



## 【複雑流動】

# 複雑な流動・輸送現象の 解明・予測・制御に向けた新しい流体科学

後藤 晋（大阪大学 基礎工学研究科）



科学技術振興機構

1. 戦略目標
2. 領域の概要・運営方針
3. 募集・選考の方針
4. まとめ



後藤 晋

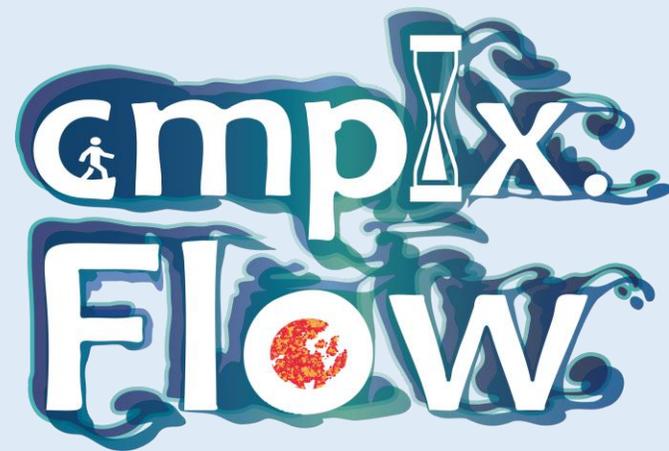
大阪大学 大学院 基礎工学研究科

博士(理学)

専門: 流体理工学

# 1

## 戰略目標



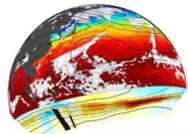
## 本領域は 令和3年度 戦略目標 ↓ に基づく

### 複雑な輸送・移動現象の統合的理解と予測・制御の高度化

環境中や生体内の様々な物質・熱・運動量は複雑に対流・拡散。  
輸送・移動現象を高度に予測・制御できるツールの開発が様々な社会課題解決の鍵。

#### なぜ今、複雑系輸送・移動現象なのか

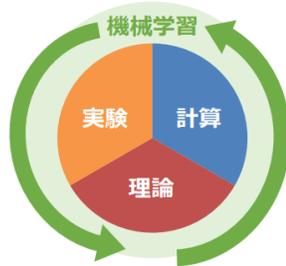
- 計測機器の性能と数値流体力学の精度が向上。複雑な流れ現象解明に取り組める環境が整った。
- 機械学習を用いたアプローチが発展。融合モデルの構築が期待。
- 地球温暖化により、自然災害が年々深刻化。2050年脱炭素社会の実現の目標を達成するため、我が国でも今すぐ対策に取り組む必要。



全球気候モデルの構築・活用



自動車周りの空力解析



機械学習による現象の解明と物理的・数学的な考え方を融合し現象の理解と予測・制御を高度化

#### 具体的な研究例

- 現象の原理解明とその手法開発**  
機械学習×シミュレーション技術による高精度化  
数理論理学との融合による原理の解明
- モデル・予測の高度化**  
各現象の予測を高度化するための技術開発  
各現象の共通性を基にしたモデルの構築
- 制御方法の創出**  
現象の原理解明・計測に基づく制御方法の創出

## 【研究の対象】

複雑な輸送・移動現象  
||  
さまざまな「流れの現象」

## 予測・制御

#### 脱炭素社会への貢献

低次元モデルを活用したデータ同化や時空間解像度の向上による熱・物質輸送制御の創出

- 燃料の混合促進による高効率でクリーンな燃焼
- 気象予測の高度化による風力発電の効率向上
- 自動車・高速列車・航空機の抵抗低減
- 長隊列トラックの自動運転の燃費向上

#### 気候変動などの環境問題の解決

AIを活用した気候モデル改良

- 高精度な台風、ゲリラ豪雨の予測及び洪水の発生予測により、災害の被害を大幅に低減。
- 気象に対する積極的な制御を実現し、災害そのものを予防。

#### 複合的な課題の解決に資する基礎的価値の提供

異分野間の共通性を活用した予測・制御の確立

- 生体内の高精度な血流計測・予測の手法の確立により、動物実験や臨床研究が加速。  
血流と疾患との関連の解明にも貢献。
- 関連研究領域で得られた情報・統計数理科学の知見も活用し、シミュレーション技術の高精度化と開発を加速。

2050年カーボンニュートラルの実現に資する基盤技術の強化、気候予測精度向上による防災・減災への貢献 等

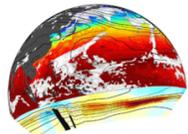
## 本領域は 令和3年度 戦略目標 ↓ に基づく

### 複雑な輸送・移動現象の統合的理解と予測・制御の高度化

環境中や生体内の様々な物質・熱・運動量は複雑に対流・拡散。  
輸送・移動現象を高度に予測・制御できるツールの開発が様々な社会課題解決の鍵。

#### なぜ今、複雑系輸送・移動現象なのか

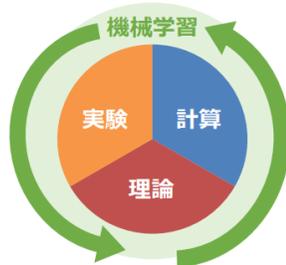
- 計測機器の性能と数値流体力学の精度が向上。複雑な流れ現象解明に取り組める環境が整った。
- 機械学習を用いたアプローチが発展。融合モデルの構築が期待。
- 地球温暖化により、自然災害が年々深刻化。2050年脱炭素社会の実現の目標を達成するため、我が国でも今すぐ対策に取り組む必要。



全球気候モデルの構築・活用



自動車周りの空力解析



機械学習による現象の解明と物理的・数学的な考え方を融合し現象の理解と予測・制御を高度化

#### 具体的な研究例

- ① 現象の原理解明とその手法開発  
機械学習・シミュレーション技術による高精度化  
数理学との融合による原理解明
- ② モデル・予測の高度化  
各現象の予測を高度化するための技術開発  
各現象の共通性を基にしたモデルの構築
- ③ 制御方法の創出  
現象の原理解明・計測に基づいた制御

## 【なぜ今？】

1. 数値シミュレーションの発展
2. 実験計測の高度化
3. データ科学の進化

… など

#### 脱炭素社会への貢献

低次元モデルを活用したデータ同化や時空間解像度の向上による熱・物質輸送制御の創出

- 燃料の混合促進による高効率でクリーンな燃焼
- 気象予測の高度化による風力発電の効率向上
- 自動車・高速列車・航空機の抵抗低減
- 長隊列トラックの自動運転の燃費向上

#### 気候変動などの環境問題の解決

AIを活用した気候モデル改良

- 高精度な台風、ゲリラ豪雨の予測及び洪水の発生予測により、災害の被害を大幅に低減。
- 気象に対する積極的な制御を実現し、災害そのものを予防。

#### 複合的な課題の解決に資する基盤的価値の提供

異分野間の共通性を活用した予測・制御の確立

- 生体内の高精度な血流計測・予測の手法の確立により、動物実験や臨床研究が加速。  
血流と疾患との関連の解明にも貢献。
- 関連研究領域で得られた情報・統計数理学の知見も活用し、シミュレーション技術の高精度化と開発を加速。

2050年カーボンニュートラルの実現に資する基盤技術の強化、気候予測精度向上による防災・減災への貢献 等

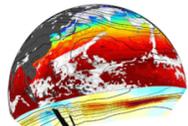
## 本領域は 令和3年度 戦略目標 ↓ に基づく

### 複雑な輸送・移動現象の統合的理解と予測・制御の高度化

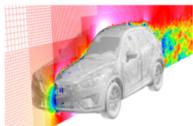
環境中や生体内の様々な物質・熱・運動量は複雑に対流・拡散。  
輸送・移動現象を高度に予測・制御できるツールの開発が様々な社会課題解決の鍵。

#### なぜ今、複雑系輸送・移動現象なのか

- 計測機器の性能と数値流体力学の精度が向上。複雑な流れ現象解明に取り組める環境が整った。
- 機械学習を用いたアプローチが進展。融合モデルの構築が期待。
- 地球温暖化により、自然災害が年々深刻化。2050年脱炭素社会の実現の目標を達成するため、我が国でも今すぐ対策に取り組む必要。



全球気候モデルの構築・活用



自動車周りの空力解析



機械学習による現象の解明と物理的・数学的な考え方を融合し現象の理解と予測・制御を高度化

#### 具体的な研究例

- 現象の原理解明とその手法開発**  
機械学習×シミュレーション技術による高精度化  
数理科学との融合による原理解明
- モデル・予測の高度化**  
各現象の予測を高度化するための技術開発  
各現象の共通性を基にしたモデルの構築
- 制御方法の創出**  
現象の原理解明・計測に基づく制御方法の創出

## 【さきがけの目標】

#### 脱炭素社会への貢献

低次元モデルを活用したデータ同化や時空間解像度の向上による熱・物質輸送制御の創出

- 燃料の混合促進による高効率でクリーンな燃焼
- 気象予測の高度化による風力発電の効率向上
- 自動車・高速列車・航空機の抵抗低減
- 長隊列トラックの自動運転の燃費向上

#### 気候変動などの環境問題の解決

AIを活用した気候モデル改良

- 高精度な台風、ゲリラ豪雨の予測及び洪水の発生予測により、災害の被害を大幅に低減。
- 気象に対する積極的な制御を実現し、災害そのものを予防。

#### 複合的な課題の解決に資する基盤的価値の提供

異分野間の共通性を活用した予測・制御の

- 生体内の高精度な血流計測・予測の手法の確立により、動物実験や臨床研究が加速。  
血流と疾患との関連の解明にも貢献。
- 関連研究領域で得られた情報・統計数理科学の知見も活用し、シミュレーション技術の高精度化と開発を加速。

## 流体科学の基盤づくり

2050年カーボンニュートラルの実現に資する基盤技術の強化、気候予測精度向上による防災・減災への貢献 等

# 戦略目標 → さきがけ領域

7/23

## 【戦略目標】

『複雑な輸送・移動現象の統合的理解と予測・制御の高度化』



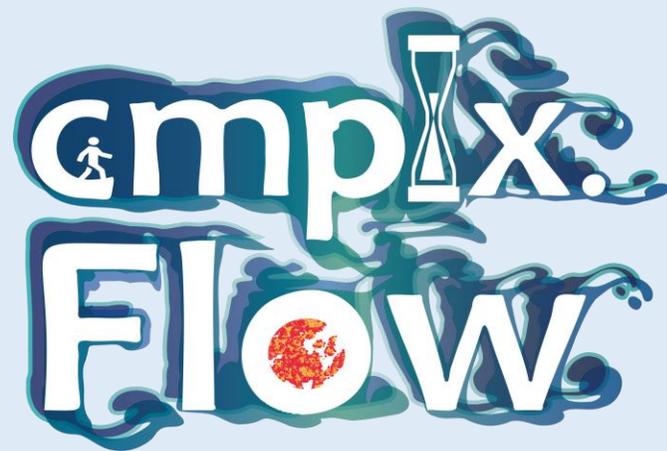
複雑な流動・輸送現象の  
解明・予測・制御に向けた  
新しい流体科学



を創成するための若手研究者によるネットワーク型研究

# 2

## 領域の概要 運営方針



## 募集要項より

## 【ネットワーク型研究】

### 第 3 章 さきがけ

**採択者（10名程度／年）が個人型研究を推進**

#### 3.1 さきがけについて

**+**  
**ネットワーク型研究に参加**

##### 3.1.1 さきがけの概要

「さきがけ」の概要・特徴は以下の通りです。

- a. さきがけは、我が国が直面する重要な課題の克服に向けて、独創的・挑戦的かつ国際的に高水準の発展が見込まれる先駆的な目的基礎研究を推進し、社会・経済の変革をもたらす科学技術イノベーションの源泉となる、新たな科学知識に基づく創造的な革新的技術のシーズ（新技術シーズ）を世界に先駆けて創出することを目的とするネットワーク型研究（個人型）です。研究領域の責任者である研究総括が定めた研究領域運営方針の下、研究総括が選んだ若手研究者が、研究領域内及び研究領域間で異分野の研究者ネットワークを形成しながら、戦略目標の達成を目指し、若手ならではのチャレンジングな個人型研究を推進します。

**年齢制限なし／ただし、「若手の個人型研究」**

複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた新しい流体科学

## 『総括方針』より

研究総括：後藤 晋（大阪大学 大学院基礎工学研究科 教授）

### 研究領域の概要

本研究領域では、近年その発展が目覚ましい、流れの数値シミュレーションのための環境や手法、流れの計測技術、そして、これらにより得られた膨大なデータを解析する応用数学的手法を駆使し、これまで困難であった複雑な流動・輸送現象の抜本的な解明や、より正確な予測および高度な制御法の確立に向けた、新しい流体科学の基盤を構築することを目的とします。

具体的には、乱流による運動量・熱・物質輸送、燃焼などの化学反応を伴う流れ、環境流体の諸現象、生体内の流れと輸送現象、種々の複雑流体の輸送・移動現象、電磁場を伴う流れにおける輸送現象など、あらゆる流動およびそれによる輸送現象を研究対象とします。これらの現象に対して、伝統的な流体力学の解析手法はもちろん、応用数学解析、データ科学、数値シミュレーション、新しい実験・計測手法などを適用し、それぞれの研究を深化させつつ得られた知見を相互に活用することで、複雑な流動・輸送現象の解明の糸口を見出すとともに、各分野の強みを活かした新しい分野の開拓に貢献します。

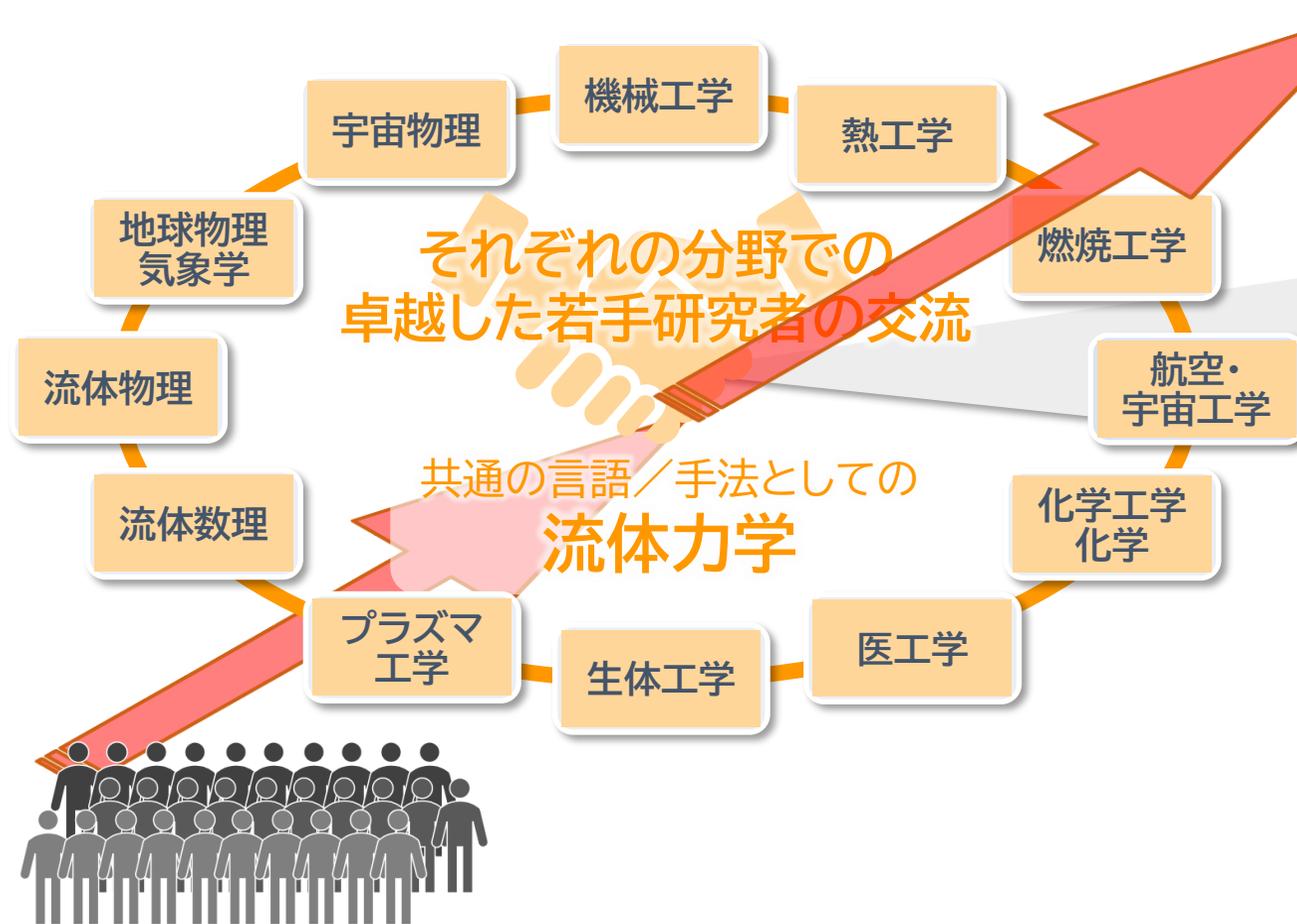
複雑な流動と輸送をキーワードとし、広い意味での流体力学が関わる種々の分野を俯瞰する視点を導入し、若手研究者どうしの積極的な分野横断交流を推進します。

### 募集・選考・領域運営にあたっての研究総括の方針

#### 1. 背景

我々の身のまわりは、流れる物質（流体）にあふれています。流体の運動（流れ）

# 新しい流体科学



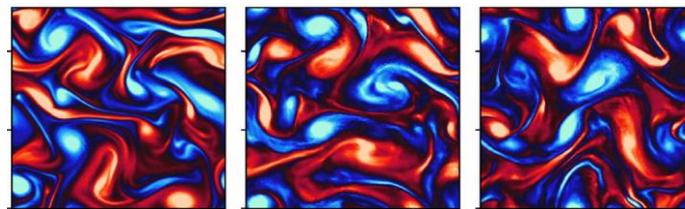
若手研究者 (約10名×3)

## 領域アドバイザー

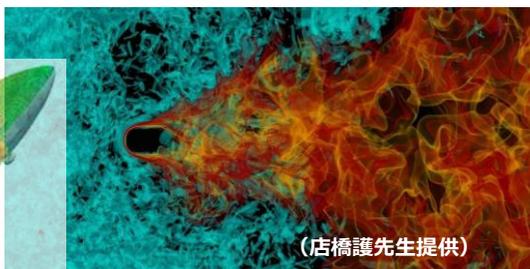
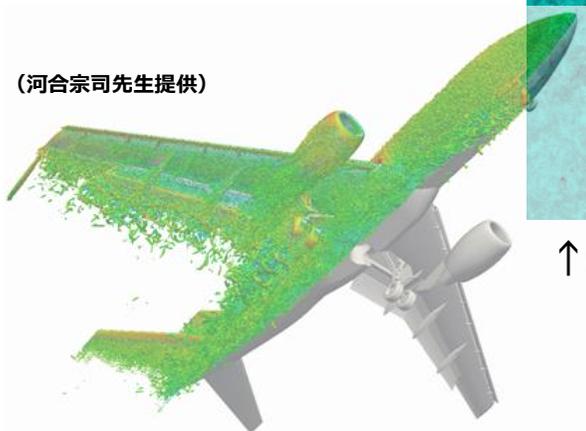
河合 宗司	(東北大学)
河原 吉伸	(大阪大学)
坂上 貴之	(京都大学)
只熊 憲治	(トヨタ自動車株式会社)
店橋 護	(東京工業大学)
長田 孝二	(京都大学)
服部 裕司	(東北大学)
深淵 康二	(慶應義塾大学)
松林 伸幸	(大阪大学)
渡邊 智彦	(名古屋大学)

身のまわりは『複雑な流れ現象』にあふれている

流れるもの全てが、本領域の研究対象



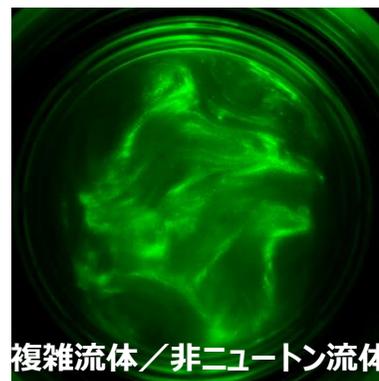
(河合宗司先生提供)



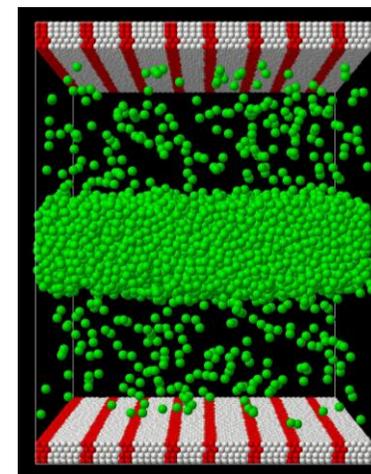
(店橋護先生提供)

↑ 燃焼 (化学反応) を伴う流れ

乱流 ↑ 源勇氣氏 (1期生) 提供



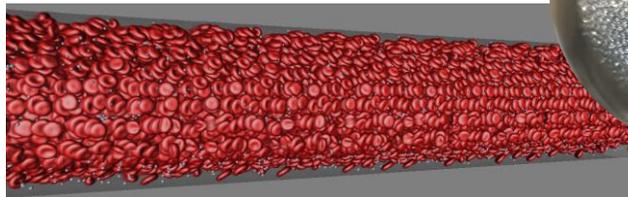
複雑流体 / 非ニュートン流体



↑ 分子の「流れ」  
小林一道氏 (1期生) 提供

いわゆる「流体」はもちろん

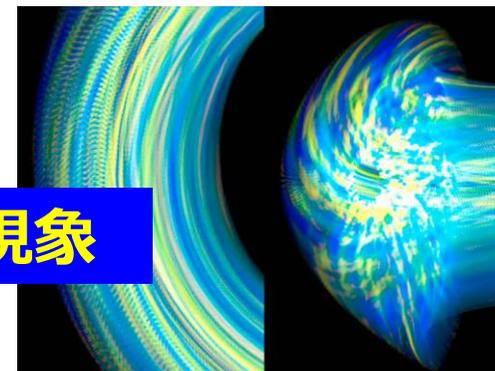
↓ 混相流 / 生体内流れ



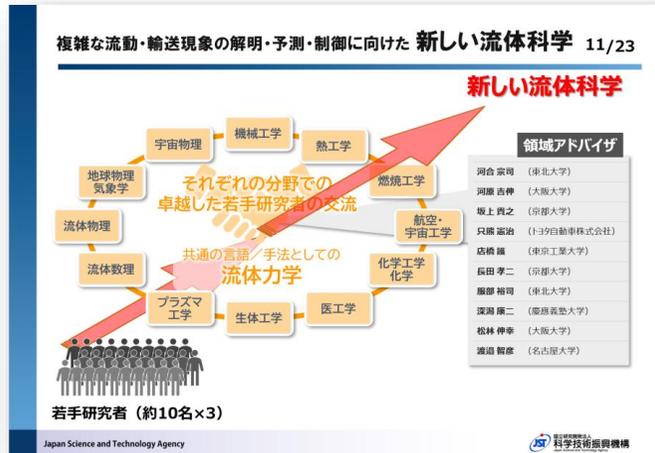
↓ 粉体の流れ



仲田資季氏 (1期生) 提供  
↓ プラズマの流れ



種々の流れ / それによる (運動量・物質・熱などの) 輸送現象

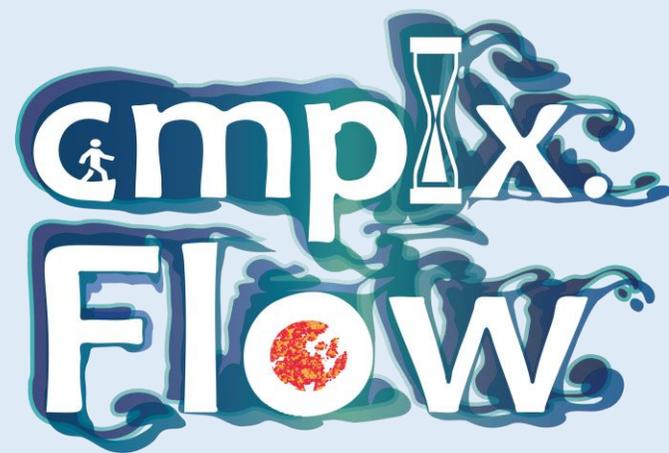


## 『新しい流体科学』の基盤を構築するためのあらゆる方策

- ◆ 独自に世界最先端の研究を進めることに加え、本さきがけ領域内外において **共同研究の可能性を常に意識**し、これまで解決が困難とされてきた諸問題に対して、若い力が様々な視点を獲得することを期待
- ◆ 参加する研究者が、**各専門分野の殻に閉じこもらず、流体科学の新しい視点を共有**することを推奨
- ◆ 個々の研究を真の意味で結びつけ、**新しい流体科学の構築のための基盤を作る (領域終了後に土台が完成)**

# 3

## 募集・選考の方針



## 流体力学が関わるあらゆる分野が対象

流体力学の中核分野  
はもちろん対象

周辺分野も対象



複雑な流動・輸送現象であれば、あらゆる「ながれの現象」を**研究対象**とします。

## (例)

- 乱流および乱流輸送現象
  - 複雑流体（混相流／非ニュートン流体）の流動現象
  - 様々な系における物質や熱の輸送現象
  - 環境流体（地球流体／気象）の諸現象
  - 生体内の流れ、生物流体の諸現象
  - 電磁流体（プラズマ）中の輸送現象
  - 移動現象／分子の流れ
- など、……

**新しい流体科学の創成につながる課題**

## 研究手法は

- 実験・計測
- 数値シミュレーション
- 数学
- 解析理論
- データ科学

など、問いません。

ということは、「流れるもの」を対象とした研究であれば  
手法も問わず、なんでも良い？

→ という訳ではありません

## さががけの特長

### さががけ

9/23

募集要項より

【ネットワーク型研究】

第3章 さががけ

採択者(10名程度/年)が個人型研究を推進  
+  
ネットワーク型研究に参加

3.1 さががけについて

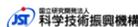
3.1.1 さががけの概要

「さががけ」の概要・特徴は以下の通りです。

- a. さががけは、我が国が直面する重要な課題の克服に向けて、独自の・挑戦的かつ国際的に高水準の発展が見込まれる先駆的な目的基礎研究を推進し、社会・経済の変革をもたらす科学技術イノベーションの源泉となる、新たな科学知識に基づく創造的な革新的技術のシーズ(新技術シーズ)を世界に先駆けて創出することを目的とするネットワーク型研究(個人型)です。研究領域の責任者である研究総括が定めた研究領域運営方針の下、研究総括が選んだ若手研究者が、研究領域内及び研究領域間で異分野の研究者ネットワークを形成しながら、戦略目標の達成を目指し、若手ならではのチャレンジングな個人型研究を推進します。

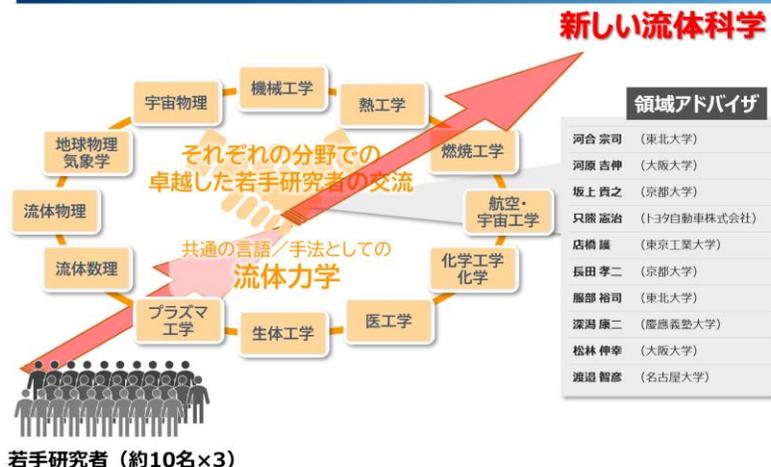
年齢制限なし/ただし、「若手の個人型研究」

Japan Science and Technology Agency

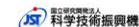


## 複雑流動領域の目的

複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた 新しい流体科学 11/23



Japan Science and Technology Agency



をよく理解して応募してください。

もちろん、提案研究が優れていることは必要条件です。  
その上で、領域の目的に合致していることを評価します。

## 流体力学が関わるあらゆる分野が対象

流体力学の中核分野  
はもちろん対象

→ どのように周辺分野  
の知見を取り入れ  
発展させるのか？

周辺分野も対象

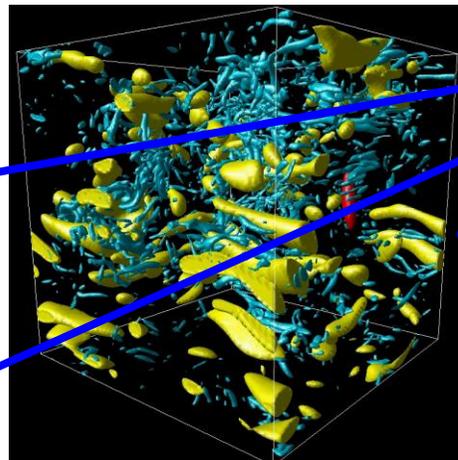
→ いかにして、将来の  
新しい流体科学の  
中核をなすのか？



## 私が研究者だったら・・・

〇〇の分野で発展した新しい  
計測手法  
数値シミュレーション手法  
数学・データ科学手法

〇〇の分野の「乱流」現象



乱流（流体力学の中核のひとつ）

## 新しい流体科学

これまでにない乱流研究

「乱流の〇〇現象」は  
〇〇の分野の知見  
をいかせば解明できる

## 選考では・・・

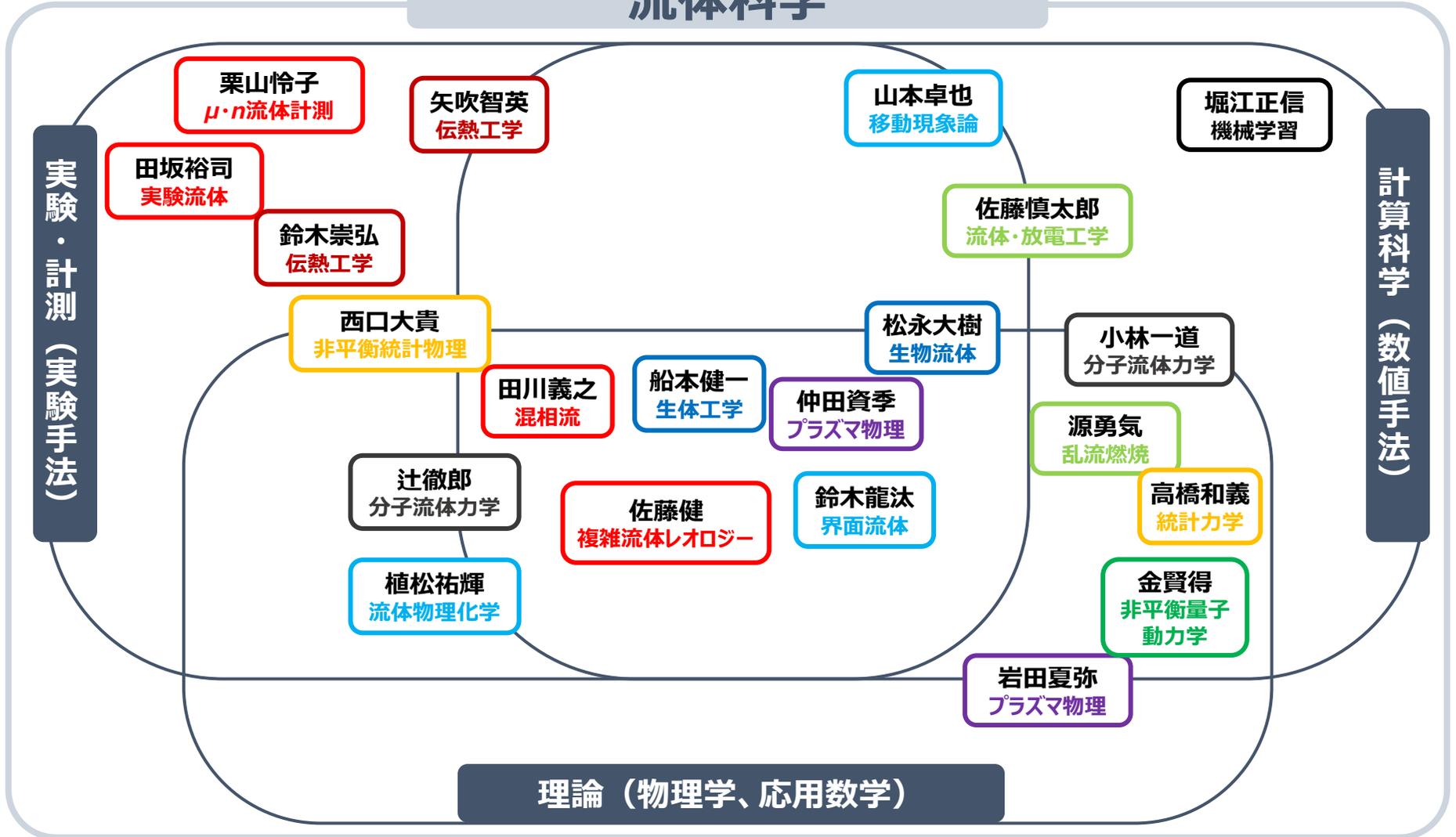
◆ 他分野との融合を目指すことを積極的に評価

◆ どのように他分野と融合を行っていくのか、そのビジョンを記載

- さきがけの研究期間内、もしくは終了後に、どのように他分野と融合を行っていくのか？
- さきがけ研究は個人で行うが、提案する構想を1人ですべてカバーする必要はない
- 共同研究について現時点では実施している必要はなく、具体的に研究者が確定されているかも問わず

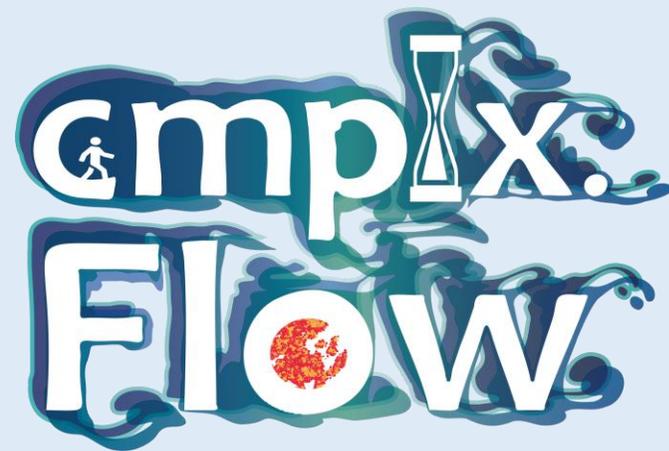
# 【参考】採択課題のポートフォリオ

## 流体科学



4

まとめ



## 新しい流体科学



### 【総括からのメッセージ】

今年度が最終の募集となります。

中核分野・周辺分野

ともに積極的な応募に期待します。

\*

1期生・2期生とも力を合わせて  
**将来の新しい流体科学の基盤**  
をつくりましょう。