



技術士

“ちゅうぶ”

～人類の叡智と技を

全ての人と未来のために～

岐阜

愛知

静岡

三重

特集

部会・支部の講演会における会員発表

2022年 3月



お詫び

中部本部長 平田 賢太郎 技術士(化学)



いつも大変お世話になっております。さて、中部本部ではスローガンとしまして、‘明るく、楽しく、役に立つ技術士会活動’を標榜してまいりましたが、2019年7月より、その後ろに by ‘APTSIS’（造語）なる具体的行動規範を、所有者たる当方所属してました（株）三菱ケミカルホールディングスに無断で使用してきました。今般使用可否につきお問い合わせした結果他団体での使用はご遠慮いただきたいとのご丁寧な回答をいただきました。

したがいまして、2019年7月に遡り当造語使用の撤回をさせていただくとともに、この間の使用に関しまして関係各位に謹んでお詫び申し上げます。

又、新しく図表1に示します新‘スローガン’を提示させていただき、2022年度年次大会に上程いたします。

今後とも、中部本部へのご指導・ご鞭撻のほど、よろしくお願い申し上げます。

明るく、楽しく、役に立つ 技術士会活動

【行動規範6要素】

Clean Consciousness	:	透明性意識
Rapid	//	早く手を打つ意識
Intimate	//	本質を突く意識
Sustainable	//	持続可能意識
International	//	国際性意識
Safety	//	安全・衛生・健康意識

⇒ 簡単そうであるが、守り・継続することは天に昇るように難しく、破ることは髪を燃やすように容易い

図表1 中部本部 新‘スローガン’

技術士“ちゅうぶ”～人類の叡智と技を全ての人と未来のために～

<特集：「部会・支部の講演会における会員発表」>

—第9号目次—

カテゴリ	題 目	著 者	頁
連 絡	お詫び	平田賢太郎	
巻頭言	大学教育へ技術士が果たす役割	鈴木 克彦	1
一般（投稿、その他）	裁判所の専門委員を経験した雑感	橋本 宗到	2
	シミュレーションの実現には個々人の行動意識の結集が必須である（妻からの伝言）	江口 正臣	4
	井戸に関する経験の紹介	吉武 伸章	6
	地下ダムの紹介	岩本 直也	8
	土壌藻類を用いた土壌侵食防止技術（BSC工法）の紹介	小川 遼	10
	シミュレーションの普及に向けた取組	小南 秀彰	14
	設計者として製品事故について考える	池田 実	16
	現場の事故と技術者倫理（主にインフラ系の現場事故について）	藤橋 健次	18
	電気設備の絶縁材料	渡邊 永策	22
	デジタル広告と個人データ保護	石川 英司	24
	作業者がマニュアルを遵守するために ～作業マニュアル整備と作業者教育～	田中 芳親	26
	紛争状態の解決と合意形成 ～ファシリテーターの視点から～	豊田 崇文	28
	倫理教育の形式知化への取組	松浦 淳	30
	量子コンピュータへの期待	原 善一郎	32
高等学校におけるウイルス感染シミュレーションの実践	井手 広康	34	
部会・支部の講演会における会員発表	新任技術士による技術士資格活用方法の一例について	落合 政彦	36
	“止まらない工場”における特高受変電設備の更新	須永 浩介	38
	魅力あふれる鉄道車両をつくる！ ～技能伝承の壁を打破せよ！～	小塚 俊吾	40
	工場・設備の投資採算性	池田 和人	42
	化学物質のリスクアセスメント（RA）義務化	花井 健夫	44
	無形文化遺産としての山車まつりを探訪する	原 浩之	48
	自動車交通実態調査における業務作業計画書と製造物責任	伊藤 博	50
	登録グループ よろず科学技術相談所（‘よろず’）の活動状況	橋本 宗到	54
	A社の薬剤製造工程に起因する健康被害について	家入 善彦	56
支部報告	愛知県内町村災害支援活動（試行）について	庄村 昌明	60
	静岡県支部の紹介と活動方針	加藤 信之	62
中部本部事務局	事務局さんぼみち	山口 正隆 松田 あゆみ	63
協賛企業紹介			65
編集後記		小島、西本、武田	67

大学教育へ技術士が果たす役割

名古屋工業大学 創造工学教育推進センター 特任教員 鈴木克彦
名古屋工業大学ごきそ技術士会 会長 技術士(電気電子/総合技術監理)



この度、身の引き締まる思いで巻頭言寄稿の機会を頂戴致しました。

名古屋工業大学は未来の産業や社会を工学技術によって変革する技術者・研究者を育成するために新たに2016年度に「創造工学教育課程」を開設しました。創造工学教育課程は学部4年間と大学院博士前期課程2年間を接続した6年一貫の学習を提供し、幅広い工学分野のセンスをもった次世代の総合的エンジニアを6年一貫型でじっくり育成することを目指しています。科学技術の発展やグローバル化の流れを受け、工学の分野では、新しい技術や原理を深く探求する「技術創出」に長けた人材に加え、様々な技術要素を組み合わせる新しい「価値」や「もの」を生み出す能力を持つ人材が求められています。このような社会的要請を背景に、専門分野を深く研究する能力とともに、様々な分野を横断的に俯瞰し新しい「価値」を創造する人材を育成するために、目的志向型のカリキュラムと、6年間の時間を使った実践的な教育プログラムが用意されています。創造工学教育課程に入学した学生は専門を1つ選択し主軸専門分野として学びながら、幅広い工学の分野に技術横断的に触れ、工学の実践的能力を学部から大学院にかけてじっくり磨きます。創造工学教育課程は様々な角度から工学の課題に挑戦し、新たな商品やサービスの開発によってイノベーションに貢献する技術者を育てます。

創造工学教育課程における大きな特徴を持つ授業の一つとして、3年次の授業にPBL(Project Based Learning) 演習があります。実社会では、課題が予め与えられ、その解答が準備されていることはほとんどありません。本演習では自ら課題を発見し、定義し、取り組む方法を考え、実際に着手し、解を求める、という一連のプロセスを体験・体感することを目的とします。特に事業化のための企画を課題とし、グループワークを通じて構想、企画、分析、改善等の演習によって工学知識と工学デザイン力を総合する能力を身につけることを目標とします。

このPBL演習においては、専任教員以外に産業界での実績を持つ本学OBの技術士を「実務型教員」として複数採用しています。実務型教員としての技術士は、主として課題整理や解決へのアプローチに関する手法について、学生へアドバイスを与える役割を担います。私自身も名古屋工業大学OBの技術士の一人として名古屋工業大学ごきそ技術士会のメンバーとPBL演習に携わっています。

学生に与える課題は年度毎に社会情勢に応じて変遷し、最近では、コロナ禍に対応するための社会インフラ、新製品あるいは、SDGsやカーボンニュートラルに関連する新規事業等をテーマとしています。実務型教員がテーマを考え、社会実現するための事業提案を学生に調査、検討させることも行っています。技術士には、学生へ適切なアドバイスを与えるために、PBL演習で取り組む社会課題の背景や解決手段となる新しい技術、概念を理解することが求められます。その中で、自身の専門分野以外の知識、技術を習得する自己研鑽も必要となります。

大学教育における技術士の役割は、産業界での技術活用の手法といった技術シーズの展開を学生へ教育することのみではありません。正解のない社会課題に対して、バックキャストにより、必要となる技術を構築する応用能力や、これまでにない新たな課題に対して順序立てて実践的に対応できる能力を学生に身につけさせることが重要です。技術士の使命は、これら応用能力の必要性を社会へ飛び立つ学生に予め伝え、卒業あるいは修了と同時に一人の技術者として少子化が進む日本国において早期に社会戦力化することである、と考えています。この中には、技術の持つ光と影、さらには技術者倫理に関する事項が含まれることは言うまでもありません。

2022年の4月には、6年間の創造工学教育課程を終えた学生が初めて実社会へ出ますので、PBL演習含めた本課程全体の教育成果が問われていくこととなります。この成果を見定め、技術士の一人として大学教育に携わる役割をさらに深堀していきたく存じます。

<裁判所の専門委員を経験した雑感>

橋本 宗到 技術士（機械・総合技術監理）



1. はじめに

10数年前、突然、直接知らない機械系の技術士による指名紹介にて裁判所の専門委員を引き受けることとなった。従って、裁判所の非常勤職員となり、国から手当が支給されることになる。もともと特許取得係争に絡んだ問題や事故時の鑑定訴訟問題には興味があったので、今回勉強の意味も含めて経験させてもらい、今後の技術士活動に役立てようと考えた。その後十数件の民事訴訟の裁判にかかわった。本来専門委員の役割は裁判官への専門分野に関する事項等の解説や補足説明を行い係争案件の判定への正当性を持たせることが本筋にある。多くのかかわった案件が工業系の事案であり、C to C対応案件であった。

2. 依頼案件の概要

裁判の事案内容も工業系の製造会社の契約した内容の不履行や不一致による債務の問題が比較的多く、純粋な技術的問題での係争は比較的少なかった。前者の例が当時多く発生したのは、現在では考えにくい先代の経営者同士の付き合いから阿吽の呼吸で相互に契約し、2代目が引き継ぎ正式な契約書を交わしていない場合が多い。また、こういう場合に限り先代経営者はお亡くなりになられて確たる証拠や領収書等の授受関係の証拠書類関係が不明となっている場合が比較的多かった。この類の案件では、確たる証拠もなく責任が相互にあることから責任折半の考え方からの和解となることが多い。他の機械装置設計に特化した契約問題でも、設計契約内容と実際の製品との不一致の抗争内容であった。機械装置では当然ながら契約上の設計図面と仕様書類は確たる証拠品となる。

これらの例から学べる点は重要な打ち合わせの議事録は些細な事項でも記録として残しておくことや、当然であるが商取引上の契約書、仕様書、見積書、請求書や領収書、及びメール類は確実に保管しておくことが大切となる点である。

3. 技術的事案の内容紹介

技術的内容に伴う実証鑑定に近い案件の例を少し紹介する。

<事例1> これは電子部品がある大手の下請けに依頼だし、そこがさらにある中小メーカーへ依頼を出す形の、いわゆる典型的二次請負によるトラブルが発生した案件である。事故は二次請メーカーが組み立てた部品の欠陥が原因で製品に故障が発生したものである。この案件でも、重要書類はほとんど消失しておりかつ契約書も一部のみである。そこで製造現場を確認する必要があると考え現物と現場検証を提案した。

結果、なんと製造現場は農機具置き場を改造した農家であった。しかも屋根裏は雨漏りの跡があり、かつ埃まみれの状態であった。本来、電子部品は分類によるが、クリーンルームに相当する所にて製造する必要があるにもかかわらずこの状態で製造されていたことになる。また雨漏りの位置と欠陥部品製造組立箇所がほぼ一致しており電子部品への欠陥の原因が突き止められた。本来は依頼元（ここでは元方や一次請負）が安全衛生面含めて製造上の注意点を事前に告知しておく必要がある。二次請負の農家も製造上の配慮に欠けていて責任を負うこととなる。結審の具体

の内容は分からないが和解へ至ったとの結審報告を受けた。

＜事例2＞ 次の例は外国へ輸出している、ある装置の部品がトラブルを起こし生産中止に追い込まれ、係争に至った案件である。この案件の装置は現在製造しておらず実証実験を行うわけにいかない。幸いトラブルを生じた部品があったので、その詳細解析、分析及び当時の設計図面調査等を通し、確定までは至らなかったがある程度の原因の要因を突き止めることができた。結果和解となった。この案件ではその装置関係で長年現場指導実績があり造詣の深い方を幸い知っていたので専門裁判官へと推薦し二人で担当したものである。この案件のように機械装置が複雑高度化してくると一人の専門分野のみでは解決が困難な問題が多くなってきている。

＜事例3＞ さらに別件として、鋳物炉の解体と機械装置修理に伴う係争問題でも、結果として炉製造と構造や金属材料分野に詳しい方に加わっていただき何とか和解へ至ることができた。ここで学んだ点は自分の専門分野のみに身を拘泥したらいけないことと、自分自身の門戸を開放しすべて受け入れてレベルを上げていくことの大切さであった。

＜事例4＞ 最後に紹介する例は旧式のゴムマスク製造装置に関する係争である。このマスクのゴムの切断とマスク切断の技術的問題であった。切断がうまくいかないと、装置に詰まりができ連続生産ができなくなる。この係争では製造中止の原因解明と製造中止による担保の問題であった。

この事案では、提言にてVTRによる製造の再現実写と問題機械装置部品のモデルと製品を法廷へ持ち込ませでの調査と、切断時のせん断事象メカニズム調査にて切断時のゴム拘束状態に問題があることがわかり、結果として和解へ至ることができた。この事例のように、ものづくりのトラブルの原因究明として現実・現場・現物の証拠の確認が大切なことを再認識した事案であった。

4. まとめ

これまでの専門委員として多くの案件での経験し、感じた点は上記の紹介例でも示したように下記にまとめて示すと次のようになる。

- 1) 商取引では契約書類関係および契約に至る必要な打ち合わせ議事録は些細なことでも保管しておく。
- 2) 係争問題の技術的内容が複雑化しかつ高度化してきている。この対応としては個人レベルを上げたり、分野拡張へのトライも考えられるが一朝一夕では不可能であるので、別の専門分野の造詣の深い方と組むことが早期解決法としては効率的である。ただし、普段の人的交流が必要である。
- 3) 技術的問題の解決には現物現場の確認等による実証が大切である。裁判官には現実・現場・現物の大切さを間接的に訴えている。1)、2) 項は自戒の念も含めて書いたがなかなか守られておらず個人的ポテンシャルが上がらないのが現状であり、歯がゆい。ただし、経験にて専門分野以外への興味が湧いてきたことは収穫であった。
- 4) 種々の案件に携わることができ、知識経験としては専門分野のみならず幅広い領域の知識が総合力として必要と感じている。今回の経験事例内容等を他山の石として今後の技術士活動にも生かしていきたいと考えている。

以上

＜シミュレーションの実現には個々人の行動意識の結集が必須である

(妻からの伝言)＞

江口 正臣 技術士（化学）



1. はじめに

今年2021年のノーベル物理学賞は、真鍋淑郎氏（90歳）に輝いた。50年以上前に地球温暖化の予測をされたとのことである。まさに現在、その防止対策が喫緊の課題であり、問題を解明するために“好奇心”を持ち続け、地球の「熱収支」をシミュレーションされたとのことあり、日本人として本当に誇らしい限りである。確かに、真鍋氏の学生時代にはシミュレーションをするにも大型コンピュータが全ての国立大学にもない時代であった。我々1965年卒の時代でも、熱計算には手回しのタイガー計算機や真空管式の四則計算機（約50万円、今では100万円均一でも入手可能）しか計算手段が無かった時代である。“好奇心”から渡米され、コンピュータを駆使できる環境を得て、追及された“好奇心”の原動力の大きさを痛感した。

「匠（たくみ）の時代」（いわゆるプロジェクト“X”）の著者、内橋克人氏が今年89歳で逝去されたが、この著書には発明・発見により世の中に多数の有益な製品を世に出された“好奇心”に溢れた技術者の群像が描写されている。TVでも放映され、感動したことは記憶に新しい。また、内橋克人氏の2000年初期の朝7時前のNHKラジオ番組での政治・経済についての評論は、時代の先行きをシミュレーションした鋭い問題提起であった。労働者派遣事業の規制緩和の正否が議論されていた頃、これは将来を担う若者を犠牲にする制度であり、後世においてしっぺ返しが来ることを危惧されていた。その予測通り、この20年間で非正規社員が約40%になり、中間層が減少し、その結果消費が増えず、GDPは横這いで、日本は世界経済の成長から取り残された、所謂「失われた20年」である。やっとそのことに気づき始めたのが現状である。

家庭内のことを顧みると、最近家内が75歳で帰らぬ人となり、大変ショックな出来事ではあったが、そんな中でも小生が家の中のことを心配なく生活できているのは、老後の体の衰えを予測（シミュレーション）し、容易に安全に生活できる様式を家内がこれまで整えてきてくれたお蔭であることに改めて気付いた。至る所に手すりや衝突防止の緩衝クッション、つまずき防止などを設置したり、寒暖差のない室内温度管理、省エネ、リサイクル品の活用、全ての在庫品（衣服・食品）の明示など、人生100年時代の備えをしてくれていたのだ。「年老いたその時になってから対策するようでは遅すぎる。元気なうちに実行しなくては」というのが口癖であった。

2. 家内の中学校3年生の時の文集（1961年）・・・愛知郡中学校国語研究部 コスモスより

題名「自然と人間」・・・このころから自然・地球・天体に“好奇心”を抱いていたようだ

ある晴れた日、私は川向こうの親戚のうちへ、友達と一緒におつかいに行った帰り道、二人は栗見橋を渡っていました。アスファルトのきれいに舗装された新しい橋なので、スピードを出すと、とっても気持ちよく爽やかなそよ風が、頬をなでていきます。中ほどまで来てちょっと止まって、流れているようすを見ていると、急に川原へおりて浅い所へ入ってみたいくなったので、又あともどりして背丈ほどもあるよもぎをわけて、やっとのことで川原へ出ました。そして勢いよく流れる川水の中へ、入って行きました。ここは、浅いが流れが急で、足をうばわれそうでした。そして、川の流れをじっと見つめていると、体がアンバランスになって、こけそうになったので、岸の草に腰掛けて、しばらくながめていました。真青のサファイアに、純白の綿をふんわりとつけたような、広大な青空。遠く川上から、まるでかけっこをしているように、われがちに流れ

下ってくる愛知川の流れ。こんな急流のまん中へなげこまれば、皿の水にはまった親指姫のようなものだろうな……。こんなことを考えているうちに、自然というものは、何と雄大でしかも美しいものなんだろう……。と思いました。又半面この間のニュース映画で見た、九州・四国の一部と、北海道を除く日本全土を襲った豪雨の無残な爪跡を考え、いかに恐ろしいかということも、考えました。世は宇宙時代だ、近代の科学はすばらしいんだ、と誰だって、私だって考えています。しかし大自然を相手に考えれば、一個の人間というものの存在は、なんとちっぽけなものなんだろう。こんなことを考えると、私一個の人間というものが、どんなものであるのかさえ、わからなくなって面くらってしまいました。そして、二年生の国語の時間に学習した、吉野源三郎先生の「コペル君の発見」という項目に、何かそのようなことが書かれていたのを思い出し、家に帰ってもう一度読み返してみました。その中に、先生が一つの分子にたとえて、その集まりが海の潮のように満たり干たりしている。そして世の中の波というものも、一つ一つの分子の運動が集まって動いていくのだ、と。このように的確に表現しておられました。人間はとかく自分を中心として、物事を考えたり、判断したがるにもかかわらず、この方は、このように広い広い考えをしておられるのに、なにか尊さを感じずにはいられませんでした。だからこそ、さきほどの豪雨や台風も、多くの人々が一体となって、最小限の被害にとどめることが必要だと思います。天災が人災にならないためにも、個人の力は小さくても多くの人々が一致団結すれば、巨大な力になることは当然である。社会の構成は個人の集まりであり、この個人が真剣に考え、真面目に努力すれば社会は立派になっていきます。「明るい社会を作りましょう。」という標語を見かけるが、何か私から離れた大きな問題の様に考えられるけれど、私たち一人一人の自覚による事は言うまでもありません。私は今、今日のこんなことを思いながら、ペンを走らせました。

～まさにコロナ禍の時代に求められている個人の自覚と行動の大切さにも通じると感じた。～

3. おわりに

・・・シミュレーションの実現には個々人の行動意識の結集が必須である（妻からの伝言）

家内の中学3年生の時の文集にもあるように、自然に対する創造の秩序（メカニズム）に対して大きな“好奇心”を持っていたようだ。天体の図鑑を調べ、名古屋や四日市のプラネタリウムと一緒に観察に行ったり、植物の観察会にも誘ってくれた。月食、流星群などの天体ショーは夜中に起きて必ず観察していた。また、枝廣淳子訳：「成長の限界 人類の選択」、矢崎節夫著：童話「みすゞコスモス わが内なる宇宙」などの書物から、人生観・宇宙観・宗教観を深めていたようである。自然を愛し、守りたいという思いの中で、一個の人間の力の小ささを無力と思いながらも、環境破壊を抑制する個人レベルの努力は無駄ではないとの信念を貫いてきたようだ。

科学技術のシミュレーションの力は大きい。予測力が技術力の高さであると信じている。地球温暖化、コロナ感染、国の経済対策でも、シミュレーションは問題解決に非常に有効な手段であるが、それぞれの人間・企業・国家が欲望のままに行動して、その解決に向けた条件を遵守し、ベクトルを合わせること無くしては、絵に描いた餅に終わってしまう。しかし、家内が伝えてくれたように、一個の人間の行動が波のように大きな力に結集されれば、シミュレーションが問題解決に非常に有効に働くはずである。小さな一個の人間の行動意識“良識ある好奇心”の実践こそが、全ての問題解決の礎である。世界ではグレタさんを代表する若者達が地球温暖化の危機を訴える抗議活動を拡げている。日本は、真鍋淑郎氏のノーベル物理学賞受賞のシミュレーションによる問題提起に耳を傾けず、今年のコパ26で前回につづき不名誉な「化石賞」を連続受賞した。化石燃料の恩恵を享受してきた我々は、環境破壊の共犯者として猛省せねばならない。

＜井戸に関する経験の紹介＞

吉武 伸章 技術士（建設）



1.はじめに

私は2008年に建設コンサルタント業界に転職し、13年が経過した。入社以来、地質部門に所属し、主に地下水に関する業務に携わってきた。経験した業務のうち、道路建設事業による地下水への影響評価業務（水文調査業務）がほとんどであり、その他は水源開発業務（井戸掘削業務）である。これら業務に共通するものは「井戸」であり、これまで沿岸部から山間地まで、井戸と人々の様々な関りを見てきたが、その中で経験した2つの例を紹介させて頂きたいと思う。

なお、紹介する2案件は発注者の許可を得ていないこと・事業損失に関する記載があることから、現場の詳細な情報と写真の記載・掲載ができないことをご了承頂きたい。

2.トンネル工事による利水障害の経験

利水障害が生じたのは、流紋岩に貫入した安山岩から取水する山麓部の浅井戸であった。3軒で共同利用し、上水道の給水範囲外にある飲用井戸であり、一般的に集水効率が悪いとされる底面集水型の井戸であった。

当該井戸および利用者宅が位置する斜面の上流でトンネルを掘削した結果、揚水障害が発生した。発生時期は梅雨明け後に3週間程度続いた小乾期（無降雨期間）であった。工事影響は無降雨期間に顕著になると聞いていたが、これを目の当たりにした。施工による地山地下水位が低下により動水勾配が小さくなり、井戸への地下水供給量が減少した結果、「井戸揚水量>井戸への地下水供給量」となった。地山地下水位の低下理由は当然、井戸方面へ流下していた地下水がトンネル内に湧出し、トンネル湧水として地山の外に排出されたことによる。

以前より当該地点では、3次元地下水流動シミュレーションの結果、施工による約1mの地下水位低下（平水年）を予想しており、水位低下量と井戸深度および揚水管の長さから、利水障害の発生は容易に予測された。上水道の給水範囲外であることから、発注者ともに「利水障害の発生＝受忍限度の超過」と認識し、利水障害発生前に利用者に説明のうえ給水施設を準備しており、利水障害発生当日から施工会社による給水運搬が開始された。

給水元は自治体の浄水場であり、給水用の水道水は無償として頂いていたが、給水が長期化したため、給水の継続実施理由の提出が必要であった。このため、発注者の依頼により利用者の了解を得たうえで簡易揚水試験を毎週行い、揚水前後で水位の回復がないことを確認し、自治体への報告資料を作成した。試験終了後、利用者に毎回「水位が戻りません」とお伝えするのは心が痛いものであった。給水の理由づくりのための調査は年末まで続いたが、その間の発注者の努力もあり、年の暮れには上水道が敷設された。

3.水源開発が進まなかった経験

砂岩が分布する山地の山頂で水源開発を行なった。冬季の湧水点踏査と流量観測、渇水期比流量の算定、および電気探査の結果、200mの井戸掘削に至った。

掘削は温泉井戸の掘削を得意とする会社に依頼した。この会社は、掘削時に増粘剤を使用せず、掘削水を循環させない「逸水掘り」という手法を使っていた。逸水掘りのメリットは、比較的短時間での井戸洗浄の終了が期待できる点である（当業務以前の水源開発業務では増粘剤や植物性

の逸水防止剤を使いすぎたようで、井戸洗浄に1週間以上要した)。

掘削開始後、しばらくして進捗が悪くなった。これには明瞭な2つの理由と、想定される1つの理由があった。明瞭な理由の一つ目は寒波の影響である。掘削は冬に始まったが、山頂のため当然気温は低く、さらに寒波が加わり掘削水は数日にわたって凍結し、大人が立っても割れないほどであった。現場用の温風機で溶かしながらの作業であった。明瞭な理由の二つ目は、掘削水の給水制限である。掘削水は近くの事業所から購入していたが、この水は山麓の川から汲み上げたものであった。揚程が大きいため水量は少なく、事業所の操業に影響する量は使用できなかった。逸水掘りはその名のとおり水を逃がしながら掘削するが、亀裂の多い砂岩では掘削水は減る一方であった。逸水量をゼロにするためには地下水面に到達する必要があるが、湧水点の高さから想定される地下水面はGL-150mであった。そして想定される理由は、掘削を依頼した会社は火山地域での温泉掘削を得意としていたことである。掘削対象の岩盤は堆積岩であり、掘り慣れた地下水が豊富な火山岩でなかったことが気象条件・給水制限と相まって、掘り手の技能を十分に引き出すことができなかつたのではないかと思う。自主的に大型貯水タンクの増設による掘削水の確保や、他のボーリング会社への相談をしてはいたが、やはり捗らず、機嫌が日増しに悪くなった。

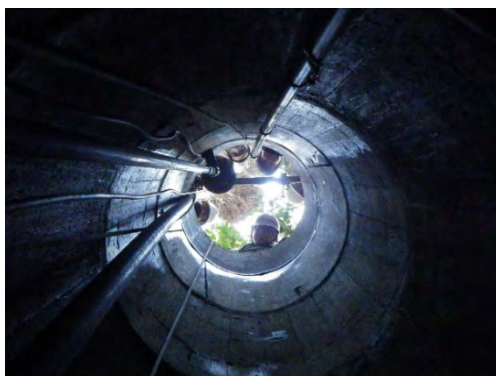
余談であるが、井戸は何とか200m掘りあがったものの、掘り手の機嫌は直らず揚水試験時にノッチを水平に設置しなかつたことから私の先輩社員に怒られ、水平に設置しなおしていた。

揚水試験の結果、無事に必要水量を満たすことが判明した。水質には水道水質基準(原水)の超過項目はあつたものの、処理方法が確立されている項目であつた。ともに困難を乗り越えた井戸掘削会社(掘り手)とも仲良くなれたと思っている。

4.終わりに

2021年12月も、私は水文調査の一環として井戸に関する解析を行っている。解析に用いる井戸公式とその理論は地下水学の始まりと言われており、歴史が長く非常に難しい。このため、シニア技術者に技術指導を受けながら、知恵と知識を授かりながら勉強している。数学と物理が苦手な私からすれば、記憶にない数学記号と数式との戦いの日々である。私が筑紫平野の上水道未整備地区に生まれ井戸水で育つたおかげか、前向きに取り組めるのが自分の唯一の武器である。

数学・物理に限らず、学生時代から今までの不勉強を今さら嘆いても遅いし仕方ないので、戦い(自己研鑽)を続けながら、この業界で生き延びようと思う。



井戸底から見上げた地上(著者撮影)

以上

＜地下ダムの紹介＞

岩本 直也 技術士（応用理学、農業）



1.はじめに

大学卒業後、農林水産省系の仕事を主に行う建設コンサルタント会社に入社し、6年が経過した。現在まで、ダムに係る地質・地下水の調査・設計業務を主に担当してきた。建設コンサルタントで7年目といえば、まだまだ勉強中の身である。しかし、一般の方々になじみが薄い地下ダムを対象とした調査・設計・技術資料のとりまとめ等の業務を経験したため、僭越ながら「地下ダム」についてご紹介させていただきたい。

2.地下ダムの概要

地下ダムは文字通り、地下にあるダムである。通常のダムは、河川を堰き止めて造成されるのに対して、地下ダムは地下水を堰き止めて地下に水を貯めるダムである。地下ダムには、以下の3要素が必要である。

- ①地下に造成した止水壁
- ②帯水層(水を通しやすい地層)
- ③水理基盤(水を通しにくい地層)

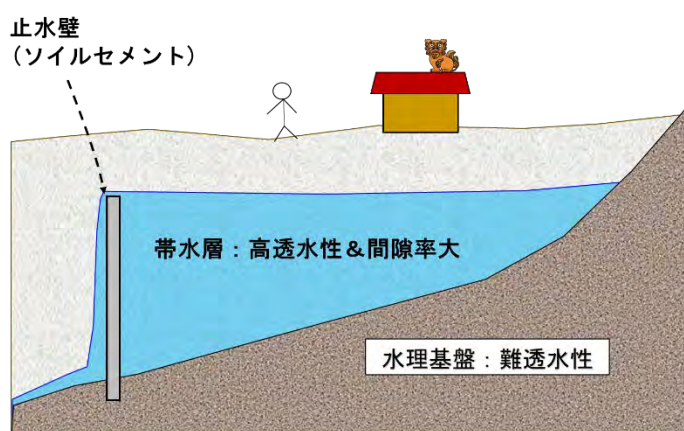


図-1.地下ダム模式図

①**止水壁**は、原位置攪拌工法により造成される。原位置攪拌工法は、セメント系固化材注入液と地盤構成物との混合(ソイルセメント)により地下に止水壁を造成する工法で、止水壁の幅は0.5mと通常のダムから比べれば非常に薄い(図-2)。

②**帯水層**は、地下水を貯めておく地層で、孔隙が多く透水性が高いほど多量の水を貯留することができる。沖縄や鹿児島等の南西諸島には、良好な帯水層となる石灰岩(図-3)が広く分布していることから、大規模な地下ダムが造成されてきた。

③**水理基盤**は、地下水を貯めておく受け皿となる地層で帯水層の下部に存在し、透水性が低く貯めた地下水が漏れないことが重要である。また、水理基盤の形状は、短い締切幅で広い容量を確保できる地下谷を呈していることが望ましい。



図-2.地下ダム止水壁の模型



図-3.多孔質な琉球石灰岩

3.地下ダムの長所・短所

地下ダムは、通常のダムと比較し、以下の長所を有する。

- 地下に水を貯めるため、現況の土地利用を妨げない&環境への影響が小さい
- 止水壁が決壊したとしても人家に被害が生じない
- 表流水が存在しない地域でもダムが作れる

これらの利点を有するため、南西諸島では新規のダム建設が難しい昨今でも新規地下ダムの建設・計画が進められている。

一方で、地下ダムの短所は、以下の通りである。

- 地下水を利用するため、取水施設(ポンプ)の電気代・維持管理費が高む
- 地層の間隙に水を貯めるため、容積の1割程度しか水を貯められない
- 目に見えないため観光資源化しづらい(ほとんどの地下ダムは、説明看板しか見ることができない)

4.琉球石灰岩地域の地下ダム

南西諸島に広く分布する琉球石灰岩は、高透水性のため降雨は地下に浸透し、河川が形成されない。このため、水不足に悩まされてきた歴史がある。一方で、琉球石灰岩は水を貯めやすく透水性もよいため、地下ダムのサイトとして良好であることから大規模な地下ダムが多く造成されてきた。

皆福実験地下ダムの完成をはじめとして、令和3年時点で、10基の地下ダムが完成し運用されている。これらの地下ダムの水は、いずれも農業用水として利用され、収量の増加および安定化や、高収益作物の導入など地域農業の発展に寄与している。

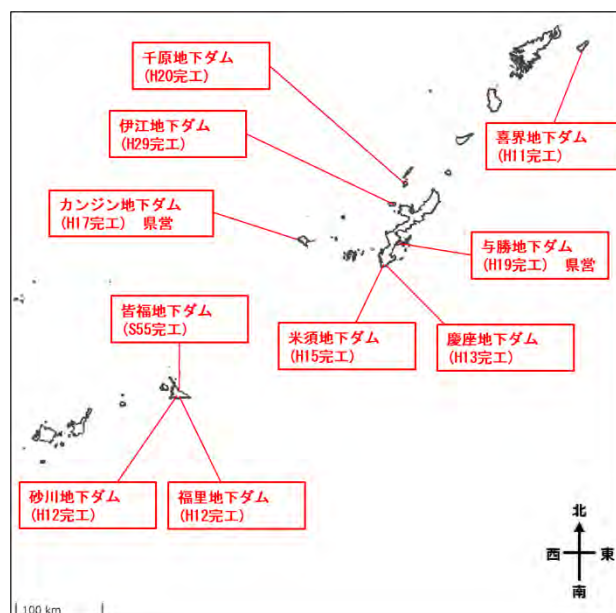


図-4.琉球石灰岩地域の地下ダム

5.さいごに

地下ダムは、水もダムサイトも地下に存在することから、地質・地下水調査が必須である。地下ダム技術者としては、各種調査を活用し、目に見えない地下を把握・補間し、利水可能なレベルまで止水することが求められる。地下ダムに興味を持った方は、ぜひ宮古島の地下ダム資料館に行ってもらいたい。地下ダム越流施設を見学できる。

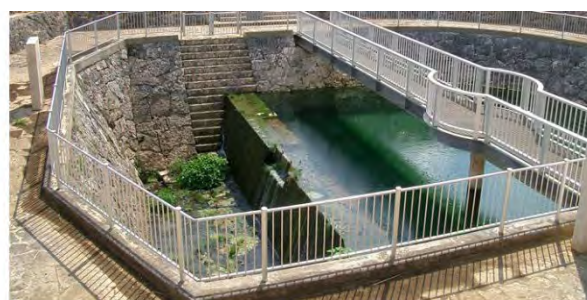


図-5.越流の様子が観察できる地下ダム
(宮古島福里地下ダム)

以上

<土壌藻類を用いた土壌侵食防止技術(BSC 工法)の紹介>

小川 遼 技術士（建設、環境）



1.はじめに

道路や農地、建物の造成等、人間の開発行為においては、裸地状態の法面が発生するが、このような法面で土壌侵食が生じると、安全面、利用面、また土砂流出による環境面等さまざまな支障が生じる。そのため、発生した法面に対しては、緑化等により土壌表面を保護し、併せて周辺環境との調和（修景）を図ることが多い。一方、従来の法面緑化の多くは外来の種子を用いて行われてきたが、外来種が在来植物を駆逐するなど、生態系をかく乱する問題が生じるようになっており、地域生態系への配慮が必要となっている。本稿では、開発行為等に伴い発生する法面の保護を、環境面に配慮しつつ行うことが可能な、土壌藻類を活用した土壌侵食防止技術であるBSC工法について紹介する。

BSC工法とは、BSC（バイオロジカル・ソイル・クラスト）を活用した植生の自然侵入促進工法のことであり、土壌表面に藻類を散布することで、侵食防止効果を有するBSCの形成を促し、早期に基盤を安定させることで、植生の侵入を促進しようとするものである。なお、本工法は国立研究開発法人土木研究所と日本工営（株）の共同開発技術である。もともと、植生遷移において、BSCの形成はそのスタートとなる自然現象の一つとして知られている。BSC工法は、

BSCを構成する土壌藻類の散布により、自然状態では時間がかかるBSCの形成を早め、それにより侵食を防止し、植生遷移を促進させる。法面に対して一般的に用いられる種子吹付工は、草本類の種子を散布することで、その後の植生遷移を促そうとするものである



写真1 BSC形成(左)と土壌藻類の顕微鏡写真(右)

が、調達環境やコスト面から外来種の種子が広く用いられており、環境面での課題があった。一方、既往の自然侵入促進工法は、施工直後から安定した構造ができるものの、整形工など施工の手間やコスト面から、手軽にかつタイムリーに利用することは困難な場合がある。BSC工法は、種子吹付工のような手軽さで行える自然侵入促進工法という、上記の課題に対応する新たな特徴を持つ工法である。

2.BSC（バイオロジカル・ソイル・クラスト）とは

BSCとは、糸状菌類や藻類、地衣類および苔などが地表面の土粒子や土塊を絡めて形成するシート状の土壌微生物のコロニー（集合体）のことを指す。BSCは、崩壊地などにおける自然植生の遷移初期や更新後の農地など、どのような場所においても時間経過と共に観察される一般的な事象である。近年、主に南西島嶼域での赤土等流出防止に係る研究の進展に伴い、BSCが高い侵食防止効果を有していることが確認・検証され、侵食防止工法、さらに植生の自然侵入促進工法等としての応用が検討・実施されている。

3. BSC 工法の特徴

施工方法は、基本的に BSC 資材等を適用箇所に散布するのみであり、従来の自然侵入促進工と比較して安価で簡単に実施できる特徴がある(直接工事費 1,500 円/m² 程度。地域/年度により変動)。種子吹付工用の散布機器を用いて利用する、散布する他の

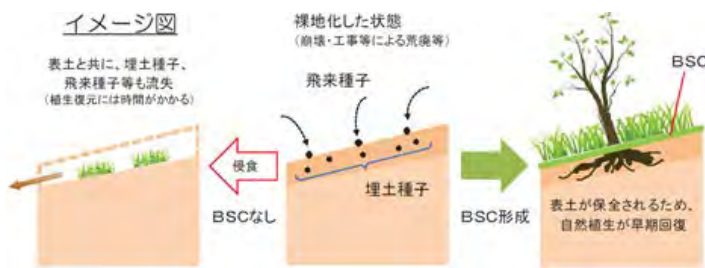


図 1 BSC 形成と植生侵入のイメージ

資材(肥料など)等に混ぜて利用する、現場条件が厳しく機材の使用が困難な場合には手撒きにより散布するなど、適用箇所や条件にあわせ、さまざまな散布方法を用いて施工が可能である。BSC 資材の散布後は、通常、2 週間~1 カ月程度で、散布した藻類が活性を取り戻して増殖が活発になり、BSC が形成される。裸地等において、BSC の形成に伴い侵食が防止されると、表土が安定する。それにより、埋土種子や飛来種子の流失が減少し、周辺環境に応じた植生の侵入が進む。ただし、既往の緑化工と同様に、BSC の形成は適用箇所の環境条件(乾湿、土性等)、その他局所的な要因等に影響を受け、それらはその後の植生の侵入状況にも影響する。天候や基盤環境等の状況によっては、施工後に追肥や灌水が必要になる場合もある。

なお、BSC を早期形成させるために用いている土壤藻類は、森林・農地に限らず、極地を含め世界中のあらゆる場所に存在している汎存種(cosmopolitan species)であることが既往研究より把握されており、基本的にどこでも在来種となる。また、雌雄がなく、クローン増殖により増えるものなので、遺伝子攪乱等のリスクがない。

4. 施工実績

前項に示した特性から、BSC 工法は幅広い地域や条件で適用可能と考えられ、現在日本全国で適用事例が増えてきている。ここでは、亜熱帯地域で赤土が分布する沖縄県、寒冷地である北海道、本州において軟岩法面に適用した試験施工事例を紹介する。

(1) 沖縄県における適用事例

南西島嶼域では、降雨時の地表流による地表面の侵食が著しく、農地・荒廃地から微細土粒子を多量に含む濁水が流出して河川・沿岸域を汚染している。この現象は赤土等流出問題と呼ばれ、沿岸生態系の破壊および漁業・観光資



写真 2 沖縄における自然公園内林道への適用例
左：施工 8 カ月後、右：施工 20 カ月後

源の損失をもたらしている。亜熱帯地域で BSC を活用した侵食防止および自然侵入促進工の実績としては、沖縄の自然公園(特別地域)内にある自然崩壊した林道法面、海岸斜面への適用例や、同じく沖縄の工事で荒れた溪流斜面への適用例、道路造成法面への適用例等があげられる。自然公園内の林道の崩壊地に適用した事例では、施工 8 カ月後には BSC 施工区で藻類及び蘚苔

類の被覆率が90%以上であったのに対し、未施工区では30%であった。未施工箇所では地表面で徐々に粗粒化が進み、20か月後には豪雨で斜面が崩壊したが、BSC施工区では斜面崩壊が生じず（写真2）、周辺と見分けがつかない状態まで植生が回復した。BSC形成の有無による法面保護効果の違いが、顕著に表れたものと考えられる。

（2）北海道の農地における適用事例

寒冷地であることから工事期間が短く、緑化等による融雪期の侵食防止が難しい北海道の農地造成法面に対して、試験施工を実施した。対象箇所の農地では、農業用排水施設の整備後、造成した切土に侵食が発生し、



写真3 北海道の農地における適用例
左：施工0.5カ月後、右：施工2カ月後

石・礫が水路や水田に落下し、農作業に支障が発生していたため、BSCにより侵食防止を図るため、施工を実施した。試験施工は、平成29年7月に実施したが、2週間程度でBSCが形成され、2か月後には草本類が繁茂し、植生の侵入が少ない未施工箇所と比べて明瞭な違いが確認された。BSC施工区において、法面の侵食や石の落下は見られず、その後積雪・融雪を経た平成30年6月時点でも、効果が持続していることが確認されている。

（3）愛知県の切土法面における適用事例

中部地方の事例として、軟岩の切土法面に適用した事例を紹介する。施工箇所は愛知県内であり、地質的な特徴として風化片麻岩、片麻岩が広く分布する箇所である。軟岩は表面が脆く層面が離れやすいため、切土法面造成後に小石の落下が生じやすい。このような切土法面で植生回復を図る際、通常は植生基材吹付が必要となるが、通常の基盤の場合と比較すると高コストとなる。そのため、BSCによる法面保護の可能性を確認するための試験施工を実施した。

施工は令和2年11月に実施した。なお、BSC施工では、通常の種子吹付と同様に、肥料、ファイバー、粘着液等を配合して吹付を行うが、BSC形成の基盤が薄弱であることから、上記資材を通常より増加させて行った。施工後、1か月でBSCの形成が見られ、2.5か月後からは基盤の割れ目などを中心に周囲からの植生の侵入が見られた。施工後約10.5か月時点において



写真4 愛知県の切土法面における適用例
左：BSCの形成(施工0.5カ月後)、中央：植生の侵入(施工6.5カ月後)、右：施工法面(施工10.5カ月後)

BSC は法面上のほぼ全体に形成され、課題となっていた石の落下はほとんど見られていない。法面にはラス金網が設置されており、大きな石の落下の防止はラス金網による効果が大いと思われるが、亀裂部に BSC が形成されることで小さい石や土砂の落下を防止し、さらにそこに植物が生育することで侵食が防止されたと考えられた。この様に、軟岩のような硬質の基盤において法面保護に活用できる可能性を示唆する結果が得られている。

5.おわりに

ここで紹介したとおり、BSC を活用した自然侵入促進工法（BSC 工法）は、気候帯は寒冷地から亜熱帯地域まで、幅広い適用性を持っており、また地盤はやや硬質なものまで適用できる可能性を持った工法であると考えられる。また、他の自然侵入促進法と比較してコストは安価であり、法面整形工が困難な場所にも適用できるため、土砂流出が懸念される崩壊跡地や自然公園内など環境保全への配慮が必要な区域への施工に適している。本稿をお読みになり、BSC 工法に興味を持たれた方は、NETIS 新技術情報システム

(<http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/NewIndex.asp>) を参照いただきたい。

なお、現在種子との併用やシート・マット工など、従来資材・工法との組み合わせについても検討を進めている。このような応用事例等についても、改めて紹介させていただきたい。

以上

<シミュレーションの普及に向けた取組>

小南 秀彰 技術士（機械）



1.はじめに

産業界では、CAE(Computer Aided Engineering:計算機援用工学)シミュレーションソフトが試作費用低減と業務効率化のために活用されている。これまでの有料商用 CAE ソフトは初期導入と導入後の技術サポートに多額な費用が必要なため、資金力のある大手企業しか導入できていなかった。ところが、最近は無料のCAEシミュレーションソフトが現れており、多額の設備投資が理由でこれまで導入を断念していたような中小企業にも CAE 活用が可能な状態になっている。

無料と有料に関わらず CAE ソフト導入に共通するハードルは、初期導入とその後の継続的な学習に必要なコストである。初期導入時の学習コストとは、ユーザー自身が CAE ソフトの使い方と技術用語の意味を習得するために最初に費やさなければならないコストである。また、導入後でも活用技術を向上するためには継続的な学習が欠かせずコストがかかる。

有料ソフトのベンダーが開催しているユーザー向けセミナーは、学習コストの時間的側面を低減する有料サービスである。無料ソフトのベンダーからはこのようなサービスは提供されず、ユーザー自身の独学が原則である。独学は、学習の順番と優先度が判らず非効率な場合が多い。

無料ソフトを使おうと考えている初心者はユーザーコミュニティが発達しているソフトを選択し、そのコミュニティ活動に参加するのが合理的である。そのように考えた私は、数年前にコミュニティ活動（オープン CAE 学会）に参加して無料 CAE ソフトの独学を始めて、既存の勉強会にも継続参加しながら、コミュニティ活動の輪を広げるために昨年からは新しい勉強会を余暇時間で主宰している。

2.活動内容の概要

私が使用している主な無料ソフトは、構造解析の SalomeMeca、流体解析の OpenFOAM である。前者は、フランスの原子力発電プラントの設備設計に使用されている。後者は、世界中の研究機関で利用されている。気になる方は Web 検索をしていただきたい。

私が主宰している勉強会活動と SDGs との関連を下に図示する。

<p>4 質の高い教育をみんなに</p>	<p>流体解析シミュレーション (CFD) と構造解析シミュレーション (CAE) の初心者向けの無料講習会や無料テキストを提供している。研究会という技術交流の場を提供している。</p>						
<p>10 人や国の不平等をなくそう</p>	<table border="0"> <tr> <td>商用の CFD/CAE ソフト</td> <td>オープンソースの CFD/CAE ソフト</td> </tr> <tr> <td>高額なソフト使用料</td> <td>ソフト使用料は無料</td> </tr> <tr> <td>有料のユーザーサポート</td> <td>ユーザーサポート無し (学習時間コスト)</td> </tr> </table> <p>大手企業でなく、中小企業でもシミュレーションの導入が可能となる。</p>	商用の CFD/CAE ソフト	オープンソースの CFD/CAE ソフト	高額なソフト使用料	ソフト使用料は無料	有料のユーザーサポート	ユーザーサポート無し (学習時間コスト)
商用の CFD/CAE ソフト	オープンソースの CFD/CAE ソフト						
高額なソフト使用料	ソフト使用料は無料						
有料のユーザーサポート	ユーザーサポート無し (学習時間コスト)						
<p>9 産業と技術革新の基盤をつくろう</p>	<p>シミュレーション導入により、材料費や人件費の掛かる試作の回数を低減することが可能となり、研究開発効率の向上に結び付く。このようなシミュレーション導入効果の中小企業への展開が可能である。</p>						
<p>8 働きがいも経済成長も</p>	<p>高額な商用シミュレーションは一般に普及していない。或る特定の機種について苦勞して習得しても、異動や転職した先の職場ではシミュレーションソフトが導入されておらず、そのスキルが活用できない場合がある。オープンソースのシミュレーションソフトのスキルは一生モノとなる。</p>						

3. オープンソースのシミュレーションソフトについて

オープンソースとはソースコードが公開されているソフトウェアであり、利用目的の制限が無く商用利用が可能である。有料の商用シミュレーションソフトを知っている人は、無料オープンソースという語感から低品質な印象を受ける人がいるかもしれない。しかし、私は開発元がオープンソースとしている理由、開発元から開示されている情報や文書、ユーザーコミュニティの評判を分析して商用と同等の品質を持つと判断したシミュレーションソフトを選定している。

そのような信頼できるオープンソースのシミュレーションソフトは多く、「富岳」にもインストールされ世界中の研究機関で使用と開発が行われ多くのメーカーでも活用が進んでいる流体解析の OpenFOAM、フランスの原子力発電プラントの設計に用いられている構造解析の SalomeMeca、水圏と気圏という地球環境の研究に用いられているマルチフィジックス解析の Elmer、特に衝突変形や塑性変形を得意とする構造解析の CaliculiX などがある。フランスの原子力発電プラントの設計にはオープンソースではない商用ソフトは用いることができない。構造解析と流体解析以外にも電磁気や制御などの分野にもオープンソースのシミュレーションソフトはあるが専門外のため言及を避けさせていただきたい。

4. 習熟時の言語障壁について

オープンソースのシミュレーションソフトの開発と活用は欧米での活動が活発である。英語を母国語としない国で開発されていても英訳版の文書類が公開されている、しかし和訳版はほとんど無い。初めて触れるソフトがオープンソースであるシミュレーション初心者は、専門用語と英語という二重の言語障壁に遭遇して習得を断念する確率が高いと考えられる。先ほどに挙げた OpenFOAM、SalomeMeca、Elmer、CaliculiX の開発元は欧米であり公式文書の日本語版は無い。発表者が主に使うのは OpenFOAM と SalomeMeca である。これらの2つは日本でのユーザー数が多いためユーザーコミュニティによる日本語の情報があり、この研究会に参加した初心者に対して適切な助言を行うことにより二重の言語障壁の解消に貢献している。

資金に余裕のない中小企業がシミュレーションを導入しようと考えたとき無料のオープンソースは有望な選択肢であることは先に述べた。しかし二重の言語障壁から生じる学習時間というコストは商用より大きく導入の障害となると危惧する。この障害を低減するために、発表者は OpenFOAM と SalomeMeca についての初心者用のテキストをそれぞれ累計で7冊、4冊を準備してきた。

5. 使用スキル習得のモチベーションについて

シミュレーションを使いこなすには高度で専門的な工学知識と経験が必要である。また商用ソフトが高価なためシミュレーションソフトが導入されている職場の割合は小さい。商用ソフトの機種は多く、或る特定の機種に苦勞して習熟しても異動や転職した先の職場では導入されていないかもしれない。そのときには、苦勞して習得したスキルが活用できない。このような背景により、シミュレーションソフトの活用スキル取得が業務と強く結びついていて個人の自発的な習得意欲に繋がりにくかった。しかし、オープンソースは無料で商用利用可能だという特徴を持つため、オープンソースのシミュレーションソフトのスキルは一生モノである。この異動や転職に影響を受けないスキルという特性は習得の動機付けになると考えている。

6. まとめ

- (1) オープンソースのシミュレーションソフトは玉石混合である。開発元が確かで品質が高くユーザー数が多くコミュニティ活動が発達している“玉”の発見と選定が肝要である。
- (2) オープンソース・シミュレーションソフトの活用スキルは、ユーザー自身と勤務先のためになる。広くは産業の発展に繋がる。
- (3) 私は、オープンソースのシミュレーションソフトの勉強会を余暇活動で主催している。今後もコミュニティ活動に貢献していきたい。
- (4) 流体解析の OpenFOAM と構造解析の SalomeMeca について初心者向けの無料セミナーを開催しテキストを作成し、コミュニティの裾野拡大に微力ながら貢献できた。

以上

<設計者として製品事故について考える>

池田 実 技術士（機械）



1. 昨今の状況

‘19年末、中国に端を発したとされる新型コロナ禍は、現在（‘22年初）、第6波の到来となり、新型コロナとの共存を当たり前とせざるを得ない状況である。それに伴い企業の現場では、テレワークが主流になり社員間のコミュニケーションの機会が減って、中長期的な視点で考えると技術力の低下が懸念される。この様な中、製品事故の現状と今後の対応について考えてみた。

2. 繰り返される製品等のトラブル

2021年に顕在化した主なものを挙げると、以下になる。¹⁾

- 1) 出荷基準に達してないのに出荷した。(M社、鉄道車両用の空調機、30年間に渡る。)
- 2) 銀行のATMや決済システムのトラブル(MZ銀行、‘21年だけで8回の不具合。)、等。

バブル崩壊(‘90代)以降、製品等のトラブルがマスコミに取り上げられやすくなり、顕在化する度に社会を騒がせている。過去に問題を起した事業所は、是正が行われたと思われるが、それらを「他山の石」とせず、依然として古い体質のままの事業所も存在している様である。

3. 技術者倫理と事故(あるいは安全)の関係

・「技術者倫理」の概念についてのおさらい²⁾

- 1) (製品)設計者が、アウトプットを具現化する過程で製品に反映させなければならないもの。
その内容としては、①技術の専門家として、社会からの要求に応えること、②公衆の安全・健康・福祉を最優先すること、③社会通念の変化に敏感であること、等が挙げられる。
- 2) 事故があると、その「背景」の一部として捉えられ、「(設計)行為」の前段にあるもの。
つまり、設計技術者の頭の中にあるもの、で「要因系」である。
- 3) 一般ユーザーにとって、使う側の意識に関係なく、製品に盛り込まなければならない「設計技術者の理念」である。

・「事故(あるいは安全)」との関係

「事故(あるいは安全)」は、「結果系」であり、事が起ってから「技術者倫理」が問題になる。現状、安全に関する書籍には、テクニカルな検討結果(背景、要因分析、教訓等)は記されているが、「技術者倫理」にまで、言及しているものは少ないと感じる。

4. 近年の事故(あるいは安全)の研究についての概説

C. ペロウは、スリーマイル島原発事故の後に「ノーマルアクシデント」の概念を発表した(初出1984)。³⁾それは、「技術システムの複雑化が進行する中で『相互作用の複雑なもの』と『結合性の緊密なもの』ほど、大惨事を起しやすい。」というもので、前者は「要因分析に時間が掛かる」、後者は「過程の進行が速すぎて手を打つ時間がない」という特徴があるとの指摘がなされた。

その後、「ペロウの主張は悲観的過ぎる」との考えから論争が巻き起こり、1990年代には、米ミシガン大のK. ワイクらが「リスクの高い環境の中で安全なパフォーマンスを継続している組織(高信頼性組織)」の研究を開始し、更に最近では、それを発展させた「組織のレジリエンス(しなやかさ)の向上」(2021)⁴⁾が、芳賀繁らによって提唱されている。

5. 「組織のレジリエンス（しなやかさ）の向上」とは

従来の「事故が起きないこと」をセーフティ1とすると、「対応マニュアル」だけでは事故を防げないとし、新たにセーフティ2「物事が上手くいくことを最大化すること」を加えて対応する、という考え方（E.ホルナゲルが提唱）で、そのために「ノンテクニカルスキル（『状況認識』『意思決定』『コミュニケーション』等）」に着目、それらを訓練等で向上させて、危機が到来しても自律的で臨機応変な安全行動のとれる柔軟な組織文化の育成を図る、というものである。

6. 「組織のレジリエンスの追求」に関する、筆者の認識

- 1) 今まで、ミスゼロ活動の中で過ごしており、事故事象への視点を「(KY活動等による)危険探し」から「何で上手くいったのか」に変えるのに（慣れるのに）時間が掛かりそうである。更に、思考の方向が従来と逆になり、「上手くいったこと」を考えることは、直ぐには難しい。
- 2) ヒューマンエラーが起こった場合、芳賀は「免責すべき」と言っている。筆者も頭ではそう思うが、実際に他人のエラーで損害を被った場合に、本当に免責できるかの自信が、現時点では無い。

これらは、今後、議論を深めていかなければならない問題と考える。

7. 私たち技術者は、今、何をすべきか

「組織のレジリエンスの追求」は、事故低減の今後の進むべき方向と思われるが、前述の課題があり浸透までに時間が掛かりそうである。そこで、今やれることとして「ステークホルダー（仕事仲間、顧客、株主、地域住民等）との対話の重要性を再認識し、その実践を進めること」を提案したい。「対話する」目的は、「立場の異なる他者との間で、問題解決に繋がるより良い道を追求めるため」であり、ゴールは『『集合知』の構築とステークホルダーとの認識の共有化』である。

実践事項は、以下の様に考える。

- 1) 打合せを厭わず、なるべく面直で話す場を設定する。（出来ない場合は、Webを使用し、相手の表情が見えるのが望ましい。）
- 2) 相手の話を聞く中で、その背景、内容、希望等を腹に入れる。
- 3) 実現性を考慮して、解決案となるA案、B案等を提案する。
- 4) 最善と思われる方法を、相手とともに考えて、慌てて答えを出さない。（相手の納期要望には対応する。）トライ&エラーも有効な選択肢とする。

今までの自分の経験は、（甘くも）有益であると考えているが、いつも到来する問題は「新規」で、同じ事象での出会いは無いので、更に良いアウトプットを目指して、精進して行きたい。

以 上

8. 参考文献

- 1) 「朝日新聞デジタル」‘21.6.29、等
 - 2) 「技術の知と倫理」比屋根均、理工図書（2012）
 - 3) 「ノーマルアクシデント」C. ペロウ、プリンストン大学プレス（1999）
 - 4) 「失敗ゼロからの脱却」芳賀繁、KADOKAWA（2020）
- （本稿は、‘21.12.12開催、中部本部倫理委員会「倫理セミナー」の発表内容を再編集した。

<現場の事故と技術者倫理（主にインフラ系の現場事故について）>

藤橋 健次 技術士（建設）



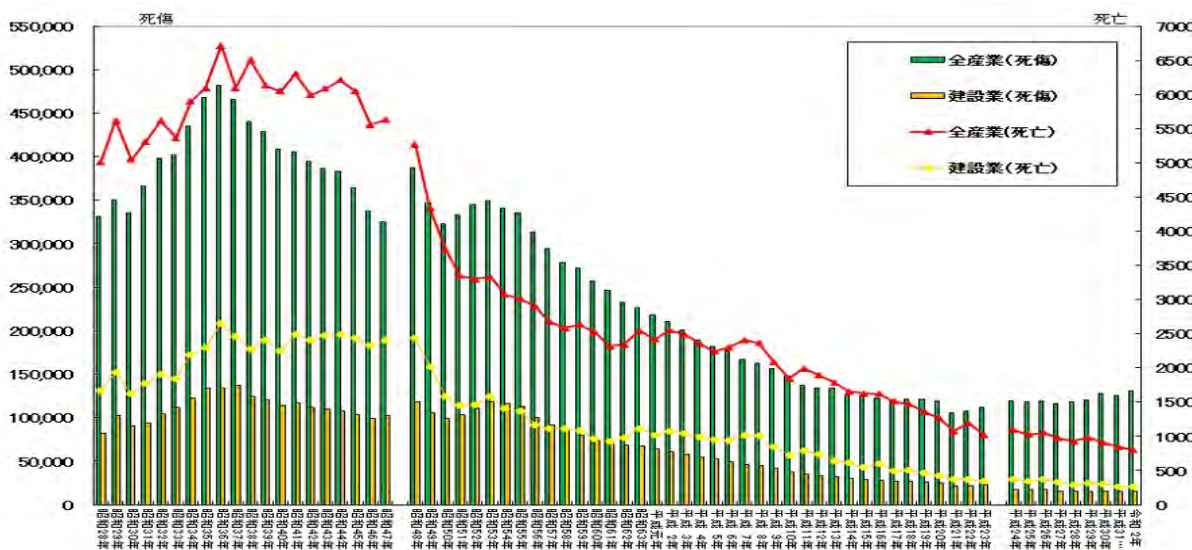
1. はじめに

現在、日本の産業社会では様々な現場がある。一口に現場といっても、サービス業や研究職・教育などに携わるソフト的な現場もあれば、鉄鋼生産や自動車製造におけるいわゆるものづくり、または、インフラ系の建設工事などのハード面における現場がある。それらの現場の態様は、それぞれに複雑さと特性があり、発生する事故には様々な要因が複雑に絡み合っている。

昨今現場の事故を防ぐために、リスクマネジメントの手法からそれらの分析が進められているが、ここでは、インフラ系の事故を筆者の現場の経験と、経営者として現場を運営するマネジメントに携わった経験から、それを「技術者倫理の視点」で整理してみたいと思う。

2. 現場の事故と技術者倫理

建設現場の事故を防ぐためには様々な施策がとられており、そのための関係法令も数多く整備されている。それによって、この半世紀ほどでいわゆる労働災害と呼ばれるものは激減していることも事実であるが、依然としてここ数年下げ止まりとも呼べる事態で推移しており、現場への事故対策が新たな視点で採られる必要が生じている。（1図）参照



(1図)

建設業における安全対策は、労働安全衛生法などに基づいて各種マニュアル化されることにより採られてきた。それらの実績は、重ねて述べるまでもなく大きなものであったが、それでもなお繰り返される労働災害は、単に現場のマニュアル化された対策だけでは限界があることも示している。そこで本稿では、新たに「技術者倫理の視点」から、事故現場を取り巻くシステム及び事故を惹起させるプロセス要因までも踏み込んで見つめ直してみたい。

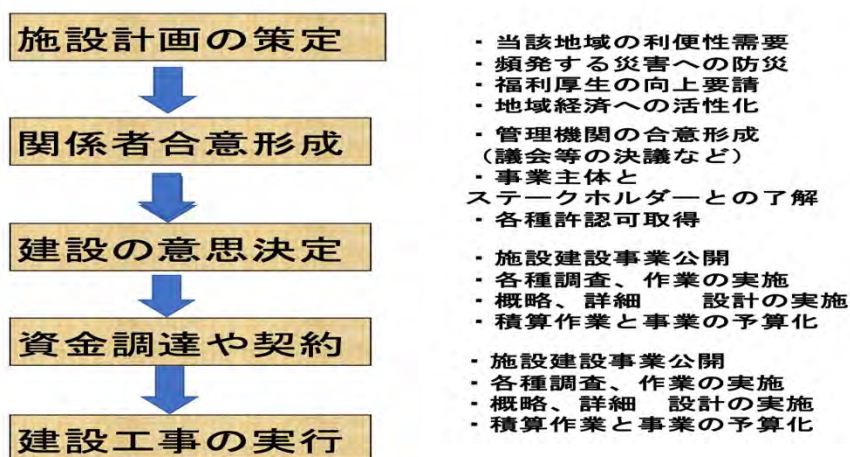
2-1. 現場事故の各種要因 (1)

建設現場では、作業開始時に朝礼などによってKY活動を行い作業員への注意喚起を行なっている。その他、安全大会や安全パトロールなどを通して、作業員とその現場作業管理者の安全教

育などを行なっている。こうしたことは、労働安全衛生法その他で細かく規定されているが、「技術者倫理の視点」からこれらを俯瞰すると、それでも十分とはいえない面が見て取れる。

建設現場の特徴は、他の産業現場と大きく異なる点として（特にインフラ系の土木工事）多くが注文生産で、同じ現場はほとんど存在しないことである。ここで、建設現場が設営されるフローを（2図）で確認しておく

インフラストラクチャーの計画と実行まで



（2図）

ここで見られるように、現場が設営されるまでには様々な条件が前提としてある。現場で起きる事故は、単純な現場作業員の不注意から起こるものもあるが、こうしたプロセス上の、又は現場を構成するシステム上の不備から起こる事故も多々ある。

例えば、建設工事では多様な仮設備が施されるが、そこに危険が潜んでいる場合、被災者となる作業員の不注意ばかりとは限らない。又、現場の工事の工程面から見ると、通常、仮設工事、基礎工事、躯体等の構築、付帯設備の設置、仮設撤去となるが、この工程上の管理は、天候や周辺の社会環境条件によっても変更されることも多い。その他、各種の材料、機械類、工法、設計上の問題など、安全な現場作業とは、これらが有機的に機能することによって果たされる。しかし、現実には安全第一といいながら、常に安全施工との間に整合性がとられているとは限らない。

これらの要因は、現場空間に現象した要因であるが、上記のフロー図で見ると、既にそれ以外でもその要因が潜んでいることがある。次にその現場空間以外で見られる要因について検討する。

2-2. 現場事故の各種要因（2）

ここでは、現場が設営される以前の現場への不安全行動圧力となっていることについて述べる。

これは、現場施工管理者や作業員などにマインド面で安全行動を阻害している件と、安全作業のための仮設備などが、現場が設営される以前から十分に考慮されていない件とに分けて述べたい。

・マインド面での不安全行動圧力

マインド面での不安全行動圧力とは、現場施工管理者である現場代理人や業者が、工程上の制約や予算上の制約から、安全作業などへの十分な配慮がかなわない場合、作業現場での不安を抱えたまま作業が実施されることをいう。

施工管理者である現場代理人は、責任施工の建前から、工程管理、品質管理、安全管理、作業員への労務管理とともにそれらの安全管理を同時に完遂させなくてはならない。現場代理人は、施工計画書を策定する段階では、上記で記したように、すでに多くの制約条件が付されている。

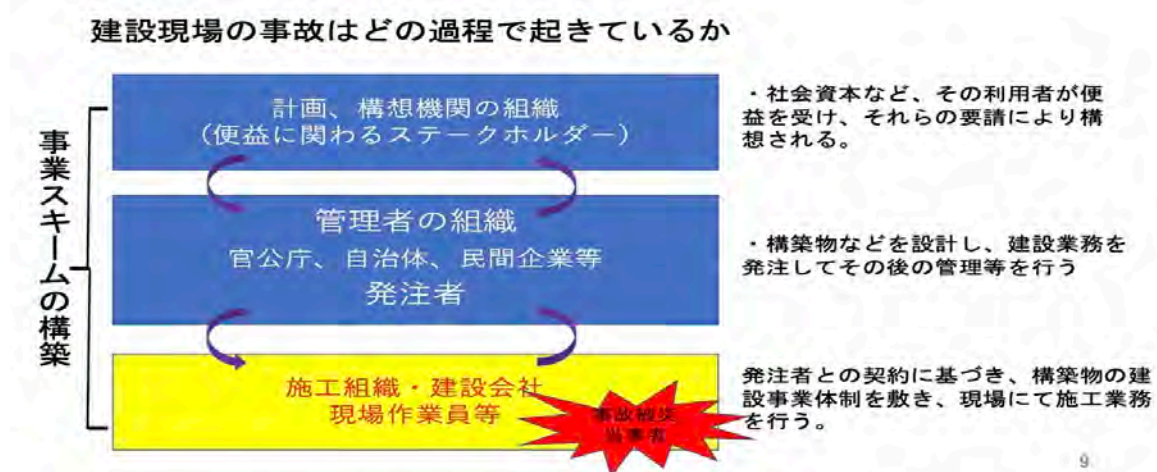
これらの各種管理作業は、こうした制約条件の中でしか計画を策定できない。このことが作業実施者に多大なマインド面での安全上のストレスを抱える。

- ・安全作業のための十分な仮設備が提供されない

現在の建設現場では、元方事業者から幾多のアウトソーシングが実施され、また多様な技能者が建設現場に参画している。これらは、各々特殊な技術であることも多く、ひとり現場代理人の安全計画とそのため仮設備計画への策定作業では限界がある。具体的には、工程（工期）上の制約、予算上の制約などから、十分な安全上の仮設備が整備・提供されているとは言えない。これらは、現場が設営される以前の条件によるところが大きく、直接作業にあたる現場の担当者では、十分な安全配慮が及ばない状況となっている。

3. 建設現場を支える各種のスキームと事故

(2図)で表したように、建設現場が設営されるまでには、数多くの社会的プロセスを経てくる。次に、こうしたプロセスで、事故が起こされている箇所（すなわち現場）はどこかをみている。



(3図)

これで見ると、事故が起こされる現場には、計画や構想を経て公共機関における管理者の取りまとめ等による背景がある。そして、こうした計画・構想が設計や積算といった作業を通して発注業務となり、現場を管理する建設業者が請け負っていく。現在、受発注業務は入札制度により処理されているが、それには競争契約と随意契約があり、それぞれ総合評価方式やプロポーザル方式といった価額や技術力に重点をおいた受発注形態が取られている。

またさらに、上述したように元方事業者と各専門事業者との間の技術力、価額交渉といったアウトソーシング過程のネゴシエーションが活発に展開される。

一般の人々には、建設現場とは度々交通規制などで煩わしく社会生活に面倒な存在としか映らないが、建設現場が設営・出現する背景には、これだけ多くのプロセスが経られているのである。現場での作業は、ほぼテクニカルな作業とマネジメントに限られてくるが、そこに至る作業にはガバナンス、コーポレーション、ビジネス、マネジメント、テクニカルなどの夥しいおよそ社会的な作業のほぼ全てが込められているといっても過言ではない。社会資本と言われる所以である。

建設現場での事故とは、そうした上流における有形無形の不安全作業的圧力が積み重なって引き起こされると言っても良い。

4. 建設現場事故の技術者倫理視点からの整理

技術者倫理といえ、関係技術者による倫理的所業について論じられることが多い。例えば、ある技術的成果に問題が生じた場合、これらは通常「不祥事」と呼ばれるが、その技術的成果に特段の問題事象が生起しなければ「不祥事」や倫理問題として取り沙汰されることはない。

問題事象の典型がまさに事故であるが、現代の様々な技術的成果が単独のセクションで構成されることはまずないと言って良い。例えば、自動車部品の数を見ても、1万から3万と言われており、経済的な活動のみならず技術的製造業におけるサプライチェーンは、今や当然のシステムとなっている。これまで見てきたように、建設業の現場システムにおいても同様に、単独な作業など存在しないとともに、そこにはソフト、ハード折り混ぜて様々な作業群が関わっている。

そうした作業群の頂点として、ハインリッヒの法則を持ち出すまでもなく、それら複合的な要因が重なって事故が起きている。すなわち、事故という現象された背景には夥しい事故要因が潜んでいるということである。

一旦事故が起きると、その事故現場を検証して直系の原因探し、犯人探しが行われる。そこでは「不祥事」という代表的な要因が特定され、謝罪の要求やコンプライアンスからの表面的な糾弾儀式が行われ「事故」というイベントに決着がつけられる。ここでは、多くの複合的な事故要因が隠されたまま未決の状態に継続されていく。

建設現場におけるサプライチェーンでは、(まだそのような呼び方はされていないが)多くの技術者が関わっている。技術者倫理を考える時、ある特定の技術者に技術上の倫理観が求められるだけでなく、技術者のみならず関わるもの全て、まさにステークホルダー全てに技術者倫理が求められていると言えないだろうか。

5. まとめ

現代社会は、多くの専門家によって成り立っている。そしてこれらの専門家は、十重二十重に関係を持ちながら、その成果を社会に産出している。我々技術士も、その専門家の一翼を担っており現代社会に少なからぬ影響を及ぼしている。

本稿では、インフラ系の現場事故について技術者倫理の視点から論じてみたが、現場事故と技術者倫理の関係が今ひとつ漠然として表現しきれなかったものの、ここで述べたかったことは、目前の問題だけを凝視するのではなく、それらの要因を多角的に捉えることが今の専門家に求められているということである。

こうしたことは、中部本部倫理委員会では先進的な技術者倫理の理論としてまとめられつつある。技術者倫理が「メタ倫理」に傾くのもなく、もちろん「おらが倫理」であっても困るが、成熟した産業社会を形成するためには、技術者倫理視点は欠くことができないものとする。

以上

参考文献

- ・トンネル標準示方書 2016 制定、土木学会
- ・インフラストラクチャー概論、日経 BP 社
- ・土木計画、学芸出版社

<電気設備の絶縁材料>

渡邊 永策 技術士（電気電子、資源工学、衛生工学）



1.はじめに

国内電機メーカーは、高効率化・小型化のユーザーニーズに応えるとともに、安価な海外製品に対しコスト的優位性を確保するため、設計裕度の低い限界設計を行っている。

電気設備の長寿命化を図るには、使用材料の技術開発経緯や特性を把握し、適切な保全管理に努めなければならない。

5月16日に開催された中部化学部会の発表内容から電気設備の性能と寿命を支配する絶縁材料について要約して説明する。

2.電気設備の機能材料

電気設備の絶縁材料は、天然材料や人工材料、無機物から有機物まで多くの材料とさまざまな形態で利用され、最高許容温度の違いから種別されている。電力損失を少なくするため、誘電率および誘電正接が小さく絶縁耐力の高い材料が最も優れた絶縁材料と言われている。

3.気体の絶縁材料

気体は、絶縁回復が早く複雑な導体形状にも対応できるメリットがある。特に、自然界にある空気は、コストを要しない優れた絶縁材料である。（大気中かつ平等電界中の絶縁破壊電界は30kV/cmである。）

1970年代から変電所の縮小化、設備信頼度の高まりから、SF₆ガスを用いた機器が登場した。SF₆ガスは安定度が高く、不活性、不燃、無毒、絶縁耐力は平等電界で空気の2~3倍、0.3MPaで絶縁油と同等の絶縁耐力を有する。その主な機器には、母線、接地開閉器、避雷器を金属容器に収納したGIS、ガス変圧器、ガス遮断器がある。

GISやガス変圧器におけるガス封入口のOリングから水分がSF₆ガス中に侵入し共存状態になると、導電部の電界集中部でコロナが発生、150~200℃で変圧器の磁性材料であるケイ素鋼板が触媒となって加水分解し、SO₂、HF、SOF₂が生成する。機器の使用環境によっては、SF₆ガスを維持するため、機械的強度に優れ、使用中に摩耗粉化、潮解しない合成ゼオライトの吸着剤を適量封入する場合もある。私の職場では、GISはガステックによる簡易分析、ガス変圧器はガスクロマトグラフ分析を行いGIS内部の異常を確認している。

地球温暖化係数（GWP）が23,900と大きいSF₆ガス使用量を抑制するため、固体絶縁を用いた絶縁開閉装置や窒素密封型変圧器が登場している。固体絶縁母線の劣化診断技術を開発しなければならない新たな課題がある。

4.液体の絶縁材料

液体の絶縁材料は、平均自由行程が短く、高電界にならないと衝突分離を生じないため、絶縁性能は気体より高い特徴がある。しかし、液体中に不純物や気泡があると電界集中を生じ放電するデメリットがある。

液体の絶縁材料は、中東のパラフィン系鉱油が主流となっている。通電により生じるジュール熱を回収する必要があるため、凝固点と粘度が低く流動性の高い絶縁油が求められる。また、コロナ放電による引火を防止するため、引火点・発火点は高い鉱油が望まれる。

油入変圧器は、負荷変動を生じると、巻線や鉄心温度が変化、油温変動による呼吸作用を生じる。その呼吸作用によって生じる絶縁油の膨張作用を吸収するため、変圧器上部にコンサベータが設置されている。そのコンサベータを介して空気や水分が油と接触すると、油の酸化とともに鉄やアルミによる触媒作用によって劣化が進みスラッジが生成される。そのスラッジの堆積によって冷却効果が低下すると油温度が上昇して加速的に劣化が進む。その結果、部分放電によりガスが生成、最終的に絶縁破壊にいたる。絶縁油分析は、全酸化、体積抵抗率、界面張力測定だけでなく水分率、絶縁破壊電圧、油中ガス分析を行う。油中ガス分析は、ガスパターンから変圧器の劣化状況を把握する。特に、油中ガス分析で水素(H₂)、エチレン(C₂H₄)、アセチレン(C₂H₂)が検出された場合は緊急点検を要する。

最近、地球温暖化や土壌汚染防止などの観点から環境負荷を低減した植物油が実用化されている。植物油は、菜種、大豆などを抽出・精製して製造される。植物油は、鉱油と比較して誘電率が高く電界集中を抑制できる。また、飽和水分量が高く絶縁紙中の水分を吸収するため、絶縁紙劣化の抑制効果が大きく変圧器の長寿命化が期待できる。さらに、鉱油系引火点 140℃程度に対し、植物油は 300℃以上と高く、防災性に優れ、指定可燃物扱いとなるメリットがある。

5 固体の絶縁材料

固体絶縁材料は、無機材料と有機高分子材料がある。無機材料には、耐熱性、機械的強度、耐コロナ特性に優れたマイカと高周波、高温下で絶縁が優れた磁器がある。紙面の都合上、今回は、有機高分子材料である絶縁紙とエポキシ樹脂について説明する。

絶縁紙の素材ベースは、グルコースが結合したセルロースであり、普通紙と同じである。高温、酸化によりセルロースの分子鎖は切断されセルロースの構成炭化水素が減少する。その結果、引張り強度が低下（古い紙をイメージしてください。）、初期励磁の突入電流や事故電流によって生じる変圧器コイルの電磁力やコイル伸縮に耐えきれず絶縁紙が破れ短絡・地絡にいたる。絶縁紙が劣化するとフルフラールが生成、絶縁油中に溶解する。絶縁紙の劣化度とフルフラールとの相関関係から、絶縁油中のフルフラール量を測定して絶縁紙の劣化診断を行う。

モールド変圧器で用いられるエポキシ樹脂は、主にクリシジルエーテル型の官能基を有するビスフェノール樹脂である。①電気的特性が良く②硬化時の容積収縮が小さい③金属との接着性が高く製造が容易である、ことから利用されている。エポキシ樹脂には、誘電率や絶縁抵抗特性に優れた硬化剤、耐トラッキング性を高めるための無機充填剤（シリカやアルミナ配合）など添加剤が含まれている。そのため、汚損物質による劣化はなく結露・湿気により表面が絶縁劣化する。また、エポキシ樹脂は温度が高くなると水分や樹脂成分の揮散により色が濃色化する。

6 謝辞

他部門にもかかわらず中部化学部会で発表の機会をいただいた池田先生と本誌第9号に引き続き執筆の機会をいただいた岡井先生に感謝を申し上げます。また、平素から助言や情報提供をいただいている中部電気電子情報工学部会および中部化学部会のメンバーに感謝を申し上げます。

(※) 参考書籍・文献

電力機器・設備の絶縁診断技術（オーム社）、電気電子機能材料（オーム社）、電気材料「導電材料と絶縁材料」（丸善プラネット）、電気機器絶縁の実際（開発者）、三菱電機技報・Vol.94-No.7・2020

<デジタル広告と個人データ保護>

石川 英司 技術士（情報工学）



1.はじめに

広告は、私達の目や耳へと自然に入ってくる、普段から接する機会が多い身近な存在である。近年は、新聞やテレビCMなどのマス広告だけでなく、インターネットのWeb ページや動画などに掲載されるデジタル広告も一般化している。マス広告は商品の知名度を上げるなどの目的で不特定多数を対象に、デジタル広告は商品を購入してほしい個人を対象に利用されることが多い。

マス広告が減少しているのに対し、デジタル広告はプラス成長しており、2020 年には日本のデジタル広告費は 2 兆 2,290 億円と、マス広告費 2 兆 2,536 億円とほぼ同程度の規模となっている（株式会社 電通 調査レポート「2020 年 日本の広告費」より）。

2.デジタル広告と個人データ

デジタル広告の特徴がよくわかるものとして、レコメンド広告（お勧め広告）をあげる。レコメンド広告とは、閲覧履歴や購入履歴などから、関心を持たれそうな商品などの広告を自動で表示するもので、インターネットショッピングなどで良く見られるものである。例えば、釣り竿を購入した人に、フィッシングウェアや釣りのパッケージツアーをお勧めするような広告である。

レコメンド広告の効果を高めるためには、「お勧め」が的外れなものとならないよう、広告閲覧者（ユーザ）の興味や属性を精度良く推定する必要がある。釣り竿の例では、高度な分析は不要であろう。しかし、商品AとB、Web記事XとYに興味を持ち、投稿Wに「いいね」をした場合、その人が男性で40代、独身である確率が高いと推定するには、AIなどで高度な分析を行う必要がある（推定後、40代独身男性が興味を持ちそうな商品をお勧めする）。

Google, Amazon, Meta (Facebook), Apple をはじめとするIT 企業、オンライン広告企業（以下、これらをまとめて「テック企業」と呼ぶ）が個人データの収集と分析を行っているのは、こうした高度な推定の精度を高め、デジタル広告の効果を高めることが目的のひとつである。

3.個人データとは

平成 29 年版 総務省 情報通信白書には、ビッグデータの分類の 1 つとして「パーソナルデータ」について、次のように記載されている。

「パーソナルデータ」は、個人の属性情報、移動・行動・購買履歴、ウェアラブル機器から収集された個人情報を含む。（中略）特定の個人を識別できないように加工された人流情報、商品情報等も含まれる。（中略）「パーソナルデータ」とは、個人情報に加え、個人情報との境界が曖昧なものを含む、個人と関係性が見出される広範囲の情報を指すものとする。

個人データの定義は様々あるが、私は上述の「パーソナルデータ」に加え、「パーソナルデータ」を加工・分析することで得られる情報の一部も個人データであると考えている。これは「〇〇さんは△△な人」という事実と異なる分析が行われたときに、分析結果を修正できる権利を確保したいとの考えからである。デジタルの世界では「デジタルタトゥー」という言葉があるように、長く、形を変えずに情報が残る。事実と異なる情報が除去できなければ、場合によっては世代を

超えて、影響を受ける可能性がある。

4. データの法的性質

経済産業省「AI・データの利用に関する契約ガイドライン 1.1 版（全体編）」には、データの法的性質について、次のように記載されている。

データは無体物であり、民法上、所有権や占有権、用益物権、担保物権の対象とはならないため、所有権や占有権の概念に基づいてデータに係る権利の有無を定めることはできない（民法 206 条、同法 85 条参照）。そして、知的財産権として保護される場合や、不正競争防止法上の営業秘密として法的に保護される場合は、（中略）限定的であることから、データの保護は原則として利害関係者間の契約を通じて図られることになる。

※無体物とは、形のない存在で、電気や光などのようなものを指す

法律で一律に権利を定めず、個別の契約で権利を決める形となっているのは、データの価値が複数の要因によって決まるためである。データ創出に価値がある場合、分析に価値がある場合など、様々な場合が想定されるため、個別の契約とせざるを得ないであろう。ただ、個別契約では、利害関係者の力関係により、公正でない契約となる可能性があることに注意しておきたい。

5. 個人データ利用の問題

個人データも一般のデータと同様、無体物であり、知的財産権として保護される場合は限定的である。このため、個人が自分の個人データから発生した利益を得られる場合も限定的である。現時点では、テック企業が個人データを利用して得た利益は、一部ポイントなどで個人に還元される場合があるものの、ほぼすべてがテック企業のものとなっている。これは生産者に利益が還元されないような、公正でない貿易と構図が似ているように見える。個人データ利用においても、その価値を公正に取引できる、デジタルフェアトレードのような仕組みが必要かもしれない。

6. デジタル広告のメリットに潜む危険性

デジタル広告により、自分では探し出せなかった興味ある商品・サービスに出会えることは、ユーザにとってもメリットである。しかし、このメリットは裏を返せば、興味ある商品・サービスを自分で探し出して選択する機会を奪っているとも言える。デジタル広告は、自ら様々な情報を集め、理解し、過去の経験と照らし合わせ、倫理的に問題のあるものを除外し、適切なものを選択するという、一連の人間的な思考プロセスが除外される危険性を孕んでいる。

7. さいごに

もし、デジタル広告により、人間的な思考プロセスが除外された場合、どうなるのであろうか。もし、デジタル広告が、商品・サービスだけでなく、政治的な情報も提示するようになった場合、どうなるのであろうか。もし、デジタル広告が、ユーザが好む偏った政治的な情報ばかり提示するようになった場合、どうなるのであろうか。実は、これらの心配事は未来のことではなく、既に現実世界で起きてしまったことである。興味のある方は、「ケンブリッジ・アナリティカ」についてお調べいただきたい。

＜作業者がマニュアルを遵守するために ～作業マニュアル整備と作業者教育～＞

田中 芳親 技術士（機械）



1. はじめに

一般的に作業には作業マニュアル（以下マニュアル）が制定されており、作業者はこれを遵守して作業を行っている。マニュアルが遵守されなかった際には、製品不良に起因する事故や労働災害等へ進展しかねず、その結果、人的、物的被害や企業の信用失墜などに至った例は報道などでも散見される。このため、作業者はマニュアルを遵守した作業の遂行が求められ、作業者に指示、指導を行う立場の技術者には、遵守しやすいマニュアル整備とこれを教育する責務がある¹⁾。本稿では、鉄道車両の保守作業現場を例に、マニュアルの整備と作業者に対する遵守教育について、技術者倫理の観点から筆者の経験と所見を述べる。

※本稿は、日本技術士会中部本部第2回技術者倫理事例発表会（2021年6月13日開催）における講演内容を基に、一部修正を加えたものである。

2. マニュアルが遵守されない要因

現場の作業においてマニュアルの遵守がなかなか定着されない実態は、筆者も直面してきた。製品の安全や品質、信頼を確保するためにもマニュアル遵守に関する作業者の理解と意識の向上を図る必要があり、遵守されない理由について要因と背景について調査分析を行った。結果は表-1のように整理でき、医療現場における調査、要因分析の報告^{2),3)}と同様の傾向が見られた。

表-1 マニュアルが遵守されない理由

理由	内容がわかりにくい	作業がやりにくい	マニュアルを見ない、知らない	マニュアルを軽視している
要因	マニュアルが難解である。重要な部分や記載根拠が理解されにくい。	マニュアル通りだと工具が入りにくい、無理な姿勢になる、危険を感じるなど。	マニュアルの内容を覚えていない、そもそも見ていない。	マニュアル通りの作業はつまらない、時間がかかってかっこ悪い、仲間に迷惑。
背景	正確さを重視して記述している。	記述者が現場の実態を知らない。	マニュアル内容の周知不足。	マニュアルの重要性を理解していない

3. マニュアルの再整備

調査、要因分析で明らかになった、マニュアルがわかりにくい、作業しにくいなどといった課題に対応するため、筆者の所属していた職場では記述内容と作成方法の見直しを行うこととした。

(1)理解しやすい記述

マニュアルは作業手順を正確に記述することを主眼に置いていたため、作業者にとっては難解で記載内容の根拠や背景が理解されない弊害もあった。そこで、マニュアルに本文以外のコラム欄を設定することとした。手順が規定された理由、他の作業との関係を示して作業手順の理解を支援するとともに、過去に発生した事故、災害などの事例を解説して注意を促すようにした。また、図や表、写真を多用し省略可能な文章は削減して、わかりやすさの向上を図った。

(2)作業主体のマニュアル作成

マニュアルが作業実態と乖離しないよう、マニュアルの作成を作業主体で実施することとした。従来は技術管理部門の技術者と現場管理者が作成していたが、作業の実態をより把握してい

る作業者の代表も参加することとし、積極的に関与できるようにした。マニュアルの作成、改訂が必要になった際、最初に技術者が本来の作業手順を提案し作業者の意見を聞く。こうした議論の結果を基に、作業者が中心になってマニュアルを記述するようにした。技術者と管理者は助言を行うとともに、上位マニュアル、全体工程などとの整合性を確認するようにした。

4. マニュアル遵守教育

作業者がマニュアルを参照しない、軽視するといった課題に対し、作業者に対するマニュアル遵守教育内容を見直し、周知を強化することとした。見直した教育内容は次に示すとおりである。

(1) マニュアルの記載内容

マニュアルの記載事項としては、単に作業手順を示すだけでなく作業上の安全、品質確保のための注意事項、作業手順への提案活動結果の反映などがあることを説明した。これにより、記載内容や遵守の重要性の理解とともに、作業者のモチベーションを維持、向上できるようにした。

(2) 逸脱するとどうなるか

マニュアル作業を逸脱することにより、不具合の発生から大きな災害、事故に至る事例を具体的に説明した。結果の重大性を認識させ、遵守の重要性を理解させるようにした。

(3) これから求められる作業者の資質

従来、作業者は知識や経験を重視しマニュアルを軽視する傾向があった。しかし、今後はマニュアル記載内容の背景まで理解して適切に作業を行うとともに、マニュアルに基づいて後輩作業者を指導、育成できることが求められることを教育した。

5. マニュアル整備、教育の結果

マニュアルの整備と遵守教育を実施した結果、マニュアルを遵守して作業する様子が定着するようになった。ベテラン作業員がマニュアルを参照しながら若手作業者を指導するなど、マニュアルの活用場面も増加するようにもなった。さらに、作業員からマニュアル変更案が提案されることも多くなり、一定の効果が得られたと考えている。

しかし、小さなヒューマンエラーは完全には根絶できず、非協力的な作業員も一部に残るなどの課題も残っている。マニュアルの記載事項や教育内容の改善は、継続して必要である。

6. おわりに

作業員は技術者の作成した図面や指示書を基に作業しており、作業を通じて技術者の意図を具現化している。このため、作業員に対する倫理教育は技術者の責務であり、また課題は技術者教育と共通することが多い。マニュアルの整備と作業員に対する遵守指導、教育は、引き続き技術者倫理の一つのテーマとして取り組んでゆく必要があると考えている。

引用・参考文献

- 1) 飯野弘之: 技術者倫理の特質, H27 電気学会全国大会要項集, 2015
- 2) 吉田道雄, 職場における規則およびマニュアル遵守を阻害する要因(1), 熊本大学教育学部紀要, 2009
- 3) 吉田道雄, 職場における規則およびマニュアル遵守を阻害する要因(2), 熊本大学教育学部紀要, 2012

＜ 紛争状態の解決と合意形成 ～ファシリテーターの視点から～ ＞

豊田 崇文 技術士（環境）



1.はじめに

コンサルタントとして紛争状態の解決と、対話による合意形成の支援を行うときは、紛争が起きる原因を捉え、当事者による対話の支援を行う。このファシリテーターの技術のうち、プロセス指向心理学が提唱する「ランク」の視点と、合意形成のデザインについて紹介する。

2.ファシリテーターの視点

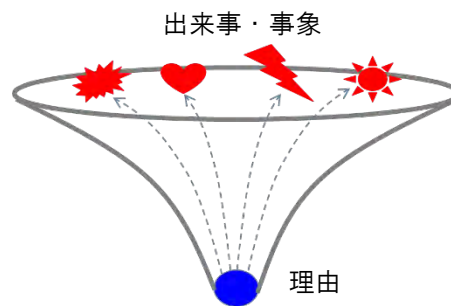
2-1.起きることには意味がある

ファシリテーターとして紛争解決の支援を行うときに最も重要な視点は、起きている出来事にとらわれないことである。

紛争状態にある当事者が、「強い口調で話をする」「お互いに話が聞けなくなる」という事象は、あくまでも「表面的」な出来事であり、これを解決するためには「なぜそうなったのか」を探し、「理由」を見つけなければならない。

例えば、私たちは相手から強い口調で話をされると反射的に「攻撃」されたと思い、「身構える」もしくは「反撃」する。この自分を「守る」ためにとった行為が、相手には「攻撃」と感じるために、互いに攻撃し合う構図が生まれ、関係性が悪化する「負のスパイラル」が出来上がる。

ファシリテーターは常に「起きることには意味がある」と考え、その「理由」を見つけ「構造」に気づく視点を持つ必要がある。



起きることには意味がある

2-2.ランクシステム

紛争状態がなぜ起きているか、その手がかりを知るものとして、アーノルド・ミンデル氏が提唱したプロセス指向心理学に示されている「ランクシステム」という考え方がある。

ランクとは、個人の持つ力の違いであり、人と人の間に生じる「できることの差」である。

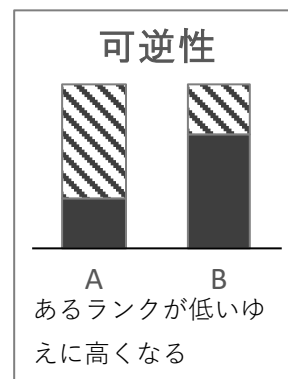
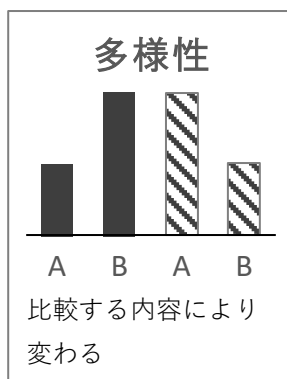
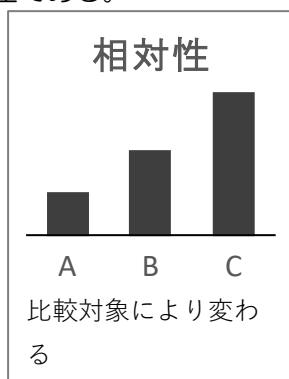
ランクは大きく「社会的」「構造的・文脈的」「心理的」「精神的」の4種類に分類され、その性質として「相対性」「多様性」「可逆性」を持っている。

「社会的」なランクとは、経済、性別、国籍、教育など、社会全体に生じる差のことである。

「構造的・文脈的」なランクとは、上司と部下、教師と生徒など、構造上の関係や話題などの文脈によって生じる差のことである。

「心理的」なランクとは、自分はできるという自信に関する確信度の差である。

「精神的」ランクとは、起きていることを信頼し、委ねることができるという、世界に対する信頼度の差である。



2-3. ランクの特徴

なぜランクが紛争解決のための重要な視点となるのか。

人は自分のランクが高くなればなるほど、そのことが当たり前となり、それが他者に与える影響に気づきにくくなる。

ランクの高さに気づかないまま相手に接すると、無自覚に相手を傷つけ、イライラさせ、攻撃（反撃）を引き起こす。

例えば、共働き夫婦で夫が家事を「手伝う」と言うと妻が怒るのは、夫が家事は女性がするものであると思うことで「社会的ランク」の差が生まれ、無自覚に妻を傷つけるからである。

つまり、「ランクの低いほうが高い方より気づきやすく」「ランクの高い人は無自覚に低い人を傷つける」ことから、紛争の原因となるのである。

3. 合意形成のデザインと支援

合意形成の第一歩は、お互いの話を聞くことのできる状態にするところから始まる。

しかし、当事者が直接話をするに抵抗感を持つ場合、いきなり当事者間の話し合いを行うことが難しいため、第三者による介入が効果的である。

ファシリテーターは紛争状態にある当事者の片方から解決の依頼を受けることが多い。このため、ファシリテーター自身が依頼者のみならず紛争の相手からも仲介者として信頼される必要がある。信頼関係を醸成し、合意形成に至るための手法を紹介する。

最も重要なのが、「対等な立場」で話し合う「場」の設定である。丁寧な話し合いを行うための安全・安心な「場」を保証し、双方が納得するまで話し合いを行うという「時間」を約束する。そして、最初に話し合いの「ゴール」について合意形成を行う。

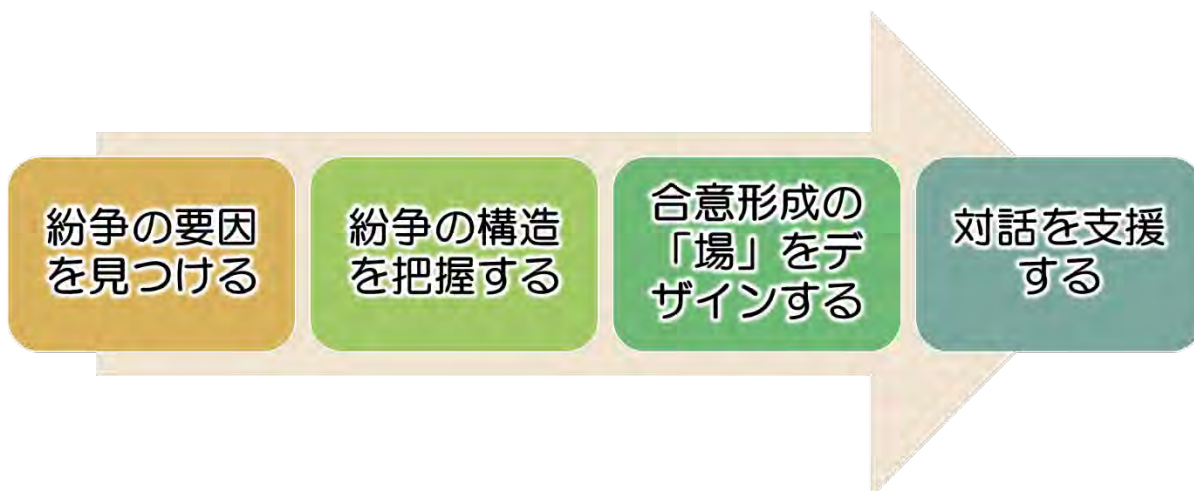
「場」の設定により、すべての関係者が相手の話を聞くことの重要性を共通認識として持ち、建設的な話し合いを行う土台を築くことができる。

話し合いの「場」においては、一部の人の強い意見で終わらないように、必ず全員が話をできる仕組みや、付箋紙に書き出した意見を模造紙にまとめることで「個」の意見から「グループ」の意見に集約することのできる「カード集類法」を用いたワークショップを導入することで、すべての意見を平等に扱い、対立の構図を避けるデザインとすることができる。

また、ファシリテーターによる進行に加えて、ホワイトボードなどを用いて会議の「見える化」を行うことで、議論の堂々巡りを減らすことができる。

そして、最も大切なことは紛争状態の火中にいる当事者に対する支援である。孤立無援では相手の話を聞くことができない。まずはファシリテーターが孤立する人の「話を聴き」味方になる。これにより、相手に向き合い「対話」のテーブルに着けるようになる。

つまり、ファシリテーターによる合意形成の支援とは、「要因」を見つけ、「構造」を把握し、「場」をデザインし、対話を「支える」ことである。



<倫理教育の形式知化への取組>

松浦 淳 技術士（機械）



1.はじめに

日本の高等教育機関に倫理教育が導入されてから 20 年以上が経過しますが、思うように教育効果が上がっていないように感じます。社内教育を企画する上で、倫理教育は必要か否か、教えるのであれば形式知として何を教えるのかを整理しています。その結果を「第 2 回技術者倫理事例研究発表会」にて発表させていただいたため、論文「倫理教育の効果を向上させる為の形式知を考える」について、紹介と解説をさせていただきます。

2.投稿の目的

当初、私の倫理観は、「道徳≒倫理」程度の状態で、社内教育に、倫理を取り入れるべきかどうかを判断しかねておりました。そんな中、中部倫理委員会の CPD に参加させていただき、多様な捉え方を学ぶことで、倫理とは何かを己の中でデザインしていく必要性を感じました。そのデザインを発表することで社会的な認知とのギャップがどのくらいあるのかを確認できないかと思い、応募させていただきました。

3.育成したい人材像とコンピテンシー

まずは、育成したい人材像から考えてみます。第 4 次産業革命により、生産職・事務職のようなルーティン作業の需要は減少するため(図 1)、「ノンルーティンの思考型労働者」を目的の人材像として設定しています。

次に、思考型人材に対する社会の期待値からアウトプットを考えます。生産性の向上方法が作業効率から、価値向上へ変化することから、価値創造(創発)による社会問題の解決がアウトプットとして求められると定義し、それに必要なコンピテンシーの設定をすることとしました。結果、資質として“自律”、“倫理”、“理論”の3つ、能力は“問題解決”、“コミュニケーション”、“リーダーシップ(分散型)”の3つ(図 2)で構成されると考えています。

最後に、それぞれの言葉の定義です。この段階では、倫理的な資質とは、「あらゆる苦境に対し

て自分自身で意思決定をする力」、自律的な資質とは、「自分の意思決定を行動に移す力」、理論的な資質とは、「理を学修しそれに則って思考する力」、問題解決能

思考型人材(総合的な能力)に必要な、資質・能力・知識

資質 (Qualities)	能力 (Skill)	知識 (knowledge)
①倫理的	①問題解決(デザイン)	①専門知識(工学、数学、経済学)
②自律的	②コミュニケーション	②言語(言語学、読解力、論理学)
③理論(theory)的	③リーダーシップ(分散型)	③社会(倫理学、心理学、歴史学)

図 2. 思考型人材に必要なコンピテンシー

力とは、「目指すゴール(意思)へたどり着くための能力」、コミュニケーション能力とは、「認知した情報を正確にしていく力」、リーダーシップ(分散型)とは、「リーダー、フォロワーなどの役割を時と場合に応じて担っていく力」と定義しています。

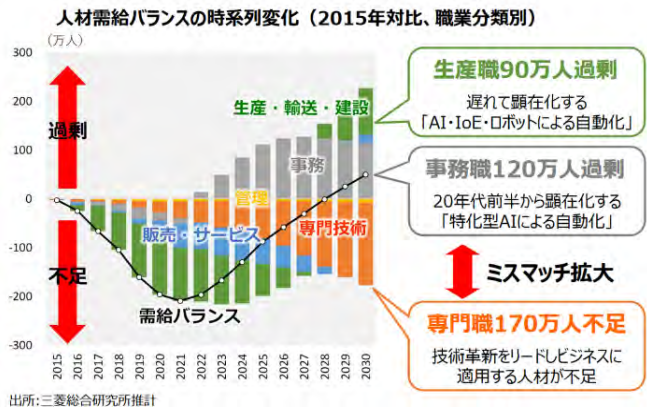


図 1. 人材需給バランスの時系列変化

4.倫理とは何か

人が意思決定を行う際の判断基準は大きく4つに分類できます。①利害、②法令、③慣習、④倫理（いい名称がなかったので、名付けています）です。倫理的な資質とは、苦境に対して自分自身で意思決定をする力であると考えられます。つまり、自分の能力の範囲内、いわゆる想定内の状況であれば意思決定は容易ですが、自分の能力を超えた未知の状況に対しては迷い（行動規範が抜けている）が生じるだけで、思考停止してしまいます。

そこで、倫理の定義は「法令や慣習を超えたところにある、人としての自律的な行動規範」とし、①～④までの全体を倫理観としています。

この倫理（行動規範）がない（考えられていない）と、ジレンマ問題のような①～③では判断できないような苦境におちいった際に思考停止してしまうため、日頃から苦境に陥った際の行動規範を考え、デザインし、改善し続けるトレーニングを促すことが倫理教育ではないかとの結論にいたりしました。

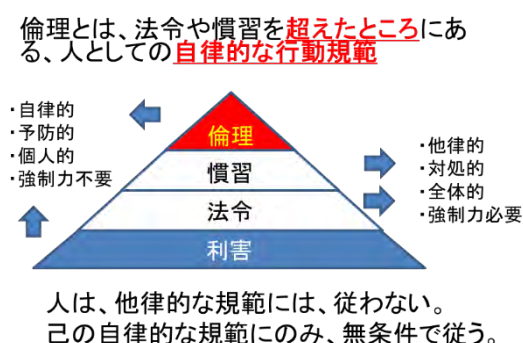


図3. 倫理の定義と構造

5.倫理観の測定とトレーニング方法

倫理観のトレーニング方法の1つは、様々な倫理規範を学習することであり、これにより、倫理観の形成だけでなく、社会倫理や他者の倫理観を理解する手助けとなると考えられます。もう1つは、実際により良い解決策をデザインしながら、自己の倫理規範を創り上げていくことです。

具体的に「より良い解決策」とは何かを追求することは、問題解決能力の向上が図れる上、思考停止を避けるためのメンタルトレーニングにもなります。本文では「より良い」の一例として、「前提を変える力」を取り上げています。

また、社会や集団の多様な倫理観をどのように観察、捉えていくかについての方法もご提案させていただきます。

6.おわりに

倫理教育の目的は、判断基準の抜けを自律的に補い、思考停止を防ぐことで、倫理教育は、そのトレーニングを促すことです。そう考えると、倫理は、「自律」的な資質を得るための原動力であり、全てのコンピテンシーにおける行動規範となるので、その必要性は言うまでもありません。特に苦境下での対応を考えることで、生涯学修への意欲（対応できるだけの能力への欲求）が高まる可能性は非常に高いのではないかと考えています。

倫理の形式知化は、正解を創り出し、その多様性を損なわせる為のものではなく、多様な形式知の一つとして教えるのであれば、どんなもので何の為になるのかぐらいはガイドした方が、学修者の倫理観構築の手助けになるのではないかと考えてのものです。

是非、倫理委員会や中部本部のCPD等で、皆様のお考えを聞かせていただける機会があることを切望しております。

＜量子コンピュータへの期待＞

原 善一郎 技術士（情報工学）



要旨

量子コンピュータは新たな計算機革命の始まりである。IT の利用は爆発的に拡大を続けている。それを支える新しい技術も次々と出現している。量子コンピュータもその一つであり、AI と IoT で重視される並列計算の高速化に寄与すると期待されている。従来のコンピュータの技術との比較、将来の IT への期待に注目する。

キーワード 並列計算、量子ビット、量子並列性、量子干渉性、誤り訂正

1. はじめに

量子コンピュータは、研究開発が進められている。その一部分が「商用量子コンピュータ」として設置され始めた。期待を込めて語られている「理想的な量子コンピュータ」ではないが、多くの研究者と実務家に実物として提示されたことの意義は大きい。これを機会に未来の量子コンピュータを育てていきたい。現在のコンピュータと量子コンピュータは将来も役割分担をしていくと予想されている。従って、この文章では「古典コンピュータと量子コンピュータ」ではなく、「現行コンピュータと量子コンピュータ」としている。

量子コンピュータが並列計算に優れている理由を最初に考える。なお、量子論は、従来の物理学では説明できない現象を説明している。従って、以降の説明では、量子論の正確な説明よりも、人間が感覚的にイメージできることを優先していることをご了解いただきたい。

2. 量子コンピュータとは

2. 1 量子コンピュータの定義

「量子力学を計算の原理に応用したコンピュータ」

（「スパコン富岳」後の日本 小林雅一 中公新書ラクレ）。

量子は、電子や光やそれ以下の粒子（または波）である。古典物理学といわれる「時間が一定で流れ、運動の法則が成り立つ世界」とは違い、「時間もひずみ、相対性理論が語られる量子論の世界」で取り扱われる。

2. 2 量子コンピュータにかかわる用語

量子コンピュータの説明書では、「量子ビット、量子並列性、量子干渉性、誤り訂正」の 4 つの単語が出てくる。ここでは、そのイメージをとらえたい。

2. 2. 1 量子ビット(quantum bit)

現行コンピュータの内部では、情報の最小単位はビット (bit) である。そして、1 ビットで 0 または 1 を表す。これを 4 個組み合わせると 4 ビットになり、16 通りの整数値になる。量子コンピュータでは、情報の最小単位は量子ビット(quantum bit)である。そして、1 量子ビットは、0 または 1 になる。さらに、1 でもあり 0 でもあるという状態になる。その状態は確率的である。

イメージするならば、現行コンピュータのビットはオセロ石をオセロ盤に置いた状態で、白か黒のどちらかである。そして、オセロ石が 4 つあれば、白黒の並びは 16 通りになる。量子コンピュータでは、オセロ石が回転していて白か黒かその両方という状態になり、回転しているオセロ石が 4 つあると白黒の並びは無数にある。

2. 2. 2 量子並列性 (quantum parallelism 状態の重ね合わせ)

量子ビットは 0 の状態か 1 の状態にできる。オセロ石に例えると白とするか黒とするかができる。オセロ石を回転させることもできるように、量子ビットも、同時に 0 の状態と 1 の状態を作

り出せる。この状態は0でもあり1でもあるので「状態の重ね合わせ」という。この現象を量子並列性 (quantum parallelism) という。但し、計算結果を出すときにその量子を観測すると0か1になる。これを「波束の収束」という。「回転しているオセロ石がどちらを向いているのかを確認すると回転が止まってしまっていて白か黒になる」というイメージである。

2. 2. 3 量子干渉性(quantum interference 量子もつれ)

条件を整えると2つの量子に結びつきが生じ、観測結果に影響を与える。これを量子干渉性 (quantum interference 量子もつれ) という。

2. 2. 4 誤り訂正

現行コンピュータでは、集積回路に電気的変化を与えて動作させて、計算結果を取り出している。回路にノイズが加わっても、本来の計算結果はノイズに比べて十分に大きな変化であるため、計算結果は誤りになりにくい。さらに、発生する計算ミスを検出して訂正する機構が組み込まれている。同様に、量子コンピュータでも多様なノイズが発生する。そして、計算で利用する量子は極めて小さいためノイズの影響を受けやすい。発生する計算ミスは1割程度ともいわれている。このため、誤り訂正の機構が現行コンピュータよりも重要視される。

2. 3 量子コンピュータでの計算方法の例

量子コンピュータを使った計算原理は複数通りの方法が提案され、今後も発展していく。ここでは、量子アニーリング方式といわれる並列計算向きの方式のイメージを説明する。

初期状態は、磁石が入っている多数のオセロ石がオセロ盤上で回転している。別のオセロ盤に多数のオセロ石が白か黒として置かれている。これを最初のオセロ盤の上から徐々に近づけると磁石同士が影響を及ぼしてそれぞれのオセロ石の回転が変わりながら、最適化された安定状態になる。回転しているオセロ石が量子ビットだと考えると、量子ビット同士が徐々に影響を及ぼして外部から与えられた条件に最も合う状態になる。最適化された状態を観測して、計算結果とすると、並列計算で最適化計算結果を得られる。

現行コンピュータでも、GPU という演算機構やコンピュータのニューロネットワークという方法もあるため並列計算ができる。しかし、それらは複雑な回路で実現され、それらの内部では逐次計算をしているため、量子ビットを使った方式のほうが桁違いに高速に計算できる。

3. 量子コンピュータの応用

3. 1 並列計算の必要性

現在のAIでは、ディープラーニングという方式が主流である。AIの応用システムの構築では、写真や音や映像などを細分化し加工し合成する作業を数百回と繰り返す。それを大量のデータで繰り返すという計算を行う。すなわち、同時に同じような計算を並列的に行えば、桁違いに短時間で計算が終わる。このために並列計算が重要である。

薬学の分野では、新薬の設計や効果予測のためにも、膨大な情報を検索し、適切な組み合わせを探す作業が必要である。また、他の色々な分野で大量のデータと時系列データを短時間に加工するニーズが膨れつつある。このためには、強力な並列計算をする機械が必要である。

3. 2 量子コンピュータへの期待

量子コンピュータの特徴としては、「並列計算」と、「量子超越性という現行コンピュータでは実現できない高速処理ができること」が予想されている。この能力を必要としているのは、AI(ディープラーニング)、新薬開発、災害対策、地球温暖化防止技術開発など多数ある。

4. おわりに

量子コンピュータは研究開発で進化の途上である。研究者と技術者の努力に加えて、多くの人々が、量子コンピュータに興味を持ち、チャンスがあれば利用すること必要である。さらに、その特徴を体感し、限界を超えた期待を研究者と技術者に伝えることが、新しい進化の原動力となる。

以上

＜高等学校におけるウイルス感染シミュレーションの実践＞

愛知県立小牧高等学校 教諭 井手 広康



1.はじめに

高等学校では、令和4年度より学習指導要領が改訂となり、これまで選択必修科目であった「情報の科学」と「社会と情報」は「情報Ⅰ」に統合される。「情報Ⅰ」では、新たに「情報デザイン」や「プログラミング」、「データの活用（統計処理）」などが加わり、これまで以上に高度な内容を全ての生徒が学習することになった。また、令和7年1月に実施される大学入学共通テストから、「情報」が入試科目の一つに加わる正式に決定した。このため、情報担当の教員は、共通テストを意識した情報教育を来年度から実施していく必要がある。

新学習指導要領では、単元「プログラミング」の後に「モデル化とシミュレーション」が続き、これも「情報Ⅰ」から全ての生徒が学習することになっている。これまで「プログラミング」は全国の研究会をはじめ、各種メディアや学会において度々取り上げられているが、「モデル化とシミュレーション」が取り上げられることは少ない。そこで本稿では、シミュレーション専用ソフトウェアを使用したウイルス感染シミュレーションの実践事例について紹介する。

2.ウイルス感染シミュレーションの操作

本実践事例は、本校1年生7クラス（280名）を対象に、「社会と情報」において2時間（50分×2回）かけて実施したものである。シミュレーションには、artisocというシミュレーション専用ソフトウェアを使用し、モデルファイル(図1)は筆者が作成したものを使用している。ここで、図1における各操作画面①～④の説明を表1に示す。

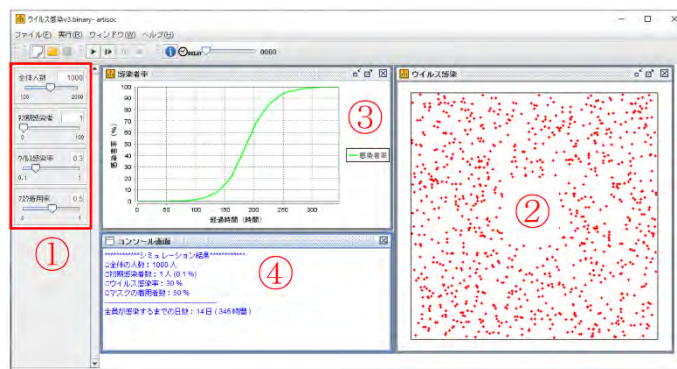


図1 ウイルス感染シミュレーション

表1 ウイルス感染シミュレーションの操作画面の説明

操作画面	説明
①パラメータの設定	(ア) 全体人数：シミュレーションにおける全体の人数 (イ) 初期感染者：開始時にウイルス感染している人数 (ウ) ウイルス感染率：人との接触時に感染させる確率 (エ) マスク着用率：全体のうちマスクをしている割合
②ウイルス感染の様子	●：ウイルス未感染者（マスク未着用） ●：ウイルス未感染者（マスク着用） ●：ウイルス感染者
③感染率のグラフ	横軸：経過時間（時間）、縦軸：感染者率（%）
④シミュレーション結果	全員が感染するまでの日数を表示

3.シミュレーション結果の記録

生徒らは図1の①「パラメータの設定」において、「(ア) 全体人数」、「(イ) 初期感染者」、「(ウ) ウイルス感染率」、「(エ) マスク着用率」の四つのパラメータのうち、一つの値を変動させながらシミュレーションを繰り返し実行する。さらにシミュレーション結果（全員が感染するまでの日数）をワークシートに記録し、それをグラフ化して考察する。図2は、各パラメータを変動させてシミュレーションを実行したときのワークシートの例である。

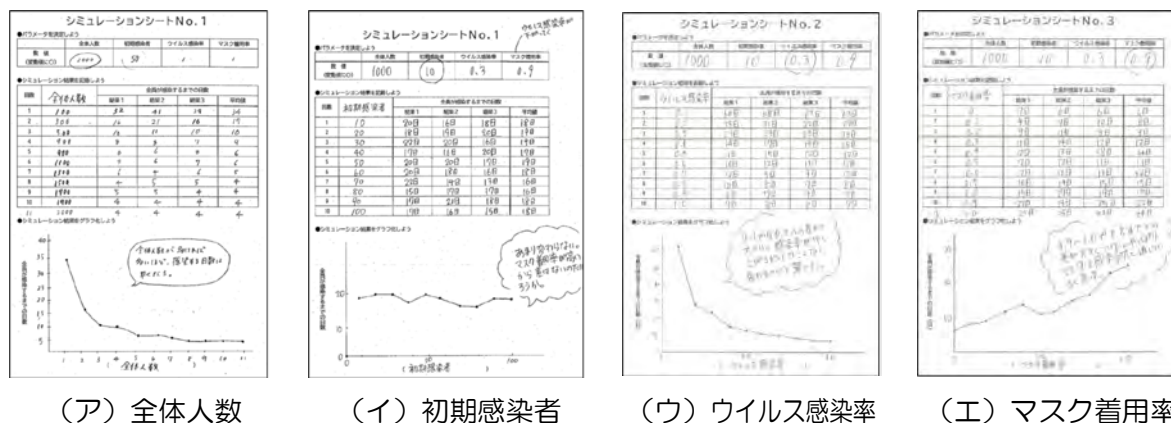


図2 各パラメータを変動させたときのワークシートの例

ワークシートの上側（表）には、選択した一つのパラメータを少しずつ変動させたときのシミュレーション結果（全員が感染するまでの日数）が記録されている。この結果を踏まえてワークシートの下側に折れ線グラフを描き、グラフから気付いた点を記述している。例えば、(ア)では「全体人数が多ければ多いほど感染する日数は早くなる」、(イ)では「初期感染者を変更しても結果はあまり変わらない」、(ウ)では「感染率が少し上がるだけでこんなに変わるのかと驚いた」、(エ)では「やっぱりマスクは感染予防に適していると思った」などの記述が見られた。

4.授業の感想例とまとめ

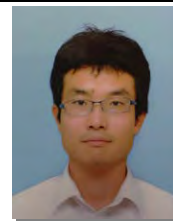
近年の新型コロナウイルスの影響で、生徒らはウイルスの感染拡大について大きな興味・関心をもっている。本実践のように自らの手でウイルス感染シミュレーションを実施したことは、生徒らにとって良い経験になったと感じる。ここで、生徒らの授業の感想例を次に示す。

- ・シミュレーションごとに結果は全然変わってくるし、他の人と比べても結果は全然違っていたので、シミュレーションすることは大事だなと改めて思ったし、何回も実験して確認することが大切だなと思いました。
- ・コロナの怖さをさらに知ることができた。マスク着用率が高ければ高いほど全員が感染するまでの日数が長くなるから、一人一人がマスク着用を心掛けないといけないことがわかった。一人の行動が全員に影響するから、マスク着用を心掛けます！

上の感想のようにシミュレーションの良さを体験できたことに加えて、下の感想のように感染予防に対する意識を高められたことも大きな収穫であった。このように「モデルとシミュレーション」の単元では、実際の身の回りの事象について取り上げることが大切だと感じた。

＜新任技術士による技術士資格活用方法の一例について＞

落合 政彦 技術士（電気電子）



1.はじめに

直近の技術士制度改革後の試験で運良く合格、2020年度に技術士登録を行い、1年間の準備期間を経て2021年度より独立致しました。

今回、この場をお借りして、技術士資格の取得から独立に至るまでを記載させていただきます。

2.技術士試験と日常業務

多くの国家試験は、マークシートにより「回答群から正解を選ぶ」方式を採用しておりますが、技術士二次試験の記述式試験は、「回答者の思考」が評価される性質の試験であるといえます。

ゆえに、出題された問題から意図を探り、回答に至るまでの道筋を自分なりに整理し、自分の言葉で適切に表現する対応が求められることとなります。

この点は業務にも通用する部分があり、特に、業務提案や稟議対応、各種報告や上申対応などにも応用することができます。

このことに気づいてから、日常業務においては、極力5つの管理[※]の視点を持つことを意識するようになり、可能な範囲で工夫を凝らすような対応を行うようにしました。

独学であるにもかかわらず、技術士試験に合格することができたのは、上記のような対応が功を奏したためではないかと考えております。

また、個人的な感触となりますが、従前までの業務対応と比較して、説得力が増したこと、それにより稟議対応等がスムーズに執り行えるようになったことなど、業務遂行能力の向上を実感することができたという点も、大きな成果であると感じております。

※5つの管理：安全管理、社会環境管理、経済性管理、人的資源管理、情報管理のこと

3.独立に向けた取り組み

技術士登録が完了し、企業内技術士として活動しはじめた矢先、新型コロナウイルスの急速な拡大に直面することとなりました。

急激な生産規模の縮小に対応するため、生産事業最小化における最適化検証を行うといった、業務へ取り組む中で、大変な環境に身を置いているということを実感し始めました。

そのような中、自身の市場価値も理解できていないという現状に危機感を覚え、少なくとも、自身が得意とする業務が客観的にどのような評価にあたるのかを調べてみることにしました。

－得意とする業務のたな卸しと評価－

1. 電気主任技術者業務

再生可能エネルギー発電設備を中心に旺盛な需要がある

2. 小水力発電所開発および運営業務

再生可能エネルギー発電事業者の方々を中心に、高い関心があるという印象が感じられた

3. 電気に関する各種支援業務（発注者支援、保守点検、エネルギー管理支援等）

同類のサービスを提供する市場が形成されており、比較的活況にあるとの印象を受けた

上記結果を受け、電力技術に関する業務であれば、それなりに活動できるであろうという裏付けが得られたことにより、一定の安心感を得ることができました。

また、諸先輩方にご助言をいただく中で、自営のコンサルタントとして独立するという選択があることにも気づきました。

そこで、上述のような業務たな卸の結果を整理し、インターネット副業サイト等の場を活用しつつ、主にベンチャー企業さまに対して面談をお願いするという活動を行うこととしました。

このような取り組みを半年程度続けるうちに、技術指導および業務支援といった形態に理解を示していただけただ企業さまとの間で、業務委託契約を締結することができました。

混乱もなくスムーズに独立することができたのは、単純に運が良かったためともいえますが、技術士を含めた電気関係の資格取得という長期的な自己投資が実を結んだということ、転勤や転職の経験があり、独立という環境の変化に対する抵抗感が少なかったことなどが少なからず影響したかのように思っております。

4.技術士資格の活用方法について

技術士は名称独占資格であり、業務独占資格や必置資格のように、有資格者の配置が義務付けられているような資格と比較すると、メリットを感じにくいという意見があるようです。

とはいえ、技術士の資格は、他の資格との組み合わせにより、想像以上の評価が受けられる場合があるということも事実です。以下にその一例を記載いたします。

①.技術士と施工管理技術検定の組み合わせ

工事発注者が建設工事の監督業務等を得意としているとは限りません。こういった方々に対し、発注者支援型の業務提案等を行う場合に、高い評価が得られる資格の組み合わせです。

②.技術士とエネルギー管理士の組み合わせ

エネルギー原単位の管理が不十分であるような工場に対して、省エネ視点から設備更新の提案を持ち掛けるような場合に効果のある資格の組み合わせです。

③.技術士と労働安全コンサルタントの組み合わせ

労働者の安全確保という視点からみて、最高位の資格の組み合わせであると考えられます。実際、技術士・労働安全コンサルタントとして活動されている方々も見受けられます。

このように、影が薄いと思われがちな技術士資格であっても、柔軟に活用することで、十分なメリットを得ることができます。

5.最後に

この度は、投稿の機会を与えていただきましてありがとうございました。拙い点もございますが、何卒ご容赦いただきますようお願い申し上げます。

また、記載事項などにご不明点がございましたら、お手数ですが下記アドレス宛にご連絡いただけましたら幸甚に存じます。

ochiai-P.E@outlook.jp

よろしく願いいたします。

<“止まらない工場”における特高受変電設備の更新>

ローム浜松株式会社 須永浩介 技術士（電気電子）



1.はじめに

オフィスビルや工場など 600 ボルトを超える電圧で受電する電気設備には、電気事業法により年 1 回以上の頻度で全ての電気を遮断した上で点検をする「法令点検」が定められている。法令点検を適切に行わないと重大な電気事故へ発展するため法定点検は重要であるが、弊社の様な多くの半導体製造工場では停電によって生産装置へのダメージが大きい。そのため、弊社では漏電の有無を 24 時間監視する絶縁監視装置等を導入し、電気設備の信頼性を上げることで法令点検を 3 年に一度に延長している（経営者や生産部門からは、無停電「止まらない工場」を熱望）。

本稿では、このような「止まらない工場」に対する電気設備の老朽化対策や増強などの課題と解決策を紹介する。

2.弊社(半導体工場)における電気事情と課題

弊社のような半導体製造工場における電気事情は以下の通りである。

(1)半導体製造工場は 24 時間・365 日稼働（電源 ON）させることが基本

半導体の製造装置は超精密に作られているため、一旦装置の電源を落とすと生産条件の再現に時間が掛かる。最悪のケースでは、小さなチップに回路を形成させる露光機という装置のレンズに悪影響を及ぼし、装置立ち上げに数か月にも及ぶこともある。

(2)法令点検は 3 年に 1 回の停電で対応

上記(1)の理由により、法令点検を 3 年に 1 回（10 時間）に延長している。これは電気設備の信頼性を上げることで可能となるため、弊社では漏電の有無を 24 時間監視する絶縁監視装置（高圧・低圧）を導入している。

(3)老朽化対応および設備更新が難しい

法令点検を 3 年に 1 回に延長しているため、電気設備の老朽化対策が難しくなっている。下の表は(社)日本電機工業会（JEMA）における電気設備の更新推奨時期である。この表によると多くの機器は 20 年前後に集中しているため、弊社設備の大部分が更新時期の対象となっている。しかし、現時点では 3 年に 1 回の停電を利用して対象設備を更新することが困難であり、法令点検以外にも停電時間を設ける必要が生じている（老朽化対応への課題）。

表 1 (社)日本電機工業会（JEMA） 電気設備の更新推奨時期（抜粋）

機器	更新推奨時期（使用開始後）
変圧器	SF6 ガス絶縁形 20 年
断路器	動力操作 20 年 または操作回数 10000 回
交流遮断器	20 年 または規定開閉回数
変圧器	20 年
保護継電器	15 年
高圧限流ヒューズ	屋内用 15 年

3.増産対応の課題

半導体の需要は景気以上に変動が激しい。最近ではニュースでも取り上げている通り「半導体不足」であり、弊社も例外ではない。図1に4月に発表された中長期計画に基づく使用電力量の予想推移と電気設備の供給能力を示す（縦軸は非開示）。

図1によると2024年度には使用電力が電気設備の供給能力を超えて、工場内の電気が足らなくなる。本来であれば電気設備を増強させたい所だが、電気設備の増強には改造に伴う長期間（数日間）の停電が必要となるため、実施するタイミングが難しい（増産対応への課題）。

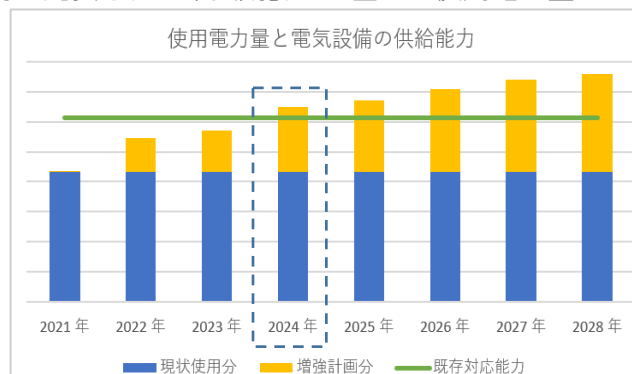


図1 使用電力量と電気設備の供給能力

4.課題への対応(実施計画/稟議承認済み)

老朽化と増産の課題を3年に1回の停電のみを利用して対応させる。

■増産タイミングに合わせて電気設備を隣接する駐車場に移設更新する(図2)

更新することで老朽化対応も可能となる。ただし、高圧ケーブルの振替工事は工期が掛かるため3期に分割する。

- (1) 特別高圧受変電設備の更新
- (2) 高圧ケーブルの振替(更新)

- 1期: 2022年度
- 2期: 2025年度
- 3期: 2028年度 ※全て法令点検の年

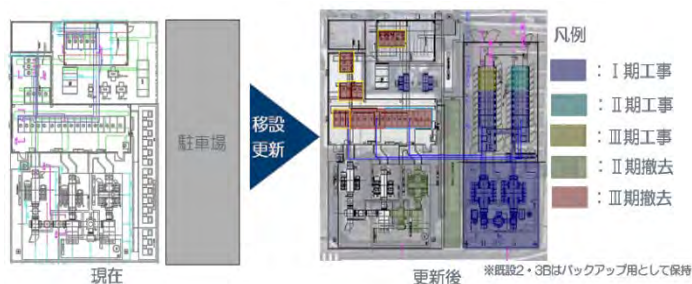


図2 移設更新計画

■移設更新に合わせて電気設備の信頼性を向上させる施策も行う

(3) 嵩上げ工事

弊社は1級河川である天竜川に近い所に立地しているため、天竜川が決壊すると3.5m浸水することが想定されている。そのため、電気設備を3.6m嵩上げさせる。

(3) 高圧配電用建屋の敷設

高圧配電盤は屋外に設置する需要家が多いが、配電盤を空調の効いた建物内に設置することで制御機器の信頼性を向上させ、点検や保守が容易に実現できる。

(4) 高感度煙感知器(図3)および監視カメラの設置

通常の煙感知器の1万倍の感度を持つ煙感知器を設置することで電気火災を早期に発見し、被害を最小限に留める。

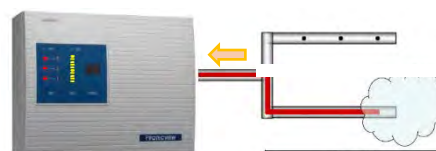


図3 高感度煙感知器

5.最後に

経営層からは電気設備の更なる信頼性向上を要望されている。その要望に応えるため、各種センサーのIoT化やAIによる自動判別技術などの講演に参加して学んでいこうと考えている。

<以上>

<魅力あふれる鉄道車両をつくる！～技能伝承の壁を打破せよ！～>

小塚 俊吾 修習技術者（機械）



1.はじめに

製造業において技能伝承が課題となって久しいですが、鉄道車両設計も例外ではありません。私は鉄道車両メーカーにて設計業務に従事しており、ベテラン設計者の退職、人材の流動化、目まぐるしい技術の進歩への対応などに加え、受注生産品であること、独特な商慣行など、様々な要因が絡み、鉄道車両設計の技能伝承に困難を感じる事が少なくありません。

一方で、これまで頼りにして下さった鉄道会社のためにサービスを継続することや、プロダクト・インからマーケット・インへの転換の中、多様な選択肢を用意するために工夫を重ね、魅力あふれる提案を行うことで、鉄道車両メーカーは存在価値を発揮するべきと考えています。

本稿ではこのような鉄道車両産業の特徴を考慮し、魅力あふれる鉄道車両を提供するために鉄道車両設計者の育成への提言を行います。なお、本稿は2021年9月11日に開催された岐阜県支部主催のWEB講演会において、私が行った講演を基に作成しています。

2.鉄道車両設計者に求められること

工業製品としての鉄道車両の特徴は、受注生産品であり、多品種少量生産品であることです。鉄道車両は鉄道会社から車両を受注した後に、法令、鉄道会社から提示された仕様書、設計会議での議論、社内の各部門からの要望事項などを反映して設計を行います。その後、製造、検査・試験、輸送、鉄道会社での試運転・訓練を経て、営業運転を開始します（図1）。なお、自動車や航空機のように試作を行うことはほとんどありません。このため、鉄道車両設計者には、鉄道車両に関する技術的要求事項からものづくりに至るまで幅広い知識と調整能力が求められます。

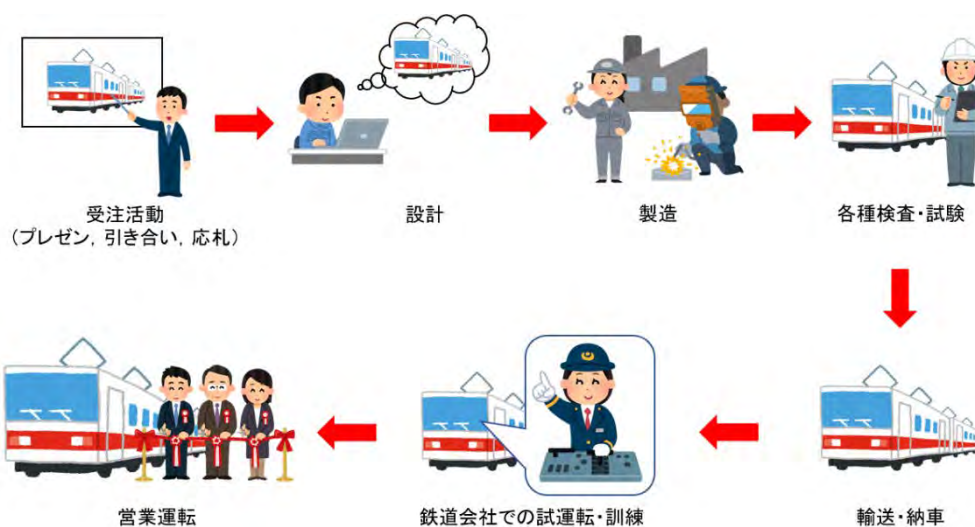


図1 鉄道車両ができるまで

3.鉄道車両産業の現状

日本における鉄道車両産業（鉄道車両そのもの、鉄道車両に搭載する電機品及び機械部品を含む）の市場規模は年間およそ6,000億円です。これは、自動車産業の1/100、航空機産業の1/3であり、市場規模は小さいと言えます。

一方で日本では鉄道が輸送機関に占めるシェアは他国と比較して高く、人キロ（輸送した旅客数にそれぞれが乗車した距離を乗じたものの累計）ベースで約 40%です。また、人キロベースの輸送量自体も多く、英、独、仏、米の各国のおよそ 5~6 倍です。このため、日本では鉄道車両メーカーが新幹線電車製作メーカーのみで 5 社も存在する状況が許されていると考えています（独、仏では、最高時速 250km 以上の鉄道車両を製作するメーカーは各国に 1 社のみ存在します）。しかし、少子高齢化や新型コロナウイルス感染症の拡大により、鉄道の需要は減少しているため、今後は鉄道車両メーカー間の受注競争が激化することが予想されます。

4. 鉄道車両設計において技能伝承の壁を打破するための提言

鉄道車両設計者には幅広い知識と調整能力が求められ、また、鉄道車両メーカー間の競争にも対応していく必要があるため、設計者への技能伝承が急務です。一方で、人材の流動化、働き方改革による業務時間の削減などにより、これまでの技能伝承の軸であった OJT が機能しにくくなってきています。この壁を打破するために、以下を提言します。

- ① 鉄道に関する技術ロードマップの作成（図2）：技術ロードマップに従い先行して技術開発に取り組み、将来必要となる技術を準備すると同時に、その技術の専門家となる設計者を育成する。

	20AA年	20BB年	20CC年	20DD年	20EE年以降
【省人化】 AIを利用した 無人運転技術の 開発	AI技術の 習得	技術開発	制御装置の詳細設計		営業線 での 実証試験
【省エネ】 マグネシウム 合金構体の開発	基礎技術の確立		試験構体 の設計	定置試験	試作車両の 設計
					営業線 での 実証試験

図2 技術ロードマップの例

- ② 設計マニュアルの作成（図3）：OJT ばかりに頼らず、いつでも閲覧できる設計マニュアルを用いることで、設計者各人の手で設計技能を身に付けられるようにする。

- ③ 設計・製作した車両の設計経緯の記録（図4）：良かったこと、設計時に苦労したこと、反省点を記録することで、後任の設計者がこれを把握し、先人と同じ失敗をすることを避け、改善に注力することに技能を発揮できるようにする。

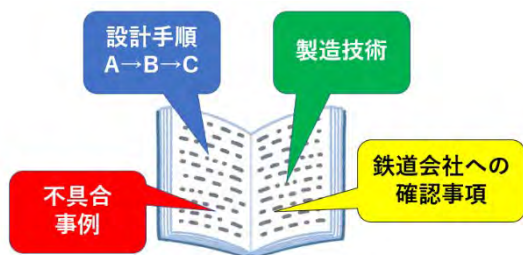


図3 設計マニュアルの概念



図4 設計経緯記録の概念

5. 結言

鉄道車両設計は 1 人だけの力では成し遂げられません。設計者同士が協力し、やりがいを感じながら工夫をできる、そのような環境をつくるために設計者を育成したいですし、私自身も設計者として成長したいです。

＜ 工場・設備の投資採算性（中部本部 化学部会 2021 年 10 月講演会）＞

池田 和人 技術士（化学、総合技術監理）



1. 問題

社長のあなたは、ある化学製品の設備を作るべきかどうか判断しようとしています。初期投資額すなわち建設費は 10 億円、設備完成後に生み出される毎年の税引き前利益は年間 1 億円と見込まれます。初期投資額 10 億円は、設備完成後に生み出される収入によって、何年で回収できるでしょうか。そして、あなたはこの設備を作りますか。それとも断念しますか。これは、昨年 10 月 3 日に行われた中部本部化学部会の講演会における一つの演題です。

次のように考えられた方がいらっしゃるかもしれません。「設備完成後の毎年の税引き前利益が 1 億円だとすれば、法人税 29.7%を差し引いた後の税引き後利益は 7 千万円になる。そうであれば、初期投資額 10 億円を回収するためには、10 億円÷0.7 億円、すなわち 14 年かかる。これでは話にならない。設備が老朽化して、そのころには巨額の修繕費でどうにもならなくなる。14 年間も耐えられるほど人間できていない。この設備投資は断念しよう。」と。しかし、この計算は本当に正しいでしょうか。

2. 前提条件

ここで、投資回収年数を計算するための前提条件を加えます。

設備の償却期間は、法人税法に定められる一般的な化学工業用設備の耐用年数 8 年とします。設備は古くなり、価値が減少します。今回は、8 年後に設備の価値がゼロになるものとします。

次に法人税です。現在の日本の「地方税を含めた法人税」は 29.7%です。日本の法人税は高く、例えば、米国は 25.8%、英国は 19.0%、シンガポールは 17.0%、アイルランドは 12.5%です。アイルランドやシンガポールは、法人税を安くすることにより外資を呼び込み、世界トップクラスの「一人当たりの GDP」を稼いでいます。米国では、安い法人税を求めて、自社の利益をアイルランドなどに移す企業が続出しました。一方、世界的な法人税の安売り合戦を防止するため、現在、各国の法人税を 15%以上にルール化しようという動きが現実化しています。貴重な法人税を外国に取られた上、これから巨額の財政投資を行いたい米国政府が警笛を鳴らしたのです。

割引率は 8%とします。割引率とは、将来の価値を現在の価値に割り引く際の値です。例えば、5 年後の百万円は、現在価値に直しますと、68 万円（1 百万円÷(1.08⁵））になります。今すぐに百万円を受け取り、それを人に貸すか投資すれば、5 年間で増やすことができます。しかし、5 年後に百万円を受け取っても、儲けられる時は終わっています。今の現金は将来の現金より価値があるのです。これが、将来価値を現在価値に割り引かなければならない理由です。

3. 解答

初期投資額 10 億円、毎年の税引き前利益 1 億円の場合、初期投資額を何年で回収できるか。前述の前提条件の場合、答えは「7 年弱」です。この年数を長いとみるか短いとみるか、それは設備投資の目的により異なります。時代の流れが速く、3 年で陳腐化してしまうような先端製品を作る設備であれば、この年数では投資できません。しかし、比較的生命が長い製品を作る設備

であれば、十分に設備を利用できる「7年弱」という年数は、投資に値する年数です。

4. 投資採算計算の落とし穴

投資採算計算を行う際に気を付けるべきルールがあります。それは、「必ず現金で考えよ」ということです。すなわち、投資採算計算は「キャッシュフロー（現金の流れ）」を考えます。ここで一つ問題です。毎年の費用である「減価償却費」は「現金」でしょうか。答えはノーです。

会社は、現金を銀行や株主などから調達し、設備が完成するとすぐに建設会社に建設費を支払います。今回の場合、会社はここで初期投資額として現金 10 億円を支払います。よって、各年度の収支を一覧化した投資採算の計算表では、初年度の欄が「マイナス 10 億円」になります。

一方、初年度にマイナス 10 億円をすでに計上しているわけですから、その後の減価償却費をあえて差し引く必要はありません。そもそも減価償却費とは、単に設備の価値が減るだけです。減価償却費という現金を支払うわけではありません。今回の場合、設備の償却期間が 8 年ですから、定額法で計算すれば、減価償却費は毎年 1.25 億円（10 億円÷8 年）になります。そして、毎年の現金収入は、「税引き後利益＋減価償却費」です。「税引き後利益」は、すでに「現金でない減価償却費」が差し引かれています。従いまして、再度「減価償却費」を足し戻す必要があります。これがキャッシュフローです。今回の場合、設備完成後の毎年のキャッシュフローは、「税引き後利益 0.7 億円＋減価償却費 1.25 億円」すなわち「1.95 億円」になります。

話はここで終わりません。前述したとおり、将来価値を現在価値に直す必要があります。例えば 5 年後の 1.95 億円は、現在価値に直しますと、1.33 億円（ $1.95 \text{ 億円} \div (1.08^5)$ ）になります。投資回収年数を求めるためには、各年度の「キャッシュフロー 1.95 億円」を現在価値に直す必要があります。そして、初年度のマイナス 10 億円に各年度の「キャッシュフローの現在価値」を順番に加算していき、マイナスからプラスに変わった年が「投資回収年数」です。今回の場合、このようにして求めた投資回収年数が「7年弱」です。

5. 応用編

投資判断には、本報の「投資回収年数」だけでなく、「正味現在価値 NPV（円）」や「内部収益率 IRR（%）」という指標が用いられます。

「正味現在価値 NPV（円）」は、「Net Present Value」の略で、例えば、「8 年後に手元に残る現在価値」です。これは、初年度のマイナス 10 億円に 8 年分の「キャッシュフローの現在価値」を加算した値です。NPV がプラスであれば、「8 年以内に回収できる」と判断できます。

「内部収益率 IRR（%）」は、「Internal Rate on Return」の略で、例えば、「8 年後の NPV がゼロになるような割引率（%）」です。IRR が実際の割引率（今回の場合 8%）より大きければ、8 年以内で回収できることになります。例えば、IRR が 11%だとすれば、「最悪、割引率が 11% になったとしても、8 年で回収できる」と判断できます。

割引率としては、「WACC（ワック）（%）」がよく用いられます。これはそれぞれの会社によって異なります。会社によって、負債コスト（借入れ利子や社債利子）および株主資本コスト（配当金や期待株価上昇率）が違うからです。「割引率 WACC（ワック）（%）」は、両者の加重平均です。ご興味がある方は、「WACC（ワック）」の計算式をインターネットで検索してみてください。

＜化学物質のリスクアセスメント(RA)義務化＞

花井 健夫 技術士（化学、総合技術監理）



1. はじめに

化学物質は、約4～6万種類も日本では市中に流れていると言われていたが、このうち、危険性・有害性が明らかになった物質は、674物質と少なく、欧米の2千～3千より少ない。

この中で、最近、最も問題になっているのが「静かな時限爆弾」と言われるアスベスト(石綿)、またアーク溶接時の有害なヒューム・塩基性の酸化マンガンである。

特にアスベストは、1970年～1990年代に約1千万トン日本に輸入され、毎年約1千人の尊い命が奪われている。戦後建築されたビルの解体が2030年をピークに2060年まで続くと言われていた。なお、労働安全衛生法では、平成28年に化学物質のRAが義務化された。

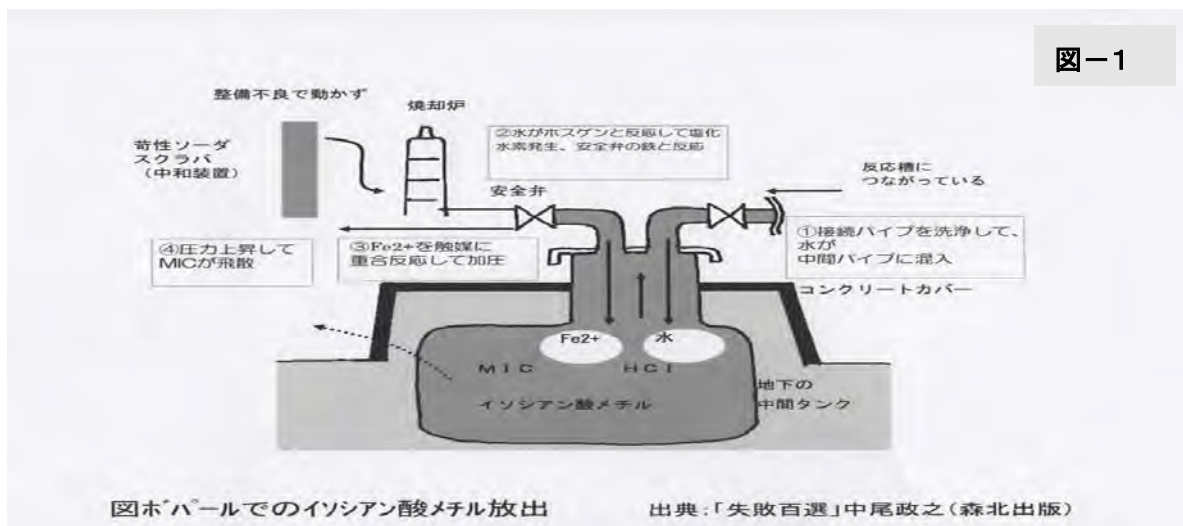
一方、アーク溶接時の「ヒューム」に長期暴露すると、最近、中枢神経毒性を持つ難病の「パーキンソン病」が主原因と明らかになってきた。

中皮腫・肺がん等、いずれも顕在化するのには、30～40年後であり、極めて晩発性である。特に、アスベストは、最近やっと国が責任を認めたと、「すでに時遅し」である。組織は、「先手必勝」で、RAを含めた、「労働安全衛生マネジメントシステム(OSHMS)」を構築し、効果を上げて、確率的にケガや疾病を減少して快適職場を形成していただきたい。

1～2ページに、国内外の化学物質関連重大災害の主原因と、主な推定原因を示す。

2. 重大災害事例（化学物質など、主原因・推定原因）

(1) イソシアン酸メチル (MIC=空気の約2倍の重さ) による猛毒ガス災害。インドの農薬工場で発生。後遺症含む最終死亡者推計12,000名、牛も3,000頭死亡。多くの教訓を残した(1984.12)。→RA実施せず→猛毒であるが、接続バルブ操作ミス(訓練不足)→水がホスゲンと反応し塩化水素が発生→ Fe^{2+} を触媒に重合反応→圧力上昇しMICが近くのスラム街



に深夜飛散→整備不良で中和装置(苛性ソーダ)・焼却炉稼働せず。「ドミノ現象」で、20世紀最大の化学物質による典型的な災害事例であった。イソシアン酸メチル以外の主な事例は次ページに示す。

3. 国内外の重大災害事例（化学物質など、主原因・推定原因）

- (1) 2-プロモプロパンによる生殖毒性災害(1995.7) →韓国で発生。一時子供できず
- (2) 化学工場でヒドロキシルアミン (NH₂OH) 大爆発(2000.8) → 過去小爆発。過剰生産
- (3) 火薬工場で爆発(2000.8) →古い火薬。直射日光による異常高温化。火薬類取締法違反
- (4) 清掃会社での硫化水素中毒事故(2002.3) →人がいたが換気装置を抜いた。手順ミス
- (5) 鉄鋼会社でコークス炉ガスタンク爆発災害(2003.9) →ガス事業法順守するも設備劣化
- (6) アスベスト(石綿)製品製造による中皮腫災害(2005.6) →行政後手。極めて晩発性
- (7) 原発水素爆発事故（東電福島第一）(2011.3) →RAせず、トップの判断ミス
- (8) 校正印刷会社で胆管がん大量発症(2012.1) →RAせず、トップの責任感不足
- (9) 化学会社の熱交換器水素爆発災害(2014.1) →RAせず、過去小爆発
- (10) 中国天津で硝安など化学物質爆発(2015.12.8) →消防士力量不足
- (11) オルト-トルイジンによる膀胱がん(2015.12) →経皮吸収、後日判明
- (12) 三酸化ニアンチモン、結晶質シリカ、ポルトランドセメントがんの疑い(2017.8.3) →
いずれもリスクレベルの予測不足、晩発性、行政対応不足もあるが、自立型が必要。

4. リスクアセスメント実施時の「重要なポイント」

(1) 「リスクアセスメント（RA）手順書」を作成する。

5W1Hで整理。特に、RA表の様式（フォーマット）を決めることが重要。

RAの参加者は、作業員（必ず）、所属長（職長など）、安全衛生スタッフ、設計者、必要に応じて専門家を加える仕組みとする。立場（山下太郎「作業員」など）と、氏名を必ず書く。RA表は極力簡素化し、将来にわたって続けることができるようにする。

そのため、RA表は複雑にしないことが重要。

「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」を参考に進めること。

(2) ヒヤリハット、KY、安全衛生パトロールなどの結果（特にハード対策を要するもの）を、「RA表」に入れ、「一元管理」する。（図2参照）

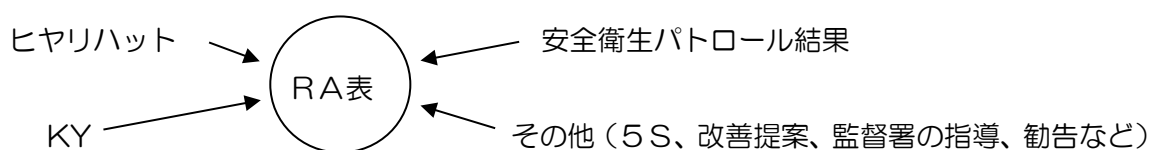


図2 RA表の考え方

(3) 想定外を想定する。

全体を見る。システムを見る。国内外の災害事例・失敗事例、文献を参考にする。

その上で、例えば、地震であれば、東海沖、東南海沖、南海沖地震が連動して発生、M（マグニチュード）=9.3 クラスが来ると想定する。（2011年発生の東日本大震災は、M=9.0）対策は、費用対効果でトップが決める。

(4) 働いているところ、すべてを対象にする。（事務所も含める）

定常作業はもちろん、非定常作業も対象にする。

(5) 定常・非定常作業手順（標準）書をベースとする。

人・物・作業を対象にする。この中で、「危険性又は有害性等に関する指針」の 10（2）

は、「合理的に実現可能な限り、より高い優先順位のリスク低減措置を実施することにより、“合理的に実現可能な程度に低い”（ALARP=as low as reasonably Practicable）レベルにまで適切にリスクを低減するという考え方を規定したものであること。（「労働安全衛生マネジメントシステム 日本語版と解説（日本規格協会）」）

すなわち、「リスクレベルを大から小に区分し、受容できる小レベルは、手順書で対応していく」考えである。英国で定義された概念で、メリハリをつけることが重要である。この考えを図3に示す。

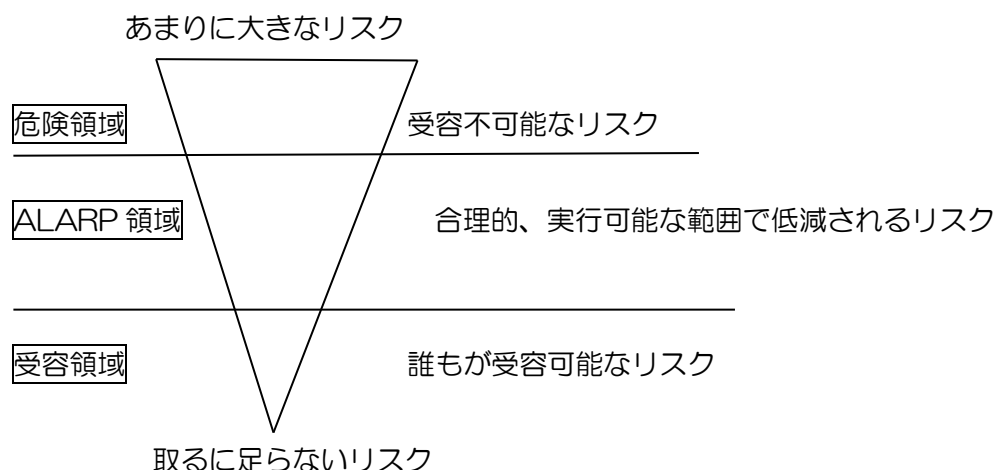


図3 ALARPの説明図

（出典「労働安全衛生マネジメントシステム 日本語版と解説（日本規格協会）」）

- (6) 実施時期は、すべて、「・・・する前」、「変化する前」に行うこと。
- (7) 「最悪」を考慮、「想定外を想定して（再掲）リスクレベルを決めること。
- (8) 対策の優先順位（対策を考える時の順番）は、
 - ①危険な作業の中止、有害性の低い材料に変更できないか。
 - ②工学的な対策（指が入らないカバー、インターロック、局所排気装置など）。
 - ③管理的な対策（表示、警告、マニュアルの整備、教育・訓練）。
 - ④保護具（保護具のみでリスクレベルを下げないこと）。・・・保護具は応急の手段
- (9) 対策後、位置のエネルギー（高さ）、運動のエネルギー（速度）、圧力（電圧含む）、温度、騒音値などが変わらなければ、「けがのひどさ」は、変えないこと。「残留リスク」として残す。これを守らないと大きなリスクを見逃す恐れあり。考えとして極めて重要。
- (10) 災害が発生した場合、とりあえず応急処置をし、その後、必ずRAを実施し、工学的以上の対策を採ってから再稼働させること。応急処置のみで終わると、再び災害が発生する恐れがある。・・・いわゆる「モグラたたき」
- (11) 毎月の安全衛生委員会で必ず審議する。

特に、リスクレベルの高いほうから、進捗をチェックする。遅れ気味のテーマの原因を調べ、加速する手段を話し合う。
- (12) トップも参加していただき、「安全衛生年間計画表」で、RAのスケジュール（募集、審議、目標値達成状況などのP・D・C・A）を明確にして進める。
- (13) 法令が適用されるテーマは、リスクレベルを高くする。・・・法令は災害事例集

(14) 最新の法令を取り入れること。(法令は「過去の災害事例集」)

5. 新安全語録 (参考)

表一1 新安全語録 (筆者の体験にもとづく)

新安全語録	
1. 想定外を想定しろ	22. 結果オーライは一回しかない
2. 吊ったものは必ず落ちる	23. モグラをたたいても、必ず隣からまた出てくる
3. 42ボルトは <u>死</u> にボルト	24. 個人を攻撃しても何のプラスにもならない。システムのどこに欠陥があるかだ
4. 1mは <u>一命</u> をとる	25. 部下の挨拶を待たな。こちらから先に挨拶せよ
5. 安全装置は、そのとおり動くと <u>思</u> うな(使用前に必ず点検・検査)	26. 注意されたら「ありがとう」と言え。たとえ部下でも
6. 便利なものほどトラブったとき不便	27. 新入社員ほど安全性は高い
7. バックアップのないものは、必ず停まると考えよ	28. 管理・監督者がまず模範を示せ。その後、部下にさせ、ほめよ
8. 言ったことが必ず伝わったと思うな	29. 遅刻したら言い訳を言うな。その前に30分早く出る
9. 相手がうなずいても理解したと思うな。答えが返ってきたら理解したと思え	30. 管理・監督者がまず指差し呼称をしなければ、部下は絶対しない
10. 徐々に変化したものは、変化したと気がつかない	31. 「知らなかった」と部下が言ったら、管理・監督者の教育訓練が足りないと思え
11. トラブルで設備を停めたらほめてやれ。しかつたら、2度と停めない	32. ベテランはうめぼれるな。その前に、技術・技能の伝承が先だ
12. どんな小さいことでもいいから、みんなの前でほめてやれ。それが明日からのやる気につながる	33. 盲人が怪我をしたと、ほとんど聞いたことがない。正常な人も見習え
13. 24時間緊張できると思うな。半分はほかの事を考えていると思え	
14. 人間は忘れる動物だ。24時間後はすべて忘れろと思え	
15. 人間はミスをする動物だ。ミスをしても怪我をしないように物理的に遮断するのが、管理・監督者の務めだ	
16. ミスを発見したら、即その場で注意しろ	
17. 何か目標を持って実行せよ。また目標を持たせよ	
18. 自分に厳しく相手に優しく	
19. 一線の方は、常に管理・監督者の背中をみている	
20. 行動する前に3秒待て	
21. いつも平常心	

<無形文化遺産としての山車まつりを探訪する>

原 浩之 技術士（機械、金属）



1.はじめに

SDGs のターゲットの一つに「世界の文化遺産及び自然遺産の保護・保全の努力を強化する」がある。ユネスコの無形文化遺産として2016年に山車巡行を中心とした祭礼行事が登録された。中部地区は山車やからくり文化が特に発展しており、その地形から昇龍道と呼ばれ、また、技術の発展に寄与して、名古屋から富山までの国道41号線はからくり街道、ノーベル賞受賞者が多いことからノーベル街道などとも呼ばれる。今年度も名古屋大学ゆかりの真鍋淑郎氏が受賞されているのは記憶にあたらしい。

2021年7月、中部本部機械部会では産業発展のルーツである山車やからくりを工学的に検証するために犬山からくりミュージアムへ見学に出向いた。それも踏まえて今年度、なごや環境大学、独立技術士交流委員会および全国大会併設機械部会にて3回講演する機会を得たので、その一部を紹介する。



ノーベル街道 (2015、中日新聞)

2. 愛知県の山車からくり文化

愛知県は全国一の山車からくりの宝庫で保有している山車は422輛と圧倒的な数である。

尾張地区に山車からくりがなぜ集中しているかは、徳川尾張藩での豊富な財源、時計技術および7代尾張藩主、徳川宗春の政策に由来するところが大きい。徳川宗春は徳川吉宗が行なった儉約令に反し、派手な文化を推奨し江戸・京都の芸人、職人を名古屋に集結させ、名古屋バブルを引き起こし、芝居、寄席、からくり技術の発展に貢献した。第二次大戦で多くの山車が消失したが、2005年愛知万博で山車100台を集結したことで再び注目されることになった。

3. 山車について

古来の民間信仰で神は山岳や山頂の岩や木を^{よりしろ}依代として天から降臨する。山車とは、自然の山岳を摸して造られた依代として祭礼で用いられる出し物のことで、地域によっていろいろな呼び方がある。例えば、やま（山、山車）、ひきやま（曳山）、だんじり（地車）、やたい（屋台）等と呼ばれる。身近な山車祭礼に、技術士会中部本部お膝元の名駅山車揃えがあり毎年10月第2土日に開催されるのでぜひ見学されたい。



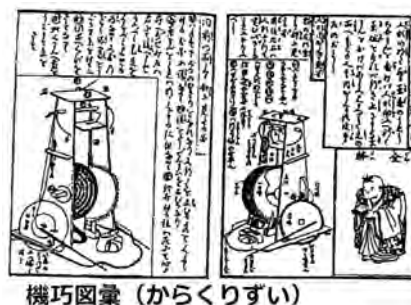
花車の山車（3輛）

4. からくり人形について

山車の上では山車からくり人形が精緻な動きで奉納芸を演じ、見物客を魅了する。更に、からくり人形には、室内用の座敷からくり人形、イベント用の興行からくり人形などがある。

日本における「からくり」の歴史

日本でのからくりの起源は日本書紀に見られる指南車である。指南車は元来、中国の儀式で先頭に置かれ、常に南を指して人を導いた。人形が常に一定の方向を保つ差動機構を持ち、現在の自動車のデファレンシャルギアに応用されている。また、土佐の「からくり半蔵」が著した^{からくりずい}機巧図彙は日本最古の機械工学書で多くのからくり人形が復元された。



機巧図彙（からくりずい）

からくり人形の操作

からくり人形の操作は、糸で操る「糸からくり」と差し金等で遠隔操作する「離れからくり」がある。「あいつの差し金だ」という言葉は、この離れからくりに由来する。離れからくりでは乱杭渡り、綾渡りなどが有名で“どのように操作しているか？”と見物客に疑問を抱かせる。

からくり人形の操作（糸からくり）



三番叟

からくり人形の操作（離れからくり）



突き棒

差し金

山車からくり人形：乱杭渡り



一方、室内観賞用に座敷からくり人形では茶運び人形、弓曳き童子、文字書き人形等が代表的である。いずれもセミクジラの髭でできたぜんまいを動力源とし、木製のカムや歯車などの基本的な機械要素を巧みに使用し、精巧に動く姿はロボットのルーツを彷彿させる。

座敷からくり人形：茶運び人形



犬山からくりミュージアムでの実演

5. 生産システムへの展開

現在では、からくり人形に由来する「からくり改善」がさまざまな生産現場で応用され、生産性向上、環境負荷低減等の成果を上げている。動力は重力、浮力、磁力、弾性力など自然の法則に従うものが多く、創意工夫による簡単な機構、低コストが特徴である。

からくり改善事例（日経XTEC 2021.10.12 記事）



6. まとめ

日本が誇る祭礼「山車まつり」を5ゲン主義（現地、現物、現実、原理、原則）で確認することで多くの技術的・芸術的な知見が得られる。気楽な感覚で伝統のまつり探訪を楽しみたいものである。

< 自動車交通実態調査における業務作業計画書と製造物責任 >

伊藤 博 技術士（建設部門 総合技術監理）



1. はじめに

本文は、令和3年11月15日開催セミナー「安全設計とケーススタディ」（中部本部 活用促進委員会 PL実践研究小委員会 主催）で、筆者発表を基に文書化したものである。^{*1} 内容は、経験業務遂行における注文者（発注者）と請負者との間で生じたトラブルに関する問題であり、筆者が論考した。

トラブルは、調査業務計画書中の現地実施作業方法に関して、意見相違した。問題の中心は、**法令順守**と業務成果品**品質**のどちらを優先するか、またはそれらのバランスだった。他にも、**製造物責任**または**不法行為責任**に係わる問題もあった。その側面を主要な主旨として述べる。そして、問題の終局的根源は、市民・公衆の安全、健康（生命と身体の保全）、福利、財産、を損傷や損害から守ること、および業務作業者の**労働安全**でもあったので、それらについて述べる。

業務は、道路の**自動車交通実態調査**であった。課題・問題としては次の5つの側面があった。

① 成果品（調査業務報告書）の**品質**、② **契約順守**、③ **法令順守**、④ **労働安全**、⑤ **製造物責任**または**不法行為責任**。この内の⑤に関係するものとしては、成果品の**品質**でもある。

発生トラブルの経緯を示し、その問題について解説する。そして、5つの問題の内、④と⑤を中心とした論考と、成果品**品質**がなぜ**製造物責任**または**不法行為責任**になるのか、公共事業にも関わっていることについても、筆者私論の考えを述べる。

2. 業務内容およびトラブル発生とその経緯

業務は、ある道路の2つの地点を車で数回走行して、時間測定をはじめとする実態調査であった。それらの調査結果のデータを整理してまとめ、報告書（成果品）を作成する仕事である。その仕事の請負者（調査会社）が**業務計画書**を作成した。計画書提出は契約による必要であり、現場（野外で調査する現地）での作業方法も中に含まれている。

Aはその調査会社に勤めている、当業務を実施する中心的担当技術者である。作成された業務計画書を、注文者（公共団体である発注者であり、調査会社にとっては顧客）の担当技術者 B に提出した。ところが、計画書の中の一部を「修正、削除しなければ受け取れない」とされた。すなわち、調査実施する車両の走行速度を修正せよ、と B が言う。

往復4車線で重交通量、社会的重要な道路である。通行車両のほとんどが大型車、トレーラー車で、それらの走行速度は常時的に、80~100km/hを超えている。制限速度^{*2}はほとんどの区間が60km/hだが、その制限通りで走行すると、通行の大型車両などによりあおられ、追突事故の恐れがあり命も危ない。計画書では、「制限速度で走行することを原則とするか、交通の流れに合わなければ命に危険であれば、制限速度に近い速度にしつつもやむを得ず流れに従って走行する場合も、考える。」としていた。

Bの主張は「制限速度を守らなくても良いという意味になるので、計画書から削除せよ。」であった。Aは即ち「はい。」。請負者の責任者 C（計画書の作成者）は、「計画書のその部分は修正する必要は無い。そのまま提出しろ。」であった。トラブルは、計画書の現場実施方法の

中の調査自動車の走行方法、すなわち走行速度のことであった。その部分を直せと、それに対する抵抗であった。

3. 問題点

3.1 法令

調査に使用する自動車の走行速度を法令（制限速度）順守するかどうかの問題。公共の仕事では前提、当たり前のことだと、B の主張。対して、じゃ、事故発生で死傷者、資産の損傷や経済的損害があっても良いのかと、C は主張。そのうえ、C が作成した計画書では「制限速度を守らなくてもよい」とは一言も無い、かえって「制限速度で走行することを原則」などとした。

3.2 成果品の品質

大切な公共予算（国民の税金なども含む）を使用している以上、単に把握する為だけではない。道路の機能向上や安全性改良の為のデータでもある。制限速度順守では、2点間距離をそれで除算すれば、子供でもできる計算で結果が出る。実際走行調査も予算も必要が無いものとなる。

本当の実態が分からなければ、対策などが科学的でなくなる。結果としての成果品（調査報告書）の品質は、実態が反映されていなければならないのだ。教科書的であれば、現地調査無しで計算だけでねつ造できる。報告書には現場作業状況の証拠写真も必要だが、演技撮影で可能だ。

品質自体は極めて技術者倫理^{*3}そのものでもある。公衆の安全・健康・福利、確信のない業務を行わない、客観的かつ事実、公正・誠実、欺瞞的行為・恣意的処理・改ざん・ねつ造を行わない、などなどである。

3.3 契約

受注業務は金銭の授受を伴うので、契約は必須である。契約時当初の仕様書や金額表などだけではない。当初のものは必要最低限の大まかだけで、実際の具体では、計画書や命令的指示書、数時の甲乙（注文者甲と請負者乙の）打合せとその議事録、電話連絡等の記録書などがある。それらの内容の全て含めたものが契約内容である。

契約内容は、甲乙の約束で双方が守らなければならない。作業計画書の中身も、その通りに実施するという約束、すなわち契約である。約束破り（契約違反）は「ゲンマン、ハリセンボン飲ます」となる。契約を順守するかどうかの、問題となるのである。

3.4 労働安全衛生と事故対策

現場調査（外業）を伴い、供用している道路を実際に走行しながらなので、一般通行者の中での仕事となる。一般人の安全と共に、調査作業者の労働安全衛生^{*4}、ひいては労働安全衛生法とその関連法令^{*4}の問題ともなる。

3.5 製造物責任、不法行為責任

成果品の品質問題は、正確さの優劣さによって、その後の道路の安全性の良し悪しにも係わるので、一般社会に対する安全責任にも関わっている。広く捉えると製造物責任法（以下、PL法

と略す)^{※5}、さらには民法の不法行為責任^{※6}の問題にもなり得る。それらの法令の順守に関わることになる。かし(瑕疵)担保責任(契約不適合責任)^{※6}に係る問題もあるが、本論者では省略する。

3・6 課題・問題点の中での優先的重点

上記で説明した5つの問題点の中で、**C** (実は筆者)が最も重視したのは労働安全衛生であった。責任者としては、どれも大切で生半可ではない。ジレンマ、トリレンマどころか、多重葛藤だった。しかし、優劣順位が一番は労働安全衛生とした。「安全第一、品質第二、生産第三」や「安全は何よりも優先する」という標語もある。責任者・上司の立場上、何よりも部下の安全を優先した。

4. 製造物責任と公共事業

4・1 PL法の基本

製造物責任に関するPL法は、民法の不法行為責任(第709条～第724条の2)の別法としたものである(特則とも言う)。民法による訴訟では、被告(通常は加害者、製造者)の「**故意又は過失**」(民法第709条)を原告(通常は被害者)側が立証しなければならない。被告の**故意・過失**に当たる生産上のミスなどは、外部には決して公開しない社内秘密の壁に遮られる。PL法によれば、「**製造物の欠陥**」が被害の原因であるという立証だけで良い。

PL法は、製造物を使用・消費する国民、すなわち「被害者の保護」(PL法第1条)と救済が第一の目的である。高度経済成長の結果である大量製造大量消費時代を反映して、当初では大量生産物を想定していたらしい。だが、大量生産物だけではなく、製造物の定義は「『製造物』とは、**製造又は加工された動産**」(PL法第2条)として一般化された。

4・2 道路はPL法による製造物になり得るか(本節と次節が本論者の主旨かつ筆者の私論)

家庭用電気製品や自家用車などについては、簡単に良く理解できるが、社会基盤施設(=社会資本、公共施設、インフラストラクチャー、インフラとも略す)は難しい。インフラは、何といっても単品受注製造で、世界でたった一つの唯一無二の製品である。しかも、本文で挙げたのは道路であるので、**動産**かどうかは難題である。PL法では**不動産**の定義はない。道路は土地の一部だから**不動産**だという解釈になってしまうと、PL法は関係がなくなる(民法 第1編第4章 物第86条)^{※6}。自然材料をそのままに使用しただけでは**加工品**にはならない。しかし**人間の手が入れば加工**となり、唯一物であっても**製造物**となる。道路は、単なる土では無い。路体、路床、路盤、基層、表層などから成り立っているのが通常であり(図1)^{※7}、それぞれが人間の手が入った**加工材料**で成り立って、しかもそれぞれ各層毎に締め固められている。立派な**加工物**なのだ。よって、PL法の**対象物**であるのだと、筆者は考える。

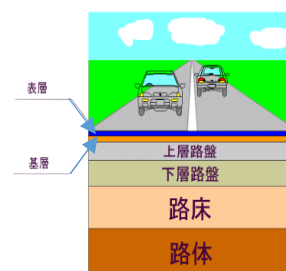


図1 一般的な舗装構造
基本的な道路の構造(www.douroas.com/00)^{※7}より)

4・3 調査者は製造物責任を負う

道路が製造物でPL法対象物であれば、挙げた交通実態調査の報告書（成果品）も改良などに関係が非常に深いので（前述 3・2）対象となる。道路の消費者とは道路使用者にほかならない。一般社会人である国民が消費者であるので、調査業務を実施する者も、**製造物責任者**とされる。

成果品の内容が、本当に交通の実態を反映されているかどうかが問題になる。安全で利便性高い道路になるかどうか、その品質にかかっているのだ。**製造物の責任を問われぬように仕事を**するということと、**立派な成果品報告書を作成する**ということは、同じことになる。

5. あとがき

筆者の経験の概要とその説明、筆者の考え方を述べた。批判や反対考えをする方も（PL実践研究小委員会には反対意見もみられた）いるだろう。それらは筆者の更なる学修の糧としたい。インフラ関係の仕事が、**製造物責任**とPL法との関わりがあるはずだという筆者の考えを、知って頂きたいと願う。

以上

参考文献

- 1 「自動車交通実態調査での業務作業計画書と製造物責任—調査作業における法令順守と製造物に通じる成果品質との葛藤—」 著 伊藤博、（公益社団法人日本技術者 中部本部 活用推進委員会 PL実践研究小委員会 主催 オンラインセミナー 安全設計とケーススタディ 第二部(2)講演PPT形式ファイル 2021年11月15日）
- 2 昭和三十五年政令第二百七十号 道路交通法施工例 第三章（最高速度）第十一条
- 3 技術士倫理綱領 公益社団法人日本技術士会（平成23年3月17日 理事会変更承認）、「技術士倫理綱領の解説」（平成23年5月10日 同会 倫理委員会）
- 4 労働安全衛生法 昭和四十七年六月八日 法律第五十七号、昭和四十七年政令第三百十八号 労働安全衛生法施行令、昭和四十七年労働省令第三十二号 労働安全衛生規則、など
- 5 平成六年法律第八十五号 製造物責任法
- 6 明治二十九年法律第八十九号 民法 第1編 第4章 物 第86条、第三編 債権 第二章 契約 第三節 第二款 売買の効力 第五百六十条から第五百七十八条、同編 第五章 不法行為 第七百九条から第七百二十四条、
- 7 「道路ができるまで 道路のしくみ」 Copyright © 2021 道路のしくみ All Rights Reserved. WordPress Luxeritas Theme is provided by “Thought is free”
（ <https://www.douroas.com/00/rosyou.shtml> ）

<登録グループ よろず科学技術相談所(‘よろず’)の活動状況>

‘よろず’ 代表 橋本 宗到 技術士(機械・総合技術監理)



1.はじめに(設立経緯)

「これからの日本の産業界においては、新技術の開発等でとりわけ地域の中小企業事業者様に対する専門家による支援が重要になってきます。そしてこの推進には、低い敷居で立ち寄り平易な対応を行う活動グループが求められていました。その観点でエネルギー問題、環境問題、新製品開発、新規材料開発、事故、災害、係争、トラブル、生産性向上支援訓練等などにも気軽に相談できることを主眼とした技術士相互協力によるグループ活動による課題解決と認知度向上を目的として2017年に設立されました。」

上記主旨にて発足4年間が経過したが7月には恒例の2回目の総会開催を実現できた。これは少しずつ成果がみられてきた証左と云える。

2.依頼案件の概要

当相談所の運営にあたっては営業活動が根幹であるが、これまでの地道なチラシの配布、所員の伝手、リピータがある。表2-1に最近の依頼案件の概要につき示す。トラブル事案、裁判事案、販売促進事案が見られる。コーディネータが顧客と対峙し、担当者を選任・アサインし複数対応を図ることを特徴としている。小さな事案であっても、結果報告を間接的にでも感謝されると本当にやってよかったと思う。これらの中で、とりわけ生産性向上支援事案は、東海4県の各ポリテクセンタへの応募事案である。

表2-1 依頼案件の概要

No.	顧客	所在県	依頼内容	担当	コーディネータ	結果	備考
1	F氏(女性)	静岡県	楽器不具合要因	H	H	報告書がキーとなり和解	完
2	弁護士	静岡県	乾燥機不具合	Y	Y	意見書作成(8/19)完	続
3			乾燥機不具合		H	所員希望なし	未着手
4	ポリテク岐阜	岐阜県	生産性向上支援訓練機関募集		H	支援機関登録認可	続
5	ポリテク中部	愛知県	同上		H	同上	続
6	ポリテク静岡	静岡県	同上		H	同上	続
7	ポリテク三重	三重県	同上		H	同上	続
8	中小企業	愛知県	コンクリート構造物長寿命化材販売		M	所員希望なし	未着手
9	S氏(女性)	静岡県	マンション騒音問題	M	H	中断-弁護士対応後の対応	未着手
10	ポリテク静岡・製造業	静岡県	品質管理基本	H	H	申請したが他社へ決定	完
11	ポリテク岐阜・製造業	岐阜県	事故を無くす安全衛生活動	A	H	同上	完
12	ポリテク静岡・製造業	富士市	ものづくりの仕事のしくみと生産性向上	H	H	同上	完
13	ポリテク静岡・製造業	静岡県	ものづくりの仕事のしくみと生産性向上	H	H	同上	完
14	ポリテク岐阜・製造業	岐阜県	品質管理実践	H	H	同上	完

3. 生産性向上支援訓練機関認可獲得活動

2018年12月、ポリテク愛知より中部本部を来訪され、訓練機関への応募要請があった。制約は法人に限定されることと法人としての訓練実績が不可欠なことが判明した。技術士としては個人としての実績は存在するが、‘よろず’は発足したてであり実績がなく応募を断念してきた。このようななか、所員の伝手で北陸T県よりスマート人材育成講座(ものづくり及び安全)を知り、三日間コースを二名で対応し実績が出来上がった。一方ポリテクの生産性向上支援訓練機関募集が毎年12月に行なわれることがわかり、2020年12月に東海四県各ポリテクへ応募した。

法人としての制約は躊躇されたが、‘よろず’として角印もあり、承認された。無論、T県での

訓練実績が使用された。表3-1に‘よろず’として応募した訓練カリキュラムを示す。‘ものづくり’として4件、‘品質管理手法’として2件、‘リスクマネジメント’として3件、そして‘ナレッジマネジメント’として2件の計11件を可能なカリキュラム要素とした。

表3-1 生産性向上訓練カリキュラムの要素（‘よろず’応募）

生産・業務プロセスの改善		
生産管理	生産・開発計画	ものづくりの仕事のしくみと生産性向上
	生産・開発計画	生産性分析と向上
	工程管理	生産性向上のための課題とラインバランス
	原価管理	原価管理とコストダウン
品質保証・管理	品質保証・管理手法	品質管理基本
	同上	品質管理実践
横断的課題		
組織マネジメント	リスクマネジメント	事故をなくす安全衛生活動
	同上	個人情報保護と情報管理
	同上	リスクマネジメントによる損失防止対策
	ナレッジマネジメント	知的財産権トラブルへの対応（1）
	同上	知的財産権トラブルへの対応（2）

2021年6月よりのポリテクからの具体的要請としては表2-1に示すように既に5件の実績を見た。要請企業の具体的なニーズに合わせカリキュラムをカスタマイズしたが厳しい状況となっている。競合機関が多いことが窺われた。

更に、2021年度に入って、コロナ禍下、双方向型オンライン講義としての機関募集が併せて行われ、これまでの中部本部の技術蓄積を踏まえ応募の結果、訓練機関として認可された。企業側もコロナ禍下での講習実施を躊躇していることが想定される中で、9月から来年3月までの具体的カリキュラムの獲得が期待される。又、レベルの高いかつ経験ある技術士が‘よろず’に入会し当分野でも活躍されることが望まれる。

4. ‘よろず’における主活動近況

‘よろず’のこれからの活動主事項として表4-1に示す。今後の活動として広報が不可欠であり、独自ホームページ（※）を5月から発注し8月に完成した。中部本部組織図の処とリンクすることで、一層の効果を期待したい。何としても生産性訓練機関カリキュラム実績を積み、次年度応募に繋げて行きたい。これからの正念場である。又、地道な継続研鑽を踏まえ差別化・差異化し得るトラブル対応、鑑定対応に生かして行きたい。来月より鑑定に関する勉強会を実施する予定である。

表4-1 よろずにおける主活動近況

目標	具体化	数値目標
○教室		
・損保・裁判所・弁護士会系 ・産業振興・商工会系 ・ホームページ(HP)の創設 ・新規会員の加入働きかけ	独自HPによる広報 (9月)	定例会 : 1回/月 総会 : 1回/年
○鑑定事例研究会		
車火災事故・建築・土木・IT・電気・機械・化学・鉄鋼・金属トラブル事故等	'法工学入門'	事案獲得 : 1件/人
○モノづくり講習会冊子作成	'車ができるまで'	

登録グループ相互協力への入退会は年間を通して可能であり、入会をお待ちしております。現在の会員数は21名。定例会は和気あいあいとした雰囲気の中、活発な意見交換が行われ熱意が感じられます。(2021年9月投稿)

(※): よろず科学技術相談所ホームページ <https://yorozukagaku.com/index.html>

＜ A 社の薬剤製造工程に起因する健康被害について ＞

家入 善彦 技術士（機械）



1. はじめに

今回、本稿で取り上げた A 社の薬剤製造工程に起因する健康被害事案の直接の原因は 2020 年 6 月に発生した夜勤作業員による薬剤取り違い混入事故である。

その結果として、被害者（死亡者含む）が多数発生するという、事実上の「製造上の欠陥製品事故」に至ったと考えられる。新聞記事を読んで「この作業員は、なぜ単純な原料取り違いミスを犯してしまったのか？」という、製造物責任（以下、PL と略す）上の素朴な疑問が、本事例に興味を持つ契機になった。

2. 用語の定義

- ・ イトラコナゾール；イトラコナゾール錠 50 mg（飲む水虫薬）
- ・ リルマザホン；リルマザホン塩酸塩水和物（睡眠薬）
- ・ 自主回収；自主回収はクラスⅠ～Ⅲに分類されている。クラスⅠは製品の使用などが重篤な健康被害または死亡の原因となり得る状況に相当する。
- ・ GMP；このテキストでは GMP 省令の略称、正式名称は「医薬品及び医薬部外品の製造管理及び品質管理の基準に関する省令」
- ・ 承認書等；製造業者は、GMP 省令に基づき、承認書、或いは製造指図書など（以下、承認書等と略）を作成し、製造部門はこれに従った製造をおこなわなければならない。
- ・ 現場フロー；作業員がイトラコナゾールを製造する際に参照していた A 社独自の文書。承認書等と異なる製造方法が記載されている。文書の保存期限等の決まりはなく、いわゆる「裏マニュアル」としての位置づけと考えられる。
- ・ 特別調査委員会；事案の発生を受けて、A 社は外部有識者による特別調査委員会を設置することを決定し、2020 年 12 月 17 日に公表した。

3. 事故の概要

3.1. 2020 年 9 月末～12 月初めの間に A 社から出荷されたイトラコナゾールにリルマザホンが混入し、多数の健康被害が発生。

3.2. A 社は当該製品の使用停止と自主回収を公表するとともに、関係各所（水虫薬の共同販売元 M 社、厚労省）に連絡した。F 県（同社の本社所在地）には回収分類をクラスⅠとする自主回収を行うことを報告。

3.3. 回収に至る経緯

2020 年 11 月 24 日以降、A 社には「問題の水虫薬」を服用した患者に様々な症例が発生し続けているという情報が続々と寄せられた。同年 12 月 3 日迄の報告件数は次の通り

表1-健康被害発生情報(一部を抜粋)

報告日	報告数	概要
11/24	1例	東北地方のB公立病院にて副作用事例
12/2	1	イトラコナゾールを服用した患者に「めまい、ふらつき」症状が出た。
12/3	6	C病院にて、イトラコナゾールを服用した患者に副作用症例が6例発生

4. 原因の究明

4.1. イトラコナゾールにリルマザホンが混入するに至った経緯

混入事故は、2020年6月24日に実施されたロット番号ABC123（仮称、以下同）の製造工程で発生した。具体的には、後混合工程（調整工程のサブ工程）において、イトラコナゾールを投入すべきところ（実は、この作業自体がGMPで規定された正式な作業手順と齟齬する作業だった）、作業者が誤ってリルマザホンを投入してしまった。（当該の工程において、リルマザホンが誤って投入された事が現場フローに記録されていた）。

4.2. 混入を防止する仕組みの機能不全

一般論として、薬剤製造工程の品質管理は非常に複雑であると言われているが、そもそも、なぜその当時の担当作業者はイトラコナゾールとリルマザホンを取り違えてしまったのか？端的に言うと、取り違えを防止するために以下のような様々なリスク低減対策が決められていたが、それらはいずれも十分に機能しなかったためであると考えられる。

4.2.1. 識別管理対策の不順守

端数原材料保管室では容器の形状、容器表面のシール添付など、リスク低減のための基本的な識別管理対策は決められていた。この手順が普通に守られれば原料取り違えの未然防止上、十分有効であると思われる。

4.2.2. ダブルチェックの不備

A社の承認書等では、「秤量時にはダブルチェックを実施しなければならない」とされているが、ロット番号ABC123の後混合工程において規定通りの作業を行った証拠はない。

4.2.3. 品質管理部におけるイトラコナゾールの品質管理上の問題点

イトラコナゾールのロット番号ABC123に対して行われた、初回試験の液体クロマトグラフィー試験（クロマトグラフィー試験とは、物質に含まれる成分を成分ごとに分析し、成分の種類や量を解析する試験）結果において、他のイトラコナゾールでは見られない異常（不純物のピークの存在）が確認されていた。

しかし、A社の本事業発生時の当該事業所の品質管理部では、試験でロットアウトを出してはならないという雰囲気があり、納期が品質に優先した。その結果として、初回試験で規格外の結果が出た場合には、上司は試験室エラーとして再試験を実施する旨の指示を出していた。

最終的に、ロット番号ABC123は「問題なし」として、市場に流出してしまった。

4.3. イトラコナゾールへの睡眠剤混入が発生した当時の A 社幹部の認識について

2021 年 5 月 1 日付で（引責）辞任するまで A 社の社長だった Z 社長は、2020 年度以降行われた特別調査委員会によるヒヤリングに対して、「2002 年の薬事法改正以前は、いわゆる研究室段階で承認を取得し得たが、法改正を機に実製造スケールに拡大した後も整合性を確保する必要が出て来た。しかし、その要求を満たそうとすると矛盾が生じてうまくゆかないことが度々生じ、それらの矛盾を解決する過程で、承認書等と齟齬する製造方法を採用せざるを得なくなることもあった」という主旨の認識を認めている。

2002 年の時点で問題の抜本的な解決を選ばず、「製造実態に即した齟齬解消対策は、事後的・段階的に取り組む（問題解決の先送り）」としたことで、今回の健康被害案件の底流となる深刻なリスクを抱えこむターニングポイントになったと言える。

5. 原因の特定：今回の健康被害発生に至った原因を以下の表 2 にまとめる。

表 2-健康被害発生原因のまとめ

問題点	何故 1	何故 2	関連性
製造工程における原料取り違いミス発生	二人で行うべき作業手順の不順守	現場フローに基づく作業	「表と裏」のルール併存を黙認する組織風土。欠陥製品は組織の土壌を正確に反映する。A 社の品質管理能力レベル以上の製品は生まれない
検査工程での欠陥製品流出の見逃し	組織化された正常性バイアス	安全より納期を優先	
正規の製造法と齟齬する製造法の黙認	「課題の徹底解決の先送り」とした 2002 年時点での経営判断	リスクマネジメントという大局的視点の欠如	
慢性的な高リスク体質(品質管理上の脆弱性)に加えて、2020 年 1 月の子会社化という A 社の急激な体制変更が重なったことが、変更管理上の刺激となり、同年 6 月の健康被害発生に至ったといえる。			

6. 改善の提案

6.1. 経営層には、「戦略、組織、人材」に関する長期的な視点が求められる。

経営者の使命は「企業の存続」である。現在、PL 問題は企業の CSR に深く関わる経営戦略上の重要テーマとなって来た。A 社にも本事案発生後に 100 日間以上の業務停止命令という重い行政処分が出されている。企業が生き残るためには、経営者自らも常に自己研鑽し、情勢変化を先取りする姿勢が求められる。

6.2. 外部の目を入れる

- ・ 内向きの企業風土の下では、矛盾や問題点があっても、内部監査などで真の問題点を指摘し、改善することは非常に難しい。
- ・ 技術専門家としての技術士には製造工程や文書管理の AI 化など、様々な分野で支援できる機会があるのではないか

7. あとがき

本稿は、2021年11月15日開催セミナー「安全設計とケーススタディ」（中部本部 活用促進委員会 PL実践研究小委員会 主催）で発表した内容を一部再編集したものである。

情報保護が厳しく叫ばれる昨今にあって、出来事の経緯に関する詳細且つ正確な調査報告書をご公表頂いた特別調査委員会様並びに関係各位に、心から敬意と謝意を表す。

以上

参考資料

・特別調査委員会；調査結果報告書（概要版）

（21/7/25 現在の公開 URL から入手。URL の固有名称は、情報保護の観点から省略）

・中日新聞記事；

①2018年9月29日、P30 ②2021年7月3日、P8 ③2021年7月15日、P7

＜愛知県内町村災害支援活動(試行)について＞

愛知県支部防災委員長 庄村 昌明 技術士（建設・上下水道）



1.はじめに

近年、地球温暖化の影響により、ゲリラ豪雨が頻発し、日本各地で豪雨災害が発生しています。また、これまでには東日本大震災のような地震災害も発生し、東海地方に甚大な被害が予想される南海トラフ地震も懸念されており、それら災害に対する備えも必要となっています。静岡県支部では、以前から静岡市や牧之原市と災害時における支援に関する協定の締結や「静岡県災害対策士業連絡会」への所属により、災害時において豊富な経験と高度な知識を有する技術士が専門的な立場からの助言等を行う取り組みを進めています。

愛知県支部防災委員会においても、技術士としての災害時支援活動に関する検討を進めており、その試行として実施している愛知県内の町村災害支援に関する取り組みについて報告します。

2.これまでの経緯

現在、愛知県内には市を除く町村は 16 自治体ありますが、人口減少・予算縮減などにより職員が削減され、技術職員がいない町村も増えつつあります。そのような自治体を中心に、災害発生時において技術士として対応できる方法や内容などを検討しました。まず、愛知県内の町村を対象に、技術者に関するアンケートやヒアリングを実施し、状況やニーズを把握しました。また、災害発生時における支援をするためには、日常からそれらのできる関係性を構築することも重要と考え、希望する町村に対して、講習会開催や日常時における助言等支援などを試行的に実施しました。これまでの活動経緯を以下に示します。

表 1 愛知県町村支援活動に関する経緯

2018年（H30）	・愛知県内町村（16 町村）災害支援に関するアンケート調査（11 月）
2019年（R1）	・愛知県内町村（6 町村）：担当部局に訪問、意向ヒアリング（7～10 月） ※支援の意向がある町村：武豊町、南知多町、東栄町 ・武豊町：町長と面談、土木課との打ち合わせ（12/9） ・南知多町：建設課との打ち合わせ（12/20）
2020年（R2）	・南知多町：公共施設の復旧に関する技術アドバイザー活動（11/12） ・武豊町：「災害復旧のための測量技術習得講座」（11/24）
2021年（R3）	・南知多町：橋梁の適切な維持管理に関する支援（7/16、7/20）

3.具体的な活動内容

(1) アンケート調査及びヒアリング

愛知県内の 16 町村に郵送にてアンケート調査を実施しました。内容は技術系職員数や被災時における技術的な支援の有無、技術士による支援希望の意向などを確認しました。

アンケート結果を踏まえ、6 町村を訪問し、技術士による支援活動のニーズや内容、支援の意向等ヒアリングを行い、3 町を対象に試行的な支援活動を進めることとしました。

(2) 武豊町訪問（靱山町長との面談）

2019年12月9日、防災委員3名が武豊町を訪問し、靱山町長と面談しました。そして、支援事業の試行に関する主旨等説明を行い、災害時における技術士の支援活動について理解を示して頂くとともに、今回の試行的取り組みについても、快く受け入れて頂きました。

また、同日に土木課長をはじめとする職員と具体的な支援に関して打合せをしましたが、その後の新型コロナウイルス感染発生により、当面の間、活動は中断しました。



写真1 靱山町長との面談

(3) 公共施設の復旧に関する技術アドバイザー活動（南知多町）

2020年11月12日、防災委員2名が南知多町役場を訪問し、公共施設に対する技術支援として、「①土砂崩れにより通行止めとなった離島にある町道の復旧について」、「②洗掘された防波堤の復旧方法について」のアドバイスを行いました。

(4) 災害復旧のための測量技術習得講座（武豊町）

2020年11月24日、武豊町役場にて、「災害復旧のための測量技術習得講座」として、ポール横断測量についての講習を実施しました。講師は防災委員2名で担当し、受講者は若手職員14名で、測量に関する座学と野外における実習を行いました。



写真2 座学講座



写真3 野外実習

(5) 橋梁維持管理に関する支援（南知多町）

南知多町で実施した橋梁点検の結果を踏まえ、今後の適切な維持管理を実施するための助言を行うものです。2021年7月16日に、防災委員2名と南知多町建設課担当2名で打合せを行いました。また、7月20日には橋梁現場にて立ち会いながら技術的な助言を行いました。



写真4 維持管理に関する助言

4.今後の予定

令和4年には、武豊町と南知多町の2町合同で、以下の講習会を予定しています。

「アスファルト舗装に関する講習」、「コンクリートに関する基礎的な講習」

引き続き町村支援に関する試行的な活動を行いながら、技術士として災害時における支援に関する検討を進め、技術士が役立てる仕組みづくりを進めてまいります。

<静岡県支部の紹介と活動方針>

支部長 加藤信之 技術士（電気電子）



1.はじめに

みなさんこんにちは。2021年7月より静岡県支部の支部長になりました加藤と申します。技術士としてはまだまだ経験が浅いですが、皆様のお役に立てるよう頑張っていきます。今後ともよろしくお願いいたします。

さて、静岡県の特徴として、その立地上、以前から、地震が多い、災害が多い等といわれてきました。特に、地震については県内各地で従来から地震避難訓練など盛んに行われています。昨今では熱海土石流災害など、集中豪雨による災害も増加しています。静岡県支部としても、社会に貢献すべく、積極的に災害支援活動に携わっていきます。

また、コロナウイルス感染拡大に伴い、従来から実施している対面式のイベントも制限視されていますが、県支部として積極的にウェブでの会議やセミナーを開催しています。コロナウイルス感染拡大に負けないよう技術士会活動を盛り上げていきます。

2.静岡県支部の活動方針

① イベントなどをウェブ形式へ転換

コロナウイルス感染拡大を機に、CPD イベント等の技術士会活動をウェブ形式に転換します。さすがにウェブ形式は飽きてきた感がありますが、安全に開催できる日までは継続予定です。これにより日本全国から参加頂けるようになり、より技術士活動をアピールできるようになりました。

また、県支部のホームページも改善し、より検索しやすく、皆様の役に立つものにします。

② 地域貢献活動の充実

・防災への取り組み

熱海土石流災害の被害者相談や、地震防災教育などに積極的に参加します。詳細は本紙にて紹介していますので、ご参照ください。

・テクノロジーカフェ

一般の方々には難解な技術をわかりやすく説明するイベントを隔月で実施しています。発表者は技術士会会員が実施します。普段の発表とは違い、一般の方々にわかりやすくかみ砕いて説明するのは、発表者にとってもよい勉強の機会となっています。

・理科支援活動

県内および県外の小学校理科授業の支援をします。理科の実験（電気、土木など）がメインです。コロナウイルス感染拡大でしばらく停止していましたが再開し始めました。

・浙江省との技術交流

浙江省科学技術人材交流センター（日本語仮名称）とは10年以上提携関係があり、静岡⇄浙江省間で技術交流があります。2022年は静岡県と浙江省の友好関係40周年の節目の年であり、歓迎イベント開催が期待できます。

<事務局さんぼみち>

山口正隆、松田あゆみ



昨年末、しばらく落ち着いていた新型コロナ感染拡大の動向は、オミクロン変異株が国内感染第6波として直面し、今後さらに予断を許さない状況です。この状況下、日本技術士会寺井会長は「年頭所感」で、①SDGsと技術士の社会的使命、②技術士継続研鑽の意義を述べられました。多様な専門領域の技術力を発揮するプラットフォーム機能構築の重要性や技術士の資質向上責務を公的に確認する新しい仕組みを構築し、技術士の知名度向上と資格活用の推進を図るための強い決意が感じられます。

今年の干支は、「壬寅（みずのえ寅）：60種の干支39番目」で、「厳しい冬を乗り越えて、新しいステージに向かう準備段階にあたる年」です。また寅年の中でも2022年は、36年に1度しか巡ってこない、「五黄の寅（ごおうのとら）にあたり、この年に生まれた人は、「生まれながらリーダーの素養を持ち、周りを圧倒させるほどの強いパワーを秘めている」との事です。エネルギーを蓄え、「母虎（やさしいとら）」の特徴もある期待の1年です。

過去の寅年に、どのような出来事が起きていたのかを現代日本の礎となった幕末から明治、大正、昭和、平成にかけて調べてみました。

【寅年での過去の出来事】

1854年(嘉永7年)	江戸幕府と米国が日米和親条約締結	
1866年(慶応2年)	薩長同盟締結、徳川慶喜15代将軍	
1890年(明治23年)	第1回帝国議会、第1回衆議院選挙	大日本帝国憲法施行
1914年(大正3年)	第1次世界大戦勃発 日本がドイツに宣戦布告	日本初オリンピック選手、金栗四三氏 足袋を履き世界記録樹立
1926年(大正15年)	昭和天皇即位（昭和に改元）	NHK設立、十勝岳大噴火
1950年(昭和25年)	朝鮮戦争勃発	第1回さっぽろ雪まつり開催
1962年(昭和37年)	アメリカ初有人地球周回飛行	ビートルズデビュー、東京タワー完成
1974年(昭和49年)	小野田少尉帰国、佐藤栄作ノーベル 平和賞を受賞	気象庁「アメダス」運用開始
1986年(昭和61年)	NASAスペースシャトル爆発事故	世界初レンズ付カメラ「写るんです」
1998年(平成10年)	長野オリンピック、FIFA初出場	日本初火星探査機「のぞみ」打上成功
2010年(平成22年)	北朝鮮で金正恩氏後継者に指名	惑星探査機「はやぶさ」帰還

ここ数年は、国内外に明るい話題が少なかったように思われます。今年は新たな展開になるよう心がけていきたいと考えています。



これからも統括本部の活動動向を伝え、地域本部の活性化を図るよう、諸問題の解決に取り組んでいきます。皆様方のご支援、ご指導、ご鞭撻を宜しくお願い致します。



【前期の主な予定】

- ・中部本部講演会 5月28日(土) 夏季講演会 9月3日(土) 秋季講演会
(ウインク愛知) (ウインク愛知予定)

<定時総会・年次大会>

統括本部定時総会： 6月15日(木) (東京)

年次大会： 中部本部 7月23日(土) (ウインク愛知小ホール)

岐阜県支部 5月14日(土) 静岡県支部 6月4日(土)

愛知県支部 6月11日(土) 三重県支部 6月18日(土)

<技術士二次試験> 7月17日(日)、18日(月)

<技術士全国大会(近畿・奈良) 10月28日(金)～31日(月)

詳細はホームページ等を参照して下さい。 <http://chubu-ipej.sakura.ne.jp/>

訃報

中村 央 (なかむら ひろし) さん (生物工学 総合技術監理) 静岡県支部所属

2022年1月9日 61歳

中村様には、中部本部において試験業務支援委員会、研修委員会でご活躍いただきました。

ここに謹んでご冥福をお祈りいたします。



共栄テクニカ株式会社

〒509-0125 岐阜県各務原市鵜沼南町6丁目 201 番地
TEL 058-384-6550 FAX 058-370-1996

<http://www.kyoeitec.co.jp/company.html>

私たちは技術に関するお手伝いをさせていただきます

得意分野は実験機・試験機・検査機に関する、開発・設計・製作・メンテナンスです
(技術者は、機械・電気・電子・ソフト分野の担当者が当たります)

玉野総合コンサルタント株式会社

～ 権威ある成果 品位ある行動 ～

私たち玉野総合コンサルタント株式会社の社訓である「権威ある成果 品位ある行動」は、そうした仕事への姿勢とともに、社員一人ひとりが社会人として気高さや上品さを持ち行動することを示しています。

日本技術士会 会員：171名

技術士登録者数

部 門	人数
総合技術監理	35
建 設	161
上下水道	12
衛生工学	2
農 業	3
森 林	1
情報工学	1
応用理学	7
環 境	9
合 計	231



人・街・自然・いきいき

中日本建設コンサルタント株式会社

Nakanihon Engineering Consultants Co.,Ltd.



業務内容：道路・河川・鉄道等公共事業全般
上水道・下水道・工業用水道
廃棄物処理・廃水処理

代表取締役社長 上田 直和

本社 〒460-0003 名古屋市中区錦一丁目8番6号

TEL(052)232-6032 FAX(052)221-7827

URL <http://www.nakanihon.co.jp/>

New Amenity Creation

かたちを超える「もの」づくり

ソーシャルデザイン(環境・防災)
プロダクトデザイン
グラフィックデザイン
WEBデザイン
イベント企画・運営



株式会社 ナックプランニング
代表取締役 山田厚志(建設部門・総合技術監理部門)

〒454-0962 名古屋市中川区戸田三丁目1311番地 LIFAビル2F
TEL 052-309-7955 FAX 052-301-7982
E-mail nac-planning@nifty.com URL <http://nac.c.ooco.jp/>



日本工営株式会社 名古屋支店

～ 誠意をもってことにあたり、
技術を軸に社会に貢献する ～

私たち日本工営グループは、「安全・安心な社会基盤の整備と豊かな生活空間づくりに価値あるサービスを提供し未来を拓く」というビジョンに基づき、グローバルなコンサルティング&エンジニアリングファームへと進化を続けてまいります。

名古屋支店長 鈴木 滋

〒460-0006 名古屋市中区葵1-20-22 セントラル名古屋葵ビル10階・9階
TEL : 052-559-7300 FAX : 052-939-3470



八千代エンジニアリング株式会社

代表取締役社長 出水重光
執行役員 支店長 津田光則

名古屋支店 〒460-0004 名古屋市中区新栄町2-9 スカイオアシス栄
電話 : 052-950-2150 FAX : 052-950-2151

☆中部本部では、協賛いただける企業・団体を募集しております。協賛の申込みにあたっては、中部本部へご連絡いただくか、ホームページ「協賛団体募集要項」をご確認ください。

<http://chubu-ipej.sakura.ne.jp/>

広告以外に下記4社からも賛助会員として協賛していただいています。

株式会社5Doors'
株式会社建設技術研究所中部支社
中部エレクトロニクス振興会
株式会社ヒラテ技研

編集後記

前号の第8号に引き続き今回の第9号についても編集担当として携わらせて頂きました。今回は、過去の講演会等において発表していただいたものをあらためて特集としてまとめたものとなります。私自身もいろいろな講演会等に参加しているつもりでは有りますが、今回このような形でまとめ上げたことにより、聞き逃していた発表の多さにあらためて気付かされることになりました。皆様に今後もこの広報誌をご活用していただけるよう、面白い特集を企画していきたいと思っておりますのでよろしくお願いいたします。

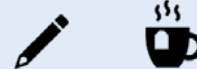
(編集委員：小島 茂樹 記)

編集委員として、原稿の執筆を投稿者をお願いし、早く寄稿を了解いただき、原稿を「ちゅうぶ」の様式に整形するという、機械的、AI代替可能な仕事でかわりました。広報誌全体を眺めさせていただくと、その圧倒的な話題の豊富さと内容の厚みに、あらためて気が付きました。しかも「ちゅうぶ」は、オンラインでいつでもタダで読むことができます。この貴重な知的資源を、技術士をはじめ社会で活用していただけるよう、編集作業にたずさわらせていただきます。

(編集委員：西本 テツオ 記)

今回は講演会での発表を特集した広報誌となりました。多くの方々に投稿して頂き、ありがとうございました。投稿記事を拝読して、多種にわたる技術士の方々が色々な分野で課題解決に努力と活躍されていることを改めて思い知りました。コロナ禍でまだまだ行動を制限され、テレワークを推奨される現状です。このような社会環境の変化にいち早く順応して、問題を解決することが技術士に求められていると思います。今後とも、よろしくお願いいたします。

(編集委員：武田 晃 記)



技術士“ちゅうぶ”では、会員の皆様からの投稿記事を随時受け付けております。投稿をご希望の方は、広報委員あるいは中部本部事務局（メール受付）までお気軽にご連絡ください。

中部本部 広報委員会委員

委員長 岡井 政彦（電気電子）

副委員長 栗本 和明（建設/総合） 高木 智（建設/総合）

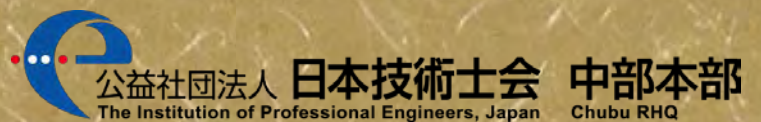
委員 西方 伸広（機械） 井上 正喜（機械/総合） ○武田 晃（建設）

○小島 茂樹（建設） ○西本 テツオ（建設/衛生工学/農業/応用理学/環境/総合）

中山 久仁厚（電気電子/総合）

（○：第9号編集担当者）

技術士 “ちゅうぶ” 2022年3月 第9号



〒450-0002

名古屋市中村区名駅五丁目4番14号花車ビル北館6階

TEL (052) 571-7801 FAX (052) 533-1305

URL <http://chubu-ipej.sakura.ne.jp/>

E-mail : g-chubu@asahi-net.email.ne.jp

発行責任者 平田賢太郎