

ユニット間連携の議論

#1: 定量プラズマ乱流輸送物理の創設 (小林達哉)

#4: 核融合データ駆動 (横山雅之)

#7: 制御可能な複雑系に潜む普遍性・特異性の探究 (沼波政倫)

#15: プラズマのフローと構造形成 (高橋裕己)

#17: 高エネルギー粒子閉じ込め・核融合放射線科学 (小川国大)

「ユニットテーマ構想個別会合」の主課題

坂本さんの
アナウンス

ユニットが掲げる共通の研究テーマを構想すること

- 未来志向であること（既存のテーマの後追いでない）
- 目標を具体的に示していること（永遠のテーマでない）
- 10年後に学术界に輝くテーマに育つこと（月並みでない）
- 多様な「個人のテーマ」を包摂できること（独りよがりでない）

個人の研究テーマの共通性を見出し、新しいユニットテーマを設定

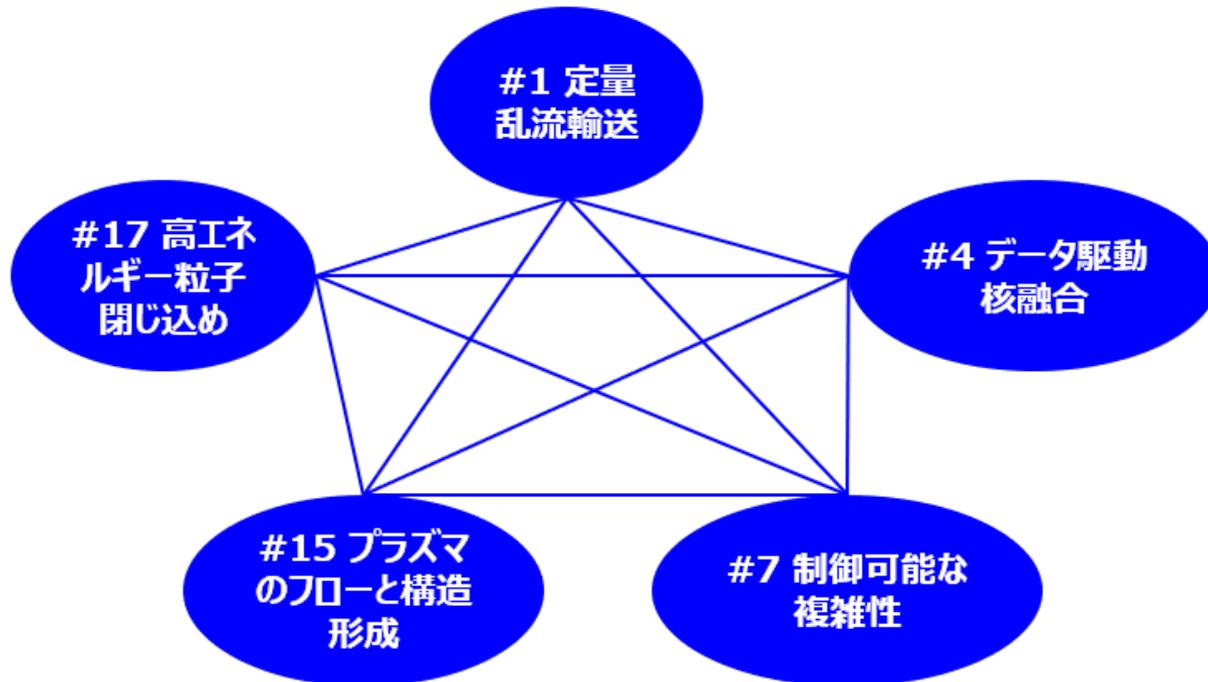
- これまでの研究課題の再配置にとどまっていないか？
- 異なる課題との組み合わせで大きな展開を
- 外からの視点で新しい展開を ←**ぜひ、共同研究者の積極的な参加を期待**

岡村先生のコメント

- ユニット構想フェーズでは、『目標を具体的に示していること（永遠のテーマでない）』が重要な観点だと思います。これまでのユニット紹介のフェーズでは、研究目標を考える上で、より一般的（普遍的）なターゲットを構想しようとするために、ややもすると、研究の時間軸とか具体的な現場のイメージが希薄になっていた傾向があります。所長の説明にもありますように、研究ユニットの仕組みでは、**有限時間の中で具体的な研究成果を生み出すという、明確な研究プランを持つこと**が要請されます。時間軸は、およそ10年です。今後10年くらいの研究期間で、（科研費でよく言われるように）**どこまで解明するかという具体性が必要**です。なにも全ての問題を明らかにすることは要請されていません。**わからないことを全て明らかにするまで、などと言ったら、何も約束していないことと同じ**です。**できる範囲を明確にして、それを目標として研究計画を立てることが大事**です。

本合同会合の開催動機

- ユニットの構想を考えるためには、**具体的な研究のアイデアがまず必要**。
- 研究の具体化は**単独では限界**がある。連携を意識して多視点で多角的にテーマを考えることで、単独構想の限界を破り、各ユニットの研究の**発展、深化、具体化**につなげたい。
- そのため、**連携の効果も具体的に考える**。
- 今回は連携効果が比較的想像しやすいユニット間で検討したが、一見、関連がなさそうなユニット間で連携を(**無理やりでも・こじつけであっても**)考えるところから始めると、新しい学術創成のアイデアのヒント・とっかかりがつかめるかもしれない。



ユニット構想一覧

No	テーマ	No	テーマ	No.	テーマ
1	定量プラズマ乱流輸送物理の創設（小林達哉）	15	プラズマのフローと構造形成（高橋裕巳）	29	水素による持続可能社会の構築に資する研究（平野直樹）
2	プラズマの非平衡・非等方性研究（後藤基志）	16	トリチウム制御（芦川直子）	30	波動を介したエネルギー輸送研究（伊神弘恵）
3	数理共創非線形プラズマ研究（仲田資季）	17	高エネルギー粒子閉じ込め・核融合放射線科学(小川国大)	31	核融合炉の実現と展開を加速する高温超伝導マグネットの高性能化研究（柳長門）
4	データ駆動核融合研究（横山雅之）	18	複雑運動の構造形成の領域横断的な理解について（三浦英昭）	32	原型炉マグネット –高電磁力と冷却安定性+高効率化–（今川信作）
5	物質循環系における選択的粒子輸送の体系化とそれを可能にする極限技術の構築（本島巖）	19	核融合・複合過酷環境材料研究（長坂琢也）	33	負イオンプラズマと粒子ビームの学理と応用（中野治久）
6	プラズマ・異相間相互作用研究（増崎貴）	20	プラズマ波動加熱物理・システム研究（西浦正樹）	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）
7	制御可能な複雑系に潜む普遍性・特異性の探究（沼波政倫）	21	原子分子素過程と分光研究による学際的プラズマ研究（村上泉）	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）
8	核融合科学の極限技術追求と社会実装（安原亮）	22	集団粒子相互作用シミュレーション（藤堂泰）	36	新概念磁場配位創成・原理実証（藤原大）
9	多体系多相大循環制御研究（田村直樹）	23	核融合炉設計を基盤としたシステム創成・学際領域研究（後藤拓也）	37	非線形・共鳴・同期現象の探求（鈴木康浩）
10	弱電離プラズマ・光・物質相互作用研究（小林政弘）	24	レーザー応用核融合科学（坂上仁志）	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）
11	ボトムアップシミュレーション手法によるプラズマの階層性・多様性の解明（宇佐見俊介）	25	トロイダルプラズマの輸送の総合理解（田中謙治）	39	ミュオンの応用（岡田信二／中部大）
12	大規模データが拓く学理と技術 –核融合データの統合的取り扱いと、データ解析技法の高度化–（大舘暁）	26	多様なプラズマ現象を解析するための可視化表現法の研究とその普遍化（大谷寛明）	40	宇宙の重元素の起源の解明に向けた重元素原子データの構築と非平衡プラズマの研究（田中雅臣／東北大）
13	プラズマ運動論による非平衡系・非線形現象の研究（永岡賢一）	27	極低温・高磁場研究（高田卓）	41	荷電粒子閉じ込め技術を駆使した反物質科学とジオスペース科学の展開（桧垣浩之／広島大）
14	乱流物理研究（徳澤季彦）	28	ギャップスケールの科学/マイスタールール抽出（伊藤篤史）	42	同位体トレーサーで探る物質循環と環境生物研究（田中将裕）

想定される相互連携 (at a glance)

こちらへの効果 (赤字は各ユニットオリジナルの構想)

-	ユニットが提供できる効果	#1 定量乱流	#4 データ駆動	#7 制御可能複雑性	#15 フローと構造	#17 高エネ・放射線
#1 定量乱流	・高時空間スケール乱流輸送データ	・ 現状の計測器の組み合わせで粒子・運動量・熱の輸送を直接計測し、自己組織化の起源を探る。	・高時空間スケール乱流輸送データ	・モデル検証のための高精度乱流データ	・構造形成時への乱流の寄与	・高エネ粒子, MHD, 乱流の相互作用
#4 データ駆動	・分野知識とは相補的なデータ科学的ものの見方 (協働)	・データ科学的因果推論、歯抜けデータがある場合の構造推定	・ データ科学や統計数理モデリングに基づく要素から高次元非線形システム「まるごと」記述	・データ駆動的モデル構築、実験結果の帰納的整理。重要パラメータ抽出。出力から入力を探る逆問題解法。	・遷移を「時系列変化点」と捉え、特徴抽出や予測、制御。	・プラズマ条件とSn、性能向上への方策提示。外挿 (ITERへの) ・予測・制御性の実験検証。 ・「物質循環」など、法則や方程式が不明確な現象解析手法。
#7 制御可能複雑性	・現象に対するモデリング・一般化・普遍化の手法	・計測シミュレータ (シミュレーションと数値計測のセット) を提供。	・モデルを逆問題として解いて、結果から原因を探る。	・ プラズマから導かれる法則や普遍性を、他の複雑系一般への拡張する。	・フローや構造を他の系へのアナロジーとして利用する手法を構築する。	・「物質循環」における流れ・構造の形成を広義の非平衡系とみたモデリングやアナロジーを提供。
#15 フローと構造	・プラズマ中での具体的かつ多様なフローと構造形成	・乱流計測のための多様な計測ターゲット	・予測性の検証、精度向上のための幅広い実験データ	・自然界や人間社会での複雑性や構造形成に対するプラズマの具体的なアナロジー	・ プラズマ中のフローと構造形成のメカニズム解明	・フローや構造が高エネルギー粒子に与える影響
#17 高エネ・放射線	・高エネ閉じ込めと保存量に関する実験データ ・非平衡形、高エネ速度分布実測データ ・放射線計測、ビーム技術	・AEによるITGの抑制/促進 ・高エネ/AE/乱流の相互作用	・核燃焼プラズマにおける核出力制御の検討。 ・AE発生領域のサーベイ	・定常かつ制御可能な非平衡系のデータ提供	・高エネによるフロー形成・運動量	・ 対称性を問わない閉じ込め性能の普遍化 ・ 速度空間分布の定量性

こちらから

想定される相互連携（より具体的な記述）

#1 定量乱流ユニットから他のユニットへの効果

-	#1 定量乱流	#4 データ駆動	#7 制御可能複雑性	#15 フローと構造	#17 高エネ・放射線
#1 定量乱流	<p>・現状の計測器の組み合わせで粒子・運動量・熱の輸送を直接計測し、自己組織化の起源を探る。</p>	<p>・高時空間スケール乱流輸送データを提供し、データ科学で輸送量を同定することを目的とした研究を実施する。</p>	<p>・シミュレーション結果やモデル検証のために高精度で定量的な乱流観測を提供。 ・ダイナミック実験を実施し、制御可能性検証の機会を提供。計測シミュレータの高精度化。</p>	<p>・物理テーマを共にする。フロー・構造形成時に乱流がどう効くか。輸送のデカップリングの謎。フラックス・フローの評価。</p>	<p>・高エネ粒子、MHD、乱流の相互作用（同位体効果のworking hypothesis）。</p>

想定される相互連携（より具体的な記述）

#4 データ駆動ユニットから他のユニットへの効果

-	#1 定量乱流	#4 データ駆動	#7 制御可能複雑性	#15 フローと構造	#17 高エネ・放射線
#4 データ駆動	<ul style="list-style-type: none">・歯抜けデータから磁気面全体の輸送分布を解析する。・高時空間スケール乱流データのデータ科学的因果推論。	<ul style="list-style-type: none">・高時空間スケールに関するデータに基づき、方程式がない要素や方程式はあるが、自然より複雑な「人工物」プラズマに適用する際のギャップを埋める。・複雑に絡み合っ変化する現象の「糸をほどく」。情報量規準に基づく「重要な変数」の抽出と、その物理的解釈。・データに基づく「次の手」の提案（適応的実験計画法）	<ul style="list-style-type: none">・データ科学的手法によるモデル構築、実験からの帰納的アプローチ。・制御に影響が大きい・モデルの精度を上げうるパラメータの抽出。モデリング、フォーミュレーションの尻尾をつかむ。・出力から入力を探る。（モデルを逆問題として解いて、入力として重要なパラメータを提示）	<ul style="list-style-type: none">・プラズマの制御、遷移に対して、どのパラメータが効くか。遷移を「時系列変化点」と捉え、特徴抽出や予測、制御。	<ul style="list-style-type: none">・プラズマ条件と高エネのポピュレーションやSnへの影響のデータ科学的提示。不安定性の制御。外挿・予測・制御性の実験検証。ITERへの外挿（物理モデルと相補的に）。・「物質循環」など、法則や方程式が不明確な現象を考える時に有力。

想定される相互連携（より具体的な記述）

#7 制御可能複雑性ユニットから他のユニットへの効果

-	#1 定量乱流	#4 データ駆動	#7 制御可能複雑性	#15 フローと構造	#17 高エネ・放射線
#7 制御可能複雑性	・計測シミュレータ（シミュレーションと数値計測のセット）を提供。	・データ科学で得たモデルを逆問題として解くことで、出力（複雑性の結果）から入力（複雑性の原因）を探る。→ 他の複雑系に適用することで、従来のアナロジーから踏み出してモデルの普遍性を議論できる手法を提供。	・ プラズマを対象とした実験とシミュレーションから導かれる法則や普遍性を、他の複雑系一般への拡張を演繹的、帰納的に実行する。	・フローや構造形成は、プラズマ以外の複雑系との間でアナロジーが取り易く、普遍性や特異性といった一般性の議論が提供できる。 ・社会科学（鳥の群れ、人流）、生命科学などへの発展も視野に。	・計測シミュレータを提供。トリチウム、H/D比などの詳細データから、「物質循環」における流れ・構造の形成を広義の非平衡系とみたモデリングやアナロジーを提供。

想定される相互連携（より具体的な記述）

#15 フローと構造ユニットから他のユニットへの効果

-	#1 定量乱流	#4 データ駆動	#7 制御可能複雑性	#15 フローと構造	#17 高エネ・放射線
#15 フローと 構造	・磁場構造が乱流構造に与える影響を調べる機会を提供。計測器ごとに最適な断面形状を提供。	・幅広いデータ・予測性の検証をする機会を提供する。こういったデータが欲しい、といったときに出せる。	・プラズマ中のフローと構造の観点で、具体的に制御可能な複雑性ターゲットを提供する。	・ アクチュエータでのフロー制御による構造形成。 ・ プラズマ構造形成に伴うフロー生成ダイナミクス。 ・ フローを考慮した磁場閉じ込め最適化。	・フロー・構造形成と高エネの振る舞いとの間の相互の影響。

想定される相互連携（より具体的な記述）

#17 高エネ・放射線ユニットから他のユニットへの効果

-	#1 定量乱流	#4 データ駆動	#7 制御可能複雑性	#15 フローと構造	#17 高エネ・放射線
#17 高エネ・放射線	・AEと乱流の相互作用を調べる機会を提供。高エネと乱流の相互作用。それぞれに強みのある計測を活かして研究を発展。	・燃焼プラズマにおける核出力制御の手法。課題・人の提供。不安定性の発生領域のサーベイ。	・定量 and/or 制御可能な非平衡系を提供 (NBIプリップ、同位体の輸送など)。	・フローが高エネの閉じ込めにどう効くか。高エネがフロー形成、閉じ込めにどう効くか。	・ 対称性を問わない閉じ込め性能の普遍化。 ・ 速度空間分布の定量性。