

国際リニアコライダー（ILC）に関する有識者会議 体制及びマネジメントの在り方検証作業部会報告（案）

本作業部会は、国際リニアコライダー（ILC）計画において、研究者コミュニティが想定している国際研究機関に係る体制及びマネジメント、並びに周辺環境整備について検証を行い、併せて仮に国際研究機関を日本に設置する場合の国内における実施体制の在り方について検討を行うため、平成 29 年 3 月以降、 回にわたり議論を行った。これらの議論の結果について、主要事項を以下に示す。

1. 本作業部会で聴取したこれまでの研究者コミュニティにおける検討の概要

(1) 国際研究機関に係る体制及びマネジメント

ILC 計画における国際研究機関に係る体制及びマネジメントに関しては、ILC に関する国際的な研究者組織（別紙 1 参照）の一つであるリニアコライダーボード（Linear Collider Board、以下「LCB」という。）により、以下の報告がまとめられている。

- 「プロジェクト実施計画（Revised ILC Project Implementation Planning, RevisionC、以下『PIP』という。）」（2015 年 7 月 LCB）

特に、プロジェクトを開始する前の準備段階における対応については、PIPに加えて、以下の報告がまとめられている。

- 「プロジェクトデザインガイドライン（Project Design Guideline toward ILC、以下『PDG』という。）」（2012 年 9 月 ILCSC※）

※The International Linear Collider Steering Committee、LCBの前身

- 「KEK - ILCアクションプラン」
（2016 年 1 月 高エネルギー加速器研究機構（以下「KEK」という。））

これらの報告において想定されている ILC 計画の全体スケジュール及び計画の各段階における体制及びマネジメントの概要は以下のとおり。

【全体スケジュール】

各国政府了解の下、研究機関間の合意（MOU※等）に基づき多国籍の①プレ研究所（Pre-Lab）を設立し、最終的な工学設計や参加国間の役割分担等に係る検討を 4 年間実施。その後、条約に基づく国際研究機関である②ILC 研究所（ILC Laboratory）に移行し、8 年程度の建設期間を経て、③国際共同実験グループによる実験を開始し、少なくとも 20 年間運転する。

※MOU：Memorandum of Understanding、覚書

① プレ研究所 (Pre-Lab)

○ PDGにおいては、ILC準備組織の体制及びマネジメントについて、法的基盤、雇用形態、物資調達方法の観点から5つのモデル(M1~M5)が検討され、多くの詳細な課題を解決する必要があるものの、研究機関間の合意に基づくM4の枠組みで開始したのち、条約に基づく多国籍研究所(M3またはM5)へ発展させることが想定されている。

M1 : 条約に基づく組織+資金拠出(In Cash)による物資・人材確保 (CERN*様モデル)

※CERN : European Organization for Nuclear Research、欧州合同原子核研究機関

M2 : 有限責任会社+資金拠出(In Cash)と現物拠出(In Kind)*による物資・人材確保 (European XFEL*様モデル)

※現物拠出(In Kind)には物品提供だけではなく、役務提供も含む。

※European XFEL : European X-ray Free Electron Laser、ドイツのX線自由電子レーザー施設

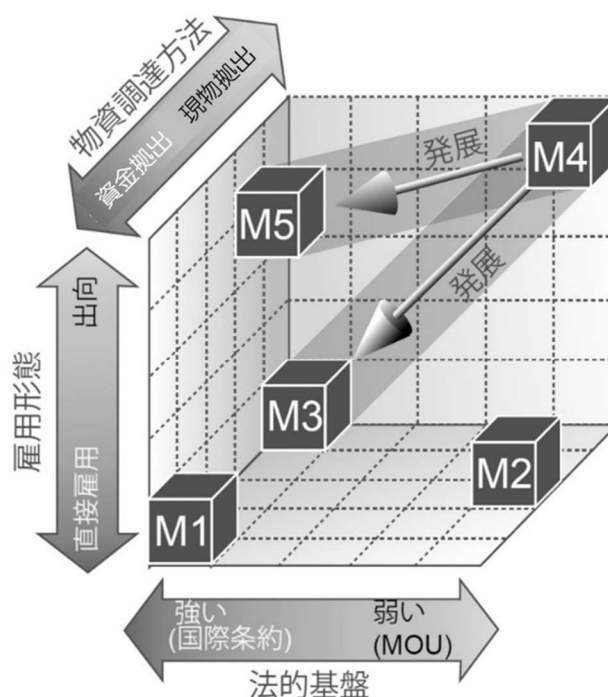
M3 : 条約に基づく組織+現物拠出(In Kind)による物資確保+中心組織は直接雇用 (ITER*様モデル)

※ITER : 国際熱核融合実験炉計画

M4 : 研究機関の合意(MOU等)に基づく組織+現物拠出(In Kind)による物資確保+中心組織は参加研究機関からの出向(多国籍研究所モデル)

M5 : M4から、法的根拠を発展させた条約に基づく多国籍研究所モデル

図表 : ILC組織運営の移行概念



(出典) PDG

○ 仮に I L C のホスト国を日本が担う場合、K E K - I L C アクションプランにおいては、I L C 準備組織であるプレ研究所は、研究機関間の合意 (M O U 等) に基づく多国籍研究所として設立され、その本部を K E K に置き、最終的な工学設計や参加国間の役割分担等に係る検討を 4 年間実施することが想定されている。

○ さらに、同アクションプランにおいては、プレ研究所は 200 人規模でそのうち 20 ~ 40 % は外国からの貢献が期待されている。超伝導加速空洞量産技術の実証や計画統括、品質管理、性能評価等の機能強化のための人材を養成することが必要とされている。

② I L C 研究所 (I L C Laboratory)

○ P I P においては、I L C 研究所に係る体制及びマネジメントについて、以下のとおり想定されている。

【法的位置づけ】

- ・ 政府レベルで条約を締結し、付加価値税や関税が課せられない等の特権、ホスト国の明確な権利と義務、廃止措置までの手順と責任等を明記する。
- ・ 条約に基づき、参加国は契約期間を建設 8 年、運転 20 年以上とし、10 年間は脱退を禁止する。11 年目以降に脱退する場合も 2 年前の通告が必要である。

【トップ (執行部) マネジメント】

- ・ 評議会 (Council) は最終意思決定機関であり、参加国の代表者は各 2 名で多数決が基本であるが、財務案件には貢献規模等に応じた投票権が設定される。また、委員には所属政府から適時の判断を可能とする十分な地位が付与される。
- ・ 所長 (Director General) は評議会によって公募・選考され、重要な権限を付託されるとともに組織全体の経営責任を有する。
- ・ 経営陣 (Directorate) は評議会によって選考され、所長の下で財務と管理を執行する。

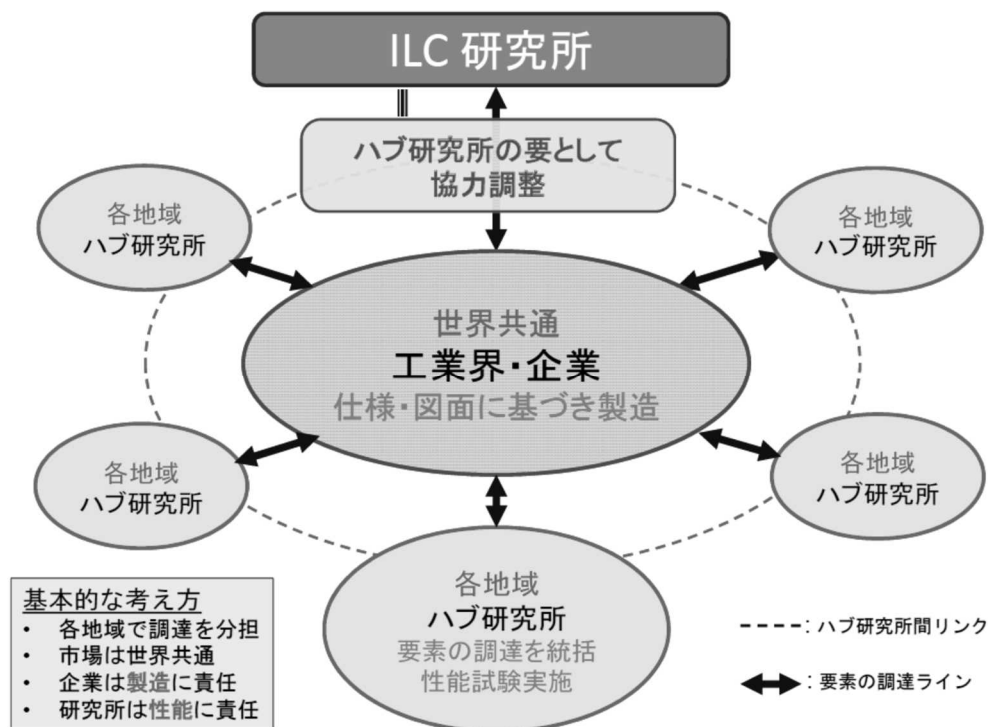
【プロジェクトマネジメント】

- ・ 中央プロジェクトチーム (Central Project Team) は、サイトを踏まえた設備配置を含む設計に責任を有し、参加国により現物拠出 (In Kind) される機器の仕様を決定する。
- ・ 参加国は、割り当てられた現物拠出 (In Kind) 貢献に係るコスト全体及び合意された納入スケジュールに責任を有する。
- ・ 現物拠出 (In Kind) 貢献の基本は衡平 (財政貢献分と同額の契約を拠出国に分配) であるが、競争原理を加えてコスト低減を図ることも考えられる。

【加速器の製造体制】

- ・現物拠出（In Kind）による国際協力による分担が想定される加速器システム・要素の製造は、各地域においてハブ研究所（Hub Laboratory）が統括し、国際競争入札による企業との契約に基づき実施する。
- ・国際競争入札に応募して落札した企業は、契約において示された基本構造仕様及び図面に基づく製造（build-to-print）に責任を有し、工業生産における通常の完成検査基準に合格することを納入条件とする。
- ・ハブ研究所（または研究共同体）は、総合性能試験を実施し、電場勾配や共振特性等の主要な性能達成に責任を持つ。
- ・ハブ研究所が一貫した試作及び技術検証能力を有し、基盤となる製造技術実証を行った上で企業への技術移転及び情報提供を行い、企業のリスクを低減することが重要である。
- ・ILC研究所は、ハブ研究所間リンクの要として協力調整を行い、国際調達全体を統括する。

図表： I L C加速器システム・要素の国際調達体制



(出典) P I P

【経費分担】

- ・土地確保や土木工事/インフラ整備はホスト国の負担が基本、加速器/測定器は参加国の現物拠出 (In Kind) 貢献とする。
- ・不確実性対応のための予備費 (Contingency : 全体初期費の 10%程度) 及び機関運営の独立性確保等に資する共通基金 (Common Fund) は、I L C 研究所の運営 (Management) が参加国に要求し、管理する。
- ・超伝導高周波加速技術のような高度技術でも相応の貢献をする場合、ホスト国の全貢献は 50%程度になる。
- ・運転経費については、分担方法として以下の 3 つの選択肢及びその組合せが検討されている。
 - i) 参加国の拠出に比例
 - ii) ホスト国が提供する土木建設費、土地購入費、インフラ整備等を除く参加国の拠出に比例
 - iii) 各国の博士号を持つ実験者数に比例

③ 国際共同実験グループ

- P I P においては、I L C のために設計された測定器である I L D (International Large Detector) と S i D (Silicon Detector) は 2 つの国際チームによって検討が進展しており、I L C 計画が承認されれば実験グループへと発展することが想定されている。

- 既存の加速器研究所では、実験の評価、監督を目的とする P A C (Program Advisory Committee) 等の委員会を組織することが一般的に実践されており、同様に I L C 研究所においても、実験の提案を評価し、その進捗状況を監督する仕組みを運営することが想定されている。

- また、実験グループへの参加は、L H C[※]の実験と同じく全世界のコミュニティに開放されており、加速器建設に参加しない国からの参加も可能とされている。
 - ※ L H C : Large Hadron Collider、C E R N の大型ハドロン衝突型加速器

- I L C の測定器グループは自主的に運営を行うこととされており、財政的支援は基本的に各参加メンバーの資金提供機関によって行われ、I L C 研究所が直接貢献することは期待されていない (ただし、2 つの測定器の共通インフラと組立・統合作業を支援するための人員提供を除く)。

(2) 周辺環境の整備

I L C計画における国際研究機関に関わる周辺環境整備については、P I Pに加えて、K E Kのレポートとして以下の報告がまとめられている。

- 「国際リニアコライダープロジェクト立地に関わる調査検討報告書」
(2014年2月 K E K、野村総合研究所、福山コンサルタント)

これらの報告において想定されている国際研究機関に関わる周辺環境整備※の概要は以下のとおり。

※日本国内に関しては、具体的な立地場所に関わらず必要とされる周辺環境整備

① 前提となる人口規模

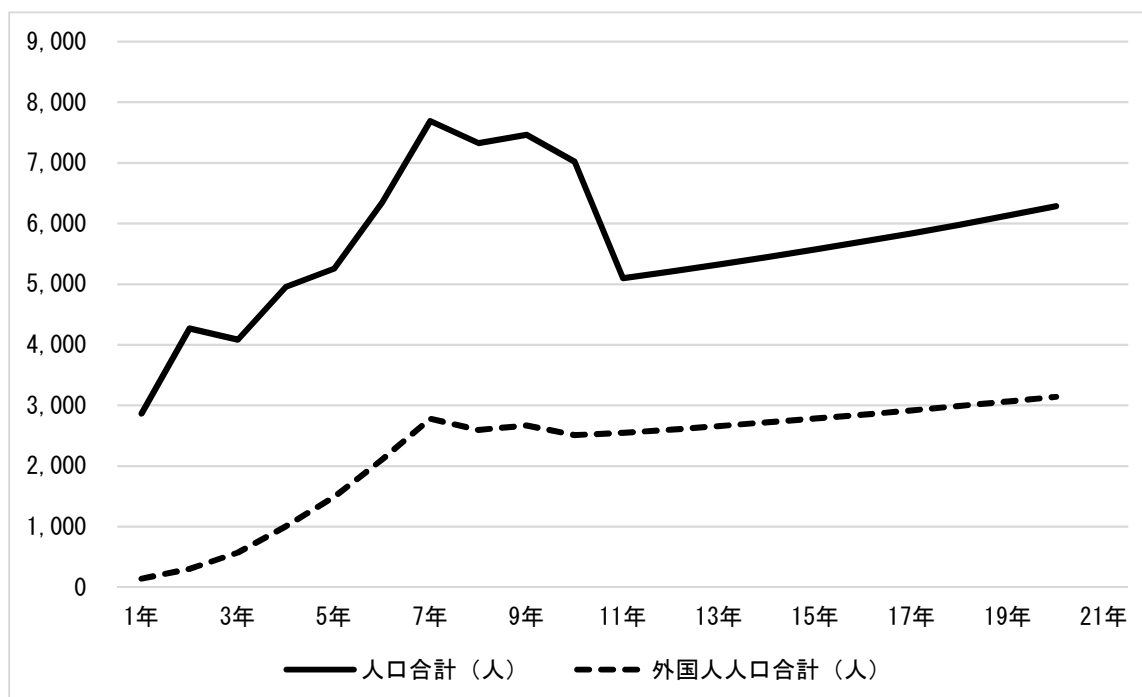
- P I Pにおいては、研究者、I L C研究所職員及びその家族を含む人口は、概ね1万人規模（小さな町）と推計されている。
- 仮にI L C研究所を日本に設置する場合、「国際リニアコライダープロジェクト立地に関わる調査検討報告書」においては、I L C研究所の立地地域におけるI L C関連人口（研究者・技術者・事務従事者、工事・保守運用従事者、付帯家族の合計）は、以下のとおり推計されている。

図表：I L C研究所の立地地域におけるI L C関連人口の推計データ

	建設期		運転期	
	1年	7年	11年	20年
研究者・技術者・事務従事者（人）	100	2,481	2,200	2,751
工事、保守運用従事者（人）	2,610	2,658	360	360
付帯家族（人）	156	2,552	2,536	3,176
合計（人）	2,886	7,691	5,096	6,287
（うち、外国人数）	(143)	(2,781)	(2,548)	(3,143)

(出典) 「国際リニアコライダープロジェクト立地に関わる調査検討報告書」

図表： I L C 研究所の立地地域における I L C 関連人口の推移（推計）



（出典）「国際リニアコライダープロジェクト立地に関わる調査検討報告書」

② 求められる生活環境要件及び社会基盤要件

○ P I Pにおいては、 I L Cに関わる周辺的生活環境や社会基盤の要件について、主に以下の点が記載されている。

【生活環境要件】

- ・ I L Cサイトの周辺では、国際的な研究コミュニティのニーズに応えるため、周辺に産業、生活アメニティ、様々なタイプの住宅、レジャー施設等の立地が必要である。
- ・主に I L C研究所職員のための、高質・バイリンガルな幼稚園、初等教育施設が不可欠である。
- ・短期滞在研究者等のために、入国手続きの円滑化（マルチビザ含む）、宿泊施設の整備（ホテル、サイト内ホステル等）が必要である。
- ・安全と健康を維持するための地域の緊急時対応力の向上（消防・防災、救急医療、病院等）が必要である。

【社会基盤要件】

- ・ I L Cに協力する世界の全ての国・研究機関を結ぶ、高帯域幅の情報通信ネットワークが必要である。
- ・地域におけるユーティリティ・インフラ（電力供給施設、工業用冷却水供給システ

ム、衛生・廃棄物処理システム、石油・天然ガス等の燃料供給システム等)の供給が不可欠である。

- ・港湾からサイトまでの重量物(～70トンの機器)を輸送するための交通手段(道路、鉄道)の確保が必要である。

○ 仮に I L C 研究所を日本に設置する場合、「国際リニアコライダープロジェクト立地に関わる調査検討報告書」において、生活環境要件(居住・住宅、育児・教育、医療・保険、生活支援、金融・決済、生活交通、買物・飲食、文化・娯楽、査証・在留資格、就労・参加)及び社会基盤要件(広域交通基盤、情報通信基盤、供給処理基盤)が整理されている。(別紙2参照)

○ また、「国際リニアコライダープロジェクト立地に関わる調査検討報告書」に基づき盛岡市が実施した委託調査※においては、I L C より派生する建設費として、初期段階から計画的に整備が必要となる「I L C 中央キャンパス(中央研究拠点)」、及び「キャンパス外居住地区」における研究者・家族等のための住宅の建設費が推計されており、その概要は以下のとおり。

※「国際リニアコライダー影響調査業務調査報告書」(2015年3月 野村総合研究所・福山コンサルタント共同企業体)

図表：I L C より派生する建設費

建設費項目	建設額(億円)	備考
ILC中央キャンパス建設費	602	ILC中央キャンパスの用地整備費(高層型ケース:31.7ha,用地費除く) ILC中央キャンパスに立地する施設の建設費(研究業務系,実験・研究系,滞在居住系,サービス系施設等:延床面積約12万㎡)
ILC研究者用住宅建設費 (ILC中央キャンパス外)	652	ILC中央キャンパス外で供給予定の1,917戸の建設費 (用地費,敷地整備費除く)
合計	1,254	

(注1) 本推計は、日本国内における特定の立地地域を想定して算出されたものではない点に留意

(注2) ILC中央キャンパス建設費(運用10年後を想定)の推計額602億円については、TDR(技術設計報告書)において、初期コストの一部として中央キャンパス建設費の見積額と重複があるため、ILC建設に派生して新たに付加される費用額とは異なる点に留意

(注3) ILC研究者用住宅建設費652億円については、中央キャンパス外で必要とされる住宅数を全て新設すると想定した場合の建設費である点に留意

(出典)「国際リニアコライダー影響調査業務調査報告書」

2. 国際研究機関の体制及びマネジメントの在り方に関する検証

本項以降（2.～4.）は、「1. 本作業部会で聴取したこれまでの研究者コミュニティにおける検討の概要」において示された国際研究機関に係る体制及びマネジメント、並びに周辺環境整備について検証を行い、併せて仮に国際研究機関を日本に設置する場合の国内における実施体制の在り方について検討を行った結果の概要を示す。

（1）プレ研究所に係る体制及びマネジメント

○ KEK-ILCアクションプランにおいては、仮にILCのホスト国を日本が担う場合、プレ研究所の本部はKEKに置かれることが想定されている。KEKで現在実施されている研究計画からリソースをプレ研究所へ移行する時期と範囲については、KEKや国内の関連研究者のみならず、海外の研究者等も含めた議論が必要である。その際、現在のKEKにおける研究計画の完遂を阻害しないことが重要である。

○ また、同アクションプランで想定されている200人規模のプレ研究所を運営するためには、相当数の新人加速器研究者の育成が必要であり、計画的に採用を行い既存の大型加速器施設（SuperKEKB^{*}やJ-PARC^{*}等）で経験を積ませることが効果的である。

※SuperKEKB：KEKが運営する電子・陽電子衝突型円形加速器

※J-PARC：Japan Proton Accelerator Research Complex、KEKとJAEA（日本原子力研究開発機構）が運営する大強度陽子加速器施設

○ あわせて、研究者の育成とともに、製造を担う企業側もカウンターパートとなる高度な知識や技術を有した人材の準備が必要である。出向等の形態で研究者とともに経験を積むことが考えられ、プレ研究所立ち上げ時の人材不足を補う効果も期待できる。

○ 加えて、国際研究機関を想定した管理部門の増強と多言語化への対応や、広報、知的財産管理、輸出入管理、技術支援体制等の強化も必要である。

（2）ILC研究所に係る体制及びマネジメント

① 法的位置づけ

○ PIPにおいては、条約を基盤として研究所を設立・運営することが想定されている。ILCは複数国による協力が不可欠な設備整備が必要であり、主に予算規模の面で長期にわたる国家レベルでの関与が必要となることから、条約による国家間の合意に基づくことは妥当である。

○ 特に、I L Cでは巨大な装置（資産）を各国分担で製作することから、分担割合に応じた国家間の権限調整が必要となるが、条約に基づく場合はその枠組みの中で調整が可能である。

○ また、条約に基づく場合は国が義務の遵守主体となるため、合意事項の拘束力が強く、参加国の途中脱退が困難であるなど、安定的なプロジェクトの推進も期待できる。

○ 一方で、条約に基づく場合には、合意形成プロセスが長期化する可能性があることに留意する必要がある。

○ なお、条約の締結を前提としつつも、参加国側の制約等により条約が困難な場合のために、別の枠組みの可能性について研究しておくことも必要である。その場合にも、法的に非常に強固な体制にしなければ、様々な問題が発生することに留意すべきである。

○ 仮にI L Cのホスト国を日本が担う場合、条約に基づく国際機関を日本に設置した例として国際連合大学がある。国連大学本部協定[※]には、課税の免除、職員及び大学の任務を行う専門家の特権、研究成果の扱い等の条項があり、I L Cにおける条約の在り方を検討する際の参考になる。

※「国際連合大学本部に関する国際連合と日本国との間の協定」（条約）

○ 加えて、P I Pで条約に明記することとされている廃止措置までの手順と責任に関しては、I T E R機構設立協定[※]に関連する条項があるので、併せて参考になる。

※「イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定」（条約）

② トップマネジメント及びプロジェクトマネジメント

○ P I Pにおいては、新たな国際機関としてI L C研究所を設置することが想定されていることから、専任職員が確保されて各種業務及び意思決定を迅速に行うことが可能となる。

○ 一方で、新たに国際機関を設置することから、事務施設の新設や事務部門を含めた人材の新規確保が必要となる。

- I L C研究所と参加国との間の資金拠出(In Cash)及び現物拠出(In Kind)による関係をマネジメントする中央プロジェクトチームの役割は重要であり、優秀な人材による強力な体制を構築してプロジェクトを牽引する必要がある。
- 国際共同プロジェクトにおいて導入する体制と採用する人材は一体の問題であり、I L Cのホスト国を日本が担う場合には、そのプレゼンスを高めるためにも、強いリーダーシップでマネジメントを担う人材を計画的に養成していくことが重要である。
- その際、A L M A^{*}の経験から今後活かすべき知見として、プロジェクトのあらゆる面（予算、人事、安全対策、広報、労務対応等）に参画して、成功のみならずリスクや失敗に対しても責任を持って貢献を果たすことで、日本のプレゼンスが高まった例があり、I L Cにおけるマネジメント人材の養成にあたって参考となる。

※A L M A : The Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計計画

③ 経費分担の方式

- P I Pで想定されている現物拠出(In Kind)による設備分担においては、参加国による拠出への見返りとして、拠出に応じた自国産業への発注枠が考えられるとともに、参加国担当分に係る不確実性対応リスクは参加国に分散されることとなる。
- 一方で、現物拠出(In Kind)で調達した機器間のインターフェイスの管理等については、各国・地域の予算や製造状況に応じた多様な工程管理が必要となるなど多くの調整が発生し、スケジュールの遅延やコストの増加を招く可能性がある。
- 具体的には、全体システム仕様はI L C研究所が主体で決定するが、現物拠出(In Kind)に対するコスト及び納期の責任は各国・地域のハブ研究所が有するため、仕様とコスト及び納期の責任がかい離して全体責任の所在が不明確になるおそれがある。
- 実際に、I T E Rにおいても、インターフェイスや工程調整に際して、I T E R機構と7参加極^{*}の国内機関の間で利害が対立するなど、管理運営上の様々な課題が発生し、スケジュールの遅延の拡大とそれに伴うコストの増加が大きな問題となった。

※欧州、日本、米国、ロシア、中国、韓国、インド

- こうした現物拠出(In Kind)方式に起因する課題等に対応するため、P I Pにおいては、資金拠出(In Cash)による予備費(Contingency)や共通資金(Common Fund)が想定さ

れている。ILCのような大規模国際協力プロジェクトにおいて、様々な不確実性に対応するための資金を適切に確保しておくことは、以下に示す類似のプロジェクトにおける経験に照らして重要である。

【CERN】

参加国からの拠出金で運営されていることにより、迅速なリスク対応や一括管理によるコストダウンが可能である。CERNのように予算の長期的見通しが得られれば、建設時における予算増減の平準化や突発事象への対応も可能となる。

【ITER】

設計変更や機器の新規調達等が発生した場合に、機構長の権限において執行できるリザーブファンドが2015年に創設された。その結果、未確定のインターフェイスの調整等に適時の資金投入が可能となり、以前と比較して円滑なマネジメントが行われるようになった。

【ALMA】

日本の予備費がないことが課題とされており、予備費を計画予算内に組み込み、その用途を自由にプロジェクト内で裁量できる仕組みを構築することが必要とされている。

④ 国際的な経費分担

○ PIPにおいては、ILCの建設と運営に関して、ホスト国の経費分担を50%程度までとし、残りを参加国で案分することが想定されている。参加国から十分な貢献を確保するためには、ホスト国に権限が過度に集中せず、参加国とのバランスにも配慮した本格的な国際機関としての運営が必要となる。

○ 大型国際共同プロジェクトにおける国際的な経費分担の方式は様々であるが、例えば、本作業部会でヒアリングを行った3つのプロジェクト等における事例は以下のとおり。

【ITER】

サイト誘致が国際的に競合したためホスト国（極）の分担割合が高騰したが、交渉の過程で、民主的な運営を確保する観点から、ホスト国（極）の議決権が過半未満となるよう分担割合が50%未満に抑制された結果、ホスト極である欧州が46.46%、その他の6参加極*が9.09%という経費分担がなされている。

※日本、米国、ロシア、中国、韓国、インド

【CERN】

科学活動が急速に巨大化する中で、米国・ソ連に対抗するには欧州各国が共同で取り組むべきとの認識のもとで、GDPに基づく資金分担により1957年に設立された。現在は、加盟国の直近3年間における平均純国民所得（NNI:Net National Income）に基づく経費分担※がなされている。

※加盟国拠出金（2015年実績）の上位3か国は、ドイツ20.5%、フランス（ホスト国）15.1%、イギリス14.3%。また、フランスとともにホスト国を担うスイスは3.9%

【ALMA】

日本、米国、欧州の三者が対等な経費分担を前提に各国内でのプロジェクト承認や資金確保を図り、結果として、日本が25%※、米国と欧州が37.5%という経費分担がなされている。

※2001年に日米欧の研究機関間で建設計画が合意されたが、日本の予算措置が2年遅れたため、その分の割合が低下した。

○ いずれにせよ、国際的な経費分担については、最終的には各国政府間の交渉で決定することになるが、各国政府の合意を得るためには、各国内において、サイエンスカウンシル等によるプロジェクトの承認や自国政府の資金確保に向けた議論の進展が不可欠である。

○ なお、仮に日本がILCのホスト国を担う場合には、ILC研究所は、欧州におけるCERNと相補的なアジアの国際研究拠点にしていくことも考えられる。このため、相応の経費分担とともにアジア地域からも参加できる体制を考慮する必要がある。

（3）測定器建設を含めた国際共同実験に係る体制及びマネジメント

○ PIPにおいては、2つの測定器（ILDとSID）による実験が想定されているが、科学的なクロスチェック等が可能となる一方、実験ホールや測定器等の建設コストは上がる。2つの測定器で実験を実施する必要性について整理することが必要である。

○ ILC計画の実験グループでは、これまでの加速器実験と同様に、参加研究機関が所属する国によらず対等である民主的な運営や、限られた任期で選出された最低限の組織によって、意思決定と執行権限が分離された形での運営等がなされることが重要である。

- こうした民主的な運営については、少ない負担で参加する方が費用対効果が高いという見方をされる懸念もある。仮に日本がホスト国を担う場合は、その妥当性やメリットを明確に示すことが重要である。
- また、ILC実験においては、測定器の建設や実験グループのマネジメント等の金銭的、人的労力が大きい部分とデータ解析等の学術的に魅力的な部分が混在しており、これらが国際的に平等に分担されるよう戦略性を持ったマネジメントが必要である。

3. 国際研究機関の周辺環境整備の在り方に関する検証

(1) 前提となる人口規模

- PIPにおいては、研究者、ILC研究所職員及びその家族を含む人口は、概ね1万人規模（小さな町）と推計されている。また、「国際リニアコライダープロジェクト立地に関わる調査検討報告書」では、ILC研究所の立地地域におけるILC関連人口は、建設ピーク時（7年目）には約7,700人、運用開始年（11年目）には約5,100人で20年目には約6,300人と推計されているが、この想定については以下のような懸念がある。
- 現在は情報通信ネットワークが発達し各国でもデータ解析ができる時代であり、一つの研究目標を有するILC研究所では、建設終了後に人口が減少していくことが予想される。推計のように人口を増加させるためには、他分野への研究の拡大等についての明確な見通しが必要である。
- また、推計の根拠の一つとなっているCERNについては、ジュネーブという国際都市に建設された上で、研究も順調に進展していることを考慮する必要がある。

(2) 求められる生活環境要件及び社会基盤要件

- PIP及び「国際リニアコライダープロジェクト立地に関わる調査検討報告書」においては、ILCサイト周辺の様々な生活環境要件や社会基盤要件が想定されているが、仮にILC研究所が日本に設置される場合には、(1)の検証を踏まえた人口規模に相応しい範囲において対応が必要となる。
- 具体的な生活環境要件（居住・住宅、育児・教育、医療・保険、生活支援、金融・決済、生活交通、買物・飲食、文化・娯楽、査証・在留資格、就労・参加）及び社会基盤要件（広域交通基盤、情報通信基盤、供給処理基盤）は多岐にわたっているが、これら

の中には、公共施設や公共サービス等が必要となるものもあるため、立地自治体による支援が不可欠である。

○ こうした周辺環境整備に係る経費は相当額に上ると考えられるが、その経費分担については、ホスト国と参加国との国際分担とともに、I L C研究所と国及び自治体等のホスト国内における分担についても、立地等の議論と併せて整理する必要がある。

○ なお、ITERの場合には、サイト誘致が国際的に競合した結果として、周辺環境整備に関わるホスト国の役割が増大[※]したが、事情の異なるI L Cにおいては、ホスト国の役割を適切な範囲に設定し、参加国がバランス良く負担することが望ましい。

※ITERホスト国（フランス）の責務は、ITER協定付属書「ITER建設地に対する支援に関する付属書」に規定され、この枠組みのもとで、ITER周辺の自治体はITER基盤整備費の一部を負担し、10年間で467百万ユーロ（約560億円）を支出することに同意

○ また、I L Cは放射線を扱う研究施設であることから、I L Cと立地自治体の共生には、常に真摯な対話を通じて信頼関係を築いていくことが重要である。

4. 国際研究機関を日本に設置する場合の国内における実施体制の在り方の検討

(1) 日本の大学によるI L C国際共同実験への参画の在り方

○ 日本がホストする国際共同実験としてKEKにおけるBe I I e II実験の準備が進んでおり、国際共同実験のマネジメントに関する実績も積み上がっている。この経験をI L C実験においても十分に生かすべきである。

○ 実験の大規模化に伴い、大学等の研究室レベルで見える貢献をするのは容易ではない。I L C研究所を日本に設置する場合、I L Cで行われる実験において日本の大学等が埋没することなく存在感を高めるための工夫が必要である。

○ そのために、国内コンソーシアムを構築し、検出器製作やデータ解析の拠点を複数設置してリソースを集中投資することは、日本の大学の存在感を高めるとともに、大学に優れた外国人研究者を還流して国際化を進める上でも有効である。

○ また、I L C研究所を活用して国際的に活躍できる若手研究者を育成するため、I L C研究所と大学が協力し大学院生のための連携講座等を用意する必要がある。特に、加速器、最先端の半導体や電子回路技術、コンピューティング等の専門性の高い技術教育では連携が有効である。

○ さらに、国際化の進展に伴う多言語化への対応も含めた技術的・事務的な研究支援体制を充実させるため、I L C研究所や各大学の技術・事務職員へ教育機会を提供することも重要である。

(2) KEKとI L C研究所との関係の在り方

○ 日本がI L Cのホスト国となる場合、KEKにおいてはI L C研究所とは異なる形の研究を進めることが適当である。欧州においても、高エネルギー素粒子物理の研究はCERNに集約され、例えばドイツ・スイスではDESY[※]やPSI[※]といった国立研究所に自由電子レーザーを含む放射光施設や大強度陽子加速器施設等を建設して、CERNとは異なる形の研究が進められている。

※DESY : Deutsches Elektronen-Synchrotron、ドイツ電子シンクロトロン研究所

※PSI : The Paul Scherrer Institute、スイス連邦工科大学ポール・シェラー研究所

○ I L C研究所が日本に設置された場合においても、KEKを含めた国内の適切な加速器研究所を維持していく必要があるが、既存の研究所の財政規模を維持したまま、別途I L C研究所を新設・運営するのは困難であり、既存の研究所で培ってきた人材や技術が継承されるよう配慮しつつ、国内外の研究者間の議論を踏まえてプロジェクトを選定していく必要がある。

○ 世界の多くの高エネルギー物理の研究所は財政的に厳しく、フォトンサイエンスに転身している現状の中で、DESYもフォトンサイエンスに舵を切っているが、DESYの素粒子実験グループは健全に残っており、CERNやKEK等において世界をリードする仕事をしている。一つのモデルとして参考になる。

○ CERNでLHC実験が開始された時とほぼ同時期に、DESY独自の加速器による高エネルギー物理研究も終了したが、DESYの高エネルギー物理研究者の多くはDESYに所属しつつLHCの研究に参加する形態（プロジェクトアソシエイト）をとっている。I L Cについても、KEKの高エネルギー物理研究者がKEKに所属しつつI L C実験に参加する形態も考えられる。

○ I L C研究所には強い権限を有する中央プロジェクトチームが存在することが重要である。仮にI L C研究所が日本に設置される場合には、KEKはホスト国の研究所として、I L C研究所の中央プロジェクトチームの早期形成を支援することが重要で

ある。

○ 特に、技術面で I L C 研究所に強い指導力を求めるには時間を要する。まず、国際的に指導力を発揮可能な人材を I L C 研究所の中央プロジェクトチームに配置しつつ、K E K が加速器建設に協力することにより様々な課題に対応しながら、加速器建設における主導権を段階的に中央プロジェクトチームへ移行していくことが考えられる。

(3) I L C を踏まえた日本の高エネルギー物理研究の将来計画に関する議論の在り方

○ 加速器の新設時には、その時点で使用可能な加速器科学・技術及び将来展開を考慮する必要がある。欧州では、加速器の種類及び使用される技術並びにそれらを担う適切な研究所に関する議論は主に E C F A^{*}で行われ、その議論も踏まえて、各国においては、研究所が計画を提案し、サイエンスカウンシルによる分野間の調整を経て、政府が実施の可否を判断してきた。

※ E C F A : The European Committee for Future Accelerators、加速器将来計画欧州委員会
(研究者コミュニティにおける委員会であり、各国政府はオブザーバーとして参加)

○ 現在、日本の高エネルギー物理分野の研究は多様性を持って進められている中で、I L C という巨大なプロジェクトを実施することになる場合には、日本の高エネルギー物理研究者コミュニティにおいても、選択と集中を考慮した将来計画の合意形成が必要となる。

○ なお、I T E R をホストする欧州内の核融合研究機関は、E U R O fusion^{*}が策定した核融合開発ロードマップに基づき、I T E R の調達活動の完遂、I T E R 計画の支援、原型炉に向けた研究開発に焦点を絞った活動を進めている。

※ E U 26 カ国とスイス、ウクライナの 30 の研究所とその関連企業等からなるコンソーシアムであり、欧州での I T E R 調達以外の核融合研究を統括

(4) 日本企業も含めた産業界による I L C への参画の在り方

① ハブ研究所と企業との関係

○ P I P においては、超伝導加速空洞とクライオモジュールの組立ては各地域のハブ研究所で行うことが有力な選択肢となっている。その場合、企業は自ら設備投資することなく R & D を行い、本格的に資本投入する場合の準備が可能となるとともに、ノウハウが公開されることによる産業界への貢献も期待される。

○ 一方で、企業が自社内に組立設備を持たない場合には、投資に対する説明責任を果

たすためにも I L C への参加経験を生かす次の展開が必要となる。例えば、I L C 建設に参加した企業が組立設備を使用できる仕組みを作り新たな需要に対応できるようにすることが期待される。

- また、超伝導加速器技術の将来展開も重要であるが、現状においては不透明な部分もある。CERNには技術のスピンアウトを支援する組織*があり、I L C においても企業と研究所が協働して、産業界への技術や製品のスピンアウトを図る必要がある。

* Knowledge Transfer Group

- 製造コストの削減を図る観点からは、ハブ研究所から企業への技術支援やハブ研究所間の知的財産の共有等が重要である。高エネルギー加速器、超伝導技術分野では、既に研究者・技術者間では失敗経験等も含め現場に即した情報を共有する文化が醸成されており、これをトップマネジメントでも十分活用していく必要がある。

② 国際競争入札に関わる検討課題

- I L C ではWTO政府調達協定に基づく国際競争入札が想定されており、ハブ研究所とパートナーシップを有する企業が受注できる保証はない。ハブ研究所と関係が薄い企業が受注した場合、パートナーシップの構築に時間がかかる可能性もある。I L C において入札とパートナーシップの関係をどう設計するかは重要な課題である。

- 日本と欧州は企業とのパートナーシップで製造し、米国は研究所の中（In-House）で製造するという特徴があるので、ハブ研究所には、性能に責任を持てる範囲内において、地域性に合わせた裁量を持たせるべきである。

- 特に、日本の強みは研究所と企業との密接なパートナーシップであり、契約に裁量がある中で研究者と企業が議論しつつ装置を作り上げてきた歴史がある。詳細かつ厳密な契約が求められる I L C の国際契約において、こうした日本の強みを生かすためには、研究所、企業双方に努力が必要である。

③ これまでの大型加速器実験計画からの教訓

- 米国のSSC*が失敗した要因の一つとして、企業の製造マネジメント集団と研究所の設計マネジメント集団がかい離していたことが挙げられる。マネジメント能力のある優秀な研究者を執行部に据え、明確に統一された命令系統を作ることが必要である。

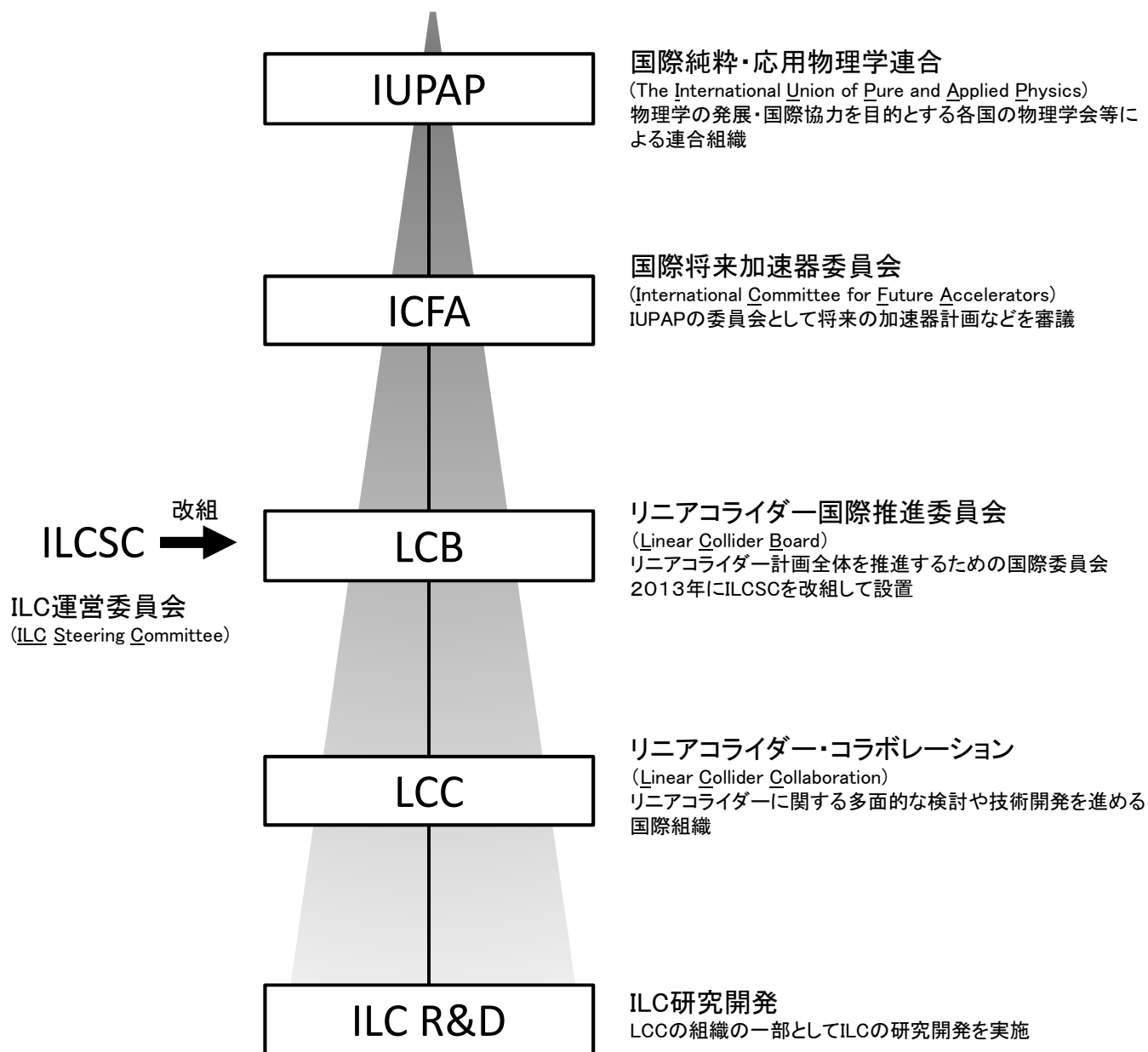
*SSC : Superconducting Super Collider、超伝導超大型衝突型加速器

- 日本の研究所はエンジニアが少ないという特殊性があり、ILCのような大型国際プロジェクトを研究者だけでマネジメントすることは不可能である。そのため、大型国際プロジェクトの経験を持つ人材を産業界から広く求め、研究所と企業が一体となったプロジェクトマネジメント体制を築くべきである。

- LHCでは、CERNという強力な研究所とそれを中心としたハブ研究所の強固な国際ネットワークにより、様々なトラブルに協力して対応することが可能となっており、ILCにおいても参考になる。

- なお、PIPは研究者の視点で書かれたものであり、産業界からの視点が不足している。今後は、研究者だけでなく産業界も含めてILC全体のマネジメントの検討を深めていく必要がある。

ILCに関する国際的な研究者組織



※体制及びマネジメントの在り方検証作業部会第1回
(平成29年3月9日開催)資料に基づき事務局作成

図表 ILC研究所の周辺環境における生活環境要件

分野	要件	要件実現のための手段等(選択肢)
居住・住宅	居住範囲(通勤圏)の想定	■外国人研究者等の居住範囲(通勤圏)を公共交通機関または自家用車で30~40分程度と想定 <外国人研究者のニーズ、国内外類似研究機関の実態より>
	短期滞在者向けの良質な宿泊施設提供<短期滞在=概ね90日未満>	■キャンパス内・近接地での宿泊施設(ゲストハウス、宿舎、ホテル等)の提供/ ■必要最小限のアメニティ(ベッド、シャワー、トイレ、空調、遮音等)、かつ低廉な施設の提供 ■宿泊施設予約面での利便性の提供/■宿泊施設滞在中の生活支援サービスの充実(クリーニング、食事等)
	長期滞在者向けの良質な滞在・居住施設提供<長期滞在=概ね90日以上>	■キャンパス外(外国人居住範囲)での家族居住向けの戸建住宅、集合住宅の供給(賃貸)/■キャンパス内での家族居住向けの住宅供給 <初めて日本に来る家族の場合、慣れるまでの間はキャンパス内居住が望ましい>/■欧米人のサイズに合った仕様の住宅提供(広い・大きい居室、風呂、ベッド、トイレ等)/■基本的な家具、家電(TV、冷蔵庫等)の備付け住宅の供給 ■外国人の住宅探し・契約等への支援 <優良物件情報提供、交渉・契約時の付き添い支援 等>/■外国人が住宅を借りる場合の差別的慣習の撤廃 <6ヶ月分の家賃前納、外国人不可マーク 等>
育児・教育	国際保育支援サービスの提供	■キャンパス内・近接地での育児施設(保育所)の新設/■既存の保育所での外国人の子どもの受入体制の充実/■バイリンガル保育士(日英)の育成 <日本人保育士の英語力向上>
	国際教育サービスの提供	■国際学校(インターナショナルスクール)の新設 <ホスト国・地域での設置、バカロレア等の国際カリキュラムの提供、多言語対応 等>/■既存の国際学校での受入拡充/■国際学校での教育費用の負担軽減 <研究機関による学費補助、ホスト国側での負担 等> ■日本の公立学校(学校教育法的一条校)での外国人子弟受入体制の整備<バイリンガル日本人教師配置、外国人アシスタント教師配置、外国語翻訳教材開発 等>
医療・保険	外国人が安心できる医療の提供	■医療機関等における国際化対応の充実 ■薬局(ドラッグストア)の国際化対応<医薬品の名称・説明の英語表記、薬剤師による薬の処方・注意事項等の英語による説明>/■医療機関(診療所、総合病院)の国際化対応<医療従事者(医師、看護師)の英語コミュニケーション力の向上、外国人医師の配置 等> ■救急通報システム、救急搬送システム等の整備・充実<救急通報システムの充実、救急医療病院までの搬送システムの整備等>/■救急医療機関の充実 ■医療通訳の育成と要請に応じた派遣/■外国対応可能医療機関情報(リスト)の作成と配布
	外国人が安心できる医療保険の提供	■外国人をカバーする医療保険の整備 ■長期滞在外国人向け医療保険制度の充実と加入支援/■短期滞在外国人に対する医療保険加入への支援
生活支援	外国人の日常生活の支援体制・サービスの提供	■外国人生活支援対応の専門組織(国際支援オフィス)の設置<ウエルカムオフィス、ユーズオフィス等の研究機関内設置又はホスト地域との共同設置>/■外国人のニーズに対応したきめ細かな生活支援サービスの提供<リロケーション:外国人向けの引越し、住宅探し・契約支援サービス等><生活行為支援:自動車の購入、学校入学、医療受診、行政手続等への付添い支援><生活関連情報提供:公共交通、社会生活、日常生活、観光レジャー等>
	自治体における国際化対応の充実	■自治体における外国人向けの手続きワンストップサービス窓口の設置/■自治体のワンストップサービス窓口へのバイリンガル職員の配置/■外国語情報パンフレットの作成/■外国人向けの危機管理情報提供システムの充実
金融・決済	外国人に利便性の高い銀行・クレジットサービスの提供	■ATMによる国際キャッシングサービスの改善<国際対応ATMの増強、営業時間の延長による夜間利用の改善>/■外国人の銀行口座開設時の容易性・利便性の向上<外国人口座開設時の不便改善> ■外国人によるクレジットカード取得の時間短縮、手続き簡素化の推進<申し込みから発行までの時間短縮、手続き簡素化>
	利便性の高い生活交通手段の提供	■外国人研究者等の自動車免許取得への支援<運転免許試験時の英語での対応環境充実、免許取得の費用軽減 等>/■外国人研究者等の自動車購入・事故対応等に対する支援の充実<車庫証明取得、自動車購入、自動車保険加入、事故時対応等>の支援/■研究機関キャンパス内における十分な駐車場スペースの確保/■外国人研究者・家族向けのカーシェアリング、カーレンタルシステムの導入
買物・飲食	外国人に配慮した日常生活品物販サービスの提供	■生活圏内スーパー等の国際対応<日常生活用品名の英語表記、健康に関わる商品の英語解説、外国品の品揃え 等>/■ILC国際研究機関キャンパス内への売店設置
	外国人に配慮した飲食サービスの提供	■飲食店の国際対応<メニューの英語/多言語表記、多様な食文化に対応した料理メニューの提供 等>/■食事に制限のある場合への対応<イスラム教徒、ベジタリアン等へ対応した食事提供>

文化・ 娯楽	日本文化・外国文化へのアクセシビリティの提供	日本語・文化の学習機会の提供 外国の文化・情報へのアクセス環境整備	■外国人への日本語・日本文化学習機会の提供<ホスト地域との協働によるプログラムの提供>/■ILC国際研究機関の内部Webによる生活関連情報の提供<地域交流、イベント、生活、モノの交換、スポーツ同好会等> ■外国語メディア媒体(新聞、雑誌等)の日常的な提供/■芸術文化施設、宗教関連施設の充実/■自宅でのインターネット接続環境構築の容易化<申し込みから開通までの時間の短縮化>
	外国人のQOLを高める娯楽・スポーツ機能の提供	スポーツ・レクリエーション施設の提供	■生活圏でのスポーツ施設の充実<外国人研究者のリフレッシュのためのジム、スイミングプール、スポーツ観戦施設等>/■生活圏でのファミリー向けレクリエーション施設の充実<休日等に利用できる家族向けレクリエーション、レジャー施設(公園、遊園地等)>
査証・ 在留資格	査証・在留資格取得の支援	外国人研究者・家族の査収・在留資格・在留カード等の取得支援	■外国人研究者の在留カード取得・住民登録等に際しての支援/■外国人研究者・家族の査証・在留資格取得の手続簡素化、時間短縮化
就労・ 参加	外国人の社会参加・就労機会の提供	外国人研究者の配偶者への社会参加機会の提供	■外国人研究者・配偶者への地域ボランティア活動参加機会の充実/■外国人研究者・配偶者が参加できるコミュニティ活動・イベントの充実
		外国人研究者の配偶者への就労機会の提供	■外国人研究者の配偶者の就労先や職種の確保/■外国人研究者の配偶者への就労先紹介・仲介サービスの充実

図表 ILC研究所の周辺環境における社会基盤要件

分野	要件	要件実現のための手段等(選択肢)
広域 交通 基盤	利便性の高い国際・国内空港の存在	■国際線定期航路・便数等の面で充実した国際ネットワーク機能/■国際空港(成田、羽田、関空等)との乗り継ぎ便等の利便性が高い
	国際・国内空港への良好なアクセス性の確保	■空港へ直結する公共交通サービスの提供<空港から最寄の交通拠点までの新幹線・鉄道によるアクセス確保及び空港から研究圏域までの直行バス確保>
	国際物流に対応した港湾の存在、港湾からのアクセス性確保	■国際コンテナターミナルを有し、一定のコンテナ国際就航航路、就航便数の確保/■大規模器材の荷役機械のほか、大型倉庫、CIQ体制の整備 ■国際物流港湾から特殊車両を用いての輸送に適應した経路の確保<輸送可能な新たな道路整備を含めた経路の確保>/■国際コンテナ受け入れ体制及び国際コンテナ輸送経路の確保<45ft国際コンテナ取扱い体制及び対応した輸送経路の整備>
	広域幹線道路網及びICへの近接性	■広域幹線道路網へアクセスする幹線道路網の確保<研究圏域から高速道路等へアクセスする新設を含めた幹線道路の確保>/■高速ICへのネットワーク<既存の高規格道路網を活用し、既設ICのみならず、新設(スマートIC等)を踏まえたアクセス性確保>
	広域幹線鉄道網及び交通結節点(駅等)への近接性	■利便性(速さ・頻度)の高い公共交通ネットワークの確保<最寄の鉄道駅・新幹線駅から、利便性(速さ・頻度)の高い公共交通手段(バスや新交通システム)を交通需要、地域交通計画に配慮しながら導入> ■広域交通拠点となるターミナル駅の確保<広域的なターミナル機能を持った新幹線などが結節する広域交通拠点を確保と国際化対応>/■最寄の交通拠点の強化<通勤を含め日常交通及び地域住民の生活交通等を支える交通拠点の強化と国際化対応>
情報 通信 基盤	世界と直結するブロードバンド情報通信網	■学術情報ネットワーク(SINET4:サイネット・フォー)との接続<SINETのノード(ネットワークの接続拠点)の設置・接続 等>/■通信量の増大に対応した新たな基幹光ネットワーク<テラビット級>の整備<ILC中央キャンパス・サテライトキャンパス⇒国際IX⇒国際通信ケーブル陸揚げ拠点の間に整備> ■ILCからダイレクトに世界インターネットへ接続するノードとなる国際IXの整備 ※IXとはInternet eXchange(インターネット・エクスチェンジ)の略で、複数のISP等のネットワークを相互接続するインターネット上の接続ポイントのこと。日本における国際IXは、国内と海外のインターネットを接続するポイントを意味する。
	世界とつながる携帯通話環境	■国際標準のモバイルコミュニケーション方式に対応した携帯電話環境の整備 ■GSM方式(Global System for Mobile Communications)対応エリアの整備/■次世代基地局の設置
供給 処理 基盤	電力供給基盤の供給	■受電施設(特高変電所(地上)、サブ変電所(地下))、非常時を踏まえた2系統確保/■系統電力網との接続に向けた送電線整備<地域電力会社との調整・協議期間の設定>
	給排水基盤の供給	■ILC建設に求められる給水・排水処理 ■トンネル建設に伴う排水(湧水)の利活用<建設に伴う湧水量が多量であるため、貯留施設を設置を含めた利活用> ■ILC実験施設の冷却水供給 ■生活給水については、計画地の自治体と調整/■生活排水については、し尿処理(廃棄物処理)とセットで検討し、コミュニティプラントを含めた検討
	廃棄物処理基盤の供給	■ILC建設に伴う掘削土・その他廃棄物の処理 ■ストックヤード、破砕ヤード確保及び砕石利活用の推進<掘削土量を踏まえ、ヤードの設定、砕石転用方法検討>/■ILC建設時及びキャンパス建設時に発生する廃棄物は、地域の既存施設を活用を目指す ■自治体の既存施設の活用<既存施設の処理能力を踏まえて自治体と連携した廃棄物処理計画の推進>

(出典)「国際リニアコライダープロジェクト立地に関わる調査検討報告書」