「2019年令和元年 日本地下水学会学術賞」を頂いて

2019年令和元年　皐月25日

横山孝男

1.序

研究室でも一番学問に不向きで出来の悪い者が、事も有ろうに、退職直前に本学会を退会したにも拘わらず「学術賞」を賜るとは、どの様に感謝すれば良いのだろう。　むしろ友諒やこの異例の受賞に力になってくれた方々に迷惑を掛けたお詫びを申し上げるべきではないか。　先年、漸く大学を卒業した気持ちなのに、在学８年を遥かに越える超過年度落第生が何か「賞」を授かった様なものである。

2.ATESのきっかけ

　当時「与太者のサッカー」と言われた「蹴球」を大学で始めた。スポーツの花形は野球だった。ラグビーは紳士でもサッカーは別だった。小生はボールの飛翔と雑把なルールが好きだった。単純な得点法、当時の雷が鳴っても決して中止にはせず選手交代も無いのも気に入っていた。

　サッカークラブに入っての収穫は、嫌いだった勉強机が泥まみれのグランドと同等になった事だ。何故か勉強が勉強で無くなってしまった。水俣病他の公害が次々と顕在化し工学系学生を追い詰めた。しかも大学人は「余計な事考えずに勉強しろ!」と𠮟咤した。当時の米沢は消雪道路の普及に連れて不等沈下が起きていた。足の不自由な年配者が次第に水跳ねに路上の片隅に追いやられ始まった。

　その様な背景で、「散水消雪の是非を問う依頼研究が来た。これは好きな時間帯に一人で好きな様に卒研して良い!」、と。学部4年で漸く覚えたサッカーを磨きたかった与太者には願ったりであった。

　大会が終わって夏。それからの卒研。卒業したら長男坊として実家に戻る。その仕事の傍らで技術史を遣ろうと考えていた。しかしきっかけは恩師の一言だった。「技術の勉強はほとんどしてないで何が技術史だ!」。修士の2次試験に合格したが愈々四月になる頃、恩師から「原子力のテーマを遣らないか」、と勧められた。退学覚悟で断る為、研究室を休んでしまった。地元に帰るので人と密着した工学を学びたかった。結局研究テーマは「地下水の還元融雪」のままで良いが、「君一人で遣れよ」となった。こんな生い立ちの端呉れが、修士を終えると研究室に残るよう勧められ、且つ対抗馬もいる中で助手に採用されるとは誰が予想したろうか。

3.　学部4年(1970年)に日本地下水開発株式会社の門を叩く

　ここでは既に人工涵養に着手していた。クローズ方式で汚さないなら使用済み地下水を元に戻せるのではないか。　今日ではそれでも減圧が介在すると発泡や沈殿が生じ、井戸の目詰まりに繋がる可能性があると認識されている。その当時はそこまで研究は進んでいなかった。

　これ以降暫く全面的な共同研究がスタートした。1975年には帯水層蓄熱と言う専門用語の下2編の論文(1),(2)、を本学会で発表した。又本研究の周知と発展を願い帯水層蓄熱(ATES)について学会編集委員会から依頼を受け、約100件の文献を含めた研究紹介を執筆した(3)。

4.1978年にアメリカエネルギー省から招待講演依頼

　当時はまだ電子メール以前でその依頼は国際電報で舞い込んだ。カリフォルニア大バークレイ校への集合であった。これが第1回の国際蓄熱会議であり、英語 Aquifer Thermal Energy Storageを知った。駆け出し助手の裸ん坊に過ぎなかった。実際の発表論文は、数値解についてバークレイ校のChin Fu Tzang他(4), 野外実験ではフランスのPascal Iris(5)。両者の比較を含めたのは稚拙論文(6)であった。 欠席で有ったが2次元の近似解ではフランスのGringarten(7)が既に発表を遂げていた。その他の発表はFS等であった。続く一連の成果を小生は機械学会でも発表(8)した。　この会議の延長が後ほどの札幌Megastock‘97である。

5. オランダDelft土質工学研究所・Delft工科大滞在

　1984～5年の1年半、政府間交換研究員として上記研究機関に勤務した。ATESや油脂土壌汚染に参画し、デルフト工科大のVeruijt教授と共に熱分散の基礎研究も行った。オランダに興味を抱いたのは欧州の列国に挟まれながらも独立を保ち、徳川幕府の鎖国下に於いて出島で喰い込み本邦に大きな貢献をしたことである。世界は神々が作った、しかしネーデルランドはオランダ人が創ったと言わしめた。

　当時のオランダではユトレヒト大学等4か所でATESの実用化に突入していたが今日の隆盛には目を見張るものがある。そのベースとなるのは重厚な地下水理学の研究である。油脂の非混合流れの研究で何度かWaganingen大を訪れる機会もあった。当のデルフト工科大では既に人工涵養の研究が盛んで井戸の目詰まりについて深い基礎研究が進行していた。

　後にフィンランドとも国際研究をするがそこでもまず目詰まり防止研究で有った。ATESで世界を席巻するのはアメリカではなく、オランダとなった。

6.♫ Green Field ♬

我々学会員仲間の多くもこの歌を口ずさんだのではないか。I never know what made you run a way.　何故か恋人はこの美しい野山を去って行く。　残された彼の心境が男子的詩とメロデイで繰り返される。…I keep on waiting till you return. この場合去るのは私で残るのはATESと言う男子なのである。講座といっても私の母校は当時修士講座制であったので教授、助手、技官での構成であった。　講座運営上の都合が生じた時このテーマから離れる決心をした。同じ講座に身を置く助手のままである。

7.何を耕したか

　学部、修士、助手の一端で続けた地下水熱から機械工学本来のテーマを含めた主に4テーマにチャレンジした。ⅰ)土壌・地下水汚染、ⅱ) 樹脂の粘弾性射出成形、ⅲ)技術史、ⅴ)熱と物質分散である。

ⅰ)土壌・地下水汚染

我が故郷にもこの汚染が発生した。やはり全国的汚染の広がりは山形も例外では無かった。学会友の力をお借りして山形県東根市では平成5年から対策に着手し、今眞に収束に向かっている(9)。

ⅱ) 樹脂の粘弾性射出成形

大先輩で本学会員の北岡豪一先生を野口原の京都大学理学研究施設に訪ねた事がある。そこでガラスの濾斗にその形になって眞に流れ落ちようとする岩体に驚いた。この種の岩石は時間スケールを代えると流体である事を知った。

　ATESを離れて、機械工学分野らしいテーマ、射出成形に関する熱流動に入った。　樹脂流動は粘弾性体として扱うのでマグマとも共通性がある。暫く本来の機械工学分野で勉学を進めた(10)。

ⅲ) Me163B(第2次世界大戦時ドイツ製ロケット局地戦闘機)から日本版「秋水」へ

人や文化の為に技術が有るのに戦争では殺戮の為に使われ、技術者はその先端へと動員される。歴史上、Military Engineeringが先でその中からCivil E.が生まれているのは事実である。文民統制とは言え、技術者は戦時下に兵器開発へと動員されたのは古今東西を問わない。個人の意思に基づいて協力の有無を尊重して欲しいと私は子供じみてそう考える。上記技術史テーマは、本邦が敗色濃くなる1944年にドイツ占領下仏領ロリアンから「伊29潜水艦」に積載して運ぼうとしたB29爆撃機を遊撃する為の局地ロケット戦闘機、Me163Bの設計資料から始まる。本邦ではそのライセンス生産を目論んだ。

　しかしヒットラーの裁定はライセンスに対する高価な代償と極僅かな資料で機体の三面図さえA3程度サイズでありほぼ全ては本邦の開発となる。肝心の伊29は本邦占領下のマレー半島ペナンまで到着の快挙を成し遂げるも台湾海峡で他の資料諸共撃沈される。

　しかしペナンで特務の技術中佐巌谷英一.他は鞄一つに最重要書類を入れ、陸路伝いで軍用機により1944年7月19日に軍令部に帰還する。ドイツ製ジェット戦闘機Me262で日本名「掬花」となるジェット機資料と合わせて２機分がその鞄の中である。新鋭の2機に対して鞄一つであるから、ジェット及びロケット推進航空機資料は余りにも無さ過ぎる情報量である。

それでも両機とも終戦間際に試験飛行に漕ぎ着ける。ロケット戦闘機「秋水」は1945年7月に。Me163B三面図自身小さい為、コピーしても翼型の割り出しには風洞試験が必要だった。開発者は「1を聞いて10を知る」以上の創造力が必要だった。入手資料の特定はドイツ博物館を始め欧米に及び、ドイツ資料をベースに本邦の航空技術者がどの様な努力を傾注したかを日独英米間で追ったのがこのテーマである(11)。

ⅴ)熱と物質分散

均質充填層での流れに伴う熱・物質輸送で移流項に入り切らない分散輸送量の流速ベクトルへの依存性は決定的である。円筒２次元、平板２次元の縮小帯水層で物質・熱分散の実験を行っては厳密解、数値解との比較を進め分散率を同定した。数値解は等価な２相、流体相・粒子相で構成し粒子相には粒子径も入れ込み、遅延係数とは異なり自由地下水から被圧地下水を含む対象領域で解析可能で、熱輸送で問題となる粒子(相)等価半径による温度分布性と非定常性を考慮する等価モデルを提案(12)した。

8.定年退職後、地下水に改めて触れて

　退職後は本学の一室で、国、県、市町村、企業他へのボランティアに努めた。静岡県からの依頼で富士山の伏流水からの採熱と米沢市からの依頼で休止井戸の復活採熱に携わる事が出来たのは嬉しかった。富士の地下水は常軌を逸した桁違いの流速になる事(13)を肌で感じ、地元米沢では2年間に亘る地下水温の実測が出来た。地下水の恒温性は当たり前であるが、自由に地下水に接してじっくり日・季節変動の大気温とそれでも恒温性を頑固に示す地下水温との余りの違い、「自然の摂理」を改めて感じ得た(14)のは幸せだった。

9.引用文献

(1).横山孝男，梅宮弘道,安彦宏人,1975,人工涵養法による帯水層の蓄熱利用,日本地下水学会誌,Vol.17,No.2,55-67

(2).横山孝男,梅宮弘道,桂木公平,安彦宏人,鈴木直慰,渡辺恭一,1975,人工涵養に伴う熱汚染,日本地下水学会誌,Vol.17,No.3,97-111

(3).横山孝男,1987,地下帯水層(ATES)及び熱分散に関する研究の世界に於ける動向,日本地下水学会誌,Vol.29,No.3,121-136

(4). Chin Fu Tzang他, Proceedings of the Thermal Energy Storage in Aquifers Workshop, May 10-12, 1978, Berkeley, California

(5). Iris,P., et.al.Heat Storage in a Phreatic Unconfined Aquifer: the Campuget Experiments, 1980,American Institute of Aeronautics and Astronautics, 808249,1259-1264

(6).Yokoyama,T.,et.al.,Seasonal Regeneration through Underground Strata, Proceedings of the Thermal Energy Storage in Aquifers Workshop, May 10-12, 1978, Berkeley, California

(7). Gringarten,A.C. and Sauty,I.P.,1975, a Theoretical Study of Heat Extraction from Aquifer with Uniform Regional Flow, Journal of Geophysical Research, Vol.80-No.5, 4956-4962

(8). 横山孝男、梅宮弘道、片山功蔵、桂木公平、1982、流線を足掛かりにした蓄熱領域の算定、日本機械学会論文集(Ｂ編)、Vol.48,No.435, pp.2304-2314

(9).横山孝男、平田健正、中杉修身、山野井徹、鈴木雅宏、手塚裕樹、1998、汚染現況を念頭において粒子相・流体相(2相)相互作用を考慮した3次元ｼﾐｭﾚｰｼｮﾝ-井戸媒介性汚染、地表汚染、地中からの溶解など-、日本地下水学会誌、Vol.40,No.4, pp.467-483

(10). 横山孝男、佐藤敏也、加藤 泉, 笠原良夫、川村謙一、1992、樹脂流動を考慮した金型の熱解析、日本機械学会論文集(Ｂ編)、Vol.58,No.555, pp.3445-3451

(11). Takao Yokoyama, Kosuke Yuyama, Isao Akojima, Shinji Moriya, 1999,The rocket fighter Shusui-as re-developed from incomplete and vague Me163B data, Transactions of the Newcomen Society,Vol.70, No.2,pp.141-160

(12). Takao Yokoyama, Masao Higashiura, Khoichi Hirose, Toshiaki Iida, 1997,Treatment of Transient Heat Transfer among Fluids and Particles in Free Aquifers, JSME Int. Journal. Series B,Vol.40,No.3, pp.415-421

(13).横山孝男、村中康秀、田岸宏孝、小久保達生、王　欣、2017、地下水採熱ポテンシャルを目指した井戸内ゾンデ、山形応用地質、Vol.36、pp.40-45

(14).横山孝男、吉池賢太郎、阪本達雄、増村　力、2018、休止井戸及び廃熱利用歩道循環融雪、山形応用地質、Vol.38、pp.8-16