



第24回 海上技術安全研究所研究発表会



デジタルトランスフォーメーションを実現する 海上技術安全研究所の取り組み - 海事クラスターの未来への道 -

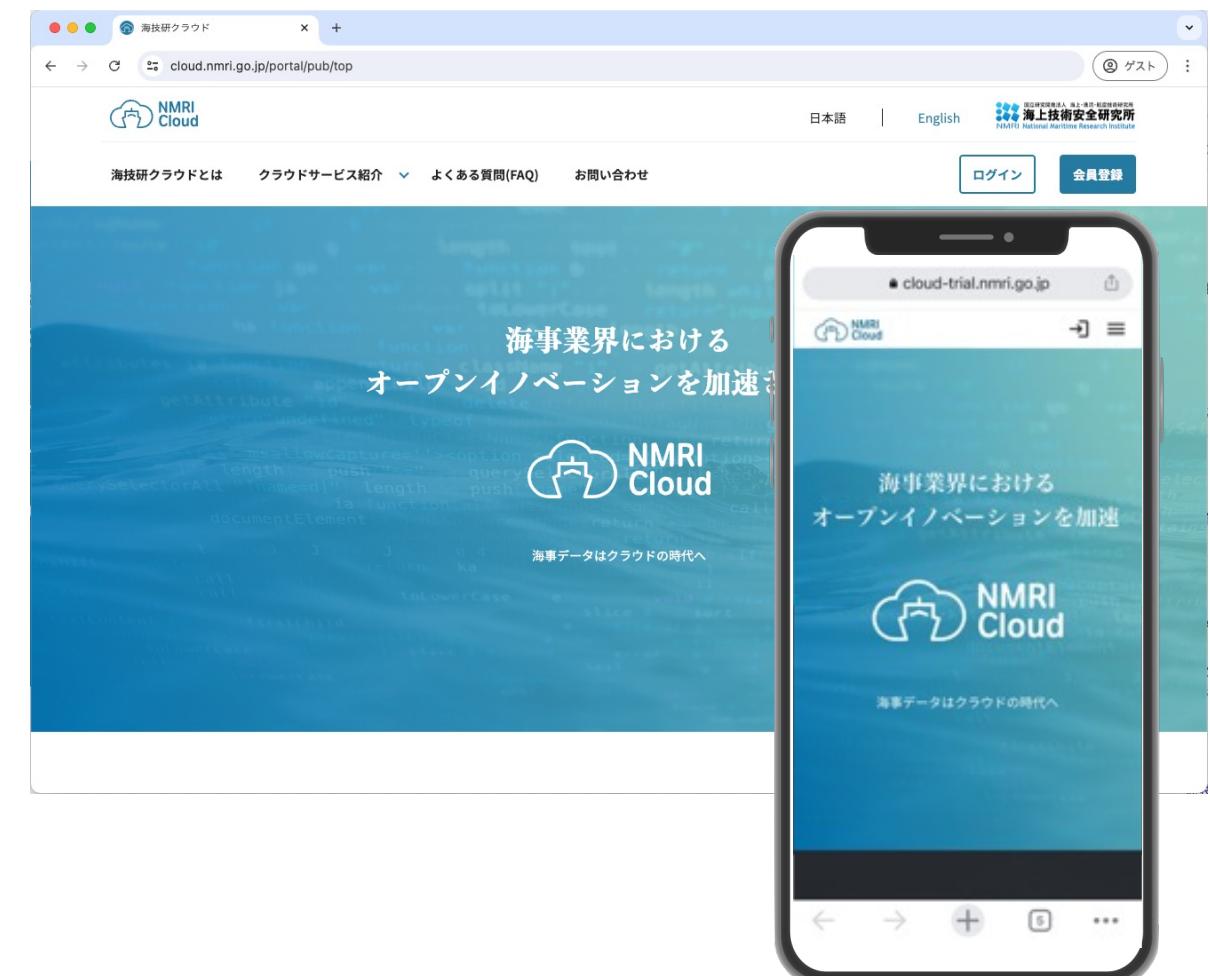
国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所 クラウド運用室
一ノ瀬 康雄

■AIが船舶業界に与える影響

- 生成AIが設計・生産計画に与える影響
- 船舶業界におけるAI利用（最新研究事例）
- 海技研のAI研究事例
～海技研クラウドによる物理シミュレーションのAI連携～

■海技研クラウド

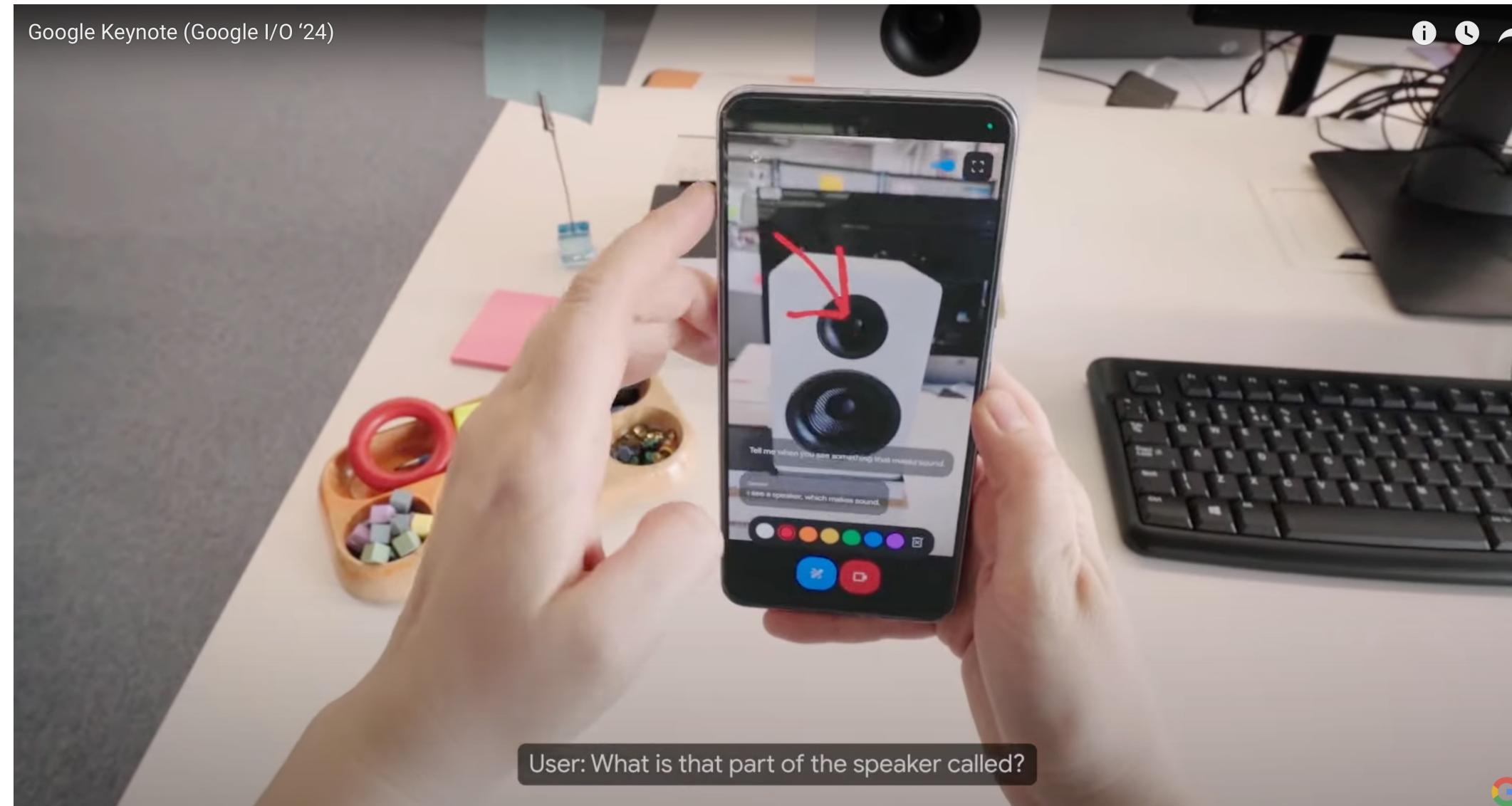
- ビジョン/システムの構成と拡張性
- アプリ紹介/海技研クラウド活用事例
- 海技研クラウドのAPIによる外部連携



生成AIの開発競争と日常生活への浸透



- Google Gemini, OpenAI ChatGPTなどの生成AIの開発競争が加速。
- ドキュメントの要約、メール作成、コーディングなど日常業務での利用が広がる。



出典 : Google I/O '24 Google Keynote <https://www.youtube.com/live/XEzRZ35urlk?si=tYKd5jlDyXgp3mzh&t=1582>

大規模言語モデルによるコード生成



Claude

YI テトリスゲームをHTMLとJavaScriptを使って作成したいので手伝ってください。スコアを表示できるようにしてください。

はい、テトリスゲームをHTMLとJavaScriptで作成するお手伝いをさせていただきます。スコア表示機能も含めて実装しましょう。

テトリスゲーム (HTML/JavaScript)
Click to open website

このHTMLファイルには、テトリスゲームの全機能が含まれています。主な特徴は以下の通りです：

1. キャンバスを使用してゲームを描画
2. 7種類のテトロミノ (I, J, L, O, S, Z, T) を実装
3. キーボード操作 (左右移動、回転、落下速度上昇)
4. スコア表示機能
5. ゲームオーバー判定とメッセージ表示

このコードをHTMLファイルとして保存し、ウェブブラウザで開くことで、テトリスゲームをプレイすることができます。

ゲームの操作方法：

- 左矢印キー：テトロミノを左に移動
- 右矢印キー：テトロミノを右に移動
- 上矢印キー：テトロミノを回転
- 下矢印キー：テトロミノの落下速度を上げる

スコアは、1行消去するごとに10点加算されます。

このゲームをさらに発展させたい場合や、特定の部分について詳しく説明が必要な場合は、お気軽にお申付けください。

Copy Retry

Claude can make mistakes. Please double-check responses.

Subscribe to Pro for 5x more usage with Claude 3.5 Sonnet.

Reply to Claude...

Claude 3.5 Sonnet (1)

Tetris Game in HTML/JavaScript

← テトリスゲーム (HTML/JavaScript)

Preview Code X

スコア: 0

Last edited just now

Publish

参考サイト : Anthropic社 Claude 3.5 Sone with artifacts <https://www.anthropic.com>

AIの進化が設計・生産計画に与える影響（中長期）



LLMによる構造解析（FEM）の結果

Give me one open-source FEM library.

Sure, one open-source FEM (Finite Element Method) library is "FEniCS".

Can you please use Python code to implement FEM linear elasticity to determine if the chair will break? i.e., if the stress will violate the yield constraint? Assume the bottom is fixed and a constant downward load is applied at the top. You can use FEniCS. The problem is in 3D. You can assume a simple mesh.

```
from fenics import *
from ufl import nabla_div
V = VectorFunctionSpace(mesh, 'P', 1)

# Define boundary condition
(... omitted by authors: boundary details ...)
bc = DirichletBC(V, Constant((0, 0, 0)), boundary_bottom)

# Define strain and stress
def epsilon(u):
    return 0.5*(nabla_grad(u) + nabla_grad(u).T)
def sigma(u):
    (... omitted by authors: modulus definition ...)
    mu = 1 # shear modulus
    lmbda = 1 # first Lame's parameter
    return lmbda*nabla_div(u)*Identity(3) + 2*mu*epsilon(u)

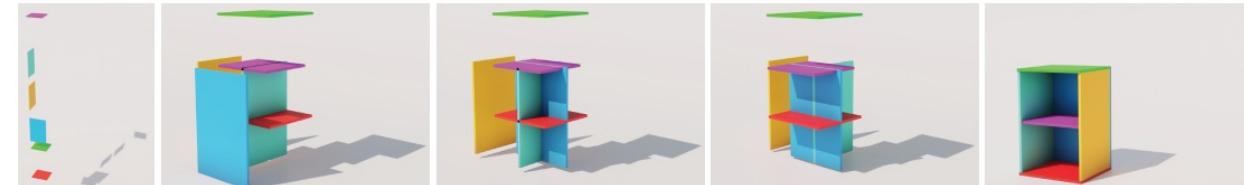
# Define variational problem
u = TrialFunction(V)
d = TestFunction(V)
f = Constant((0, 0, -10)) # body force
T = Constant((0, 0, 0)) # traction
a = inner(sigma(u), epsilon(d))*dx
L = dot(f, d)*dx + dot(T, d)*ds
# Compute solution
u = Function(V)
solve(a == L, u, bc)

# Compute Von Mises Stress
s = sigma(u) - (1/3)*tr(sigma(u))*Identity(3) # 3 for 3D
von_Mises = abs(sqrt(3/2*inner(s, s)))
(... omitted by authors: von_Mises details, setting the yield stress ...)

# Check if the yield stress is violated
yieldViolation = Von_Mises.vector().get_local() > yield_stress
if any(yieldViolation):
    print("Yield constraint is violated.")
else:
    print("Yield constraint is not violated.")
(... omitted by authors: saving results to file ...)
```



LLMによる本棚の組み立て手順検討例



機械(NC)が読み込み可能な形式のデータ出力

Task: generate python code based on the following rules.
Input: the mesh from the previous code block and all hardware-related parameters that 'slic3r' accepts.
Output: the g-code generated based on the mesh.
Constraints: use the command-line tool 'slic3r' and use 'subprocess' to call it. assume 'slic3r' can be directly called by the 'slic3r' command. we use python3 here.

Here's a Python function 'generate_gcode' which takes a 'stl' file path (output from the previous function) and a dictionary of Slic3r settings as input, and uses the 'subprocess' module to run Slic3r from the command line and generate G-code:

```
import subprocess
def generate_gcode(stl_file_path, slic3r_settings, output_file_path):
    ...
    Generate G-code from the specified STL file using Slic3r.
    Parameters:
        stl_file_path : str
            The path of the input STL file.
        slic3r_settings : dict
            A dictionary where the keys are Slic3r setting names and the values are the corresponding settings.
        output_file_path : str
            The path of the output G-code file.
    ...
    # Prepare Slic3r command
    slic3r_cmd = ["slic3r", stl_file_path, "--output", output_file_path]
    # Add Slic3r settings to command
    for setting, value in slic3r_settings.items():
        slic3r_cmd.append("-" + setting)
        slic3r_cmd.append(str(value))
    # Run Slic3r
    subprocess.run(slic3r_cmd, check=True)
```

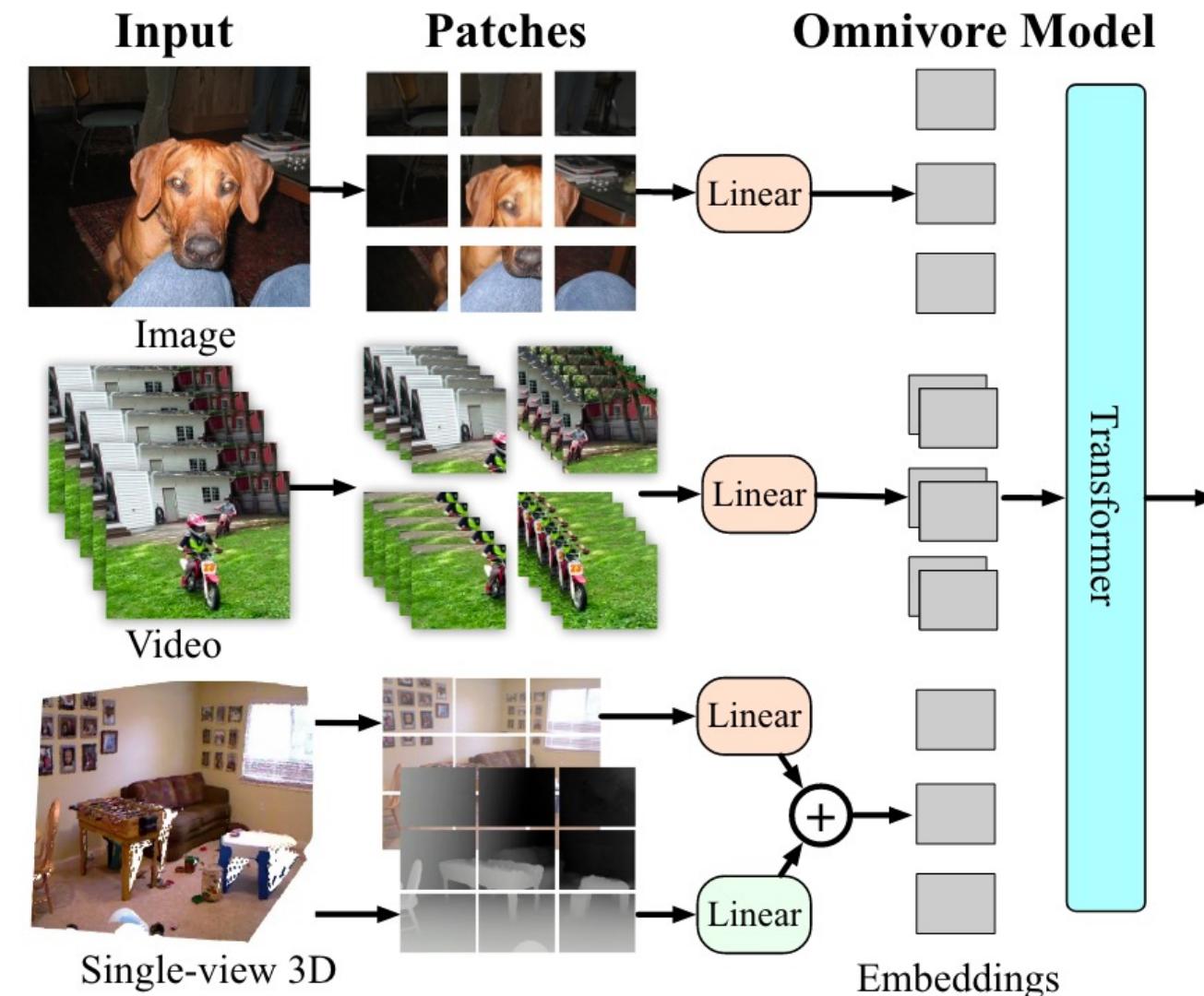
大規模言語モデル（LLM）が設計・生産に与える影響について調査したMITの研究

仕様から設計パラメータを生成/設計案の性能解析（FEM等）/生産手順を作成等、
LLMが幅広い設計・製造業務に対応できる可能性を示唆。

AIの進化が設計・生産計画に与える影響（中長期）



テキスト・画像・音声・動画など複数の種類のデータを一度に処理できるマルチモーダルAIが普及。
Metaは、画像、動画、3Dモデル（single-view）を統合したTransformerモデルを発表。

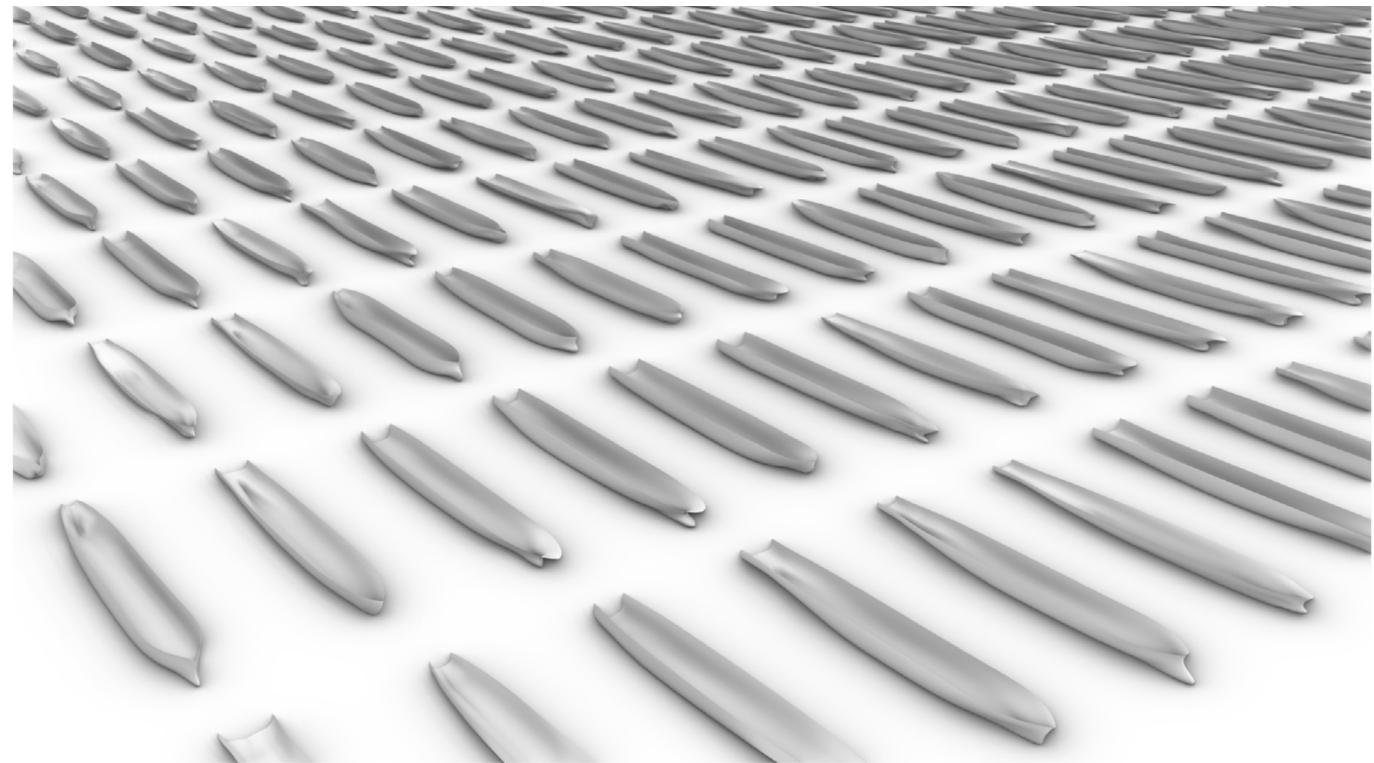


文章（仕様書等）、画像（2Dモデル）、3Dモデルは、AIで統合管理できる時代に。
動画（現場）と3Dモデルを統合できれば、AIによる予実管理も可能と思われる。

船舶業界における生成AI利用



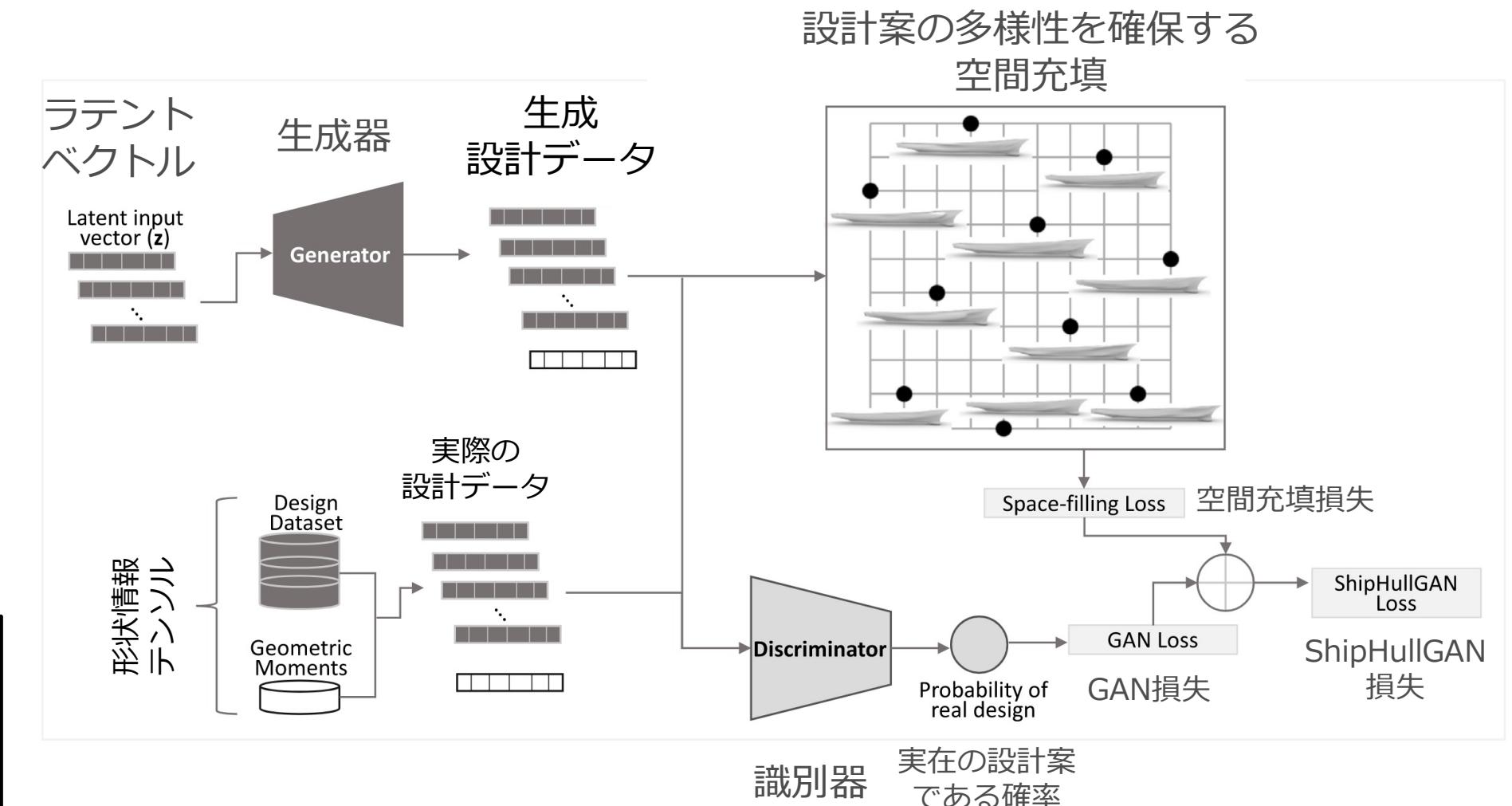
ShipHullGAN



船型の自動生成システムでDiffusionモデルを利用することで数万隻の学習データから任意の船型形状を出力できる。

性能推定にMichell近似*を使っているなど、実利用にはまだ課題がある。

ShipHullGANのアーキテクチャ



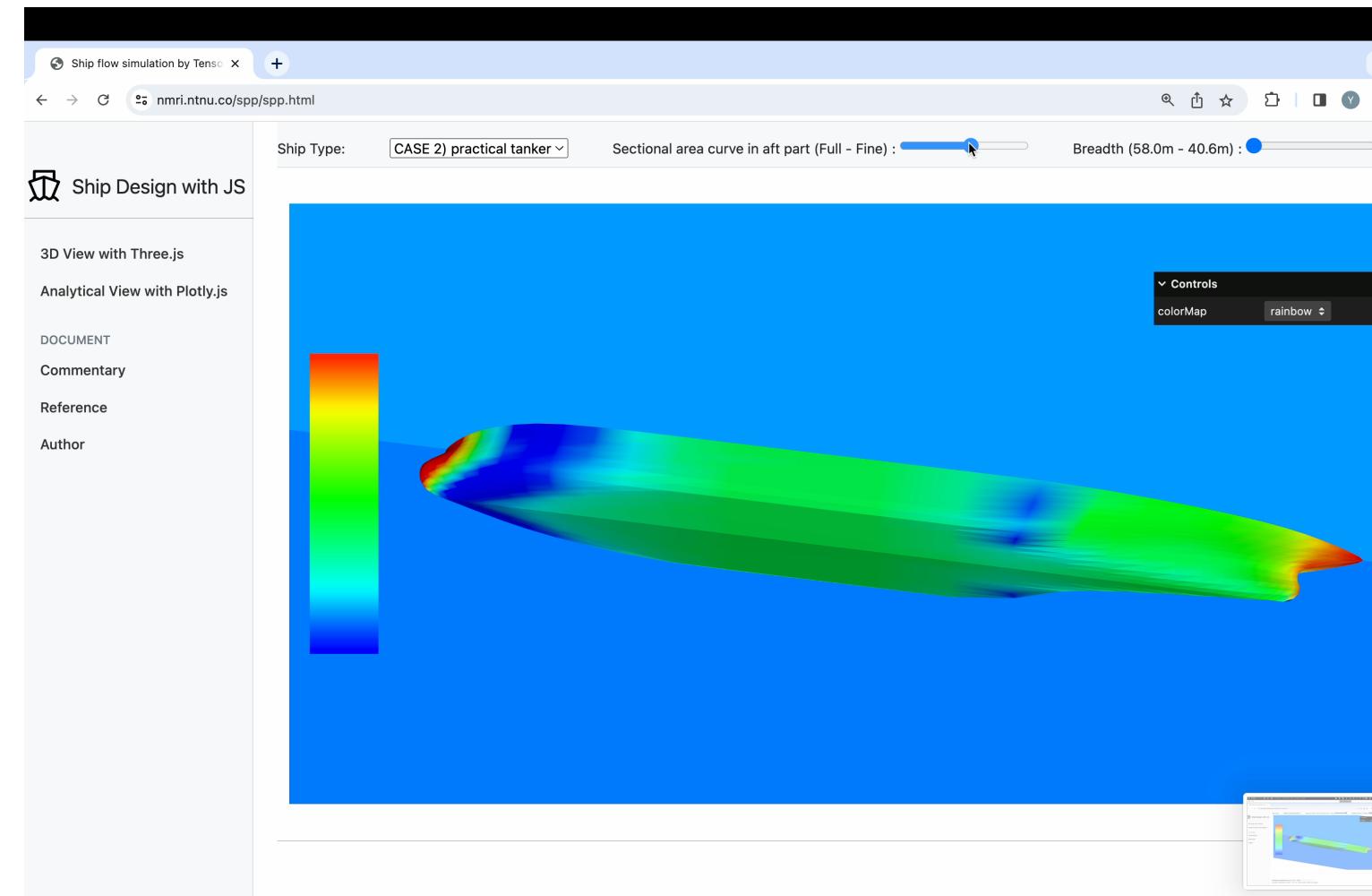
Michell近似：薄い船体を仮定して船体形状から波のパターンを数学的にモデル化しその波のエネルギーを基に抵抗を推定する手法

海技研における船舶設計へのAI適用事例



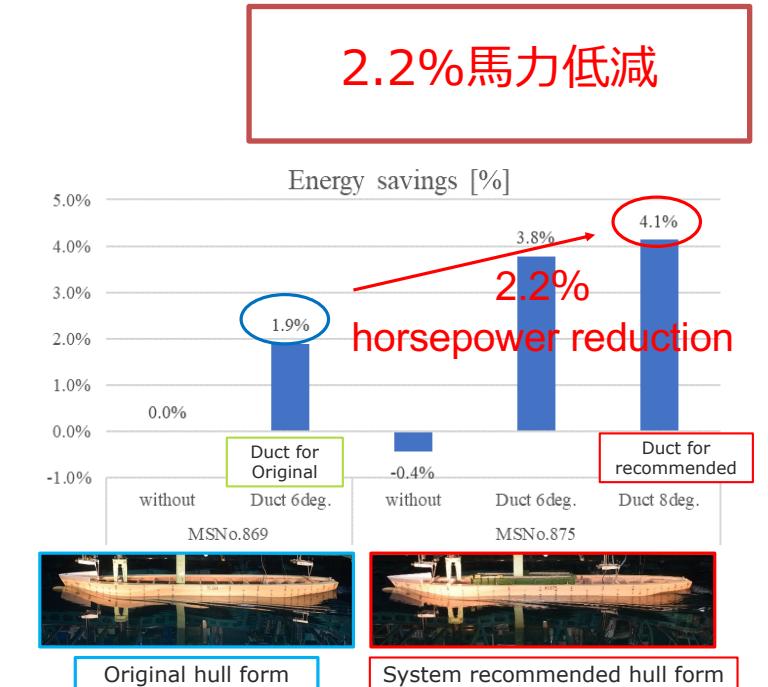
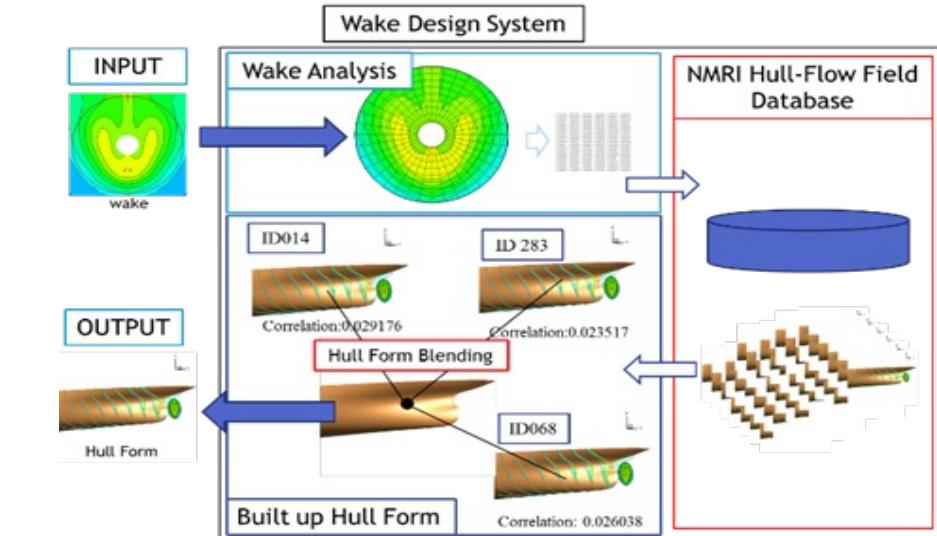
CNNによるCFDの高速代理モデル

Image-based Hull Form Representation(Ichinose, 2021)

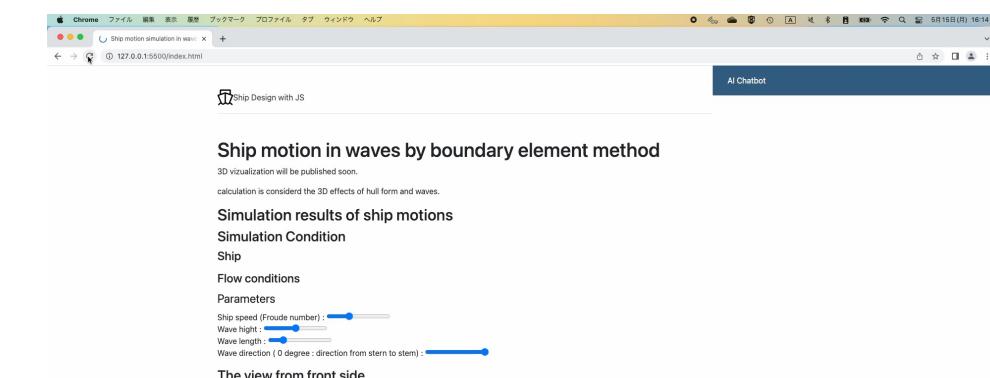


ジェネレーティブ・デザイン(船型レコメンド)

Wake Design System (Ichinose, 2018)



チャットボット (GPT3.5) と物理シミュレーションの統合



海技研の強みである物理モデル/シミュレーションをAIに応用

大規模言語モデルと物理モデルの融合例



Web物理シミュレータに大規模言語モデル(GPT-3.5 API)を組み込み設計サポートツールを開発

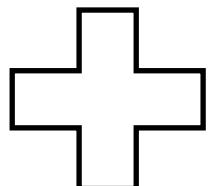
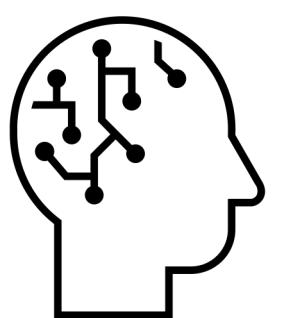
The screenshot shows a web browser window with two main panels. The left panel is titled 'Simulation results of ship motions' and contains sections for 'Simulation Condition', 'Ship', 'Flow conditions', 'Parameters', and 'The view from front side'. The 'Ship' section lists parameters: Ship type : Wigley (mathematical defined hull), Ship length : 2, Ship breadth : 0.3, Ship draft : 0.125. The 'Parameters' section includes sliders for Ship speed (Froude number), Wave height, Wave length, and Wave direction, along with a list of wave characteristics: Froude number: 0.2, Wave type : Unidirectional sine waves, Wave height : 0.13, Wave length per ship length: 1, Wave direction: 30. The 'The view from front side' section displays a 2D plot of ship motion trajectories over time, showing multiple colored curves on a grid from -0.5 to 0.5 on both axes. The right panel is titled 'AI Chatbot' and contains a message from the AI: 'I am an AI ship design assistant with a fine-tuned model of the ChatGPT 3.5-turbo.' Below it is a button 'How can I help you?'. A large callout box on the right explains the calculation results: 'The calculation results provide information about the ship's motion in waves. The amplitudes of motion indicate the maximum displacement of the ship in meters in each direction (surge, sway, heave, roll, pitch, and yaw). The phases of motion indicate the angle at which the ship will oscillate in each direction (surge, sway, heave, roll, pitch, and yaw) relative to the direction of the wave.' It also provides an example: 'For example, the surge amplitude of 0.5997 meters indicates that the ship will move back and forth by up to 0.5997 meters in the direction of the wave. The roll amplitude of 0.6176 meters indicates that the ship will oscillate side-to-side by up to 0.6176 meters. The phase of motion for heave is 180 degrees, indicating that the ship will move up and down in the opposite direction to the wave.' At the bottom right is a text input field 'Input text' and a 'send' button.

API: Application Programming Interface (プログラム同士を繋ぐインターフェース)

機械学習モデルと物理モデルの比較



	機械学習モデル	物理モデル
長所	<ul style="list-style-type: none">モデルはデータのみから導き出されドメイン知識は基本的に不要汎用的で柔軟性があり異なるデータストリーム（物理以外も含む）を扱うモデルは時間と共に改善される複雑な関係やパターンを見発見するのが得意	<ul style="list-style-type: none">モデルは物理に基づく知見を反映因果関係が人間の洞察と理解を支援不確実性を入力とモデリングの精度で制御できるモデルは普遍的な有効性を持ち、モデルでカバーされた任意の点を予測可能
短所	<ul style="list-style-type: none">モデル開発に必要なトレーニングデータが必要相関関係であり、因果関係ではない。ブラックボックスで説明性がない（特にディープラーニングの場合）近似法で厳密な数学ではないトレーニングセットの範囲外では予測能力が急速に低下極端/重要な条件を予測するのが難しい（観測が少ない）	<ul style="list-style-type: none">広範なドメイン（物理）の知識が必要計算量が多く、リアルタイムの推定に課題入力-出力の完全な仮定を事前に行う必要がある

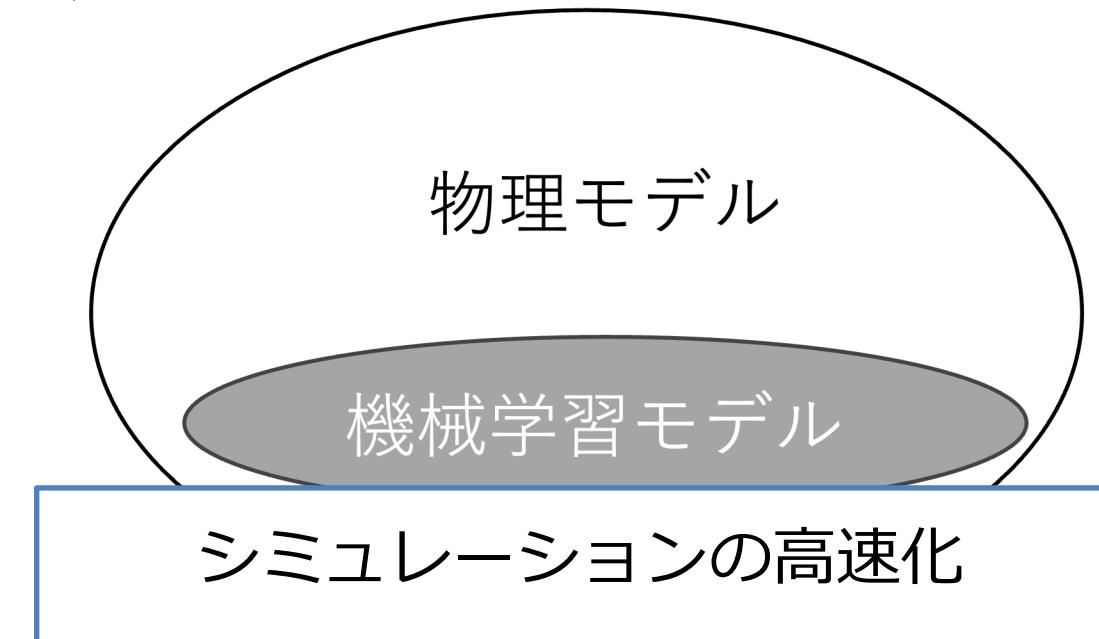


ハイブリッドモデル

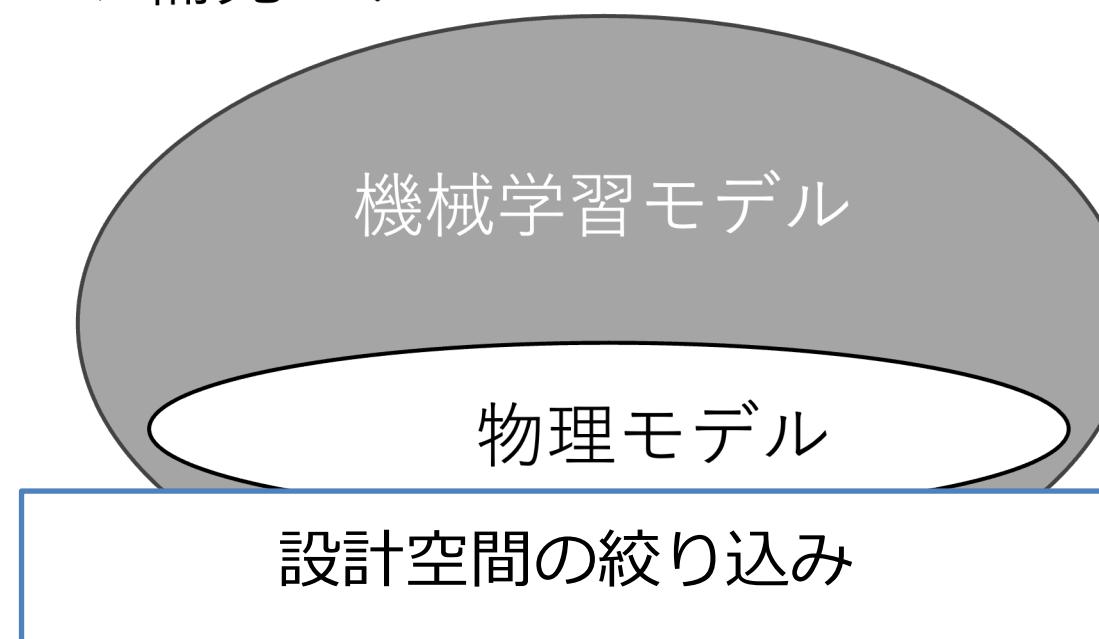
物理モデルと機械学習モデルの融合



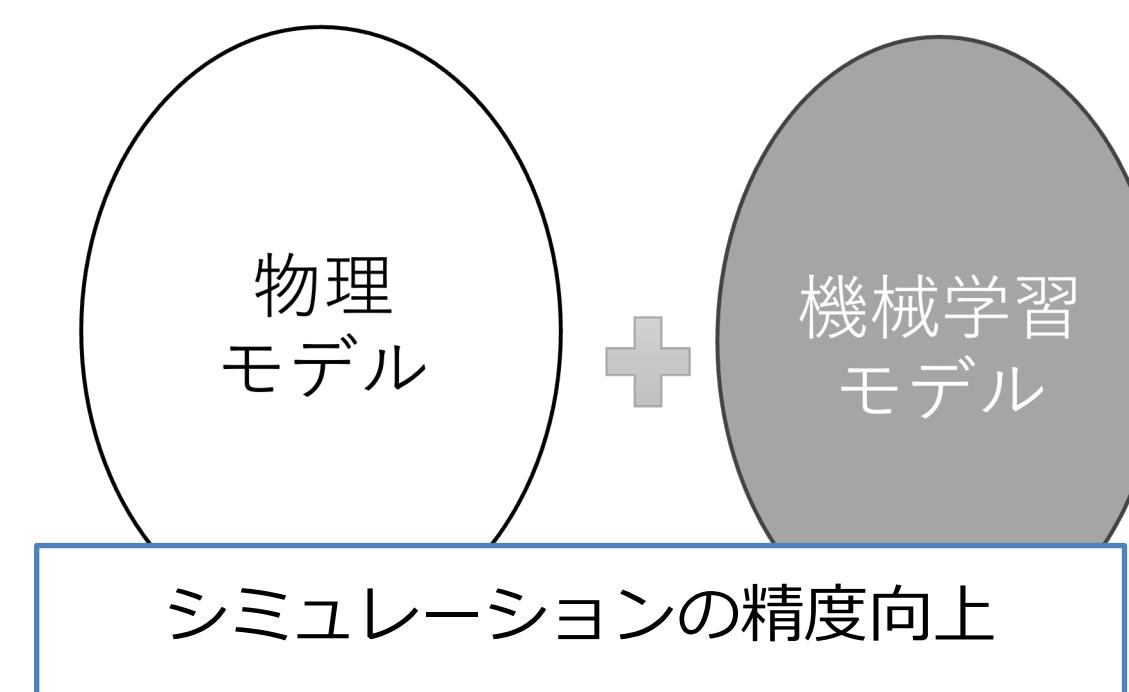
A) 代理モデル



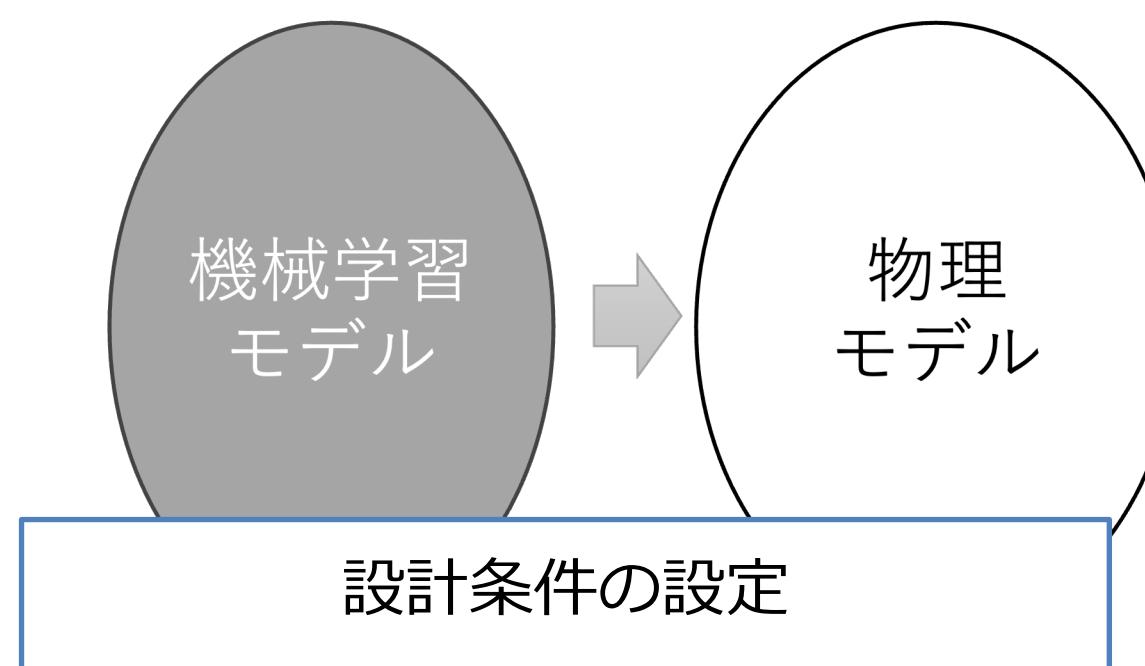
B) 補完モデル



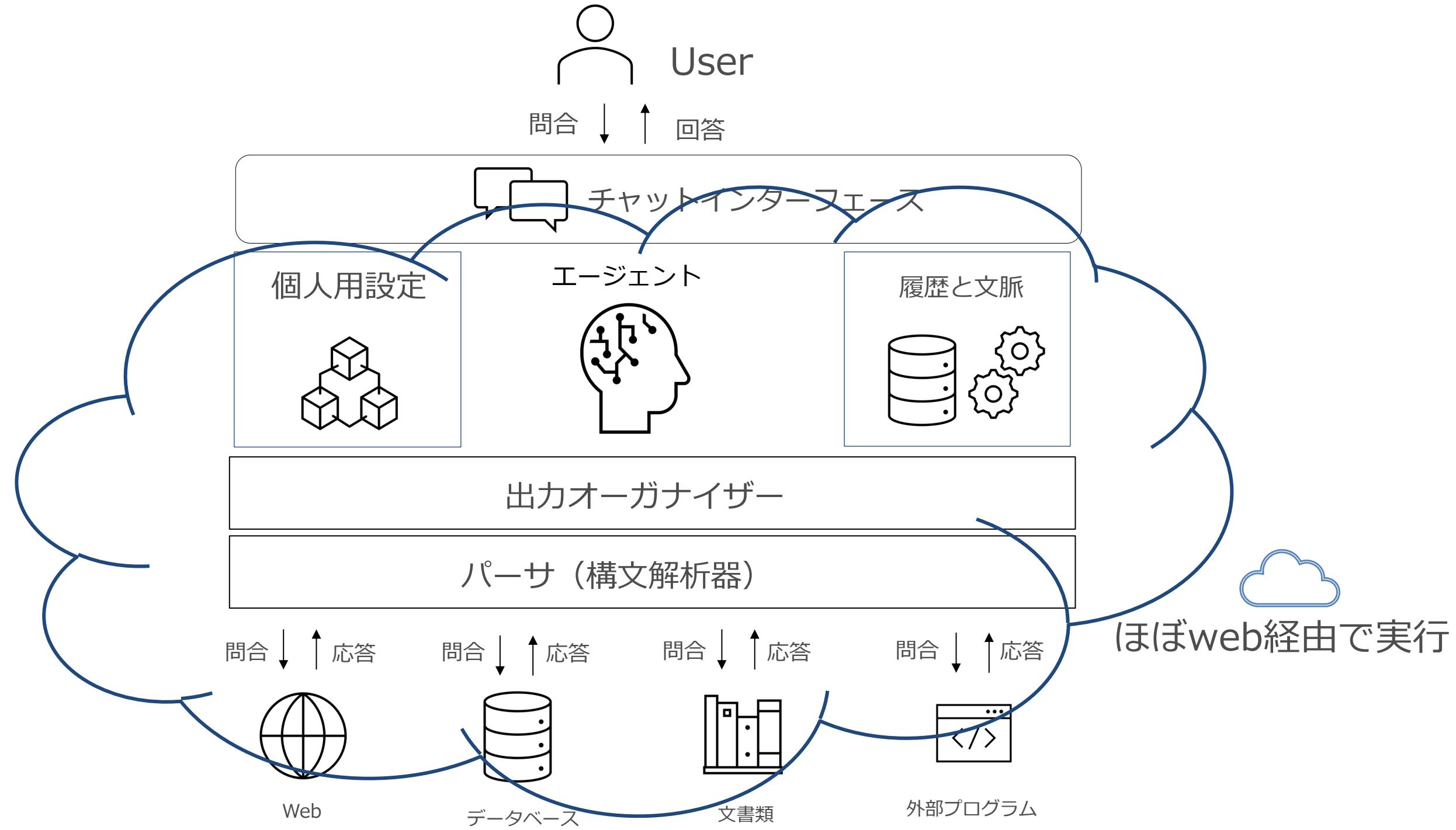
C) 修正モデル



D) 制約モデル



どのようにAIエージェントは機能するか？



パーサ (Parser) : プログラム言語におけるコンピュータプログラムの一部で、テキストデータを解析してデータ構造を抽出するコンピュータプログラム

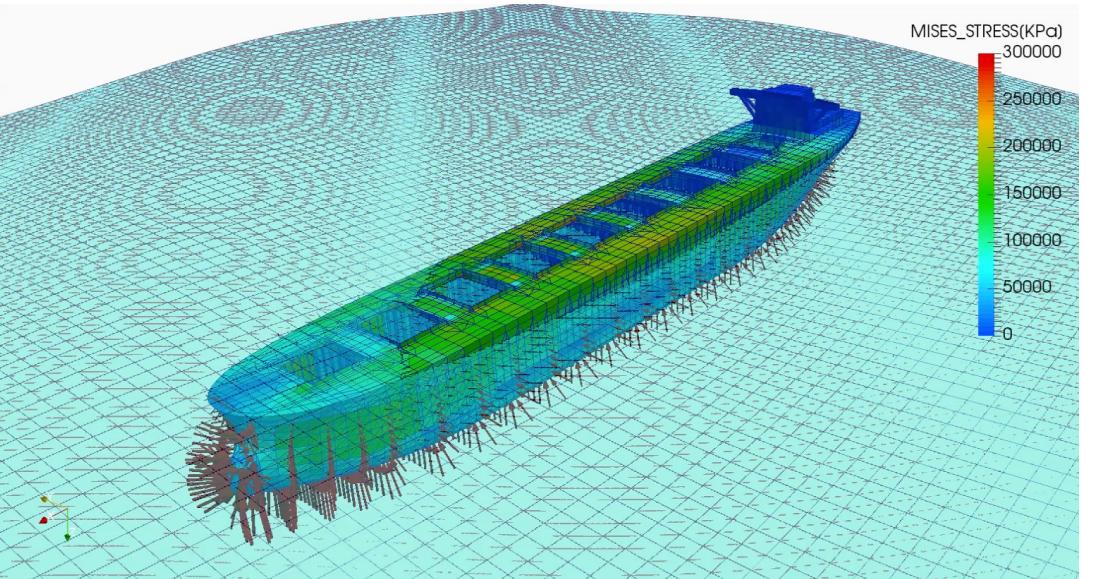
AI-Driven工学設計へのアーキテクチャ例



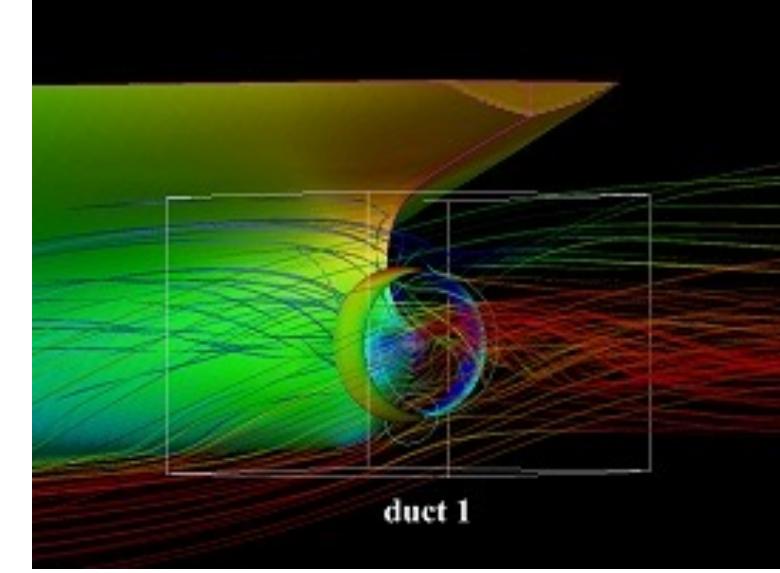
海技研の物理シミュレータ



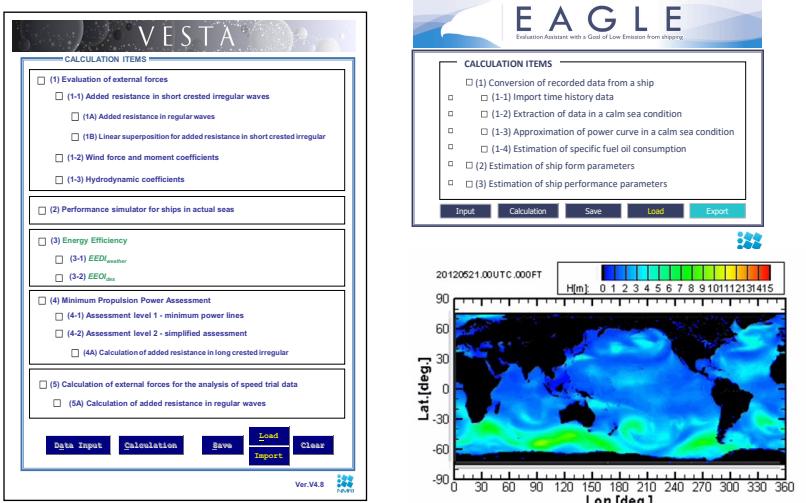
全船荷重・構造一貫強度評価システムDLSA



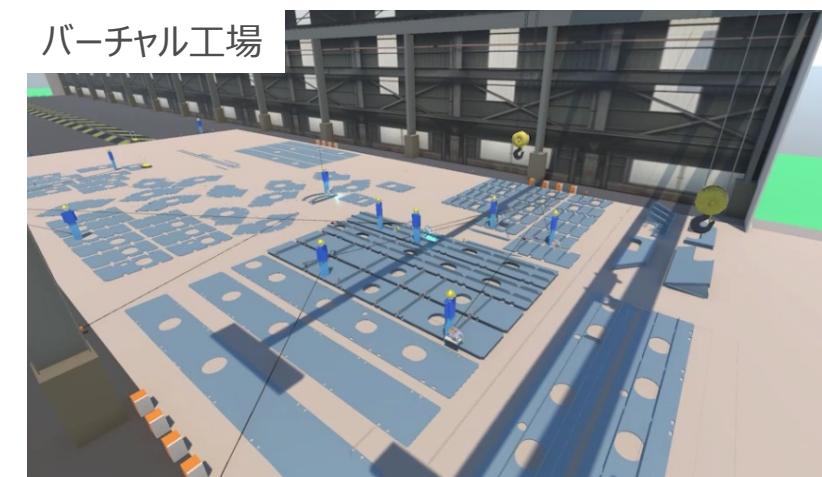
NMRI CFD



実運航性能シミュレータ VESTA



建造シミュレータ



物理シミュレータとAIを連携することで、
海事クラスターのデジタルトランスフォーメーションを実現

社会的背景

- AIによる海事産業ビジネスの地殻変動(デジタルトランスフォーメーション)
- 衛星含む次世代通信技術による船舶管理・生産管理の変革(IoT)
- 自律運航・次世代燃料など複雑化する船舶設計

海技研としての研究方針

- 研究用クラウド環境を活用したAIの海事応用研究の促進
- 海技研物理モデル/シミュレーションのweb連接(API化)
- 海技研の実験施設・シミュレータのweb連接
- 海技研クラウドを利用した外部連携

具体的なアクション

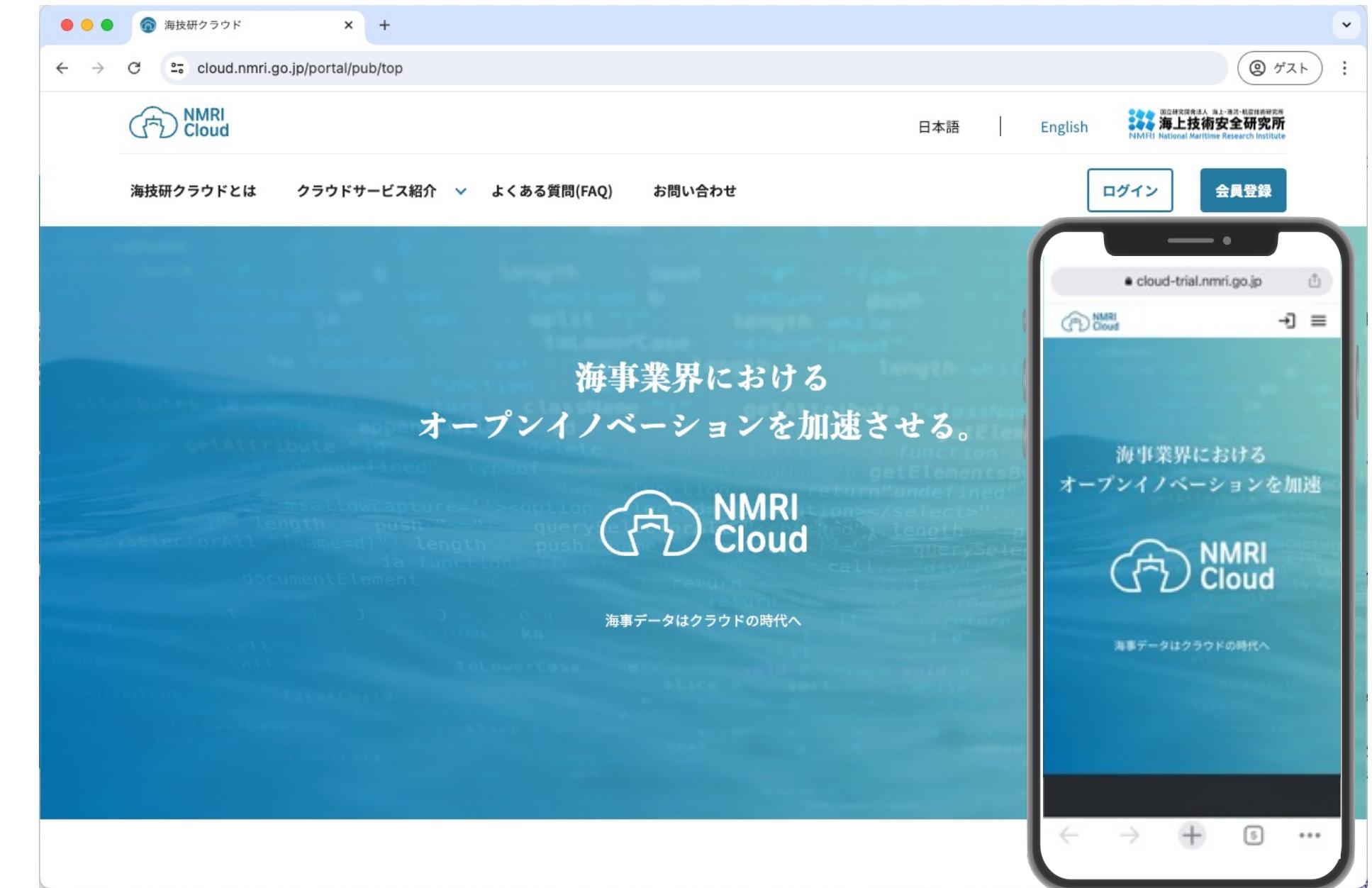
- アプリ公開(海技研プログラムをAI readyの状態に)
- 海技研クラウドと実験施設(400m水槽・中水槽)の連接
- 海技研クラウドによる外部連携(web APIによる外部ツールとの連携)
- 研究用クラウド環境(Microsoft Azure)を活用したAIの海事応用研究の促進



NMRI Cloud



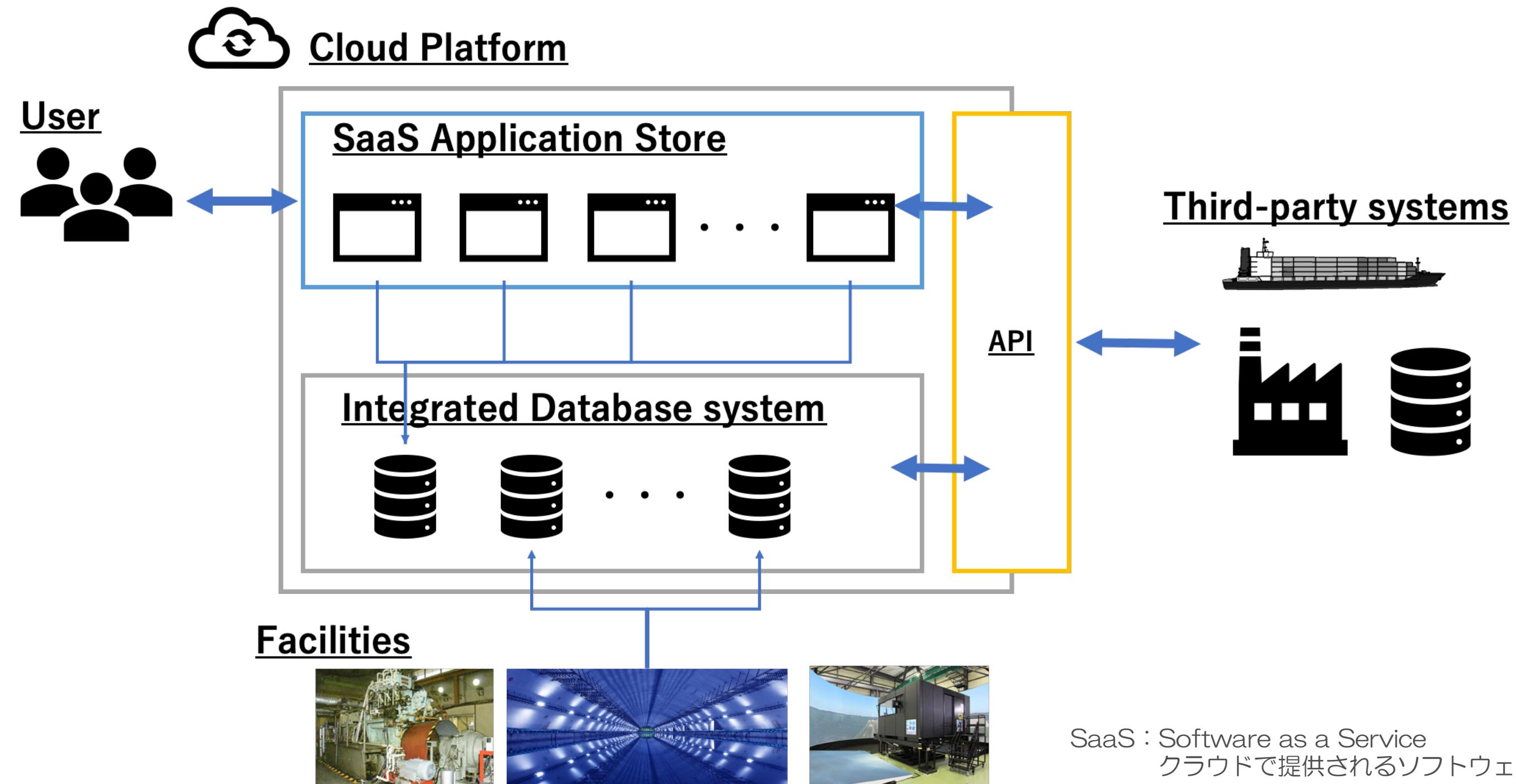
<https://cloud.nmri.go.jp>



The screenshot shows the NMRI Cloud website and its mobile application. The website is displayed in a web browser window with a blue header featuring the NMRI Cloud logo and navigation links for Japanese, English, login, and member registration. Below the header is a banner with the text "海事業界におけるオープンイノベーションを加速させる。" and the NMRI Cloud logo. The mobile application interface is shown on a smartphone screen, which is nearly identical to the desktop version, indicating a responsive design.

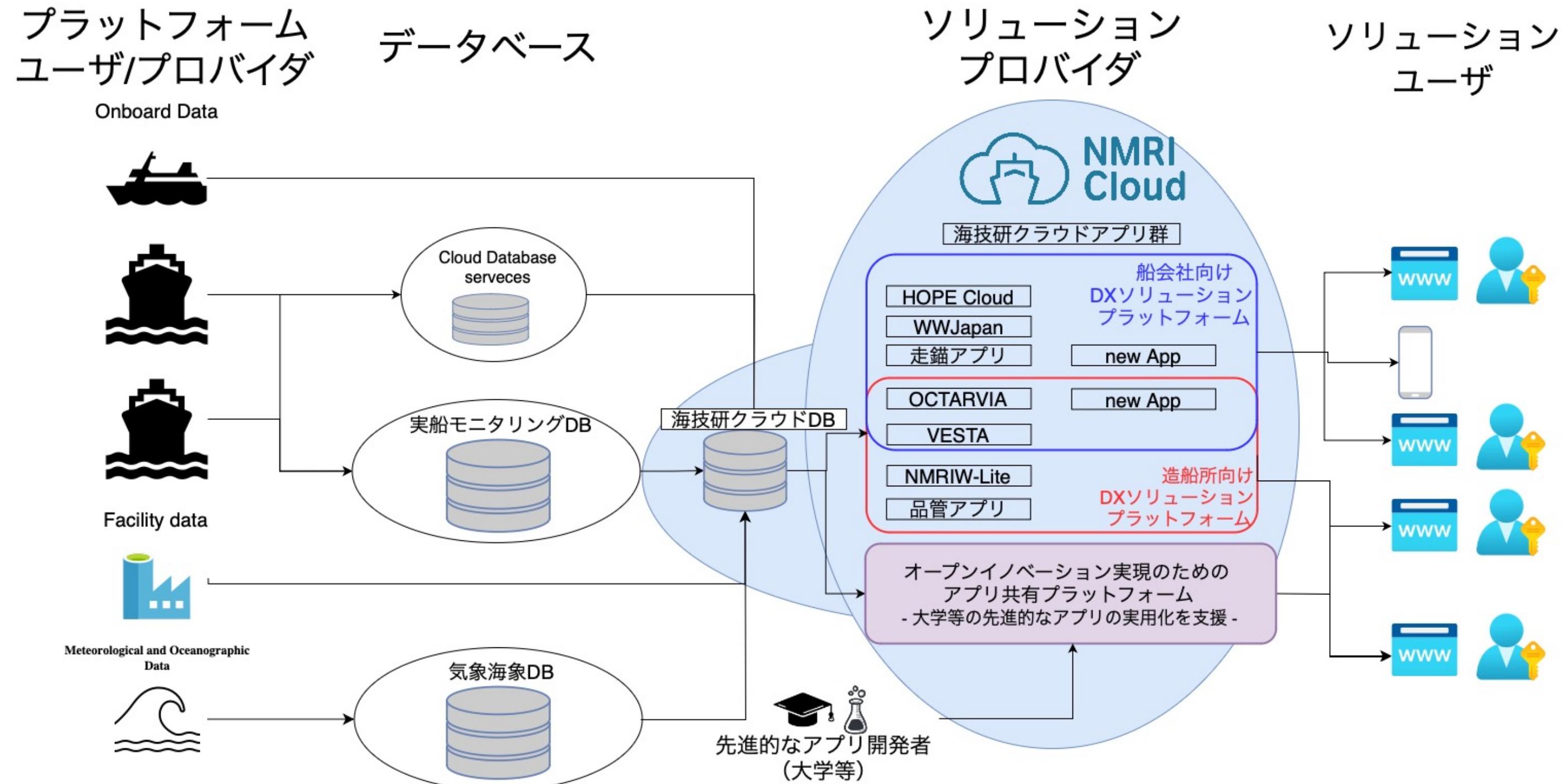
海事・海洋分野のオープンイノベーションを加速させることを目的したプラットフォームとして、
クラウド技術を活用した高度で利便性・拡張性の高いソリューションを産業界に提供

海技研クラウドの構成と拡張性



Microsoft Azure上に仮想化技術等を活用し拡張性の高いシステムを構築

海技研クラウドの目指すところ



日本で最大の海事総合研究所の強みを生かし、DXPT等の取り組みを通じて個別サービスを統合したDXソリューションプラットフォームとしてのサービスを提供

海技研クラウドアプリ一覧



アプリ名	利用料金	利用登録
1 HOPE cloud 船舶性能簡易推定ツール	有料	必要
2 WWJAPAN cloud 日本近海の波と風データベース	有料	必要
3 锚ing 走锚リスク判定システム	無料	不要
4 CRSA-AI AI貨物輸送経路分析システム	無料	不要
5 水槽オンライン立会システム 400m水槽 中水槽	有料	必要
6 SPREME-web 波浪中船体応答解析ツール	有料	必要
7 OCTARVIA-web ライフサイクル主機燃費計算プログラム	無料/有料	必要
8 SALVIA-OCT.-web 実船モニタリングデータ解析プログラム	無料/有料	必要
9 EAGLE-OCT.-web 船体形状・船体性能推定プログラム	無料/有料	必要
10 GLOBUS cloud 全体の波と風データベース	有料	必要
11 伴流設計システム	有料	必要

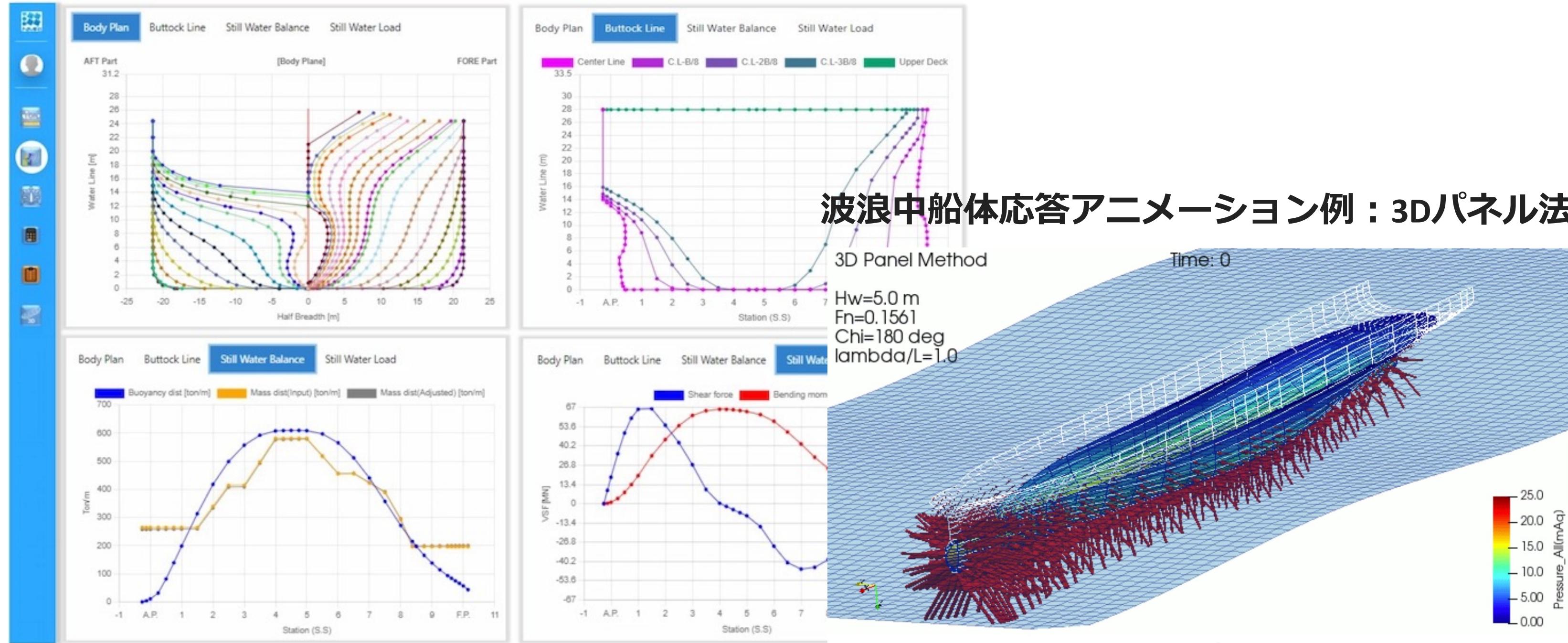


<https://cloud.nmri.go.jp>

アプリ紹介：SPREME-web



波浪中の船体運動、ハリケーナ荷重および圧力分布等を周波数領域で計算するツール



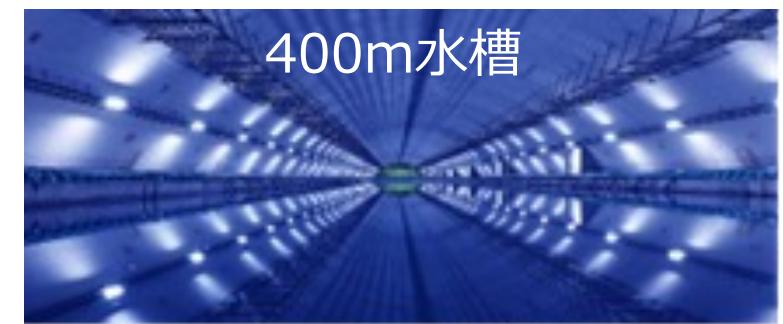
アプリ紹介：船舶推進性能データシステム



水槽試験の効率化・精度向上を目的に試験立会/施設管理をオンライン化

NMRI Cloud
Online observation system for the towing tank test
日本の造船会社A
Chat Camera Test Data
Chat Download
(50文字ぐらいの想定) Vm=1.452 m/s
View1 View2 View3 Current state

01/22 13:44 チャット機能をONしました。本日は、よろしくお願いします。
01/22 13:45 よろしくお願いします。
01/22 13:45 カメラ機能をONしました。前方・側面・後方のボタンを操作してカメラが切り替わるか確認してください。
01/22 13:45 確認します。



Azure Storage



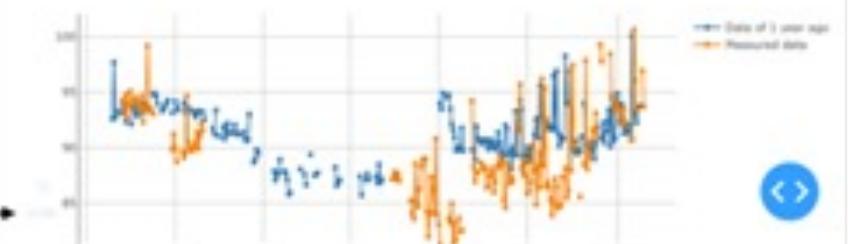
水槽施設のモニタリングツール

水温[°C]

(1年前のデータとの比較)



溶存酸素量[%]

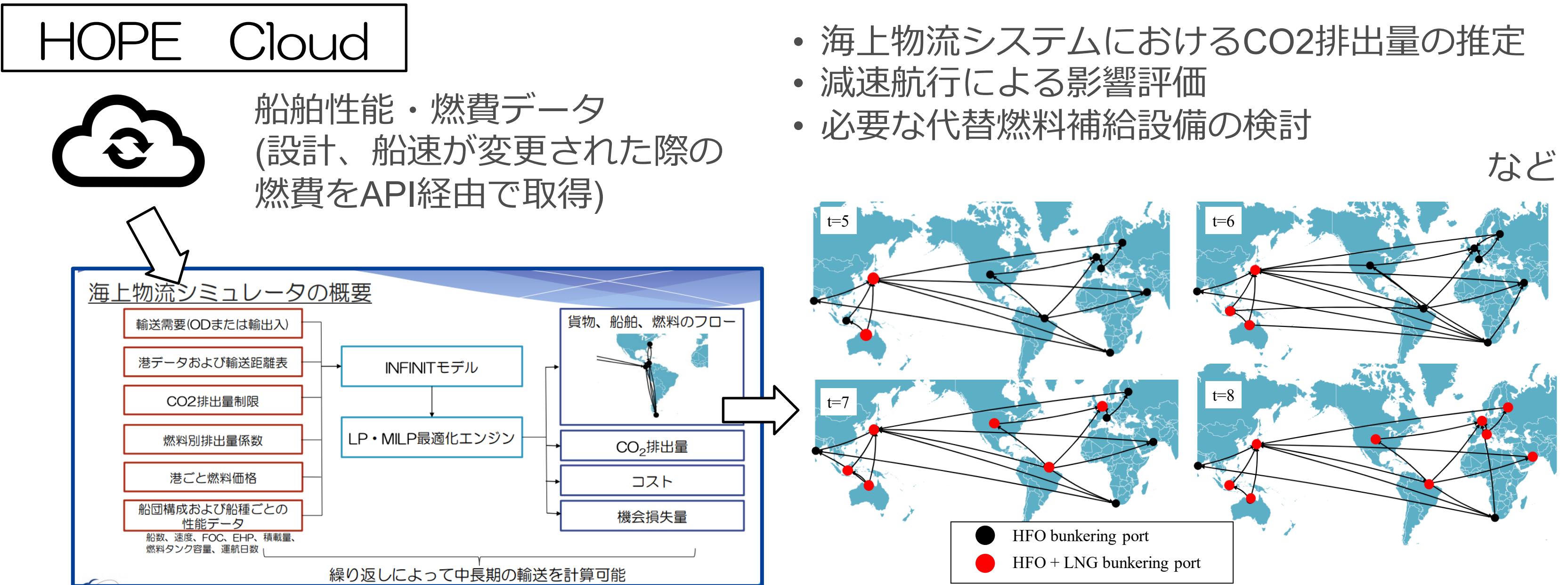


オンライン立会システム (400m水槽、中水槽)

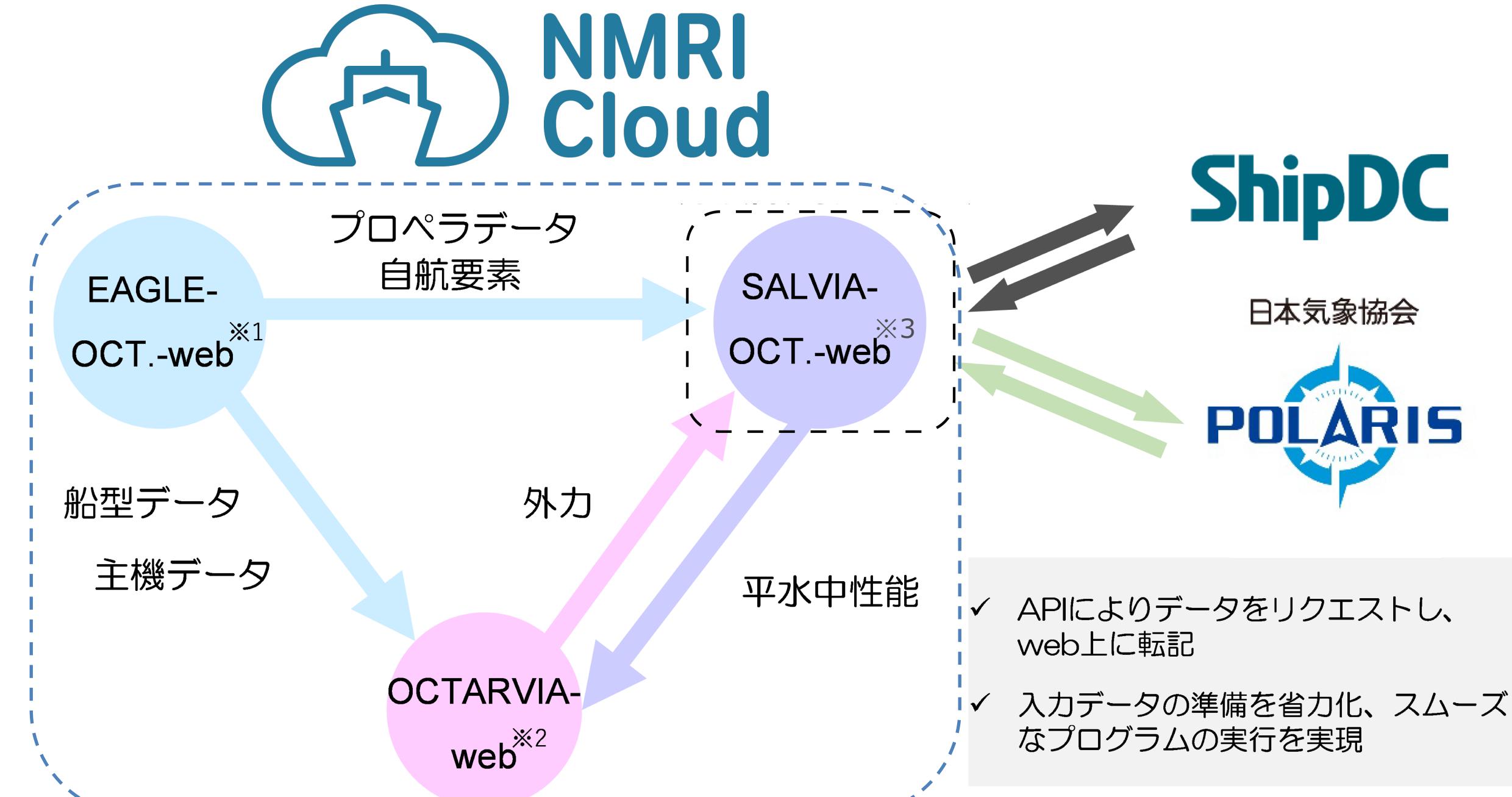
海技研クラウド(HOPE Cloud) の活用事例



国際海運におけるCO2排出量シミュレーションとの連携
ネットワーク最適化を用いたCO2排出量シミュレーション¹⁾²⁾



海技研クラウドのAPIによる外部連携



※1 EAGLE-OCT.-web : 船体形状・船体性能を簡易推定するプログラム（入力支援）

※2 OCTARVIA-web : 実海域性能推定を計算し、ライフサイクル主機燃費を評価するプログラム

※3 SALVIA-OCT.-web : 実船モニタリングデータ解析プログラム

建造シミュレータ（予定）



MBOM・BOPの編集生成機能と緻密な建造シミュレーションツール



ユーザー認証・アプリの自動アップデート



NMRI
Cloud



建造シミュレータのクライアント版アプリ



MBOM (Manufacturing Bill of Materials) : 製品の製造に必要なすべての部品や材料をリスト化したもの
BOP (Bill of Process) : 製品を製造するための具体的な手順やプロセスを記載したもの

AIによる海事産業ビジネスの地殻変動（デジタルトランスフォーメーション）

- ・生成AIが船舶の設計・生産計画にも大きな影響を与える可能性
- ・AIエージェントはネットワーク接続されたデータベース・文書・モデルを統合利用（大量の物理シミュレーションの実施）
- ・物理モデルと機械学習モデルのハイブリッドモデルの利用が有望

DXに対応した海技研クラウドの取り組み

- ・アプリ公開（海技研プログラムをAI readyの状態に）
- ・海技研クラウドと実験施設の連接
(AIでは捉えられない深い研究への入り口・架橋)
- ・外部連携（web APIによる外部ツールとの連携）
- ・研究用クラウド環境を活用したAIの海事応用研究



<https://cloud.nmri.go.jp>