



岩手大学におけるILC実現のための取り組み

岩手大学工学部教授 成田 晋也

国際リニアコライダー (ILC) 計画は、“宇宙の成り立ち”、“根源物質の探索”といった人類の究極の疑問に答えを与える壮大な実験計画であり、世界中の素粒子物理学研究者がその実現を熱望している。また、現在世界唯一の建設候補地である日本では、産官学が協力して、その実現に向けた活動を活発に行っている。本稿では、ILCの現状および課題、また、その実現に向けた岩手大学における取り組みについて紹介する。

○ ILCの現状と課題

素粒子物理学分野では、世界の各地域拠点に研究者が集まり、それぞれで大規模な国際共同研究プロジェクトが推進されている。現在、欧州では、欧州合同素粒子原子核研究機構 (CERN)

(N) における Large Hadron Collider (LHC) と呼ばれる周長 27 km の円形加速器を用いた実験が進められている。この LHC では、2012 年、素粒子に質量を与えるヒッグス粒子が発見され、それによって、宇宙・物質の成り立ちを説明する「標準理論」が確立された。

一方で、ヒッグス粒子の詳細な性質解明はこれからであり、また、暗黒物質など「標準理論」の枠組みに収まらない新しい粒子、新しい物理の探索も今後重要な研究課題となっている。LHC は、現在、エネルギー増強のための装置改良を行っており、まもなく実験再開が予定されている。改良 LHC による実験では、多くのヒッグス粒子の生成が見込まれ、その性質がより明らかになると期待される。この LHC は、ILC よりも大きなエネルギーを作り出すことがで

きる (言い換えると、より宇宙の初期の状態を作り出すことができる) 装置であるが、加速・衝突させる粒子の性質上、ILC に比べて素粒子反応測定の精度に劣る。そこで、ヒッグス粒

<標準理論>

クォークとレプトン (物質を構成する基本粒子)、ゲージ粒子 (力を媒介する粒子)、ヒッグス粒子 (質量を与える粒子) によって宇宙のあらゆる物質・現象を説明する考え方は「標準理論」と呼ばれ、現代物理学の究極の理論とされている。これまでの研究から、「標準理論」は、ほぼ確立されたものと考えられているが、一方で、ヒッグス粒子の性質解明や標準理論だけでは説明できない暗黒物質の探索など、未だに重要な課題が残されており、今後、これまで以上に精密な実験が必要になっている。

子の詳細な性質解明、暗黒物質や新粒子の探索のためには、LHCによって超高エネルギー状態での現象を捉え、ILCでそれを精査するといった、両者を相補的に組み合わせた実験を行うことが必要不可欠である。この際、欧州で進められるLHC実験に対して、世界の研究動向や地域性を考慮した場合、ILCは日本（アジア）主導で進めるべきだというのが、素粒子物理学分野の世界的な方針となっている。

一方で、最近になって、中国においてビッグス粒子の精密測定を目的にした大型円形加速器建設計画が提案されるなど、アジア地域において新たな動きも出てきている。この計画では、将来的な加速器のエネルギー増強によって、新粒子・新現象の発見も想定されている。現段階では、加速器の性能や測定精度といった点において、ILCが優位なものであるが、今後の技術革新、さらにはILCの進展状況によっては、このような新しい動きが、世界の素粒子物理学研究の方向づけに影響を与える可能性もある。そのため、ILC実現には、建設候補地である日本において、時機を逃すことのない決断が重要である。

国内では、現在、文部科学省において有識者会議が設置され、「素粒子原子核物理作業部会」

および「技術設計報告書検証作業部会」において、①他の研究計画を踏まえたILCの素粒子物理学研究における明確な方針、②経費の全容と国際的経費分担、③建設期及び運転期に必要な人員・人材、国内体制のあり方、④ILCの社会的影響、⑤その他ILCに関する課題、国内建設の是非について審議が進められている。その中で、「素粒子原子核物理作業部会」では、主に当該分野の将来構想におけるILCの科学的役割や意義について、LHCとの比較や他のプロジェクトとの相補性・独自性も踏まえて審議している。これまで8回の会合が持たれ、そこで議論について、近く、有識者会議に中間報告として提出される予定である。

これまでの議論では、LHCにおいて、今後新しい物理現象が発見されるかどうかにかかわらず、ILCはその特性上、雑音の少ない極めてクリーンな環境での素粒子反応の観測が可能であり、LHCをはるかに凌ぐ感度で、反応の精密測定、新粒子・新現象の探索が可能であることから、ILCの有用性や実験遂行の意義は極めて高いとされている。一方、「技術設計報告書検証作業部会」は、主にILCに係る技術の実現可能性、そこで必要となるコスト・人員について検証している。

これら作業部会の報告・有識者会議での議論

を踏まえ、今後、文部科学省はILCの日本誘致について一定の方針を示すことになる。ここ1年以内の動きが注目される。

研究者の活動としては、ILCに必要な加速器や測定器、各種ソフトウェア開発等、高性能化や新たな技術導入のための研究を継続的に進めている。それに対応して、期待される物理成果の高精度化といった研究も続けられている。建設候補地である岩手／東北地域では、加速器建設や研究施設の整備に向けた準備が、地元自治体や産業界と協力しながら着々と進められている。さらには、ILCの意義、国際協力の中での日本の役割を正しく説明し、広く理解を得るための講演会なども行っている。

一方、ILC推進の中心となっている国際組織メンバーを中心に、今後の素粒子物理学分野の研究の進め方やILC実現に向けた戦略的な議論が継続的に行われている。国際組織メンバーは定期的に日本を訪れ、国際リニアコライナー推進議員連盟や文部科学省との意見交換を行うなど、日本での建設実現に向けた取り組みも精力的に行っている。併せて、建設候補地である岩手も訪問し、産官学関係者との意見交換・交流を行い、現地における課題について具体的な検討も進めている。



岩手・東北地域においては、地元自治体・産業界・学術機関等が連携して、誘致活動や実験施設立地のための準備が着々と進められている。今後、この活動をさらに活性化させ、地元の受け入れ体制を確実に整備していくためには、現在ILCに関わっている人のみならず、より多くの人の協力が必要であり、そのためには、ILCの意義や地域が果たすべき役割を広く理解してもらうことが重要となる。そのために、我々研究者を含めた関係者が、継続的に情報を発信していくことが大切である。

また、ILC以外にも、東北地域では新たな放射光研究施設の建設（東北放射光計画）など、

＜東北放射光計画＞

光速近くまで加速させた電子を偏向させることで光（X線など）を放出させ、その光を利用して物質の極微の構造を分析するのが放射光施設である。この物質解析から新しい機能性材料や新薬の開発につながるなど、多くの分野で放射光が利用されている。

現在国内には、需要の高い波長領域（軟X線）の高輝度放射光施設はなく、また、ほとんどの放射光施設は関東以西に集中している。そこで、東北での新しい高輝度軟X線放射光施設の建設が計画されている。

最先端加速器による将来計画がいくつか提案されている。これら加速器施設の建設・運用には、様々な分野が深く関わっている。例えば、ILCの建設・運用においては、巨大地下施設建設が必要となる地盤・地質工学、建築・土木工学、加速器部品の開発・製造に係る材料・機械工学などが関わる。加速器や測定器の運転には、制御・計測などの電気電子工学技術、大量データの通信や情報セキュリティの確保のための情報通信工学技術などが必要である。また、国際研究都市としての社会基盤整備という点では、都市工学、交通工学、教育、国際化対応などの専門家の参画が必要となる。

このことを十分理解した上で、現在提案されている様々な加速器による科学技術プロジェクトに、今後、地域の多様な産業、固有の技術がどう関わっていくかを広い視野に立って考えることが必要となる。また、一人一人が従来の形にとらわれない新しいアイデアを出し合うことで、新しい産業や技術の創成も期待される。

○ 岩手大学における加速器科学研究に係る取り組み

これまで述べたように、加速器の建設・運用には様々な分野が関わっており、また、放射光をはじめとする加速器による粒子線利用は、物

性・生命科学・新機能材料創出等、様々な分野の研究発展に極めて重要なものとなっている。岩手大学には、多様な専門領域の研究者がおり、それぞれが有する豊富な知識と経験が、加速器の建設・運転・利用において大きく生かされる。また、加速器関連研究への関わりから、新たな産業シーズ創出と地域の産官学連携の構築も見込める。

このように、岩手大学は、ILC建設候補地である岩手県の学術的拠点として、その推進はもろろんのこと、加速器関連プロジェクトを中心に据えた、地域のこれからの発展に対して、きわめて重要な役割を担っている。一方で、ILC等の学術的意義や地域のあり方を広く社会に伝える情報発信拠点としての役割も担っている。これら大学としての役割をふまえながら、岩手大学ではこれまで様々な活動を行ってきた。以下に、これまでの取り組みと今後の展開について紹介する。

これまでの活動の経緯

岩手大学では、以前より、ILC関連講演会の開催、学内外関係者との情報交換等、ILC推進活動を行ってきたが、岩手／東北へのILC実現が大きく進んできたことを受けて、平成

25年2月に、学長を代表とする「ILC推進会議」を設立し、岩手大学におけるILCに関連した研究活動、自治体や経済団体等と連携した広報活動などを本格的に推し進めることとなった。

また、平成26年4月には、工学部ソフトパス工学総合研究センターに「加速器科学研究グループ」を立ち上げた。このグループは、素粒子物理学、地震・防災工学、表面処理工学、超電導理工学、有機材料工学、電気化学、地質・地盤工学、建設材料工学といった加速器建設・運用に関する研究や放射光を用いた物性研究を行っている研究者がメンバーとなり、ILCや東北放射光計画に関わる様々な分野（加速器科学）について情報交換をしながら、新たな教育・研究の展開を検討している。

一方、このグループが主体となり、ILCや東北放射光の推進のための講演会等を実施するなど、様々な情報発信も行っている（これまで実施した講演会の詳細は後述する）。

今後は、岩手大学における加速器関連分野の研究をより活発化していくため、学内研究者の連携を拡大させていくとともに、大学の将来構想においてILCが明確な位置づけとなるよう、このグループから多様な提案をしていくことを考えている。



岩手大学と高エネルギー加速器研究機構連携・協力協定締結式

平成26年4月からは、高エネルギー加速器研究機構（KEK）との連携支援事業が開始され、従来の岩手大学とKEKとの共同研究に加え、岩手大学における加速器科学に関する様々な取り組みがより活発化した。さらに、それらの実績に基づき、同年12月には岩手大学とKEKとの間に連携・協力協定が締結された。この連携・協力協定によって、お互いの研究ポテン

シャルの有効活用が効果的に進むことが見込まれ、双方にとって有意義な研究発展が期待される。それ以外にも、KEKの持つ専門知識等を岩手大学が有する地域ネットワークを通じて社会に発信することで、より効果的な広報活動も行えるようになった。今後は、この枠組みをさらに生かして、計画的・戦略的な活動を行っていく予定であり、その内容については、学内だけでなく、学外からも様々な提案を受け付けていきたいと考えている。

講演会の実施・広報活動

ILCをはじめとする加速器科学に関連する分野の理解促進から、研究者間あるいは産官学の連携を推進するために、平成26年4月より、「加速器科学連続セミナー」を開催してきた。この連続セミナーでは、毎回のテーマごとに、専門の講師の方をお招きしてお話をいただいている。また、岩手大学で取り組んでいる関連テーマの研究を紹介することで、新たな連携と研究展開の可能性も模索してきた。これまでの開催テーマは次の通りである。

○第1回（平成26年4月23日）

【オープニングシンポジウム】

主催：岩手大学工学部

「ILCの全体像と人材育成や新産業創成」

KEK名誉教授・岩手大学客員教授

吉岡 正和 氏

「東北放射光構想の概要と光源性能度」

東北大学教授 濱 広幸 氏

○第2回（平成26年5月30日）

【工学・生命科学分野での放射光科学の活用】

主催：岩手大学工学部

「工学・生命科学分野での放射光科学の活用」

SPRING-8・岩手大学客員教授

廣沢 一郎 氏

「岩手大学における放射光利用研究の紹介」

○第3回（平成26年6月23日）

【加速器科学による新産業創成】

主催：岩手大学工学部

「加速器科学による新産業の創成」

KEK名誉教授・岩手大学客員教授

吉岡 正和 氏

「ILCを契機としたまちづくり」

東北大学キャンパスデザイン室

小貫 勅子 氏

「岩手大学における加速器科学研究」

○第4回（平成26年10月29日）

【加速器科学の医療応用】

主催：岩手大学・岩手医科大学

「筑波大陽子線治療とBNCT（ホウ素中性子

捕捉療法）」

筑波大学教授・筑波大学附属病院長

松村 明 氏

「岩手医科大学サイクロトロンセンターにおける高エネルギー粒子の多分野への応用」

岩手医科大学教授・サイクロトロンセン



第5回加速器科学連続セミナー

ター長

世良 耕一郎 氏

「国際リニアコライダーと東北放射光施設」

○第5回（平成26年11月21日）

【ILCと表面技術】

主催：岩手大学・岩手表面技術懇話会

「超伝導加速空洞製造の取組み」

高エネルギー加速器研究機構機械工学セン

ター長

山中 将 氏

「超伝導加速空洞の表面処理」

高エネルギー加速器研究機構放射線科学セ

ンター

沢辺 元明 氏

この連続セミナーは、平成27年度も継続して行く予定であり、ILC等に関連する幅広いテーマで、周辺の大学・研究機関等とも協力しながら実施する。今後、計画が定まり次第、随時ホームページ等で詳細を公表していくが、共同開催等や企画の提案があれば、是非お知らせいただければと考えている。

岩手大学では、これまでも、ILCをはじめとする加速器科学に関する中高生向け出前講義等を行ってきたが、今後も地域の産官自治体と連携をして、そのような活動を組織的・計画的に継続していきたいと考えている。

なお、平成27年度には、岩手県盛岡広域振興局と岩手大学工学部女子学生有志（「工学ガ

ルズ」が協力し、小学校でのILC出前授業を実施するというこれまでにない企画も予定されている。この他に、大学が主体となって行う見学会等でのパネル展示や実演展示、さらには、SNSを通じたILC／加速器科学に関する情報発信など、様々な新しい取り組みも検討している。

加速器科学に関する研究開発

岩手大学では、従来、ILCを含む加速器関連分野の研究開発およびそれを通じた人材育成を進めてきた。例えば、素粒子物理学を専門とする筆者の研究グループでは、新しい粒子測定器の開発を継続的に行っている。現在は、粒子の飛跡を三次元で立体再構成するための測定器開発を、KEKをはじめとする国内外の研究機関と共同で行っている。現在開発中の測定器は、主に素粒子ニュートリノの性質解明を目指した実験での使用を想定しているが、ここに含まれる要素技術の多くは、ILC実験で用いる測定器と共通のものであり、今後、そちらへの展開も視野に入れている。他にも、加速器用電源開発をKEKと共同で進めている研究グループや、放射光を用いて物質の構造解析を行い、材料開発や防災に応用しているグループもある。地域の小中高生にとって、自分の身近なこ

ろでこのような研究活動が行われていることは、素粒子物理学やILC・加速器に関心を持つ大きなきっかけになるであろう。今後、我々の研究活動を活性化させ、その成果を発信していくことで、地元の若い人達の、特に理工学に対する、向学心を高められればと考えている。

○ おわりに

ILCの日本での建設については、国として検討を進めている段階であり、今年度中に何らかの方針が示されることになると思われる。それと並行して、関係者は、各々の立場から実現を見据えた準備を進めている。その中であって、我々教育・研究の現場にいる者がすべきことは、その“科学的意義”を正しく伝えて、多くの理解を得ることであり、また、将来を担う若い人材の芽を大切に大きく育てていくことであろう。併せて、私自身を含めた岩手大学の構成員は、建設候補地域の一員として、実現にあたっての地元課題への取り組みを関係各所と協力しながら、今後も着々と進める必要がある。

ILCのようなグローバルな巨大科学技術プロジェクトを受け入れる地域としては、既存の組織や枠組みにとられ各々の価値観や目先の利益で動くことなく、一人一人が大きな視点に立って、ILC受け入れの意義や、地域全体の

将来のあり方を考えていく必要がある。その際に「普遍的な知」を拠り所とする大学の果たすべき役割は非常に重要であると考える。

もう一点、地域のあるべき将来の姿を主導的に提案し、示していくことも、岩手大学の重要な役割であると考えられる。古代からの人類の歴史を考えたとき、身の回りの自然現象や日常の些細な出来事を注意深く見詰め、そこから考えを巡らすことで、新たな発見、そして新たな技術が生まれてきた。つまり、“気づき”と“思索”の繰り返しによって人類は発展してきたと言える。

ILCは宇宙の謎を解き明かすという、古くからの人類の疑問に答えを与えてだけでなく、人類のさらなる発展のため、あるいは、地域の将来のための様々な種を与えてくれることは間違いない。その種に気づき、新しい芽として育てていけば、岩手／東北／日本の発展につながっていく。ILCをきっかけとして捉え、そこから、一人一人が自ら考え新しいアイデアを出すことが重要であり、ここでは、地域の「知」の拠点である岩手大学が、先導者としての役割を果たすべきと考える。