

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6回）
議事録

日 時： 平成30年10月1日（月）13:00～16:00
会 場： 日本学術会議 大会議室（2階）
出席者： 家委員長 米田副委員長 田村幹事 上坂委員 杉山委員（スカイプ）
永江委員（スカイプ） 平野委員
参考人： 浅井祥仁参考人（東京大学大学院理学系研究科教授）
山内正則参考人（大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構長）
事務局： 犬塚参事官ほか

議題1. 参考人ヒアリング

浅井参考人から「250GeV ILC で行うヒッグス結合の精密測定が素粒子物理学の最重要課題と言えるか、また、素粒子物理コミュニティにおける ILC のコンセンサス」について説明が行われ、次のとおり意見交換が行われた。

田村幹事：一つ前からちょっと気になっていたことを。2 から 3TeV までは探れる、それでそこになれば、つまり標準模型からのとして異常なズレが出てこなければ、それで第3の道だというふうにおっしゃるが、自然さからいって、そこから上にはもうないということなのがどの程度、つまりどこまで今回の ILC の実験をやっただけでずれがなかったというふうに、0.何パーセントかの精度でずれないときに、もう第3の道なんだということは言えるのか。

浅井参考人：第3の道かどうかというのを言おうと思うと、やはり二段構えの研究をやらなないといけない。ヒッグスの精密測定だけの一段の研究だけだと、2TeV や 3TeV までわかる。このスケールまででないということは、自然さを一部放棄したことになって、がっちり自然であるということではなくて、ちょっとだけ放棄して、どのくらいかという、1万分の1ぐらいだったらそんなこと起こってもいいという程度。もし2から3TeV までに何もなかったということが分かったら、1万分の1ぐらいの不自然なことが起こっていることになる。もっと高いところにある可能性もある。1万分の1ではなくて。そのためにこの第二段目の探索シナリオがあって、このシナリオは物質の起源を探るシナリオだが、実はそれによってニュートリノ起源だと 10TeV ぐらいまでに、もしこういうヒッグス場が物質の起源だということが分かったら、何か新現象があるということは、1,000TeV、すなわち 1PeV くらいまでのところにあるということが分かる。1,000TeV といったらどのくらいかという、10の12乗分の1の自然さ。だからこれはもう「自然さ」はほとんど相当きついと思う。こ

の二つのシナリオでなかったらもうこの第三の道のシナリオになる。でも、このシナリオだって Planck スケールまでじゃなくて、さっきも見せたように、やっぱり 10 の 11 乗 TeV ぐらいに何かあるんじゃないかということはサジェスションできる。もちろん、まだまだ誤差が大きいので分からないが。なので、実はこことこの 2 段構えの研究があるということが大事。だから、そういう意味で ILC も大事で LHC も大事で、同時にハイパーカミオカンデもやっぱりこの流れの一つの吟味の中で重要な役割を果たす。

米田副委員長： 250GeV と書いてあり、その下に 2、3TeV と書いてあるが、そこからここにどうやっていくのか。

浅井参考人：加速器のエネルギーの 10 倍ぐらいの高いエネルギーまで何故調べることができるかという、これ。2TeV ぐらいのすごく重たい未知のヒッグス場があったとする。こういう 2TeV ぐらいのすごく重たいへんちくりんなヒッグス場があって、一方、125GeV というそれに比べて約 20 分の 1 のヒッグス場がある。これはもう発見した。この 2 つがあって、この 2 つのヒッグスから素粒子タウが、重さを、質量をもらっているとする。こう重いヒッグスからの寄与もあるので、こっちからもらう分が少しだけ変わる。だから、これとこれのくっつき方というのが微妙にずれる。

米田副委員長：私の聞いたかったのは、250GeV で衝突するのが、いきなり 2、3TeV と書いてあるのは、それよりも 10 倍近いエネルギーに将来バージョンアップする話を言っているのか。

浅井参考人：いや、ではなくて、ILC の方々がやろうと思っているのは、こうやってこの 125GeV のヒッグスを調べる。ところが、これを調べると、こういうものがあつたとすると、こいつからも重さをもらっていることになるので、こいつとの関係が少しだけ変わる、それを調べるというわけで、この少しこれとの関係が違うというのを調べると、こういうのがあるんだということが分かるわけで、これがどのぐらいの重さまで分かるかという 20 倍ぐらいまで分かる。だから、これをきちっと調べるということが実は、こういうものを見つけることになる。

米田副委員長：もう一つ。そういうことを調べようと思ったときには、ある程度量が必要になると思う。その必要な量というのは、どのぐらい実験をしてどのぐらいうまくいと得られる量なのか。

浅井参考人：非常にざっくり言ってしまうと、1%でものを測定しようと思うと、大体1万事象必要になってくる。1万事象全部そのまま使えるわけじゃないので、いろいろ調べていくうちに数が減っていくので、10分の1だとすると10万事象ぐらい。だからヒッグスを10万個ぐらいつくったら、何となくこういうことが分かるということで、実はこの250GeVにすると、一番たくさんこれができる。250GeVという数字は、適当に選んだわけではなくて、ヒッグス粒子を一番たくさんつくれるようなエネルギーにしている。エネルギーを高くするとたくさんできるような気がするが、そうじゃなくて、あるところが一番都合が良くて、それより高くすると。どんどんまた減っていく。500GeVぐらいまで高くしてしまうと、むしろできる数というのが減ってしまう。なので、この250GeVというのは、これが一番たくさんできるというところを選んでる。

米田副委員長：ILCは運転期間が20年という話が出ている。今のようなことを証明するためには量が要るわけで、その量が蓄積されるには、例えば何年間ぐらい正常に運転して、どのぐらいやればいいのかという目安はあるのか。

浅井参考人：目安は恐らく、もともとのシナリオだったら、ほとんど10年ぐらいでできると思う。ただし問題は、加速器は完成した翌日からデータが取れるということはない。少しずつ調整しながら、LHCもそうで、最初は、一番最初の年なんて今の100分の1。100分の1しか取れないところ、少しずつこうやって加速器を調整してやっていながら、こうやってたくさん上手にぶつけられるようになってくると、いきなり衝突頻度が上がってたくさんできるようになってくる。最初の数年というのは、そういう意味であまり勘定していけないので、それで20年とおっしゃられているんだと思う。LHCもこれで調子出るようになったのは、やっぱり3年か4年たってから。なので、うまくいってれば10年あれば十分な量になる。ただ、そこまで調整するのに数年かかるので、恐らく20年とおっしゃっているんだと思う。

これ、どういうアサンプションで書いたか、もう忘れてしまったが、年間200フェムトバーンインバースで20年で2アットバーンインバース。これは計算が合わない。年間200フェムトバーンインバースなら10年で2アットバーンインバースになるが、20年を考えている理由というのは、最初の数年というのは、そうやって調整するのにかかるだろうという前提。

杉山委員：まず、先ほどの何枚目かな、18枚目のスライドに、一気に7桁ゴールに近づけるとおっしゃったが、それはすごいことだが、7桁近づいたら、もうそれは加速器ではその先は探れない世界になるのか。

浅井参考人：そう思う。3つやり方が必要で。1つ目は、実は一つは加速器でやるやり方。

ヒッグスのポテンシャルの形やその相転移がどういうふうに行っているのか。それは確かにヒッグスとエネルギースケールのことだが、それはやっぱりインフレーションが起こったエネルギースケールでも、ヒッグスのことがアナロジーとして使えるだろうということで、それはここに関していえば加速器が重要な役割を果たすことになる。2つ目は、これはもう総合科学なので、CMB だとか重力波、あと暗黒物質の分布がどうなっているかという宇宙の分野だとか、陽子崩壊や、レプトンフレーバーの破れでこの大統一の起きるエネルギー領域がどういうことになっているのかをしらべる。3つ目は、高いエネルギーから低いエネルギーを予言するストリングみたいな理論を使って理解していこうということ。

杉山委員：そうすると、素粒子の実験の将来計画として、ILC と LHC の高輝度化は世界的に進められるものとして、もしこのシナリオだった場合、それらの次は 100TeV にいくということはないのか、それとも 100TeV までは実現させていくのか。

浅井参考人：本当に ILC やハイパーカミオカンデができて、どちらにも CP の破れも何もなかったら、恐らく 100TeV コライダーをつくるということは、モチベーションがなくなると思う。LHC の次にヨーロッパは 100TeV コライダーという、今 LHC の 10 倍近いエネルギーの加速器をつくるという計画をヨーロッパでは今つくっている。FCC というのはフューチャー・サーキュラー・コライダーの略で、1周 100 キロの加速器を CERN はこれの将来計画の次として捉えて、今準備を始めようとしている。私もその委員になって話をすすめている。100TeV コライダーの物理のモチベーションというのは大きく分けて 2 つあり、一つはこの物質の起源から新現象をさぐるシナリオ。このシナリオのときを完全にカバーしようというのが 1 つ目のシナリオ。もう一つは何かというと暗黒物質。暗黒物質を完全にカバーする、超対称性だと思って完全にカバーしようとする、やはり 100TeV が必要になってくるので、その 2 つをモチベーションとして CERN はそういう計画を今立てようとしている。もちろん認められるかどうかは分からない。それは来年から始まるヨーロッパ戦略という、ヨーロッパは 5 年に一度将来計画をアップデートするが、そのアップデートが来年始まる。そのときに ILC がどういう位置付けになるのかというのが重要になってくる。と同時に、日本がどういう役割を果たすかで、これがこの話とも絡むが、本当に日本が ILC をするというのであれば、FCC-hh という方を優先させて、同時に CLIC の人材を ILC でサポートしてくれるようなことになってくる。これは来年から始まるヨーロッパ戦略で議論される。それが理由で、早く今年中に日本は白黒つけてくれと言っている理由がこれ。

杉山委員：もう一つ。その後 22 枚目で、いろんな計画が書いてあって、究極理論に迫るための戦略的枠組みの中でのタスクが分かれていて、お互い、どれもなくなったら困るみたいな話を先ほどされていた。それはある程度は理解できるが、マンパワーとお金というリソースが、両方とも限られている。何もかも全部やるわけにはいかない。普通は例えば全体のお

金にキャップをかけておいて、それぞれの計画の違う段階でもって、あるときは立ち上げにこの計画はお金がかかるから、この計画は先に進めて、その間は他は定常運転をさせるとか、そんな感じでやっていくが、もちろん ILC は全然お金という意味ではそのキャップに入らない。一方、全体で見たときに、ヒューマンリソースのほうでも、ちょっと加速器の人材が足りないんじゃないかみたいな話も出ている。結局、この戦略的枠組みの中で、互いのタスクを考えつつ、皆さん勝手にやるわけにはいかないんじゃないかというふうに思う。そこをどういうふうに、コミュニティー全体で、例えば ILC に全部注力すると、そういう戦略は考えられているのか。

浅井参考人：まず一つは、これは高エネルギー委員会のほうで、やはり将来どういうふうに順番を付けて、プライオリティーを付けてやっていくのかというのは議論している。これは石野さんという東大の先生が中心になってまとめたもので、それがこれ。そこで順番は付けている。こういう順番でやっていこうというのがあって、やはり LHC の準備が 1 つ目にあって、それが終わったら今度は ILC の立ち上げを行って、次に、それと並行だが、ハイパーカミオカンデの準備をして、というふうにプライオリティー付けというのがなされている。

お金に関しては、おっしゃられるとおり、ILC に関しては新しいお金のリソースというのはこれ前提としてやっている。人材という観点からいくと、これはもはや、もう素粒子という業界に国境はない。私自身ももう四半世紀ヨーロッパにおり、そういうことで分かるように、逆に行ったり来たりするので、魅力のあるプランさえ提案できれば、そういう国際的なマーケットから人材というのは来る。お金に関しては、おっしゃられるとおりで、これは今のアサンプションはあくまでも外のリソースをもらってくるということと同時に、それが極めて重要だとみんな思っている。

杉山委員：そうすると、人材は国内だけではないという、その場合に、じゃあ逆に、国内で人が育たないということにつながってしまうのではないか。

浅井参考人：外国の人がたくさん来て切磋琢磨すれば、これは人を育てることができる。実際われわれはそうやって若い人をみんな CERN に送って、今 CERN にそうやって 40 人の日本の方を常駐させて、そのために莫大なお金を使っているが、そうやって育った人がこうやって日本のコミュニティーを支えている。その一つ前の LEP 実験の時もそうだった。なので、やはりそうやって国際的な場で活躍する人材を育てることによって人材が育っているので、それを CERN だけじゃなくても日本でも育てようというのがこれの大きな役割である。

杉山委員：分かった。それで、そうするとやっぱりちょっと気になるのが、LHC と ILC が

同時に走り、なおかつハイパーカミオカンデと一緒に立ち上がるというような状況になりかねない。その辺の人も含めた割り振りというのはどんな感じになるのか。

浅井参考人：LHC の一番大事になってくるのは実は今から。今から、もう来年からお金が付かないとアウトというぐらい LHC というのは全部予定が詰まっていて、実際ものをこうやって入れ始めるのは 2020 年ぐらいからだが、今からもうものをつくり始めて、実際準備のピークというのはこれから 3~4 年。

杉山委員：高輝度化か。

浅井参考人：はい、高輝度化の方。一方、ILC というのは多分ここから 3 年や 4 年は多分大人の議論があるのかなと僕は思う。大人の議論というのは、国際的なフレームワークの枠組みということ。そういうのをやって、その後実際に本当に準備しようというフェーズが来るんだと思うので、そういう意味でフェーズはずれていると思っている。

杉山委員：ニュートリノはしょうがない。

浅井参考人：ニュートリノは、予定では 2020 年からつくり始めると五神総長がおっしゃられているので、そういう意味では LHC とはオーバーラップはあると思うが、ILC とはそんな大きなオーバーラップはないのかなと思っている。

家委員長：ヒッグス結合の精密測定のところ、8 ページ、表があると思うが、そのこの表というのはさまざまな場合に想定される精度と違ってよろしいか。

浅井参考人：はい、そうだと思う。

家委員長：この LHC 単独の場合というのは、ここに書いてあるのはハイルミの LHC を想定したものか。

浅井参考人：これはハイルミの LHC だが、そこに多分どういう、それ僕読んでいないので分からないが、数字としてはどういう数字が書いてあるのか。

家委員長：例えば、トップのところプラスマイナス 15% ぐらいある。

浅井参考人：それはハイルミの結果で、それは多分ここ数年でやっぱり最初に言っていたものに比べると、圧倒的に LHC の感度が高くなっている。

家委員長：そこが質問したい。ハイルミの LHC の今後のアップグレード、それから運転計画というのはどういうタイムスケールなのか。

浅井参考人：タイムスケールとしては、来年再来年の 2 年間はシャットダウンして、ハイルミの準備を始める。2021 年度からまた 3 年間だけ 2 倍のルミノシティにして走って、さらにシャットダウンして 2026 年から 20 年ぐらい走る予定。そのときに、これ実はアナリシスが良くなって、機械学習だとかそういうのを使って、昔よりも感度が高くなっている。

家委員長：多分、解析能力の進歩は相当なものがあるかと思っていて、ハイルミ LHC でのそういうデータの解析、蓄積と、ILC のこれから 10 年先だが、時間スケールでうまく ILC の出番があるかどうかというのがちょっと心配。

浅井参考人：例えば、20 年前に僕が LHC を始めた頃に、これは見えないだろうと思われていた。それが、この前プレスリリースしたが、発見できて、最終的には 20% のエラー。それが高輝度 LHC で 11% くらいになると思われる。データは 100 倍以上になるが、たかだか 2 倍しか良くなれない。それは何でかという、やはり系統誤差をどうするかというのが非常に難しい問題。そういう意味で、これはちょっとコンサバティブ過ぎるかもしれないが、それでもこのオーダーまで行くことは、やはり非常に難しいかと思う。

一番難しいのは $H \rightarrow b\bar{b}$ 。これはもう昔は絶対できないといわれていたが、それを何とか、実は東大のグループがやったのだが、何とかこうやって発見したといって、この前新聞に出た。それを頑張ってもせいぜい 2 倍ぐらいいかなと思っている。それくらい非常に難しい。もちろん QCD がドラスティックに理解できるようになったら別。何が問題かという、QCD の結合が強くなって行って、摂動論的に扱えないところが非常に難しく、今それは経験的に処理している。経験的に処理している分には、ここよりも大きく良くなることは多分ないだろうと思っている。ただ、そこで QCD を摂動論的に高精度に扱えるような、何らかの恐ろしいアイデアができてきたら、また話は変わるかもしれない。それはちょっと分からない。できたらいいが。

家委員長：それからもう一つ、17 ページにヒッグスポテンシャルの話があるが、そのポテンシャルを調べるのは大事だと分かるが、われわれの宇宙のポテンシャルというのは、メタステーブルのところ。そこを一生懸命調べて、こっちの下のほうが分かるのか。

浅井参考人：これはやっぱりおっしゃられるとおりで、それはアナロジー。やっぱりここを調べることによって、ここもどういふような相転移がしたのか想像する。これはアナロジーです。電弱と GUT は全く違う相転移の仕方によって生まれたんじゃないか、と言われたら

反論できないが、同じような機構で破れが起こったのではないかというアナロジーで、調べることになる。

田村幹事：そこが分からなかったのだが、何でメタステーブルな場所のポテンシャルの形とかなの情報がどういうふうに得られるか。

浅井参考人：ポテンシャルがどんな形になっているのか？を調べることによって、この 10^{11}GeV の高いエネルギーの予言ができるかと言うと、このヒッグスの今のこのポテンシャルが測定できる。このポテンシャルがこのエネルギースケールまで行ったら不安定になる、この傾きがマイナスになっちゃって、ストンと落ちちゃって不安定な宇宙になってしまうので、ここに何か別のものがあるという風に考えている。

田村幹事：それはいいが、今の ILC の実験で、実験データから得られる情報というのは何なのか。そこの曲率とかが得られるのか。

浅井参考人：実験情報から得られるのはこれの形、これの曲率。

田村幹事：それはどうやって得られるか。

浅井参考人：それはどうやって得られるかというところ。

田村幹事：ヒッグスがもし 1 つしかなかった場合。

浅井参考人：ヒッグスが 1 個しかなかった場合はどうやって調べるかというところ、実はヒッグス同士の結合をきちっと調べる。そうやって調べていくと、実はヒッグス同士の結合というのは、実はこの傾きになるので、この傾きをきちっと調べると、どうなっているかというのが分かる。ただ 250GeV ではつらいので、ここをきちっと調べようと思うと実験の衝突エネルギーを上げないといけない、残念ながら。

上坂委員：後で話があると思うが、きょうの先生の話の物理の中で、アジアの国々の寄与はどうかたちであるのか。

浅井参考人：例えば中国とか。インドは非常に早い段階から LHC に正式に加入して、加速器の製作には貢献している。中国は、今まで一切そういうことはやらなかったが、今度のハイルミから中国は正式に LHC の加速器のほうには参加する方向。ここに一つ問題があって、中国というのは自前の技術でやるというのが前提になっているため、これがやっぱりヨーロッパというか、今までグローバルにやっている加速器のフィロソフィーと合わないで、

例えば欧州の FCC という将来計画の会議では、所長が開口一番、将来計画は中国につくることはないとはっきり言い切った。それぐらいやっぱり中国と完全に組んでやるということは、今まで 50 年小柴さんからつくってきたヨーロッパとの関係は破棄することになると思う。そこは注意してやらなきゃいけない、あるシナリオとして中国とどう組むのかというのは考えることは大事かと思うが、中国とがっちり組んでしまうと、ヨーロッパに対して後ろ足で砂をかけるようなものなので、それはやはりせつかく 50 年かけて築いてきた信頼関係というものを失うことになり、そこは注意してやらなきゃいけないと思う。これは多分機構長がおっしゃられること。

米田副委員長：アップグレードについて。「ILC が 20 年後に魅力的なシステムであり続けるか」のところに、ILC は直線だからアップグレードしやすいと書いてあるのはどういう意味か。

浅井参考人：2 つある。一つはこういう直線だとすると、長くすることもできる。今の技術で少しだけエネルギーを上げようと思ったら長くすればいいわけで、また全く別の機械を置いて加速エネルギー、勾配を強くしてエネルギーを上げることができる。ところが、円形だと、こうやってぐるっと回すと、エネルギーの 4 乗でエネルギーは失われるので、円形だとすると、もうここまでしか行けないという値は、どれだけ加速器を頑張っても決まってしまう。だからもうほぼ半径で最大のエネルギーは決まってしまう。だから円形よりも直線だったら、あとは例えばもっと加速勾配の強い加速器が開発できたとする。それを並べていけば、もうあっという間にすごいエネルギーで衝突させることができる。ところが円形だと、もう半径で決まってしまうので、そういうことができない。なので、直線の最大の魅力は、アップグレードが容易であるという点。それがサイエンティストから見た、お金のことは気にしていないサイエンティストから見た魅力

米田副委員長：もう一つ、素粒子物理学コミュニティにおいて、コンセンサスができていくというのが、今日のお話だったのか。

浅井参考人：そう。ここで国内の素粒子原子核コミュニティのコンセンサスは、この高エネルギー委員会で満場一致で得ている。このシナリオに従ってやっていこうというのが認められている。もう一つは、将来計画という観点からも、ILC というのを早期に実現して、LHC とパラレルに走ることが大事であるというのを得られている。

家委員長：先ほどからのお話で、素粒子コミュニティでのコンセンサスというのは、みんな大事だからみんな全部やろうという感じに聞こえたが。

浅井参考人：全部やろうではなくて、やはりこの中で、例えば B ファクトリーは終わっているんで、そうやってちゃんと順番をつくって、この順番に従ってやっていこうと。こちら辺は大きいように思うかもしれない（表の下の方の多数の小規模実験）が、マンパワーとしてはこちら辺は非常に小さいので。それでこうやってちゃんと、例えば B ファクトリーが終わって ILC が立ち上がるような、そういうコミュニティー全体として将来計画を立てているので、その中での枠組みの話。

家委員長：学術会議の中では、私が見つめることができたのは、2009 年に素粒子・原子核物理学分科会の将来計画、報告、記録。これ以降はない、見つけれなかったもので、ないと思っただけでよろしいか。学術会議のドキュメントとしては。

浅井参考人：全くそこら辺の事情は把握していないので分からないが、これは 2017 年に、高エネルギーのコミュニティーに、この 250GeVILC でつくろうというのと、これを高輝度 LHC とパラレルにやろうというのが、この私がやった委員会の報告というかたちと、もう一つは石野先生がやられた将来計画をどうやっていくのかという両方で承認されている。

平野委員：コンセンサスの話で、おまけの 33 ページに、「ヒッグス研究は不可欠なマイルストーン」とあるが、それはいいのだが、これをするかしないかは、日本の問題であるということは、どういう過程でそうなるのかというのが一つと、「もし日本がしないなら、次世代計画 (FCC-ee か CLIC) を優先」とあるが、これらは ILC に代わり得るものなのか、一部 ILC を代用できるものなのか。

浅井参考人：例えば、この問題整理点の質問にあった、そんなに大事なことだったら何で国際コミュニティーが手を上げないのか、という質問だが、実は日本がやれなかったら、ILC をやめたら、実は他の国がやるだけ。ヨーロッパもそういう戦略はちゃんと立てていて、もし日本がうまくいかなかったら、先ほど申したが、これ LHC のトンネル、27 キロのトンネルに対して、将来計画というのは 100 キロのトンネルだが、この 100 キロの円形のトンネルに、電子と陽電子を加速させて衝突させて、ヒッグスファクトリーをつくろうという準備はしている。もしこれ日本がやっぱりできない、ということになったとすると、このプロジェクト、エネルギーでいうと 350 までいくのだが、これを先にやることになると思う。もし日本が ILC をやろうということになったとすると、この計画の中で、電子、陽電子ではなくて、陽子と陽子を衝突させて、LHC の大体 10 倍高いエネルギーの衝突実験をやろうということが、多分次の戦略の優先事項になってくると思う。なので、やるかやらないかによって、ヨーロッパの戦略が変わってしまう。なので、早く今年中に答えが欲しいとヨーロッパが言っている理由はこれ。来年からヨーロッパは 1 年かけて議論するので、そこにもし日本がやらないのであったら、このプロジェクトで電子、陽電

子を回すか、CLIC と呼ばれている直線型の加速器があって、それも CERN が開発しているが、それを使ったヒッグスファクトリーをつくる方向に行くと思う。

平野委員：日本が欧州のその次世代計画に参加しても、学術的には何の問題もないということか。

浅井参考人：それはないと思う。ただし、それはだから CERN のような国際研究機関を日本に誘致して日本でやるかどうかということで、それがだからこれ。ILC をするかは日本の問題で、われわれはやはり体力的にできないと、日本は将来どういうふうに学術も細っていくが、そんなことはお構いなしという戦略でいくんだったら、このやり方はありだと思う。われわれはまた今までどおりヨーロッパに行き実験をするというのが一つのやり方。だけでもやっぱり日本は技術立国だということを言おうと思うんだったら、やはりアジアの中心としてこういうハブの研究所を育てて、こういう研究をやっていって、そこで人材を育てていくのかどうかという問題。だから、もし本当に日本がやらないとなったら、他の国がやるだけ。

田村幹事：今の話で、もし日本が ILC をやらなかった場合に、FCC とか CLIC を CERN でやるとなったときに、そこにこれまで日本で培ってきた ILC のためのいろんな技術というのは生かされることはないのか。

浅井参考人：残念ながら、加速器のシステムが全然違うため、そこは生かすのは難しいかなと思う。もちろん、すごく日本の加速器の技術はあるので、もしそうなったらそうなって、どういうふうにご貢献していくのかという議論はできるとは思うが、基本的にリニアコライダーの技術というのは、そのままは転用できない。

家委員長：250GeV のヒッグスが大事だというのは分かるが、もし本当にそれが最優先だとしたら、LHC をレプトンコライダーにもう一度コンバートして LEP3 にするという選択はないのか。つまり LEP2 で 209GeV まで行ったわけで、エネルギーとしてはあと 20%、電力が倍かかるのはよく分かるが、トータルコストとして。そういう選択肢はないのか。別の言い方をすると、ハイルミ LHC のメインの目的は何か。

浅井参考人：ハイルミ LHC のメインの目的は 2 つある。一つは右側（超対称性粒子）を直接見つけること、これ 1 つ目の目的であると同時に、もう一つは何かというと、これこの前プレスリリースしたものだが、実は LHC でもヒッグス粒子の結合は測れる。ただし、そこではやっぱり数パーセントのレベルなので、決して 1% というレベルまで行かない。そういう重たいものがあるかどうかというのは、探すのは非常に難しい。それ以外の観点からいう

と、質量の起源の解明と世代の解明の役割がある。この図を見てほしい。これ横軸は素粒子の質量で、縦軸が測定した結合の強さで、これ1本の直線に乗って、もちろんエラーがまだ大きいけど、これが質量の起源の解明で大事なことは、力を伝える素粒子も、物質を形づくる素粒子も、同じ1本の直線の上に乗っているという意味で、こういう質量の起源の解明というのと、もう一つは世代の解明。これ第2世代、これまだ見えていないが、ヒッグスがミューオンに行くというのが、他のものに比べて十分小さいということが分かった。これは何を意味しているかということ、素粒子のこの3世代をつくっているのがヒッグスだということが分かったので、LHCはどんどんルミノシティをためていくことによって、これを見ることによって、じゃあこうやって世代がヒッグスをつくっているんだということをちゃんと調べていくということがLHCのもう一つの目的。

家委員長：その右上のW、Z、トップは、そこはエラーバーが入っているのか。

浅井参考人：エラーバーはついている。

家委員長：そこまで行っているのか。

浅井参考人：これが、残念ながらまだ20%で、20%はこんな感じ。これで見るとすごいと思うけど、これからこうやって、何か重たいものがあるかというのは、調べようと思うと、1%ぐらいで調べないと、こう直接見るよりも、感度良くこういうものを探ることができる。やっぱりこれを見ようと思うと、1%で測らなければいけない。

田村幹事：世代の起源が分かるという言い方をされたけど、それは単に言葉を言い換えているだけではないのか。

浅井参考人：世代をつくっているのがヒッグスだということが分かった。

田村幹事：質量をつくっているのがヒッグスなのだから、それがもちろん世代をつくっている。だけど、何で世代が分かれているか、質量のスケールが何であのように3つに分かれているかという原因が分かるわけではない。

浅井参考人：ない。そこは次のステップになって、じゃあ何でそういうことが起こっているのか。例えばストリング的な解釈だが、ヒッグスがいるブレインがあって、第3世代のブレインがあって、第2世代のブレインがあって、第1世代のブレインがあって、こういうブレインによってオーバーラップの違いによってできているとか、そういうことが分かる方向に行くので、そういう理論的なインプットを入れる上で、実験の成果というのが重要な役

割を果たしているということになる。

続いて、山内参考人から「KEKのミッションと ILC 計画」について説明が行われ、次のとおり意見交換が行われた。

杉山委員：今、一番最後にあったことだが、マスタープランやロードマップの議論でこれを今やっている、まさにそのとおりだと思うが、ILC はそこに載っていない。お金の関係もあって。載っていないということが、その指摘事項になっているという理解なのか。

山内参考人：これは言わないつもりだったが、それを枠から外したのは学術会議。提案はしているが、枠から外して別枠にしたというのは学術会議の方。

家委員長：経緯から言うと、前回のこの回答のときには、ちょうどマスタープランの議論は並行して走っており、ILC に関しては回答の検討委員会が審議しているということがあり、学術会議の中で同時に別々の委員会で議論するのも不適切ということで ILC はマスタープラン 2014 からは外すことになった。その次のマスタープランでどういう議論があったかは承知していない。

田村幹事：12 ページ 13 ページのところで、他の分野で使えないかというお話。原子核に関しては僕も把握しており、時々集まってワーキンググループの議論をして、ILC のビームを使った原子核研究というのがどういふのがあるかというのをサーベイしたりしているが、そちらに出ているそれ以外の物性とかそういう別の分野のほうで、どういふお話があるのか、要するにお聞きしたいのは、魅力的な使い方というか、応用というものが幾つか出てきているのかどうかをお聞きしたい。

山内参考人：申し訳ないが、それ全部把握しているわけじゃないので、今詳しくご説明できないが、今のところまだそのアイデアが出てきた段階だと思う。あまり具体的にこうすればこれが分かるという話になっていないと思う。11 月のいつか分からないが、第 3 回目があると聞いている。もしご興味あればぜひ見ていただきたい。

上坂委員：人材育成だが、もちろん加速器の開発あると思うが、実際つくるのは企業なので、生産技術の人材もしっかり育成しないといけないと思うが、そこら辺はどうか。

山内参考人：基本的に超電導空洞に関しては、KEK でもってそれをつくる技術、KEK がある程度そこでやる。ヨーロッパの XFEL とか他のところでやった技術と近いものだが、そういったものを KEK にいったん持ってきて、私どもの CFF というキャビティーをつくる

ための施設をつくっており、それを量産化に結び付ける技術というのを開発している。そういったものを企業さんに一緒にやっていただいて、そこでトランスファーする、そういう仕組みはつくっている。

それから、この ILC 計画を非常にバックアップしてくれている企業さんの団体、AAA という団体があり、そこにも非常に興味を持っている企業がたくさんいるので、そこも一緒に研究会を行うことによってトランスファーするということをしている。

上坂委員：もちろんそれはインターナショナルで展開する。

山内参考人：今申し上げたのは日本。

上坂委員：国際的にもやはりそのように企業と技術の育成の活動はやって、それとはリンクしているのか。

山内参考人：AAAの方がフランスに行かれて、スペインとかフランスに行かれて一緒にやろうという話をやったというのは何回かあるが、あまりそこは本格化はしていないように思う。

米田副委員長：11 ページ目、ILC の多角的応用と書いており、いろんな分野に応用できたら良いと思うが、特異なビームが出てくるので、それを他に利用するということになると、いわゆる SPring-8 みたいに、いろんなところにタコ足みたいに出口が、ビームの出口が違うところであって、いろんな実験をするというイメージなのか。

山内参考人：まだ具体化していないので、何とも申し上げられないが、想定しているのは今おっしゃったとおり。どこからかビームを取り出して分けていく、そういったものが一番あり得るかなと思う。

米田副委員長：そうすると、ILC の施設そのもの、トンネルの設計そのものも、変更になるだろう。例えば途中からどうやってビームを出すのか。

山内参考人：必要なエネルギーにもよるが、必要なエネルギーまで加速したところで、磁石で蹴って取り出すことは可能。分岐をつくって、短いビームラインをつくって、そこでやるということは可能。

杉山委員：一つだけ、浅井参考人、さっき高エネルギー委員会の話をしたときに、コミュニティーはどこと言ったのか。

浅井参考人：高エネルギー委員会。

杉山委員：素粒子？

浅井参考人：素粒子で、ニュートリノも全部入っている。

杉山委員：原子核はいかなかった？

浅井参考人：原子核は入っていない、高エネルギー委員会は。

杉山委員：分かった。

家委員長：非加速器系も含めた高エネルギー。

浅井参考人：高エネルギーで、例えばニュートリノは2種類である。スーパーカミオカンデを例にすると、空から降ってくるニュートリノを見る人は宇宙線分野。でもスーパーカミオカンデで加速器を使ったニュートリノをみている人は高エネルギー委員会で、その方には合意をもらっている。

家委員長：ニュートリノを打ち込む実験は入っているということ。

杉山委員：分かった。

家委員長：そろそろ第2部に移りたい、ちょっとその前に第1部について多分少し追加質問があるかと思うが。

永江委員：山内参考人の4ページのところで、高エネルギー物理とそれ以外の3つの物理分野で今後方向性が変わってくるという絵があるが、この場合、どっちにしろそれを支えられる加速器の人員は、これでいくと上に行く分と下に行く分とに分かれざるを得ないと思うが、どのくらいの割合でそうなると思われるのか。

山内参考人：もちろん加速器をやっている方というのがいて、その方々というのは、特にそれが何のサイエンスのために使われるかということとは一応別にやっているが、一応どの加速器の専門家だということに分かれてはいる。ということで、高エネルギー物理学といって上向きの矢印を書いたが、ここは高エネルギー物理学のための加速器をやっている

やる方々を含んでいるかなというふうに思う。具体的な人数に関しては、ページの後のほうに、16 ページに具体的な数字を挙げているので、ご覧いただければ。

田村幹事：今のお話で、近隣分野との関係のところ、原子核分野にいたので、私は聞いていて正しくおっしゃっていると思ったが、他の委員の方から誤解というか、正しく伝わっていないのではないかといいところがあって確認したい。KEK というか、コミュニティーの皆さまがやられたことは、いろんなセミナーとかシンポジウムを開催して、いろんな人に呼びかけて説明をされていた、あるいは大学とかでもやられている、それは私も把握しているし、そのとおりだと思う。物理学会とかでもやられている。ただ、こういうのというのは、興味のある人は行くが、興味のない人とか、あるいはあまり ILC に賛成しないとか、そういう人は行かないのではないかと思う。正直、原子核の分野だと、似たような大きな加速器を使うが、物理の方向性がだいぶ違うということがあって、必ずしも理解をしようとしなくて人が多いと感じていて、そういう人はなかなか行かないだろうという印象がある。それで、原子核のコミュニティーに対して、核物理委員会とか原子核談話会とか、そういうところに対して、直接積極的に説明に来ていただくということはほとんどされていないというのが私の記憶だが、そういうことは特にされていないか。

山内参考人：KEK の内部の研究者の方にも、もちろん他分野の研究者がたくさんいる。そういう方々には非常にきちんと説明する。さっきの研究推進会議を通して。そうすると、そういった方々というのも、各分野の代表だったりするので、そういった方が持って帰って議論して、私に説明に来てということをおっしゃるところも結構あって、そういうところには出向いている。ただ、おっしゃるとおり、原子核の方々には今までそういった形での説明はなかったかと思う。興味ない方にどうやって説明するかというのは、なかなか難しいものではあると思う。

田村幹事：ある程度ちゃんと説明していただいて、内容を理解して、もちろんお金のことがあるので警戒している人は多いわけだが、少なくとも物理としてサポートしたいとか、あるいはこれは意味があるというような意見が、もうちょっと原子核から出て来るべきという気がしているところ。

山内参考人：そうなってくればいいと思う。これからおっしゃるようなことをしていきたいと思う。

家委員長：物理学会の会期中の一つのシンポジウムだと、なかなか皆さんそれぞれの分野でのスケジュールがあるので、参加者は限られているかなという気がする。その辺工夫していただくことが必要じゃないかと思う。

もう一つ、9 ページのところに KEK の教育研究評議会があったが、ILC のことがそこで議論されるようになったのは 2013 年以降という理解か。私、ちょうど 2013 年 3 月までの 5 年間、そのメンバーだったので、ILC のことが出てきた記憶が全くない。

山内参考人：提案したのが 2012 年か、12 年に提案したと思うので、その頃から。

家委員長：その頃からこまめに報告されていると。決議のようなものはされているのか。

山内参考人：決議は、この研究実施計画、これに関しては完全に決議。

続いて、山内参考人から「国際協力体制等」について説明が行われ、次のとおり意見交換が行われた。

家委員長：まず私から質問させていただく。ICFA のほうでは 2000 年代の初めの頃に、超伝導加速管方式を優先するという方に方針を決められているようだが、組織の中には CLIC の委員会もあるという、どういう関係か。

山内参考人：リニアコライダーを進めるにあたっては、2 つのものが提案されている。一つが ILC、一つが CLIC。リニアコライダー全体を進めるという立場でこれを進めているので、CLIC も一つのディビジョンとして含めている。

家委員長：でも、優先は超伝導方式の ILC だということか。

山内参考人：はい。技術的に成熟しているのは ILC だということで、ILC を進めようと思っている。

家委員長：それから、アメリカのスタンスについて情報をいただいたが、26 ページのところの文章で、その最初の赤線のその次のところ、U.S. should engage in modest and appropriate・・・というの、あまり積極的な印象を受けないのだが。

山内参考人：その一つの理由は、やはりお金のこと。お金のプロファイルというのはどうなるか本当に分からない、むしろペシミスティックな状況で、今 ILC に対して強くコミットするということは言えなかったということだろうと思う。

家委員長：それで、次のページに非常にびっくりするような話（高エネルギー分野の予算が増えた）があったが、でもこれは高エネルギーのどういうプロジェクトにお金が付いたのか。

山内参考人：全体のバジェットというのは増えています。個々のプロジェクトはあるが、そのプロジェクトをできるだけ切り詰めているような案というのをつくっていたが、それをする必要は必ずしもないというかなりいい案が。

家委員長：びっくりするのは、そのところの一番下に **budget request** と書いてあって、リクエストもしていないような高額が付くというのは、日本では考えられないこと。

山内参考人：おっしゃるとおり、大変うらやましいと思うが、日本では考えられないことが起こっているということだろう。こういった分野に投資するということは、アメリカの国力のために重要なんだという議会の見識が示されたというふうに聞いている。

平野委員：これは他の科学技術予算が減って、こちらの高エネルギー物理学のほうに予算が行ったのか、全体のパイが増えたのか。

山内参考人：一部減ったところもあるとは聞いているが、全体のパイだと思う。

家委員長：全体の予算はかなり減っていると思う。NSL にしても NIH にしても大幅に削減されていると思う。どうして高エネルギー分野がこうなっているのか、理由を知りたいところ。

それから、ACFA では中国のリングコライダーは議論されているのか。

山内参考人：はい、議論されている。議論されているが、計画時の成熟度という点では、ILC に比べると一段落ちるんじゃないかという認識があり、まず ACFA としても ILC の実現をまずは追及するというスタンス。中国のリングコライダーに関しては、技術開発を、国際協力をもっとしっかりやろうと、そういう姿勢。

家委員長：中国も大きいし、コミュニティーにたくさんの方がいるので、必ずしも一枚岩ではないのかもしれないが、中国が ILC に協力するという宣言の話と、一方で独自のリングコライダーの計画があるという話、その辺のところ。それから先ほど浅井参考人からは、中国と付き合うのは気を付けるというお話があったが。

浅井参考人：円形加速器の将来計画というのは、ヨーロッパの将来計画の円周 100 キロの計画と、中国が考えている 100 キロの計画というのは、もろにコンフリクトする。なので、そこが 1 点目なので、例えば中国ができれば、ヨーロッパでつくる必要がなくなるということが、やっぱり CERN としては一つ問題があるという点が 1 点目。もう一つの問題は、

これは技術移転をしてしまうと、やはり中国がまた独自の技術開発をしてしまうので、この技術移転という観点からいっても、やはり多少問題があるというので、やっぱり CERN としては将来計画の FCC を中国につくるようなことはしない、この 4 月のアムステルダム の会議で所長がそう言った。

家委員長：その話をもう少し広げると、ILC にしても何にしても、最近は全部インカインド でサプライする。そういうことと、ベストのものをつくるという意味の技術、たとえばさっき窒素ディフュージョンで超伝導加速管の性能を向上していくという研究が進んでいる という話があったが、そういうもので画期的な技術進歩があったときに、本当に各国のインカ インドサプライでそれが上手く反映されるのかどうかというのが、なかなか見えていない。

浅井参考人：これは CERN のほうは必ず技術移転する。だから、ベストなものをつくるた めに、そういう技術があったら、例えば磁石も中国が、加速器も中国が参加することになっ たが、それは CERN が開発した技術を中国に移転して、そこで中国の会社がつくったもの を納めるということになる。なので、そういう意味で必ず技術というものは、トップの技術 になるようにやる。

家委員長：そこはアメリカはどういう方針だろうか。Fermi Lab. だとか。

山内参考人：今やっているようなコストリダクションに関する R&D を続けた上で、どこか の段階でこれと決めて、それをアメリカ中、あるいは日本とヨーロッパと一緒につくる、そ ういう姿勢でいる。

家委員長：例えばさっきもご紹介あったが、インドは独自技術開発をしたいというようなこ とがあるわけで、恐らくは。

山内参考人：いや、独自とは言っていない。やはり世界最先端の超電導技術というのを共有 したい、そういう姿勢かと思う。必ずしも別にオリジナルにやりたいということはないと思 う。

米田副委員長：今加速器においては、いろいろ各国と、インドとかご協力されておられると いう話は聞いたが、検出器という非常に巨大な、ものすごい総合科学のものについては各国 協力とかいうのはあるのか。

山内参考人：ある。それも非常に活発に行われており、今 2 つの大きなグループというのが できている。1 つのグループというのは、ある意味任意団体、まだ今のところは任意団体で

はあるが、そういったグループの下で、各国の大勢の研究者が集まって、測定器の最適化を目指して今進めている。

上坂委員：加速器の開発と生産も、インターナショナルでやらないともう人材育成的にも間に合わないと思うが、その意味では中国はこの ILC には、加速器のほうは加わらないのか。

山内参考人：加わると言っている。

上坂委員：あとインドも積極的に。

山内参考人：そう。

米田副委員長：念押しだが、日本が ILC を日本メインで頑張るってやろうといったときに、中国はそれに対して協力的に投資したり、人を出したりすることが、相当な確率であるということなのか。

山内参考人：日本の政府がやるんだという方向性を示していただければ、その段階から研究者と政府の対応、あるいは政府間の対応というのが始まると思う。そこがどういう結論になるかというのは予言できないが、一部の研究者は中国政府を何とか説得して大きな貢献をしたいという強い意欲を持っているのは確か。

杉山委員：今の大きな貢献というのは、実際に何パーセントぐらいの話をされているのか。

山内参考人：数字は聞いているが、オープンのところでは申し上げられない。

杉山委員：あとは、宇宙なんかでは東アジアということで、韓国、台湾なども相当なコントリビューションをするが、そちらは全く今はないのか。

山内参考人：コラボレーションという意味では進めているが、具体的に政府との対応がどうなっているかとか、あるいは数字が出てきているという意味では、今ご紹介したインドと中国が主。

家委員長：ヨーロッパ、アメリカのパーティシペーションだが、25～26 ページ辺りを読むと、ヨーロッパの場合も **international project led by Japan** と書いてあり、日本がかなりの部分を主導してという、そうしたらパーティシペートするというふうに読めるし、アメリカの場合もさっきのようにモデストというような表現で、かなりの部分を日本がやらない

と動かないんじゃないかという印象を持つ。一方でいろいろ別の説明では、これは国際協力でやると、各国の参加者が応分の負担をすると、その辺のところは何パーセント、何パーセントという話ではないが、ちょっとその辺のニュアンスがわれわれとしては掴みかねている。非常に難しいお話だと思うが。

山内参考人：具体的に何パーセントかというのは申し上げられないが、led、リードという意味だが、やはり日本政府がまずやる方向性と言ってくればそこに乗る、という意味のリードということを、再三議論した上でこういうリードという言葉を使ってもらっている。

家委員長：そこで、第1部で提示されたスケジュール・イメージの話に戻る。予備準備期間、この間にどういうことをやるつもりで、それにどのくらいの経費がかかるのか。例えば環境調査とかなんか、そういういろんなことをやるわけで。

山内参考人：これは先ほど申し上げたとおり、233億円という数字を出している。これは4年間の数字。それで、やる内容の表をどこかで示しているこれが内容で、予算としては、これ想定だが数字。

家委員長：233億円というのは、本準備期間の話か。

山内参考人：失礼。本準備期間。

家委員長：4年間。

山内参考人：4年間の本準備期間の話、これは。

家委員長：予備準備期間には何をおやりになるのか。

山内参考人：予備準備期間というのは、まず各国との交渉というのをさせていただいて、とにかく各国で、もちろんここで幾らお金を積ませるといった話の答えにならないと思うが、大体の方向性で日本がどの程度出して、国際協力としてやるというような方向性が出る。

家委員長：各国の了解が整って本準備期間に入ったらいろいろやることは当然だが、その前に、例えば地元に対するいろんな説明とか環境調査、安全性、やるべきことはかなりあると思うが、それは今の計画では本準備期間にやるという。

山内参考人：それはサイトがどの中に決まるかだと思う。もちろんサイトが決まり次第やる

が、現在まだサイトがオフィシャルに決まっているわけではないので、それが決まり次第、それがここであればここで始めるし、ここであればここで始める。

田村幹事：ちょっと離れるが、浅井参考人にお聞きしたい。ハイルミ LHC は、日本からもコントリビューションするわけだが、それで 10 年間走るのだったか。ILC がいくとすると、そのどこかから始まる。それで、CERN とかヨーロッパは ILC にある額のコントリビューションをしてくれると期待する。一方ハイルミ LHC が走って、その後さらにアップグレードがあると思ってよろしいか。それとももう次は CLIC とかにいくのか。つまりお聞きしたいことは、ILC でお金がかかっているときに、LHC のほうもさらに今度は逆に日本からもっとコントリビューションしてくれという話があるのが自然かなと思うが。つまり高エネルギーの実験を LHC と ILC の両方の両輪で日本とヨーロッパと米国でやっていくということは、どっちにも日本はコントリビューションしなきゃいけないのかなという気もするが、その辺はどういう感じなのか。

浅井参考人：ハイルミ LHC の建設は 2026 年までなので、そこまで基本的にメインのお金は終わる。その次に何をするかというのは、今から来年度ヨーロッパアンストラテジーのアップデートで決める。次に考えているのが、FCC といわれている 1 周 100 キロのトンネルを使って加速器をつくるか、そうでなくて、今の LHC のトンネルで磁石だけ性能を 2 倍にしてエネルギーを 2 倍にするハイエナジー LHC というプロジェクトとどちらにいくかというのは、今後の LHC での物理の成果を見ながら決めていくんだらうと思う。いずれにしても 2026 年ぐらいまでにはある意味お金の一つの山は終わって、あとは運転経費はずっと必要だが、そういうのはあれで。今からお金が必要なので、今後 5 年間ぐらいで LHC のお金のピークというのは終わる。そういう意味では、これとはコンフリクトしないかなと思う。

田村幹事：コンフリクトするとなると、そのハイエナジー LHC とかが割と早く始まりそうになると、ILC が走っている頃。今から 20 年から 30 年後ぐらいに、今度はヨーロッパに日本がお金を出さなきゃいけないということもある。

浅井参考人：LHC は 2026 年から、今のところ当初の予定は 20 年間走ることになっているので。

田村幹事：20 年間、その状態で。だいぶ先になる。

浅井参考人：16 テスラの磁石をつくるのは、やはり相当大変なことなので、簡単なことではないと思う。

家委員長：LHC の運転モードについて。ILC の場合は 250GeV でやれば 250GeV 一定エネルギーでひたすらデータを溜めるということだが、LHC の場合はいろいろエネルギーを変えるのか。

浅井参考人：基本エネルギーは変えない。衝突頻度をあげる。今 13TeV で実験を行っているが 2 年後に再稼働するときは 14TeV でやってそれ以上はあげられない。

家委員長：ひたすら 14TeV でやって、もうみんなが寄ってたかってデータを分析する。

浅井参考人：というのは、14TeV でぶつけても、実は中でぶつかっているエネルギーというのはいろいろ千差万別なので、いろんなエネルギーのデータが一遍に取れるというふうに思っていたらいいかと思う。

米田副委員長：LHC の次の計画で、今、各国に費用要請は来ているのか。

浅井参考人：ハイルミ LHC に関しては、その 2026 年からのやつは、もう全部決まっている。日本以外の国は、全部もうサインアップしている。日本だけが残念ながらしていないので、今年度の概算要求に何とか入れてもらったが、もう日本だけ。先進国の中でサインしていないのは。

家委員長：日本に要求されているのはどのくらいの金額か。

浅井参考人：概算要求した額は、加速器が 30 億円で検出器が 30 億円、合わせて 60 億円。

家委員長：年間か。

浅井参考人：年間じゃなく積分。もちろんそれ以外に運用するお金が必要なので。運用というのは電気も必要で、いろんなことをしていかなきゃならない。そういうコンスタントにかかるお金は入っていないくて、実際つくるのに必要なお金。

永江委員：浅井参考人にお聞きしたい。先ほどリニアコライダーのいいところというのは、アップグレーダビリティにあるとおっしゃっていたと思う。そのアップグレードという可能性は高いと思われているのか。あるいはどのくらいの時期にそういうアップグレードが生じると考えるか。

浅井参考人：2040 年ぐらいになって、LHC と ILC の 250GeV の結果によって変わってくると思う。例えば、本当にすぐそこに超対称性があるということになったら、これは今の技

術で少しでもエネルギーを上げてやれということになるし、先ほどの絵でいうと、例えば直接は見えなかったけれども、物質の起源を考えると、20~30TeV とか 100TeV ぐらいにいったらなんか新物理がありそうだなということになったら、これは一朝一夕にはできる話ではなくて、やっぱり新しい加速技術というものの開発を行わなきゃならないので、だいぶ先の話になる。逆に何もなかったらどうなるかという、そうしたら先ほども申したが、ある意味それは大統一スケールに近づいたわけなので、そのヒッグスポテンシャルというものをきちんと調べるとい話になる。そうすると、500GeV から 1,000GeV ぐらいなので、これはまたある意味今の加速技術でできるようになる、大変だとは思いますが。本当に何が出るかというのは全く今分からない。だから楽しくて仕方ないのだが、どう転んでも分からない。なので、今の段階でいつ頃何がと言われても、申し訳がそれは答えようがない。

杉山委員：山内参考人にお伺いしたい。KEK の関わり方というのを聞いた一つの大きな理由は、ILC がやはりどれだけ経済的な貢献をするかとか、地元振興に役立つかというので、かなり大きな夢が語られているという節がどうもあるようで、地元で国際都市ができるとか、すごくたくさん外国人がそこに住むとか、日本の CERN がそこにできるというようなイメージが何となくあると思う。実際のところは、ものはインカインドでつくって海外から持ってくるか、工事はあるかもしれないが、実際に走り始めたときに、KEK の人がどのくらいそちらに動くのかということもよく分からないので、一体どういうイメージで ILC 研究所が、本格的な稼働をしたときにでき上がるのかということを知りたい。というのは、実際 SPring-8 の周りに日本のシリコンバレーができているかという、できていないということがこの間この委員会でもどなたかおっしゃっており、その ILC の研究所ができたときに、それが日本の CERN になり得るのだろうか。

山内参考人：なかなか楽しいお答えをしようと思っても難しいが、一つ言えるのは ILC だけでは多分それほど大きな都市ができるような話では私はないと思う。ただ、ILC を核にして、例えば大学を誘致するとか、そういったこともお考えになっているようなので、ILC が一つの核になるということで、地元の皆さんが夢に描いていらっしゃるようなことが近づくというのはあり得ると思うが、ILC だけでの人数だけ考えるとそれほど多くはない。しかも建設期が終わってしまって運転期になると、さらに非常にたくさんの人たちがそこに対応するわけではないと思うので、そこはかなり限定的かと思う。

杉山委員：その ILC が動いたときに、KEK はそのまま先ほどの放射光などもあるだろうが、どんなかたちで残るといイメージをお持ちか、つくばに。

山内参考人：ILC が動きだした後か。

杉山委員：はい。

山内参考人：建設期間というのは前進基地の役割を果たすと思うが、動きだした後は、一つのユーザー機関という位置付けになるんじゃないかと思う。世界中のいろんな研究所が参加してきているが、その一つであると、そういう位置付けになると思う。ただし、さっきも言ったが、かなりの部分というのは建設費も向こうに移動してしまっているということかと思う。

議題2. 今後の進め方について

- ・次回委員会は、分科会と合同で10月10日（水）に開催することとし、必要に応じて参考人ヒアリングを行うとともに、引き続き論点メモに基づき議論することとした。
- ・審議途上の議論の内容が公表されることにより、様々な影響が起きる可能性を考慮し、次回の論点メモに基づく議論については非公開とすることとした。

議題3. その他

- ・特になし

（閉会）