象について加速器を用いて探求する研究所であり、1954年に欧州12か国の国際研究機関として設立された。スイス・ジュネーブ郊外の、スイスとフランスの国境にまたがって設立されている⁹。

表2 CERN設立後の主な経緯

| 年 | 経緯 |
|------------|---|
| 1954年 | 欧州12か国の国際的研究機関として設立 |
| 1959年 | 陽子シンクロトロン加速器（PS、28GeV）完成（現在も使用中） |
| 1971年 | 陽子・陽子コライダー（ISR）の完成 |
| 1976年 | スーパー陽子シンクロトロン加速器（SPS、450GeV）の完成（現在も使用中） |
| 1989年 | 電子・陽電子コライダー（LEP、50+50GeV）の完成（2000年に廃止） |
| 1994年 | 陽子・陽子コライダー（LHC）の建設を決定 |
| 2008年 | LHC建設が完成し450GeVビーム周回に成功 |
| 2008年 | ヘリウム漏れ事故発生 |
| 2010年 | 7TeVの陽子・陽子衝突実験を開始 |
| 2012年 | 8TeVの陽子・陽子衝突実験を開始 |
| 2013-2014年 | 14TeVの上記実験を行うため、LHC加速器を改修予定 |

（出所）近藤敬比古「CERNの概要」（平成24年10月9日）を基に筆者作成

CERNの名称¹⁰には「原子核」等の和訳が当てられているが、原子力発電、核融合発

⁸ I章の事実関係の記述は、主に近藤敬比古ATLAS日本グループ前共同代表（高エネルギー加速器研究機構名誉教授）の説明による。なお、「2 組織・財政面の特色」については、主にシグルド・レトウ（Dr. Sigurd Lettow）CERN総務財政部長の説明による。

⁹ ILCは利便性の高い場所への建設が求められているが、CERN本部は、ジュネーブ国際空港から地図上の直線距離で僅か約4km、ジュネーブ駅（ジュネーブ・コルナヴァン駅）からも約7kmという利便性の高いエリアにある。

¹⁰ CERNの正式名称は、英語で European Organization for Nuclear Research、フランス語で Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire とされている。日本語では、「欧州合同原子核研究機関」のほか、「欧州合同原子核研究機構」、「欧州原子核研究機構」、「ヨーロッパ素粒子物理学研究所」又は「欧州原子核共同研究所」などとも呼ばれる。なお、CERNという略語は、創設準備の評議会である Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire に基づくもので、創設後も使用されている。

電等、原子力のエネルギー利用のための研究機関ではなく、CERNの研究目的は、宇宙の謎を解明すること等につながる素粒子研究である。

設立以降、研究が進められ、1994年には大型ハドロン衝突型加速器（LHC）の建設計画が決定され、2008年にLHCが完成した。

2 組織・財政面の特色

加盟国は、表3の計20か国である。日本はオブザーバー国である¹¹。

組織は、主に、所長、管理部門、研究部門、加速器部門のラインで構成されているほか、理事会、科学政策委員会、財政委員会がある。理事会は他の委員会からの助言をもとに、上層部の人事、中期計画、長期計画、予算等を審議、決定している¹²。

職員数は、正規職員が2,424人である（2011年末）¹³。

利用者登録人数は、71か国の10,482人である（2011年6月）。なお、これは、全世界の

¹¹ 加盟準備段階国（Candidate）がルーマニア、アソシエイトメンバー国（Associate Members）がイスラエル、セルビア、オブザーバー国等（Observer States, Other Observers）は、日本、米国、ロシア、インド、トルコ、EU欧州委員会、UNESCOである。アソシエイトメンバー国は、正式加盟国になる前段階のものである。なお、2010年6月の第155回CERN理事会において、加盟国とアソシエイトメンバー国となる資格は欧州に限らないことが決定されたことから、①加盟準備段階国の制度の廃止、②オブザーバー国の制度の段階的廃止の2点が決まった。ただし、国際機関に関してはオブザーバー制度が維持された。

¹² シグルド・レトウCERN総務財政部長に対するインタビュー調査において次の回答があった。CERNは、毎年、①翌年度の予算のほか、②5か年計画である「MTP」（中期計画）、③10か年計画である「LTP」（長期計画）を決定する。つまり、MTPとLTPを毎年改訂するのが特徴である。これらの3件は、財政委員会、科学政策委員会、理事会の審議を経て、決定されている。MTPとLTPの内容は加盟国以外には公表されていない。MTPは数値で、加盟国を拘束するものではなく、LTPも数値で、今後10年間の長期的なビジョンを示したものである。毎年改訂することは、5年前に決定した計画などに拘束されないこと、加盟国にCERNの一員であるという認識を持ってもらえること、透明性のあるプロセスを通じて加盟国から信用を得られること、加盟国にとっても国内の検討や承認に役立つことなどに意義がある。

¹³ このうち、研究職は77人、技術職は1,817人、事務職388人である。

高エネルギー実験研究者の約半数に当たる。加盟国から 62%、オブザーバー国から 29%（うち、日本から 1.8%）となっている¹⁴。

CERN職員の大半は技術職員であり、CERNにおける研究の大半はCERN利用者（CERN職員ではない研究者=ATLAS実験グループ等の研究者）が中心的に進めていることになる¹⁵。CERNには、博士課程の院生やポスドクなど、若手研究者の姿が多く見られる。

表 3 加盟国及び分担金

| 国名 | 拠出率 |
|--------|---------|
| ドイツ | 20.25% |
| フランス | 15.52% |
| イギリス | 13.58% |
| イタリア | 11.15% |
| スペイン | 8.11% |
| スイス | 5.15% |
| オランダ | 4.59% |
| ポーランド | 2.90% |
| ベルギー | 2.85% |
| スウェーデン | 2.75% |
| ノルウェー | 2.48% |
| オーストリア | 2.19% |
| デンマーク | 1.83% |
| ギリシャ | 1.64% |
| フィンランド | 1.39% |
| ポルトガル | 1.25% |
| チェコ | 0.98% |
| ハンガリー | 0.63% |
| スロバキア | 0.48% |
| ブルガリア | 0.28% |
| 合計 | 100.00% |

(出所) CERN-Brochure-2012-003-Eng, General Information 2012

CERNの年間予算は、毎年およそ 10 億 CHF（約 840 億円¹⁶）である。2012 年予算は 11 億 6,590 万 CHF（約 991 億円）である。財源は、約 94%が加盟国による分担金（約 10

¹⁴ 内訳は米国 1,786 人、イタリア 1,406 人、ドイツ 1,220 人、ロシア 822 人、日本 190 人などとなっている。うち、日本の常駐者は 30 人から 40 人程度となっている。

¹⁵ 欧米の生活習慣等を反映し、家族で赴任している研究者も多く、研究所内では家族で昼食を取る姿も目立つ。

¹⁶ 1 CHF（スイスフラン）=85 円で換算。以下同様

億 8,200 万 CHF）であり、残りはホスト国¹⁷の追加出資、EUなどの外部資金及び資産運用収入とされている¹⁸。

支出は、物資購入や研究の直接的経費に 5 億 CHF（約 425 億円）、研究所の一般経費・インフラ整備に 4 億 CHF（約 340 億円）、新規プロジェクトの研究開発（例えば CLIC の研究開発）に 1 億 5,000 万 CHF（約 127 億 5,000 万円）、年金に 1 億 CHF（約 85 億円）となっている¹⁹。

加盟国は分担金を支払うが、「フェアリターン」の考え方にに基づき、各国に対して分担金にはほぼ比例した額が当該国企業の契約受注などの形で戻るような努力がされている。つまり、加盟国政府が支払った額が、加盟国民間企業の受注につながるようになっている。

分担金は、経済力がある国が多く払うという原則で、NNI に基づいて決められる²⁰。ただし、特定の国による負担が大きすぎることにならないようにするため、CERNの全予算の 25%以上を分担しないようにする「25%シーリング」のルールもある。

CERNは国際機関であり、一つの加盟国

¹⁷ CERN創設時はスイスのみだったが、フランス側への拡張等に伴い、近年はフランスもホスト国として出資を求められたことがある。

¹⁸ CERNの負債額は、2006 年はCERNの年間予算の 1 年分に相当する約 12 億 CHF（約 1,020 億円）だったが、2012 年は 1 億 5,000 万 CHF（約 127 億 5,000 万円）に削減された。欧州の多くの国が大きな経済的影響を受けた 2008 年のリーマンショックの際、CERNには大きな影響があった。2009 年には一部の加盟国がCERNに対し、合計 1 億 CHF 以上予算を減らす努力を行うよう申し入れた。CERNは、予算を減らしても優先順位を変えずに対応できるか、また、計画を延期して結果が得られる時期を 1~2 年遅くしても問題ないか等について理事会等において検討を行ったが、結論は、計画・活動の休止や優先順位の変更はせず、一部の計画のみ延期するという事になった。

¹⁹ CERNには年金の支払義務があり、年金基金が設けられている。近年、この年金基金は多くの資金を失ったが、第一の理由は 2008 年の財政危機であり、第二の理由は高齢化の進展により退職者が増え、基金に貢献する現役が減ったことである。基金は 6,000 万 CHF（約 51 億円）を毎年失うので、同額をCERN予算から充当している。

²⁰ NNI（Net National Income）は、「GNI-固定資本減耗-（間接税-補助金）」で積算される。4年前・3年前・2年前の値に為替レートをかけて算出する。

が分担金を一方的に削減するなど、CERN 予算を理事会での決定なしに左右することはできない。決定は 20 か国の 3 分の 2 の多数決によるという原則である。

国際機関であるため、透明性を確保し加盟国から信用されること等に尽力している。

CERN は毎年、「年次進捗報告書」(APR, Annual Progress Report) を発行している。

3 研究目的

宇宙の謎（宇宙の始まり、宇宙の将来、宇宙を構成する物質）を解明する方法は、①宇宙に行く、②宇宙を観る、③宇宙の始まりを創るという 3 つがある。具体的には、①は、宇宙ステーション、惑星探査機等で研究や探査を行う。②は、すばる望遠鏡など大型望遠鏡により宇宙を観測したり、スーパーカミオカンデなどで宇宙の素粒子を観る。③は、加速器により宇宙誕生直後に相当するエネルギー（温度）での物理法則を実験で追求する。CERN (LHC) や ILC は③に当たる。

現在の素粒子物理学の標準理論によれば、物質に質量があることを説明するためには、宇宙は質量の起源である「ヒッグス粒子」によるヒッグス場で満たされていなければならない。ヒッグス粒子は、「神の素粒子」とも呼ばれ、約半世紀にわたって世界の物理学者はヒッグス粒子が存在することを発見しようと研究を進めてきていた。CERN の LHC を使って 2012 年にヒッグス粒子と見られる新粒子が発見されたことは、一般市民も含めて世界中が注目した。今後、発見された新粒子がヒッグス粒子であると確定されることが期待されている。

高エネルギー加速器による研究に期待されることはヒッグス粒子だけではない。NASA 等の最近の研究によれば、宇宙の成分は、約 73% がダークエネルギー、約 23% がダーク

マター（暗黒物質）、残りのたった約 4% が原子などからなる物質であるとされている。つまり、宇宙の約 96% が何でできているかわかっていない状況にある。CERN や ILC 計画は、SUSY（スージー）粒子など超対称性粒子やダークマターの候補でもあるニュートラリーノなどの新粒子の発見に向けてこれらの粒子を人工的に作ろうとしている。

宇宙は膨張の速度を増しながら膨張しているとされるが、この加速膨張のエネルギーと見られているのがダークエネルギーである。今後宇宙が膨張を続けるのか、それとも急激に縮小するのか判明していないが、上記のような研究が宇宙を支配する物理法則の解明につながるものとして期待されている。つまり、基本的に、真理を探究する基礎研究を行う。

4 研究施設

CERN の主な研究施設は、①大型ハドロン衝突型加速器 (LHC)、②スーパー陽子シンクロトロン²¹加速器 (SPS、450 GeV (4,500 億電子ボルト²²)、周長 7 km、1976 年完成)、③陽子シンクロトロン加速器 (PS、28 GeV (280 億電子ボルト)、628 m、1959 年完成)、④コンパクトリニアコライダー (CLIC) 研究施設 (CTF3) などの加速器のほか、LHC の 4 つの実験装置を含めた各種の実験装置（検出器）がある。

ここでは、世界最強度の加速器である LHC、その LHC の代表的実験装置である ATLAS、さらに、ILC に活用されるかもしれない CLIC 研究施設の 3 つについて記述する。

²¹ 円周状に偏向電磁石を並べて加速された荷電粒子が一定軌道を回るようにした加速器

²² 1 電子ボルト (eV) は 1 個の電子を 1 ボルトの電圧で加速したときに得られるエネルギーの単位。テラ (T) は 1 兆の単位、ギガ (G) は 10 億の単位、メガ (M) は 100 万の単位

(1) 大型ハドロン衝突型加速器 (LHC)

LHC (Large Hadron Collider) は、CERN最大の円形加速器、かつ、世界最強度の加速器で、約1,700台の超伝導磁石等で構成される周長26.7kmの超伝導加速器である。4兆電子ボルト(4TeV)のエネルギーを持つ陽子同士を正面衝突させることで、8兆電子ボルト(8TeV)分の衝突エネルギーを生み出す。

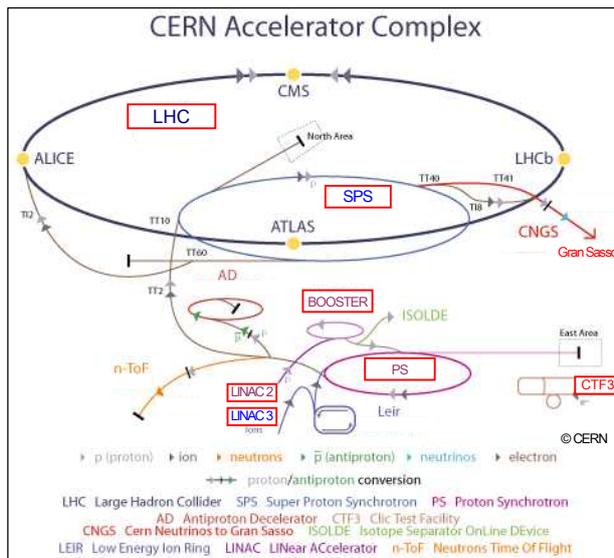
LHCは、双方向から光速近くまで加速した陽子同士を衝突させた際に生じる莫大なエネルギー領域において、質量の起源とされる「ヒッグス粒子」など未知の粒子を発見し、物質の内部構造を探索するもので、衝突時のエネルギーは宇宙誕生のビッグバンの1兆分の1秒後の状態に相当する極めて高いエネルギーである。

CERN加盟国と日本、米国などの国際協力により、2008年に完成した。同年9月から運用が開始され、2009年11月に初めての衝突に成功し、2010年から3兆5,000億電子ボルト(3.5TeV)まで加速した陽子同士を衝突させる実験(7TeVの衝突実験)が行われ、2012年からは8TeVの衝突実験が行われている。

LHCは地下約100mのトンネル内に設置されている。LHCはスイスとフランスの国境にまたがって設置されており、一般市民の住宅や農地の下やジュネーブ国際空港の滑走路の付近も通過している²³。

²³ CERNのLHCの高エネルギー実験によってブラックホールができ、地球が吸い込まれてしまうと一般市民の一部が恐れるなど、問題になったことがあった。ロルフ・ランドゥア(Dr. Rolf Landua) CERN教育アウトリーチ部門長は、筆者のインタビュー調査において、リスクがないことについてCERNは次のように説明し、理解が得られたとしている。①実験によって発生し得るものは極めて微細なもので害がない。②4次元や5次元が存在し得るとの仮説が正しければ、陽子の中の2つのクォークが微量なブラックホールになるかもしれないとされているが、このミニブラックホールとされるもののサイズは粒子と同じという極めて微細なものであるため、宇宙に及ぼす影響は何もない。③宇宙に4次元や5次元があることは証明されていない。なお、ミニブラックホールという名称のほかには何か適切な名称があるか筆者が質問したところ、同氏は例えば「4次元粒子」という名称の方が適切であると述べた。

図1 CERNの各加速器の概念図



(注) CERNには複数の加速器がある。LHC実験の際は、陽子ビームはLINAC2→BOOSTER→PS→SPS→LHC、重イオンビームはLINAC3→PS→SPS→LHCという順序で加速される。

(出所) CERN HP <<http://public.web.cern.ch/>>

LHCは、計画されていた14TeVの衝突実験の実現のため、2013年から2年間かけて加速器の改修を行う予定である。実験計画は2030年まで予定されている。

このLHCに設置された主な実験装置は、ATLAS、CMS、ALICE、LHCbの4つである。

1994年に建設が決定され、2008年に完成した。トンネルは2000年に運用終了した電子・陽電子コライダー(LEP²⁴、レップ)のものを再利用したが、それでも14年を要した。

建設費は49億2,000万CHF(約5,000億円(当時))である。日本はCERN非加盟国であるが、138.5億円の資金協力を行ったため、建設費の約3%(2.77%)の貢献をしたことになる。資金協力の表明は非加盟国の中では日本が最初で、1995年6月のCERN理事会において与謝野馨文部大臣(当時)が行った。この後、インド、ロシア、カナダ、米国が表明した。LHC建設における非加盟国による

²⁴ Large Electron-Positron Collider

資金協力は、日本が 138.5 億円（約 1 億 6,000 万 CHF）、米国が 2 億米ドル、ロシアが 6,700 万 CHF（測定器込）、カナダが 6,000 万カナダドル、インドが 1,250 万 CHF であった。

表 4 LHC 建設に貢献した主な日本企業

| 企業名 | 加速器、 実験装置 | 機器 |
|-------------|-------------------------|---|
| 古河電気工業 | LHC | 加速器超伝導ケーブル（超伝導磁石用） |
| 新日本製鐵 | LHC | 加速器双極電磁石特殊ステンレス材 |
| 東芝 | LHC | 加速器収束用超伝導四極電磁石 （電子の塊が広がらないように細く絞る） |
| JFEスチール | LHC | 加速器電磁石用非磁性鋼材 |
| カネカ | LHC | 加速器電磁石用ポリイミド絶縁 テープ（放射線耐性絶縁体） |
| IHI（+Linde） | LHC | 加速器低温ヘリウムコンプレッサー |
| 東芝 | ATLAS | 超伝導ソレノイド |
| 浜松ホトニクス | ATLAS、 CMS、 LHC b | シリコン検出器、 光電子増倍管、 光検出ダイオード |
| 川崎重工業 | ATLAS、 CMS | カロリメーター（粒子のエネル ギーを測るための検出器）、 鉄構造体 |
| 林栄精器 | ATLAS | ワイヤーチェンバー |
| 東芝 | ATLAS | 信号読み出し集積回路 |
| ソニー | ATLAS | 検出器信号アンプ |
| ジーエヌディー | ATLAS | トリガー用電子回路（電気信号を読み み出して、データの取捨選択を高速で行う） |
| フジクラ | ATLAS | 耐放射線性光ファイバー |
| クラレ | ATLAS | シンチレーションファイバー （放射線を受けると発光する） |
| 有沢製作所 | ATLAS | 銅箔ポリイミド電極シート |

（出所）近藤敬比古「CERNの概要」（平成 24 年 10 月 9 日）、
日経サイエンス 2012 年 9 月号（42 頁）等を基に作成

LHC のリン・エヴァンス（Dr. Lyn Evans）プロジェクトマネジャーは、「日本の技術なくしては LHC というのはできなかった」と述べたとされるほど²⁵、日本の技術は重要な役割を果たしている。例えば、古河電気工業の超伝導ケーブルや、絶対零度であるマイナス 273℃より 2℃高いマイナス 271℃（2 K）になるよう液体ヘリウムで冷やす IHI の冷却システム、東芝や新日本製鐵の技術等が貢献したとされる。

²⁵ 浅井祥仁 東京大学大学院理学系研究科准教授の説明（第 103 回総合科学技術会議（『ヒッグス粒子の発見』と日本の貢献）、平成 24 年 7 月 30 日）

LHC の実験については、中型加速器の P S と S P S で加速された陽子を更に LHC で光の速度の 99.99997%まで加速させ、高エネルギーを与え、陽子同士を正面衝突させると、様々な素粒子の反応が起こる。

ヒッグス粒子はこの衝突の際に非常にまれに生成される。2011 年と 2012 年前半に陽子と陽子の衝突が約 900 兆回起こったが、その中でヒッグス粒子が 2 つの光子に崩壊したと思われる現象は約 300 回見つかったとされている。つまり、3 兆回に 1 回程度しか観測できない、非常にまれな現象である。ヒッグス粒子は生成後すぐに壊れてほかの素粒子になるので、その素粒子を精密に測定することによって解析を行う。

解析の作業は、世界各国の研究者にデータを送り、高性能のコンピュータで行われる。陽子と陽子を衝突させると、いわゆる「ノイズ」と言われる現象が多く発生するが（ヒッグス粒子 1 個を作るために約 30 億個の割合）、ヒッグス粒子とノイズを区別する技術の精度は近年非常に向上しているとされている。

加速器のエネルギーは大きく、万一ビームがそれで金属製の加速器管にぶつかる穴が開きかねないので、異常を感知した場合は、ビームを普通の軌道からそらして所定のカーボンに当てて捨てる²⁶。

(2) ATLAS 検出器

ATLAS 検出器は LHC の 4 つの検出器の一つであり、陽子・陽子衝突現象を測定し、ヒッグス粒子などを測定する。高さが 25m、全長が 44m、重量が 7,000 t ある。

各国は担当する機器を国内で製作し、CERN へ持ち込んで据付・組立を行い測定器と

²⁶ 加速器内を回る陽子は 10,000 分の 1 秒後に同じところに戻ってくる。1 秒間に 1,000 回の衝突がある。ぶつからなかった陽子は加速器の中を 10 時間程度回ることが可能である。ビームが通ると高周波が出る。0.1mm 精度のポジションモニターがあり、ビームが通ったことを把握している。

して完成させた。ATLASの製造コストは34か国で分担され、上位は、米国、CERN、フランス、イタリア、ドイツ、イギリス、日本、ロシア、スイス、カナダの順である。日本は16大学・研究機関が参加している。ATLAS測定器の建設費約500億円のうち、日本は約28億円に貢献した。

多くの日本企業の技術も活かされており、主として、シリコン検出器(浜松ホトニクス)、超伝導ソレノイド電磁石(東芝)を製作した。

ATLASの衝突実験は、陽子100兆個同士を衝突させようとするものである。

LHC実験から発生するデータ量は膨大であるが、協力関係にある世界の高性能コンピュータとネットワークで結ばれ、効率的に蓄積や解析が行われている。

2009年現在、37か国から約2,900人の研究者(うち学生が約1,000人)が研究に参加している。このうち、日本人は約100人である。日本人は今回のヒッグス粒子発見に大きく寄与したとされている。この100人の研究者の年齢分布の内訳は、35歳未満の若手が約4割を占める。

2012年10月現在、LHCのATLAS実験グループとCMS実験グループでは、アップグレード版であるHL-LHCでどこまでヒッグス粒子に関する物理研究ができるか鋭意検討中である。

(3) CLIC (コンパクトリニアコライダー)

CERNのCLIC研究施設を訪問し、コンパクトリニアコライダー研究プロジェクト代表のスタイナー・スタッフネス(Dr. Steinar Stapnes)博士及び近藤敬比古ATLAS日本グループ前共同代表から説明を聴取したところ、概要は以下の通りであった。

CLIC (Compact Linear Collider、クリック)はコンパクト版のリニアコライダーで

ある。CLICは、現時点でILCに導入が検討されている超伝導加速器とは異なり、加速効果をもっと大きい新しいテクノロジーのものである。世界の20か国以上の40以上の研究機関が共同研究を行っているが、CERNはCLIC技術実証のための施設を建設し、中心的に研究を進めている。LHCでは陽子を加速させているが、リニアコライダーでは電子又は陽電子を加速させる。

超伝導空洞を使うリニアコライダーに比べ、加速能力が約2~3倍大きいので、高いエネルギーまで到達できる。到達可能エネルギーは0.5~3TeVが見込まれており、現在のILC計画の最大の科学的問題である出力不足問題の解決につながるが、技術を実現する為にはまだ研究開発が必要である。また、超伝導を使わないので絶対零度(マイナス273℃)に近い温度の液体ヘリウムを必要とせず、装置が簡略化できる。

アイデアは20年前からあり、研究開発は1990年代から始められ、現在は、実証のための加速器CTF3がCERNに建設され、ビームを使った実験が行われている。

2012年末に技術設計報告書(TDR)が提出される予定である。

放電現象が出るのが欠点であるとされているほか、表面処理²⁷の向上に課題がある。現在は、エネルギーを取り出す際の影響を試験している。今後の開発には約350億円かかると見込まれている。

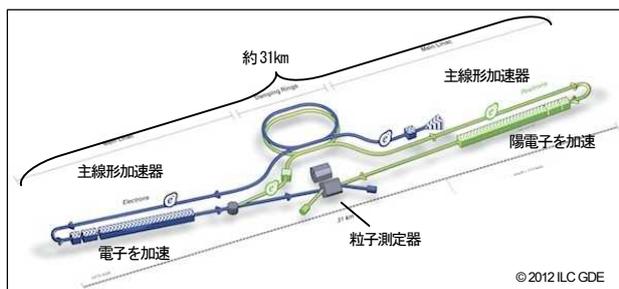
²⁷ 加速空洞の内面の表面に粗さがあると超伝導状態が失われ、ビーム加速に必要な電場が得られなくなる。

II 国際リニアコライダー（ILC）計画

1 ILC計画の概要

今後の素粒子研究の施設に関しては、CERNのLHCのほかに、国際リニアコライダー（International Linear Collider）計画が注目されている²⁸。

図2 ILC計画の概念図



(注) 加速した電子と陽電子を中央部分で衝突させる。
(出所) ILC HP <<http://newsline.linearcollider.org>>

ILC計画は、全長約31km（将来計画約50km）に及ぶ直線の線形加速器を建設して、電子と陽電子²⁹の衝突実験を行う計画で、質量の起源とされる「ヒッグス粒子」の性質の解明や、「超対称性粒子」など未知の粒子の発見により、宇宙創成の謎の解明につながると期待されている。

このような科学技術の基礎研究は、50年や100年の単位で見ると、人類の進歩などにとって非常に重要な役割を果たす傾向がある。また、科学技術は経済発展の源泉であるとされており、一般的に、科学技術の振興のために使う資金は将来への投資であるとも考えられる。

具体的な仕様等については、2005年2月、国際共同設計チーム（GDE）が組織され、2007年8月、同チームから、概念設計書（RDR）³⁰と建設コストが発表された。

²⁸ リニアコライダーは、一般的にカタカナ表記されているが、Linerは「直線の」、Colliderは「衝突型加速器」を意味する。

²⁹ 電子はマイナス、陽電子はプラスの性質を持つ。

³⁰ 基本設計書ともいう。Reference Design Report

これによると、国際リニアコライダー（ILC）は、0.5から1テラ電子ボルトのエネルギーで粒子を衝突させる加速器とされ、超伝導加速空洞を用いたビーム加速方式が採用された³¹。

建設コストは約66億ドルとされ、当時のレートで換算すると約7,700億円である（運営費・土地取得等の経費は別）。建設期間は7年、実験期間は20～30年、年間運転経費は1.5～2.7億ドル（約180～320億円）、必要電力は約23万kW³²とされている。建設費はホスト国が半分程度を負担すると現在は想定されている。（表5参照）

表5 日本にILCを建設する場合の必要額の想定（億円）

| | 建設投資額 | 日本負担額 (想定) | 負担割合 (想定) |
|------|-------|---------------|--------------|
| 機器 | 4,851 | 1,617 | 33% |
| 土木工事 | 2,893 | 2,893 | 100% |
| 測定器 | 1,000 | 333 | 33% |
| 合計 | 8,743 | 4,843 | |

(注) 建設投資額に、研究所等の建物建設費を含まない。
(出所) 東北ILC推進協議会ILCを核とした東北の将来ビジョン策定検討委員会「ILCを核とした東北の将来ビジョン」（平成24年7月、24頁）を基に作成

ILCの建設候補地は、人工的な振動が極めて少なく、地震を引き起こす活断層のない安定した硬い岩盤地帯であり、かつ、地上とのアクセス効率がよいことが求められている。

現在考えられている早期建設が可能な加速器の中で、ビッグバン（宇宙の始まり）に最も近い状態（1兆分の1秒後）の再現ができる、世界最先端の超大型加速器になり得る³³。

³¹ 第1期計画では、電子と陽電子のエネルギーは、それぞれ、250GeV（0.25テラ電子ボルト）とされており、衝突エネルギーは、最大500GeV（0.5テラ電子ボルト）とされている。第2期計画における衝突エネルギーは1TeV（1テラ電子ボルト）に増強できることが想定されている。

³² 23万kWは一般世帯約24,000軒分の電力に相当する。なお、東北電力の女川原子力発電所3号機の認可出力は82.5万kW、東通原子力発電所1号機の認可出力は110万kWである。

³³ 現在、日本国内で最強度の加速器は、茨城県にある大強度陽子加速器施設（J-PARC）の50GeVシンクロトロン加速器である。周長は1,600mで、光の速度の99.98%

その成果は人類共通の財産となることが期待されるが、巨額の経費と長期間を要する計画であるため、1か国だけでは実施できず、国際協力によって進めていくことが必要とされている。

CERNは、LHCを用いてヒッグス粒子と見られる新粒子を発見したが、その性質を徹底的に解明しなければ、物理の「標準理論」が正しいことについての物理的な証明ができない。

LHCは陽子と陽子の衝突実験であるため、陽子を構成する様々な粒子によって反応が起こり、目的の反応（ヒッグス粒子に関する反応）と大量のその他の反応（ノイズ）を解析する作業が必要であるが、ILCは親の粒子が電子・陽電子であるためノイズが少ない。そのため精密な解析はILCによる実験の方が勝るとされている。よって、ヒッグス粒子研究については、発見はLHCで行い、精密な研究はILCで行うという分業に賛成する研究者が多いとされている。さらに、陽子は様々な素粒子から構成されるものであるため、陽子の衝突エネルギーに比べ、素粒子の衝突エネルギーは低めである。陽子同士が7TeVの場合でもそれぞれの素粒子の衝突エネルギーは実質的には2TeV程度とされている。

現在稼働しているLHCやその前のLEPなどの衝突加速器は、円形の加速器だが、ILCは直線で計画されている。その理由は、次のようなものである³⁴。電子や陽電子の荷電粒子は、高速で運動しているときに軌道を曲げられると、つまり、円形の加速器で加速されると、放射光³⁵を出してエネルギーを損

まで加速する。

³⁴ ILC国際共同設計チーム「国際リニアコライダー 量子宇宙への旅」（平成19年8月、12頁）

³⁵ 放射光とは、電子などの荷電粒子が磁場で曲げられたときに、その進行方向に放射される電磁波であり、これには赤外線、可視光線、紫外線、X線がある。非常に明るく、指向性が高く、また光の偏光特性を自由に変えられるなどの特徴がある。

失してしまう。粒子のエネルギーが大きければ大きいほど、また、粒子の質量が軽ければ軽いほど、軌道を曲げられた時のエネルギー損失は大きくなるために、200GeVを超える電子・陽電子衝突型加速器を円形加速器で実現することは困難とされている。陽子に比べてはるかに質量の小さい電子と陽電子を衝突させる加速器ではエネルギー損失は大きな問題となる³⁶。

超対称性粒子の発見に向けた研究に関しては、2011年8月、ATLAS実験グループとCMS実験グループは、超対称性粒子は1TeV以下には存在しないと発表しており、ILCは高エネルギーであることが期待されている。

日本に誘致した場合、経済波及効果のみならず、技術・産業革新³⁷、先端科学技術・産業集積地域の形成等の意義もあると指摘されている³⁸。

経済波及効果が報道では特に注目されているが、東北大学、東北経済連合会、岩手県、宮城県、仙台市で構成される「東北ILC推進協議会」は、2012年7月、建設・運用期間を通じた30年間の経済効果は約4.3兆円で、誘発雇用者数は約25万人であるという推計を公表した³⁹。なお、岩手県は、前年の6月に、政府の東日本大震災復興構想会議（第9回）に、ILC関連（国際科学研究都市）の経

³⁶ 放射光で失うエネルギーは粒子の質量の「マイナス4乗」に比例する。電子の質量は陽子の質量の1,840分の1倍である。

³⁷ 日常生活への応用に関しては、これまでに、加速器技術はがん治療のための加速器にも応用されてきた。ILCに必要な先端技術の開発過程で生まれる技術によって、例えば、陽子線がん治療装置の小型化や消費電力の削減が可能になるとされている。<http://ilcdoc.linearcollider.org/record/21422/files/Gateway-to-Technology_JP.pdf>

³⁸ 東北ILC推進協議会「国際リニアコライダー（ILC）の東北誘致に関する要望」（平成24年8月1日）及び東北ILC推進協議会ILCを核とした東北の将来ビジョン策定検討委員会「ILCを核とした東北の将来ビジョン」（平成24年7月、1-3頁）

³⁹ 前掲注38 後者27頁。この数値は、調査研究業務委託先である「野村総合研究所推計・作成」とされている。

済効果として、初期段階（おおむね10年間で約5.2兆円という推計を提出しており⁴⁰、額が異なっている。

福岡県・佐賀県等は、国内と九州の経済波及効果の推計を行い、建設期間（8年間で仮定）においては、経済波及効果は約1.1兆円（うち九州は約3,400億円）、就業誘発は約7.2万人（うち九州で2.5万人）、運用期間においては、年間で、経済波及効果は約630～670億円（うち九州は約460～490億円）、就業誘発は約3,600人（うち九州地域で2,800人）と推計している⁴¹。

2 ILC計画の動向

2007年に概念設計書（RDR）が発表されて以来、各国の研究者レベルで技術的な詳細設計活動が実施され、2012年末に技術設計報告書（TDR⁴²）の完成が目指されている。

国際共同設計チーム（GDE）は、2012年1月、日本の建設候補地である、岩手県の北上山地と福岡県と佐賀県にまたがる脊振山地の2か所を視察した。

なお、2004年11月、アジア地域将来加速器委員会（ACFA）⁴³は、第9回会合において、「ILCに関するACFA声明」として、「ILCを日本でホストしようとするKEKと日本の科学者の努力に対し、全面的に支援することを日本政府に懇請する」こと等を発表した⁴⁴。

⁴⁰ 第9回東日本大震災復興構想会議「達増委員提出資料」の「岩手復興特区 VIII TOHOKU 国際科学技術研究特区」5-7頁

⁴¹ 福岡県・佐賀県、社団法人九州経済連合会、九州大学・佐賀大学ILC推進会議「サイエンスフロンティア九州構想—科学の未来に挑戦する国際研究教育特区—別冊」（平成24年3月、42頁）

⁴² Technical Design Report

⁴³ 加速器科学に関する地域協力を強化するために1996年に創設され、アジア14か国・地域が参加する。

⁴⁴ ACFA Statement on International Linear Collider, The 7th ACFA Statement was issued on November 3, 2004 at the 9th ACFA meeting. “ACFA urges the Japanese Government to fully support the efforts of KEK and

ただし、日本を含め、各国とも政府レベルでの本格的な検討は行われていない状況とされている。

表6 ILCの候補地（国内）⁴⁵

| 地域 | 周辺の主な関係研究機関 |
|---------------|-------------------------|
| 北上山地（東北地方） | 高エネルギー加速器研究機構（KEK）、東北大学 |
| 脊振山地（福岡・佐賀県境） | 九州大学、佐賀大学 |

（出所）本稿掲載の各資料を基に筆者作成

(1) 日本

我が国は、高エネルギー加速器研究機構（KEK）の電子・陽電子衝突型加速器（KEKB加速器）⁴⁶、理化学研究所の大型放射光施設（Spring-8）、高エネルギー加速器研究機構及び日本原子力研究開発機構の大強度陽子加速器施設（J-PARC）など、大型先端加速器があり、医療用も含めて加速器が1,000台以上ある「加速器大国」と言える状況である⁴⁷。

ILC計画については、研究者や自治体等の中で誘致に向けた動きが加速している状況で、誘致を実現する前提が整いつつあるという方向にあるが、政府においては、誘致の決定などには至っていない。

ア 国会、政党、政府等の動向

平成20年7月、超党派（自民、民主、公明、共産、社民、国民）の国会議員により「リニアコライダー（先端線形加速器）国際研究所建設推進議員連盟」（会長：与謝野馨衆議院議員（衆議院解散当時））が設立された。代表発起人は、与謝野馨議員、発起人は鳩山由紀夫

Japanese scientists to host the ILC in Japan.”

⁴⁵ 欧米は日本の誘致表明に関心を示している。米国・シカゴ（フェルミ国立加速器研究所）やスイス・ジュネーブ（CERN）はILC誘致に関心を示しているが、現在の段階では候補地になっているとは言えないとされる。

⁴⁶ KEKB加速器（Bファクトリー加速器）の性能を約40倍に引き上げる「スーパーKEKB」の計画がある。（表10参照）

⁴⁷ 有馬雅人「先端加速器が創る新しい産官学連携のかたち」（平成22年2月25日、先端加速器科学技術推進協議会）及び日本アイソトープ協会「放射線利用統計2011」（平成23年12月22日）

議員、河村建夫議員、斉藤鉄夫議員、吉井英勝議員、森英介議員、田村憲久議員、野田佳彦議員、大畠章宏議員、高木義明議員、保利耕輔議員（以上、全員衆議院議員）である。平成24年8月時点で、この議連は56人の衆参両院議員で構成されていた。

平成23年7月、民主党科学技術イノベーション推進調査会（会長：川端達夫衆議院議員）が「科学技術イノベーション政策の基本的な推進方針」中間取りまとめで「TOHOKU国際科学技術研究特区構想（国際リニアコライダー等）の実現に向け一層努力する」との提言を行った。

同年8月、自由民主党科学技術創造立国調査会、宇宙・海洋開発特別委員会合同会議が、国際リニアコライダー計画の日本への誘致の推進について決議を行った。

同月、政府は、第4期科学技術基本計画⁴⁸を閣議決定した。国際リニアコライダーという言葉は出てこないが、「国は、被災した地域を中心に、地方公共団体、大学、公的研究機関、産業界等が連携して、特区制度も活用し、再生可能エネルギーや医療・介護、情報通信、先端材料、環境技術など、研究のいかなるフェーズでも、世界的に競争力のある領域において、官民の関連研究機関が集積した新たな研究開発イノベーションの国際的拠点等の形成に向けた検討を行う。さらに、国は、これらの拠点を復興、再生のモデルとして、国内外に積極的に情報発信していく。」と記述された。

国会では、衆参両院においてリニアコライダー建設に関して質疑が行われている。これまでに黄川田徹議員、階猛議員、津村啓介議員、山本香苗議員、大泉ひろこ議員、主濱了

議員、吉田統彦議員から、いずれもILC誘致に向けた積極的な取組を求める立場で質疑が行われている。

表7 これまでのILCに関する国会質疑

| 年月日 | 議員名（会派、選挙区） | 質疑した会議 |
|-------------|----------------|---------------|
| 平成21. 4. 20 | 黄川田徹（民主、岩手3区） | 衆・決算行監委・第二分科会 |
| 23. 7. 29 | 階 猛（民主、岩手1区） | 衆・内閣委 |
| 23. 8. 3 | 津村啓介（民主、岡山2区） | 衆・科学技術特委 |
| 23. 8. 9 | 山本香苗（公明、比例） | 参・外交防衛委 |
| 23. 10. 25 | 大泉ひろこ（民主、茨城6区） | 衆・科学技術特委 |
| 23. 11. 7 | 階 猛（民主、岩手1区） | 衆・予算委 |
| 24. 8. 1 | 主濱 了（民主、岩手） | 参・決算委 |
| 24. 8. 7 | 吉田統彦（民主、東海比例） | 衆・科学技術特委 |

（注）敬称略。答弁を求めない発言、参考人による発言、委員長等による委員派遣結果報告を除く。平成24年10月末現在（出所）国会会議録検索システムで検索した結果を基に作成

イ 地方自治体等の動向

九州地方と東北地方から誘致に向けて積極的な動きが見られる。

（7）九州

九州においては、福岡県と佐賀県にまたがる脊振山地が建設候補地とされている。

平成19年10月、福岡県・佐賀県が「先端基礎科学次世代加速器研究会」を設立し、誘致活動を実施してきている。平成24年1月には、山口県と沖縄県も含めた九州全体の組織に改組されるなど、取組が積極的になっている。

平成24年3月、福岡県・佐賀県、九州経済連合会、九州大学・佐賀大学ILC推進会議は、報告書「サイエンスフロンティア九州構想—科学の未来に挑戦する国際研究教育特区—」を策定した。九州が有する多様な既存ストックを活用し、ILC研究所の人類共通財産としての成果を最大化するという視点から、3つのビジョン⁴⁹を掲げている。

⁴⁸ 第4期科学技術基本計画（平成23年8月19日閣議決定）。科学技術基本計画は、科学技術基本法第9条の規定により、科学技術振興施策を総合的かつ計画的に推進するため、政府において、総合科学技術会議の議を経て策定されるものである。

⁴⁹ ビジョン1 教育（世界で活躍する人材の育成）、ビジョン2 産業（新時代のイノベーションへの貢献）、ビジョン3 都市形成（既存基盤を活用した国際研究教育都市づく

（イ）東北

東北においては、県南部の北上山地である奥州市から一関市が建設候補地とされている。

平成21年4月、「東北加速器基礎科学研究会」が設立され、平成24年7月に「東北ILC推進協議会」に体制が強化された。東北の取組は研究会設立に関しては九州よりも遅かったが、特に東日本大震災以降に誘致活動が強化されている⁵⁰。

平成23年6月11日の東日本大震災復興構想会議（第9回）において、達増拓也岩手県知事より、「TOHOKU国際科学技術研究特区」による東北の復興が提案された。同特区において、国際リニアコライダーを誘致し、国際素粒子・エネルギー研究所を国家プロジェクトとして創設するとしている。

東北ILC推進協議会は、平成24年8月、「国際リニアコライダー（ILC）の東北誘致に関する要望」を行った⁵¹。要望事項として、①世界最先端の研究を行う「知の拠点」形成と国際研究機関を設置するため、関係省庁が早急に協議の上国家戦略会議や総合科学技術会議等の場で、ILCを国家プロジェクトとして位置付け、日本への誘致を決定すること、②このプロジェクトを東北の復興に向けたシンボル事業として、北上山地で実現すること、③ILCの東北立地を実現させるため、北上山地の地質調査費及び復興における国際都市計画作りのための調査費に係る財政措置を講ずることを挙げている。

平成24年7月9日、岩手県議会は「国際リニアコライダー（ILC）の誘致を求める意

り）

⁵⁰ 与謝野国務大臣は、平成23年7月29日、衆議院内閣委員会において「リニアコライダー推進議員連盟というのを今から6、7年前につくりまして、遅々として進まなかったんですが、今回の震災の後、達増知事の方からこういう案が出てまいりました」と述べている（第177回国会衆議院内閣委員会議録第15号（平成23.7.29）10頁）。

⁵¹ 東北ILC推進協議会「国際リニアコライダー（ILC）の東北誘致に関する要望」（平成24年8月1日）

見書」を採択した⁵²。これは、地方自治法第99条の規定により、衆議院議長等に提出された。

ウ 産学、研究者コミュニティの動向

平成20年6月、産学により「先端加速器科学技術推進協議会」が設立され、ILC誘致への関心が示されている。

平成24年7月、日本創成会議⁵³（座長：増田寛也元総務大臣）が第2回提言を発表した。提言の柱は、「日本は、地方都市をグローバル都市に変革し、東京以外にも世界から人材・資本を集めることができる都市をつくり、地域主導で成長する国づくりを目指すべきである」、「日本が有力候補である国際プロジェクトILC（国際リニアコライダー）の国際機関としての実現を通し、地方都市の改革に取り組み、グローバル都市創成のモデルを構築すべきである」というものである。

KEKにおいては、研究者等が科学研究費補助金を活用した取組などにより、高品質なビームの発生技術等の技術の研究開発を実施している。

エ マスコミの報道振り

ヒッグス粒子と見られる新粒子の発見以降、ILC誘致に関する報道は目立ってきている。ただし、ILCに関する報道は、なぜILCが必要になり得るのかについて正確に説明したものは少ない⁵⁴。紙面等の制約があろうが、

⁵² 岩手県議会議録データベース

⁵³ 日本創成会議は、政策、経済、産業界労使や学識者など、各界の有識者で構成される組織で、10年後の日本全体のグランドデザインを描き、その実現に向けた戦略を策定すべく、国民の立場から提言を発信し「新しい日本」を創るための国民的議論を興すことを目的としている。

⁵⁴ 例えば、NHKは平成24年10月24日夜の「ニュース7」で、ILCの日本誘致のためのシンポジウムが東京で開かれたことに関して、「巨大『加速器』日本に誘致を」というタイトルで、「今後は再来年以降に各国の協議で設置場所を決め、2020年代半ばの完成を目指すことになっていて、誘致活動の行方が注目されます。」と報じた。

また、「この加速器（注：LHCのこと）では、新しい粒子は発見できても詳しい性質まで調べるのは難しいとみられています。それは、円形の加速器のため、粒子を加速する際に失うエネルギーが大きいためです。そこで計画

単に I L C 誘致の構想があることを紹介したり、メリットを強調するものが多い。

(2) 欧州⁵⁵

CERNは、2012年未までのLHC実験の成果や、I L C関連の要素技術開発の状況を見極めた上で次の計画を検討するとの立場である。LHC実験の後継としては、I L C以外にもLHCの高度化やC L I C計画もあり、次にどの計画を推進するかについては、欧州戦略会議（後述）を中心に現在活発な議論が進められている。（Ⅲ章で後述）

(3) 米国⁵⁶

I L C計画については、CERNのLHC計画の実験結果を見極めて必要性を評価するとの立場である。ただし、I L C計画も含め、将来の加速器施設に必要な技術の研究開発は着実に実施しているとされる⁵⁷。

Ⅲ I L C計画の課題、方向性

1 CERN研究者の見解

2012年3月15日及び16日、筆者はCERNの現状とI L C計画に関する調査のためスイスのCERNに出張し、CERNトップの

されたのが日本が誘致を目指す加速器（注：I L Cのこと）で、・・・」と報じたが、粒子の詳しい性質が調べられないのは、エネルギー損失が多いことが主要な理由ではなく、説明が十分ではない。（『Ⅱ章1参照』）

⁵⁵ CERNのほか、ドイツ電子シンクロトロン（DESY（Deutsches Elektronen-Synchrotron）、ハンブルク）、ロシアのブドカ原子核研究所（BINP（Budker Institute of Nuclear Physics）、シベリアのノヴォシビルスク）等もリニアコライダーに関する研究開発を行っているといわれている。

⁵⁶ 中田達也CERNヨーロッパ・ストラテジー・グループ議長及び近藤敬比古ATLAS日本グループ前共同代表へのインタビュー（2012年3月15日）によれば、かつて、米国はSSC計画という大型加速器創設に関する米国単独の計画があったが、計画の進め方や唐突な中止決定など経緯などから、欧州の物理学者にはあまり信用がないとされている。

⁵⁷ フェルミ国立加速器研究所（Fermilab）やSLAC国立加速器研究所等で研究開発を行っているといわれている。なお、I L C誘致について「米国は既に降りている」との情報もある（『科学新聞』（2012年7月20日）、増田

ロルフ・ホイヤー所長（機構長）をはじめ、中田達也CERNヨーロッパ・ストラテジー・グループ議長⁵⁸、近藤敬比古ATLAS日本グループ前共同代表などの研究者に対するインタビュー調査を行った。その概要は以下のとおりである⁵⁹。

(1) ホイヤーCERN所長の見解

3月16日、ロルフ・ホイヤー所長から、CERN及びI L C計画について次のような見解が示された。

なお、欧州戦略に関する議論のプロセスを経ていない個人的な見解とされている。（先方：ホイヤー所長。当方：筆者。神山弘在ジュネーブ国際機関日本政府代表部一等書記官、近藤敬比古ATLAS日本グループ前共同代表同席。）

CERNの今後とI L C計画の関係については、内部のコミュニティでは検討されている。国際協力に基づく事業なので、日本がホストする場合、外国から信用を得ることが求められる。日本のことではないが、国によっては、国際プロジェクトを1か国のプロジェクトとして立ち上げ、他国に対して「参加したいなら参加してもいい」という態度をとる国がある。I L Cは大きな構想であり、欧州の研究者は参加したいし、貢献したい。CERNはKEKと協力してきた。CERNはグローバルプロジェクトとして外からの参加が

寛也日本創成会議座長の発言部分）。

⁵⁸ CERNには、CERN協定に基づいて、欧州全体の素粒子物理の戦略を策定する役割があり、現在、「ヨーロッパ・ストラテジー・グループ」（ESG、European Strategy Group）というヨーロッパの素粒子研究の戦略を決めるグループが作られ、「欧州戦略」の改訂作業を行っている。中田達也CERNヨーロッパ・ストラテジー・グループ議長はスイスの研究者としてこのヨーロッパ・ストラテジー・グループのトップを務めている（日本として、浅井祥仁東京大学准教授がオブザーバー参加している）。

⁵⁹ ヒッグス粒子と見られる新粒子の発見がCERNにおいて公式発表（2012年7月4日）される前の発言であること等に留意願いたい。

可能になっている。プロジェクトには長期間のコミットメントが必要であり、きちんとグローバルプロジェクトになっていないと投資も難しくなる。LHCの後にはILCは重要になるだろう。

ヒッグス粒子の研究のためには、ILCのエネルギーは数百 GeV 程度では十分ではない。物理研究の面からは強いエネルギーに増強できるということが非常に重要である。

ヒッグス粒子が発見されれば、研究者コミュニティにおいて、ILCが必要か不要かについて議論が高まり、ILCで物理研究に何が得られるか、戦略が検討されるだろう。ILCの科学的な必要性が確認されるべきであり、まず研究者コミュニティが必要性を確信した後、誘致について議論されるべきである。発見後に議論がスタートし、1年から3年程度議論されるだろうが、スケジュールを述べるのは非常に難しい。経済情勢も考慮する必要がある。日欧は関心を持っているが、オプザバー国⁶⁰の関心も考慮する必要がある。

日本がILCのホストを希望するならば、まずグローバルプロジェクトとして立ち上げることが大事である。ナショナルプロジェクトとして始めたものを国際的にすると全てを変更しなければならなくなり、時間とエネルギーを無駄にする。

CERNは、自分が所長である限り、科学の問題をはじめ、科学以外の諸問題（経営、コミュニティ作り、インターナショナルスクール等）についても支援する用意がある。

(2) CERNの研究者の見解

3月15日、中田達也CERNヨーロッパ・ストラテジー・グループ議長（ローザンヌ連邦工科大学教授）及び近藤敬比古ATLAS日本グループ前共同代表（高エネルギー加速器研究機構名誉教授）から、CERN及びILC計画について見解が示された。（先

方：上記のとおり。当方：筆者。神山弘在ジュネーブ国際機関日本政府代表部一等書記官同席。）

注目の点は、長期的にILCのエネルギーが現計画から5倍以上にも上がるという発展性があれば、物理学者の間ではILC推進で話がまとまる可能性が強まるだろうということや、採用される見込みの超伝導方式の加速器では出力が1 TeV に限られてしまうため、新技術による加速器（CLIC）を開発しているが、この技術開発にはあと5年ほどかかるのではないかということなどである⁶⁰。

ア ILC完成時にはCERNでほぼ研究を終えている可能性

ヒッグス粒子の発見はLHCで行い、精密測定はILCで行うという分業に賛成する研究者が多いが、LHCの実験でヒッグス粒子についてどこまで研究できるのか、また、ILCにどれほど価値があるのかが、中心的に議論されるだろう。

ヒッグス粒子の精密測定について、LHCのノイズの選別技術が非常に向上しており、相当精密な研究が可能となっている。LHCは、「ILCを10年で建設完了できたとしても、LHCがデータを解析して、ILCにできることはほとんどやり終えている可能性がある」、「ILCにしかできないこともあるにはあるが⁶¹、それが価値のある重要なことなのか」との主張が出るだろう。

イ 欧州戦略等の議論の動向

重要な動きは、CERN理事会によって任命されたヨーロッパ・ストラテジー・グループが現在、欧州戦略の改訂作業を行っていることである。LHCはどこまで研究するか、LHCの先はどうするか、並行してILC

⁶⁰ ILC NewsLine 2012年11月8日号に中田達也CERNヨーロッパ・ストラテジー・グループ議長の関連記事がある。<<http://ilchighlights.typepad.com/japan/>>

⁶¹ 電弱相互作用で生成される粒子、見えない粒子は、LH

Cで研究するかについて検討される。日本政府にとってはLHCとILCがどのように進むか重要であるが、大きな分かれ目は、ストラテジーグループがどのような方針を出すかにかかっている。

世界の加速器研究所の所長などで構成される将来加速器国際委員会（ICFA）⁶²のもとにILCSC⁶³という組織ができ、ILCの技術設計報告書（TDR）が本年（2012年）12月に提出されることになっており、注目される。

ウ 出力の発展性、新技術の利用

物理研究の面からは、将来的に強いエネルギーに増強できるという出力の発展性が最も重要である。ILCのエネルギーが当初計画の5倍にも10倍にもなるという発展性があればILCを建設して研究しようと話がまとまる可能性が強まるだろう。

日本で議論されているILCの第1期計画の衝突エネルギーは、CERN最大の加速器LHCの10分の1以下しか到達しない。物理の大発見の多くは、その当時一番エネルギーの高い加速器による業績だったため、今後もLHCの役割は終わらない。

出力向上の方法は、加速設備の距離を延ばす方法もあるが、加速技術を改良する方がよい。ILCで一番問題になっていることは、超伝導加速器では1TeVが上限になることである。1TeV以下にだけいろいろな研究対象があると確実に分かっているわけではない。開発中のCLICという技術でないと2TeVや3TeVという高エネルギーにすることは困難であるが、その技術はまだ確立していない。まずは500GeVや1TeVの加速器で構わないから直ちに作るとなると、超伝導加速器で作ることになる。その時に作ったインフラは長期

Cではとらえられないとされている。

⁶² International Committee Future Accelerator

⁶³ International Linear Collider Steering Committee

的な改造計画の資産となる可能性は十分考えられる。

ILCに導入が見込まれている超伝導技術を使った加速器は、最新のテクノロジーではない。現在は、超伝導でなくてもかなり加速できるXバンドやCバンドなどが開発されてきているので、これから作られるILCに古いテクノロジーをそのまま使っているのかということも議論されるだろう。⁶⁴

エ 10年後の研究状況の想定

CLICは10年程研究開発してきたが、あと5年程必要だろう。ILCを作ると決まってから実際にでき上がって実験結果が出てくるのに10年から20年程度かかるだろうが、その間もLHCは研究を続けていく。LHCでは解明されないということがILCでどこまできちんと解明されるのか、議論になるだろう。大事なことは10年先の研究状況を想定することである。欧州が大規模な計画を今後10年以内に新たに始めることは難しいと見込まれる。その間はLHCにもっと力を入れるという方向性が出てくる。さらに2030年代に欧州で建設されるLHCの後を継ぐ加速器としてはどんなものが考えられているだろうか。ILCとの協調性はどうか。将来、欧州で加速器を建設中にILCが世界唯一の稼働中の大型加速器となり、広く使われる可能性もある。

オ 科学的必要性等を踏まえた検討

現在のところ、ILCの必要性について物理学者の意見はまとまっていない。本年（2012年）9月に全欧州の関心ある物理学者が集まって、将来計画のための公開シンポジウムが

⁶⁴ 2012年6月、リン・エヴァンス博士（I章4(1)参照）が将来加速器国際委員会（ICFA）によってILCディレクターに任命され、国際リニアコライダー（ILC）とコンパクト・リニアコライダー（CLIC）の2つのリニアコライダーの研究開発の取りまとめなどに当たることになった。

開催されるので、議論になるだろう⁶⁵。

ホイヤーCERN所長は、LHCとILCのそれぞれが何年先に何が研究できるのかという科学的なことを優先し、政治的な駆け引きや資金はその次の話であるという考えである。その反面、戦略が必要とされるのは、現在の資金、社会状況では、科学的なことだけでは将来計画の方が決まらないし、プライオリティーを付けなければならないという現実だからである。

研究者の間では科学的な価値のアセスメントを優先せよと言う声が強くなるだろうが、科学的な価値のアセスメント自身にも主観的な部分がないとは言えない。状況に押され、はっきりとしない段階で決めなければならないようになってしまっているのではないか。

カ 優秀な研究者を誘致するための環境整備

欧州では、日本は約束を守る国として信用があるほか、日本が何を研究するかが興味を持たれている。他方で、欧米から見ると日本は遠い国という評価もある。CERNのような素粒子物理の研究所には多くの研究者が訪問することになる。優秀な研究者を確保するためには研究者の研究時間以外の環境整備や、家族に対する環境整備も考慮する必要がある。

2 日本政府の見解

日本政府のILCに関する政策は、国会質疑を通じて明らかにされており、現在は研究者レベルで国際的な設計活動や検討が行われている段階で、国内外の動向を見ながら議論を進めていくことが大事であるという、慎重なものとなっている⁶⁶。

⁶⁵ 9月10日からポーランド・クラクフにおいて開催された。このシンポジウムでは、「新しい物理は、高エネルギー加速器による直接探索及び、加速器、非加速器実験による精密測定によって研究されなければならない」という共通の認識ができあがりつつあることがはっきりしたとされている。

⁶⁶ 平成23年9月の総合科学技術会議有識者議員会合資料として文部科学省・内閣府が作成した資料においては、ILCの意義として、「現在、欧州合同原子核研究機関（CERN）は、円形加速器（周長約27km）の大型ハドロン衝突型加速器（LHC）を用いて『ヒッグス粒子』の発見等を目指す実験を行っているが、そこで『ヒッグス粒子』が発見されても、その性質を解明しなければ、標準理論が正しいことについての物理的な証明ができないため、ILCによる実験が必要。」と、ILC実験が必要と切り切る記述が見られる。（文部科学省研究振興局基盤研究課量子放射線研究推進室、内閣府政策統括官（科学技術政策・イノベーション担当）付総括グループ、「国際リニアコライダー計画について」（平成23年9月1日））

ILCに関する政府の予算措置について、政府は、将来のILCにつながる加速器開発関係予算を計上してきている。例えば、平成23年度予算においては、ILCに必要な技術開発にもつながる最先端の加速器技術等に関して総計約26億円が措置されたほか、同年度3次補正予算においては、地質調査等に関して約5億円が措置された。

表8 政府による予算措置の状況
(平成23年度当初予算の例)

| 内容 | 額 |
|---|--------|
| 光・量子科学技術基盤技術開発 (研究課題例) ・ビームの質と強度向上を目指した加速器空洞の超精密表面処理技術の開発 | 4億円程度 |
| 科学研究費補助金 (研究課題例) ・高輝度実験に向けた先端的測定器の開発 | 5億円程度 |
| 高エネルギー加速器研究機構運営費交付金 (研究課題例) ・超伝導加速技術開発 | 17億円程度 |

(出所) 文部科学省資料

表9 主な政府答弁

| |
|---|
| <p>○玄葉光一郎国務大臣（国家戦略担当、科学技術政策担当）（衆議院内閣委員会、平成23年7月29日）</p> <p>「この素粒子物理学は、(略)、こういった国際関係の動向をやはりよく見きわめなきゃいけない」</p> <p>「現時点の位置づけは、この大型の学術研究のプロジェクトについては、まさに今は研究者レベルで検討が行われている段階なので、このBファクトリー高度化の終了後の計画として位置づけるべきだというふうになっている」</p> <p>「科学技術予算全般の中でどう重点化していくか、この素粒子の問題、そしてこのILCそもそもの問題についてどう位置づけていくべきかということについては、総合科学技</p> |
|---|

N)は、円形加速器（周長約27km）の大型ハドロン衝突型加速器（LHC）を用いて『ヒッグス粒子』の発見等を目指す実験を行っているが、そこで『ヒッグス粒子』が発見されても、その性質を解明しなければ、標準理論が正しいことについての物理的な証明ができないため、ILCによる実験が必要。」と、ILC実験が必要と切り切る記述が見られる。（文部科学省研究振興局基盤研究課量子放射線研究推進室、内閣府政策統括官（科学技術政策・イノベーション担当）付総括グループ、「国際リニアコライダー計画について」（平成23年9月1日））

術会議も含めて、(略) そこでしっかりとやはり議論して位置づけをしていかないと、(略)、結局のところ、またITERみたいになっちゃうということになりかねません」

○阿久津幸彦内閣府大臣政務官

(参議院外交防衛委員会、平成23年8月9日)

「現在は研究者レベルで国際的な設計活動や検討が行われている段階と認識」

「私自身も、宇宙創生の解明にもつながる壮大なロマンへの期待は共有しているものというふうに認識」

「一方、国内では、文部科学省において学術の大型計画に関するロードマップの検討が進められておりますが、その一環として本計画についても幾つか課題が示されていると聞いております。(略) 国内外の動向を見ながら議論を進めていくことが大事であると認識」

○倉持隆雄文部科学省研究振興局長

(衆議院科学技術・イノベーション推進特別委員会、平成23年10月25日)

「そのLHC実験の成果を踏まえて、その次の計画として具体化されるものであると認識」

「文部科学省の科学技術・学術審議会の作業部会を設けまして、いろいろな分野の中長期的な大型プロジェクトについて検討しておりますけれども、昨年の10月の報告書では、このリニアコライダー計画につきまして、今申し上げましたLHC実験の成果を踏まえながら、現行の、例えば、つくばの大型加速器を高度化して取り組むような、国内計画が終わった後の計画として位置づけるべきであるとか、継続して研究者コミュニティーや諸外国の関係者との協議が必要というような指摘がされている」

「我が国からも研究者が参加し、高エネルギー加速器研究機構を中心としていろいろな要素技術の研究開発に取り組んでいるところでございまして、現在、政府としてはそれを支援しているという段階」

○古川元久国務大臣(科学技術政策担当)(衆議院予算委員会、平成23年11月7日)

「2012年末に技術設計レポートの完成を目指して、今研究者間で努力が続けられているところでございまして、現在のところはまだ各国とも政府レベルでの検討はしていない」

「非常に夢やロマンもありますし、(略)、国際貢献とかさまざまな要素もあります。また、さらには、こうした大規模な研究施設が東北地方に建設されれば、これはさまざまな波及

効果もあるというふうに考えられます」

「今後とも、関係する各国の動向や研究の進捗状況をしっかり注視しながら議論を進めていきたい」

○平野博文文部科学大臣

(参議院決算委員会、平成24年8月1日)

「文科省としては(略) 研究振興局の下で、国際リニアコライダーを含む素粒子物理学分野において是非、今後どういう方向に行くのか、こういうことで今調査研究をさせていただいておりまして、研究費及び地質の調査を含めて5億円を計上しておりまして、今後、非常に重要な方向性を示唆するものと思っておりますので、注視をしていきたい。」

(出所) 各委員会の会議録を基に作成(下線は筆者)

3 日本学術会議、審議会等の見解

平成22年3月、日本学術会議(会長:大西隆東京大学大学院工学系研究科教授⁶⁷)は、各分野の研究者コミュニティにおける大型研究計画の構想を集約し、純粋に科学的な視点から評価を行い、我が国の学術研究や科学技術の発展に真に必要なと認められた7分野43の研究計画について、その意義や概要を取りまとめた「マスタープラン2010」を策定した。

同年10月、文部科学省科学技術・学術審議会学術分科会研究環境基盤部会学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会(主査:飯吉厚夫中部大学総長)は、日本学術会議が策定したマスタープランを踏まえ、学術研究の大型プロジェクト推進に関して、43研究計画の優先度を明らかにする観点から、「学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想『ロードマップ』」を策定した。基本的な考え方として、「大型プロジェクトは、長期間にわたって多額の経費を要するため、内外の学術研究の全体状況はもとより、学術研究に対する公財政支出の相対的状況や今後の見通し等にも留意しつつ、社会や国民の幅広い理解を得ながら、長期的な展望をもって戦略的・計画的に推進することが必要である」としている。

⁶⁷ 策定当時は金澤一郎会長

作業部会は、日本学術会議のマスタープランのリストアップ基準である、①研究者コミュニティの合意、②計画の実施主体、③共同利用体制、④計画の妥当性のほか、作業部会において、⑤緊急性、⑥戦略性、⑦社会や国民の理解を加えて設定され、上記の観点について、個々の研究計画ごとに、a、b、cの3段階で、評価（上記の①から④に関する「評価①」と、⑤から⑦に関する「評価②」）を行うとともに、優れた点や課題等を整理した。

その結果、「国際リニアコライダー（ILC）の国際研究拠点の形成」は、評価①と評価②の双方ともにc評価という、43計画の中で最下位のものだった⁶⁸。

「主な優れている点等」として、「国際的に日本の地位は高く、目指す成果の科学的意義も大きい」、「国際協力に関する期待が持てる」と指摘された一方で、「主な課題・留意点等」として、「まだ計画は十分に詰まっておらず、継続して研究者コミュニティや諸外国の関係者との慎重な協議が必要」、「LHCの成果等を踏まえつつ、Bファクトリー高度化の終了後の計画として位置づけるべき」、「長期に及ぶ高額な計画であり、社会的理解が得られるか不明」、「緊急性が明確でなく、関連コミュニティ及び社会や国民のさらなる理解が得られるよう努力が望まれる」と指摘された。

つまり、直線加速器を作るよりも、KEKBの電子・陽電子加速器のアップグレードを優先するという結論である。平成22年時点の評価ではあるが、他の科学技術関係大型プロジェクトより

も優先してILC計画に取り組むべきというコンセンサスはなく、我が国の研究者コミュニティにおいて、積極的にILC誘致を行うことについての十分な理解は得られていないと考えられる。

ILCの日本誘致推進の立場の関係者にとっては、指摘された主な課題・留意点の解決に向けた努力が必要となるだろう。

表10 大型研究プロジェクトに関する
審議会作業部会の評価結果
(平成22年、「物理科学・工学」分野(12計画)のみ)

| 計画名称 | 評価結果 | | 参考 | |
|----------------------------------|----------|----------|--------------|--------------|
| | 評価① | 評価② | 建設費(億円) | 運営費(億円) |
| Bファクトリー加速器の高度化による新しい物理法則の探求 | a | a | 350 | 70 |
| J-PARC 加速器の高度化による物質の起源の解明 | a | a | 380 | 25 |
| 大型低温重力波望遠鏡(LCGT)計画 | a | a | 155 | 4 |
| 30m 光赤外線望遠鏡(TMT)計画 | a | a | 1,300 | 50 |
| 複合原子力科学の有効利用に向けた先導的研究の推進 | a | a | 60 | 38 (×10年) |
| 高エネルギー密度科学研究推進計画 | a | b | 84 | 6 (総額) |
| 国際リニアコライダー(ILC)の国際研究拠点の形成 | c | c | 6,700 | 200 |
| 大型先端検出器による核子崩壊・ニュートリノ振動実験 | a | c | 500-750 | 20 |
| RIBFのRIビーム発生系の高度化による不安定核の研究 | a | b | 150 | 40 |
| 計算基礎科学ネットワーク拠点 | b | a | — | 41 |
| 一平方キロメートル電波干渉計(SKA)計画 | b | a | 2,000 | 200 |

(出所) 文部科学省科学技術・学術審議会学術分科会研究環境基盤部会学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会「資料1」を基に作成

4 その他の考慮すべき事項

上記のとおり、CERNの科学者や文部科学省審議会作業部会等から見解が示されたが、このほかに、誘致を検討する上で考慮すべき事項の例を挙げる。

(1) 基礎研究の特徴

ILCは、原子核・素粒子物理の真理を探究する施設であり、このような基礎科学の研究は直ちには実社会の役に立ちにくい面がある。

⁶⁸ この評価を受けた計画は3計画だけである。なお、平成22年の評価結果は、平成23年12月のヒッグス粒子発見の確率が99.98%であるという発表や、平成24年7月のヒッグス粒子と見られる新粒子発見の発表の前であったこと等、現時点の状況とは異なる点があることについては留意すべきと思われる。平成24年5月には、同作業部会は、日本学術会議のマスタープランの改訂(研究計画の追加・削除)を踏まえ、改訂版である「ロードマップ2012」を公表した。これは計46計画についてのものとなったが、評価は新たに追加された15件の研究計画についてのみ行われ、ILC計画に関する評価結果・コメントは同一のままとされた。

I L C自体は、世界の物理学者が利用する「国際公共財」になると見込まれる一方で、民間企業が産業利用するための共用施設にはなりにくいと考えられる⁶⁹。加速器建設を行えば、建設、工業、電機、情報産業など多くの産業・技術への経済効果もあるとされているが、I L Cの研究成果による経済効果は長期間の視野で判断する必要があるだろう。

(2) 国の財政状況

I L Cの建設費は現在の為替レートを参考にしても約5,500億円は見込まれ、ホスト国は半分程度を負担することになる。もし日本に誘致した場合、I L Cの建設と運営のほか、環境整備等に対し、結局兆単位の極めて高額な費用を必要とするのではないかと⁷⁰。我が国の財政赤字は年間の国家予算の約10倍に及ぶ約900兆円である。我が国が各国のために物理研究基盤を提供するボランティアのような面が否定できないならば、誘致が妥当であるのか否か、非常事態になっている国庫の状況、復興予算の在り方、復興の進捗状況等⁷¹を踏まえて、検討する必要があるだろう。

(3) 日本誘致のメリット・デメリット

日本がホスト国になれば、我が国の存在意義につながり、次世代の科学者の育成など、

⁶⁹ 我が国では、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」(共用促進法)の規定によって、企業・大学などの外部利用の促進が図られている研究施設がある。例えば、大強度陽子加速器施設(J-PARC)の中性子線施設やスーパーコンピュータ「京」等が指定されている。しかし、同じくJ-PARCにある比較的大出力の50GeVの加速器、原子核・素粒子実験施設及びニュートリノ実験施設は、外部利用(産業利用)が見込まれない施設であるため、同法で指定されていない。

⁷⁰ 我が国の科学技術予算は3兆6,693億円(平成24年度。政府当初予算)で、このうち文部科学省分は2兆4,862億円である。物理関係予算の額はある程度一定である。

⁷¹ 震災復興対策としてもI L C誘致が検討されているが、例えば、沿岸地域の切迫した状況からの復旧復興対策、原発被災者対策、雇用対策などの優先されるべき課題の解決等にとって、I L Cは高い効果があるのか議論になるだろう。

科学の発展につながるという主張が聞かれる。科学面では、加速器コンポーネントの要素技術など、技術に関してはホスト国になることで大きな利益があるとされる⁷²。

他方で、これらのメリットは、ホスト国にならないと得られないものであるか、また、コストをかけてでもホスト国になって得るべきものであるか、費用対効果等を議論する必要があるだろう。

今後の動向を注視するとともに、ホストすることのメリット、デメリットを詳しく正確に研究及び説明する必要があるだろう⁷³。

(4) 誘致の構想

大規模な国際協力プロジェクトは、一般的に、予算も期間も当初見込みより大幅に増える傾向があるが、その場合も計画を続行できるか、考慮する必要があるだろう。

また、I L C誘致構想については、I L C自体の建設のみならず、「I L Cを核とした国際学術研究都市」づくりも含めた経済効果が公表されている。先に述べたように、岩手県は平成23年に「約10年で5.2兆円」という推計を政府に主張したが、平成24年には岩手

⁷² 山下了東京大学准教授による「I L Cの最新状況と大型加速器施設にみる国際組織の特徴・課題」の講演(平成21年3月26日、核融合エネルギーフォーラム第3回会合)

⁷³ I L Cの誘致理由として、核変換技術(核反応によってある核種が他の異なる核種に変わることを利用して放射性核種を安定化またはその寿命を短縮する技術)の開発に貢献できる可能性があるとの主張がある。これは加速器技術に共通する点があるためであり、東京電力福島第一原子力発電所事故による放射性物質対策として関心が持たれていることは理解できる。しかし、I L C実験によって自動的にこの研究が進むというわけではない。また、先行の取組としては、茨城県にある大強度陽子加速器施設(J-PARC)の第2期計画として「核変換実験施設」の建設計画があり、平成21年4月に衆議院文部科学委員会は建設推進を決議した。現在、核変換技術に関する基礎的な研究は行われているが、実験施設建設には着手されていない状況である。

また、誘致の効果に関しては、I L Cは国際プロジェクトであるため、今後の協議次第であるが、CERNと同様に、各参加国が分担金の比率に見合った額の受注をすることになる可能性があることも留意すべきであろう。つまり、I L Cが我が国に誘致されたとしても、全面的に我が国企業が受注できることにはならない可能性がある。

県を含む「東北 ILC 推進協議会」は「30 年で 4.3 兆円」という推計を公表した。九州はこれほど多額は見込んでいない。これらの推計額の間には兆円単位のかい離がある。今後、本格的な議論(国会審議や財政当局の査定等)においても経済効果を強調するならば、現実的かつ保守的な条件設定等に基づいて推計額を精査することも求められるのではないかと。

東京近郊の筑波研究学園都市でさえ、現在の状況に発展を遂げるまでに長期間を要したという過去の教訓等も踏まえ、上記のような都市計画を構想するに当たっては、実現性を十分に示すことも期待されよう。

今後、的確な判断を行うためにも、様々な点についての的確なフィージビリティスタディが必要であろう。

(5) 地盤の確認

文部科学省は、地質の調査等に予算を計上し、調査を進めている。我が国は世界の中で地震が多い国であり、活断層も多数あるが、その中で 30km あるいは 50km の安定した地盤を確保する必要がある。誘致の議論の前提として、地盤調査結果が注目される。

(6) 外国の動向への対応

2013 年には CERN においては欧州全体の素粒子研究の将来計画である「欧州戦略」が改訂される。世界の素粒子研究にも大きな影響を与えられ、同年 3 月の CERN 理事会への欧州戦略改訂案の提出、同年 5 月の CERN 特別理事会での承認に向けて、CERN の動きに注目する必要があるだろう。

また、我が国には科学技術に関する大規模な国際機関（大型研究開発施設）の本拠地はない。国際機関の誘致や幹部人事⁷⁴等は外交

交渉を必要とするものである。前述の通り、ILC の誘致は、2015 年頃までに候補地や運営費などに関して主要 8 개국首脳会議（G8 サミット）などの場で各国の合意が求められる方向ともされている⁷⁵。

政府においては、文部科学省や総合科学技術会議のみならず、関連する省庁⁷⁶が情報を共有し、政府全体として適切な判断をしていく必要があるだろう。

表 11 欧州戦略改訂のスケジュール

| | |
|--------------------|--|
| 2012年 3月16日 | ヨーロッパ・ストラテジー・グループ第1回会合 |
| 9月10日～12日 | 公開シンポジウム（ポーランド・クラクフ） |
| 2013年 1月21日～26日 | ヨーロッパ・ストラテジー・グループ会合（イタリア・シチリア島エリーチェ） |
| 3月 | CERN理事会（スイス・ジュネーブ、基本合意） |
| 5月20日の週 | CERN特別理事会（ベルギー・ブリュッセル、承認、一部加盟国の科学担当大臣出席） |

（出所）第 161 回、第 163 回 CERN 理事会資料を基に作成

おわりに

以上、ILC 計画に関する判断材料などとして、CERN 及び ILC 計画の双方について解説を行ってきた。ILC の日本誘致を検討するに当たっては、諸課題について説得力ある説明あるいは解決が求められると考える。そういった努力によって、誘致しない理由がなくなってくるのではないだろうか。

ILC の日本誘致に関する判断は、国会・政府が責任を持って判断し対応すべき科学技術政策であるとともに、大きな政治経済課題であろう。ILC 計画は現在進行中のものであり、この対応には我が国にとってもまさに「ストラテジー」が必要である。今後の動向を注視し続けた上で、国会・政府において精査される的確に判断されることが期待される。

⁷⁴ 例えば、国際熱核融合実験炉（ITER）に関しては、設置場所はフランスであるが、機構長は歴代日本人が務めている。

⁷⁵ 前掲注 3

⁷⁶ 例えば、内閣府（総合科学技術会議、国家戦略会議）、文部科学省、外務省、経済産業省、国土交通省、総務省等

【主な訪問調査、参考文献】

(インタビュー調査、講演聴講)

- ・ロルフ・ホイヤー (Prof. Dr. Rolf-Dieter Heuer) CERN所長に対するインタビュー調査 (2012年3月16日)
- ・ロルフ・ランドゥア (Dr. Rolf Landua) CERN教育アウトリーチ部門長に対するインタビュー調査 (同上)
- ・シグルド・レトウ (Dr. Sigurd Lettow) CERN総務財政部長に対するインタビュー調査 (同上)
- ・スタイナー・スタップネス (Dr. Steinar Stapnes) CERNコンパクトリニアコライダー研究プロジェクト代表に対するインタビュー調査 (同上)
- ・近藤敬比古ATLAS日本グループ前共同代表 (高エネルギー加速器研究機構名誉教授) に対するインタビュー調査 (2012年3月15日及び16日)
- ・中田達也CERNヨーロッパ・ストラテジー・グループ議長 (ローザンヌ連邦工科大学教授) に対するインタビュー調査 (2012年3月15日)
- ・山下了東京大学准教授による講演「ILCの最新状況と大型加速器施設にみる国際組織の特徴・課題」の聴講 (2009年3月26日、核融合エネルギーフォーラム第3回会合)

(文献) 本文及び脚注に掲げたもののほか、以下のものを参考とした。

- ・CERNウェブサイト<<http://public.web.cern.ch/public/>> (last access 2012.11.27)
- ・浅井祥仁等「高エネルギー物理学将来計画検討小委員会答申」(2012.2.11)
- ・浅井祥仁『ヒッグス粒子の謎』祥伝社 (2012)
- ・ニュートン別冊『大宇宙ー完全版ー』Newton Press 出版 (2012.1)
- ・村山斉『宇宙は本当にひとつなのか』講談社 (2012)