

## ねじに魅せられた脱力系研究者

神戸大学海事科学研究科 福岡俊道

人には運命が決まる瞬間というものがある。30 年前の夏、大学教官になって間もない私は、教授から指示された非定常熱応力の計算を終えて一息ついていて、当時の私は無免許、理系教官の免許証である学位をまだ持っていなかったのである。オーバードクターの処遇が社会問題になっている今日とは全く状況が違っていた。修士課程を修了して助手になり、教授の指導を受けて学位を取るのも標準的なキャリアパスのひとつであった。ある日、研究の実質的指導を受けていた助教授から呼び出された。「そろそろあなたのテーマを考えないといけないな、と教授がおっしゃっている。何かライフワークとなるテーマを考えていますか」「先生が取り組んでおられるコンピュータ解析の基礎理論をやりたいのですが」しばし無言の後、「学位のことはすべて教授に任されています。とにかく一度お話をうかがってみなさい。それから、くれぐれも自分からやりたいテーマを言わないように」と念を押された。私はふと、田宮二郎主演のテレビドラマ“白い巨塔”のワンシーンを思い浮かべていた。自らの医療ミスを隠蔽するために、作り笑顔の財前教授が医局員に言う。「柳原君、君は確か学位論文はまだだったね」人格者で純粋な研究者である私の恩師とは大違いであるが、いずれにしても当時の教授は絶大な力を持っていた。そんなある日、とうとう教授の部屋に呼ばれた。「そろそろあんたのテーマを考えんとあかんな。何か考えてるか?」「特にございません」と私は助教授の助言に忠実に答えた。パッと教授の顔が明るくなった。「そうか。そしたらねじをやれ。摩擦の影響を入れて有限要素法で解析するんや」「具体的には何を...」「それは自分で調べるんや」ねじ、摩擦、有限要素法の 3 つのキーワードで運命が決まった瞬間である。それから 30 年、私は相変わらずねじとつきあっている。

“ねじは機械要素の王様”である。幾何学的な美しさと力強さを併せ持つ歯車、バネの優美ならせんもすばらしい。しかし一番はやはりねじ。機械設計の教科書をぱらぱらと眺めてみる。“第 1 章 機械設計の基礎”に続いて、大体ねじは第 2 章に定位置を与えられている。歯車やバネの登場はもっと後である。ライバルの歯車は動く部分にしか使わない。でもねじは運動部分にも静止部分にも使われる。しかし機械という大きな組織の中では、ねじは歯車やバネと協力して機能を発揮している。ライバルというより仲間という表現がふさわしいかもしれない。とくに“らせん”を巻き付けたねじ歯車とコイルばねには、ねじは親密感を覚えているはずである。

ねじを動物にたとえてみる。答えはモグラ。エンジニアの努力によってめでたく機械の性能がアップする。そのしわ寄せは各部品を接合するねじにかかってくる。「このねじ、なんとかならないの」とエンジニアは言う。ねじはものを言わない縁の下の力持ち。「性能がぐんとアップしたのに同じねじでは無理」とつぶやいているかもしれない。こちらを改善すればあちらにトラブル発生、ねじはいつも“モグラたたき”の対象になっている。

ねじを食べ物にたとえてみる。どこで切っても形が同じだから金太郎飴。ただし、断面は真円から少しずれた微妙な形。その円を少しずつ回転させながら積み上げるとらせんになる。ねじの断面の形は数式で表すことができる。コンピュータモデルを使うとねじの美しいらせんを再現で

きる。ねじの正確な断面積は、大学の教養程度の数学で表すことができる。その式を日本と米国の学会に発表した時、全く同じ質問を受けた。「その式何の役に立つの」「この式は様々なタイプのねじに対して適用可能で…」と差し障りのない回答したものの、心の中では金太郎飴の面積を数式表現できたことだけで満足していた。

学位を取って少し経った頃、ねじとお別れできるチャンスが訪れた。指導を受けた教授は退官され、その後継者である元助教授から「貴方はもう何をしてもいいですよ」という暖かいお言葉を頂いた。その先生の推薦もあり、コンピュータ解析の分野で当時すでに世界的権威であったミシガン大学の K 教授の研究室に、在外研究員として滞在することになった。初心に返ってコンピュータ解析の基礎理論をやるぞ、という気持ちで渡米したことは言うまでもない。ところが、在外研究をきっかけに“ねじから卒業”と決めていた私に、もう一度運命の転機が訪れたのである。今でもねじをやっているじゃないか、という非難に対する言い訳は以下の通りである。着任して間もない頃、韓国から博士課程に留学していた学生のディフェンスがあった。いわゆる公聴会である。その発表内容が衝撃的であった。はじめて耳にするコンピュータ解析理論、数式の美しさ、しかも高い実用性。私は言葉を失った。K 教授が指導されている別の学生のディフェンスも聞いた。すごい。カルチャーならぬアカデミックショックを受けた。そんな時、「NASA から委託されていたプログラムが完成した。お前のねじの問題を解いてみないか」とポルトガルからの留学生が声をかけてきた。どうせ私のプログラムよりずっと効率よく解けるのだろうとデータを渡して待っていると「この問題は解けない。収束しないんだ。データが間違っているんじゃないか」彼の言葉の後半を私の耳は聞いていなかった。私が作ったプログラムで解けた問題が解けない、それだけで十分。“餅屋は餅屋”という格言が頭の中をぐるぐる嬉しそうに回っていた。私がコンピュータ解析とねじの二足のわらじを履く決心をした瞬間である。その後の米国滞在が楽しいものになったことは言うまでもない。ついでながら、他の研究室の学生のディフェンスは“普通”であった。

脱力系の研究者となったきっかけも在外研究にある。世界的権威の K 教授は奥様の分まで家事をなさる。渡米前にビザの件で電話をした時、秘書から今日はお休みですと告げられた。教授はウィークデーに自宅で芝刈り中であった。研究室に着任した後、自宅のバーベキューパーティに招かれた時は腰が抜けるほど驚いた。庭掃除から食材の切り分けまですべての準備を教授がされるのである。後で考えると家事が教授のリラックス法であったかも知れない。“ガツガツしてもいい研究成果が得られるわけではない”と勝手な論理を構築し、私は脱力系研究者に成り下がったのである。

ねじを研究している研究者は残念ながらあまり多くない。その傾向は海外でも同じである。原因は簡単、ねじに関する現象が複雑すぎるために論文が書きにくいのである。昨今の大学における業績至上主義は研究者のねじ離れを引き起こしている。ところが、「研究者が少ない 論文が少ない 論文検索が容易」という論理から、人と競り合うことが苦手な脱力系研究者にとって、ねじはありがたいテーマである。自らの経歴から、他の研究者と比べてほんの少し現場のエンジニアリングを知っている。自分のことはハーフ&ハーフ、半分は研究者、半分はエンジニアと思っている。ささやかな経験をもとに、現場で問題となっているねじのトラブルの解決方法を考えてみる。結構、ユニークなテーマを思いつくことがある。ハーフ&ハーフであることが脱力系ねじ

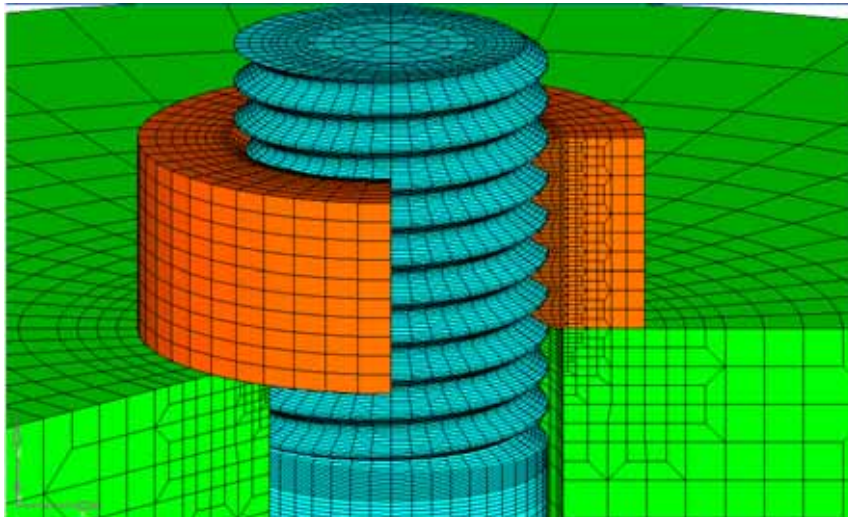
研究者にとって研究の原動力となっている。

ねじは形状と現象の複雑さから研究対象とすることが難しい反面、潜在的なテーマは多数存在する。ねじには様々な種類がある。三角ねじと四角ねじ、並目ねじと細目ねじ、メートルねじとインチねじ。材料も多彩である。炭素鋼とその合金、アルミニウム、銅、チタンとその合金、プラスチック等々。ねじ部品の種類も多い。広く使われているボルト・ナットに加えてスタッド、アイボルト・アイナット、タッピンねじ、様々な小ねじ類等々。研究者がまず取り組むのはボルト・ナットであるが、本体にめねじを加工してスタッドをねじ込んだ締結部の挙動も興味深い。ねじの締め付けの力学も興味をそそるテーマである。広く使われているトルク法、大型ボルトを高い精度で締め付けるボルトテンショナ、多数のボルトを同時に締め付けるボルトヒータ、空気駆動のレンチなど。ふと福岡ドームが頭に浮かんだ。大量に使われているチタン。チタンの軽さ、低いヤング率と小さな線膨張係数を利用したボルト、その応用と特性評価、焼き付きの問題、ねじは埋蔵量が豊富な研究テーマの都市鉱山である。

社会学見地からねじと人間社会の関係を考えてみる。大きな応力振幅を受ける締結部には、軸部を細くした“伸びボルト”が使われている。静的強度は下がるが、繰り返し外力に対して応力振幅が小さくなるために疲労強度は高い。いくら能力が高くても、いつも突っ張っていると壊れてしまう人間社会と酷似している。伸びボルトは“柳に風”を体現したねじである。風に身を任せてユラユラ揺れている柳、脱力系研究者は大好きである。

ねじ部品で締め付けられた締結部のことを欧米では総称して Bolted Joints と呼ぶ。4 年前の講座旅行の時、研究室の学生 18 名全員が胸に Bolted Joints と書かれたサッカーユニフォームを着て現れた。以来、当研究室に配属された学生にはユニフォームの購入が義務づけられている。かつてサッカー少年だった私は、学生との“エースナンバー 10”をかけた争奪戦に破れた結果、将来学生と背番号がバッティングすることがないように“00”を背負っている。Bolted Joints のユニフォームを着たい学生がいなくなる、あるいは教員としての任期を全うする日が来るまで、ねじに魅せられた脱力系研究者はリタイアできそうにない。

### Laboratory's Logo



ねじ山のらせん形状を完全に再現した有限要素モデル