

## 「1Dシミュレーション, 1DCAE」

「ピニオンアシストタイプ電動パワーステアリングの減速機ラトル音解析技術」(p. 23)に記載

技術本部 CAE推進部 島田美穂

### 1

### 1Dシミュレーション

コンピュータによる技術的なシミュレーション(CAE: Computer Aided Engineering)はこれまで、より大規模で高精度な計算ができるようになる方向に進んできました。モノづくりとシミュレーションとの関係は、1980年代初めから有限要素法(FEM)が、1990年代からは流体解析が設計にルーチンとして組み込まれ発展し、コンピュータ性能の向上とともに大規模なシミュレーションを高速に行うことができるようになり、応力の熱の状態、空気や油の流れなどの計算は、ある特定の断面をモデル化した2Dシミュレーションから、より精密な立体形状を用いる3Dシミュレーションが日常となっています。さらに複数部品での計算や異なる場を連成した計算など、精度も上がり、実験に近い結果が得られるようになってきています。

近年では、製品や部品の現象を数式で表現し複数の物理現象を跨って計算をする1Dシミュレーションが注目されています(表1)。設計においては形状が決まる前の構想設計での製品の動作原理や物理現象を計算する机上検討が重要であり、1Dシミュレーションは有効な手段です。形状によらないためコンピュータに掛かる計算負荷は2D、3Dのような形状をモデル化した計算より小さく、モデルを修正しながらパラメトリックに設計寸法を変化させるような繰り返し計算による検討が可能です。設計フロントローディングの観点から、製品開発プロセスにおいては、開発初期での問題抽出や最適化が重要であり、設計の手戻りや開発期間への影響が大きいといわれています。そのため、開発の早期段階からの1Dシミュレーションの活用は不可欠であり、全体最適設計を可能とすることが重要となります。最近ではこれに対し、1Dシミュレーションを含め「1DCAE」という考え方が提案されています。

表1 1Dシミュレーションソフト例<sup>1)</sup>

製品名	開発元	概要
Dymola	仏 Dassault Systemes 社	数式でシステムを記述できる言語「Modelica」のモデルを用いてシミュレーションを実行するツール。
AMESim	SIEMENS (IHLMs)	微分方程式で挙動を記述したコンポーネントが多数あり、互いに結び付けることで物理的システムをモデル化。Modelicaのモデルを取り込める。
MATLAB/Simulink	米 MathWorks 社	「MATLAB」はベクトルや行列の計算が容易なコンピュータ言語。MATLABのライブラリによりプログラミングをブロック線図で表現可能にしたツールが「Simulink」。制御設計やデジタル信号処理のアルゴリズム開発に使われる。
Simscape	米 MathWorks 社	MATLAB/Simulinkをベースにした言語とモデリングツール。電気や油圧のコンポーネントを微分方程式で表現でき、このコンポーネントを組み立てることで物理的システムのモデルを構築できる。
SimulationX	独 ITI 社	自動車のパワートレイン向けシミュレータ「ITI-SIM」の後継として、油圧、電気、熱流体なども扱えるように開発したシミュレーションツール。Modelicaに準拠したカスタマイズツール。
OpenModelica	Open Source Modelica Consortium	Modelicaのモデルを用いてシミュレーションを実行するオープンソースの無償ツール。

## 2 1DCAE

「1DCAE」という考え方は10年ほど前から聞かれるようになり次のように定義されています<sup>2)</sup>。

『1DCAEとは上流段階から適用可能な設計支援の考え方, 手法, ツールで, 1Dは特に一次元であるという意味ではなく, 物事の本質を的確に捉え, 見通しの良い形式でシンプルに表現することを意味する。1DCAEにより, 設計の上流から下流までCAEで評価可能となる。ここで言うCAEはいわゆるシミュレーションだけでなく, 本来のComputer-Aided Engineeringを意味する。1DCAEでは, 製品設計を行うに当たって(形を作る前に)機能ベースで対象とする製品全体(もの・ひと・場)をもれなく表現し, 評価解析可能とすることにより, 製品開発上流段階での全体適正設計を可能とする。全体適正設計を受けて(この結果を入力として)個別設計(形を作る)を実施, 個別最適設計の結果を全体適正設計に戻しシステム検証を行う。』

この定義の1DCAEの位置付けは図1, 1DCAEと3D-CAEの関係は図2のようになります。そして, 1DCAEの考え方を具現化する手段の一つとなるのが1Dシミュレーションです。図3は油圧バルブの動作イメージです。1Dの段階ではメカ部の形状は気にせず, 質量, バネ定数といった情報だけが必要となります。1DCAE で最適な質量, バネ定数を

決定しこれを実現するように左側の3D-CAEを用いて形にしていきます。ここで決定された詳細情報から最終的な質量, バネ定数を1DCAEに戻し油圧バルブの機能を検証します。この例はコンポーネントレベルであります, 実際は複雑なシステムにも適用可能です。

このように1DCAEはエンジニアの思考を容易に計算機上に具現化してくれますが, 設計者の資質に大きく依存します。エンジニアは対象とする製品全体を機能レベルで理解する必要があり専門分野以外のことも知る必要があります。近年では, 要求される機能が高度化・多様化してきており, 製品やシステムは, それに伴い複雑化し, 今後ますます加速していく方向にあります。このような状況において, 実機だけでの評価では限界があり限られたリソース(人・もの・金)の中で開発を効率良く進めて行くには, 1DCAEの考え方が重要であり市場の使われ方まで想定したモデルによるシミュレーションが重要になってきています。

### 参考文献

- 1) 日経ものづくり, 2012年9月号, pp. 86-89 (一部抜粋)。
- 2) 大富浩一:「1DCAEの背景, 考え方, 課題, 今後」日本機械学会誌, 第120巻, 第1188号, pp. 10-15 (2017年11月)
- 3) ニュートンワークス, SimulationX解析事例 (一部加筆)。  
<http://www.newtonworks.co.jp/solution/software-analysis/simulationx/simx-ex007.html>

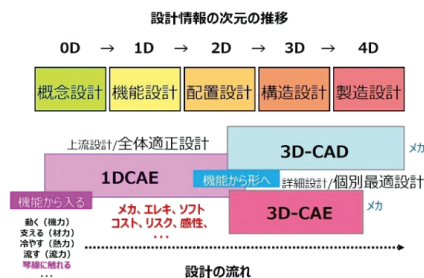


図1 1DCAEの位置付け

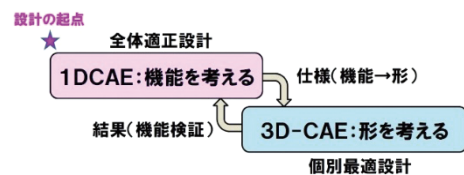


図2 1DCAEと3D-CAEの関係

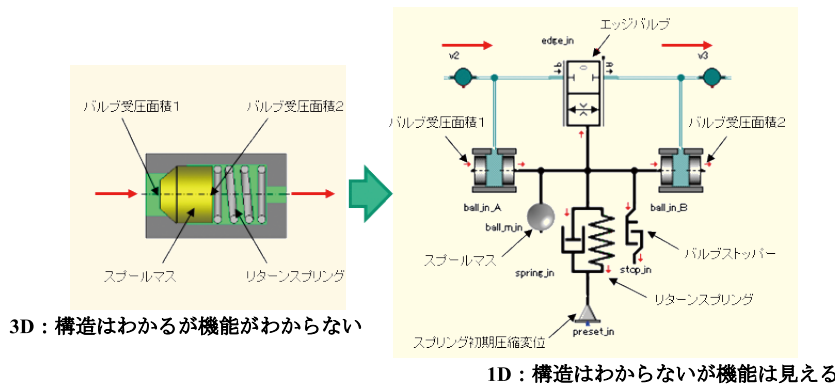


図3 1Dと3D<sup>3)</sup>