「富岳」成果創出加速プログラム クリーンエネルギー「富岳」プロジェクト

# スーパーシミュレーションとAIを連携活用した 実機クリーンエネルギーシステムのデジタルツインの構築と活用

課題責任者:吉村 忍(東京大学副学長、大学院工学系研究科 教授

#### https://postk6.t.u-tokyo.ac.jp/ ホームページ

### プロジェクト概要

#### スーパーシミュレーション

「富岳」用アプリケーション群(ADVENTURE、FFB、FFR-Comb、REVOCAP\_Coupler、RC HPC版)に基づく、 マルチフィジクス・マルチスケール統合シミュレーション 構築



Al (機械学習)

次世代火力発電システム(石炭ガス化炉、超臨界圧CO2ガス <u>タービン)</u>、及び<u>洋上ウィンドファーム</u>のデジタルツインを構築



実機システムの開発、設計、運用の最適化に活用 各システムの実用化を大幅に加速

上記クリーンエネルギーシステムのみならず、 燃焼機器、伝熱機器、流体機械等の幅広い実機に活用可能



様々な企業群、産業界コンソーシアムと強力に連携しながら遂行 「富岳」を活用した我が国の産業競争力の強化に幅広く貢献

## プロジェクトの2つの目標

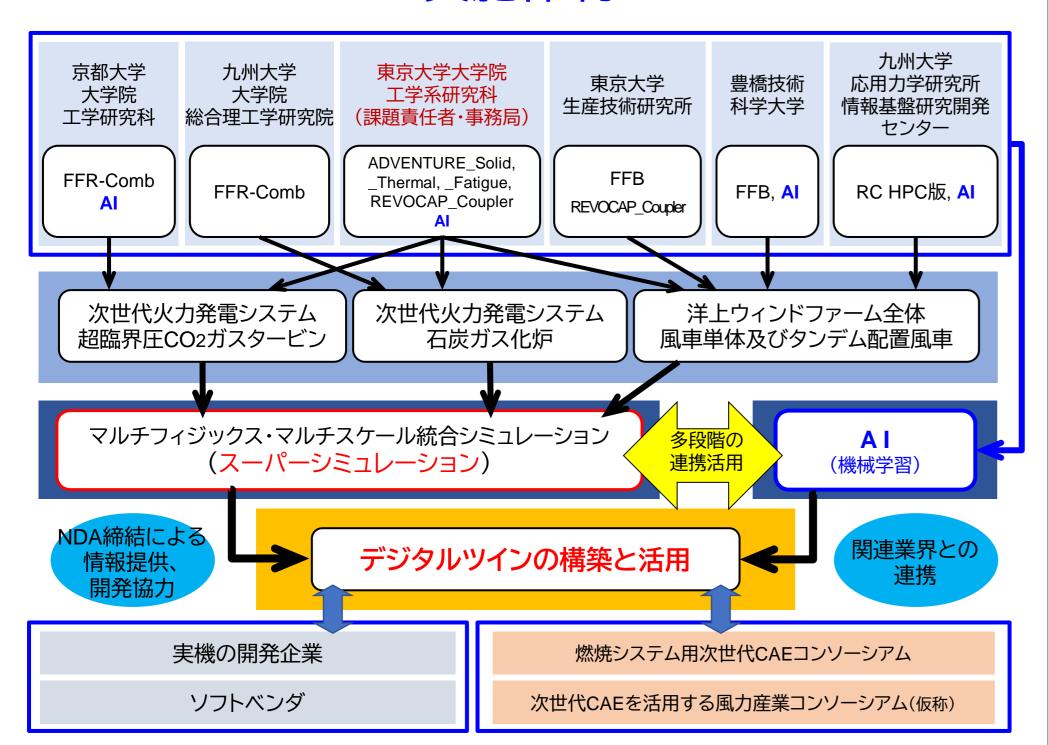
第1の目標:CCS(CO2回収・貯留)技術に適した次世代火力 発電システムの主要構成要素(石炭ガス化炉と超臨界圧CO2) ガスタービン)、及び洋上ウィンドファームのスーパーシミュ レーションを、「富岳」上で確実に稼働させ、実機レベルのV&V を進め、実戦で活用する準備を整える。

ただし、スーパーシミュレーションには「富岳」の膨大な計算資源と計算 時間を必要とするため、これを直接、実機の開発や設計、運用最適化の ために、数10回から数1000回のオーダーで繰返し計算することは、産業 界において実運用するという観点からは現実的ではない。



第2の目標:スーパーシミュレーションとAI(機械学習)を様々 なレベルで連携活用し、産業界の現場で、開発・設計・運用最 適化のために繰返し活用可能な、実機のデジタルツインを構 築する。

#### 実施体制



#### 協力研究者

#### 次世代火力発電システム

京大·黒瀬良一、PILLAI Abhishek FFR-Comb, AI

九大·渡邊裕章、Yu Panlong FFR-Comb

東大·吉村忍、山田知典、 内田英明、CHEN Shunhua **ADVENTURE** 

REVOCAP\_Coupler

東大·加藤千幸、鈴木康方、 みずほ情報総研・山出吉伸

洋上ウィンドファーム

豊橋技科大·飯田明由、吉 永司 FFB, AI

九大·内田孝紀、小野謙二 RIAM-COMPACT HPC版, AI (株)ウインドエナジーコンサル

ティング・今村博、植田祐子

アプリケーション開発協力

(株)アライドエンジニアリング (株)インサイト

アプリケーション高速化、AI連携

電通大·遊佐泰紀、大同大·荻野正雄、

東洋大·塩谷隆二、河合浩志、日大·宮村倫司、

近畿大·和田義孝、宮崎大·武居周

(株)数値フローデザイン(株)先端力学シミュレーション研究所

連携 燃焼システム用次世代CAEコンソーシアム、 次世代CAEを活用する風力産業コンソーシアム(仮称)

### プロジェクトにおいて活用する「富岳」向け個別アプリケーション

アプリ	手法·対象	特徴	「富岳」向けtuning状況	開発体制(大学)	開発体制(ベンダ)	ユーザーG・コンソーシアム
ADVENTURE_Solid	FEM/ <mark>構造</mark> (線形・繰返し熱 弾塑性・クリープ・複合材)	HDDM-BDD ポスト「京」重点課題⑥ター ゲットアプリ、ADVC(商用)	対「京」性能比35倍以上	東大(吉村)及びADV PJ	アライドエンジニアリング、イ ンサイト、先端力学シミュ レーション研究所	ADVユーザーG、ADVCユー ザーG
ADVENTURE_Thermal	FEM/ <mark>熱</mark> 伝導·冷却管冷却	同上	同上	同上	同上	同上
ADVENTURE_Fatigue	累積 <mark>疲労損傷</mark> エ学モデル、損傷力学	動的応力解析結果のポスト処理ツール	_	同上	同上	同上
FFR-Comb (商用)	FVM/ <mark>燃焼流LES</mark> ·固気液三 相	燃焼解析に特化した次世代流 体解析ソフトウェア	シミュレータで評価中、 対「京」性能比 <mark>8倍以上</mark>	京大(黒瀬)・九大(渡邊)	数値フローデザイン	理研・燃焼システム用次世代 CAEコンソ(10企業・2研究所・8 大学)
FFB	FEM/流体LES·Overset· ALE	ポスト「京」重点課題⑧ター ゲットアプリ	対「京」性能比35~40倍	東大(加藤)·豊橋技科大 (飯田)	みずほ情報総研	産応協、ターボ機械協会、自動 車関連企業、他
RC HPC版	FDM・FVMハイブリッド/WF 用・LES・アクチュエータモデ ル	多風向同時解析/発電性能評価	シミュレータで評価中 SGI UV300で性能評価	九大(内田孝紀·小野)		次世代CAE風力産業コンソ(設 立予定)(6企業参画)
REVOCAP_Coupler	汎用並列 <mark>カプラ</mark> (MPI, Socket)	片連成·双方向連成(分離反 復)	チューニング中	東大(吉村)及びADV PJ	アライドエンジニアリング、イ ンサイト	ADVユーザーG、ADVCユー ザーG