

浮体式洋上風力発電のHPCとAI連携活用型解析技術の基盤開発

事業者名：（国）東京大学、（国）豊橋技術科学大学、（株）ウインドエナジーコンサルティング、東芝エネルギーシステムズ（株）、電源開発（株）、（一財）日本海事協会

事業の目的・目標

日本周辺の厳しい気象海象環境下で運用される浮体式洋上ウィンドファームFOWFの発電性能、ウェイク影響、流体構造連成FSI応答、風車浮体係留連携応答、疲労損傷等の解析・評価技術を高精度・高効率化し、FOWFの設計合理化に資するために、「富岳」等を活用したHPCとAI連携に基づき、実スケールバーチャル実証試験環境の構築に向けた基盤技術を開発する。

2024年度の主な成果

1. FFBとFFXを活用したFOWFの乱流場及び発電性能、流体力の高精度高効率評価

（1）回転する高忠実風車モデルを組み込んだFEMに基づくLES乱流解析コードFFBに対して、FOWTの動揺（傾き）の発電性能や付加流体力、ウェイクへの影響を評価できるようにコード改良した。

（2）格子ボルツマン法LBMに基づくLES乱流解析コードFFXに対して、翼素運動量理論に基づくADM（Actuator Disk Model）及びALM（Actuator Line Model）の風車モデルを実装し、さらに風車に付加される流体力も計算できるようにコード改良した。

（3）通常運転条件DLC1.2（風車ロータ回転中）を想定した条件のもとで、FFBを用いてNREL5MW風車単機に対して、「富岳」を用いて解析した。また、暴風条件DLC6.1（風車ロータ回転停止）を想定した条件のもとで、FFXを用いて5MW単機風車に対して、風車傾きを変更した解析を「富岳」を用いて実行した。

（4）様々な風況下でのFFB解析結果から得られた風車後方ウェイク分布をAIで学習させ、3次元の高精度ウェイク分布サロゲートモデルを構築する研究を実施した。

（5）FFXを用いて、5MW風車9基からなるWFのLES乱流解析を実施した。その結果から、25基のWFの解析も実施可能とわかった。

課題と今後の取組

5 MWのFOWTに対して、通常運転条件DLC1.2と暴風条件DLC6.1の元で、本HPCとAI連携解析技術と、UTWind、Bladed等の既存連成解析技術の比較検討を通して、本解析技術の検証を進めるとともに、本HPC解析ならではの特徴的な結果を得る。

2. FOWT主要構造機器の構造健全性と疲労損傷の高精度高効率評価

（1）FFB解析結果から得られた風車ブレードに負荷される流体力分布の時間変動データを、REVOCAP_Couplerで変換してADVENTURE_Solid3に入力し、風車ブレードのFSI応答、最大応力値、及び年間疲労損傷の3次元分布を求めた。

（2）FFB→REVOCAP_Coupler→ADVENTUREを連携して用いて得られる風車ブレードのFSI解析結果を分析・集約し、変形応答と応力分布評価に関する高精度低計算量サロゲートモデルを構築するためのAI/ROM技術に関する研究開発を行った。

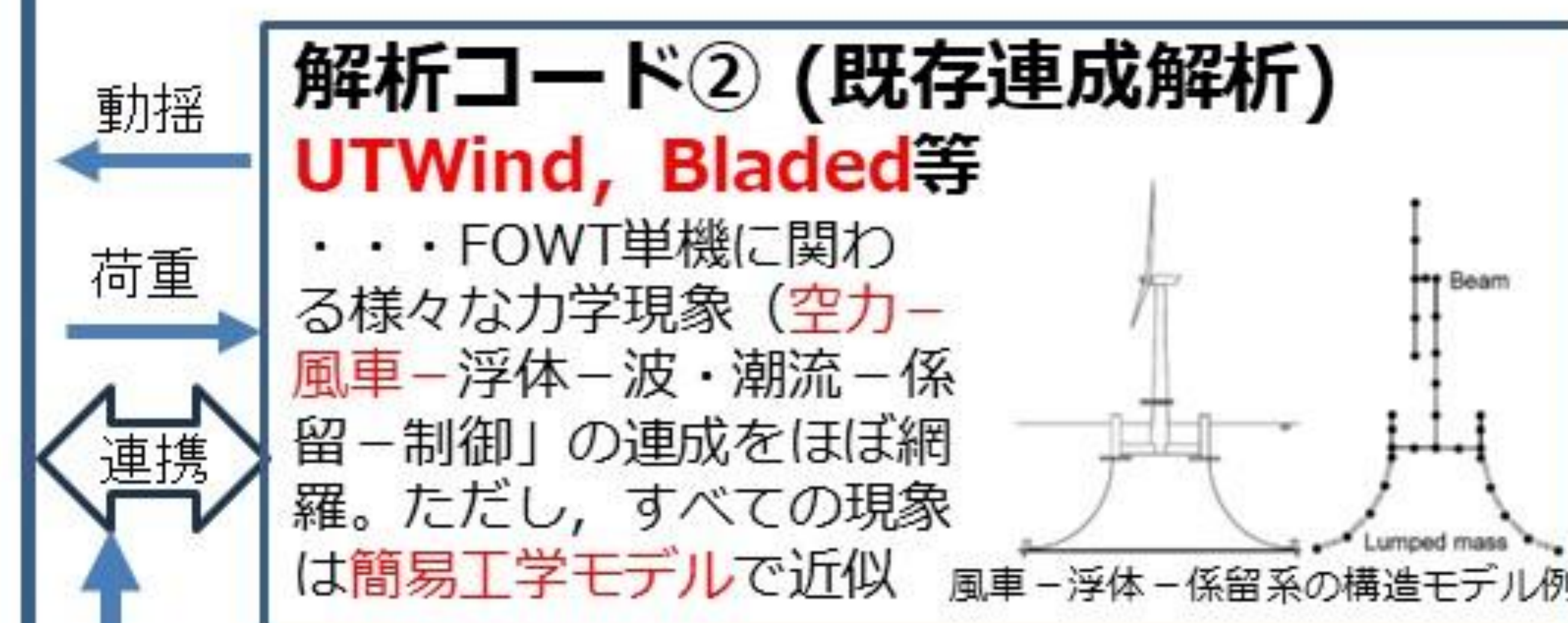
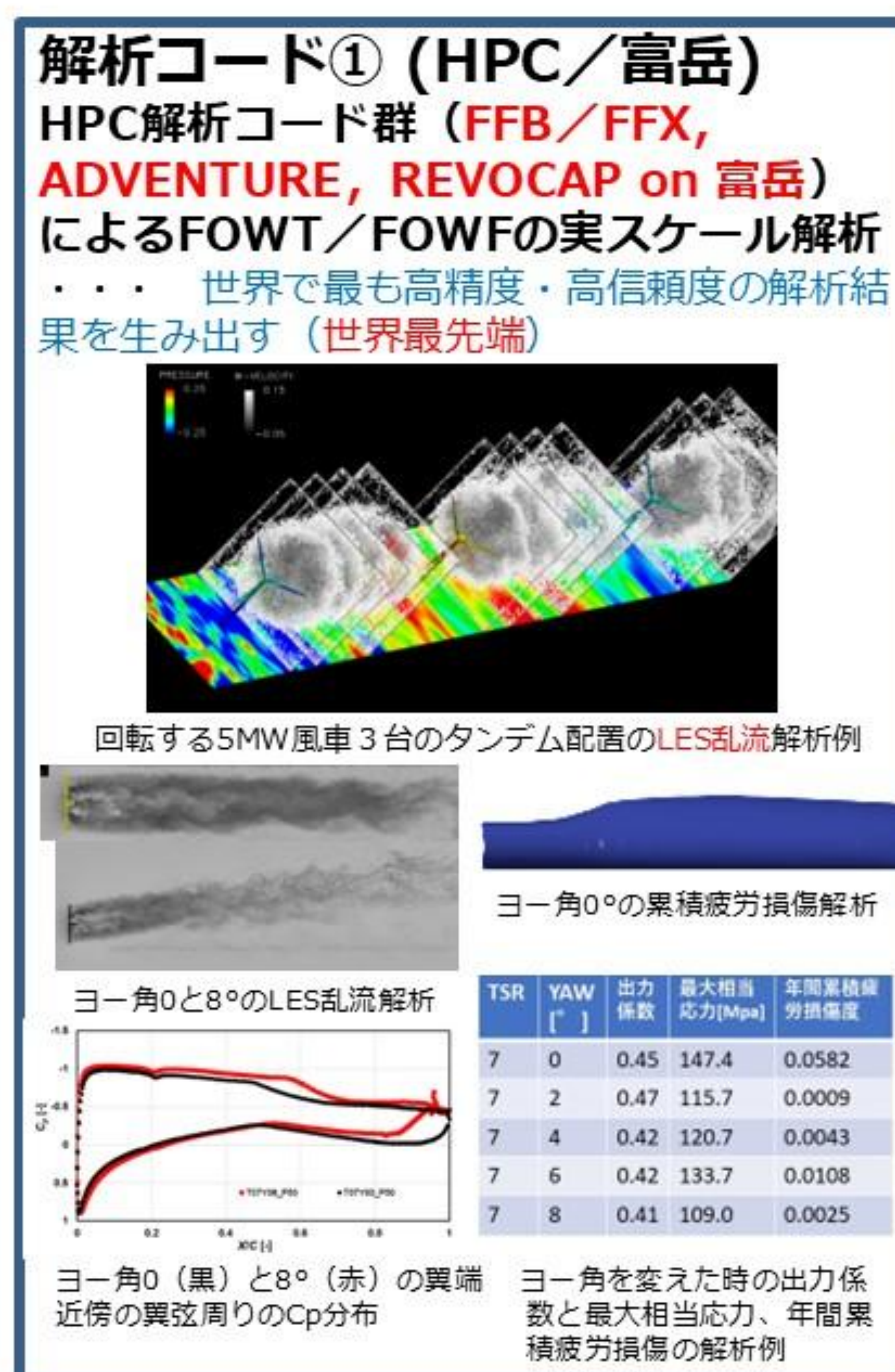
3. 既存連成解析コードの分析、高速化・連携戦略、浮体解析の高精度化戦略の構築

（1）HPCとAI連携手法と、既存連成解析コードとの連携法に関して検討した。

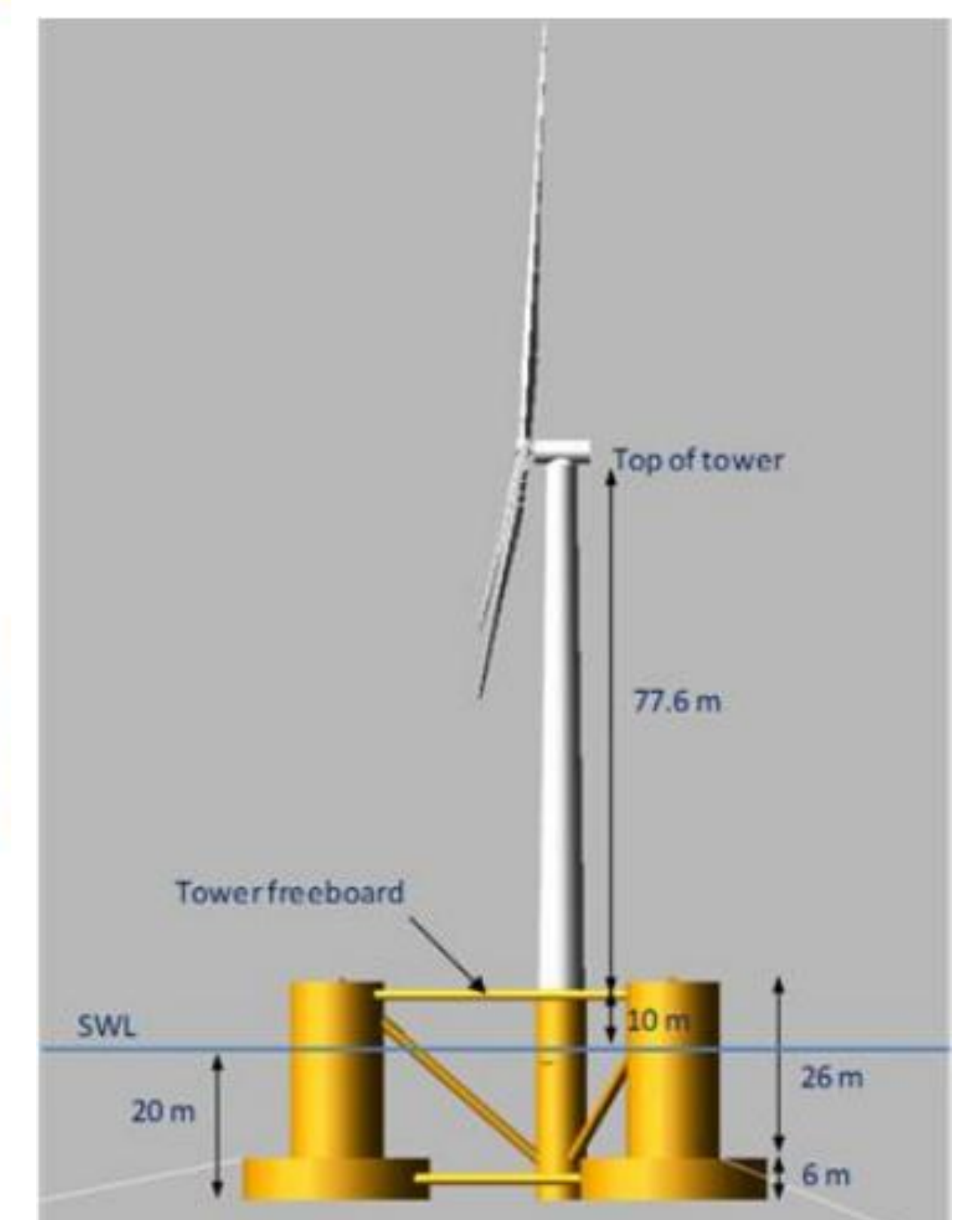
（2）5 MW風車の主要構造機器のモデル情報から、風車浮体一体型の3次元FEM構造解析モデルと、ドライブトレイン〔ギアボックス〕の3次元FEM構造解析モデルを構築した。

実用化・事業化の見通し

5MWのFOWT／FOWFを対象として、HPCとAI連携解析の準備が整った。本研究開発を通して、洋上風力発電事業の工学共通基盤となるHPC解析ツールや解析DBを構築し、着実な低コスト化に結びつける。



多数のHPC解析結果をAIに学習させ、高精度低計算量サロゲートモデル構築



5MWの風車浮体一体型 3次元構造解析モデル