

最先端研究開発支援プログラム（F I R S T）平成22年度フォローアップに係るヒアリング
（量子情報処理プロジェクト）

1. 日時 平成23年9月27日（火）10：30～11：00

2. 場所 中央合同庁舎4号館1階 共用123会議室

3. 出席者

相澤 益男 総合科学技術会議議員

奥村 直樹 総合科学技術会議議員

青木 玲子 総合科学技術会議議員

川本 憲一 政策統括官（科学技術政策・イノベーション担当）付参事官（最先端研究
開発支援プログラム担当）

4. 説明者

東倉 洋一 国立情報学研究所（N I I）副所長（研究支援統括者）

蔡 兆申 理化学研究所巨視的量子コヒーレンス研究チームチームリーダー

樽茶 清悟 東京大学教授

5. 議事

【川本参事官】

それでは、これより研究課題「量子情報処理プロジェクト」の平成22年度フォローアップに係るヒアリングを始めさせていただきますと思います。

本日の総合科学技術会議側の出席者についてはお手元の座席表のとおりであります。本庶議員は本日所用により欠席ということになっております。

このヒアリングにつきましては非公開で行わせていただきます。関係者がフォローアップを通じて知り得た情報につきましては、フォローアップの目的のみに使用させていただくことにしております。ただし、後日、今後の研究発表あるいは知的財産権等に支障が生じない

ことを確認させていただいた上で、議事については概要を公開させていただくということにしたいと思います。

時間配分につきましてはあらかじめご連絡しておりますが、研究課題側からのご説明を10分、質疑応答を20分、合計30分ということで時間厳守をお願いをしたいと思います。説明に当たりましては、終了3分前に予鈴、終了時間に本鈴を鳴らさせていただきます。時間が来ましたら、質疑応答を重視するということで、説明が途中であってもそこで中断をお願いしたいと思います。質疑応答に当たりましては終了3分前に予鈴を鳴らさせていただきます。

それでは説明のほうをよろしくお願いいたします。

【説明者】

それでは、量子情報処理プロジェクトの説明を始めさせていただきます。私は研究支援担当機関の研究統括をやっております東倉と申します。所属は国立情報学研究所でございます。今日はそれとともに、理研から蔡さん、それから東大から樽茶教授と出席しております。どうぞよろしくお願いいたします。

まず最初のスライドですけれども、スライドが出ませんから、お手元の資料で説明させていただきます。1ページ目に研究推進体制・研究支援担当機関という図がありますけれども、これに研究推進体制としては、このプロジェクトでは量子情報処理における極めて多くのテーマから八つのテーマに絞りまして、今後ブレークスルーが出そうなテーマを重点的に研究していこうという体制で臨んでおります。

テーマ一覧はお手元の資料のとおりであります。テーマに対しましていろいろな機関の方々に参加いただいて、オールジャパンの体制で取り組んでおります。

この研究推進体制とともに、アドバイザーとしまして量子情報処理に関するアドバイスをいろいろな方々から伺って進めていこうという体制をとっております。

次のページですけれども、これは研究支援担当機関と研究委託機関ということで、このようにオールジャパンの体制で、国立情報学研究所がメインの支援機関となりまして、理化学研究所、それから東京大学という形をとっております。そのおののから各サブテーマの参加機関には委託研究という格好で契約を結んで進めさせていただいているという状況でございます。

それから、次のスライドにいきますけれども、量子情報処理プロジェクトの運営体制としまして、このスライドが一番重要な点で、研究支援担当機関としてもここに非常にかかわりを持

って進めている次第です。最も大事な全体会議というようなもののメンバー全員で、これは約200名が参加しておりますけれども、これで1回5日間を要しまして行っております。これにはアドバイザーも参加いただいて意見交換をするという格好で。その全体会議のプログラムがお手元の添付資料に付してございますけれども、詳細はこのような形で行っているというのがご覧いただければわかりのことと思います。

それから、全体会議では不足する部分、密にサブテーマごとでやらなければいけない部分がサブテーマミーティングというものを行っておりまして、これはテーマ別に年2回のペースで行っております。研究上の重要な意見交換、それから研究室をお互いに見学するということを含めて、参加者はサブテーマごとに15名～30名の単位で行っているわけです。これが実態的なサブテーマの研究をどう進めるかというようなことを徹底的に話し合うというものです。

それから、夏期の研修会を若手研究者、ポスドク、大学院生を中心とした若手研究者について、年に1回、これは長期になりますけれども、10日間という割合長い日程をとって合宿形式でやっているということでございます。これは若手研究者にとって非常に重要なものとなっております。このプロジェクトでは将来の若手を育てるというようなことは非常に重要なことと考えております。これについての2010年のプログラムというようなものを添付してございますので、ご覧いただければ幸いです。

それから、学生に対しては、関東、関西の学生チャプターを設けておりまして、これは学生の自主性を重んじて活動させようというようなことで、年に七、八回開催されております。これは主にポスター形式で、研究室の見学会を相互にやるというようなことも含んで活発に行われています。

それから、アウトリーチ活動ということで、教員、若手研究員、大学院生、これを小・中・高校の現場に派遣して、量子にかかわる極めて分かりにくいことを分かりやすく説明しようということで、これは将来の極めて若い人材を育成していこうというような形でやっております。

それから、これとともにニュースレターを発行しておりまして、これは年4回のペースで、2,200部程度を国内を中心にお配りしているということで、アウトリーチ活動にも非常に努めております。ニュースレターがどんなものかというのは表紙をコピーしてご覧にいられている状況です。

それから、主要雑誌での論文発表、22年度、23年度の経過ですけれども、これはNatureグループの雑誌、それからPhysical Review Lettersというようなインパクトファクターの高い影

響度のあるものだけを選び出してみましてもこの程度学術成果が出ているということでございます。

それから、こういう学術成果の中でこの2年間の主な成果としまして、ここではタイトルだけのご紹介になりますけれども、光格子時計の17桁の周波数比較に成功ということ。これは下のほうに競合機関ということが書いてありますけれども、これらの競合機関と我々のプロジェクトは肩を並べつばぜり合いをしているというような状況であります。

それから次に、世界最長寿命の超伝導量子ビットの開発に成功ということで、これは競合機関が下に書いてありますけれども、これらの機関とともに世界トップレベルを走っているというようなことは間違いないだろうということを自負しております。

それから、3番目に、単一光子からの単一量子ドットスピンへの変換と検出に成功ということで、これについても下に競合機関というようなことが書いてあります。

それから四つ目に、NP完全問題を解くイジング・マシンというものの提案をしたということで、これは非常に総合的、総括的な成果でありますけれども、今後こういうものがある種のこのプロジェクトの成果として中心の一つになっていくだろうというようなことで考えております。それぞれのスライドに示したように競合機関とともに走っておりますけれども、イジング・マシンについては競合機関はありません。

【川本参事官】

それではちょっと時間になりましたので、とりあえずここで中断をさせていただきます。また説明の足りなかった部分については質疑応答の中で補足的にご説明いただければと思います。

それでは、これから質疑応答に移りたいと思います。ここからの進行につきましては相澤先生のほうでよろしくお願いいたします。

【相澤議員】

それでは、今主に研究全体のアウトリーチ活動等を含めての運営の活動についてのご報告いただいたのですが、全体の研究マネジメントでお伺いしたいことは、たくさんのサブグループに分かれていて、それぞれの研究プロジェクトがどのようにこのプロジェクトの全体の目標に向かっていくのか、ここが非常に分かりにくいので、むしろこれは研究者サイドの方からお答えいただきたいんですが。いかがでしょうか。

【説明者】

その前に、私、先ほど申し上げましたように、全体会議、サブテーマ会議でその方向性に関しては議論しておりますけれども、NII、すなわちメインの主要機関の中に量子情報国際センターというようなものを昨年設立しまして、その設立した中にサブテーマの主要なメンバーの方々に客員教授をお願いいたしまして、それでかなり頻繁にそういう体制を通して全体の方角性についても意見を交換しているという状況にあります。

【説明者】

全体の方向というのは、この量子情報の分野では僕はまだコンセンサスが完全にとれているとは思ってなくて、いろいろな難しい点はあると思うんですけれども、どのくらい難しいかとかそういうことをそれぞれの系で調べている段階です。それで、意見交換は年に1回そのようなチャンスがありまして、ロードマップを作ろうとかそういう活動をしています。ロードマップを作って最終的にどのくらいでいけるかとかそういうことを今模索している段階で、完全なターゲットを絞り込んでそこに向かっているという状況ではまだありません。

何か付け加えることがありますか。

【説明者】

量子情報の分野でもものになりそうなものというのを具体的に考えていくと、いろいろな段階があって、多分一番難しいところに量子計算があって、その前に量子シミュレーションがあって、その前に量子暗号があってというような、そういう形での段階を踏んでいって、どれが順番にものになりそうかというような形の非常に大きなロードマップができていると私も思うんですけれども。そこでどういう技術でどういう形で進めていったらいいかという点については、各サブグループそれぞれが努力しているところがあって。大きな方向性は決まっているんですけれども、どういう技術を組み合わせようかというのはそれぞれ個々にインターアクションしながら実は技術として共有できる場所もありますし、概念も共有できる場所がありますので、個々にインターアクションは結構人が行ったり来たりしながら行っているというような状況だと思います。

【相澤議員】

やはりこのプロジェクトを採択するに当たっては、その大きな目標を掲げて、それを達成するためにこれだけのサブグループが必要だというコンセプトだったんですね。それぞれのサブグループが今活発に研究活動を展開されていることは理解できるんですが、これですとそれぞれバラバラなものが独立にしているところと大きな投資をまとめてしていることに対する効果が見えにくいのではないかなというのがありまして、それで非常にこのプロジェクトのフォローアップ、どういう立場でこうしたらよろしいのかということで。特に、中心研究者のそこについての強いリーダーシップが期待される場所なんです。それぞれのサブグループを率いておられる先生にこういうことをお伺いするのは何ではありますが、その辺のところで、先ほどご説明あったようなところで、今のようなことでまとまり感がある形で絞られていくのはまだしばらくかかるということでしょうか。

【説明者】

私たちが考えているのは、確かに大きなテーマが幾つかあって、例えば量子計算、量子シミュレーションというような大きなテーマがあって、それに向けて最善のハードウェアと最善の原理ですね、原理は何なのかというのを多分ここ1、2年かけてそれぞれに模索をしてきていて、だんだん共通の概念が生まれてきていて、技術もどういう技術を発展させたらいいかというアイデアもだんだん生まれてきていますので。多分この5年間というか4年と1カ月ぐらいですけれども、その間にどういう技術レベルまで持っていったらいいかというところを、今ちょうど話しかけている段階です。それぞれのベースに基づいてどういう形で集約するかという概念はだんだんできてきているんだろうなと私は考えています。

【相澤議員】

そうですか。その時間軸が非常に重要になってきて、もうある意味では残り少なくなっている時ですね。それから、中心研究者の山本先生はあれでしょうか、全体のまとめをするという立場でその姿勢をどういうふうに明確に皆さんにある意味では指示しながら引っ張っていかうとされているのか、その辺もちょっと伺えればと思います。

【説明者】

山本先生は全体会議ではかなり明確なメッセージを出されます。これはこういう方向性がいいというのをかなり明確なメッセージを出されますね。ですから、そのために5日間ぐらいかなりじっくり話を聞いてということで、明確です。各サブグループに対してはわりあい、サブテーマリーダーを通して個々にディスカッションしている状況ですね。ですから、山本先生自身のガイドラインは相当はっきりしていると私は感じています。

【説明者】

ちょっと私から答えていいですか。今の相澤先生のご質問なんですけれども、私も同じような質問を山本先生と何回か交わしたことがあります。一番最近では夏休み明けにそういう質問を投げかけて方向性が出てきたかというようなことを問いかけました。それに関して山本先生の答えは、ここの資料にあります4番目に主だった成果ということで出させていただいたイジング・マシンの提案ということがありますけれども、これは今までの量子コンピュータと違いますと、常にエンタングルメント、量子のもつれというようなことを利用して量子コンピュータを設計するというような方向になっていたわけなんですけれども、ここでは発想を変えて、イジング・マシンというようなものでNP完全問題に挑戦すると発想を転換すると、非常に理論的に良い結果が得られたというようなことで、今後これからの全体会議というのは12月にあるわけなんですけれども、そこでこのイジング・マシンの話を全体会議で皆さんにぶつけて、それについて各サブテーマからの意見を集約して、どのようにまとめていくかというようなことを考えていると言っておりましたので、今のところ最近の考えはそういう方向になっていると思います。

【奥村議員】

このレポートを拝見して非常に読み取りにくい表現が幾つかあります。冒頭のところの最初には最低二つの実用化技術を政府と国民に提示するとはっきり書かれているわけで、では一体それは何なのかと、候補になるものはですね、きちんとやはり言っていただく。それで、後ろの方を拝見すると、いやいや、特許は余り重要ではないという表記もあるわけです。しかし、今のように基本的なところではやはり特許になり得ると思うのです。このプロジェクトに期待しているのは、学問の進化と人材育成とお書きになられているのですが、恐らくこれを選択したのはそういうことではなくて、やはり量子コンピュータと常々言われているものは本当に可

能なのか。どんな姿で可能ならできそうなのか。そういうアウトラインが終わったときにはやはり、あるいはプロトタイプですね、もっと言えば、そういうものが見えてくる、これが恐らくこのプロジェクトが採択されたのではないかと私は予測していますので。そういう観点から見ますと、ここに書かれている、言葉の端々かもしれませんが、そういう意味の統一感が何か読み取りにくいというのは、私このレポートを読ませてもらった第一印象です。

ですから、多くの期待は、量子コンピュータ、それで、原理的に随分違うようなことを発見されたようにお書きになっているので、NP完全問題もサラサラと解けるようにお書きになっているので、これは大変なことです。ですから、本当にそういうことができるのであれば、具体的にどんな計算機の形にもっていくと、方向、8サブテーマをこのようにもっていくところ言っただけだと、何となくプロジェクト全体の方向性というのが見えるなど、そんな印象ですよね。というのが私の理解です。

ですから、今のままいくと、言葉は悪いですが、35人いらっしゃるPI（Principal Investigator）の立派な先生方の科研費でそれぞれやられているものを一つにまとめたということにならないようにやはりお願いしたいというのは私の期待です。

【説明者】

おっしゃるとおりだと思います。このイジング・マシンの新しい考え方については、NIIの100%の知的財産権の所有で既に特許は申請しています。そういうことで、奥村議員から特許は余り重視しないということが書いてあるとのご指摘でしたけれども、NIIとしては特許もできるだけ出して知財権を確保していく政策でありますので、その辺、支援機関としてはこのプロジェクトに対してうまく支援していけるのかなと考えております。

【奥村議員】

来年、中間評価がありますので、来年度に、是非その時、あと1年ですね、統一的なイメージが出てくるように、それこそチームの中でよくご検討されて臨んでいただきたいということをちょっと要望したいと思います。

【説明者】

はい。ありがとうございます。

【相澤議員】

そのことは私が先ほど質問したと全く同じラインのものなので。それで、この自己評価の資料様式1ですが、ここも今のところの理解が少しギャップがあるんじゃないかと思われませんが、国民が、あるいはそして総合科学技術会議が期待するのは、第一は学問の進化と人材育成であると理解していると書かれているんですが、そういう理由で採択したわけではなくて、あくまでもこれがこれまでにない新しいコンセプトの量子コンピュータを提案すると、そしてそれにチャレンジする、そのチャレンジに期待しているのであって、ここに書かれているような、いつの間にかそれが教材でありとかというような形に置き換わってしまっている。これはいささか理解のされ方が私どもの理解と全く違うと申し上げたいと思います。

それから、知的財産のことについて、このやはり様式1に書かれているところで、各関連機関との契約締結が大幅に遅れたということが書いてあるその次に、税金を投入したものが知的財産権として国に帰属するのはおかしいと、こういうことが書かれているんですが、これはここに書かれている内容にはふさわしくないというふうに思いますね。つまり、この研究が遅れたということと、その今の知財権の国に帰属ということがこういう形で書かれるというのは何をおっしゃりたいのかということが明確ではありませんので。こういう特許権の知的財産権は必ずしも国に属するというだけではなくいろいろと規定があるわけですから、一般論として書かれていることとここの中に書かれるべきことと、これはきちっと仕分けていただかないと。何かこの研究プログラムの方向性が間違っているような位置付けにもなりかねないので、ここは注意していただきたいと思います。むしろこれは適切な形に修正していただいたほうがよろしいのではないかとこのように思います。

【説明者】

その点修正いたします。

【相澤議員】

はい。それから、その修正という意味では先ほどの様式1の始めのほうも、こういう理解でという位置付けのところは、これは私たちの全く理解しないところですので。

【説明者】

我々の誤解であると。

【相澤議員】

はい、このところも適切に表現を変えていただかないと、これはやはり残りますので。よろしく願います。青木先生、いかがでしょう。

【青木議員】

一つだけ。人材を育成ということも書かれているわけですが、この競合している研究機関、ハーバードとかデルフルトとかそういうところはみんなその国の研究者だけで成り立っているところではないと思いますが、このグループの全体集会のプログラムを見ると、日本人が当然ですが、圧倒的に多いですが、海外の人材を使おうという何かはやってますか。山本先生はスタンフォードでもアクセスがとおりになるわけですが、これが何か世界のトップで競合する機関になるためには、やはり人材の国際化が必要だと思いますが、何かやってますか。

【説明者】

サブテーマ、P I は多分日本の方が多いと思いますが、我々のサブテーマの中のメンバーは、ほぼ50%は外国籍の研究者が来ています。

【青木議員】

それじゃあ分野によるということですか。

【説明者】

分野によると思います。

【青木議員】

それは日本が圧倒的に強いからということになるんですか、日本人ばかりになるのは。

【説明者】

そのような分野もあると思います。

【青木議員】

どうもありがとうございます。

【説明者】

名前が出ている研究者は、責任ある立場で、日本で研究している人が主として参加しているという形になっていることは事実です。しかしながら、一般の研究者、全部で200名ぐらいの研究者がかかわっているわけですが、その中にはかなり数の外国人が混ざっていると。

【青木議員】

全員が出ているわけではないということですね。

【説明者】

ええ。

【青木議員】

分かりました。

【川本参事官】

事務局から1点だけ確認させていただきたいのですが。研究支援体制、補足資料の8ページに研究支援体制が載っているわけですが。東京大学と理化学研究所に対しても研究支援に必要な経費Bが配分されていると思うんですが、東大と理研も研究支援ということでかかわっておられるのでしょうか。

【説明者】

N I I は全体的なものは見ているというような形になっています。

【川本参事官】

ええ、経費Bというのは研究支援に要する経費として配分されているわけですが、N I Iだけではなくて、今申し上げたように東大と理研にもそれにかかわる経費が配分されているわけですが、そうするとその研究支援体制がどうなっているかというところがここの記述にないものですから、そこもちょっと明らかにしていただきたいということでお願いをしたいと思います。

したがいまして、整理をして申し上げますと、相澤議員から指摘のあったこの様式1の1番の課題全体に関する自己評価の中のプロジェクトの位置付け、ここの部分を誤解がないように修正をお願いしたいということ。特許の取扱い、9ページですね、ここの知的財産の取扱いについても、先ほどのご指摘があったように誤解がないように修正をお願いしたい。

もう1点は今、私が申し上げた、研究支援体制について、東大、理研を含めた形で修正をお願いしたい。その3点について、今週30日までにご提出を事務局までお願いしたいと思います。よろしいでしょうか。

【説明者】

分かりました。

【川本参事官】

では、そういうことでヒアリングを終了させていただきます。どうもありがとうございました。

—了—