

## 国際リニアコライダー計画の見直し案に関する検討委員会（第5回）

### ・同委員会技術検証分科会（第5回）合同会議

#### 議事録

日 時 : 平成 30 年 9 月 18 日（火）10:00～12:00  
会 場 : 日本学術会議 大会議室（2階）  
委員会出席者: 家委員会委員長 米田委員会副委員長 田村委員会幹事（スカイプ）  
上坂委員 梶田委員 杉山委員 永江委員 平野委員  
分科会出席者: 米田分科会委員長 嘉門分科会副委員長 家委員 田中委員 望月委員  
事務局 : 犬塚参事官ほか

#### 議題 1. 論点や引き続きヒアリング等で確認すべき点について

家委員会委員長: 資料の 1 について、これは大体「論点メモ」が 11 ページ、あと 2 ページほど「さらに確認すべき点」があるが、本日これを確認しつつ、この表現はちょっと修正したほうがいいのか、あるいは追加のこととかがありましたらお願いしたい。これはあくまでも論点メモなので、最終的な回答案についてはまたワーディングをブラッシュアップしていきたい。

では、資料 1 に沿って順番に少し確認していただきたい。最初の所は、まず日本学術会議としてのいろいろなサイエンスの研究計画に関するスタンスをここに確認した。

少し読ませていただくと、「日本学術会議は、日本の科学者コミュニティの代表機関として、あらゆる学問分野における知の探究を奨励するとともに、学術の振興ならびに知の普及や成果の社会還元に資する施策を検討し、提言等を発出している。知のフロンティア開拓に挑戦する研究計画については、その学術的意義や実施可能性が認められれば、それをエンドースするのが基本的スタンスである。さらに」、これは平野委員からご提言いただいたものだが、「学術には人類共通の目標に向かって、国の枠を越え」、これはご提言いただいたのは多様性の壁を越えという話だが、多様性はむしろアセットだと思うのでちょっと表現を変えさせていただいたが、「国の枠を越え、多様性を活かした協同作業により世界平和に貢献できる力があることから、国際共同研究の推進も奨励しているところである。

しかしながら、本件（国際リニアコライダー計画）のような巨大研究施設建設を伴う国際プロジェクトに関しては、その学術的意義はもとより、建設ならびに維持・運転に要する経費、国際協力も含めた計画実施の見通し、関連学術コミュニティの合意状況、設置候補サイト周辺への影響、等の諸条件を特に慎重に精査することが求められる」。これが本委員会に与えられたミッションであるというふうに理解している。

次のパラグラフは、平成 25 年だが、前回の審議依頼を受けて回答した時のその回答の中

で (1) から (5) まで検討すべき重要課題として挙げて、文部科学省にお返ししたという経緯。

その学術会議からの回答を受けて、文部科学省のほうでは有識者会議を設置して審議が行われ、一連の報告書が取りまとめられた。

今年、平成 30 年 7 月 20 日付で文部科学省研究振興局長より学術会議会長宛てにこの審議依頼が寄せられたことを受けて、本委員会ならびに分科会が設置された。これがこの経緯である。

次のページについて、委員会ならびに分科会では、上記「有識者会議報告書」をもとに、適宜参考人のヒアリングを行うなどして審議を進めているところ。この「論点メモ」は、審議途中の論点整理の意味で作成したものであるということである。

なお、以降では、委員会それから分科会でそれぞれ役割分担をして審議をしているけれども、項目の脇に本検討委員会において検討された項目に「(委)」、主として分科会のほうで検討された項目に「(分)」を付している。両方で示された項目もある。ここまでが前置きのような文章である。

次に項目ごとに少し見ていただきたい。まず<ILC が目指す物理>について。「レプトンコライダーの必要性」については、ハドロンコライダーでエネルギーフロンティアを追及する LHC と相補的な役割を担うハイルミノシティのレプトンコライダーが世界のどこかに実現することは必要かつ望ましいことである。これは一般論としてあまり異論のないところだろうと思う。

「250GeV ILC の研究目標」だが、これは前回の回答で、13TeV LHC の実験結果を見てからもう一度考えたほうがいいのではないかという提案をしたが、実際に 13TeV LHC の実験結果を踏まえて、研究目標をヒッグス結合の精密測定に絞ったことは妥当な選択である。その目的に最適化するために、500GeV 計画を見直して 250GeV 計画としたこともうなずけるものである。

一方、この選択により、見直し後の 250GeV ILC はほぼ単一目的のヒッグスファクトリーという位置付けになり、もともと 500GeV 計画の中にはあった例えばトップクォークに関する実験とか、あるいはヒッグスの 3 点結合というのがあったと思うが、そういうものはスコープから外れることになった。また、LHC の結果を見ると、新粒子探索の可能性も大幅に縮小した。これが現状認識。

それでは、250GeV の ILC の「ヒッグス結合の精密測定で想定される結果」として、建設後約 10 年か 20 年かよく分からないが、約 20 年間の運転で積算ルミノシティ  $2000\text{fb}^{-1}$  のデータを蓄積し、各粒子のヒッグス結合定数を精密に決定して、標準理論で予想される「質量との比例関係」からのズレの有無を検出することとしている。統計的に有意なズレが見いだされた場合にはそのズレのパターンによって、例えばヒッグスが複合粒子であることが示唆されたり、超対称性粒子とか余剰次元とかそういった物理の存在が示唆されたりすることとなり、素粒子物理学研究の次の方向性を示すことになる。

次は、ここはちょっと議論があったところだが、問題は標準理論からのズレが見いだされない場合、標準理論が高精度で成立していることが確認される。その一方、なぜそれが成立するかという理由は、大きな謎となって残る。250GeV ILC で探索可能なエネルギー領域よりも高いところに新物理があるはずという帰結、あるいは極端に言えば「人間原理」のような説明を持ち出すことになるともいう。この辺の表現は少し確認が必要だと思うが、委員会での議論ではそういうことではなかったかと思う。

より問題なのは、これは積算ルミノシティ 2000fb<sup>-1</sup> という目標があるが、要するにルミノシティが上がらなかつたり、あるいは、順調に稼働すればいいが、稼働時間がトータルで不足したりすることにより積算ルミノシティが予定に達せず、標準理論からのズレに関して明確な結論に至らない場合である。

これは未踏の領域への挑戦なので、もちろん「やってみなければ分からない」という側面があることは、われわれは研究者だから十分理解しているが、このような巨額の予算を投入することを前提にした計画である以上、今の計画段階で考え得る限りのシナリオを周到に描き、それぞれの場合の行動計画を立てることが求められる。「準備期間に検討する」とか「結果が出てから考える」というお答えだと、ちょっと説得力に欠けるのではないかという印象を受けている。

それから、これは主に物理以外の分野の方からの疑問だが、要するに「高エネルギー加速器物理学の限界」。これは、LHC や ILC 計画の予算規模を見ると、高エネルギー加速器物理学は持続性の限界に達しつつあるとの印象が拭えない。より高いエネルギーの加速器を次々に建設しなければ研究が進まないとすれば、そのような研究戦略が有限のリソースしかないこの世界で早晚行き詰まることは必至である。LHC や ILC の先に何を構想するのか、高エネルギー物理学コミュニティは巨大化路線からの転換を含む将来構想を真剣に検討すべきであろう。いつまでも大きくできるわけではないということがある。

ここまで一応 ILC が目指す物理という項目で幾つか出たと思われる論点をまとめてみたが、これについてご意見、あるいは、こういうポイントもあるのではないかとことをいただければと思う。もしなければ、最後にまた戻ることにはいたしまして、引き続きさせていただきます。

次は<加速器>そのもの、加速器計画について。これは委員会でも分科会でもいろいろ議論、質問したところ。「ILC 加速器の構成」だが、ILC 加速器において乗り越えるべき技術的挑戦課題として、陽電子源とかダンピングリング、ビーム制御、超伝導加速空洞、それからビーム集束、検出器、ビームダンプ等がある。それらの個別要素の信頼性ととも、異常事態に対処するインターロックなど、事故を未然に防ぎ長期にわたって安定的な運転を担保する巨大総合システムとしての十全性が必須である。これは共通認識だと思う。

個別のことについて、「陽電子源」については現時点ではヘリカルアンジュレーター方式と、従来型ターゲット方式と呼んでいいのかどうか分からないが、ターゲット方式の 2 案が併記されている。前者は偏極陽電子ビームが得られるというメリットがあるけれども、技

術的により未経験であり、多くの開発要素を含んでいるというふうに認識している。後者にしても、所定の陽電子ビームの強度を得るのは決して容易な達成目標ではないというふうに思っている。

お聞きしたところ、250GeV ILC の主目的であるヒッグス結合の精密測定には、陽電子偏極ビームというのは、もちろんあればそれに越したことはないが、必ずしも必須ではないとの説明を受けたというふうに理解している。今後、後者のターゲット方式を前者のバックアップと位置付けて 2 案並立で開発をこのまま進めていくのか、あるいは、どこかの時点でどちらかの方式に絞る決断をするのか、これは開発コストも考慮して方針を明確にすべきであろうというふうに考えている。

それから、「ビーム集束と位置制御」。衝突のルミノシティを上げるために、ダンピングリングで陽電子量および陽電子ビームのエミッタンスを十分に小さくして、それぞれを主加速管で加速した上で、最終的にビーム径を絞ってナノメートル精度で正面衝突させる。並大抵のことではないと思うが、そういうことが想定されている。所定のルミノシティを達成するためのビーム集束および位置制御に関するフィードバック等に関する技術的見通し、それから衝突点サイトにおける、当然ながらある程度の常時微細動があると思うが、それがどの程度までが許容範囲で技術的に克服できるのかということをご説明いただいたかと思うが、定量的評価が必要であるというふうに思う。

それから、メインのところの「超伝導加速器」だが、全体経費の相当の部分が超伝導加速空洞およびそれらを収めたクライオモジュールの製作費になるというふうに思う。超伝導加速管の加速勾配として、現時点の技術レベルに基づいて 35 MV/m を基準としているが、これがもう少し加速勾配が上がって短くて済むなら、それに越したことはないが、技術開発によってこれが大幅に向上する余地はないのかどうか。また、これは経済的な話だが、超伝導加速空洞の大量生産計画が材料のニオブそのものの価格高騰を招くリスクもないかどうかということである。

それから、「検出器」に関しては、ここではあまり議論をまだしていないが、検討事項というか、最終的にどうするのだろうかということでは挙げている。現在は 2 種類の検出器が提案されていて、衝突点にプッシュプル方式で入れ替わりで設置するというデザインになっていると思う。もちろん異なるコンセプトの複数の検出器で互いに検証することの意義は十分に理解できるが、ある時点で衝突点に設置できるのは 1 台のみなので、タイムシェアリングが行われることになると思う。

また、ヒッグスファクトリーと位置付けられることになった 250GeV ILC のミッションを踏まえて、それぞれの検出器の特徴や役割の違いならびにタイムシェアリングの計画などについて、より詳細な検討を行う必要がある。また、TDR の段階では 1TeV までを視野に入れた設計がなされていたというふうに理解しているが、これが 250GeV というふうに計画が変更になったことによって、どういう変更があり得るのかということは専門的な話なので検討していただきたいというふうに思う。

それから、これは永江委員にご指摘いただいたことだが、仮に 1 台に絞るような選択をする場合に、国際協力体制に影響が及ぶ可能性もあることに留意する必要がある。

「ビームダンプ」については、かなり多くの議論があった。高エネルギーに加速された電子および陽電子ビームは、衝突点を通過した後、ビームダンプの窓を通して 10 気圧の水に入射する。窓材や水ダンプへの局所的負荷を分散するために、ビーム入射点を高速で回転する設計となっている。不測の事態や長期的な消耗に対する備えが十全であるか、さらに検討が必要である。特に、窓材の健全性モニタリングとか遠隔操作による交換作業の詳細——この辺は準備期間に検討するということなのかもしれないが、また高エネルギービームと水との反応で起こり得る事象について、これまでの説明では若干われわれとして不安を拭えないところがある。

それから、「巨大総合システムとしての ILC」。繰り返しになるが、ILC はその全ての構成要素が長期にわたって安定的に稼働しなければ、所期の目的を達することができない実験装置である。言うまでもなく、巨大総合システムの信頼性は、その構成要素のうち最も脆弱な部分で決まる。TDR には、目指す物理や ILC のいわば「主役」というべき超伝導加速空洞やダンピングリング、ナノビーム制御については詳しい記述がある一方、ビームダンプなどの、「裏方」と呼んでいいかわからないが、そっちの部分に関する記述が極めて少ないことに不安を覚えるということである。

ここまでで何かあれば。

上坂委員：陽電子源とかビームの集束、位置制御、ルミノシティの向上、それから超伝導空洞の電界強度とか、その加速器研究開発設計で現体制では最大限の検討がされており、私も現場で担当の方々と最近お話ししたが、国際協力も最大限のことはされているという印象を持った。しかしながら、何分 ILC のスペックは非常に高いものがあるから、まだそれだけでは不十分で、今後の R&D は絶対必要だと思う。そういう印象である。

家委員会委員長：何分、積算ルミノシティというのは、ビーム強度掛けるビームの絞り、それから衝突の正確さ、プラス稼働時間、それが全部掛け算で利いてくるので、これら全てのことを担保するようなものなので。

米田委員会副委員長・分科会委員長：検出器について、あまりしっかりまだ議論していなかったかなという気がいたしており、特に最後に「仮に検出器を 1 台に絞るような選択をする場合には、国際協力体制に影響が及ぶ可能性に留意する必要がある」とあるが、さっき永江委員からというお話であった。具体的には 2 つの検出器が基本的にどういう性能の違いがあって、どういう国際協力体制がなされていてということを教えていただけるとありがたい。

永江委員：違いについての議論ではないが、2台あれば、それぞれの所に国際共同チームが2つのチームが出来上がると仮定される。やっぱり ILC からの大きな成果は検出器というか、ここで物理成果が出てくるわけなので、多分そこにはたくさんの方が集中して入ってくると思うが、そこでもし半分がなくなったということになると、では、その人たちはどうするかというところが出てくるということで、そこに入れないと成果を享受できないと思うと、建設費の分担であるとか、そういうことも含めて大きな影響が出てくるということをやっと心配して、こう書いた。

家委員会委員長：検出器というのは物理的成果が出る場所なので、物理の皆さんはみんなやりたがるのだろう。2種類のディテクターでそれぞれ競争し合うことは大変結構なことだし、LHCでも ATLAS という検出器と CMS という2つが同時進行して、またお互いにそれがチェックしてコンシステントな結果が出たから非常に信頼性が上がるということだが、ILC の場合は同時にはできないわけで、タイムシェアリングをどうやろうかなというのがある。つまり、ATLAS と CMS の場合、同時にかつお互いにかなりコンフィデンシャルに独立に解析を進めたということが本質的だという話なので、時間的にタイムシーケンスでやるとなると、そうコンフィデンシャルというわけにはいかないだろうと思うし、どういうふうにするのかなというのは、昨日これを書きながら、ふと浮かんだ。

米田委員会副委員長・分科会委員長：KEK 研究所にお伺いして検出器というものを拝見したが、ものすごく巨大で、これをどうやって本当に動かして入れ替えるのかなというのは、結構メカニカルに難しいのでは。

家委員会委員長：そこは最初から入れ替えるような設計をしていたというふうなことでそうされているから、それは大丈夫だと思う。

では次に、＜計画遂行に必要な人材＞ということであるが、「計画推進に必要な人員」。ILC 計画を10年20年スケールにわたって担っていく人材がもちろん質・量ともに必要であって、日本の高エネルギー物理コミュニティ、加速器科学コミュニティの現状では必要人員を満たすことは極めて難しいように思われる。もちろん日本だけでは難しい。特に加速器については、さまざまな加速器プロジェクトがある中で、大学等および産業界にどのような人材がいて、あるいは新たに育成しなければならないのか、具体的で実現可能な人材育成プランが必要である。一方で、ILC 計画のために動員・育成した人材のその後の活躍の場について、どのような図を描いているのか。種々の加速器関連プロジェクトを担っていく人材配置の全体像が見えない。ILC が走れば、その建設時のための特に加速器関係の研究者・技術者が大量に必要なが、その人たちがその後のキャリアパスをどういうふうにするかが非常に大事なことだというふうに思う。

それから、これは前回の回答でも指摘させていただいたことだが、「計画全体を俯瞰でき

るようなマネジメント体制」。大規模国際共同プロジェクトで建設・実験が進められる ILC 計画の全体をコーディネートするようリーダー的人材、特に巨大システムである ILC 加速器の建設から運転を総合指揮する加速器研究者が、われわれが知らないだけかもしれないが、失礼ながら今のところ見えない状況ということになる。ILC は、全体装置が、繰り返しになるが、一体となって稼働して初めて所期の研究が可能となるものであるが、全体マネジメント体制の準備状況が今のところ見えないかなと思う。

それから、「ILC と他のプロジェクトとの人材配置」だが、例えば素粒子物理学のコミュニティだけを見ても、研究者はそれぞれがさまざまなプロジェクトにコミットしているので、素粒子コミュニティを挙げて ILC 計画を遂行する体制にすぐになるとは考えにくい。ご説明では、「ILC 計画がスタートすれば必ずと人が集まる」ということであった。そういう面ももちろんあるとは思いますが、また素粒子物理研究者にとっては ILC 計画は非常に魅力のあるものなので、そうだと思うが、加速器研究者・技術者を結集できるかについては見通しが甘いのではないかという印象も持っている。

続けて、〈必要経費と他分野への影響〉ということで、「ILC 計画実施に必要な予算」。これについては大きなものになり、ILC に必要な予算は、既存の文部科学省予算、例えば学術研究の大型プロジェクトに係る年間予算額、これは補正予算を含んでであるが、大体 300 から 500 億円ぐらい、そのものに匹敵するような予算が ILC に毎年必要ということになるかと思う。既存の文科省の予算枠ではもちろん到底カバーできない規模である。そうすると、現在の科学技術関連予算を大幅に増やすか、あるいは現在の科学技術予算の枠外の予算を投入しない限り、ILC 計画を実施することは不可能であるというふうに、財政の面からそういうふうに思われる。「別枠の予算で」というふうにも言われているが、ILC をゴーにするということを国民から理解していただくのであれば、では別枠の予算を具体的にどうするんだということ、具体的な展開方策が早急に明らかにされることが喫緊の課題ではないかと考えるということ。

それから、「学術全体への影響」だが、ILC 計画の必要経費が、仮にこれが 2 桁ぐらい違って、素粒子物理学分野の既存の予算規模に収まる程度であれば、それはもう分野内の議論に任せるとすることも考えられるが、もちろんその場合でも加速器の実験、それから非加速器の実験を含めた素粒子物理学全体の将来計画に基づいたものでなければならない。それは将来計画の議論をやっていっしょと思う。しかし、この場合、ましてや、それを大幅に超える規模の投資を要するものである以上、他の学術分野コミュニティからも支持される計画でなければならない。特に物理学の他の分野、原子核、天文学、物性など物理学の隣接分野からの支持・理解がどれだけ得られているのか、また今後得られる見通しなのかは、今の時点では明らかでないというふうに思う。

また、前項にも関わるが、これまで「別枠予算で」という前提を立てることによって、他分野の将来計画とのバッティングも視野に入れたギリギリの議論を先送りしてきたということは、これは非常に大きな問題ではないかというふうに認識している。

それから、ILC 計画の中心となるのは KEK だと思うが、ILC 計画を実施するに当たり、KEK が大学共同利用機関としてこれまで担ってきた機能をどういうふうにするのか。大学共同利用機関なので、そのユーザーコミュニティとの話し合いはちゃんとできているのか。例えば KEK の教育研究評議会というのは最高議決機関だと思うが、ここで KEK が ILC 計画へコミットするということは承認されているのかどうか。あるいは、KEK の中期計画にはどのように書き込まれているのか、書き込まれていないのか。こういったことである。それから、ILC 研究所を設立するというふうなご説明であったが、そこへの人材供給等、KEK としてのスタンスはどのようなものか。これらの点について KEK の方針とコミュニティのコンセンサス形成状況を確認する必要があるというふうに思う。

それから、実際に ILC 研究所というのが構想された場合に、文科省の所轄の大学共同利用機関である KEK——これが KEK の位置付けだと思うが、新たに国際研究機関として構想される ILC 研究所との関係について、例えば法的位置付けとか、いろいろな検討課題があると思う。国際研究機関だから監督官庁というような枠にはまらないのかもしれないが、そういったことについて詰めていく必要があると思う。

それでは、次の〈国際協力と経費分担〉も関連するので続けて読ませていただくが、「国際協力体制」。ILC が一国の経済では支えることのできない規模の計画であることは、明らかである。国際共同事業として進める場合、まずもってそれを推進する国際的研究者コミュニティの熱意が、計画実現に際しての種々のハードルを乗り越えることができるほどに高いことが必要不可欠である。国際的に機運がちゃんと盛り上がっているということが必要。欧州や米国の姿勢は、日本の動きを模様見しているという状況であるというふうに、そういう印象を受けた。適正な国際分担の見通しなしに日本が誘致を決定すべきではないというふうに思う。欧州、米国は、日本が誘致を決定したら、そこから協力の検討を始めるという言い方であったように思う。

それから、委員会で特に出た話は、従来米国、欧州、日本という三極で物事が考えられて、それぞれ「次は ILC は日本で」というふうに国際的に要請されているという話であるが、そういう三極の構図は近年の科学の水準や国力の状況からしても適切でないのではないかと。特にアジア諸国も視野に入れた国際協力のスキームを積極的に考えるべきではないかという意見が出た。

科学技術外交の観点も加味し、物理学の持つオープンで自由な相互批判を旨とする科学文化がアジアの国々に根付いていく効果も含めて、オールアジアないしは特に東アジア（中国・韓国・台湾・シンガポール等）との連携も視野に入れるべきではないか。

さらに言えば、冒頭に言ったように、LHC と補完的なレプトンコライダーが必要ということは多くの人が認めるわけで、その原点に戻って、最適な候補地あるいは経費分担のあり方、さらには、もっと言えば、本当にリニアコライダーが最適なのかということも含めて、国際的にベストの選択を目指すべきではないかといった意見が出た。



永江委員：私も ILC 研究所というものの位置付けが非常に重要だと考えていて、一時的にせよ、1,000 人規模の加速器の専門家が建設に集まってくる。そうすると、世界最大の加速器研究所になるわけなので、そこをどう運営するかということがやっぱりある程度の方針合意が必要で、単に 250GeV の ILC を造って「はい、終わりです」では済まないと思う。その辺も含めた ILC 研究所の性格、位置付けというのを考えることが国際的にも重要だし、わが国の学術体制というものを考える上でも非常に重要なんじゃないかと思う。

家委員会委員長：今日の参考資料 3 の中にもあるように、Fermi ラボなどからのサポートレターが寄せられている。国際コミュニティとは上手に付き合わないといけないというふうに思うので、その辺、梶田委員はいかがか。国際コミュニティから、全体的な役割分担というか、そういうのをトータルで議論する所はあまりないだろうか。CERN や Fermi ラボがそういう場になっているとは思えないが、ICFA でそういう議論は行われているのか。

梶田委員：私は宇宙線の間人なので、あまり分からないというのが正直なところだが、おそらくこういうものを国際的にフラットな枠組みで議論するのはやはり IUPAP で、多分その下にある ICFA なのかどうか分からないが、そういう所ではないかと思う。

米田委員会副委員長・分科会委員長：平野委員の研究所は ITER の国際計画の中の日本の担当をされているというふうに、この前お話を聞いたように思うが、ITER はどういう組織になっているのか。

平野委員：ITER は、規模は違うが国連のような組織。正式な国際機関。「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 (ITER 機構) の設立に関する協定」(ITER 協定) という、確たる国際協定に基づいて設立された機構である。機構長は、現在フランス人の方がなっておられる。参加極である日本、欧州、米国、ロシア、中国、韓国、インドの 7 極が、それぞれの分担機器の製作を負担したうえ、ITER 機構の運営に資金を出し合っている。我々の立場は国内実施機関であり、あくまでも日本政府が ITER 計画にコミットしていて、ITER 機構における理事会には、文科省、外務省及び QST から理事会メンバーとして参加している。QST は ITER 協定に基づく日本としての貢献責任を果たすことを日本政府から請け負っている立場である。

家委員会委員長：条約に基づいてつくられている国際機構。

平野委員：そもそも ITER というのは 1985 年に冷戦が終わったということで、当時のレーガン、ゴルバチョフのアメリカとソ連の首脳が直接話し合っ、て、人類の未来に向かって共同でやろうということになり始まった。その後、科学者コミュニティが様々なフィージビリティ

イ調査をしたうえ、政府間協議を経て、最終的に 2007 年 10 月に ITER 協定が発効した。

永江委員：ITER が完成した暁には、全体の仕組みは終わるのか。それとも、ずっと ITER2 とか 3 とか続くようなものなのか。

平野委員：現在の計画は 2025 年に ITER が完成してファーストプラズマを行い、2035 年に核融合実験が始まるという非常に長期な計画のもとに進められているが、正確にその先どのような計画になっているのかは今は詳しくは存じ上げていないので事務局に確認いただきたい。

家委員会委員長：その辺は ITER の場合も当初の計画よりも予算が大幅に膨らんで参加国の負担が増えているという感じであるし、そうやって条約でバインドしたものであっても、アメリカがいろいろ変な動きをしていったん抜けたり、また戻ったりということがあるようである。

梶田委員：ここに今多分書き込まれていないが、ずっと聞いていてもやもやしていることがある。プレ研究所というのは条約の前につくるようなことをお伺いしたけれども、そうすると、もしつくるとなると、それは日本の国のという位置付けになるのか、それともそこも国際的な、条約じゃないけれども、当然ながら国際的な分担に基づいて合意の上で決めるのかと、そこら辺のことは忘れてはいけないポイントかなと思う。

家委員会委員長：その辺のことも含めて、今後また。今日は一応中間まとめみたいな意味合いがあるが、後で議論するが、さらに確認すべき点の非常に大事な項目の 1 つだというふうに思う。

では、他にこれについてなければ少し先に進ませていただきたい。

次が、「国民への説明」という項目で書いてあるが、ILC は純学術的な研究施設であって、かつ巨額を要する計画である一方、われわれの見限り、特段の社会経済的な価値創成は期待できないのではないかというふうに思う。その推進には、国民に事実を正確に伝えた上で、その学術的意義の理解と支持を得なければならない。しかしながら、これはある委員からのご指摘であるが、計画推進を主張する科学コミュニティの取り組みは従前の啓蒙モデルに基づく科学コミュニケーションと、経済波及効果や地域振興の文脈のプロパガンダにとどまっている印象であるという、辛口のコメントがある。

「建設サイト候補地域への説明」。この点は、文科省はまだ建設候補サイトを特定していないということなので、扱いが微妙なところがあるが、実際に進むとなれば、ILC の建設候補地とされている地域の自治体あるいは住民には正確な情報を提供してコミュニケーションを図るべきである。経済効果、環境影響等に関して、適切な情報の提供がなされるべきで

はないかということである。

次に、＜実施計画＞。20年、30年にわたる建設からの運転の実実施計画だが、われわれが拝見すると、実施計画には全てのことが予定どおり順調に進行した場合のシナリオしか書かれていないような印象があり、設備建設、装置開発・製作の過程において例えば深刻な技術的ハードルに遭遇することも考えられるし、国際協力に関して人的貢献あるいは経費負担が当初の取り決めと異なる事態となることなども、例えばさっきの ITER の経緯を見ると、十分あり得ることだと思う。そういう想定し得るリスクをリストアップして、その対策を練っておかなければならない。

巨大プロジェクトの実施において、今までの経験から、全てが予定どおりに進むということはむしろ例外的であるということをおぼえて、プラン A だけではなくて、プラン B、プラン C、さらに言えば、種々の困難に遭遇した場合の代替案や迂回（うかい）策の検討もなされるべきである。つまり、そういうこと。さらには、例えば計画の進行過程で幾つかのチェックポイントを設けて、その時点でこれこれの条件が最低限クリアされていなければ計画中止に向かうという、いわば「撤退シナリオ」もあってしかるべきではないか。これだけ大きなプロジェクトなら、そういうことも周到に考えておくべきではないかということである。

それから、＜トラブル・災害対策＞。これはいろんなことを想定して、「大丈夫か」という話が特に分科会のほうであった。「運転時のトラブル対策」。運転中の非常事態の予防措置やトラブル発生の被害食い止め策について、検討はされているんだと思うが、十分な記述がなく、どの程度の検討が行われているのか不明である。トラブルの可能性として、ビームダンプあるいは陽電子ターゲットへの過負荷とか、それからビーム制御の外れ、クライオジェニックスの系統のトラブル、応力腐食割れ、かなり専門的なトリチウム、試算によると 100 兆ベクレルのそれを含んだ水の漏水などが考えられる。その他にもいろいろあると思う。その他にも停電や地震発生時の緊急停止装置など、多重の安全対策が必要と考えられる。これはもちろん認識されていると思うが、大変大事だと思う。

それから、特に運転開始からある程度時間が経過して放射化が進んだ時点でのトラブルや故障を想定して、どこまで人が立ち入って作業できるのか、あるいは立ち入れないようなことになるので、あらかじめ遠隔操作というような仕組みを組み込まなければいけないのか、そういうのをあらかじめ十全に検討しておくべき。

それから、30年スパンのプロジェクトであり、その間に大きな地震に見舞われることは十分想定されること。さまざまな規模の地震などの災害時を想定した多重防護の仕組みを組み込んでおくべきである。それから、工事中や保守点検時などトンネル内に人がいる状況での地震や火災発生時の避難路および避難方法を確立しておく必要がある。それから、緊急のビームシャットダウンとその後の安全停止、重大破損予防策が重要であることは明らかだと思う。

それから、さまざまなパターンの電源喪失を想定して、緊急ビームシャットダウンをはじ

めとするインターロックシステムの、どういうタイムスケールでどういうインターロックがかかるのかということを検討しておくべきである。これについては、参考人からはご説明があったかと思う。

それから、無停電電源の適切な配置とともに、ある程度の期間（例えば数日間）にわたる停電、電源供給停止も想定して、自家発、非常用電源等の維持装置を適正に配することも必要である。その際、土砂災害等を考慮した非常用電源の配置場所についても検討しておくべきである。それから、蒸発ヘリウムガスの回収や湧水の排水を担保しておかなければならない。これは当然である。

それから、＜土木工事等＞に関しては、これは 20km にわたって精度高く直線性を維持したトンネルを掘る工事というのは、通常のトンネル工事に比べてどの程度技術的課題があるのか。これは私は全然専門的に分からないが、精度あるいは直線から外れることができないという制約がある。

トンネル工事というのは、専門家の方によると、とにかく掘ってみなければ分からないところが結構あって、途中で活断層、破砕帯などの工事困難箇所遭遇した場合の対策および追加費用について予算計画に組み込んでおく必要があるのではないか。

「建設候補サイト」については、対象サイトが特定されていないということが前提になれば、経費算定の適否の判断は一般論に終始せざるを得ない。日本の山岳地域を想定した建設コストの算定はおおむね妥当なものと考えられるが、一直線からのズレが許されない設計であることから、先ほどの繰り返しになるが、活断層や破砕帯に遭遇した場合に想定以上の経費がかかることもあり得る。

それから、建設に際して検討項目から除外されている事前準備費用とか所要の時間というのは、サイト条件によって大きく変動するものである。例えば、建設に当たっての地元了解、ならびに必要とされる土地取得、環境アセスメント、建設現場への周辺アクセス道路整備は当然事業主体が実施すべきものであるが、いずれも費用と時間を要するだけでなく、場合によっては難しい交渉を乗り越えることが求められるものであるが、これをその準備期間 4 年というのは大丈夫なのかという懸念は議論された。

それから、大型の重量物の搬入が必要となることを考慮すると、既存の道路では建設サイトへ近づくことができないであろうというのが専門家のご意見であった。アクセス道路や海外からの施設搬入港湾の改修整備費用は特に高額になることが予想されるので、現状で想定されていない費用の明示は不可欠であろうと思う。

それから、＜環境アセスメント＞につきましては、「環境影響評価」。大規模トンネル工事の環境アセスメントを地域住民が納得する形で行う必要がある。生態系への影響、放射化物の生成とその処理ないしは保管方法、地下水の放射化の可能性とその対策、掘削に伴って発生する土砂——ズリというそうだが、その保管および再利用法、ならびに掘削土砂にもし重金属等が基準値以上のものが含まれている場合にどうするかというようなことがある。

それから、「放射化物生成とその対策」。ILC の運転に伴う放射化物の生成の問題や、立地

周辺の環境への影響については、少なくとも正確な情報を地元伝えることが必須である。

それから、プロジェクト終了後のことはあまり議論になっていないが、終了後どうするかということはやっぱり計画が始まる前からちゃんと考えておくべきである。われわれが見るところ、ILC というのは地下 100 メートルのトンネルに設置されるほぼ単一目的の加速器なので、他の用途に転用することは困難というふうに思われる。廃止措置も含むプロジェクト最終処理の点も計画に含めるべきである。

また、SLAC の事例を引き合いに、ILC を原子核や物性など他分野の研究に利用する可能性にも言及されていたけれども、本当に真剣に考えているのかというのは、率直に言って疑問である。

望月委員：地震対策の所に書いてあるように、20 年なり 30 年なりかかるということ。2050 年前後ぐらいまでの話になるわけだが、そうすると、やはり気候変動の影響がどんどん出てくるのではないかと思う。ここまでは確実に言える。従って大きな雨が降るということは覚悟しなければいけない。

そうすると、この前の西日本豪雨のように、土砂災害が当然起こり得る。トンネル本体とかそういう所にばかり目線が行っているけれども、周辺の山から土石流が出てくる。これは結構高い標高の所から表層崩壊が起こって土石流が発生するというのが、先日の地震と豪雨の調査結果報告会で説明されていたし、それから出てくる土砂の量が非常に多いということも言われている。一方、受ける側というか、アクセストンネルが下り勾配、しかも 10% の勾配で本トンネルのほうに接続されているということなので、そこから土石流が入ると非常に大きなダメージを受けることになるかと思う。

それに対してはどうかということをご説明された方にご質問したが、「それは今後の検討です」というお話と、それから先般の説明では水門という言葉だけが書いてあって、果たして水門でうまく止められるかどうかという問題もあるが、まだ未検討のようである。端的に言えば、アクセストンネルの勾配自体を上り勾配にしまえばいいわけだが、そうするとトンネルの延長が非常に長くなるということには、もちろんなるわけだが、いったん入ったときに後々困ってしまうということを想定すれば、費用の問題は別として、上り勾配のトンネルを造るということも当然視野に入れるべきではないかと思う。

家委員会委員長：その点も今後確認すべきことの 1 つとして追加したいと思う。

杉山委員：活断層の話で建設の時の話を書いてあるが、議論の中で地震対策のところでは日本は分からない活断層がいくらかもあって、実際にそこがずれたらどうなるのかと米田委員会副委員長・分科会委員長からご指摘があったように思うが、その辺は書き込んでおいたほうがいいのではないか。

家委員会委員長：要するに、地震というのは徐々にずれていくというようなことか。

米田委員会副委員長・分科会委員長：活断層がずれたときのこと。

杉山委員：そういうことである。

嘉門分科会副委員長：たまたま地震で活断層にちょうど当たると、どうしてもトンネル断面がずれることがありうる。地震そのものであまりトンネルが崩壊するということはないが、たまたま活断層がぶつかる問題がある。そういう意味では、事前に調査をしておくことが非常に重要である。

家委員会委員長：活断層を横切るようなトンネルを造ってしまった場合に、地震でそれが崩れる可能性がある。そういう意味か。

嘉門分科会副委員長：本当にまれなケースだが、ないとは言えない。

米田委員会副委員長・分科会委員長：さっきの望月委員のお話にも関連するが、やはり 100 メートルの大深度地下に 20 キロ掘るわけで、破碎帯からでる大量の水処理に困ることも考えられる。工事中もそうだが、その後の地震、土砂災害、地盤の動きなどによって、また大量の水処理が必要になることもあると思うが、そういうところも書き込んでおけばよいと思う。確か梶田委員の所のカミオカンデでもそういうことがあったように伺っている。

梶田委員：KAGRA のほう。参考までに、KAGRA は確かにアクセスを上向きにして、水は自然に流れるようにはしてあることは、そのとおりである。

家委員会委員長：全体の配置を拝見して、私の理解が正しければ、地下 100 メートル、海拔はプラス 100 メートルぐらいで、最後の直線の所は本当に直線なので、水は一応そこから下り勾配の排水路が設置できるという話ではあった。ただ、アクセス道路を上向き勾配にできるかどうかというのは、坑口の状況による。

米田委員会副委員長・分科会委員長：一番最初の計画は、たまった水は揚水ポンプでずっと揚げ続けるというような計画ではあり、今でもまだその基本計画は変わっていないが、候補地が決まれば、やはり今家委員長が言われたように、海面より上にあれば下のほうに流すルートを作るということと一緒に考えた方がよいと思う。長期に停電したときにトンネルが水没してしまったら機器を含め全部無駄になってしまうので、そこら辺りは日本の風土の特殊性もあるのでしっかりと計画してくださいということは申し上げた。KEK 研究所の方

は、分科会でこちらがいろいろ指摘させていただいた問題点は丁寧に結構ご検討いただいて、だいぶ最初見させていただいた計画よりも随分丁寧にブラッシュアップされてきたかなという印象は受けている。

上坂委員：上坂委員：このビームダンプだが、応力腐食割れというのがかつて 30 年以上前に原子力発電所で起きて冷却水漏れが起きた。原子力工学にてそれを克服する手法を開発された。世界のほぼ同じぐらいの出力の大型加速器でのビームダンプでも、それに近いの措置がされて、その対策が適切に検討されている。それからトリチウムも今社会は心配されているが、これは放出しないということをしかりと言うべきである。不測の事態での漏れがあっても二重、三重の防水隔壁があるということもしかり説明してもらいたい。それから、今日参考資料の 3-5、地元の皆さんへの説明の資料もあるが、そういうことはやはり早い段階でしかりと地元や社会の方に説明したほうが結果的には信頼されると思う。

家委員会委員長：そこは非常に大事な点だというふうに思う。

それでは、次に<波及効果>というタイトルにしているが、「技術波及効果」について。もちろん加速器技術というものがいろんなところに応用されているということは事実だが、ILC 計画の実施に伴う技術波及効果というのを論ずる上では、「ILC プロパー」技術の応用と「加速器一般」技術の応用とは明確に区別した形で社会に伝えるべきであろうというふうに思う。加速器一般はいろんな所で加速器がやられているので、ILC 計画が実施されるかどうかとは無関係の話である。場合によると「加速器」とか「超伝導」と付く技術を、言葉は悪いが、見境なく「技術的波及効果」にカウントするような試算も当初にはあったように見受けられるので、ここはきちんとやっていただきたいと思う。

それから、ILC 計画における超伝導加速器技術は非常に特殊性が高くて、一般の民生分野への応用はハードルが高いであろうというのが専門家の意見。従って、大きな波及効果を期待しないほうがよいだろう。そもそも ILC で使用される新技術というのは建設開始段階で成熟したものである必要があって、ILC 建設過程で技術的イノベーションを想定するような開発研究に依存するようなシナリオでは ILC 計画そのものも成立が危ぶまれるわけである。また、要素機器の量産が民間の新たな技術開発を誘発する要素も、同じものをたくさん造るということになるかと思うので、少ないのではないか。この辺は反論もあろうかと思うので、また確認すべき点で明確にできたらと思う。

それから、「経済波及効果」につきましては、分科会のほうで野村総研による経済波及効果、これは文科省の有識者会議のレポートの中に入っていたものだが、改めてご説明を受けた。波及効果の算出の手法は理解したけれども、レポートにはかなりミスリーディングな表現が散見されるように思われた。

われわれが考える経済効果というのは、ILC で想定される国家予算が ILC に投入された場合と、他の事業に振り向けられた場合の比較で論ずるべきなんだと思うが、レポートでは

「ILC 予算が純増で措置され、他の予算が削られることはない」という、そういう大きな前提に立って作られている。もしそういう前提に立つのであれば、経済波及効果を論じる上で具体的にどのような措置を講じれば、そのような前提が満たされるのかということが明らかにされることが肝要であるというふうに考える。また、試算の中では、日本が拠出する予算で製作される物品を全て国内メーカーが受注するというふうに想定している。これは果たしてどうなのかということと、それから 2 次的波及効果の増強因子として CERN の場合を引き合いにして係数 3.0 というのを機械的に掛けていたようだが、これは極めて荒っぽい算定だというふうに思った。

その他にも、ここではなくて他の試算もあるが、根拠に乏しい経済波及効果の数字が流布して、地域振興の文脈でサイト候補地の地元で過剰な期待を抱かせている面があるのではないか。そのことによって、ILC 誘致に関する議論がゆがめられている側面はないかということに心配している。

それから、「経済活性・地域振興」は多少かぶるけれども、土木工事については地域への投資投下がある程度見込まれるわけだが、加速器本体の建設は国際的経費負担で、しかも多くが参加国からの現物支給、イン・カインド方式での供給となるので、また国際入札となるため、必ずしも国内の産業が受注できるとは限らない。この点については、CERN でどうだったかということを確認する必要があると思う。

また、建設時・運転時に地域に定住ないし長期滞在する研究者およびその家族の人数見込みとして、1 万人といった、われわれから見ると誇大ではないかと思われる数字が流布している。建設が完了して運転フェーズになれば、施設の維持・運転を行うスタッフはもちろん必要だが、物理研究者は今の時代データ解析がリモートで行えるので、必ずしも現地に滞在するインセンティブは高くない。この点は、SPRING-8 とか J-PARC のようにユーザー、実験者が入れ代わり立ち代わり訪れるような施設とは大きく異なる点だと思う。仮に、構想されているような国際研究都市の構築を目指すとするれば、そのインフラ、すなわち公共施設や商業施設のハード、および外国語対応サービス等のソフトの両面にわたる環境整備に相当の経費を要することになるが、その経費負担について関係セクターで協議が必要となるということである。

これに関して、ITER 計画に関する閣議了解というのがある。これは事務局のほうで調べていただいたものだが、こういうことがある場合に国としてどういうスタンスで応じるかということである。ITER の建設・運転に対し立地促進のために特段の財政措置は講じないこと等々、かなり場合によっては、地元等はちょっと同床異夢の状況が生じるのではないかというふうに危惧される場所である。

今日ひととおり論点メモとして、この時点でいろいろなご議論いただいた点をまとめた、合わせただけなので、これからさらに詰めていきたいと思うが、さらに付け加える論点とかいうのがあれば。これまでそれぞれ 4 回にわたって参考人の方に来ていただいて、われわれの疑問をぶつけ、この段階でのまとめということだが、当然これに対して反論はおありに



なると思うし、さらに確認すべき点はあるというふうに思っている。

杉山委員：少し戻った所で7ページ目で、「ILCは特段の社会的経済的価値創成は期待できない」と、こう言い切っているわけだが、これが先ほど後ろのほうに書いてあった、あまり経済的な波及効果がないとか、イノベーションにはつながらないというようなことを書いて、この文章は波及効果がないということとつながるわけか。

家委員会委員長：いわゆる応用にどのぐらい波及するかということで、この辺は意見が異なる点もあろうかと思うが。

杉山委員：それからもう1つ、イン・カインドでという話が11ページ目にちょっとあったが、「必ずしも国内の産業が受注できるとは限らない」というよりは、イン・カインドはほとんどそれぞれの国の地域が物として入れるので、「限らない」というよりは「できないであろう」というぐらい、もうちょっと強い感じじゃないかと思われる。実際に例えばALMA計画でヨーロッパ、アメリカそれぞれ別々に貢献したおかげで、別な形の望遠鏡をそれぞれの地域が造って納入したというような事例もあったし、これは多分実質的にはそれぞれ自分の所で造ったものが送られてくるというような格好になるのではないか。

家委員会委員長：そうだろうと思う。ただ、その場合に例えば超伝導加速管を別々に造って、ちゃんと全体的に動くかという、そういうプロジェクトのほうのリスクもあろうかと思う。確かにおっしゃるように、イン・カインドでやるためにわざわざ外国に発注することはおそくないだろうと思う。

上坂委員：今の件に関して、もちろん超伝導空洞はドイツのXFELで実用化されているので、あちらが先行しているが、KEKのほうでも技術育成をされている。それを世界的に企業に技術移転があると思うが、適当な割合で日本の企業も生産に加わっていただくというのが非常に重要である。

それともう1点、技術波及効果だが、委員長がおっしゃったように、確かに超伝導空洞というのは特殊で高エネルギーの電子とかイオンの加速に使われる。私も何回か発言しているように、造る側の産業界から見ると高エネルギー加速器とITER等の核融合装置と、粒子線のがん治療施設、それから先進原子炉というのは、同じ事業部で造っていて、仕事があるとほぼ同じ人材が関わっていく。一番大事なのは、そういう所に人が集まっているということ。必ずしも全て超伝導じゃないかもしれないが、そこに人が集まると、1つそういう難しい技術を確立すると、それは他の技術にも適用できると思う。もちろん過重に建設することには慎重に考えるべきだが、先端技術の共通性と産業界の人材育成という面では、大型加速器建設は重要な面があるかと思う。

米田委員会副委員長・分科会委員長：私は技術検証分科会を運営して、世間で流布されていることとこの技術検証分科会で検証したことのズレがあると思ったのが、経済波及効果とか地域振興の分野。ご説明を聞けば聞くほど、今回のプロジェクトで例えば候補地に挙がっている地元の企業が一緒に参入して、自分も一緒に造りましょうというような機器ではないということがだんだん見えてくる。特殊な技術が必要で、いろいろな地元の中小企業の方たちが参入できるような分野ではないということは、上坂委員、そういう理解でよろしいか。

上坂委員：難しいが、田中委員の顔を見ながら話している。シンクロトン放射光の SPring-8 があって SACLA ができて、その周辺にシリコンバレーができたか、あるいは東海村に原子炉があって J-PARC があるが、その周りにシリコンバレーができていくかということ、事実的に言うと、そうじゃないので、そういうことはしっかりと考えるべきだと思う。

米田委員会副委員長・分科会委員長：候補地に挙がっている地域の産業を振興するという、そういう影響があるかどうか、リンクがあるかどうかということだと、技術検証分科会のほうで聞けば聞くほど、そのつながりが見いだせないが、そういう産業的な連関というのはどうか。

上坂委員：もちろん人がいっぱい集まるので振興はあると思うが、その産業振興のどういふものかということをしつかりと正確に説明しておく必要があると思う。

家委員会委員長：そういう技術力を持った企業が現地の近くにサテライトとか、そういうものを設けるという可能性はあると思う。ただ、地場産業が参入できるかということ、なかなかそれはハードルが高いかなという気はする。

田中委員：1つ今の議論でコメントさせていただくと、基本的に地元のメーカーの方々にも手伝っていただけたところはあるが、どちらかというと、コアの部分というよりはかなり周辺で、それほど技術的に難しくないもの。物品の加工や少数ロットの製作などは小回りが利く地元のメーカーにも出すが、メインの大物に関しては、ゼロではないにしても、その製作に地元の優良企業が参入するのは極めて難しいかなという印象を持っている。

米田委員会副委員長・分科会委員長：あともう 1 つは、次に効果の中に書いてあるけれども、国際的な研究者がたくさん集まってきて国際研究の町ができるような、そういったことを言っておられる方々がおられるようだが、基本的にこれはすごくシングルイシューというか、シンプルな加速器というか、電子と陽電子をひたすらぶつけて、その結果の集積をボリュームとして出していくというような研究である。

例えば東海村の J-PARC であれば、ただぶつけるだけじゃなくて、ビームがいくつかのたこ足から出てきて、そこに研究の実験所ができるので、物性だとか材料の分野の方たちも来られると思う。SPring-8 でも。放射光が外に出てきて、それぞれに実験所みたいなのができているので、いろんな分野の研究者が来るということがあると思う。このリニアコライダーというのは電子と陽電子を大変なスピードでぶつけ続けるということであって、そこからどこかのビームが出てきて、そういう小さい実験施設があちこちにできるというわけではないので、J-PARC や SPring-8 よりもむしろ訪れる研究者は、運転する人たちはもちろんいると思うが、そういういろんな分野の研究者が集まってくるといことがあまりないのではないかとと思うが、そういう理解でよいか。

上坂委員：補足していただければと思うが、東海村でも県が整備したが、量子ビーム研究センターというのがあり、その中に KEK のキャンパスもあって、確かに田中さんがおっしゃるとおり、巨大な生産工場はないが、機器をメンテナンスする等々の施設ができている。ユーザーも世界中からたくさん来る。確かに衝突点は数カ所かもしれないけれども、そこでやる物理はとても大きいので、やっぱりユーザーの方はとても多く来られるんだと思う。そのための施設というのは私はできると思う。建設期は滞在業者も多い

永江委員：補足させていただくと、おっしゃるように、J-PARC の場合には二十数本ある中性子のビームラインのうちの数本を茨城県がファンドする形で整備して、そこに茨城県の会社をある程度優先的に利用させるというようなことはやられていたと思う。ILC はそういう加速器ではないというのは正しい認識ではないかと思うが、外国の研究者がたくさんやってくるという意味では、J-PARC でも多分数百人か 1,000 人近い規模でのコラボレーションは進んでいて、そういう人たちがあの辺にいる環境にはなっていると思うけれども、それをどう経済的効果として評価するかということでは確かにまだ問題があるかもしれないと思う。

上坂委員：教育の面だが、茨城県が作ったビームラインは茨城大学が運用するというので、茨城大学はそれに合わせて量子線科学専攻をつくって東海キャンパスを作って研究教育を実施している。人材育成と教育という面でも波及効果はあると思う。

米田委員会副委員長・分科会委員長：それは J-PARC の話で、要するに「J-PARC がこうだったから、これもこうだ」とか「CERN がこうだから、ILC も同じように人が集まって」というような文脈でよく語られるけれども、ILC は、私は加速器の素人だが、非常に超高度な、すごく純粋な純学問的な施設だなと思っているので、その分「今まで他で起こってきたことが、ここでも起こりますよ」ということにはならないということではないかと思うが、それについてはいかがか。

嘉門分科会副委員長：ILC の物理的な研究の目的、成果見込みは前段で語っている。それに基づいて経済的活性であり地域振興というのをここで述べているので、そうすると上坂委員がおっしゃるように、大勢のユーザーがたくさん来て、人材という意味では素粒子物理に関連される方の育成にはつながるとは思う。しかしながら、経済効果につながるという視点でいくと、そうはいかないのではないかとというのがこの文脈なので、そういう視点でご意見をいただければと私も思った。

田中委員：では、ちょっとコメントすると、文部科学省の会議でもこの点が議論されたと記憶している。要するに上坂委員が言われたように、たくさん世界中から研究者が来ると思うが、それがインターナショナルな、例えば 1 万人規模の都市の住民としてどれだけ定着するかという問題がある。ビジターはたくさん、例えば数カ月 ILC で実験して帰りたいな方はたくさんおられるが、国際都市が本当に一関界限にできるのかどうかということに関しては、文部科学省の会議で議論され得られた結論は、その都市の人口が一番多くなるのは建設期のピーク時で、それから実際に実験が始まると徐々に減少していくだろうという描像である。

筑波は、日本の国立研究所がそこに多数集められ、KEK もあって、科学技術都市として非常にうまくいった事例。逆に SPring-8 は、兵庫県はそれを当て込んで誘致したと思うが、結局その点で言えようまくいかなかった。山の上の「科学技術公園都市」という構想は、SPring-8 建設から 20 年以上たっているが、完全に不発に終わったと言える。

本当に人が根付く町になるかどうかというのは、単純に ILC があるからという、そんなシンプルなものではなくて、その地域のいろいろなインフラだとか、特に外国の方が住もうとしたら文化的なものもあるだろうし、外国人研究者のご子息が世界的なレベルで教育を受けられるのか——日本にはほとんどないと思う。東京にすら非常に少ないので日本になかなか定住するということが難しいわけでもあるが、国際的な教育を中高一貫で受けられる教育機関があるのか——という点が重要。そういうことを冷静に考えていくと、1 万人規模の国際都市が一関界限にできるというのは、そんなに単純、簡単なことではなくて、そこは非常に難しいんじゃないかなというふうに考えている。

田村委員会幹事：1 つちょっと気になったことがあって、運転経費のこと。これはもちろん建設すること自体がものすごく予算的に大変なわけであるが、建設できたとして、その後非常に長期間かなりの多額のお金で運転しなければいけないというときに、要するに電気代が日本は特に震災後大きく変動しているというのが問題になると思う。実際に今 J-PARC の特に KEK でやっている部分、それとあと SuperKEKB だが、とにかく電気代の高騰に対応できなくてビームタイムが短くなってしまっているのが非常に苦労している。

もちろん ILC の場合はそういう影響を受けないような仕組みが必要になると思うが、非常に額が高額であるということで相当大変だろうなというのを、そこは今まで議論してい

なかった点なので、ちょっと指摘しておきたいかなと思う。特にこれは国際的な約束になるので、日本で電気代が変動したときにどうそれを国際的に対応するのかというのも結構難しい問題なのかなというふうに思う。

家委員会委員長：大変大事な視点だと思う。

それでは、論点メモでまたお気付きの点があればメールでも送っていただくとして、論点メモとかぶるところもあるが、「さらに確認すべき点」として皆さまからいろいろ挙げていただいたものをザーッと羅列しているものが 12 ページから始まる所。

「物理」に関しては、これは議論いただくが、実験の結果、特に標準理論からのズレが見いだされない場合のその次の研究戦略をどうするのかという話は、私なんかもかなり気になっているところである。

それから、素粒子分野に限っての話では、ILC が目指すヒッグス結合の精密測定が重要なことはもちろん分かるが、最重要課題と言うのに本当にそれは素粒子コミュニティでコンセンサスがあるかどうか。標準理論で終わりではないというのは多分コンセンサスだと思うが、標準理論からのズレを見いだすのはいろんなアプローチがあるのではないかというふうに素人は思うが、その辺は素粒子の分野ではどういうふうな認識になっているのか。また、素朴な疑問として、素粒子の国際的コミュニティが最重要課題だと誰もが認めるなら、もう少し国際的な声が上がってもしかるべきではないかという疑問もあった。

それから、建設から運転まで 20 年かかるわけで、20 年後を想定したときに ILC がその時点でも魅力的な装置であり続けるかどうかというのは分からないが、そういう観点もあった。

それから、「加速器」については、陽電子源は 2 つの方式を選択するのかもしれないのか、どの時点でどういう選択をするのかということは、コストにも関わるからということで上がっている。

それから、2 つの検出器が本当に必要かというのは、きつ過ぎるかもしれないが、2 つ同時にはできないのでタイムシェアリングをどう考えているのかということ。

それから、これは既に出たが、ビームダンプについては、ここが動かないと実験ができないわけなので、健全性のモニターや遠隔操作による窓の交換というのはどういうふうにするつもりか。

それから、もしビームダンプにトラブルがあったときに第 2 ビームダンプを入れるという話もあったが、そういうことで大丈夫かということ。

それから、これは多分インターロックで大丈夫なんだと思うが、ビームダンプで水漏れが起こったときに、シンクロラインとはゲートバルブを置いて遮断するから大丈夫だという話があったが、そのゲートバルブ自身が誤動作して、何も無い時に閉まっちゃった場合には、そのまま何もしなければビームが直撃するわけなので、その場合に何が起こるかということとは検討しないといけない。多分インターロック。だから、そういうことも含めて、いろん

な安全装置もあるが、安全装置が誤動作するということもあり得るので、ありとあらゆることを考えてインターロックを周到に考えておかなければいけない。また、インターロックはもちろん電源の存在を前提にしているので、いろいろ心配になることはある。

それから、巨大総合システムの ILC というのは、見てのとおり。

それから、これも関係しているが、インターロックの体系と、その相互タイミング設定。

それから、トリチウムを含めたいろんな放射性物質が出るということは、少なくともビームダンプの中では出るということは想定されているので、その冷却水の漏水は起こらないとは思いますが、漏水が起こった場合の対処法というの、これもちゃんと対処法を検討して、地元で正しい説明をしなければいけない。

それから、周囲の地下水が放射化される、程度問題だと思うが、その可能性とその対策。

それから、ILC を他の用途にも使うということに言及があったが、どの程度真剣にそれを考えているかということと、仮に、では終わった後廃止するとすれば、その廃止に関わる経費も国際分担としないのかという疑問があった。

それから、「人材」に関しては、特に人員の質・量もそうだが、俯瞰的・指導的人材についてのコメントがあった。

それから、「経費」については、特に予算計上に含まれていない項目がいろいろ思い付くものがあるわけだが、そういうものをやっぱりちゃんとリストアップして全体像を示すべきではないか。

それから、これだけの巨大計画になればいろいろ予想外のことが起こって、そのたびに経費がかさむということも考えられるが、コンティンジェンシーというのをどういうふうに考えているかということ。

それから、「コンセンサス」について、そもそも素粒子物理学コミュニティにおいて、どのようなコンセンサスができてきているかということ。

それから、KEK の中で将来計画と優先プロジェクトについてどのような検討がなされているか。それはしかるべき、ユーザーも含めた所にちゃんと諮られて、コンセンサスが得られているのかどうか。

それから、素粒子物理学のプロジェクトだが、やはり少なくとも物理学コミュニティに対して、原子核あるいは宇宙線、物性といったような所に対して説明と支持要請がなされているかどうか、もしなされているとしたら、それに対する反応はどうかということは気になるところである。

「国際協力」については、国際連携に関してそれぞれ欧州 CERN のグループ、Fermi ラボのグループというのは実際に日本が手を挙げるのを待っているというだけでなく、独自にそれぞれ政府に働き掛けをしているんだろうと思うが、それがどの程度の働き掛けをして、どういう状況にあるのか。表面に表れたものだけで言うと、日本が誘致を宣言してから交渉を始めるというふうに聞こえるけれども、そういうことなのかどうか。

それから、アジア諸国、特に中国とか東アジアの研究グループとの話し合いが行われてい

るのかどうか。

「土木工事」に関しては、水の問題というのが大きな問題だと思うし、それから工事困難箇所に遭遇した場合の対策と追加費用。

それから、これは確認したいが、ILCのハイスペックのトンネルだと思うので、通常のトンネル工事よりかなり厳しい仕様が求められる点はどういう点があって、それにどのぐらいのコストがかかるのかということ。

それから、「不測の事態」は電源喪失等々、あるいは誤動作といったようなときの無停電電源あるいは非常用電源の配置、持続時間、何が起こったらどのぐらい持ちこたえられるかというようなことである。

それから、最終的には電源が全てないときに水没しないような設計になっているかということである。

それから、特にこれは大事だが、「地域住民への説明」として、リスクとその対策、経済効果等についてぜひ正確な情報を伝えているかどうかということを確認したいと思う。

また、実際にやるとなれば、土地収用の方法とか権利関係のことも大事になってくるだろうと思う。

それから、環境アセスメント、生態系も含む周辺環境への影響評価ということも当然やらなければいけないと思う。

放射化物については特にセンシティブな問題なので、きちっとした方式を示さなければいけない。

それから、プロジェクト終了後のこと。その経費も含めたこと。

こういった上がったものをただ羅列しただけで、今後必要に応じてまた参考人の方に来ていただいてお聞きするということになるかと思うが、これに加えて「こういうことも確認すべきではないか」ということは、さっき議論の途中でも幾つか出た。運転経費の問題だとか、それからプレ研究所というのはどういう位置付けになるかとかが出たので、それは追加したいと思う。

杉山委員：先ほどの文章の中のどこかに出ていると思うが、この予算が普通の科学技術の中で入らないような予算で、別立てでいいのかとか、「じゃあ、別立てって何？」ということがよく分からないまま話が進んでいるが、ただ、そうはいつでも、実際に計画を今推進されていらっしゃる方は、いろいろ手立ては考えていらっしゃると思う。実際、議員連盟とかもできていると伺っているし、国際協力等も含めて、この予算をどう考えられているのか、もう少し具体的に——政治任せなのか何かよく分からないけれども、その辺をちょっと聞いてみたいと思うが、いかがか。

嘉門分科会副委員長：今の予算は過大な科学技術予算で、これは推進側も従来の科学・学術研究予算からは別枠で取りに行くと言っている。それで参考になるのはやっぱり ITER 計

画であり、今日の資料の 11 ページにあるが、ITER 計画では特段の財政措置は講じないとされている。当初は日本でもサイトは確か六ヶ所村で提案されていたが、現在はフランスでもう建設されている。

こういう従来の予算枠と別枠であるということはきちっと了解した上でこのプロジェクトが進むべきだということは、われわれの回答の中にも明記すべきことじゃないかなと思う。それが前提だと思う。

それで、これまで 5 回、委員会、分科会が開かれて、参考人からいろいろ意見をというか、ご説明を受けて、結局当初の 500GeV の TDR からの計算などに対して、250GeV の ILC ということで修正案を出されて、それぞれの経費についても、あるいは、それぞれの対応についてもいろいろ回答いただいている。出された課題等を確認するとか、これに対応するとか回答されているけれども、具体的にどうやるのかということについては必ずしもはっきりしていない。それで、せつかく追加資料で出されているが、追加費用がどの程度変わったかについては示されていない。500GeV から 250GeV になるとは費用が下がるんだけど、各種の課題に対応することによってまた費用が増えるということは当然あり得る。しかし、それを考えておかなければいけない。

例えば土木工事でも当初 1,110 億円、かかっても 1,290 億円で済むという話だが、ちょっと文言の中に入っているけれども、掘削ズリに重金属が含まれているという、その処理費用をやはり適正に見込まねばならない。普通の残土処理がトン当たり 2,000 円から 3,000 円とすれば、重金属が含まれていると 10 倍へとオーダーがずっと上がる。3 万円とか、それぐらいになってくる。

そうすると、250 万立米ぐらいの土が出てきて、今候補地は一応北上山地と書いているけれども、中生代花こう岩地帯だと結構貫入岩脈が出てきて、今現在でも鉱山跡が多いが、そういう所では重金属が出てくる可能性が非常に高い。そうすると、例えば 3 分の 1 の重金属を対応した土を処理しないとイケないとすれば、数は 80 万立米。それは大体比重から勘案すると 160 万トンぐらいだから、それだけですぐ 400 億円とか 500 億円ぐらいになってしまう。

そういうことでアロアブルの範囲も含めて、不確定要素でカバーし切れない経費が出てくる可能性が結構あるので、それをどこまで想定した上で経費はどこまでだということを、それぞれの懸案事項について積算していく必要がある。そうすると、建設費もそうだし、それから運転コストについても、それぞれの費用が「うまくいけばこうだけれども、うまくいかなければこれぐらいになってしまうよ」ということをはっきり出していただくことが今後の議論の中でも必要かなと思うので、これをぜひ今後の確認事項の中に加えていただければ幸いである。

家委員会委員長：最初の点で 11 ページの下の所にある ITER の場合の話で、これは事務局で調べていただいたものだが、多分私の理解では、これは ITER そのものに対する国際共同



条約に基づくお金は出すけれども、立地促進のためのお金とか公共事業のためには国は面倒を見ないよということを言っている。なので、そこが一番最後にあるように、地方公共団体になるのか、そっちのほうが手当てしなければいけないというような、そういう国のスタンスなのかなというふうに思った。

田中委員：予算の件で先ほど、ILC は通常の科学技術予算と別枠だという話が何人かの方から出ているが、別枠だということが決していいことではないというふうに理解している。というのも、ILC は別にどこかの民間会社が造るわけでもお金を出すわけでもなくて、基本的には源泉は同じで、赤字国債か国民の税金ということである。

もちろん推進していらっしゃる方たちもよく分かっていると感じてはいるけれども、別立てということが必ずしも現状の科学技術のいろいろな予算を全く圧迫しないかということとはリンクしていない。しょせん同じ懐から出てくるお金で、別立てと見えるような枠組みから出てきたとしても元は一緒だということなので、多分何らかの影響はあってしかるべきだと思う。だから、他のものと全くインディペンデントにこれが進むんだということは、ちょっと楽観的過ぎるとコメントさせていただきたい。

家委員会委員長：それはおっしゃるとおりだと思う。日本の科学技術予算、国からの支出は、このところあまり伸びていないが、それは原因をたどれば社会保障費が伸びているから、科学技術に本来もっと伸ばしていいところを、科学技術立国といいながらなかなか伸びないというのは、そこにあって、別枠といってもしょせんは全体の国家予算の話であると、あるいは赤字国債の話であるというのは、お話のとおりだと思う。

米田委員会副委員長・分科会委員長：確か ITER の場合は、科学技術予算ではなくて原子力予算で別枠になったのか。

平野委員：経過はよく私は知らないが、現状では科学技術予算の中に入っているのではないか。国の科学技術予算は国研の費用も含めて約 1 兆円だが、この中に入っているはずである。

米田委員会副委員長・分科会委員長：誘致の時の別立てというときに原子力予算だったのか。

家委員会委員長：その辺はちょっと事務的に調べて。

平野委員：それは事務局のほうで確認していただいたほうがいいと思う。

事務局：この閣議了解を行う前に、今の CSTI だが、そこで検討いただき、その検討の中

で科学技術予算への影響について議論され、その結論がまとめられているところ。その中で、「ITER 計画については、政府全体でその推進に取り組むとともに、所要経費については、第二期科学技術基本計画を踏まえつつ、他の科学技術上の重要政策に影響を及ぼすことがないように、既存の施策の重点化、効率化を図り、原子力分野の予算の範囲内で獲得すること」と、その中で書いてある。

米田委員会副委員長・分科会委員長：それでもう少し言うと、今なぜ聞いたかというところ、別立てはどう別立てにするのかというところで、今日参考 3-4 で議員連盟のほうからちょっとペーパーで出ているが、その中では「科学技術・イノベーションはもとより、地方創生、国土強靱化、震災復興、知財戦略といった観点」も広がっているというふうに書いてある。地方創生とか震災復興ということでもし別立ての予算を取るのであると仮定したときには、やはり ILC 計画における経済波及効果が見込まれること、また地域振興に資することということが期待されるのではないかと思うが、技術検証分科会で関係者から詳しくヒアリングをしたところ、実はさっきの繰り返しになるが、今どうも経済波及効果とか地域振興というのが過大に期待されていて、また今回の経済波及効果の前に確か日本生産性本部か何かが出されたとは私は聞いているが、そこで多額な 40 兆円というような経済波及効果が出たということの、そこで受けられた印象というのがいまだに残っていて、実際には経済波及効果は高くないにもかかわらず過大な期待がされているんだとすると、それはミスリードになるのではないかということをお心配している。

せっかく別枠で造って、それが地域の方に資するのであれば大変喜ばしいことだが、情報が正しく伝わっていないために、そういう過大な期待が起こっているとすると、それはわれわれのこういう学術会議の中できちんと提言の中で正確な情報を伝える努力をしたほうがよいのではないかと考える。

平野委員：ずっとディスカッションされているように、あるいはこの論点に書いてあるように、経済的とか人材の問題とか土木工事の問題など様々な個々の問題点はたくさんあると思う。ただ、私はずっと聞いていて思ったのだが、一番重要なことは、我々日本学術会議としては、このプロジェクトが学術的にどれだけ意味があるかということが一番大事だと思う。様々な学術的観点以外の論点を含めて、学術的に意味があるとなればこのプロジェクト推進に関する方向性を提言すべきと思う。学術的な意味は、例えば標準理論で予想されるズレが検出されたときに素粒子物理学の方向性を示すことになるというのが、おそらく学術的な意義だと説明されている。

問題点としては、そのズレがなかったときにどうするのか、その戦略がないように思う。例えば 12 ページに記載されているように、ヒッグス粒子の精密測定が素粒子物理学の最重要課題と言えるのか、標準理論からのズレの検出に様々なアプローチがあるのではないか。この辺のことを私はもう少し聞きたいと思う。やはり我々の立場としては、いくら問題点が

あっても学術的に意味があれば、経済的な問題も含めて問題点をすべてクリアすれば、この委員会としてはやはりサポートすべきだと思う。それが1点。

もう1つ、この委員会の性格が少し分からなくなったのだが、最終的にはこの委員会は何をするのか。つまり、問題点を列挙して答申するだけなのか、「こういう問題点はあるけれども、やはり学術的に意味があるからサポートします」、あるいは「こういう問題点をクリアしていただければ、我々の委員会としては学術的に意味があるからサポートする」というようなことを出すのか、あるいは、もっと極端に言えば「学術的には意味があるが、経済の壁など現時点で乗り越えられない問題点があるからサポートしない」、あるいは「これは学術的に意味がないから全くサポートしない」と、そういう方向性を提示する委員会なのか、単に論点を羅列する委員会なのか、どちらなのか。

家委員会委員長：そこは、これからこの委員会の中で最終的にどういう形の回答にするかは議論させていただきたいと思うが、私の個人的な感想としては、平成25年の時にいろいろ課題は指摘したつもりでいる。それに対して推進されている方々には真摯（しんし）に検討していただいたと思うし、有識者会議でもいろいろ検討がなされた。それを受けて、結局振興局から学会会議に審議依頼が来ているわけなので、おっしゃるように、単に課題を列挙するだけでは今の段階ではもう済まないのではないかなというふうに思っている。われわれに与えられたのは、最終的に判断は国がやることなので、国の最終的な判断に資するようなものを学術の立場から出すというのがミッションだというふうに理解している。

平野委員：その場合でも、やはり右か左か真ん中かという方向性は答申するということか。

家委員会委員長：そこも含めて。

平野委員：そこが非常に難しいところ。

家委員会委員長：難しいところだと思う。

平野委員：そのときにやはり一番問題になるのは、学術的にどれほど意味があるのかという、我々のような素人にも分かるような説得力が重要であると思う。

家委員会委員長：その意味で、今日の資料の一番最初に少し書かせていただいたように、学会会議としては「学術的意義や実施可能性が認められれば、それをエンドースするのが基本的スタンスである」というふうに思っている。ただし、ILCのような非常に巨大な、国民の税金を使うようなものについては、やっぱり特にそれ以外のいろいろな条件も勘案した上で、学術的意義——学術的意義がないということはないと思う。素粒子物理がここまで来て

ヒッグスが見つかったという状況で、それをさらに調べることに学術的意義がないことはもちろんと思うが、それに見合う投資であるかということ、これは判断は非常に難しいと思うが、そこに向けて今後の審議を進めていくということかなというふうに思っている。

米田委員会副委員長・分科会委員長：平野委員の言われることに全く同感だが、私もこれは何度かお伺いしているが、このヒッグス粒子の精密測定という実験は ILC じゃなければできないのかというのを何回か聞いており、それが例えば他の LHC の次の改良版でできるとか、そういうめどがあるのか、ないのかというのはすごく大事なポイントではないかと思うので、そこを再度確認させていただければと思う。

梶田委員：ただ、多分今の論点について言うと、既に参考人の方からあったように、精度は LHC はどう頑張ってもかなわないということでお聞きしているんじゃないかというふうには思う。

嘉門分科会副委員長：この委員会、分科会の役割というのは文科省からの審議依頼に沿ってやるべき話なので、それによれば、ILC 計画見直しの素粒子物理学における位置付けをわれわれはきちんと審議した結果、答申しなければいけないし、学術研究全体における位置付けも見直し後の計画に基づいてきちんと協議する必要がある。それと社会的な意義とか、準備状況と建設・運営に必要な予算および人材支援とか諸条件を示したらいいわけで、それがやはりわれわれの責務であると、そういうふうに理解している。

家委員会委員長：いろいろなご意見をいただいたので、もう一度この「論点メモ」とそれから「さらに確認すべき点」を修正して、皆さんにまたお伺いしたいと思う。

## 議題 2. 今後の審議スケジュールについて

・次回委員会は10月1日（月）、分科会は10月2日（火）に開催することとし、論点メモに関する議論を踏まえ、追加のヒアリングを行うこととなった。

## 議題 3. その他

・特になし

（閉会）