
森 康夫 先生のご逝去を悼む
Professor Yasuo Mori (1923 – 2012): Memorial Tribute

中山 恒 (名誉会員)
Wataru NAKAYAMA (Honorary Member)
e-mail: watnakayama@aol.com

森 康夫先生が3月20日お亡くなりになった。私は昨年来、伝熱学会創立50周年記念事業のために様々な資料に目を通してきたが、その過程で森先生から賜った長い年月にわたるご指導を思い出していた。ご訃報を頂いたときは、「心の中に大きな穴があいた」と云うありきたりの表現には収まりきらない喪失感に捉われた。訃報が広まるにつれ、同様の感想を多くの方々から聞き及ぶことになり、森先生が残されたものの大きさをあらためて感じている。

さて、追悼文を記すにあたり、森先生が常々おっしゃっておられた言葉が思い出された。言葉の正確な再現ではないが、意味するところは「何かに取り掛かるときは、何のためにするのか説明できなくてはならない」と云うことである。「何のため」とは、追悼と云った抽象的なことより、具体的な成果を意味している。そこで次のように考えてみた。今日の伝熱学会の会員には、森先生のお名前は存じ上げていても直接に接した経験を持たない方が多くなっているのではないかと思う。そうした若い世代の方々には、一時代を画した研究者、教育者としての森先生像を伝え、自身のこれからの考える糧としてもらう記述ができないか。勿論、森先生から直接ご薫陶を頂いた会員の方々も多数居られ、これらの方々には先生の全体像にあらためて思いを馳せてもらう記述ができないか。適宜の紙数に収めるには難しい仕事であるが、執筆の意図のみでも彼岸に旅立たれた先生のご了承を得られたらと願いつつ、記すことにする。

ご経歴

森 康夫先生は大正12年(1923年)2月24日、東京でお生まれになった。昭和17年9月、第一高等学校理科、昭和20年10月、東京帝国大学第二工学部航空機体学科をそれぞれ卒業された。世に転変なければ東京帝大で研究を続けられたであろう



森 康夫 先生 (第17期伝熱学会会長)

うところ、昭和21年4月、米国政府の指示により東大工学部航空機体学科が閉鎖となり、余儀なく東大を去る経験をされた。しばらくの社会経験の後、昭和22年9月(財)理化学研究所に就職された。その後、昭和28年4月に東京工業大学に移られ、同年11月助教授、昭和36年5月工学部教授に任ぜられた。その間、昭和31年9月に東京大学より工学博士の学位を授与されている(学位論文「低圧式空気分離装置に用いるターボ膨張機の理論的研究」)。長年にわたる東京工業大学での奉職に加え、昭和57年には東京大学生産技術研究所教授を併任されることになった。昭和58年4月、東京工業大学と東京大学を定年退官され、東京工業大学名誉教授となられた。その後、昭和63年3月まで電気通信大学において研究と教育に携わられた。大学退官後は昭和63年4月～平成2年2月の間、東京計装(株)の特別顧問、平成2年2月～平成4年4月の間、米国ホノルルに所在したPacific International Center for High Technology ResearchにおいてSenior Scientist(外務省ODA専門家)を務められた。

学協会役員など下記の公的役割も務められた。日本機械学会理事（昭 41, 43, 47, 48）、日本機械学会副会長（昭 53）、日本伝熱学会会長（昭 53）、日本機械学会監事（昭 54）、学術審議会専門委員（文部省）、エネルギー特別研究推進委員会委員（文部省）、産業審議会専門委員（通商産業省）、大型工業技術研究開発連絡会会議委員（工業技術院）、サンシャイン計画推進本部分科会、推進委員会委員（工業技術院）。

後に記すように、伝熱、燃焼、エネルギー工学、環境工学の広い範囲に及ぶ研究をされ、国内外に発表された研究論文は 300 篇を超える。また、共著を含め 15 冊の著書を著されている。国内における受賞歴は 4 度にわたる日本機械学会論文賞（昭 38, 48, 55, 59）、東京都科学技術功労賞（昭 57）、工業技術院大型工業技術開発貢献賞（昭 61）、日本機械学会熱工学部門賞（平 1）などである。平成 11 年には「国の内外における科学技術の進歩をはじめ、我が国の産業の発展・人材の育成に果たした功績」を讃え、旭日中綬章を授与された。

森先生の国際伝熱研究界におけるリーダーシップは特筆されるべきものである。International Journal of Heat and Mass Transfer の Editor を昭和 48 年～61 年の間務められた。その後、同論文誌の Honorary Advisory Board に名を連ねられておられる。このほか International Communication of Heat and Mass Transfer（昭 51～61）、Energy Developments in Japan（昭 55～62）の Editor、Heat Transfer Japanese Research（昭 50～）の Advisory Board も務められた。海外における森先生に対する声価は極めて高く、昭和 59 年 University of California, Berkeley 校における Springer Distinguished Professor を始め、海外から講演に招待されること多数回に及んでいる。著名な賞を授与された数少ない日本人の一人であり、ASME Heat Transfer Memorial Award（昭 57）、ASME Max Jakob Memorial Award（昭 63）、ICHMT A. V. Luikov Medal（昭 63）を受賞されている。昭和 61 年 2 月には米国工学アカデミーの外国人会員に推挙された。

森先生と伝熱学会

伝熱学会の前身である伝熱研究会は昭和 36 年（1961）11 月 22 日学士会館で設立総会を開いた。森先生は第 1 期役員の一人に選出されている。役

員は、その後の日本の伝熱研究界を発展させた先達の先生方である。なかでも森先生は、我が国の伝熱研究と本学会の発展史のなかに大きな流れを作られた。先生が「伝熱研究」誌に寄稿された幾つかの論説を読むと、長年にわたり一貫して堅持してこられた原則があらためて浮かび上がってくる。纏めてみると次のようになる。言い回しには私なりの解釈も含まれていることをお断りしておく。

- 独創的な基礎研究に裏付けされた包括的知識体系の構築が、大学における伝熱研究のミッションである。研究題目の設定に際し、大学院生が纏めやすいようにとの配慮が過ぎると、伝熱研究の将来にとっては憂慮すべき事態になる[1]
- 我が国の工業技術環境に根差した研究を行い、しかも普遍性を兼ね備えた成果を出せば高い国際的評価が付いてくる。最初から国際的評価を狙った研究はすべきでない[2]。
- 時代とともに研究対象は多様化する。旧来分野の問題のみを考えていると、魅力ある研究テーマが少なくなったとの疑問を抱くようになる。視野を広げれば魅力あるテーマが見えてくる[1, 2]。

森先生は伝熱研究会での自由で活発な雰囲気づくりにも取り組まれた。1974 年に始まった伝熱放談会[3]は、アルコールを入れながら談論風発する場であった。アットホームな雰囲気の中かで真剣な議論をする気風は今日の伝熱学会にも受け継がれている。

一方、森先生は学会の組織的整備に関して早くから構想を温めておられた。第 17 期会長に就任（昭和 53 年（1978））した際、構想の実現に向けて下記の提案をされている[4]。

- 社団法人組織とし、国内外各種機関との交渉における立場を強化する。
- 会員の増強を図る。とりわけ学生員制度の開設を検討する。
- 予算の増強を図る。「伝熱研究」誌への企業製品広告による収入を検討する。
- 夏季セミナーの充実を図る。
- 伝熱スクール（仮称）を新設する。
- 発行誌にアカデミックな内容の記事をより多く掲載する。

- エネルギー問題の解決へ向けて、討論会を他学協会と共催する。

これらの提案の殆どが紆余曲折を経たもの今日では実現されている。16年後の1994年、社団法人化を実現した。これに先立ち1993年に始められた募金事業により会の財政基盤が強化された。学生会員制度、広告料収入、サマースクールや伝熱セミナーの開催などに関してもご存じの通りである。初期の「伝熱研究」誌には同好の士の間の通信記事が多かったが、その後、専門的に高い内容の記事が増えた。就中、1993年創刊の *Thermal Science and Engineering* は本学会が出版する専門誌となった。また、本学会はエネルギー開発を支える基礎研究の場となり、他の学協会との連携のなかでユニークな役割を果たしている。こうした展開は勿論多くの会員の方々による尽力の賜物であるが、森先生の先見性あるご提案に発していることを忘れてはならないと思う。

森先生はさらに若い世代の研究者を励ますために学会賞の創設を提案され、拠金を申し出られた。これを基に平成元年、日本伝熱学会学術賞が設けられ今日に至っている。先生は当初、寄付者の名前は絶対に出さないようにと厳重に注文された。これは当時の学会長であった平田賢先生、副会長の越後亮三先生らのとりなしにより、いささか緩和されたが、森先生のご性格を物語るいきさつである。

伝熱シンポジウムにおける森先生のご様子を思い出される方は多いであろう。先生が講演セッションに現れるや、緊張感が走った。厳しい質問やコメントが予期されたからであるが、先生のお姿そのものが重厚な存在感を醸していた。一方で、研究に対する一途な姿勢は、皆の心の中に先生に対して一種の愛着感を生み出していた。森先生のような「こわいけれど愛すべき先生」は最近ではお見かけしなくなった。これは私が年をとったせいであろうか。とにかく懐かしく思い出される。小竹進先生が纏められた資料によると、第26回伝熱シンポジウム(1989年)までに講演論文集に掲載された著者名のなかで、森先生のお名前が111件と最多である[5]。

国際伝熱研究界における森先生

森先生は1961年米国コロラド州ボルダー市で

開催された第2回国際伝熱会議に参加された。会議はレポーター形式で行われ、125編の論文中、日本からの提出論文は森先生のものを含め11篇であった[6]。会議参加費が30~50ドル、論文提出者には無料とされた時代である。1974年に東京で開催された第5回国際伝熱会議では、論文査読委員長を務められた。対外交渉を伴う責務で、森先生ならではの纏めをされた。国際伝熱会議には1994年英国ブライトン市での第10回会議に至るまで毎回参加され、我が国からの参加者の先頭に立っておられた。

(旧)ユーゴスラヴィアで始められた国際夏季セミナーは、その後 *International Centre for Heat and Mass Transfer (ICHMT)* に発展した。1971年に設立された *ICHMT* の *Scientific Council* に、森先生は西脇仁一先生、水科篤郎先生らと共に日本を代表する初代メンバーになられた。*ICHMT* の国際セミナーは1990年代初頭にユーゴスラヴィア連邦が崩壊するまで、中世の古城がある風光明媚な *Dubrovnik* 近郊で毎年開催された。森先生はセミナーの常連メンバーで、私も数回参加する機会を得た。講演会場の最前列にカリフォルニア大学の *C. L. Tien* 教授らと共に陣取り、講演者に次々と鋭い指摘をされていた光景が今でも鮮やかに思い出される。*ICHMT* はその後、トルコに本拠を移し今日に至っていることはご存じの通りである。森先生は1990~1994年の間、*President* を務められた。*ICHMT* がトルコへ移行した時期と重なり、新しい組織の整備に尽力された。ユーゴ時代の *ICHMT* は *N. Afgan* 教授個人による運営の色合いが強かった。森先生はこれを *Executive Committee* が権限を持ち、規約 (*By-Law*) に基づいて運営する国際組織に変革するようリーダーシップをとられた。同じ時期に私は *Executive Committee* のメンバーであったので、委員会の様子が記憶にある。移行時にありがちなことであるが、ユーゴ時代に蓄えられた *ICHMT* の資金の所在が不明になったことがあった。この問題をどのように処置するかで議論があったが、森先生はこれを不問にし、前へ進もうと提案され一件落着した。

森先生は米国に強い人的ネットワークを持たれていた。とりわけ森先生が培われた *MIT* の *Warren Rohsenow* 教授、*UC Berkeley* の *C. L. Tien* (田長霖) 教授、*Michigan* の *W. J. Yang* (楊文階) 教授らと

の親交は、伝熱研究界での日米交流を深めるのに大きな力になった。Yang 先生とは 1983 年 3 月の日米熱工学合同会議（ホノルル）、1985 年 9 月の日米科学セミナー「先端技術とエネルギー工学」（サンディエゴ）を共同でオーガナイズされた。日米熱工学会議も含め、後にホノルルで開かれた会議に参加されるたび、ホテルのスイートに日本からの参加者をお招き頂いた。通称「森バー」は、当時の若手研究者にとって森先生と直接お話しを交わす得難い場であった。

森先生が海外の著名な研究者から得た高い評価には、研究業績はもとより、コミュニケーション力の効果が大きかった。先生は研究上のことから学会の組織運営に至るまで、ご自分の意見を明確にし、率直に伝えた。ときに直截的と思える表現は、婉曲な言い回しに慣れた国内の研究者にはきつく響いたが、多様な思考様態をする人たちを相手にする国際的な場では分かり易さが必須のことである。聞く側にとっては自分の考えと対立する意見であるか否か、はっきり分かったほうが、曖昧で理解不能の言い回しを聞くより数倍好ましい。意見が対立していると分かれば議論が進む。議論を重ねるうちに互いに尊敬の念も湧き、長年にわたる友情が培われるようになる。グローバル化の時代に生きるこれからの世代の人たちには、国際的なコミュニケーション力が益々必要になる。森先生の表現法は先生が活躍された時代に合ったもので、これをそのまま模倣する必要は無いと思うが、コミュニケーションに関する基本精神は学ぶべきであろう。

研究の系譜

森先生の研究業績を閲覧すると、研究課題の選択に際し永続性と発展性に深い考慮が払われていたことが分かる。応用力学問題の性格を有し独創的理論展開を必要とする課題、先端エネルギー工学の課題、地球環境問題に関連する課題が有機的に組み合わせられ、研究の主要な流れが作り出されてきた。理研時代に取り組みされたターボ膨張機と流量計に関する研究は、後年の気体分子力学に関する研究とエネルギー関連研究に連なっていると考えられる。研究上で最も重要な刺激を受けられたのは、東工大に移られてから間もなく、フルブライト基金を得て赴いたコーネル大学での研究生生活

であったと考えられる。

コーネルで纏められた論文は、水平平板上の強制対流に対する浮力の影響を論じられたものである[7]。水平平板上の強制対流に関しては、Prandtl による境界層近似によって無次元解が求められようになった。これは 20 世紀初頭のことである。熱伝達問題では当然浮力の影響を考慮しなければならないが、無次元数 $Gr_x/Re_x^{2.5}$ による摂動展開をすれば、浮力の影響を入れた解析が可能になることを初めて明らかにされた。Prandtl の仕事から実に 60 年を経て森先生がされたブレイクスルーであった。この仕事は当然のことながら当時大変な注目を浴びた。どのようにしてこの課題に取り組むようになったか、詳しい経緯をお伺いしたことはないが、察するところはこうである。コーネルでのホストは W. R. Sears 教授であった。Sears 教授は流体力学の先達である von Karman 教授に師事された方である。一方、森先生の東大時代の恩師は、我が国の流体力学の先達である谷 一郎先生であった。谷先生と Karman 教授との間に親交があり、Sears 教授の下に行かれたのにはこうした背景があった。米国滞在中に得られた刺激は想像に難くない。論文[7]の文献欄には Sparrow と Gregg による垂直平板における強制/自然複合対流の論文が見られる。水平におかれた伝熱面では現象が一段と複雑になる。より複雑でしかも現実に重要な問題にチャレンジする精神が掻き立てられたことは疑いない。また、解析に当たっては流れの解に高精度を要し、太平洋戦争中に谷先生が算出された解を用いている。当時の米国の研究環境は眩いほどであったろうが、ご自分の拠って立つところを明確に意識された先生の姿勢が伺える。なお、Sears 教授とは終生の親交を結ばれていた。

さて、水平に置かれた伝熱面では流れが 3 次元になる可能性が高い。論文[7]で行った 2 次元解析の意義については「伝熱研究」誌上で説いておられる[8]。一方、同論文のなかで 2 次流れに関する文献も引用され、3 次元解析への取り組みを示唆されている。そのうちの 하나가 Morton による水平円管内の二次流れの解析で、これの実験的証明が私に最初に与えられた修士テーマであった。その後の研究展開は拙稿[9]に紹介した通りである。二次流れを伴う種々の対流伝熱問題は数代にわたる大学院生の研究テーマになった。後年の回想のな

かで、森先生はご自身が取り組まれた研究課題を下記のように分類されている[10].

- (1) ある分野の学問体系の確立のために行ったもの.
- (2) 学問的必要性・必然性から行ったもの.
- (3) 水平思考的考察により課題を選定したもの.

二次流れを伴う対流伝熱に関する研究は、螺旋管熱交換器、回転機械の冷却流路、電磁流体回路などの設計解析に広く適用できる知見を生み出し、上記の分類(1)に入れられている。

分類(2)に入る主要なテーマとしてプラズマ伝熱を上げられている。電磁流体に関する取組は1950年代から始められており、とくに電磁流体力学直接(MHD)発電に関する研究は長期にわたるテーマであった。なかでもMHD装置の電極表面における物理現象の理解は電極の寿命を延ばすために欠かせないもので、この課題から発したプラズマ伝熱の基礎研究は研究業績の主要な一角を占めている。ふく射と他の機構が共存する伝熱、微粒子の関与を含むふく射伝熱、MHD流路内の衝撃波、燃焼に関する基礎研究にも取り組まれた。これら高温環境下における伝熱現象に関する研究は、多目的高温ガス炉の研究にも展開され、高温熱交換器の設計に有用な知見を生み出した。

分類(3)に入る課題の例として、垂直フィンの先端における凝縮熱伝達の問題を上げられている。フィンの先端を鋭くするほど液膜は薄くなり大きな伝熱促進効果が得られる。但し、フィン先端における凝縮現象の解析には、平板境界層先端での特異点問題に通じる難しさがあった。分類のタイトルに使われた「水平思考」とは、ある問題の解決に使われた理論なり実験の手法を、異なる研究対象に適用する着想を指している。なかでも次に記す手法は多様な課題に適用された。対象とする伝熱過程を支配する無次元数を明らかにし、無次元数が小さい領域での摂動解、無次元数が大きい領域での漸近解を求める。これらの解と実験データから、広いパラメータ範囲で適用できる相関式を導く。振動する物体からの熱伝達、気体中の微粒子が音速に及ぼす影響、凝縮または蒸発を伴う層状2相流の問題などに適用された。

上述の研究を促した社会的ニーズはエネルギー開発と環境保全である。MHD発電と多目的高温ガス炉は通商産業省の開発プロジェクトでもあつ

た。バイナリサイクルによる地熱発電、窒素酸化物生成過程の解明、炭酸ガス固定化などの課題にも取り組まれた。これらの研究においても、物理現象の基礎的理解を強調する姿勢を貫かれた。後年、分子動力学の応用に関しても強い関心を持たれていた。

以上が森先生の研究業績の概観であるが、私には勿論記し尽くせないほどの広がりがあることをお断りしておく。

教育現場の森先生

ここで、私が大学院生であった頃(昭和36~41年)の思い出を記しておく。

授業での森先生はとにかくエネルギーに熱い。黒板の隅から隅までびっしり書かれる数式を学生たちは必死にノートに写した。最近の教室では講義に分かり易さが求められているようであるが、当時は、理解するには学生が努力せよと云う雰囲気があった。学生にとっては、先生が醸し出す先端を走る姿勢に強い感銘を受けた。どのような機会であったか定かでないが、あるとき森先生の講義ノートを拝見することがあった。電気電子の基礎に関する内容で、先生の貪欲とも云える知識欲が感じられた。教育とは知識の伝達もさることながら、長年にわたって記憶される教育者としての姿であることを思う。

教室でのエピソードで記憶に残っていることがもう一つある。講義の初めに、確かインドからの留学生であったと思うが、森先生がコーネルから帰国されたばかりのことを知っていたのであろう、「先生、講義を英語でもらえませんか」と乞うた。先生は「ここは日本ですから日本語で話します」と直截に答えられた。今日、先生が現役でおられたら英語の授業をされているかどうか、想像に任せるしかない。

森研の研究室は大岡山キャンパス正門近くの平屋建ての建物であった。今では百年記念館の横に僅かに一部分のみが残されている。機械工学科の教授室は本館にあり、先生方は背広の上に白衣を纏っておられた。研究室から本館入口は見通すことが出来、白衣の森先生が現れると研究室内に警報が伝わった。先生はしばしば白衣をひるがえしながら小走りであられた。何か思いつかれたことを早く学生に伝えたい、との念が周りの空気に満

ちているようであった。

研究室では毎週決まった時間に輪講があった。学生が関連文献の概要を紹介し、研究状況の報告をするのが主であったが、森先生が齎す最新情報を伺う機会でもあった。当時、先生は駒場で谷一郎先生が主催されていた「境界層ゼミ」にも出ておられ、ここからの情報を私たちも聞くことが出来た。記憶に残っているのは乱流の解析モデルに関する提案をした Malkus とか Kraichnan と云った人たちの名前である。応用数学者あるいは物理学者であったこれらの人たちの仕事は、複雑な現象に理論で挑んだもので、森先生が目指す研究の原型のように私には思えた。森先生は後に機械物理工学科の新設を主導され、物理学の思考様態を工学分野の研究教育に取り入れるよう流れを作られた。

森先生の講義は学生に努力を求めるものであったが、一方、分かり易い参考書を紹介しても下さった。今日に至るまで私が書架に置いている本がある。なかでも久保亮五「統計力学」共立全書(10版, 昭 36), 島内武彦「化学平衡はどのようにして決まるか」東京化学同人(4版, 昭 39)の2冊は、折にふれページをめくることがある。そのたびに、「森研」を思い出すのである。

晩節の森先生

ホノルルでの公職を退かれた後の先生は、世田谷成城のご自宅で自適の生活に入られた。お好きであったゴルフを楽しまれる以外は、旺盛な知的好奇心を失われることなく、幅広く文献に目を通され、思索を深めておられた。地球環境の問題とエネルギー問題には最後まで関心を持っておられた。私は比較的最近に至るまで何度か成城に伺い、種々のお話を伺う機会を得た。話題のなかには一高、東大時代の思い出、大学紛争時のご体験もあり、興味深かった。昨年の夏に体調を崩され、ご自宅近くの介護ホームに入られ、一時の入院のほかはホームで静かな生活を送られた。ホームでは温厚で優しい老紳士として介護に当る方たちから慕われていたと伺っている。最後のときは苦痛もなく穏やかな顔で迎えられたそうである。御年 89 歳になられていた。

森先生のご逝去はたいへん悲しいことであるが、先生は存分にご自分の人生を歩まれ、天寿を全う

されたと思う。追悼文を纏める過程で、先生の大きさをあらためて深く心に刻んだ次第である。

謝辞

先ず、森先生ご本人に謝辞を呈さなければならぬ。成城でお会いしたあるとき、ご経歴のリストを下さった。本文を書く際に貴重な参考として使わせて頂いた。井上剛良先生は森先生の講座を継がれ、森先生の退官後も研究業績記録の管理など、種々の労をとられてきた。井上先生から送って頂いた研究業績資料はたいへん役に立った。黒崎晏夫先生は森研の博士第 1 号で、修了後は一色尚次先生の講座に入られた。一色先生は森先生の一高、東大のクラスメートであり、東工大および伝熱学会における同僚として長年にわたり森先生と仕事をされてきた。黒崎先生の発案で一色先生に追悼文執筆をお願いしたところ、快く引き受けて下さった。ご訃報を頂いた後、森研の同窓生にお会いする機会が出来、幾人かの方々から参考になるお話を伺った。御礼申し上げる。

文献

- [1] 森 康夫, 伝熱学, 伝熱工学と伝熱技術, 伝熱研究, **24-93**(1985)1.
- [2] 森 康夫, 国際的観点からの日本の伝熱研究, 伝熱研究, **26-100**(1987)10.
- [3] 伝熱放談会記録, 伝熱研究, **14-52**(1975)1.
- [4] 森 康夫, 日本伝熱研究会の将来問題についての私案, 伝熱研究, **18-69**(1979)1.
- [5] 小竹 進: 伝熱研究の動向に関する調査について, 伝熱研究, **29-115**(1990)8.
- [6] 森 康夫, 第 2 回国際伝熱会議に出席して, 日本機械学会誌, **65-525**(1962)2.
- [7] Y. Mori, Buoyancy Effects in Forced laminar Convection Flow Over a Horizontal Flat Plate, ASME Journal of Heat Transfer, **83-4**(1961)479.
- [8] 森 康夫, 2 次元層流熱伝達, 伝熱研究, **2-5**(1963)1.
- [9] 中山 恒: 伝熱学会 50 年: 回顧と展望, 伝熱, **50-212**(2011)22.
- [10] 森 康夫, 研究課題の重要性, 日本機械学会論文集 (B 編), **49-444**(1983)1567.