

WEB 座談会：数値流体力学シンポジウムを考える

- このままで良いのか数値シンポ (Part III) -

参加者：三宅裕（福井工業大学）、中橋和博（東北大学大学院）、
姫野龍太郎（理化学研究所）、持田灯（東北大学大学院）、
牛島省（京都大学大学院）、飯田明由（工学院大学）、
寺本進（東京大学大学院）

司会者：山本誠（東京理科大学）

3 現在の CFD シンポの問題点（現在）と CFD シンポの将来（未来）

山本：

それでは、最後のテーマ「現状と将来」に話を進めていきたいと思います。当初、現状と将来を別々に議論しようと思っていましたが、これまでの話でも現状への不満（？）が出ていましたので、ここで一緒に議論してしまいたいと思います。

セッション構成、会場、参加費、テーマ、発表レベル、運営方法などなど、現在の CFD シンポの問題点（再掲でも結構です）、また将来の CFD シンポへの期待など、何でも結構ですので、現状と将来について発言してください。

予備知識（しがらみ？）の少ない若手から斬新な意見をいただきたいと思いますので、今度の順番は若い順

寺本先生->飯田先生->牛島先生->持田先生->中橋先生->三宅先生->姫野先生
とします。ただし、次回実行委員長の姫野さんは皆さんの意見を受けて、最後に総括の意味も込めて発言してください。

では、寺本先生からよろしくお願いたします。

寺本：

寺本です。CFD シンポでは流れ場の突っ込んだ議論はしないことが多いようですが、もう少し流れ場の議論をしても良いのではないかと思っています。

CFD シンポの論文は2種類あって、1つは新しいスキームや、それまで誰もやっていなかった計算を発表するもの、もう1つは CFD をツールとして使って流れ場を解析した適用例を発表するもので、以前は前者が多かったのですが、最近は後者が増えてきているように思います。

CFD が成熟してきた分、後者が増えるのは自然だと思います。ただ、CFD というツールを使って流れ場を解析することが研究の主目的のはずなのに、CFD シンポのプレゼンではコードの説明に時間を割いて本筋の流れ場についてはさらっと流してしまうので、その発表が何を主張しようとしているのかが分かり難くなってしまふ、それが CFD シンポが活気が無くなってきているように感じる原因の1つにはなっていないでしょうか。

CFD をツールとして使って流れ場を解析するときは、目的に合わせて CFD の手法や着目する

パラメータを選択する必要があります。当然のことながら選択した手法では評価できないパラメータに着目しても無意味ですし、また逆に着目するパラメータの選択が適切でないと、高度なCFD手法が必要になって、計算コストが無駄に増えることとなります。同じ流れ場を解析する場合でも、CFD手法と着目するパラメータの選択は人によっていろいろ有り得ます。CFDをツールとして使うのであれば、ツールの説明よりもツールの特性をどう理解して、どう使ったかの説明の方が大切ではないでしょうか。「目的は なので、そのために というパラメータを評価する。そのためには という手法よりも という手法の方が適切なので、それを使ったら××という事が明らかになった」と、流れ場の解析を中心にした発表の方が、単に「 スキームを使って計算したら、こうなりました」という発表よりも、CFDをツールとして使う立場からは参考になって面白くなるのではないかと思うのですが、如何でしょう？

飯田：

解析手法や数値解析の基礎に関しては、詳しくないので応用研究の発表に関して述べさせていただきます。

寺本先生の意見とほぼ同じなのですが、CFDシンポに限らず、CFD関連の発表で時々物足りなく感じるのは、解析手法の提案なのか、現象の解明なのかがはっきりしない場合だと思えます。特にCFDシンポでは、なんとなく解析手法について述べないといけない雰囲気があるのか、発表時間が短い割には一般的な解析手法が述べられたあと、淡々と計算結果が示されて終わりというケースがあるように思います。多分、多くの人はその結果何がわかったのか、あるいは解析手法にどんな工夫がなされたことによって結果が得られるようになったのかを聞きたいのですが、一般的な手法が述べられたあとにアニメーションが出て終わりだと、質問のしようもないという気がします。

手段と目的が混同しているようなことは企業の研究でも見られました。目的は製品の性能向上なのに、CFDやPIV計測のような最新の技術を使うと高度だと錯覚してしまい、ピトー管で十分現象が理解できるところに大金をつぎ込むようなケースも見られます。

乱流解析手法の開発などであれば計算自体が目的となりますが、応用研究の場合は本来の目的を重点的に話す場が必要だと思えます。

新幹線の碍子カバーを開発した際、従来型の詳細解析(LES)データがあったので、これをもとに空力騒音の発生因子を推定し、原因となる箇所を抽出したような2次元モデルを作成し、パラメータサーベイを行いました。2次元のk- ϵ モデルですから計算負荷も小さいので、1週間で20ケースくらい処理できました。この結果をもとに空力騒音が小さくなりそうな風洞実験用縮尺モデルを10個くらい作成し、風洞実験で騒音低減効果を確認し、最終モデルを大型風洞で確認するとともに、大規模解析(LES、数百万要素)を行い、次回以降の詳細データとしました。CFDを活用したことにより開発期間が従来の半分以下になり、性能も大幅に向上しました。

しかし、上記のような内容を、現在のCFDシンポで発表しても、あまり関心を集めないように思います。基本となっている分析は2次元解析のため、解析手法的には高度ではないため、

多分コード開発をしている人（応用に興味があれば別ですが）にとってはあまり面白くないのではないのでしょうか？もし、応用分野の研究を活性化するのであれば、CFDの手法そのものにはこだわらず、CFDの結果そのものを議論するようなセッションを組むとか、思い切って実験屋に発表してもらって、その問題をCFDで検討するとしたらどうなるか、あるいはその逆を議論することが必要ではないのでしょうか？

発表時間が短くなっているため、十分な議論ができなくなっているため、パネルセッションを活用するのもよいのではないのでしょうか？学生時代にパネルセッションで発表した際に、いろいろな先生方から指摘やアドバイスをいただき、大変参考になったことがあります。学生や企業の研究のように、いろいろな人からのアドバイスが必要な研究をパネルディスカッションにするのも一案かと思えます。

山本：

寺本先生、飯田先生、ありがとうございました。

若手からは発表のレベルの問題、形式の問題が提起されました。確かに、最近の発表は「こんな計算法で計算したらこんな結果が得られました」といったものが多いように思います。得てして学生の発表では、研究室の遺産コード(?)や市販コードを利用して計算していて、計算法の中身も結果の理解も不十分というものが目立つようになってきているのではないのでしょうか。

この点、思い切って、学生の発表をパネルにまとめてしまうという飯田先生の案は面白いですね。また、逆に、教員が自ら発表するセッションを設けるということも考えられます。教員側の研究意識を高める上で役立つのではないのでしょうか。これは私の自戒ですが、どうも最近の学会は学生&助手任せで昔のような緊張感に欠けています。

セッションの分け方も思い切った変更が必要かもしれませんね。

さて、それでは中堅の牛島先生と持田先生にご意見をいただきたいと思えます。発表レベルやセッションのこともお願いしたいと思えますが、理想的な会場、開催場所などについてはいかがでしょうか？

では、よろしく願いいたします。

牛島：

近年のCFDシンポの会場、開催場所には満足しています。問題点としては、細かいことですが、プロジェクト関連の機器が適切に動作しないことが時々あることくらいです。

しかし、寺本先生、飯田先生が述べられている問題点を考えると、今後何らかの工夫が必要です。たとえば小さい部屋で、セミナーのように発表者と聴講者が近い距離にあり、自由に討議できるような形式があると、より深い議論ができると思えます。(シンポジウムという形とは離れてしまうかも知れませんが。)また、ご提案があったようにパネルなども賛成です。パネルと合わせて会場でプレゼンをして頂き、発表後に関心のあるパネルの前でゆっくり議論して頂く、などというのはどうでしょうか。

すでにご意見がありました発表内容に関しては、解法の目的や応用先を十分考慮した内容

は確かに望ましいですが、なかなか一つの研究で解法の細かいところから応用までカバーするのはたいへんな場合が多いと思います。このため、一見応用先が見えないような、（本当は見た方がもちろん良いのですが）、解法に重点を置いた研究もうまく受け入れてほしいと思います。

応用的な内容は、土木や機械など、各分野の学会でむしろ活発に議論されているのではないのでしょうか。CFDシンポの良い点の一つは、応用先に限定されない各種の現象に共通する解法が議論される点にもあると思います。寺本先生、飯田先生から出された問題点をうまく解決しつつ、解法についても十分な議論ができる場であってほしいと思います。

持田：

皆さんの言われたこと、

- ・内容についての理解不足、考察不足の発表が多い
 - ・その原因の一つとして、先生方が余り発表しなくなった（学生の研究発表的になった）
- というのに同感です。

それから、最近は環境問題の応用のセッションに出ることが多いですが、参加者の顔ぶれを見ても議論の内容を見ても、私の関係では建築学会や風工学会の同種テーマのセッションと変わり映えがしなくなっているように思います。

牛島先生の言われるように、「CFDシンポの良い点の一つは、応用先に限定されない各種の現象に共通する解法が議論される」点にもあると思います。と思うのですが、最近は、「数値流体ならではの」という学際的な感じが希薄になっていると思います。同時並行で進行するセッション数が多すぎるのがよくないのかなと考えています。ご提案のあったパネルによる発表等も取り入れ、所謂、口頭発表題数を減らして、同時進行するセッション数を減らせれば、もう少し幅広い議論が出来るかもしれませんね。

会場、開催場所は今のままで特に問題は感じません。時期は、ここ数年、年の瀬は外せない用事が増えて参加しづらくなっております。他の先生方はどうでしょうか？何と言っても多くの先生方になるべく長時間セッションに参加して頂くのが、最も大切だと思います。

山本：

中堅の方々の印象としても、やはり発表レベルの問題が大きいようですね。また、持田先生が言われたように、セッションのテーマを限定しすぎて、セッション数がやたらに増えていることも良くないのかもしれない。実際に前々会のシンポを主催した中橋先生はどのようにお考えなのでしょうか？

中橋：

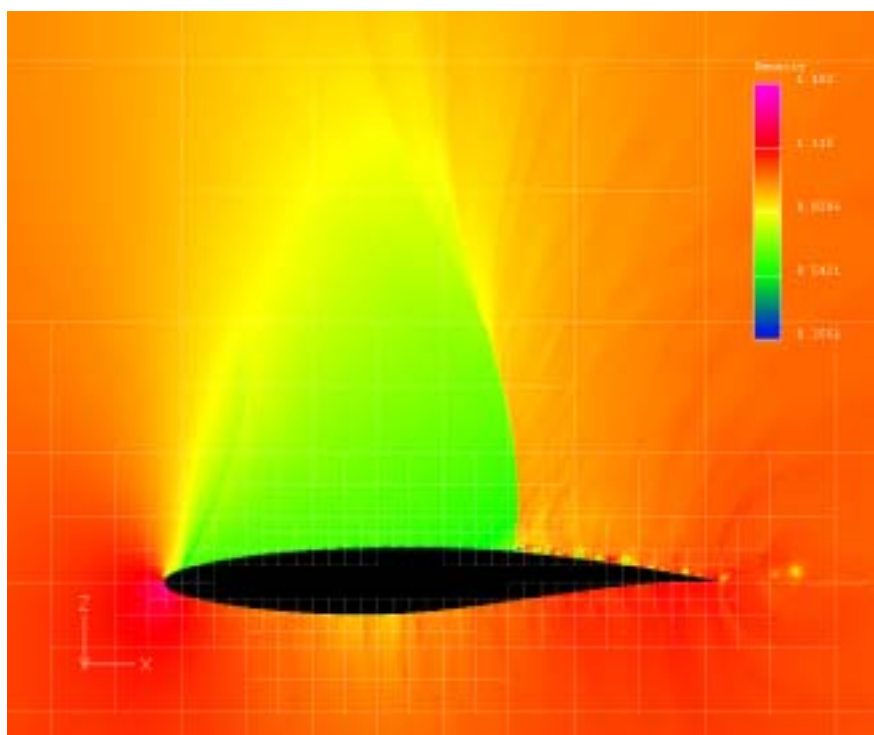
発表レベルが問題とのことですが、それだけCFDが進んだことのためではないのでしょうか。私の関係している航空関係のCFDについて考えてみますと、今はちょうど過渡期のような気がしています。ご存じのように、最近では飛行機全機まわりの計算も簡単にできるようになりました。以前、さんざん苦労していたのが嘘のようです。しかし一方では、失速点近傍の正

確な予測は未だに実現していません。たぶん、現在用いているRANS(レイノルズ平均)では無理なのでしょう。そのために、より精度を求める方法としてLES、あるいはDES(RANSとLESのハイブリッド)に関心が移りつつあります。DNSも試みられています。定常な流れの高精度な計算にこれまで注力されて来たため、LES計算では他分野のCFDに遅れてしまいました。航空のCFDは、ちょうど今はRANSが一段落し、次のステップであるLES、更にはDNSへと移る段階での踊り場的な状況なのかも知れません。

ただ、実レイノルズ数の翼周りのLESやDES、さらにはDNSともなると、大型計算機が必要となり、そのような大規模計算を行える人は限られてきます。また、そのような結果を必要とする航空産業も国内には少ないのが難点です。国内のシンポジウムで航空関係の発表が少ないのは、現状ではどうしようもありません。

また、2次元問題が主だった過去では、学生自身が自分でソルバーを作って研究を進めることも可能で多彩な研究発表を聞けました。しかし3次元計算が当たり前になった現在は、既にできあがったソルバー等を使っての応用研究が中心になりつつあります。そのソルバーや格子生成も複雑さも増しているため、学生はブラックボックスとして使うことも多いでしょう。そのような発表では内容も演習的となり、聞く方にとってはつまらなくなってしまうます。CFDの進展で複雑さが増し、それが発表レベルを落としているのかも知れません。

このような状況に私自身、反省しています。学生にとってソルバーがブラックボックスだと市販ソフトと代わらないし、研究意欲が削がれるでしょう。更なる発展も困難です。そのため、シンプルさを最優先した計算法ができないかと模索しています。その一例を下図に示しました。忙しいのでなかなか進まないのですが、誰でも使えて修正できるCFDアルゴリズムが出来ないかと。



最後は自己宣伝になりましたが、成熟したという航空関連のCFDもまだまだ未完成であり、面白い研究課題があることも確かです。また、CFDシンポはやはり新しい計算法をみんなで議論する場であることが最も大事なのでしょう。逆に新しい発表がなくなれば、それはシンポジウムの役目を終えたことになります。それはまだまだ先のことだと思いますが。

山本：

中橋先生ありがとうございました。航空の場合、CFDの成熟、3次元計算への移行などが学会発表を難しくしている原因となっているようですね。研究分野によってもかなり状況は違っているのでしょうか。また、産業界からの要求レベルにも格差があるように思います。機械分野の場合、特に設計では、市販ソフトで計算できる程度で満足してのではないのでしょうか。最近、私のところに来る要求は、ほとんどマルチ・フィジックスの問題になっています。

さて、比較的基礎的な研究を進めてこられた三宅先生はいかがお考えでしょうか？
よろしくお願いいいたします。

三宅：

CFDシンポジウムの最近の様子については小生は多くを存じませんが皆さんが述べられた現状は自然の成り行きのように感じます。

流体力学の進歩は、発展を牽引する新しい手法の出現の度に急な進展があったと思います。実験では熱線流速計、LDV、それに近年のPIVがそれに当たると思います。それぞれ画期的な計測技術で、複雑な流れの時空間情報が得られるようになりました。これらは今では特殊な準備をしなくても比較的手軽に利用できるツールとして成熟し、普及してきています。CFDもそのような役割を果たした一つの画期的な新しいツールで、いま成熟の段階に入ったと思います。

新しいツールは、発展の初期には、ツールの開発自身が重要で、研究の対象として魅力的ですが、CFDも同じ事情にあったと思います。したがって、CFDシンポジウムでは、初期には新しいスキームや格子生成など、CFDを実行するに不可欠な新しい提案に目が集まりました。急速な発達を経て現在では、中橋先生の言われるように、使いやすいCFDの手法を提供することがCFDのツールとしての研究対象になって来ていると思います。ただし、ツールとしてのCFDについて問題が解決してしまったわけではありませんから、今後もその分野の研究は続くでしょうし、有用で注目すべき発表も現れるでしょう。LESモデルも依然解決済みとは思われません。また、昔のポテンシャル論が微に入り細をうがった膨大な研究に発展した様に、科学の体系として隙間無く問題を調べて尽くす作業も行われるでしょう。

一方で、熱線流速計などのように、今日、CFDは流れを知るための身近な手段にもなったと思います。これを利用して、CFDの本来の目的であった、流れの物理を知るためのツールとして活用しようとする方々は増える一方です。計算流体力学は非線形性の強さから、計算力学の中でもとりわけ利用価値の高い領域ですから、CFDの威力を活用するのは自然です。この場合、研究者が個々に新たにプログラムを組むことは必ずしも必要でもなく、労が大きすぎるでしょう。大学の研究室では、少しずつ改良を重ねたコードが残されていて、それらを基に、

特定の目的の流れの解析に対応している場合が多いと思います。現在では、CFD技法の研究ではなく、流れの物理の理解のためにCFDを利用しておられる方々の方が多く、したがってCFDシンポジウムでの発表も、力点が初期のCFD技法から流れ解析に広がっているでしょう。そのような発表では、技法の部分はあまり触れられませんが、どなたかのご指摘にあったように、一通りは話されますから、全体を講演時間内に収めることが難しくなるでしょう。

さらに、CFDの広がりが研究を超えて、実用にも幅広く及んでいることがCFDシンポジウムの発表に対する期待の多様さにもなっていると思います。設計などの工業の現場や環境予測では、現象の本質は分かっているが、可能な限り定量的な詳細が必要とされる場合が多くあり、今日のCFDに求められている役割の大きな部分がそのような要請と思います。十分な精度でなくとも、見通しが立てばよく、過大でない計算機環境で、適切な計算時間内に回答が得られることが求められます。このような解析の結果は学術論文にはなりませんから自身で発表することはありませんが、利用できるアイデアを求めてシンポジウムの発表には注目し、評価が与えられていると思います。

現在のCFDソフトの日本での市場規模は多分、100億円程度と思いますが、この実用上の必要は今後も増大の一方ですから、要求に応えるような発表も期待するところです。

以上のように、CFDシンポジウムのさまざまな問題は、成熟して実用の段階に入った一つの科学の領域の自然な姿と思います。

いま、流体関係の全国規模の大会は、流体力学会の二つの分野横断的な講演会のほかに、機械学会、航空学会、土木学会等がそれぞれ一つまたは二つの年次大会を持っていると思います。一人で数個の学会に加入しておられるでしょうから、それらに全て参加することは非常に困難です。同じ話をあちこちで繰り返す様が見られますが、心地よい講演にならないのは当然ではないでしょうか。それに、教授方は独立法人化の書類作りにも忙しく、スーパーマンのご活躍と思います。しかし、書類作りと管理運営に駆けずり回るうちに、十分に仕事をした気分になってしまわないでしょうか。しばらくすれば落ち着くでしょうが、傍目にも心配です。

山本：

三宅先生ありがとうございました。「CFDが成熟してツールとして十分機能するようになっていることを考えると、CFDシンポの現状は必然であろう」とのご意見でした。また、三宅先生がおっしゃるように、教授の雑用(?)が多すぎることも遠因かもしれないですね。

CFDシンポは、「CFDの成熟->皆が満足->新手法提案の減少->CFDソフトを利用した研究の増加」といった大きな流れに乗っているのでしょうか。とすると、CFDシンポのこれからの役割とは何なのでしょう？細々と計算手法の改良を続ける、計算対象でセッションを組んで現象に注目し計算手法については重きを置かない(これは流体力学会年会のスタイルか?)、中橋先生が提案しようとしているような全く新しい計算手法を提案していく、いっそのことやめてしまう、、、さまざまな展開が考えられます。

結論は次の世代の人達が考えてくれるでしょうが(飯田先生、寺本先生、よろしく願います)、さて、今年のCFDシンポはどうしましょう?そのあたりも含めて次回CFDシンポ実

行委員長の姫野さんのご意見を伺いたいと思います。

姫野さん、すみませんが、最後ですので、うまくまとめてください(笑)。

姫野：

皆さんの話をうかがうと、CFDシンポジウムに対する期待が大きいことが良くわかります。CFDシンポジウムの歴史は日本のCFDの歴史そのもののようです。今年のCFDシンポジウムをどのようにするかは、実行委員会で話し合って決めていきますが、この座談会で出た提案や意見も実行委員会の場で紹介し、より良いシンポジウムにしていきたいと思います。他にもなにか提案があればご意見をお寄せください。宛先を

cfd-sympo04@riken.jp

にしていいただければ、お受けします。また、是非、若手で良いアイデアを持った方々に実行委員メンバーになって貰いたいと思います。自薦他薦を問いませんので、是非ご参加ください。

山本：

姫野さん、簡潔にまとめていただき、ありがとうございました。それでは、CFDシンポが貴重な情報交換・情報発信の場として末永く機能することを願って、本WEB座談会を終了したいと思います。年度末のご多忙な時期にもかかわらずご参加いただいた皆様、ありがとうございました。

(終わり)