

ムーンショット目標10プロジェクト 「超次元状態エンジニアリングによる 未来予測型デジタルシステム」



星 健夫(核融合科学研究所)

1. 目指したい社会
2. プロジェクト
3. 3月の連続ワークショップ
4. 波及:
産学連携からものづくりDXへ
5. まとめ

(略歴)

1993年 東京大学工学部物理工学科卒業

2023年より 現職

(現在の専門分野)

データ駆動科学、計算物質物理学、数理科学

(現在の主な兼業)

・高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

・東京大学 物性研究所

(現在の主な委員会活動)

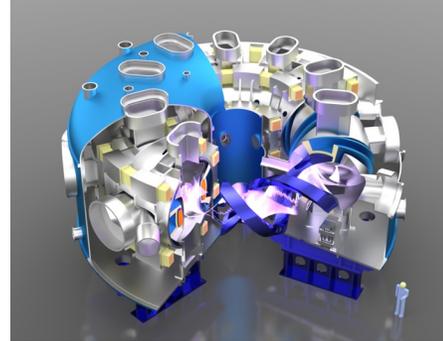
・日本学術振興会 産学連携課

R026先端計測技術の将来設計委員会(委員)

目指したい社会

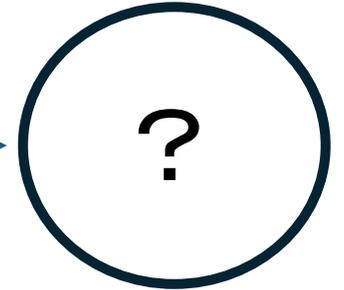
(1) フュージョンエネルギーシステムの設計や性能試験をデジタル空間で行える**バーチャルラボ**(仮想実験室、**Vラボ**)により、フュージョンエネルギーシステム開発が劇的に加速された社会。

既存装置(例)



© NIFS

次世代装置



Vラボ
(設計、性能評価、
試行錯誤)

(2) Vラボに汎用性を持たせることで、**多様な** フュージョンエネルギーシステムの研究開発が実現した社会。

Vラボへの 多様なニーズ

フュージョン
エネルギー
システムの例

磁場閉じ込め型

トカマク形式
ヘリカル形式
ミラー形式
磁場反転配位(FRC)形式

慣性型(レーザー型)

ミュオン触媒型

重要な
基盤技術
の例

中性子照射材料実験

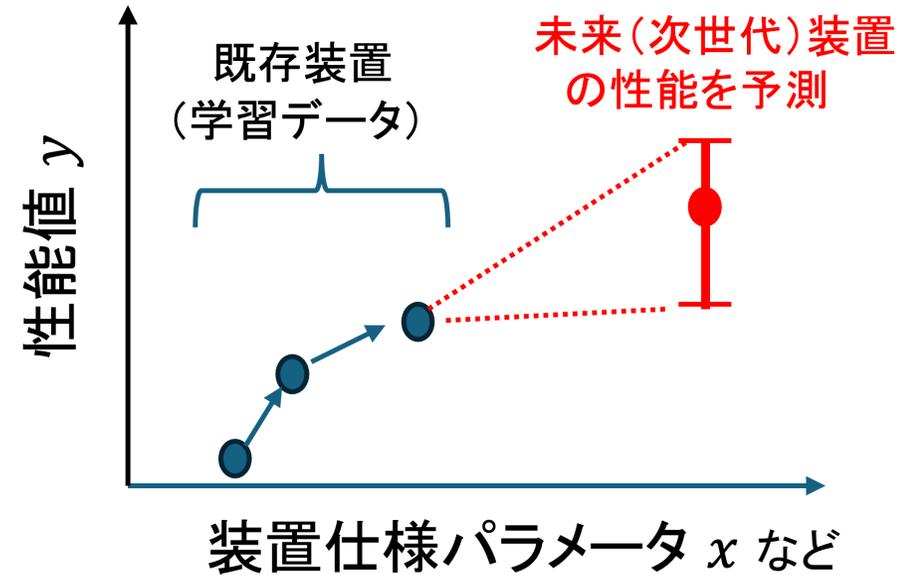
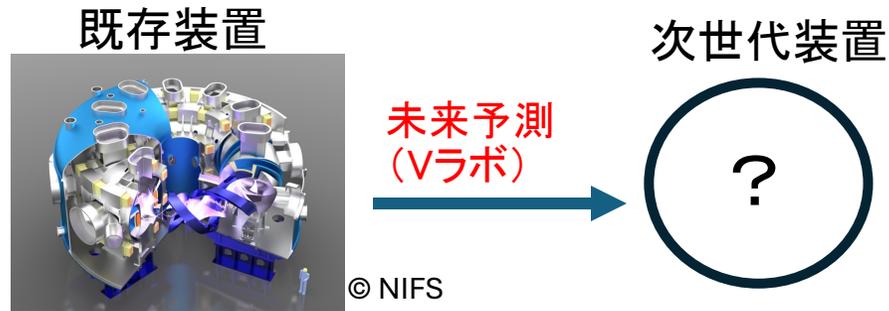
加速器技術(奥野PM)

超伝導材料開発(木須PM)

目指したい社会

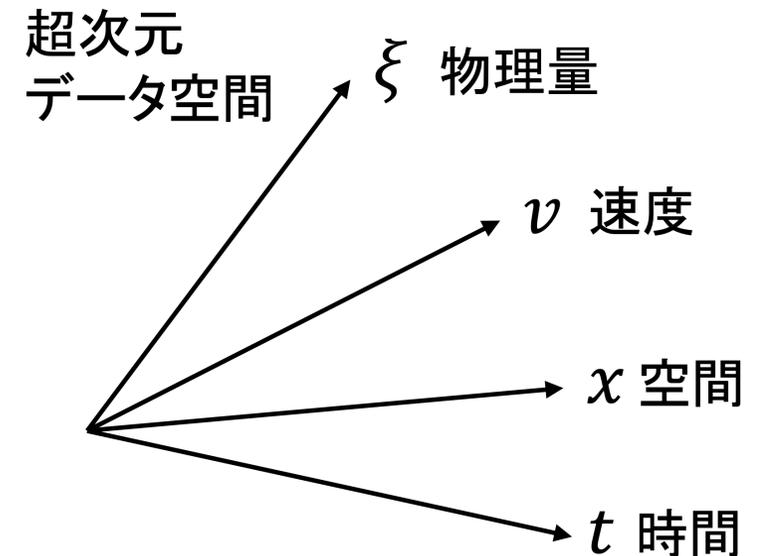
キーコンセプト(i) 未来予測技術

- ・既存装置のデータを学習データとし、未来(次世代)装置の性能を予測する。
- ・デジタル空間上での「試行錯誤」が可能になる。



キーコンセプト(ii) 超次元状態エンジニアリング

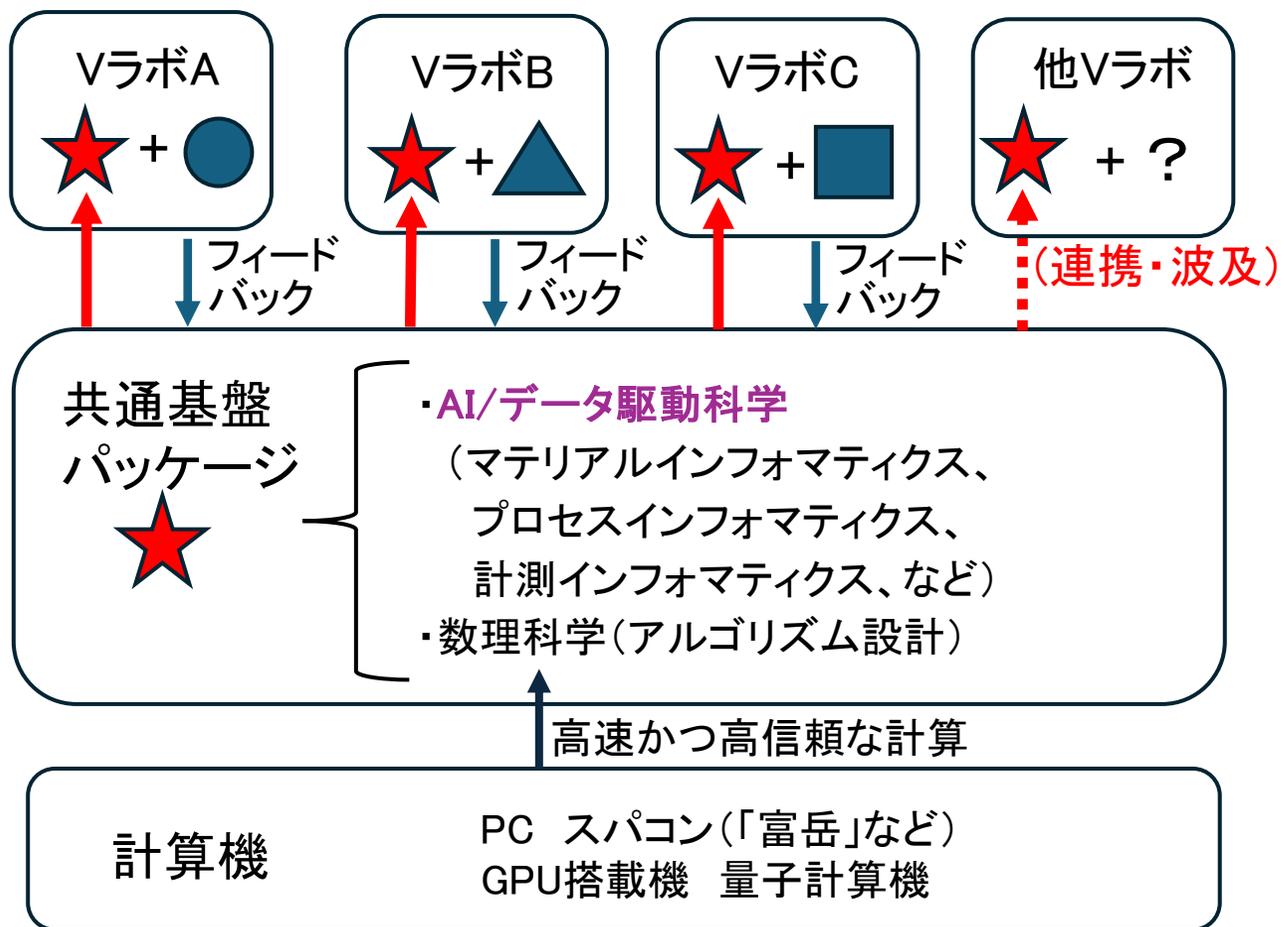
- ・超次元データ空間(時間軸・空間軸・速度軸・物理量軸などの異種座標軸からなるデータ空間)で、状態(プラズマなど)や装置の複雑性を表現し、工学応用に結びつける。



プロジェクト:総論

3種バーチャルラボラトリ(Vラボ)を先行成功例として、社会実装する。

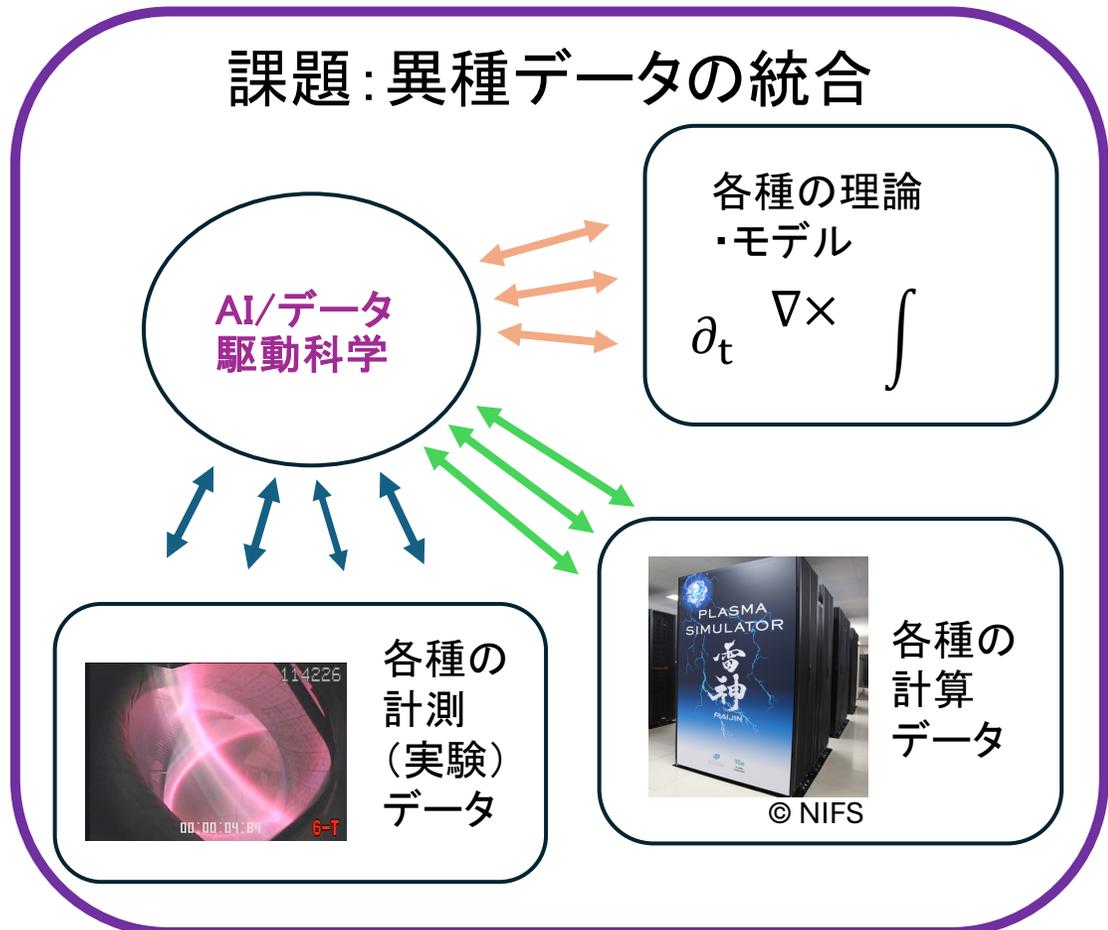
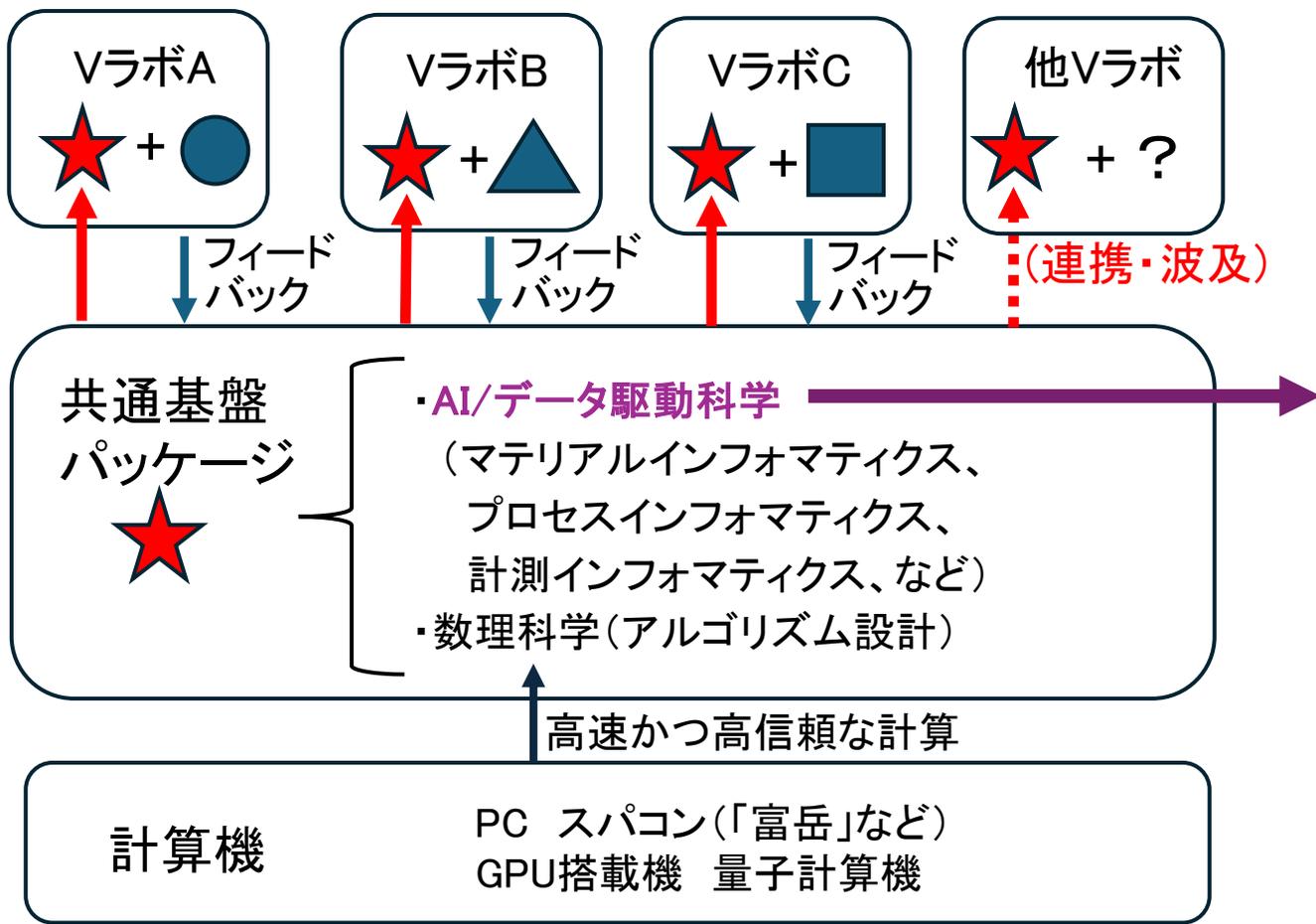
- ・ VラボA: 磁場閉じ込め型フュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボB: 磁場閉じ込め型以外のフュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボC: 中性子照射などの材料実験施設



プロジェクト: 総論

3種バーチャルラボラトリ(Vラボ)を先行成功例として、社会実装する。

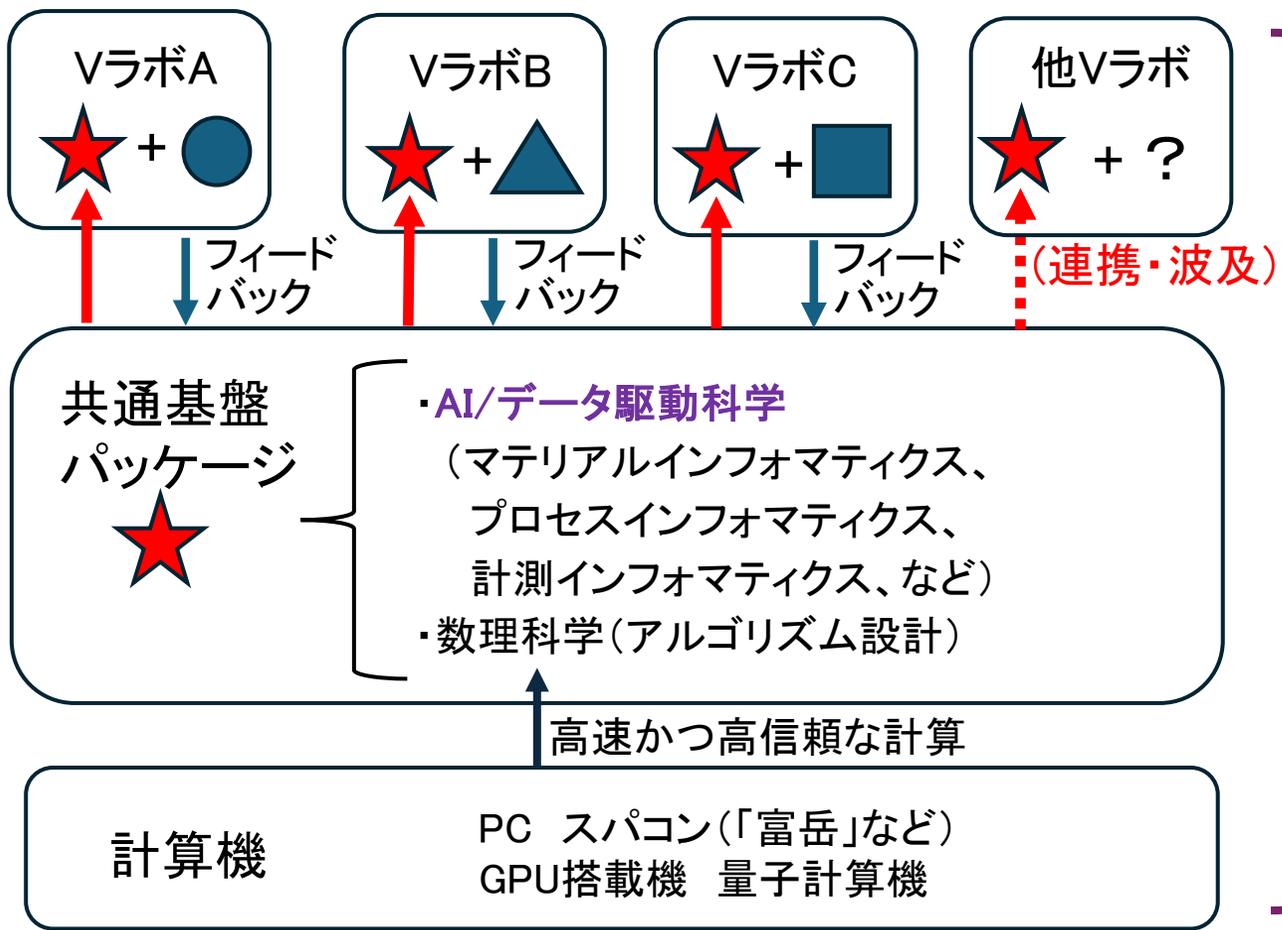
- ・ VラボA: 磁場閉じ込め型フュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボB: 磁場閉じ込め型以外のフュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボC: 中性子照射などの材料実験施設



プロジェクト:総論

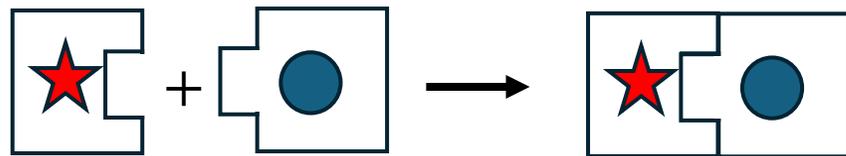
3種バーチャルラボラトリ(Vラボ)を先行成功例として、社会実装する。

- ・ VラボA: 磁場閉じ込め型フュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボB: 磁場閉じ込め型以外のフュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボC: 中性子照射などの材料実験施設



プログラム開発でのポイント

(1) モジュール(小規模プログラム)の組み合わせで、Vラボを構築



(2) 生成AI活用による開発体制
(コード作成、コードレビュー、文書化、ユーザーサポート、コードテスト、など)

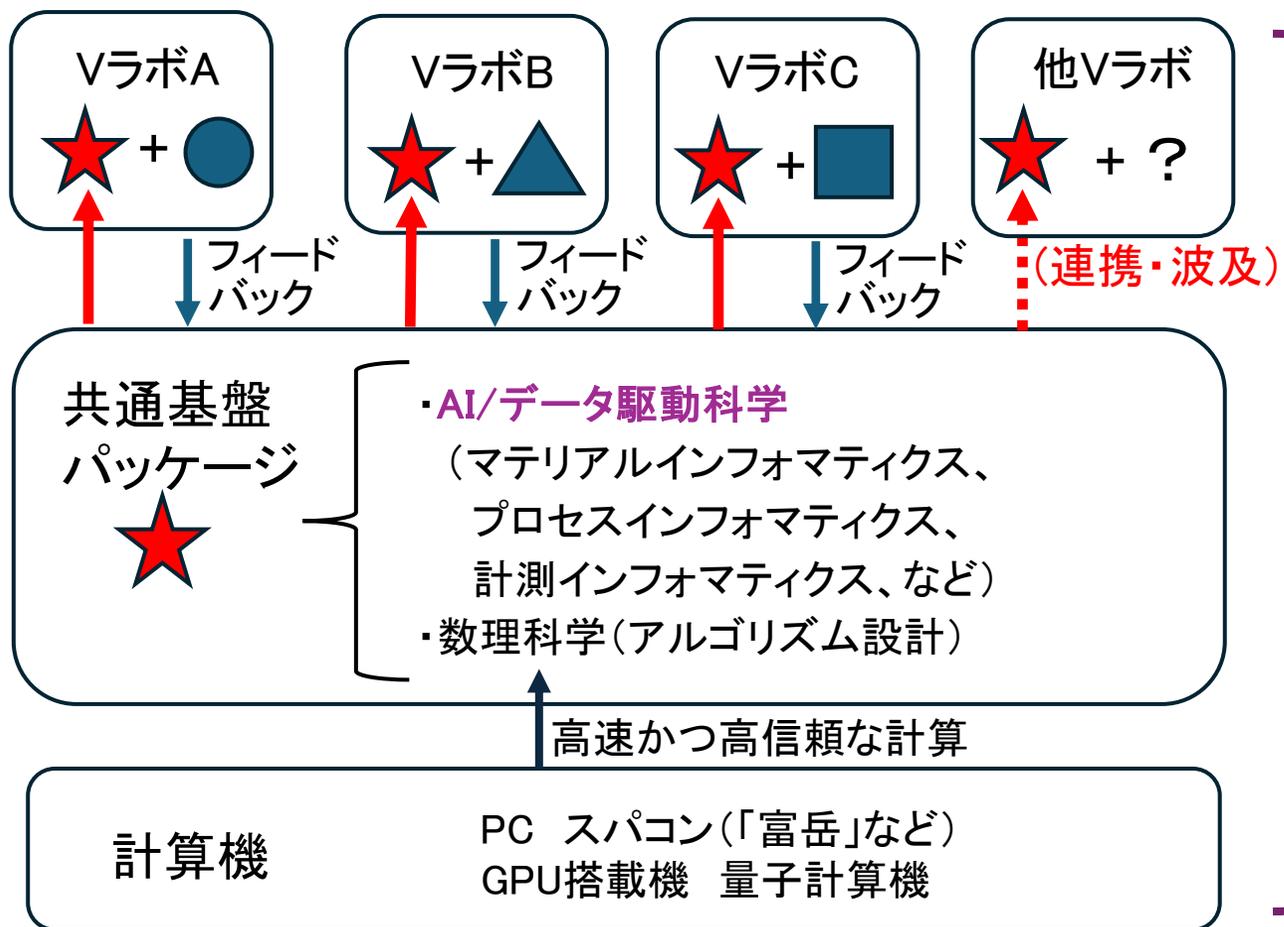
(3) 産業展開への方策
・ クラウドサービス化
・ 信頼性のあるデータ連携

プロジェクト:総論

3種バーチャルラボラトリ(Vラボ)を先行成功例として、社会実装する。.....→波及:他のVラボ構築

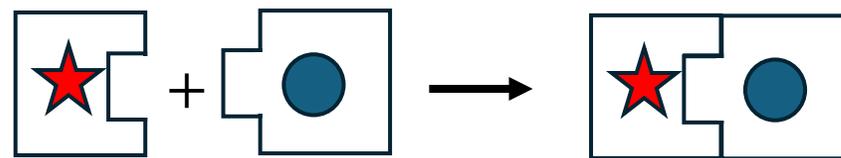
- ・ VラボA: 磁場閉じ込め型フュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボB: 磁場閉じ込め型以外のフュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボC: 中性子照射などの材料実験施設

(多様なフュージョン
エネルギーシステム、
他物理分野、産業界)



プログラム開発でのポイント

(1) モジュール(小規模プログラム)の組み合わせで、Vラボを構築



(2) 生成AI活用による開発体制
(コード作成、コードレビュー、文書化、
ユーザーサポート、コードテスト、など)

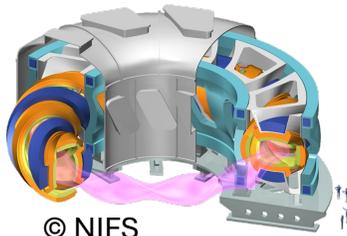
(3) 産業展開への方策
・クラウドサービス化
・信頼性のあるデータ連携

プロジェクト:バーチャルラボラトリ(Vラボ)各論

- ・ VラボA, B, Cそれぞれについて、未来予測むけのテーマは、多種多様。
→3月の連続ワークショップ（次スライド）で個別に議論し、具体化。

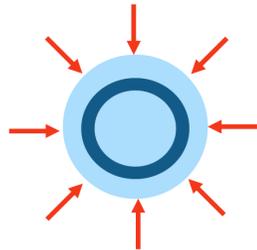
VラボA, B:フュージョンエネルギーシステム

磁場閉じ込め型



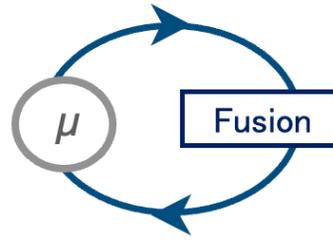
概念図例

慣性型
(レーザー型)



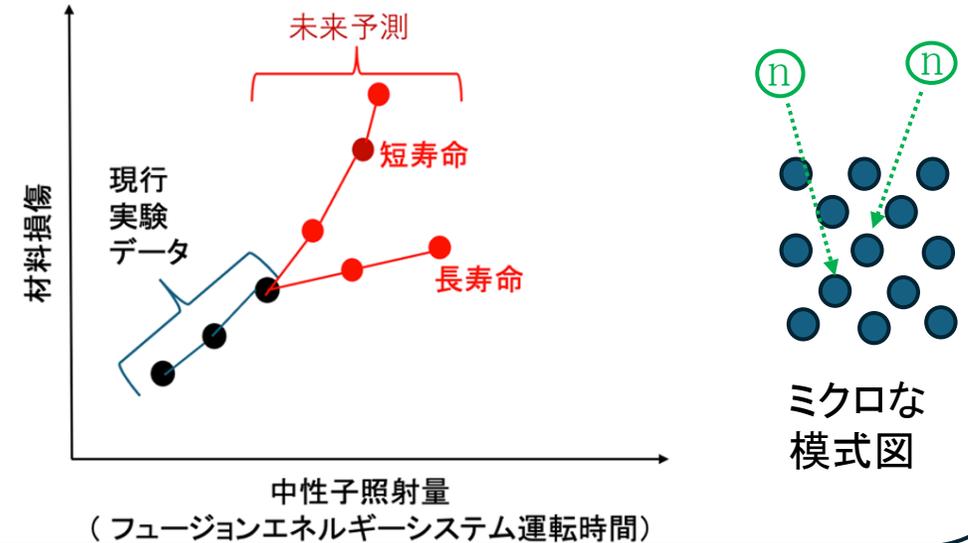
模式図

ミュオン触媒型



模式図

VラボC:中性子照射による材料損傷



→各Vラボのスケジュール:定量的目標を設定する。2027年度に初期バージョンを構築し、
2029, 2034年度に、それぞれの年度むけに設定した定量的目標の達成を目指す。

- ・ PM間の連携:リアル+デジタル
(実験) (計算)

奥野PM+星PM (新しい加速器設計のためのビームシミュレーション)

木須PM+星PM (マテリアルインフォマティクス、プロセスインフォマティクス)

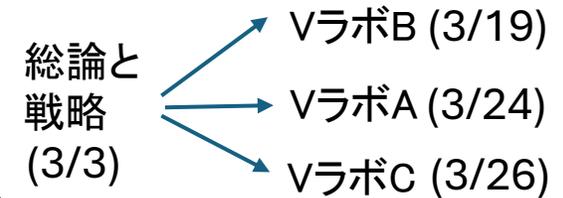
3月の連続ワークショップ

- ・本プロジェクトの内容をより詳しく知りたい方むけに、3月に4回連続ワークショップを開催。

連続ワークショップ

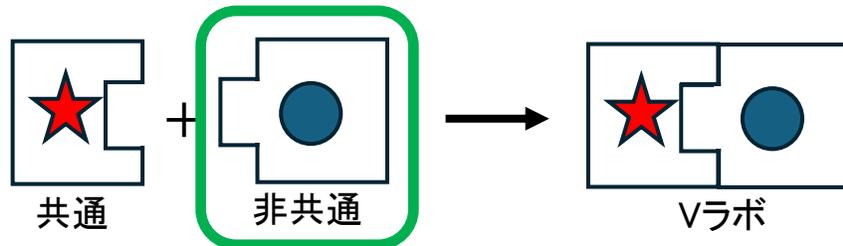
「未来予測型バーチャルラボラトリによる多様なフュージョンエネルギーシステム(FES)開発」

- 3月 3日 バーチャルラボラトリの概要と戦略
- 3月19日 磁場閉じ込め型以外のFESに関するバーチャルラボラトリ(VラボB)
- 3月24日 磁場閉じ込め型FESに関するバーチャルラボラトリ(VラボA)
- 3月26日 中性子照射材料実験と
マテリアルサイエンスに関するバーチャルラボラトリ(VラボC)



- ・本プロジェクトは始動段階で、各Vラボにおける詳細テーマ設定、および、課題推進者(PI)選定を、2025年度中に行なっていく。

連続ワークショップで、オープンな意見交換を行う。



開催情報(第1-4回で共通)

- ・場所: 東京駅付近(ハイブリッド開催)
- ・3月3日を除いて、講演募集あり。
- ・情報ページ(暫定)

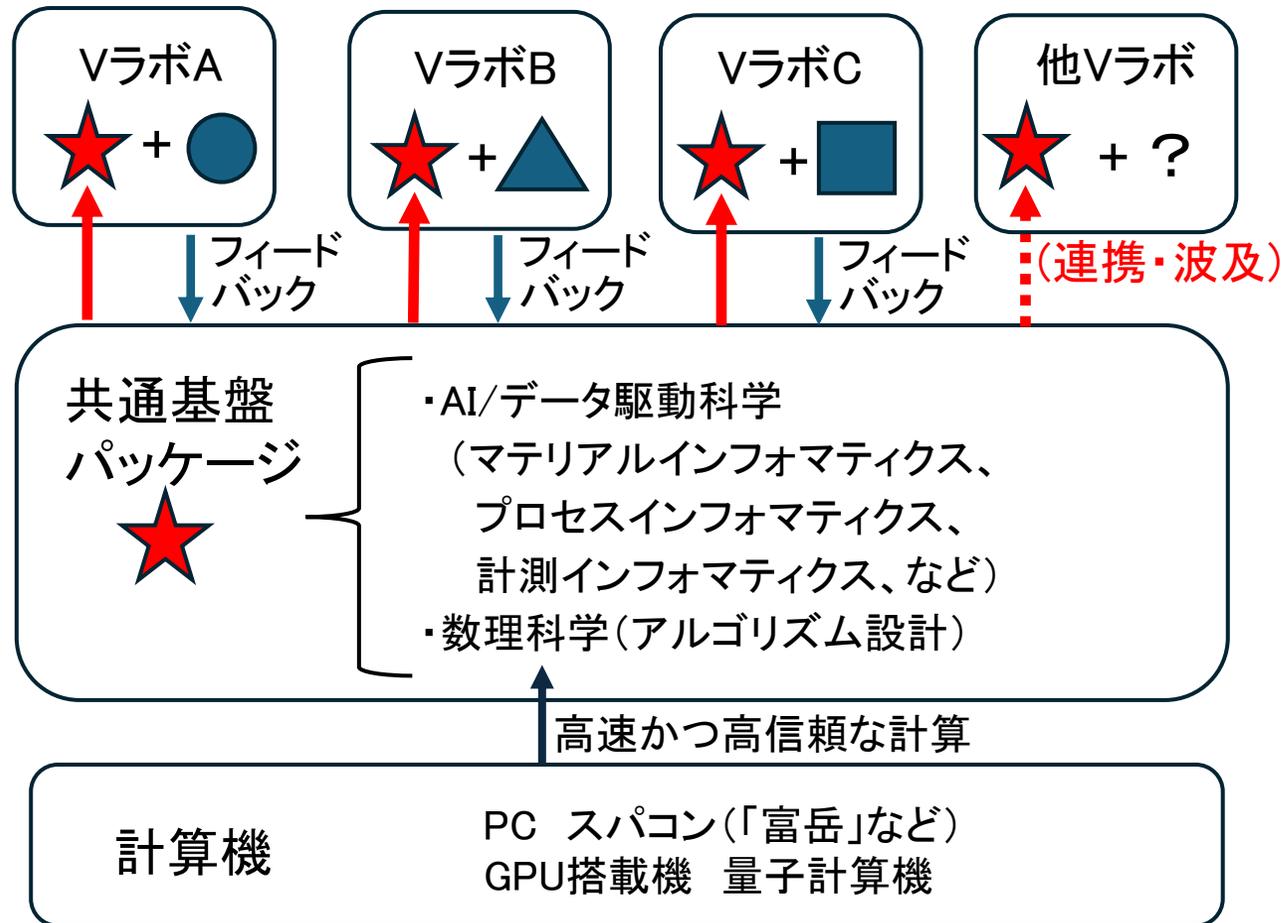
<https://sites.google.com/view/ms10ds/>

波及：産学連携からものづくりDXへ

3種バーチャルラボラトリ(Vラボ)を先行成功例として、社会実装する。.....▶ 波及：他のVラボ構築

- ・ VラボA: 磁場閉じ込め型フュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボB: 磁場閉じ込め型以外のフュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボC: 中性子照射などの材料実験施設

(多様なフュージョン
エネルギーシステム、
他物理分野、**産業界**)

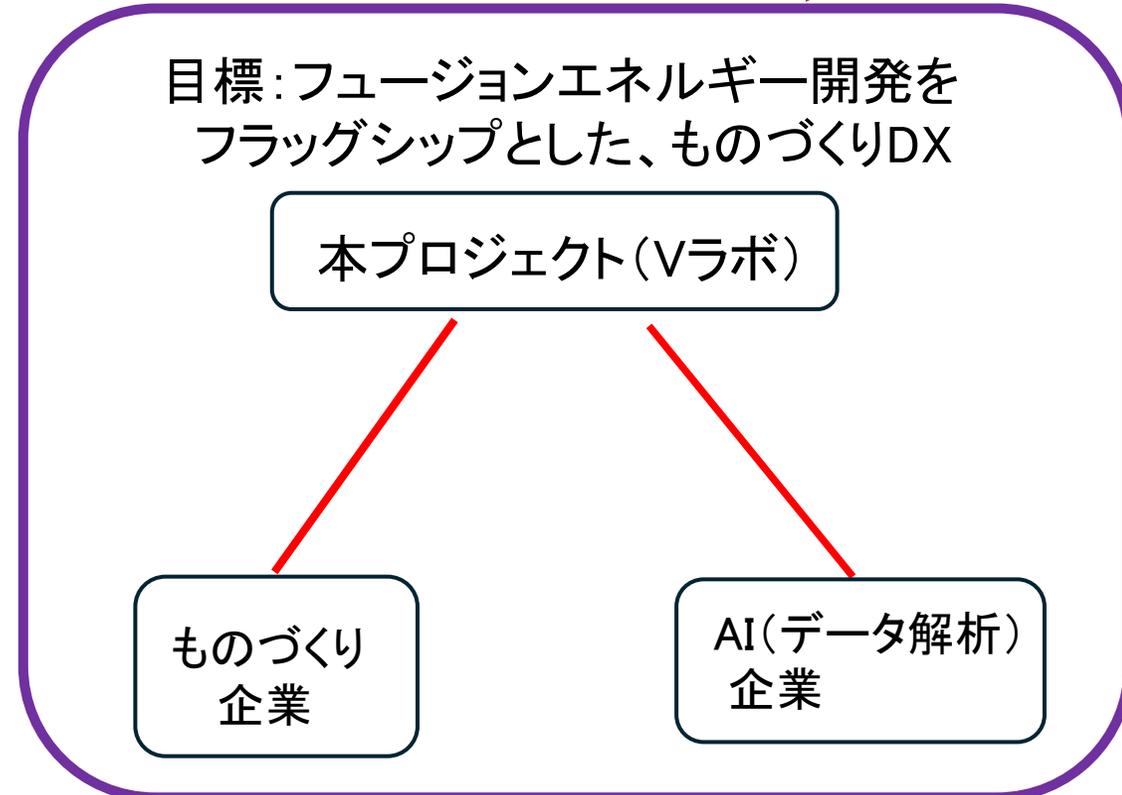
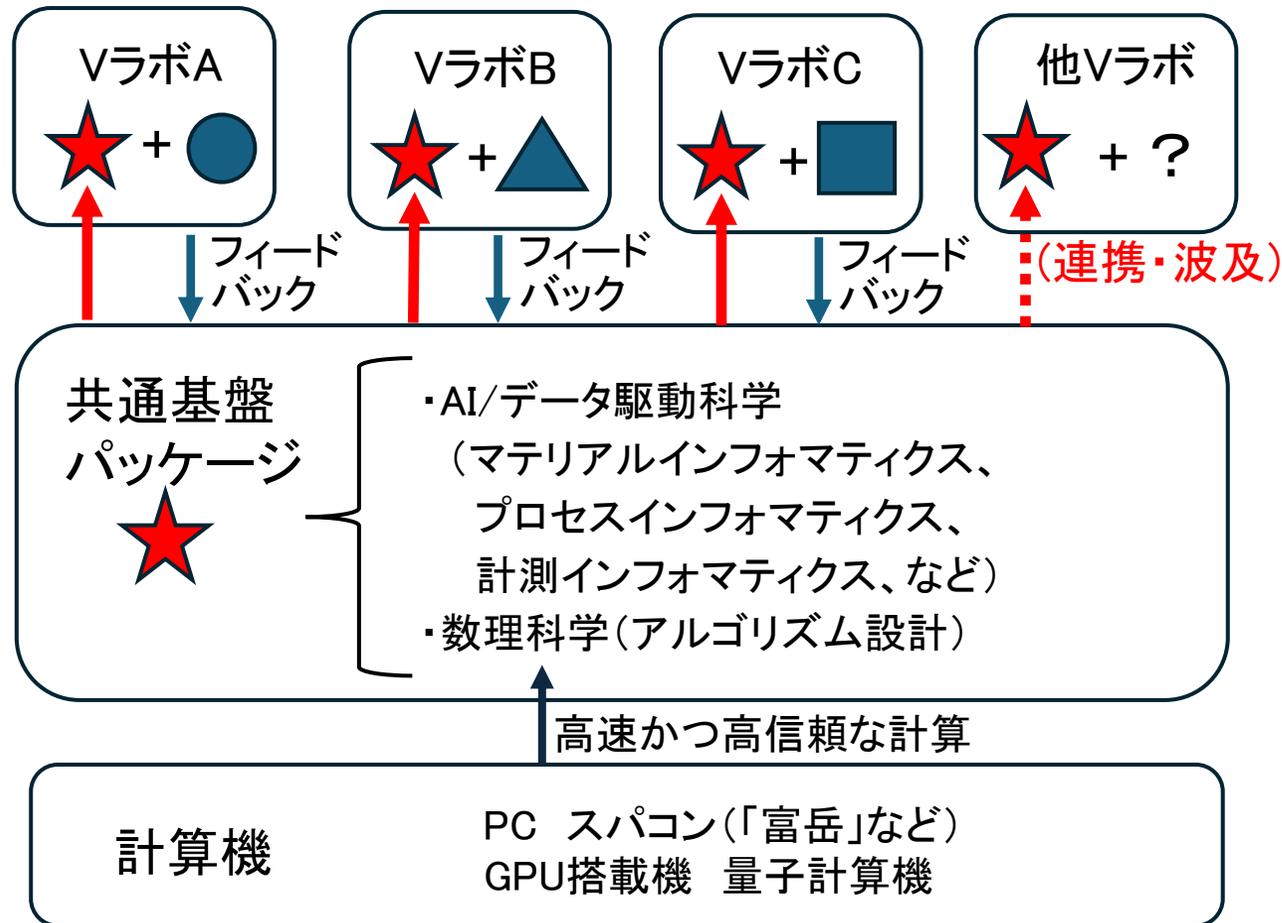


波及：産学連携からものづくりDXへ

3種バーチャルラボラトリ(Vラボ)を先行成功例として、社会実装する。.....→ 波及：他のVラボ構築

- ・ VラボA: 磁場閉じ込め型フュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボB: 磁場閉じ込め型以外のフュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボC: 中性子照射などの材料実験施設

(多様なフュージョン
エネルギーシステム、
他物理分野、**産業界**)



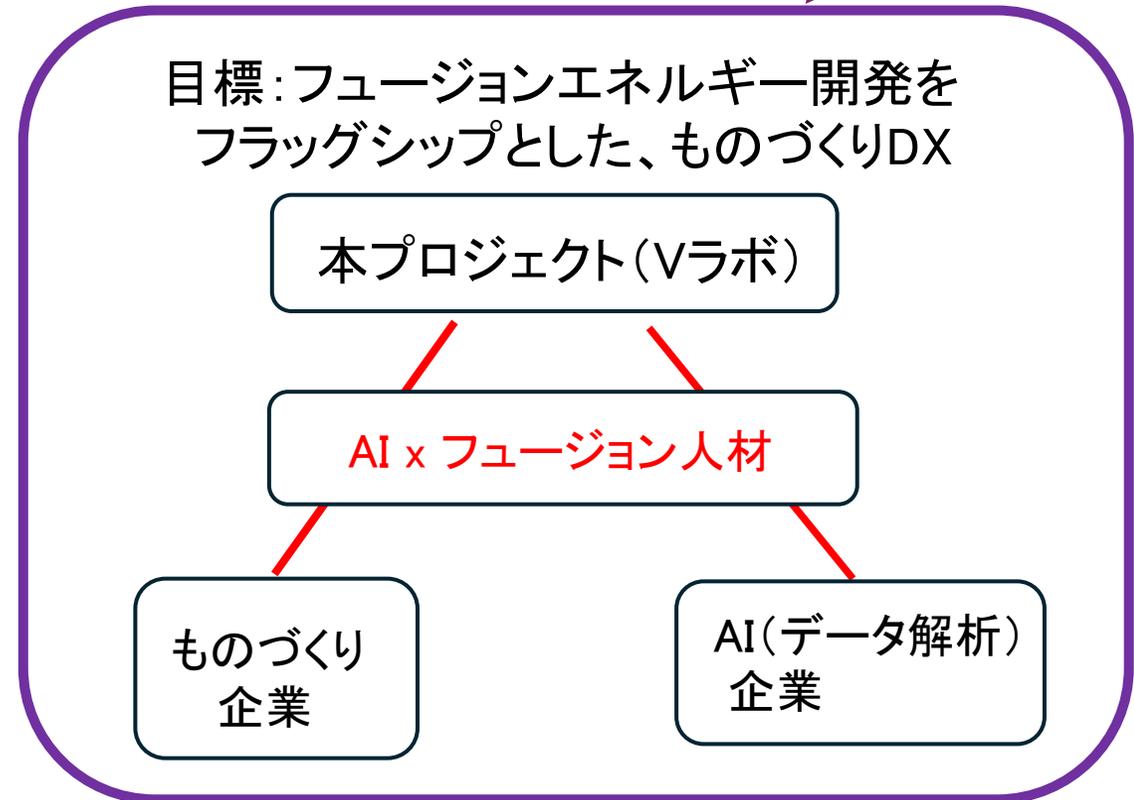
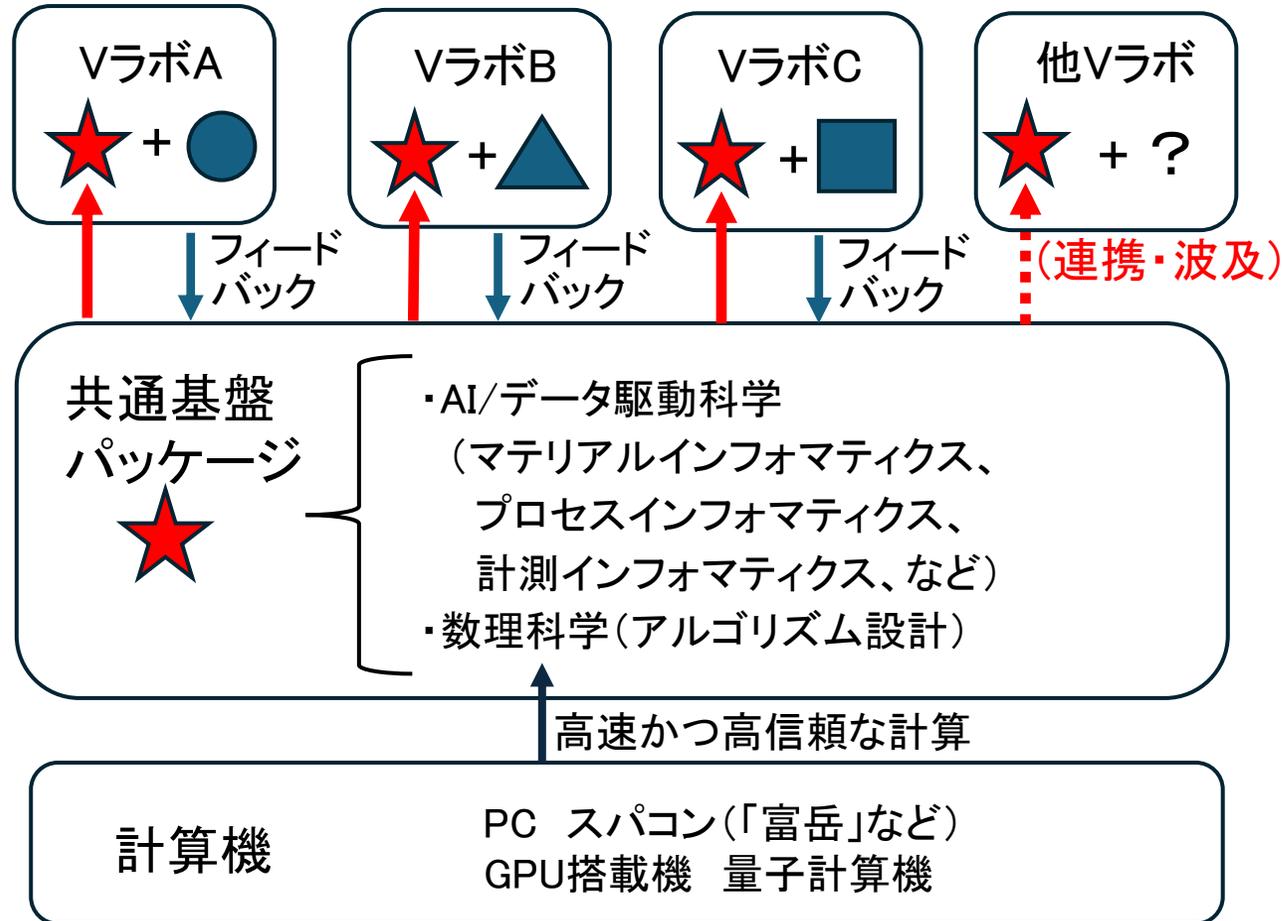
→ 秋頃: 産学連携型イベント(ニーズ調査)

波及：産学連携からものづくりDXへ

3種バーチャルラボラトリ(Vラボ)を先行成功例として、社会実装する。.....→ 波及：他のVラボ構築

- ・ VラボA: 磁場閉じ込め型フュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボB: 磁場閉じ込め型以外のフュージョンエネルギーシステム
- ・ VラボC: 中性子照射などの材料実験施設

(多様なフュージョン
エネルギーシステム、
他物理分野、**産業界**)



→ 秋頃:産学連携型イベント(ニーズ調査)

まとめ

(1) 共通基盤パッケージを共有する、3種Vラボ

- ・ VラボA: 磁場閉じ込め型フュージョンエネルギーシステムむけ Vラボ
- ・ VラボB: 磁場閉じ込め型以外のフュージョンエネルギーシステムむけ Vラボ
- ・ VラボC: 中性子照射などの材料実験施設むけVラボ

を構築し、未来予測技術を実現することで、多様なフュージョンエネルギーシステム開発を加速する。

(2) 共通基盤パッケージは、AI/データ駆動科学や数理科学などによる。

(3) PM間連携にもVラボを構築(奥野PM+星PM、木須PM+星PM)

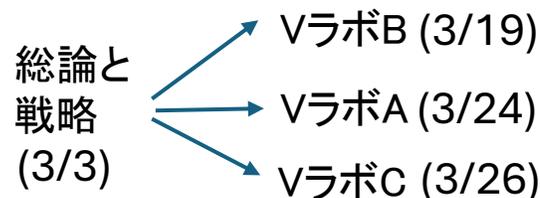
(4) 3月に連続ワークショップ(*)を開催;

- ・ 本プロジェクトの総論と戦略
- ・ 3種Vラボ(A-C)の具体化、および、課題推進者(PI)選定にむけたオープンな議論

(5) 波及として、産学連携からものづくりDXを目指す。秋ごろに、産学連携型イベントを予定。

(*)連続ワークショップ

「未来予測型バーチャルラボラトリによる多様なフュージョンエネルギーシステム(FES)開発」



開催情報(第1-4回で共通)

- ・ 場所: 東京駅付近(ハイブリッド開催)
- ・ 3月3日を除いて、講演募集あり。
- ・ 情報ページ(暫定)<https://sites.google.com/view/ms10ds/>