

## 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11回） 議事録(案)

日時：2021年6月21日（月） 13:15-15:15

場所：オンライン

議事：

- お知らせ
- ユニットテーマ提案：5件(課題 No.34-38)
- 次回予定（2021年6月28日（月） 13:15-15:15)

書記：伊藤(篤)

以下：敬称略

### ◆ ユニット準備室からのお知らせ（坂本）

- 個別会合の開催は研究部と外部へ通知すること
- 会合の議事録を準備室に提出すること
- 構築したテーマを全体会議にて紹介せよ
- テーマ構造フェーズにて心がける点の確認

### ◆ プラットフォーム準備室からのお知らせ（永岡）

• LHD 常伝導運転の可能性の検討を森崎さんを中心に進めている。0.5T の通電を一つの作業仮説として、ユニット構築の議論の中で研究計画の具体化を進めていただきたい。実現可能性は、どのような学術的に魅力的な研究課題を設定できるか？によって、高まると考えている。

- プラズマシミュレータ、学融合工学研究等の装置群の装置紹介も今後お願いします。

ユニット検討：テーマ提案（質疑のみ記載）

### ◆ 課題 No. 34：MMI アルゴリズムを基盤とするシミュレーションによる多様性科学研究（長谷川裕記）

笠原：マイクロマクロの橋渡しの方法について、いろいろな案があると思うが、その中で具体的な物理モデル化案を想定した活動ということか。未知の物理事象に対するモデル化についてどのような方策があるのか。多体問題と統計の橋渡しのところで具体的な良い方策案がある程度見つかっているのか。講演からは色々なケースについて各自がまず取り組みましようというようにも聞こえた。全体像としてなにか方針があるのか

長谷川：まずはマクロな方程式を解いていく上で、足りない情報をマイクロから取り出すことを考えていく。

笠原：例えばどのような物理量をやり取りすればよいかどのように決める(知る)のか。

長谷川：例えば今回例に出したものであれば、粒子側と流体側の物理法則・方程式から自ずと決まってくる場合もある。

小林(達)：複数のモデルを行き来して解くというのは、乱流や、MHD+kineticの方法などとも同様の概念ということでよいのか。既存活動と比べて新しい点はあるのか。

長谷川：広い意味で同様のものともいえるが、マイクロ側を必要な時だけ解くという点は特徴的ではないか。

坂本：マクロ側から見てイベントが起きそうなところを検知する感度によって結果が変わりそうだが。

長谷川：起こりうる問題と思う。そのような重要なイベントを十分に拾えるようにすることも研究対象。

◆ **課題 No. 35：核融合炉早期実現を指向する多要素結合循環系の物理・モデリング・制御・設計の統合研究（山口裕之）**

伊藤(篤)：勇気を出して造語を提唱されたことが嬉しい。「情報の抽象化」や「自己抽象化(auto-abstraction)」における「抽象化」とはどのような意味か？

山口：媒体を問わずに保存され、それでいて系の物理的実体を反映したもの。まだ妄想の域を出ないが。

伊藤：面白い切り口と思うので是非また議論したい。

沼波：抽象化の件は面白いと思った。これと「核融合炉早期実現を指向する多要素結合循環系の物理・モデリング・制御・設計の統合研究」のつながりについて知りたい。

山口：繋がりについては「制御をする」という観点。限られた制御ノブからプラズマを付け続けるという切り口で考えていったところ(情報の)抽象化という概念との繋がりに昇華した。

沼波：核融合以外への分野への展開は、どのように取り組むか。

山口：外に成果を公表する際に波及を考えた取りまとめをして、全ての構成員が常に考え続けなければならないという風には考えていない。

後藤：理想の核融合炉が常にアップデートされるというのは、設計者としても興味深い。実際の活動においては要素の研究が必要になるが、単に組み合わせればよいというわけではない。如何にして組み合わせるのかという点で新しさを出せるか、一緒に議論していきたい。他分野への波及で、核融合発だからこその強みはなにか。

山口：実験ができない分野に対して、実証実験ができる核融合炉の強みはどうか。

河村：密度(粒子)や温度(エネルギー)といった単純な統計量で表せない要素が離れたと

ころに影響を与えることもあるので、「情報」の輸送という切り口で核融合プラズマ現象を議論していけるのではないか。

#### ◆ 課題 No. 36：新概念磁場配位創成・原理実証（藤原大）

永岡：プラットフォームの検討のブラックボックス化というコメントに対して。現状はLHDのプラットフォーム化として森崎さん中心に技術的な部分のフィージビリティを含めた検討をしている。今後はその上でどのような研究が実施可能かオープンな検討を進める。

吉田：誤解を招かないように補足すると、LHD 常伝導の案は次期装置ではなく、今あるものを有効活用して何ができるかということ。次期装置の検討ではない。

藤原：その点は私の理解とも一致する。高額な電源増強という話を聞いたが、そのお金の別の活用の可能性についても検討すべきでは。

吉田：電源の話も現状装置の有効活用のための計画案であり次期装置ではない。

高橋：次期が次期大型プロジェクトということの意味するなら、ユニットの活動期間も鑑みてユニットの活動としてはどのように位置づけるのか

藤原：次回のマスタープラン応募には間に合わない場合、その次の申請を目指した活動をユニットとして行うものがあるかもしれない。

高橋：確かにマスタープラン申請を請け負う場とすると、ユニットとしての活動の他に戦略室をもう少し広げる手もある。あえてユニットの活動として位置付けるには、どのような研究をするのか。

藤原：むしろ研究活動として次期装置の準備に取り組むところがないとマスタープランで勝ち残れないのではないか。

#### ◆ 課題 No. 37：非線形・共鳴・同期現象の探求（鈴木康浩）

小林(達)：今回示された例はシンプルな系だが、非線形現象のモデル化で難しいのは、線形安定だが非線形不安定な系(サブクリティカルな系)や、空間と相互作用する系などが思い浮かぶ。そのように難しい問題にどのように取り組むか。

鈴木：位相空間の情報を利用することが有効だろう。ある物理量の時系列データだけでなく、時間や空間に対する変化率や二階微分などを考慮するとよいだろう。

小林(達)：HIBP を使った井戸さんの研究成果に通じるところもある。成長するところを見ていくという新しい扉を開くように思う。

鈴木：成長し始めだけでなく飽和のところまで含めた非線形の理解を目指せば10年間でよい研究になるだろう。

大舘：トカマクのアクチュエータの例では人間に理解できる程度の数のパラメータが挙げられているが、実際のプラズマでは無限自由度のパラメータに思える。その間を埋めるには

どうするか。

鈴木：そこに機械学習や自由度低減を活用すべきではないかと考えている。様々なパラメータ次元での図を描いてみて、そこに機械学習や自由度低減を適用すれば制御できる可能性がある。

大舘：データ科学によるスパースモデリングにも通じるところがある

鈴木：分布や構造そのものを測る新しい計測手法があれば、自由度低減にも向かえると思う。

笠原：特に制御関係のことで深く考えられていると感じた。制御をするときに端的にはニューラルネットなどのAIを直接使うことが想像されてしまうが、AIで因果関係を探ることが現実的に可能か、また現状ではどのように進んでいるのか教えて欲しい。

鈴木：例えば、因果関係を探る目的のベイズ計測は我々の分野では不足しているが、他分野との交流で積極的に導入したい。

#### ◆ 課題 No. 38：時系列データの統計的解析と数値シミュレーション解析による構造形成及び崩壊現象の解明（市口勝治）

坂本：解析対象を外部から持ってくるということか

市口：ここでの「共同研究」は基本的にはユニット内での共同研究を意味している。

従って、ユニット内からの提供ももちろん考えている。

#### ◆ その他

佐竹：ユニットセミナーの講演者が理論研究者に偏っているので、実験系の研究者の意見を伺った方がよいのでは。

坂本：参考にする。