



COMPUTATIONAL MECHANICS

計算力学部門ニュースレター No.39

November, 2007



計算力学への期待

～ものづくりとCAE：アナリシスからシンセシスへ～

 平野 徹
 ダイキン情報システム株式会社

日本の製造業はこの10年、製品のライフサイクルの短命化やグローバルな市場ニーズの変化・多様化に対応して、開発期間の短縮と生産の垂直立ち上げを極限まで進めてきている。このような日本のものづくりを支えるために、計算力学の企業におけるものづくりプロセスでの活用の現状を振り返り、今後の研究分野や教育に期待することを考えてみたい。

製造業の主要プロセスは、製品開発、製造、販売の3つが挙げられるが、それぞれのプロセス間をモノと情報の流れによって統合化するIT化プロセスを図1に示す⁽¹⁾。3Dモデルを中心とした製品開発プロセス(デジタル・エンジニアリング)では、機能・構造設計と生産設計を同時並行的に進めるコンカレントエンジニアリング(CE)が普及している。CEでは、設計部門で作成された3Dデジタルモデルを用いて機能性・構造健全性を各種CAEツールを駆使して評価すると同時に、同じデジタルモデルを用いて生産技術部門が生産性評価を行う。特に自動車産業では、設計の初期段階にCEをベースに検討を進めるフロントローディング型設計プロセスへと進化し、実車試作・試験を大幅に減らし開発期間を短縮することを実現している。この設計プロセス改革は、現在ほとんどの産業分野へ浸透しつつある。また、CAEを活用した設計プロセス改革の方向としては、シミュレーションによる試作レス化を進める「実機置換検証型仮想試作」から、最適設計・ロバスト最適化をプロセスに組込んだ「設計改良提案型仮想試作」の実現を目指す企業も現れている⁽²⁾。

計算力学をベースとしたCAEツールは、機能や構造健全性の分析(アナリシス)を行うものであるが、設計行為は個々の部品の機能を組み合わせ総合化(シンセシス)するものである。従って、製品開発の初期プロセスでの計算力学活用を考えると、試作する前のステージで多数の設計案の解析評価をシステムティックに実行し、設計可能空間を見つけ出す機能が必要である。そのために、3D・CADと一体化したソルバーによるパラメトリック設計解析システムが必要とされる。

また、製品設計の現場では、構造的・生産技術的制約を前提とし、顧客の要求する機能・性能を満足しながらコストを極限まで下げるという相反する目的を達成する必要がある。これは多目的最適化問題と定式化され、汎用CAEソフトと数理的最適化理論の融合によるCAO(Computer Aided Optimization)のアプローチが有効であり、シンセシス・アプローチの一つと位置づけられる。

さらに、製品のライフサイクルを考えると、開発しようとしている製品がライフサイクルにわたり使用される荷重条件や境界条件が変化してゆく。様々な使用条件を前提とした疲労強度解析と、多様な製品ライフサイクル・パターンを組み合わせ、長時間での複合的なライフサイクル評価をする技術なども実現が待たれる。これも、計算力学としてのアナリシス・アプローチから、広い意味で製品としての環境適合性を評価するシンセシス・アプローチへの転換と考えられる。

一方、自動車を筆頭に最近の機械製品は電子制御化が

進んでいる。当社の製品である空調機を例にとると、室内機と室外機およびリモコンのそれぞれにMPUが組み込まれている。機械製品の電子制御化の進展に伴い複雑化した制御ソフトの開発・組み込みとその検証プロセスは、構造設計とのコンカレント化が十分に進んでいない。特に、製品の動特性を考慮した制御パラメータのチューニングについては、開発・試験期間の制約から十分な最適化ができていない場合がある。上記の構造設計と制御設計のコンカレント化とは、マルチフィジクスをベースに最適解をシンセシスする行為と定義できる。このような構造系と電子制御の連携シミュレーション技術について、MATLABなどの実用的なシステムの機能とそれを活用する技術教育を、企業内だけではなく大学の機械系でも進めてゆく必要がある。

最近、「トヨタ製品開発システム」が注目を集めている(3)。トヨタ流のリーン製品開発プロセスでは、1) プロセス、2) ツールと技術、3) スキルを持った人材の3要素を重視している。特にプロセス面では、フロントローディング化とセット・ベース・コンカレントをその特徴としている。セット・ベースとは、複数の設計代替案を初期段階で並行して検討を進めながら、設計案の意思決定を適切な時期まで遅らせることで、大きな後戻りの回数を減らし結果として製品開発を早めるものである。これは、ライカーらのミシガン大のメンバーが、長期間、トヨタなど日本の製造業の開発現場に入り込み、謂わばフィールドワークの結果として得た知見である。今から20年ほど前に、ライカー助教授が当社の堺工場を訪問し現場の視察を行っていたことを思い出す。

このようなアプローチは、通常、社会科学分野で行わ

れている手法であるが、工学の分野でも製品設計というシンセシス・プロセスを理論化するために、大変有効と考えられる。計算力学の研究対象として、具体的な製品開発での利用状況の詳細分析をフィールドワークとして行うことで、対象製品或いは機械要素の特性に合わせた設計可能空間探索のロジックを見つけ出すことが可能かもしれない。

日本のものづくり、特に差別化された製品開発を支える理論的・技術的バックグラウンドを、日本の大学の工学部教育が今後も支えることを期待したい。

- (1) 平野徹、ネットワーク社会における製品のありかた、精密工学会誌、67 (2001), 1757-1759.
- (2) http://web.canon.jp/technology/canon_tech/explanation/cae.html
- (3) ジェームス・M・モーガン、ジェフリー・K・ライカー、『トヨタ製品開発システム』(2007), 日系BP.



図1. 製造業のIT化プロセス



前号 (38号) 誤植のお詫びと訂正

3頁 2006年度部門賞報告

(誤) 2005年度の受賞については・・・

(正) 2006年度の受賞については・・・

3頁左段

「2006年度計算力学部門賞贈賞報告」

(誤) 業績賞 大野信忠教授
 東京大学大学院新領域創成科学研究科

(正) 業績賞 大野信忠教授
 名古屋大学大学院工学研究科計算理工学専攻

13頁左段 優秀技術講演表彰

(誤) 《欠落》

(正)

田原大輔君 (JST)

「骨粗鬆症患者の椎体海綿骨の力学的解析 (ソフトウェア開発とモルフォロジー分析)」

14頁左段

(誤) 講演申込締切 2007年7月7日 (金)

講演原稿締切 2007年9月1日 (金)

(正) 講演申込締切 2007年7月6日 (金)

講演原稿締切 2007年8月31日 (金)

16頁 2007年度部門賞募集要項 右段下から1行目

(正) E-mail: sonehara@jsme.or.jp (最後のpの欠落)

特集 計算力学部門への期待と望むところ



計算力学部門への期待

小山田耕二
京都大学 高等教育研究開発推進センター

<計算力学とのかかわり>

わたしは、13年間企業にてモノづくりの観点でシミュレーション技術、特に計算力学にお世話になってきた。大学・大学院と電気系研究室に所属しており、計算力学の素養はなかったのですが、業務上の必要性に迫られて、矢川元基先生編集の倍風館有限要素法シリーズを入手し、自学自習したのが懐かしい。

<ユビキタスシミュレーション>

企業において担当した電子機器（特にノートパソコン）の熱設計業務において特に計算力学の恩恵に浴した。特に、設計時の性能評価や製品使用時不具合原因解析において計算力学にお世話になったが、製品通常使用時にもバックグラウンドで熱解析ソフトが稼動していればという非現実的なことを考えていた。ノートパソコンなどは、設計者には思いもよらない環境で使用され、熱的には負担の大きい状況が発生する。環境情報をもとに熱解析を実行し、熱的に問題がある場合には警告を発することはユーザやメーカーにとっても有益と考えられる。ノートパソコンよりも安全性・信頼性が重視されるような、橋・建物といった構造物については通常使用時の計算力学技術の利用はより重要であろう。計算力学部門には、いつでも・どこでも構造物を見守ってくれているシミュレーション（ユビキタスシミュレーションというのが適切であろうか）への熟成に向けた活動を望みたい。ユビキタスシミュレーションでは、いつでもどこでもシミュレーション結果が出力され、これらをどう提示するかが大きな課題となる。

<可視化技術>

ユビキタスシミュレーションのユーザインタフェースとして、可視化はますます重要性を高めてくるであろう。シミュレーションが、設計時・不具合発生時のみでなく、製品のライフサイクル全般に関わってくるときにどうユーザインタフェースを実現するかという観点で可視化の役割が重要となってくる。可視化という言葉が市民権を得るようになったのは、ACMからViSC (Visualization in Scientific Computing) レポートが出版された1987年である。これ以降、コンピュータグラフィックス研究の世界的権威である国際会議SIGGRAPHにおいて、等値面表示やボリュームレンダリング表示など多くの可視化技術が提案され、科学技術計算分野や医用画像処理における可視化技術の認知度は十分に広まった。この年は可視化元年と位置づけられている。最近では、情報爆発時代における不可欠な技術として情報可視化技術の開発や先進的利用が注目されるようになってきた。また、隠蔽するよりも開示することのメリットを強調する観点で、テレビ番組におい

ても可視化という言葉を目にするようになってきた。可視化は人類共通の言語であり、意識に直接働きかけるという効果をもっている。

よい可視化とは、遠藤功著の「見える化」でも述べられているように、行動誘引になるかどうか、すなわち人々のやる気を起こすきっかけや未知の現象を理解する手がかりになるかどうかで判断されると思う。日本では、世界に先駆け、「見える化」の効果をものづくりの現場に活用してきた。また、意識を「見える化」するマンガに代表されるビジュアルメディアはすでに世界に誇る文化といっても過言はないであろう。計算力学部門には、モノづくりにおける可視化・シミュレーションを日本の文化「見える化」にまで引き上げるための後押しをお願いしたいところである。

<国内学会連携>

モノづくり、コトづくりにおいて、解決すべき問題が大規模複雑化するにつれて、領域固有の手法での問題解決が困難になってきている。このため、領域を超えた俯瞰的視点を行うことによって学会間の協力や産学協同などの行動がさかんになってきている。横幹連合は、その代表的存在のひとつで、現在連合に所属する学会と連携してアカデミックロードマップ作成に着手している。その中間結果は、11月末京都大学にて開催される第2回横幹コンファレンスで発表されるが、計算力学部門にはシミュレーション技術に関するロードマップの評価や今後の計画に関してご意見を賜りたいと考える。

<アジア学会連携>

国際化の流れにあって、日本の学会とは何か？ 多くの学会関係者が頭を悩ませている問題である。学会関係者は、学会会員、特に企業の第一線の研究者にとって有用な情報収集・情報交換の場となっているのかどうか今一度自己点検する必要がある。現在の日本の学会には、大学院重点化施策で大幅に必要となった研究発表の場を充実させるという役割があるが、日本語による研究論文はサーキュレーションの向上という観点では魅力的ではない。インパクトファクターを高くするには英文雑誌の発行が必須と考えるが、すでに存在するメジャーな論文誌を超えるものを狙うのはかなり難しいと考える。個人的には、多くの日本の学会としては、アジア諸国の研究コミュニティ向けの研究発表の場への発展を考えるのはどうかと考える。中国に代表されるアジア諸国において、日本同様大学院学生向けの研究発表の場が多く求められている現状を考えると、すでにご検討中と思うが、計算力学部門には、アジア諸国、主に日中韓の枠組みにおける計算力学研究の拠点へと発展していただきたいと考える。



計算力学部門への期待と望むところ

後藤俊幸

名古屋工業大学 大学院工学研究科 機能工学専攻

まずは、筆者がここに文を寄せることになった気の迷いと偶然と必然とからはじめようと思います。私は、これまで乱流理論を専門としてきて、その研究の赴くところこれからの乱流研究には直接数値計算が必須であると確信するようになりました。以来、計算機シミュレーションとは深い関係になったという私にとっての必然の成り行きがあります。大きな計算機資源を求め、また最新の情報を求める上からも大規模視シミュレーション関連の研究集会に出席するうち、産業界の方々と交流も出てきます。多くの出会いのなかで、たまたま中部CAE懇話会に出席するようになったのは、それがNPOであって私にとって敷居が低かったということがあったように思います。また、国立大学の独立法人化以降、大学教員の社会への貢献がますます求められるであろうという雰囲気の後押ししたと思います。中部地区での幹事として参加するうち、やがて中部CAE懇話会と名古屋工業大学との共催で「流体力学基礎講座」をCAE技術者向けに開催することになりました。毎年少しずつ内容を増やして現在は「流体伝熱基礎講座」となり、さらにこの講座は日本機械学会の公認CAE講習会（熱流体力学分野）に認定されました。企画当初はCAE分野でのニーズにも疎く、このような展開は思いもよりませんでした。準備も大変でしたが、この講習会から学ぶものや得られる人とのつながりは、それを十分に上回って余りあるものです。また、この講習会で得られた経験やヒントを自らの授業に取り入れたことも決して少なくはありません。こんなわけで、CAE懇話会の方を通じて原稿のお話をいただいたときには、最近、幹事会への出席も滞りがちという後ろめたさと、大学教育と計算力学との関連をいまま少し自分なりに整理するよい機会だろうと漠然と感じていました。ただ、具体的に書くとなると、あれはやはり気の迷いだつたと今、辛吟しています。

さて、計算力学という言葉は計算科学全体のなかでも特にその手法が明確な分野で、「計算」という2文字はコンピュータシミュレーションを意味し、「力学」という言葉は力の介在するほとんどの物理過程をそのうちに含みます。多くの場合、量子効果を含まない古典力学が対象とするものを扱います。理科系の大学教育ではまず1年次から力学を学びますが、これを学ぶ上で重要なのが数学の力です。この訓練が十分でないと、あとの理解が進みません。そして力学に続いて材料力学、熱力学、流体力学といったものが続きます。どの場合も解析的に解ける例は限られています。この課程は力学現象を理解する言語と見方、いわば理解のテンプレートを仕込むということにおいて大変重要です。ここの訓練が十分でないと、いくら計算結果が十分であっても、その意味を理解することができなかつたり外部条件の変化に対する現象の

予測が不十分になります。また、様々な「力学」現象を「計算」するための問題定式化ができなくなります。最近、学部はおろか大学院でも、計算機シミュレーションは「ソフトウェアを如何に上手に使うか」ということと本気で考えている学生が少なからずいます。もちろん、その技術は重要ですが、「計算力学」あるいは「計算科学」の真価は、その結果から何を引き出せるかという点にかかっているはず。このためにはこの本質を見抜く力が必要で、それには基礎となる知識と理解がものを言います。残念ながら、上のような学生に向かっていままら力学の基礎が大事と声高に言っても嫌われるばかりでなかなか納得してくれません。詰め込むべきときに、詰め込むためのきちんとした訓練の時間が必要で、詰め込むための労力が学生と教員双方に求められます。苦勞の後には何があるのかを具体的に知ることが、学生にとって大きな励みと目標になるはず。しかし、そう思って世の中を見渡すと、こと計算機シミュレーション分野での成功例や成功した技術者像のロールモデルは他の分野のそれと比べると、質量を持った具体的なものがないだけに伝わりにくいように感じます。もちろん、新しい分野ですからまだ十分成長段階にはなっていないということもあるでしょう。そのような中であって、日本機械学会の計算力学部門の存在や「計算力学技術者資格」は目に見える形での活動の場や技術力獲得の具体的な目標となるので大変重要です。成功例が語られる場合、計算結果としての美しい図やアニメーションが引用されます。これはこれで大事なのですが、教育の場面ではそれにまつわるエピソードなども重要な構成要素です。このニューズレターにもその都度、興味深いお話が語られているので紹介していきたいと思います。できれば、計算力学の成功も失敗もあわせて、まとまった本が出版されることを期待したいと思います。

大学における計算力学関連の授業でいつも悩ましいのは、シミュレーション言語の選択と市販ソフトウェアの利用の程度、そして演習量に係わる問題です。CかFortranか、どこまで学生自らがプログラムを作成するか、どれほど実習の時間があるかということです。いずれも、それぞれの大学、学科での目標と教員の好み（あるいは年齢）、設備とカリキュラムによって様々なものになっています。理解のテンプレートとしてのプログラム作成と実際への橋渡しとしてのソフトウェア利用の両方が求められている現在、計算力学の実践的な教育プログラムの構築が必要と感じています。このような観点からも、今後、計算力学部門の存在はますます重要になっていくでしょうし、教育分野での展開にも期待したいと思います。



計算力学部門に望むところ

池川正人、日本機械学会フェロー
株式会社日立製作所 機械研究所

まず自己紹介をします。私は1976年に(株)日立製作所機械研究所に入社し、最初は空調用スクロール型圧縮機のハードの開発をやりました。その後、半導体を初めとするハイテク産業で真空技術のニーズがにわかに興隆した影響で、スクロール型真空ポンプの開発に移り、真空中のガス流れの解析が必要ということで引っ張り出され、1984年から計算力学の世界に足を踏み入れました。先ず手がけたのは、DSMC (Direct Simulation Monte Carlo)法を用いた希薄流シミュレーションの実用化、それから、半導体プロセスの成膜形状、CVD装置やスパッタ成膜装置の膜厚分布、エッチング装置のプラズマ分布やエッチング速度分布、微粒子生成、インクジェット成膜形状、磁気ディスク装置内気流のシミュレーションなど、企業内の要求により時代と共に変遷しながら計算力学の実用化に努めてきました。解析のニーズによって解析手法を選択し、用が足りるものは既製の汎用コードも使用してきました。

計算力学部門は1988年に設立され、今期でちょうど20年とのことで、感慨深いものがあります。その頃、私は半導体プロセスにおける微小段差部への成膜シミュレーションを研究しており、翌年の第2回計算力学講演会から成果を講演してきました。当時、半導体産業では、配線幅の微細化及びウエハの大径化に対処するため、シミュレーションの開発が叫ばれ、計算力学講演会にも「電子デバイス・電子部品と計算力学」というセッションができ、産官学から盛んな発表が行なわれたという記憶があります。現在これだけ特出した牽引テーマがあるかどうかわかりません。

現在では、さらに計算機と計算力学アルゴリズムの飛躍的な発展で、解析可能な世界が広がりました。人件費が高いこと、競争が激しくなったことから、計算力学を積極的に取り入れている企業が増加しています。実際の現象は、いろいろな要素が組み合わされて複雑な現象を呈していますからパーツの解析だけでは不十分となり、並列計算機で製品まるごと解析することが行われ出しています。そうなると、設計においても、開発設計初期に解析精度はそこそこだが製品まるごと解析を行って問題点を洗い出すというフロントローディングの解析主導型アプローチに代わってきます。例えばボクセルメッシュならCADから製品全体のメッシュを数十秒で生成できるので、このアプローチが可能です。

もう一つは、分子スケールのような現象解明が難しかった世界が、計算力学で解明されてきていることです。但し、学会は新規性をねらったアルゴリズム開発に注力しているように見受けられ、産業への活用展開の発表が少ないように思われます。

以下、いくつか産業界から学会に対する不満と期待を述べ

させていただきます。

1. 産業への応用の発表が少ない：講演会で産業への応用の発表が少なく、企業から講演会に出席するメリットが小さくなっているという不満があります。技術の新しさには目が向けられるが、産業にどのように役立つかといった部分には目が向けられにくい状況であるため、実際に役立つ実績が発表される例が少ないようです。例えば材料の細かい組成などが入っていないと、論文掲載が拒絶されてしまうケースが多く、企業の(秘)の材料情報を隠した発表ができていない状況です。役立つ内容であれば、材料組成が開示されていなくても論文として掲載してもらえそうな仕組みにして欲しいものです。

2. 学際領域のシミュレーションが少ない：学会の分野はシーズ・オリエンテッドで、方程式があるものを中心にしています。しかし、企業の中で出会う問題は、方程式がまだ無いものが多く、先ずモデリングが必要になります。このような問題は、学際領域であり過去の計算例に見当たらないものが少なくありません。そこで、学会は、このような学際領域にもっと目を向けて欲しいと思います。

3. 役に立つ計算力学の開発が必要：計算アルゴリズムは確立しているが、まだ実用化できない手法があります。物性値が入力できないものは、定量的に意味のある計算ができません。流体と構造物との連成解析は重要ですが、実際に必要な長時間計算ができません。連成解析で連成すればするほど解析精度が悪くなる問題を解決して欲しいと思います。分子と連続体との中間のマイクロ液体の計算手法がありません。御存知のように自然災害に対して予測能力が不足しています。また、最近、世の中をにぎわしたように、解析が偽造されたりミスがあった場合、どのように発見するかも課題だと思います。流体などかなり広い範囲の解析ができるようになりましたが、そこから新しい法則が生まれてきたことがありません。いかに見るかという方法論が必要です。

4. 人材育成が必要：ソフトの中味を知っているまたは、いじれる人材が減っています。部門で行なっている「計算力学技術者資格認定」はいい取り組みですが、優秀な若い人を呼び込むには、計算力学の希望をもたらすような技術PRが必要だと思います。以上の他に、計算力学部門の活動として行って欲しいことは、ロードマップ作成、産業への応用に向けた研究会設置、相談窓口(ヘルプデスク)開設などです。

以上、苦言ばかり申し上げてきましたが、この部門は衰退するはずはなく、新しい息吹を吹き込んで、産業に役に立つ部門として発展して欲しいと願って止みません。



計算力学部門／CAEへの期待

高橋英俊
富士ゼロックス株式会社 Digital Process Innovation 室

今回、縁があり「計算力学部門への期待と望むところ」について執筆依頼がありました。まだまだ若輩者ではありますが、「計算力学部門」そして「CAE」への期待について、日ごろ考えていることを書かせていただきます。

CAEに従事して、早いものでもう十八年になります。当時はまだCAEという言葉すらなく、単に解析、FEMなどと呼ばれていました。筆者が使っていたのは、ベクトル型コンピュータという今ではあまり聞かなくなったものでした。この大型コンピュータにこれまた最近では聞かなくなったグラフィック端末をつなぎ、プリポストを利用していました。処理は大型コンピュータ上で実行されますが、解析系のプログラムは優先度が一番低く設定されており、レスポンスは最悪でした。何しろ失敗した要素を削除すると、数十分は応答が帰ってこないのです。また、メモリ容量の制約から3000自由度が上限でした。現在いくつか販売されている教育版とか Student Edition といったソフトで実機レベルの解析をやっていたようなものです。そのため、少ない要素で如何に効率よく計算を実行するかを考えていました。今の若い人たちには考えられない世界だと思います。

その後、ハードウェア、ソフトウェアがめざましい進歩を上げたのは皆さんのよく知るところです。

私が持っているCAEのイメージを図1に示します。



図1 CAEのイメージ

急速に発展してきたCAEは、このようにいろいろな技術分野が重なり合って構成されている複合技術体系です。しかし、それぞれの技術領域はとても深く、社会人の立場では体系的な技術修得が難しいと考えます。CAEに関係する社会人教育については、様々なNPOや学会／団体が開催してい

ますが、自分の技術力を客観的に見る方法がなかったため、どこから手を付ければよいのか、次に何をやればよいのかといつも悩んでいました。

日本機械学会の計算力学技術者認定試験の登場によって、この点については少し安心しています。筆者もなんとか1級に認定していただき、ほんの少し自信が付いた次第です。今後も精進を続けたいと考えていますので、計算力学技術者認定試験の内容の改善、構造／流体以外の分野にも拡大していただくことや上級コース設置に期待しています。

最近、複数の大学の先生から聞いた話ですが、近年の理工系学部では、材料力学が必須ではなく選択になっているところが増えているとのこと。近い将来、もしかしたら材料力学を知らない技術系の新人が企業に入ってくる可能性があるということになります。これは機械メーカーとしても工業立国としても無視できない問題と考えています。

また、次は筆者の身近で実際にあった話です。新人にある調査をさせたところ、「インターネットで調べましたが、検索に引っかからなかったので分かりません。」と言われ、あ然としたことがあります。今の若い人たちにとっては、調査というとネット検索であり、本を見なくなっていることが心配です。

材料力学のような基礎的な学問をもっと重視していただくとともに、学生の基本的なスキル向上について、国や大学に働きかけていただくことも、学会や「計算力学部門」に期待します。

なお、筆者をあ然とさせた新人は、今ではバリバリの解析技術者として活躍していることを補足させていただきます。

精密機械メーカーに所属する身として、やはりCAEは設計に活用して初めて効果が出ると考えています。定型の解析はツール化して設計者が自然と使っているという環境が理想です。ところが、一旦設計に組み込まれたCAEは、設計行為を支援する道具の一つにすぎません。電卓や表計算ソフト、設計便覧などと同じなのです。さらに、CAEを設計段階で使ってもらえらばうほど、ライセンスや計算機の増強や増設が必要になります。このような場合に必ず問題になるのが、投資効果をどう算出するか、です。しかし、効果を出すには投資が必要で、投資をしてももらうためには効果が必要、というジレンマに陥ってしまうことがよくあると思います。CAEを設計に取込んだらいくら効果が出るのか？とよく聞かれますが、それでは電卓の効果はいくらか？と思わず問い返したくなります。上に納得してもらおう数字や効果を出すには毎回苦労しています。

このような効果と投資の指標について「計算力学部門」を中心に産官学で議論してまとめていただくと非常に助かります。

図2に筆者が現在取り組んでいるツール化した解析事例を示します。これはロールの接触状態を計算するものです。利用者がパラメータファイルの数値を編集すると、解析モデルの寸法や条件に反映されて計算が実行されます。テンプレート解析モデルと呼んでいます。弊社では、後述するように品質工学が全社的に展開されており、直交表を用いたケーススタディに使えるようにと作り始めました。まだまだ本格的なツール化までは進んでいませんが、さまざまなパターンのテンプレートを溜めているところです。非線形解析ソフトを使っていますので、通常は計算サーバーで計算を実行しています。現状、計算サーバーで実行されている解析内容を見ると、3/4はこれらのテンプレート解析モデルを利用しているものです。CAEを推進している立場としてはとても嬉しいことですが、前述したようにライセンスや計算速度について頭を悩ましています。



図2 テンプレート解析モデル例

設計でCAEを使うと、必ず議論になるのが解析精度についてです。開発している製品や部品にもよりますが、筆者がたずさわっている機械製品や部品では絶対値まで必ずしも必要かというところでもありません。そこそこ精度があれば充分です。絶対値よりもロバスト性の方を重視しています。その設計パラメータは、外乱に対してどの程度安定しているか？が重要なのです。応答曲面法や多目的最適化といった最適化技術もよいのですが、筆者は品質工学を使っています。ロバスト性を評価するには今のところ品質工学が最も有効と考えています。幸いなことに、社内では品質工学が強力に推進展開されているため、多くの技術者は品質工学を知っています。解析の依頼が来た際に、直交表を使った感度解析やSN比で品質工学による検討を提案することもあります。

単発のCAEだけでは効果もたかが知れていますし、なによりxの判断しかできません。ならどのくらいなのか、もっといい案はないのか、xならどうすればいいのか、といったことには答えてくれません。品質工学を使えば、設計案の相対的な良さ/悪さ加減が分かります。直交表でパラメータを振り、大きなパラメータ空間での安定性を求め、最後に目標値にチューニングするという品質工学の二段階設計の考え方は、本来仮想実験であるCAEと相性がよいと考えています。ロバスト性を見ますので、解析精度はそこそこで充分なのです。

ただし、実際に実行する場合には、L18で外乱2水準に入力3水準といった一般的な品質工学の動特性を実施すると、 $18 \times 2 \times 3 = 108$ 回の計算実行が必要となります。ここでもライセンスや計算速度が問題となってきます。

図3にCAEと品質工学の事例を示します(1)。プリンター

の中のクリーニングブレードという部品のロバスト性を検討した事例です。前述のテンプレート解析モデルを使用しています。2次元モデルですが、得られた結果が実際の設計にフィードバックされ、市場トラブルの未然防止に効果を上げています。

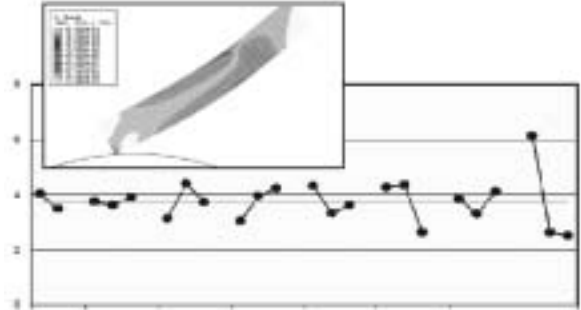


図3 品質工学適用事例

CAEを使う上でかかせない、運用管理の面について述べます。解析技術やハードウェア、ソフトウェアの話はよく見聞きしますが、運用管理についてはあまり聞くことがないのが残念です。大手の自動車メーカーや電器メーカーなどと異なり、筆者のところはまだまだCAEの規模が小さいため、サーバーを含めた機器の運用管理を自分たちでやっていません。運用については専門家ではありませんので大変です。しかし、誰かが環境を作り、あるルールで運用しないと解析業務はできません。自分たちもユーザーですから、トラブルが出たときにはすぐに対応が取れます。運用面では、小回りがきくことを重要視しています。

運用管理をしている人は日陰の存在になりがちです。しかし、利用環境がないとモデル作成すらできないわけですから、CAE技術者は運用管理を担当している方々をもっと評価してあげてほしいと考えています。

最後に、筆者の将来的な期待を述べます。前述のテンプレート解析モデルを設計ツールまで昇華させ、CAEと品質工学で初期検討し、得られた最適なパラメータを使ってはじめてCAD形状を作成する、というプロセスを構築したいと考えています。

そのためには、今よりも柔軟で堅牢な要素(できればメッシュレス) 接触機能の強化(できれば自動接触)と収束性向上、ゴムを中心とした非線形材料モデルの強化(できれば短軸引張り試験でも精度よい材料同定) より一層の計算速度向上、といったところに期待をしています。

また、大学の先生方の研究成果を汎用ソフトに組み込めるような仕組み作りができると、企業におけるCAEがさらに発展するのではと考えています。複数領域にまたがる「計算力学部門」にはこのあたりを推進していただくことを期待しています。

参考文献：

- (1) 三橋，高橋，シミュレーション活用によるクリーニングブレードのパラメータ設計，第13回品質工学研究発表大会論文集，p434-437，2005



何のために数値シミュレーションを使うのか？

井上忠信

独立行政法人 物質・材料研究機構 材料ラボ

「WS（ワークステーション）に市販の有限要素コード（FE-code）が入っています。このソフトを使って下さい。」

当時、大学4年生だった私は、大学院に進学する者を対象にした実務訓練（約5ヶ月間）のため、東京の某企業にいた。研修先の担当課長に、研修初日に発せられたのが冒頭の言葉である。東京の企業を希望し、業務内容には深く気にすることが無かった私にとって、“WSって何だ？”“有限要素？”というレベルであり、冒頭の言葉と同時に膨大なマニュアルを渡され、愕然としたことを記憶している。今から16年前のことである。今思うと、私が数値シミュレーションという計算科学に始めて触れた瞬間であり、現在、私の研究の“ツール”であり、重要な“武器”となっている。

「何のために数値シミュレーションを使うのか？」というタイトルにある疑問など微塵も考えることなく、私は、朝から晩までWSの前に広げたマニュアルと睨めっこしていた。皆様も経験があると思うが、マニュアルに沿った作業をしていると必ず眠くなる。そこで、材料力学で誰もが学ぶ、はりのたわみ問題や孔を有した平板の引張り問題などを解析し、理論解と比較をしながら、FEMにおけるメッシュや境界条件の重要性を体感していた。3ヶ月ほど経過したとき、担当課長から「製品開発で問題になっていることがある。FEMで原因を究明し、対策案を2ヵ月で提示しなければいけない。やってみて。」と言われた。今思えば、数値シミュレーションを製品開発のツールとして使う初めての機会だったと思う。これまでの実験結果を数値解析で再現できることが確認できると、幾つかのアイデアをシミュレーションで仮想実験し、結果的に提案した方法が採用された（このときの感動は、経験のある方であればご理解頂けると思う）。タイトルへの答えは、もの造り現場ではクリアーである。

時が流れ、現在（独）物質・材料研究機構（NIMS）で、金属材料の高強度・高機能化を目的に、加工プロセスによる組織制御の研究を行っている。NIMSでは、独立行政法人への移行を境に、産独連携が推進され、“使われてこそ材料”ということで、タイトルに対する回答を内部で求められる機会がある。

材料開発分野における計算科学の役割は非常に大きく、加工熱処理プロセスから組織、そして組織から特性を予測する手段として、数値シミュレーションへの強い期待がある。しかし、NIMSから計算力学講演会に参加する研究者は非常に少ない。なぜか？これは、実験を主体としている材料研究者（古い言い方もしれないが、実験屋と呼ぶ）にとって、“計算”だけでなく、“力学”という名称が壁になっているようだが、実際のところ、参加しても必要な情報が得られないことが主因と感じる。これは、企業からの参加者が多くないこ

とと同様な気もしている。

材料開発分野において、実験が先行しているのは疑いの余地はない。分析技術の発達によって、1mm以下の超微細結晶粒組織の粒界方位差や集合組織を広い領域でかつ精度良く測定することが可能となってきた。さらに、数ナノレベルの析出物が観察でき、“見えないものが見えるようになってきた”ことで、実験科学は進歩を遂げている（同時にこれらのデータは計算屋にとっての重要なinputデータとなる）。一方、この分野における数値シミュレーションは、なぜ？どうして？という本質を理解するプローブとして重要であり、かつ予測手段として期待されながら、実験結果の裏づけや後追いで精一杯の感が否めない。計算と実験のマッチングによる研究が期待されているが、両者の結果を比較しているだけでは、常に実験が先行する立場は変わらないだろう。重要なのは、実験屋が欲しがらる情報を数値シミュレーションで示すことであり、さらに実機生産設備を想定した大型材創成の仮想実験から、予測結果を示すこと（実験の前に行く）である。計算によって、欲しい情報を示すことが出来れば、それは研究に不可欠な“ツール”となる。また、仮想実験で新プロセス方案や予測値を提示することが出来れば、それはもの造りの“武器”となる。実験屋が、どんな情報を欲しがっているのかを知るためには、計算力学講演会に積極的に実験屋を参加させる取組みが必要である。計算屋は、自分のモデル開発などのために実験結果に興味を持つが、実験屋は前述の理由からして強い興味を示さない。また、大学やNIMSのような研究機関における実験の多くはsmall-scale samplesを対象にしたものであり、結果をもの造りとなるlarge-scale samplesへ直接展開することは困難である。結局、実機での実験を、膨大な費用と労力をかけて試行錯誤的に行うのが実情と思える（よって、ノウハウのほとんどはクロズド）。Samplesの大小によらず、仮想実験によって得られた結果を実験で実証できるスタイルを構築できれば、それこそが計算と実験のマッチングであり、NIMSのような研究機関において、タイトルへの明確な回答にもなる。同時に、このようなスタイルの講演が増えれば、企業からの講演会への参加者も増加するのではないかと感じている。

今回のテーマを頂いたときに、私のような若輩者が何を書けば？と考えた。News Letterということで多少の思い出話を含めて日頃の思いをフランクに述べさせて頂いた。計算を用いた研究開発は、コンピュータの性能向上と解析手法の発達によって、今以上に多分野への広がりが期待できる。その場合、“計算力学”という名称が、数十年後の部門の発展を狭めてしまうように考えるのは些か考えすぎか？機械系出身でありながら、材料分野の研究をしていて感じることである。



計算力学部門への期待

高橋桂子

独立行政法人 海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター

本年は日本機械学会110年記念の年であり様々な企画が目白押しである。機械の日や機械遺産は、身近な周囲で何度も話題が挙がった。あらためて日本の機械に関連する科学技術の歴史と、すばらしい機械遺産の内容に、皆、感嘆していた。将来、機械遺産の仲間入りができるかどうかは知るよしもないが、2002年3月から稼動を開始した地球シミュレータは、本年で稼動開始より6年目を迎えた。地球シミュレータは5120CPUをもつスーパーコンピュータである。これまでに、年平均約800名のユーザーによって利用され、対象となる課題も地球環境分野にとどまらず、や材料、ナノテクノロジー、原子力などの分野や産業分野においても利用されている。本年は、温暖化予測に関する第4次IPCCレポートが発行され、そのレポートに、地球シミュレータを使用して推進された国家プロジェクト（共生プロジェクト、文部科学省）が貢献したことは新聞等でご存知の方々も多いことと思う。

2002年3月の稼動開始以後すぐに、米国ではその性能に大変なショックを受け、“コンピュータショック”とニューヨークタイム紙に掲載されたことは記憶に新しい。現在、スーパーコンピュータトップ500の中では、地球シミュレータは第20位（2007年7月）ある。その順位の周りを見まわすと、2002年に稼動などというマシンはまったくなく、100位中には一台もないことを見ても、そのインパクトは大きかったのだろう。その後、TSUBAME Grid Cluster（東京工業大学、GSIC）など大規模なスーパーコンピュータが稼動され、成果をあげつつある。2012年には、次世代のスーパーコンピュータが神戸ポートアイランドに完成する。スーパーコンピュータの開発における様々な技術革新と、それらを駆使して得られる科学的成果に、これからますます目が離せない。

地球シミュレータプロジェクトは、1997年の京都會議の決議を契機に推進された。地球シミュレータをどのように使うか、使いたいかについての、故三好甫先生との熱い議論を今も忘れることができない。その後、地球シミュレータセンター佐藤哲也センター長のもとでの実アプリケーション開発は、まさしく“戦い”に近いものがあつた、いや、いまでも戦っている。これは、私どもに限らず、地球シミュレータを使用して研究開発を行ってきた他のプロジェクトに関わった研究者、開発者にも共通の体験ではないかと推察する。とにかく、2002年以前は、CPU数が数10台だったから経験を数1000台での校正の計算へ“跳躍”することが求められた。計算の性能を飛躍的に向上させるために、どのプロジェクトにおいても、自動並列化だけでは、到底、要求性能に追いつかず、それぞれの学術分野の専門家と計算性能について熟知した専門家が力を合わせて各プロジェクトを推進した。その結果が、地球シミュレータ上において使用されているアプリケーションの平均ピーク性能比が約30%に達しているとい

う高い実行性能値に示されている。

2つ以上の異なる専門分野の共通言語をそれほど持たない研究者や開発者同士が、協力して具体的な実績を挙げることは、それほどたやすいことではないことを、容易に想像していただけたと思う。共通言語としての基礎知識を双方が修得することからはじまって、限られた時間内に、どこまで到達できるのかを図りながら、あるいは測りながら推進するプロジェクトにおいて、実績を挙げてきた研究者や開発者は、真剣勝負に通じる緊張感のもとに、多くの知見や体験を体得し、体現したと思う。地球シミュレータ上で育まれた多くの知見を、次の若い世代に繋げてゆく必要性和重要性を、現場の一人としてお伝えしたい。

世界的にも、次々と大規模なスーパーコンピュータの開発計画や導入計画が相次いで発表されている。日本でもしかりである。計算力学の分野は、スーパーコンピュータを駆使しなければ解くことができない超大規模問題の解決のために、その発展がなくてはならない必要不可欠な基盤分野である。また、計算力学は学際的な要素が濃く、異なる学術、産業分野の情報発信に敏感でなくては成り立たない学問分野であるだろう。加えて、新しい学術的知見の積み重ねや産業界への応用においても、発展の速度が速い分野であろう。この計算力学分野特有の柔軟性を、今後もさらに、様々な分野の大規模数値計算とその研究開発に活かしていただけるよう期待したい。

計算力学部門では、若い研究者や開発者の啓蒙にも力を注いでいる。計算力学技術資格があり、数値計算分野の研究開発者の励みとなることだろう。今後は、計算力学分野のこの資格をもっているなら、ここまでは大丈夫、あるいはすごい、というこの資格ならではの地位の獲得、ということになるのだろうか。いずれにしても、このような資格制度の設置や普及は、人材育成には不可欠である。

地球シミュレータというひとつの時代が過ぎようとして、次の世代に移行してゆく昨今、世代にわたって語り継がれる遺産とは何か、を思ってみたりする。機械遺産のすばらしさに感嘆しながら、そこに従事された方々やプロジェクトを見守り推進された方々の、思いや情熱に思いを馳せる。計算力学分野においては、どうだろう。斬新なアイデアのアルゴリズムや計算手法や考え方、非常に高速な計算手法やオリジナリティあふれる可視化技術なども、語り継がれる遺産としての候補になる可能性もあるだろう。きっと、その業績からは瑞々しい息吹が生き生きと伝わってくるはずである。計算力学分野の今後の更なる発展と展開への期待を、思いのままに綴らせていただいた。本文の至らなさをご容赦いただくことを願いつつ、筆を置かせてかかせていただく。



計算力学部門への期待

田中豊喜
特定非営利活動法人 CAE 懇話会

機械工学の中で計算力学の発展は著しく、ものづくり分野と理工学分野に、目覚ましい貢献と応用拡大を果たしている。

その発展の原動力は、衰えを知らないハードウェアの進歩に支えられてきたと言っても過言でない。ハードウェアの頂点に立つのがスーパーコンピュータである。ナノレベルから宇宙規模に亘るマルチスケールモデリング、マルチフィジクス、バイオメカニクスなどの複雑問題からものづくり分野まで、スーパーコンピュータの活躍の場が拡大している。超並列処理の概念をひきだし、高性能素子、デバイスの進化を誘因し、パーソナルコンピュータの性能向上にも寄与している。

忘れてはならないことは、スーパーコンピュータの開発は、アメリカと日本の2国で、ほぼ独占していることである。2002年から断然トップだった日本の地球シミュレータが、2004年にアメリカの2つの計算機に凌駕された。この背景には、国家の威信とグランド・デザインに勝るアメリカの国家戦略が垣間見られる。

これに対抗して日本も理化学研究所が中心に、2011年を目標に10ペタFLOPS以上の性能達成を目指している⁽¹⁾。これはアメリカの国防相とエネルギー省の計画と競合あるいは凌駕するレベルにあり、成功を祈念したい。

計算力学部門への第1の期待は、この日本の強みであるスーパーコンピュータを有効活用した「ものづくりのグランド・デザイン」にチャレンジして欲しいことにある。

日本のものづくりは、現在、世界の最先端を走っており、キャッチアップからグランド・デザインにシフトし世界をリードする立場になっている。また、バブル後の「失われた10年」を解消し景気回復にも貢献している。その主な原動力は、製造業における生産技術、自動化技術、環境技術などにあるが、このままでは近未来に中国などに追い抜かれる可能性がある。

そこで将来も、持続的に最先端を維持するためには、これらの技術に継続的なイノベーション、ブレイクスルーが求められている。

大学(学会)は、企業に比しスーパーコンピュータを容易にかつ廉価に利用できる環境にある長所を活かし、生産技術、自動化技術、環境技術などにおいて先端的なイノベーション、ブレイクスルーを担って頂き、その成果を、日本の製造業にフィードバックして頂ければと思っている。これにより産学共同の理想的形態が構築できるのではないかと期待している。すなわち、基礎的研究は共有し、改善・応用研究を企業が分担し、革新研究を大学(学会)が分担できれば、と期待している。

例えば、高機能高分子材料の開発は、高分子にフィラーや短繊維を混合した強化材料の開発では効果に限界があり、複数高分子素材のナノアロイ化により、材料物性が著しく改善されることが、企業の実験室レベルで確認されている。その機能発現のメカニズム、構造・界面制御技術、形態形成技術、工業的量产技術などに未知の課題があり、スーパーコンピュータの活用により仮設・検証できる可能性を秘めている。次世代の自動車、電子機器の開発において、例えば新材料に適した新構造体、新構造体に適した新材料などのアイデアの実現性が提案可能となれば、日本の製造業の持続的な国際競争力強化につながっていくだろう。

計算力学部門への第2の期待は、日本の強みである「知の構造化(あるいは統合化)による課題解決」を、研究・開発の現場で重点化して欲しいことにある。

東大の小宮山総長が述べられているように⁽²⁾、最先端の専門的な学術はどんどん細分化し、複雑になっている。しかもその知識が山のように膨らんでおり、それぞれがどう結びつくのか、全体像がどうなっているのか把握し難くなっている。これらを統合化し、知識の全体像が俯瞰できるようにすることが「知の構造化」である。小宮山総長は、日本の強みは、他国に先駆けて課題が顕在する「課題先進国」だと位置づけている。例えば、エネルギーや環境といった大きな課題については、幅広い分野の学術の知や人のネットワークを構造化して解決を図る「サステナビリティサイエンス」という学問の領域がある。

ノーベル賞受賞のテーマも、ひとつの専門分野の知に起因するものから、知の構造化に起因するものに変わりつつあると聞く。また、日本の製造業の得意とするいわゆる「すり合わせ技術」も一種の「知の構造化」であると言える。

上述の論旨は、計算力学部門にも適合する。細分化された学術の発表も勿論重要であるが、「知の構造化による課題解決」の発表やプロジェクトが増えると企業からの学会参加者が増え、ますます魅力的になると期待している。

上記2つの期待は、日本の強みを活かした提案である。ものづくりの初期・構想段階において革新的アイデアをご提案頂き、できればプロトタイプで、実証して頂きたい。

最後に、知の源泉は人材にあり、教育、研究・開発、現場体験、交流活動が重要である。

参考文献

- (1) 姫野龍太郎、次世代スーパーコンピュータ開発の動向、日本機械学会誌、2007.8, Vol. 110, No. 1065, 578-579.
- (2) 編集長インタビュー、小宮山宏氏、グーグルは知に非ず、日経ビジネス、2007年3月5日号、130-132.



計算力学部門への期待と望むところ

工藤啓治
エンジニアス・ジャパン株式会社

いうまでもなく、現在の製造業では、シミュレーションが不可欠であるばかりか、シミュレーション技術を根幹とするヴァーチャル・ワールドでのものづくりが広く浸透しています。計算力学部門の役割が、工学シミュレーションの基礎・応用技術を世の中に提供することにあるという意味では、世の中に対して計り知れない貢献をしているのは間違いないです。研究成果が還元される方法としては、1) 大学研究室から直接還元できる形、2) 企業との共同研究、に加え、3) 私どものようなソフトウェアベンダーの製品を通じて、大学発の研究技術が活用されるという3種類の形態があると思われるのですが、ここでは3番目の見地からの期待や要望を述べさせていただきます。

私どもは、最適化設計支援、ロバスト設計・信頼性技術等に関連する手法を、設計者が簡単に利用できる形で提供し、エンジニアリング・プロセスを自動化するソフトウェアを提供しています。採用している手法には教科書に掲載されている標準的なもの、弊社のノウハウとして開発したものに加え、世界各国の研究機関で開発された、最新アルゴリズムも導入しています。それらのいくつかは、日本発の技術であって、同志社大学三木・廣安研究室で開発された、島モデルGA、多目的遺伝的アルゴリズム (NCGA) や、甲南大学中山教授により開発された満足化トレードオフ法などです。これらは、弊社製品 iSIGHT に搭載されている数ある手法のなかでもユーザーの利用率が非常に高いもので、弊社製品の大きな長所となっています。

このように、研究 (研究機関) 製品開発 (ベンダー) 利用 (企業ユーザ) という流れがスムーズにつながることで、優秀な技術が、有用な技術として活用されることとなります。このような流れをもっとたくさん作り、まだまだ、目に触れられていない優秀な技術が、世の中に活用されるチャンスをもっと増やすことが、3者にとってのモチベーション、価値、成果を高めることになるでしょう。

それでは、新技術の製品化を担うという立場で、計算力学部門に私どもは何を期待したいのでしょうか。最先端研究であっても、市販製品として利用されるには、いくつかの段階があり、下記のような条件を満たす必要があります。

性能・機能が優れている

適用範囲が広い

安定している

第三者にもわかりやすい形で提供可能

学会で発表される論文では、上記の が満たされていることは当然なわけですが、限られたモデルや、条件での結果のみが発表され、 や が十分に検証されていない場合も多いのではないかと想像されます。技術として成熟するには、 とは必須で、製品化を行うには、 も重要なファクターと

なります。

ここでうまくいくケースといかないケースが想定されます。うまくいくケースは、 や は、研究者側からは技術の成熟化として、一方ベンダー側からは製品化プロセスの一部として、相互協力が円滑にできる場合です。一方、うまくいかないケースは、グレーゾーンとして双方から放置される不幸な場合が考えられます。すなわち、折角の優れた技術でありながら、研究と製品化間のギャップが解決されていないために製品開発者の目に留まらず、製品化の日の目を見ない隠された技術が、じつは多々あるのではないかと推測されるのです。いわば、結婚するときのように、相思相愛の技術連繫が一番とは思いますが、お見合いの機会がないと、相手を知ることさえできないという状況も多く存在するのではないのでしょうか。

このような研究と製品化間のギャップを解決するのに、研究者の自発的がんばりやベンダーの企業努力による歩み寄り活動に帰するのは、当たり前前の結論になるわけですが、ここに、計算力学部門としての支援のチャンスがあるかもしれません。学会発表は専門化同士のコミュニケーションの基礎ですが、研究機関と企業ユーザならびにベンダーとの技術コミュニケーションを促進する新たな仕掛けや場があれば、たいへん興味深い試みになるように思います。結果として、部門の活性化に繋がれば一石二鳥という具合にいけばいいのですけれども。

もちろん、各大学発の技術紹介セミナーや、“仲介”をビジネスとする活動もすでに行われていますが、総花的なテーマが多いように見受けられます。計算力学部門発であれば、計算力学という一つの分野に特化した“技術の結婚”を促進する斬新なアイデアも出てくるのではないのでしょうか。

紙面が限られていますので、別の観点からの要望を、簡単に述べさせていただきます。“計算力学”という堅い印象を受けますが、“シミュレーション”というと、わくわくするイメージがあります。(私だけでしょうか?) ですので、計算力学の存在と位置づけを、より積極的に学会外の世の中に広くアピールしていく方策として、

シミュレーションは面白い (興味の対象に)

シミュレーションは役に立つ (有用性の認識)

シミュレーションという切り口で横断的な視野を持つ (技能としてのメリット)

という3つの切り口を、対外的に発信していったらどうでしょうか。それにより、認知度も広まり、基礎技術を支える若者層が増え、ひいては学会人数も増えていく可能性も出てくると思われます。

散漫な要望でしたが、計算力学部門の今後の発展を強く願って、終わりとします。



計算力学部門への期待と望むところ ——世界を牽引するCAE技術の議論の場に

西浦光一
インテグラル・テクノロジー株式会社

日本は世界でも有数のCAE活用・運用の市場となっている。欧米の著名なソフト会社の中には、日本での販売が生命線になっている企業も有る。世界的にみても有数のCAE市場をもつ日本のCAEを学術面でリードするのが計算力学部門だという認識を再度もつことが必要だと思う。

そのような認識と指導力をいただきながら日本固有のCAEを学会の先生方に開発していただき、それをわれわれ産業界が活用する。輸入されたCAEではなく、日本の土壌に密着した日本型CAEを構想し開発する指導部署として存在していただきたい。

産業界は計算力学部門から認知されたシステムを使い、部門主催の講演会は日本固有のCAEをさらに先鋭化すべく産学が集まったの熱い議論の場となって欲しい。

計算力学部門の講演会に行けば、今後数年後に市場化される技術が見え、その技術を求めてベンチャーソフト企業、大手ソフト企業、ユーザー企業が集い、議論を戦わせるような場として存在して欲しい。議論の場、技術の交流の場、という本来の姿を再度考える時期が来たのではないかなと思う。

いまは依然として1980年代前後に開発されたCAE技術が主流である。大規模化、短時間化というコンピューターの力を借りた発展はあったにしろ、メッシュを切る、境界条件をつける、計算する、結果をみるというプロセスは、1980年代と何も変わらない。それ故、CAEは大規模化という大きなうねりの中で、コンピュータパワーの恩恵を受けることができない部分を人的パワーで解決しなければならない労働集約型の手法となろうとしている。

一方、産業界では、市場の要望に応える形で、小型化、薄型化、軽量化、省燃費等々高付加価値商品の開発がすさまじい勢いで起こっている。商品開発のスピードも、多様性商品の数も30年前に比べると、革命的なスピードで行われてきている。

その開発を支えるのがCAEだと長らく言われてきたが、その技術のベースは30年前と何も変わっていない。CAEで現在の革新的な商品を開発するために、人間の労働力を大量に投入することが必要になってきている産業もある。

CAEで評価する商品が革新的に変革するならCAEも革新的に変革する必要がある。そうしなければ、CAEは企業における開発ツールという立場を急速に失ってしまうだろう。

では、どのようなCAE開発すればいいか。日本は、世界No.1と言われたこともある1990年代を知っている世代には寂しい限りであるが、現在20番代まで国力を落ちしているというレポートもある。そうはいつてもまだまだ物作りでは世界に冠たるものをもっている。世界200位大学にいくつも

の大学が顔をだしている。まだまだ、再生ができると信じよう。

国民全員中流から低所得者層と高所得者層が存在する社会へと向かっている現在。全体として存在できた20世紀から個としての存在に向かっている多様性社会。これから迎える世界一の高齢化社会。

- 今の日本は、見方を変えると
- ・世界的にみても有数な市場
 - ・高技術力
 - ・優秀な人材を輩出する大学
 - ・多様な人材
 - ・多様な考え方

と言えるのではないか。この定義が正しいなら、多様性が日本の文化に根付いたCAEを日本で開発し、それを日本で消費し、さらにそれを先鋭化できる社会構造になってきたのではないだろうか。そうなら、CAEを輸入して発展した20世紀から、革新的CAEを開発し、世界に輸出する21世紀になっていける。

様々な考え方、様々な価値観を持つ日本の社会構造では様々な団体が存在し、その多様性の切磋琢磨が、優秀な成果物を生み出す原動力になる。計算力学部門はその頂点に立ち、様々な多様性を認めながら、大きな成果物を生み出すための求心力になっていただきたいと切に思う。

計算力学部門は、総務委員会の広告担当のみが一般企業に門戸を開けている。もっと、企業も参加できる形に部門の運営も変革していくことも必要ではないだろうか。

そうすれば、ニーズとシーズを運営委員会で議論できる道筋もできてくると思う。海外の計算力学相当部門にも門戸を開き、海外からの発表も受け入れる土壌を作っていただきたいと思う。





計算力学部門への期待

藤川泰彦
株式会社ヴァイナス

近年、団塊世代の大量退職や高齢少子化に伴うエンジニアリング人口の減少と若者たちの理工系離れなどにより製造業界では研究部門から製造部門まで、ものづくりに関するノウハウやスキルの継承問題が話題にのぼっています。私たち株式会社ヴァイナスは1996年の創業以来、一貫して数値解析を利用した設計業務の質の向上と効率化を提唱してきておりますが、このたび機会を頂きましたので、上記の社会状況において今後CAEを用いた設計業務の発展のために日本機械学会計算力学部門で是非取り組んでいただきたい点について述べたいと思います。

近年はCAEの運用におきましても需要の多様化と製品性能の高さを追求する市場の動向ならびに製品サイクルの極短縮化への対応を厳しく求められる時代です。一例として米国の民間航空機の開発では、基本設計の開始から試作機の製造および試験飛行までわずか7ヶ月という驚異的な短期間開発の例が報告されていますがこれはCFD（数値流体力学）を効果的に設計プロセスに組み込んだ成果とされています。¹⁾ 多品種少量生産と製品サイクルの極短縮化への傾向は今後もさらに高まり、この需要に対応する設計の抜本的手段として重視されるCAEもソフトウェアの機能の改良と運用の熟考が必要となります。

ここでCAEの現在の運用形態をその適用段階によって分類すると以下の3フェイズに大別できるのではないのでしょうか。

- ・導入フェイズ：CAE適用範囲の確認と日常の設計への適用
- ・運用フェイズ：CAE運用効率の向上、非線形、非定常、化学反応を伴うなど難易度の高い解析対象への拡大
- ・性能追求フェイズ：製品性能を極限まで追求する最適化設計の施行

いずれのフェイズにおいても、一般に製品開発の上流工程でCAEを適用することは製品開発において有利で、開発コストのみならず製造コストと開発期間の短縮に大きな効果を与えます。このようにCAEを製品開発の上流で積極的に適用し運用することをフロントローディングと称し、製品の基本性能を決定づけるとされています。しかしまだまだフロントローディングを理想的に運営している企業は少ないかもしれません。また性能追求フェイズにおいて、最適設計システムなどによって導き出された最適形状はCADシステムで設計された初期形状から離脱してCADカーネルの形状情報を失っていることから、最適形状を製造に直接反映しようとするとファイル授受が困難になる場合が多くなります。このため、CAD形状情報を保持継承しながら順方向的にサイクルに解析を繰り返すこれまでのようなCAEの運営は見直しを求められます。また位相最適形状を専用システムにより求めた場合、加工工程を考慮していないため従来

加工法の変更を伴うこともあります。さらに、最近では上述のように製造加工法まで配慮して検討するものづくりのノウハウを持った熟練CAEエンジニアの減少により、企業によっては極限性能を追求するフェイズの運用どころか通常の運用フェイズすら危うくする可能性も指摘されています。しかしながら、企業ではCAEの教育システムは未だ十分に整備されておらずOJTで体得する徒弟制度的な教育が一般的なようです。

日本機械学会計算力学部門での話題に目を向けますと、議題は基礎技術と機能に関する話題が多く、CAEを用いた効果的な運用に関する話題があがることは稀な印象を持ちます。機能に関する話題は、基礎研究開発の根幹をなす重要テーマですが、組織運用や教育方法についてもその良否を論じて良い時期に来ているのではないのでしょうか。CAEの運営教育は、まだOJTによる実行レベルであり、製造業界の現状から、今後こういったCAE運用とエンジニアの育成、そして官学民共同での製造現場での業務効率向上への取り組みなどの話題提供を深く望む次第です。

これら、製造業界をとりまく問題を解決していく方法として、私たちは次世代への教育環境の整備が重要な施策だと考えています。道のりは遠いですが日本の技術立国としての基礎を形成、強化するために非常に重要と考えます。特に、大学などの教育研究機関では、上述のようにCAEに関し機能面だけでなく、運用法に関する教育プログラムを組み込むと効果があると考えます。そのためにも、計算力学部門において、経営工学的な観点で製造業の設計現場を研究していただくと、より発展的な議論が生まれ、さらに成熟した情報交換の場となると考えます。

また、計算力学部門には活発な議論の場を設けていただくと同時に、行政に対する様々な要望を提言できる団体活動を行っていただくことも望んでおります。例えば、企業におけるCAE工学教育の促進のための研究会の設置、助成交付の仕組み作り、税制優遇のような枠組み、さらには次世代を担う子どもたちとの積極的な交流の機会を作って頂くことも期待します。こういった意見は産業界からの行政への働きかけも有効ですが、中立な立場の教育、研究機関から広く信頼を得ている学術団体からの呼びかけは非常に影響力が高く、心強いものです。

最後に、このような発言の場を設けていただきました、日本機械学会計算力学部門の皆様にお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 藤井孝藏、航空宇宙分野で見 CFD シミュレーション技術の変遷 "大規模"CFD が拓いてきた世界、VINAS Users Conference 2007 (2007)



計算力学部門への期待

三上和徳
クレイ・ジャパン・インク

ITベンダーとして「期待と望むところ」を自由に書いても良いという趣旨のご依頼があり、経験をつまれたコンピュータユーザ・研究者の方々に前に口はばったい感がありますが、ふたつ個人的な希望と期待を記したいと思います。

私の勤務する会社は1972年に設立されたCray Research社の日本法人として活動を開始し、企業合併・事業譲渡を経て、2000年からクレイ・ジャパン・インクと名称もかわりましたが、Crayスーパーコンピュータシステムの販売と技術サービスを基幹事業として継続しています。科学技術・計算力学分野で私たちがお手伝いできることは、高速なコンピュータシステムの提供を通してエンドユーザの問題解決の時間短縮をはかる事。その結果、時間的な制約の下でより多くの条件での検討を可能とすることかと考えています。

現在の科学技術計算向コンピュータシステムの特徴は並列処理技術の適用だといえます。Crayでも全ての製品系列が並列指向であり、超並列システム(MPP)としての基盤を重視しています。高い演算性能を有する計算ノード群をバランスよく接続する高帯域内部結合ネットワークハードウェア、10000以上の計算プロセスをコントロールするシステムソフトウェア、データ通信を安定して行う機構、並列I/Oを実現するファイルシステムなど、全てのレベルで並列処理を実現するための基盤技術はかなり整備されてきています。以前はプロセッサ技術が重要視されベクトルプロセッサかスカラプロセッサかと議論された時期がありましたが、現在では最も重要なのはMPPとしてのインフラをまず持つことであり、プロセッサ(あるいは計算ノード)のタイプはアプリケーションの特性によって適切に選ばれるとの認識ができています。

このようにシステムの並列化が着実に進みつつある中、エンドユーザが十分にその特徴を活用できているかということ、必ずしもそうだといえません。かたよった見解かもしれませんが、並列化の恩恵を受ける度合いはユーザーが問題の並列性をどの時点で認識できるかということと、そのような並列性を具体的に記述する良い道具をもっているかどうかにか依存しているのではないと思えるのです。

例えば連続体の計算力学を行うユーザは物理モデルを構築する段階、物理モデルを近似離散化したモデルまで落とす段階、離散モデルをアルゴリズムとしてプログラムコード化する段階、プログラムコードをコンパイルする段階、プログラムをジョブとして実行する段階などをふむわけですが、これらの各段階で並列処理のアイデアを適用するチャンスがあります。さらに各段階での並列処理を階層化することが可能ならずです。階層的並列処理と表現すると抽象的すぎますが、

実際には見通しさえつけばかなり簡単です。先ほどの連続体を有限要素法で取り組むのであればおおまかにいって

- ・異なる初期条件を複数同時に計算(最適値)
- ・対象領域を部分領域に分割して計算(領域分割)
- ・個別の要素を独立して計算(要素並列)
- ・要素の各積分点の計算(積分並列)
- ・積分された場の方程式の求解計算(行列計算)
- ・要素・全体間の座標変換(Jacobi変換)

これらの各段階での並列性は自明ですので、プログラムの開発段階で並列処理を適用するのは容易です。このような並列性を設計時から考慮して非常に効率の良い解析コードを産学協同で開発された例もあります。同様な成功をより広いユーザ層で実現していただきたいと希望しております。

もう一つ、並列性を具体的に記述する道具ですが、率直に言って多数のITベンダーが現在提供しているもので、「ん、これは簡単で実際に使える!」と思えるものに出会ったことは残念ながらありません。並列性の認識をもつことはユーザに望みたいのですが、それを実現するためにMPI通信関数を用いての大幅な書き換えとバグ取りの日々を多数のユーザに要求できるかということ、ちょっと弱腰になります。こちらはベンダーの一翼を担うものとして、希望というよりは自らの課題という意味であえて書きましたが、課題だけでは寂しいので、明るい材料を一つご紹介します。

MPP向けにデータ通信をより簡潔に記述できるSPMD型のデータパラレル言語拡張Co-Array Fortran(CAF)、Unified Parallel C(UPC)の認知が進み、CAFの方はISO Fortran2008の規格に公式に含まれることが昨年決定され、またUPCもデファクトスタンダードになりつつあります。記法は至って簡単で

CAFだと $y(i) = x(i) [np]$

UPCだと $y[i] = x[i] [np];$

のように標準的な配列変数名の最後に[]でイメージindexを追加するだけでリモートプロセスとのデータ通信が実現できます。これらの記法は見た通りとても簡潔で、SMP並列(OpenMP)や、場合によってはメッセージ通信関数と組み合わせ、より容易で効率のよいプログラミングを行う道具になり得ると思われます。ベンダーによっては、これらの拡張仕様をハードウェアによるグローバルアドレッシング機構を用いてサポートする(している)場合があり、実効性においてもより期待がもてます。

計算力学部門の皆様が最新のコンピュータシステムの特徴を十分に引き出され、目的とされる結果を得られますようご期待いたします。



シニアに魅力のある学会に

石谷隆広
富士通株式会社

「計算力学部門への期待と望むところ」というテーマで、幹事の方からご依頼を頂きました。期待されているレベルに達しないかもしれませんが、最近、感じているところをご紹介します。

2007年問題は企業だけでなく、小生の所属している学会でも始まっているという話を聞きました。会員の方が会社を定年退職されると、学会も退会する可能性が高いということです。（「計算力学部門」は如何でしょうか？）もし、そうならば、学会に残って貰えるような魅力のある活動・仕組みにしてはと考える次第です。

話を簡単にするために、以下のように会員を分類します。

学生会員（学生）：若さでは負けない人。自由時間あり、経験は不足。

一般会員（現役）：ビジネス（仕事）が中心？ なる。

シニア会員（シニア）：ビジネスとは一区切りを付けられた人。自由時間あり、経験も豊富。

この学生⇔現役⇔シニアの3者を結ぶ場を学会が提供していくのはどうでしょうか？

ブログなどを活用したバーチャルな場でもよいし、講演会などのリアルな場での議論を通してで勿論よいと思います。もし、よいテーマがあれば、そのテーマでワーキンググループなどを作るのも学会としては自然ですね。ポイントの一つは、シニアが興味を持つテーマを選択することです。学術一辺倒ではなく、趣味に近いところで参加できるのがよいのではないのでしょうか？

一つの案は、学生を対象としたコンテストを応援することです。勿論、計算力学部門がコンテストを主催するののも一つの方法でしょう。毎年、テーマを決めて、学生チームをシニアのチームが応援する。或いは、学生チームと対決するシニアチームがあってもよいでしょう。一度やって大差が付くようであれば、ルールを見直していけばよいと思います。新しくコンテストを開催しなくても、ルール上問題がなければ、既存のコンテストに、学生とシニアでタッグを組んで参加するのもよいと思います。

もし新しく始めるとすれば、テーマは、高齢社会に役立つものがよいと思います。例えば、車イスのコンテスト。静かさや、乗り心地や、乗る人のエネルギー消費の少なさを競争。或いは大胆に階段の昇り降りに挑戦するとか...車イスに限らず、階段の昇り降りに特化する部門、また、既にあるかもしれませんが、日常の介護で必要となる機能の一つに特化した部門もよいと思います。

シニアの方は勿論、学生さんも、コンテストや何かものを作るとなると、いろいろなアイデアが出て、喧々諤々、普通

の仕事以上に盛り上がる可能性があります。シニアの方は、健康管理にも注意する必要があります。プロジェクト中は、毎月健康診断を受けることも必要かもしれません。お金の管理だけでなく、余りに夢中にならないように時間の管理も必要かもしれません。

こんなことを考えついたのも、久しぶりにテレビで鳥人間コンテストを見て、暫くの間に、随分、機体・技術が進歩したことに驚いたからです。今年は、天気はよかったです。風がきつかったためか、飛距離の記録は残念ながら伸びなかったようです。それでも、人力で何キロも飛ぶということは素晴らしいことです。少なくとも30年前は、今のよう飛べるとは考えていませんでした。勿論、技術の進歩も応援していると思います。計算力学も役立っていることでしょう。空気を捉えて遠くまで飛ぶ機体は、実に優雅にみえました。継続は力なり。楽しんでチャレンジした結果が、社会にも貢献することになればと考える次第です。

現代の60代の方々は、まだまだ、元気で、本当に引退するには早いのではないかと思います。このため、ビジネスは勿論、ボランティア、NPOなどで活躍される方も多いと思います。その選択肢の一つに学会があって欲しいと思います。このためには、学会もシニアにとっても魅力のある学会になる必要があります。

それぞれの分野のシニアが集まれば、一流のコンサルタントグループとなる筈です。会社を退職された後であれば、今まで以上に出せるノウハウもあるかもしれません。メールやWEBを使えば、どこにいても相談を受けることができます。このようなグループ、学会の活動が活発になると有難いなと考える次第です。取り留めもないことばかりを書きましたが、「計算力学部門」の皆様の一つでもヒントになることがあれば幸いです。



部門からのお知らせ



第20回計算力学講演会のご案内

仲町英治
同志社大学 生命医科学部 設置準備室学部

講演会を下記の要領で開催いたします。開催日：2007年11月26日（月）～28日（水）会場：同志社大学京田辺キャンパス（京都府京田辺市多々羅）詳細は講演会ホームページ：<http://www.is.doshisha.ac.jp/cmd2007/> をご覧ください。本講演会では、企業からの参加者の増加による活性化を目的として、NPO法人CAE懇話会の協賛を得ました。さらに、従来の講演方式でありました口頭発表のみのセッションに加えて、ポスター発表を大幅に増加し、若手会員間の長時間・重点的な議論の場を増設しました。また、東京大学久田俊明氏、大阪大学春名正光氏、福田・近藤法律事務所近藤恵嗣氏の3件の特別講演を各日の13:00-14:00の時間帯に企画しました。その他、フォーラム4件、チュートリアル2件、オーガナイズドセッション26件、一般講演を企画しています。部門賞授賞式および懇親会は11月27日（火）18:00-20:00（同志社大学 京田辺キャンパス）で開催されます。期間中に秋の京都を楽しむことができると思います。皆様の参加を実行委員会・同志社大学全員でお待ちしております。

講演会に関する問い合わせ先、〒160-0016 東京都新宿区信濃町35番地 信濃町煉瓦館ビル5階、（社）日本機械学会 計算力学部門担当 曾根原雅代、電話 (03)5360-3502 / FAX (03) 5360-3508 E-mail: sonehara@jsme.or.jp

[特別講演 I]

2007年11月26日（月）13：00 - 14：00

題目：マルチスケール・マルチフィジックス心臓シミュレーション

講師：東京大学大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻・バイオメカニクス分野 久田俊明氏

[特別講演 II]

2007年11月27日（火）13：00 - 14：00

題目：超高齢社会における医療フォトンクス 光コヒーレンストモグラフィ(OCT)の進展

講師：大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻 春名正光氏

[特別講演 III]

2007年11月28日（水）13：00 - 14：00

題目：20周年特別講演：機械・構造物の欠陥と設計技術者の法的責任

講師：福田・近藤法律事務所 近藤恵嗣氏

[フォーラム]

- 1、安全・安心社会創生のための医工学技術開発
- 2、電磁流体解析関連技術
- 3、企業におけるCAEの事例と取り組み
- 4、CAEアプリケーションにおけるチャレンジ

[チュートリアル]

- 1、並列プログラミング入門
- 2、ネットワーク情報学の最前線

[オーガナイズドセッション]

- 01、電子デバイス・電子材料と計算力学
- 02、CGと計算力学
- 03、CIP型マルチモーメント・スキームの新展開
- 04、流体の数値計算手法と数値シミュレーション
- 05、複雑熱流体現象の数値シミュレーション /
- 06、材料の組織・強度に関するマルチスケールアナリシス
- 07、ポリマの変形と破壊に関するモデリングとシミュレーション
- 08、電子・原子・マルチシミュレーションに基づく材料特性評価
- 09、相変化・形態変化を伴う現象のモデル化とシミュレーション
- 10、メッシュフリー / 粒子法とその関連技術
- 11、レベルセット法の応用
- 12、界面と接着・接合の力学
- 13、社会・環境・防災シミュレーション
- 14、衝撃・崩壊問題
- 15、材料・構造体の衝撃応答
- 16、逆問題解析手法の開発と最新応用
- 17、RBFと選点法の新展開
- 18、計算力学と最適化
- 19、大規模連成解析と関連話題
- 20、次世代CAD/CAM/CAE/CG/CSCW/CAT/C-Control
- 21、マイクロスケール流れに対するシミュレーション技術とその応用
- 22、計算バイオメカニクス
- 23、生命体統合シミュレーション
- 24、格子ボルツマン・ガス法
- 25、粒・粉・滴のパターン形成
- 26、並列・マルチスケール計算手法の開発と応用
- 27、一般セッション / General Session



第21回計算力学講演会のご案内

伊良波繁雄
琉球大学 工学部 環境建設工学科

開催日：2008年11月1日(土) 2日(日) 3日(月)
会場：琉球大学工学部1号館、2号館、4号館
(沖縄県西原町千原1番地)

第20回の開催地、京都の後を引き継ぎまして第21回計算力学講演会は沖縄で開催されることになりました。沖縄県はわが国で最も南に位置する県で文化および自然的にも独特なものがあります。実行委員会は九州、沖縄の大学、高専の先生方の参加の下で順調に活動しております。実行委員会一同は会員皆様の心に残るような講演会になることを目指しながら、皆様のご参加を心よりお待ちしております。

講演会に準備につきましては、第一回準備会が2007年3月6日に九州大学で開催され、第二回準備会が6月30日に琉球大学で開催され、九州大学をはじめ九州、沖縄の大学、高専の先生方の熱心な議論の下、実施案を検討しております。実施案がまとまり次第会員の皆様にお知らせしたいと思っております。

なお、企画についてご要望がありましたら、ご連絡をお願いいたします。

連絡先；

(委員長) 伊良波繁雄

琉球大学工学部環境建設工学科
〒903-0129 沖縄県西原町千原一番地
TEL：090-895-8663
FAX：098-895-8677
E-mail：iraha@tec.u-ryukyu.ac.jp

(幹事) 萩原世也

佐賀大学理工学部機械システム工学科
〒840-8502 佐賀市本庄町1番地
TEL：0952-28-8800
FAX：0952-28-8587
E-mail：hagihara@me.saga-u.ac.jp



2008年度年次大会の部門企画について

志澤一之
慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 (総合デザイン工学専攻)

2008年8月4日(月)～7日(木)までの4日間〔ただし7日(木)「機械の日」は市民開放行事を予定〕にわたり横浜国立大学(横浜市)を主会場として2008年度日本機械学会年次大会が開催されます。本大会では、「マイクロ・ナノ」、「エネルギーと環境」、「人材と教育」の3つのキーワードを中心に魅力的な大会企画が進められております。部門登録者の皆様からご提案いただきました当部門関連のオーガナイズドセッションは9月28日現在で以下の5件です。いくつかの企画は年次大会ならではの部門横断形になっております。また、部門同好会は例年どおり他部門との連携の形で開催する予定です。新しい学術・技術交流の創生が期待されますので、皆様、是非ご参加くださいますようお願い申し上げます。

オーガナイズドセッションとオーガナイザー一覧
(は筆頭オーガナイザー)：

1. 解析・設計の高度化・最適化(設計工学・システム部門/計算力学部門)
山崎光悦(金沢大、TEL 076-234-4666/FAX 076-234-

- 4668、Email yamazaki@t.kanazawa-u.ac.jp) 西脇眞二(京大)、轟章(東工大)、多田幸生(神戸大)、荒川雅生(香川大)、北山 哲士(金沢大)
2. マイクロ・ナノ材料システムの力学と強度・機能評価(材料力学部門/計算力学部門)
成田史生(東北大、TEL 022-795-7342/FAX 022-795-7342、Email narita@material.tohoku.ac.jp) 荒井政大(信州大)、真田和昭(富山県立大)、倉敷哲生(阪大)
3. 生命体統合シミュレーション(バイオエンジニアリング部門/計算力学部門/流体工学部門)
高木周(理研、TEL 048-462-1464/FAX 048-462-1467、Email takagish@riken.jp) 大島まり(東大)、横田秀夫(理研)
4. 流体情報学と協調的可視化(計算力学部門/流体工学部門)
藤代一成(東北大、TEL 022-217-5245/FAX 022-217-5245、Email fuji@vis.ifs.tohoku.ac.jp) 渡辺崇(名大)、白山晋(東大)、大林茂(東北大)

5. 逆問題解析手法の開発と最新応用 (材料力学部門 / 計算力学部門)

井上裕嗣 (東工大、TEL 03-5734-3598/FAX 03-5734-3598、Email inoueh@mep.titech.ac.jp) 久保司郎 (阪大) 天谷賢治 (東工大)

オーガナイズドセッション企画に加え、計算力学部門の特別行事企画として「先端技術フォーラム」、「ワークショップ」、「新技術開発リポート」も予定しております。現在、それらに

についてはメーリングリストにより部門登録者の皆様に企画のご提案をお願いしているところです (期限: 2007年12月18日 (火))。申込先は以下のとおりですので、多数のご提案をお寄せいただければ幸いです。よろしくお願いたします。

< 申込・問合せ先 >

志澤一之 (慶應義塾大学理工学部機械工学科)

電話 / ファックス: 045-563-1141 / 045-566-1495

電子メール: shizawa@mech.keio.ac.jp

書評



計算力学ハンドブック

矢川元基、宮崎則幸 編集

朝倉書店 2007年5月発行 662頁 定価 (本体30,000円 + 税) (ISBN978-4-254-23112-0)

小林卓哉

株式会社メカニカルデザイン

22章からなる本書を手にしたとき、最初に抱く思いは、計算力学という学問体系によってもたらされた自由への感慨である。編者らはこれを指して、離散化によって獲得された束縛からの解放という表現を、そのまがきの中で使用している。

1950年代中盤にFEMが現れたとき、これが革新的なものとして受け入れられたのは、旧来の学問の方向性であった抽象化とは逆の方向、すなわち形状をそのまま再現すること (具象化) が高度に実現できる道具であったからである。

もちろん小部分に分割するという行為は抽象化の手続きそのものであり、旧来の工学の伝統に負う部分が大きい。しかしFEMの地位が決定的なものとなったのは、単に形状を細分化するだけに終わらず、離散化という手法を通して、形状の再構築ひいては力学的挙動の再構成の手順が明瞭に示されたためである。

すなわち離散化という概念は、一見、抽象化の手続きに見えるが、あくまで再統合を意図した具象化の姿勢の表現である。束縛からの解放という編者の指摘は、正にその機微を表している。

本書は、以下の構成を有している。

第1編 基礎編

1. 有限要素法
2. CIP法
3. 境界要素法
4. メッシュレス法 / 粒子法
5. 電子・原子・転位シミュレーション
6. 創発的手法
7. 大規模並列計算手法
8. CAD・プレプロセッシング
9. CG・可視化

第2編 応用編

10. 材料強度・構造解析
11. 破壊力学解析
12. 熱・流体解析
13. 電磁界解析
14. 相変化・相変態解析
15. 波動・振動・衝撃解析

16. ナノ構造体・電子デバイス・マルチスケール解析
17. 連成問題
18. 生体力学
19. 接触・界面
20. 逆問題
21. 最適化
22. 生産現場へのCAE



国内で計算力学に関する本格的なハンドブックが編まれたのは、1981年に培風館から発行された「有限要素法ハンドブック」*が最初である。この年は1956年にTurnerらによるFEM (剛性解析) の最初の論文が提出されてから、ちょうど25年を経過した年であった。

このハンドブックでは、単に静的な弾性解析にとどまらず、動的解析、構造安定性と大変形解析、非弾性解析など当時最先端にあった諸分野へのFEMの応用が取りまとめられている。今日、汎用の非線形構造解析プログラムを用いて、これらの解析が広く行われるようになってきたことを思えば、この種の書籍が果たす役割は大きい。

それから更に四半世紀を越えて、今回の計算力学ハンドブックが上梓された。章立てから明らかのように、近年の計算機の高性能化を背景にして、研究の方向性が多種多様に拡張してきていることがわかる。

離散化という手続きは、工学に見通しの良い実用的な手段を与えてきたが、同時に、離散化が難しい領域との間に、新たな障壁を築いてきたという側面も見逃すことはできない。CADによって与えられた精緻に過ぎる形状データ、時間的にも空間的にも巨視と微視が入り組んだ物理現象、商業的な需要のみならず職能や雇用に関わる社会的な構造の変化など、本書に描かれた諸解析の前に立ちはだかる障壁は決して低くはない。

来る四半世紀の後、我々はいかなる思いをもって本書を再び手にするであろうか。今後の発展に期したい。

* 鷲津、宮本、山田、山本、川井編、有限要素法ハンドブック、培風館、1981 (基礎編)、1983 (応用編)。

書評



構造解析のための有限要素法実践ハンドブック

非線形 C A E 協会 監修、岸 正彦 著

森北出版(株)、2006年5月発行、272頁、定価(本体6,000円+税) ISBN4-627-91791-0

宮沢康浩

矢崎総業株式会社 車載技術開発センター

これから有限要素法に取り組む人にとって有限要素法の理論やプログラミングの参考書は多数出版されていますが、実務に即した参考書は、数が少ないのが実情です。本書は、著者が1983年に執筆した「機械のための有限要素法入門」(絶版)を基に加筆しリニューアルした位置付けの本で実務に役立つノウハウが盛り込まれた書籍です。前書については、私も初心者の方によく活用していました。当時は、周りに経験者がいなかったため有限要素法を使った解析に取り組む際、かなり苦労しましたが、前書を読むことでずいぶん助かった経験があります。前書も実務向けの本でしたが、本書は何回も繰り返して読み直し易いようにハンドブック形式にした工夫がされています。

本書の構成は、次の通りです。

- 第 編 有限要素法解析への導き
- 第 編 一般構造の応力解析
- 第 編 特定構造の応力解析
- 第 編 各種の構造解析
- 第 編 計算結果の評価
- 第 編 資料と付録

第 編は、本書の読み方と有限要素法の概要について書かれています。本書の読み方については、例として初めての方、2回目、慣れた人向けとマネージャ向けに記載されています。特に初めての方にとって有限要素法で学ぶべきことが多数あるため、最初から詳細なところを読むよりも全体の概略をつかむことが重要なのでいい配慮だと思います。また実務経験のないマネージャ向けにも書かれていて、「有限要素法プログラムを購入すれば一件落着ではない」や「専任技術者を育成するには時間がかかる」等理解していただきたい内容が平易に提言されているのが他の書籍にはない大きな特長となっています。

第 編は、応力解析のモデル化を骨組み構造、板構造、シェル構造、3次元体構造と配管構造について説明しています。

第 編は、クラッド鋼、溶接等の特定構造やブリーチング、対称性のある構造について書かれています。特に対称性のある構造は、図を使って拘束条件を説明していますので初心者でも理解し易く工夫されています。

第 編は、静解析以外によく使われる振動、熱伝導解析と非線形解析について説明しています。

第 編は、計算結果の評価方法と報告書の書き方等が記述されています。計算結果の評価については、(1)計算結果の応力や固有値が設計上適切であるかの評価(2)計算誤差の評価(3)計算結果が正しく求められているかの評価について述べられていて第1編と並んで本書の大きな特長となっています。



第 編は、各種の資料と材料物性値が書かれています。各種資料では、単位換算表が掲載されています。有限要素法を使って計算するためにはあたり前の話ですが、ディメンジョンを揃えなくてはなりません。汎用ソフトでは、どの単位系を使うかはユーザにまかされているため、必要な数字を入力するだけで結果がでできます。単位系をそろえないと桁が大きくなったり、とんでもない値になったりします。複数の文献から物性値を入手した時、単位の表示がばらばらなため等換算表があると大変重宝します。材料物性値は、本来対象とする製品の物性値を測定して解析に用いるのがいいのですが、手元にデータがない時とても役立ちます。特に初心者の方は、解析に必要な物性データを常備している方は少ないと思いますので。

以上のように本書は、著者の長年の実務経験をもとにしたノウハウをハンドブックという形式でまとめています。本書の中でも述べられているように有限要素法プログラムを使いこなして、設計業務に正しく活用できるようになるには5~10年かかります。そのためには(1)有限要素法の理論や材料力学の理論の習得(2)有限要素法プログラムの操作方法の習得(3)モデル化技術の習得(4)評価方法の習得が必要となり、それらをスパイラルアップさせて学習することが良いと述べられています。

本書を手元へ置き、疑問が生じた際に読み直すことにより確実にレベルが上がっていきますので常備することをお勧めします。

第85期 計算力学部門 委員名簿

運営委員会

部門長 姫野龍太郎 (独)理化学研究所
 副部門長 大野信忠 名古屋大学
 幹事 山田貴博 横浜国立大学
 運営委員 田村善昭 東洋大学
 松田哲也 筑波大学
 辰岡正樹 日本アイ・ピー・エム(株)
 大橋鉄也 北見工業大学
 山本 悟 東北大学
 坂本二郎 金沢大学
 松本敏郎 名古屋大学
 森西洋平 名古屋工業大学
 稲垣昌英 (株)豊田中央研究所
 伊藤泰則 新日本製鐵(株)
 宋 明良 神戸大学
 中谷彰宏 大阪大学
 誉田 登 住友金属工業(株)
 小島史男 神戸大学
 蝶野成臣 高知工科大学
 森 浩二 山口大学
 宮良明男 佐賀大学
 塩谷隆二 九州大学
 青木尊之 東京工業大学
 江澤良孝 東洋大学
 笠俊 司 石川島播磨重工業(株)
 石井恵三 (株)くいと
 中村俊哉 (独)宇宙航空研究開発機構
 辻田星歩 法政大学
 手塚 明 (独)産業技術総合研究所
 久野勝美 (株)東芝
 白崎 実 横浜国立大学
 佐々木直哉 (株)日立製作所
 轟 章 東京工業大学
 志澤一之 慶應義塾大学

総務委員会

委員長 姫野龍太郎 (独)理化学研究所
 幹事 山田貴博 横浜国立大学

広報委員会

委員長 姫野龍太郎 (独)理化学研究所
 幹事 松田哲也 筑波大学
 幹事 辰岡正樹 日本アイ・ピー・エム(株)

事業企画委員会

委員長 大野信忠 名古屋大学
 幹事 田村善昭 東洋大学

年次大会担当委員会(2007)

委員長 中谷彰宏 大阪大学
 幹事 山本恭史 関西大学

年次大会担当委員会(2008)

委員長 志澤一之 慶應義塾大学
 幹事 白崎 実 横浜国立大学

計算力学講演会担当委員会(2007)

委員長 仲町英治 同志社大学
 幹事 三木光範 同志社大学

計算力学講演会担当委員会(2008)

委員長 伊良波繁雄 琉球大学
 表彰担当委員会
 委員長 三木光範 同志社大学
 幹事 高木 周 (独)理化学研究所
 計算力学企画・普及委員会
 委員長 矢川元基 東洋大学
 幹事 白鳥正樹 横浜国立大学
 将来問題検討委員会
 委員長 大野信忠 名古屋大学
 幹事 田村善昭 東洋大学
 計算力学技術者認定支援委員会
 委員長 姫野龍太郎 (独)理化学研究所
 幹事 長嶋利夫 上智大学
 幹事 高木 周 (独)理化学研究所
 電子材料、電子・情報機器関連技術委員会
 委員長 宮崎則幸 京都大学
 幹事 于 強 横浜国立大学
 最適設計技術委員会
 委員長 山崎光悦 金沢大学
 幹事 多田幸生 神戸大学
 計算力学教育技術委員会
 委員長 山田貴博 横浜国立大学
 幹事 澁谷忠弘 横浜国立大学
 設計工学関連技術委員会
 委員長 萩原一郎 東京工業大学
 幹事 松岡由幸 慶應義塾大学
 社会・環境・防災シミュレーション技術委員会
 委員長 吉村 忍 東京大学
 幹事 北 栄輔 名古屋大学
 英文誌編修委員会
 委員長 萩原一郎 東京工業大学
 副委員長 岡田 裕 鹿児島大学

【部門所属研究会】

A-TS01-09 逆問題解析手法研究会
 主査 田中正隆 信州大学
 A-TS01-13 九州地区計算力学研究会
 主査 萩原世也 佐賀大学
 A-TS01-14 境界要素法研究会
 主査 田中正隆 信州大学
 A-TS01-15 マルチスケール計算固体力学研究会
 主査 大橋鉄也 北見工業大学
 A-TS01-18 感性領域のデジタル化推進研究会
 主査 萩原一郎 東京工業大学
 A-TS01-19 電磁流体解析関連技術研究会
 主査 金山 寛 九州大学
 A-TS01-20 複合領域における設計探査研究会
 主査 大林 茂 東北大学

各行事の間合せ、申込先

日本機械学会計算力学部門担当 曾根原雅代
 〒160 - 0016 東京都新宿区信濃町35番地 信濃町煉瓦館5階
 TEL:03-5360-3502/FAX:03-5360-3508
 E-mail:sonehara@jsme.or.jp

計算力学部門ニュースレター No.39:2007年11月15日発行

編集責任者:広報委員会委員長 姫野龍太郎

ニュースレターへのご投稿やお問い合わせは下記の広報委員会幹事までご連絡ください。

広報委員会 幹事 辰岡正樹

日本アイ・ピー・エム株式会社 システム製品事業

〒550-0004 大阪市西区靱本町1-10-10

Tel: 06-6449-2944 Fax:06-6445-0469 / E-mail: tatsuoka@jp.ibm.com