九州大学情報基盤研究開発センター

民間利用成果報告書

提出日： 2023 年 9 月 19 日

<table>
<tr><td colspan="2">利 用 課 題 名</td><td colspan="6">スーパーコンピュータシステム「ＩＴＯ」を活用した自動車開発に役立つ船体挙動ＣＡＥの開発</td></tr>
<tr><td rowspan="3">課題責任者</td><td>企 業 名</td><td colspan="6">一般社団法人 日本自動車工業会</td></tr>
<tr><td>フリガナ
氏 名</td><td colspan="2">トヨオカ タエコ
豊岡 妙子</td><td>部署名</td><td>安全・環境領域 3 部</td><td>職 位</td><td>主任</td></tr>
<tr><td>連 絡 先</td><td colspan="3">住 所：〒105-0012
東京都港区芝大門 1-1-30 日本自動車会館
E-mail：toyooka-t@mta.jama.or.jp</td><td colspan="3">TEL 03-5405-6125
FAX</td></tr>
<tr><td colspan="2">利 用 期 間</td><td colspan="6">2023 年 5 月 1 日 ～ 2023 年 7 月 31 日</td></tr>
<tr><td colspan="2">利用成果公開延期希望の有無</td><td colspan="6">■ 即時公開 ・ □ 公開延期（成果公開予定： 年 月）</td></tr>
</table>

※利用成果報告書は原則公開ですが、課題終了後最大２年間公開を延期することが可能です。

- 本様式の変更はできません。
- 補足資料を付加することは可能です。

受 付 番 号		受付日 年 月 日

■利用計画全体の概略（申込書と同じ内容を記述してください）

1） 利用目的

日本の自動車業界は、グローバル競争の中で、安全性、燃費、快適性など車の更なる性能向上と低コスト化の両立が必須となっている。安全基準、環境基準が厳しくなる中、高いレベルで複数の性能を両立させることはますます難しくなっており、シミュレーション利用の拡大が重要になっている。
そのために、自動車メーカ各社が連携して各社が現在保有しているスパコンでは実施できない計算を外部の計算機で実施することにより 10 年先の実用化が期待出来るシミュレーション活用技術の検討と開発を行う。

2） 利用意義

新たなシミュレーション活用技術の検討と開発には自動車メーカ各社が実施するモデル作成や実験との検証などの取り組みに加え、アプリケーションソフトウェアの高度化・高性能化および利用技術の向上が不可欠である。そのため、自動車メーカだけでなく、アプリケーションソフトウェアベンダと協力して取り組むことが必要である。
本研究では、日本のすべての自動メーカが加盟している日本自動車工業会が実施することにより、ソフトウェアベンダ及びハードウェアベンダと協力体制を取ることが可能で、各社単独では困難な商用アプリケーションの利用高度化を実現する体制を作った。これまでも、自動車開発に重要なシミュレーション技術の開発にとりくんできた。技術開発の目的は主に３つに分けられる

①実験評価しかできない性能評価をシミュレーションに置き換える
②シミュレーションを使った革新的な開発プロセス実現のための手法開発を実施
③実験室での性能評価ではなく、リアルワールドでの性能評価をシミュレーションで実現することで、自動車の開発期間短縮、コスト削減、性能向上の両立をはかる

従来のシミュレーション活用は上記①の狙いがほとんどであったが、高性能コンピュータと AI などのデータ分析手法他の最新技術を活用することで、②③の実現を目指して取り組む。

3） 必要性

本研究の成果は、自動車メーカ各社において、開発に適用するための更なる応用研究を経て、実用化され、自動車の開発期間短縮、コスト削減、環境・安全などの性能向上を実現し、日本の自動車産業全体の競争力強化に資するものである。また、開発した手法、および手法実現にむけた課題を公開し、幅広い産業で実用化に向けた研究を可能にする。

さらに、シミュレーション技術の開発を通じ、アプリケーションの高速化、高機能化を実施する。そのアプリケーションについては、全業種、全世界に対し、利用を開放する。また、自動車工業会が本研究の成果を対外的に発信することで、シミュレーション先端技術が産業応用に繋がることが周知され、他の商用アプリケーションソフトウェアの高度化や、自動車業界以外の産業における応用にもより一層広がることが期待される。各社が単独で実施する場合に比べ波及効果は大きい。

研究項目テーマの必要性と効果は以下の通り。

【テーマ】実験との組合せでは構築が困難な、危険な運動の挙動解析技術の調査

現象把握と物理量を計測することで、リアルワールドでの現象再現手法を実現。将来的の自動車開発における旋回時の挙動、空力性能計算での解析手法構築を目標とする。今回は危険な運動が顕著に表れる小型ボートの挙動解析を題材に、旋回挙動解析手法の構築を目指す。

現在の設計段階における操縦運動性能予測は、数分の一から数十分の一の幾何学的相似模型を作成して、模型試験により模型に作用する流体から受ける力を計測し、この計測値の縮尺影響を修正した力を用いた運動シミュレーションで行っている。しかし、模型試験はその工数が多く、特に高速の小型ボートの場合は単純にフルード数を合わせた実験結果に縮尺影響としてレイノルズ数の修正をするだけにとどまらず、推進器（プロペラ）のキャビテーション数を合わせる必要もあり、模型試験そのものが煩雑である。

さらに、高出力の小型ボートでの加速性能、操縦性能、最高速度試験は、危険な船体挙動が発生する可能性

があり、安全性を担保するためにはこれら挙動の解析、発生限界の把握が必要となるが、従来の模型試験に基づくシミュレーション法では、これら現象を捉えることは難しく、一方で危険を伴う可能性のある試験を実機で実施することはできない。

このような現状から、CFD を用いた数値実験による従来の模型試験の置き換え、実機スケールでのダイレクトシミュレーションによる危険な運動が発生する可能性のある限界性能把握や危険な運動の解析の要望は非常に大きい。これまでの研究では、従来の模型試験から CFD を用いた高精度数値実験に置き換える手順を検討するとともに、実機スケールでのダイレクトシミュレーションを実施する環境を構築し直進加速時のシミュレーションを実施した。本研究では、転覆に至るような危険な運動の挙動解析、小型船における安全な状態を保つための限界性能の把握を行うと共に、サスペンション機構を備えた小型ボートの挙動解析手法構築を目指す。

■成果の概要

1) 本課題で得られた具体的な成果

成果: 1.6 億要素による船体の大規模 CFD 解析の実施

水槽試験と ITO による CFD 解析結果の比較を実施

- 船体抵抗は 1-3%程度の誤差にて一致した。
- 接水面積についても水槽モデルにおいては 5%程度の誤差にて収束。

実船ではなく、水槽用スケールモデル程度であれば、船体抵抗の推定以外に、水の飛沫などの考慮が必要となるような精度の高い計算を水槽実験の代替として使用できる見通しが付きつつある。実船レベルでは、さらなる要素の詳細化が必要となる事が判明した。

2) 社会・経済への波及効果の見通し

現状では直進状態での検討に留まっているが、今後は急旋回などの実験では危険が伴う運動における解析にて実績を積み、将来は解析のみにて転覆などの挙動予測が可能となるように研究を進め、実験コストの大幅削減や実験上における危険性が皆無となるようにする予定である。

3) その他

■利用アンケートにご協力ください

1) 利用に関して有益であった事項

・前期に設定した環境がそのまま残っていた為、5/1 の利用開始当日より計算の実行が可能でした。
これは、3,4 日間程度のアドバンテージでした。

2) 利用に関して生じた問題点など

・モデルが大きい為、データの送受信、特にポストのダウンロードが 3,4 日かかります。7/末までの利用でしたので、ダウンロードする時間を見込んで凡そ稼働日でトラブルなどを見込み、5 日程度前までに計算を終了しておく必要がありました。計算ノードは利用できなくても、ログインノードでのデータ送受信は半月程度可能にしておいて頂けると有り難いと思います。

3) ユーザーサポートとして必要と考えられることについて

・特にありません。

4) 施設利用に係る感想・改善を希望することについて

・解析データのアップロード、ダウンロードに時間がかかることが問題でした。
できれば東京や大阪の HPC データセンターに接続され、高速での通信が可能であれば大変助かります。
・月一回の保守ですが、3-5 日/回と少々長く感じました。

5) 本事業で得られた成果や公表する予定の成果があれば以降に記述をお願いします

・しかるべき学会にて発表を予定します。