

ユニット構築会議／学術実験プラットフォーム検討会議（第 22 回）議事録

日時：2021 年 10 月 20 日（水） 13:15-15:00

場所：オンライン

書記：濱口

議事：

- お知らせ
 - ユニットテーマの彫琢に向けて座標軸による整理（吉田善章）
 - ユニットクラスタ化に向けたブレインストーミング
- プラットフォームに関する話題提供
 - プラズマ・シミュレーションコード群（沼波政倫）
 - ECH system as a platform in NIFS（吉村泰夫）

次回予定（2021 年 10 月 27 日（水） 13:15-15:00）

お知らせ

○ユニットテーマの彫琢に向けて座標軸による整理（吉田善章）

（芦川）提案書などの進め方についての質問。今のユニットテーマ提案書をブラッシュアップしつつ、将来ユニットを組みたい相手方と、例えば科研費の学術変革では新しい学術を打ち立てるための枠組みとして設けられているが、学術変革の総括班のような形でのもっと高みのキーワードとしてユニットの名称を並行して議論するという形でよいか？

（吉田）学術変革や以前の新学術領域というのは良い例だと思う。今あるテーマがある意味ではその計画研究に相当しているかもしれない。これは一つの良いアナロジーだと思う。学術変革や新学術領域では、それらをバラバラではなく大きなテーマを立て、アピーリングなら通っていく。考え方としてはそうだと思う。そういう形でまとめることによって非常に高いレベルかつ他の分野に対してトランスペアレントでアピーリングなものになると思う。そういう風なものに仕上げていくと考えてもらいたい。一つだけポイントは、どうしても所員にとっては組織がどういう風になるかということが頭によぎってしまうと思うが、それぞれの出口戦略としてあっても良いが、まずは組織から離れてテーマとして何を立てると良いかを考えてもらいたい。テーマが成り立ったときに、所の中で閉じずコミュニティをあげた議論としてやっているの、レビュアーを含む利益相反のない所外の人からこういうのが良いんじゃないか等、自由にご提案頂くという形でユニットテーマを構築したいと考えている。その結果できたテーマで組織を組もうとしたときにテーマとして素晴らしいが人的予算的理由で実現できない場合が生じ得る。実現できないけれども核融合コミュニティとしては非常に重要なテーマということになって宙吊りになってしまうかもしれないが、マスタープランに出ているのはそういうものばかりである。実現できないが是非やりたいと言うことでマスタープランにリストアップされたものはいっぱいある。まず我々はそういうものを考えていきましょう。勿論、宙吊りにはならず実現できるものをできるだけ作りたいが、ただテーマとしてはそういうものを立てて、そういうものができたらユニット構築会議で発表して頂いて、それからどういう人でチームを組んで所外からどういう人に参画して頂きましょうという様にやっていきたい。できるだけ多くを核融合研のユニットとして実現したい。ただし、宙吊りになるものもあるかもしれない。場合によっては、核融合研の中では組織できないが国内にはコミュニティがあるので所外に研究組織が構築されて核融合研には客員としてお迎えするというような核融合コミュニティの中のそういうアクティビティを核融合研が直接的ではないけれど間接的にサポートしていくというあり方

も共同利用研なのでありえる。ユニットテーマの組織実現性ということで言うと今言った3つのカテゴリーがあるが、まずは核融合科学の重要問題10みたいなものを形成し、それからその実現性を考えるという考え方で進んでいきたいと思っている。

(中野) 概ね10程度のユニットテーマを立ち上げるという話だが、これは核融合研の規模から、一つのユニットの人数の規模として、そうなると認識している。これに関して10以下、例えば極端な話としては5とか3になっても問題はないと思って良いか？

(吉田) 5とか3になる可能性は否定しないが、縮退し過ぎだと思う。あまり縮退してしまうと大きな物語グランドナラティブという話があって、非常に大きな物語を書いてしまうとプロジェクトとしてのシャープさを失ってしまう。やはりシャープさも必要なんだろうと思うけれども、ただバラバラではいけないとも思う。議論した結果、3とか5でも良いかもしれないが、ただ概ね10ぐらいだと思う。提案されているものを見渡してみても10ぐらいの軸で引いてみたけれども、いろいろな議論の中で10次元から3次元まで落として良いとなるかもしれないが、いろいろなものが単に一つの箱に入っているだけだという訳にはいかないの、10ぐらいということを作業仮説として言っている。皆さんの議論の中でそれが3になったときにそれぞれ目標が明確ではないということになれば最終的に審査は通らない。十分な明確な目的を持ち、かつ十分なスケール感を持っているというものを考えてもらいたいと思う。

(渡邊) 10個の軸を出されたらと仰っている一方で、その軸が核融合研究の重大な10個のテーマという言い方もされているが、軸ということと重要なテーマ10個というのは少しニュアンスが違っていると感じた。10個の軸の矢印の先に書かれているタイトル10個が核融合研の研究課題、あるいはこれからの研究の目標であるように聞こえたが、それと核融合とがどういう関係になっているかということが一目した時にわかりづらいという感じを受けている。それについてどのようにお考えでしょうか？

(吉田) まず1番目に私が10個軸を引いてみたというだけで、皆さんが大いにモディファイして頂いて良い。単に皆さんの提案を眺めてみてアラインできそうな軸を引いてみたということである。その軸をいろいろ足したり引いたり、様々な座標変換して頂いて構わない。矢印の先に書いたのがユニットテーマだという意味で書いたわけではない。矢印の左側に書いたものは割と平凡な我々の聞き慣れた言葉であり、「閉じ込め配位の最適化」ユニットでは少し平凡ではないかと思うので、そのところをもう少し概念として練り上げてもらいたい。練り上げるときのヒントとして、例えばこういう軸でずっと行くと、他分野とコミュニケーションしようとする、こういうところで多分つながるんだと思う。素粒子の人たちもパスインテグラルを計算するときにモジュライを計算している。深いところでは共通性がある。このような一般性を持つユニットテーマを立ててもらいたい。どういう意味で一般性を持つのかということのヒントとして書いているのであって、我々がいつも言っている「乱流輸送を理解し制御する」というのはプラズマのコミュニティでは通じるが、もっと広いコミュニティにつながるような伝わっていくようなテーマとして立てようとするならば、それはどういう風なテーマとして立てれば他の分野にも伝わりうるんだろうかということのヒントとして述べた。左側がプラズマ核融合コミュニティで自己紹介するときの言い方だろうし、分野外に出て行って他のコミュニティの人と会話しようとしたときには結局こういうことの研究なんですよと翻訳してくれないとわからない。翻訳し合えばそういうことの研究なんだという形でつながることができる。核融合研究を学際的なテーマに分節化していくということは、そういうことなんだと考えてはどうでしょうかということでのこの例を示した。右側は、こういうテーマをやれば良いというふうに具体的に提案しているわけではなく、例として述べているということです。

(渡邊) 今提案されているような軸に関するユニットができたとしても、右側に書いてあるものはそのユニットが追究する一つの方向であって、ユニット名称はより核融合と関連したような名称を

考えることは可能であるのか？

(吉田) 今、ユニットテーマの提案が 30 ありますが、それをある軸の上に例えば 3 つ 4 つ並びそうなものがある場合、どういう方向性で議論するのかということとその共通点を単に拾ってくるというのではなく、それは結局どういうことの研究なんだということを考えて欲しい。そのどういうことの研究なんだと考えるということは、つまり一般的なテーマにするということである。一般的なテーマにしていくということをするならば、研究の内容が他の分野にも伝わっていくものになっていく。そういうテーマを突き合わせて、そこから新しいテーマを探して欲しい。テーマ名は核融合科学の焦点が一方にあって、それをいろいろなそれぞれのユニットの方向にもう一つの焦点として伸びていっているという風にユニットのテーマを書いていくということが、核融合科学というある意味コンパウンドになっているものを、例えば 10 のユニットにするということは 10 次元に分解して考えるということである。

(渡邊) ユニットの名称というのがそのユニットを象徴するようなものに思えたので、そのユニットの名称自体が例えば 10 個できたとしたときに核融合研に 10 個のユニットがあるという場合の関連性とか統一性が気になった。核融合オリエンテッドな名称を付けていくのであれば、ある統合性が見えたりすると思う。最終的には外から見て分かり易いのはユニットの名称だと思うので、ユニットの名称と提示されている軸との関連性がわかりにくい。

(吉田) ユニットテーマがユニットの名称になれば良いと思う。ユニットというのは組織としては会社みたいなものと言っているが、つまり目的を持って活動している研究体である。ユニットの名称はその社名に相当するものである。それは研究内容を表現している看板を掲げた方が良いと思う。そのようなユニットテーマを考えましょうという風に議論しているわけである。

(渡邊) 例えば先程 10 個の軸として示されたものがユニット名にもなると理解すれば宜しいか？

(吉田) そのものをユニット名にしろと言っているわけではなく、考える一つの座標軸として提案した。例えば「揺らぎの定義」ユニットを考えましょうと言っている訳ではない。考える補助線を引いてみたということである。その中で、これまでユニットテーマを 30 個考えたのと同じようなことを、もう一回り大きい階層を作るためにもう 1 サイクルやって下さいということである。

(渡邊) あくまでも軸という話であれば理解した。名称はまた別途考えるということで良いか？

(吉田) 示したものは例示なので押し付けるつもりは全くない。ただ補助線を引かないと考えが進まないで、まず補助線を引いてみたということである。それをいろいろ変換して考えやすい方向の軸に引き直して頂いても良いし、場合によっては縮退させて頂いても良い。ただイメージとしては芦川さんが言われたことが例としてわかりやすい。それぞれの研究チームがやろうとしていることを一つの計画班みたいな形にテーマを立ててみる。そうすると学術が変革できるものというイメージで考えて頂ければ良いと思う。ただ科研費は 5 年ですが我々は 10 年なので、それよりもっと志の大きいものと考えて頂ければ良いと思う。

プラットフォームに関する話題提供

○プラズマ・シミュレーションコード群 (沼波政倫)

(田中) 乱流のジャイロ研究のコードは GKV 以外にもあって、今後 JT-60SA とか ITER の時代になると、諸外国の研究者は GKV 以外のコードを使うことが結構出てくると思われる。それに対して日本製の GKV が立ち向かっていくことになるが、GKV を使うことによる利点は何か？

(沼波) GKV は速度空間の解像度が非常に高いことを売りにしてきたところがあって、エントロピーバランスを出来る限り維持しながら計算できるというメリットを主張してきた。正直なところ、他の物理要素については他のコードにはあって GKV には入っていないものもある。ただ日本製コードという点は重要である。GKV を使ってシミュレーションをしているが、大きな計算機資源を労する

ということを鑑みて、それをリダクションしてもできる限り同レベルの計算結果が得られるようなモデリングを考えている。それを進めていって出来上がったモデル自体をシミュレーションコードと位置付けられるならば、少なくとも世界と戦えるモデリングになってきていると思う。

(田中) 他のコードと同等にGKVではこういう結果が出ましたということが論文に明確に書かれているので世界的に評価されていると思う。ただGKVには入っていない物理要素があるときに、他のコードを使うという判断もあり得る。一方で日本製のコードがあるということはとても素晴らしいことで、問題があればコードの一番の根源の所を改良できるのは非常に良い。現在、非常に少ない人数で開発されていて大変だと思うが、プラットフォームとして有効活用していくためには開発する体制を増やすことを考えないと、競争力を保つのは難しいと思う。人を手配するところまで考えてやらないと競争力があるコードとして世界的なレベルで生き残るといふときに課題になると思う。

(沼波) 仰る通りだと思う。問題意識として同じものを持っている。

(加藤) 世界最高の性能を持つプログラムコードという捉え方の他にも、例えば原子分子のコードの場合、同じようなコードが世界にたくさんあるが、それが出力するものが標準的な物理量であれば、ユーザーとしてはそういったものをデータベースに無いようなものでも算出して使いたいという場合やいろんな物理モデルに適用する場合に、ドキュメントがしっかりとしていて中の物理がよくわかっているものであれば非常に大きな利用価値があると思う。例えば IAEA の方でもコードセンターネットワークというのがあって、いろんな人が利用できるように方向で組織的にやられている。もしプラズマシミュレーションの分野でも出力されるものがスタンダードであっていろんなものに役に立つのであれば価値があると思われる。

(沼波) 出力フォーマットを統一することは非常に重要だと感じている。ベリフィケーションとかコード間ベンチマークをよくやるが、出力フォーマットがよくネックとなる。コード改変を両方もが行ってからでないとなかなかベンチマークが進まないという現状がある。先行した原子分子の取り組みがあるのなら是非参考としたい。

(加藤) コード間でのデータのやりとりとかフォーマットを統一するという問題が必ず出てくる。それをやるときには国際的な取り組みまで発展させていかないと、なかなかスタンダードにはならない。原子分子の場合、音頭取りとして IAEA があるが、プラズマのシミュレーションの方でも国際的なコミュニティがあると思うので、そういうところでそういう話があるのなら非常に価値がある活動になると思う。

(沼波) ヘリカル-ステラレータ系ではそういった取り組みが昔からあって、スタンダードな平衡コードを同等に利用できるフォーマットを作ろうという動きが部分的にはある。より国際的な枠組みにしていかないと本発表の最後に書いたところまでは、すぐには難しいというのが現実と思われる。

(長壁) 核融合クラウドの構想の中では実験データとシミュレーションの橋渡しというところも入っているので、入力とか出力の統一とかプラットフォームの資産としてシミュレーションコードを利用するという観点でもうまくやっていけるのではないかと思うので是非ご協力をお願いしたい。核融合の分野から計算機科学に貢献するというユニットがあっても良いのかなと思ったがどうか

(沼波) まさしく重要な動きに既になっていて、ユニット構築のところで示された軸の中にシミュレーション未来学というキーワードがあって、それを軸にして計算科学という観点で軸にならないかという議論は既に始まっている。その枠組みの中には当然要素として入ってくると思う。核融合クラウドの件は、是非協力させて頂きたい。

(本島) 戦略的に活用していきけるはずだと仰っていたが、よりよく広く使って頂くためにはオープンソース化は重要だと思うが、プラットフォームの資産としての戦略の一つでオープンソース化や他の戦略は考えているのか？

(沼波) GKV コードは既にオープンソース化した。名古屋大学が中心となってオープンソース化が

進んでいて、マニュアル整備や講習会実施等、ユーザーを増やす取り組みをしている。プラズマシミュレータとセットで利用していくというやり方はどういうことかという、この計算機を使って下さいというだけではコードを移植する手間とかあるが、このテーマを大規模計算でやりたいという風な言い方で提示してもらえると、このコードでプラズマシミュレータでやってみませんかという売り出し方はあるんじゃないかと思う。もう一つは、計算機はあって、やりたいテーマもあるがコードがまだという状況のときに、その計算機で走るコードがありますよという形でも売り出していけるんじゃないかと思っている。オープンソース化は非常に重要ではあるが、それだけじゃなくいろんな作戦があるということをここで言いたかった。

○ECH system as a platform in NIFS (吉村泰夫)

(中野) 実際に動かす際に必要な MG や特高の維持費はどのぐらい掛かるのか？

(吉村) 正確な額はわからないが結構掛かる。ECH 単体ではなく加熱機器全体や所全体で検討していかないといけないことだと考えている。

(増崎) ECH を LHD 以外の目的で使うときに LHD の外でパワーを使う方策はあるのか？

(吉村) 加熱装置室であれば、マイターベンドの先端を外すことが考えられる。また、ダミーロードも切り替える形になっているので、ダミーロード側に何か対象を仕込むことは可能である。

以上