

## VCAD データに基づく流体シミュレーション技術の開発

### Development of CFD techniques based on VCAD data

沖田 浩平, 小野 謙二

独立行政法人理化学研究所 知的財産戦略センター

VCAD システム研究プログラム 機能情報シミュレーションチーム

航空機の翼や車両等の設計において得られた CFD の信頼性と計算機の発展に伴って、近年では航空機全体や自動車のエンジンルーム内部等のより複雑な幾何形状に対する流体解析が行われるようになってきている。一般に、構造物を過ぎる流れに対する流体解析は、

1. CAD 等で定義された形状データを基にして、計算格子を生成する。
2. 初期および境界条件の下、数値計算する。
3. 計算結果の可視化等により、解析する。

というように格子生成→数値計算→解析という手順が進められる。設計においては、流体解析で得られた結果を参考にして形状の変更が施されるため、形状モデリングと流体解析という設計・解析サイクルを繰り返すことになる。既存の多くの汎用流体解析アプリケーションは構造物の境界に適合した計算格子を採用しており、この計算格子の良し悪しが数値計算結果の精度を大きく左右する。そのため、流体解析においては高品質な計算格子の生成に多くの労力が注がれることになっている。一方、解析対象の形状の複雑化だけでなく、数値計算の大規模化に伴っても計算格子生成の労力が増加してきており、ペタスケールの流体解析において、入力データとなる計算格子の生成が問題となることが予想される。

このような背景の下、VCAD システム研究プログラム (<http://vcad-hpsv.riken.jp/>) では、実世界の構造物の複雑な幾何形状をボリュームベ

スの形状モデリングによって、形状モデリングから格子生成、数値計算、可視化までをシームレスに繋げた高度に統合された設計・解析システムの構築を行っている。ボリュームベースの形状モデリング、つまり直交格子系において任意形状を表現することの利点としては、格子生成の労力が大幅に削減できることが挙げられるが、現状では、計算格子の規模に対する精度という点で境界適合格子に優位性がある。したがって、本研究では直交格子系における任意形状の高精度な表現方法とそれに対する高精度な数値流体計算手法の構築によって、既存のアプリケーションに替わる強力な流体解析ツールの開発を目的としている。

本講演では、直交格子系において符号付き距離関数という陰関数による任意形状の表現方法を利用した数値計算法について説明し、管内流れに対する精度検証の結果および複雑形状を有する構造物への応用例として Asian Dragon 周りの流れに対する結果を示す。また、VCAD は自然造形物等から CT や MRI で得られるボリュームデータを利用した解析も可能であり、適用例として、次世代計算科学研究開発プログラム次世代生命体統合シミュレーション研究推進グループ臓器全身スケール研究開発チームにおいて、高密度焦点式超音波療法の支援を目的として開発されている生体内超音波伝播シミュレータについて述べる。