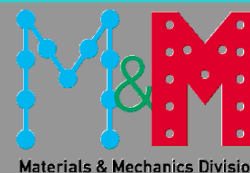


Materials

&amp;

Mechanics



Newsletter, Materials and Mechanics Division, JSME, No. 34, September, 2010



## 材料力学よもやま話 “一休さん”と安全・安心社会へのパラダイムシフト

第 88 期部門長 中村 春夫  
東京工業大学 大学院理工学研究科 機械制御システム専攻

今回からニュースレターが電子化されるので、より多くの方、特に若い研究者に安心・安全の問題に興味を持っていただけるよう、社会が直面している「安全」から「安心・安全」へのパラダイムシフトに関して、「このはし渡るべからず」という一休さんの説話を例にとりて皆さんとともに考えてみます。

「素直な心というものは、融通無碍の働きのある心であるともいえると思います。すなわち、物事に対して臨機応変、自由自在に取り組むことのできる心ではないかと思うのです。」とは、松下幸之助氏の言葉です。法則・定理から実在を解釈するという仕事柄、わたしのように科学に携わっていると、既存の価値観・前例に縛られ、「裸の王様を裸と見る」子供の素直な心から遠ざかる傾向にあります。一休さんのように、「即座に、橋の真ん中を堂々と渡りきる」ことに惹かれる理由もここにありましょう。

西洋思想の特徴のひとつは、プリズムを通る前と後の光のように、あらゆるものを「一面ではひとつ（無色・透明な光）、多面では多数（七彩の光）」として考えることにあられると思われまふ。そのうち前者、すなわち「ひとつの方」をギリシャ語でヒポケイメノン (hypokeimenon)、ラテン語で subjectum とよび、これが主語という意味の subject(英語)の語源です。実在を主語(subject)にして、その多数の性質について述語するという「主語・述語論理」は、この考えが基となっています。科学の「科」を漢和辞典で調べると「種別、区別、分類の単位」などとあり、これから科学とは分けた後のものを扱う「学」であることが分かります。数学の公理(ひとつ)と定理(多数)の関係もこれに類似しており、これからもっとも基本となる実体とは、数学の公理のように、

(1) 法則その 1:「実体とはその概念を形成するのに他のものの概念を必要としないもの(スピノザ:18世紀)」。

という考えが生まれてきます。

やがて 19 世紀に入り科学が盛んになるとともに、同一の主語(例えば、りんご)が、時間・空間上で変化する(りんごが自由落下する)挙動を定量的に取扱うことに成功します。その哲学的論理化に際して、七彩に分ける前のりんごの「subject」は主観と訳されるようになりました。「subject」に対するものは「object、客観、客体」であり、現在のオブジェクト指向言語はこの哲学的な認識モデルに基づいています。これを「対象認識」とよび、またその論理を対象論理とよびます。対象論理ではものを時間・空間上に展開して、その「変化」や「働き」を扱いますが、「それを見る自分はその埒外にある」ことを前提としますが、

(2) 法則その 2:「時間・空間上でさまざまに変化するりんご(われわれの経験)は、主観上で一つ(のりんご)に統一されている」、

が成立します。このりんごの性質は自己同一と呼ばれ、りんごはいろいろ動くけれど本質は一つであるということでしょう。この認識方法の特徴は「自分を埒外におく」ことにあり、「白け、無関心」の一因として作用する危険性(幼稚性)をはらんでいます。

20 世紀に入ると、ものは粒子性と波動性を持つこと(量子力学、矛盾の一致)、および「もの」は「ものに相対すること」によって「もの」であること(相対性理論、主体の独自性の破綻)、が明らかとなります。哲学方面でも、さし当たって「固定した自分」があり、その自分がものを見る、という「主観・客観の対象論理」が浅い考えとして克服され、さらに深い論理構造が明らかにされていきます。精神病理学で離人神経症という病気がありますが、この病気にかかるといわゆる理性的能力は影響を受けないのに、

もの(実在)があることがわからない、すなわちりんごの落下は認識されているけれども、その事実と自分との関係がはっきりしない、という症状が現れることがあります。その際、自分と実在との関係が分からないということが、「自己の不成立(自分≠自己:自分がいなくなってしまう)」として自覚されることが知られています。「自己の不成立」と表現される場合の「自己」とは、普段われわれが「自分・主観」と呼びならわしている自分よりは、一層深い自己であり、このことから、実体に関してさらに深い以下の法則が明らかとなりました。

(3) 法則その3:「実体とはそれ自身を自覚するものである」。

すなわち離人神経症とは、理性的認識は可能であるが、それが自覚できない症状のように思われます。逆に、上記の(3)の段階にまで個人の境地が進むと、実在は社会・環境に於いてあり、社会・環境という光がプリズムを通過したゆまなく七彩の自他、主観・客観という光に分かれていますとともに、これらすべてを自覚している深い自己がある、という構造が自覚されるようになります(ハイデッガー)。若い科学者が実在と乖離した理論やシミュレーションに溺れるのは、この深い自己がまだ確立途上にあるからと考えられ、実在から遊離するたびに、「真の自己が危機にさらされているよ」ということを適切に繰り返し指摘していく必要があるのではないのでしょうか。

20世紀後半に入ると、広い意味での生命科学が急速に発展し、科学の対象がものから「いのち」へと深化していきます。それに伴い、前述した深い自己よりも一層深い自己が明らかとなりました。この自己が阻害されることを、精神病理学者ブランケンブルクは「自明性の喪失」と呼んでいることから、研究対象が「プリズムを通る前の自分」から、「自明性」と呼ばれるさらに深い自己へと深化してきていることが伺えます。

哲学者であり同時に科学者でもあるヴァイツゼッカーは知覚と運動の関係を科学的に調べることにより、両者(知覚と運動)が回転ドアの関係にあることを明らかにしました。両者は量子力学における「波動性」と「粒子性」とのように相補的な関係にあり、片方に着目するとき、他方は隠れてしまう傾向を有する、すなわち本来は一つであるが、人類はそれを一つに表現する言語を持たないため、とりあえず二つの相矛盾する概念でそれを表現しているに過ぎないと考えました。

(4) 法則その4:われわれは生きることにより絶対に矛盾する知覚と運動を統一している、すなわち生命とは矛盾的自己同一である。

一休さんの「橋(知覚・認識)」と「橋を渡る行為(運動)」との関係の論理化の幕開けです。ヴァイツゼッカーは、プリズムを通る前後という規定を不徹底とみなし、それらすべてをいのちという観点から論理的に再構築し、生命はどこから出てくるものではなく、元来そこにあるものであり、前とか後とか言えないものであって、その活動の特徴は「自己隠微性・変動と生成」にあるとの結論に到達しました。この「自己隠微性」は自明性と呼ばれ、それを失うまで人はその重要性に気づかないという特徴があります。われわれはこれが「安心」の定義に重なるのを見て取ることができます。では、もう一方の「変動と生成」とは何でしょうか。

荀子に、「春に耕し、夏に草刈り、秋に収穫して、冬に蔵(おさ)める」、という言葉がありますが、冬に蔵(くら)に収まった種は、春に芽吹くように収まるのであり、それができなければ死滅してしまいます。われわれの実践も、一つの行為が次の行為へと続くようになされており、また認識もこれと離すことができません。すなわち生成することが次の生成を生むのであるから、生成して消滅することが次の生成を促しており、「生成される=生成する(矛盾的一致)」という公理が成立している、もしくはそのように矛盾としてしか表現され得ない。換言すれば、いきものは行動・実践という観点からは固まった自分を有せず、環境・状況に応じて流動的・当意即妙な対応を示し、それが次の実践を規定していることとなります。

ヴァイツゼッカーは、このとき主体(subject)は個体と環境の間にあるといいます(Aの主体は、Aと環境との間にある)。こうして、生命は危機・不安を行為的に解消しているのです(不安の論理化)。この主体(subject)は、一休さんがやって見せたとおりの「日常的な」営みに直結しており、強いて挙げれば個性、人格、社風、ブランドイメージなどと呼ばれるものに相当します。したがって、規格・基準・規律などの「一般化」とは反対の軸にありながらなおかつそれをも含む矛盾的概念です。

(5) 法則その5:実践的行為においては、生成されるものが生成するものに矛盾的に一致していて、これが「創造性」の本質である。

この実践の法則を実現するためには正しい行為を何度も繰り返すという忍耐的な努力が必要で、近道はないと考えます。しかもこれは、科学者の創造性に直結しています。

これが、現代の安心・安全社会の骨格を成す法則であるとわたしは考えています。この「安心・安全」の理論においてはアリストテレス流の「AはA=AであることによってAである」という19世紀までの自己同一の理論が破綻していますが、その論理はかなり難解です。にもかかわらず、一休さんの説話は見事にこのことを表現している、それがここで引用した理由です。

いのちのことを「道」と読み替え、さらに、いのちが個体にたゆまなく働きかけているという「ヴァイツゼッカーの主体性subjectivity」の概念を「徳」と読み替えれば、その理論は古来の「道徳」の理論につながります。また、個体と環境との「間」を意味する「ヴァイツゼッカーの主体subject」を「主客の間合い」として解釈すれば、わが国における茶道、剣道、華道などの「道」につながるものがこれまでに指摘されています。ただし、それらの論理化という観点からは、西洋に決定的に遅れをとってきています。ヴァイツゼッカーの理論はこの論理化の端緒を開いたものでしょう。そうすると、日本のものづくり・安全づくりは、すでにこれらの伝統に基づきつつ、科学を取り入れて発展してきていることとなります。したがって、「安心・安全の論理」とは日本のものづくりの論理そのものではないのでしょうか。今後さらにそれらを世界的規模へと継承していくためには、説明的観点からの論理的明確化と、実践的観点からのそれに基づく規範化・制度化が必要であると考えられます。

拙文が、日本の「安心・安全」の一翼を担う研究者や現場の方にとって、それを新しい時代に合ったように発展させていく一助になれば幸いです。



## 副部門長就任の挨拶

第 88 期副部門長 林 眞琴  
茨城県企画部

第 88 期の材料力学部門の副部門長に就任しました。部門制が発足してから 30 年余り経ちましたが、学界以外から就任する初めての副部門長ということで多少緊張しています。

さて、材料力学部門の登録者に占める企業技術者の割合が 55% であるにも拘わらず、M&M カンファレンスへの参加者に占める比率や、論文集 A 編の論文掲載数に占める比率はいずれも 10% 以下と低迷しています。これらの原因としては、大学側からの発表や論文の内容が産業界のニーズから乖離したものであるため、学会に参加する価値を企業技術者が認めなくなったことや、企業技術者が投稿する論文に対して演習問題的であるとしてリジェクトすることなどが考えられます。企業で研究していた立場から少し厳しく言わせていただくと、企業の研究者が大学側の研究に価値を認めないのは、重箱の隅をつつくような価値のない研究、論文数を稼ぐための研究、製品への適用性が全く想定できない研究などが多いためではないでしょうか。もっとも、このような状況に至っていることについては、産業界側にも責任があると思います。産学連携の必要性が叫ばれて久しくなりますが、お付き合いのような奨学寄附金でお茶を濁すようなことに留まっており、企業の最先端の製品開発に必要とする技術課題を大学側に提示していないため、大学側が企業の必要とする技術を理解しようがなかったことがあると思います。

企業において構造強度信頼性の研究開発に携わる技術者にとっては、その研究の源は大学の要素研究や基盤研究の成果です。企業技術者は大学側で研究された技術を基にして、製品へ応用展開するというのが基本であり、大学側の研究成果に対する期待は大きく、むしろ、大学側の基礎

的な研究がなければ企業での研究開発はあり得ないと言っても過言ではないと思います。

以上のようなことから、大学と企業がいわゆる「死の谷」を埋めるための「深化した産学連携」を推進しなければならないと考えますが、個々の大学や企業との連携に留まらず、全体としての連携を強化することが日本の欧米や BRICs 諸国などとの世界的競争の経済情勢下においては必要です。連携強化のための材料力学部門の活性化策についていくつかの案を検討しました。幸いにも、副部門長とともに、材力部門の将来構想を検討する第 2 技術委員会の委員長も仰せつかりましたので、古手、中堅、若手の有力な研究者に集まっていただいて、議論を始めたところです。既に、2 つのアクションプランについて合意が取れ、具体的な活動を開始しました。部門の活性化は第 2 技術委員会の活動だけでは拡がりを得ることはできません。部門の全ての皆様にも同じ気持ちで動いていただきたいと思います。

昨年まで 3 回の M&M では「これでいいのか材料力学」という問題を提起するパネルディスカッションを行い、材料力学部門の置かれている厳しい状況を理解いただきました。これは多少後ろ向きな議論にならざるを得ないところがありました。今年からの M&M では、材料力学が如何に産業界で貢献しているかをご紹介します「これぞ材料力学」のパネルディスカッションを開催して、部門の皆様が材料力学の研究に携わっていることに誇りと自信を持っていただけるようにしたいと考えています。

皆で力を合わせて材料力学部門がより一層発展するように努力して行きましょう。

## M&M 2010 材料力学カンファレンスへのお誘い

<http://www.jsme.or.jp/conference/mmdconf10-2/index.html>

### M&M 2010 実行委員会

2010 年 10 月 9 日(土)~11 日(月)の 3 日間にわたり長岡技術科学大学 [新潟県長岡市] におきまして、M&M 2010 材料力学カンファレンス(M&M 2010)を開催予定です。2010 年 5 月末現在、17 のオーガナイズドセッション等を介した約 370 余件の研究発表と基調講演が予定されており、文字通り日本の材料力学の中心的研究集会になると期待しております。今回の会議では、従来から継続的に行なってきた部門企画行事(産学連携フォーラム:「中越沖地

震からの実質的復興に見る材料力学研究者への提言と期待)、部門討論会:「これぞ材料力学の将来像」および「モノづくりの基盤技術とは何か」、若手チュートリアル:「企業で役立つ材料力学」、若手研究者によるポスター発表などに加え、新たな試みとして、日本技術士会との連携セッションも実施予定です。後者の企画は日本技術士会および新潟県電子機械工業会(NEIA)の協賛の下で実施予定です。また、若手研究者の方々にはフェロー賞も授賞予定と

なっております。詳細は上記ウェブサイトをご覧ください。

ご希望され投稿されました方々には論文集特集号  
（「M&M2010 材料力学カンファレンス」小特集（ノート  
限定）（論文集 A 編））も企画され、審査を経た後、刊行  
される予定です（投稿期間：2010年9月1日～10月31  
日（日）、掲載号：2011年5月号を予定）。日本機械学会  
和文論文集が電子ジャーナル化されることを受け、このノ  
ート特集号は電子投稿システムに従って投稿作業が進め  
られることとなりますので、あわせてご連絡申し上げます。  
詳細につきましては（<http://www.jsme.or.jp/menu11.htm>,  
[http://www.jsme.or.jp/publish/t\\_inf12.htm](http://www.jsme.or.jp/publish/t_inf12.htm)）もご確認下さい。

M&M 2010にて皆様にお目にかかり、研究情報交換と同時  
に部門の将来について語ることを楽しみにしております。  
ご参集をお待ちしております。



直江兼続の甲冑前立ち：『愛』

## International Conference on Advanced Technology in Experimental Mechanics (ATEM' 11)

**ATEM' 11 組織委員長 中井善一**  
**神戸大学大学院工学研究科**

標記国際会議が、2011年9月19日～21日に、神戸国際  
会議場で開催されます。本会議の目的は、機械工学におけ  
る材料力学だけでなく、多くの分野を対象としており、ま  
た、大学の研究者だけでなく、企業の研究者、技術者が集  
い、実験力学における先端的な技術・研究について議論す  
ることです。第1回(1993年)金沢、第2回(1995年)東京、  
第3回(1997年)和歌山、第4回(1999年)宇部、第5回(2001  
年)仙台、第6回(2003年)名古屋、第7回(2007年)福岡  
で開催されています。第6回会議より、Asian Conference on  
Experimental Mechanics(ACEM)と共同開催となっています。  
日本機械学会・材料力学部門の主催で開催していますが、  
日本実験力学会とも、緊密に連絡を取りながら計画・実施  
しております。

ATEM'11では、下記の22のオーガナイズド・セッ  
ションを予定しております。

- (1)Optical Methods and Techniques of Displacement and Strain
- (2)Ultrasonic Methods and Techniques
- (3)Thermal Methods and Techniques
- (4)X-Ray, Synchrotron and Neutron Diffraction Methods
- (5)Advanced Imaging and Tomographic Method
- (6)Micromechanica Testing and Micro-Electro-Mechanical Systems (MEMS)
- (7)Biomaterials and Biomedical Applications
- (8)"Smart materials and structures, multifunctional materials
- (9)Dynamic Behavior of Materials and Structures
- (10)Inverse Problems
- (11)Non-Destructive Testing and Evaluation in Civil Engineering
- (12)Fatigue and Fracture Mechanics
- (13)Thin Films and Coating

- (14)Welding technology and joint strength
- (15)Damage Evaluation and Life Assessment
- (16)Advanced Composite Materials
- (17)Surface Modification
- (18)Time Dependent Fracture (High Temperature and Environmental Effects)
- (19)Processing and Characterization of Ultra Fine Grained Alloys
- (20)Electronic and Photonic Packages & Modules, and Thin Film Devices
- (21)Multi-Phased Fluid Dynamics
- (22)Experimental Method in Fluid Mechanics

アブストラクト締め切りは、2011年1月31日の予定で  
すので、奮ってご参加いただくよう、お願い申し上げます。  
詳細は、決定次第、<http://org.kobe-u.ac.jp/atem2011> に掲載  
しますので、ご覧ください。







## 功績賞：電力・産業機器の信頼性向上に関する一連の功績

宇佐美 三郎  
(株)日立製作所

この度は、名誉ある材料力学部門功績賞を賜り、誠に光栄に存じます。現役の産業人がこの賞をいただくのは珍しいことですので、ここでは私の体験と私見を少し述べさせていただきますと思います。何かのご参考になりましたら幸いです。

私は 1944 年満州国に生まれ、引き揚げて工業高校を卒業後、(株)日立製作所日立研究所の特許部に入社しました。そこで「世界初以外は無価値」であることを学び、社内校や東大舶用機械工学科(鵜戸口研の隣でした)留学を経た後、1967 年に重電工場内にある材料強度研究室へ移りました。設計・製造の担当者と製品に毎日接することができて、刺激あふれるすばらしい環境です。当時は高度経済成長の真っただ中で、円安の恩恵もあって世界的な記録品を輸出することも続き、国中は活気に満ちていました。ただ、強度設計は疲労限度設計が主で、そのうえ過大な安全裕度も有していて、その合理化が急務の状況でした。

部長の大内田久さんは、九大石橋正先生の指導を受けて大形疲労試験機で寸法効果や材料欠陥の影響を研究していました。毎週の勉強会では内外の著名原論文を皆で読み合わせるのが常で、数年で相当の数に達しました。その中に、楕円欠陥について超音波探傷のエコー高さで得られる面積が同じなら、形状によらず応力拡大係数はほぼ一定であるとの計算結果もあり、それが当時在籍していた村上敬宜さんの $\sqrt{\text{area}}$ 概念の端緒となったのかもしれない。

この研究室は 25 名ほどでしたが、土浦にも産業機械の強度を研究する部隊が同程度いて、互いに切磋琢磨したものです。研究の約 7 割は製品担当の事業部が依頼先を決めますので、常に自己主張することが求められます。発表会や討論会で鯉渕興二さんや服部敏雄さんと競うこともしばしばでした。昨今は重複することを避ける傾向にありますが、そうすると研究が独占的になり、競争原理による質の向上が図れなくなります。

私は疲労破壊力学を担当しました。研究室に蓄積された実験データを分析すると、微小欠陥の疲労限度は線形破壊力学では表現不可能であることが分かり、実際に種々の寸法のき裂について試験してもそのことが確認されました。また、き裂先端を観察すると、繰返し塑性変形が結晶粒内にとどまっていると進展しないことも分かりましたので、それを定式化して種々の疲労限度問題に適用することも試みました。このとき参考になったのが、小林英男先生が長く「機械の研究」に連載されていた解説文でした。

上司から海外留学制度を紹介されると、このダボハゼは翌日から始まる数回の試験も通過してスタンフォードとボストンに行ってしまうました。MIT では新田明人さんと一緒に、Ritchie さんや Suresh さんと親交し、Dowling さんの要請でライバル会社の Westinghouse や ASTM の委員会で講演もしました。帰国後、FBR に関連してクリーブ

疲労でのき裂発生・進展挙動を計測していたころ、北川英夫先生から学位取得を勧められました。私は一つの論文にいろいろ検討したことを詰め込むくせがありましたが、「論文は一口話としてそれを深く掘り下げるのが良い。」など貴重なご指導をいただきました。先生が市中で見出した結城良二さんが早世されたのは、界面力学を先頭切って開拓中であっただけに、残念なことです。

その後も、セラミック、樹脂、FRP などの微視損傷や微小変形について、高温の発電装置や極低温の超電導機器を主対象に検討を進めています。従来の材料強度の観点から見ると無関係のように見える問題も、材料力学による解決策が存在することが多くあります。また、不具合対策を行っている、担当者には初めてのことで、類似のことはどこかで誰かがすでに経験済みであることがほとんどであることも分かります。そこで、世界中の事故例を収集して分析しています。この分析結果と強度設計法を合わせた講座を社内で開設し、岡崎正和さん、藤山一成さん、合田公一さんの大学でも非常勤講師として講義しました。また、社内で強度研究会を組織して討論会を実施したり、情報を 40 万人のグループ会社と共有することも始めました。

ここで、せっかくの研究成果が実際の産業に役立つことが少ないことについて考えてみたいと思います。もっとも大きな原因は、テーマそのものにあります。産業界での課題は一般解で解決することは少なく、無数にある解決策の中から候補を選定して最適な対策に仕上げるのが一般的です。ポイントを定めて錐を揉むような作業になります。実情をご存知なく「何かの役に立つだろう。」と思って実施した研究が役立つことはほとんどないと考えられます。逆に、特定の製品や材料を検討した場合、その検討方法や結果が他の製品にも役立つ形にまで普遍化してまとめられていないことも多いようです。また、所属組織等で必要とされる論文件数を達成しようとする、実用上重要で新規な研究よりも、過去の延長線上で容易に実施できる演習的なものとなりがちです。

製品の開発や不具合対策を担当して課題を深く検討していますと、ほとんどの物事について、「本当のことは何一つ分かっていないのだな。」と気付かされます。とくに、塑性加工、溶接、電工などの製造技術は、現在の解析技術では遠く及ばない非線形性を有しています。材料力学はもっとも他分野に拡張すべきです。公的機関、私企業を問わず、技術者は機械工業の実情を間近に自分の目で見て、課題を摘出されることを希望します。ところで、研究者には「何でも知っている」ことと、「突飛なことを言い出す」ことが要求されます。私は、「仕事は自分で作るものだ。」と教えられたことを良いことに、遊び心優先で後者に心掛けて生活してきました。これも皆さんにお奨めです。



## 功績賞：熱応力を基礎とした固体力学研究に関する一連の功績

野田 直剛  
静岡大学名誉教授

この度、平成22年度日本機械学会材料力学部門賞（功績賞）を拝受する栄誉に接し、身に余る光栄に存じます。ご推薦頂いた諸先生並びに審査委員の先生方に心からお礼申し上げます。また、これまでにご指導ご鞭撻下さった同部門の諸先生に感謝申し上げます。さらに、ニュースレターの編集委員の荒木稚子先生からは受賞内容について執筆する機会を与えて頂き厚くお礼申し上げます。

さて、学生時代から現在まで取り組んだテーマは熱弾性論です。その間、計算力学や実験力学等が台頭して来たにもかかわらず、何故熱弾性論にこだわるのかとよく質問をされました。そのときはただ「好きだから」と答えて参りましたが、熱弾性論の美しさに魅了されていたからに他なりません。

恩師である故・竹内洋一郎先生のご指導のもとに平面熱弾性問題の解析を始めたのが、熱弾性論の研究の最初でした。平面熱弾性問題の解法は数多くありますが、問題によって適した解法が異なります。そこで、円孔を有する多角形領域や多角形孔を有する円形領域等の定常及び非定常熱応力問題にそれぞれ適切な解法を見出して解析を行いました。特に、複素関数法による熱応力解析では、学生ときに習った函数論を応用すると、見事に解析解が導ける非定常熱応力や破壊力学的研究を行いました。定常熱応力の研究では、平板、円柱及び球について、各材料定数の最適組成分布を決定して熱応力を大幅に減少できることを示すと共に、耐熱温度の範囲を求めました。傾斜機能材料の解法として、温度場の解析にグリーン関数法を提案し、また平面問題は応力関数法を用いて物性値が位置の指数関数で表される場合の理論解析を行いました。破壊力学的研究では、その頃、応力特異性のオーダーが傾斜組成分布に依存するとした論文と、依存しないとした論文がそれぞれ発表されていました。そこで、研究室の Zhi-He Jin 君と共に、き裂先端の物性値は有限値であることのみを仮定して不均質材料の応力特異性のオーダーを評価したところ、均質材料のそれと同じであり、応力拡大係数の大きさに不均質性の影響が表れることを示しました。その後、各種き裂を有する様々な形状の傾斜機能構造部材の破壊力学的研究を行い、諸因子がき裂伝播に及ぼす影響やき裂伝播経路を明らかにしました。

スマート構造物やスマート材料の研究の一環として、横等方性を示す圧電材料を対象に熱・弾性・電気場の連成挙動解析や破壊力学的研究を行いました。始めに、三次元問題の一般解法の研究を行い、芦田文博君、T. R. Tauchert 教授と共に、温度場、弾性場及び電気場を同時に理論解析できるポテンシャル関数法を提案しました。この解法を用い、各種圧電材料の三次元応力解析やき裂を有する各種圧電材料の破壊力学的研究、さらに構造物の変形挙動を制御する研究を行いました。

ことに驚くと共に、基礎学力の必要性を痛感しました。次に、三次元熱弾性問題の解析に移行しましたが、解法としてポテンシャル関数法の美しさに魅了されました。そのため、熱弾性問題の解法に興味を持ち、直交異方性体の一般解法、不均質材料の一般解法、及び物性値の温度依存性を考慮した材料の一般解法等、いろいろ試みたものの満足はいく解法は提案できませんでした。しかし、この経験は決して無駄ではなく、その後の研究に生かされました。

物性値の温度依存性を考慮した場合、物性値が温度の指数関数で近似できることに注目して摂動法に基づく解法を提案し、僅かな摂動項数で十分に精度の高い解析結果が得られることを示しました。これには、物性値の温度依存性の実験を行ったときの経験が大いに役立ちました。

熱衝撃問題の理論解析結果より、最大非定常熱応力とビオ数（無次元相対熱伝達係数）の関係が簡便な式で表されることを示した有名なマンソンの論文があります。破壊力学の観点から、最大非定常熱応力拡大係数、ビオ数、及びき裂長さの関係を簡便な式で表示できないかと考え、各種き裂を有する円柱や円筒さらに平板の非定常熱応力の解析を行い、それらの関係を表す簡便な式を提案しました。

最近20年間は、熱応力緩和型傾斜機能材料の定常及び国際的な活動については、Journal of Thermal Stresses の編集委員長である R. B. Hetnarski 教授と共に熱応力に関する国際会議を創設し、畑俊明教授、倉茂道夫教授、谷川義信教授、須見尚文教授、渡辺一実教授を始めとする素晴らしい研究仲間の支援の下に、1995年6月に浜松で第1回熱応力国際会議を主催しました。その後、第2回目をRochester (USA, 1997年)、第3回目をCracow (Poland, 1999年)、第4回目を大阪（谷川義信教授主催, 2001年）、第5回目をBlacksburg (USA, 2003年)、第6回目をWien (Austria, 2005年)、第7回目を台北（台湾, 2007年）、第8回目をUrbana (USA, 2009年)、第9回目をBudapest (Hungary, 2011年の予定)で開催しています。また、2002年5月に米沢で開催されたIUTAM Symposium（渡辺一実教授、F. Zeigler教授共催）など多くの国際会議のOrganizing Committeeの委員等を務め、世界の一流の研究者との交流の場を提供すると共に、数多くの研究仲間ができました。

以上のように、学生時代から44年間、熱弾性問題の理論的研究と破壊力学的研究を行いました。どれだけ熱弾性論の体系化に貢献できたかは定かではありません。しかし、国内外の素晴らしい数多くの研究仲間に出会い、彼らと一緒に研究活動ができたことはこの上もない幸せでした。

終りにあたり、将来が囑望されている若い方々が国際的に活躍されることを期待し、かつ本部門の益々のご発展を祈念して、感謝の意を表したいと存じます。



## 業績賞：材料強度学の基礎から応用に至る一連の研究

横堀 壽光  
東北大学大学院工学研究科  
ナノメカニクス専攻

この度は、栄えある材料力学部門賞（業績賞）を頂くことになりました。ご推薦頂いた方、選考委員始め材料力学部門関係者の皆様大変感謝致しております。また、今までご指導くださった先生方や共同で研究に携わって頂きました研究者、教員および学生さんのご協力によるものと、心より御礼申し上げます。

私は、学生のころより、固体における流れ学に大変興味を持っておりました。谷一郎先生の「流れ学」や今井功先生の「流体力学」など、授業で紹介された書籍をわからないながら勉強し、何とか固体の力学に取り入れたいと思っておりました。大学院に進学しまして、頂いた研究テーマは、湧き出しを伴う、転位群の相互作用下での動力学解析とそれをういた疲労き裂成長理論の構築でした。転位の転位原からの射出挙動や各転位の運動状態が、応力速度、時間および物性定数により表される一つのパラメーターによる相似則に従うことを先生方のご指導を頂きながら見出せましたことは、流体力学との関わりも実感して大変感動的でありました。

その後、応力勾配を駆動力とする物質拡散方程式が水素脆化に関わる水素拡散、クリープの損傷形成やL S I配線の断線に関わる空孔拡散問題の基礎方程式となっており、その解法が確立されていないことがわかりまして、約30年間、この問題に取り組んできました。しかし、解析解で解けるのか数値解析を用いなければならないのかという判断と、数値解析に際しては、基礎方程式を構成する各項の次元解析により、いかに適切な基礎方程式に定式化するかという問題、および解の収束性、安定性など、多くの課題があり、水素拡散解析として論文に出しましたのが、研究に着手してから15年後の1993年の日本機械学会論文集でした。それ以降は、水素拡散を始めとしましてL S I配線におけるエレクトロロおよびストレスマイグレーションの問題や、高温クリープ損傷形成に関わる空孔拡散解析問題に対しまして、いろいろ成果を出すことが出来ました。この研究は学生時代から興味を持っておりました、流れ学との接点に関わる研究として、現在に至っても、思い入れの深いものとなっております。

本来、材料強度学は構造物の安全に関わる研究であり、安全維持という点で社会貢献がなされます。とりわけ、発

電機器および航空機エンジンなどの安全維持には、材料強度学は高温強度学として重要な役割を担っております。私も、熱活性化過程という物質移動論を基礎とする立場から、高温下でのき裂発生および成長挙動を基にした寿命評価の問題に取り組んできました。この研究分野は、最終的には、試験および評価法の規格化が求められますが、そのための要件であります「簡便さと正確さをもって結果を予測しうる。」という要件を満たすことの困難さを痛感しております。

また、約30年前より、整形外科および血管外科の先生方とお話しする機会がありまして、材料強度学の立場から、共同で研究を行ってきました。特に、血管の拍動下での強度劣化に関しまして、変動荷重（変動血圧）下での血管壁強度変化特性の研究を行いましたときは、その実験特性自体は、金属の場合とかなり異なりましたが菊川先生、城野先生の「金属における変動応力下での疲労」という概念が大変参考になりました。また、力学試験法としても、試験片の形に加工するのではなく、人工血管および血管に内圧拍動流を負荷する部材試験法を提案しました。これらの研究を基にして、ASTMF.04.04.10のMechanical Test Method of Cardio Vascularを1987-1992まで担当させて頂き、ASTMSTP 1173”Biomaterials’ Mechanical Properties”をCo-Editorとして出版することが出来ました。これについても、材料力学を専門とする先生方のご指導により学ばせて頂いた材料強度試験法の知識が大きな原動力となっております。その後、生体組織の粘弾性を検出するという「レオロジー」の観点から研究を進めまして、動脈硬化を診断する装置を開発し、特許、医療認可もとるにいたりましたが、まだ、使っていただくところまでは行かず、実用化の困難さを痛感しております。

材料強度学は、上述致しましたように、いろいろの研究領域において研究対象となりますので、他の研究領域に発展的に応用展開することは良いことと思います。しかし、その奥深さとレベルの高さは、材料力学部門での研究を越えるものではないと感じます。

今後も材料力学部門の先生方にご指導を頂きつつも、他の専門領域での材料力学の啓蒙にいささかなりとも貢献できるように頑張っていきたいと思っております。



1. 材料力学よもやま話 “一休さんと安全・安心社会へのパラダイムシフト”  
第 88 期部門長 中村 春夫 (東京工業大学)  
第 88 期副部門長 林 真琴 (茨城県庁)
2. 副部門長の挨拶
3. M&M2010 材料力学カンファレンスへのお誘い M&M2010 実行委員会 (長岡技術科学大学)
4. International Conference on Advanced Technology in Experimental Mechanics (ATEM'11)  
ATEM'11 実行委員長 中井 善一 (神戸大学)
5. 特集：日本機械学会 材料力学部門賞 受賞者の言葉  
功績賞：電力・産業機器の信頼性向上に関する一連の功績 宇佐美 三郎 (日立製作所(株))  
功績賞：熱応力を基礎とした固体力学研究に関する一連の功績 野田 直剛 (静岡大学名誉教授)  
業績賞：材料強度学の基礎から応用に至る一連の研究 横堀 壽光 (東北大学)
6. ニューレター目次  
M&M2011 材料力学カンファレンス M&M2011 実行委員長 野田 尚昭 (九州工業大学)  
編集後記 広報委員長 荒木 稚子 (埼玉大学)

## M&M2011 材料力学カンファレンス

2011年7月16日(土)～18日(月)の3日間において九州工業大学戸畑キャンパス(北九州市戸畑区仙水町)にて標記カンファレンスを開催致します。

2011年のM&M講演会が開催される北九州は、1901年の官営八幡製鉄所の操業開始以来、一大工業地帯を形成し発展を遂げました。高度成長期の深刻な公害問題は試練となりましたが、官民一体となった取り組みは高く評価され、国連などから世界的な顕彰を受けています。筑豊地域で採掘された黒いダイヤ(石炭)を積み出した門司港は、中国大陸への玄関口として歴史を刻み、現在では「門司港レトロ」として、多くの観光客が訪れる人気スポットとなっています。

1997年に国内で初の承認を受けた「エコタウン事業」は、資源循環型経済社会を構築する先進プロジェクトとして有名で、現在まで65万人が視察に訪れています。2008年に政府から環境モデル都市に選定さ

れていますが、温室効果ガス削減目標として、2030年には30%(2005年比)、2050年には50～60%、アジア地域への支援により150%を掲げており、世界・アジアを代表するモデル都市を目指しています。また、「次世代エネルギーパーク」では、未利用エネルギー供給システムの構築、燃料電池車、家庭用燃料電池などを展開する水素エネルギーモデル地区の形成などに取り組み、公害克服から奇跡の環境再生、そして、アジア各国に向けて多くの視察、研修生を受け入れる環境の人材育成拠点を形成しています。

講演会前日の2011年7月15日(金)には、安川電機ロボット工場・新日鐵高速レール試験機とともに、上記次世代エネルギーパークやエコタウン実証研究エリアの見学を予定しております(交渉中です)。講演会参加者は無料ですので、皆様の見学会への参加をお待ちしております。



電源開発(株)若松事業所



エヌエスウインドパワーひびき

M&M2011 実行委員長 野田尚昭 (九州工業大学)  
黒島義人 (九州工業大学)  
山田宏 (九州工業大学)

### 編集後記

部門賞を受賞された先生方をはじめ、今回ご寄稿頂きました先生方には、突然のお願いにも関わらず、快くご執筆頂きましたこと、改めて厚く御礼申し上げます。また本号の発行が遅れましたこと、心よりお詫び申し上げます。本号は、No.34ということで、偶然にも私と同じ年。諸先生方の築き上げられてきた歴史を感じますとともに、自らを省み、材料力学部門のさらなる発展に少しでも貢献してゆければと願う次第です。発行にご協力頂きました皆様方、ありがとうございました。

(社)日本機械学会ニュースレターNo. 34

ニュースレター発行担当広報委員会

荒木稚子(埼玉大学)、真田和昭(富山県立大)

発行 2010年9月16日

発行者 (社)日本機械学会材料部門 東京都新宿区信濃町35番地 信濃町煉瓦館5F

TEL:03-5360-3500, FAX:03-5360-3508, <http://www.jsme.or.jp/mmd/>