

〔特集〕 創立 40 周年記念

40 周年記念インタビュー 木谷 勝先生*

インタビュー **東京理科大学工学部 石川 仁††

The 40th Anniversary Interview

Masaru KIYA

Professor Emeritus, Auditor, Hokkaido University †

Hitoshi ISHIKAWA, Faculty of Engineering, Tokyo University of Science

1 はじめに

40 周年記念にあたって、北海道大学名誉教授で、現在は北大の監事をされている、木谷勝先生にインタビューをさせていただきました。木谷先生は、自由せん断乱流や剥離流れ、渦の構造研究、渦法、流れの制御など、数多くの業績をあげておられます。流体力学学会の活動では、運営委員、理事を歴任され、1995 年には会長に就任されております。初夏の札幌に先生をお尋ねし、本会や流体力学に関するお話を伺ってきました。話が少々飛んでいる個所もありますが、談話ということでご寛容をお願い致します。木谷先生には長時間のインタビューにお答え頂きありがとうございます。この場を借りてお礼申し上げます。



図1 木谷 勝 先生

2 インタビュー 40 周年を迎えるにあたって

木谷：流体力学学会が 40 周年を迎えるとのこと同慶の至りです。40 周年の起点は 1968 年 10 月の新しい流体力学懇談会の発足ですね。私は 1967 年に北大工学研究科の博士課程を修了して北大工学部の教員に採用され研究と教育のキャリアを開始しました。したがって私のキャリアの年月は流体力学学会のそれとほぼ重なっています。しかし私は 1968 年の発足のころは流体力学懇談会のあることを知りませんでした。懇談会のことを知ったのは、1969 年に小橋安次郎先生が北大工学部機械工学第二学科の教授として赴任

されてからで、先生の紹介によるものだったのではないかと思います。

本誌掲載の松信八十男先生の「学会 25 年の歩み」¹⁾には、すでに 1956 年に存在していた流体力学懇談会が、1968 年に再出発した目的や経緯が詳しく述べられています。流体力学研究者のグループを組織化して学術界における流体力学の存在感を強化すること、国の内外に流体力学研究の実績をアピールすること、会員の研究意欲を高めることを目的としていました。物理、航空、機械、土木、気象学などのさまざまな専門分野の流体力学研究者を一つの組織に束ねて、相互の情報交換をしながら流体力学の発展を図ろうという思いがあったのでしょうか。会長や運営委員には今井功先生、谷一郎先生、佐藤浩先生、巽友正先生、松信八十男先生、橋本英典先生など物理

*北海道大学 名誉教授、監事

† 〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目

** 〒102-0073 千代田区九段北 1 丁目 14-6

† † E-mail: ishi@rs.kagu.tus.ac.jp



図2 黄色い表紙の Nagare

と航空の分野の方々が名を連ねています。その理由の一つは流体力学懇談会が物理と航空の研究者グループが中心となって発足したことによると思います。

私の専門分野の機械工学の人たちは見当たりませんので、会員になっている人がいたとしてもおそらくは少数だったのでしょう。そんな中で私が1970年ころから流体力学懇談会の会員になったのは、先ほど言ったように小橋先生の紹介があったからです。会誌 *Nagare* が黄色い表紙の冊子であったことを覚えています(図2)、そのなかのどんな論文を読んだのか覚えていません。会員名簿が小型の横長のものであったことをかすかに記憶しています。流体力学懇談会は流体力学講演会のほかにいろいろなテーマのシンポジウムや研究会を開催していましたが、私はそれらには参加せず *Nagare* 誌を受け取るだけの受動的な会員に留まっていた。研究発表は日本機械学会でしていました。

—当時の学会の雰囲気はいかがでしたか？

木谷: 私が流体力学講演会に出席して研究発表をしたのは、ずっと後の1997年北大工学部で第9回流体力学講演会が開催されたときです。私は現地実行委員会委員を依頼され研究室の諸君に協力してもらいながら講演会場の準備と運営などを担当しました。そのときの講演は「渦対の打ち込みによる混合層渦の組み換え」でした。そのときの印象では講演会の雰囲気は他の学会の講演会とさほど違っていなかったと思います。

私が機械学会主催以外の講演会にはじめて出席したのは、1970年の第12回応用力学連合講演会です。ここでは自分の学位論文のなかにあったせん断流中

の渦列についてのモデルとその安定性を解析した研究を発表しました。そのときに「そんな渦列が存在するのですか」という質問に対して、聞いておられた佐藤浩先生が「存在するとすれば安定かどうかという話でしょう」との的確なコメントをされたのを覚えています。このモデルはせん断流中には存在しないことはその後の研究で分かりましたが、発表の時点では存否は不明だったのです。

日本流体力学会(法人化前)が日本学術会議力学研究連絡委員会(力研連)に加盟し、応用力学連合講演会を共催するようになったのは1988年の第38回からです。私は1991年から日本学術会議力学研究連絡委員会委員(15期, 16期)、後にメカニクス・構造研究連絡委員会委員、理論・応用力学専門委員会委員(IUTAM 小委員会)に任命されましたので、応用力学連合講演会の運営やIUTAM(国際理論応用力学連合)への対応などを知見する機会がありました。また1994年度には第43回応用力学連合講演会実行委員会委員長を務めました。これは私が力研連の委員であり、機械学会が応力連合講演会の世話をするローテーションに当たっていたからです。このとき運営委員会で物理学会の委員から防衛庁を含め軍となんらかの関連のある論文は発表させないこと、という条件が述べられたのを強い印象とともに記憶しています。いまはこんなことはなくなったのでしょうか。

—本会の国際的な活動の一つに、IUTAM (ICTAM) への後援があります。

木谷: IUTAM といえば思い出があります。教員になってまもなくのころですが、機械学会の講演会に出席したとき休み時間に京大神元五郎先生と東大白倉昌明先生(私の恩師の有江幹男先生と年代代と思えます)がIUTAM Congress (ICTAM)に参加したときの話をされていました。誰それが出席していてこんな話をしていたというようなことでしたが、なにかICTAMの重要性が感じられる雰囲気でした。私の主観的な感じに過ぎないかもしれませんが、それに非常に刺激を受け、いつかICTAMに出席してみたいと思うようになりました。

ICTAMに発表する日本からの投稿論文は力研連で採否を決めていたのです。私のはじめてICTAMで講演したのは1976年ですが、そのとき有江先生と共著の2編の論文を投稿したのです。審査に当たられていた谷一郎先生から有江先生に電話があり、両方とも可だが同一著者が2件の発表をするのは認められないので、どちらかにするようにとのことでした。

た。そんなことがあってオランダ Delft での 14th ICTAM (1976 年) に出席しました。

ICTAM では General Lecture と Sectional Lecture の 2 種類の招待講演があります。General Lecture は開会時と閉会時に行われる極めて位置づけの高いものです。Sectional Lecture は 10 件ほどあり、トピックス的なテーマについての講演です。自分もいつか General Lecture は及ばないとしても Sectional Lecture ができるレベルになりたいものと思っていました。それが実現したのは 1988 年のフランス Grenoble での 17th ICTAM でした。12 年経っているわけです。

3 Sir James Lighthill の思い出

木谷：私が日本からの Sectional Lecturer に指名されたのについてはエピソードがあります。1986 年だったと思いますが国内のある学会で今井功先生とご一緒する機会があったときに、先生から「今度の ICTAM の Sectional lecture を木谷さんに依頼することになった。Sir James Lighthill から強い推薦があった」というお話をうかがいました。びっくりした記憶があります。Sir James が招待講演を決める委員会（正確な名称は知りません）の委員長だったのでその意見が通ったということのようでした。

これには前段があって、1986 年に University College London で IUTAM Symposium: Boundary-Layer Separation (オーガナイザー F.T. Smith & S.N. Brown) が開催され、私も招待されて講演 (Structure of flow at leading-edge separation bubbles) をしました。発表の後でオーガナイザーの F.T. Smith 教授が私のところに来て自分たちの講演よりもよかったとのコメントをしてくれました。Sir James は当時の University College London の Provost で、シンポジウムの間中ずっと一番前に座ってすべての講演を聴きメモをとっていました。シンポジウムの最後に Sir James が全部の発表を関連付け総括されましたが見事なものでした。推察するところ、Sir James も私の発表によい印象をもって来て、その後に開かれた ICTAM 関係の委員会で Sectional lecturer に推薦していただいたものと思います。というのは、IUTAM Secretary であった K. Moffat 教授からいただいた招待状には講演のタイトルとして Separation Bubbles と指定されていたからです。ICTAM には 1996 年の Kyoto 大会まで連続して参加しました。その次の Chicago 大会以降はご無沙汰をしています。北大の定年を控えて身辺があわただしくなったこともあります。

4 アジアの国々と流体力学会

ー国際学会といえば、木谷先生が Chairman を勤められていたアジア流体力学会議にも、本会が後援をしていますね。

木谷：アジア流体力学会議 (ACFM) は佐藤浩先生、R. Narasimha 教授 (インド)、P.-Y. Zhou 教授 (中国) の 3 人の方々がアジア地域の流体力学研究者の交流と流体力学の発展に寄与することを目的に設置されたものです。IUTAM の Affiliated Organization の一つになっています。第 1 回会議が 1980 年インド Bangalore で開催されました。この会議は流体力学懇談会が後援をした最初の国際会議でした。佐藤浩先生や松信八十男先生が流体力学懇談会の会長や運営委員として活躍されていたことが反映されているでしょう。北京の第 2 回会議 (1983 年)、東京の第 3 回会議 (1987 年) も後援しています。

私は第 3 回からアジア流体力学会議に出席しはじめました。どんな動機だったのか記憶がないのですが、小橋先生がこの会議のときに組織委員会委員として活動しておられたので、お勧めをいただいたのかも知れません。以来、現在まで出席を続けている唯一の国際会議になりました。出席を続けたのは、私が 1992 年から ACFM を主催する Asian Fluid Mechanics Committee のメンバー、1995 年から Vice-chairman、2001 年から 2006 年まで Chairman に指名され、ACFM の開催に関与するようになったからです。

1990 年代はまだ中国やインドの研究者が国際会議に出席するのは資金的に大変な時代でした。そのため初代 Chairman の佐藤浩先生の時代からこれら 2 カ国の参加者に対して日本側から資金的な援助をしていました。私が Vice-chairman になってからこれを引き継ぎ企業にお願いして寄付を募りました (1997 年インド Madras 会議、1999 年中国 Shenzhen 会議)。日本国内で開催される国際会議であれば外国からの参加者に対する資金的な援助は公的な各種団体などに依頼できるのですが、外国で開催される会議に外国人が参加する旅費を援助するということは、なかなか大変でした。それでもいくばくかの援助をさせていただき ACFM の成功に寄与できたことを喜んでます。醸金いただいた企業の方々に感謝しています。

ーアジア流体力学会議で、印象に残っていることなどをお聞かせください。

木谷：アジア流体力学会議を通して多くのアジア地

域の流体力学研究者に知己を得たことは大きな財産になりました。とくに思い出すのはインドの R. Narasimha 教授, イランの E. Shirani 教授, マレーシアの C. P. Tso 教授, スリランカの Siva Sivasegaram 教授などです。Chairman になってからの大きな仕事は ACFM の開催地を決めることでした。AFMC 委員のなかから自発的に立候補してくれるとよいのですが必ずしも期待できないことがあります。パキスタンは開催に熱心でしたが政治情勢が心配でした。私が Chairman を引き継いだときは 2002 年のイランでの開催は決まっていた。2004 年のときは Sri Lanka の Sivasegaram 教授に立候補いただきました。スリランカの政治情勢が落ち着いた時期だったので開催ができたのですが、今では難しいかもしれません。2006 年のときは佐藤浩先生のご助言もありマレーシアの Tso 教授にお願いしました。Tso さんは以前に Singapore におられたのですが当時はマレーシアのマラッカにある Multimedia University に勤務していました。マレーシア工学会会長の C.S. Ow 教授が組織委員会共同委員長になり、同会の後援を得るようアレンジをいただいてすばらしい会議になりました。

2005 年に石川先生と一緒にインドネシアのバンドンで Andonowati さんが主催した応用数学会議 (The International Conference on Applied Mathematics 2005) に出席しましたが、そのとき Andonowati さんに 2008 年の ACFM 開催国として立候補を打診すること、バンドン工科大学の状況を視察することも目的にしていました。余談ですが、パーティーに招待された Andonowati 夫妻の邸宅はすごかったですね。2006 年 ACFM で会ったときその話をしたら、インドネシアに数学の教育研究施設を立ち上げるために邸宅を売却して、それを資金の一部に当てたとのことでした。母国の応用数学の発展に強い使命感を持っていることに感銘を受けました。

マレーシアでの ACFM のときに AFMC Chairman を中国科学アカデミーの Jiachun Li 教授に交代しました。一つ肩の荷が下りた気がしました。この間、東北大学福西祐先生には投稿論文の勧誘や査読のアレンジなど、また AFMC 会議のときなどには私には聞き取りにくい発言を通訳して頂いたり、本当にお世話になり感謝しています。

5 乱流シンポジウムのこと

—その後、乱流シンポジウムが開催されるようになりました。

木谷：東大宇航研の主催で乱流シンポジウムが開始されたのが 1970 年でそれから 1980 年まで継続されています。1981 年に東大宇航研が文部省（当時）所属の宇宙科学研究所に改組され、一部が東大工学部境界領域研究施設（東大境界研）になりました。その後乱流シンポジウムは佐藤浩先生のご尽力で東大境界研において開催されていました。乱流シンポジウムが流体力学会（1982 年に流体力学懇談会から移行）の主催行事になったのは 1984 年第 16 回のときからです。

私が乱流シンポジウムに出席するようになったのは、特定領域研究「乱流現象の解明と制御」（1981 年から、代表：巽友正先生、私は小橋安次郎先生の「乱流の素過程」のグループに属していました）の成果報告会（1983 年 7 月、東大境界研）が乱流シンポジウムの名の下に開催されたときからです。

私が参加し始めたころのシンポジウムでは他の学会では見られない活発な議論がありました。谷一郎先生、今井功先生、井上栄一先生、巽友正先生、佐藤浩先生のご質問には熱心に耳を傾けたものです。井上先生のお名前は G. K. Batchelor 先生の The Theory of Homogeneous Turbulence に引用された論文で知っていたのですが、お目にかかるのは初めてでした。ユーモアのセンスのある方で、「あなたは乱流をどのように考えているのですか」など講演者の意表をつく質問をされることがありました。ときに厳しいコメントもありました。あるとき十分に発達した管内乱流の 2 次流れの実験結果の議論がありました。会場から同じ管内の十分発達した層流の 2 次流れがどうなるのか、という質問が出たとき、谷一郎先生が「ここはそのようなことを議論する場ではありませんね」とびしやりと言われました。層流では 2 次流れは存在するはずがないのです。強く印象に残っています。

（回想）谷一郎先生のこと

木谷：谷先生のお名前は知っていましたが、お目にかかったのは小橋先生が 1969 年に北大に赴任されてからです。小橋先生のアレンジで年に 1 回か 2 回講演に来られました。講演はいずれもきちんと準備されたすばらしいものでずいぶん勉強になりました。私はご講演もさることながら、先生を囲むでの会食のときなどに先生から外国の研究者のことを話していただくのが楽しみでした。先生とは ICTAM や乱流シンポジウムのたびごとにお目にかかりました。ある ICTAM の帰途、奥様に電話で伝言を頼まれたことを思い出します。どんな内容だったか覚え

ていないのですが、うれしく思いました。このような機会が重なって先生が監修された「流体力学の進歩 - 境界層」に剥離流れの1章を担当させていただき先生の添削をいただいたことは幸せでした。

.....

木谷: 乱流シンポジウムでは佐藤浩先生をはじめ谷先生門下の人たちの質問も活発でした。それに触発されて活発な討論が行われていました。最近は学会の講演会には出席していませんので状況は分かりませんが、今よりも議論は活発であったのではないのでしょうか。その背景には乱流が流体力学の中心的な研究分野であったこと、谷先生や巽先生、佐藤先生に日本の乱流研究を活発にしてゆかなければならないという強い思いがあったからでしょう。このことは特定領域研究「乱流現象の解明と制御」が1981年から始まっていることから推測できます。

— 当時はどのようなトピックスがあったのですか。

木谷: チャンネル乱流の直接シミュレーション (Kim, et al. 1987 年) や粒子画像流速計 (Adrian 1986 年) が現れたのは1980年代の後半以降ですから、私が出席した1980年代前半のころの研究方法は実験が多く、理論的研究もありましたがその数は相対的に少なかったように思います。理論研究は流れの安定性についてのものが多かったと記憶しています。なお、特定領域研究「数値流体力学」(代表: 保原充先生) が始まったのは1987年で、私も大橋秀雄先生のグループの一員として参加しました。このころから日本における数値流体力学が右肩上がりに発展することになります。

6 乱流研究のロマン

木谷: 1980年代前半までは、実験的研究には熱線流速計を用いるものが大部分で、可視化によるものもありました。まだ乱流研究に古典的なロマンがあったと思います。限られた情報から流れを考える楽しみがありました。

ひとつの例を挙げましょう。2次元物体の後流のように、周期的な大規模渦構造の放出を伴う乱流場では、渦内の渦度分布を条件付サンプリングの方法によってもとめることができます。私の研究室でもそのような研究をしていました。北見工大の松村昌典先生との、流れに直角に置かれた2次元平板の乱流後流のカルマン渦列の研究ですが、データから渦

構造を推測するのは楽しいことでした。そのときに上下の渦列のスパン方向の変形形状についてある仮説を出したのですが、その後発展したCFDの結果を見るとそのような構造を示す結果はまだありません。しかし、論文を書いた時点での知識が仮説の成否を判定できなければ、それはとりあえず正しいものとして発表されます。仮説を考えるのは流れに限らず研究の醍醐味と思います。

実はもう一つ似たような経験があります。直線的に変化する速度分布の流れに円柱が置かれたとき、その下流の渦列がどのような形状を取るかという問題です。たとえば層流境界層の中に細い円柱が置かれているような場合です。粘性を無視して、規則的な渦列が形成されると仮定すれば、静的に安定な形は高速側の渦列渦の循環が低速側渦の循環よりも小さくなるというものです。これについてカルマンの方法で運動学的な安定性を求めると、循環比と間隔比の平面内のある領域で安定になります。このモデルを応用力学連合講演会で発表しましたが、そのときに先にお話した佐藤浩先生のコメントをいただきました。その後、渦法を使ってせん断流中の渦列のシミュレーションをしたところ、最初に考えたモデルとは逆に高速側の渦の循環が低速側の渦のそれよりも大きくなりました。可視化実験の結果も同様でした。実験からの情報なしで数学モデルを作ることの危うさを実感しました。それでも仮説の正否を確かめようとしたことが、次のステップの研究を導いたことは確かです。

話が少し横にそれましたね。乱流シンポジウムに戻りましょう。乱流シンポジウムの講演論文集が日本流体力学会誌ながれの別冊として発行されるようになったのはいつ頃からでしょうね。1985年のながれ4巻別冊はそのようになっているので、たぶん同シンポジウムが流体力学会の主催(1984年)になるのと同時だったのでしょう。1986年の第18回乱流シンポジウムながれ5巻別冊の表紙は「乱流」の見事な書が飾っています(図3)。どなたの書だったのかわかりませんが1995年までこの表紙が続いています。1996年に乱流シンポジウムが流体力学会の第1回年會に組み込まれてから日本流体力学会年會講演論文集として新しい表紙になりました。

7 年會講演會へ

— 1982年に流体力学懇談会は日本流体力学会に改組されました。

木谷: それと同時に会誌ながれの出版が始まりま



図3 「乱流」の見事な書の表紙

した。当時はまだ社団法人（法人化は1993年6月、私は法人化委員会委員の一人でした）ではありませんでした。当初の学会の主な活動は、乱流シンポジウムを主催するとともに、その都度テーマを決めてシンポジウムを開催することでした。乱流シンポジウムを主催することになった経緯は松信先生の「学会25年の歩み」¹⁾に述べられています。私は1988年にはじめて流体力学学会の運営委員に選出されたので、乱流シンポジウムを含む流体力学学会の行事には1983年以降毎年参加していたのだと思います。

1995年には会長に選出されましたので、そのころの運営委員会のことは記憶にあります。事務局は松信八十男先生と事務局長の佐藤敦さんが担当していました。佐藤事務局長は応用物理学会の事務局長をしていた人で、法人化後の流体力学学会の運営とくに年会の設立に大きな貢献をされました。佐藤さんは法人化して間もない流体力学学会の運営にもどかしさを感じていたのでしょうか。運営委員会では積極的な発言をされていました。

—その後、今のような年会講演会の形になりました。

木谷：法人化されてから2年間は流体力学学会が主催する講演会は乱流シンポジウムと計算流体力学シンポジウムだけでした。これらは分野が限られていますから、流体力学会員の広い分野をカバーする学会独自の年会を開催することが1994年（法人第2期）の理事会（会長曾根良夫先生、私が副会長）で決まりました。第3期（私が会長、副会長は日野幹雄先生）において年会の実施要項を決めました。それはこれまで主催してきた乱流シンポジウム、計算流体力学シンポジウムを組み込み、新たに環境流体シンポジウムおよびそれ以外の分野をカバーする年会

講演会を併せたものでした。第1回年会が開催されたのは1996年でした。私が会長のときに関連の多くの方々のご努力によって年会開催の準備が進められたわけで、皆さんのご協力に感謝しています。年会と銘打っていたものの従来のものと新しい試みとの折衷でした。この形の年会は1998年にも踏襲されています。（いつまで続いていたのでしょうか。乱流シンポジウムの名前が消えたのはいつでしょうね。）2008年のオーガナイズド・セッションのテーマ構成をみると往時とはまったく違ったものになっています。年会が大きな発展を遂げていることをうれしく思います。

2002年には数値流体力学学会が流体力学学会と合併し会員数が大幅に増え活動の範囲も広がりました。私は1999年の理事を最後に流体力学学会の運営には関与しなくなりましたが、合併のいきさつは日本流体力学学会数値流体力学部門誌の久保田弘敏先生の「日本流体力学学会との融合に関する経過報告と流体力学の将来への期待」²⁾で知ることができました。

なお、第1回数値流体力学シンポジウムは1989年に特定領域研究「数値流体力学」の成果発表の一環として開催されています。日本数値流体力学学会は（私の想像するところ）この特定領域研究を契機として1992年に設立されています。流体力学学会と融合後も数値流体力学シンポジウムは引き続き開催されており、流体力学学会としての活動の広がりを感じます。

（回想）桑原邦郎先生のこと

木谷：桑原邦郎先生とはいろいろな付き合いがありました。初めて桑原先生の名前を聞いたのは今井功先生が1975年ころに北大工学部で講演をされたときです。桑原先生が平板からの周期的な渦放出と渦列の形成を非粘性渦点のモデルによって再現したと紹介されました。私がこれに刺激を受けて自分でモデルを構成し計算結果を発表したのは1977年のことです。これを契機に桑原先生や高見穎郎先生にお目にかかることができました。私がこの論文をJFMに発表する準備をしていたころに同じ計算をしたSarpkaya教授の論文がJFM(1976)に掲載されました。よくあることですが、共通な関心をもつ研究者が必ずいて相前後して論文がでます。このときはSarpkaya論文との違いを明確にするのに苦心しました。似たような経験は修士論文の結果を発表しようとしたときが最初で、その後何度かありました。

このころ急速にコンピュータの利用が進み、大型計算機が東大はじめ国立大学に導入されました。利

用者が多いために計算の申し込みをしてから結果が出るまでの時間が長かったのです。桑原先生はこんなことでは世界の研究に太刀打ちできないという危機感を持って（そのようにご本人から聞きました）、自分で大型計算機を導入して計算を始めました。時代の先端を行く計算結果を国内外のいろいろな講演会で次々と発表され注目を集めていました。私はNS方程式の数値解析は1975年のSublayer fenceに関するJFM論文以来行っていませんでしたので、桑原先生との付き合いは主に渦法を通してのものでした。

桑原先生は野辺山で数値シミュレーションのNobeyama Workshop（第1回は1985年）を開催していました。私も招待されて何度か参加しましたが、隔離された静かな環境でのワークショップはすばらしいものでした。国内外の多くの研究者と知り合ったのもありがたいことでした。先生には北大工学部に講演に来ていただき、支笏湖や苔の洞門などを楽しんでもらいました。

先ほど話の出た University College London での IUTAM Symposium (1986年)に桑原先生も出席して円柱周りの2次元非定常はく離流れのシミュレーション結果を発表しました。コーヒー・タイムのときに外国のある研究者が、あのようなシミュレーションを見せられてしまうとこれからどんな研究をしたらよいか分からなくなる、と言いました。それほど衝撃であったのでしょうか。そのとき一緒にいた Bengt Fornberg (円柱周りの高レイノルズ数流れを定常対称流として数値解析し後流の形を明らかにした人です³⁾) が、It's a matter of life style.と言いました。これは含蓄の深い言葉でいろいろな解釈ができるでしょう。

(桑原邦郎先生はこのインタビュー記事執筆中の9月13日にご逝去されました。謹んでご冥福をお祈りします。)

.....

8 この40年の流体力学の進歩

一木谷先生からご覧になって、この40年の流体力学の進歩はいかがなものだったでしょうか。

木谷：私が1967年に学位を取って教員としてキャリアを始めてから今年までまさしく40年が過ぎたわけですね。この間の流体力学の進展は主としてコンピュータの発展とそれを背景とした計測技術の発展によってもたらされたものと思います。数値シミュレーションによって、流れのすべての物理量の時空間分布が求められるようになり、流れの構造の理解

が格段に進みました。私が乱流に関心を持ったころに夢に描いていた渦度分布の可視化もCFDによって現実のものとなりました。粒子追跡法による流れ計測の進展も速度と渦度ベクトルの時空間構造を求めることのできる段階に到達しています。隔世の感があります。乱流の理論も進みました。私は理論には疎いのですが、乱流を理解するためのいろいろな物理的な概念や物理量も導入されています。

国産の熱線流速計が普及し始めたのは1960年代半ばころからではないでしょうか。私が博士課程の学生として研究を始めた1964年には日本科学工業社の製品を使いました。周期的あるいは擬似周期的な構造のある流れでは、熱線流速計で大規模渦の時空間構造をとらえることができました。しかしその精度は間接的な理解にとどまるデータを提供するレベルのものでした。それだけ解釈に想像力を働かせる余地があり、楽しみがあったのです。乱流中の秩序構造の研究は1975年のBrown & Roshkoの論文に始まりますし、乱流境界層のストリーク構造がKlineらによって発見されたのは1967年です。当初は可視化による実験的研究や条件付抽出法による研究が進められていました。その後壁乱流の構造はもっぱらCFDによって急速に明らかにされました。CFDが爆発的な勢いで壁乱流の構造を明らかにしていった頃のAPS年会の興奮を思い出します。

乱流モデルの発展も印象的でした。k-εモデルの標準形は1967年に提出され、その後の応力モデルにつながっています。LESの最初の論文はDeardorf(1970年)によるものでそれ以来のこのモデルの進展には目を見張るものがあります。

CFDや粒子追跡法など実験方法の進歩によって、流れの物理量が時空間分布として得られるようになったのですが、しかしそれはデータに過ぎません。データ処理は流れの何が知りたいのか、それによって決まってくるのは当然です。研究論文はたくさんのデータを羅列することではありません。すべてのデータが有機的に結合されて、重要な新しい知見が得られ、流れに対する理解や応用が進みます。完成度よりも知的興奮を与える論文を読みたいものです。

一先生ご自身は、どのようなテーマに関心をもたれていたのですか。

木谷：私自身はCFDや乱流モデルに関心は寄せてはいましたが、自分の研究室の主要テーマとすることはありませんでした。むしろ剥離流れや自由せん断乱流の研究に取り組んできました。CFDや乱流モデルは魅力的ではありましたが、それに本格的に取り

組み世界に伍して成果を上げて行くには研究室の資源が十分とは思えませんでした。時代の最先端は競争が激しいのです。乱流モデルではなく渦法によるシミュレーションの研究をしました。渦法はまだ黎明期で、渦法モデルには物理現象を取り入れながらいろいろ工夫をする余地があったためです。逆に言えばそれだけ不確定な部分があったということです。そこに魅力を感じました。横浜国大の亀本喬司先生が渦法の研究を継続され、市販ソフトを構築するまでに発展させたのは素晴らしいことです。

私が一貫して関心をもっていたのは流れの制御でした。流れの剥離を遅らせたり防止したりして抵抗力の時間平均値や変動成分を低減することを目的とする制御です。はじめは受動制御を対象としましたが、北大を定年になる数年前からは物体周りの非定常流れの能動制御の研究を始めました。

この40年間の流体力学の発展には目を見張るものがあります。毎年毎年の進歩はゆっくりしているようですが、進歩が蓄積されてあるときブレークスルーが起こる。そのような過程を繰り返して今があります。今後も同じことが起こるのでしょうか。

9 流体力学は応用の学問

一流体力学は、今後はどのように発展していくのでしょうか。

木谷：私は、流体力学は応用の学問という意識を強く持っています。例えば、最近ではマイクロ・ナノ流体、スポーツや生体工学、医療工学、環境など、新しい分野に流体力学が応用されています。これからも流体力学には、いろいろな可能性があると思います。

ー最後に今の流体力学会や流体力学分野へのメッセージをお聞かせ下さい。

木谷：2008年度の流体力学会年会のオーガナイズド・セッションの題目を見ると、乱流基礎（自由乱流、壁乱流、渦構造など）、せん断流・遷移、安定性、対流、拡散・熱物質移動、流体計測・実験、数値計算、乱流の予測とモデリング、流れの制御など、私にもおなじみの題目が並んでいます。最近では学会に出席していないので研究の動向には疎いのですが、題目は同じでも研究内容は大きく変わっているだろうと思います。数値シミュレーションが各分野で多くなっているのでしょうか。

目新しいトピックとしてマイクロ・ナノ流体、宇宙・惑星、災害が目につきました。流体力学の研究範囲の拡大を示しています。それだけ流体力学会に加入している流体力学研究者の範囲が広がり、流体力学会が中心的学会として認知され正当な位置づけを得ているのでしょうか。流体力学会のますますの発展を願っています。

(2008年7月 札幌にて)

引用文献

- 1) 松信八十男：学会25年の歩み、ながれ **12** (1993年) 1-25.
- 2) 久保田弘敏：日本流体力学会との融合に関する経過報告と流体力学の将来への期待、日本流体力学会数値流体力学部門誌, **10**(2002)283-287.
- 3) Fornberg, B.: A numerical study of steady viscous flow past a circular cylinder, *J. Fluid Mech.*, **98** (1980) 819-855.