要　　約

現在、高エネルギー物理学研究者の間では、次世代の施設は電子・陽電子衝突型加速器 (リニアコライダー) である、というコンセンサスが世界的にできている。しかもそれは LHC(欧州素粒子研究所 CERN の Large Hadron Collider) と同時期に運転をはじめなければならない。リニアコライダーの R&D 及び設計作業は、すでにアジア、ヨーロッパ、北米の三地域で真剣に行われてきた。技術的なアプローチの方法はいろいろ異なっているものの、高エネルギーのリニアコライダーを、世界的規模の国際協力によって建設し運転するという方針は、広く受け入れられている。この分野では国際協力の長い歴史があることを思えば、このような形態のリニアコライダーが共通した将来計画になることは自然の成り行きであろう。日本にリニアコライダーを建設する場合、どのような国際研究所の組織がベストなのか、どのようにして作り上げていくのか、またどのような運営方針がありうるのか、という点について、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) に組織された本委員会が詳細な検討を行った。本報告書では、この研究所を Global Linear Collider Center (GLCC)(グローバル・リニアコライダー・センター) と呼ぶことにする。

本委員会は、大規模国際施設の様々な例を調べたうえで、このリニアコライダー研究所に適用できると思われるいくつかの異なったモデルを検討した。また、その予算及びタイムスパンを考慮した場合、コライダーを建設、運転し、かつ大規模な国際協力により実験を行う組織には、どのような性格が必要であるのかについても考察した。全建設コストは 30 ~ 40 億米ドルの範囲にあると見積っている。施設のアップグレードを含めれば、プロジェクトの寿命は 20 年以上に及ぶだろう。様々なレベルにわたって必須条件は多いが、とりわけ必要なのは、プロジェクト全体を通して参加パートナーが確固たる意思をもって参加することと安定した支援である。他方で、科学上のプログラムには柔軟性を持たせることが重要で、かつタイミングよい実験開始が望まれる。もう一つ欠かせない点は、一般の人々、とくに将来ユーザーとなるべき若い素粒子物理学者たち、広い分野の科学者、政治家や政府にとってプロジェクト全体が魅力的なことである。組織に関しては、追求する科学の性質上、関係する全ての人に開かれれていることが重要である。さらに、組織の管理運営は、明瞭で透明でなければならない。

上記の必要事項の観点から、2 つの可能な協力の枠組を検討した。一つは、既存の研究所を拡張し、建設及び運転のコストの大半 (≥ 75 %) をホスト国が引き受け、残る部分は海外から貢献を受けるモデルである (ドイツ DESY 研究所の HERA 加速器建設時のように)。もう一つは、新しい国際研究所を日本に設立するモデルである。この場合もホスト国は最も大きな額の貢献をすることになるが、コストはパートナー国間でもっと公平に配分されることになるだろう。これらは両極端のケースであるが、その中間のモデルも検討した。それは、多くの国の研究所のジョイントベンチャーという形でリニアコライダーを建設し運転することを目指すものである。しかしこのモデル

は、大規模国際協力を確立する段階においては有用でありうるが、長期の安定性が必ずしも保証されないので最終形態としては望ましいものではない。

日本であれ他の国であれ、上に述べた既存研究所を拡張するモデルを採用できる程巨額な投資を単独の国で行うことはきわめて困難であろう。かつこのモデルでも、かなり思いきった国際協力がなければ、必要な専門知識を持つ人的資源を十分に確保できるとは思えない。

このように考えると、世界の高エネルギー物理学研究者全てに開かれた国際研究所を設立すること、が一番望ましい選択である。原則として、全てのパートナーには等しい地位が与えられなければならない。研究所が国際条約に基づいていれば、プロジェクトの全期間に渡って、資金的な支援及び安定性を確保することができる。条約による合意を得るのに要する時間は、関係機関がプロジェクトの細部を詰めてコンセンサスに至るのに必要な時間よりも短くてすむだろう。いずれにしても、数十年に及ぶ政府の資金公約が絡む国際協力にとって、このようなコンセンサスは欠かすことができない。

このように全世界が参加して設立する国際研究所は、素粒子物理学の分野では今までに例がない。それは、アジアでの重要な拠点 (COE) としての機能を果たすと同時に、全世界にも強い影響を与えると思われる。そのような研究所のホストになることは、日本にとって非常に魅力的であるばかりか、日本政府の科学技術計画にも沿ったものでもある。

組織を率いるのはディレクター (ひとり、または複数人) で、ディレクターは評議会に選ばれ、この評議会に報告を行う。評議会は、参加国の政府関係者、政府に任命された科学者、およびユーザーの代表で構成される。

GLCC の主要な人員は研究所が採用することになるが、所員は研究者の持つ専門知識にのみ基づいて選ばれなければならない。多くの科学者は、支援研究員または客員研究員として所属研究所からこの研究所へ派遣されることになるであろう。参加研究所がアップグレードの R&D プログラムなどの仕事を継続的に行えるためには、頻繁に人々の交換がなされなければならない。

この目標を達成するために、委員会は、Pre-GLCC (Pre-GLC Collaboration または Pre-GLC Center) を創立することを提言する。これは GLCC と同様の構造を持つものであるが、条約の代わりに研究所間の覚書に基づいて設立され、加速器に必要な R&D を行い、組織の細部を詰めることを目的としたものである。Pre-GLCC は、世界規模の LC 施設である GLC へ向けた活動方針をきめる組織となるだけでなく、LC プロジェクトに従事する全ての研究所や施設からなる国際協同グループから選抜された科学者・技術者のチームである。すでに加速器の R&D に関してはいくつかの国際協力の形態が存在し、TESLA 、JLC/NLC、CLIC といった枠組みの中で活動している。Pre-GLCC の重要な任務は、これらのチームが達成してきた成果に基づいて、この世界規模の努力をもう一歩前進させることにある。これは、LC を共同建設するという明確な意図のも

と、技術と組織の両面から行われなければならない。緊密な意思疎通、技術情報の完全な共有、そして参加研究所内の様々な人々の間に共通の協力精神を培うことが何よりも重要になるのは、明らかであろう。これは参加者全員に対して自覚による努力を要求する。ICFA の下に設立された International Linear Collider Steering Group (ILCSG) (国際リニアコライダー運営グループ) は、Pre-GLCC を結成する先導役になりうる、と期待される。同時に、政府関係者にも活動に対する助言をしてもらわなければならない。事実、すでに政府関係者は OECD の Global Science Forum (地球規模の科学に関するフォーラム) において、素粒子物理学の長期ロードマップに関する議論に参加している。しかし将来的には、もっと広い範囲の国々に開かれた場を作り出すことが望ましい、と考える。

組織に関しては数多くの問題が残されており、さらに検討しなければならない。例えば、様々な種類の貢献をどう評価するのか、また、後からの参加や脱退に関しても適切な規約が必要である。重要な問題はいくつか本報告書にリストアップした。そのうちのひとつは、ホストの役割である。このようなプロジェクトを招致すれば日本に大きな利益をもたらすが、同時にホスト国として大きな責任を負わねばならない。まずリニアコライダーの建設と運転を円滑にするために必要な基盤整備をする必要がある。例えば、多くの共同研究者とその家族のための住居など生活環境を用意することは、日本に課せられる大きな課題である。さらに、国際学校、医療、ビザ、同伴家族の就労許可、税金や輸出入の問題などについても解決策を見つけなければならない。KEK は多数の参加研究所の内のひとつとなるわけであるが、新しい組織が誕生するまでは、あるいはその初期段階においても、実質、これらの問題のかなりの部分を取り扱う役割を担う必要が生じるだろう。このため、KEK の構造やその運営方法も大きく変わらざるを得ない、と思われる。

結論として、本委員会は、リニアコライダーを建設し運転するにあたって、長期の安定性と明確な法的地位を確保するために、条約に基づいた新しい国際研究所を作ることが最善の道だと考える。そこへの中間ステップとして、Pre-GLCC をスタートさせるべきである。この Pre-GLCC にはどこの研究所でも加わることができるが、技術的及び科学的側面において共同で方策を探り、いつでも建設開始が可能なように備えることが求められる。またこの組織は、研究者が政府関係の各方面と協力して国際研究所「GLCC」を設立するための条約に関する作業を進める場となることも期待される。

目 次

1 序 論 **1**

2 本委員会への課題 **2**

3 JLC プロジェクト **3**

4 高エネルギー物理学の動向と LC プロジェクトに関する世界的認識 **4**
4.1 高エネルギー物理学の動向 4
4.2 LC プロジェクトに関する世界の認識と活動 5

5 プロジェクトの国際化 **8**

6 LC 研究所の備えるべき性格 **10**

7 LC 建設・運転を行う組織の形態 **13**
7.1 可能な組織形態 13
7.1.1 現存する研究所を拡張する場合 13
7.1.2 新しい国際研究所の設立 14
7.1.3 国際組織– 本委員会の推奨事項 15
7.2 研究所の法的基盤及び研究所と各国 / 地域との関係 17
7.3 研究所の管理運営の基本構造とディレクターの役割 18
7.3.1 ディレクター 19
7.3.2 Council (評議会) 19
7.3.3 貢献に関する問題 20
7.4 ホスト国、地方自治体 (県) 、及び KEK の役割 20
7.4.1 ホスト国、日本政府 20
7.4.2 県 / 地方自治体政府との関係 21
7.4.3 KEK の役割 21
7.5 GLCC とユーザー / 世界の物理学コミュニティとの関係 22
7.6 人的資源 22
7.7 主要研究所とその他の参加研究所の役割及び関係 23

8 これからとるべき道筋 **23**
8.1 目 標 23
8.2 現在および近い将来にすべき努力 24
8.3 Pre-GLCC 25

9 解決すべき重要な問題 **27**
9.1 組織に関する問題 27
9.1.1 貢献の分担方法 27
9.1.2 運転 / 保守における責任と所有権 28
9.1.3 出向人員 28
9.1.4 その他の問題 28
9.2 研究 / 生活条件 29

10 結 語 **31**

A 委員会名簿 **34**

B 委員会の活動履歴 **35**

1　序　論

リニアコライダー (線形衝突型加速器、LC) は、現代の素粒子物理学が抱えている問題を解明する上でもっとも望ましい設備である。20 年前、日本の高エネルギー物理学コミュニティは、TeV エネルギー領域の電子・陽電子リニアコライダーを最優先とする将来計画を決定した [1](JLC プロジェクト [2])。この計画には高度の加速器技術が必要とされるが、提案の背景には、かつて SLC や LEP の稼動以前に電子・陽電子衝突型加速器として最高エネルギーを誇った KEK の TRISTAN 衝突型加速器ならびに現在もルミノシティの世界記録を更新し続けている KEKB 衝突型加速器の経験がある。実験の面においても、多くの実験家たちがこれらの加速器や、あるいは世界で稼動している他の高エネルギー加速器で研究を続けてきた。日本に LC を建設しようというアイデアは、このように我がコミュニティが安定して健全に発展し続けている当然の結果として現れてきた。それ以来、LC に向けて多くの努力が払われ、素粒子物理学に与えるインパクトを予測し、加速器の R&D を進めてきた。アジアの高エネルギー物理学コミュニティでも、リニアコライダー計画への支援が高まってきており、Asian Committee for Future Accelerator (アジア将来加速器委員会)、ACFA [3] は、そのような電子・陽電子リニアコライダーを「国際的」プロジェクトとしてアジア太平洋地域に建設することを提言し、KEK にそのイニシアチブを取るよう要請した。

ヨーロッパや北米にも、電子・陽電子リニアコライダーに対する同様の活動がある。アジア、ヨーロッパ、北米のそれぞれの地域では、高エネルギー物理学の将来のプロジェクトを検討した結果、同じ結論に到達した。つまり、リニアコライダーが最高エネルギーでの素粒子物理学を探求する最も望ましい次世代設備であり、第 4.2 節で述べるように、リニアコライダーを建設し、LHC と同時期に運転すべきである、という結論である。さらに、リニアコライダーの建設及び運転には、世界的な規模での国際協力が必要であることも、誰もが認めている。プロジェクトの規模については、第 3 章でその要約を簡単に述べる。

ヨーロッパ、北米、日本では、いくつかのグループがそのような世界的な設備のホスト役を勤めよう、とすでに準備作業に入っている。本報告では日本のケースについて検討する。リニアコライダー研究所を日本に建設するとすれば、アジアにおける COE としてその役割を果たすことになるし、また、全世界にも相当の影響を与えるに違いない。日本にとって、このような研究所のホスト国になることは、非常に魅力的であるとともに、基礎科学分野において日本がホストを勤める最初の大規模な国際プロジェクトになる。この研究所は、基礎科学及び先端テクノロジーにおける日本の貢献を世界に明らかにするばかりか、科学と技術が世界的に統合されていく上で日本のリーダーシップを示す記念碑的な存在となるであろう。

2001 年 4 月、KEK 機構長・菅原寛孝を委員長とする推進委員会 (JLC Promotion Committee:JLC 推進委員会) が新しく設立され、JLC プロジェクトは新たな一歩を記

した。

JLC 推進委員会と平行して、2001 年 7 月、本委員会が JLC プロジェクト及び KEK 自身の国際化を議論するために組織された。付録 A と B に、委員の名簿と委員会の活動履歴を簡単に示す。

本委員会では国際的な新しい組織をグローバル・リニアコライダー・センター (GLCC) と呼び、依託されたさまざまな論点に関し議論した。論点は例えば、このようなセンターをどのように組織し運営していくのか、KEK 自身とこのセンターとの関係はどうあるべきか、といったものである。この報告書では、委員会の検討結果が述べられる。議論は主として JLC/KEK に特定する問題に関して進められるが、それと同時に他の国際的規模の共同プロジェクトにもあてはまるようなもっと一般的な考察も示される。

この報告書では、GLCC の組織に関して考えうる形態、その実現へのプロセス、解決すべき諸問題などの主要論題を、第 6 章から第 9 章で考察する。その準備として、第 3 章では LC プロジェクトの規模について、第 4 章では高エネルギー物理学 (HEP) の傾向および世界の HEP コミュニティで培われてきた LC 建設に対する共通認識について触れる。また第 5 章で、プロジェクトを国際化する必要性と利点について、簡単に要約する。第 10 章は結語である。

2 本委員会への課題

本委員会は、日本に設立する GLCC にとって必要不可欠な組織上の諸問題を検討するよう要請されている。GLCC をどのように実現するかということも、とくに重要な問題である。KEK の機構長から委員会に与えられた検討事項は、次の通りである。

1. GLCC の、管理運営及び意志決定プロセスを含む基本構造はどのようなものであるべきか。
2. KEK、日本政府、参加機関、参加研究所の属する国政府、HEP 関連 NGO (ACFA、ECFA、ICFA、HEPAP) 、及びユーザーと GLCC との関係はいかにあるべきか。
3. GLCC における複数の国家政府の間の関係はどのようなものが望ましいか。
4. 組織、運営、管理に関して、ホスト研究所の組織変更はどうあるべきか。
5. GLCC を設立するまでのロードマップを提示する。
6. 県 / 市など地方自治体と GLCC との関係はいかにあるべきか。
7. 特に自然及び社会環境と生活条件に関して、地方自治体の担う役割はなにか。

3　JLC プロジェクト

この章では、以下の考察に必要なプロジェクトの基本的な特徴を要約しておく。JLC プロジェクトに関する報告書はすでにいくつか公けにされており、いつでも入手することができる [2]。リニアコライダーは、大規模な加速器と、電子と陽電子ビームの衝突点に置かれた検知器からなっている。加速器の心臓部は 2 つの線形加速器であり、一つは電子を加速し、もう一つは陽電子を加速する。これらは、直線の地下トンネルに設置される。トンネルの直径は約 4m、長さは 20 ~ 30km で、今までの世界最大の加速器である CERN の LEP/LHC の周囲の長さに匹敵する。エネルギーが高くなるにつれ、直線型の衝突型加速器は、TRISTAN や LEP などの円形の衝突型加速器に比べて加速効率がよくなる。それは、粒子の軌道に沿ってのシンクトロン放射が少なくなるからである。

電子及び陽電子のかたまり (バンチ) が反対方向からそれぞれ加速され、ナノメートルの精度で検知器の中心で衝突する。この 2 つのビームを正確に衝突させるための超精密なコントロールは現代テクノロジーにとっても難しい課題である。衝突ののちビームは消滅し、その結果、電子ビームと陽電子ビームの全エネルギーを持った新しい粒子が生み出される。この衝突とそれから粒子が生成されるさまは、宇宙の誕生であるビッグバンに似ているといえよう。つまり、ビームのエネルギーに応じて、真空から 1 個の重い粒子または一群の粒子が放出されるのである。

加速器は、ミクロン以下の精度で精密に機械加工された数百万個の部品で構成されている。ビームを加速し、コントロールし、ナノメートルの精度で衝突させるこのシステムは巨大かつ複雑であり、その上高い精密度が要求される。このプロジェクトは、高精度及び高安定のコントロール下で、非常に強力かつコンパクトな高電流ビームを生み出すために、数多くの技術革新を必要とする。高エネルギー物理学の実験は、いままで人類が行ってきた実験の中でも最も複雑なもののひとつであろう。このプロジェクトの第一の目的は、500GeV までの e^+e^- 重心系エネルギーで実験を行うことであるが、さらに TeV 級のエネルギーへ拡張できるようにしなければならない。

基本的な研究開発が終了し資金の承認が得られたとして、その後、加速器と検知器の施設建設には 5 ~ 7 年を要すると予測している。初期段階での実験は約 10 年近く続くと考えているが、物理学上の新しい発見によって、より高いエネルギー ($\geqq$ 1TeV) へ加速器をアップグレードする必要が生じてくるだろう。したがってこのプロジェクトは、20 年以上に渡って継続されることになると思われる。

施設の建設及び運転に必要な費用及び人的資源の評価は今も進行中であるが、ここでは、概要を示すために一般的な数字を見てみよう。LC 施設の総建設費は、現在、約 30 億ドル ~ 40 億ドルと考えられている。これは、CERN で現在建設中の LHC プロジェクトに匹敵する金額である。加速器を運転するのに必要な電力は、数百メガワットに達すると思われる。そのため、運転費は 1 億ドル/年を越えるだろう。加速器関連の科

学者は少なくとも 300 人、さらに、数百人の工学系及び技術系スタッフ、合わせて計 1000 人に及ぶ経験を積んだ科学者とエンジニアが、この建設に従事しなければならないだろう[1]。

LC のアップグレードのときにも、同様の人的資源が必要になると思われる。図 1 に、時間の関数として、必要費用と人的資源のプロフィールを示す。ユーザーとして実験に加わる物理学者は恐らく約 2000 人以上にのぼるものと予測される。そのため、このプロジェクトの全期間を通じて、建設、運転、アップグレードのために、1000 人を越える科学者や専門知識を持ったエンジニアが協力して作業をしなければならない。

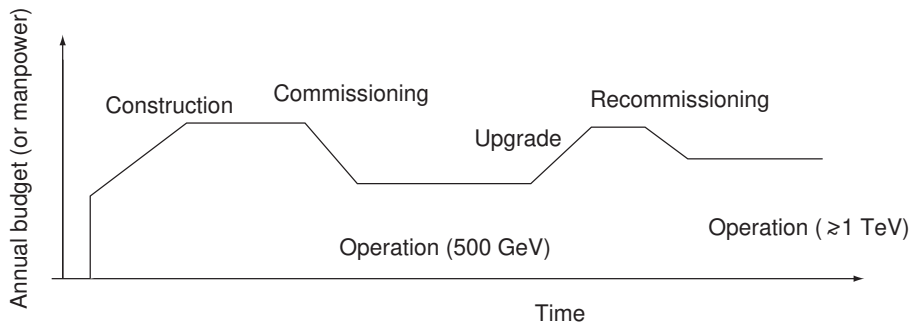

図 1: GLCC の全期間に必要な資金及び / または人的資源の変化

4 高エネルギー物理学の動向と LC プロジェクトに関する世界的認識

4.1 高エネルギー物理学の動向

1970 年代半ばまでに多くの知識が蓄積され、いわゆる素粒子のスタンダードモデルと呼ばれるものが作られた。この理論で最も基本とされる粒子は、クォーク、レプトン、及び相互作用を媒介する 4 つのタイプのゲージ粒子である。

過去 30 年間、高エネルギー物理学の中心課題は、スタンダードモデルの有効性を確立することであった。自然をより深く理解するためには、なにか突破口を見つけそれを手がかりにして前進していく必要がある。実際には、提案されたモデルによって予言される新しい粒子を探し求め、もし見つかれば、その性質を調べ、予言と一致しているかどうかテストするというものである。事実、いくつかの重い粒子が発見され、その性質が研究された。特に、4 つの粒子の発見が焦点であった。それは、2 つの重いゲージ

[1]現在 KEK では、加速器研究施設に約 120 名の加速器科学者が在籍し、さらに多くのテクニカルスタッフと企業からの要員が、加速器の建設と保守に専念している。

粒子 ($W^{\pm}$ と Z^0)、トップクォーク、及び、全ての粒子に質量を与える、いわゆるヒッグス粒子である。今までに、ヒッグス粒子を除いてこれら全ての粒子が見つかっている。重いゲージ粒子 $W^{\pm}$ と Z^0 は、CERN での陽子・反陽子ビームの衝突によって発見されたが、このことは、スタンダードモデルが基本的に信頼でき、自然をかなり正しく捉えている、ということを示している。

これまで世界中の研究所の電子・陽電子衝突型加速器 (TRISTAN, SLC, LEP など) を使って、同時期に多くの実験が行われてきた。精度の高い測定値のおかげで、粒子の性状とその相互作用の詳細が明らかになり、我々は、スタンダードモデルをテストし立証することができた。しかし、話はこれだけでは終わらない。ヒッグス粒子に関しては、過去の実験でその性状について間接的に情報が蓄積されてきてはいるが、未だに発見に至っていない。さらに最近、スーパーカミオカンデや SNO などのニュートリノ振動実験により、スタンダードモデルとは合致しない新しい観測結果が現れてきた。また、KEK や SLAC で見つかった B 中間子での CP 不変性の破れも刺激となって、その破れの起源や B 中間子の稀崩壊における新しい現象を見つけようという努力が続いている。スタンダードモデルに内在する理論的な弱点とともに、実験の状況から、物理学者たちは自然のさらに深い構造を探索するためにもう一歩踏み出す必要に迫られている。

4.2 LC プロジェクトに関する世界の認識と活動

上に述べたような理由に刺激されて、LC プロジェクトの活動が急速に世界的規模で拡大してきた。アジアでは ACFA [3] が 1996 年に設立され、オーストラリア、バングラデシュ、中国、インド、インドネシア、日本、韓国、マレーシア、パキスタン、台湾、タイ、ベトナムという 12 の国あるいは地域のメンバーの間で、加速器を基盤とする科学に関して、アジアでの提携が強化された。1997 年、ACFA は国際プロジェクトとして、アジア太平洋地域で電子・陽電子リニアコライダーを建設することを提案する共同声明を発表した。後に示すように、2001 年の 2 回目の共同声明 [4] では、さらに明確な目標を設定した。ヨーロッパと北米でも、同様の活動が行われている。ドイツでは、DESY によって組織された共同研究で、TESLA 計画 (TeV Energy Super-conducting Linear Accelerator) [5] が研究されている。このグループからは、詳細なレポート (TDR) が 2001 年に出版された。アメリカの SLAC は、NLC (Next Linear Collider) [6] の共同研究を組織し、JLC とよく似た加速器テクノロジーの研究をしている。CERN では、CLIC (Compact Linear Collider) [7] と呼ばれる非常に高度なテクノロジーを開発中である。これらの諸活動は、互いに緊密なコミュニケーションと密接な協力で結ばれている。

上記 3 地域の高エネルギー物理学コミュニティが、将来の目標をどこにおいているのかを見るために、ACFA、ECFA [9] (European Committee for Future Accelerators :

欧州将来加速器委員会)、HEPAP [10](DOE/NSF High-Energy Physics Advisory Panel : 米国エネルギー省/全米科学財団　高エネルギー物理学諮問委員会) という 3 つの組織が公表した資料の一部を引用してみよう。

ACFA は、結論を 2001 年 9 月 18 日に共同声明として出した。その中で以下のように推奨している。

- 「 e^+e^-LC は、2009 ~ 2010 年頃 LHC の高ルミノシティ運転がスタートするのと同時期に、運転を開始しなければならない。LC の重心エネルギーは、まず、根本的に重要な物理的現象が期待される 250 ~ 500GeV を選ぶべきである。1TeV 以上のエネルギーへのアップグレードを考慮に入れて、全体としてプロジェクトは、四半世紀の間、継続・拡大すると予測される」

- 「ACFA は、日本をホスト国として、アジア太平洋地域にこの衝突型加速器を建設する計画を強く支持する。また、KEK がイニシアチブを取って、衝突型加速器の建設、始動、運転のための可能かつ実際的な国際化の形態を検討することを強く望む」

- 「ACFA は、日本政府に対し、衝突型加速器の設計、敷地や土木関係の調査、国際化へのプロセスの研究などのために、KEK に準備予算を配分することを強く要請する」

ECFA の 2001 年 9 月 21 日の報告書「ヨーロッパにおける加速器による素粒子物理学の将来に関するワーキンググループの報告」は、素粒子物理学の全分野を包括的にカバーしているが、LHC につづく主要目標を、次のように記している。

- 「ワーキンググループは、素粒子物理学の次世代加速器プロジェクトとして、少なくとも 400GeV までのエネルギー領域を持つ、高ルミノシティ e^+e^- リニアコライダーを建設するために、時期を逸することなく、世界的な共同研究を実現することを推奨する。ワーキンググループは、関係諸機関に対し、そのような装置に必要なテクノロジーや建設用地に関してすみやかに決定を下すよう要請する」

アメリカでは、HEPAP の Sub-panel on Long Range Planning for U.S. High Energy Physics (米国高エネルギー物理学の長期計画に関するサブパネル) が、2002 年 1 月に報告書を出し、その推奨事項 3 の中で次のように述べている。

- 「米国のプログラムで最優先とすべきものは、世界のどこに建設されるにせよ、高エネルギー高ルミノシティの電子・陽電子リニアコライダーである。この施設は、この分野における次の大きなステップであり、国際的総力を挙げて、設計、建設、運転を遂行することが望ましい」

LC に関して、このように意見が完全に一致している、ということは驚くべきことである。これらの考えをまとめると、次のような基本的な共通認識のあることがわかる。

1. e^+e^-LC は、次の 10 年のうちに、高エネルギー物理学にとって非常に重要なものになる。これが実現しなければ、自然に関する我々の知識を深めるうえで極めて重要な手段を失なうことになる。

2. LC は、LHC が稼動している間に運転を始めるべきである。

3. LC の第 1 段階で数百 GeV のエネルギーを実現するとともに、アップグレードを強力に押し進め TeV のエネルギー領域に達するのが望ましい。

4. LC は、最初から世界的な協力関係を通して、計画、建設、運転されるのが望ましい。

最初の 3 つの項目は物理の進め方に関したものであるが、最後の項目ではこれまでになかった方針が提案されている。つまり、世界の高エネルギー物理学コミュニティ全体により効率のよい新しい構造を導入しよう、という提案である。物理学上の事柄だけでなく、世界的な提携に向けての枠組も新しい時代に入りつつあるのである。

このような世界的な規模での協力計画について、またそれらをどのように達成するかについて、広範囲にわたる考察及び研究がすでに行われている。それは、ICFA [8] (International Committee for Future Accelerators ：将来の加速器のための国際委員会) や OECD の Global Science Forum [13] (世界規模の科学に関するフォーラム) などさまざまな団体において今も続けられている。近年の注目に値する進展を、以下に示してみよう。

1. ICFA は、将来のリニアコライダー・プロジェクトについて科学的な観点から考察するとともに、技術的および組織的な問題の両面からの検討を精力的に行ってきた。例えば、World-Wide Study for the Physics and Detectors for Future Linear e^+e^- Colliders (世界的規模での e^+e^- リニアコライダーの物理と検知器の研究) という組織が数年前に作られ [11]、一連の研究会などのワークショップを後援している。ICFA は、2001 年に、「Global Accelerator Network (加速器の地球規模ネットワーク)」の概念に関する 2 つの研究グループをスタートさせた。その報告は ICFA のウエブサイトに掲載されている [12]。また、ICFA の下で、International Linear Collider Technical Review Committee （ILC-TRC) (国際リニアコライダー技術評価委員会) が、2001 年に復活した。この委員会は、2002 年の末に報告書を提出する予定である。さらに最近、ICFA により International Linear Collider Steering Group (ILCSG) (国際リニアコライダー運営グループ)

が設立され、これらの研究を集中的に押し進めている。

2. 資金に関する側面については、OECD が Global Science Forum (GSF) の下に科学者と政府関係者の両方を含む協議グループを作り、高エネルギー物理学の将来における世界的規模での国際協力を達成し実行するための問題点と方法が議論されてきた。Consultative Group (CG) (協議グループ) は、科学コミュニティが設定した優先準位、および加速器や非加速器に基づく計画案を含めて、高エネルギー物理学の今後の発展について議論した。CG はまた、将来の主要な高エネルギー物理学プロジェクトに関連する組織及び方法について検討した。ここでの論点はやはりリニアコライダーであった。CG は、2002 年 6 月にその検討結果 [13] を GSF に報告した。

5 プロジェクトの国際化

「グローバライゼーション (国際化)」という言葉は、今日、非常にポピュラーになり到るところで使われている。国際化そのものは高エネルギー物理学者たちの目標ではない。しかし、LC を使った研究の機会、責任、費用、利益をできるだけ広く共有していくためには決定的な要因である。

歴史的に見て、高エネルギー物理学は、その誕生から国際的な性質を持っていた。なぜならその使命は、最も基本的な自然の法則及び宇宙の法則を明らかにすることにあるからである。これらの研究から得られた新発見とその結果は、全ての人類の共通の財産でなければならない。

高エネルギー物理学を追求するにあたっては、まず、政治、国、民族、性などに制約されることがあってはならない、という基本理念がある。1971 年の ICFA のガイドラインに定められているように、研究の機会は、科学者全てに、今までと同様、これからも等しく開かれていなくてはならない。これは、この分野の研究で最先端に立っていない国にも適用されるべきである。LC プロジェクトは、まさにこの国際化と研究協力を世界的な規模で実現するための、新たな、そして貴重な機会を与えるものであると我々は認識するべきである。このような国際化が実現すれば、その稼働している長い期間にわたって、世界の科学、テクノロジー、及び教育に大きな利益を与え続けることができるだろう。これは、このプロジェクトが世界に貢献できる最も重要な点の一つである。様々な国とパートナーシップを確立するためには、互いの文化の違いや経済及び技術発展における国ごとに異なるレベルの多様性を納得する必要がある。このプロジェクトは、したがって、我々がお互いをよりよく理解する助けとなるにちがいない。

自然、世界を構成する基本ブロック、それらに働く相互作用をより深く理解しようと

すればするほど、ますます強力な「顕微鏡」を使って、極めて小さな距離スケールで極めて微細に精査しなければならない。そうすると、これまで以上に高いエネルギーの加速器が必要になる。これにはさらに大きな予算と多くの人的資源が要求される。ハドロンコライダー LHC は、もともとヨーロッパの物理コミュニティによる地域的な計画であったが、現在では世界的な規模の協力体制の下に建設されている。最高エネルギーの加速器ではいつでもそうであるが、LC を建設、始動、運転、アップグレードするためには、その資源の確保が重要な問題である。

第 3 章で LC プロジェクトの規模がどれくらいのものかを見たが、一つの国あるいは一つの地域でその建設及び運転の全予算を捻出することは、困難であると思われる。また、世界の一つの地域だけで必要な専門的人的資源を供給することも、事実上不可能であろう。

プロジェクトには最新のテクノロジーと産業界の力と協力が欠かせないため、必要なテクノロジーが全てそろうように、全世界からあらゆる必要な技術的アイデアを集めて計画を進めなければならない。

新しい加速器の技術的要求に応じるため、3 つの地域間で国際的に協力し集約的に R&D プロジェクトが進められている。Accelerator Test Facility (ATF) (加速器試験施設) が KEK に建設され、国際協力により運営されている。KEK-SLAC の共同研究では、加速器のエレメントと最終焦点の設計を開発中である。DESY の TESLA プロジェクトの超伝導加速器や CERN の 2 ビーム加速器 CLIC の開発も、同様に行われている。基本設計にはいくつかの選択があるが、物理的な目標や要求される装置の性能についてはそれ程の違いはない。これも、世界中でプロジェクトに関する共通認識が得られた理由のひとつである。

高エネルギー物理学の長い歴史の中でも、このような意見の一致が、各国政府によるプロジェクトの承認を待たずに世界的な規模で得られたのは、これがはじめてだということは、強調しておくべきであろう。その規模から見てこの施設は、世界にただ一つ建設するしかないように思われる。したがってこの装置は、閉鎖的で独占されるようなことがあってはならず、プロジェクトの国際化は最も肝要なことである。さらに、国際化は研究所を運営する際にも重要な役割を果たさなければならない。

リニアコライダー建設は、先進国にも発展途上国にも開かれた、真に世界的な広がりを持つ国際プロジェクトとして進められるべきである。これは、リニアコライダーの費用及び人的資源を多くの国で分担しなければならないという理由からだけでなく、基礎科学に対する熱意を世界中で分かち合うべきだからである。このような熱意は、自然の理解を将来にわたって更に進歩させる原動力となるであろう。

今まで LC のテクノロジーに関して蓄積してきた経験と発展に基づけば、世界的な規模のプロジェクトを実現するのに必要な国際的パートナーシップを、各国の間に確立する時期はすでに熟していると思われる。

この国際的研究所は、科学技術基本法 [1995 年]、科学技術基本計画 [1996 年]、及

び第二次科学技術基本計画 [2001 年] に示される日本政府の現在の方針と合致している。実際、これらの政府文書に以下のような宣言が見られる。

- 「[日本] 国は、国際的な科学技術活動を強力に展開することにより、我が国の国際社会における役割を積極的に果たすとともに、我が国における科学技術の一層の進展に資するため、研究者等の国際的交流、国際的な共同研究開発、科学技術に関する情報の国際的流通等科学技術に関する国際的な交流等の推進に必要な施策を講ずるものとする」

- 「我が国が世界及び人類に貢献し、国際的な責任を果たしていく上でも、科学技術に対する国民の理解を増進し、関心を喚起する上でも、国の役割は一層重要となっている」

- 「人類共通の知的創造活動である基礎研究について国際共同研究を積極的に、かつ幅広く推進する。我が国自らが提案し、主導する国際共同研究開発を積極的に推進するとともに、宇宙科学技術、加速器科学などメガサイエンスに主体的に取り組む。また、科学技術協力協定等に基づく国際共同研究を着実に推進する」

6 LC 研究所の備えるべき性格

GLCC の組織の構造については、さまざまな面から考察する必要がある。特に、この巨大な国際プロジェクトをスタートさせる場合に、新しい国際組織 (以下、単に「組織」という) の満たすべき主要な特徴は次のようなものである。

- 長期安定性
  プロジェクトの複雑性と大きさ、20 年以上におよぶ長期間の運営に鑑みて、「組織」とそれを財政支援する政府との関係は安定したものでなければならない。参加する国または地域からの長期のコミットメント (公約) を保証するためには、政府の支援及び確立した国際的な法的基盤を準備しておかなければならない。しかし他方で、「組織」は短期間に意思決定ができて、プロジェクトを効率よく運営するためにすばやく柔軟に対応できる必要がある。

- 早期のスタート
  科学的な観点から ACFA、ECFA、HEPAP の報告書に明言されているように、LC の運転を LHC と同時期に行うという強い要求があるため、LC プロジェクトの速やかかつ円滑な始動は非常に重要である。

- 管 理
  他の大きな国際科学プロジェクトと同様、LC 施設はそれを必要とする科学者の

大きな国際グループの提言によるものである。科学的ニーズに最も適切かつ有効に答えるために、プロジェクトの管理運営には、信頼できる上級事務官の助けを得て科学者またはエンジニアが当たらなければならない。プロジェクトの監視は、参加各国の政府が対応する財務当局などを通じ、「組織」の「評議会」及び当局本部において行うことになろう。「評議会」では、政府はそれぞれの国の素粒子研究者コミュニティーと綿密に協議した上で行動するものと期待する。

- 均等な機会
  プロジェクトの参加者は、それぞれの貢献レベルが異なっているとしても、科学活動に関しては等しい立場で扱われるべきである。例えば、施設へのアクセスはできるだけ等しくし、決定プロセスでの役割も公平にする。また、プロジェクトの科学的成果へのアクセスについても等しい機会が与えられるべきである。

- 魅 力
  リニアコライダー・センターが長い間ランドマークとしての地位を保持し続けるためには、一般大衆に幅広く受け入れられるものでなければならない。特に、高エネルギー物理学だけでなくその他の研究分野の若い世代の科学者たち、並びに、産業界や政治家たちにとっても、それが魅力的でなければならない。科学全体の調和的な発展には絶えず注意を払う必要がある。さらに、このプロジェクトで開発された新しいテクノロジーの応用も促進するべきである。科学にたずさわる人々から絶えず細かく評価を受けながら、LC プロジェクトを進めていく必要があろう。

この「組織」の目指すところは、あるエネルギーとルミノシティを持った加速器を建設し、研究プログラムを実行して成果をあげることである。そのためには、以下の事項に留意する必要がある。

- 「組織」が LC の建設をスタートするときには、LC の技術設計は明確に選択されていなければならない。また、建設及び運転の総費用を確定し、パートナー間の合意も得られていなければならない。

- 「組織」が LC の建設をスタートするとき、それぞれが分担する費用と作業について、国際パートナー間での合意が完了していなければならない。必要とされる費用や作業に対し、パートナーが誓約した貢献に不足があってはならない。

- 詳細については、「組織」の創設後も交渉協議が継続することもありえよう。しかし、実際の建設が始まる時点では、必要な一連の合意は完全に揃っていなければならない。

GLCC の管理運営及び運転においては、以下のことが保証されなければならない。

1. 設計、建設、運転の一貫性
   ディレクターを中心とする強力かつ安定した核となるチームが必要である。このチームがエンジニアリングデザイン及び、承認後の入札、生産、建設、運転の責任を負わなければならない。

2. 法的な地位
   GLCC は、ホスト国及び参加各国または地域間において、適切な法的地位を持たなければならない。法的地位が確立すれば、以下の問題をきちんと決めることができる。

   - 出入国 / ビザ / 居住に関する問題
   - 税金問題
   - 財産権問題
   - 安全問題
   - 廃棄物処理及び解体問題
   - 所有権問題

3. 透明な管理運営
   LC センターは、国際資源 (資金面も人的資源も) を含む複雑な管理運営を長期間遂行していかなければならない。管理運営と意思決定プロセスは、その管理構造の全てのレベルにおいて、完全に透明でなければならない。GLCC では、全ての参加者の長期に渡る継続的努力によってのみ目標を達成することができるため、この透明性は特に重要なことである。

4. 効率のよさ
   GLCC を管理運営する構造は、プロジェクトの効率を最適にするように考えられなければならない。入札を世界に開かれたものとすることは、必要前提条件の一つであることは明らかである。

5. 参加する研究所の健全性をたもつこと
   多数の政府がこのプロジェクトへ投資することになれば、それぞれの国の研究所への政府投資が減額されるのではないかという恐れが生じる。これは各研究所での研究計画に変更を迫ることになってしまう。いかにして個々の研究所のスタッフメンバーがプロジェクトに参加できるようにするか工夫が必要である。この国際研究所を支えるためには、プロジェクトに参加する個々の研究所がその活動レベルを維持し、プロジェクトを支える質の高い研究員を供給できなければならない。

7　LC 建設・運転を行う組織の形態

7.1　可能な組織形態

この章では、LC の建設、運転、アップグレードに責任を負う「組織」の組織形態について検討する。第 6 章で述べたように、本委員会では以下の 2 つの形態を代表的な可能性として取り上げた。

1. 既存の研究所の拡張
   この場合、現存する研究所が、LC 施設の建設、始動、運転に関し、ほぼ全ての責任を持つ。この研究所は、大規模な国際共同研究をうまく遂行するのに必要な「組織」の機能を持つように拡張される必要がある。日本の場合、拡張される研究所は KEK となるだろう。

2. 新しい国際研究所の創設
   国際組織を新しく設立し、それが LC 施設の建設、始動、運転の責任を負う。その創設には、国際的合意が必要となる。日本の場合、GLCC は法的に KEK とは分離した新国際研究所として設立され、KEK は主要な協力研究所の一つとなる。

これらの計画の利点及び問題点について、本委員会で検討した結果を以下に要約し、説明する。

7.1.1　現存する研究所を拡張する場合

現在すでに存在している研究所の拡張は、ホスト国 (あるいはホスト地域) が、建設費のかなりの部分 (例えば 4 分の 3 以上) を出資できる場合以外は現実性がない。この場合、予算の管理業務の大半は、一つの国 (または地域) が負担することとなる。それは、その国 (または地域) の研究所の管理体制の中で取り扱うのが適切であろう。

しかしこの場合でも、LC の建設に当たっては、かつてないほど技術的に複雑であること、また専門的な人員も多数必要なことなどから、いずれ大規模な国際協力は避けられない。そのため、様々な局面において、プロジェクトの国際化が必要かつ不可欠である。というのは、例えば、意思決定プロセスにおいて十分な公開性が保証されないならば、ホスト研究所またはホスト国の支配が過剰になり、LC 施設の健全で長期に渡る国際協力に対して悪影響をおよぼしかねないからである。

日本の場合、ホスト研究所は、KEK (または、その将来の具体的組織) であろう。この場合、LC センターは KEK の新しい一部門として創設される。センターの管理はプロジェクトのディレクターが行い、ディレクターは、KEK の機構長と国際運営委員会に報告の義務を負う。加速器の建設に必要な貢献については、DESY の HERA の場合と同様に、海外に要請する。人的資源及び科学的な面での運営においては、この国際

協力を保証するように取り計らう必要がある。そうだとすると、これは、ホスト研究所（例えばKEK）自体の運営にも大きな影響を及ぼすことになる。この案を真剣に追求する場合には、この点について政府に説明しておく必要がある。

このような問題点があることに留意したうえで、日本政府がKEKの拡張としてのLCプロジェクトを全面的に支援する、という場合にはこの計画は現実的なものとなろう。この形態では、新しい管理運営を作り上げるに必要な時間はかなり短くてすむことが期待される。なぜなら、必要な管理構造のプロトタイプは、現在の研究所体制の中にすでに存在しているからである。それゆえ、もしも十分な予算がタイミングよく承認されれば、「ジャンプスタート」が可能である。

しかし本委員会は、KEKを拡張するというこの案は、日本にとって余り好ましいものではないと感じている。それはこの形態が、科学の国際化に非常に有用であるとは思われず、プロジェクトに対し長期にわたる海外からの必要な人的貢献の集約という面においても適しているとは言えないからである[2]。そのうえ、LCに必要な建設資金の4分の3以上を一つの国がただちに支援してくれる、と期待するのは、現時点ではあまりにも楽観的にすぎるであろう。

そのため、以下の検討では、我々は、一つの国（あるいは数ケ国）のみが重点的に援助する「既存の研究所の拡張」という考えを、第一の選択とはしない。何らかの理由で、もし政府がこの案を優れた方策と考えるようなことが起こりうるならば、我々はこの計画を代替案として留保することになろう。

7.1.2 新しい国際研究所の設立

多くのパートナー国が相応の資金貢献をする場合には、新しい国際研究所の設立がより適切と考えられる。この場合、「組織」の予算執行は、パートナー国の予算執行当局に対して、透明性をもったものでなければならない。また、「組織」内部に、パートナーたちが等しい資格で取り扱われるようにするメカニズムを組み入れる必要がある。国際研究所は、このような要求を満たすためには適切な機構であろう。個々の問題については、以降の章で検討する。

「組織」の基本方針は、次の通りである。

- 研究所は、政府レベルの合意の上、LC施設の建設及び運転並びにそこでの研究に参加する国々から資金及び物品の供与を受けて支援される。
- 研究所の管理運営は、メンバー国（及びその他）から「組織」に加わったスタッフメンバーが行う。

[2] KEKを再構築して完全な国際研究所にしてしまう場合は、除外する。この場合、プロセスは、7.1.2で考察する新しい国際研究所の設立とほとんど同じである。

- 研究所は、その科学的、行政的、管理運営的活動の全てを監視し、メンバー国の代表に報告を行う機能（評議会）を備える。

そのような研究所を日本に作る場合、当然の前提条件は、KEK とは別に新しい国際的な法的存在としてこの研究所を設立することである。KEK は、国の研究所としてその機能を果たすとともに、GLCC に貢献し参加する研究所の一つとなる。つまりこれまで同様、日本の高エネルギー物理学のコミュニティを支援する研究所として、建設すべき検知器及び加速器の研究、さらにアップグレードのための R&D を実行する。このような研究及び R&D は、この国際研究所に対する日本の貢献となる。また、これらは大学には委任することができない性質のものである。LC の建設及び運転については、この新しい国際研究所 GLCC が完全に責任を負う。

一方、土木工事やスタッフの日本での生活条件に関わる地方自治体との交渉などについては、特にプロジェクトの初期段階において、KEK の支援が不可欠であろう。KEK に蓄積されてきたさまざまな面における専門知識は、もし GLCC が望めば、LC の建設をよりうまく進めるのに有用であり、KEK の貢献は格別な価値を持ちうるだろう。

このように、プロジェク自体は完全に国際的なものであるが、プロジェクトのスタートを滑らかに進めるためには、ホスト国および KEK が果たす特別な役割というものを考えておく必要がある。

7.1.3 国際組織– 本委員会の推奨事項

本委員会は検討の結果、参加する政府間の協定合意に基づいて国際「組織」を設立したのちに LC の建設を開始すべきである、という結論に達した。

前節で述べたように、この計画は、第 6 章に述べた望ましい特徴の全てを満たしていると思われる。また、いくつもの作業を平行して行えば、この「組織」を設立するために、それほどの時間はかからないだろうということも指摘された。貢献分担について省庁や政府が交渉し合意にいたるプロセスや技術の選択及び費用を見積るために要する R&D を完了させるには、少なくとも、政府レベルの協定合意を準備する程度の時間がかかるであろう。一旦合意に署名がなされたら、議会による批准には数年もかからないと思われる[3] 。

以下の所見がある。

1. LC 研究所の最も重要な使命は、LC 施設を成功裏に建設及び運転することである。そのためには、プロジェクトのコスト（資金及び人的資源の両方）、パートナー間の分担、及びパートナーの参加について正確に掌握している必要がある。パートナーたちの貢献分担がまだ全必要額に達していないのに、あるいは、政府や議会の確実な承認を得ていないパートナーがいるのに、LC の建設をスタート

[3]例えば、CERN の場合には、約 2 年かかった。

させてしまうのは問題である。したがって、各パートナーによる長期的な資金供与については、建設の開始前に政府による承認の裏付けが必要である。

2. 組織モデルがどうであれ、大規模な国際プロジェクトをスタートさせ資金の分担をさせるためには、省庁や政府間の単なる覚書（MoU）の交換だけでは不十分で、議会の承認が必須条件である。これは、日本はもとより他の国でも同じ状況であろう。さらに、LC プロジェクトには、ただ参加するだけではなく、新しい研究所の国際的な「組織」を確立するためにパートナーが必要である。そのため、参加する国あるいは地域間の政府レベルの協議により、組織形態も含んだ国際協力の明確な枠組みが準備されていなければならない。また、政府間の合意は議会で承認されることが必要である。

3. 高エネルギー物理学の国際コミュニティの中で意見の一致が十分強固であって、かつ財政ならびに法的機関が大規模な支出を確約するならば、条約による国際合意のもとでプロジェクトを実行する国際「組織」を創設するには、それ程時間がかからないだろう。ある試算によれば、この条約締結に必要な時間は 2 ~ 3 年と見積られている。

4. 国によっては、単独で協定に合意するよりも、他の国とグループを組んで、あるいは CERN など他の代表組織を通じて、LC の国際「組織」に貢献するほうを望む、という場合もあろう。また、国によっては、それぞれの研究所に LC「組織」との研究所レベルの MoU（覚書）に署名させるところもありうる。いずれにせよ、法的に適切な地位が国際 LC「組織」に与えられていれば、このような場合もきちんと処理することができる。

これらの理由から、特に断らないかぎり、以下の考察では条約に基づいた国際研究所について考える。これは、世界中の政府、科学者、エンジニアの総力を結集して設立される。もし完成すれば、これは素粒子物理学の最初の世界的規模の国際研究所となる。

LC 研究所の試作タイプとして、興味をもつ研究所が集まって世界的規模の協力組織を作る、という案はさらに検討する価値がある。というのは、これは、最終的な国際協力に付随する多くの問題を共同で詳細に調べるための非常に有用な場になるからである。また、そのような組織としては R&D を加速し、LC 施設のエンジニアリングデザインの開発の助けになるものが望ましい。このようなものは、政府や一般の人々に対して世界的規模の協力が実際可能なのだ、ということを示す重要な証明になるであろう。これは、政府による承認を速やかに得るうえで、非常に望ましいことである。

この協力組織は、LC の建設と運転に責任を負うべき「組織」の最終形態というより、むしろ中間段階とみなすべきである。なぜなら、このような研究所間のジョイントプロジェクトは、長期の資金供給をあてにすることができない。また、LC の完成後、長期間の運転をし、さらにそれをアップグレードするのに必要な安定性も保証することができないからである。この組織に関しては第 8.3 節に記述する。

7.2 研究所の法的基盤及び研究所と各国 / 地域との関係

研究所の法的地位は、条約または同等の契約を通して、参加各国の政府レベルの合意により決定される。これは、関連する国際法に適合していなければならない。有名な例は CERN であるが、これは、地域的な国際組織として立案され、設立されたものである。この「条約」では、以下の項目を定義しなければならない。

1. 「組織」の存続期間とその拡大規定。
2. 研究所の組織構造。これには、(ひとり、あるいは複数の) ディレクター、評議会、それらの指名及び任命の手続きが含まれる。
3. 参加国の加盟及び脱退に関する手続き。
4. メンバー各国 / 地域からの資金供給機関及び支援機関の代表、グループ参加などに対する条項。
5. 研究所スタッフの法的身分。
6. 税金、保険、装置の使用ライセンスに関する地域または国内法の適用または除外。

さらに次の事項が考慮されなければならない。

- 資金、物品、及び資源の分担 (施設または配置人員) を、パートナー各国の間でどのように割り当て、バランスを取るのかという問題。
  「組織」の構造は、科学技術に対して様々な資金 / 支援体制を持つ多くの参加国に対処できるように工夫する。各国 / 地域または複数の国のグループの代表者は適切に選ばれなければならない。パートナー各国の貢献の形態をプロジェクトの途中で変更できるようにする。形態の再評価及び新しいパートナーの承認は、柔軟に行われなければならない。
- 「組織」では現金資金をどのように扱うのかという問題。
  参加各国の寄与は大半が物品の供与によるものであるが、一方で、建設と運転のどちらの段階でもプロジェクトの共通財源として現金の確保ができなければなら

ない。特に運転段階では、現金による貢献の割合が大きくなるであろう。「組織」は、パートナー各国の合意を得たうえで、銀行からの資金の借入れができなければならない。この世界規模の研究所は、パートナー各国及び日本政府との複数年にわたる契約及び予算を受ける権利を持つことが絶対に必要である。

7.3 研究所の管理運営の基本構造とディレクターの役割

図 2 に、国際「組織」に基づく研究所の構造を示す。これは、CERN の例から取った基本となる形態である。基本的に、「組織」は、管理する Council (評議会) [または、Councils (複数の評議会)] と (ひとり、あるいは複数の) ディレクターで構成され、ディレクターは、科学的、技術的、及び管理的事項を実行する研究所内の各部門を管理する責任を負っている。さらに、様々な諮問機関と特別パネルを創設し、研究所の運営を助ける。

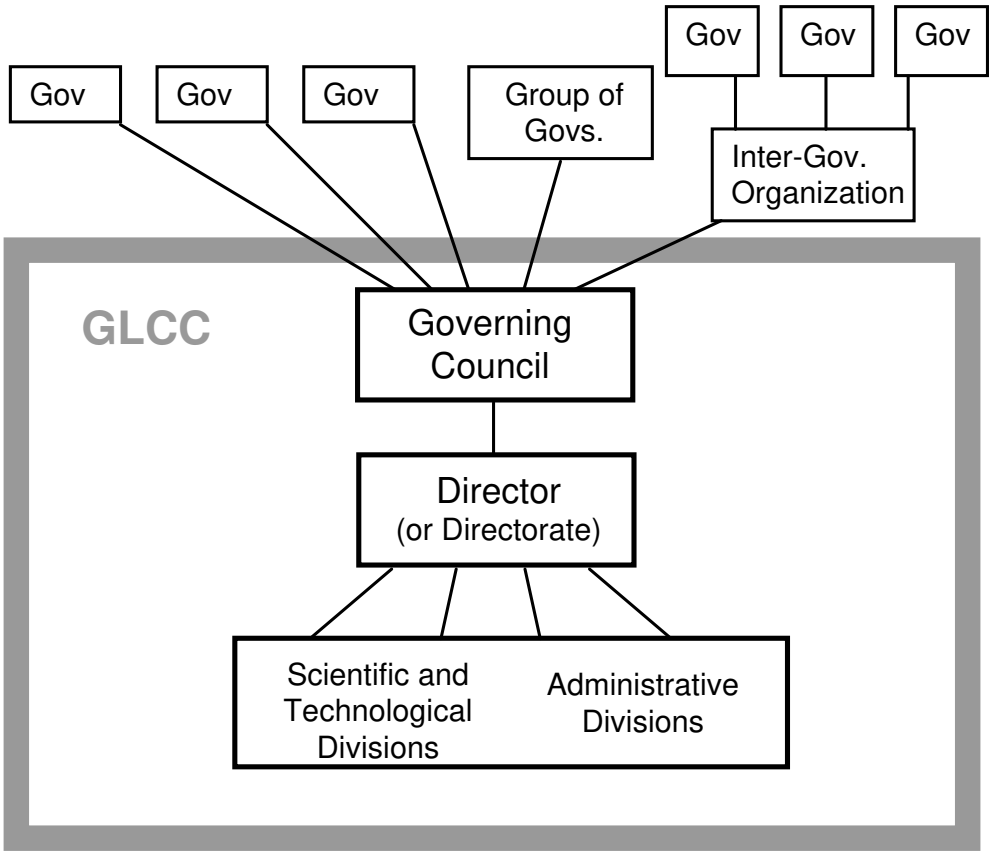

図 2: LC 研究所の組織図

7.3.1 ディレクター

ディレクター（ひとり、あるいは複数名）は、プロジェクトを実行し、GLCC が利用できる資源を使って研究所の毎日の管理運営を行う責任を負う。この責任のために、ディレクターには、研究所内の資源の分配権限が与えられる。ディレクターは、また、研究所内の管理業務部門及び科学 / 技術グループの役員を任命する。これらの主要な人員は、研究所のスタッフメンバーとなる。

ディレクターは、また、建設、運転、及びアップグレードの R&D のために、世界の主要な研究所間の提携協調を改善、強化、拡張するイニシアチブをとることが期待される。

7.3.2 Council（評議会）

GLCC が利用することができる資源は全て、参加各国からの寄与による。そのため、ディレクターが実行する戦略及び重要な管理運営方針を、これらの国からの代表者たちが決定する場がなければならない。「評議会」はこのためにある。

「評議会」のメンバーは、参加する国または地域の資金機関を代表する人たちと、資金機関が任命する、その国を代表するような科学者とで構成される[4]。GLCC 施設のユーザーの代表者も「評議会」に参加できるようにするべきである。

「評議会」の仕事には、以下のものが含まれるが、これらの仕事は「組織」の規約に従って行われる。

- 研究所のディレクターを任命し、責任を持たせる。任期は、「組織」の規約の中で定義すべきである。
- 重要な人員の任命は、ディレクターの提案により、「組織」の規約に従って承認される。
- 「組織」の科学プログラム、方針、手順を監視する。
- 参加国による貢献の割り当てに関して決定を下すとともに、ディレクターが提案する予算計画を承認する。
- プロジェクト計画を承認する。これには、ディレクターが提案するアップグレードプログラムも含まれる。
- 加盟及び脱退に関する決定を下す。

[4]「評議会」は、「評議会」が選んだこの分野を代表する科学者から構成されている Advisory Committees（諮問委員会）の科学的な意見を求めることもできる。

GLCC の建設、運転、管理に参加するメンバー国は、「等しい地位関係」にある。しかし、このことは必ずしも、全メンバーが全ての意思決定プロセスにおいて同一の議決権を持つことを意味するものではない。「評議会」における議決プロトコルは、決定すべき問題によって変わってくる。科学的プログラムに関しては、プロジェクトを支える科学者たちのコンセンサスに基づいて行われるため、ほとんどの場合、等しいウエートを持つ投票の多数決で行われるであろう。しかし、予算に関する問題、または外部の人的資源に関する問題の場合は、「評議会」は、メンバーの貢献に比例して適切な重みを加えた投票手順を与えることができる。

7.3.3 貢献に関する問題

参加各国は、その国力に応じて、様々な種類の貢献をすることができる。人的資源、原料、最終製品または装置、運転費用、及び共通資金など、あらゆる種類の貢献をどうすれば平等に評価できるか、その方法を開発する必要がある。

初期からの参加者が「予定より早く脱退」する問題については、注意深く検討する必要がある。一般的に言って、少なくとも施設の建設時及び始動時の重要な期間中に参加国が脱退することは、「組織」の規約によって厳しく制限されるべきである。さらに、メンバーがプロジェクトから撤退しなければならないときは、相当期間前もって他の国に通告することが絶対に必要である。

プロジェクトは、いかなる段階であれ、新しい参加国に完全に開かれたものでなければならないが、「遅れて参加する国」は、最初からの参加国の投資を公正に尊重しなければならない。LC プロジェクトの後の段階で参加することを決めた国に対し、追加の初期貢献分を要求するように規約で定めることもあろう。

7.4 ホスト国、地方自治体（県）及び KEK の役割

LC 施設が円滑に運営されるためには、加速器の設計、建設、始動、運転などに加えて、さまざまなサービスが提供されることが必要であり、この点においてホスト国は特別な役割を担うことが期待される。ホスト国の高エネルギー物理学コミュニティ及び研究機関 (日本の場合は KEK) の協力も同様に必要不可欠であり、ホスト国にはこれらを保障する責任がある。

7.4.1 ホスト国、日本政府

GLCC と日本政府との関係は、条約に基づいて明確にされていなければならない。この条約のもとで日本政府は、以下の項目に関して責任を負う。

- ホスト国として、また参加国としてこのプロジェクトを承認すること。

- GLCC への土地を提供すること。
- 日本で GLCC を設立し維持していくための適切な法的措置をとること。
- GLCC を支援するための機関として代表研究機関を任命すること。
- GLCC の設立及び建設のために、KEK (及びその他の国内研究所) を通してプロジェクトに対し、合意に基づく貢献をすること。
- GLCC のスタッフ、ユーザー、ビジター、及びその家族のための支援を提供すること。

7.4.2 県 / 地方自治体政府との関係

プロジェクトにとって、地方自治体からの支援は不可欠である。以下の項目が、地方行政当局の責任となる。

- このプロジェクトを地域の主要な開発計画として推進すること。環境評価の準備と実行、地域住民との交渉は、県、GLCC、KEK の間で密接に協力して行うべきである。
- 警察や消防などの緊急時におけるサービス。
- 安全規則の一部は、地方自治体の管理の下にある。
- GLCC のスタッフ、ユーザー、ビジター、及びその家族の生活に必要な条件を提供するために GLCC と協力すること。

7.4.3 KEK の役割

ここで考える研究所のモデルは、完全に独立した国際研究機関であり、参加国が共有するものであるが、プロジェクトの初期段階においては、少なくとも一つの日本の研究機関が、GLCC に中心的支援を行う必要がある。

その時には、試験設備、保管施設、さまざまな装置、その他のユーザー施設などすでに存在している KEK の基盤構造を有効に利用すべきである。また、プロジェクト及び日本での機械の建設 / 運転を円滑に始動させるために、機関の運営及び技術の両方の側面において KEK で蓄積してきた知的財産を、GLCC の要請に基づいて提供し、GLCC はそれを有効に活用すべきである。

さらに KEK は、GLCC への日本の参加者の中心組織としての役割を果たすことが期待されている。これは GLCC に対して KEK の果たすべき最も重要な役割である。加速器及び物理の両方の分野において、GLCC への参加が KEK の主たる活動とならな

ければならない。加速器の専門家はその大半が、スタッフ、支援科学者、または客員科学者として、GLCC に参加するものと期待されている。この移転は段階的に円滑に行われなければならない。

同様に次世代の加速器を含む加速器の研究開発を維持することは重要である。この点においても KEK は、日本における R&D の中心組織として活動を続けるべきである。

7.5 GLCC とユーザー / 世界の物理学コミュニティとの関係

プロジェクトを成功裏に運営し、効率的に物理学的成果を得るために、実験を行うユーザーの意見を、研究所の管理運営とプロジェクト計画に適切に反映させることが重要である。このためにユーザーのコミュニティは参加国の代表としての科学者に加え、GLCC 評議会に代表者を送るべきである。

ICFA、ACFA、ECFA、HEPAP は科学者による組織であって、世界 / 地域の高エネルギー物理学研究者たちのコンセンサスによって活動している。このプロジェクトはそのような組織のアドバイスを受け入れるべきである。それらの意見は、外部の検討委員会 (Scientific Advisory Committee: 科学諮問委員会) を通して GLCC に提供されることも考えられる。それらの意見は、アップグレード、新しいパートナーの募集、また素粒子物理学の長期ロードマップに合わせて研究所の組織を改変する際などに特に重要となる。

7.6 人的資源

GLCC のディレクターは、重要なスタッフメンバー (部門のリーダー) を採用 / 選抜する。このとき国籍の制限はつけるべきではない。最適な人物を選ぶためにディレクターは評議会と協議の上選考委員会を設ける。重要なスタッフメンバーの選考にあたっては評議会の承認が必要である。

スタッフの選考と参加国の貢献分担との関係は注意すべき問題である。任命は研究所または国籍で割り当てるのではなく、その人の専門知識に基づいて行なわれることが望ましい。部門リーダーの下に配属されるスタッフメンバーは、内部選抜委員会の推薦に基づきリーダーが指名する。任命は、GLCC のディレクターが行う。

加速器の設計、建設、運転に十分な専門知識を持つ人的資源をただちに獲得することは容易でないと思われるため、KEK を含む参加研究所または企業など外部からの人的資源が必要となる。 この場合、GLCC のディレクターは、外部機関または企業に出向要員を依頼する。 その指名は、外部機関の管理運営者が行い、GLCC のディレクターが 任命する。これは GLCC のディレクターと外部機関の管理運営者との間の契約によって行われる。

GLCC は、支援のスタッフメンバーに、できるかぎり自身の研究所のスタッフと同

じ身分を与える。また GLCC は出向者の出身研究所と契約を結び、その身分を規定する。その契約には、任期、仕事の内容、給付手当、成果の評価方法を定める。

人的資源に関する問題は、GLCC のプロジェクトだけでなく、参加機関の固有のプロジェクトにとっても重要な問題である。GLCC と既存の研究機関とで人的資源を共有することは、GLCC 及び参加する研究所の両方の長期計画の中で、注意深く考慮されなければならない。そのような人的資源の長期に渡る共有という大局的な側面に関しては、参加各国及び地域の間の明確な取り決めが必要となる。

7.7 主要研究所とその他の参加研究所の役割及び関係

このプロジェクトに関して参加研究機関及び科学団体との間の強い協力関係は、不可欠である。既存の研究機関と GLCC との間で人的資源は円滑に移動できる必要がある。参加研究所間の契約には、物品による貢献に関する保守責任に加えて、人的資源の共有に関する責任も明確に含まれなければならない。

もう一つの重要な問題は、高エネルギー及び高ルミノシティ化を目指すアップグレードに向けての R&D プロジェクトの責任を分担することである。アップグレードは設計の初期の段階からプロジェクトの一部として考慮されるべきである。参加研究所間の合意には アップグレードのための R&D も含めなければならない。

8 これからとるべき道筋

8.1 目 標

GLCC を設立し LC プロジェクトを成功させるには、研究者やエンジニアだけに止まらず、多くの分野で世界のコミュニティが協調し努力することが必要である。その努力の対象となる分野は次のようにまとめることができる。

- 加速器の基礎技術に関して世界の科学者とエンジニアとの間で合意を確立し、重要パラメーターを確定する。
- 資産、知識、予算、基盤構造を共有しながら、R&D、加速器の設計、及び関連の試験施設に対する努力を連携して一層強める。
- 国際 HEP コミュニティは国際協力を成功させる力がある、ということを政府に対し明確に示す。
- プロジェクトを広く一般に宣伝し、政府機関とのコミュニケーションを密にして政府の支援を獲得する。

これらの努力は、研究や資金の分担、GLCC 組織の詳細、LC 施設の建設用地の選択などに関して世界のコンセンサスが最終的に得られるような方法で行わなければならない。明確なコンセンサスや加速器の設計が一旦確立されると、条約あるいは同等の方法による国際合意を形成するプロセスは、2 ~ 3 年という短い期間で完了できるであろう。

8.2 現在および近い将来にすべき努力

LC の実現に向けて様々な世界規模での努力が世界の HEP コミュニティですでに始まっている。

- テクノロジーの検討：
  ICFA は 2001 年に Technical Review Committee (TRC-II) (技術検討委員会) を復活させた。これはすでに検討フォーラムとして活動している。ここでは、世界中の加速器研究者たちがアイデアを交換し、様々な LC テクノロジーに関して見通しを立て検討を重ねている。TRC-II は、2002 年の末までに報告書を提出して、その使命を完了する予定である。しかし、このプロセスを通じて加速器物理学のコミュニティの間に生まれてきた研究協力関係は、LC 施設に向けて世界的規模の協力を形成するための貴重な財産として受け継がれる。

- 国際的な調整：
  2002 年、ICFA のイニシアチブにより International Linear Collider Steering Group (ILCSG) (国際リニアコライダー運営グループ) が結成された。ILCSG の主な仕事は世界的協調を通して LC の建設を推進し、ICFA に報告することである。ILCSG は、LC プロジェクトの活動範囲、そこでの科学、テクノロジー、及び組織を特に重点的に扱っている。技術的な問題に関する考察は TRC-II 及びその他が行った検討に基づいて、その小委員会の一つが継続して行う。ILCSG はまた、国際パートナーシップに基づく LC 施設の建設にふさわしい組織構造のモデルを含む広範囲の問題を検討することになる。

- 地域的な調整：
  ICFA の活動と平行して、アジア、ヨーロッパ、北米の各地域では、それぞれ独自に地域運営グループを作っている。これらは、それぞれの立場から同様の問題を検討するものであり、独立して検討をすすめるが、ILCSG との密接な関係は保持しており互いに協力し合うことが前提とされている。

これらの議論では、技術的な問題から先に考察を始め、徐々に、政府関係者の参加とともに法的及び政治的な問題に進むことになるだろう、と推測される。技術的な問題に関して明確な合意が形成されれば、法的及び政治的なさらに複雑な交渉へ進む確

固とした土台ができる、と期待される。場合によっては、これらの問題に関する意見の交換は、平行して進められることもありうるだろう。

- 政府関係者を含む議論：
  4.2 節に述べたように、2000 年、OECD の Global Science Forum (GSF) のもとに、Consultative Group (CG) on High Energy Physics (高エネルギー物理学に関する顧問グループ) が結成された。そこでは、関連機関の代表と科学コミュニティが高エネルギー物理学の将来の研究プログラムについて共同で考察を進めた。世界の高エネルギー物理学コミュニティのコンセンサスを得て、このグループは LC に関する国際共同研究のための組織と処理すべき多くの問題を検討し、2002 年の夏に合意文書を公表した [13]。

国際共同研究の長所と問題点がコンセンサスとして確立したら、次の段階は、政治的にも学問的にも全員が合意できる現実的な解決策を見いだすことである。関連する全ての国の政府関係者や研究者たちがこれらの問題について討議することができる場を作る必要がある[5]。そのような場でのメンバーシップや、ILCSG または地域の運営グループ、さらに関係する国の関係機関や行政部局との関係については、非常に綿密な調査と明確な定義を与える必要があるというのが、我々の見解である。また、ひとつの国の意思決定機関で扱うのが適切である事柄であっても、他の国の政治代表者の参加を必要とする場合がありうる、ということも留意しておく必要がある。

8.3 Pre-GLCC

8.2 節では、LC を目指して現在進められている活動について述べた。しかし、技術、組織、政治、法律上の諸問題を協力して追求し、コンセンサスを作り上げることを目標を掲げると同時に、適切な意思決定権を有するような機構は、世界にまだ存在していない。そのため我々は、国際チームを組んでともに働く人々のための共通の場であるとともに、諸問題を解決すべくすべての作業を実行する責任を負う機構として「Pre-GLCC」(Pre-GLC　Collaboration または Pre-GLC Center) を作ることを提案する。

加速器の R&D に関する国際協力は、すでに TESLA、JLC/NLC、CLIC で活発に行われてきている。Pre-GLCC の重要な任務は、これらのチームが達成した成果を踏まえて、世界的な努力を支援してもう一歩前進させることである。これは、LC の共同建設という明確な目標を掲げて、技術および組織の両方の面から行われる必要がある。密接なコミュニケーション、技術情報の共有、そして参加研究所の人々すべての間に協力精神を培うことが決定的に重要なことであるが、これは参加者全員の自覚による努力なしには達成できない。

[5]実際には、OECD の GSF 下の Consultative Group on High Energy Physics が次の活動を始めている。

次の諸点に留意すべきである。

- 参加メンバー：
  Pre-GLCC を作る一番の早道は、ILCSG の承認のもと、主要な HEP 研究所 (BINP、CERN、DESY、FNAL、IHEP、KEK、SLAC) の間で MoU (覚書) に基づく共同研究としてスタートさせることである。最初のメンバーは、世界のなかでも主に LC 開発に従事している研究所と HEP コミュニティの代表たち、そしてその物理学と加速器のチームであろう。参加する研究所は、必要な仕事を行うための地域本部を設け、この共同研究の一環として技術および組織に関する研究活動の地域間での調整を行う。初期段階においては、関係する研究所によって Pre-GLCC の活動は適切に管理運営されるだろうが、後になると、政府の代表者が政策担当部局とともに参加することがどうしても必要である。Pre-GLCC は、技術面だけではなく、組織、法律、及び政治的な事柄に関する規定を作ることも目指しているからである。また、最初は参加できなかった研究所が後から Pre-GLCC に参加することもできるようになっていなくてはならない。

- テクノロジーの選択：
  LC のメイン・ライナック (線形加速器) の技術としてどのようなものを選ぶのか、について、現在世界的に論議がある。つまり、常温で運転できるものか、それとも超伝導を使うものか、という議論である。ひとつの目的のために有能な科学者たちが共に研究を進めていく場合、HEP のものの考え方からすれば、この技術選択の問題の解決を待つのでなく、解決する前に Pre-GLCC を作ったほうがよい、ということになる。Pre-GLCC は、納得ずくでこの選択の問題を解決する責任を負わなければならない。この問題を解決するには、技術の可能性、使える資源があるかどうか、及び物理の短期及び長期展望から見てふさわしいか、を客観的に検討しなければならない。

- エンジニアリングデザインに向けての **R&D**：
  Pre-GLCC は、LC の高度な R&D に関する国際協力を調整し推進する責任を負う。特に重要なのは、建設コスト、運転コスト、及び将来のアップグレードを念頭においた上で、詳細な LC のエンジニアリングデザインを与えることである。このデザインは、世界の加速器の専門家集団の厳しい評価に耐えるものでなければならない。

- 組織に関連すること：
  GLCC そのものではないにせよ、Pre-GLCC の組織に関する多くの面は、GLCC のプロトタイプと考えてもよいだろう。技術グループの組織に関する部分では特にそうである。政府代表者の積極的な参加があれば、法的な問題についてもより詳細な検討ができる。MoU (覚書) 合意による参加者と相まって、Pre-GLCC はそ

のような検討と考察の場を提供する。共同作業を進めていく過程で、Pre-GLCC の運営の構造を発展させ、GLCC の構造へと近づけていけるだろう。ある時点で、適切なレベルの政府関係者の参加を得て「評議会」が設立される。そこで Pre-GLCC のディレクター（ひとり、あるいは複数人）が任命され、参加研究所のために、関連する政府機関との間をつなぐ仲介役としての役目を果たす。科学者、外交官、及び大きな科学プロジェクトの管理運営に経験のある政府関係者は、建設開始を目指し目標とする研究所の設立に向けて共に働かなければならない。Pre-GLCC のこのトップ管理職層は、最終的には、GLCC の最初の「評議会」に転換し、最初のディレクター（ひとり、あるいは複数人）を任命することになろう。

GLCC の用地選択に関する問題は、Pre-GLCC の範囲を越えている。なぜなら、この種の決定を行う権利は、当然、参加国政府の担当部局に属しているからである。しかし Pre-GLCC は、重要な技術データをこの決定の際に提供する、という責任は果たさねばならない。

日本を含む ACFA 加盟国の高エネルギー物理学コミュニティは、北米、欧州、その他地域からの同僚たちとともに、Pre-GLCC の全ての活動に積極的に加わるべきである。

Pre-GLCC から LC テクノロジーが成熟し組織体制が決まり、さらに GLCC の用地が決定すれば、そこでの参加国の間で共同研究を実際にどう分担するかは、比較的障害なく決まると思ってよいであろう。

9　解決すべき重要な問題

この章では、新しい国際「組織」あるいは研究所を設立する際に解決すべき大きな問題についてまとめておく。これらの中には、この報告書の第 7 章ですでに考察してきたものがいくつかある。ここでは、次の 2 つのカテゴリーの問題を挙げる。「組織」体制に関連する問題と、科学者、エンジニア、及びその家族たちの研究及び生活条件に関する問題である。

9.1　組織に関する問題

9.1.1　貢献の分担方法

外部の研究所から物品で供与される主要装置類を組み上げる枠組みを作らなければならない。装置間の動的な相互作用は決して小さいものではなく、さらに研究の余地が残されている。

9.1.2　運転 / 保守における責任と所有権

装置類のあるものは、各国からの共通の資金により購入される。これらは、当然、研究所自身の所有に属する。他方、大きな物品が供与された場合、所有権を適切に定めておかなければならない。それには 2 つの考え方がある。

- パートナーの供与による装置類は全て、研究所に与えられる。
- それぞれの装置は、供与した各パートナーの所有に属する。

どちらがより適切であるか、は物品の供与とその保守及び運転の仕事をどのように分担するか、により変わってくる。望ましいのは、参加機関が、他の装置からほとんど独立するように、装置一式を物品として供与することである。大きな部品や装置を持ち込むグループや研究所は、この装置の設計、建設、搬入、機能、現地組立て、及びその後の運転と保守に責任がある。しかし加速器では、全装置が統合され運転される必要があるため、装置全体は完全に GLCC の管理運営のコントロール下に置かれていなければならない。

供与品の最終所有権に関しては、さらなる検討が要求される問題ではあるけれども、GLCC による完全なコントロールをめざす上記の第一案を優先すべきである、と委員会では考える。

9.1.3　出向人員

7.6 節で触れたように、参加研究所からの出向人員についても考えるべき問題がある。彼等の給料または昇進は、明白に GLCC 管理体制に組み込まれているわけではない。このことは、出向しようとする人たちの意欲をそぐことになるかもしれないし、GLCC 管理体制の側からは、これらの人々を管理するのが容易でなくなるかもしれない。これら出向者たちの行った研究をどう評価するのか、その明瞭な基準を作る必要にも迫られよう。

9.1.4　その他の問題

GLCC の組織の構造を詳細に設計するにあたっては、考慮すべき問題が数多くある。その中には、国政府及び地方自治体との交渉を必要とするものもいくつかある。たとえば、

1. 知的財産権
2. 調　達

3. 義　務

4. 輸入税及び付加価値税

5. クレーンやフォークリフトなどの運転に対するライセンス

6. 第三者責任、装置類の保険

7. 組織解散の規定

9.2　研究 / 生活条件

GLCC に関係する人々の数は、施設が完成した後には、数千人の規模に達するだろう。多様な言語を話す外国人がかなりの割合を占めるだろうが、大半は国際言語としての英語を使うだろう。さらに彼等は、GLCC の周りの「国際村」内に閉じこめられることがないように、なにがしかの日本語は熱心に学ぼうとするだろう。KEK や世界の他の大きな研究所には、大規模国際プロジェクトをどう扱えばいいのか、については蓄積された経験が多くある。GLCC プロジェクトは、これらの経験を引き継いで諸問題を解決しなければならない。日本政府、地方自治体、GLCC は、スタッフ、ビジター、及びその家族のために、適切で魅力的な生活条件を提供しなければならない。これは、第 7.4 節にも述べたように、ホスト国の大きな仕事の一つである。プロジェクトを計画する際に、世界には多様な文化及び生活スタイルがあることを、よく理解しておかなければならない。

幸いなことに、科学技術基本計画において、日本政府は、「外国人研究者の受入れのため、日本語研修の充実、外国人宿舎の整備、家族に対する教育・文化活動の機会の提供等の生活支援を図ることとし、できるだけ早期に、外国人研究者の長期受入れ制度の拡充」に対応することをすでに議決している。

GLCC で研究する人々、ビジター、及び同伴者のための研究 / 生活環境に関して、必要とされる事項は多いが、それは例えば

- 健康保険及び事故保険
- 構内 / 構外の交通運輸
- 住居
- 病院、学校、幼稚園、保育所
- 同伴者のビザ及び就労許可 (伝統的ではない「家族」を含む)
- 同伴者が自分の持つ技能、ノウハウ、文化、専門知識を活用できる仕事を見つけること

- 宗教的要求への対応
- 地域のレクレーション施設
- 学生のための教育プログラム

GLCC プロジェクトの実施には、次のような具体的な方法を提案したい。

- **Interface Office**（インターフェース・オフィス）
  外国語、とくに英語に堪能な現地スタッフを十分に擁する支援センターを備えることが、非常に重要である。これらのスタッフは新しく来た人々に、日本及び現地での生活について多岐にわたって教え、毎日のいろいろな仕事がうまく行えるように支援する。これらのスタッフメンバーは、日本とは別の文化圏で長期間生活し研究するのになにが必要なのか、について理解を持っていなければならない。

  日本の言語、文化、歴史に関するコースを用意し、人々が日本の別の地域に旅行したり、見知らぬ人に自分の研究や生活について簡単に説明したり、車を予約したり、医者に行ったり、日本の文化活動を理解することができるようにすべきである。また、日本の文化、歴史、旅行情報についての資料を備える「貸し出し文庫」のようなものがあれば、役に立つだろう。

- 研究者のパートナー（配偶者など）のための仕事の機会を見つけること
  地方にとって重要な課題は、外国から来た「二重キャリア」のカップルのために、どのようにして適切な仕事を探すか、経験を積むことである。これは、大きな研究所ではすでに深刻な問題になってきている。これからの国際研究所は、この問題を解決する方法を持たなくてはならない。これは、就労許可や通常の仕事を提供するという単純な問題ではない。GLCC の研究分野外の専門知識を持つすべての人々のために、キャリアをさらに豊かにする機会が提供されなければならない。

- さらなる環境とサービス
  この章ですでに述べてきた環境及びサービスに加えて、さらに多くの他の環境やサービスが必要になる。外国人とそのパートナーが、ビザや就労許可書を得るために、国政府の移民局に簡単にアクセスできることが必要である。また、住居、輸送交通システム、子供たちのための全てのレベルでのバイリンガルスクール、医療、健康や事故の保険なども必要である。

10　結 語

本委員会は、TeV 級の電子・陽電子リニアコライダーを建設し、運転し、アップグレードするために必要と想定される資源や時間を考慮に入れて、Global Linear Collider Center（GLCC）の組織のいくつかのモデルを検討した。さまざまなレベルにわたる必要事項は多いが、全プロジェクトに対する参加パートナーの明確な公約及び安定した支援がなによりも不可欠である。その一方で、科学プログラムの柔軟性も大事であり、タイミングのよいスタートも必要である。組織に関しては、追求する科学の性質上、関係する誰に対しても開かれていることが重要である。組織の管理運営は、明瞭かつ透明でなければならない。

上記の必要事項を考慮に入れて、組織に関して 2 つの可能性が検討された。一つは、既存の研究所を拡張し、ホスト国が建設及び運転のコストの大半を引き受けることである。もう一つは、新しい国際研究所を設立し、パートナー間でコストを適切に配分し、ホストが最も大きな金額の貢献をするという計画である。これらは両極端のケースであるが、その中間のモデルも検討された。それは、リニアコライダーを建設し運転することを目指している研究所がジョイントベンチャーを組むというタイプのものである。このモデルは、長期間の安定性を欠くため望ましくないが、設立準備をするための大規模国際協力として始めるには有用である。

日本あるいは他の国が、拡張モデルに必要な数十億ドルという資金の単独での投資ができるかどうか、はきわめて疑問である。とはいうものの、そのような可能性がありうるか、は真剣に探ってみる必要はある。また、このようなモデルが、実質的な国際協力なくして、必要な専門知識を持つ十分な人的資源を確保することはおよそ難しいと思われる。

もっとも望ましい方策は、LC プロジェクトを中心に据え、世界の高エネルギー物理学コミュニティ全てに開かれた国際研究所を創設することである。国際条約に基づく研究所は、プロジェクトの全期間に渡って、資金的な支援及び安定性を確保することができる。条約に基づく合意を調整するのに必要な時間は、関係機関がプロジェクト全体についてコンセンサスに到達するのに必要な時間よりも短いと考えられる。このような合意は、長年に渡って大きな資金の公約を必要とする全ての国際協力にはいずれにせよ不可欠である。そのような研究所は、アジアの優れたセンターとして機能するばかりか、全世界にも大きな影響を与えるであろう。日本にとって、そのような研究所のホスト国になることは非常に魅力的なことで、これは、政府の科学戦略とも一致するだろう。

目指す目標に向けて、全力で首尾一貫した努力を始めるために、Pre-GLCC（Pre-GLC Collaboration または Pre-GLC Center）をスタートさせることを推奨する。これは、GLCC と似た構造を持つものであるが、参加研究所間の覚書に基づいて、加速器に必要な R&D を行い、組織の細部を検討するものである。やがて時が来れば、政府

関係者のアドバイスが必要となるだろう。

ホストの役割は重要な点の一つである。プロジェクトは、大きな利益をもたらすが、同時にホスト国は大きな責任を負う。施設のために必要な基盤構造を供給し、多くの共同研究者とその家族のための住居や生活条件を用意することは、日本にとって大きな課題である。新しい組織が誕生するまでは、あるいはその初期段階になるまでは、KEK がこれらの問題を取り扱う実質的な役割を担う必要がある。KEK は、参加研究所のひとつとして残るが、構造やその運営方法は大きく変化することがありうる。

結論として、本委員会は、リニアコライダーを建設し運転する計画にとって、長期の安定性と明確な法的地位を確保するためには、条約に基づく新しい国際研究所を作ることが最善の方法だと考える。中間ステップとして、どのような研究所でも加わることができ、技術的及び科学的問題を解決してコンセンサスを得ることができるような Pre-GLCC をスタートさせるべきである。そこでは、政府関係者とも協力して、その最終形態に関する合意を作りだしながら GLCC の準備をすることも可能であろう。

参考文献

[1] ftp://ftp.kek.jp/kek/HEPSC/final/hepsc_rep_e.ps.gz;
For older materials in Japanese, see http://www-jlc.kek.jp/teigen_nado-j.html.

[2] "JLC-I," KEK Report 92-16, December, 1992. "JLC Design Study," KEK Report 97-1, April, 1997; "International Study Group Progress Report on Linear Collider Development", SLAC-R-0559, KEK Report 2000-7, April, 2000. Also see, http://www-jlc.kek.jp and http://lcdev.kek.jp.

[3] See http://ccwww.kek.jp/acfa/

[4] See http://ccwww.kek.jp/acfa/document/statement.html

[5] See http://tesla.desy.de; http://tesla.desy.de/new_pages/TDR_CD/start.html.

[6] "Zeroth-Order Design Report for the Next Linear Collider," LBNL-PUB-5424, also SLAC Report 474 or UCRL-ID-124161, May 1996. "International Study Group Progress Report on Linear Collider Development", SLAC-R-0559, KEK Report 2000-7, April, 2000.

[7] See http://ps-div.web.cern.ch/ps-div/CLIC/Welcome.html

[8] See http://www.fnal.gov/directorate/icfa/

[9] See http://committees.web.cern.ch/Committees/ECFA/Welcome.html

[10] See http://doe-hep.hep.net/hepap_reports.html

[11] See http://lcwws.physics.yale.edu/lc/

[12] See http://www.fnal.gov/directorate/icfa/icfa_tforce_reports.html

[13] "Report of the Consultative Group on High-Energy Phyiscs", OECD Consultative Group on High Energy Physics:
See http://www.oecd.org/pdf/M0032000/M0032800.pdf;
http://www.oecd.org/EN/longabstract/0,,EN-longabstract-18-nodirectorate-no-4-18113-18,FF.html

A　委員会名簿

Bartel, Wulfrin	(DESY、ドイツ)
Bondar, Alexander E.	(BINP、ロシア)
五味田　將	(KEK)
Hou, Wei-Shu	(国立台湾大学、台湾)
Huebner, Kurt	(CERN、欧州)
Kang, Joo-Sang	(Korea 大学、韓国)
駒宮　幸男	(東京大学)
黒川　真一	(KEK)
Leith, David W.G.S.	(SLAC、米国)
野崎　光昭	(神戸大学)
Olsen, Stephen	(ハワイ大学、米国)
Perret-Gallix, Denis	(CNRS、フランス)
清水　韶光 *	(KEK)
峠　　暢一 *	(KEK)
Traweek*, Sharon	(KEK 客員、 UCLA、米国)
Wang, Shuhong	(IHEP-北京、中華人民共和国)
山田　作衛 *	(KEK) (委員長)
山下　了 *	(東京大学)
山内　正則 *	(KEK)

*) 編集小委員会メンバー

B　委員会の活動履歴

JLC 国際化委員会は、2001 年 7 月に設立され、KEK で都合 3 回の全体討議を行った。ミーティングの資料を準備し、そこでの議論の要約を作るために、編集小委員会が全体討議の各ミーティングの前後に数回会合を持った。報告用の草案作成作業を含め、編集小委員会は全体で約 30 回の会合を持った。協議の多くは、KEK でのミーティングの中間に電子メールで行われた。各ミーティングの協議の題目は以下のようである。

- 2001 年 11 月 19 日第 1 回ミーティング

  1. メンバーの紹介と各メンバーの経歴の短いプレゼンテーション
  2. 与えられた検討項目の紹介と次の 2 つのカテゴリーへの分類
     - モデルの組織構造に依存するもの
     - モデルには依存せず独立に検討できるもの

     委員会メンバーにより、あらたな問題点がリストに加えられた。
  3. JLC プロジェクトと ACFA 内での活動の紹介
  4. ビッグサイエンスの分野における国際協力の現行モデルの検討
  5. 3 つの一般的なモデルに基づく JLC の可能なモデルについての討議。このモデルは、編集小委員会が考察の手がかりにするために提案したものである。
     - 拡張モデル
     - ジョイントプロジェクト・モデル
     - 国際研究所モデル

- 2002 年 2 月 27 日第 2 回ミーティング
  各モデルについて、その長所、短所、実行可能性、重要性など詳細な検討を続けた。各モデルの組織計画の概要及び運営についても議論した。ミーティング後、電子メールで意見の交換を続け、全体討議に参加できなかったメンバーと追加の小ミーティングも開いた。その後、編集小委員会は、与えられた諮問に答える形で、協議の要約をまとめ始めた。

- 2002 年 4 月 22 日、23 日第 3 回ミーティング

  1. モデルに関する討議を継続し、組織に必要な性格という観点から、望ましいモデルの選択に関して、コンセンサスが得られた。
  2. 望ましい解決策に向かってどのように進めるのか、また、第一段階として何を推奨するのかということについて、討議した。ここでは、シナリオに沿った可能な行動が詳細に討議された。

3. モデルには依らない項目について議論をした。
4. 報告書の内容について討議した。
5. 報告書を完成させるための今後の手順について討議した。

これらの討議に続いて、報告書の最初の案が編集小委員会により完成し、6 月後半に全メンバーに回覧された。編集小委員会は、出されたコメントや提案を検討し、改訂案を作成した。この改訂案は 8 月に完成した。