

## 特別講演 乱流研究の将来 慶応大学名誉教授 松信八十男

まず多年にわたりこのワークショップを続けてこられた幹事一同に謝意を表する次第です。責任者である高木正平さんが今年で定年を迎え、この会を主催されるのが今回が最後だと聞いて私も歳を取ったな、と時の移ろいを感じるとともに、今まで外野で拝聴していましたが、この席で思うことを一言述べなくては、と思い、勇気を出して講演の申し込みをしたわけです。けれど、私は現役の時から、乱流とか遷移に関して何も研究していません。まったくの素人です。だから、無責任な、記憶違いの発言になるかもしれませんが、何とぞお許しください。

この会のもとには、1980年頃発足した「乱流実験シンポジウム」だったと思います。当時、流体力学研究の大先達ともいうべき方が2人おられました。一人は谷一郎先生(1907～1990、東大工学部航空工学科出身)、もう一人は私の師である今井功先生(1914～2004、東大理学部物理学出身)です。どちらも亡くなられております。このシンポジウムを立ち上げたのは、谷先生のお弟子の佐藤浩先生です。

谷・今井両先生が若かりし頃はまさに戦争一色で、航空機の全盛時代でした。そして、実験と理論の両方から空気力学を研究しようというムードが、日本ばかりか世界の先進諸国で隆盛を極めました。ドイツではメッサーシュミット、イギリスではスピットファイヤー、アメリカではグラマン、日本ではゼロ戦といった戦闘機が花型でした。

当時、アメリカは航空機に関して日本と同じくらいと思われていました。現在のようにアメリカが大国になったのは、第2次大戦後の冷戦以降のことです。最近では経済大国となり、ノーベル物理学賞をほぼ独占するような勢いです。私が若いころはアメリカよりもイギリス・フランス・ドイツという時代でしたが最近では完全に逆転して、アメリカ優位となってしまいました。

前述のシンポジウムを立ち上げた責任者は高木正平さんの師である佐藤浩さんです。今でも佐藤さんはお元気です。戦後、「乱流」が研究テーマとして花型でした。だから、「実験」という言葉を除いて「乱流シンポジウム」と名を変えました。趣旨は実験家のみならず理論家の意見も大事だとお考えになったからだ。当時の佐藤さんはおっしゃいました。

このシンポジウムは、開催当時大変ユニークで、講演時間は無制限、予稿なしで講演者は登壇しました。そして聴衆にまじってシニアな方から徹底的に質問攻めにあい、しばしば若い講演者は壇上で立ち往生するありさまでした。中には悲観のあまり講演後自殺を考えた人もいたと聞いています。そして、講演原稿は講演後十分練り上げたものを、講演終了後に提出すればよいといったもので、講演集（予稿集ではない）は無償で参加者全員に配布されました。無償でこんなことができたのも、「親方日の丸」だったからです。その後佐藤さんが定年で東大を辞められたのを機会に、日本流体力学会にこのシンポジウムの開催権が譲渡されました。

しかし、民間企業である日本流体力学会がこのシンポジウムを主催するとなると、上記

のような無制限方式というわけにはいきません。講演時間も制限し、決まった型の予稿をあらかじめ提出するという、普通、どの学会でも採用しているありきたりの方式になりました。ただし、講演時間は十分長くとりました。

現在でも、この乱流シンポジウムは日本流体力学会の正式な学会発表の一つのセッションとして存続しておるようです。しかし、多くの会員は昔の無制限方式が忘れられず、当航技研で「境界層遷移の解明と制御」と名を改めて存続していることはご存じのとおりです。それを企画した伊藤信毅さんもすでに定年と聞いています。

わたしの若いとき（60年ほど前）、もちろん佐藤さんも若かったのですが、彼がアメリカに留学して帰国直後に語った言葉の中で今でも印象に残っているのは、「もはや物理学の時代は過ぎた。物理学は原爆で評判が非常に悪い。これからは生物学の時代だ」というアメリカの若い学生たちの意見でした。

今井先生はご自身ではあまり乱流を研究しようなさいませんでした。性格にもよるようですが、私たち弟子にも積極的に乱流研究を勧めませんでした。ですが、私より2歳年長の故大路通雄さん（1925～1993、指導者は今井先生ではない）は九州の応力研にいて熱心に乱流を研究されておられました。その後、大路さんは信州大学・電気通信大学と移られて、あとで述べるように日本流体力学会の運営に協力して下さいました。

そのほか、この会に参加されている私より4歳年上の巽友正先生、最近定年で電気通信大学を辞められた細川巖さん、同じく東大生研を辞められた吉沢徹さんなどが、乱流理論の研究者です。そのうち今井先生の息のかかかっているのは吉沢さんぐらいだけで、あとはすべて今井先生とは無関係だったと思います

ところで中国では「乱流」とはいわず、「湍流」というようです。「湍」（せん）は「急流」の意味で、「うずまく」といった意味もあるようです。Turbulence の turb が渦巻きということのようです。ちなみに「乱」に「みだれ」のほかに「おさめる」という意味があることを最近知りました。これは正反対ともいうべきもので、大変意外でした。

手元にある漢和辞典『大字典』（講談社、1993）によりますと、「おさめる」というのがむしろ元の意味で、「みだれる」はそれから派生した意味のようです。西洋音楽の交響曲の最終楽章がまさにそうで、テンポが速く乱れそのものですが、曲全体を「おさめる」働きをしています。日本の芸能でいう\*序・破・急の急がそれにあたります。

私は30年以上、日本流体力学会の事務局長を勤めてきました。まったくの無償です。任期のことなど考えませんでした。なぜ事務局長に固執するのかとよく人に訊かれました。それには理由があります。私としてはいずれ専任の人に譲りたいと願ったのです。そのためにはもっと学会を充実させてからと思いました。具体的には会員に機械系の人を入れて会員数を増やしたり（これには大路さんに協力してもらいました）、学会を社団法人に昇格させたり、学会行事の頻度や会誌の年間発行回数を増やしたりしたのはすべてそのためだったのです。その体制固めは私が引退するまでにかろうじて間に合いました（会誌記事「学会25年の歩みⅠ,Ⅱ」ながれ12、1993）。しかし、出来上がった学会は「もとの姿」とはかなり

ずれてしまったようです。それを、高木正平さんに<sup>2</sup>衝かれたのです。「もとの姿」とは一口で言うと「夢」に関係しているのではないかと思います。

「夢」といえば「大正ロマン」です。私の生まれは昭和2年ですから、私の先輩（佐藤さん・松井さん・巽さん・小橋さん・今井先生）のほとんどが大正生まれです。\*大正デモクラシーといえば「大正ロマン」が思い浮かびますが、流体研究の夢はこの大正ロマンと深く関係しているように思います。機械系には現実的な人が多く、この「夢」が不足がちなと言えるのかもしれませんが。考えてみれば、研究には絶対「夢」は必要です。ガリレイ・ニュートン以来そうです。しかし、「夢」だけではだめで、リアリティが要求されます。つまり「夢」はいつか実現されなければならないのです。

「夢」が「夢」であり続ける時間がとくに流体力学では長すぎます。数十年、ときには100年以上も「夢」のままということさえあります。乱流や遷移がまさにそうです。それ以外でも、たとえば、今井先生のこだわった「ダランベールのパラドックス」がそうです。今井先生が執筆された「パラドックス」（『数理科学事典』1991、大阪書籍、p 308～314）によりますと、\*ダランベールが研究発表したのが1768年、それが解決したのが、1904年のプラントルの「境界層理論」ですから、その間実に140年近くもかかったわけです。

私が学生時代、今井先生の講義でダランベールパラドックスが重要だという話をたびたび聞きましたが、そのときは理解出来ませんでした。最近になってその重要性というか流体力学の特殊性について理解できるようになりました。境界層という概念が重要だということが明らかになってから現在までさらに100年以上たっていることを思うべきです。

わたしは最近「ダランベールのパラドックスがパラドックスたる<sup>ゆえん</sup>所以は何か」を探って、ほぼ原因を突き止めるのに成功したとっております、それはここでは披露しません。

物理学の他分野ではパラドックスが主題になるようなことはないそうです。わたしがいちばん恐れるのは「夢」が変質し、「ルーチン化」されることです。夢を断ち切るのも「夢」です。今井先生の跡を継ぎたくても古典力学の消滅した物理学科ではどうにもなりません。理学部物理としての流体力学がもはや存在していないのです。

序・破・急—音楽・舞踊などの形式上の3区分。能その他の芸能にも用い、脚本構成上の区分にも用いられる。序は導入部、破は展開部、急は終結部。

大正デモクラシー—大正期に顕著になった民主主義的・自由主義的風潮のこと。憲政擁護運動・普通選挙運動、各種の社会運動の進展、あるいは吉野作造の民本主義（民主主義と同じ意味）や一連の自由主義・社会主義の思想の昂揚などがあり、従来の諸制度・諸思想の改革が試みられた。

ダランベール（Jean Le Rond d'Alembert, 1717~83）—フランスの物理学者・数学者・哲学者。ニュートン力学を剛体に拡張してダランベールの原理を樹立。また、積分の原理、弦・空気の振動、天文学に関する理論などを発表。哲学上は感覚論・相対主義を取り、不可知論を主張。ディドロらと『百科全書』を刊行、その「序論」および「数学」の項目を執筆。