資料４

2025年12月9日
HPCI計画推進委員会(第 67 回)

次期フラッグシップを見据えた今後のアプリ開発の展望について

河合 宗司

東北大学 大学院工学研究科
航空宇宙工学専攻

次期フラッグシップを見据えたアプリ開発の展望 - overview

＊ 本資料は河合の専門分野における私見となることにご留意下さい

本資料の内容

- 「プリ・ポストプロセス」という概念自体を持たないアプリ
- ユーザーを問わず実社会・産業界と連携でき，幅広く活用され普及するアプリ開発の重要性
- 次期フラッグシップを見据えたアプリのGPU化
- 「アプリ開発・HPC」と「AI・機械学習」との関係

これまでのアプリ開発と課題

主に今まで（既存アプリ，商用アプリ・OSSなどで）実現困難であった物理科学シミュレーションを実現可能とする
計算科学のフロンティアを広げる研究開発

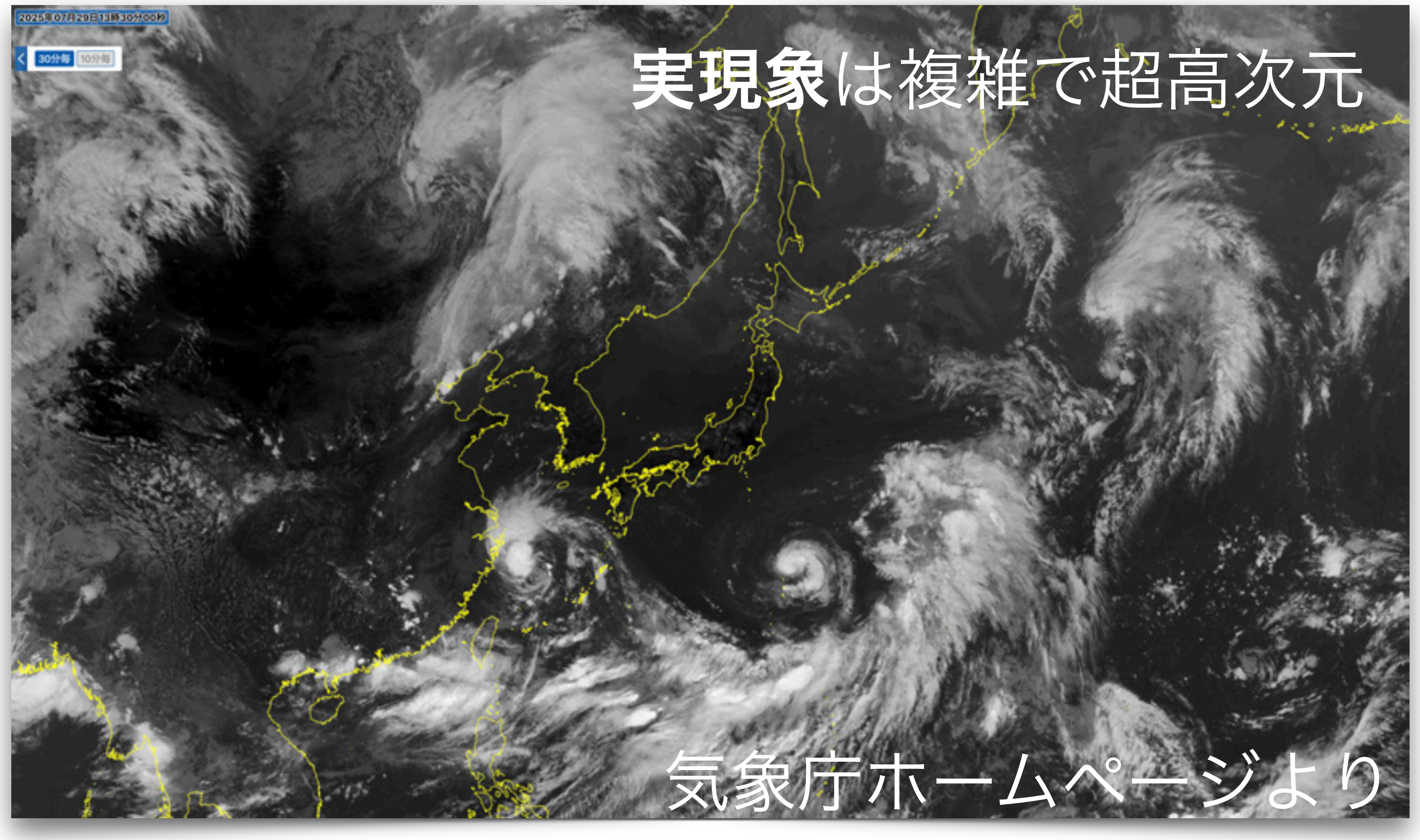
学術的なシミュレーション手法と演算性能の進化

高忠実なシミュレーションが可能

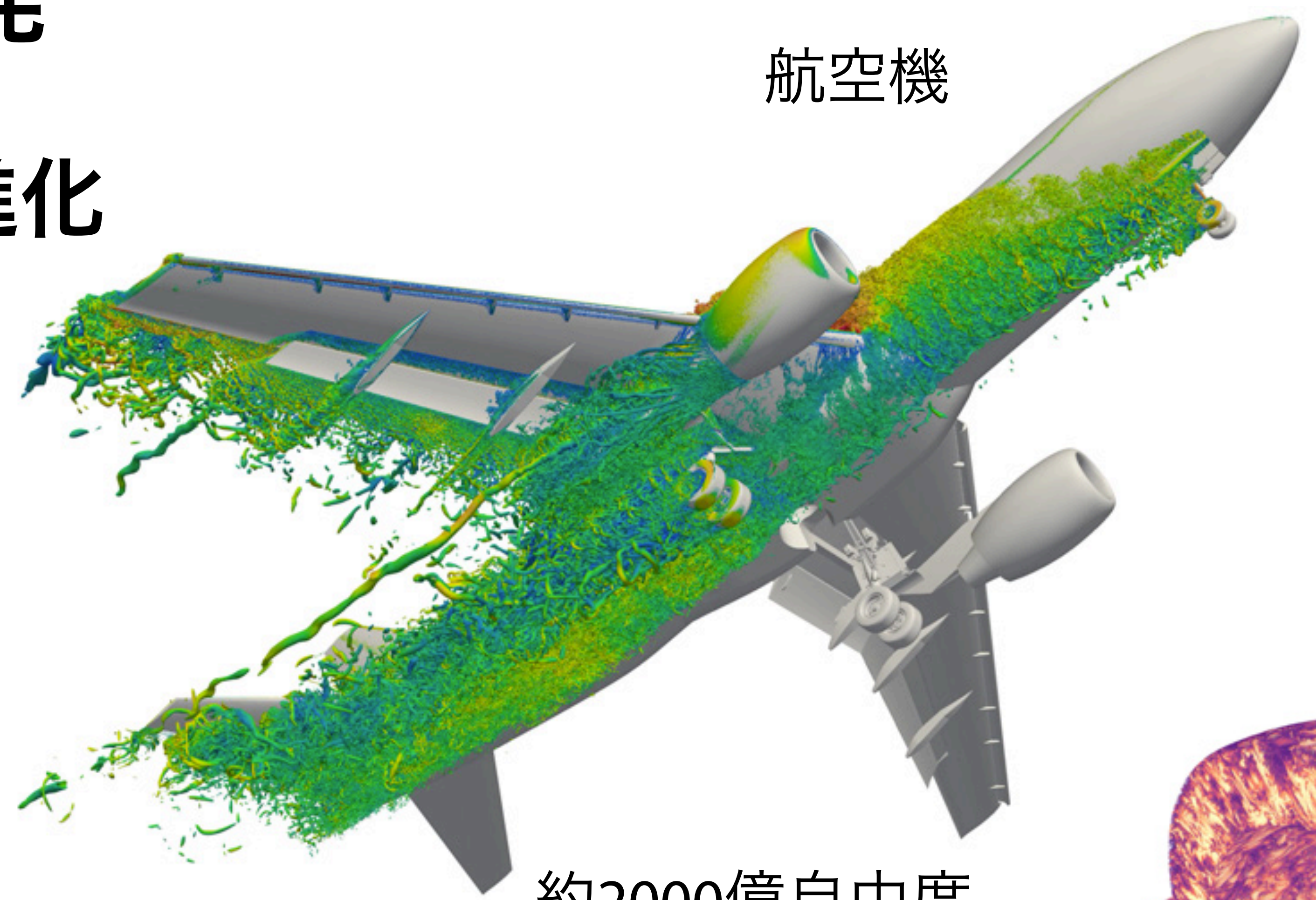
＝ 複雑で大規模な**実現象データ**が取得可能

ギャップが加速度的に広がっている

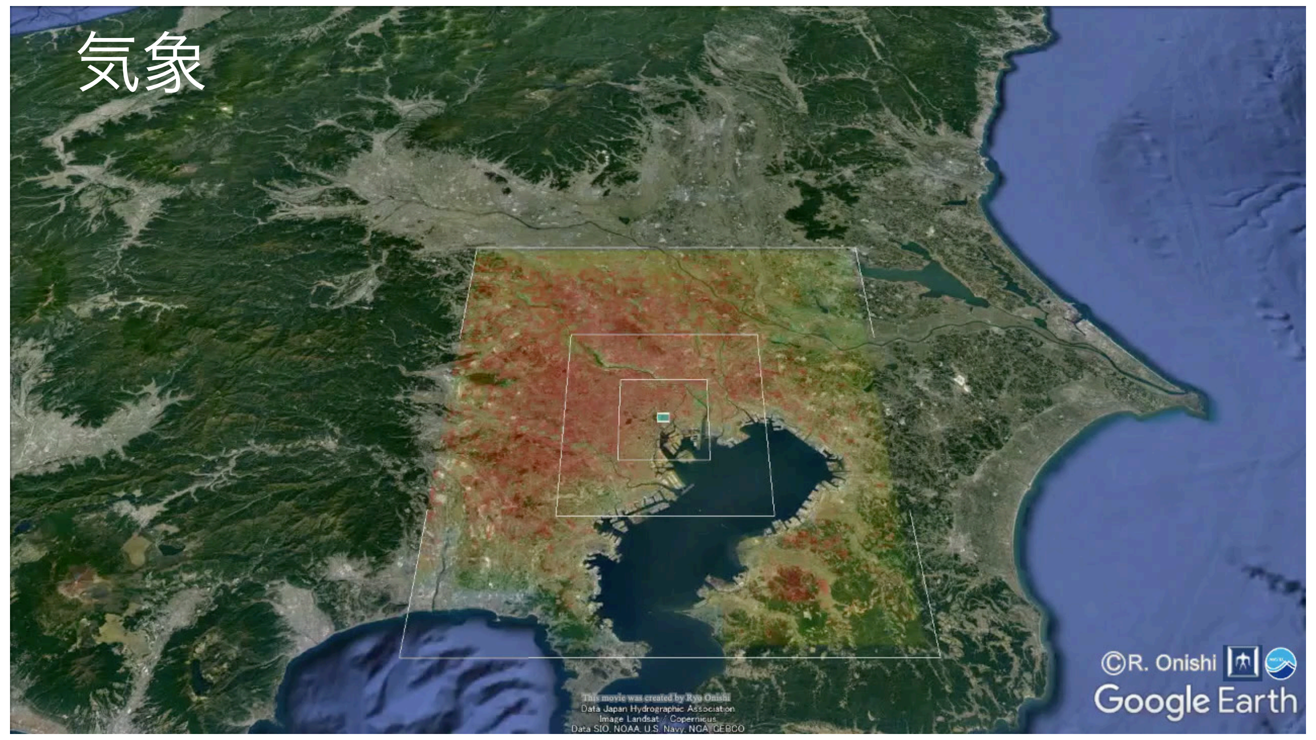
≠ **科学的な理解**
実社会問題の解決に活かす



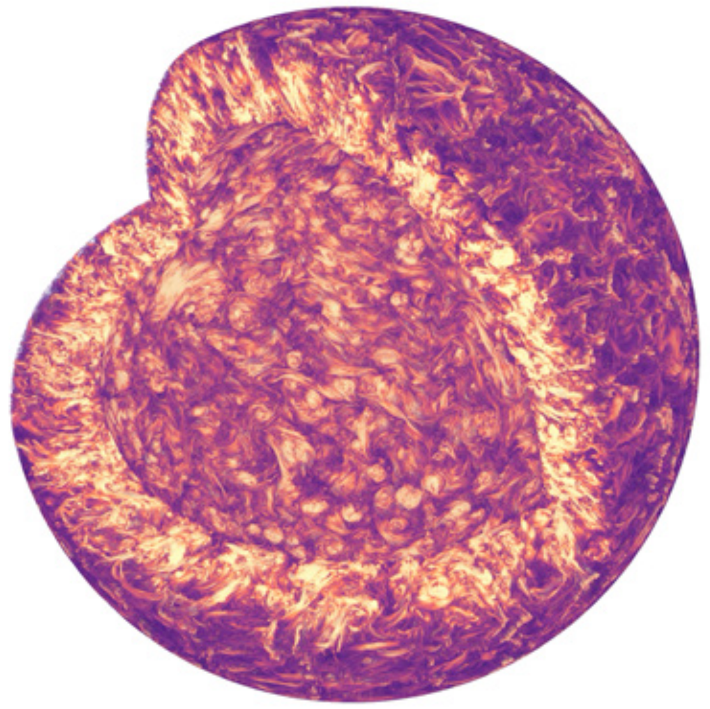
航空機



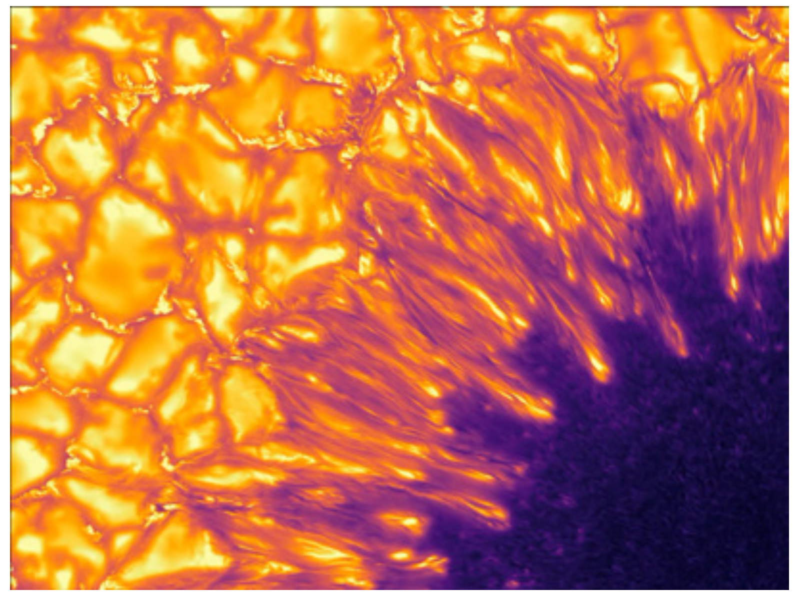
約2000億自由度



大西領先生（東京科学大）提供



太陽



堀田英之先生（名古屋大）提供

扱うデータが複雑な実現象を高忠実に再現した
数百TBから数PBの大規模複雑データとなる流れが急速に進行

今までとは次元の異なるデータの複雑さ・規模を扱う転換期にある
→ 次期フラッグシップマシンでは避けては通れない大きな課題

次期フラッグシップを見据えたアプリ開発

シミュレーション手法や演算性能の向上により，その結果得られるデータが
さらに複雑で大規模・大自由度化するのは自然な流れ

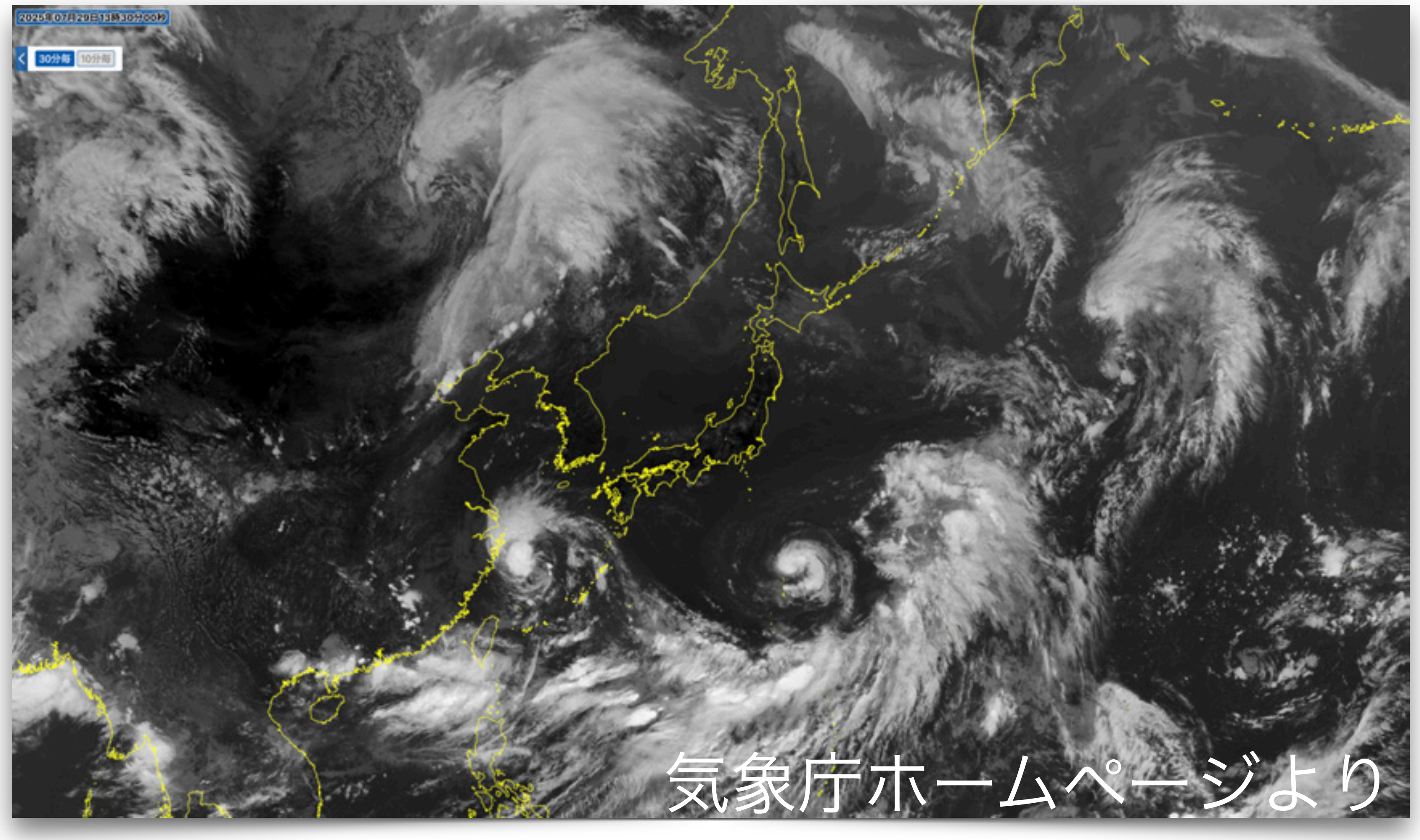
実現象を高忠実に再現する複雑な超大規模データ（**数百TBからPBオーダー**）からどう有益な情報を余すことなく**「抽出・見える化」し，科学的な理解や実社会問題の解決に繋げるかが次の大きな鍵**

（今まで実現困難であった物理科学シミュレーションを可能にする研究も継続的に存在すると考えられるが）

データ解析に変革が必要な時代に突入

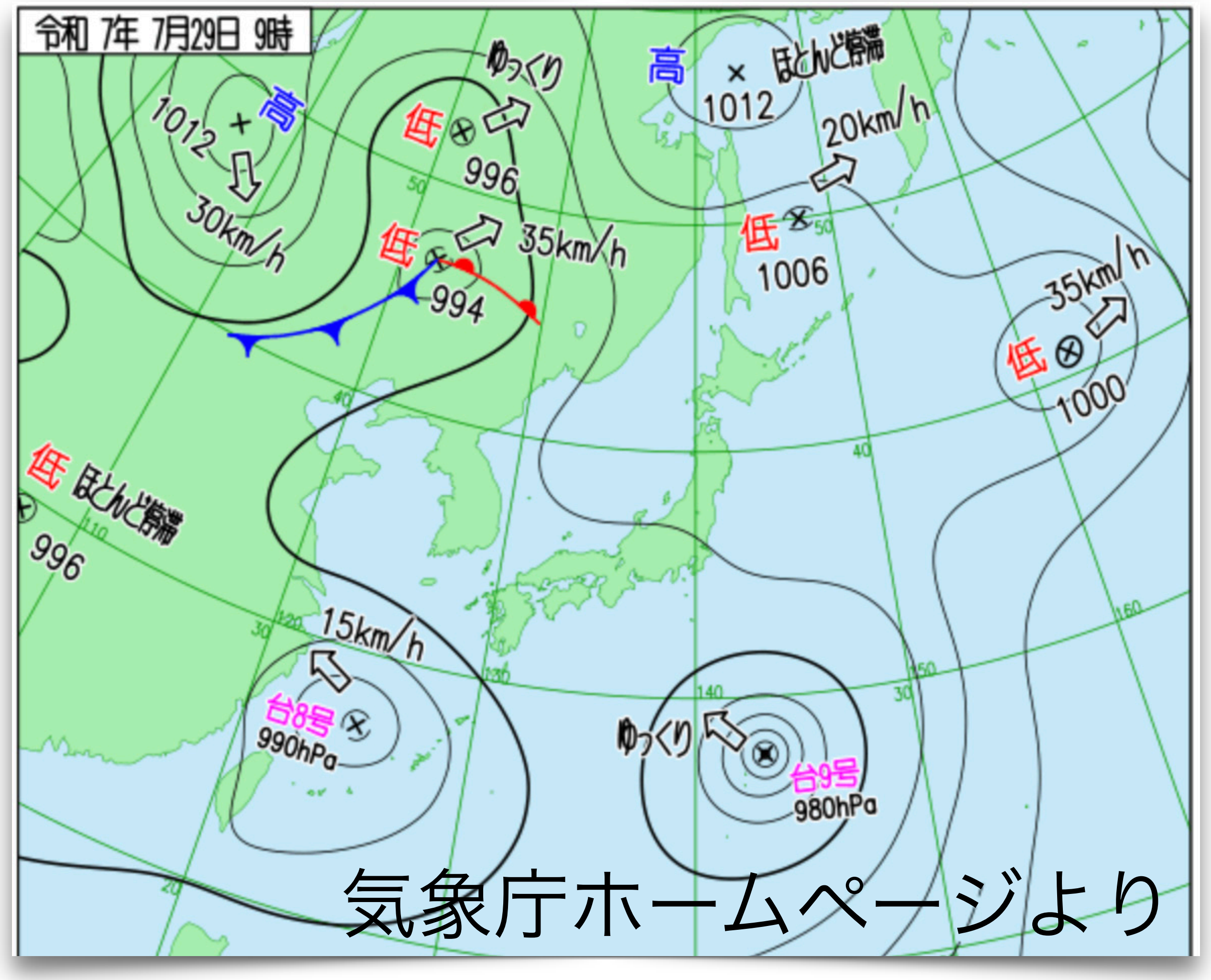
→ **データ駆動科学（AI・機械学習を含む）**との関わりがこれまで以上に重要になる

大自由度で複雑な大規模データ



気象庁ホームページより

有益な情報を抽出



気象庁ホームページより

ユーザーはまず
このデータを見る

「プリ・ポストプロセス」という概念自体を持たないアプリ

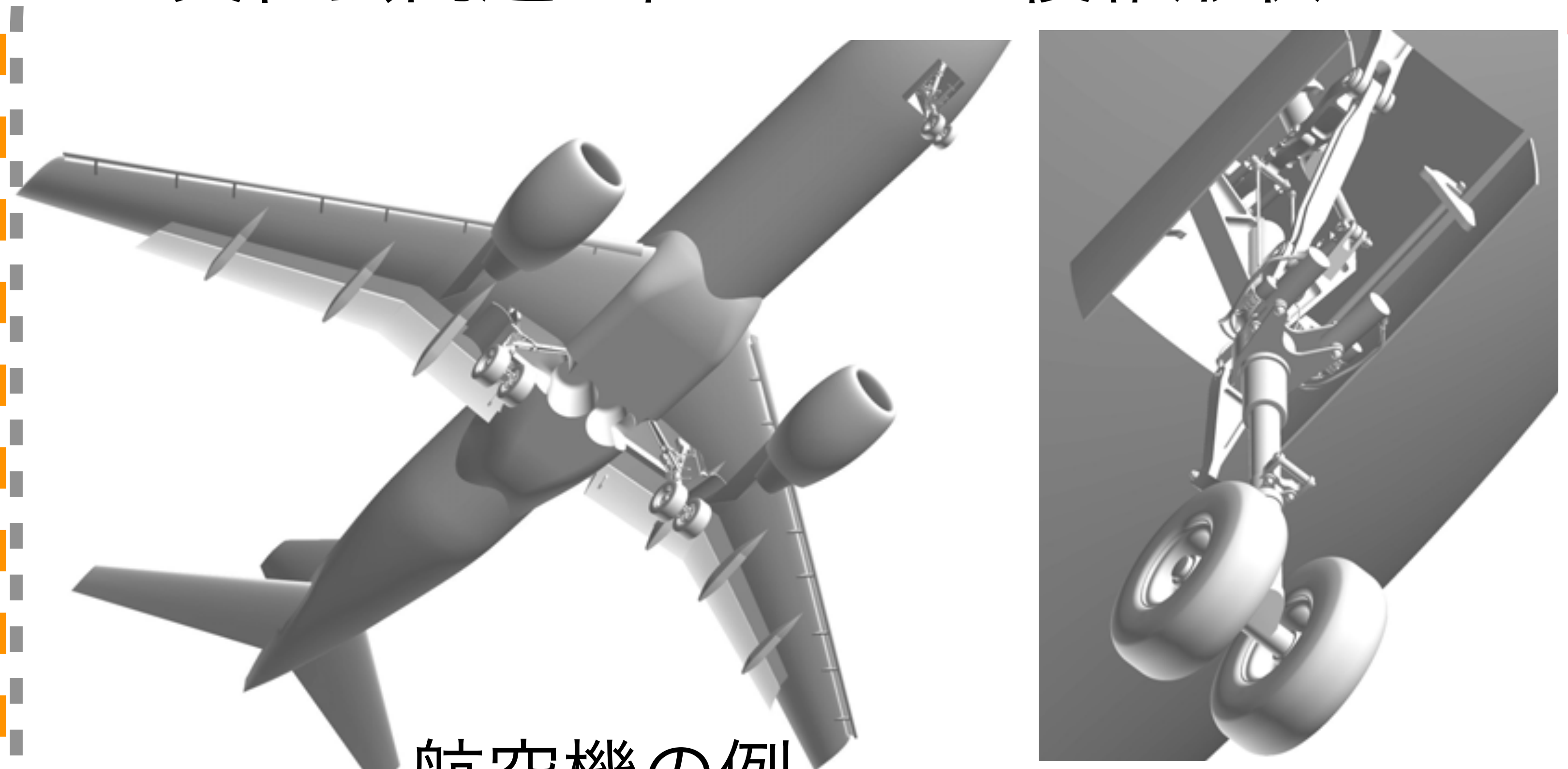
＊トップサイエンスを可能とする物理科学シミュレーションアプリであることは大前提

次期フラッグシップ時代のアプリ

計算不安定など

プリプロセス

実社会問題：往々にして複雑形状



航空機の例

ボトルネック

① 格子生成
(形状データのクリーニング含む)

数百億点～数十兆点規模

アプリ

② 計算・データ取得

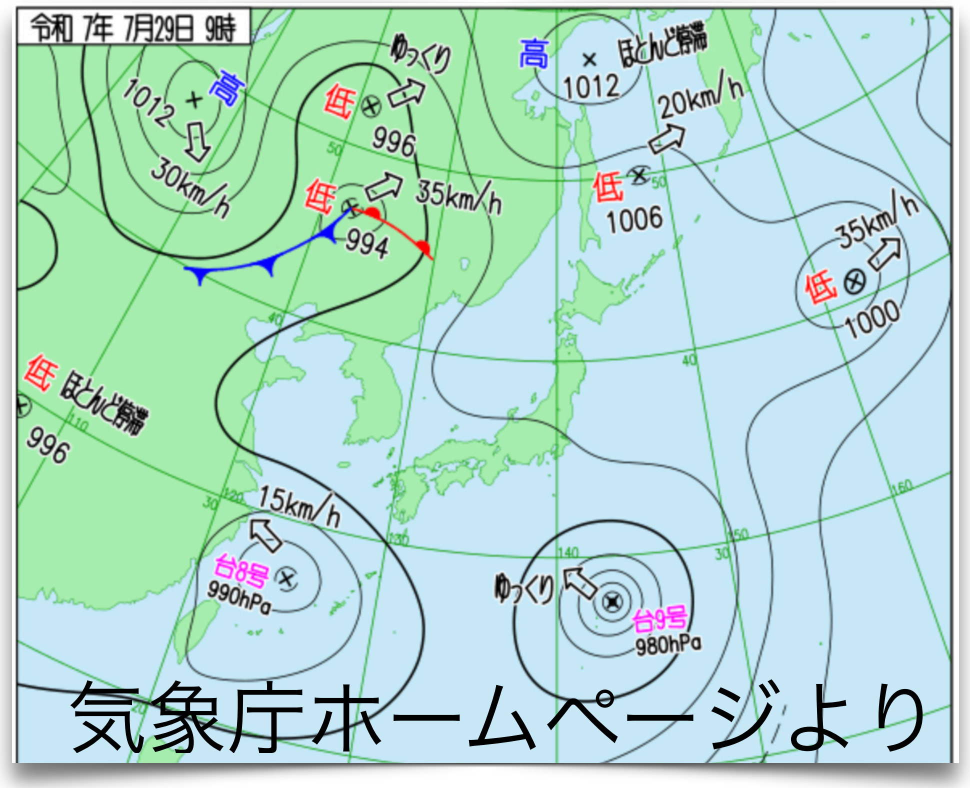
数百TB～数十PBオーダー

ポストプロセス

ボトルネック

③ データ解析
有益な情報抽出

ユーザーはこのデータを見る



気象庁ホームページより

大きな課題：次期フラッグシップマシンではこれらのボトルネックが加速度的に先鋭化していく

→ 次期フラッグシップ時代のアプリは①→②→③をシームレスかつ自動的に取り扱うことが必要

これまでの**「プリ・ポストプロセス」という概念自体を持たないアプリ**

- プリプロセスの**自動化** → 格子生成（形状データ修正含む）の自動化，高精度・安定な計算手法
- データ解析・有益な情報抽出の**自動化**

ユーザーを問わず幅広く活用され普及するアプリ開発の重要性

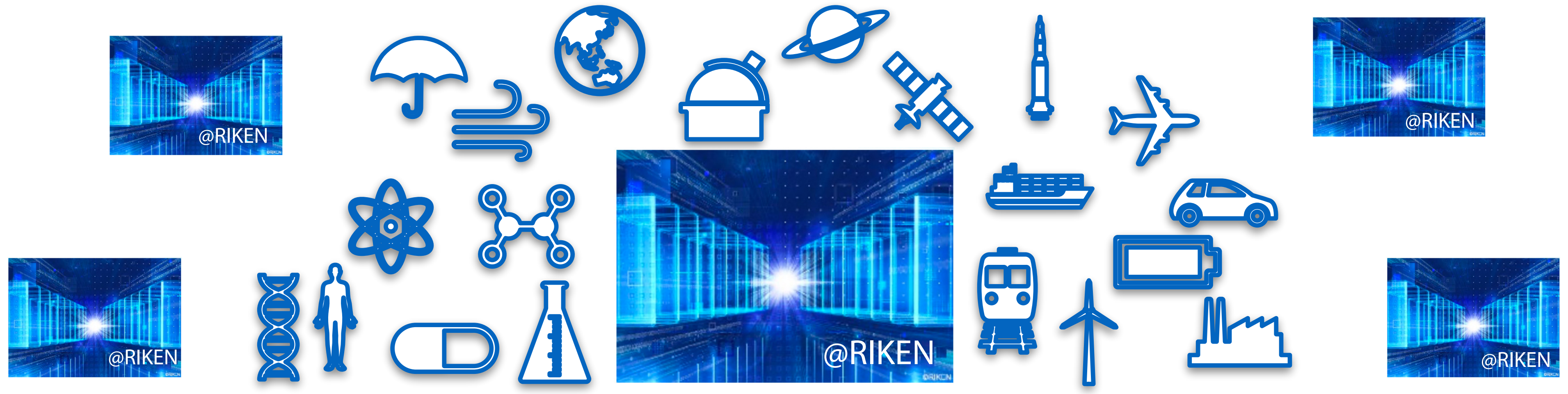
＊トップサイエンスを可能とする物理科学シミュレーションアプリであることは大前提

研究・学術利用に留まらない，ユーザーを問わないアプリ

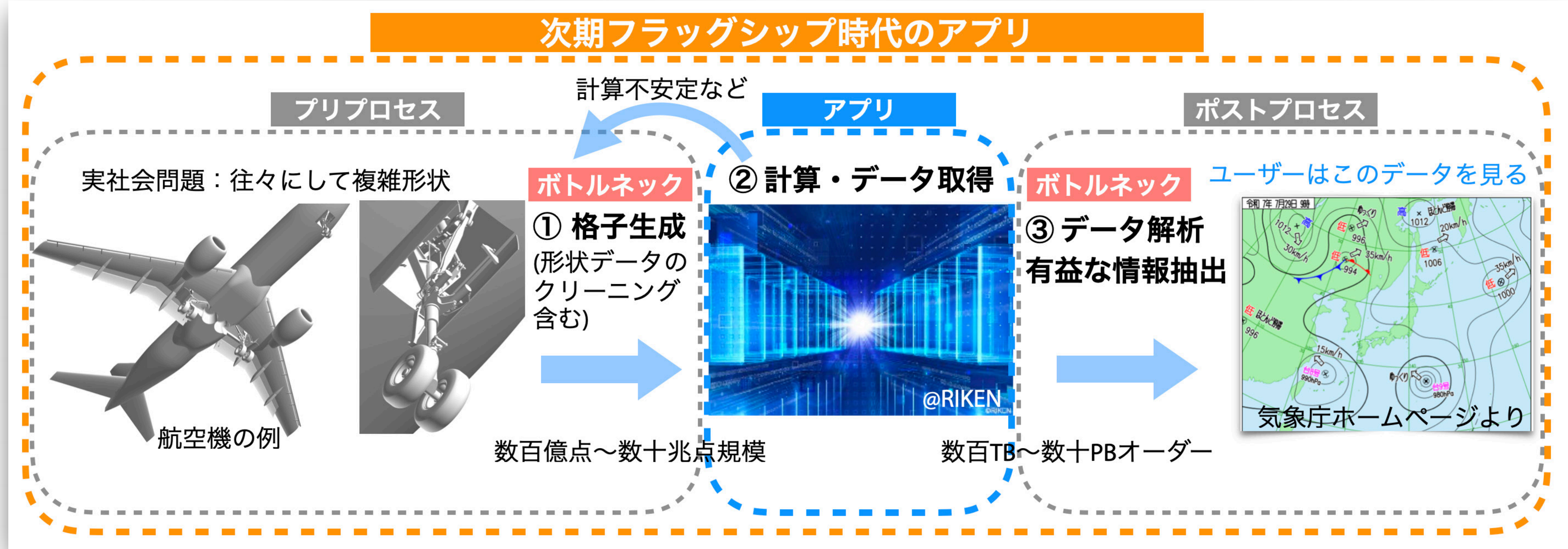
→ <u>実社会・産業界と連携でき，</u>HPC利活用の裾野を広げ，<u>幅広く活用され普及するアプリ開発が鍵</u>

学術・実社会産業界の好循環を生み

HPCを正のスパイラルに導く



完全自動な「プリ・ポストプロセス」という概念自体を持たないアプリ



研究開発 → 実社会・産業界の問題解決 → 実社会・産業のHPC利用拡大

↑ **正のスパイラル** ↓

学術利用の拡大 ← スパコン開発拡大 ← HPCへの投資拡大

社会の重要インフラ
フラッグシップマシンの
継続的・発展的な開発

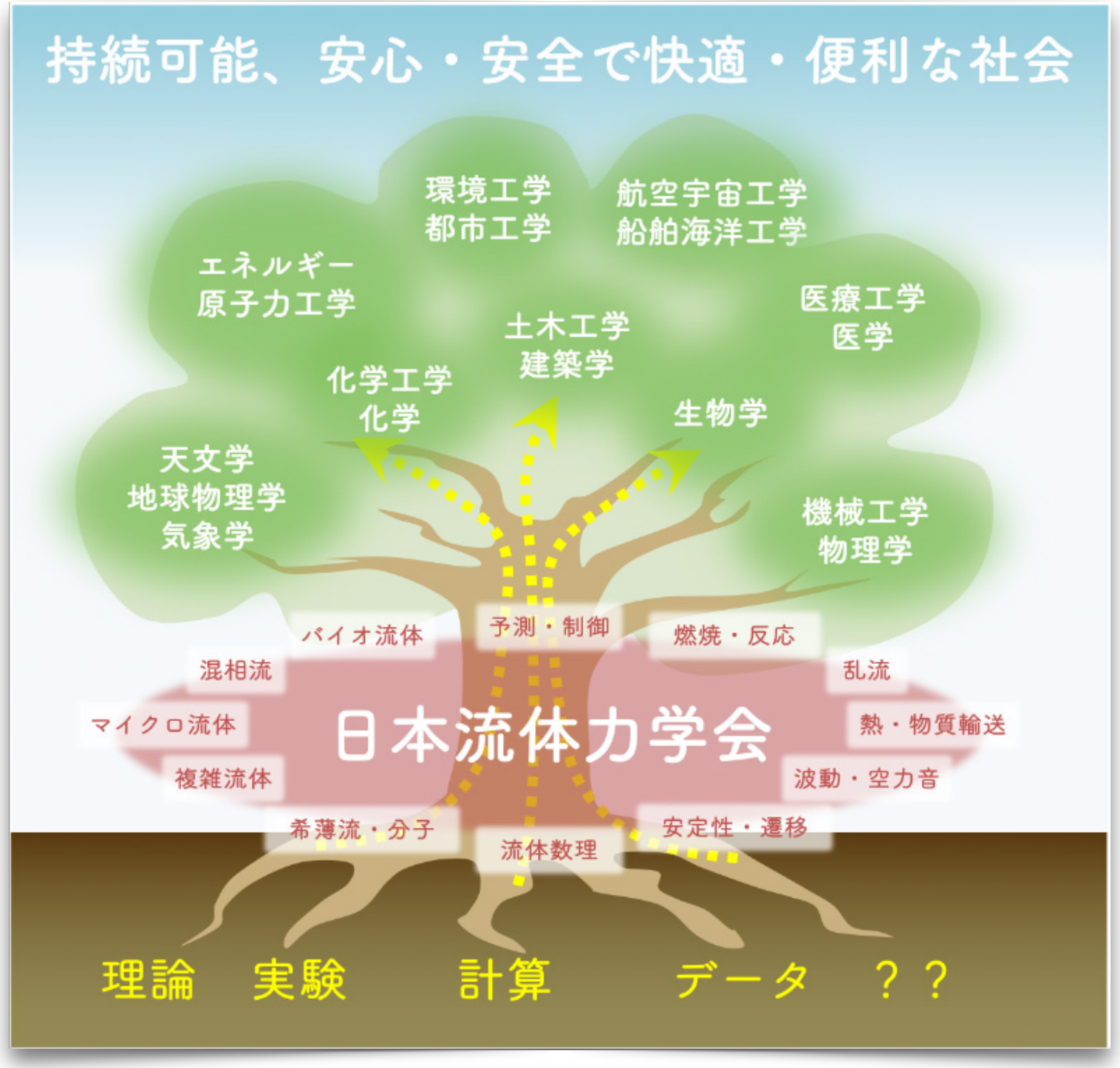
HPC・アプリ人材の
育成・拡大

アプリ開発がスパコン開発や人材育成を牽引し，正のスパイラルを生むという考え方

次期フラッグシップを見据えたアプリのGPU化

フラッグシップマシンのGPU導入はアプリ開発における大きな転換期にある

応用先（枝葉）を超えた応用先を横断するGPU化研究開発の重要性 → **HPC・アプリ人材の育成・拡大**



日本流体力学会ビジョン
「Fluid Mechanics 2030」より

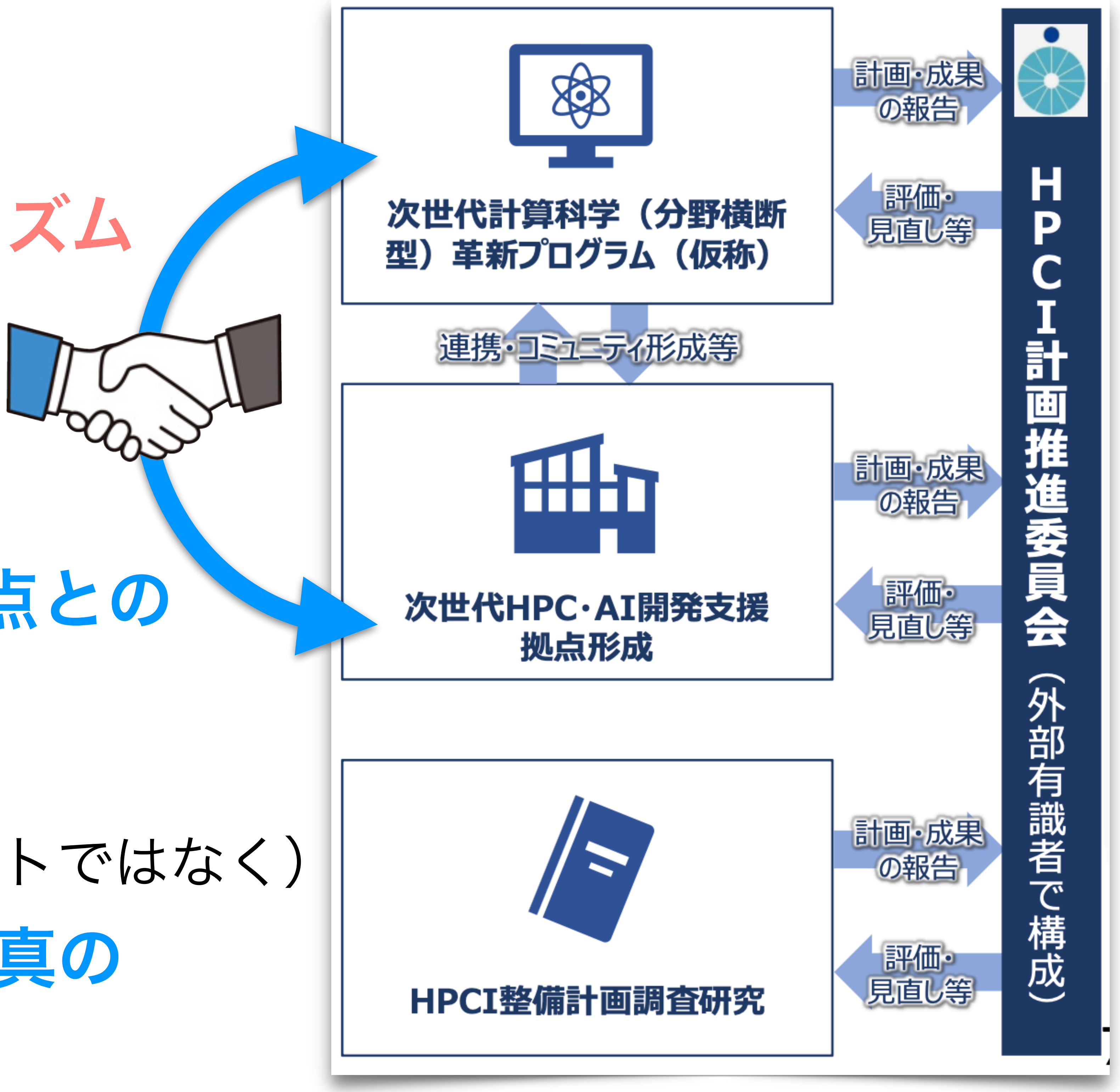
- 応用先を横断するエコシステム化
  （難しいことは重々承知だが）

実社会・産業界と連携でき，幅広く活用され
普及するアプリ開発

- マルチスケール性も重要となる

→ 単精度・半精度演算のHPC計算アルゴリズム
（難しいことは重々承知だが）

多くの困難が想定される
→ アプリ開発と次世代HPC・AI拠点との
<u>今までにない</u>強固な連携が不可欠



（少なくとも選ばれた大規模課題には，従来型のサポートではなく）

- **拠点の研究者がアプリ開発チームに常駐し，真の共同研究としてアプリ開発をすることが重要**
- GPU計算リソースの提供（後半はある程度の規模）

令和7年8月22日 HPCI計画推進委員会資料より

アプリ開発・HPCとAI・機械学習との関係

「アプリ開発・HPC」と「AI・機械学習」との関係は，AI・機械学習が確固たる支配方程式・物理法則が存在する分野の**物理科学シミュレーション（HPC）**を変える・置き換えるという関係性ではない

むしろ**強固な基盤データを創出する物理科学シミュレーション（HPC）の重要性**はこれまで以上に高まっている

「アプリ開発・HPC」と「AI・機械学習」の関係は

科学・実社会産業応用およびAIの発展において<u>「両輪」</u>となる関係

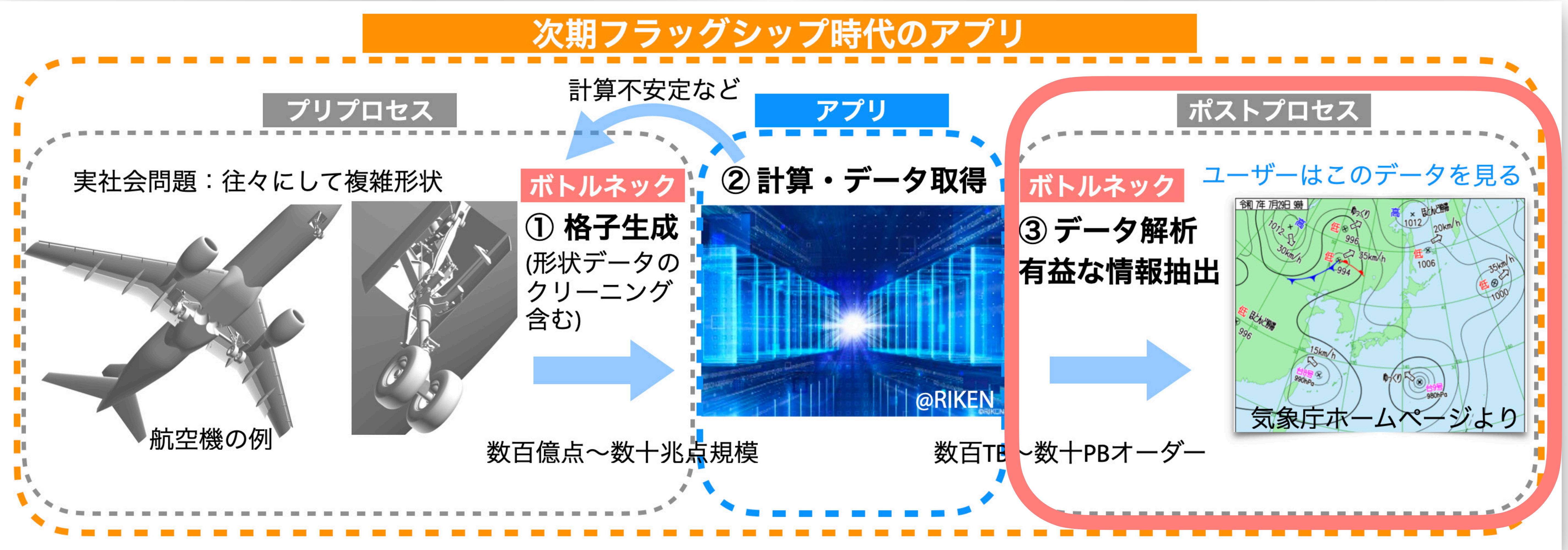
データ

「アプリ開発・HPC」

「AI・機械学習」

支援 {科学的な理解 / 実社会問題の解決

「両輪」の関係を最大化するためには，データ公開サーバーが不可欠



数百TBから数PBの大規模複雑データ

Data-driven analysis
（AI・機械学習に限らない）

複雑で大規模・大自由度データの解析支援には大きな可能性がある