

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4回）
議事録（案）

日 時 : 平成30年9月11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 : 家委員長 米田副委員長 田村幹事 梶田委員 上坂委員
杉山委員（スカイプ） 永江委員 平野委員
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

資料1に基づいて、国際リニアコライダー計画の見直し案に関する論点や引き続きヒアリングで確認すべき点について議論し、出てきた懸念点等について次回委員会までに家委員長が整理し、論点メモとしてまとめることになった。

（閉会）

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 技術検証分科会（第4回）
議事録（案）

日時 : 平成30年9月13日（木）10:00～12:30
会場 : 日本学術会議 大会議室（2階）
委員会出席者 : 米田委員長 嘉門副委員長 西條幹事 家委員 望月委員 田中委員
参考人 : 道園真一郎参考人（高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設加速器第六研究系主幹）
宮原正信参考人（高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設研究支援員）
参考人随行者 : 高エネルギー加速器研究機構
山本明氏（加速器研究施設・名誉教授） 早野仁司氏（加速器研究施設・教授） 照沼信浩氏（加速器研究施設・教授） 横谷馨氏（加速器研究施設・名誉教授） 藤井恵介氏（素粒子原子核研究所・教授） 山下了氏（ILC 推進準備室・客員教授） 若林賢一氏（施設企画課長） 五味田将氏（国際企画課・課長）
事務局 : 犬塚参事官ほか

【公開審議】

議題1. 参考人ヒアリング

道園参考人から、ビームダンプ等についての追加説明が行われ、次のとおり意見交換が行われた。

家委員：ビームアポートシステムの400キロワットダンプというのはどういう方式のダンプなのか。

道園参考人：これはカーボンでXFELと同じタイプだったと思う。

家委員：緊急停止した場合には、アポートダンプにどれだけのビームが行くのか。

道園参考人：130個のバンチが来る。

家委員：緊急停止信号は12.5マイクロ秒で到達するということが、そのアポートシステムでビームをキックするレスポンスタイムは？

道園参考人：信号の到達は、大体マイクロセカンド。アボートシステムは KEKB の場合だとマイクロ秒オーダー。

家委員：アボートはマグネットで曲げるということか。

道園参考人：マグネットである。

参考人随行者：パルスキッカーと呼ばれているもので、ナノ秒、早いものはナノ秒の応答。

道園参考人：いわゆるここで取り出しを行っているのと似たような感じ。ビームの取り出しを行う。

家委員：そこが作動しないという可能性は。

道園参考人：このアボートシステムがということか。そうすると、どうなるかという、ここから取り出された 130 個ぐらいのバンチが、全部ビームダンプに行く恐れがあるということ。

家委員：全部行くわけか。そのときは沸騰が起こるということか。

道園参考人：それは水の部分の確か下流 2 メートルぐらいのところでは沸騰が起きるが、その場合は沸騰が起こったところはビームが通り抜けていくので、後ろのほうに、後ろのほうにといわゆる熱くなる場所が下がっていくという、そういうことになる。

家委員：ビームダンプ室に関して、この間セカンドダンプという話があったが、それはその設計にはまだ入っていないということか。

道園参考人：ここの中には入っていない。

家委員：どうやるのか。

参考人随行者：この左側のところにつくられる予定を、つくられることを想定して、必要なシールド類、後から追加できないシールド類は初めから用意される、そういうイメージ。

家委員：その局所シールドと書いてあるその黒い部分をもっと広くするという、そういうことか。

参考人随行者：そのとおり。

家委員：窓交換システムというのはどういうふうにするのか。

道園参考人：これはちょっとまだ詳細設計はできていない。

家委員：どうやるのか、私には想像もつかないが。

道園参考人：窓交換は、基本的には水を抜く。真空の部分で、どう設計するか。

家委員：その10気圧と真空の間のパッキングはどうなっているのか。

道園参考人：これはメタルシール。

家委員：それを全部ロボットで交換すると。

道園参考人：ということになる。ちょっと補足説明として、ビームダンプの沸騰の話だが、恐らくこれはまだ循環水に関しては73度なので、50バンチの話はこちらの場合。だから、まだ多分かなり余裕があると思う。つまり、150バンチとしても沸騰しない。

家委員：そこは理解した。それからもう一つ、液体ヘリウムは全部でどのくらい使うのか。

道園参考人：液体ヘリウムの量のことか。

家委員：はい。

道園参考人：この後ろにある。確か80トンぐらいだったと思う。

参考人随行者：そこに記述してある量としては正味50トン。

道園参考人：50トン。

参考人随行者：ただ実際、当然のことながら運用するときは、それに20%以上余裕を持って備蓄はしており、正味使うのは50トンぐらい。

道園参考人：23 ページのところに書いている。LHC が 136 トンで、500GeV のときが 84 トン使う予定で、250 のときは 50 トン程度使う。

家委員：全電源喪失のときに、それはガス量としては大変なものになると思うが。

参考人随行者：それは相当検討しており、3 日間で全体を地上で回収しきるという設計をしている。TDR のときはまだそこまで考えが十分に至っていなかったが、電源全喪失ということを想定して、そうするともう必ず蒸発はすぐに始まる。これは止められないので、それは地上にある回収圧縮機、ガスタンクを用いて回収・備蓄する設計となっている。

家委員：地上に回収、ガスタンクを全部それでやると。

参考人随行者：そう。電源も、非常電源もそこに、地上にあって、そのすぐ横にいわゆる回収圧縮機とっているが、吸い上げたヘリウムガスを圧縮して、20 気圧のタンクに全部を入れていくという作業を 3 日間でできるという計算をしている。

田中委員：非常に分かりやすい説明ありがたい。家委員の質問に関連したことからスタートするが、400 キロワットのダンプでは、ダンピングリングと同じような取り出しの方式で行われるというふうに聞こえたが、そういう理解でよろしいか。

参考人随行者：早い応答が必要な場合はそういうのがあるが、時間的に間に合うものであれば。

田中委員：早野さんが今ちょっと首を傾げたように見えたが。

参考人随行者：ダンピングリングのキッカーはナノセカンドで立ち上がる非常に早いものだが、ここに使うのはもうちょっとトロイダルコア、コイルの何十ナノセカンド、例えば 60 ナノから 80 ナノセカンドの立ち上がりのパルスマグネットが使える。

田中委員：マグネットなのか、RF キッカーではなくて。

参考人随行者：マグネット。これは ATF。実績があるもの。

田中委員：そういう意味では違うものか。

参考人随行者：違う。

田中委員：分かった。質問は幾つかある。あそこにたまたま温度が出ているが、先ほどから温度が 110 度とか言われていたが、それは平均温度と理解してよろしいか。

道園参考人：循環水は最高温度。一番高いところ。

田中委員：最高温度というのが、ボリュームが熱量に対して均一に上がったという理解、そういうことか。

道園参考人：ビームがエネルギーを一番落とすところは 2 メーターぐらいだったか、2 メーターぐらいのところで、そこで一番温度が上がる。

参考人随行者：シャワーマックスの場所。

道園参考人：115 度のご質問についてだが、115 度はビーム窓の表面の一番高いところである。

田中委員：表面の温度。

参考人随行者：そう。ビーム窓のビームの密度が一番上がる場所。回転しているが、水平に動くところは密度が上がるため、その温度になる。

田中委員：自分で定量的に計算はしていないが、この通常に比べたら空間分布がシャープな電子ビームが水の中に入ると、そこで一気に気化が起こると思う、局所的に。そんなに熱の伝達というのは大きくないから、持ち込む非常に高密度のエネルギーがローカルに解放されると、水は液体のままじゃなくて多分気体になるはず、瞬間的に。

参考人随行者：最大の場所はシャワーマックスで、水の中に入ってから 2 メーターぐらい先。だから、入ったときのサイズよりずっと大きくなっている。そこら辺の温度が最大になる。だから、沸騰が起きる最初の場所はその辺り。

田中委員：だから高密度のところでは、水の温度はほとんど上がらないということか。

参考人随行者：入り口でのロスはずっと少ない。中に入って、シャワーが一番広がったところ辺り。

田中委員：それが 110 度と言われた。

参考人随行者：それはビームの窓、チタンの窓の温度で、ビームの中の水の温度はここには 73 度。

田中委員：それは本当にビームがワーッと通過した一番コアのところの温度が 73 度にしなければならないと。

参考人随行者：そういうこと。それが以前の TDR のときには 155 度だった。そのために、これが十分沸騰しないためには 10 気圧が必要だという、そういう勘定。

田中委員：そうすると、局所的に蒸発が起きて、それがつぶれるというような、そういう現象は絶対起きないのか。

参考人随行者：そういう勘定。

田中委員：本当か。

参考人随行者：シミュレーション上はそうなっていて、それでなおかつなぜ水かというところが、そこに一つの要因があると思うが。要するに密度が高くないので、逆に言うと全体に分散されていく。

田中委員：それはエネルギーデポジットが大きくないから。

参考人随行者：そういうこと。だから分散してくれて、ある距離の中でいくので、どこかでピッと立ってしまうことが少ない。それが多分水ターゲットの場合の一つの利点だと思う。

田中委員：だけど、これ多分同じ論文を読まれていると思うが、ペーパーで出ているところの流体力学的な解析では、衝撃波が出るというような記述を確か読んだ記憶があるが。

参考人随行者：それは。

田中委員：パラメーターが違うということか。

参考人随行者：そう。幸いにして、TDR のときは、いわゆる 500GeV じゃなくて 1TeV ま

でいった場合のことを想定して設計がされているのに対して、ILC250 の場合はその 4 分の 1。だから状態はかなり緩和されていて、少なくとも ILC250 と同じ設計を取る限りにおいては、そういった状態は起きないというのが今の検討。

田中委員：今のお答えは、4 分の 1 に減ったので、そういうような物理現象はたまたまうまく回避できるようなパラメーターになっているという理解なのか、本当に。

参考人随行者：1TeV の計算のときも、それは耐えられるという評価になっていたはず。250 になって。

田中委員：何が耐えられるということか。

参考人随行者：今おっしゃられた沸騰衝撃波。衝撃波も計算されていたので、それで問題ないということになっている、応力的に。

田中委員：いやいや、そのときは衝撃波が実際に発生すると。確か、キャビテーション的なことがダンプの中で起きるという前提でいろいろ計算されていた。

参考人随行者：キャビテーションを防ぐために。

田中委員：キャビテーションの意味は、蒸発した蒸気がつぶれるということ。蒸発したものが圧力で。そうしたら衝撃波が、大きさは別として発生する。だけど、先ほどの説明だと、パワーが小さくなったので、そういう現象は一切起きなくなったと聞こえたが、それは本当なのか。起きるけれども安全なのか、それとも本当にそういう現象は起きないのか。

参考人随行者：多分正確には、余裕度がずっと増えたというのがより正しい答えじゃないかと思う。10 気圧にして 155 度という温度である限りにおいて、やっぱりこれは蒸発しない。だけど 180 度ぐらいになると蒸発するという状態が見えてくるので、そういった計算はされていて、この計算の中でそれがどの部分を議論されていたか私も分からない。

田中委員：それと、どういうコードでどうやってメッシュを切って計算したのかは知らないが、一般的には、時間的にゆっくりした、平均化されたようなものだったならば、既存のコードでもかなり正確に計算できると思うが、これは入熱のエネルギー密度が高くて、極短時間で起きる現象だから、どの程度の精度でそもそも最大の温度だとか、先ほど言ったように急激な蒸発が起きてつぶれるという現象を予測できるのか、その辺の信頼性というか、その辺はどうなのかなというものが、自分で計算していないから分からないが。

参考人随行者：それは本当に詰めなきやいけない大切なご指摘だと理解している。一方でそういうことを防ぐために、どうしたらそれを防げるかということが、いろんな角度から検討されていて、そのためにはいわゆるペンシルビームをぐるぐる回してそれが集中しないようにすることとか、いろんなことが考えられている。じゃあペンシルビームが止まったらどうするのかということに対しては、いわゆるペンシルビームを描くための早くパルス的な、AC であるとマグネットを 2 重化、3 重化していくことによって、一気に絶対止まらない。マグネットはインダクタンスがあるので、ビームの触が止まるできないということ。そういったことも含めて、全体としては 10 気圧にしておけば 1TeV の場合でもそれでもまだ大丈夫である。今度の場合はもし 10 気圧にすればさらに 3 倍の余裕度が出るわけだが、そこまで行うことによって 10 気圧の場合はそれなりにまた圧力が高いということに対するリスクも増えるから、3 気圧でも十分にいけるという計算結果が現在では出ている。ただ、現在私たちができることというのは、予算も限られている中で、シミュレーションでしっかりとスタディーをすることが現在できることで、これを本当に実験的に実証する必要があるといった場合において、当然みんなそう思っているわけだが、それは準備期間というものを与えていただいた中で実証していかなければいけない課題というようにご指摘いただけると大変ありがたいと思う。

田中委員：今の話も大変よく分かる。一方で、この話をしつこく聞いている理由というのは、道園参考人の説明の前提にあるのは、ステンレスのところでは放射化したものは、基本的に水に溶解しない。だから 1 次冷却水の放射化物はトリチウムだけというようなことが前提になっている。そこで何回も繰り返し聞いている。というのは、そういう理想的な状況が起きれば、もちろん素晴らしいことだが、実際いろいろ経験してみると、現実がそんなきれいな状態で済むのかなというのがまずある。基本的には、ステンレスが放射化し、例えば衝撃波とかでちょっとずつ、それが SS (Suspended Solid) として削り取られ、冷却水の中に拡散する可能性もあれば、物理化学的な反応も窓のところで起こり得る。窓の内面のところでは、水と金属、それから放射線が比較的高い温度で共存し、それから水蒸気もある。そこで化学反応が起きて、金属がイオンとして溶出する可能性もあるので、ダンプの水がトリチウムだけできれいだというのは、もともとのシステムデザインの前提としてどうなのかと思ってそのところを聞いている。

道園参考人：ご指摘ありがたい。一つ前に戻って、ビームダンプの設計については、後ろの 31 ページ、32 ページ、34 ページのところにもある。恐らくこの辺でどういうコードを使ってどういうふうになっているかというのは、そこでも見ていただけたと思うが、一応時間構造も込みでシミュレーションをやっている。不純物がどれ位入ったらというのは、確か SLAC で聞いたときに不純物の話も確かあったと思うが、シミュレーションの中には

十分に多分取り込めない部分もあるかもしれない。それについては貴重なご意見として引き続き検討させていただきたい。

田中委員：もう一つ。バルブを何重かに多重化して、万が一のときに備えるというプランを示されているが、お聞きしたかったのは、どういうタイミングでバルブを閉められるのか。窓に異常があったということは、漏水センサーが真空度のモニターで検知して、それでその後 100 マイクロセックぐらいだったか。

道園参考人：100 ミリ秒。

田中委員：100 ミリか。

道園参考人：100 ミリで閉める。

田中委員：じゃあもう基本的にはビームが全部止まった後で閉めるということか。

道園参考人：はい。というか、大体 100 ミリ秒ぐらいのものじゃないと、物理的に閉めるのは困難だと思う。

田中委員：それだったら。全てだからビームとかが後ろから来るとかいうことの可能性もない条件になって閉める。

道園参考人：そんなに早くは閉まらない。

田中委員：そんな早く閉めるということではない。

道園参考人：はい。

米田委員長：この間の北海道のブラックアウトのように全電源が一気になくなったときに、モニターで検知するのも電気が要るので、全電源が突然喪失して、しかも何かの誤動作が発生して、ビーム窓が壊れたときはどうなるのか。

道園参考人：電源が止まるとどうなるかという、まずほとんどのものはダンピングリングにとどまっている。それから少しずつ取り出すわけだが、まず取り出せなくなる。全部電源が止まったときには、まずここで曲がることもできなくなる。考えるべきは、ここからここまで来ているビームバンチが大体 130 個ぐらいあるわけだが、そのエネルギーがど

ここに行くかなんだが、一部はビームダンプに行くとは思いますが、あとは電源がなくなった場合は、非常に大きなエネルギーじゃないと思う。もし予備電源なんかちゃんと入れて動くとしたら、ここに曲がるわけだが、最悪の場合はこの部分のエネルギーが加速器の中でどこかにぶつかる。多くは恐らくはここ 5GeV のエネルギーだが、5GeV のエネルギーを持っているこの、まずこのラインとかこのライン、こういったところで曲がらないといけないところで多分落ちてしまうと思う。

参考人随行者：今おっしゃられたように、今の赤い色で書かれた部分というのは、エネルギーが 5GeV の状態なので、例えば既存の加速器でやっているビームのレベルということで、そんなに大きなダンプが必要だというわけではない。問題は、メインライナックで加速されたビームのほうがいままでに捨てられるかということで、停電になっても一瞬で全部がなくなるというよりは、わずかな数十マイクロ秒だと思うが、その間の磁場はまだだいたいある状態かと思う。いろんなところでアポートシステムがあって、先ほどの真空遮断のほうの話もあるが、安全システムにおいては電気で遮断するというよりも、例えば圧縮した空気がもう既にそこにためられていて、停電と同時にそれで作動する。あるいは機械的なバネで停電と同時に作動する。そういうものが安全装置としてあるため、停電でバルブが動かなくなるとか、そういうことはない。

嘉門副委員長：14 ページ、加速器土木ということでご説明いただいたが、赤だけ説明されて、それ以外は説明なかった。これは土木と書いてあるが、建設時の検討ということか。それとも運営、稼働も含めてか。

道園参考人：カテゴリーが、完全に適切な分類になっているかどうかだが、この中には、例えば地震対策ということは、運転時とも、10 番のところは、地震対策というのは運転時の話も入っており、9 番の常時微動も同じ。8 番の設置精度というのはインストールするときの話で、確かにいわゆる土木本体だけではなく、いろんなものも入っている。

嘉門副委員長：これはコストも含めて整理が悪い。結局建設コストは運営時にはかかるわけではないので、やはりそれぞれの整備の段階ごとに明示してほしい。また、このリスクもどういうリスクがあってどういう対応をするのか。こういうふうにとまとめてもらえると、全体を精査するのに分かりやすい。混乱してこれだと、例えば 1 だが。

道園参考人：確かに 1 番が運転中の話。

嘉門副委員長：運転中の話でもあるし、つくっているときもこういう問題もあるかもしれない。

道園参考人：ここをなぜここに入れたかという、停電は施設設備のところに関わるものだったので、最初運転という項目も入れようと思っていたが、むしろ予算の切り口で分けたほうが分かりやすいと思ってこういう切り口にしている。

嘉門副委員長：予算でも、これが運転中だということにすると、その停電時の対策、これで例えばビームラインが稼働しているときには、人が空洞側の中にはいないはず。

道園参考人：いない。

嘉門副委員長：ところが、やっぱりこういう設備の点検だとか故障とかいうときには、必ず人が立ち入るし、ビームダンプはもちろんオートマチックでロボットでやるとしても、それを操作しなきゃいけない、地上からは多分無理。そうすると、そういう担当者がこのアクセストンネル、大体 5 キロごとに設置されているが、歩いて行くということになるのか。やっぱりある程度車か何かを使うのか。

道園参考人：自転車なのか、動くものか、そういうものを使うということか。

嘉門副委員長：そういうものを使わなきゃならないとすると、この停電のときに、そういう人が簡単に逃げられない。だから、そういうリスクについても停電のときの対応が絶対必要なので、それも含めてそういう実際を想定したリスクをもうちょっと積み上げていく必要があるのではないかというのが感想。

今日は時間がないので、詳しく細部の資料を全部見て了解するというわけにはいかないが、そういう意味でこの土木ということになってくると、ものをつくらないといけないので、それに工事を始めるための準備のリスク、橋が重量物を運んだら落下してしまうというリスク等を想定する必要がある。それともう一つ、ここに出ているトンネル形状の余裕がないということにつける。空きスペースを考えてもこれまでの説明されている図は LHC と比べて余裕があるという。LHC も厳しいところでやっている。ILC は少し余裕があるということなんだろうが、直線であるということが LHC とは根本的に違う。十分には地質状況が分からない岩盤を真っすぐ 20 キロもつくるということは極めて難しい。トンネルで両方から掘削を始めて、ぶつからなかったというのは、昔笑い話であるが現実にある。最近測量精度が上がってきているが、岩盤の状況によっては、当初のレーザービームで焦点を合わせていった先がずれるということ、あるいははずらざるを得ないということが発生するので、この直線かつ水平トンネルだということに対する余裕というのは、どの程度見込んでいるのか。実は掘ってみないと分からないところがあるので、それをどう見込むかというのはなかなか難しい。この余裕という意味では、先ほどの人の運営時の安全性、

逃げるスペースとか機器とかの分も含めて、やっぱり余裕はかなり必要じゃないかなというのが私の感想。

道園参考人：まず避難のことについては、基本的には停電時は LHC と同じことが検討できると思い、LHC を参考にはしているが、規模的にも多分アクセスの間隔は同じぐらいなので、そういったことを参考にしてやりたいと思う。

それからトンネルについての貴重なご意見はありがたい。一応私今日は KEK と LCC と両方の立場で話はしており、分けけとしては KEK はいわゆるサンプルサイドというモデル地区はあまり考慮しないということで、一方で LCC の下では AAA とか東北の方が現地調査をやっていて、今回補助資料も付いているが、さらに現地調査を進めていって、掘ってみないと分からないというご指摘だが、そういったことも並行して進めないといけないと思う。

参考人随行者：嘉門委員のご指摘は大変重要なポイントだと思うが、私のほうから一点だけ補足説明させていただく。ILC というのはご指摘のとおり直線性が厳しく求められるため、2 点が決まると、衝突点が決まってトンネルのラインが決まると、もうおのずと厳しい制限がある。従って、サイトの選定にあたっては、事前に極めて厳しい条件を付して最良の選択をする、そういうことが既に行われているということが一点。もう一つは、最近目まぐるしく土木工学、トンネル工学が進展して、施工中の前方探査技術、トンネルを掘進し始めてからも、常時前方の地質を探査しながら、適切な工法、あるいは予測をして設計、工法の変更、補強技術を検討する、そういう技術は目まぐるしく進展している。そういう技術を適用することによって、当初しっかりと設計がなされた上で、決められたコースを正確に掘進するということは可能だというふうに土木学会、トンネル業界からもそういう声をいただいている。

嘉門副委員長：技術は 20 年ぐらい前と比べたら飛躍的に進歩している。ところが、対象とする岩盤は掘ってみないと分からない。ここが問題。土木工事で問題が起こって値段が上がるのは、大体地盤のミスジャッジが主因。地盤の調査に失敗することで、30%ぐらい建設コストが上がったりするため、そのところについてはやはり余裕を持った設計が必要。

道園参考人：事前の調査が非常に重要だというご指摘ありがたい。それから一点、LHC の場合のお話があったが、基本的には丸の場合も直線の場合も、同じところを通らないといけないというのは基本的には一緒。いわゆるビームラインを通すという意味では、いわゆるこういう形にできるというわけではないので、ちょっと勉強させていただきたい。

田中委員：道園参考人に教えていただき、どんなコードかというのが 32 ページに出ている。ANSYS を使われているということで理解した。これは熱解析や構造解析が行えるかなり汎用的なコードである。実は ANSYS はわれわれでもフォトンビームアブソーバーの熱解析に使用している。われわれのケースでは非常にシャープなフォトンビームがアブソーバー、われわれの場合は、グリッドコップだとか銅だとかの金属に入ってくる状況の熱解析に使っている。非常にエネルギー密度が高くて空間的にもシャープ、時間的にも短パルスという問題設定に対して、もちろん解いて答えは出るのだが、本当にこれがどの程度正しいのかというのがわれわれの中では議論になっている。われわれは最終的には実証するというをやっている。なので、ANSYS で解いてこうだから絶対大丈夫というのは、それはちょっとどうかというふうに思う。

道園参考人：結局のところどれだけの余裕度を持たせるかというところにたどり着くんだと思うが、貴重なご意見ありがたい。

田中委員：はい。一応使っているコードだったので、コメントさせていただいた。

家委員：私も物性屋として、非常にローカルで非平衡な状況だろうと思う。それを温度で書けるかどうかというのはすごく疑問。

道園参考人：われわれが今回載せているのは、われわれのところで追試というか、もともと SLAC のほうで書いた論文のパラメーターをわれわれで別途独立に追試したもの。ご指摘ちょっと勉強させていただく。

望月委員：非常に単純な質問で大変恐縮だが、ビームダンプについて、実際につくる前に、計算どおりにいっているかどうかというのを確認する手段、あるいは地域の方々にお示しする手段というのはあるのか。それとも実際につくってみないと、動かしてみないと分からないということなのだろうか。そこをお教え願えればと。

道園参考人：非常に申し訳ないが、かなり難しいと思う。というのは、同じようなビームのエネルギー、これだと 2.6 メガワットだが、2.6 メガワットのビームを実際に投入するというようなことは現実的には難しい。ただ、例えば前少しコメントがあったのは、例えば個体に関する熱負荷であれば、レーザービームとかそういったもので熱を与えてみてはどうかという、そういうコメントをいただいたことはあるが、実際にビームダンプとして水の温度上昇とかそういったものをリアルに評価するというのは、残念ながらビーム負荷として難しいと思っている。

望月委員：そうすると、運転を始めた後ということなのだろうが、そういう疑問点とかよく分からない点を実際に計測するとか、そういうことは考えているのか。これはビームダンプだけではなくて、いろいろあると思うが。

道園参考人：一応機器ができてインストールした後は、コミッショニング期間といって1年間の期間がある。これは機器調整の期間。恐らく今までの他の加速器もそうだが、先ほどパルス構造を申し上げたが、1秒間に5回、5ヘルツで1,300個のビームバンチがあると申し上げたが、一番最初は少しずつビームを入れてやる。そのときにももちろんいろんなところに、センサーというか、ビームだとビームモニターがあったり、放射線だったら放射線モニターがあるが、そこの中の値を見ながら、最初からこの1,300個のバンチがドカッと来るわけじゃなくて、少しずつ増やしていく。だから最初のデューティーとしては1,300バンチのうちの1個しかバンチを通さないという時間がかなりの時間あって、そのときに他のところの放射線レベルが、要するに1,000分の1の状態、そういったかたちでどういうことが起きるのか、ビームダンプについてももちろん測れるところはどうか。デューティーが低い間は当然中に入ることができると思うので、それも含めていわゆる機器の評価時間、そういった時間を最初の1年間取っており、その間にいろいろ調査しながら運転に持っていくということになると思う。

望月委員：調査の方法とか、調査の機器とか、そういうものはもう既にあるのか。

道園参考人：恐らくこれまでの経験だと、例えば放射線をモニターするところはいろいろモニター機器は置かれると思う。それから、いわゆる通常の加速器のモニター用のものをそのまま使うというのが通常。

望月委員：ビームダンプの中の水の気化についてはどうか。

道園参考人：ビームダンプの中を直接のぞくことは難しい。ただ局所的な温度を何らかのかたちで測るとか、そういったことはできるのではないかと思う。ただ、それが数字に現れているか。

参考人随行者：例えばアメリカ等々水ダンプをやっている、水ダンプじゃなくても循環水システムとしてやっている機械設備側のほうで圧力、温度、それから成分等々のモニターは通常されているため、同じようにそれは入れる、それを見ながらビーム強度を上げていくということになるんだと思う。

道園参考人：一番最初は、例えば1,000分の1ぐらいのビームパワーになる。

望月委員：モニターというのを実際ビームダンプの中に入れるのか。どうやるのか。

参考人随行者：ビームダンプの中には多分入れないと思う。ビームダンプそのものは構造的にとにかくシンプル、強度があるものにしたいと思う。それから放射線でセンサー類がダメージを受けるということは十分考えられるため、なるべくそういうものはないという状態が望ましいだろうと。

望月委員：そうすると、結局のところ実際に実運用というか、所定のエネルギーまで達して、そのときに実際何が起こるかというのを見ないと、残念ながら分からないということか。

参考人随行者：はい。一つは、これも道園参考人の方から以前話があったかと思うが、プロトタイプとして約3分の1強度のものがアメリカで動いていた。そこからさらに3倍上がったときはどうか、という話だと思うが、まず3分の1のところレベルからはスタートできるであろうと。その先のビームを上げながら、やはり学んでいくということになるんだと思う。安全上担保しながら上げていくという、そういうお答えしか今はできないと思う。

望月委員：そういう意味では、今まであるものと違うものをいろんなところでやらなければいけないことになるから、そういうところでどういうチェックをして、場合によったらもう一回やり直しのような話も出てくるかと思うが。そんなものとして何と何があるかというのを整理しておかないといけないと思う。

道園参考人：おっしゃるとおり、ご指摘のとおりだと思う。一番注意しないといけないのは、ご指摘のとおりビームダンプの部分、あともう一つ陽電子源だと思う。

米田委員長：さっきの質問の仕方が悪かったと反省している。聞いたかったのは、大地震が起こったときに、例えば北海道では、苫東厚真発電所は安全装置が作動する前にハードである設備が壊れ、それでブラックアウトにつながったと聞いている。私が聞いたかったのは、地震という衝撃によってビームダンプの窓が壊れるとか、そこに何らかの不具合が生じて、同時にブラックアウトしたときはどうなるのかということ。

道園参考人：簡単なお質問ではない。複合の場合どうなるかということだろう。恐らくこの一番早いところにそれを入れられるかどうか分からないが、通常の場合だとバルブは「開く」で遮断されるため、停電した段階で多分バルブは全部閉まるようになると思う。

ビームも止まる。閉まってしまえば、万が一ここに穴が開いたとしても、最初の時点で水が止まるかどうか分からないが、どこかのところでは止まるということになる。なので、ビームダンプからの漏れはどこかで遮断できるというふうに考えている。

停電については、非常に簡単なお説明が難しいが、基本のご理解いただきたいのは、施設として確かに今までの経験から、例えば真空が漏れたとか、そういった事象はあるが、いわゆる冷却をし続けないと重大な事故につながるとか、そういったことは加速器ではない。イメージとしては私が、これは個人的な考えだが、むしろ似ているなあと思うのは、例えば半導体製造の工場がある。あれは規模としては多分 2,000~3,000 億だと 1 年間にそれぐらい投じると聞いている。あそこでもやはりナノメートルサイズのものをつくらないといけないとか、クリーンな環境にしないといけないとかいう話があるが、そういったところで地震による被害が起きる、その似たようなことは加速器でも想定せざるを得ないと思う。

西條幹事：14 ペーの環境アセスメントのところ。2 番目のところだが、地域の自主努力として環境調査が実施されており、というふうに書いているが、ぱっと読んでみると結構投げやりな感じがして、環境アセスメントはいつ、どこで、誰がやるのかということに関する質問がしたい。

道園参考人：候補地域でやっているアセスメント。

参考人随行者：地域でやっていることじゃなくて、実際のときにどういう主体でやるのか。

道園参考人：そういうご質問か。

西條幹事：いや、ここの中身の説明をしてほしい。だから、地域に自主努力として環境調査が実施されており、と書いてあるが、じゃあどんな情報を与えて彼らが環境調査にあたっているのか。

参考人随行者：地元のほうとは一体でチームとしては一緒にやっている。高エネ加速器研究機構は地元から要請をされたらそれに対してサポートするという立場で動いている。実際には一緒にやっているが、この間の分科会するときにもご説明したあの一連の調査項目、あれをまず共有して、それを県にお渡しして、県とそれからあと大学が中心になって、特に県が地元では予備環境調査、いわゆる準備段階の調査、例えばイヌワシとかそういうものの 1 年分の観測とか、動植物とか、それから規制区域とか、そういう調査というのをやっているというところ。

西條幹事：ステークホルダー以外の方、第三者が入っての環境アセスメントはやっていないのか。

参考人随行者：そこまではやっていない。

参考人随行者：西條委員の質問に的確にお答えするとすれば、この環境アセスメントの実施主体は、このプロジェクト側にある。地域ではなくて、このプロジェクト、建設プロジェクトを執行する事業者が責任をもって環境アセスをやる、これは間違いなく基本的なスタンス。

西條幹事：じゃあ第三者は含めない。

参考人随行者：いや、もちろん環境アセスメントの評価の中に第三者、学識経験者の評価は当然入ってくる、それが環境アセスだと思う。

道園参考人：そういう意味では、予備的ないわゆる本準備期間のところでアセスメントをやるが、それについてはまだ完全に詰まっていないところもあると思うので、ご指摘いただければ。

西條幹事：この書き方だと、普通の皆さんが読むと、えらい投げやりだなあと誤って思うので、ちゃんと書いたほうが良いと思う。

参考人随行者：一言だけ。私たちの立場として書かなければいけなかった点は、また国として **KEK** ないしはその母体がやるということをまだ許されていない。国としてはまだ公式には決めてないという立場のため、自主的にしていただいたことに対して大変感謝している。そういう状態の意味がこの自主というところにある。決して投げやりということではない。

道園参考人：読む方にちょっと誤解を与えるようなことは、それは申し訳ない。

参考人随行者：最後に一つだけ、資料をわざわざ分けて今回ご提出させていただいている。それも実はそういう立場上の問題があつて、あくまで主体はどちらと切り分けながらやっているために、この資料が2つに分かれているという、そういう事情がある。

田中委員：ちょっと不勉強で、最近説明を受けて理解したのだが、超電導加速システムでも、コンディショニングが結構必要だということ。私は常伝導と違ってそれはほとんど

必要ないと誤解していた。超電導空洞内面は、非常にきれいなクリーンな表面で、わざわざコンタミがないようにしているので、コンディショニングは不必要かと思っていたが、それが書物によると、コンディショニング時はそれなりに放電があり、徐々にパワーを入れていかなきゃいけないような話が載っていた。そのときの 1 台当たり、1 台当たりというのは、クライオモジュールの空洞のユニット当たり、間違っているかもしれないが、1 ナノアンペアと言う結構大きなチャージが放電から出るようなことになっているようで、それでお聞きしたい。もちろん超伝導状態が定常状態ということで、そこに最終的に行くというのは分かるが、途中過程は、コミッショニングのときは放電により X 線がそれなりに発生する、そういう前提か。間違っていればそれは違うと言っていただければいいと思うが。コンディショニング時に、例えばトンネルの周りの地下水のモニタリングみたいなことをやりながら運転する必要があると予想して、コミッショニングが比較的複雑になるなど思ったが、そんなことはないのか。

道園参考人：超伝導の空洞に関しては、程度問題だと思うが、私は常伝導も超伝導も両方やっていたが、新しい加速管やる時には常伝導だと多分 1 カ月単位が必要。超伝導で STF とか ERL とかやっている感じだと、1 日でかなり上がる。もちろんコンディショニングは必要で、例えば今回の場合だと、モジュールをある程度見ておけば、暗電流が出るものも多分分かると思う。ただ、ご指摘のとおり、暗電流が大きいということは、それなりの対策をしないとイケないのと、運転電界を下げるとか、多分上がるところには行くが、超伝導の場合はそこから先上がるのは多分難しいんだと思う。コンディショニング効果で少しずつ電界が上がっていくというのはなかなか厳しいんじゃないかと思っていて。そのときに、この空洞をどこの電界まで動かしてあげるかという見極めは、多分やらないとイケない。ただし、恐らく時間がかかる制限は全体のシステムの中で超伝導は数が多いから時間がかかるかということ、多分そういうことはなくて、他の例えば電子源とかそういったところのいわゆる一部の常伝導のところ、そこが多分私の経験だと時間がかかるのではないかと。ただ、ご指摘のとおり、暗電流とか放射線のモニターというのは、そのコミッショニングの期間にちゃんとやって、いわゆる放射線のレベルは基準を十分下回る、そういった工夫をやらないとイケないというのはご指摘のとおり。

参考人随行者：ちょっと補足。一つは、私たち大変感謝しているが、欧州の XFEL 計画で順調にそういったことが全部練習されて、私たちにとっては大変貴重な順調に上がっていくというありがたいデータがある。それからもう一つ、放射線がコンディショニング中に出ていく問題だが、幸いにして出るべきところは非常にはっきりしていて、もちろん暗電流で加速されるのは加速管のところだが、非常に口径が大きいため、そこはかなり素通りしてしまって、一定（約 50m）間隔で置いてある 4 極磁石のところではそれがぶつかるということは非常によく分かっている。だから、そのところをモニターしておく、それが

異常であったかどうかということが分かるということで対処できる。やり方について、対処の仕方についてはある程度分かっているというふうに理解されていると思う。

田中委員：今の説明だと、いずれにしても、トンネルの中の放射線、X線の発生量とかをモニターしてコントロールして、コミッショニングのときにちゃんと管理してやるということか。

道園参考人：そうである。

参考人随行者：経験的にもどこを見ておけばいいかということはかなり理解が進んでいるので、それに従って行っていくことで、過剰なことが起きないことを見ながらチューニングしていくという対応ができるんじゃないかと思う。

家委員：ちょっと別なことだが、加速器の最終部分というのは本当に幾何学的な直線か。ということは、重力的には真ん中が一番低い。だから地下水がもし出たときに、放っておけば真ん中にたまる。その長期電源喪失になったときに、その対策はどういうふうにやっておられるかということと、LHCではどうやっておられるのかということをお聞きしたい。

参考人随行者：一つは、特に真ん中に水が、本当の異常時に対しても集まっていくということのスタディーは、きょう参考資料に、地域のほうで出していただいた中にかなりきちっと書いているので、そちらのほうを参照いただける、私たちは感謝しているわけだが、参照いただけると。それからLHCの場合は、基本的にはくみ上げにポンプを2重3重にしていくことで、全停電のことが起きたときにも、一定の貯留槽は地下に必要なが、一定の期間後には必ず持ち上げられるというのが、過去30年ぐらいもうそのトンネルが動いているかと思うが、そこでその実証ということしか私たちは言えないが、実績はある。

家委員：トンネルより低いところに貯留槽があって、そこにためて、というかたちか。

参考人随行者：基本的には、全停電があったときにも、全停電が復帰するまでの間、下にたまっていたとして、まず非常電源で動かすが、今までCERNで本当に完全に止まったことがあるのは丸1日だと思う。その期間においてはそこにたまるものがあったとしても、その間にトンネルの地下というか、地下部分でいいわけだが、そこに貯留槽があって、そこから非常電源によるポンプによって持ち上げる。1日ぐらいのそういったことがあったとしても、実際加速器をつくったときに、どのくらい水が出るか、それから加速器のトンネルでどのくらい排水できるかということが見えているわけだから、ゼロということは決してないわけで、十分にその分については貯留槽にためた後、1日後であれば上に持ち上

げることができることで問題がないということが分かっている。

家委員：想定されている候補地でどのくらい地下水が出るかというのは分からないのでお聞きするが、大体数日ぐらいは電源喪失しても大丈夫だという想定か。

参考人随行者：今、このレポートの中にあるが、3日間というのが想定されていて、これは東北の大震災があったときに、どれだけ停電したかということが、後になってきちんとしたデータとして出てきており、それがここにも載せていただいている。そういうことで、3日間の間は止まっていたとしてもためていて、その後放流できるということが分かる。

望月委員：資料の2の中で、湧水があった時に、サービストンネルのほうには水が入ったとしてもビームトンネルのほうには入らないようにする、というように書かれているが、それは実際にどうやってやるのか。

参考人随行者：東北の方々と協議を深めさせていただいているが、まずビームトンネルのほうと若干の床面の高さを変えておくことによって、まず第一に防ぐことができる。それから、当然サービストンネルとビームトンネルの間には、いろんな行き来ができるような通路が、放射線上は遮蔽しているが、それでも隙間があるところはあるが、高さを変えておくことができれば、まだ具体的な数値は決定していない状態だが、20センチ30センチというかたちで変えてあげると、実際に現在の計算によると、30センチ程度以上には水位は上がらない。これは今までのいろんな山岳地帯でのトンネルの出水という実績の一番高いところを取った状態でそれ以上上がらないというのがあり、もしサービストンネル側の床レベルが30センチ程度低ければ、ビーム側には入らないように工事できる。

それから、もう一つは、先ほど言い損ねたが、最終的にこの山岳地帯のこのトンネルの場合に、実験室の下から下流の川に向かって自然排水をすることもできるというオプションがある。ただこれはやはりお金がかかることのため、現在は本当に候補地が固定された段階でそれを取るべきかどうか、その投資をすべきかどうかということは判断されるべきことなので、現在はオプションというかたちで書いている。それがどの程度かということも書いていただいているため、そういったことで全体として決して水没しない、それから必ず中央実験室のほうに向かって水が流れていってバランスが取れるというふうに検討結果がなっている。きょう幸いその資料を出していただけたので、そこを見ていただくとかなり分かると思う。

望月委員：もう一つ、今と同じ資料で、4ページのところに表があり、非常対応方針というところの注記のところに、入り口の水門で対処可と書いてあって、引用というのが18ページだと思うが、私には該当する記述が見つからなかった。水門についてはどこに書い

であるのか。

参考人随行者：まとめのほうに書いてあり、本文のほうに、東北の方々との連携で、記述が抜けていたところがあったので、大変失礼した。水門というのは、必ず斜面に、坑口、地上から入る口ができるため、そういうところを選定することができる。、そういうところを取ることによって、そこにきちっとした門をつくってあげれば、大量な水が想定されても、そこには入らないで、なおかつ斜面なのでそこから水が流れていくというのが趣旨。本文のほうはちょっと追いついていなかったかと思う。

望月参考人：だから表のところだけ書いてあるということか。

参考人随行者：そこは失礼した。

望月委員：記述が無いことは分かった。

嘉門副委員長：今資料 2 の話が出たが、16 ページのトンネル断面は、これは 500GeV の ILC の場合で、今の議論をやっている 250GeV ではないのか。

参考人随行者：ここの文章を読んでもいただければと思うが、検討は随分前からやられており、500GeV 相当のときの詳細検討を、今回はスケールダウンすれば十分に適用できると考えている。それから一つだけ、さっきの水の推定量について、全国のトンネルの中でも最大級と言ったが、そうじゃなくて花崗岩地帯での平均値を取っている。ただこの当該地域はそれよりも降水量とか地下水の出水が通常少ないところなので、その平均値を使っておけば最大の見込みに近いだろうと、そういうことでその数値を使って計算とかをやっているということ。

【非公開審議】

議題 2. 論点や引き続きヒアリング等で確認すべき点について

資料 3 に基づいて、国際リニアコライダー計画の見直し案に関する論点や引き続きヒアリングで確認すべき点について議論し、出てきた懸念点等について次回の合同会議までに家委員が整理し、論点メモとしてまとめることになった。

(閉会)

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（案）

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 2000fb^{-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^{-1} という目標があるが、要するにルミノシティが上らなかつたり、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お話し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。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いう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च्छゃると思う。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、もしつくととなると、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、ならびに必要なとされる土地取得、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て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に残念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のであれば、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ないかということ、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ところ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たと思うが、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、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、学术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）

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（案）

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がないときに、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く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く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 くらいまでに、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てことになる。

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く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だから、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 倍しか良くなならない。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が、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いい。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、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... というのは、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で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ます。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がされているのか。

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も決まるかだと思う。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、どちら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ふ話になる。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、地元振興に役立つとかいうので、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こと、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ふ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）

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 技術検証分科会（第6回）
議事録（案）

日 時 : 平成30年10月2日（火）10:00～13:00
会 場 : 日本学術会議 大会議室（2階）
委員会出席者 : 米田委員長 嘉門副委員長 中静幹事 家委員 望月委員 田中委員
参考人 : 道園真一郎参考人（高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設加速器第六研究系主幹）
参考人随行者 : 高エネルギー加速器研究機構
山本明氏（加速器研究施設・名誉教授） 早野仁司氏（加速器研究施設・教授） 照沼信浩氏（加速器研究施設・教授） 横谷馨氏（加速器研究施設・名誉教授） 宮原正信氏（加速器研究施設・研究支援員） 藤井恵介氏（素粒子原子核研究所・教授） 山下了氏（ILC 推進準備室・客員教授） 若林賢一氏（施設企画課長） 奥木敏行氏（加速器研究施設・准教授）
事務局 : 犬塚参事官ほか

議題1. 参考人ヒアリング

道園参考人より、前回9月18日（火）の合同会議において示された論点メモ（案）を踏まえて、追加の説明が行われた。

まず、資料1「論点メモについての回答」及び資料2「ILC 準備・アクションプラン」について説明が行われ、次のとおり意見交換が行われた。

嘉門副委員長：大変（詳しい）追加のご説明、データをいただいて、だいぶ中身が具体的に理解できた。サイトが以前から特定しないということで経過していたが、今回は申請側としては北上に統一というか、限定してご説明いただいたということで、技術的な話、土木系の技術の話とコスト算定と準備スケジュールの話の3点について全部聞いてよろしいか。

米田委員長：はい。

嘉門副委員長：まず最初、資料1-1で土木系の話では技術的な話で、トンネルアクセスの最適化で話があった。それで、山林開発の規模は比較的小さいという話になっているが、もう1つ輸送経路、まずアクセス準備のための経費が私はもっとかかるんじゃないかと前から申し上げているが、加速器が今回では一番大型だというご説明があった。これが70ト

ン未満だということで、それはそれかもしれないが、大型ダンプというのは私の理解では10トンダンプトラックだが、この70トンというのは相当大型のトレーラーで運ばないといけないということだろう。

それで、先ほど北上のエリアに、この図だが、港に陸揚げされたものがこの地道を運ばれるわけで、これは高速道路でも何でもなし。これで運べるということなんだけれども、多分道全体を占有して、他の車を一切通さずに行くということになると思うが、日本の場合は橋もあり、こんな大型車が通れるのかと疑問である。

それと、この前も測定器が2基、1万5,000トンと1万トンであるので、それをユニット化して運ぶと言う説明であったが、70トンぐらいのユニットにしたって、これまたざっと換算しても4,000個ぐらいのユニットになってしまう。これを運ばないといけない。そういうことだと、結局道路の構造設計からしても相当補強しないと、こんなものを運べない。だから、それをあまりイージーに考え過ぎているのじゃないか。高速道路でも相当舗装が傷むというふうには考えないといけないので、やっぱりここはきちっと考えないといけないんじゃないかなと思う。日本の田舎道だから。これは多分市町村道じゃないかと思う。

道園参考人：これは国道だったと思う。

嘉門副委員長：国道なのか。

参考人随行者：補足よろしいか。

嘉門副委員長：国道でも、道路の等級や道路構造設計なんかによってだいぶ違うと思うが、これはみんな4車線ぐらいの道か。こんな所にそんな国道があるのか。

参考人随行者：2ないし4車線と言ってよろしいかと思うが。

嘉門副委員長：4車線あるとは到底思えない。

参考人随行者：2車線の所もあるかと思うが。一応私自身が調査したわけじゃないので、東北の方々のご努力なので、それを引用させていただくことしかできないが、プロの運送の専門の方々と共に踏破して、一応そのの方々のご意見も聞いて、可能であるというご意見をいただいた。

嘉門副委員長：70トンのトレーラーが走行できると。

参考人随行者：ええ、一応。

嘉門副委員長：そうか。

参考人随行者：例えばこの 70 トンのものは、私の場合はこの 70 トンについては詳しく分かるが、全体で約 50 基ないしは 60 基ぐらいになるが、例えば 2 日にいっぺん夜中に通ったとして数カ月で行くようなことなので、何日も全面的に道を封鎖するとかということではなく、計画的に運んでいくことは一応可能だとは思う。

嘉門副委員長：それでも 60 基というのは、どういう理解か。

参考人随行者：例えば、このタンクが 1 カ所のアクセスポイントの所に 6 ないし 12 基と考えているので、それが 4 カ所あることから出る。これは分割することができない、ないしは現場で組み立てると大変な溶接作業となるので、やはり運んだほうが賢いということになると思う。だから、ご指摘のとおりで、計画的にきちんと運ばなければいけない、時間もかけて運ばなければいけないということは本当に確かで、嘉門副委員長のご指摘を受けて、さらに検討しなければいけないと思う。

嘉門副委員長：それでいけるといえるが、60 基かける 70 トンで 4,200 トンにしかならない。また、峠を越えて行かないといけないような個所もある。

参考人随行者：嘉門副委員長のご指摘はまさに正しく、実は橋の重量制限がちょっときつい所があって、現状では若干不安が残ると。ただ、これが実際に実現する段階までには実はそこは補修の対象になっているので、橋については改修されるのではないかという予想は立てている。ただ、全てそういうのもやはり確実にしてという意味で、嘉門副委員長のご指摘は全くその通り。

それとあと測定器についてご質問があったが、測定器は実は単体の部品で運ばれる時点はもっともっと細かいもの。現地の研究所で組み立てられ、地表で組み立てられ、それが 5 分の 1 とか 7 分の 1 の大きなパーツになって下にドンと入れる。だから、搬送の間は、測定器要素は実は細かいということ。

嘉門副委員長：何万ユニットかに分けて搬入されるのか。

参考人随行者：そう。むしろ 100 カ国からばらばらのものがたくさんになって運ばれる。ただ、加速器の部品はこの大きなもの。CERN でまさに大きなものをたくさん運んでいるが、CERN も特殊なトレーラーでゆっくり運ぶということをやった。

参考人随行者：これは全く同じ大きさのものになる。

嘉門副委員長：そうか。

参考人随行者：実績がある。

嘉門副委員長：それと地質の件の説明で、この地域の花こう岩帯をうまく選定されているという理解でいいと思う。これで岩盤が良ければ問題ないと思うが、ただ岩盤強度が、それぞれ違うので、やっぱり岩盤層の境界部分は大変だと思う。また、有害性の件については、花こう岩の場合で最近ではセレンの含有が指摘されている。さらに、必ず出ると予想されるものとしてフッ素がある。そういう意味では、フルオライトが花こう岩には含有されることが多いので、フッ素の含有量が大丈夫かどうかということについてはきちっと検討しておかないといけないだろう。ヒ素や鉛はあまり出てこないかもしれないが、この地域は鉱山が 10 キロ範囲の中に結構な数あった。だから、鉱山の種類によって、含有重金属類の何が含まれるかが変わってくると思う。

道園参考人：おっしゃるとおりで、これはまだ予備準備期間でボーリングを 6 本やったところなので、いろいろ本格的な調査をやらないと分からないところはあると思う。

嘉門副委員長：やらないと分からないだろう。

道園参考人：現状ではこうだということを一応ご説明したところ。

嘉門副委員長：だから、基準の元素としてやはりフッ素とセレンぐらいはやっておけば。

道園参考人：フッ素とセレンか。

嘉門副委員長：セレン。もうこれぐらいにしておくか。

米田委員長：ご質問のある方。では、家委員。

家委員：今のに関連して、一番重いヘリウムタンクだが、数カ所に分散して設置するのか。

参考人随行者：大きく 4 カ所。アクセスポイントという所に、この資料に出てきたが、そこにまとめて置く形になる。

家委員：さっきの搬送で出てきた。

参考人随行者：ここ。今の道園参考人が出した、この地下の坑口から地上に出てきた所。今現在で中央ポイント以外で4カ所ある。そこに大きなものは今の現状では6基だが、将来的には12基ということも想定して検討が進んでいる状態で、そこがすぐ道路の近くにあるという条件が、幸いにしていろんなアクセスポイントの検討の中から選ばれてきているので運べるということ。先ほども申し上げたように、このタンク自体は私たちが長い間協力しているCERNでも何十基という形で使われていて、これがやはり運ばれてきて設置されているという実績がある。いただいたご指導をよく生かし、さらに検討を深めていきたいと思う。

家委員：質問は、さっきの地図のピンクの道路が1カ所にしかアクセスしていなかったというのがあったので、質問したのだが。

参考人随行者：はい。基本的には4メートル強なので、2車線道路があると、もちろん規制は必要かもしれないが、ちゃんと運んでいけるという状態が言えるということ。

家委員：その地図で言うと、4カ所というのは大体どんな感じなのか。

参考人随行者：先ほどの前の地図でいいのではないかと。この地図でいい。それとも、比較をしているもう1つのあれかな。これとあれを重ねて見ていただくと。

家委員：これは距離は。

参考人随行者：大体横に数百メートル。

家委員：これが20キロ。

参考人随行者：今の赤く書いたうちの半分ぐらいということ。

参考人随行者：ただ、家委員のご質問にお答えすると、各々の坑口への搬送路に関して輸送会社と一緒にきちっと全部調査したということは、まだ行っていません。中央の部分について行っている。

米田委員長：これでいくと、どの道路に沿ってどこから入っていくのか。

道園参考人：出発地は。

米田委員長：トンネルに入っていく。

家委員：それはアクセスが幾つかあるのだろう。

参考人随行者：細かい地図としては、私たちがあまりこういう場で示すものがないのだが、基本的にはその地点まで行って、そこに道路があって、4メートルのもの。もちろん場所によって若干の改修が必要であろうということは想定されるので、今断言はできない。ただし、道路があるという所までは一応現地に赴いてチェックしている。

道園参考人：トンネルの搬入口というのは、アクセストンネルという所に相当する。地上に出ているのは、大ざっぱに言うところの5カ所になる。その5カ所については、既存の道路に割と隣接した場所が選べるということが分かっている。ここから先はアクセストンネルというトンネルを使って加速器のトンネルの中に行く。アクセストンネルの長さが例えばAT-10という所だと、これは1,500メートルある。1,500メートルあって、このトンネルに来る。そういう形になる。

参考人随行者：最大重量物は地上だけなので、地下には入らない。

道園参考人：そういう意味では、そう。ヘリウムの大きなタンクは地上のもの。

米田委員長：はい。では、望月委員。

望月委員：実際に運用した後の話だが、湧水を日量3万トンでカウントしているというお話があったが、それはどう考えたらいいのか。加速器などが入っている本体部分があって、1.5メートルのコンクリート壁があってという構造になっているが、加速器が入っている所にも水は入ると理解すればいいのか。

道園参考人：いや。加速器のトンネルの内側に入ってくるというものではない。

望月委員：この3万トンというのは、どういう意味の3万トンか。

道園参考人：トンネルの外側の防水シートからトンネルに沿って水が回ってくる。

望月委員：トンネルの中には一切入らないという。

道園参考人：そうである。そういう考え方。

望月委員：そういう前提か。それはなかなかきついものがあるので、普通のトンネルとはだいぶ違うということは土木の皆さんは分かっているのだろうか。

参考人随行者：もう一度トンネルのクロスセクションの絵を出していただいてもいいか。万が一ということを考えなければいけないというご指摘をいただいている、そのことについてはさらに検討をさせていただいて、加速器のビームが通る所には本当に入らないようにする。ないしは、片側の半分については、そこに水が入って、そこに吸収することが可能な万が一の設計はしておくところまでは検討している。だから、かまぼこ型の、この絵で言うと真ん中に半透明の壁があるが、右側のほうは 1 メーターの黄色い筒が見えている。これは加速モジュールというものだが、こちらには入らないように万全の体制を取る。左側のほうは RF の電源等があり、こちらのほうについては水が入っても放射化の問題がほとんどないので、こちらについては万が一の場合、そこを水路として使って中央実験室のほうに水を導くこともできるということが検討されているということ。

望月委員：万が一の話と通常の話とがごちゃごちゃになっているのかもしれないが、以前に、停電した場合で、かつ非常用電源がない場合にどのくらいで水がいっぱいになるかとかいうようなお話もされていたので、あれはトンネルの中に水が入ってくる話だなと思って聞いた。

参考人随行者：基本的には放射化の問題についても慎重でなければならないので、ビーム側というのは放射化された水であるという扱いを、たとえ電子加速器であって放射化が少なかったとしても完全にコントロールして、排水する前にその水を必ず全量ちゃんとチェックしていこうというコンセプトがある。一方、こちらのほうの RF 電源側のほうについては、放射化の問題はほとんどないので、モニターしながら流すにしても、この 2 つについては考え方を分けておくことが適切であろうと。

本当に万が一の場合に完全に停電して、なおかつ、漏れがあった場合、万が一だが、加速器側については完全にためて全部チェックをして安全を確認してから自然排水するという手が今もあり、左側については前回の時に本当に非常の場合の東北でのご検討を紹介させていただいているが、水平路に水が数十センチたまって、それが自然流として中央実験室のほうに流れていってもいいようなところまでは想定されているということなので、混乱がないように整理されている。

嘉門副委員長：この図は概念図とか標準断面なので、周辺の山から来る湧水、地下水等を、

トンネルの空間の中に入ってきた水の処理と明確に区別して書いてもらいたい。これは例えば工法概念図だが、その図の中の茶色い部分は何か。

参考人随行者：右側の丸くなっている所か。

嘉門副委員長：一番上の。

参考人随行者：上側の今矢印がある所の水が。

嘉門副委員長：矢印の説明が欠けている茶色い部分が理解できない。

参考人随行者：それがちょうど水の水路として、左側下の絵で水色で矢印をされている所に相当するものということ。

嘉門副委員長：空間ではないのか。

参考人随行者：空間ではない。

嘉門副委員長：このような概念図は理解できない。地山というのは緩んだ薄い緑色の部分だろう。あそこに吹き付けコンクリートを打って、ロックボルトを打つ。その間の防水シートとそこ間の茶色い部分というのは理解できない。

参考人随行者：この絵も実は私自身が興味があつていろいろ調べた時に、この色が付いた図の所を見たが、これはある建設メーカーの方が「覆工コンクリートを打つ前の表面を平らにする追加工事をやると性能が上がる」というときの絵で、その茶色い部分は新たに表面をさらに滑らかにしたというのを示す絵だった。だから、今嘉門副委員長が言われたように、吹き付けコンクリートと茶色い部分のコンクリートは本来普通の工事だったら一緒のもので、さらに平らにして、その先で防水シートをして覆工コンクリートを付けているという、あるメーカーさんのやり方の絵。

嘉門副委員長：やり方か。何か説明が消えているのだろう。何か非常に不明朗だなというふうに思ったが、そういうものか。これは掘削断面の整地用にわざわざやるという、概念図にしてもちょっと何かおかしいような図だが。それで、左下の図では外の流れのものはこれで取るということだが、トンネル空間の内側に漏れてくる水の処理の図というのはやっぱりきちんと考えておかないといけない。このメインライナックのエリアと RF の電源のエリアの部分で水の影響が全然違うはず。だから、絶対漏れたらいけないラインと、少々

排水しても処理対応するというラインとは性能が違う。その部分の水処理の絵というのはここに全くないので、そこをきちっとしていただきたい。

道園参考人：一番水が多い部分というのが湧水の所なので、それを書いてあるが。

嘉門副委員長：それは外側。

道園参考人：はい、外側。内側については、いわゆる通常の加速器だと、どれぐらいの量かによるが、水路があって、回収するドレインがあってということになっているので、多分それと同じようなことをここでは使うことになると思う。

嘉門副委員長：しかし、メインライナックの所には絶対入れないという発想で行かないといけないんじゃないかと思う。

道園参考人：いや、絶対に入れないということじゃなくて、そこから出たものはきちんと管理するということが重要だということ。

嘉門副委員長：管理して排水さえすればいいということで、出ないという訳ではないということか。

道園参考人：放射能のモニターをちゃんとやるということ。加速器の場合は、そうになっている。

嘉門副委員長：そうか。

望月委員：1つ前に「恒常的湧水量の比較事例」というので表があったが、これは普通はトンネルの中に出てきた水を拾うが、そうではなくて、さっきの外側の水を拾っている例なのか。中に入ってくる水を普通は排水するが、そうではないのか。トンネルの中にはなくて、どちらか。

参考人随行者：よろしいか。3万トンというような想定をしたのは当然自然のほうなので、トンネルの中に入ってくるものは、ある一定量がゼロということは絶対ないので、それは少量でも必ずコントロールしてやる。

望月委員：今 ILC の話をしているのではなくて、この例に上がっているものは。

参考人随行者：外ということ。工事中に出たやつ。

望月委員：「恒常的な湧水量」という所。

参考人随行者：はい。

望月委員：工事中ではなくて恒常的な湧水量として上げてあるのが、トンネルの中に入ってくる水ではなくて、外の水を拾っているのか。どうやって拾っているのだろう。

参考人随行者：私のほうから説明する。ここに出ている JR のトンネルで外も内もなく、トンネルの中に入ってくる水を排水しているので、この表はご指摘のとおり、トンネルの中に入ってきたということ。

望月委員：トンネルの中にある水を出すのは当たり前だから、混乱している。これを参考にしても意味がないかもしれない。これは中に入っている水。

参考人随行者：もう 1 つ付け加えさせていただく。先ほど断面があったが、1 メートル四方の断面の排水トレンチがトンネルの軸線方向に計画されている。建設する。そこに入ってくる水は、今望月委員がご指摘になった JR のトンネルなんかで言う、トンネルの中に入ってくる水ということ。矛盾はしていない。先ほどの図面に嘉門副委員長がおっしゃったように、トンネルの中に染み出してくる水を記入していないのは、実は以前同じ断面図に放射線管理排水と地下水と一緒に記載した。その区分が非常に分かりにくいというご指摘が実は文科省の有識者会議でも随分議論になり、あえてこの図面に、「放射線の管理排水といわゆる一般の地下水、湧水とは別物」ということが前提にあったものだから、適切かどうか、不正確ではあるが、管理排水については別途放射線の管理排水ということで、トンネルの中に染み出してきた水とか、あるいは冷却水のパイプから漏れてきた水、そういうものは別途管理されるということを明確に区分するためにこういう図になっている。

望月委員：だとすると、それについての管理基準というか、どのくらいの量までならいいとかという数字はどこにあるのか。この 3 万というのは外側の話だというお話なので、中に入ってくるのは一体どのくらいならいいんだというのはいくらか数字があるのか。

参考人随行者：それは本当に最終的に準備段階で、どこにトンネルが造れるかということも含めて、詰めなければいけないということで重々によくご指摘のことが分かる。一方で、山からどれだけの水が降ってくるかというのが、大前提に皆さんの共通な項目としてあると。それがこの数字。それがどれだけ漏れるかというのは、まさにトンネルをどういうふ

うに設計できるかということによって、その時の技術によって、会社の方々のご判断も入れて最終的に定まると思うが、少なくとも言えることはオーダーが違うはず。

そこまでしか今は言えないかもしれないが、そういったようなものについては必ず全部の量をいったんタンクにためて検査をしてから排水するというので、もしそれが予想を超えた場合というのは当然のことながら、タンクを大きくしなければいけない。停電のことを考えて何日間の分はためていなければいけないと、そういったことを全部詳細に検討していく必要があるというのはよく理解しているので、その辺について今後の準備段階での検討だというふうにご指摘いただくと大変ありがたく思う。

望月委員：指摘させていただくが、ゼネコンの皆さんは気楽に考えているので、特殊性が全然分かっていない。そのあたりの情報のやりとりがなされていないということに非常に危惧している。

あと2つだけ。運用している時だが、1つは立坑。立坑の上に屋根などはどうなっているのという点が1つ。

それから2つ目が、本体が入っている所、トンネルの中は1.5メートルの壁など一生懸命考えておられるが、アクセストンネルから本体にいろいろ機材を入れるわけで、本体とは接続されているが、接続部分はそのままオープンなのか、どうなっているのかを教えてください。

参考人随行者：一番良いのはCERNの例ということで、先ほどCERNのサイトの絵が道園参考人の説明であったと思うが、ポイント4の絵、必ず建物がある。立坑の上には非常に強固な建物がある。そこで雨水は完全にシャットアウトされる。ないしは、その周りにもし本当に水が想定される場合は、水路を造る。斜面の絵。最初のほうの3ページ目か、今日の第1番目の資料のほうの3番目ぐらいにあるみたい。

望月委員：上屋があるということか。

参考人随行者：はい。上屋は必ずある。突然空間からトンネルに入るといような坑口はどこもない。斜坑の場合においても、そこの中で荷下ろしをして、それから専用のトンネルに入れてあるのをさらに積み替えてから行くという作業が全部あるのと、全部チェックをするという作業があるので、かなり綿密な建物がある。

望月委員：すごくよく分かった。アクセストンネルと本体の所はどうか。

参考人随行者：それは、当然だがある。

道園参考人：後で安全のところを最後お話しする時に、アクセストンネルとサービストンネルの絵は出てくる。

参考人随行者：望月委員、今の点については明快に回答できる。アクセストンネルは吹き付けコンクリートでフィニッシュ。ライニングコンクリートはない。いわゆる加速器トンネルとアクセストンネルは仕上げの工程が全く違うので。

望月委員：そうじゃなくて。

参考人随行者：つなぎは完全に水がメイントンネルと同じような形で漏えいがないようなきちっとした、かなりしっかりとした部屋になるので、これは道園参考人の説明のほうにもう1回出てくる。

望月委員：いやいや、私がうまく説明できなかつたかもしれない。造る時は、アクセストンネルを通じて例えばさっきの70トンの加速器とかを入れるか。

道園参考人：70トンは入らない。あれは地上。

望月委員：地上か。何か他のものをいろいろ入れたりするだろう。造る時はアクセストンネルと本体のトンネルとはつうつうで入れるように当然なっているか。実際にこれから本当に動かすぞという時は、アクセストンネルと本体トンネルとのつなぎの部分、その所はどういう処理をされるのか。

参考人随行者：必ず入れなければいけないので開口部が必要。ただし、ビームが出る時は放射線遮蔽（しゃへい）ができなければいけないので、かなりがっちりとした扉が、回転ドアのような形だが、閉まるようになっていて、それで遮蔽されるようになっている。インターロックも当然ながらある。

望月委員：1.5メートルで壁を造るので、その程度のものなのか。どんなものなのかのイメージはあるか。

参考人随行者：アクセスの所の絵があるんじゃないか。

道園参考人：アクセスはない。

参考人随行者：実際に1.5メートル相当の扉がきちっとあるというふうに考えていただいて

もいいと思う。1.5 メーターというのは、今すぐ私は言えないが。

道園参考人：ビーム運転中はいわゆる加速器トンネルとサービストンネルには人は入らないが、アクセストンネルは放射線作業従事者は入れるような形になる。なので、放射線的に人が入っても安全な程度の十分な厚みのシールドが間に入る。

望月委員：では、当然開けたり閉めたり。

参考人随行者：ええ。リモートでスライドになるか回転ドアにするかという考え方がまだあるが、いずれにしてもきちんとした放射線遮蔽等ができる扉が付く。

田中委員：先ほどの道園参考人の話の確認だが、加速器の収納部——先ほどから放射化しているものがあるので、そこには水をなるべく入れないという、加速管が設置されているエリア——、そちらに先ほど「水が入ったとしても、それを管理して放出すればよい」という発言をされたが、私の理解では基本的にはあそこはクローズにするというのが大原則。中に入ってくるということは外に出て行くことも可能だろう。中だけに入って外に出ないなんていう、そういう一方通行というのは基本的にあり得ない。双方通行なので、加速器のトンネルの中は床にウォータープルーフの分厚いペイントをするのが普通である。それは中の水を外に出さないということだと私は理解している。基本的には完全にクローズされたトンネルになっているべきで、いくら山岳トンネルの中に造るとはいえ、加速器設置部分に水が外から入ってくるというような仕様は基本的には閉じ込めが原則の加速器収納部の条件に合致していないと思う。

道園参考人：例えば J-PARC にしても KEKB の入射器にしても、染み出て水が出てくるが、それはきちんと管理している。

田中委員：水が染み出てくるという状況は見たことがないが。

道園参考人：要するに、地下水とか雨が降った時には入ってくる。それはトンネルの中でちゃんと。

田中委員：トンネルの中に入ってくるのか。

道園参考人：それはきちんとした捨てる場所があって、そこの中のレベルをよく管理する。

田中委員：でも、その話は、逆にそこにある放射化物が、例えば水でもいいが、冷却水も

同じような管理だから、それが例えば漏水した時に外に出るということだろう。

道園参考人：自動的には出ない。だから、ちゃんと管理したところで。

田中委員：だって、染み出てくるのは。

参考人随行者：ちょっと助けてもよろしいか。

田中委員：いや、助けるとかいうか、ちょっと意味が分からなかった。管理されていないということではないのか。

参考人随行者：いや、管理されている。どんな場合においても加速器であれば、特にこのメインライナックの場合はむしろ冷却水はほとんどないので、より他の加速器に比べると容易だと思うが、通常の加速器は電磁石があって冷却水があるので、それが破裂して床に水が漏れるということは想定しなければいけない。想定して、では、それはどうするのか。出せないということではいけないので、必ず水路がある。外から染み込んでこなかったとしても、中から湧き出ることあり得るので、それは両側に水路を持っていて、ある所では必ずそれをためて、そのためのタンクの中の放射線のレベルを管理して、安全であればそこからポンプで出すなり自然排水するなりということは考えておかなければいけないこと。

田中委員：全くその話は同意する。それはどこの施設でもやっていることで、そこまではいい。ただ、今私が指摘したいのは、今のは全く正常の手続きだが、先ほど言われたように、自分たちで出した水ではなくて外側から水が自然と染み出てくるというお話をされたということは、今言った管理が完全にはできないということ。なぜかという、外から入ってくる経路があるということをおっしゃっている。違うか。

参考人随行者：だから、床はより強固な止水というか、水を止めることはできると思うが。

田中委員：いやいや、話をちゃんと聞いて、私の言っていることに答えていただきたい。今道園参考人が言われた話は、中にこぼれた水をちゃんとマスに受けて、チェックして外に出す。これは普通。そのときには、ここのコンテナがちゃんとしたシールド性あって、そういうことが担保できて、今言った管理ができる。そのような手続きをやっている間に、並行して外に水が染み出したときに、いくらここの所のマスの中を管理していると言っても、管理されない水が外に出る。だから、それは普通許されない。そうならないようにちゃんと補修するなり、ペイントをするなりしてウォータープルーフにする事が鉄

則。ILC のトンネルはそういう条件がなくてもいいということなのか。

参考人随行者：そうじゃなくて、お伝えしたかったことは、例えば私たちが「設計上は万が一でも漏れないトンネルを造る設計をする」と申し上げたとしても、「でも、万が一漏れることもあるだろう」というご指摘は当然一方である。だから、例えばどんなトンネルでも経年変化等でひびが入って、そこがもしかしてわずかにぽつぽつとでも染み出してくることはある。そういったものがあつたとしても、それは例えば磁石のほうから漏れたような水と同じようにして管理された水として、下流のほうできちんと管理していくということで、オーダーは全然違うが、万が一ということは考えておくべきということ。

田中委員：トラブルとか劣化でそういうことがあつたら、それは修理すべきである。基本的な考え方として、加速器のトンネルの中に外から水も入ってこないし、基本的に中の水も外に漏れないということによろしいか。

参考人随行者：そうである。特にビームが通るほうは、そういう設計が基本になっている。

田中委員：だから、そういう意味では、それを前提に ILC も基本設計にそういう概念を反映させるべきだし、現設計でもそうなっているということによろしいか。

参考人随行者：今そうなっている。

家委員：今日お話を伺って考え方は分かった。防水シートの外側の水はそれで処理するとして、中にじわじわと湧き出す水が、オーダーはもちろん違ってくるのは結構だが、そのオーダーが 1,000 分の 1 とかそのぐらいならいいんだが、それは現地の状況によるかと思う。そこに書いてほしいのは、中にわずかでも染み込むことを一応想定しているなら、それに対してどこにドレインを付けてどこで管理してということをそこに、前に指摘されて過去は書いたということだが、やっぱりわれわれとしては知りたい。

それと、トンネルの内側の右側の加速管がある側はより条件を厳しくして、左側は場合によってはそのまま流してもいいという想定か。その辺のところの設計と、それから外側の今排水トレンチと書いてある所と防水シートがどういうふうな関係になっているのかというのは、ちょっと見ただけでは分からない。それと、左側の所は高周波加速のクライスト論が設置されるが、その湿度コントロールは水が湧き出しているでも大丈夫なのかが。全体を空調するという前提か。

道園参考人：空調。

参考人随行者：完全空調。

家委員：完全空調か。

道園参考人：ええ。

嘉門副委員長：この前の図で、この水の流れはその湧水の水の処理か？その次の図の左下のこの流れも外の水の流れの排水トレンチなので、RFの電源の部分の中に漏れてきた水の処理は今どこにも説明されていない。

参考人随行者：前回、万が一の場合の非常時の対応策というのを東北のほうで検討いただいたものがあつた。その資料の中のもの、恐縮だが、このトレンチの絵ではなくて、非常時の場合というのはRF側のトンネルにあふれてしまった場合を想定した本当の万が一の場合の検討だったのだが、その2つの絵が明確に識別してご説明できていなかった点が申し訳なかったと思っている。

参考人随行者：嘉門副委員長がおっしゃっているのは、よく分かる。この排水トレンチというのはポンプアップしながらずっと運んでいく。いわゆる湧水を運んでいくものなので、そこが停電時にあふれちゃうからというのは先ほどの話。では、本当に内側に染み込んだやつが図がないじゃないかという、まさにそれはご指摘のとおりだと思う。全くそのとおり。

家委員：ちょっとしつこく聞いているのは、この委員会をやっている間に一般の方からもいろいろご意見が寄せられて、やっぱり放射化物の問題はものすごくセンシティブで、そういうことに対するご心配というものはあるので、そこはぜひ理解していただければと思う。

中静幹事：地上アクセス施設というのは大体面積的には総面積でどのぐらいになるのか。

道園参考人：地上アクセス施設の総面積はどれぐらいかな。

家委員：体育館ぐらいか。

道園参考人：いや、それなりの大きいものだと思う。

中静幹事：イメージ図だと非常に小さい。

参考人随行者：1キロは行かないかもしれないが、100メートル・100メートルでは決してなくて、これからまだ詰めなければいけないが、先ほどのLHCの所の絵というのは1つの参考になると思う。

中静幹事：6ページのイメージ図はものすごく小さいが、このイメージで面積を考えていると、とても小さい感じ。

参考人随行者：地上の各アクセスポイントのエリアの面積としては、現在2ヘクタールぐらいが必要というふうに想定されている。これは工事用地も含めての話。この絵は最終的な施設、加速器施設としての地上施設のエリアを示していて、サイト開発とというか、アクセスステーションとしての建設工事も含めた用地面積としては各ポイントで2万平米ぐらいの用地が必要と想定している。

中静幹事：そうすると、全体で10ヘクタールぐらいということか。

参考人随行者：はい。そんなところ。

中静幹事：そのときに例えば自然に優しい配慮をするというのは、具体的にはどういうことを想定されているか。僕は基本的な方針を何度かお聞きしているが、いつもあまりお答えいただけていないので。

参考人随行者：一番今現在で分かりやすいのは、CERNのLHC計画における斜面の所にあるサイトで、これがジュラ山という1,000メートル級の山だが、その所から裾の所——富士山の裾野のような場所だけれども、ここを見ていただくと斜面とほとんど同列な状態が分かるかと思う。そして、こちらのほうに来ると、50メートル近くカットした状態があり、まさにこういう状態になっている。これはポンチ絵で大変申し訳ないが、こんなに大きなものではないのだけれども、こういった建物群が全部こういう斜面の中に埋もれてしまう。

これは造ったばかりの時の写真だが、現在はここに4メートルから5メートル、場合によっては10メートルの木が周りにあり、完全に中の施設は周りからはもう溶け込んでしまって見えないという状態が1つ。それから、この斜面に造っていることをうまく利用して、例えば水が来てもそれが自然に排水されていくということと、それから、特にさらに周囲を深く取って場所を選ぶことによって、ここは斜めに来てからガーンといったん谷のようになっている場所だが、この部分に大型の空調のチラーと言っているものをここに埋め込んでしまっていて、ここからここは大体距離が500メートルぐらい。そういうふうなこともすることによって、周辺のこういった所に住んでいる今の方々がこの施設をほとんど感

じない、自然に溶け込んだ環境をつくることができる。それから、騒音的にも非常に守られたというか、出にくい状態をつくっている。ちなみに、この横にあるのはゴルフ場だが、そういったスケールだというふうに考えていただけると分かるかと思う。ここにある小さい建物が、幅が 10 から 15 メーターぐらい、長さが 30 メーターぐらいの建物があり、この部分に現在これがここには写っていないが、タンクがこのように写っていた。この場合において、大体こちらが 50 メーター、こちらが 70 メーターぐらいの敷地の場合のできるどころ。

中静幹事：例えば 6 ページのイメージなんていうのは、背景の樹木の樹高が多分 15 メーターぐらいと考えると、約 15m×15m ぐらいに見えて、それはちょっとミスリーディングかなという気がする。

参考人随行者：これか。

中静幹事：いや、その左側の図。すごい小さい面積なイメージがある。

参考人随行者：ここからここで大体 50 メーターぐらいだというふうに感じる。たまたまこれはイメージ。

中静幹事：いや、そうは見えない。背景の木が高さ大体 15 メーターか 20 メーターぐらいしかないはずなので。

参考人随行者：これだろう。

中静幹事：はい。

参考人随行者：だから、その 3 倍ぐらい。申し訳ない。これは正確な絵というふうには受け止めていただかないで、イメージ。

中静幹事：非常にミスリーディングだなと思ったのが 1 つ。

参考人随行者：申し訳ない。

中静幹事：それから、自然に優しいといったときに、それはイメージ図の所はまた牧草地みたいな所で造られるのかもしれないが、実際にはいろんな所があるだろう。だから、もとの自然環境をどうやってできるだけ壊さないでやるかというような配慮に対しての

基本的な方針というのはないのか。

参考人随行者：先ほどのTOTというもので、そういう場所を一生懸命航空写真も使って探して、今のところ候補を出しているということで、今こういう公開の場でのお話としては、そこまでが限度かなと思うが、できる限りのそういう努力はしている。ただ、やっぱりサイトを決めていただいて初めて、本当に現地と密着したお話し合い、検討をさせていただけるようにはなると思うが、いかがか。

中静幹事：やっぱりこういう自然環境に対する配慮は、今ヨーロッパなんかは非常に進んでいる。インターナショナルな施設として、例えば「その施設は森林を10ヘクタール切って、そういう施設を造った」ということであれば、10ヘクタール壊したら10ヘクタール森林を復活させるというようなぐらいのことをヨーロッパ人たちはやっているのだから、そういう方針をもう少しきちんと定められたほうがいいかなというふうなのが私がずっと言っていることである。

道園参考人：コメント、ありがたい。一応ILCも今回はご説明していないが、グリーンILCとかいろんなことで環境とか限られた資源を有効に利用するということは検討は進めているところ。さっき山本が言ったように、やっぱりサイトが決まって、そこに合わせていくという努力が一番重要だと思うが、そこまではまだ行っていないというのは確か。

中静幹事：私はそういう基本的な方針を出していただければ、納得できるものがあるなというところである。

道園参考人：そういう意味では、環境に配慮した例えば出てくる廃熱をどうするかとか、そういったことは具体的には検討している部分はある。ただ、サイトにディペンデントなところについては、確かに詳細のところはまだ詰まっていないという状況。

中静幹事：詳細はいい。要するに、そういうヨーロッパでやっているような環境復元だとか、そういうものまで含めてやるかどうかというような方針を出してもらいたいということ。

道園参考人：分かった。

家委員：加速器の話をしていないので、加速器について。ナノビームを正面衝突させる、これは相当に大きいハードルだと私は思っていて、それは技術的にできるというご説明だったが、ちょっと納得させてほしい。2つのビームがあるが、それぞれの位置モニターをす

るだろう。それもそのビームそのものじゃなくて多分 1 つ前のバンチのモニターをして、それをフィードバックしてやると。そこにそれぞれのモニター地点があって、それがある程度微細動する。そのときに、ここにちゃんと本当に衝突できるかどうかというのをどういうふうにフィードバックするかというのを教えていただきたい。

道園参考人：その次のエリアシステムの所でそこは入るが、今どうするか。

家委員：どうするか。

道園参考人：そこでは、フィードバックと今家委員がご質問のところはスライドできる。

家委員：では、後でということにして、他には。

田中委員：加速器はまだか。

米田委員長：加速器の話をしてよろしいか。

家委員：加速器の話をしてもいいか。

田中委員：では、後にする。

道園参考人：もしこの今のスライドの中であれば、それでお答えする。

田中委員：では、大きな話からしたほうが良いと思うので、細かい話はともかくとして、次に ILC エリアシステムの性能に関して道園参考人のほうから説明があるが、それにつながるかたちで質問する。先ほど道園参考人はアクションプランに関して説明された。そこでは、これまでの予備準備期間、ここに至るまでの何十年かを指していると思うが、いろいろとやってきた結果、建設可能な技術レベルに達しているの、提示されたプランで建設フェイズに入っていけるという前提で ILC のアクションプランが練られていたと思う。

先ほど説明されたように、もしもこの後でこの計画が進むとなってサイトが決まってくると、サイトディペンデントなところが詳細設計に入ってくる。それをアジャストする部分というのが当然要るので、そういう時間としてここは有効に活用されるというのは分かる。逆に言うと、現時点でサイトインディペンデントな部分は必ずできるという実証が必要であると私は加速器分野で働く者として理解している。

それで、次の ILC のエリアシステムの性能で詳しく説明いただけると思うけれども、このドキュメントにもあるように、まずもって一番重要なコライダーとしての性能を成立さ

せるためには、電子ビームと陽電子ビームが基本的に精密物理実験の要求する性能を満たすような特性を持つことが必須である。その特性というのは玉数（チャージ量：電子・陽電子の単位時間当たりの数）とエネルギーとクオリティー。これを同時に満たして、信頼性を持って安定に供給されるというのがまずはベース。それがあって初めて、超電導加速システムの様々な安定性やビーム制御、ナノフォーカスの議論が意味を持つ。

今のが頭の部分だとすると、もう 1 つ重要なのはお尻の所で、ビームダンプがないと、ビームダンプが本当に長期的に安定に動かないとシステムが成立しない（精密物理実験の要求を満たせない（必要なだけ電子、陽電子を加速して実験ができない））。とにかく一期一会のマシンで高いルミノシティを物理が要求しているということは、非常に多くの玉（電子、陽電子）を、言い換えると多くのエネルギーをダンプに入れないといけないという事である。これがある意味では、この後、このシステムのエネルギーを上げていくときの大きな足かせになる。こういうシステムでハイエナジーやハイパワーを追求していくときに、ラディエーションハザードが 1 つ大きな問題になると思う。今回は $125 \times 2 \text{ GeV}$ だから、まだ 2 メガワット、3 メガワットの話にとどまっているが。ビームエネルギーを上げていく場合に、当初設計ではダンプに入るパワーは 10 メガワットを超えるわけで、ダンプの問題はどんどんシリアスになっていく。

ここで説明したように、ILC では基本的に頭とお尻の所がまずちゃんと動くというのが、次のステップに進む大前提。私がよく理解できないのは、ここに至るまでにそのところの実証がきちんとなされていない点である。

この後で説明いただけると思うが、何でこんなことを言うかということ、こういう議論を実は別の場で 1 回やったことがある。それは今から大体 10 年ぐらい前だったと思うが、ERL というシステムと XFEL というシステムが、どちらが国家基幹技術になるべきかという論争があった。その時私達が指摘したのは、ERL は電子源が難しいということであった。平均でシングルパスで 100 ミリアンペアを出す、しかも非常にいいエミッタンス（ビームの品質）で出すというのは、もちろん今もできていないし、当時もできていなかった。そこが非常にクリティカルだから、「本当に 5 年間で実際システムが完成するのか」、そういう論争を KEK の別の方々としてきたわけだが、結局いまだにその時目標としたパフォーマンスを満たす電子源はできていない。

国家基幹技術に選ばれなかったから開発が減速したのか、そのところは定かではないが、事実として今もって ERL ベースの高輝度 X 線放射光源は、日本だけでなく、世界でまだできていない。やりたい人たちは「その時点でできるんだ」ともちろん言うわけだ。だけれども、やはりそれは客観的に時間の関数としてできるのか、できないのかというのは議論しなければいけない。今言ったように、これから進めるかどうかを決断する際には、サイトインディペンデントなところで、性能を左右する部分がどれだけ検証されているかということが非常に重要である。そういう意味で言うと、私は現状は不十分だと思っている。

なぜ不十分かということに関しては、道園参考人の説明の後にコメントする。性能を左右するところがちゃんと実証されていないので、この後サイトディペンデントな部分の詳細設計と平行でこの未実証部分が、今後どう検証されていくかということに関して、全く見通しを現時点では持てないし、また、それを「これだったら、できるな」というようなクリアな説明を KEK の方々からしていただいたこともいまだにないというのが私の思うところである。

続いて、資料 3 「加速器構成要素の達成状況」について説明が行われ、次のとおり意見交換が行われた。

田中委員：家委員の質問の前にちょっと簡単に私の先ほどの続きをやって、それでバトンタッチしたいと思う。大変分かりやすい資料で、どこまで進展しているかというのがよく分かった。KEK だとか 1 つのファシリティーにある実験装置で、それぞれのコンポーネントシステムに要求される複数のパラメータが同時に満足された例も中にはあると思うが、ここで示されたパラメータリストを見れば分かる通り、ILC で同時に満足されるべき複数のビームの特性が、基本的に 1 つの実験装置で達成されていないものが多い。普通なら、要求される複数のパラメータの設計値の、例えば 8 割程度が同時に達成されて、その状態で例えば長期に運転する、そういうことを本来はこの時点でやっていなければいけない。重要なコンポーネントに対しては普通だとそういう事をやって、ある程度のめどをつける。

その上で、実際のサイトにアジャストする、最終的なバウンダリーコンディションにフィットするという流れであるならば、私も納得する。しかし、ここにまとめられているデータを見れば分かるように、それぞれの項目が例えば SLAC とか別の KEK とか、性格の違ういろんなファシリティーの装置で達成されたデータを集めて、この表の必要なパフォーマンスがようやく埋まるという状況。

多分文科省の検討部会の中からこの話はあったと思っているが、やるのであればプロトタイプを作って少なくとも精密実験ができるような同時に必要となる複数のパラメータがどの程度達成できるのか、それを実際に検証すべきである。その次が複数のパラメータを同時に満足した形で、どのぐらい安定にどの程度長期間動かせるのかということ普通検証する。それはなぜかという、われわれは加速器の論文を書くのが仕事ではなくて、実際に実験に使える基盤施設としての加速器を造るというのがミッションである。それをやらないと建設した加速器の性能を保証する事が難しく、実際の建設にももちろん入って行けない。それをやった上で予算取りにいくのというのが私の理解しているアプローチ。その部分が、もちろんできているところはある。例えば山本先生が専門の超電導加速システムの所は、数あるコンポーネントの中でも、それが一番よくできている部分だと思う。

数ある構成要素機器の中でも合格点をもらえる所がもちろん幾つもあるのだけれども、合格点に達しない所も幾つかある。かなり重要な所が合格点に達しないで残っている。こ

この時点まで、本来だったら残っているわけがないのだけれども、残ってしまった理由というのは、開発がやはり難しいということだろう。なので、この難しいものがそもそも4年間でちゃんと仕上がるかというところのストーリーを具体的に説明いただかないと、本当にできるのかというところが見通せない。「計算ではこうだ」とかいろんなことを言われるが、家委員も多分そうだろうし、米田委員長もやはり不安になるのだろうと思う。私としても、本当にそこができるのかなというのは現時点では分からない。

道園参考人：よろしいか。まず考え方だが、もしかしたら最初の考え方のところが若干違うかもしれない。私の考え方は私自身は KEKB の開発と J-PARC の開発に長く最初から関わっていたが、そこではやはり一瞬しか成立しないものは使わないが、その時にある一番良ものを選んできて組み合わせる。これが例えば KEKB はもちろんそうだし、J-PARC もそうだったと思う。そういう考え方。なので、ここで言うと電子銃は8ナノクーロンの SLC で偏極度ができていれば、それを持っていけばできるだろうと、そういうふうに考えている。その考え方がもしかしたら違うかもしれない。

田中委員：それは全てのスペックに対してちゃんと合致するんだったら、もちろんどこかで造っているものを導入すればいいと思うが、例えば陽電子源とか電子源に関して、私が調べるといふか、いろいろ知っている限りでは一部は達成されているんだけど全く同じものはなく、ILC 用の陽電子源、電子源の性能実証というのはこれからだと理解している。

道園参考人：例えば電子源に関して言うと、8ナノクーロン出したという実績があって、超格子でこういったものがあるというものはあるだが、確かにご指摘のあるのは、例えば具体的には長いバンチのものということか。

田中委員：実際のパルス構造を。

道園参考人：それをやるためには、もともと多分 ERL の電子銃というのはほとんどスペックを満たしているが、ここにやはりレーザーを入れないといけない。レーザーというのは、やはり億円単位必要。私としては、準備期間には1億円だか2億円だか分からないが、レーザーを使ってここをやるという予定を考えているが、基本的にはカソードがあって8ナノクーロン出たという実績があって、それを3.2ナノクーロン出せばいいということに関しては、電子源に関して特に問題があるとは思っていない。

田中委員：今指摘した中で電子源が一番ゴールに近いことだけは間違いない。いろいろな取り組みがインテグレートされてきており、多分 ERL の500キロボルトの電子銃というの

も 1 ミリアンペアまで電流が引き出されている。予算の関係で運転時間がなかなか長く取れないので、どのくらい定常的に出るのかというのは私も分からないが、それを拡張して、先ほどのレーザーも結構難しいと思うがそれと組み合わせて、ヨーロッパ XFEL の光 RF 電子銃で用いられているレーザーを持ってくるのだろうか。

道園参考人：多分それは市販のやつをいじることになると思う。

田中委員：レーザーももちろんリソースが要と思うが、それもできるだろう。それを実際組み上げて、どのくらいまで性能をどういうふうに担保できるのかというのはやっぱり見ておかないといけない。電子源に関してはかなり近いところにいるかなと思う。陽電子源に関しては全くその道筋が見えないが、そのところはどうか。

道園参考人：陽電子源に関しては一番キーになるところは、どうやって発生させるかというところだと思っている。こちらアンジュレーターは皆さんからご心配を受けているところではあるが、結局のところ構成要素としてはビームをアンジュレーターで通して、光をターゲットに当てて、それをキャプチャーする。多分難関なのは、アンジュレーター自身もちゃんとやらないといけないというご指摘があるかもしれないが、回転ターゲットのところが一番大きいと思う。それについては、一応幾つか X 線源とかそういったところでターゲットは実際にある。その中で検討しながらやっているところで、多分プロトタイプとしてはできるのではないかと思っているが、ご指摘のとおり、陽電子源に関してはアンジュレーターに関してご心配があるというのは認識している。

参考人随行者：陽電子源のアンジュレーターに関して、ちょっとコメントを。その後にバックアップのスライドがあると思うが。

道園参考人：バックアップのこの辺か。

参考人随行者：まずヘリカルアンジュレーターに関してだが、ダラスベリーで現在 2 台の超伝導ヘリカルアンジュレーターが R&D で造られている。実際に 2 台のうちに出てきたものでちょっと性能がそれぞれ違っているが、1つは高いフィールドまで非常に達成できている。もう片方のほうもフィールドは若干低いけど、ILC の要求は満たしている。他方のほうはフィールドが弱いけど、非常に磁場の一様性がいいものできていて、逆のほうはフィールドは高いんだけど磁場の一様性が良くない。これらに関して実際にそれらのうちの悪いほうの性能を取った、フィールドが弱いもので、かつ、磁場の一様性が良くないというものを使って、実際に ILC のところで全てがこういう悪いほうの性能で実際に ILC の陽電子生成に使えるかということを検討した結果、一応次のスライド。

出てくる陽電子というのは、現状の考えでは、そこまで出てくる陽電子生成に影響が出ない程度の性能になっている。一応現状ではまだ 2 台しかプロトタイプというものは造られていないが、そのうちの悪いほうを使ったとしても、まずアンジュレーターとしてはそこまでひどいものになっていないという実績はある。ただ、これで大丈夫かと言われると、2 台でいいのかと言われると、そこは難しいところなので、今後も続けていかなければいけないところだと思う。

田中委員：アンジュレーターは最終的に何台というか、トータル何メートルぐらい必要なのか。

参考人随行者：全部で 132 台。ただ、これは FEL と違って、実際にそれぞれのアンジュレーターのフェーズをそろえなければならないというものではなくて、それぞれのアンジュレーターを 132 個通すということなので、その辺は FEL よりも要求は簡単になっていると思う。

田中委員：それは最初に出たアンジュレーターの光は、そのまま広がっていくだろう。

参考人随行者：はい。

田中委員：それで 132 台というと、光がアンジュレータを炙らないようにするにはアパーチャーをかなり広げないといけないということになるのか。

参考人随行者：その計算は前に既に図入りで説明したと思う。アンジュレーターそのものは直径 6 ミリのアパーチャーだが、アンジュレーターの四極磁石ごとに 4.4 ミリの直系のコリメーターが入っている。だから、直接当たるのは実に 0.何ワットというごくわずかな光しか当たらない。

田中委員：分かった。

米田委員長：では、家委員。

家委員：今アンジュレーターの話が出たので質問する。今日初めてお聞きしたが、今ご紹介のあったダレスベリー会議、2011 年のペーパーのようだが、私が読み落としたのかもしれないけれども、TDR にはこのデータは全然出ていなかったと思うが。

参考人随行者：TDR は加速器関係は 2 冊あり、1 冊ボリューム 3-2 というほうがデザイン

を書いたもので、ボリューム 3-1 というのが R&D を書いたもの。これについては 3-1 のほうに書かれている。

家委員：いや、結構。私はこれまではアンジュレーター方式の陽電子源は実際に ILC を造って、十分なエネルギーの高い電子ビームができないとトライできないという理解だったが。

参考人随行者：いいえ、そういう試験ではなくて、これはアンジュレーター本体を造ったというもの。

道園参考人：ヘリカルアンジュレーター単体。ビームを通したわけじゃない。

家委員：だから、それが ILC の陽電子源の最終ゴールに対して、これがどういう位置づけ、山で言えば何合目ぐらいに当たるのかというのを知りたい。

参考人随行者：そういう表現はなかなか難しいかとは思うが。

家委員：実証できているのか。

参考人随行者：アンジュレーターそのものとしては、ほぼスペックを満たしているという。

道園参考人：そういう意味で、アンジュレーター方式で偏極陽電子が出るということは、原理的にもう SLAC のほうでできている。

家委員：問題はそこのビームの強度だろう。どれだけ出るかという。

参考人随行者：そのとおり。

道園参考人：ガンマ線の強度ということ。

参考人随行者：その必要なスペックとしては、アンジュレーターとしては満たしてはいる。ただ、総合的に全部組み合わせて試験をやれということになると、それは事実上不可能。

家委員：本当はそれができると一番いい。ついでにお聞きするが、ガンマ線はチタンのターゲットに入射するが、そこで全部消費されるのか。それとも。

道園参考人：いや、ほとんど抜ける。

家委員：ほとんど抜けるのか。その後はフォトンダンプに入るということか。

道園参考人：ほとんどダンプに行く。

参考人随行者：ターゲットで失われる分は数キロワット。今の計算では 2 キロワットで、トータル 60 キロワットのうち 2 キロワットがターゲットでデポジットされるということ。

家委員：私が最初にした質問については、一応理解できたと思う。バンチが 0.7 ミリセカンドぐらいか。だから、その間には振動しても。

道園参考人：0.5 マイクロセカンドだったと思う。

家委員：いや、バンチの 1 トレインが。

道園参考人：バンチ間隔は 500 ナノセカンド。

家委員：1 つのバンチのトレインは 0.7 ミリセカンド。

道園参考人：トレインは 0.7 ミリセカンド。

家委員：だから、その間ぐらいだったら、もしその間に振動しても大丈夫だろうということだろう。

道園参考人：その間には大きな振動はないということ。

家委員：という理解。

道園参考人：z 方向に関しては、全体の長さに合わせるということ。余計なことを言ったかもしれない。

家委員：いや、分かった。

道園参考人：x、y のことだけを考えてぶつけるということ。

家委員：それからもう 1 つ、これは「さらに確認すべき点」の所に書いたものだが、何かが起こったときに安全サイドに流れるかということに対して、今日最初のほうで一部お答えいただいたが、そこに書かれていたのはヘリウムのこととか地下水のこととか。むしろここで聞きたかったことは、全体のシステムが何かが起こったときに、機器が壊れないようなほうに全部安全サイドに流れるかというものをいろいろインターロックはかけていると思うが、そういったインターロックというのは全て電源があるということを前提にしたものなのか、あるいは、この間水が漏れた場合は圧空でやるとか、そういういろいろなことがあって、電源喪失も、全体が 20 キロに及ぶものだからいろんなパターンの電源喪失があり得ると想像するが、そういうときに全て安全サイドに流れるかということを質問したかった。

道園参考人：安全がどういう意味かにもよると思うが、まず電源がなくなったらビームは止まる。ビームが止まった後、何の心配をするかにもよるが、その後放射化するものは追加では造れなくなる。それから放射線に関して言うと、それを冷却する必要があるものもないということで、いわゆる電源が止まった場合は加速器の運転が止まるということになる。長時間止まった場合には。

家委員：いや、一般にはそうだと思うが、とにかく非常に短時間にハイエナジーのものがたくさん来るので、マイクロセカンドとかそういうタイミングでちゃんと全部インターロックがかかればいいが、それがいろんなインターロックとかモニター装置に供給されている電源が全てバックアップ電源があると思うけれども、それはバックアップ電源があるということを前提に。

道園参考人：バックアップ電源がなかった場合、ほとんどは結局停止する。

家委員：つまり、ビームを造る方は電源がちゃんとした状態で、安全装置のモニターの電源だけが落ちるようなことがあったときに、どういうふうに。

道園参考人：通常その場合には、安全系からすると、ビームは落ちる。

参考人随行者：1 個だけ補足。一番そういう意味で恒常的にも考えられることは、全停電のときのプラントの安全性ということがある。ビームのほうは止まるということでもいいが、電気が落ちたときには、必ず空気はあるタンクにためられていて、全停電が起きてても一定時間圧空によっていろんな安全システムが動くというのがプラント設計の大基本なので、バネと圧空というものが電気が全部止まったときに全部安全サイドに行くように設計を最初にする。それが一応今のお答えにならないかなと思うが。

家委員：圧空とかバネというのは、時間スケールで言うとだいぶ違う。

参考人随行者：十分に長いので、電気が止まっても、それはアクティブなコントロール源として生きるという意味で、それが電気が止まったときにはいろんなシステムを安全サイドに守るということ。

家委員：私の想像力が多分足りないんだと思うが、ビームが止まるということならいいのかな。

参考人随行者：ビームがまず止まってしまうんだけど、その後でもいろんなシステムが安全に保たれなければいけないということの 2 次的なことに対して、特にヘリウムシステムについてはそれが非常に重要なので、そういったことを行うというのは工業界の方々とも協力して万全なそういった安全システムが基本になっているということだけ一応お伝えしたいと思う。

米田委員長：資料 4 のご説明資料が安全に関する事なので、それのご説明を伺った後だと思うが。

田中委員：あと 1 つだけよろしいか。

米田委員長：はい。

田中委員：道園参考人は先ほど衝突点でのフィードバックをバーティカル方向で説明された。バーティカル方向は多分すごくディフラクションアングルが大きいと思うが、水平方向はそれに比べると小さい。また、タイミング（時間）の方向に関してはどうなのか。ちょっと心配しているのは、リングだと軌道で観測できるので、レゾリューションがいい気がするけれども、ILC の場合は下流のビーム位置モニターか何かで見なければいけない。リング並みの精度があればよく見えるのかもしれないが、ビームがふらついたところで、どこまで精度がでるのか。また、時間方向にディザリングする時に多分ディレイラインか何かをスキャンするのか。

道園参考人：大きく時間方向に合わせるとするのは大きな話としては長さの位置合わせ。時間的に短い話としては、ダンピングリング以降の位相を小さくするんだと思う。

田中委員：RF の位相か。RF の位相をシフトする。

道園参考人：だから、z方向に関しては、要はタイミングの調整と長さをどれだけ合わせ込むか。

田中委員：そのタイミングは基本的には180度ターンアラウンドの所ということか。

道園参考人：タイミングとしては、結局衝突点の所にある所のタイミングを合わせるということになるが、どこだったか。

参考人随行者：私が答えてもよろしいか。

道園参考人：お願いします。

参考人随行者：タイミングを動かすノブとしては、1つはダンピングリングのRF。その他に今度はちょっと意外かと思われるかもしれないが、1つはファイナルフォーカスの焦点の位置を変えるということも可能。つまり、エレクトロン、ポジトロンがここで当たるのではなくて、この辺で当たっちゃっていると。だから、0.1ミリずれた。そういうようなときは、四極磁石による焦点の位置を変えるということは、例えばSLCなんかではその焦点がどこかということは何度も一番いい場所をサーチしてやるわけだが、それを変えることも可能。

もう1つのノブはバンチコンプレッサーの中のRFのタイミングだが、多分一番簡単な直接なのはダンピングリングのRFのフェーズだと思う。このこと自体は、多分SLCのバンチ長というのは普通1ミリで、彼らの論文によると0.5ミリまでの短いバンチの経験があると。それに衝突のタイミングに困ったというようなことは全く聞いていないので、ILCの場合0.3ミリでSLCより少し短い、SLCはもう20年も前のことなので。

田中委員：ただ、SLCはルミノシティはあまり高くならなかった。

参考人随行者：ええ。だけど、あれはそれでもデザインベースの半分まで行った。あれは実に20年前のことだから、その間のコントロールシステムの進歩も目覚ましいものがある。

田中委員：それはいいが、そうすると、スキャンするのはダンピングリングの片側のRFか。

参考人随行者：そう。それでよろしい。

田中委員：分かった。

参考人随行者：あと質問の件で水平方向に関してだが、水平方向に関しても基本的にはビーム・ビーム効果でのディフラクションアングルというのはバーティカル方向と同じぐらい角度が変わるので、水平方向に関しても同じように衝突点を過ぎた後のビームの位置を見ながらフィードバックをかけることはできる。現在もそういうふうを考えている。

田中委員：でも、サイズが水平のほうがかなり大きい。

参考人随行者：元は大きいですが、基本的にはディフラクションの角度というのはビームのボリュウムで決まってくるので、水平方向も垂直方向もオーダーとしては同じぐらいのディフラクションアングルになる。

田中委員：そうなのか。では、同じ感度で見えるということか。分かった。

最後に、資料4「安全関連」について説明が行われ、次のとおり意見交換が行われた。

米田委員長：では、私から。避難用通路が400～500メートルに1カ所あるのか。

道園参考人：そうである。

米田委員長：実際に運転を中止している時には、こっちの加速器側に人が入ることができるのか。

道園参考人：運転停止中は両方入れる。

米田委員長：両方入れる。

道園参考人：特殊な運転の時は片側へ入れる。特殊なというのは、機器をテストする時とかは片側へ入れるが、基本的には定常運転になってビーム運転になっている時は両方入れないし、シャットダウン中には両方入れるという形になる。

米田委員長：運転中は両方入れないのか。

道園参考人：入れない。ビーム運転中は両方とも入れない。基本は人は入れない。ただ、アクセストンネルという地上からトンネルにアクセスする所までは入れるが、ここは1.5メートルの壁の厚さにした時点で、ビーム運転中は両方とも人が入ることをやめている。

米田委員長：そういう仕様変更をされたとご説明を受けた。

道園参考人：そうである。

米田委員長：避難路が 400～500 メートルに 1 カ所しかない、止まった時にどちらから逃げるといって、やっぱり加速器側ではないほうから逃げるわけか。

道園参考人：それは多分場合によるんだと思う。どこで火災が起きたか、どちらが逃げやすいかということで、こういうこともできるという話。つまり、逃げ道が例えば出口が近くて、ここに人がいたというときには、こう行ったほうが早い。そういう話。なので、ここで火元があって長く、どういうふうにしたほうが一番逃げやすいかということをやった上で避難するということになる。

米田委員長：その時、皆さんは通信設備を持って入られるのか。誰がそれをどう持って入るのか。

道園参考人：それは元の教育に関わると思うが、通常普通の場合だと、ここは何メートル地点で、避難はどっちが早いというのが書いてあるが、もちろん入る人はトンネルがどういう構造になっているかというのは十分教育を受けた特別な方が入るといって、それが前提になると思う。

参考人随行者：ちょっと補足してよろしいか。これもやっぱり一番多くの経験を持っているらっしゃるのが CERN の LHC トンネルで、似たようなことが全てスタディーされているのと、訓練をされている。中に入る作業は必ずライセンス制で、まず講習を受けるということ。ヘリウムが漏れた場合に対する行動も含めて、講習がある。テストがあって、それに合格しないと入れない。それから絶対に持っていくものは酸素マスク、ライト、放射線モニター、それから酸素濃度計、そして今おっしゃった連絡用の PHS というのは全トンネル内で基本的には全て働くようになる。そういったようなことが実際に実績としてあるので、ILC をそれを習った上で実践していくことが一番確実と思う。

道園参考人：CERN の例が予備資料というか、後ろの 39 ページからの所にどういう教育を受けるかというのを簡単に資料を付けてある。

米田委員長：そこで、先ほど家委員が聞かれたことにちょっと戻るが、いきなり地震が起きて、壊れて停電になってというときに、電源がなくても物が安全サイドに動いていくか

ということ、そこら辺りをちょっとご説明いただけるか。

道園参考人：これまで地震があった時に、われわれは震度 6 弱の地震を経験しているが、その時も J-PARC、KEKB 共に物が倒れて通れなくなったという事例はなかった。もう 1 つは、今回資料には入っていないが、8 月 20 日の際に少しお話しした潮汐研究所。潮汐を見る所があるというお話を 8 月 20 日、お話ししたと思うが、例えばその例を挙げると、これは場所が人首の深成岩体の標高 370 メーターの所にある江刺地球潮汐観測施設という所がある。ここは高い所でより多分振動を受けやすい所だと思うが、ここには国際重力基準点とか石英管ひずみ計とか、そういったものがあり、実際に長さ 150 メーター近いトンネルになっている。ここの部分でも東北の震災はサイトは近い所だが、被害はなかったということで、地下での振動自身は大きな被害はないというふうに想定している。

あとは加速器の機器については、固定とかすることによって道が塞がれるということはないようにしたいと思っているし、そういうふうになって避難するということを考えている。

米田委員長：では、嘉門副委員長。

嘉門副委員長：今回は火災の件に対する安全性にもかなり詳しくご説明いただきありがとうございます。それで、この ILC のサイトはアクセストンネルでも全部地上からサイトへ下り勾配で、アクセストンネルの長さは短いというご説明もあったが、下り勾配であることは確か。火事というのは煙は下から上へ上がってくるので、下にいる方の安全性ということについては、これで大丈夫という理由が全く分からない。何せ逃げ道は 5 カ所ぐらいしかない。そこへまずたどり着かないといけない。2.5 キロというのは大体 5 キロ間隔だから、分からないことはないが、そこからアクセストンネルへ来れば、多分そこで火事なんかの煙なんかはシャットアウトして、地上へ逃げるといふ。しかしながら、10%の上り勾配は相当大変であるが、なんとか逃げられる。問題は衝突空間というか、ホール。あそこは私の記憶では 100 メーターの深度に 200~300 メーターのエリアがあるというふうに理解しているが、そんなのでよいか。

道園参考人：はい。そうである。

嘉門副委員長：そうすると、そこから逃げようと思ったら、リフトしかない。

道園参考人：リフトと階段がある。

嘉門副委員長：そのときにどう逃げるかというのと、多分逃げられないんじゃないかなと思

う。これはどうなのか。

道園参考人：火事の対応については、まさに LHC の例が良い。

参考人随行者：では、よろしいか。1つは CERN の場合を紹介する。CERN では立坑が必ず2つある。そういう意味では、1つがバックアップになる。それからもう1つは、もちろん最終的に人が逃げられるものが付けられている場合があるが、エレベーターを必ず正圧にするという、そういう普通の発想とは逆なものが造ってあり、エレベーターホールまで来てエレベーターに入ったら、煙が入ってこれないというのを大原則でもう何十年も運営されている。そして、そのエレベーターの非常電源システムを三重にかけて、それが止まらないようにする。それから、その横にもう1つは階段を持ち込む。階段室も含めて正圧にするという。だから、正圧にしておいた場合に一気に負圧になることはないの、その間に上まで退避するというので、これに対する訓練も行われているという状態なので、おそらく ILC の場合も立坑についてはそういったことを学んで、通常の所は「火事が起きたら絶対エレベーターに乗るな」というのが一般常識だが、そういうものではないほうがより安全であるという判断になっている。

嘉門副委員長：CERN の立坑はそんなに深くはないだろう。

参考人随行者：ILC も大体 100 メートルなので、今のところは中央実験室だけだが、似た状態になっている。

嘉門副委員長：そうなのか。分かった。地震の時に火災が起こっても、非常電源でエレベーターは動くことができることになっているという意味か。

参考人随行者：三重の非常電源体制をとっている。

嘉門副委員長：このメインライナックの中を逃げるのは、ここで書いてある自転車で逃げるのか。

道園参考人：それはオプション。

嘉門副委員長：これはオプション。

参考人随行者：自転車か、今どき電気自転車かと。

道園参考人：私の経験している KEKB Linac とか、J-PARC Linac もそうだったか、自転車は置いてある。ただ、それはどういうポリシーでやるかによると思う。

嘉門副委員長：そこへ行かなければ乗れないだろう。

道園参考人：いや、自転車に乗って移動するということ。

嘉門副委員長：その置き場所がなければ。

道園参考人：要するに作業する時に遠いので、自転車ですもそも作業する。

嘉門副委員長：必ず自転車で移動するのか。

道園参考人：そういうパターンがある。

嘉門副委員長：大体それを想定されているのか。

道園参考人：KEKB ではそうだった。ILC でどうするかというのは、きちんと安全のことを考えてやるということになると思う。

家委員：では、よろしいか。4 ページの所に断面図がまた出てきて、これはさっき質問させていただいた、この両側にある小さなドレインが処理のドレインというイメージでよろしいか。

道園参考人：はい。そういうイメージだった。

家委員：それで、ちょっと分からないのだが、フロアレベルと書いてあるのは何を表しているのか。LHC のほうは分かるが、ILC のほうで。

道園参考人：これか。これは単に間違い。ここに来ればいいだけ。

参考人随行者：絵を描いた時に、最初 LHC とそろえていたが、この最後の図でずれてしまった。

家委員：分かった。それから、CW というのはドレインのクーリングウォーターか。LCW とかサプライ、ドレイン。

道園参考人：これはそうである。

家委員：クーリングウォーター。その辺の配管は何が回っているのか。クーリングウォーター。

道園参考人：これは水。これは高周波源があるので。

家委員：高周波源の水か。

道園参考人：基本的な考え方は、熱は全て水で取る。空調の負荷を小さくするために、ラックとかは全部水で冷却する。

家委員：それはどのぐらいの長さのユニットにして回しているのか。

道園参考人：冷却水のユニットは多分 2.5 キロだと思う。

家委員：そんなに長いのを 1 つの系統で回す。

嘉門副委員長：そこにインフローウォーターと書いてあるのが誤解の元。一番下のドレイン。

道園参考人：これか。

嘉門副委員長：それはインフローじゃないのか。

参考人随行者：地面からのインフローと言いたかったんじゃないか。言い方がちょっと不十分だった。訂正させていただきたい。

米田委員長：そうすると、画面右側のほうはさらにしっかりと防水をするということか。

参考人随行者：今の考えでは、先ほどのお答えに沿えばそう。実は左側のほうにはこのインフローのウォーターをポンプで順番に移送してくるので、そういった装置・機器は左側のほうにつながっているの、右側は完全にシールできる。左側のほうはそういったもし停電であふれた場合というのは、完全にシールできなくてもいいという考えに立っている。

米田委員長：それでもやっぱり右側で染み出ることもあるので、右下の所にちょっと溝があるわけか。

参考人随行者：そうである。その代わり、この水は必ずタンクに集められて、管理してから排水されるもの。

米田委員長：分かった。他にないか。今日の安全にかかわらず、全体的にここを質問しておきたいということも含めて。

嘉門副委員長：よろしいか。

米田委員長：はい。

嘉門副委員長：準備のアクションプランのご説明の時に、予備調査、本準備、それから建設ということで、その間に機器類の組み込み等のことがある。機器の開発というのは実際には今後 10 年ぐらいかけてやれるという、かなり余裕があるというご説明だったが、この予定、資料の 6 ページか、これは結構厳しいスケジュールである。かなり順調に行ってこれぐらい。つい最近、例えば新東名なんかの現場を見てきたが、それは大体 4,000 億円ぐらいの現場だが、そこそこ規模は大きい。今から 6 年ぐらい前から予備工事に着手しているが、いろいろな実施工上の課題から、結局 2020 年に終わる予定が、3 年ずらさないともうどうしようもないという状況になっている。やっぱり物事は、特にトンネル工事というのはなかなか簡単に進まないということがあるので、ILC 計画だと機器類の組み込みに 4 年程度かかるので、建設期間が 10 年といっても 5~6 年しか実際にはない。

そうすると、前回でも議論があったが、国際プロジェクトなので各国の了解を得て初めて、この予備的取組がスタートすることになる。そうなってくると、資金が大体第 1 に問題だが、これが相当先に延びてくる可能性がある。そうすると、このスケジュールで余裕というのはどれぐらいお考えなのか。そこが本当にどういうタイミングになるのかということが非常に難しいというか、分りにくいんじゃないかなと思う。

道園参考人：今回は予備準備期間を 2 年というふうに見積もって書いてあるが、実際これは昨日山内参考人が本委員会でご説明させていただいている資料だが、現在われわれはここにいて、今日本政府による方向性の表明が出るかどうか。これは 3 つタイミングがあるという説明があったが、その後いわゆる各国了承の下で研究機関が各合意の下で多分これでプレラボというか ILC ラボ、新しくラボができて 4 年間ある。その後建設の合意が条約があって入る。なので、ここは確かに 4 年間入っているが、このプロセスの中で本準備期間が 4 年間で厳しいというご指摘をいただければ、それに合わせて何らかの形で、この「期

間不明」と書いてある予備準備期間の中で多少進めるべきなのかどうかということを含めて、学術会議からの回答の中に入れていただけるとありがたいと思う。

嘉門副委員長：若干厳しいと思うが。それで 6 ページの図で「期間不明」というのが予備準備 2 年というふうに読み替えるのか。やっぱりそれはそんなに簡単ではいかないというふうに伺える。その辺はどうか。

道園参考人：これか。多分きちんとやるということを考えると、タイトになる可能性がある。

嘉門副委員長：これと先ほどの期間不明のは、分からないが、中身は全然違う。

参考人随行者：違ってはいない。

道園参考人：中身自身は整合性が取れているんだと思うが。

嘉門副委員長：こちらの期間不明の部分では、日本国で決めて国際協議で決まるという協定、国際条約を含めての調整期間で期間不明となっている話なので、この予備期間の 2 年というのは、日本で決まればもう国際的に条約が決まる前にもうやるという、そういう意味か。

道園参考人：そういうわけではない。ここは仮に予備準備期間を 2 年と想定して書いてみたというだけで、仮にこれは 1、2 という数字を当てただけなので、実際には予備準備期間というのはある程度の合意がないと次のところには進まないんだと理解している。

嘉門副委員長：ただ、期間不明と、それも 2 年目が終わってやらないといけないのかもしれないけれども、中身が違くと、その本準備でも相当順調じゃないと難しいということを理解した上でやらないといけないという気がする。

家委員：よろしいか。そこがわれわれ委員会のメンバーにとっても非常に悩ましいところで、今の予備準備期間とかというのと相原参考人が来られた時に CD2 という表現で言われたのとどういうふうな関係というふうに認識されているか。

道園参考人：今は、サイトが決まっておらず、われわれがこういう所を提案しているという状態。また、準備が全て整ったので最終判断をいただきたいという、そういう状態でないということは確か。ただ、次のステップに進ませてもらいたいというのが今回の話。

家委員：つまり、それに応じて協力を表明している諸外国がどういうふう動くだろうかというのが、われわれはなかなか読めないところ。

参考人随行者：結局アメリカが正式にどう言うか、ヨーロッパが正式にどう言うか。特にヨーロッパに関しては、1年間必ず待たないといけない。片やアメリカは昨日の山内参考人のお話にもあったように、予算的には結構伸びているので、むしろすぐにでも協議しようかというような話も聞こえている。だから、アメリカとヨーロッパで違うけれども、あとアジアという話になるが、この初めのまず12月というラインがあった上で、次MOUによる研究所間の合意ができるかどうかというのは、ヨーロッパに関しては1年間必ず待たないといけないということになる。だから、先にアメリカとの協力体制の下でまずは日米で進むという段階がまずあるんだと思う。

その上でこのネゴシエーションという段階になって、条約あるいは条約に準ずる政府機関の非常に強い協定というのは必ず3年から4年かかると。これはもう間違いなくITERであっても何でもそう。国際研究所のところ。だから、MOUで準備期間があったとして、その間で本当の法的な国内の国際研究所を措置するという法律と、あと国際的な条約または政府間の協定というのを4年間で法的にはそれをやらないといけない。だから、途中でできなかつたら、そこで止まるというのがクリティカル・ディシジョンでして、アメリカで言うとクリティカル・ディシジョン4が建設ということで着工ということになるので、4、3、2という、だから、次に2の段階に行かせていただきたい。アメリカでは0が一番初めのふわっとした概念設計で、1がいわゆる基本設計あるいはテクニカルデザインレポートとベーシックデザインの間ぐらいのところへ移るので、まさに1から2の段階に行きたいと申し上げている。

米田委員長：もう1つ。昨日委員会があり、山内参考人のほうから近隣の研究分野の理解と協力が必要だという中で、ILCの多角的応用だとか原子核研究への応用が協議されているというお話があった。その時に疑問に思ったのはこのILCの中で出る特異なビームを他の実験に使えるように外に出すことができるのかということ。ILCそのものはシンプルな衝突実験を純学術的にやるわけだが、そこからSpring-8みたいにたこ足のように。ビームを外に出して、他のものにぶつけて何か研究するというのも今検討しているというお話があった。

今の設計にこういった多角的応用、ビームを外に出して実験するというのを加えることが「そもそも設計上簡単にできることなのか」というのを教えていただきたい。

道園参考人：まず私が。ILCの基になったTESLAというのがある。これはTESLAのレポートで、TESLAともう1つGLCという常伝導と2つのうち、選ばれたのがTESLAテク

ノロジーというもの。こちらは TESLA の 2001 年に書かれたテクニカルデザインレポートだが、ここにリニアコライダーがあって真ん中の所からビームを分けて XFEL を造ると、こういう案があった。

この中で XFEL の分だけを切り取ったものが、この Euro-XFEL として採用されたということ。なので、今多角的利用というものの中では確かにまだ入っていないが、もともと例えばこれの基になった TESLA の時には Euro-XFEL のようなこういったものがオプションとして入っていた。

参考人随行者：もちろん近隣分野のいろんなものを全て満たすということではなくて、たまたま ILC のここではこういうスペックのビームがあるから、これが世界の他の所に、実はないんだというような、そういうところがある。例えばアンジュレーターから出てくる光というのは非常に強いもので、これは大変な桁違いに強いもの。そういうものを使おうという動きはある。それで今まとめようと思っていて、既に集会は 2 回開かれて、3 回目を来月開く予定。そのうち報告書をまとめることになるかと思うが、TDR を書いている時点では、こういう話はもちろん個別的にはぼつぼつあったが、それを全部まとめて TDR に書き込もうという、そういう動きが出てきた。ただ、修正する所は、もちろん修正できる範囲で、デザインをこの部分をほんのわずかに変えればできるというような、そういうことは考慮している。

米田委員長： ILC は「あるグループの方だけの研究施設じゃないか」という見方があるので、応用ができればと思う。応用というのは、今の設計図を微修正で可能ということか。

参考人随行者：多分一番大きなのは実験をする場所。大抵の場合はある場所が必要で、そうすると、トンネルを少し変形しなければならないということ。そういうことをこれから考えようかとは思っている。ただ、変形する必要がないような小さいものは構わないと思う。

米田委員長：では、できなくはないと。実現可能ではあるということか。

参考人随行者：十分できると思う。

米田委員長：分かった。

参考人随行者：ただ、その分コストはかかる。それは追加予算としては、その人たちが払うという。

望月委員：ちょっとよろしいか。

米田委員長：はい、望月委員。

望月委員：アクションプランの 6 ページの所に書いてあるが、これまでというのが予備調査なので、これからが予備準備。この予備準備というのと、それからその下のほうに「3 年目に所要の法整備」という 2 点は文科省の有識者会議のレポートを読んでいる限りでは出てきていないと思う。最近のご議論か。前からあるのか。

道園参考人：これ自身はサイトスペシフィックな話なので、今までは文科省の有識者会議の議論の中では出ていないと思う。

望月委員：どっちのところ？

道園参考人：有識者会議の中では出ていない。

望月委員：どちらのほう？予備準備と法整備の。

道園参考人：両方ともサイトスペシフィックな話なので。予備準備期間の今まで最初の緑の報告書を添付資料としてお渡ししたと思うが、それでサイトの比較とかそういったところは既に報告されているものであるということ。本準備期間については、これまで出したことはない。

望月委員：いいえ、言葉として、単純に今までの文科の有識者会議の議論は、4 年間があつて、それから建設が入ってと、こういう理解でいたので、「これから国際的にも早く答えを出さなくてはいけなくて、これから 4 年間の期間に入るんだな」と思い込んでいた。そういうつもりで有識者会議の議論を読んでいた。ところがこの資料では別な概念が出てきた。しかも、予備準備は何年かかるか分からないと理解した。これは前からあつたのか。それから、法整備の議論ももともと任意で買収は難しいという議論はあつただけけれども、とって、これは予算確保の問題以外に法律を作るというダブルのハードルになって、余計実現できなくなる可能性が強いが、これも前はなかったと思うのだが。

参考人随行者：今日お配りしている KEK の ILC アクションプランというところにも明確に書いているが、予備準備期間というのは今私たちがいるフェーズであるという、これが 2 年なのか。いつもここから先 2 年で準備期間に行けるようにという期待があつて、われわれは書いているところがあるが、山内参考人のお考えとして「それはまだはつきりしてい

ないから不明」というのが公式見解になっている。なので、もう少し分かりやすく言うと、われわれは今予備調査のところもやりながら予備期間の中において、いつ本準備に入れるかはこれからの問題だけれども、そういう意味で最低準備にわれわれは6年以上いるというふうに考えてきたというのを4年じゃなくて6年以上だというふうに考えていただいたほうが分かりやすいのかなと。

望月委員：いやいや、今のご説明をいただくんじゃなくて、文科省の有識者会議の資料を見てくる限り、そういう印象は全くなかったの、私が読んでいないのかもしれないが、新しく出てきたのか、どうかということを知っている。

参考人随行者：それは有識者会議でも KEK の ILC アクションプランというのは報告されており、「準備期間にどういうことをやるのか」というヒアリングもあり、その中で予備準備期間は私たちがいるフェーズだと報告している。これは一般的な開発（予算）の中でやらなければいけないもので、ILC 準備のための特別な予算はまだいただけていないという考え方に立っている。ということをお願い、国としての方針を示していただいた時、初めて本準備期間に入れるというふうにご説明はしてきたつもりでいる。

望月委員：そうすると、例えば今年の前半とか去年とか一昨年とかというのは予備準備期間なのか。

参考人随行者：われわれはそういうふうに。

望月委員：6 ページの絵を見ると、これまでというのが予備調査で書いてあるが、違うのか。

参考人随行者：全部は同じだが、完全に過去のものだけ予備調査と書かせていただいたが、あそこまでずっと予備準備期間が続いているという、政府としては認めるわけにはいかないけれども、わたしたちとしては与えられた開発予算の中でできる限りの予算の中で実質的な努力をしてきたという期間というふうには受け止めていただければと思う。

議題2. その他

- ・ 次回は10月10日（水）13：00～16：00に委員会と合同で開催し、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。

（閉会）