

機械から材料メゾメカニックス研究分野へ

—高専から学んだもの—

進藤裕英*

1. 高専入学から大学・大学院へ

欧米に比べて日本では工科系学生数が圧倒的に多く、技術者の層の厚さが特徴である。戦時中軍需産業の要請によって工科系学生が増員され、教育の成果が現れる前に敗戦の日を迎えたが、戦後の産業発展は目覚ましく1960年(昭和35年)頃の高度成長の時代には深刻な技術者不足に陥り、その後の工科系学生数の増大と高等専門学校制度はこのような産業界の要請によって生まれたものである。1962年に都立高専が開校された時、私は中学に入学しその頃新聞で高専の事を知った。中学を卒業して5年間で大学工学部とほぼ同様な学力が身につく、高度経済成長に伴う中堅エンジニアを早急に養成するという、非常に魅力的なものであった。そして、1965年4月に都立高専機械工学科に希望を持って入学した。当時、工場実習・製図教育等は大変充実していたが、やすりがけや立ったままでのT定規による長時間にわたる製図は大変であった。都立高専と深い関わりがある清家正先生は、清家式製図論で有名であるが、先生の工場実習を重視した工学の教育・研究理念は今でも生きている。MIT(Massachusetts Institute of Technology)でも同じ様な教育が行われており、実践教育の重要性が評価され、実務指向の工学教育改革のための仕組みであるCDIO(Conceive, Design, Implement, Operate)イニシアチブと呼ばれる動きもある。工学・技術者教育プログラムの認定機関であるJABEE(Japan Accreditation Board for Engineering Education)に対し、CDIOイニシアチブは教育プログラムの基準を持つ国際的組織である。他方、低学年で基礎的応用数学(代数学、幾何学、微分積分学、解析学)の講義があり、工学の基礎である物理学(力学、電磁気学、量子力学)を数学に基づいて早くから勉強できたことは少し偏ってしまったが効果的であった。機械工学の基礎科目である4力(材料力学、流体力学、熱力学、機械力学)も興味を持って勉強することが出来、大学院合格可能な基礎工学教育が実際行われていた。卒業研究では、金属疲労の実験を夜遅くまで行ったが関連論文の理解までは至らなかった。

1970年4月山梨大学工学部機械工学科に編入し、前沢成一郎先生の研究室で非線形振動解析に関する卒業研究を行った。当時は、3年に編入学出来る大学は山梨大学を除いて無く、ほとんどの大学は卒業までに3年を要したようである。1972年4月、東北大学大学院・工学研究科・機械工学第二専攻修士課程に入学し、渥美光先生のご指導の下、修士論文では弾性破壊力学に関する理論的研究を行った。引き続き1974年4月博士課程に進学し、電磁破壊力学に関する理論的研究を行って、1977年3月博士課程を修了した。

2. 機械系から材料系へ

その後、約14年間機械系でお世話になり、助手、助教授を経て、1991年(平成3年)7月長年親しんだ機械系の機械航空工学科・機体設計学講座から伝統ある材料系の材料加工工学科・材料システム学講座に移籍し、20年が経過した。次の年1992年4月に、ちょうど私にとって一期生になるのだが、4年生7名が研究室に配属になった。その時から始めた研究、スポーツ(野球、サッカー、ボート、駅伝)、旅行等の行事が現在でも引き継がれており、学生間の連帯と協力も深まり良い状態が続いている。現在は材料システム工学専攻のマクロシステム学講座で材料システム設計学分野を担当し、スマート・マイクロシステムの飛躍に向けて教育・研究を行っている。

私の専門は材料力学であり、約40年間弾性・固体力学の道を歩んできた。学生時代は、現在の専門分野の勉強をほとんどしていなかったため、大学院での研究生活に入った時は白紙の状態であった。昔の材料力学研究者は、実験か計算に偏っており、優れた理論家が多かったため、理論的研究を進めることになったが、理解できない事も多く大変苦労した。最近の材料力学分野においては、有限要素法あるいは計算力学の世界が解析から便利さに移っており、研究内容もかなり変わってきている。鉄は国家なりと言われた重厚長大の時代から半導体等の軽薄短小の時代においては、ハードウェア設計に材料力学は主要な役割を演じてきた。IT(Information Technology)革命の時代には、ハードウェアにソフトウェア

* 東北大学教授；大学院工学研究科(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-02)
Research on Mesomechanics of Material Systems and My Technical College Days; Yasuhide Shindo(Department of Materials Processing, Graduate School of Engineering, Tohoku University, Sendai)
Keywords: mesomechanics, electromagnetic fracture mechanics, strength of materials, smart/microsystems, reliability and durability assessments, practical education, engineering science, electronic journal and peer-review systems, engineering design, safety and security engineering
2012年2月18日受理

が付与されている。最近、情報技術に加え、エネルギー・環境・バイオ技術が重要視されてきている。

科学・技術が世界の社会・経済プロセスに大改革を起こす時代である21世紀を迎え、欧米等ではマイクロ・ナノシステム分野が産業界の注目を集めている。また、大改革は、人々やアイデアがこれまで決して起こらなかったスケールやスピードで交流し、歩み寄る方法ですでに起こっている。この融合する傾向は、科学のみならずインターネット経由の遠距離通信でも生じている。これまでは、マイクロ・マクロスケールの任意に選ばれたレベル間のギャップが十分に議論されていなかった。最近注目されているメゾメカニクスは、通常のマイクロあるいはマクロスケールレベルのどちらかに焦点を合わせる方法では達成され得ない問題を解決する新分野である。そして、固有の空間・時間スケールを考慮する計算・実験手法を開発して、マイクロ・ナノシステム製品の信頼性・耐久性評価を行うことを目的としている。ただ、これからの科学・技術は競争の原理に基づくハード指向の学術活動から共生の原理に基づくソフト指向の学術活動が期待されており、この点も注意する必要がある。また、最近、会社現場での活用を目指した短期的応用研究が重視され、基礎研究は余程面白い事以外はやりにくくなってきている。

3. 国際雑誌の校閲・編集

1665年にロンドンの王立協会が科学雑誌 *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* の第1号を出版したのが学術雑誌の最初とされている。また、現在私は、いくつかの国際科学雑誌の *Editor in Chief* やアジア・太平洋地区 *Editor* あるいは *Board of Editors* として校閲・編集に従事し、電子ジャーナル化・電子査読システム化が進む国際科学雑誌の発展に貢献すべく力を注いでいる。ただ、最近の雑誌電子化・パッケージ化に伴う定期購読雑誌値上げの問題は、研究者にとって頭の痛い問題になっており、改善が望まれている。これまでも何度か国際会議等でボードミーティングが開かれ、国際雑誌のあり方が議論されてきたが、インパクトファクターの問題等いろいろと複雑な問題を含んでいるようで解決には至っていない。

私の助教授時代から親しくさせて頂いた、1921年 Moscow 生まれの米国 Stanford 大学 George Herrmann 先生(応用力学)は、1965年 *International Journal of Solids and Structures* を創刊し、私も *Board of Editors* に加えて頂いたが、同様に彼の創刊した最初のロシア語力学雑誌 *PMM (Prikladnaya Matematika i Mekhanika)* の英語翻訳版は、多くの研究者にとって大変効果的であった。1961年4月12日、旧ソ連のユーリ・ガガーリン飛行士がポストーク宇宙船

1号で有人宇宙飛行に成功したが、当時のソ連の科学技術は高評判で数力学・制御理論研究は大変進んでいた。仙台市の片平丁には数理科学学術書を扱うロシア語専門書店「ナウカ(ロシア語で科学の意、1931年～2006年)」があったが、ソ連の世界初人工衛星「スプートニク」の打ち上げ成功時1957年～1960年には、ナウカの売り上げは最高潮であったようだ。昔は熱弾性論に関する参考書はほとんどなくドイツ語の Heinz Parkus 著 *Wärmespannungen* だけだったようで、大学院に入ってすぐこの読解を勧められ、5月の連休頃までに読み終えるようにご指導を受けた。現在は編入試験、大学院入試も英語だけになり、ロシア語やドイツ語に触れる機会も少なくなったようである。

4. 高専の実践教育

昨年3月11日の東日本大震災以来東北大学では一部プレハブ等での研究・教育が続いているが、震災による原発事故、また超円高、タイの洪水等があり、企業においても精神論ではなく実効性ある企業統治が求められている。高専もグローバル化に向けたエンジニアリングデザイン教育の高度化と人材養成が求められ、社会に出て活躍する学生もいるが、大学・専攻科に進学する学生も増大し、さらに大学院にも多くの学生が進学している。また、産学官にわたりグローバルに活躍するリーダー人材育成のため博士課程教育リーディングプログラムも動いており、高専卒業生の多方面にわたる活躍の可能性が広がっている。

昨年6月には、小笠原諸島が世界自然遺産に、平泉の遺跡が世界文化遺産に登録されたが、その他にも日本の佐渡島と能登半島が日本初の世界農業遺産に認定されている。また、7月には国際連合が世界の長期戦略としてブータン王国のGNH(Gross National Happiness)について検討を開始することになった。この幸福度とも関連するが、安全・安心工学教育が世界の流れになっており、前述のように実践を重視した工学教育が目ざされている。最近、自然現象と触れ合う機会が減少し、実空間での体験に比べ仮想空間での知識の比率が高まっており、考えられない事故も増大している。また、情報技術の普及に比べ実験・実習機会が減少し、危険度も高まっており、早急な工学教育の改善が望まれている。この点で実験・実習を重視した高専の実践的工学教育は充実しており、この方向性が再認識されている。

最後に、高専創設50周年を迎えるに際し、卒業生として記念特集号執筆の機会を与えて頂き、感謝申し上げます。また、高専の更なる発展を祈念致します。