

[0359] オープンソースによる CAE の進展と可能性

近年のコンピュータ技術の発展とともに、CAE (Computer Aided Engineering) は実験解析とともに製品設計の現場において必要不可欠なツールとなっている。しかしながら、汎用的な市販CAEソフトウェアは非常に高価であり、ユーザが必要とする機能がなければソフトウェアメーカーに別途機能拡張を依頼しなくてはならない。このような現状において、ソフトウェア内部が公開されているオープンソースCAEが近年注目を浴びており、2009年11月7日(土)に東京大学において、CAE技術関係者が多数参加する第2回オープンソースCAEワークショップが開催された。本ワークショップではCAE技術の動向や研究事例の報告がなされるとともに、CAE初心者のための講習会が同時開催された。

技術セッションでは、とくに近年利用者が増加している流体解析用オープンソース「OpenFOAM¹⁾」を活用した研究報告が多くなされた。OpenFOAMは有限体積法による流体解析ソフトウェアであり、プログラムはオブジェクト指向言語であるC++によって記述されている²⁾。OpenFOAM上では、たとえば非圧縮性流体のNavier-Stokes方程式、

$$\frac{\partial \rho \mathbf{U}}{\partial t} + \nabla \cdot \phi \mathbf{U} - \nabla \cdot \mu \nabla \mathbf{U} = - \nabla p$$

の数値解法は図1のようにプログラムすることができ、外力項の付加や各種モデルの改良などの拡張が容易におこなえる。東京大学の研究グループ(坂本研究室)では建築物内外の風環境を評価するためにOpenFOAMを活用しており、信頼性の高い解析結果を報告していた。この研究グループは東京大学のスーパーコンピュータにおいて計算をおこなっており、ユーザがオープンソースの柔軟性を活かして大規模計算を可能にしている。建築分野でのOpenFOAMの活用事例は他の研究グループからも報告があり、積極的にオープンソースを活用している雰囲気がうかがわれる。その他の研究事例としては、ディーゼルエンジンの噴霧シミュレーションにOpenFOAMを用いた研究発表があった。OpenFOAMには噴霧問題を解くソルバーが標準で備わっており、各噴霧モデルの予測精度が検証されていた。このようにOpenFOAMは非圧縮性流体、圧縮性流体、混相流などの豊富な標準ソルバーを備えており、数値計算精度も商用ソフトに劣らず、利用者のニーズに合わせた拡張が可能である。

全体セッションではオープンソースCAEの開発を中心とした研究・開発報告がなされた。東京大学の博士課程学生である梅谷氏は有限要素法を用いたオープンソースCAEライブラリ「DelFEM³⁾」を開発・公開しており、熱流体解析

```
solve
(
    fvm::ddt(rho, U)
  + fvm::div(phi, U)
  - fvm::laplacian(mu, U)
  ==
  - fvc::grad(p)
)
```

図1 OpenFOAMでのプログラミング例¹⁾

や構造解析の事例を同じく梅谷氏が開発したインタラクティブなGUIツールを用いて紹介していた。その他のオープンソースCAEとして、デンソーの野村氏や岐阜工業高専の柴田准教授らのグループが開発している「DEXCS⁴⁾」の紹介もおこなわれた。DEXCSはCADモデリングや計算格子作成部分に「Blender」、ソルバー部分に構造解析用の「ADVENTURE」もしくは流体解析用の「OpenFOAM」、可視化後処理部分に「ParaView⁵⁾」を組み込んだオールインワンのCAEシステムであり、全てオープンソースから構成されている。商用ソフトのような懇切丁寧なサポートはないが、ユーザの利用用途に応じたカスタマイズが可能であり、企業での設計開発ツールの一つとして利用が増加している。

今回のワークショップでは、最後にオープンCAE学会の設立式がおこなわれ、従来からおこなわれていたワークショップなどの研究会やオープンCAE利用者のための講習会が正式な学会活動の一環としておこなわれる。この設立式とあわせて、オープンCAE学会に期待することや今後のオープンソースCAEの可能性について議論する時間が設けられた。各分野の専門家よりいろいろな議論がなされ、現在のCAE分野での大きな問題の一つとして、国産のソフトウェアが少なく、また開発者の世代交代が順調に進んでいないことが提起された。これは今までのオープンソース開発が基本部分を開発する一人の研究者に負うところが多く、欧米のようにグループによる開発体制が整っていないことが原因の一つとして考えられる。ソース開発に携わっているワークショップ参加者からは、大学において情報系学部だけでなくプログラミング能力の高い学生を育成する教育をおこなうべきであるとの意見があった。また、CAEユーザに対する現象理解のための教育も必要不可欠であり、今後のオープンCAE学会の活動に期待していきたい。

引用文献

- 1) <http://www.opencfd.co.uk/openfoam/>
- 2) Weller, H. G. *et al.*; *Comp. Phys.*, **12**, 620-631 (1998)
- 3) <http://delfem.sourceforge.jp/>
- 4) <http://dexcs.gifu-nct.ac.jp/>
- 5) 林 真; はじめてのParaview, 工学社 (2009)

(静岡大学工学部 高木洋平)