

〔座談会記事〕

ターボ機械協会設立25周年記念座談会

ターボ機械四半世紀の変遷と協会の役割

出席者（敬称略）：

大橋秀雄（第19期会長、工学院大学学長）

大桑武雄（第20期会長、石川島汎用機械
㈱取締役相談役）井田富夫（第22期会長、神奈川大学名誉
教授）守田 恒（第22期副会長、㈱日立ブラン
ト建設機電エンジニアリング
代表取締役）小川 汪（第24期会長、石川島播磨重工
業㈱常務取締役）

司会

小林敏雄（第25期会長、東京大学教授）

小林：本日はお忙しいところお集まりいただきありがとうございます。ターボ機械協会も1973年に発足し、25周年を迎えることができました。発足当時は高度経済成長時代の中にあり、その後オイルショックを迎えました。最近ではCO₂温暖化という環境問題が大きく取り上げられるようになりました。今日は20周年以降の会長、副会長にお集まり戴いてターボ機械に関する技術開発、需要の問題について、あるいは協会をリードして戴いた立場から協会の役割はどうあるべきかなどについてご懇談戴きたいと思っております。

原稿受付日 平成10年3月30日



座談会風景

歴代会長苦勞話

小林：まずはご担当された期の順番に当時の技術や状況あるいはそれ以降の変遷について述べて戴きたいと思っております。

大橋：ターボ機械協会が生まれたのは1973年のオイルショックの直前でした。時代の大きな変わり目にあつたので非常によく記憶しています。それまでは「行け行けどんどん」で、製品の量、売上も伸び、製品のスペックも作る毎に次々と書き換えられてきました。本協会は誕生と同時に状況がガラリと変わってしまい、それから25年が経過したということで感慨無量の思いがあります。昨年ASMEのFluids Engineering DivisionのSummer Meetingに参加した際に、日本のポンプの研究開発の歴史について話をしました。オイルショック以降、売上の伸び率がそれまでの1/3位に低下し、特にスペックの上から見たターボ機械の華々しさが止まってしまいました。一番よい例が火力発電所のキャパシティの変遷です。73年までに超臨



第19期会長 大橋秀雄氏



第20期会長 大桑武雄氏

界庄への移行がほぼ終わって、プラント容量もやがて百万kWで頭打ちになります。タービン本体やボイラー給水ポンプなど付帯機械の開発も、容量やスペックの面からは一段落しました。原子力は最近130万kWクラスが出現しましたが、当時既に110万kWに達していました。

それではターボ機械の発展はこれから先はないのかというと、研究の方はむしろオイルショック以降の方が増えています。オイルショック以前はターボ産業は技術導入型でどんどん生産していました。研究はむしろ添え物という感じが強かった。オイルショックを境に研究が大事だという意識が広まったと思います。日本機械学会論文集に掲載されるポンプ関連の論文数を調べてみると、論文数の増加率はオイルショック以降4倍に増えました。

1990年代に入って冷戦の終結、バブル経済の破綻などが起こり、大きな見方をすればグローバル化の時代が始まりました。この新しい時代の中で日本のターボ機械も国内だけではなく、世界の中でどのようなポジションを目指していくのか、従来以上に真剣に考えなければなりません。そうやって来ると、研究も満遍なくやるというのではなく、ターゲットを絞った取り組みがますます重要になって来ると思います。

このような中で、ターボ機械協会がいかに産学の橋渡しを務めるかということが大きな課題

でしょう。ターボ機械は、社会のインフラストラクチャや場合によってはハイテクとも深く関わっている分野だけに、重要な役割を担っていることを忘れないで活動して載きたいと思います。

大桑：日本経済の頂点は1986年であったと言われています。オイルショックがあっても産業は順調に成長してきました。その後の1991年のバブルの前壊を境に、高出力、大容量の時代から、性能重視に変わってきました。特にエネルギー、環境保全の問題が脚光を浴びるようになってからは省資源、省エネルギーが主要スペックとなりました。大橋先生がおっしゃったように研究が活発化したのですが、そのおおきな理山の一つにはコンピュータ関係の道具建てが進み、それほどお金をかけなくても開発ができるようになってきたことが挙げられます。省資源、省エネルギーのためにエネルギー変換機構の中でその中核を担っているターボ機械がその研究対象になった時代であったと思います。

ターボ機械協会の活動は手作りの良さを感じさせます。協会誌も質の高い内容をみんなに分かり易く書こうとしています。私が会長を務めた時に富山県立大学で20周年の記念式典がありました。その時につくづく感じたことですが、当協会の設立に携わられ、4代目の会長を務められた生井先生が述べられた「技術に役立つ研究はもちろん、産業界で研究を希望する課



第25期会長 小林敏雄氏(同左)



第22期会長 井田富夫氏

題、困っている問題などを取り上げて研究、討論できるような気楽な集まりにしたい」という理念が綿々と受け継がれていると強く感じました。これからもそのような活動のできる協会であり続けて欲しいと思います。

富山の記念式典では第1回の匠の表彰とサロン大賞の表彰が行われました。技能の伝承が重要だと言われている中で、後の世代に伝えていかなければならない現場に目が当たらないということが問題視され、大学の研究室で実験設備を作られる人や企業の中で「この人ならばタービンの曲りを一発で直す」という人など、名工を表彰しようということで企画が始まりました。また、当時は「協会誌はあまりにも固い内容なので潤いが必要だ」という意見があり、心を打つ随筆を表彰させてもらいました。これからも是非続けて載せたいと思います。

小林：大橋、大桑両会長の後を受け継いで戴いたのが第21期の谷島会長ですが、あいにく本日は海外出張のためご出席戴けませんでしたが、谷島さんは23期にも会長をやっていただきました。谷島さんは協会の目的、活動についてご意見をお持ちであると伺っています。是非、誌上討論に参加して載せたいと思います。

井田：私は第22期の1994から95年にかけて担当致しました。丁度バブルがはじけて世の中の景気も悲くなり、企業も苦しい状況にあって、それがそのまま協会の財政にも影響して参りま

したので、特別会員の会費を値上げさせて頂きました。協会の財政基盤を強固にするため会員数の増加を図ることがまず先決とされ、前期の会長谷島さんの唱えられた「2000年に2000名の会員を」という目標を引継ぎました。そこで会員の構成を調べたのですが、当時企業7、大学2、ユーザー1という割合でした。メーカー会員のこれ以上の増加はなかなか大変でしょうし、大学もターボ機械のウェイトが下がっている状況ではこれ以上の増加は期待できませんので、ユーザー会員を増やそうということになりました。ターボ機械のユーザーというと、化学、製鉄、石油精製、上下水道、電力、ガス、空調、建築など広い分野に亘っています。そのユーザー会員を増やすためには、会誌の誌面や講習会、セミナー等に、ユーザーが興味を持つ内容を多くしなければなりません。このような観点からの検討をお願いしまして、ユーザー会員向けの記事やシリーズものなども増加して読みやすくなり、また講習会や分科会にもユーザーに関係するものが企画されまして、良かったと思っております。なお研究・技術を重視する協会の会誌としては固い内容のものが多くは当然ですが、研究論文が会誌の冒頭に掲載されることもあるなどユーザーには取っ付きにくい感じを与える部分があるのではないかと理事会でも申し上げましたが、この点については採り上げられませんでした。このように研究を重視する姿勢



第22期副会長 守田 伸氏



第24期会長 小川 汪氏

は結構ですが、それにしては総会講演会での研究発表数が少ないような気が致します。

大桑：5月の講演会は総会と一っしょになっているので、みなさん発表を差し控えるという傾向があるようですね。

守田：井田先生の時に総務関係の副会長をやらせていただきました。しからば、総務関係の仕事何かやったのかというと、ほとんど何もやっていません。むしろ、先ほど話に出ましたが、この協会は手作りの協会であり、会員自身のボランティアでやってきた部分があります。費用面でのリストラが必要とされ、少しだけ今後の課題として問題提起しました。昨年の決算を拝見すると財政状態が改善されています。前会長、前々会長の努力の賜物でしょう。

産学協同の協会であるということをも実感しています。私自身もターボポンプ研究分科会に少し首を突っ込んでいました。大学の若手研究者と企業の課長手前の方々が30人、数ヶ月に一度集まって、特にテーマを決めず自由に議論していました。若手の方々にはいろんな意味でいい刺激になったのではないのでしょうか。また、ポンプの国際的な規格を作る時にこの研究分科会でも討議して修正案を提案しました。今まさにそれが規格に反映されようとしています。協会を活性化するためには若手に協会の存在意義を認識してもらうことも大切であると感じました。会員構成は企業会員が大部分ですが、

成熟した年代層が多くなっています。このような成熟した年代層は技術畑を離れ、別の仕事に移ることが多くなります。企業には若手が入ってきますが、なかなか会員にはなってくれない。それが課題だと思います。若手にいい影響を与える場を設けることが必要と考えます。

小林：成熟した年齢層の方にも退会しないで、是非会員で居続けてもらいたいですね。特に手作りの時代に活躍された方々の協会への愛着は人一倍のようです。総会の懇親会の場にも元気な姿を見せていただくことがよくあります。

小川：守田さんの提言を実験したのが私が会長をやっていた1996～97年です。論文の投稿料の徴収や役員の日当の削減、経費の削減を工夫して、財政は改善されました。当時は産官学の連携の気運が盛り上がり、ターボ機械協会の理事会でも大学の研究室を紹介してもらうことを行いました。非常に評判のよかった企画でした。

論文以外におもしろい記事がある

大桑：昨年からは協会誌の活字が大きくなり、私もまた協会誌を読み始めるようになりました。昨年暮れのターボチャージャー特集を見ましたが、ユーザーの方々もかなり投稿されており面白い特集号でした。感心するのはあんな小さな製品にも応答性の改善、排ガスの問題、運

転範囲の拡大などを旨として技術がだんだん精緻になってきており、可変容量の構造にしたり、材料を工夫したり、機構を改善して最適な状態で運転させるという方向に向かっていることです。世界の先端で競い合っている方々が特集号に投稿して下さっており、またユーザーの方々も投稿されておられる。あれくらい真剣に作ったターボの特集号は海外にも例がないですね。

大橋：ターボ機械協会誌は論文も読みますが、後ろの展望・解説がまた格段に面白い。国内、国外であのような面白い記事を載せている会誌はないように思います。日本語版だけにしておくのはもったいないと思います。どうにかありませんか(笑)。

小林：大きな課題ですね。Annual Review of Turbomachineryでも発行しますか。

大桑：ターボ機械協会誌に掲載される記事に論文が多いのは理由があるのでしょうか。

小林：論文集が別に出版されないのも一つの理由でしょうか。

守田：私が編集を担当した数年前には論文は豊富に集まるが、その他は集まりにくいという状況でした。

大桑：ユーザー特集を企画したことがありますが、あれはまさに解説記事ですよ。

井田：論文に関心を持っている会員であればいいのですが、大多数はそうでないはず。論文は個人の投稿によっていますから、それが会誌の前面にあっては個人のカラーが強くなってしまふ。協会誌としての大切な役割である解説記事や特集を前面に出すべきではないかと思えます。学会によっては学会誌と論文集を会誌の中で分けているものもあります。

ターボ機械技術者の生涯教育

大橋：大学における教育の内容はどんどん変わっています。特に学部教育について言えば

「工学部の機械工学科を出ても流体機械の講義を受けていない」という人がいても不思議ではなくなって来ました。むしろ増えて来ています。大学院を出てもそうです。私が学生の時代は「水力機械やタービンの講義を聞かないと機械の学生じゃない」という時代だったのですが、昔と大分状況が変わっています。流体機械ハンドブックなどを見ても、昔は設計理論が主だったのですが、最近は運転保守の割合が増えています。

ターボ機械関係の仕事させたいと思っても大学での教育にはほとんど期待できない。流体力学にしても基礎の部分だけ。大学における流体機械の教育が欠落してきているだけにターボ機械協会誌が教科書になります。

井田：昨年の「水車およびポンプ水車の理論と特性」のセミナーが盛況であった理由の一つにはそのこともあるのでしょうか。

大桑：それと、地方自治体でも環境関係からポンプに関わってきており、そのメンテナンス技術が最近重要視されて来たので、技術の向上のために上司から「少し勉強して来い」と言われた人が多かったのではないですか。

小林：20周年の妹尾先生との対談で、「作る機械から使う機械へ」という意識変革の提案がありました。それがますます強くなっていくのです。

小川：最近の若手は流体力学は勉強していても、流体機械は全く勉強していない。非常に困ることです。

大桑：設計でも一つ一つの部品の性能がいかに改善されても全体としてバランスの取れた製品でないと商品にはなり得ません。コンピュータの普及で個々にはうまくいっても優れた設計には全体としてまとめる力が必要です。

小川：感性の問題というか、見るからにだめな物は計算結果がいくら良くてもやっぱりだめ

なんですね。若手に製品を全体的に判断する能力を植え付けることが大きな課題です。設計という講義は大学ではやらなくなったのでしょうか。

守田：コンピュータの発達によって評価がデジタル化する一方で、研究開発そのものも狭く深くが重んじられる風潮にある。マクロに物を見るということが出来なくなって来た。私は入社当時上司から、「エンジニアではなく感エンジニアになれ」と言われたことがあります。今ではその意味が十分理解できますが、当時は理解できなかった。ターボ協会はこれから、もう少しマクロな物の見方をした方がいいのかも知れません。

大桑：そういえば協会誌の年頭の挨拶に「ハイテクへの傾斜はともすれば数値に対する過信や、システム信仰を生み易く、その反動で設計、製造の常識がなおざりにされる傾向があったことは深く反省する必要があると思います」と述べたことを思い出します。

大橋：ターボ機械協会誌への特別寄稿で、「エンジニア資格をめぐる世界の情勢と我が国の対応」という原稿を寄らせていただきました。これは何もターボ技術者だけの話しではありませんが、日本の技術者は国際的な場に出て行くと会社の名刺以外何も能力証明がないという時代が続いて来ました。これからは、国際的に通用する資格がないとハンディを負うようになるという内容のものです。

いま大学のエンジニア教育のAccreditationのシステムを作ろうと準備中です。今までの日本の大学の工学教育では「学生が将来企業に入ってから技術者として働く上で役に立つだろう」知識を教えてきました。しかしながら工学教育の英文名はEngineering Education、即ち「エンジニアを育成する教育」というのが正しい意味ですから、知識だけではなくて、例えばエンジ

ニア倫理のように社会に出てから自立して仕事をする上に必要なものを一式教えるのが本来の定義です。これまで教育する側にそのような意識がありませんでした。したがってエンジニアとしての基礎教育を終了したことを証明するためのシステムが必要だというものです。日本は昔から「個より集団の中で役に立つ」教育を行って来たのですが、今や時代の流れが変わっています。これからは「集団よりも個」に移りつつあると思います。

大桑：アメリカのPE（プロフェッショナルエンジニア）の資格を取得しようと思えば英語ですべて対応しなければならなくなる。これは大変なハンディキャップでしょう。是非、日本版のPEのシステムが必要です。確かに今は名刺の肩書き以外に何の資格もないですね。

大橋：ターボ機械に携わっている人、特に大学関係は「流体くずれ」が多いというのは実感しますね。ターボ機械に関われば関わるほど総合的な知識が必要となるわけで、例えばコスト競争力のある製品を作ろうとすれば流体的知識の占める役割は1/5程度じゃありませんか。材料、製造、振動など総合技術の結晶であって、流体は一局面でしかない。製品にトラブルが発生する場合を考えてもキャビテーションや流体騒音などが問題となるのは本当にまれではないですか。

大桑：極端に言えば流体性能としては漏れなければいいんです（笑）。例えば一万円の過給機をとってみてもそれに必要な研究、開発の分野は流体力学、強度、材料、振動、潤滑、シール機構、さらには精密鍛造に代表される特殊な工法、エンジン特性など多岐にわたっており、しかもそれぞれが調和のとれた形でまとまっていなければなりません。また、どれひとつ劣っても商品価値が下がってしまいます。私に言わせればターボ機械が一番機械らしい機械だと思

う。もっと注目されてもいいのではと思います。

大橋：まさにターボ機械は機械の華なんです。性能は多少悪くても我慢できますが、振動の問題は我慢できないし、腐食で羽根が飛んでしまえば我慢するどころではなくなってしまふ。我慢できない問題は流体関連技術以外のところにあるから、ターボ機械技術者には総合知識が要求されるわけです。

重要課題！

ターボ機械協会員を増やすには

大桑：この10年で会員の構成は変わったのでしょうか。

小林：総計1647名、113社で構成は企業7、大学等3でしょうか。

大桑：ターボ協会には学生会員がいない。

小林：現在検討中です。

大桑：特別会員として企業に会員になってもらい、社員を勧誘していかないと会員数は増えないのでは。それとユーザー会員を増やすこと。講習会の参加メンバーの構成を分析して攻めどころを絞ることも大事ですね。

小林：協会の企画は頑張っていると思います。ユーザーにうまくPRできているかということについては工夫の余地があります。ターボ機械を狭く捉えていたり、流体力学を強調しすぎているかもしれません。

大桑：一時期、電力会社の方に評議員になってもらい、水力発電所の見学会を企画した時期があった。あれは協会の活動にいい刺激になったと思います。

私たちがターボの先駆者

大橋：ターボ協会が発足した25年前には「ターボ」という言葉はまだ普及していませんでした。自動車のエンジンのターボが世の中に知れるようになったのは何時ごろですか。

大桑：1979年にセドリックが日本最初のターボ搭載車として発売されました。

小林：ターボ協会はそれよりも10年前に発足したのですね。

大桑：その後自動車用ターボが本格的に流行り始めたのが1982年です。

小林：今ではコンピュータにもターボが付いている（笑）。

大橋：当時は2リッターという自動車の排気量の限界が厳然としていて、「それでもパワーが欲しい」というユーザーの要求が高かったのです。そのはざまにターボブームが起こったわけですね。それでターボという言葉が世の中に認知された。その次にはコンピュータソフトがターボブームになった。今でも本屋に行けばターボ〇〇という本がいっぱいあります。今では笑い話ですが、その頃ターボ機械協会誌が店頭で急に売れ出したんですよ（笑）。そういう意味では「ターボ」という言葉は世の中に普及するようになり、一つのブームになりました。我々が「ターボ」本家なんですよ。大いに強調するべきです。

大桑：あその後、電気掃除機もターボになりましたね。ターボ車の後ろには「TURBO」とかっこいいエンブレムが付くようになったし、私どもの会社のターボチャージャーも若い人の間でステイタスシンボルにしていた時期がありました。いい響きのする言葉ですよ。そして、私たちが本家ターボ機械、元祖ターボ機械ですよ。

ターボ機械協会の使命とは

小林：ターボ協会は産学協同の場を提供するのが使命であり、若い人たちにそのような場を提供するのが良いという話が出ましたが、現状はどうなんでしょうか。私自身は協会に期待している部分が企業と大学で違うのかも知れない

と思っているのですが。

井田：ターボ機械は歴史も古いし、成熟した技術であって、大学側として研究できる分野が残っているんだろうかと疑問に思っています。一時期CFDで羽根車内部の流れを産学協同で盛んに研究した時期がありましたが、その後は企業がより高性能の計算機を使ってさらにブラッシュアップさせてしまい、大学が追いつけないところまで来ました。企業にとって魅力ある提案を大学からすることは不可能に近いように思われます。

小川：空気機械に話を限定すれば、未解明の問題がまだまだたくさんあります。例えば、スケールファクタです。なかなか予測通りにはいかない。コンピュータを駆使しても満足できる精度が得られません。特にOff Designについてはまだ精度が悪い。そういう問題は共同研究で大学にも是非手伝ってもらいたいと考えています。

大橋：わかっていない問題はたくさん残っているんです。それを解決するためにより基本的な問題に分解していく段階で、企業の中の人材だけではそのすべてに対応できる専門家を揃えることが不可能になります。そこでエキスパートの先生方の出番となるわけです。これまでの産学協同のやり方は、人と人とのつながりに頼ってきました。アメリカの大学の場合、委託研究を打診すると「いつまでに、いくらで、どのような方法で」という部分がはっきりと示される。最近アメリカの大学への委託研究が増えています。企業としてもやり易いんですね。でも日本の大学とは、アメリカのような付き合い方を日本の企業はしていません。アメリカ対するのと同じように日本の研究室と付き合いっていくという意識の切り替えがまだできていないんですよ。

企業の方々にアドバイスしたいのは、各大学に「自分のところでは、このような設備をいく

らで準備し、人件費にいくらかけて、いつまでにこういう結果を出す」という情報を提示してもらい、公開入札できるようにした方がいいということです。従来の人とのつながりによるやり方を変えて、お互いに必要とするものを契約によって補完し合う形に割り切っていく必要があります。そうすればお互いにもっとプラスになります。

小川：日本の場合、先生方の専門分野がよくわからないために人と人とのつながりに頼っていましたね。

小林：最近は大学もインターネットなどでPRする時代になりました。こう伺うと大学の関与できるテーマはいっぱいありますね。

大桑：各企業も手持ちのマンパワーだけでは研究をやりきれないわけですから、アウトソーシングに頼らざるを得ない。そうすると大学の出番なんです。

大橋：井田先生のおっしゃるように、企業の抱えている問題をかみ砕かないで大学に持ち込むのでは解決のしようがありません。大学の先生方も専門分野が細分化し、深く掘り下げて活動しているのですから、「いかに自分たちの直面している問題を分解して、どのような分野の専門家に依頼するか」という分析力が企業に試される時代が来たと思います。むしろこれからますます産学の関係が深まっていくんですよ。

大桑：先生方もオーガナイズしていただいて、企業からの依頼が包括的であっても受け止めていただくようにできませんか。それこそ学内起業じゃありませんが(笑)。

小林：私が所属する国際産学協同センターでも「包括的な請け負いができる大学関係者の不在」が話題になっています。

大橋：ターボ機械協会誌の後ろの方に「研究公募」の欄を儲けるのはどうでしょうか。

小林：一度やってみましょうか。ゴルフ会員権の売り買いではないですけど(笑)。「研究家の人員、設備をはっきりと示してもらって、いくらで、いつまでに」と書いてもらうわけですね。

大桑：若手を産学協同の活動の場に積極的に投入していくことが企業としては必要ですね。本人は行きたいのに上司に行けと言われてないと遠慮してしまうということもあるでしょう。

守田：私自身の経験でも「行けよ」と言ってやると喜んで飛んでいくんですが、本人からはなかなか「行きたい」という意志表示はないですね。

小川：学生が変質してきたから、こういうところに積極的に参画させて勉強させないものにならなくなってきたことは間違いない。産学の切磋琢磨が必要です。

大橋：大学はその時に本人が講義や講演会や活動の内容を理解できるように基礎力を付けさせることが必要です。

大橋：日本には技術士という資格がありますが、試験に通って資格を取得したらおしまいなんです。世界のいろいろな資格をみると継続教育を必要としています。CPD (Continuous Professional Development) が要求されます。講習を受け自分の知識をリフレッシュしないと資格をキープできない。日本でも例えば内科医の方は内科関係の学会の講習会に参加しないと専門医としての認定が得られない。お医者さんだけが「学会出席のため本日休診」とやれるわけです。自分の職業を継続するために必要なのですから。

小林：大学でも技術官の資格見直しの時に専門技術の他に、研修を終了したかという項目があります。学会主催の研修も申請できるのですが、学会に研修終了を認定してもらうことが義務づけられています。

大橋：ターボ機械技術者も他業種の技術者と同じように「会社を休んで研修なんてとんでもない」と言われるのが現状でしょうが、やがてはお医者さんと同じような状況になるでしょう。そのような時代の到来に備えることもターボ機械協会の大事な役割になって来ます。

次世代の技術

小林：研究、技術の将来はどうなるのでしょうか。大容量製品へのチャレンジが飽和した今、どの分野が次に注目されるようになるのでしょうか。

大橋：ガスタービンでは最近1550℃に達しました。昔からは想像もできない技術の進歩です。

大桑：コンプレッサも小型までレシプロコンプレッサからインバータモータ採用のターボコンプレッサになりつつあります。

小川：省エネ対策として分散型になってきましたね。

大橋：過去のポンプの種類別製造台数のトレンドを取ったことがあるのですが、かつて急激な伸びを見せたのが水中モータポンプと耐食性ポンプです。分散配置やイージーメンテナンスなどの時代のニーズに応えたわけですね。

小川：最近、MITが夢のようなマイクロタービンを開発しています^(*)。二乗三乗の法則というのがあって、キャパシティは寸法の二乗に比例し、重量は三乗に比例するので、寸法を小さくするほどパワーデンシティが上がると言われています。その実験的なアプローチをMITがやっている。電動機駆動のターボコンプレッサの場合、原動機の回転数が限界となり、高速回転とするための増速機がどんどん大きくなってしまふ。これを解決するために我が社では高周波モータを採用します。MITは直接発電する

(*) S.Ashley, "Turbines on a dime", Mechanical Engineering, Vol.119, No.10 (Oct.1997), p.78-81.

方式を開発しています。50人規模で開発プロジェクトにあたっているようです。10セント硬貨に載ってしまうような大きさで20ワットの発電を狙っているそうです。

大橋：20世紀はいろいろな科学、技術が発達しましたが、一番発達したのは、目に見えないミクロの世界です。例えば生命科学などのように、原子レベル、分子レベルでDNAなどの微細なものを特定する技術の進歩はすごいと思います。それに比べるとターボ機械はマクロの世界のテーマだと思います。マイクロマシンも魅力的ですが、エネルギー変換効率が悪くなってしまいます。エネルギーの生成、消費の手段としてのターボ機械に替わり得ることはないだろうと考えています。

大桑：日本の技術が進歩したというのは事実であると思います。1965年の頃は大型の蒸気タービンは全部欧米の技術でした。今や日本は技術面では欧米と拮抗し、あるいは追い抜いたなと感じています。省エネルギー、省資源に関する最適化はこれからも進んでいくでしょう。残念ながら最近ではターボ機械そのものの性能改善ではなく制御技術で補われているという感じがします。流体力学の分野だけではなく、バランスというか流体機械トータルの観点から進めていく必要があると感じています。

大橋：昔は三菱重工のガスタービンといえばウェスチングハウスの技術とされていました。最近では三菱重工の図面でウェスチングハウスがガスタービンを製作するようになった。日本が格段に進歩したというよりも他の国のブレーキが強くなったというのが本当のところではないでしょうか。日本では産業も長期的視野に立って経営しているし、大学もわずかながらも固定研究費があるので自由に研究できる部分がありますが、アメリカや諸外国では時流に合わ

ないことはやらせてもらえない。そういう意味では日本が相対的に前に出て世界のリーダーシップを取るような場面がいろいろ出てくると思います。

最後に

小林：最後に学会の役割や会員に対して一言お願い致します。

大桑：先輩の言葉を繰り返すことになりませんが、「会員は協会を徹底的に利用し、自分の役に立てて欲しい。その結果恩恵があったなら、協会に恩返しして次の時代につないで欲しい」

守田：若い人たちに協会をさらに活用していただくために、会員なら誰でもアクセスできる場を開いてもらいたい。そこで自分の抱えている問題を解決できるようにしていただきたい。メンテナンスしていくのは大変ですから、電子掲示板として活用できるだけでよいのではないですか。

小林：ターボ協会はネットワーク作りの取り組みが遅れていますね。

井田：そういうことは若い人ほど得意ですから、是非やって戴きたいですね。

守田：ターボ機械として環境にどう取り組んでいくか。何をやれば世の中に貢献できるかを検討できる場を設けて欲しいですね。語ろう会で取り上げて下さい。

大橋：長い歴史のあるターボ機械ですが、協会設立25周年と言ってもまだたった25年ですよ。学会の活動はQuarter Centuryが歴史の最初の一歩であって、まだまだ若いんだから、過去の慣例にとらわれず必要なことは思い切って改革して行って下さい。

小林：今日は長い時間にわたりご討論戴きましてありがとうございました。