

今だから伝えられる失敗と 成功の教訓 ～役立てて欲しいメソッド～



OB
宮本 重信

1. はじめに

仕事ではメソッド（方法）が重要だと言われている。関連して、Google の社内調査では、生産性が高いチームは有能な人が多いのではなく心理的安定性が高いという結果になっている¹⁾。Google の CEO は、“一番偉い人”の役割は自分のアイデアが駄目なら身を引くことだ、メンバーには異論を唱える義務があるとまで書いている。看護師が、医者に「先生間違っていないですか。」と言えることが大事だと。福井県庁では、どうだったのか。

行政は、事業の成否の検証をほぼやらない。自身の責任を問うことになりかねず、年数を経過しないと検証できない事業もあってのことだろう。

私は、約半世紀、土木や融雪、冷暖房の技術に県庁と大学で関わってきたが、74 歳の今でも思い出すと寝られなくなる幾つもの失敗がある。間違えば人身事故になったものもある。申し訳なく、後輩に同じ思いをさせないように失敗学²⁾からも学んで、ここに書き残す。

必要だったのは、チームでの気づきや異論を出し合う対話だった。チーム医療と同じである。そのメソッドで知事功労賞や学会での 6 つの受賞に繋がった。それで国の競争的研究の採択となり、現役時からの大学での研究にも繋がった。一方、縦に研究から管理、横に橋なら下部構造、床版、舗装、融雪と分かれ、相互に情報が伝わらない対話不足でトラブルとなった。その上リスクチェックも作らず失敗となって迷惑をかけた。

1. 意見を出せて対話・議論できる職場

1) 担当者の意見書と討議で下水道事業が中止

私は、1973 年県庁に入って 3 年間、福井臨海工業地帯に進出が期待される工場からの廃水を集

めて浄化する公共下水道事業の計画を担当した。

工場が県のマスタープランどおりに進出し、用水使用量（＝下水道流入量）は計画の 14 万 m³/日になるのか。廃水の水質も予想通りになるのか。更に、中西準子（当時東大都市工学科助手）は、次の指摘をしていた。各種の工場廃水が混合希釈となる下水道では廃水処理は難しくなる。工場での高濃度での処理の方が容易で、処理水の再利用もできる。下水道処理場まで管路で廃水を送り処理するより、各工場が水量と水質に応じて処理し、雨水と併せて放流する方が合理的で安価になる。これを私は当時の『福建』にも寄稿した。

私は建設省の事業認可を得る仕事をしながら悩んだ。係内で、事業はやらない方がよいと対話を重ねた。係長レベルでは対応できない。大学時代の友人にも相談した。彼は、知事に意見を出す目安箱を利用してはと言う。知事宛では課長の立場がない。そこで事業中止の意見書を太田計画課長に提出した。課長は、出先職員も含め 10 人以上を招集し、若造の私に説明の機会を与えてくださった。2 時間の激論。黙したままだった太田課長は最後に、「宮本君の提案は正しい。でも処理場用地の造成も終わり、今年度は 20 億円の予算。遅い。止められない。」とした。

その後、私は異動で福井土木事務所に。下水道室のみなさん、出先の大屋課長らは県幹部に事業の中止を説得したようである。そして、県費で、京都大学教授に、この下水道事業の検討を依頼。結果が出るまで工事を停止し、その後事業を休止した。学者のオーソライズで事業を中止した。

進出工場は廃水を工場内で処理し海に放出した。福井臨海工業地帯全体計画では工業用水道事業と下水道事業の水量は同じ 14 万 m³/日であった。1978 年供用の工業用水事業は、今でも契約

水量 3.5 万 m³ / 日で、過大設備が経営を圧迫した。下水道課はその後も中止を継続したが、1992 年企業庁水道課はこの下水道事業を処理水量 2.2 万 m³ / 日と大幅に削減して事業費約 92 億円で完成した³⁾。少なくとも工業用水道事業のような数倍も過大な工事は防げた。

私が課長に意見書を出せたのは、私が納得できなかったことと、今で言う心理的安全性が職場にあったことによる。当時の係長大道さんは退職時、在職で一番良かった仕事として、この事業停止を挙げた。当時隣席の高嶋さんも、あの議論は良かったと退職後私に語った。

この下水道事業は、建設省からの 2/9 の補助もあって、水質汚染対策での県議会質問から始まったらしい。国の補助があると私らは良いことだと思ひ込んでしまう。現場をよく知る私らが正しいこともある。

福井空港拡張では、担当の吉田室長は、室内メンバーに問いかけて合意を得て、栗田知事に事業中止の説明を繰り返したようである。やがて建設省は 1 県 1 空港を適切でないと止めることに転換し、知事も諦めた。

2) 鯖江土木事務所 災害査定で

私は 1 ヶ月間の研修を終えて鯖江土木事務所の勤務に戻った。災害として国に報告した浅水川災害復旧も担当するように言われ、班長らと現場に行った。土堤の斜面が豪雨で崩れ、崩れないようブロックで覆う災害復旧であった。私は測量ポールを壊れたその土堤に圧入した。すると 50cm ほどの深さで、どこもコツンと当たる。土の下的一面にブロックが敷設してある。この現場、日野川合流手前で、日野川の水位が高いと川の流れが低下して運ばれた泥が沈殿堆積する。その堆積土が崩れた。それが崩れても、その下的一面にブロックがあるからそれ以上は崩れない。逆に、河積を阻害する堆積土を取り除くべきなのだ。その堆積土を逆にブロックで保護する提案をしてしまった。

この間違いを班長は所長に伝えたが、指示がない。思い悩んで私は総務課長にも伝えた。すると所長から、工事費が同額の別の災害を探して差し替えるようにとの指示。現場を探し回ったが、都合の良い災害は見つからない。それ以上の指示は

なかった。

私は、改修計画の記載のある平面図に、このブロック張の設計を書いた。改修計画があることを国の査定官が気づくことを期待した。駄目だった。

その後、浅水川は浸水被災を契機に全面改修された。晩年、当時の河川課担当係長野崎さんは、「君らはむちゃくちゃだった。私に相談してくれれば」と言った。考えれば、査定官に事情を伝え、査定官が気づいた手柄にする方法もある。話を聴いてくれる所長で、所長も悩んでいたはずで、所長室に押しかけて議論、対話すれば、河川課にも相談して解決しただろう。思い出す度に後悔する。

3) 本川越流直前でも掘込河川や農業排水からのポンプ排水への疑問

浅水川は計画高水位を越えて何度も増水した。その増水時も、支川の黒津川や農業排水の水をポンプで浅水川に流していた。堤防を越流すれば民地側の堤防は崩れ、川のほぼ全流量が市街地を襲う。支川の黒津川は掘り込み河川なので破堤はしない。本川が計画高水位を超えたなら、ポンプ運転を止めるように、運転委託先の鯖江市に指示すべきだと山本工務課長に提案した。課長は、宮本君が鯖江市の了解をとれという。市の農業排水担当補佐は田んぼに水がつくから駄目だと応じない。私は、災害関連事業に追われ、人事異動の内示となった。この問題は県内共通の大問題だと河川課の管理担当を伺い訴えた。しかし放置された。私はどうすれば良かったのか。

2004 年福井豪雨で千田福井土木事務所長は、越流の足羽川への支川荒川のポンプの稼働を独断で止めた。河川課はこれを追認。農地の浸水を許容する減災は 2004 年国の委員会で挙げられた。

4) 足羽川豪雨災害復旧での提案

私は福井豪雨の正午、避難命令の中、床上浸水の職場（雪対策・建設技術研究所）でパソコンを机上に上げた。越流が破堤にならないかが怖かった。

この災害復旧工事を観ると、破損しなかった川表はブロックを敷設し土で覆い隠していた。でも、越流で堤防を崩した民地側（川裏）はブロック補強をしない。優先順位がおかしいと破堤後同居した激甚災害事務所のメンバーに私は言いまくった。

同僚の三田村さんが、川裏ブロック補強をするべきだと河川課に伝えた。河川課は国の課長補佐に提案した。これが逆鱗に触れ？、蜂谷所長まで謝罪に行く羽目になった。

この時の国の治水課長は宮本博司であった。この人は前職が近畿地方整備局河川部長で、淀川改修の審議会を1000回開いた。審議会委員長今本博健京都大学教授は、「私は当初ダム促進だったが、審議で間違いに気づいた」とお会いした際に私に語った。宮本博司は、退職後、審議会に市民として立候補、互選で委員長に。委員長として関係知事に脱ダムを訴えた。この宮本課長に、川裏ブロックの補強を直接依頼していたらと、晩年京都での彼の講演を聴きながら私は後悔した。

佐藤県議は、彼が委託した国土問題研究会からの報告に基づいて民地側の堤防補強を県議会で提案したようである。河川課長名津井さんは、「お椀にお茶をつるつるには注がないでしょう。同じです。」と説明したと退職後私に語った。分かりやすい説明だと私も思った。でも、溢れたら、お椀が溶ける、容易に溶けないようにできるなら検討すべきではないか。川裏のブロック補強は40億円ほどで可能であった。なお足羽川ダムは1000億円弱が今では2500億円にもなった。

土木の構造物は、以前は最大地震動200ガルほどで、弾性領域内に収まるだった。阪神地震で地震動が桁違いに大きいことが分かり、弾性域に留めることは経済合理性から無理だとなり、塑性域になっても人の安全などを確保するように見直された。河川も越流させないことは財政的にできない。同じように、越流しても破堤しにくくすることが安価なら、それで対処することは合理的ではないか。日本の河川は、急峻で越流は数時間で収まる。直ぐに破堤しなければ人は逃げられる。

2019年堤防決壊が相次いだことで、国は18年前に整備しないとした「耐越水堤防」を一部区間で復活した。2024年国交省は、計画水量の変更は行わずに、難破堤堤防の研究を始めた。その研究は、1967年頃に、建設省土木研究所所長福岡正巳、その後元土研次長石崎勝義らが訴えていた。

この問題は、大熊孝、今本博健、福岡捷二が2004年～2005年に雑誌『世界』で論争。2010年のダム見直し会議や雑誌『日本科学者』での島津暉之の指摘も参考になる。

5) 職員提案と対話で、材料試験から研究開発の職場に

1986年、私は35歳で建設技術センターに異動となった。職場は、建設資材企業から持ち込まれる供試体の強度試験を有料で行い、その成績証明書の発行が主な業務だった。砂利などは、現場で使用されるものと同じではないことが問題だと担当の高島さんは気づいていた。私の異動直後、青森で県公社の品質証明書とは異なる石材が実際の海の工事で使われ、会計検査で見つかりNHKが報じた。

当時、粒度を調整して強度を高めた路盤材が使われていた。ところが県内には粒度を調整する機械はない。現場の材料は試験証明書の材料とは別物で、職場は材料偽装の片棒を担いでいた。

私の異動の前年に、高島さんは、この材料受託試験業務をやめて、研究開発を行う改革を知事に目安箱で提出した。前側監理課長らは提案を実現しようとした。それで私を当てたと戸田課長補佐から晩年に言われた。

私は土木職員の研修業務担当でもあって、当初職場の見直しに関わらなかった。これを高島さんが「宮本、やるべきことがあるだろう。」と叱ってくれた。言いたいことを言える職場だった。その通りだと改革を彼と始めた。監理課長らは、職場の全員と話したいと来られた。監理課と業務見直し委員会を作り、並行して研究開発に取り組んだ。

2. 情報ネットワークラーとして対話

1) 研究開発のメソッドを捜す

私は、研究のメソッドを捜して今井賢一の情報ネットワーク社会論に出会った。今井賢一によれば、イノベーションはKnowHowでなくKnowWhoで生まれるという⁴⁾。シリコンバレーも、東京の下町も、人のネットワークがイノベーションを起こしているという。職場のチームだけでは情報、人との繋がりに限界がある。分からないことは文献や論文ではなくて直接聞く。対話は場に応じた対応、共感、ひらめきとなった。

宮本憲一や佐々木雅幸の内発的発展論も、「一村一品」でなく、地域の繋ぎによる「一村他品」という。地域での研究開発の意義や可能性を考えた。

研究者やメーカー、施工者などにも次々に問い合わせた。良い仕事をしたいと詳しい人に聞く。ほとんどの方が対応してくれた。逆に、晩年は、道路の融雪や凍結で本四連絡橋や滋賀県、小松市、コンサル、中国からも相談があった。自分の知見が役立つことは喜びだった。

2) 県での土木技術開発の意義と可能性

県の土木職場で研究を始めるに際し、地域に相応しい建設技術の開発の必要性を考えた。他の産業と違って、公共事業分野では、地方の民間企業が研究開発を行うことはほぼない。これは、公共事業では優れたシステムを開発しても、その施工者への発注は、公平性から抵抗が生じる。更に、公共事業では失敗は許されない建前から、新技術は採用されにくい。こうして、二次製品を除くと、研究開発はほぼ行われない。だから公共事業での研究開発は遅れ、地域特性があれば更に遅れる。これは、逆に、技術開発の余地があることになる。全国の都道府県に、このような機関は無いから競争相手がなくて勝算になる。県の機関であれば権限のある発注先は同僚なので応援もしてくれる。

3) 道路保全課と対話でニーズを掴む

当時、56 豪雪、59 大雪で、栗田新知事も雪対策を掲げた。私も土木事務所で雪は大変だった。これをやろうと考えた。

私に、何ができるかを考えた。10 年間現場の土木事務所で、工事の設計や監督をやってきた私らは、道路の設計を行い、工事を完成させることは得意で、大学や国、民間の研究者にはない強みだと考えた。

この研究開発を掲げ、戸田監理課長補佐の同行で、島田道路保全課長や森川係長と対話。「都心部の歩道が困っている。失敗しても良いからできれば全国にない融雪システムを、場所など全て任せる。実証の工事費 2000 万円は出す。」と言った。技術者冥利に尽きる。

4) 対話を繋いで融雪システムが誕生

建設省土木研究所新潟試験所下村忠一所長に、面識もアポも無く電話した。所長は地下水を埋設放熱管に流して雪を溶かして、その使用後の冷水を散水する 2 度使用は面白いと話された。これが



写真 1 歩道無散水と車道散水のセット融雪
雪国都市で普及した最初の実証

道路保全課からの歩道無散水融雪のミッションと繋がった。地下水を歩道舗装内の放熱管に流して融雪し、低温になったその地下水を車道に散水し車道の雪も溶かす。歩道を融雪しても、車道が融雪されないと歩道や交差点は雪捨て場になる。これも歩道と車道のセットで解決できる。また、車の通過しない歩道舗装内への放熱管埋設なら、放熱管を浅くに埋設しても耐久性は大きく損なわない。また、歩道は、散水では水はねで歩きにくい。車道は、通行車両の攪拌などで河川水でも溶けている。こうした熱の多段利用はカスケード利用と呼ばれ、エネルギーの合理的な利用だと後日知った。実用性が高いと確信した。

既に、道路保全課は福井駅前の歩道融雪で山形で実施例を有する日本地下水開発(株)に実験と設計を発注していた。同社は、同社工場で曲げ加工の鋼製放熱管をタイル表面から 8 cm の深さに埋設していた。数年後、福井土木事務所に聞くと雪が降る半日前から運転稼働しないと雪は溶けないという。歩道使用でやや冷水となった地下水は注水井戸で地下に戻した。これは 10 年後に私らの開発した車道散水に転換された。

私らは実証工事を 1987 年に福井市内の県道で行った(写真 1)。今では、この地下水での歩道無散水融雪と車道散水は東北以南の雪国都市部での最も代表的融雪となった。

5) セメント会社研究所への手紙から新技術

私は、地下水温でも放熱管方式で溶かすためには、放熱管を浅くに埋設することと熱伝導の良い舗装があればと考えた。そこで、国内セメント会

社の技術研究所 10 社に手紙を書いた。セメントメーカーからの回答を持って、技術士会で顔見知り、全建 OB の㈱ホクコンの浦田技術部長が来られた。珪石という骨材は熱伝導率が約 5 W/m/K と通常骨材の約 3 倍で福井県南条町が国内の最大産地で、㈱ホクコンは、珪石を骨材にしてコンクリート二次製品を製造しているという。このように民間研究所への情報発信が、地元特産での融雪となった。こうして放熱管を埋設した融雪パネルは開発された。

このパネルは価格が現場でのコンクリート打設に比べて 3 倍になる。それでもタイル剥がれの減や現場工期の減、将来の水道ガス工事でのパネル仮置きの特長があるとした。

20 年経過、融雪パネル設置区間で、水道ガス工事はほばないようで、タイルは意匠決定が遅くてパネルとして一体化されなかった。L 型側溝は境界ブロックだけで流水部は現場打設にとの会計検査院の指摘もあってパネルのコスト高は気がかりだった。

小浜土木での橋面での無散水融雪歩道は、後で水道工事はないことで現場打設にした。施工後に、タイルが温度膨張し、目地がなくてブローアップで剥がれた。放熱管は膨張目地を想定し、目地毎に U ターンさせたが、目地は施工されなかった。床版に比べ表面の薄層タイルは温度変化が激しく膨張逃し目地がないから押されて上にブローアップする。温度シミュレーションの結果を含め担当の坪内さんと学会で公表した。目地挿入で解決した。

設計コンサルの社長は、タイルは融雪の設計であって、私らは知らないという。設計時の情報交換やチェックが不十分だったのか、床版コンクリートには目地はないから同じで問題ないと考えたのかは不明である。

福井駅北通り、木田橋、幸橋の歩道融雪では、ポリ管放熱管をコンクリート舗装上に直線で約 50m 敷設し、珪砂モルタルでタイルを貼り付けた。勿論目地は入れた。熱抵抗もコストも削減した。更に、橋面では運転停止時に放熱管内の地下水は縦断勾配で排水され、放熱管内は空洞になり、凍結破損リスクもない（写真 2）。

その設計前に、駅前通りで歩道タイルの剥がれの頻発に気づいて、タイルメーカー INAX に問い合わせた。同社の製品ではないにも拘わらず現場



写真 2 写真 1 の改良 放熱管 50m 直線配管と縦断勾配で運転停止時は放熱管は残留水なし（橋面凍結なし）珪砂モルタルで良く溶けて打音検査でタイル剥がれもない木田橋、泉橋

に来て木槌で打音検査をしてくれた。施工時からコンクリートとタイルは付着していないという。関係者を集めた会議で、建築では打音検査をしているが、道路では打音検査をしていないことが分かった。打音検査を行うと施工会社に伝えると、1/3 が不合格になるから接着の強い材料使用を認めて欲しいと言う。この施工の 4 カ所は 10 年以上経過で 1 枚の剥離もない。成功は現場観察と対話である。

こうした工夫を加え設計基準を変えようと道路保全課を訪ねても近畿局の了解が必要だとして進まない。研究所の年報で案を書いたが、設計コンサルも土木事務所に周知されないからか？融雪パネルからの現場打設への転換は進んでいない。情報の遮断である。

6) 土木事務所へ御用聞きで積雪センサ誕生

雪対策技術センター設立の前々年、福井土木事務所道路保全課の藤野間さんに、なにか融雪で困っていないかと尋ねた。彼は、「地下水の散水融雪装置は降雪センサでの自動運転では、日中、雪が積もらないのに運転する。もったいない。車道に散水した水が、水しぶきとなって歩行者を襲う。だから、積もらないだろう降雪では運転を停止している。24 時間だから大変だ。」という。

降雪センサでの運転は、室内暖房を室内温度でなく外気温で制御するようなもので、論理的におかしいと思った。融雪面の積雪を観るべきだ。積雪感知の運転にすれば、融雪能力より降雪量が少ない時は断続運転で省エネ・節水。逆に、降雪終了後も残雪が残る大雪では溶けるまで賢く融雪する。

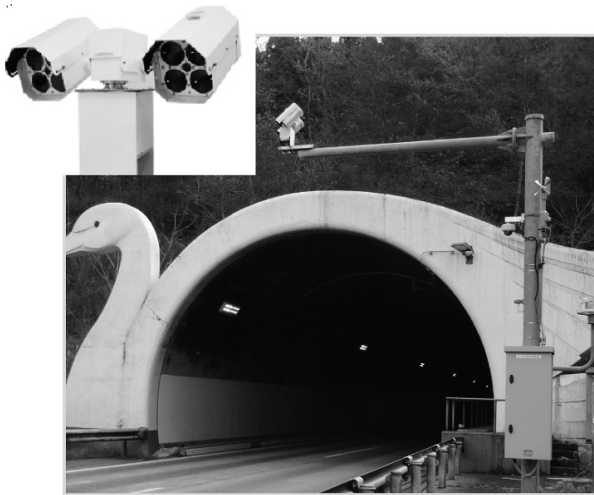


写真3 積雪センサ 自動車道路トンネル出入口電熱融雪に大幅節電で導入

7) 高専から技術移転 積雪センサ開発

融雪路面の積雪を感知するセンサは市場になかった。国会図書館収録の研究タイトルから。石川高専が校内融雪実験で使用とあった。直ぐに伺った。今井清保教授は、これは、融雪路面に赤外線を放射し、積雪があるとその反射量が増えることを利用したものだという。私は、実現すれば大変な省エネ、節水になると語った。発光受光器を歩行者が当たらないように設計を依頼した。これを県内の西村電機商会に発注し、無散水融雪歩道の路面を感知した。

報道で知ったと県内企業㈱山田技研が参加させて欲しいと来られた。車道の散水融雪では雪の轍が移動し、どの部分を感知しても上手く行かなかった。発光部と受光部を雲台に乗せて軸回転させ、路面の中央から路肩までの積雪の有無を感知するしかなかった。1台400万円にもなった。でも地下水使用量は従来の降雪センサ制御に比べ年間で1/3に、昼間は1/7までに減った。

1990年頃、県道路保全課坂口係長が、建設省の室長からマスコミ報道で呼ばれ一連の技術を説明した。国も喜んで、設置費は10倍と高価だが、2/3の節水なので今後は積雪センサを補助事業で使うようとなった。関係3課長名で土木事務所長に通知がなされた。この通知は設計コンサルや下請け企業には伝わらず？徹底されなかった。情報の遮断で、これも対策が必要である。

県庁の環境保全課に行くと3人の幹部に呼び止められ、地下水を使った融雪は地盤沈下を招くから止めろと叱られた。私は、「長岡市では節水を

図るため降雪センサ設置を条例で義務づけている。環境保全課で、積雪センサでの制御を義務づける条例をつくってください。そうすれば地下水揚水量は1/3に減る。地下水融雪の規制は化石燃料での高価で温暖化にもなる融雪となる。節水こそ優先です。」と反論し、お願いした。

その後、㈱山田技研は、自動車道路トンネル出入口前後の電熱融雪の制御では数年の電気代節約で設置費増は償還することを公団との調査で示し、数百台の設置となった(写真3)。

職場に異動で来た電気職の方に積雪センサを安価にする研究を私は勧めた。一方、新潟県六日町や越前市では、1台の積雪センサからの信号を役所内の集中制御を介して、周辺数十カ所の散水融雪を制御した。降雪の有無で制御するよりは、大雪で溶け残っても溶けるまで運転することで、現場の多少の違いがあっても問題が無いことが2002年には分かった⁵⁾。この方法を県の土木事務所などに伝えて、ほぼ全ての融雪を切り替えるべきだった。所内の対話、土木事務所や県庁など現場を繋ぐ対話が不十分であった。

新規の地下水融雪を規制した福井市や金沢市や県には、電熱や化石燃料での融雪となって維持費もCO₂排出量も10倍以上となっているが、積雪センサ1台で全て無くせるとメールした。反応はない。

私は、道路管理者のニーズと現場の利用、高専での研究、地元企業とを繋いだだけのネットワークだが、これがイノベーションをもたらした。積雪センサで福井駅前融雪を制御していたら、放射冷却での路面が白くなったことで、散水して車道は凍結。高専と西村電機商会に任せきりで失敗だった。降雪センサは熱線ヒーターで万一のトラブルを防いでいる。それを伝えてなかった。その後、県内で結露凍結に手動で散水融雪し、死亡事故となった。制御盤に警告を書くなどその後の対応は十分なのだろうか。

8) 雪対策技術センター設立

最初の福井市内県道での歩道無散水と車道散水のセット融雪、積雪センサの実証工事はマスコミで大きく報じられた。直後の12月県議会で3人の議員が、私らの取り組みにも触れ雪対策を質問された。栗田知事は、前年、国の雪氷防災研究所



写真4 基礎杭貯水地中熱融雪 国内最初のエネルギーパイル 35年経過で循環ポンプだけは数年前に更新 舗装も放熱管も異常なし 県立大学職員住宅 福井市三郎丸

の支所の福井設置を科学技術庁に重点要望していた。知事は雪対策技術センターを設置すると答弁した。

9) 金も人も不足のピンチが産学官共同研究に

環境保全課から私は地盤沈下の加担者だと言われたことはずっと気になった。

1990年、断熱材の上に雪が積もっているのに、地面の上には雪がないことを見てひらめいた。もし、深部の地中熱を安価に集熱できれば雪は溶かせる。基礎杭を兼用して地中熱交換器にすれば安価に集熱できる。これは、地盤・基礎の分野の技術士で、融雪の研究も始めた私がやるしかない。開発した積雪センサと高熱伝導舗装とを組み合わせれば実用的な融雪ができる。更に、大気に比べ冬温かくて夏冷たい地中熱は冷暖房熱源に使えるが、日本では地中熱集熱のボーリングが欧米に比べて3倍も高くして実用されない。ビルの基礎杭を兼用すれば実用化できる。

雪対策技術センターの開設で、私より先輩格の方々が異動で来られ、ボイラー加熱融雪を所内で実験すると言う。私の研究費は百万円しかない。久保さん、藤野間さんもセンター設立の人事異動でいなくなった。

このピンチから、基礎杭メーカーの三谷セキサン(株)、(株)ホクコンに共同研究依頼の起案書を新任の中野所長に回した。しかし、所長も前例のないことで決済しない。2社に技術の可能性だけを考え1千万円を都合して参加するかを考えて欲しいと伝えた。2社とも快諾。所長には、正式に所長名で依頼すると相手は断りにくいと考えて私が打診したと説明した。所長には、宮本君は私を承諾

せざるを得なくしてしまう、2回目だと叱られた。

この研究には非定常の数値シミュレーションが不可欠である。前年小さな融雪装置も一緒につくっていた福井大学機械工学科の竹内正紀教授を2社とで訪ね、共同研究をお願いした。先生は、直ぐGW連休を費やしてシミュレーションしてくださった。中空のコンクリート杭の壁内の外側にらせん状にポリ管を埋設する方法での数値シミュレーションでは、思いの外、雪が溶けない。更に、三谷セキサン(株)の橋詰さんと(株)ホクコンの小林さんは、杭壁にポリ管を埋設すると杭の認定に1千万円と数年を要すると言う。そこで、杭底に鉄板を当てて杭内に貯水し、その貯水の底部に融雪後の冷水をポリ管で送る。杭底からゆっくりと杭頭部に流れる数時間で、循環水は杭壁と周囲土壌の熱で温かくなる。その温水を融雪面の放熱管に循環ポンプで送る案を議論の中で考えた。杭は遠心力製造なので貯水しても漏れないという。この対話でコストはダウンし、融雪能力も向上した。職場に、国内最初の基礎杭兼用の地中熱融雪の実験装置を造った。

冬の深夜、積雪センサの見回りで同行した(株)山田技研の社長は、この融雪を見て、「これは凄い、電熱より溶ける」と感嘆した。翌年、県立大学職員用住宅の建設で、駐車場400㎡に、この装置を設置した。35年経過の今年、住人の県立大学の先生は電気代も安くて溶けて助かると言った。

異分野の対話をもたらしたイノベーションであった。今のオープンイノベーションの先取りである。

このシステムでは杭間距離が5mでは夏の蓄熱運転は冬までに拡散し効果なしと実験でも確認した。30年後NEDO研究で、熱源杭の本数を減らすと相対的に夏の蓄熱量が増え数年で性能が上がる事が竹内先生のシミュレーションソフトで分かった。夏はゆっくり循環でよいことと併せて更なるコストダウンとなった。そそっかしくて、十分みんな対話しなかったことで気づかなかった。

10) 職場を研究職に 第二次改革

雪対策では研究された歩道無散水と車道散水の地下水2度使用などの研究成果は、県内外で普及した。でも、職場は私と杉森さん以外は3年程の異動で人が育たない。職員は研究職でなくて処遇

が良くないと言われた。そこで職場討議で、全員で研究職への移行を人事当局に要望した。職員組合土木職や設備電気職の応援も得て当局と交渉。人事課も1年前倒しで研究職にした。

11) 国内最初の基礎杭兼用の地中熱冷暖房利用

職場の研究職化後、機械と電気の職種が職場に配置された。県庁の冷暖房などに関わってきた彼らの強みを活かし、基礎杭兼用地中熱融雪を冷暖房に展開してはと提案した。福井の冬は空気熱源のエアコンは室外機が結露凍結し除霜運転となる。外気より冬温かくて夏冷たい基礎杭からの地中熱は外気熱の冷暖房より省エネになる。福井の都市部では杭が必要で、県内には杭メーカー2社がある。1社は国内トップの企業である。だから、この研究は内発的発展だと思った。県内配管業界に頼んでの百万円ほどの研究費で、設備の加賀さんが所内で実験した。

建築設計会社の酒井さんが、教育センターの建て替えでの温暖化対策をと私を訪ねてきた。私は基礎杭兼用地中熱空調を勧めた。酒井さんは、東京大学から福井大学に赴任された建築空調の大岡先生とやりたいという。大岡先生と竹内先生とを引き合わせて、竹内先生の数値シミュレーションソフトをベースに大岡先生は教育センターの設計を行った。

小川所長から、「栗田知事が部局横断の予算枠をつくったが、土木部では提案がない。困っている」と私に言う。私は、基礎杭利用による冷暖房を挙げた。所長らは、直ぐに、営繕課と打ち合わせをした。これらが世界初の基礎杭兼用地中熱冷暖房となった。市内2カ所での地中熱冷暖房の工事は、全国の第1回目の研究会（あわら温泉で開催）とバス2台の見学となった。これは全国の大学研究者、新日鐵やJFE、ゼネコンの参入にと繋がった。地球温暖化対策に寄与するということで、欧米中国なみの桁違いに普及すると地中熱促進協会や地下熱研究会で私は思った。

12) 鋼床版橋の潜熱蓄熱材での凍結抑制

ニーズも取り組みも対話で

大道福井土木事務所所長が「宮本君、高屋橋の鋼床版橋は異常に凍結し危険、管理が大変、なんとかできないか。」と立ち寄られた。その後、国

道8号鯖江市の跨線橋鋼床版橋で車が玉突きというニュースが早朝に流れて直ぐ行った。竣工直後の橋の路面は、つるつるで歩けなかった。

天菅生橋の鋼床版橋の設計図の展示をたまたま観た。4年後にコンクリート床版からカーブ区間で鋼床版橋となる。熱の数値シミュレーションソフトを作った。床版厚が12mmではコンクリート床版厚20cmに比べて熱容量が小さくて凍結する。冷凍庫に入れてもバケツ一杯の水は直ぐには凍結しないが、コップ一杯は直ぐ凍結するのと同じである。4℃で液体から固体になる潜熱蓄熱材があれば地盤部と同じにまで凍結頻度を減らせることがシミュレーションで分かった。三菱電機(株)研究所木村寛博士や化学メーカーを訪ね潜熱蓄熱材を搜した。福井土木や道路建設課にも城東橋での実験で応援を頂いた。蓄熱材を封入した鋼管を床版上に置き鋼繊維補強コンクリートで覆うとした。室田さんにメンバーに入って頂き間に合わせた。

この鋼繊維補強コンクリートと鋼床版との合成橋は名古屋高速道路公社で実績があった。見学後に、名古屋工大梅原秀哲教授にも相談した。この技術で名大で論文博士となっていた寺田博昌(株)横河ブリッジ技術部長は手弁当で、天菅生橋の現場などにも来て助言してくれた。コンクリート打設前日、現場の簡易フィニッシャーでの施工では上手くいかないと指摘。この舗装トップ企業の研究所所長に電話をしたが対応しない。

翌日寺田さん欠席で、大勢の見学者が見学する中で、生コンを打設した。数日後乾燥したコンクリート表面には2m周期の高さ2cmの凹凸が全面にあった。濡れると表面の凹凸が見えないのである。鋼尺を当てないと分からない。施工者は、凹凸は基準内で合格だと対応しない。晩年、この舗装トップ企業は検査書類の偽造をしていたと聴いて、あの平坦性試験は本当だったのかと思った。凹凸は薄層アスファルト舗装で福井土木事務所が平坦にした。

勝山橋の左岸交差点部の鋼床版橋部は凍結スリップするから蓄熱材封入とした。景観から同じ黒い薄層舗装にしたが、交差点手前なのでダンプトラックのブレーキで数年ではがれた。現場のリスクをよく見ていなかった。

耐久性の検証は松井繁之阪大教授と堀川都志雄大阪工業大学教授に依頼した。注目発明賞と土木

学会技術開発賞を受賞し、費用 2500 万円は公的機関の特許を実用化する文科省系研究費を福井鉄鋼㈱の申請で得て共同研究とした。

国交省の方に、能登の鋼床版橋で検討して頂けたのですかと質問すると、コンサルから暖地福井でしか効かないと言われたと言う。数値シミュレーションでは、札幌でも危険になる秋春での効果を検証しているのだが。

3. 情報遮断によるトラブル

1) 漏水で、眠れない日々 図書館の空調

この図書館での地中熱空調、85%の杭で漏水、貯水できないと担当の加賀さんから相談があった。調べると油圧ハンマーの打撃の激しい杭で杭底鋼板が破損したことが分かった。

私は、職場で、なにかで漏水防止でないかと大声で話したら、佐野さんが自動車のラジエターの漏水防止材があるという。その会社を訪ねて漏水杭の約9割を回復させた。

晩年、本当に妙案がないかと自問自答した。杭内の水位を地下水水位まで下げてしまえば良いと気づいた。地下水の水位は高いから、そこまで循環回路の水位を下げてしまい、融雪時に自吸式ポンプで杭内部貯水を吸い上げれば良い。橋梁では縦断勾配を活かして直線配管で運転時以外は放熱管内の水を杭に落水させれば凍結リスクもなくなる。20年でも誰も気がつかないのである。

本稿を書いて、自問自答は自分に向けた対話だと気づいた。現場で何か見落としのリスクや他にアイデアはないかを外部だけではなく、自分と対話する。

その後、幸橋床版コンクリート施工で乾燥収縮ひび割れを招いた。このひび割れにケイ酸ソーダを塗布するとコンクリートのCaイオンと反応し、ひび割れはなくなった。このケイ酸ソーダをコンクリート杭の漏水に使えとひらめいた。オークケミカルエンジニアリングの久保さんの協力で小さな試験後、NEDO研究費で効果を確認した。杭内の貯水にケイ酸ソーダを入れると、杭の微小ひび割れはケイ酸カルシウムの非結晶で覆われ、漏水も循環水のCaイオンも無くなった。コンクリート舗装に覆われた放熱管からの漏水もなくなる可能性もある。コンクリート蓄熱水槽ではステンレス鋼の孔食防止のためCaイオン流出をウレ

タン樹脂塗布で遮断しているが、このケイ酸ソーダ注入だと数分の1にコストはダウンする。

2) 伝言は情報遮断でトラブル

管工事組合での季節間蓄熱融雪では、制御用温度センサが壊れても自動で切り替わるように予備3本のセンサも制御盤に接続した。異常値を外した中央値を使う指示が伝わらず3本の値を平均して使いリスクは3倍になってトラブルった。上中IC橋でも、同じ企業が制御盤を作ったが、予備を繋ぐずに1本だけを接続してあった。設計時の特記仕様を私が書いていなかった。

運転8年目の夏に杭貯水の温度センサが異常で運転が止まった。予備のセンサが制御盤内にあって、設計図にも予備のセンサ設置が明示してあるが、現場の誰も気づかない。数ヶ月後に、研究所の後輩から、福井大学の私に連絡があった。予備センサがあるはずで、冬は凍結しないように必ず運転するように伝えた。しかし、放熱管の中の循環水が凍結して破損することが私の言葉足らずで伝わらなくて、路面凍結を融雪剤散布で対応し一冬運転をしなかった。その上10年に一度の最低気温だった。管路が漏水すると放熱管は直線配管なので縦断勾配で放熱管内の水は抜ける。ところが、横目地1断面で、間違っても切断しないように放熱管を深くにし、凹部となる設計がされていた。その水が抜けなくて凍結膨張し放熱管が破損し漏水。他の現場でも、1箇所のみで、浸水で鋼製放熱管が腐食した。これは外面樹脂塗布鋼管を使うべきだった。逐一全てを私がチェックしなかったミスと伝言での情報遮断である。照査者とチェックリストが必要であった。原発事故でも米国の竜巻対応での発電機の地下設置仕様が福島で導入され設置位置が低くなって事故になっている²⁾。

空調学会年次講演で大岡龍三東大教授は、私になにか間違っていないかと尋ねる。私にも聞く。促されて質問し、対話になる。上手い。

私は、幸橋でも鋼管の杭と放熱管の使用が直流電車での迷走電流腐食などで、国内実務で1番の松島巖さんを何度か尋ね教えて頂いた。現場でも、詳しい人に伺って教えて頂くことが大事。

3) 幸橋融雪 情報遮断でのトラブル

幸橋では夏の施工時、橋の歩道上の送水（塩ビ

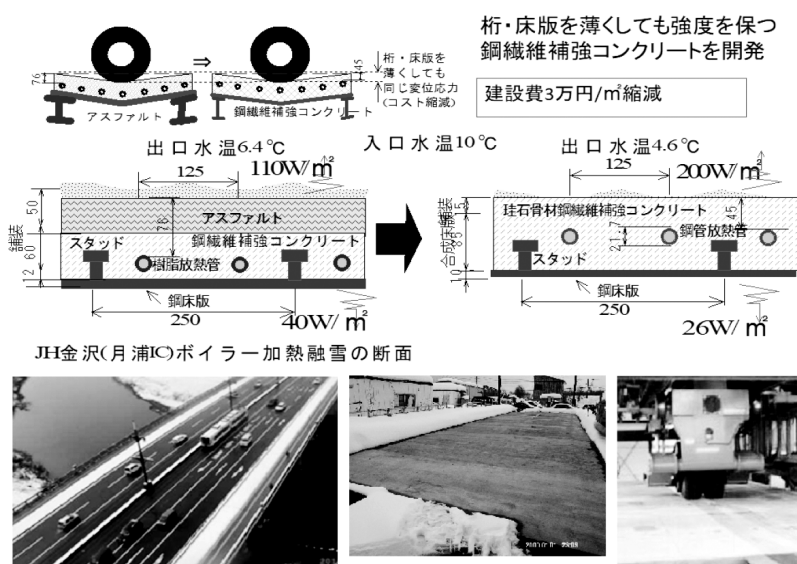


図1 舗装、床版、融雪の融合、幸橋、札幌実験、走行載荷試験

管) が日射で温度膨張し蛇行した。土木事務所は鋼管に取り替えた。塩ビ管を白い布で覆い日陰にすると対応できたと思われ、相談して欲しかった。定期の打ち合わせを設定すべきだった。約10年後、この鋼管、上面タイルの目地箇所で腐食漏水し、補修工事となった。

幸橋では、土木事務所は景観配慮で融雪制御盤を地下に設置するとした。これは湿気で制御盤内は直ぐ駄目になると伝え理解を得た。歩道の融雪面を感知する積雪センサも景観を損ねるから駄目だと。車道感知の制御では、車道は除雪も併用され、歩道に雪が残っていても融雪は停止になる。道路中央から歩道の雪まで観るのは難しいとセンサ開発の山崎さん。それ以上、福井土木と議論しなかった。その結果、歩道は雪が残って運転停止となる。後悔して2025年5月、放熱管の出入口水温の差で積雪の有無を判定する方法を開発した。やらして頂けると幸い。

4) 幸橋での繋ぎでの成果と情報遮断での失敗

幸橋(鋼床版橋)で融雪用放熱管を埋設して耐久性は大丈夫か、施工までに検証したい。鋼繊維補強コンクリート舗装を鋼床版と併せて合成鋼床版橋として設計できれば鋼板を薄くできて幸橋で7千万円安価になる。輪荷重走行試験機で数十万回走行する松井先生らの研究と、夏の熱を群杭効果で冬まで保存の研究などをまとめて6大学1高専11人の教授・助教授とで2002年NEDOに『技

術融合による地中熱融雪の研究開発の省エネ研究』9千万円を提案した。3年間の研究で、杭は従来のボーリング深さ100mを基礎杭工法深さ20mにして設置費を1/3に縮減。その2.5m間隔の多数杭となったことでの熱干渉効果で、夏の日中蓄熱運転で12月28℃を保持した。それで杭総長を半分にできた。夏の蓄熱費は極わずかである。舗装と放熱管の融合も含めて福井では、地中熱融雪の融雪面積当たり設置費従来12万円/㎡を4.4万円/㎡に、幸橋では合成鋼床版橋化も入れると2.2万円/㎡に(図1)。基礎杭兼用の清永橋では2.1万円/㎡に縮減した⁶⁾。研究者

をつないで関連技術を融合した成果である。土木学会で2回目の受賞などになった。高評価で900万円の普及広報費と管工事組合での実証モデル工事の補助1/2も得た。輪荷重走行試験機で将来補修のポリマーモルタルの耐久も検証した。この設置費は、北陸地方整備局2020年の技術公募の各種の約1/4で、融雪能力も蓄熱運転で高い。

幸橋、竣工1年後、1m間隔にひび割れ幅約0.1mmが生じた。打設直後降雪のあった箇所はひび割れがない。コンクリートの乾燥収縮ひび割れである。当時はコンクリート養生で湿度管理はセンサもなく実施されなかった。膨張剤を用いると水分養生不足はひび割れを逆に増やす。その情報が伝わらなかった。施工企業の研究室長も瑕疵を認めケイ酸ソーダを塗布して『修補』した。その後、鋼管放熱管に外側樹脂コート製も相談すべきだったと反省している。

5) 上中インター橋も対話の失敗で

上中インター橋も敦賀駅前も、地下水はないということで季節間地中蓄熱融雪となった。しかし、いずれも近くに融雪用井戸があった。地下水がないとは、余分な地下水はないということだったのか。対話の失敗である。

井戸があれば、新たに増やす融雪箇所にも15分交互の切り替えで散水する。これは富山県と石川県が先に実施していたので、土木事務所の担当とで見学した。そのままの導入では従来の半分し

か溶けずに運転は停止する。積雪センサ制御にすれば雪が溶けるまで運転になる。

6) 水道水源の地下水からダム水での対話

坂井郡や丹南では水道水源を地下水からダム貯水に転換した。1960年頃、各地で地下水水位の低下で、地盤沈下が生じたことが背景である。その後は地下水利用の大半を占めた工場利用が減り続けた。道路融雪用だけが増えたが、これは積雪センサへの転換で1/3に減らせる。丸岡町役場を訪ねるとダム水源化で水がまなくなったと苦情があったと言う。私のダム水源化への疑問に、役場の担当からは国や県が勧めたのに、あなたはおかしいと言われた。

上水道を自然浄化の地下水からダム貯留水に転換すると大規模な浄水処理を要し処理費が高額になる。地下水の需要減でも、ダム建設時に国の補助金もあることで丹南地域の市もダム水源化を進めた。涵養地（扇状地）水田での碎石採取での浸透減と水田が無くなるリスクも無いわけではないが。私は『次世代にもおいしくて安価な水道を』⁷⁾を書いて県水道課に送付した。課内で閲覧してくださった。市を訪ねるべきだった。1995年当時足羽川ダムで福井市は水利権を得るとしていた。私は市民講座などでダムからの利水は要らないと話した。その後福井市はこれをやめた。

小浜市は河内川ダム建設で上水道用に水利権を得たが、その後市議の一部や市民が地下水は豊富だと指摘した。市は地下水の現状をコンサルに委託し検討した。私も市に融雪用地下水は1/3に節水できると手紙を書いた。融雪時の一時的地下水低下だけで、十分な地下水があるとのコンサルからの調査結果から、ダム水源での浄水場建設を中止した。2018年小浜市地下水利活用・保全検討委員会で県道での積雪センサ化で散水量は半減とあった⁸⁾。

1991年大野市は扇状地に名古屋から工場を誘致することを進めていた。野田佳江市議らが、その名古屋の工場での悪水放流を調べ、市を相手に裁判となった。野田さんに頼まれて私は市民学習会のパネラーになった。前日、工場誘致派連合区長から県の職員がなんだとの電話があった。会場で、長期的に大野の水はどうなっていくのかとの質問があった。私は、宮本憲一の内発的発展論か

ら、環境を保全しながら、地域資源を活かすことがブランドになって地域の発展に繋がっている幾つかの事例を話した。上流の森の保全が海の水産につながっているなど。大野の下流のおいしい水はブランドで、おいしい水の里芋にもなる。終了後、話は良かったと何人かに言われた。電話の誘致派の方からも、お詫びの手紙と里芋が贈られてきた。対話を通じて嬉しかった。

4. 現場を観て対話して

1) 現場の橋を観て対話して

2005年頃、融雪は温暖化で、福井では不要になる。それで福井県雪対策・建設技術研究所での課題は温暖化対策と土木建築のメンテだと考えた。そのこともあって、名古屋工大の後藤教授や小畑教授らと同窓の免さんの案内で三国の新保橋の腐食を見て回った。土木事務所時代、私は4橋の設計発注や監督に関わった。でも委託先コンサルも私も、設置近くの既存橋を維持管理の視点で観たりはしなかった。

新保橋などでは、冬の季節風で運ばれ桁に付着した飛来塩分が結露を促進させ、結露は水滴になって流れて平らな下フランジに蓄積する。雨が当たらない内側の桁は雨で流れないから高濃度の塩分となって腐食が著しい。桁補修を要するほど腐食が進んでいて免さんが三国土木事務所に伝えて大規模な補修となった。

建設機械も橋も造る福井鐵工(株)ならと依頼した橋桁洗浄走行機をネタに名古屋工大と物質・材料研究機構篠原正室長も繋いで国交省の競争的研究費2500万円を得た。

三国大橋でも箱桁下フランジの上面が極端に腐食していた。調べると自動車道路での塗装基準では、この部分だけ下塗り回数を増やしている。塗り替え中だったので三国土木事務所の担当者に提案。でも、この現場だけ実施すれば会計検査で指摘されるから、できないという。課長や所長に話を上げて議論すれば彼の負担もなく了解してくれたのではと後悔した。これを聞いた塗装業者は無償で下塗り回数を増やした。お礼と比較で増やさない部分を残せばよかったねと伝えた。

ボルトナットもケレンが困難などで腐食が激しい。キャップで全体を覆えばと調べると既に使われ効果的だった。これを腐食進行が分かるよう透

明化できないかと県内樹脂会社に提案したがやって頂けなかった。その後、これもできていた。

布施田橋も腐食が酷くて通行止め、作り替えとなった。その関係者と私たちの共同研究者との対話の場を設けなかったことを後悔した。

2) 冷暖房の過大容量 既存設備を観る

2012 年自動車道路小浜料金所で基礎杭利用地中熱利用空調を導入して頂いた。環境省委託研究による U チューブ地中圧入も、その料金所でもお願いした。共同研究者長野克則北大教授から、今の設計は設計基準通りだが、料金徴収機器などの発熱で 12 月でも冷房になると連絡があった。既に運転している福知山料金所に問い合わせると 12 月の冷房はなくて、機器の運転発熱の過大見積りと思われた。完成後の運転実測データから冷房最大負荷は 8 kW で、設計は約 5 倍過大だった。設置費の増だけでなく低負荷運転で約 2 倍の電力消費となっていた。ここでも先行事例を観ることが教訓であった。

冷暖房設が安全側に設計され、相当な過大容量になっていることは論文からも周知のことである。更新前に運転制御データを IOT で送って調べれば最適化できて省エネになる。それでダイキン工業㈱は省エネ大賞も受賞。これも先行事例のチェックである。

2024 年、これで省エネをと兵庫県の病院に紹介したらダイキン工業㈱東京も同行してくれた。病院の設備担当は、同社に管理もして頂いているが、過大の話は聞いたことがないと言う。メーカーの現場には面倒で、売り上げは減、当初の失敗を白日にするからか？広がらない。

エンドユーザーには更新費と電気代の節約で、更新時チェックすれば省エネ償還年はゼロ。環境省は省エネ機種への更新に補助金は出しているが、過大容量チェックはなし。補助金採択でその金額に応じて成功報酬を得るエネルギーマネジメント会社にも過大容量の方が目先の利益。容量適正化で儲かるサブスクリプション部署も取り組んでいない。

2025 年にダイキン工業㈱社長宛に、自社製品の使用実態を調査し、省エネ対応してはと苦言を手紙にした。役員から「全くその通りだと思います。1 年間にわたる計測に基づいたダウンサイジ



CO₂気泡
酸化鉄
鉄バク

写真5 注水井戸の水面

ング設計に挑戦しております」との回答を頂いた。

3) リスク想定設計、現場で観て考える

揚水した地下水で冷暖房し、地下水は注水井戸で戻す。環境省などは利用可能かを地下水の鉄分や遊離炭酸などの水質濃度で示している。そうではなくて、利用で生じる可能性のある空気接触、減圧加圧、温度変化をサンプル水に与えて観察するのが論理的だと私は考えた。サンプル水をペットボトルに入れて様子を観た。大気開放のサンプル水は赤茶色の浮遊物、大気遮断では変化しない。それで井戸水面と回路から大気浸透を遮断する工夫で安価に、基準の数倍の悪水でも 10 年メンテナしで運転している⁹⁾。それまでの幾つもの実施例では注水井戸は目詰まりした。訪ねると酸素は遮断されていない。井戸の限界揚水試験も論理的でない基準だと、地中熱利用促進協会の部会でも議論の場も頂いた。

写真5は小さな井戸の水面で、酸素に触れる水面に酸化鉄と鉄バクテリアが繁茂し、遊離炭酸が CO₂ 気泡となって浮いている。これで井戸の目詰まり原因が酸素浸透と CO₂ 気泡だと分かり、対策も分かる。調べれば万一鉄バクテリアが発生した際にクエン酸だと分かる。現場を観る、現場での自問自答である。

5. おわりに

土木の技術って、力づくでなく、自然をうまく活かすことがポイントだと思う。その視点で、大きな事業でも小さな現場でも、自問し、周囲や詳しい人と対話して最適解を一緒に探す。みんな違って、対話して、みんないいである。山口裕之も指摘するように「みんな違ってみんないい」¹⁰⁾では「正しさ」には至らない。繋ぐでもなくて対話だと思った。

実用的な技術を開発すれば普及すると思っていた。国も温暖化対策で研究費を付けた。一時は、

スカイツリーやオリンピック会場、地中熱空調は欧米のように2桁に増えると期待した。でも、近年伸びない。三つのバリアがあるようである。

バリアの一つは、技術採択の決定権を有する企業が、それで儲かるかである。基礎杭利用は融雪大手の施工企業の利益に繋がりにくい。一方、基礎杭メーカーは、基礎杭設計で設計コンサルと接点があると期待したが、融雪や空調は分野違いでハードルが高く、兼用利用ではさほど利益にならないのか上手くいかない。

福井でも弘前でも、戸建て住宅から融雪のマンションに移ることが少なくない。福井市内のそのマンション、車1台年間6万円のガス代である。私らの基礎杭利用なら設置費はほぼ同じで維持費電気代は200円なので、面識のあったそのマンション・デベロッパー社長らにメールしたが反応はない。数十年以前、黒川紀章事務所から設計コンペで使いたいと言われ応援したこともあったが。

融雪設計のコンサルは、施工会社に設計を下請けに出す。下請け施工会社は、鋼製放熱管加工、ヒートポンプ、ヒートパイプの独占的代理店にもなって、これを設計に織り込めば利益になる。地下水の歩道無散水、車道散水のセット融雪が全国普及したのは、エンドユーザーの利点だけでなく、設計下請け会社の利益と一致した面もある。この設計下請けの施工会社は工事と管理の多くの受注で、トラブルを減らしてきた。施工企業には現状の設置費を1/2にする私らの技術では役所に売り込む利点がなく、普及しないのだろうか。公務員技術者に頑張って欲しいのだが。

二つ目のバリアは量産化である。地中熱利用空調での水熱源ヒートポンプは市場が小さくて量産やバージョン・アップが十分でない。水熱源ヒートポンプは水と水の熱交換器なので当初は安価だった。それが空気熱源ヒートポンプは量産とバージョンアップで迫る。太陽光発電も量産で、量産できない原発をコストで追い抜いた。これと同じである。

三つ目のバリアは、現場作業での不慣れによるリスクである。土木建築では現場作業が多い。その地域に、設計から運転の管理までのチームを作らないとバリアになる。

振り返ると私の開発システムで30年修繕なく

運転の融雪もあるが、トラブルも多い。申し訳なくて気が滅入る。失敗の多くは、関係者の了承も得て、学会や道路会議で公表した。公表まで必要かと意見を頂いたが、失敗を繰り返して欲しくないと言うと納得された。本稿も、その延長にある。失敗だけでは読み手も辛くなるので成功の教訓も書いた。

教訓は、異分野や現場との繋ぎと対話、職場での、自分との対話の大切さである。外部のアイデアや技術を取り入れ、新たな価値を創造するオープンイノベーションと通じる。口出ししないのではなく、もっと対話議論していればと後悔している。他にも多くの事例があるが、長くなってもと省いた。読み手からのコメントや希望があればと思う。

技術的な詳細はGoogle“宮本重信”“地中熱”“融雪”でヒットする私のホームページや Google scholar で検索ください。miyamotoshi@gmail.com で質問を頂ければ対話に繋がり幸いである。

公務員技術者は、決定権を有し、儲けからも自由で、企画から廃棄までと周辺分野を繋ぐネットワークワーカーである。そのメソッドに大小問わず、本稿が役立てばと思う。

全建のみなさんには一緒に取り組ませて頂いた。そこでの成功と失敗の教訓をお礼と併せて伝えたかった。長年本当にありがとうございました。

文献

- 1) 広江朋紀：心理的安全性がよくわかる本、p. 199、2023
- 2) 畑村洋太郎：失敗学、ナツメ社、2015
- 3) 児玉忠：戦後都市計画の軌跡⑥総力戦・福井臨海工業地帯造成事業、福建第46号2014
- 4) 今井賢一：情報ネットワーク社会、岩波新書、1984
- 5) 高島浩一・宮本重信・杉村佳昭：市街地における節水型散水消雪に関する研究 福井県雪対策・建設技術研究所年報「地域技術」第15号、2002.8
- 6) 福井県ほか：技術融合による地中熱融雪システムのコスト縮減と省エネ化の研究開発、エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発、NEDO平成16年度成果報告書、2005.5
- 7) 宮本重信：次世代にもおいしくて安価な水道を、福井の科学者63号、1992
- 8) 小浜市地下水利活用・保全検討委員会：地下水の利

活用と保全に向けた提言 天からの恵み湧水のまちお
ばま 2018

9) 宮本重信：閾値判定からリスクシナリオの技術基準
へガイドライン—地下水の熱利用、福井の科学者 139
号、2023

10) 山口裕之：「みんな違ってみんないい」のか?——相
対主義と普遍主義の問題、(ちくまプリマー新書、2022