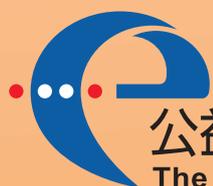


技術士 PE

IPEJ Journal 2025. 1

特別企画

- ・会長対談 「「気持ちの解きほぐし」からのイノベーション」
- ・知られざる技術分野特集



公益社団法人 日本技術士会
The Institution of Professional Engineers, Japan

《 技術士倫理綱領 》

技術士は、科学技術の利用が社会や環境に重大な影響を与えることを十分に認識し、業務の履行を通して安全で持続可能な社会の実現など、公益の確保に貢献する。

技術士は、広く信頼を得てその使命を全うするため、本倫理綱領を遵守し、品位の向上と技術の研鑽に努め、多角的・国際的な視点に立ちつつ、公正・誠実を旨として自律的に行動する。

(安全・健康・福利の優先)

1. 技術士は、公衆の安全、健康及び福利を最優先する。

- (1) 技術士は、業務において、公衆の安全、健康及び福利を守ることを最優先に対処する。
- (2) 技術士は、業務の履行が公衆の安全、健康や福利を損なう可能性がある場合には、適切にリスクを評価し、履行の妥当性を客観的に検証する。
- (3) 技術士は、業務の履行により公衆の安全、健康や福利が損なわれると判断した場合には、関係者に代替案を提案し、適切な解決を図る。

(持続可能な社会の実現)

2. 技術士は、地球環境の保全等、将来世代にわたって持続可能な社会の実現に貢献する。

- (1) 技術士は、持続可能な社会の実現に向けて解決すべき環境・経済・社会の諸課題に積極的に取り組む。
- (2) 技術士は、業務の履行が環境・経済・社会に与える負の影響を可能な限り低減する。

(信用の保持)

3. 技術士は、品位の向上、信用の保持に努め、専門職にふさわしく行動する。

- (1) 技術士は、技術士全体の信用や名誉を傷つけることのないよう、自覚して行動する。
- (2) 技術士は、業務において、欺瞞的、恣意的な行為をしない。
- (3) 技術士は、利害関係者との間で契約に基づく報酬以外の利益を授受しない。

(有能性の重視)

4. 技術士は、自分や協業者の力量が及ぶ範囲で確信の持てる業務に携わる。

- (1) 技術士は、その名称を表示するときは、登録を受けた技術部門を明示する。
- (2) 技術士は、いかなる業務でも、事前に必要な調査、学習、研究を行う。
- (3) 技術士は、業務の履行に必要な場合、適切な力量を有する他の技術士や専門家の助力・協業を求める。

(真実性の確保)

5. 技術士は、報告、説明又は発表を、客観的で事実に基づいた情報を用いて行う。

- (1) 技術士は、雇用者又は依頼者に対して、業務の実施内容・結果を的確に説明する。
- (2) 技術士は、論文、報告書、発表等で成果を報告する際に、捏造・改ざん・盗用や誇張した表現等をしない。
- (3) 技術士は、技術的な問題の議論に際し、専門的な見識の範囲で適切に意見を表明する。

(公正かつ誠実な履行)

6. 技術士は、公正な分析と判断に基づき、託された業務を誠実に履行する。

- (1) 技術士は、履行している業務の目的、計画、進捗、想定される結果等について、適宜説明するとともに応分の責任をもつ。
- (2) 技術士は、業務の履行に当たり、法令はもとより、契約事項、組織内規則を遵守する。
- (3) 技術士は、業務の履行において予想される利益相反の事態については、回避に努めるとともに、関係者にその情報を開示、説明する。

(秘密情報の保護)

7. 技術士は、業務上知り得た秘密情報を適切に管理し、定められた範囲でのみ使用する。

- (1) 技術士は、業務上知り得た秘密情報を、漏洩や改ざん等が生じないように、適切に管理する。
- (2) 技術士は、これらの秘密情報を法令及び契約に定められた範囲でのみ使用し、正当な理由なく開示又は転用しない。

(法令等の遵守)

8. 技術士は、業務に関わる国・地域の法令等を遵守し、文化を尊重する。

- (1) 技術士は、業務に関わる国・地域の法令や各種基準・規格、及び国際条約や議定書、国際規格等を遵守する。
- (2) 技術士は、業務に関わる国・地域の社会慣行、生活様式、宗教等の文化を尊重する。

(相互の尊重)

9. 技術士は、業務上の関係者と相互に信頼し、相手の立場を尊重して協力する。

- (1) 技術士は、共に働く者の安全、健康及び人権を守り、多様性を尊重する。
- (2) 技術士は、公正かつ自由な競争の維持に努める。
- (3) 技術士は、他の技術士又は技術者の名誉を傷つけ、業務上の権利を侵害したり、業務を妨げたりしない。

(継続研鑽と人材育成)

10. 技術士は、専門分野の力量及び技術と社会が接する領域の知識を常に高めるとともに、人材育成に努める。

- (1) 技術士は、常に新しい情報に接し、専門分野に係る知識、及び資質能力を向上させる。
- (2) 技術士は、専門分野以外の領域に対する理解を深め、専門分野の拡張、視野の拡大を図る。
- (3) 技術士は、社会に貢献する技術者の育成に努める。

年頭所感	黒崎靖介	3
■会長対談「気持ちの解きほぐし」からのイノベーション」		4
GUEST：公益社団法人 土木学会 会長 佐々木 葉		
■「知られざる技術分野特集」		
知られざる技術分野	枝村正芳・武井 遼・村田裕子・對馬一昭	10
世界の高速鉄道用シンプル架線の比較	島田健夫三	14
卵殻膜由来のリサイクル繊維「ovoveil」	古賀啓太	18
湿度計測の世界－露点計測技術とその応用	橋本英樹	22
日本の植物防疫	津野賢一	26
人造米の製品化技術と未来技術展望	江本三男	30
魚の加工残滓から可食部を取り出し歩留を向上させる設備について	林 英一	34
「アート」「感性」を支える技術	長嶋洋一	38
地方だってできる！ものづくりへの挑戦	久保 元	42
●会合・行事予定		46
●お知らせ		49
●IPEJ NEWS		49
●編集室から		54

New Year Address	<i>KUROSAKI Yasusuke</i>	3
■ Special Interview		4
GUEST Japan Society of Civil Engineers SASAKI Yoh		
■ Special issue for unknown technological fields		
Unknown technological fields		
<i>EDAMURA Masayoshi TAKEI Ryo MURATA Yuko TSUSHIMA Kazuaki</i>		10
Comparison of simple overhead contact line for highspeed railways with overseas	<i>SHIMADA Takefumi</i>	14
Recycled fiber "ovoveil" derived from eggshell membrane	<i>KOGA Keita</i>	18
Humidity measurement - Dew point measurement technology and its applications	<i>HASHIMOTO Hideki</i>	22
Japan's plant protection	<i>TSUNO Kenichi</i>	26
Artificial rice commercialization technology and future technology outlook	<i>EMOTO Mitsuo</i>	30
Deboning Separator for Removing Edible Parts from Fish Residues to Improve Yield.	<i>HAYASHI Eiichi</i>	34
Technology supporting "Art" and "Sensibility"	<i>NAGASHIMA Yoichi</i>	38
The challenge of manufacturing - Achievable even in rural areas -	<i>KUBO Hajime</i>	42
● Schedule of Events		46
● Notice		49
● IPEJ NEWS		49
● From the Editor		54

年頭所感

New Year Address

新年明けましておめでとうございます。

公益社団法人 日本技術士会会員の皆さまに謹んで新年のお慶びを申し上げますとともに、平素よりの本会事業運営へのご理解とご協力に厚く御礼申し上げます。新たな年を迎えるにあたり、年頭のご挨拶を述べさせていただきます。

昨年、我が国は元旦の能登半島地震にはじまり、宮崎県日向灘沖地震や、台風による気象災害など多くの自然災害に見舞われました。国外においてもアジアでの台風ヤギ、米国南部でのハリケーン、スペインでの記録的降雨などがそれぞれ深刻な気象災害を引き起こし、さらに各地での記録的な夏の高温が多様な被害をもたらしました。社会情勢に目を転じれば、ロシアによるウクライナ侵攻はいまだに終息せず、2023年にはじまった中東での紛争はさらに地域を拡大しています。また我が国を含む複数の国で、重要な国政選挙が行われる一方政治的な混乱が生じた年でもありました。

歴史を紐解くまでもなく昨年が必ずしも特異的な年であったわけではありません。世界各地で災害や社会変動は毎年のように発生し、新たな技術の社会実装によって市民生活に急激な変化が生じるのもまた日常的なことです。本年も、さまざまな社会の変化がおとずれ、これとともに私たちが日常的に直面する技術課題もめまぐるしく変化するに違いありません。時にはネガティブに思える時代の流れに対応しつつも、私たち技術士が技術者としての普遍的な価値を追い求めていくためには、技術の研鑽に加え、広く人文・社会科学の分野にも視野を広げていくことが必要になります。昨年お書かせていただきましたが、会員の皆様はCPDを通じて「総合知」を鍛え、加えてその活動

黒崎 靖介

KUROSAKI Yasusuke



公益社団法人 日本技術士会 会長

技術士（建設／環境／総合技術監理部門）

日本工営（株） 代表取締役 専務執行役員

を証明できるように実績を技術士登録簿に記載していただくことを改めてお願いしたいと思います。

さて、本会では本年新たな取り組みをいくつか予定しています。その一つがIPD（Initial Professional Development 初期専門能力開発）への取り組みです。昨年7月に「IPD懇談会のまとめ」において「IPDシステムの立ち上げにあたっては、日本技術士会が主体的に運営を担うことが合理的」との結論が示されました。これを受け、本会はIPDシステムの運用に向けて具体的な取り組みを開始します。今後は技術士を目指す技術者の能力開発への支援を会の活動としてより積極的に推進し、この取り組みによって技術士の仲間を増やすとともに、我が国の社会を支える技術者の育成・確保に取り組んでいきます。

もう一つはDE&Iを目指した取り組みです。本年中にはDE&I推進宣言（仮称）を公表し、本会が多様性（Diversity）、公平性（Equity）および包摂性（Inclusion）を目指した組織運営を行っていくことを宣言したいと考えています。本会は多様な技術分野を擁することをその大きな特徴としていますが、一方で年齢や性別などの会員構成には大きな偏りがあることも事実です。より多様な属性を持つ方々を会員として積極的に取り込むことにより、本会活動の活性化に大きく寄与することが期待されます。会員の皆様におかれましては、従来の活動に加えてこれらの新たな活動にも積極的に関わっていただくことをお願い申し上げます。

最後になりますが、新しい年が本会会員の皆様お一人おひとりにとりまして幸多き年となりますことをご祈念申し上げます。年頭のご挨拶といたします。

今年、大阪・関西万博が開催される。テーマは「いのち輝く未来社会のデザイン」で、世界80億人がアイデアを交換し、未来社会を共創しようというのがコンセプトの1つになっている。既存の枠組みに囚われない新たなアイデアに今まで以上に会えるワクワクした年になりそうだ。

こうした中、本誌・会長対談では、初の女性会長として、さまざまなアイデアを披露し、組織に新しい風を吹き込む土木学会の佐々木葉会長との対談の機会を得ることができた。佐々木会長は、従来の方法も大事だけど、時には、そこから一步踏み出せるような「気持ちの解きほぐし」が必要だと言う。そして、「気持ちの解きほぐし」を「してもいいんだ」と学会員に思ってもらえるよう、今までにない発想を実践し、多くの会員を鼓舞している。そこには、本会のみならず、多くの公益社団法人にとってヒントとなるものがありそうだ。新しいアイデア、息吹、はたまた、組織の長ならではの悩みなどを、黒崎会長との対談を通して紹介する。トピックスは以下のとおり。

1. 第112代会長になって
2. ダイバーシティの本質
3. コミュニティの役割
4. Engineerの立ち位置

公益社団法人
土木学会
会長

佐々木葉



「気持ちの解きほぐし」

1. 第112代会長になって

【黒崎】 本日はよろしくお願いたします。はじめに、土木学会のホームページ拝見しました。びっくりしました。これだけの大きな組織の雰囲気を変えていくってのはかなり大変かと。

【佐々木】 いや多分、全然変わってないじゃないですか（笑）。

【黒崎】 いえいえ。少なくともこういう風に変えていこうというお話を立ち上げて進められている、とお見受けいたしました。本会は旧態勢としての技術組織なので、どういう風に変革を作っていくかというのは、とても関心があります。

【佐々木】 いろんなタイミングとか、ご縁とかで土木学会の会長になりましたけれども、「さてどうしま

しょう」と思った時、私の専門の景観やデザインっていうのは土木の中でも大事だから、それを皆さんもやっていきましょう、という話も考えられなくはなかったんですけども、土木業界に目を向けた活動はこれまでの会長の方々がやってこられているので、それよりかは、「会をどうしていくか」というところをやってみようと思いました。

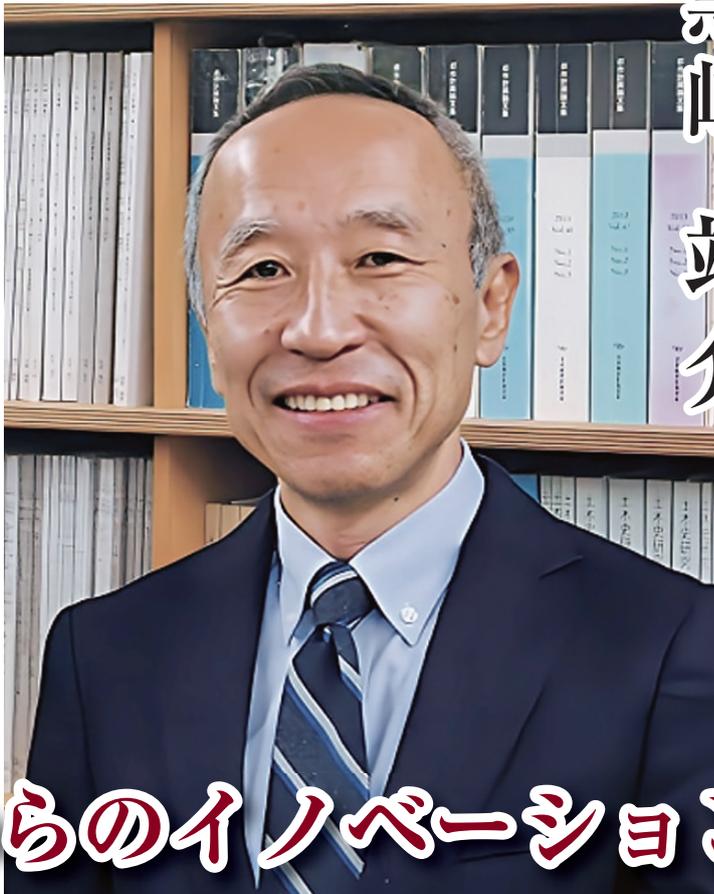
「変える」とか「革命を起こす」というほどのことではなくて、「こういうことがあってもいいんじゃないの」という感じのことで、「今まで土木学会ってこういうところだった」、「会長ってこういうことをやってきた」、というイメージや習慣はあるかと思いますが、「そうでなくたっていいんじゃないんですか?」と、誰もが自由に言えるよう

な、「気持ちの解きほぐし」ができればいいかなと考えました。

今38000人ほどいらっしゃる土木学会の会員の方々が、学会という、言ってみればあまり利益とか業績とか関係ないところで、「そうでなくてもいいんだよね」とちょっと思っ、ひとこと言えたりとか、違うやり方をやってみたりとかを練習して、さて自分の職場の本業に入った時に「こういうやり方をやってもいいんじゃない」みたいに取り組んでいただければ、この土木学会の取り組みの波及効果は大きいだろうと思っています。そこでまずは、「土木学会で会長がこんな馬鹿なことやってもいいんですよ」というような（笑）。

【黒崎】 かなり成功しているんじゃないですか?（笑）

会長対談



黒崎 靖介

公益社団法人 日本技術士会 会長

からのイノベーション

【佐々木】 そうですかね。趣味でやっているところもありますけれども。(事務局追記：土木学会会長のプロジェクトの1つとして、佐々木葉会長の家族という設定のくまのぬいぐるみ“クマジロウ”が、土木学会のコンシェルジュの“ドボコン”に素朴な質問をする動画「クマジロウの教えてドボコン」を配信しています。以下図)



人間が言うときちょっと角が立つものってありますよね。でも、クマという人間ではないものが「どうして？」みたいに聞くと「言われてみ

ると…」となる。なので、人間とか言葉じゃない方がいいかな、そういうアイデアで始めてみました。

【黒崎】 面白いですね。

【佐々木】 世の中には、ステップバイステップで目標に向かってやっていくという思考をなさる方が結構多く、土木関係でも計画的にとかPDCAサイクルとかおっしゃる方多いですね。

【黒崎】 はい。施工計画とかでは、最初に間違えると破綻しますので。

【佐々木】 その考え方はとても大切だと思います。そのおかげで今があります。でも、もうちょっといろいろと試しながら、なんとなくこんな感じかな、いや違うかな、と徐々に解像度を上げていくのもいいのかなと思ったりもします。

いろんなところがちょっとうまく

いなくなっていると感じられている方がたくさんいて、その人たちが何か世の中を変えていこうとした時に「自分がやりたいと思うことをやるようにしよう」、「そこから変えていこう」という動きが存在します。習慣としてこうやってきたというものから、いや、こうでなくてもいいんじゃないかとか、新しく自分の考え方をイメージしてそれに向かって形を表現していくという動きが。いわゆる「習慣モード」から「デザインモード」ということなのですが、そういうやり方をしていくということで、いろいろイノベーションを起こしていくこともできるんじゃないだろうかと思っていて、今回の土木学会の試みがそうしたきっかけになればいいなと思っています。

【黒崎】 確かに。仕事のやり方と、いろんな仕組みの作り方というのは当然変えていわけですね。

ただ、難しいところはありませんか？ 今の枠組みでいけばその先に何があるかって非常に見えるわけですが、パンクでやっているわけではないと思いますので、それを広げたときにその先が何が見えてくるんだろうというのを、頭の中できちんとデザインしながら枠組みを変えていかなければいけない。結構先の広いスコープが必要ですね。

【佐々木】 いや、私は結構パンクですよ。でも、ビジョンがしっかりあって、それに向かって作っていくというよりは、アジャイルとかいう言葉もありますけど、やってみながら考えていってとか、思いっきり発散してそこからまた閉じたり、またそれを切り返したりとか、そういうことであってもいいのかな、と思っています。

【黒崎】 なるほど。

【佐々木】 ほかに、こうした「気持ちの解きほぐし」を促せるよう、見方を変えてみると違って見えますよ



佐々木 葉

公益社団法人 土木学会 会長
早稲田大学 創造理工学部 社会環境工学科 教授

ね、ということも発信するように心がけています。例えば、ワーク・ライフ・バランスっていうのが世の中に浸透していますが、「これってバランスなんですか？ これ、ハーモニーって言い換えるとどうなりますか？」という感じ。ワークとライフという、なんか対立して、これをこうバランスさせるっていう感じになりますけど、「そもそもそうなの？ 言葉を変えてみるだけで何か考え方が変わりませんか？」と異なる見方を提案する。そういうことをちょいちょいつつしているみたいな感じは心がけてます。

【黒崎】 38 000人もいれば、そういう言葉に響く人は必ず出てくる。

【佐々木】 1パーセント2パーセント、何パーセントか分からないですけど、そうなればいいかな、っていうくらいで取り組んでいます。

2. ダイバーシティの本質

【黒崎】 土木学会初の女性会長に就任されました。

【佐々木】 アメリカ土木学会 (ASCE) で初の女性会長が出たのが20年ほど前で、パトリア・ギャ

ロウェイさんって方なんですけど、その方が日本に来て土木学会を訪問された時に、みんなが「え？」ってなって。そこから、男女共同参画のことも考えなきゃいけない、という歩みがあって、20年経ってやっと女性の会長が出たというところで、やっぱりその刺激はとて大きかったんじゃないかなと思います。普段、なかなか自ら変えることはないで、「あっ、こういうことがあるんだ」という外から石を投げられると、やっぱり、「うん？ これでいいかな？」ってなりますね。

【黒崎】 そうだったんですね。アメリカ土木学会では、前会長、そして次期会長も女性ですよ。会長の候補者だけではないですけど、候補者を育てていく、あるいは誰かがそれを抜擢していくっていうこともやらなきゃいけない。

【佐々木】 そうですね。それが結局はクオータ制に繋がると思うんです。よく下駄を履かせるとか、逆差別だとか言いますが、でも、現状、チャンスを剥奪されていたところもあるし、女の人が自らチャンスを拒む風土みたいなものがあったのは多分事実だと思います。なので、一旦は刺激を与えてクオータ制という形で表舞台にいろんな人を挙げていく、というのは必要なんだと思います。

最初は私も「うーん」と思っていましたし、それこそもう20年くらい前ですけど、委員会に女性を入れなきゃいけないから入ってくれみた

いな依頼が集中して届いた際は、「女だから呼ばれるってどういうことよ」とかって思ったりもしました。でも今は、一定程度そういうことをやることも必要なんだろうな、と思っています。

それに、あまりにマイノリティだと、その人を属性でしか見てくれなくなるんですよ。女の人だっているんな人がいるんですけど、女の人があまりに少ないと、あの人女の人だという風にしか見てもらえなくなる。多分そこで、よく言われている「3割」の話が出てくるんだと思いますが、3割になると、その3割の中にもこういう人もいる、ああいう人もいるっていう話になる。でも、それが少ないと、性別とかでひとくくりされてしまう。なので、一定程度数はやっぱり、チャンスは増やしていくということは必要だと思っています。

土木学会でも理事を選んだりするときに、今はまだちょっと数字は挙げていませんけれども、できるだけ多様になるようにしてくださいっていうことはじわじわと伝えたりしています。そうすると、これまで言われたことがなかったの、探してみたら、「あ、いない。じゃあちょっと育てるか」という話になったりします。また、そういう目で探してなかったけど、もう一回そういう目で無理矢理探すと思えば意外と彼女いたかもしれないみたいなことを見つけ出せたりします。

【黒崎】 ロールモデルという言い方はよくないかと思いますが、こうい

うポジションにもちゃんと女性の人がいる、あるいは外国人の人がいて外国人でもなれるんだ、というのは大事だと思います。それがないと最初から諦めてしまいます。海外に行くと管理職がみんな女性だったりする。本会の会合は真っ黒な背広姿ばかりですから。

【佐々木】 見たことないものはなかなかイメージできないですね。なので、存在とし見えるのは、やはり大切かと思えます。

また、こうしたことが表層的にならないようにしていきたいと思っています。D&Iでもそうなのですが、ものすごく表層的に捉えている方もいらっしゃいます。でも、女の人を入れることが目的ではない。そもそもそれは何のためにやらなきゃいけないのか？ そう考えていくと、ダイバーシティをもたらすことで何を成し遂げたいのかというのは、その場面場面で異なってくるのが分かります。なので、育休取得率を何パーセントにすればいいですよ、ね、のような話にしてしまわないようにしませんか？ と言ったりしています。

【黒崎】 一個一個考えなきゃいけないので難しいですね。

【佐々木】 そうなんです。大変ですし、効率も悪いです。でも、これまでの考え方が作ってきた成果がある一方で、それによって生まれてきた弊害もあって、それでは行き詰まっているということはみんなだいたい分かっているから、そこはやっぱり

打ち破るといって、ちょっと立ち止まって考えていく必要があるんです。

それに、こうした取り組みを進めていけば、自分自身もレジリエントになっていくと思うんですね。自分の中にもいろいろな考え方ができたり、自分の中にこんな人もいたんだと気づけたり。自分がうまくいかなかったときに、いや、他の道もあるよねとか、あの人みたいな生き方もあるよね、というように考えられるようになる。そうすればつづれないですね。

【黒崎】 そうですね。これまで通りのこうあるべきみたいなことだけでは済まないということが分かってくるんですね。

3. コミュニティの役割

【佐々木】 公益社団法人は、これからどうしていきましょう？ 会長の仕事をやっているリアルに感じる場面がすごく多くて、とても大変な問題だなと思っています。

【黒崎】 難しいですね。日本技術士会を変えたいと思っているものの一つに今の女性比率があって、人間の半分は女性なのに、その比率が低いのはどうなのかと（事務局追記：日本技術士会では約3.3%）。ここが10%、20%になれば、会員も増えるし、考え方も多様化し、活性化するのだと思います。ほか、一般論ですが、だんだん少子化で間違いなく会員数は少なくなってきましたし、組織率も低くなっていくと思います。

【佐々木】 土木学会は38000人

も会員がいるって言うけど、本当に土木学会というものを自分の中の一部の一つとして考えている方って1割もないんじゃないかと…。もちろん全国大会だと何万人も来ますが、あとは本当に幽霊会員で、「上司から入れとか言われて入った」、「会費は仕方なく払っている」、「毎号届く学会誌はほとんど見ない」とか…。そういう会員が多いとは聞いているので、私が入っている学会ってこういうところだったんだ、みたいなのを気づいてもらった方がいいと思って、交流名刺を作りました。会員の皆さんが「何年に入会しました」とか「どういう分野です」って自分のパーソナリティを表現できる名刺になります。

【黒崎】 これも、先ほどお話いただいた「こういうやり方もあるよね」の一つですね。

日本技術士会の場合は幸い、自分が技術士であるということに誇りを持っていただいている方が多くいらっしゃいますので、本会に所属していることが自分の属性として大事なものであるということになっています。なので、組織の活性化が重要



黒崎 靖介

技術士（建設／環境／総合技術監理部門）
公益社団法人 日本技術士会 会長
日本工営（株） 代表取締役専務執行役員

かだと思います。日本技術士会も土木学会も、自分の属するコミュニティの一つですよね。職場があって家庭があって友人関係があって、そして、学会というコミュニティがあって。それぞれで、例えば、倫理観が違ったりする。そういうのはいくつも持ってなきゃいけないって思っていて、本会もその1つであってほしいなと願っています。職場の論理、例えば技術士なら倫理綱領で縛られていますが、職場の論理で何かしなきゃいけないという時に本会のコミュニティの論理では違うということをやっぱりちゃんと持っているかどうかというのは大切に、そういう「場」をやっぱり複数持つというのが大事だと思っています。

【佐々木】 これは私のお友達がずっとやってこられているまちづくりとか自治の研究なのですが、やはり日常的な対話の「場」があることがとても大事だというふうにおっしゃっています。ある種のサロンだったり、クラブとかがないと、いざ何かしようというときに、急にその目的のために人を集めて組織を作るというのはなかなか上手くいかない。だからちょっとずつ目標とか参加する動機とかが違う人たちでも、この「場」にいて、あの人知っていると、あの人を見たことあるとか、あの人と話したことがある、という日常的な関係をどうやって作っていくかが大切だと言っています。用があるときしか連絡取らないって人とはやっぱりコミュニケーションの仕方が非常にシビアになってしまうので、それこそレジリエントでなくなっていきますよね。なので、そういう「場」があるというのが技術士とか土木技術者というところでも必要なんですね。

技術士という共通項を持っている、土木学会の場合は土木が好きだ

とか土木に関わっているという共通項を持っている、そういうある種の「場」の安心感の中で、これとこれとこれがメリットとして得られるというだけじゃない、こういう人もいたんだとか、こういう話も聞けたんだ、とかいう「場」としての役割というのはあるんだろうと思います。そして、これらをどう可視化していくのかがポイントだと思います。

おそらく、いろんな他の組織の皆さんもお考えでしょうから、魅力をどういうふうに語って可視化するか？ 入会のモチベーションをどう作るか？ あるいは逆にどういろんなことをスリム化していくかとか、そういうことを他の会の皆さんとお話するのはいいですね。今日はすごくありがたい機会をいただいたなと思っています。

【黒崎】 ありがとうございます。こちら、どこでも悩みが同じということも分かりました。

4. Engineerの立ち位置

【佐々木】 ところで、日本で、エンジニアやプロフェッショナルに対する尊敬のされ具合って低いと思いませんか？

【黒崎】 非常に低いと思います。

【佐々木】 ここも分野を問わず、何か考えなきゃいけないなって思っています。2002年の調査と、ちょっと古いのですが、イギリスのBBC放送が、最も偉大なイギリス人は誰ですかというアンケートを行った時に、1位がウィンストン・チャーチルで、2位が、イザムバード・キングダム・ブルネルっていうエンジニアだったんです。それはすごく衝撃的でした。いろんな橋をかけたりする仕事を19世紀の終わりから1世紀に亘って行ってきたブルネル氏が2位だなんて。国民的にやっぱり産業革命を指導してきた国ということ

もあるかもしれませんが、偉大なイギリス人の第2位にエンジニアが入ってくる、それもシビルエンジニアが入ってくるっていうのは凄い。多分日本ではありえないだろうな、と思ったりしています。

【黒崎】 この違いはなんでなのでしょうかね。

【佐々木】 役所でも一番偉いのは法学部卒で、会社の社長も経営者はそっちだったりしますよね。そして、エンジニアは、言われたことをやるという、そういう役割に見られたり、自分たちもそうだって思っているエンジニアも多いんじゃないかなという気がします。アイデアを出したり、こういうことをやろうとか、ルールを決める人は別な人で、エンジニアは「それできる？」って尋ねられた時にこうやればできるよと回答する、そういう役割っぽいイメージですかね。

むしろエンジニア側がこういう技術があります、この技術を世の中こう使ったら世の中はもっと良くなりますとか、だからこの技術がもっと普及するような仕組みを作りましょうとか、ルールを作りましょう、というようなことを提案していくことが必要なのかと思っています。もちろん、既にやってきたのかもしれないですが、でも結局それはたから見ると、あなたの利益のためにやっているんでしょ、みたいに見られてしまったり、自分の特許とかを出すと結局他の人が使えなくなったり。なんか、そういう話が全部巡り巡って、技術者の社会的なリスペクトが得られてない国になっているのかなと思っています。

【黒崎】 そういえば、私も厳しい時代を経験しました、談合の問題とかでめっちゃくちゃ叩かれていたときで。土木のコンサルタントにいますから、土木に対する数当たりとか、

家族からも「あんたたちはいつも談合してやってるでしょ」みたいなこと言われて、家でも厳しく責められながらつらい日々を過ごしていました。ところが、ドボジョ(土木女子)とかいろんな概念が出てきて、ああ、理解が少し、いや、すごく変わったなというふうに思いました。

【佐々木】 皆さんの今までの努力の結果ですよ。

【黒崎】 さらに、東日本大震災の後に、やっぱりすごく変わったなと思っていて。土木の役割というのが大事だということが改めて認識されました。それですいぶん若い人たちが胸を張って言える感じになったかなと思いましたね。

【佐々木】 たまたま10月にアメリカ土木学会に行ったんですけども、新しい会長が交代する場面で、全員でASCEクレドという宣言を読み上げるんです。はじめに「私はエンジニアとして、人類の福祉の向上と進歩のために専門的知識を捧げます」と宣言し、「私は誓います」と続けて、例えば「人類の掟と職業上の最高基準に従って生き、働くこと」などの項目を、みんなで声を揃えて読むんですね。「これは結構面白いな」と思っていて。エンジニアなんだ、エンジニアとしての誇りなんだとい

うことを自分も自覚するし、パフォーマンスとしても外に見えるという機会をアメリカ土木学会は持っているんだなと思いました。そういう自分自身の自覚と対外的なアピールというのを、この方法をすぐ真似るということではないですけども、どうしたらできるのかなって、ちょっと頭の隅で考えたりしています。

【黒崎】 医師や弁護士とかはクレドみたいなものを持っていますね。エンジニアについてもあるとは思いますが、それを常に自分の傍らに置いているかどうか、あるいはそれを自分の属性の一つとして意識しているかどうか、というのが、もしかしたら大きく違うかもしれないですね。

【佐々木】 技術士こそまさに資格なので、土木の人たちとかだけじゃなくて技術士という資格を持っている人たちのプライドとステータスはアピールしてもいいんじゃないでしょうか。

【黒崎】 ありがとうございます。

【佐々木】 今回、こういう機会があって、お互い大きな公益社団法人の中で情報交換なり意見交換をしていくと、共通する課題や期待など、たくさん見えてきますね。自分が属しているところの風景ってあんまり意識されていないんだなと…。風景を使っているのは自分の専門だっ

たってということもありますけど、新しい土木学会の風景を描いてみよう、改めて思いました。できたら今後もこういう意見交換を続けていきたいですね。

【黒崎】 そうですね。日本技術士会も土木学会のD&I行動宣言を参考にさせていただきながら「DE&I推進宣言」を作成しているところです。クォータ制をアファーマティブアクション(積極的是正措置)として取り入れているところもありますね。

【佐々木】 このような機会がなければ、自分の学会以外のウェブサイトなんてなかなか見に行くことがなくて…。こうした中、情報処理学会さんが、すごいダイバーシティ進めていたり、「おっ」みたいなところがあって。(事務局追記：理事に女性枠を設定している)やっぱりそれこそみんな悩みは同じで、その悩みに向かってそれぞれみんな努力されているので、その努力されている様子をウェブサイトとかにどんどん発信されているところもあるので、それを見たりしながらお互いやりとりできるところがあるといいかなと思っています。

【黒崎】 ぜひ、また情報交換をさせていただきます。本日はありがとうございました。

(了)



知られざる技術分野

Unknown technological fields

日本技術士会広報委員会 特別号担当

枝村 正芳 武井 遼 村田 裕子 對馬 一昭
EDAMURA Masayoshi TAKEI Ryo MURATA Yuko TSUSHIMA Kazuaki

本特集号では、「知られざる技術分野」をテーマとして取り上げた。技術の進歩と共に様々なことが見える、知るようになり、そこからさらに、新たな発想が生まれ、新たな課題に気がつき専門も分化している。自身の分野においても、知らない技術が生まれている。また、他分野でも活用できる技術があるが、知らないことも多いと考えている。21の技術部門がある日本技術士会で、知られざる技術が開発者の想定を超えた新分野で活躍し、相乗的に活かす可能性をもつことができるのも日本技術士会である。

In this special issue, the theme of "unknown technological fields" was taken up. As technology advances, various phenomena become visible, and new issues and new ideas are born from them, and specialties are becoming more subdivided. Even in his own field, unknown technologies are being created. In addition, there are technologies that can be used in other fields, but I believe that there are many things that we do not know. At the Professional Engineers, Japan which has 21 fields, we want unknown technologies to play an active role in new fields, and we want science and technology to be synergistically utilized in society. This can only be done by the Professional Engineers, Japan.

キーワード：知られざる技術の活用、応用、意外性、身近であるが周知性の低い技術

1 はじめに

この度の取り上げたテーマは「知られざる技術分野」特集である。

多岐にわたる技術が開発され、その活用がなされているが、それらが我々の社会や生活をするうえで気づかれずに貢献しているものが多いと感じている。そこで、同じ技術部門でも少数のみしか知らないであろう技術やその活用例、他部門からは、それぞれの技術部門の名称から想像ができない技術の活用例を紹介いただき、一つの技術分野のことが、ある技術部門に横断し共有されることで、意外性、その気づきから、新たな技術連携や発想が生まれることに繋がればとの思いで企画をした。今回は、技術面で実装間際、実現され社会貢献している取り組みについて、具体的な事例を交えて、執筆する機会を設けた。結果、他部門の方も理解しやすい原稿をいただくことができた。尚、本稿は本特集号の企画・編集を担当する広報委員4名で執筆した。

2 特集の主旨

2.1 特集のねらい

21の技術分野を持つ日本技術士会それを最大限に生かすべきではないかと考えていた。技術系人間のよくある特性として、技術系の内容であれば特に何でも興味がわいてしまい知りたくなる傾向がある。また、本会の会員活動は各分野の専門で各自がそれを業務として実際にしている、あるいはしていたもので、創造や夢の未来話ではなく、実際に手掛けているものが多い。

各分野の世界では思いも得ないことが他分野でも類似の課題になっていることや、乗り越えようとしていることもあると考えている。

また、自身の分野で、応用事例の創造も他分野の状況を知ることで、角度を変えた視点、技術に気がつき思いがけない巡り合わせがあると考えている。

技術が高度化、細分化し、また、得たい情報を拾いに行くと情報量が多く、精査の難易度もあがっている。そこで、各分野での技術を紹介していただき、他分野での知られざる技術開発、実装

で活躍する技術を知り、それぞれの発想の広がりや、協業へつながることにもなればと考えた。

また、21の技術部門がさらなる相互交流ができればと考えている。

2.2 「知られざる技術」からの技術貢献

今回投稿をいただいた、8稿の「知られざる技術分野」を紹介し、少しでも本特集号の企画をした思いをかなえ、さらにバージョンアップにとどまらず、イノベーションにつながることができればと考えている。本特集号を読む皆さまの日ごろの業務にさらなる伸びしろが生まれ、次なる技術が開発され、科学技術で社会貢献を継続できればと考えている。

本特集号でも、環境に着目し、廃棄されているものを活用しようとするのが、繊維、農業、水産部門で紹介されている。繊維部門では、絹、綿など、自然の恵みから得られたものの解明が先人により進み、その応用で他分野の廃棄物を活用する事例が紹介されている。本特集号の狙いである自分野を超えた事例の一つである。

北海道本部（建設部門）からの原稿では、ボルト、ナットの点検、メンテナンス課題が露呈し、人に頼る限界や被点検物が複雑化し、それを判断する習熟度にも限りがあるため、新たな技術の実用例が紹介されている。

それぞれ、過去にはない課題解決を試みようとするに始まり、生まれた技術ではないかと感じている。

技術が進むにともない、様々な計測機、センサーなどがつくられ、正確な情報を知り、求めたい精度のものを作ることができるようになる。それを、またさらに繰り返している1つに計測機器ある。多岐にわたる分野の技術ニーズを知るからこそ実現でき、使用される分野で活躍している。このような相乗効果が、知られざる技術の本特集号から生まれるきっかけになればと思う。

2.3 知られざる技術と技術士倫理

様々な分野で、できなかったことをかなえる技術が考えられ開発され、実装に進んでいる。

知られざる新しいものは、同じ分野の中で、さらには、その専門分野の人間のみが詳しく知るのみで、周りからは評価判断が難しいものが存在してきている。

近年は急激に必要性が増す、環境課題などでは、1つや限られた部分のみに着目し、本当の課題解決に効果があるものか、着目していないところへの連鎖性など欠けているものはないか、そもそも、その課題定義そのものが合っているのか、ストレートに心に落ちないものを感じることもある。

開発者の正しさ、また、専門分野を超え、物事を俯瞰的にとらえ全体からの影響を調べ、知ることが求められている。

技術が進み、例えば、物質濃度を極限まで高めることや、ナノ技術のように、経験にない領域へ進み続けている。未知のものがわかり、新しい技術で社会貢献ができればよいが、人が、技術が操れる限界もそれぞれの時点で存在する。

そこには、物質、生物などの流出で取り返しのつかないことも秘めている。これまでは、それを後から知り、新たな技術で負の遺産を解決し乗り越えてきているものもあれば、できていないものもある。技術開発には、見えないリスクが付きものである。複雑化することも21の技術分野の多面性でカバーし、俯瞰的に、また、広範囲で、利点、欠点を予測し、目の前の開発のみでなく、実装をした時の影響度をとらえ、正しく、公正な判断が必要である。

偏った情報ではなく、幅広く真実を捉え、正しく理解し表現することが必要である。

3 各原稿の紹介

今回の特別企画は、「知られざる技術分野」をテーマとし、各部会・地域本部より8件寄稿いただいた。それぞれの分野に関わる技術について、生活に身近な実用化事例から、将来に向けた取り組みまで、様々な紹介がされている。その概要を表1にまとめ、以下に各稿のポイントを記す。

まず、電気電子部会からは、高速鉄道における架線・パンタグラフ系の技術分野について述べられている。国内外の事例を交え、高速鉄道の架線の機械的特性および電気的特性を解説し、今後さ

らに鉄道の高速度が進められるにあたり、約70年前から変更されていない日本の架線基準の見直しについて提起している。

繊維部会からは、鶏卵の消費に伴い国内で年間約1万トン発生しているとされる、卵殻膜（卵の殻の内側にある薄膜）の有効活用事例について報告されている。大半が廃棄されている卵殻膜を、独自の条件下で加水分解するプロセスなどを経ることで、新たなリサイクル繊維を開発した。このリサイクル繊維の風合いは、カシミアに似た質感を持ち、各特性の測定結果からも、既存の合成繊維より動物性繊維の物性に近いデータを得ている。また、第三者機関の試験結果から、リサイクル繊維を混紡した着衣は、肌のバリア機能やうるおいなどの性能に優れることが証明されている。現在は、NEDOの補助を受け開発を継続しており、今後の実用化が待たれる。

金属部会からは、様々な産業分野において管理が必要となる、大気中の水蒸気計測について、露点計測技術とその応用事例について解説されている。金属材料の精錬や熱処理の現場において、脱炭素化ないし低酸素化を進めるにあたり、雰囲気露点測定のみで条件設定可能となる事例が報告されている。一方で、露点計測を中心とした正確な水蒸気量の計測は、計測器のみではなく、正しい計測手段と正しい計測結果の活用方法を伝えることができるヒト（技術者）が重要な要素であることを説いている。

農業部会からは、お二方に執筆いただいた。

一件目は、日本の植物防疫について、防疫制度の変遷から、現在の制度で取り込まれている、輸出入に関する検疫と国内検疫、国内防除について解説されている。農作物が甚大な被害を受けた時などにしか、意識することが少ない植物防疫制度

表1 本特集における各原稿の概要

推薦部会・地域本部名	概要
電気電子部会	高速鉄道において架線・パンタグラフ系の技術は非常に限られた技術分野であり、海外のほとんどすべての国で、日本の新幹線と同様、AC25 kVでATキ電を使用し高速電気鉄道が運行されている。本稿では、300 km/h以上で走行している高速用交流シングル架線の機械的特性と電気的特性について、世界的な比較検討を行った結果に基づき、今後は日本の計算式を見直すことについて提言している。
繊維部会	国内で年間260万トンの鶏卵が消費され、それにともない約1万トンの卵殻膜がタンパク質バイオマスとして発生している。卵殻膜は様々な生理機能を持つ機能性タンパク質であるが、多くの分子内架橋を有し酵素などでの分解を受けず、産業利用が難しい。卵殻膜を加水分解してレーヨンに混練した機能性繊維 ovoveil を開発、カシミアに近い風合いで、着用することで肌のバリア機能を向上させることが臨床試験で確認された。
金属部会	大気中において水蒸気は窒素、酸素について3番目に多く含まれ、最も多く含まれる極性分子である。水蒸気は大気だけでなく液体窒素を気化した窒素ガス中、半導体製造の原料ガス、金属熱処理の雰囲気ガスなどにも含まれ、どこにでも存在し、吸着性が高く、さらに除去が困難なため様々な産業分野において何らかの影響を与える厄介な存在である。露点計測を中心とした水蒸気量の計測には、技術的な経験と得られたデータを活用するための熱力学的な知識が必要である
農業部会	植物防疫制度とは、①海外からの病害虫の侵入を防ぐための輸入検疫、②諸外国の要求に応じた輸出検疫、③病害虫のまん延を防ぐための国内検疫、④農作物への被害の発生を抑える国内防除などにより安定的な農業生産を図るための制度である。関係者が病害虫のまん延防止技術、同定技術、農薬の安全性に関する知識などの新しい情報を現場に取り入れ、研究機関や農業者などと連携、協力することで日本の農業は守られている。
農業部会	「人造米」は食糧不足の問題を解決するために、戦前から研究開発が行われてきた。多くの技術者がチャレンジして市場に展開してきたが、日本人の米に対する嗜好を満足させるに至っていない。この技術開発の歴史、問題点と商品化のプロセスを示し、未完のプロジェクトとなっている現状を確認し、効率のよい製造方法や、味と機能性を改良する食材により商品価値を高める技術を提示した。
水産部会	水産加工において、中骨やサイズの小型のものはフィッシュミール原料となるが、それ以外は廃棄されている現状である。一方、加工原料の減少、人手不足の背景から、魚の加工残滓から可食部を取り出し歩留を向上させる設備が開発された。取り出された可食部は、加工素材となり、食品ロスの軽減の観点からも脚光を浴びている。
情報工学部会	工学的な「技術」から縁遠いと思われがちな「アート」・「感性」の世界は、アカデミックな情報科学の領域で発展拡大してきた。かつて学会の「窓際」扱だった「音楽情報処理」が現在では音楽関連ビジネスの基盤となり、「感性」を対象とした心理学的探求が「癒し」・「ウェルネス」という人間の「こころ」の領域に発展してきた。
北海道本部（建設部門）	ボルト・ナットの不具合に起因する事故が近年増加し社会問題となっている。主流である打音など人の感覚に頼った点検方法の問題点を解決することを目的に、新たに開発した非破壊検査技術の基本原理解や現場適用の成果事例を紹介し、その有用性の高さを報告している。尚、本技術は2024年6月に非破壊試験の測定方法として、JIS規格に定められている。

※執筆者の原稿をもとに広報委員会委員が一覧用として整理した。

かも知れないが、関係各機関が情報・知識を共有し連携・協力することで日本の農業は守られていることを、改めて認識する機会となった。

二件目は、人造米の開発技術の歩み、これまでの課題や商品価値を高める手法について示されている。食糧不足問題の解決策として、戦前から商品化を試行され続けてきた人造米であるが、今後は食の欧米化など日本の食文化の変化などにより、米離れが進んでいる中、米飯とは異なる機能性を付加した商品化の必要性について説かれている。

水産部会からは、魚の需要が増加する中、環境変化に伴い減少している漁獲量を補う方策として、卸売市場で売られない未利用魚や、海洋投棄されている魚を活用した開発事例について報告されている。鶏肉工場では一般的な骨肉分離機を、不揃いな魚の大きさ・形状や骨・鱗など硬さも問わず、分離できるように改良することで、つくねやミンチなどの商品化に成功している。現在は、魚の種類により栄養価の高い商品化の検討や、魚以外の海産物や規格外果物の有効活用も進められている。

情報工学部会からは、コンサルタントと共に作曲家・研究者として、メディアアート（コンピューター音楽）の世界で活躍されている執筆者により、「音楽情報処理」が巨大ビジネスの基盤となる中で、日本の技術面での問題提起がなされている。情報公開により誰でも情報にアクセスできる「オープンソース文化」の展開により成功を収めている事例などは、音楽を始めとしたエンタテインメント業界に限らず、世界標準化が苦手な日本の各産業界においても参考にすべきと感じた。

北海道本部からは、ボルトテスターの開発と実用化の事例について報告されている。ボルト・ナットの点検は、これまでは目視・触診・打音を人の感覚によって判断するため、判断に客観性が伴わず、検査可能な人員も限られていたが、本開発により短時間でかつ高い精度の検査が可能となることを、実際の現場での適用事例を交えて述べられている。高度経済成長期の構造物が耐用年数を迎える中、限られた人員で効率的に高精度な検査を行えることが評価されるだけでなく、本開発による測定方法自体がJIS規格に定められている。

4 おわりに

現在、様々な技術があり、本会でも21の技術部門があり、各部門でもさらに分化した技術範囲がある。技術士は、細分化された技術分野で業務を行っており、同じ技術部門でさえも知らない技術がある。技術士だけでなく、一般に利用されているもの、社会に普及しているものであってもその原理となる技術について知らないものも多い。本特集では、このような知られざる技術分野として、7部門8技術について紹介した。これらの技術開発では、試行錯誤の連続、新たな視点や異分野の導入など見えないところでの地道な取り組みがなされている。今回紹介した技術は、知られざる技術のほんの一部であり、その他数多くの知られざる技術が社会貢献し、さらなる技術も開発されていると察している。本会のCPD行事でも様々な技術の紹介があり、他部門の講演会に顔を出してみると様々な技術を知ることができ、それを基に自身の技術開発の新たなヒントになることもある。CPD行事だけでなく、日々の生活の中で知られざる技術探しをしてみるのも面白いだろう。

枝村 正芳 (えだむら まさよし)

技術士（繊維部門）

(株) ワールドプロダクションパートナーズ 品質管理部
e-mail : medamura@outlook.jp

武井 遼 (たけい りょう)

技術士（経営工学部門）

ADEKAクリーンエイド(株) 経営企画部
e-mail : ryo@adeka.co.jp

村田 裕子 (むらた ゆうこ)

技術士（水産／総合技術監理部門）

水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産物応用開発部
e-mail : murata_yuko56@fra.go.jp

對馬 一昭 (つしま かずあき)

技術士（機械部門）

いすゞ自動車(株) ASシステム開発部
e-mail : Kazuaki_Tsushima@isuzu.com

世界の高速鉄道用シンプル架線の比較

Comparison of simple overhead contact line for highspeed railways with overseas

島田 健夫三
SHIMADA Takefumi

海外の高速鉄道では、イタリアの一部区間でDC3000 Vキ電で高速運転が実施されているが、その他の国では日本の新幹線と同様、AC25 kVでATキ電を使用し高速電気鉄道が運行されている。ここでは、300 km/h以上で走行している高速用交流シンプル架線の機械的特性と電気的特性について世界的な比較検討を行う。日本の架線として、360 km/h運転を目指して試験中の最新PHCヘビーシンプル架線を始め3種類を代表として選定した。その比較対象としてヨーロッパと中国を選び、電車線の装柱図が公開されているフランス系の架線設備を持つフランスおよびイタリアのシンプル架線と、ドイツ系の架線設備を持つオランダと中国の変Yシンプル架線を選定した。比較した結果、ヨーロッパ式で計算した方が許容電流が多くなり有利であった。日本の計算式は約70年間も見直されていないことから、今後は、この見直しを行うべきである。

In overseas high-speed new lines, only DC 3000 V feeding high speed line is in one part section of Italy. But in other countries, 2 × 25 kV feeding system is used in AC 25 kV high-speed electric railway lines. Here, global comparisons of the mechanical and electrical characteristics of high-speed AC simple overhead contact lines running at 300 km/h or higher are presented. Japan selected three types of overhead contact lines as representatives, including the latest PHC heavy simple overhead contact line. For comparison, Europe and China were selected, and simple overhead contact lines from France and Italy, which have French overhead line facilities with dimensioned pole drawings available, and variable Y simple overhead contact lines from the Netherlands and China, which have German overhead line facilities, were selected. A summary of the results of the study is reported.

キーワード：電車線、装柱、機械的特性、電気的特性

1 はじめに

高速鉄道において架線・パンタグラフ系の技術は非常に限られた技術分野である。海外のほとんどすべての国で、日本の新幹線と同様、AC25 kVでATキ電を使用し高速電気鉄道が運行されている。ここでは、300 km/h以上で走行している高速用交流シンプル架線の機械的特性と電気的特性について世界的な比較検討を行う。日本は360 km/h運転を目指して試験中の最新PHCヘビー*¹シンプル架線を始め3種類の架線を代表として選定した。その比較対象としてヨーロッパと中国を選び、電車線の装柱図が公開されているフランス系の架線設備を持つフランスおよびイタリアのシンプル架線と、ドイツ系の架線設備を持つオランダと中国の変Yシンプル架線を選定した。

* 1：ヘビー：高強度の線条を用いて張力を高くしたもの

2 高速電車線の機械的特性の比較

電気鉄道における電車線は、変電所からの電気をパンタグラフを通して電気車に供給するため、鉄道沿線に長く構築されている構造物である。世界の交流高速鉄道で主に使用されているシンプル架線は、図1¹⁾に示すシンプル架線とシンプル架線にY線が入った変Yシンプル架線である。世界の高速鉄道では変Yシンプル架線の方が多く使用されている。

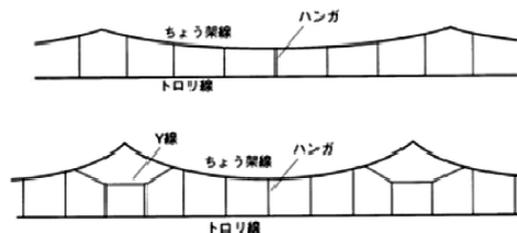


図1 シンプル架線(上)と変Yシンプル架線(下)

表1に世界の高速シンプル架線の比較を示す。フランスは当初TGV南東線で変Yシンプル架線を使用していたが、今はすべてシンプル架線であ

表1 世界の高速シンプル架線の比較

国名	フランス		イタリア	オランダ	中国		日本		
構造名称	TGV北線 シンプル	TGV東線 シンプル	シンプル (AC 25kV)	変Yシンプル (SICAT H1.0)	変Yシンプル (鄭州～西安)	変Yシンプル (北京～上海)	PHC シンプル	SNN ヘビー シンプル	PHC ヘビー シンプル
ちょう架線	青銅より線 65mm ² 1400daN	青銅より線 116mm ² 2000daN	硬銅より線 120mm ² 1625daN	青銅より線 120mm ² 2100daN	青銅より線 120mm ² 2300daN	青銅より線 120mm ² 2100daN	硬銅より線 150mm ² 1960daN	硬銅より線 200mm ² 2450daN	硬銅より線 200mm ² 3136daN
Y線				青銅より線 25mm ² 350daN	青銅より線 35mm ² 350daN	青銅より線 35mm ² 350daN			
トロリ線	硬銅 150mm ² 2000daN	青銅 150mm ² 2600daN	硬銅 150mm ² 2000daN	Mg入銅 120mm ² 2700daN	Mg入銅 150mm ² 2850daN	Mg入銅 150mm ² 3100daN	PHC 110mm ² 1960daN	SNN 170mm ² 2450daN	PHC 130mm ² 2254daN
架高 (mm)	1400	1400	1250	1600	1600	1600	950	950	1500
最大径間 (m)	63	63	60	70	60	60	60	60	60
不等率 (%)	48.7	48.7	48.1	13.0	15.3	不明	53.3	55.7	59.9
最高速度 (km/h)	300	320	300	300	350	350(400)	260(320)	285(300)	320(360)

PHC：析出強化型銅合金、SNN：すず、インジウム入り高強度高導電率銅合金

る。表1の左列にTGV北線と東線のシンプル架線の線種、張力、架高*²、および最大径間等を示す。架高は1400mm、最大径間は63mである。表1の左から3番目の列にイタリアの高速交流電車線を示す。すべての線種が硬銅で、架高は1250mm、最大径間は60mである。表1の真中の3列が高速変Yシンプル架線である。オランダと中国の変Yシンプル架線を示している。オランダの変Yシンプル架線は、ドイツのシーメンスで開発されたSICAT H1.0と呼ばれるものである。架高は1600mm、最大径間は70mである。その右隣りに2種類の中国の変Yシンプル架線を示す。鄭州～西安間と北京～上海間の高速架線である。鄭州～西安間の架線は、中国で唯一装柱が公表³⁾されているものを選定した。各線区でちょう架線とトロリ線の張力が異なっているが、北京～上海間は最高速度が今後向上される可能性が高いので、選定した。架高はともに1600mm、最大径間は60mである。同じく表1の右列に日本のPHCシンプル架線、SNNヘビーシンプル架線、およびPHCヘビーシンプル架線を示す。PHCヘビーシンプル架線は、2022

年1月に公表⁴⁾されたものである。日本のシンプル架線の架高はPHCヘビーシンプルの1500mmを除き950mmであり、最大径間は60mである。

表1の下部に不等率と最高速度を記入している。不等率は架線弾性係数の不等性を表す値であり、この数値が小さい程、電車線の押上量が径間内で等しくなる。一般的に不等率はシンプル架線より変Yシンプル架線の方が小さくなる。

最高速度は、フランスのTGV北線、イタリア、およびオランダの架線は300km/h、TGV東線、およびPHCヘビーシンプルは320km/h、中国の2架線は350km/hである。()内の速度は今後予定される最高速度を予測して示している。

5カ国のトロリ線の波動伝播速度と列車の営業速度との関係を表2に示す。 β は列車速度 V を波動伝播速度 C で割った値である。この β は列車速度が波動伝播速度に近づくにしたがって大きくなり、この β の値がだいたい0.7～0.8を超えると架線の変位や局所的な曲げが大きくなり、架線・パンタグラフ系の接触の維持が困難になることが分かっている。IEC60913-2024(架空電車線)の β の数値は0.7未満となっており、表2に

*2：架高：支持点におけるちょう架線とトロリ線の垂直距離

示すとおり5カ国のβは、すべて規格値0.7未満を満たしている。

しかし、今後の速度向上を考慮すると、日本のPHCヘビーシンプル架線は速度360 km/hではβが0.71と規格値をオーバーする。中国の北京～上海間の変Yシンプル架線も380 km/hへの速度向上ではβが0.69で規格を満たしているが、400 km/hに速度向上するとβが0.73となり規格を満たさなくなる。中国が400 km/hに速度向上させれば、βの規格値を見直す可能性がある。

表2 高速鉄道の営業運転速度、トロリ線の波動伝播速度

高速鉄道の 国名、線名等	トロリ線の波 動伝播速度 (km/h) C	列車速度 (km/h) V	$\beta = V/C$
TGV (SE,A,N)	441	300	0.68
TGV (E,M,SEA)	503	320	0.64
イタリア(AC25kV)	441	300	0.68
オランダ(SICAT H1.0)	569	300	0.53
中国 (鄭州～西安)	526	350	0.67
中国 (北京～上海)	549	350(400)	0.64(0.73)
日本(PHC)	506	260(320)	0.51(0.63)
日本(SNN170)	459	285(300)	0.62(0.65)
日本(PHC130)	507	320(360)	0.63(0.71)

3 高速電車線の電氣的特性の比較

電氣的特性比較のため、電車線の電流容量を比較する。各国の架線構造は表1のものを使用した。ただし、径間は表1に従っているが、日本のみ最大径間ではなく平均的な50 mとしている。なお周波数は50 Hz、大地導電率は0.02 S/mとした。

日本における電線の許容電流の求め方は、Wiを電線の抵抗損による発生熱量、Wsを日射による吸収熱量、Wrを輻射による放散熱量、Wcを対流による放散熱量とすると、

$$W_i + W_s = W_r + W_c \dots\dots\dots (1)$$

より、Iを許容電流、R0を許容温度における電線の抵抗とすると、 $W_i = I^2 \times R_0$ より、

$$I = \{(W_r + W_c - W_s) / R_0\}^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

で計算できる。

ヨーロッパでは、IEC TR 61597-2021 を用

いて許容電流の計算を行う。(2)式を使用するのは同じで、WrとWsは同一であるが、対流による放散熱量Wcは異なっている。日本式は、1949年の電気協同研究会によって風による強制対流が生じている場合の熱放散係数としてC.W.Riceの実験式を用いている⁶⁾。一方、ヨーロッパ式は、強制対流伝熱の考え方を利用し、空気の熱伝導率とヌセルト数を用いている。

風速を0.5 m/sおよび1.0 m/sとした場合の日本式とヨーロッパ式の計算結果を表3に示す。日本式では、ちょう架線の許容温度が100℃、トロリ線の許容温度が90℃で、5カ国とも一定としている。そのため、ちょう架線とトロリ線の断面積を合わせた銅系断面積で検討すると、Mg入り銅トロリ線を使用している、オランダ、中国以外は、この銅系断面積にほぼ比例した計算結果となっている。ヨーロッパ式での許容電流の計算結果も同じ表3に示す。全体的に、(2)式で風の対流による放散熱量Wcは、ヨーロッパ式の方が大きくなる。その上、使用している風速が日本の0.5 m/sに対して2倍の1.0 m/sを用いているため、さらに風による影響が大きくなり、許容電流計算結果は日本式のものよりかなり大きい。

電流容量の計算ではほとんどの場合、摩耗限度のトロリ線許容電流容量で電車線の許容電流が決定される。表4に各国のトロリ線の断面積、トロリ線の線種、および日本式とヨーロッパ式で計算された電車線の電流容量を示す。[]内は各式で決められているトロリ線の最高許容温度を示す。トロリ線の分流比がかなり異なっているTGV北線を除き、日本式ではトロリ線の最高許容温度が90℃ですべての線種で一定なので、硬銅トロリ線を使用している電車線の許容電流が大きくなっており、Mg入り銅を使用しているトロリ線の電車線許容電流が小さくなっている。

ヨーロッパ式ではトロリ線の最高許容温度が硬銅は80℃、銅合金は100℃と別々になっているため、硬銅を使用している仏TGV北線とイタリア(AC)の電車線の許容電流の日本式の計算結果と比較すると増加率が低くなっている。その他の銅合金を使用したものは日本式の結果と比較

すると、かなり電車線の電流容量が増加している。

全体的に、銅合金の150 mm²のトロリ線を使用している仏TGV東線、中国（鄭州～西安）、中国（北京～上海）の電車線は、ヨーロッパ式で1100 (A) を少し超す程度で、日本のPHCシンプル架線と同程度の許容電流となっている。日本のPHCヘビーシンプル架線とSNNヘビーシンプル架線が世界的には電車線許容電流が大きい電車線となっている。

表3 電車線の許容電流計算結果

高速鉄道の 国名、線名等	鋼系 断面積 (mm ²)	架線の許容電流(A)		架線の許容電流(A)	
		日本式		ヨーロッパ式	
		風速 0.5m/s	風速 1.0m/s	風速 0.5m/s	風速 1.0m/s
仏 TGV 北線	215	725	848	718	859
仏 TGV 東線	266	798	933	989	1112
イタリア(AC)	270	901	1055	895	1070
オランダ(変Y)	240	679	796	841	991
中国 (鄭州～西安)	270	746	873	925	1090
中国 (北京～上海)	270	746	873	925	1090
日本 PHC	260	772	902	951	1122
日本 SNNヘビ-	370	980	1146	1212	1428
日本 PHCヘビ-	330	846	990	1043	1230

表4 電車線の許容電流計算結果

国名と線名等	トロリ 線の断 面積 (mm ²)	銅系トロリ 線の線種	電車線の許容電流(A)	
			【トロリ線最高許容温度 (°C)】	
			日本式	ヨーロッパ式
仏 TGV 北線	150	硬銅	725 [90]	859 [80]
仏 TGV 東線	150	青銅	798 [90]	1112 [100]
イタリア(AC)	150	硬銅	901 [90]	1070 [80]
オランダ(変Y)	120	Mg入り銅	679 [90]	991 [100]
中国 (鄭州～西安)	150	Mg入り銅	770 [90]	1126 [100]
中国 (北京～上海)	150	Mg入り銅	770 [90]	1126 [100]
日本 PHC	110	PHC	772 [90]	1122 [100]
日本 SNNヘビ-	170	SNN	980 [90]	1428 [100]
日本 PHCヘビ-	130	PHC	846 [90]	1230 [100]

4 おわりに

世界の高速鉄道用シンプル架線の機械的特性および電気的特性の比較を行った結果、以下の事項が判明した。

機械的特性の比較では、波動伝播速度関連の β の数値は、5カ国とも規格を満足しているが、日本および中国（北京～上海）が速度向上を行う場合は、規格値を超えることになる想定される。

電気的特性の比較では、電車線の電流容量を計算して比較した。日本式とヨーロッパ式の比較を行い、それぞれの式で電車線の許容電流を計算した。その結果、ヨーロッパ式で計算した方が許容

電流は多くなり有利であること、および日本の使用している0.5 m/sの風速は、世界的に見ると値が小さいことも判明した。また、世界の代表的な高速シンプル架線である仏TGV東線、および今回検討した中国の代表的な変Yシンプル架線である2つの高速新線の電車線の許容電流が日本のPHCシンプル架線と同程度であり、日本のSNNヘビーシンプル架線とPHCヘビーシンプル架線の許容電流は大きく、世界的に見ても第1位と第2位に相当することが分かった。平均的に、ヨーロッパ式による許容電流の計算結果は、銅合金トロリ線の場合、日本式の許容電流の約1.45倍となっている。

日本の計算式は、1949年の電気協同研究会によって風による強制対流が生じている場合の実験式を用いており、鉄道では約70年間この式が見直されていない。送電線は2003年にIEC TR 61597-1:1995に準拠して見直されている⁷⁾。今後は、この見直しを行うべきである。

<参考文献>

- 1) 島田健夫三：世界の高速鉄道（電気編），JREA，2013.3
- 2) 島田健夫三：集電技術を中心とした国内外高速電気鉄道の違い，月刊『技術士』，2020.10
- 3) Fabrizio Caraccio, et al. "Electrical Fixed Installations of High-speed ZHENGZHOU-XI' AN in China", EB, 2014.4
- 4) 新聞記事：JR東日本高速シンプル架線導入，交通新聞，2022.1.21
- 5) IEC TR 61517，架空電線－裸電線の計算方法，2021.6
- 6) 島田健夫三，他：交流用剛体電車線の許容電流簡易計算法，平成25年電気学会全国大会，5-140，2013.4
- 7) 日本電線工業規格：裸線許容電流の計算基準，JCS0374，2003.7

島田 健夫三（しまだ たけふみ）
技術士（電気電子／総合技術監理部門）

三和テック（株）技術本部 顧問
労働安全コンサルタント
e-mail：shimada@tekki.co.jp



卵殻膜由来のリサイクル繊維「ovoveil」

Recycled fiber "ovoveil" derived from eggshell membrane

古賀 啓太
KOGA Keita

日本国内では年間260万トンの鶏卵が消費され、それにともない約1万トンの卵殻膜がタンパク質バイオマスとして発生している。卵殻膜は様々な生理機能を持つ機能性タンパク質であるが、多くの分子内架橋を有し酵素などでの分解を受けず、産業利用が難しい。筆者らは卵殻膜を加水分解してレーヨンに混練した機能性繊維 ovoveil を開発した。本繊維はカシミアに近い風合いを有し、着用することで肌のバリア機能を向上させることが臨床試験で確認されている。

In Japan, 2.6 million tons of eggs are consumed annually, producing about 10 000 tons of eggshell membrane as protein biomass. This membrane, though a functional protein, is difficult to industrially utilize due to its resistance to enzymatic degradation. We developed "Ovoveil," a functional fiber by hydrolyzing eggshell membrane and blending it with rayon. This fiber, with a cashmere-like texture, has been clinically proven to enhance the skin's barrier function.

キーワード：鶏卵、卵殻膜、機能性繊維、アップサイクル、サステナビリティ

1 卵殻膜繊維「ovoveil」

1.1 卵殻膜の資源化

日本国内では年間約260万トンの鶏卵が消費されている¹⁾。鶏卵の使用に伴い、約10%の割卵残渣（卵殻と卵殻膜）が発生するが、含水率が高く有機物が付着しており、急速に腐敗することから大半が廃棄されている。

日本の鶏卵の約半数は割卵工場で集約して割卵され、液卵の形態で流通しているため、割卵残渣は割卵工場が発生している。

筆者らは、割卵工場が発生した割卵残渣をアップサイクルするために、これらを即時乾燥粉碎して収集し、卵殻と卵殻膜に分離するサプライチェーンを構築し、割卵残渣を再資源化する研究を行っている。

1.2 卵殻膜の機能

筆者らの注目する卵殻膜は、卵殻の内側に付着している厚さ約70 μm の膜状構造物である(図1)。卵殻膜の乾燥重量の90%以上をタンパク質が占めており、システインを多く含むため、分子内架橋を多く持った特徴的な構造を持つ。そのため、酵素などによる加水分解を受けづらく、



図1 鶏卵に付着する卵殻膜

産業への応用例は限られている。

一方で、使用量は少ないものの卵殻膜の産業応用の事例として化粧品、健康食品原料などがある。卵殻膜のヒトへの生理作用に関しては多くの報告があり、抗炎症作用や、抗菌作用を持つことが報告されている²⁾。

1.3 卵殻膜繊維 ovoveil

割卵残渣の回収、リサイクルの事業化を考えた場合、卵殻は排出量こそ大きいものの炭酸カルシウムが主体であるため付加価値を付けることが難しく、機能性タンパク質で構成される卵殻膜を用いた高付加価値製品の開発が重要となる。

そこで、割卵残渣の有効活用のため、卵殻膜を原料とした新規機能性繊維の開発を試みた。卵殻膜はタンパク質であるため、200度以上の高温になると燃焼して悪臭が発生する。従って、ベースとする線維化技術については湿式紡糸を選定した。また、目的が卵殻膜のアップサイクルであることから天然原料を材料とした繊維が好ましいと考え、レーヨン繊維に卵殻膜タンパク質を混練するプロセス開発を行った。本繊維の開発・製造・評価に関してはオー・ジー長瀬カラーケミカル（株）、ダイワボウレーヨン（株）との協力体制のもとで実施した。

様々な検討を行い、まずは独自の条件下で卵殻膜をアルカリ加水分解・中和することで、ビスコースと同様に酸性条件で再生可能な卵殻膜加水分解物液を開発した。次に、上記の加水分解卵殻膜をビスコースに10%混練して紡糸するプロセスを開発し、再生セルロース繊維に卵殻膜タンパク質が混練された繊維の開発に成功した。

本製法により開発された卵殻膜配合再生セルロースハイブリッド繊維は、水洗や摩擦などによる繊維からの卵殻膜タンパク質の脱落がほとんど認められない、安定な構造を持つことが確認できた。

この繊維にラテン語で卵を示す「ovo」と優しく包み込む布のニュアンスを持つ「veil」を組み合わせ「ovoveil（オボヴェール）」と命名した。

繊維としての加工性も良好であり、糸、生地、不織布などに加工可能であり（図2）、染色性も問題ないことが確認できている。



図2 ovoveilの紡績糸

2 ovoveilの特徴

2.1 ovoveilの風合い

現在ovoveilを用いたテキスタイルを開発しアパレルメーカーに提案を行っているが、風合いに関してカシミアに似た質感を持つとのコメントを多くいただいている。

これは、卵殻膜が分子間架橋構造であるシスチンを多く持ち、カシミアなどの動物性繊維を構成するタンパク質であるケラチンに似た構造を持つためであり、卵殻膜を繊維に添加することで動物性繊維に似た風合いを帯びると考えられる。

実際に、ovoveil 90%カシミア10%の混紡糸を作成してニットを試作した。カシミア100%のニットとKES（Kawabata Evaluation System）による、表面特性対比評価において、ほぼ同じような波形を示すことが確認でき、アパレルメーカーのコメントを支持するデータが得られている。

その他にも、繊維の吸放湿性や、繊維表面の電気的特性等の測定も行ったが、いずれのデータもovoveilがレーヨン繊維よりも動物性繊維の物性に近づいていることを支持するものであった。

2.2 ovoveilの着用試験

ovoveilを開発した目的の一つに、卵殻膜の持つ美容・健康機能を繊維に付与することで新規機能性繊維を開発することがある。そこで、ovoveilを着用することで美容効果があるか、実際に着用試験を行うことで検証した。女性の被験者28名の腕に、30%混紡したアームカバーとコントロール品のアームカバーをそれぞれ4週間着用し、左右の腕の肌の状態を比較した（図3）。なお、本試験については第三者機関にて実施した。

その結果、overveilを30%混紡したアームカバーを着用することで、肌のバリア機能、うるおいなどのパラメータが優位に向上することが実証された（図4, 5）。このことから、卵殻膜において既に報告されている美容・健康機能がoverveilも有していることを示された。



図3 ovoveil着用試験の様子

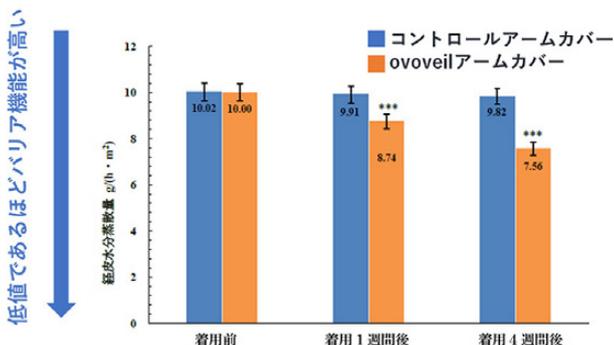


図4 ovoveil着用による肌バリア機能の向上

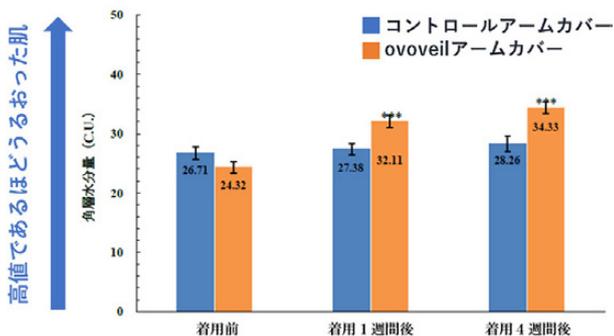


図5 ovoveil着用による肌のうるおいの向上

2.3 ovoveilのサステナビリティへの取り組み

ovoveilは割卵残渣のアップサイクルを目的として開発された機能性繊維である。現在、ovoveil製造時の二酸化炭素排出量などの詳細なLCA（ライフサイクルアセスメント）については評価中である。

しかし、割卵残渣を焼却処分する際に発生する二酸化炭素量に関しては試算可能である。これがアップサイクルにより排出回避される。ovoveilの使用法としてアパレルメーカーへは2.2に記載のエビデンスを根拠として、30%以上の混率でを使用することを推奨している。そのためTシャツ1枚を200gとした場合、60gのovoveilを使用することとなり、その製造には6gの卵殻膜が

使用されることとなる。これはおよそ卵100個分程度の量に相当する。

卵殻膜と並行して卵殻のアップサイクルも行っているため、本取り組みにより焼却処分を免れる割卵残渣は約600gとなり、約300gの二酸化炭素排出回避につながると考えられる。

また、温室効果ガス削減以外のサステナビリティへの寄与として、割卵残渣リサイクルによる経済的なインパクトがある。我々の取り組みでは、割卵工場が発生する割卵残渣を工場内で乾燥粉碎処理して有償で購入するスキームをとっているため、本来であれば処理費用をかけて廃棄していたバイオマスが利益を生むこととなり、本事業が拡大すれば養鶏産業全体への経済効果も期待できる。

ovoveilを通じた卵殻膜アップサイクルの取り組みにより、一般社団法人 サステナブル経営推進機構 (SuMPO) の主催する第7回エコプロアワードにおいて、優秀賞を受賞している (図6)。



図6 ovoveilは第7回エコプロアワード優秀賞を受賞した

3 ovoveilの今後の展開

3.1 ovoveilを用いたテキスタイル開発

当初、美容・健康機能を持つ繊維として開発を行ってきたovoveilであるが、これまでの評価により衣類として良好な風合いを有し、動物性繊維に似た物性を持つことが明らかになった。

そこで、現在ovoveilを用いた動物性繊維の代替となるテキスタイルの開発を試みている。本繊維での置き換えを目指す動物繊維は天然素材でありながら環境負荷の大きい繊維である。例えばカ

シミヤやウールはヤギやヒツジを飼育して得られるが、これらの反芻動物^{はんすう}は、飼育時に温室効果の非常に高いメタンガスを大量に排出する。また、カシミヤの生産量増加は過放牧による内モンゴルの砂漠化の原因ともなっている。このように環境負荷の大きい繊維の代替素材を、廃棄バイオマスと木質資源のみから開発することができれば、環境負荷の低いリサイクル素材としての普及が期待される。

現在はovoveil原綿の繊維長や織度の検討や、シルクやカシミヤとの混紡糸やテキスタイルの検討を行い、物性評価を実施中である（図7）。



図7 ovoveil 30%配合シルク生地

3.2 卵殻膜高含有繊維の開発

これまでの検討により、卵殻膜タンパク質を再生セルロース繊維に添加することで、動物性繊維の風合いに近づくことが確認できた。現在のovoveilでは繊維強度や紡糸性などへの影響から卵殻膜タンパク質の添加量を10%以上に増やすことが難しいが、さらに添加量を増やすことができれば、より動物性繊維に近い繊維の開発が期待できる。そこで現在、(研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の公募事業であるバイオものづくり革命推進事業の補助を受け、次世代卵殻膜繊維の開発を試みている。

繊維強度と紡糸性を維持したまま卵殻膜の添加量を上げるためには、①卵殻膜加水分解時の分子量制御②紡糸方法の検討が必要となる。

①に関しては、現在アルカリにより行っている加水分解プロセスを酵素分解により制御することで、加水分解タンパク質の分子量分布を均一化することを試みている。前述の通り、卵殻膜は強固な構造を持ち通常の酵素を用いて分解を行うこと

は不可能であるため、バイオ育種技術を用いて卵殻膜を最適な分子量で加水分解可能な酵素の開発を検討中である。

②に関しては、様々な再生セルロース繊維の製造プロセスを検討し、ドープ液の溶解条件なども含め最適なプロセスを選定中である。

現在までの検討により、ラボスケールにおいて、卵殻膜を30%含有したセルロース繊維の製造に成功している（図8）。本稿では筆者らの卵殻膜アップサイクルの取り組みについて述べた。今後も取り組みを進めていく。



図8 新規製法による卵殻膜30%配合繊維

<引用文献>

- 1) 農林水産省 令和4年鶏卵流通統計調査結果
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/tikusan_ryutu/keiran/r4/index.html
- 2) Candilish, J. K. : L-5-hydroxylysine as a constituent of the shell membrane of the hen's egg, Int. J. Protein Res, vol. 1, pp.299-306., 1969

<参考文献>

- 3) 中村良：シリーズ《食品の科学》卵の科学，朝倉書店，1998年1月25日

古賀 啓太 (こが けいた)

(株)ファーマフーズ 開発部
理学博士
e-mail : k-koga@pharmafoods.co.jp



湿度計測の世界－露点計測技術とその応用

Humidity measurement – Dew point measurement technology and its applications

橋本 英樹

HASHIMOTO Hideki

大気中において水蒸気は窒素、酸素に次いで3番目に多く含まれる成分で、最も多く含まれる極性分子である。水蒸気は大気だけでなく液体窒素を気化させた窒素ガス中、半導体製造の原料ガス、金属熱処理の雰囲気ガスなどにも含まれる。どこにでも存在し、吸着性が高く、さらに除去が困難なため様々な産業分野において何らかの影響を与える厄介な存在である。露点計測を中心とした水蒸気量の計測には、技術的な経験と得られたデータを活用するための熱力学的な知識が必要である。

In the atmosphere, water vapor is the third most abundant component after nitrogen and oxygen, and it is the most abundant polar molecule. Water vapor is not only present in the atmosphere but also in nitrogen gas produced by the vaporization of liquid nitrogen, raw gas for semiconductor manufacturing, and atmosphere gas for metal heat treatment. It exists everywhere, has high adsorption, and is difficult to remove, making it a troublesome presence that affects various industrial fields in some way. Measurement of water vapor content, focusing on dew point measurement, requires technical experience and thermodynamic knowledge to utilize the obtained data.

キーワード：水蒸気, 湿度, 露点, 露点計, SONNTAGの式, 湿度標準

1 相対湿度・露点・霜点とは

天気予報で一般に湿度といわれているものは「相対湿度」と呼ばれるものである。単位は%を用いることが多いが、相対湿度であることを明確にするため%rhを用いることもある。相対湿度とは湿潤空気（水蒸気と乾燥空気の混合気体）に含まれる水蒸気の圧力（蒸気圧）とその気温における飽和水蒸気圧との比を百分率で表したものである。例えば20℃、1 atmの湿潤空気を考えたとき、その水蒸気圧を20℃、1 atmの飽和水蒸気圧で割り、その値を100倍したものである。図1に相対湿度が50 %rhの場合のイメージを示す。

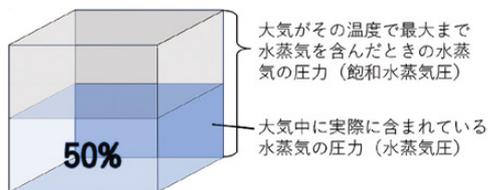


図1 相対湿度50 %rhとは

20℃の大気（湿潤空気）の相対湿度が100 %rhである場合、その大気が20℃以下の物体に接触した瞬間、そこに結露が生ずる。

相対湿度は空気の乾燥や湿潤の度合いを示すパラメータで、天気予報以外でも人の健康管理や火

災の発生予防など、様々な分野で活用されている。

一方、露点とは「湿潤空気中の水蒸気圧に水の飽和蒸気圧が等しくなる温度」である。霜点とは「湿潤空気中の水蒸気圧に氷の飽和蒸気圧が等しくなる温度」（JIS Z 8806:2001¹⁾）である。これを分かり易く言い換えると、露点とは湿潤空気中の水蒸気が結露する温度、霜点とは湿潤空気中の水蒸気が霜になる温度である。国際単位系（SI）の単位は熱力学温度のKまたは℃である。露点と霜点を区別するため、単位をそれぞれ℃dpと℃fpとすることもある。一般に霜点も露点と同様に扱う場合が多いが、水と氷では蒸気圧に差があるため、厳密にはこれらを分けて扱う。本稿では霜点も露点として扱っている箇所がある。微量水分計測の領域（霜点が-80℃以下の領域）では湿潤空気の圧力に依存しない単位として物質質量分率（単位は $\mu\text{mol}/\text{mol}$ (10^{-6}) または nmol/mol (10^{-9})、ppm, ppbで表されることもある）が使われる。

露点は各地方気象台もデータとして提供している。大気の相対湿度は大気のと露点から計算して求めているためである。

産業分野では以前から相対湿度よりも露点の方が多く用いられている。例えば金属材料の熱処理

に使われる雰囲気ガス、窒素ガスをはじめとした空気以外の産業用のガスの水分管理、リチウムイオン電池の製造に使われるドライルーム（空気中の水蒸気量が低く制御された部屋）の湿度管理などの分野である。金属材料やめっき表面の酸化や腐食によるトラブル対策においても露点管理が重要である。

2 露点計測の方法

露点計測には鏡面冷却式露点計や静電容量式露点変換器（センサ式）が使われることが多い。

2.1 鏡面冷却式露点計（写真1、写真2）



写真1 鏡面冷却式露点計の例（写真提供：神栄テクノロジー（株））



写真2 鏡面冷却式露点計のセンサ部の鏡面（鏡面の下にペルチェ素子と温度センサがある）

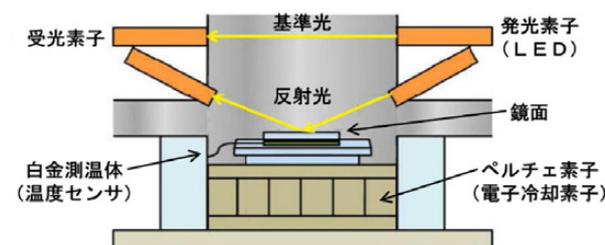


図2 鏡面冷却式露点計のセンサ部の構成

図2に鏡面冷却式露点計の構成を示す。鏡面の上に露点を計測したいガスを流す。鏡面の温度はその下のペルチェ素子で制御する。その温度は鏡面の裏側に配置した白金測温体を使って計測する。鏡面の露または霜の付着は反射光の光量により検出し、鏡面への露または霜の付着量が一定になるように鏡面の温度が自動制御される。このときの鏡面温度が露点または霜点である。かつては肉眼判定式露点計（露点カップ）が一般的に使われていた。金属製カップにアルコールや四塩化炭素とドライアイ

スを入れ、カップの外側の鏡面を冷却する。そこにガスを吹き付け、結露が生じた瞬間のアルコールの温度を棒状温度計と肉眼で計測し、これを露点とした。その結果、計測する人の技量（慣れ）と視力に大きく依存したため計測の不確かさも大きかった。

鏡面冷却式露点計の場合、鏡面の材質を白金にして耐食性を持たせることで、腐食性の成分を含むガスにも対応できる。さらに低露点領域から高露点領域まで幅広く対応できる。最も標準的な露点計測の方法で、その精度は ± 0.2 ℃である。

鏡面冷却式露点計は広く様々な分野で利用されており、湿度計測の基準器としても活躍している。

2.2 静電容量式露点変換器（センサ式・写真3）

静電容量式露点変換器はセンサ式とも呼ばれる。高分子薄膜や多孔質の酸化アルミ薄膜が吸湿活性レイヤとして利用され、それを2枚の白金薄膜（電極）で挟んだ構造となっている。吸湿活性レイヤの吸湿、脱湿による静電容量の変化を計測し、その値を鏡面冷却式露点計で計測した露点（霜点）に紐付けている場合が多い。計測範囲は -80 ℃ ~ 20 ℃の範囲のものが多く、センサに結露する条件での使用はできない。計測精度は多くの製品で $\pm 2\sim 3$ ℃である。吸湿活性レイヤの材質上、酸やアルカリ、腐食性ガスを含むガスの露点は計測できない。



写真3 静電容量式露点変換器（センサ式）の例（写真提供：神栄テクノロジー（株））

鏡面冷却式露点計に比べて導入コストが低いいため広く普及しているが、計測値のドリフトも生じやすく、どんな目的にでも利用できるとはいえない。

2.3 新たな露点計測技術

JIS Z 8806:2001には鏡面冷却式露点計や静電容量式露点変換器以外にも露点計測の方法や計器に関する記載もあるが、現在、これら二つの方法を利用することが一般的である。しかし近年、産業技術総合研究所（以下、産総研）が中心となって、新たに二つの方式の露点計測方法が開発され実用化された。一つは可変ダイオードレー

ザ吸収分光式 (TDLAS式) 露点水分計, もう一つはCRDS (Cavity Ring-Down Spectroscopy) 微量水分計である²⁾。

TDLAS式露点水分計は, レーザーで水分を検出する方法である。鏡面冷却式露点計では原理上計測できないアンモニアガス中の水蒸気量の計測も可能である。CRDS微量水分計は日本の月面探査で氷の探索をするために宇宙航空研究開発機構 (JAXA) と共同開発されたもので, これをほぼそのまま産業用途向けに販売しているものである。微量水分計というだけに, 計測可能な範囲はモル分率で12 ppb~20 ppm, 霜点に換算して-100℃~-55℃の微量水分領域である。CRDS微量水分計は, 特に半導体製造に使われるプロセスガスに含まれる微量水分の計測を中心に活用されている。

主な方式別の露点計測範囲を図3に示す。現状, 露点または霜点に換算して-100℃~100℃の範囲の露点計測が技術的には可能である。

計測方式と計測範囲 (0℃以下は過冷却露点または霜点)

露点(℃)	-100	-80	-75	-70	-65	-55	-40	0	20	25	50	90	100	備考
鏡面冷却式														低露点型 (水冷)
														低露点型 (空冷)
														一般型
														一般型 (ヒータ内蔵)
TDLAS														高露点型
CRDS														12ppbv~20ppmv
センサ式														静電容量式

101325Paのガス圧力で露点計測範囲温度が25℃の場合

図3 主な方式別の露点計測範囲の例

3 露点計測の応用—水蒸気分圧の計算

露点または霜点の値が分かればJIS Z 8806:2001に記載されているSONNTAGの式を利用して水蒸気の圧力 (単位: Pa) を求めることができる。

【SONNTAGの式】

水の蒸気圧 (Pa)

$$= \exp(-6096.9385 T^{-1} + 21.2409642 - 0.02711193 T + 0.00001673952 T^2 + 2.433502 \ln(T))$$

氷の蒸気圧 (Pa)

$$= \exp(-6024.5282 T^{-1} + 29.32707 + 0.010613868 T - 0.000013198825 T^2 - 0.49382577 \ln(T))$$

T は露点または霜点温度 (熱力学温度・単位: K)

大気の圧力が101325 Pa = 1013.25 hPaのとき, 大気の露点が10℃であったならば, 大気中の水蒸気圧はSONNTAGの式から1228 Pa = 12.28 hPaと求められる。ここで大気中の水蒸気分圧 (全体の中で何%になるか) を計算すると次の通りとなる。

$$\text{水蒸気分圧} = 1228(\text{Pa}) / 101325(\text{Pa}) \times 100 = 1.12(\text{vol}\%)$$

この計算手順により露点から大気中の水蒸気が全体の何%になるかが分かる。同様の計算により, 様々なガス中の水蒸気が何%を占めるかを求めることが容易にできる。

4 水素を活用した金属の還元と露点計測

近年, 金属材料の精錬や熱処理の現場において脱炭素化, 低炭素化の取り組みの一環として金属酸化物の還元雰囲気炭素 (C) や一酸化炭素 (CO) を含むものから水素 (H_2) を含むものに転換する動きが始まっている。大手製鉄メーカーは高炉における水素還元製鉄の実用化に向けて取り組んでいる。また, 金属を加工し, その表面に硬さを付与するための焼入工程をもつ工場の現場でも従来のCOによる還元から, H_2 による還元への転換を図ろうとしているところがある。

金属材料の熱処理で H_2 による還元について考える上で重要な要素はその熱処理雰囲気 H_2 分圧, H_2O 分圧, 温度である。これらが分かれば, 熱処理をする金属材料が酸化する条件か, 還元する条件かを計算で導き出すことができる。この計算や評価法は金属部門の技術士第一次試験でも出題され, 大学の工学部3年生で使われる冶金物理化学や無機化学の教科書に詳しい記述がある。

雰囲気温度は通常, 熱電対で検出するため既知の値となる。 H_2 分圧も H_2 をマスフローコントローラなどにより雰囲気中に導入するため既知の値となる。残る H_2O 分圧だけが未知の値であるため, 露点を計測し, その値から H_2O 分圧を求め, さらに雰囲気ガス中の酸素分圧を求め, 加熱している金属材料が酸化するか還元するかを検討する。これにより適正な露点の管理目標値が分か

ば、雰囲気露点計測のみで生産に対応できる。

H₂による金属材料の還元は、脱炭素化、低炭素化を進める取り組みの中で重要度を増しているが、その実現には加熱する際の雰囲気ガスの露点計測が重要な鍵となる。

5 液体窒素を気化させて得た窒素ガスの露点

工場や研究施設などでは液体窒素のタンクを見ることがあるが、液体窒素の製造設備まで持っているところは少ない。通常、液体窒素をタンクローリにより運搬し、設置されている液体窒素のタンクに移し替えている。ここで問題となるのは液体窒素の移し替え作業に伴うごく僅かな大気の混入である。タンクローリから配管を接続し、液体窒素をタンクに移し替える作業を行うが、このとき配管にごく僅かなデッドゾーンが生じ、そこに大気が入る。大気中には水蒸気が存在するため、それが液体窒素のタンクに入ると氷の粒として液体窒素中に浮遊する。液体窒素をそのまま気化器（ベーパーライザ）を通してその先の設備に供給すると、氷は水蒸気となって窒素ガスと共に供給される。結果として露点の低くない（場合によっては−40℃程度の霜点・モル分率で127ppmの水分量）のN₂ガスが供給される場合がある。元が液体窒素であるからといって油断できない。この対策には、液体窒素が気化器に入る前の段階で氷として存在する水分をストレーナにより除去することが有効である。この方法で−90℃の霜点（モル分率で95ppbの水分量）の窒素ガスが供給されている研究施設がある。もちろん供給している窒素ガスの霜点計測を適宜実施し、その水分量を継続的に確認することが極めて重要である。

6 正確な露点計測に欠かせない湿度標準

産総研の計量標準総合センターには基準となる湿度（湿度標準）の発生装置が設置されている。その上で国家標準を持つ機関の責務として国際単位系SIにトレーサブルな湿度標準の維持・管理・供給が行われている。これにより露点計や微量水分計は日本国内でSIにトレーサブルな校正ができる。

産総研は湿度標準の維持・管理だけでなく海外

の標準機関との同等性を示し、国際相互承認を行うなどの重要な役割も果たしている。またppbオーダーから95℃までの高露点の湿度標準の供給、信頼性の高い微量水分測定の方法と微量水分発生装置の研究・開発を行っている³⁾。

正確な露点計測には、産総研が大きな役割を果たしているが、その取り組みには大きな困難も伴っている。それだけ水蒸気の扱いは厄介で難しい。

7 露点計測における重要な要素

露点計測は水蒸気が結露する温度を計測するだけのことだが、信頼性の高い露点計測は決して容易ではない。「よい計測器」と「よい標準」、そして「情熱を持って計測する人（正しい計測手段と正しい計測結果の活用方法を現場に伝える人）」という三つの要素があって初めて信頼性の高い計測ができる。計測器を購入してスイッチを入れれば簡単に計測できるわけではない⁴⁾。露点計の種類とその原理や限界、水蒸気以外の露点計に流れる気体の物性、露点計測配管の設計や部品の選定など多くを熟知しなければならない。さらに計測データの活用には熱力学的な知識や技術的な経験が必要である。

<引用文献>

- 1) 日本規格協会：JIS Z 8806 湿度－測定方法，2001年6月30日
- 2) 阿部恒・柴田真一：ガス中の微量水分計測のトレーサビリティ体系と二次標準器の開発 小型CRDS微量水分計の実用化，計測標準と計量管理，74巻1号，pp.21-29，日本計量振興協会，2024年1月
- 3) 高橋千晴：湿度標準の整備と標準供給の現況，AIST Today，Vol.2 No.3(通巻14号)，p.28，産業技術総合研究所，2002年3月
- 4) 阿部恒：温度・湿度に関する技術セミナー，2017年5月

橋本 英樹 (はしもと ひでき)
技術士（金属／総合技術監理部門）

新和美業（株） 代表取締役
労働安全コンサルタント
名古屋工業大学ごきそ技術士会事務局
e-mail：hidekih@wine.plala.or.jp



日本の植物防疫

Japan's plant protection

津野 賢一
TSUNO Kenichi

植物防疫制度とは、日本の植物に被害をもたらす海外からの病害虫の侵入を防ぐため海港、空港で行う輸入検疫、諸外国の要求に応じた輸出検疫、特殊な病害虫の国内でのまん延を防ぐための国内検疫、適時適切な病害虫・雑草の防除を行うことにより農作物への被害の発生を抑える国内防除などを実施して、安定的な農業生産を図るための制度である。2023年4月1日に改正植物防疫法が施行されたが、本制度の認知度は高くない。日本の農業は、都道府県、国、研究機関、農業者などが連携して対応することで守られている。

The plant protection system is a system aimed to ensure the stable agricultural production by implementing import quarantine at the airports and seaports to prevent the introduction of foreign pests and diseases that cause damage to Japanese plants, export quarantine in response to requests from various foreign countries, domestic quarantine to prevent the spread of specific pests and diseases in Japan, and domestic control to reduce damage to crops by implementing pest, disease and weed control appropriate and timely. The revised Plant Protection Act came into effect on April 1, 2023, but awareness of this system is not high. Japanese agriculture is protected through cooperation between prefectures, the national government, research institutions, farmers, and others.

キーワード：植物防疫、植物防疫法、緊急防除、総合防除

1 はじめに

1.1 植物防疫制度について

病害虫の防除は安定的な農業生産のために欠かせないものである。病害虫のまん延は深刻な農業被害をもたらす、世界の食料の2~4割が病害虫の被害により喪失しているとの推計もある。食料の安定供給のためには植物を検疫し、病害虫の侵入・まん延を防ぐことが重要である。

1850年代、体長約1mmのブドウネアブラムシがアメリカ合衆国からブドウ苗とともにフランスに侵入し、本虫がブドウの根や葉に寄生し、コブが作られたことにより、ブドウの生育を阻害し、フランスのブドウ園は甚大な被害を受けて荒廃した。当時のワイン生産量は30%程度に減少したといわれている。隣国のドイツは、ブドウネアブラムシが自国に侵入するのを恐れ、1872年(明治5年)「ブドウ害虫予防令」を公布し、繁殖用ブドウ苗の輸入を禁止した。これが輸入植物検疫の始まりといわれている¹⁾。

日本においては、1896年(明治29年)に「害虫駆除予防法」が制定され、国内において防

除を実施していたところ、貿易の活発化により、国内各地で新しい病害虫による被害が続発したこと等により、1914年(大正3年)に「輸出入植物取締法」が施行されたことが始まりとなった。これにより、客船で旅行者が持ち込んだ携行手荷物に植物を検査する等の対応が始まった。

1.2 現在の植物防疫制度について

現在では、「害虫駆除予防法」と「輸出入植物取締法」が統合された「植物防疫法」が1950年(昭和25年)に制定され、図1に示すとおり、輸入検疫、輸出検疫、国内検疫、国内防除が行われている。

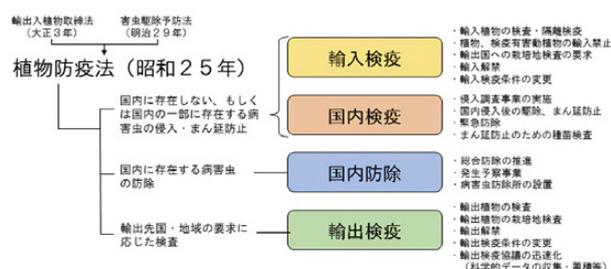


図1 植物防疫制度

植物防疫法はその後、幾度かの改正が行われてきたが、近年、病害虫の侵入・まん延リスクの高

まり、薬剤抵抗性・薬剤耐性の発達、環境負荷低減に係る社会的要請などの背景を受け、2022年に植物防疫法が改正され、2023年4月1日に施行された²⁾。

2 輸入検疫

2.1 輸入検疫とは

輸入検疫では、苗、穂木、球根、種子などの栽培用植物及び野菜、果物、切り花、木材、穀類、豆類等の消費用植物の他、植物に有害な生きた昆虫・微生物などを対象にしている。海外からの病害虫の侵入を防ぐため、国・地域と植物の種類及び部位の組み合わせごとに、輸入禁止、検査証明書の取得（輸出国の検疫機関により発行され、その検査の結果、日本が規制している病害虫が付着していないことを確かめ、その旨を記載した証明書）、輸入時の検査などの措置を実施している。

(1) 輸入禁止

輸入禁止措置は、万一日本に侵入した場合、大きな被害を及ぼす危険性が高く、かつ輸入時の検査では発見が困難な病害虫の寄主（宿主）植物を対象としている。また、多くの病害虫が潜伏している可能性が高い土や植物に有害な生きた病害虫そのものも輸入を禁止している。

(2) 検査証明書の取得

日本に輸入される植物は、輸出前までに輸出国の検疫機関において、日本が規制している病害虫が付着していないことを検査し、その旨を記載した検査証明書を添付する必要がある。そのため、必要に応じて栽培地検査、遺伝子診断、血清学的診断、消毒等が実施され、輸出国の検疫機関により検査証明書が発行される。

(3) 輸入時の検査

輸入時の検査は、植物が日本に到着後すみやかに、空港や港にある植物防疫所や植物検疫カウンターなどで行われる。輸入される植物が禁止されている品目でないこと、検査証明書が添付されていること、規制対象の病害虫が付着していないことなどを検査し、問題がなければ輸入が可能となる。万一規制対象の病害虫が付着していた場合は、消毒、廃棄又は返送の措置が命じられる。

2.2 植物防疫法の改正における改正点

2022年の法改正では、輸入検疫の対象・権限の強化のため、主に次の3点につき改正された。

- ① 入国する旅客からの申し出がない場合であっても、必要に応じて質問や携帯品の検査を行えるよう、植物防疫官へ検査権限を付与。
- ② 土などの付着リスクが高い中古農機等の物品について、植物検疫措置に関する国際基準⁴⁾を踏まえ、輸入検疫の対象にできるよう措置。
- ③ 国際基準と整合するように、雑草を輸入検疫、国内検疫、国内防除の対象にできるよう措置。

3 輸出検疫

3.1 輸出検疫とは

輸出検疫では、日本から植物等を輸出する場合に、当該植物が輸入国が要求する植物検疫の条件に適合したものであるかを検査している。

輸入国が要求する条件に応じて、栽培地検査、目視検査、精密検査等を実施し、全ての要求事項に適合していることを確認した場合は検査証明書を交付する。

3.2 植物防疫法の改正における改正点

2022年の法改正では、これまでは植物防疫官が行っていた輸出検査の一部を、農林水産大臣の登録を受けた者（一定の能力を有した第三者機関）であれば実施できるよう措置された。

4 国内検疫

4.1 国内検疫とは

国内検疫では、国内の一部にのみ発生している病害虫とその寄主（宿主）植物の国内での移動を制限・禁止したりする移動規制、国内への侵入を特に警戒している病害虫を対象とした侵入調査、健全な種苗の確保のための種苗検査等を実施している。

(1) 移動規制

移動規制では、農作物に大きな被害を与える病害虫が南西諸島の一部や小笠原諸島に発生しており、これらの病害虫を発生していない地域にまん延させないために、これらの病害虫及びその寄主植物等の移動を規制している。移動規制には、病害虫

及びその寄主植物の移動を禁止している場合と、検査又は消毒を行えば移動ができる場合がある。

(2) 侵入調査

海外からの病害虫の侵入を早期発見し、早期防除を行うため、誘引剤を入れたトラップを設置する等の侵入調査を実施している。植物が輸入される海空港等では植物防疫所が実施し、生産園地等では都道府県の協力を得て実施している。

侵入調査の対象病害虫又は疑わしい病害虫が発見された場合には、直ちに最寄りの植物防疫所や都道府県病害虫防除所に通報する体制が整備されている。

(3) 種苗検査

種苗検査では、検査対象として馬鈴しょ（ジャガイモ）が指定されている。馬鈴しょの検査は、北海道、青森県、岩手県、福島県、群馬県、山梨県、長野県、岡山県、広島県、長崎県及び熊本県において、ジャガイモガ、ジャガイモシストセンチュウ及びジャガイモシロシストセンチュウの3種類の害虫と馬鈴しょウイルス、輪腐病菌、青枯病菌、そうか病菌等の7種類の病気を対象に行っている。

検査は、植付け前、栽培期間中及び収穫後の時期に実施しており、これらの検査すべてに合格した馬鈴しょの種いもに種馬鈴しょ合格証票が発給される。馬鈴しょの種いもは、この検査に合格しないと種苗として移動することができない。

4.2 植物防疫法の改正における改正点

2022年の法改正では、侵入調査は、「侵入調査事業」として新たに植物防疫法に位置づけられた。これにより、国の制度設計の下、全国斉一的に調査を実施できるよう措置された。

また、侵入調査の対象となる病害虫を発見した者は、植物防疫所長や都道府県知事に通報する通報義務が措置された。

4.3 重要病害虫発生時の対応

近年、気候変動等により、近隣諸国からの病害虫の飛来リスクが高まっている。かんきつ等の果物の他、トマト等の野菜の大害虫であるミカンコミバエは、台湾、中国、東南アジア等に発生して

おり、従来は沖縄県を中心として飛来が確認されていたが、図2に示すとおり、近年では鹿児島県島しょ域のほか、九州本土への飛来も多数確認されている。

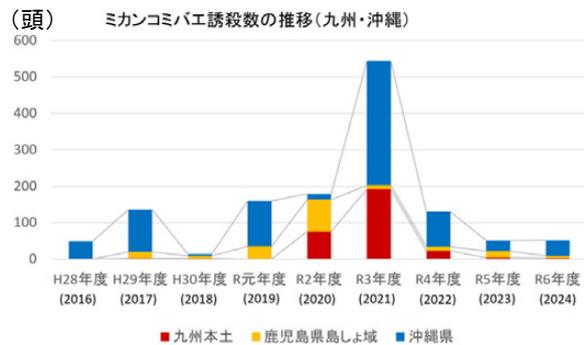


図2 ミカンコミバエ誘殺数の推移 (2024.9.2時点)

ミカンコミバエなどの国内に未発生の病害虫が国内に侵入した場合、また、アリモドキゾウムシなどの国内の一部地域のみが発生している病害虫が新たな地域に侵入した場合は、国内にまん延すると有用な植物に重大な損害を与えるおそれがある。このような病害虫（重要病害虫）が発見された場合、植物防疫法に基づき、これを駆除し、及びまん延を防止するために必要な措置を迅速かつ的確に実施できるよう、「重要病害虫発生時対応基本指針」を定め、万が一に備えている。

重要病害虫の侵入が確認された場合、当該指針に基づいて、国と都道府県などが連携して、重要病害虫の発生状況を調査し、重要病害虫が付着し、又は付着しているおそれがある植物の除去や農薬散布等の防除（初動防除）を実施する。国は、植物防疫法に基づく寄主（宿主）植物の栽培の制限又は禁止、移動制限又は禁止が必要と判断した場合は、緊急防除の実施を検討するため、学識経験者を参集し、対策検討会議を開催する。

緊急防除では、農林水産大臣が当該植物の栽培者や管理者等に対し、栽培や移動の禁止等を命令することができ、これに違反した者は、三年以下の懲役又は百万円以下の罰金が処される場合がある。

5 国内防除

5.1 国内防除とは

国内防除では、適時かつ適切な病害虫・雑草の防除を行うことにより、農作物への損害の発生を

抑えるだけでなく、周辺ほ場へのまん延及び農作物への損害の波及を抑えることが重要である。そのため、国が指定有害動植物を定め、その発生動向等を調査し、防除を要する病害虫や防除対策に関する情報を農業者等に提供する発生予察情報の発出、病害虫の薬剤抵抗性・薬剤耐性の発達等に対応するために化学農薬のみに依存しない総合的病害虫・雑草管理（IPM：Integrated Pest Management）の推進等を実施してきた。

5.2 植物防疫法の改正における改正点

2022年の法改正では、これまで推進を図ってきた総合的病害虫・雑草管理について、「総合防除」として植物防疫法に定義づけられた。また、発生予察の対象となる指定有害動植物については、作物と病害虫の組み合わせで、計111種（害虫62種、病菌49種）が指定されていたが、近年の気候変動等の影響を踏まえて計148種（害虫85種、病菌63種）に拡充された。

5.3 総合防除

総合防除とは、予め病害虫・雑草の発生しにくい環境を整え（輪作、抵抗性品種導入等）、発生予察情報等を活用することにより、病害虫・雑草の発生状況に応じて、天敵や粘着板等の多様な防除方法を適切に組み合わせ、環境への負荷を軽減しつつ化学農薬の使用量を必要最低限に抑え、経済的な被害が生じるレベル以下に病害虫・雑草の発生を抑制する防除体系である³⁾。

総合防除に必要な措置としては、図3に示すとおり、①病害虫が発生しにくい生産条件の整備（予防）、②防除要否及びタイミングの判断（判断）、③多様な防除方法を活用した防除（防除）となる。

総合防除を推進するための仕組みとして、国は、「指定有害動植物の総合防除を推進するための基本的な指針（総合防除基本指針）」を策定し、都道府県は、総合防除基本指針に即して地域の実情に応じた「指定有害動植物の総合防除の実施に関する計画（総合防除計画）」を策定することとされた。総合防除計画においては、必要に応じて、農業者が防除に関して遵守すべき事項を定めること

ができる。遵守事項を定めた場合、都道府県知事は指定有害動植物の防除が適正に行われることを確保するために必要があるときは、農業者に対して、当該遵守事項に即した防除を行うために必要な指導及び助言を行うものとされている。遵守事項に即した防除が行われず、農作物に重大な損害を与えるおそれのある場合に、都道府県知事は、必要に応じて勧告・命令を行うことができる。



図3 総合防除に必要な措置

6 おわりに

植物防疫制度は、我々の社会や生活をする上で欠かせない仕組みであるが、病害虫が大発生するなどによって農作物に甚大な被害を与える事態にならない限り、国民が意識することは多くないと考えられる。都道府県、国等の関係者が病害虫のまん延防止技術、同定技術、農薬の安全性に関する知識などについて、新しい情報を現場に取り入れ、研究機関や農業者などと連携、協力することで日本の農業は守られている。本稿では、このような知られざる制度に光を当てて紹介した。

<引用文献>

- 1) <https://www.maff.go.jp/pps/j/introduction/gallery/index.html>
- 2) <https://www.maff.go.jp/j/syouan/shokukaisei.html>
- 3) <https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/index.html>
- 4) <https://www.maff.go.jp/pps/j/law/ism/ism.html>

津野 賢一（つの けんいち）
技術士（農業部門）

農林水産省 消費・安全局 植物防疫課
TEL：03-6744-9644
e-mail：kenichi_tsuno040@maff.go.jp



人造米の製品化技術と未来技術展望

Artificial rice commercialization technology and future technology outlook

江本 三男
EMOTO Mitsuo

「人造米」は食糧不足の問題を解決するものとして、戦前から農業と食品分野の技術者の課題であった。多くの技術者がチャレンジして市場に展開してきたが、日本人の米に対する嗜好を満足させるに至っていない。この技術開発の歴史、問題点と商品化のプロセスを示し、未完のプロジェクトとなっている現状を確認し、効率のよい製造方法や、味と機能性を改良する食材により商品価値を高める技術を提示した。

"Artificial rice" has been a topic of discussion for agricultural and food engineers since before the war as a solution to the problem of food shortages. Many engineers have taken on the challenge and brought it to the market, but it has not yet satisfied the Japanese people's taste for rice. This article will explain the history of this technology's development, the problems and the process of commercialization,

キーワード：人造米，需要と供給，品質とコスト，嗜好と継続消費，技術的課題

1 はじめに

米は古くから日本人の主食であったが、明治・大正期においても国内生産は需要に追いつけなかった。そこで、米の形をした食品としてトウモロコシを削って米形状にしたものがあった。あるいは穀物の粉を固めてつくる試みが古くから多数なされてきた。特に、穀物の粉を固めて米粒状にして米の代用品を作るという試みが、真剣に研究されたのは第二次世界大戦中に食糧が逼迫しはじめてからである。それ以前の人造米は、芋粉その他の未利用資源に小麦粉を加えて米粒型にしたものであり評価はきわめて悪かったので改良が望まれていた。

2 人造米の歴史と技術開発

2.1 人造米の歴史

人造米の研究は明治時代から行われており、その状況を時系列に示すと次の状況になる。

(1) 1908年：馬鈴薯，甘藷，トウモロコシ粉，小麦粉，大麦粉，屑米などさまざまな原料で製造されたものであるが、いずれも商品化にはいたらなかった。

(2) 1950年：「人造米製造法」の特許をベースとする製法により人造米の量産が始まった。

(3) 1953年：人造米ブームが起こり一時は爆発的に売れた。発売当時の価格は1 kgあたり80円から85円程度であった。

(4) 1953年：閣議で「人造米育成要綱」が決議された。

(5) 1953年：国は食品メーカーに人造米の製造を奨励した。

(6) 1954年：同年1月に約400 tが製造されてこれが月産のピークであった。

(7) 1954年：徐々に売れなくなり製造量は減少した。

このように、ブームに乗って市場は急激に拡大したが、シュリンクするのも速かった。この状況から再度のブームを起こさせるにはどのようにすべきかが興味深いテーマであると考えられる。

2.2 当時の人造米の製造法と評価

商品化が検討されていた1950年頃の状況について次に紹介する。

(1) 当時の人造米の製法は麺帯を成型してカットする方法のように簡単であったので、製造ラインに多額の投資をする必要がなく参入しやすかった。

(2) 設備が整うとともに一定の品質を備えた商品が一定の規模で製造できるようになった。

- (3) 人造米の製造企業は、国の働きかけがあり急速に規模を拡大した。
- (4) 一方で、粗悪品が大量に出回り、人造米に対する印象を貶めた。
- (5) 粗悪品対策としてJAS（日本農林規格）が制定された。

このように、当時の市場の盛衰は、不十分な新商品開発でよくある様相を呈していたといえる。

2.3 当時の人造米を炊く時の不便

人造米は、白米に比べて炊飯時に下記のような注意が必要であった。

- (1) 炊飯前に、とぎ洗いをしない事となっており、少しの水をかけて表面のほこりを流し去る程度で止める必要があった。
- (2) 水浸してはならない。白米を炊飯するように水に浸しておくのと粒の表面が軟化し、炊飯時に粒が相互に付着して炊き難くなる。
- (3) 炊飯時に人造米は湯炊き法が推奨される。
- (4) 吸水率が高いので水かげんは、必ず少し控え目にすること。そうでないと軟らかい御飯になる。
- (5) 白米とまぜて加熱を開始する時に、釜の下部には米だけの層がある程度残るようにする必要がある。このようにしないと窯の底に人造米が滞留して焦げる。

以上のように、上手に炊くには手間とテクニックが必要で消費者に不便であったといわれる。

2.4 当時の人造米の栄養価と強化

当初は、人造米の栄養価が少ないという論議があったが、これは小麦粉の配合を増加することで、たんぱく質等の配合量が改善された。人造米の特徴は、処方変更による栄養機能の強化が比較的容易にできることである。粉末を固めて人造米を製造する過程で必要とされる栄養成分を加える方法が、各種の強化米製造法の中で考えられた。

初期の人造米は、とぎ洗いの際に栄養強化する食材の大部分が流出するのが欠点であった。そこで、人造米の成型後に糊化層形成処理を施すと、強化剤の流出を相当に防げることがわかった。糊

化層を形成させるには生蒸気で表面処理するので、加熱により配合したビタミン類が損失する。さらに炊飯の際にも熱により損失するので、これ等を考慮して必要量のビタミン類が喫食時において摂取できるように原料の配合割合を決定する必要がある。

2.5 当時の人造米の条件と農林規格

人造米は、特別の取り扱いをしないで、米と混合して全く米と同じに使用できることを目標としている。

人造米を一般消費者にわかりやすくするために、人造米のJAS（日本農林規格）が制定され、その登録格付機関として財団法人人造米協会が設立された。

表1 人造米の農林規格（1953年8月28日）

事項	標準
水分	14.0%以下
一升重量	360匁以上
剛度	6.0キログラム未満の粒が粒数で15%以下
砕粒及び接着粒	砕粒及び接着粒の合計量が5.0%以下
熱量	100グラムにつき335カロリー以上
繊維	0.5%以下
灰分	0.8%以下（カルシウム強化品を除く）
性状	形状、色沢が精米に近く、異味、異臭がないもの
異物	混入しないもの

2.6 当時の人造米が売れなくなった理由

人造米のブームは存続したが、短期間で売れなくなった。その理由は、次のようである。

- (1) 味の不評として「外米より不味い」とか「うどんを細かく刻んだようだ」などの不評が定着した。
- (2) 炊飯中に溶けたり団子状になったりすることもあった。普通の米と同じように炊くことができなかった。
- (3) 商品としての価格競争力がなかった。

人造米は、単純に見えて実は精緻な商品であり、消費者の期待に沿うには、品質とコストでの改良が望まれている状況だった。

3 現在の人造米の技術

3.1 人造米の製造技術

従来の人造米は、生地から麺帯を作り米サイズに切断する方法やマカロニの製造機を用いる方法が利用されてきたが、その後、二軸エクストルーダー（クッキングエクストルーダー）が使われるようになった。この設備は、長時間の連続運転が可能で生産効率が非常に高く、コストが大幅に削減された。コストは通常の加工食品の商品化障壁として常に大きな課題であった。

ただし、この方法はスナック菓子、動物飼料や魚類の餌のように均一な成形性や品質が求められる商品には適している。しかし、米の形状と食感を再現するには、条件設定が極めて複雑である。多くの



写真1 ご飯粒

写真2 人造米 (炊飯後)

条件を検討して完成したのが写真2の製品である。

3.2 お米の食感を再現

通常のご飯の食感と味を再現できなければ、市場での商品として顧客満足が得られないと述べてきた。炊飯時の加熱や水洗による品質への影響を防ぎ、食感を維持する方法として、各種の増粘多糖類を検討した。その結果としてコンニャクに由来する弾力感が最も炊飯米の近似するものであった。コンニャクは日本の伝統的な食材であり、食品の素材として安心して利用できるものである。

さらに、主食の白米と炊飯後のご飯として市場に提供するには、次のような条件を満たさなければならない。

- (1) 人造米の製造工場で成形乾燥後の工程や、流通や保存で崩れない組織であること。
- (2) 炊飯後に炊いたご飯の食感を表現できること。
- (3) 炊飯後の調理加工で、ご飯の粒と食感が維持できること。
- (4) 調理が終了して、冷凍食品にした場合でも

電子レンジ加熱で食感が復元できること。

3.3 商品流通の適正化

製品の販売に際しては、精白米と同様に次の条件を満たさなくてはならない。

- (1) 一般消費者の自宅炊飯用に精白米と同様に数キロの包装や、小分けしたスティック包装品で市場流通に耐えなければならない。
- (2) 炊飯米の専門工場向けは、業務用途に包装した製品を常温でトラック輸送と倉庫保存に耐えられる品質にしなければならない。
- (3) 量販店や弁当工場での業務用途として炊飯後に真空冷却して低温流通できる商品にしなければならない。

4 現在の人造米の用途

4.1 加工米飯への利用

米を洗い、炊飯して食べるには手間と時間がかかる。これを省き、簡単・便利に食べられるように各種の容器に入れた加工米飯が販売されている。2023年の加工米飯の合計年間生産量44万tで、レトルト米飯4.2万t、パックご飯21万t、冷凍米飯は18万tで推移している（農林水産省「食糧需給表」「食品産業動態調査」）。

- (1) 無菌包装米飯は、殺菌したお米でご飯を炊き、クリーンルーム内の無菌状態で調理加工した米飯類を気密性の高い包装容器や整形袋に入れて密封したものである。人造米は、白米と同様の工程で製造が可能であり、商品への付加価値を賦与することができる。
- (2) 冷凍米飯は、米飯と具材を混合して調理したごはんを -40°C 以下の冷風で急速に冷凍したものである。ピラフ、チャーハン、焼きおにぎりなど、さまざまな種類がある。食べるときは、電子レンジやフライパンで加熱する。米飯と具材を混合して -40°C 以下で急速凍結し包装したものである。人造米は、炊飯後に冷凍と解凍を繰り返しても食感が変わらず喫食に耐える。
- (3) チルド米飯は、米飯と具材を混合して調理したごはんを炊飯後に短時間高温殺菌した後に冷却して流通するもので、蒸す、炒めるなどの簡単

な調理で食べられる。人造米を通常の白米とともに炊飯して商品価値を向上させることができる。

(4) 乾燥米飯とは、調味したごはんを、炊飯後に熱風などで急速乾燥、あるいは凍結乾燥したもので、アルファ化米とも呼ばれている。人造米を白米と混合して炊飯したものを同様に加工することができる。

4.2 メディカルライズ

2020年10月 農林水産省は、米粉の製造工程で小麦粉等の取扱いがありグルテンが混入する可能性のある箇所を特定しこれを防止することで、製品のグルテン含有量を1 ppm以下にした「うるち米粉の製造工程管理 (JAS0014)」を制定し2021年6月から日本農林規格認証連合会が認証を開始した。国産グルテンフリー米粉の普及を促進することで、多くのアレルギー患者を救うことができる。人造米は、グルテンフリーであり、配合により商品のグルテン含有量を低減することができる。さらに、米を含まない人造米を100%で炊飯することにより米を使わない商品が可能であり米アレルギー対策も可能である。

4.3 防災用非常食

頻発する自然災害により食料備蓄の重要性が高まるなか、防災用非常食は日常食としてのおいしさや栄養バランスに加え、電気やガスなどライフラインが途絶えたときの対応や、食物アレルギー対応・ハラール認証商品などを必要としている。人造米を白米と同時炊飯して商品に利用することができる。

5 市場でロングセラー商品となる条件

これまでに本稿で検証して記述してきたように、改良された人造米であっても市場でロングセラー商品となるには、次の四つのファクターのすべてをバランス良く満足させなければならない。それは、品質・価格・需要・供給である。

- (1) 品質：消費者のイメージする味であること。機能性等の付加価値があること。
- (2) 価格：競合品と同等もしくは安価であること。

(3) 需要：市場の状況を熟知して消費者の求める商品をタイムリーに供給すること。

(4) 供給：消費動向を熟知して過不足の無い生産体制を構築すること。

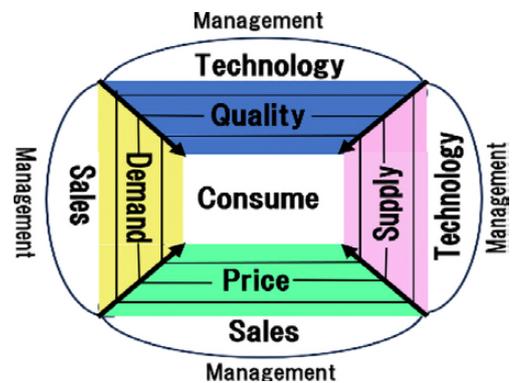


図1 品質・価格・需要・供給の適正構築

6 おわりに

穀類粉末を固めて米粒状にして米の代用品を作るという試みが人造米を誕生させたが、日本人の米に対する微妙で保守的な嗜好により、消費者の食卓を占めることができなかった。しかし、価格に対しての要求には高効率の製造システムが構築された。さらに、味と食感にはコンニャク等の各種の食材で改良がされた。また、機能性成分を生地に練り込むことにより価値の創造を高め、商品の差別化による購買意欲を高めることが求められている。今後も、様々な新技術で対応することで改良改善が望まれている。

<参考文献>

- 1) 江本三男：フェイクフードと向き合って、食品化学新聞2022年7月14日号技術士リレーシリーズ
- 2) 江本三男：農業と食品業界における技術士の挑戦と役割、月刊『技術士』, 2021年7月
- 3) 江本三男：農業と食品産業のイノベーション、月刊『技術士』, 2020年1月

江本 三男 (えもと みつお)
技術士 (CPD 認定) (農業部門)

日本技術士会フェロー
日本食品技術 (株) 代表取締役社長
e-mail : Emoto.Mitsuo@gmail.com



魚の加工残滓から可食部を取り出し 歩留を向上させる設備について

Deboning Separator for Removing Edible Parts from Fish Residues to Improve Yield.

林 英一
HAYASHI Eiichi

近年海況の変化によって近海での漁獲量が減少してきており、水産加工業においてはその影響大で各社ともに対応に苦慮している。魚の需要は増加しているが一方自然の資源は大幅に減りつつあり、養殖が大きな産業になったが今でも加工時の中骨やサイズの小型のものはフィッシュミール原料となるか、あるいはごみ扱いであることは変りはない。原料は減少、人手も足りない時代となり全世界においてこの2つの状況は同じある。

このような時代に適した魚の加工残滓から可食部を取り出し歩留を向上させる設備が脚光を浴びている。

In recent years, changes in ocean conditions have led to a decline in fish catches in nearby waters, which has had a significant impact on the fish processing industry, and all companies are struggling to cope with the situation. Although aquaculture has become a major industry, the fish that are processed, such as medium-sized bones and small-sized fish, are still used as raw materials for fish meal, or treated as garbage. The two situations are now the same all over the world, as raw materials are dwindling and labor is in short supply.

In these times, equipment that can extract edible parts from fish processing residues and improve yields has come into the limelight.

キーワード：骨肉分離機，魚の残滓（中骨等），少人数，小型，Tats コーポレーション

1 最近の漁況の見通しと新技術導入

2024年度後半の漁獲予想は第26回ジャパンインターナショナルシーフードショーで来場者の話題になった。主要6魚種で海況次第の魚種もあるが秋サケ、マイワシ、スルメは下降予想、マサバ、サンマ、カツオは横ばいの見通しである。

このような状況下で2024年3月25日に戦略農業振興支援ネットワーク合同会社により「食品ロス削減の新技術調査報告書」がまとめられた。その中で「魚のアラ」、「鳥のガラ」から可食部の抽出を可能にする設備としてTats コーポレーションの骨肉分離機Chibyがとり上げられた。

（注）この報告書は農林水産省の「令和5年度食品ロス削減総合対策事業のうち食品ロスを軽減するための新技術導入促進調査等事業」の一部である。

1.1 食品ロス軽減に役立つ新設備

卸市場で売れない未利用魚の割合は総水揚げ量

の30%となるといわれている。また、せっかく漁獲しても価格が安い、魚体が不ぞろい、産卵後で痩せている等々の理由で海上投棄となる魚も少なくないとのこと。このような状況の中で幾分なりとも食品のロスを加工の段階で防ぐ上で役立つ設備として出番となるのではないかという期待がある設備とはどんなものか。

この設備は骨肉分離機Chibyと呼ばれるもので比較的短時間でユーザーの要望に沿って製品の品質、加工歩留向上を達成した稀有な水産加工機であるが知名度は低い。

写真1を見てもわかるように小型で高さは93cm、機械そのものの操作は一人で行える。

1.2 機械の構造と安全対策

(1) 構造

骨肉分離機はたくさんあるが名前をChibyチビと付けたこの機械は平成20年（2008年）石井達雄氏が設計したもので当初は小規模な鶏肉処理工場用に1人～2人でトリのガラから骨肉分離



写真1 提供：Tatsコーポレーション

作業ができる機械として世に出た。ネーミングのチビは小型で高さを93 cmと低くして作業しやすいようにしたからで作業者が障害者（知的障害者も含め）であっても使いこなせるように機械の高さを抑え、原料から製品、残滓まで一連の動きが見える方式を採用した。機械の原理はスクリーコンベアーの出口近くで筒状の部分に穴をあけたものである。穴から肉を押し出すと同時にスクリーの歯で切断、小片となって連続して穴から出てくる。水に入れるとよくわかるが細かな粒子である。



写真2 提供：Tatsコーポレーション

(2) 安全対策

＜安全対策＞を重視して安全装置を4カ所取り付けられている。

- ① 手元スイッチが機械の左先にあってスタート・ボタンを押すと音楽が鳴る（4秒間）それからモーターが始動する。近くにいる人たちが機械が動き始めたことを知る。
- ② 稼働中に投入口のカバーを開けると電源が落ち動力が全部シャットダウンして停止する

- ③ 身体を大きく曲げないと手がホッパーに入らない構造
- ④ 非常停止ボタンは原料投入口の近くわかりやすいところにあり、何があっても緊急にストップできる。

2 機械の生まれた経緯

2.1 経緯と原理

この機械は部品はアメリカ ウィスコンシン州にある Thomas Precision, Incが製造し、モーターやインバーターなど制御にかかわるものは国産である。組み立てて完成品に仕上げるのは、日本国内の工場のため国産の骨肉分離機である。

鶏肉工場では、骨肉分離機設置は世界中でもどこでも当たり前で、その原理も原料の硬さ（骨）と柔らかさ（肉）を圧力と比重などで分離してゆく物理的な技術である。鶏ガラから品質の良いチキンミンチがつけられることから魚の中骨からも同じようにできるだろうと期待したが魚はずっと難しく簡単にはできず、10年近い試行錯誤でようやくものになった。

いまだ水産業界では骨肉分離機という言葉すらあまり知られておらず、国内での稼働台数もまだ少なくテスト機3台以外に16台である。魚は大小不ぞろいであったり、肉質の硬さや脂肪の量なども異なり、また骨の硬軟、小骨など扱いにくい点が多々ありトリのガラとは大いに異なりトリの専用機をそのままでは全くといっていいほど使いにくいものであった。すでにこれらの問題は改良済みである。

さらに新たな用途として果実を絞ったり海藻を裁断したりといろいろと活用されている。

現在の骨肉分離機Chibyチビでは魚の大小に関係なく、鱗の硬軟、ドレスでも3枚卸で出てくる中骨からでも骨と可食部の分離は可能となった。

2.2 生産能力と歩留

時間あたりの出来高は投入原料の魚種や鮮度、形状で150 kgから800 kgと大きな差があるがその作業は、1, 2人でできる。

歩留は、投入原料が一般的に中骨から50%、ドレスは魚種により異なるが65%~80%。

2.3 稼働状況

現在、日本では16台が北海道から宮崎県まで稼働している。原料は、サケ、サバ、マグロ、カツオ、ブリ、タイ、フグ、ハモ、イサキ、ボラ等である。製品は定置網で漁獲したサバのすり身の商品化、加工原料用としての販売から、委託加工での通販のつくね商品、学校給食、自社でミンチから食品までの製造販売一体化で“カツオそぼろ”をスーパーの目玉商品にまでしている会社までである。大手回転寿司チェーンでは自社で刺身を取った後の中骨からの肉ミンチでさつま揚げ、雑魚のドレスからフィッシュバーガーまで作っている。海外でのこの骨肉分離機の活用は日本国内より早く、USA(アラスカ)、チリ、タイ、台湾で稼働しており、一番多いのは、養殖鮭の中骨からのミンチ製造である。

2.4 マグロ資源の活用提案

刺身専用以外の部位から肉も多く人手をかけずに骨肉分離機チビはやり方次第で肉だけ分離できる。

ネギトクの原料ミンチを作るには、マグロの骨は、大きくて硬いので肉を分離しても骨の排出部門で詰まって機械を止めることが起こり易い。

- ・筋の多いが骨がない部位は、一筋抜き
- ・太い骨の中骨、尾は一スライスして骨の抵抗を下げる
- ・中骨を15cm幅ぐらいに割って専用の部品ツナスペシャル・リストラクターを使用して投入をする

骨が詰まってしまうことなく、肉が残ったまま排出されるので一回の歩留は低いがこれをまた次の原料と一緒に投入を繰り返すことでマグロミンチと骨と筋が分かれる。

2.5 呼称

中骨から分離したミンチ肉を落とし身、スリミと呼ぶと誤解を呼びかねないので良い呼称はない

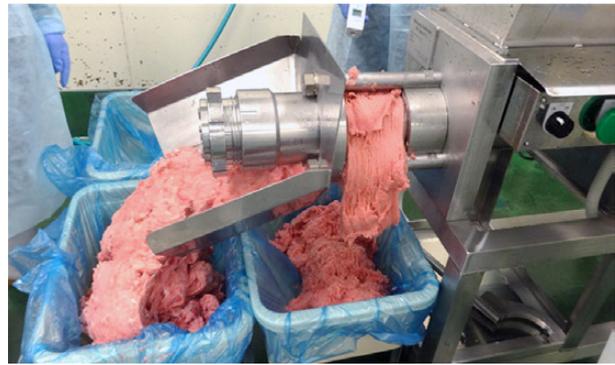


写真3 マグロミンチの製造
提供：Tatsコーポレーション

かと関係者が思案しているときに初めてのアラスカのSitkaという町でのテストの後にNPS社のMr. Robert Torresが「スリミじゃない。Chibyチビで作るのだからChiby - Miチビ身だ!」といたので以来チビ身と称している。

3 用途の広がり

3.1 干物や果実

11年前に干物メーカー大手の工場から中骨が多くでるからとテストの要請があった。えび鯛の干物の不良品を処理したものが格段に良かった。それは魚の味がそのままご飯と合うまるでふりかけであった。

その後干物会社に提案してきたが製品を壊すなどとんでもないと相手にもされなかった。

骨肉分離機Chibyチビを置いてる宮崎市の漁業会社である合同会社Mahanaの遠藤社長がかつお専門漁協に商談に行ったところレモンをやれないかといわれた。これは果汁を取った後の皮を養殖の餌として使いたいとの提案であった。

すでに愛媛ではみかんの果皮を入れた餌で“みかんぶり、みかん鯛”が成功した例があり早速テストを行った。できた果汁は果肉と果皮を含み香を長く保ち酸味があって一昨年にはポン酢にこのレモン果汁を30%加えた製品の販売こぎつけた。酒に入れてもよく、レモン酒の試作も始まった。

規格外品が製品化されることはレモン農家に朗報であっただけでなく新たな提案が出てピーマン、キュウイなども持ち込まれて新しい食品原料素材としての研究も始まっている。

近年の健康への関心から商品にDHA・EPAな



写真4 レモンの果汁と果皮の分離
提供：Tatsコーポレーション

どの名称を入れた精製魚油添加加工食品が多く並ぶようになってきた。

DHAを多く含むまぐろの頭から脂肪酸を生そのまま分離することや同様に頭の方にEPAを多く含むあじ、いわしのテストをして日本分析センターでの結果をベースとしての研究も始った。

残滓の中でも魚の頭からより付加価値を得られ他業種とのコラボで新しい価値を漁師へもたらす可能性がこの装置にはあると期待する。

3.2 チビ身は何に向くか。

骨肉分離機Chibyチビを通過して出てくるチビ身は1～3ミリと細かいので夾雑物が少ない。消化の良いタンパク質とDHAやEPA、カルシウム等の成分含有量も多いので、介護食や給食時の学童の栄養補給食に向く。ナゲット、ハンバーグ、豚肉の代わりに餃子、焼売といったものにも使用でき、変わったところではジャーキーや煎餅といったスナック商品も可能性がある。万人向けの食材である。

端材から商品価値ある食材を生み出す骨肉分離機Chibyの活躍に期待している。

4 農林水産省の「食品ロス削減の新技术調査報告書」での評価

4.1 合同会社AMU経営研究所

(1) 食品ロスの軽減

- ① 可食部分を増やすことによる歩留向上
- ② 他の食品加工（青果等）への流用

(2) 生産性の向上

- ① 本設備を必要とするラインへ簡単に移動させることができるため、設備稼働率の向上が期待できる。
- ② 少人数で稼働させることが可能

4.2 SWOT分析

(1) 強み (Strength)

- ① 小ロットでの生産が可能
- ② 内部部品の加工や組み合わせにより添加物に頼らなくても食感（歯ごたえ、舌ざわり等）をコントロールできる。
- ③ 異物混入（骨、鱗等）を少なくできる。

(2) 弱み (Weakness)

- ① 硬い物や太い筋は加工できない。
- ② 定期的なメンテナンスは必要。
- ③ 抽出後の加工食材に最適状態にするための調整に時間がかかる。
- ④ 本設備の活用方法の研究が進んでいない。

(3) 機会 (Opportunity)

- ① 食感（歯ごたえ、舌ざわりなど）を変えるための添加物の不使用を求める機運。
- ② 小型で移動可能な骨肉分離機は存在しない。
- ③ 世界的な水産資源の減少 少ない漁獲高で歩留まりを上げる必要がある。

(4) 脅威 (Threat)

食品添加物（増量剤や結着補助剤）の使用や、原料肉に加水して量を増やす（増量）ことを世間が容認すること。

林 英一（はやし えいいち）
技術士（水産部門）

水産部会 幹事
林技術士事務所E&H-i 代表
e-mail : haship@tbt.t-com.ne.jp



「アート」「感性」を支える技術

Technology supporting "Art" and "Sensibility"

長嶋 洋一
NAGASHIMA Yoichi

工学的な「技術」から縁遠いと思われがちな「アート」・「感性」の世界は、アカデミックな情報科学の領域で発展拡大してきた。筆者はコンサルタントと共に作曲家／研究者としてメディアアート（コンピュータ音楽）の領域で活動して35年になるが、かつて学会の「窓際」扱いだった「音楽情報処理」が現在では音楽関連ビジネスの基盤となり、「感性」を対象とした心理学的探求が「癒し」・「ウェルネス」という人間の「こころ」の領域に発展してきた。

The world of Art and Sensibility, have developed and expanded in the academic field of information science. I have been active in this field as a composer/researcher for 35 years. Music information processing has now become the foundation of music-related business and Psychological exploration of Sensitivity has developed into the realm of Healing and Wellness.

キーワード：感性工学，コンピュータ音楽，メディアアート，非線形現象，ウェルネスエンタテインメント

1 はじめに

90年前に「複製技術が芸術を変えた」¹⁾とベンヤミンが看破した現代文明の流れは、コンピュータ・エレクトロニクス技術の発展の究極形として「生成AI」を生み出し世界を席卷している。ここに至るまでの文明批評として、ドゥルーズが警鐘を鳴らした「情報管理社会」²⁾、キットラーが指摘した「文字文化／心的世界に対するメディア／テクノロジーの脅威」³⁾、ボルツが危惧した「情報洪水」による「人間の退化と大衆操作／格差拡大」⁴⁾、クレーリーが指摘した「低水準の注意持続を強制され続けて人間の感覚が磨耗する」⁵⁾状況、フォスターが懸念した「美的／実用的なものが商業的なものへと包摂されて全てデザインと見なされる」⁶⁾時代、いずれも（残念ながら）予言の通りになってきた。工学系の諸氏もこれら哲学／美学の先達の慧眼をぜひ噛み締められたい。

本稿では「技術」とは縁遠いところにあると思われがちな「アート」や「感性」という領域が、実は情報テクノロジーの支援によってその可能性を飛躍的に発展拡大させてきたという事実を確認する。情報工学といえば過去には電算処理、現在ではインターネットや生成AIなどのイメージが

あるが、筆者は企業のコンサルタントと並行して作曲家／研究者として35年前からアート（コンピュータ音楽）の領域で活動してきた⁷⁾。かつて学会で「窓際」扱いだった「音楽情報処理」が、現在ではストリーミング／サブスク音楽聴取という世界的な巨大ビジネスの基盤となり、さらに人間の「感性」を対象とした心理学的な追求が、現在では「癒し」「ウェルネス」という人間の「こころ」の領域に発展している。これらを支えてきた「感性工学」についても紹介し、世界のオープンソース文化から取り残されてきた日本の「技術」の課題について問題提起する。

2 コンピュータ音楽と感性工学

商業音楽の世界にパソコンが使われ始めたのは1980年代後半であるが、アカデミックな「コンピュータ音楽」の研究はコンピュータの歴史とほぼ同じ1950年代から始まった。当初は情報処理能力の技術的な限界から「音楽分析」や「自動作曲（出力した楽譜を人間が演奏）」など「非実時間」(non realtime)の領域だったが、半導体・ソフトウェアの技術発展によってワークステーションやパソコンが出現して、リアルタイムの「音響／楽音生成」・「自動伴奏（独奏者の演奏に反応して変奏）」・「演奏インタフェース（新楽

器)」などの領域が登場し、この分野の国際会議 ICMC³⁾ の歴史は1979年から続いている。筆者が楽器メーカーの研究者として国内の任意団体「音楽情報科学研究会」に参加した1987年頃は、情報処理学会や人工知能学会の研究会で音楽ネタの発表をすると「無駄に遊んでいる」と白い目で見られた。しかし、1993年に情報処理学会の正式な研究会となった頃からさらに研究は深化発展し、音響信号処理や音楽検索／推薦や歌声生成などの技術が現在の音楽シーンを支えている。

2部門の技術士となり楽器メーカーから独立して、コンサルティング業務と並行してイメージ情報科学研究所（大阪）研究員や3つの大学の非常勤をしながら、メディアアート／コンピュータ音楽の研究者／教育者としてアーティストの技術的支援や作曲公演活動を行った1990年代に続き、2000年に開学した静岡文化芸術大学（デザイン）の教員を兼職して2024年まで活動した。この間、作曲の一部としてオリジナルの「新楽器」を製作して国内／海外で公演⁹⁾を行うと共に、見るだけの造形でなくインタラクティブに鑑賞者に反応する「インスタレーション」作品のデザインを支援してきた¹⁰⁾。その一つの基盤となったのが、日本発の技術分野「感性工学」(Kansei/Affective Engineering)¹¹⁾¹²⁾であり、情報学／工学／心理学／映像音楽メディア／デザイン学などの領域の学際的連携を支えると共に、情報処理学会に新しい「EC（エンタテインメントコンピューティング）研究会」¹³⁾が生まれる原動力となった。

3 メディアアートと非線形現象

メディアアートとは、20世紀半ば以降に生まれた技術的発明を利用した芸術表現、あるいは新技術／メディアによって生み出される芸術の総称であり、上述のアカデミックなコンピュータ音楽も含まれる¹⁴⁾。美学的方針から分類すると、(1) 非実時間的なスタジオワーク制作作業の結果としてのマルチメディア・コンテンツを「再生」鑑賞する形態（映像作品 [Movie/DVD/YouTube]・音楽CD・プロジェクションマッピング

等）と、(2) リアルタイムに相互作用（インタラクション）するアルゴリズムによって毎回異なった体験をライブ生成する「インタラクティブ作品」の形態（インスタレーション・パフォーマンス・ゲーム等）とに二分される。政策的／経済的な意図からか日本の文化庁はアニメ・漫画・ゲームまでをメディア芸術と呼んでいるが、例えばWikipediaで「Media Arts」という用語を日本語版と英語版とで比較してみれば明確なように、これは世界の学術的立場では是認されていない。

マルチメディア・アートとしてコンピュータ音楽のライブ公演を行う上で相性が抜群なのが、フラクタルやカオスなどの数理的操作によってコンピューター生成される「非線形現象」である。偏微分方程式として決定的に記述されているにもかかわらず将来的な振舞いが不明（非確定）である、という複雑系科学の重要性はベルタランフィ¹⁵⁾ やプリゴジン¹⁶⁾ によって提唱されてきたが、その本質にある非線形科学による「同期」は生体リズムや自然のリズムの基本である¹⁷⁾⁻¹⁹⁾。再帰アルゴリズムの情報処理によって生み出される、限りなく続く「フラクタルの美」（有名な「マンデルブロ集合」や「ジュリア集合」）はデザインにおいて「数理造形」というジャンルを構成している。現在ではパソコン能力の向上から、インタラクティブに操作されたパラメータによって実時間的（ライブ・コンピュータ音楽作品公演中）にフラクタル図形（図1）をライブ生成／操作できるようになった²⁰⁾。

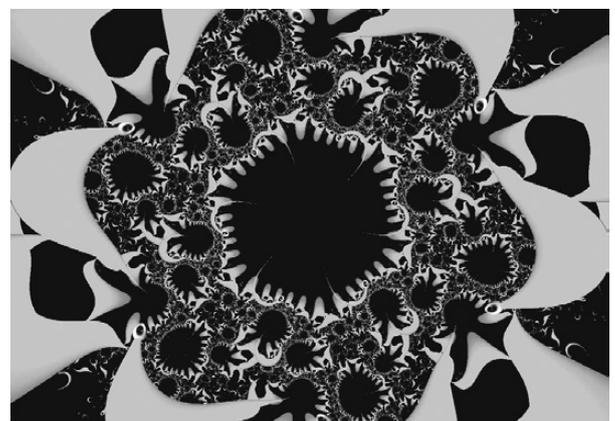


図1 フラクタル図形の一例

4 エンタテインメントコンピューティングからウェルネス・エンタテインメントへ

2002年に幕張で開催されたエンタテインメントに関する国際ワークショップ(IWEC)が契機となり、国連ユネスコの提案で組織された情報処理国際連合(IFIP)傘下のエンタテインメントコンピューティング国際会議(ICEC)が生まれ、これを受けて国内でも情報処理学会にEC研究会¹³⁾が誕生した。筆者は各種センサを新インターフェースとして活用するコンピュータ音楽の領域から各種「生体センサー」を活用した新楽器を開発提唱²¹⁾し、ICMC2000(Berlin)・ICEC2009(Paris)・ICEC2018(Poland)等でチュートリアルを開催して世界先端の研究者と交流した²²⁾⁻²⁴⁾。写真1は筋電センサー/脳波センサーを用いたライブ・パフォーマンス(Moscow・Workshop2016)の風景である。



写真1 ライブ・パフォーマンスの風景

日本の「エンタテインメント」関連研究はゲーム業界/CG業界が中心となって推進された(2000年には「芸術科学会」という新しい学会も誕生した)が、海外では単なる遊興ゲームでない「シリアスゲーム」という分野が一つのジャンルとして重要視されてきた。シリアスゲームとは「役立つゲーム」という意味であり、教育・文化・福祉・医療などの領域でビジネスとしての経済的成功とは異なる次元で「人類の文明に対する貢献」を追求する、という姿勢に感銘を受けた。公開している生体情報センシング研究に関してリハビリテーションの専門家から打診があり、

2015年頃からバイオフィードバック・リハビリテーションに関する共同研究プロジェクトへと発展した。人間の生体情報を各種センサ技術を活用してリアルタイム計測し、マルチメディア技術を活用してインタラクティブにクライアント(患者)にフィードバックすることで、リハビリ医療や認知症対策など、人間の「ウェルビーイング」を究極の目標とする「ウェルネス・エンタテインメント」¹⁴⁾という新しい領域の可能性を追求している。

生体情報計測だけでなく物理的なリアクションを返す「触覚/触感センサ」を開発し²¹⁾、このセンサーを「優しく操作」するインタラクティブなシリアスゲームを試作して専門家に体験してもらったところ、触覚に由来する「内受容感覚」による「快の情動」(→ウェルネス体験)という副次的な効果について高い評価を受け、海外におけるデモンストレーションでも各分野の専門家に好評だった。視覚的/聴覚的なマルチメディア体験だけでなく、生成したフラクタル画像がセンサ操作で生き生きと「蠢めく」リアクションを実現したり、「AHA! 感覚」の一種の錯視画像をリアルタイムに操作するシステムにおいても、軽度認知症(MCI)予防に繋がる発展の可能性を指摘されており、研究としてコロナ禍で停止していた福祉/医療現場での実験に進む可能性を模索している。

5 おわりに：オープンソース文化と日本の課題

冒頭に紹介したベンヤミンの「複製技術」とは19世紀の写真/映画のアナログ技術であり、コピーのたびに次第に劣化する限界があった。これに対して20世紀からのデジタル技術は、完全品質の複製が瞬時に世界中に伝達される「情報社会」を生み出し、オリジナル性(著作権)やビジネス的独占性(特許/意匠/商標権)が経済的な基礎概念となった。これに対抗して1980年代から世界的に始まった「フリーソフト」「パブリックドメイン」の潮流はクリエイティブ・コモンズ(CC)²⁵⁾に至る潮流を生み出した。みんな

で情報を共有してみんなでハッピーになろう、というこの「オープンソース文化」は人類文明の偉大な成功であるといえる。2004年にメディアアートの国際的フェスティバルであるArs ElectronicaでCCコミュニティが金賞を獲得した日、開催地のオーストリア政府は公式に、それまでの「(c)表示」(コピーライト)文化に決別してオープンソース文化「(cc)表示」を支持すると宣言した。

これに対して、重箱の隅の特許偏重や開発環境/ソフトウェアの「囲い込み」に拘泥した日本の電機メーカ各社は「クローズド」体質を続けたために、ガラパゴス化して技術的發展が制限され、産業の基盤だったマイコンを失い多くの企業/ブランドが消滅してきた事実を目を背けてはいけない。インターネット上であらゆるハードウェア/ソフトウェアの情報が公開され検索可能となっている現代は、細部がブラックボックス化して、「どこでもインターネット」から「誰でもシステムデザイン」の時代²¹⁾へと推移しているのである。

<参考文献>

- 1) 多木浩二：ベンヤミン「複製技術時代の芸術作品」精読，岩波書店，2000年
- 2) 千葉雅也：動きすぎてはいけない～ジル・ドゥルーズと生成変化の哲学，河出書房新社，2013年
- 3) フリードリヒ・キッター：グラモフォン・フィルム・タイプライター，筑摩書房，2006年
- 4) ノルベルト・ボルツ：世界コミュニケーション，東京大学出版会，2002年
- 5) ジョナサン・クレーリー：知覚の宙吊り～注意，スペクタクル，近代文化，平凡社，2005年
- 6) ハル・フォスター：デザインと犯罪，平凡社，2011年
- 7) Art & Science Laboratory.
<https://nagasm.org>
- 8) International Computer Music Association.
<http://www.computermusic.org>
- 9) Live Computer Music Works.
<https://nagasm.org/ASL/YouTube.html>
- 10) <https://nagasm.org/ASL/ASL.html>
- 11) 井口征士：パターン認識と感性工学。
https://www.jstage.jst.go.jp/article/sicej11962/31/1/31_1_262/_pdf
- 12) 長田典子：感性工学と価値創造。
https://www.scas.co.jp/development/scas-news/sn-back-issues/pdf/54/SCASNEWS2021-2_web_p1-2.pdf
- 13) 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング研究会。
<https://entcomp.org/sig>
- 14) ウェルネス・エンターテインメントを実現するメディアアート。
https://nagasm.org/ASL/paper/KCUA_nagasm_final.pdf
- 15) フォン・ベルタランフィ：一般システム理論—その基礎・発展・応用，みすず書房，1973年
- 16) イリヤ・ブリゴジン：混沌からの秩序，みすず書房，1987年
- 17) スティーヴン・ストロガッツ：SYNC なぜ自然はシンクロしたがるのか，早川書房，2005年
- 18) 蔵本由紀：リズム現象の世界，東京大学出版会，2005年
- 19) 郡宏：生物リズムと力学系，共立出版，2011年
- 20) Final Lecture/Workshop by YN.
<https://nagasm.org/1106/MDW2024/>
- 21) スケッチング(物理コンピューティング)チュートリアル/ワークショップ。
<https://nagasm.org/Sketching/>
- 22) ICMC2000 Workshop "Sensors for Interactive Music Performance".
<https://nagasm.org/ASL/berlin/>
- 23) ICEC2009 Tutorial "Parallel Processing Platform for Interactive Systems Design".
<https://nagasm.org/ASL/ICEC2009/>
- 24) ICEC2018 Tutorial Workshop "Bio-sensing Platforms for [Wellness Entertainment] System Design".
<https://nagasm.org/ICEC2018workshop/>
- 25) クリエイティブ・コモンズ。
<https://creativecommons.org/>

長嶋 洋一 (ながしま よういち)
技術士(情報工学/電気電子部門)

ASL長嶋技術士事務所 所長
博士(Media Arts)京都市立芸術大学
静岡文化芸術大学 名誉教授
e-mail: nagasm0508@gmail.com



地方だってできる！ものづくりへの挑戦

The challenge of manufacturing - Achievable even in rural areas -

久保 元
KUBO Hajime

「技術開発に地方も都会もない」をモットーに、ハンマ打撃応答の特性を活かし、コンクリート構造物やボルトの健全性を簡便で精度良く安価に診断可能な非破壊検査技術を開発し製品化した。近年、ボルト・ナットの不具合に起因する事故が増加し社会問題となっている。ボルト・ナットの点検は、打音など人の感覚に頼った点検が主流であるが、判断に客観性がないことやデータが残らないなどの問題点がある。今後は、これらの問題を解決した技術を使用し、インフラの維持管理を行っていく必要がある。

With the motto 'There is no distinction between rural and urban areas in technological development,' the author's company has developed and commercialized a non-destructive inspection technology that leverages the characteristics of hammer impact responses to easily, accurately, and affordably diagnose the integrity of concrete structures and bolts. In recent years, accidents caused by bolt and nut failures have increased, becoming a social issue. Inspection of bolts and nuts mainly relies on sensory-based methods such as hammering sound method. Still, there are issues such as the lack of objectivity in judgment and the absence of recorded data. In the future, it will be necessary to employ technology that addresses these challenges in the maintenance and management of infrastructure.

キーワード：打撃力波形，附属物点検，ボルト・ナット，あと施工アンカー*¹，健全性試験

1 はじめに

1990年代後半、公共事業が激減した。しかし、公共事業を受注する建設業は地域の雇用を守る責務があると考えていた。そのため、余剰人員対策で異業種分野への進出を模索していた。その矢先、1999年6月に山陽新幹線トンネルコンクリート崩落事故が発生した。この事故をきっかけに、資本力ではなく技術力で勝負が可能なコンクリート構造物の非破壊検査分野への進出を決め、2005年にはコンクリート構造物の非破壊検査装置であるコンクリートテスター（CTS）の販売を開始した。その後、車両の脱輪事故、看板落下事故が増加し、2012年12月には中央自動車道笹子トンネル天井板崩落事故が発生し、9名が犠牲となった。これらの事故を受け、新たなボルト・ナットの健全性診断技術の必要性を強く意識し、2014年にはボルトテスター（BTS）の販売を開始した。

ボルト・ナットの点検は、主に目で見て診断する目視、手で触って診断する触診、耳で聞いて診

断する打音で行われている場合がほとんどである。これら点検の方法は、人の感覚によって危険箇所を判断する点検方法であるが、判断に客観性が伴わないこと、データが残らないこと、そもそも不具合の検出精度が学術的に検証されていないなどの様々な問題を抱えている。一方、この開発した技術は、ハンマ打撃によって得られた打撃力の時間波形を加速度計によって測定し、解析することで打撃対象物の剛性を調べる技術であり、機械インピーダンス法と呼ばれ、日本非破壊検査協会規格NDIS3434-3¹⁾として規格化されている。ボルト・ナットの異常は、完全な締結状態から何らかの理由によってゆるみが生じる現象であるため、対象の剛性を評価できればボルト・ナットの異常を評価できると考えられる。この技術²⁾³⁾は、2024年6月20日にJIS Z 2339⁴⁾としてJIS規格化されている。本論文は、これら「打撃」に関する技術の基本原理や現場での適用事例を紹介するものである。

* 1：あと施工アンカー：母材コンクリートの硬化後、所定の位置に穿孔などを行い固着させるアンカー。

2 基本原理と検証実験

2.1 基本原理

あと施工アンカーの接着剤の充填不良をモデルとして、測定原理を説明する。図1に示すように、接着剤が完全に充填されたあと施工アンカーを打撃した場合、ハンマで打撃した程度では動かず、弾性体として挙動する。打撃力波形は、打撃直後から反力が生成されるため、作用と反作用の波形が合成され、図2に示すように、1つ山の波形が測定される。一方、接着剤の充填が不十分なあと施工アンカーを打撃した場合、打撃によってアンカーが動き、塑性的な挙動を示す。打撃力波形では、打撃に対する反力が発生するまでアンカーが動く時間が含まれるため、作用と反作用の波形に時間遅れが生じ、図3に示すように、2つ山の波形が測定される。本技術は、打撃による反力の発生機構を加速度計が内蔵されたハンマで測定することによってボルト・ナットの固着状況を判定するものである。

2.2 検証実験（ナットのゆるみ検出）

図4にナットのゆるみ角度における実際の測定波形を示す。事前の目視、触診、打音検査では、いずれのゆるみ角度においても、ゆるみの判別は不可能であったが、BTSで得られた測定波形で

は、角度 30° 以降で波形が双山となり、明らかに異常であることが簡単に判別可能である。

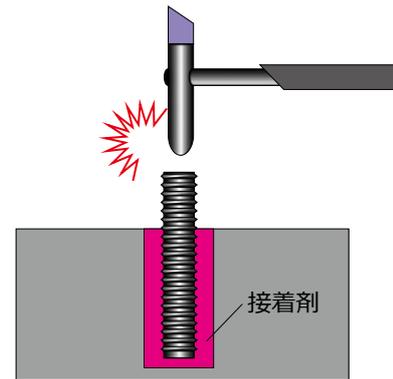


図1 健全なあと施工アンカーのモデル

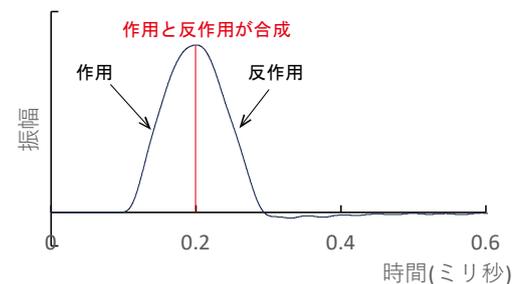


図2 健全なあと施工アンカーの打撃力波形

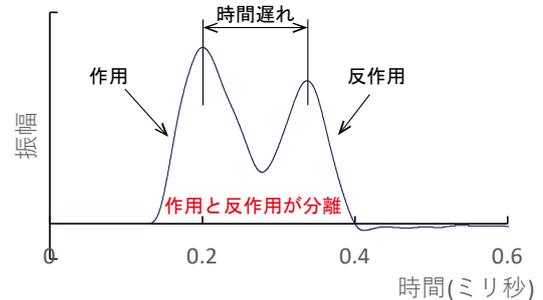


図3 不健全なあと施工アンカーの打撃力波形

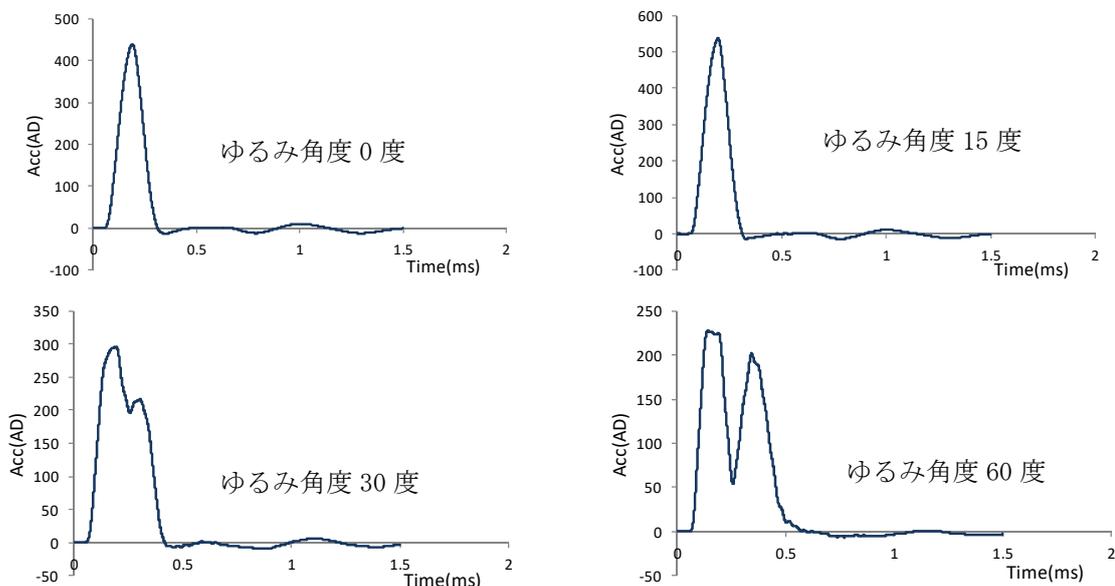


図4 ナットのゆるみ角度と測定波形

3 現場適用事例

3.1 附属物点検への適用

北海道の国道には写真1に示す矢印型の標識(固定式視線誘導柱)が等間隔に設置されている。この標識は、道路の路側位置を示す標識で、冬の北海道では非常に重要な標識である。この標識のベースプレートを固定しているボルト・ナットの内、ナットのゆるみに対し本技術を適用した。測定状況を写真2に示す。ベースプレートを固定するナットに対し、横方向に打撃して測定を実施した。測定した固定式視線誘導柱の基数は48基である。ボルト・ナットは1基あたり4箇所所で固定されているため、箇所数は全部で192

箇所(48基×4箇所)である。測定の結果を表1に、測定結果の内訳を図5に示す。48基のうち、半数以上の27基でゆるみが検出された。箇所数にすると、192箇所中62箇所となる。ゆるみを発見した62箇所中74%にあたる46箇所については打音検査では検出不可能であったが、BTSによって発見され、本技術の有用性が確認された。なお、この取り組みは、第5回(2021年)インフラメンテナンス大賞(メンテナンス実施現場における工夫部門)において国土交通省優秀賞を受賞した。この結果、2024年9月1日よりNETIS(国土交通省新技術情報提供システム)活用促進技術に選定された。



写真1 固定式視線誘導柱



写真2 ナットのゆるみ測定状況

表1 固定式視線誘導柱の測定結果

項目	割合
ゆるみ確認	48基中27基(56%), 192箇所中62箇所(32%)
4箇所全てゆるみ確認	48基中8基(17%), 192箇所中32箇所(17%)
測定基数: 48基 測定箇所数 192箇所 (4箇所/基)	

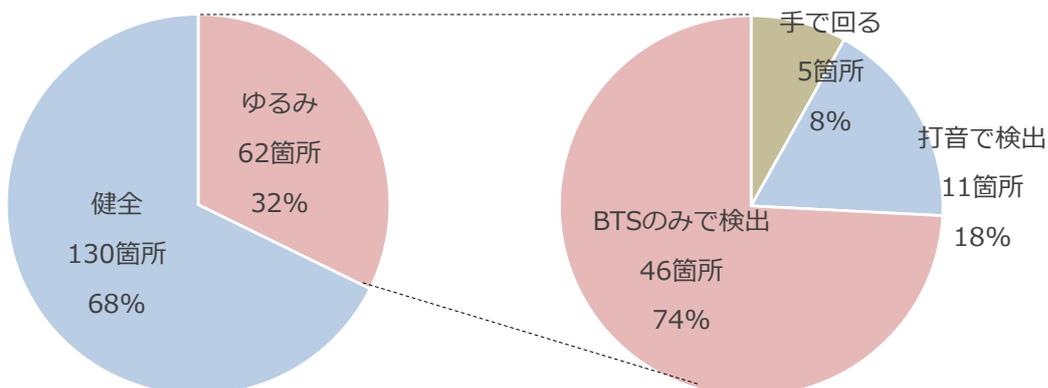


図5 測定結果の内訳

3.2 鋼橋F11T*²ボルトの健全性試験への適用

鋼橋におけるF11Tボルトの遅れ破壊*³は全国的に問題となっている。ここでは、約50年前に架設された鋼橋（箱桁）でF11Tボルトの健全性試験に本技術を採用した結果を報告する。測定は、附属物点検と同様にナットを横から打撃するという方法で測定を実施している。本橋梁では、F11Tボルトの全数8520本について測定を実施した。目視および打音による1年前の調査では9本の異常が報告されていたが、本技術による調査により、新たに48本の異常を確認した。なお、本調査ではBTSを2台稼働させ、2日間で測定を終了させた（1台あたり2130本/日）。本技術は、測定精度が打音検査と比較して格段に高いことに加え、測定速度も超音波（200～400本/日）などの他の非破壊検査技術と比較して格段に速いことが証明された。



写真3 測定状況

4 まとめ

(1) 本技術は加速度計を内蔵したハンマでコンクリート・ボルト・ナットを打撃して測定される打撃力波形から測定対象物の健全性を検出する技術である。本技術は、現場適用事例を重ね、後述するインフラメンテナンス大賞の受賞などを経て

*²：F11T：昭和40年代後半から50年代初頭にかけて多数使用された、引張強度の高い高張力ボルト。遅れ破壊発生の可能性が高いことから1981年以降は製造が中止されている。

*³：遅れ破壊：高強度の鋼部品が静的な負荷応力を受けた状態で、ある時間を経過した時、外見上の塑性変形をほとんど伴うことなく突然脆性的に破壊する現象。

2024年6月JIS規格が制定されている。

(2) 附属物点検では、国道の固定式視線誘導柱のベースプレートを固定するナットのゆるみの点検に活用した。この取り組みについては、第5回（2021年）インフラメンテナンス大賞（メンテナンス実施現場における工夫部門）において国土交通省優秀賞を受賞した。この結果、2024年9月1日よりNETIS活用促進技術に選定された。

(3) 鋼橋（箱桁）のF11Tボルトの健全性試験に本技術を採用した。本技術の適用により、打音検査では判別ができなかった異常を新たに48本検出した。これは、本技術の検出精度が打音検査に比較して高いことを示している。

(4) F11Tの健全性試験では、8520本もの数を、BTS2台体制で点検したが、2日間で点検業務を終了している（1台あたり2130本/日）。打音検査を除く非破壊検査でこれほどの速度で測定できる技術は皆無であり、本技術は検出精度のみならず、施工性についても有用性が高いものと考えている。

<引用文献>

- 1) NDIS3434-3：2017：コンクリートの非破壊試験-打撃試験方法-, 第3部：機械インピーダンス試験方法, 日本非破壊検査協会
- 2) 久保元樹ほか：機械インピーダンス法による後施工アンカーの健全性診断, 土木学会第68回年次学術講演大会講演概要集, pp.207-208, 2013.9
- 3) 岡本真ほか：打撃によるケミカルアンカーボルトの非破壊健全性試験方法, 日本非破壊検査協会, 第5回シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査」論文集, pp.245-248, 2015.8
- 4) JIS Z 2339：2024：非破壊試験—ボルト接合部の機械インピーダンスの測定方法, 日本規格協会

久保 元（くぼ はじめ）
技術士（建設部門）

日東建設（株） 代表取締役会長
コンクリート診断士、コンクリート主任技士、
一級土木施工管理技士、一級管工事施工管理技士、
一級建設機械施工技士、一級造園施工管理技士 他
TEL：0158-84-2715



会合・行事予定 (2025.1 ~ 2025.3)

予定が変更される可能性がありますので、当会 HP の会員コーナー「CPD 行事の参加申込」をクリックして、「技術士 CPD 行事申込一覧(新システム)」(※ QR コード左)および本会の活動グループの行事が紹介されている「従来の CPD 行事一覧」(※ QR コード右)から、最新の予定を確認のうえ WEB 申込みか、各行事欄の連絡先に申し込んで下さい。



新システム



従来システム

◎印の会合はメンバー限り 無印の会合は本会会員であれば参加は可 ★印の会合は本会会員以外の方の参加も可

開催月日	会合・行事名	場 所	時 間	内容／連絡先
1月	11日(土) 近畿本部 (ISO 研究会 1 月度例会)	近畿本部会議室 / Teams オンライン併催	10時~11時30分	大阪府中小企業診断協会 ISO 研究会プラスとの共同開催 最近の企業の不祥事について(坂田英郎氏), ISO 研究会プラスからのご講演・調整中, 問合せ: peamano@outlook.jp 天野, stokuda@shoei-yakuhin.co.jp 徳田
	九州本部 (北九州地区支部 CPD)	タカミヤ環境ミュージアム	13時~17時	①「福岡県工業技術センターの概要」吉海氏(県工技センター), ②「避けられない大規模自然災害への備え」星野氏(九大名誉教授), ③「地域目線で捉える生物多様性国家戦略」勢一氏(西南大) 090-3735-5266 井ノ口
	★埼玉県支部(技術士研究・業績発表大会)	新都心ビジネス交流プラザ4F B会議室	13時~17時	技術士4人の研究或いは業績を発表, 申込: CPD 行事予定から, プログラム, 参加費等: 詳細は埼玉県支部 HP に掲載, 大会終了後に新年会を別室にて開催 問合せ: saitama@engineer.or.jp CPD 委員会
	★近畿本部(機械システム部会 第107回例会・講演会)	大阪科学技術センター 4階 401会議室	13時30分~17時	「利益を生む開発設計手法と材料力学強度計算例の紹介」紙昌弘氏(機械), 「国際水素サプライチェーン構築に向けた取り組み-液化水素運搬船の開発-」村岸治氏(船舶・海洋), 詳細: 近畿本部機械システム部会 HP
	★長野県支部(防災 CPD 研修会)	松南地区公民館(長野県松本市芳野4番1号)	13時30分~16時30分	「建築基準法と耐震設計」講師: 篠田諭氏, 「2014年神城断層地震による白馬村の被害と地質特性」講師: 太田勝一氏, 詳細は支部 HP 問合せ: penagano@penagano.org
	★山口県支部(2024年度第2回テクノ・サロン(Web併用))	KDDI 維新ホール 201会議室	13時30分~16時50分	講演1「能登半島地震と被害」山口大学 鈴木素之教授, 講演2「能登半島地震による構造物被害」大阪工業大学 藤本哲生准教授, 講演3「能登半島地震と災害レジリエンス」(株)ケイズラブ 河内義文技術士
★千葉県支部(第141回 CPD 新春講演会)	千葉市文化センター 9階会議室2・3・4 & リモート(Zoom)	14時~16時30分	脱炭素と原発のはざままでメタンハイドレードに出番はあるか(松本良東京大学名誉教授・明治大学特任教授), 申込: HP から, 2025年1月7日まで, 会費: 会員 1,000円, 非会員 2,000円, 詳細: 千葉県支部 HP 参照	
12日(日)	◎なりわい支援ワーキンググループ(月例ミーティング)	オンライン(Zoom)	9時~11時	なりわい塾・まちおこし塾・ビジネス教育の活動状況, メンバー月例会は原則毎月第二日曜日9時~11時で変更の可能性あり, 新規メンバー募集中ですのでご興味のある方はご連絡ください 連絡先: n-sugiyama3@wish.ocn.ne.jp 杉山
18日(土)	★食品技術士センター(新年会)	日本教育会館9F 「喜山倶楽部」および Web(Zoom)	10時~11時45分	基調講演: 機能性表示食品に関する講演(講師選定中), パネルディスカッション: テーマ「機能性表示食品」, 会費: 当センター会員 1,000円, 非会員 3,000円, 申込: 当センターの HP https://jafpec.com/wp30/wp/ よりお申込ください
	★食品技術士センター(新年宴会)	日本教育会館9F 「喜山倶楽部」	12時~14時	1. 永年勤続表彰, 2. 機能性表示食品, 米国のサプリメント等の試食と展示コーナーの設置, 会費: 8,000円, 申込: 当センターの HP https://jafpec.com/wp30/wp/ よりお申込ください
	★環境マネジメントセンター(1月度例会)	オンライン開催(Zoom)	10時~12時	「我が家の省エネ活動」講師: 太田芳雄氏, 例会(情報交換), 申込は行事予定から
	★中国本部(2024年度技術士業務開業研修会(ハイブリッド講演会))	第3ウエノヤビル6階ほか遠隔会場+個別オンライン	13時~17時	1. 基調講演, 体験講演: 2本, 2. 情報交換会, 3. 参加費, 会員: 2,000円, 非会員: 5,000円, 情報交換会: 4,000円(会場参加のみ), 4. 連絡先 中国本部勝田 ipej-hiro@rapid.ocn.ne.jp
	★青年技術士支援委員会(1月 CPD 行事「技術者倫理」)	機械振興会館 6D-1, 6D-2会議室	13時30分~17時30分	講演と様々なステークホルダのロールプレイを通してそれぞれの利害を体験する。コミュニケーションを通して事態を打開するか, 体験と振り返りにより新たな洞察を得ます。 問合せ: event01@peyec.jp 村上
	★四国本部(第100回 CPD セミナー等)	阿波観光ホテル(徳島市一番町3丁目16-3)	13時30分~19時10分	CPD セミナー, 公開講座, 防災セミナー, 終了後懇親会, 参加費: 会員 1,000円, 非会員 2,000円, 一般無料, 懇親会別途 6,000円 連絡先: 087-887-5557 四国本部事務局
	★埼玉県支部(技術士新規開業セミナー)	下落合コミュニティセンター第3集会室	13時30分~16時45分	技術士事務所開設に要する知識やノウハウと開設後の運営取組みについて(小林政徳氏/小林政徳技術士事務所, 菅原宏氏/ベルセッジ・インコーポレイテッド, 石田正雄氏/IMテクノオフィス), 詳細は支部 HP に掲載

☞ 予定が変更される可能性がありますので、HP で最新の予定を確認のうえお申し込み下さい。

開催月日	会合・行事名	場 所	時 間	内容／連絡先
1月	18日(土) ★安心できる安全社会を目指すリスクマネジメント研究会(1月例会)	北とぴあ807会議室、オンライン(Zoom)併用	15時30分～17時	講演:「平成重大事故から学ぶリスクアセスメントの課題(12月講演「課題および概要」の詳細および質疑応答)」中村昌允氏(化学):詳細HPに掲載 問合せ:yamamoto@cea.jp 山本
	21日(火) ★応用理学部会(1月度講演会)	機械振興会館6-67会議室、WEB併用	18時30分～20時30分	鉱物としての焼却残渣の循環資源化(仮)(一般財団法人九州環境管理協会 副理事長(九州大学名誉教授)島岡隆行氏)、CPD:2.0、会員1,000円、非会員2,000円 問合せ:apspekanji@gmail.com ※終了後、交流会あり
	★技術者倫理研究会(第115回例会)	ハイブリッド(機械振興会館6-64+Web(Teams))	18時30分～20時30分	話題:「幸福な技術者を目指した技術者倫理の実践」講師:袴谷達氏(電気電子/上下水道/総合)、参加費:技術者倫理研究会会員(正会員、会友)、グループ加入:無料、他:1,000円、申込:技術者倫理研究会HP
	科学技術鑑定センター(2025年1月例会/講演会)	Zoomによるリモート講演	19時30分～20時30分	演題:「被告人放火事件及び殺人未遂事件の鑑定と証人尋問の経験からの教訓としての知見」演者:荒明正春会員(応用理学) 問合せ:koho@kantei-center.com 総務幹事宛
	25日(土) 化学部会(1月度講演会)	オンライン(Teams)	13時30分～17時	①「プラスチックと環境問題」秋元英郎氏(秋元技術士事務所所長)、②「燃料電池型反応器による純過酸化水素水の合成とその仕掛け」山中一郎氏(東京科学大学物質理工学院応用化学系教授) 問合せ:spuk3vz9@outlook.com 池田
	28日(火) ★情報化研究会(第507回例会/地熱発電事業の取り組みと発電設備の紹介)	オンライン(Skype)	18時30分～20時30分	地熱発電の主要機器である地熱タービンの技術やIoT活用、納入事例と、地熱開発リスク低減・蒸気有効利用による地熱発電普及を目的として開発したシステムについて述べる。
31日(金) 北海道本部(社会活動委員会リージョナルステート研究委員会令和6年度第4回研修会)	札幌エルプラザ予定	18時30分～20時	演題:「GX金融・資産運用特区について」講師:札幌市まちづくり政策局GX推進室 調整担当課長 七田恒氏、申込入力フォーム開示予定	
2月	1日(土) ★機械部会(土曜セミナー)	機械振興会館B3研修室1(WEB併催)	13時30分～17時	講演名:「人間と自動化システムの関わり(仮)」講演者:野田善之氏(山梨大学大学院総合研究部 博士(工学)), 会費:会員1,000円、非会員2,000円、その他詳細は機械部会HPまで
	埼玉県支部(ハイブリッドCPD講演会「海の環境と地球温暖化を考える」)	熊谷市立コミュニティセンター第1集会室及びオンラインZOOM	13時30分～15時50分	2講演:「海洋のマイクロプラスチック汚染問題の動向」「海藻藻類の二酸化炭素吸収(ブルーカーボン)による地球温暖化対策の動向」、詳細は支部HP 問合せ:saitama@engineer.or.jp CPD委員会
	★茨城県支部(2025年 新年講演会)	ひたちなか市『ワークプラザ勝田 2F大会議室/ZOOMオンライン開催』	13時30分～17時	テーマ:「がん治療における最新の医工技術」講師:櫻井英幸氏(筑波大附属病院)、富田和雄氏(日立ハイテク)、土田一輝氏(名古屋大学大学院)、会費:会員1,000円、非会員2,000円、詳細:茨城県支部HP参照
	★農業部会(講演会)	機械振興会館6D-1, 2, 3&WEB	13時50分～17時	企業における食品安全文化(小川美香子氏/東京海洋大学食品生産科学部門准教授)、圃場整備を活かしたスマート農業の取り組みについて(江良浩二氏/十三湖土地改良区事務局長)、詳細はHP 問合せ:harakawa.t@jcity.maeda.co.jp
	★上下水道部会(2025年2月度定例講演会)	機械振興会館6階6-67会議室、オンライン(Zoom)	15時～17時	誰もが持つアンコンシャス・バイアスを知り、一人ひとりが最大限力を発揮できる職場環境作りに活かそう(仮)、上下水道部会連絡先 event02@pesuido.org(■を@に変更しメール願います)
	★茨城県支部(2025年 交流会)	ひたちなか市『ワークプラザ勝田 2F大会議室』	17時15分～18時30分	新年交流会、会費:3,000円(全員)、詳細:茨城県支部HP参照
	◎生物工学部会(近畿本部総会)	オンライン(Teams)	20時～22時	①開会挨拶及び議決決定、②幹事の選出、③2024年度活動及び会計報告、④2025年度活動計画案、⑤出席者の近況報告(出席者全員)、⑥開会の挨拶、参加費:無料 連絡先及び参加申込:masa-yamaguchi@senju.co.jp 山口
	6日(木) 千葉県支部(第143回CPD工場見学会)	(株)ハイパーサイクルシステムズ 本社工場	13時30分～15時30分	工場見学先:廃家電リサイクルの(株)ハイパーサイクルシステムズ 本社工場、定員:30名、申込:日本技術士会HP行事予定から1月20日まで
	8日(土) ★長野県支部(東信CPD講演会)	さかきテクノセンター(研修室1・2)	13時～15時	「電動建機の世界の動向・電池式ミニショベルの紹介」講師:竹内製作所 開発部 小林征吾氏・林洋平氏、詳細は支部HP 問合せ:penagano@penagano.org
	生物工学部会(2025年2月例会)	機械振興会館6-67会議室及びオンラインによるハイブリッド開催	14時～17時	「機能性表示食品のリスク管理と食品技術士センターでの取り組み」藤井幹夫会員(藤井技術士事務所 代表)、「機能性糖類・糖質開発の歴史と現状」永井幸枝会員(東京海洋大学 准教授)

☞ 予定が変更される可能性がありますので、HP で最新の予定を確認のうえお申し込み下さい。

開催月日	会合・行事名	場 所	時 間	内容／連絡先	
2月	9日(日)	◎なりわい支援ワーキンググループ(月例ミーティング)	オンライン(Zoom)	9時~11時	なりわい塾・まちおこし塾・ビジネス教育の活動状況、メンバー月例会は原則毎月第二日曜日9時~11時で変更の可能性あり、新規メンバー募集中ですのでご興味のある方はご連絡ください 連絡先:n-sugiyama3@wish.ocn.ne.jp 杉山
	11日(火)	★鹿児島県支部(第45回 CPD 講演会)	鹿児島市勤労者交流センター7F 第1会議室	13時30分~16時40分	「土砂災害研究に携わって50年」下川悦郎氏(鹿児島大学名誉教授)、「高校及び高等専門学校の知財学習とその支援授業」満丸浩氏(第一工科大学 教授)、申込期限1月31日、先着60名、会費等詳細は当支部 HP
	14日(金)	★機械部会(2月例会)	機械振興会館 6D-4 会議室(WEB 併催)	18時30分~20時30分	原子力発電の安全性向上の取組と今後の展開(岩城智香子氏)、安定供給や温室効果ガス排出抑制等の利点がある原子力発電の有効活用のための取組、安全性向上の研究開発や社会要請に応える将来の原子炉について解説
	15日(土)	★経営管理チーム(2月度例会・講演会)	ZOOMによるリモート講演	13時~16時	異業種連携で新事業創出! ~中小製造業支援~(仮題)(木村利明氏/一般財団法人機械振興協会 執行理事 技術研究所次長)、会費:KKT 会員外:1,000円、申込:HP 行事予定(従来版)、締切:2月12日 問合せ:hitakaha@f4.dion.ne.jp 高橋
		★近畿本部(2月度経営工学部会+研修会)	近畿本部会議室+ZOOMによるWEB開催	13時30分~16時	品質システムの歴史と活用法の提案~自動車部品業界での経験~(小田慎吾氏(化学)小田技術士事務所 代表)
★安心できる安全社会を目指すリスクマネジメント研究会(2月例会)		北トピア805会議室、オンライン(Zoom)併用	15時30分~17時	講演1「リスクアセスメントの実効性を上げるための「人材育成」」中村昌允氏(化学)、講演2「受注型設備製造業における製品安全の取り組み(一部略)」前田直英氏(経営):詳細HPに掲載 問合せ:yamamoto@cea.jp	
16日(日)	★青年技術士支援委員会(エンジニアのための交渉術入門~準備から合意形成まで~)	機械振興会館 6D-1, 2会議室	13時30分~17時30分	技術者にとって交渉力は業務の円滑な進行、信頼関係構築に有効です。講義やロールプレイングを通して実践的なスキルを習得しましょう。詳細は青年委員会 HP から 問合せ:event02@peyec.jp 担当:伊藤	
	★海外活動支援委員会(海外技術協力実務研修会-4)	機械振興会館6階 6D-4 会議室及び Web 配信	13時30分~16時20分	題目:「安全保障貿易全般について」講師:経済産業省 中小企業等アウトリーチ事業 専門アドバイザー 綿貫義久氏、参加費:無料 連絡先:jckaig@engineer.or.jp	
16日(日)	埼玉県支部(東部地域 CPD 講演会/いまさら聞けない地域防災と利活用)	オンライン(Zoom)	13時~15時	埼玉県流域治水プログラムに関連する越谷レイクタウン名称の由来となる越谷市の大規模調節池の防災、地域振興について講演、講師:埼玉県県土整備部河川環境課 郡司柚香氏、参加募集者数100名、詳細は支部 HP を参照	
18日(火)	★応用理学部会(2月度講演会)	機械振興会館 6-67 会議室, WEB 併用	18時30分~20時30分	火山工学とは何か-最近の海外の火山噴火対応から-(アジア航測(株)先端技術研究所 千葉研究室 室長 千葉達朗氏)、CPD:2.0、会員1,000円、非会員2,000円、問合せ:apspekanji@gmail.com ※終了後、交流会あり(+500円)	
	科学技術鑑定センター(2025年2月例会/講演会)	Zoomによるリモート講演	19時30分~20時45分	演題:「リチウムイオンバッテリーに関連した火災事故」演者:(独)製品評価技術基盤機構(NITE) 参事官 神山敦氏、参加条件:日本技術士会会員かつ科学技術鑑定センターに入会を希望する人 問合せ先:koho@kantei-center.com	
19日(水)	近畿本部(電気電子部会/第206回研修会)	近畿本部会議室 リモート併用	16時~17時30分	募集人員:会場20名+リモート、第1部 講演会「生成AIが切り開く未来? あなたの生活はどう変わるか?」、第2部 懇親会 18時~20時、申込先:近畿本部電気電子部会 HP kinki-denki-denshi@outlook.jp 近畿本部電気電子部会	
20日(木)	衛生工学部会(施設見学会)	Kurita Innovation Hub(JR青梅線 昭島駅)	14時30分~16時40分	Kurita Innovation Hub 見学、集合時間・場所、会費等詳細は部会 HP 参照、申込は行事予定から 問合せ:igarashi@e-eplan.com	
21日(金)	原子力・放射線部会(第96回技術士の夕べ)	機械振興会館 211 会議室+web(MS-Teams を利用) 併用ハイブリッド開催	18時~20時	「使用済燃料中間貯蔵の現状と課題」国内で使用済原子燃料の再処理を開始できないことから、再処理待ちの中間貯蔵が必要となっているが、こうした状況の全体について、電気事業連合会の市原貴之氏から解説をいただく	
	情報工学部会(2月部会 デジタル時代を支えるITガバナンスとITサービスマネジメント)	オンライン	18時30分~20時	情報処理学会・情報規格調査会・SC40 専門委員会のITガバナンスやITサービスマネジメント分野の国際規格の開発・改訂の仕組みなど紹介、会員:1,000円、2023年度情報工学部会合格者:無料(問合せメールより申込) 問合せ先:山下	
22日(土)	化学部会(2月度講演会)	オンライン(Teams)	13時30分~17時	①「化学業界の現状を踏まえ、伝承すべき必須要素を提言する! ~今、化学業界を支える人に伝えたいこと... 化学業界の先達から~」平田賢太郎氏(日本技術士会中部本部長)、②調整中 問合せ:spuk3vz9@outlook.com 池田	
	★千葉県支部(第142回 CPD 専門知識向上講演会)	千葉商工会議所研修室+リモート(Zoom)	14時~16時30分	生産年齢人口減少社会におけるものづくり現場の労働生産性と安全性の向上を目指して-典型的装置産業である『鐵づくり』現場の設備保全における実践を通じて-(内田貴之氏(先進安全技術士事務所 所長))、申込:HP から2/15まで	

☞ 予定が変更される可能性がありますので、HP で最新の予定を確認のうえお申し込み下さい。

開催月日	会合・行事名	場 所	時 間	内容／連絡先
2月 28日(金)	★北海道本部(事業委員会 第19回技術フォーラム)	ホテル札幌ガーデン パレス	13時30分～ 17時15分	テーマ:「(仮)北海道ネイチャークライシス～今、そこにある危機への備え～」 問合せ: hkd-eng@ipej-hokkaido.jp 北海道本部事務局
3月 13日(木)	★衛生工学部会 (2025年3月講演会)	機械振興会館	18時30分～ 20時	演題:「押し寄せる「資源循環に係る社会変革」の波一脱炭素と循環経済の移行にむけて」講師:藤波博氏(元廃棄物・3R研究財団 調査部長), 詳細はHPにて 連絡先: inomaru@car.ocn.ne.jp 井上護
24日(月)	★資源工学部会 (3月CPD講演会)	機械振興会館 (6-65会議室), web配信(会員の み)	18時30分～ 20時	循環型ビジネスとそれを支えるISO国際標準化動向(三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)経済・産業ユニット長 清水孝太郎氏), 参加費:会員500円, 非会員1,000円 連絡先: roorooma@gmail.com 松井
26日(水)	★海外活動支援委員会(台湾エネルギー政策と半導体産業の最新動向に関する講演会)	機械振興会館6-67 会議室	18時～ 20時10分	台湾エネルギー政策と半導体産業の最新動向:台湾最新経済概況とエネルギー政策(JETRO・アジア経済研究所 佐藤幸人氏), 台湾半導体産業の最新動向と日本企業のビジネスチャンス(桜美林大学大学院 山田周平氏)

お知らせ

2025年度役員候補者選出選挙等

役員候補者選出選挙管理委員会

1. 役員候補者選出選挙等選挙日程について

項番	項 目	日 時
(1)	立候補者による推薦依頼活動開始日	2025年2月 3日(月)
(2)- i	立候補届出登録受付開始日, 時刻	2025年2月17日(月)午前9時00分
(2)- ii	立候補届出登録受付終了日, 時刻	2025年2月25日(火)午後5時00分
(3)- i	選挙運動開始日, 時刻	2025年2月26日(水)午前9時00分
(3)- ii	選挙運動終了日, 時刻	2025年4月21日(月)午後5時00分
(4)	投票締切日及び時刻	2025年4月21日(月)午後5時00分
(5)	開票日及び時刻	2025年4月22日(火)午後2時00分

(注)上記項番は、役員候補者選出選挙の管理運営に関わる手引き第3条における項目番号

*なお推薦人が不要な地域本部幹事立候補者及び支部幹事立候補者についての立候補登録受付開始日、時刻については、2025年2月3日(月)午前9時00分とする。

2. 役員候補者選出選挙等での基本とする投票方式について

2月から始まる選挙の基本とする投票方式は、インターネットを利用した投票(ウェブ投票)です。「ウェブ投票」は本会HPの会員専用コーナーから行うため、会員パスワードが必要です。まだ会員専用コーナーを利用されていない方は、是非早めに会員パスワードを取得して下さい。

3. 投票用紙の郵送を希望する場合の事前申請について

PC、スマートフォンやインターネットが利用できない場合、役員候補者選出選挙管理委員会(事務局)へ事前の申請をしていただくことで、個別に投票用紙等を郵送する対応を行います。ご希望の方は下記連絡先へ会員番号とお名前をご連絡下さい(お電話、FAX、Eメールでも結構です)。

*事務局: TEL 03-3459-1331, FAX 03-3459-1338, Eメール: ipej-senkyo@engineer.or.jp

IPEJ NEWS

■会員の方などの叙勲・勲章(令和6年秋)

〔瑞宝小綬章〕

柴田知広氏(農業/東京): 農林水産行政事務功労

お知らせ



新年あけましておめでとうございます



広報委員会

新年あけましておめでとうございます。本年もどうぞよろしくお願いいたします。

昨年は、会員の方などの記事の他に、「お知らせ」や「IPEJ NEWS」コーナーを通じて、本会WEBサイトに掲載された動画の紹介など、皆さまのCPDに役立つ情報をお届けさせていただきました。新しい年を迎えまして、引き続き皆さまの技術士生活が爽り多いものとなりますよう、改めて当会の活用の仕方を紹介させていただきます。身近な自己研鑽ツールとして、他分野のホットな情報を知る、あるいは、同じ志を持つ仲間を増やす機会として、本会を積極的にご活用ください。新年のご挨拶を申し上げますとともに、皆さまのご健康とご多幸をお祈り申し上げます。

▽月刊『技術士』はWEBでも閲覧できます。

本会報はモノクロです。WEBで閲覧した場合は、原稿に依るところはありますが、カラー表示のものもあります。是非、WEB版も閲覧してみてください。

【月刊『技術士』】紹介サイト(以下もしくは右のQRコード)

https://www.engineer.or.jp/members/c_cmt/kouhou/topics/001/001406.html



▽本号は一般の方々にも公開しております。

本特集号は、以下のサイトで、一般の方々にも公開しております。オープンアクセスになった記事はこちらで紹介させていただいておりますので、本号を読みたいという知人の方がおりましたら、是非、同サイトをご紹介ください。なお、同サイトでは、本会の社会貢献活動などをバナーで紹介しています。バナーは適宜更新されるので、時折、こちらも覗いてみてください。

【一般の方向け月刊『技術士』】紹介サイト(以下もしくは右のQRコード)

https://www.engineer.or.jp/c_cmt/kouhou/topics/008/008808.html



▽忙しい皆さまへ、収録した動画を閲覧することができます。

当会の会員の皆様は現在、「《Pe-CPD》CPD 講演内容のHP 視聴」サイトより、CPD 講演を収録した動画を無料で見ることができます。52ページには、11月にUPした動画を紹介しています。また、9-11月度のPe-CPD 動画アクセスランキングも紹介させていただきました。最新動画の他にも、多くの動画に関心が集まっていますので、是非、関心のあるものを探して閲覧してみてください。

【《Pe-CPD》CPD 講演内容のHP 視聴】サイト(以下もしくは右のQRコード)

<https://www.engineer.or.jp/kaiin/password/cpd/pecpd001.php>



▽技術部門と選択科目の英語表記について

「今年は海外で活躍しよう」。そう、一年の計を定めた方もいらっしゃるのではないのでしょうか。当会では、技術部門と選択科目の英文表記を定めています。例えば、機械部門は「Mechanical Engineering」、船舶・海洋部門は「Marine & Ocean」。各部門の英語表記一覧は下記のサイトに紹介されておりますので、是非、ご活用ください。

【技術部門と選択科目の英文表記】サイト(以下もしくは右のQRコード)

https://www.engineer.or.jp/c_topics/000/000335.html



▽CPD 登録システムについて

日本技術士会では自己研鑽(CPD)の記録のために、CPD 登録システム(Pe-CPD)を提供しております。例えば新春記念講演会や技術者倫理シンポジウムなどのCPD 行事に参加した際や業務成果を上げた際は、ぜひ登録してみましょ。その都度、登録できます。また、行く行くはご自身のCPD実績を技術士登録簿へ記載申請をして、技術士(CPD認定)やAPEC エンジニアの取得にも挑戦してみてください。

【新・技術士CPD 制度】紹介サイト(以下もしくは右のQRコード)

https://www.engineer.or.jp/contents/cpd_new.html



▽行事への参加について

本誌の行事予定で紹介しているイベントは、以下のサイトから簡単に参加できるようになっています。是非参加して、同じ志を持つ仲間を増やしてください。また、本会の魅力は、各種学会と異なり、20もの部門が集まっていること。ぜひ、他部門の行事に参加して、交流を深めてみてください。

【行事参加】サイト(以下もしくは右のQRコード)

<https://www.engineer.or.jp/kaiin/password/cpdevent/cpdeventlist.php>



お知らせ

以下の動画が UP されました

広報委員会

当会の会員の皆さまは現在、「《Pe-CPD》CPD 講演内容の HP 視聴」サイトより、CPD 講演を収録した動画を無料で見ることができます。

11月には、以下の動画が当サイトに UP されました。是非、ご覧になって、皆さまの自己研さんにお役立てください。

【11月に UP された動画】

部会など	行事名	講演タイトル	講演者名
化学	定例講演会	バイオメティクスからエコメティクスへ ～人新世を生き延びるパラダイム変換～	下村政嗣氏
農業	定例講演会	グローバル情勢を踏まえた世界と日本の畜産・飼料動向について	瀧本昌平氏
農業	定例講演会	食料安全保障とエネルギー安全保障の観点からみる営農型太陽光発電の将来 展望	馬上丈司氏
応用理学	定例講演会	海外活動支援委員会の報告と韓国及び台湾に関する活動	坪井秀夫氏
応用理学	定例講演会	私が経験した韓国企業の技術指導	畠山晶氏
応用理学	定例講演会	光学向けポリマーをベースとした海外向け活動～ AGC 時代～	青崎耕氏
応用理学	全国大会講演会	北海道の地質と土砂災害の特徴	田近淳氏
応用理学	全国大会講演会	次世代光技術を担う透明ポリマー材料	谷尾宣久氏
応用理学	全国大会講演会	地震に関する評価・想定と北海道の防災対策	高橋浩晃氏
電気電子	定例講演会	暴れる気候と暴れない気候	中川毅氏

【《Pe-CPD》CPD 講演内容の HP 視聴】サイト (以下もしくは右の QR コード)

<https://www.engineer.or.jp/kaiin/password/cpd/pecpd001.php>



9-11 月度 Pe-CPD 動画アクセスランキング

広報委員会

当会の会員の皆さまは現在、「《Pe-CPD》CPD 講演内容の HP 視聴」サイトより、CPD 講演を収録した動画を無料で見ることができます。同サイトに掲載されている動画の内、9月から11月にかけて、最も閲覧者数を集めた上位5動画は以下の表のとおりでした (Google Analytics 調べ。サイトに掲載された順番で紹介)。「以下の動画が UP されました」に掲載されている最新動画の他にも、多くの動画に関心が集まっています。是非、上記で紹介している URL から視聴サイトにアクセスしていただき、心に刺さる動画を見つけていただくと幸いです。

講演タイトル	サイト掲載月
自動車産業の進化とデンソーの取り組みー持続可能な開発と運用の融合ー	2024年9月開催
VE (価値工学) の概要と実践への適用事例	2024年7月開催
建設発生土に関する法的規制と実務的課題	2024年6月開催
地盤の液状化と地盤工学の将来	2024年6月開催
電気自動車の動向	2024年4月開催

年会費の支払方法について

事務局

当会の年会費は前払い制となっており、毎年3月に請求書を郵送させていただいております。
請求書払いのほか、ご希望の銀行口座からの口座引落や、複数名分の年会費をまとめて請求するグループ請求でのお支払いも承っております。是非ご検討ください。

■口座振替

- ・毎年3月に引落口座、金額などをご案内の上4月下旬に引落いたします。
- ・2025年度会費から引落希望の場合は2025年1月末までに事務局にご連絡ください。

■グループ請求

- ・貴企業、貴団体に複数名の当会会員が在籍している場合、年会費をまとめて請求（グループ請求）することを承っております。
- ・グループ請求の場合でも年代別会費減免制度の対象になります。
- ・グループ請求をご希望の場合、事務局にご連絡ください。

【事務局へのご連絡】 サイト（以下 URL もしくは右 QR コード）

<https://www.engineer.or.jp/kaiin00.html>



お知らせ

2025年フェロー申請受付開始のご案内

総務委員会

2025年1月6日(月)より2025年フェロー申請の受付を開始します。制度の詳細等は当会HPをご覧ください。

■フェロー認定要件(次の要件を全て満たさなければならない。)

- (1) 正会員である期間が15年以上の正会員であること。
- (2) 会長表彰を受けていること。又は、正会員20名以上若しくはフェロー3名以上からの推薦があること。
- (3) 技術士(CPD認定)であること。ただし、初回の申請時のみ、直前1年間における50時間以上のCPD登録証明書の提出により代えることができる。
- (4) 年会費とは別に毎年1万円以上の寄附を行うこと。
- (5) 名誉会員でないこと。
- (6) 本会の倫理審査により戒告処分を受けていないこと。

■認定期間は3年とし、更新に当たっては都度申請に基づき審査を行う。

* 令和4年度にフェロー申請された方は、更新するためには今回申請が必要です。

■フェローの主な特典

- (1) 初回認定時のみ定時総会終了後フェロー認定証の授与を行う。
- (2) 前号と同日に開催される総会懇親会に夫妻にて招待する。
- (3) フェロー認定証(カード型)を交付する、他

訃報 — 謹んでご冥福をお祈りいたします。

(敬称略)

長田 幸憲 (機 械)	2024/10/12 83歳	茂木 元男 (電気電子)	2024/11/15 91歳
川崎 芳樹 (機 械)	2024/11/16 80歳		

編集室から

「知的好奇心」という言葉は、個人的印象だが、子供の学習意欲を高めるための動機付けによく用いられているように感じる。また、この「知的好奇心」について調べてみると、拡散的好奇心と特殊的好奇心の2種類に分別され、特に前者は新奇な情報を幅広く探し求めることを動機付けするものを指すとある。子供ならずともこの知的好奇心をくすぐり、拡散的好奇心を満たしているのが、少しおおげさだが今回の特集号のテーマである「知られざる技術分野」ではないかと思う。

また、このテーマは現在の広報委員会の特集号担当チームが発足した当初から候補として温めていたものでもある。それぞれの分野で表には出て

こないが種々採用されている技術があり、それを同じ技術分野でも全員が知っている訳でもなく、他の技術分野からするとそんなところにその技術が、というようなものを掘り出しクローズアップしてみたかったのである。その結果詳細は本文を読んでいただきたいが、バラエティに富んだワクワクする内容になったものと自負する。

最後に、今回の我々編集担当の作業の遅れに対してご協力いただいた関係各所の皆様に感謝し、ここに発刊できたことに安堵しつつ、次回特集号ではこれを教訓とし早めのアプローチを心がけようと思いを引き締めているところである。

(對馬一昭)

■ 広報委員会委員

委員長	前田 秀一(化学)			
副委員長	藤原 憲男(建設)	松井 光彦(応用理学)		
委員	阿瀬 智暢(上下水道)	井口 幸弘(原子力・放射線)	卯川 裕一(生物工学)	枝村 正芳(繊維)
	大野 博之(応用理学)	大森 麻理(情報工学)	岡井 政彦(中部)	小澤 明夫(電気電子)
	楠橋 康広(中国)	黒澤 之(衛生工学)	佐伯 佳美(応用理学)	反町 容(建設)
	高原 繁(森林)	武井 遼(経営工学)	對馬 一昭(機械)	東瀬 康孝(建設)
	中込 徹(電気電子)	中丸 宜志(環境)	細谷 裕士(農業)	松下 滋(金属)
	松田 敦(九州)	村田 裕子(水産)		
地域本部	【北海道】荒木 雅紀(建設)	【東北】丹 収一(建設/総合)	【北 陸】伊藤 清春(建設)	
における	田守 隆浩(農業)	伊藤 貞二(建設/総合)	小林 秀一(建設)	
広報担当	【中 部】岡井 政彦(電気電子)	【近 畿】木藤 茂(金属)	【中 国】楠橋 康広(建設/総合)	
	栗本 和明(建設/総合)		櫻井 理孝(金属)	
	【四 国】岩佐 隆(建設/総合)	【九 州】松田 敦(建設)		
	西沢 尚之(情報工学)	久保川孝俊(建設/総合)		

技術士 IPEJ Journal 2025年1月号 No.697

定価 1,500円

■ 発行所および責任者 ©公益社団法人 日本技術士会 眞先 正人
 〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階
 TEL 03-3459-1331(代) FAX 03-3459-1338
 URL <https://www.engineer.or.jp/>

(日本技術士会会員は会費の中に購読料を含む)

■ 制作・印刷 (株) アイセレクト

©本誌記事の無断転載を禁じます。

* 「IPEJ」「日本技術士会」「技術士会」「技術士(CPD認定)」「 (CEマーク)」「 (PEマーク)」「 (Pe-CPDマーク)」は、公益社団法人日本技術士会の登録商標です。



株式会社 ファイブスターコンサルタント

繁忙期の急募は
年収は応相談または
交渉可の案件が
多いです。
年末退職された方
は好条件の案件を
提案いたします。

◇新年急募特集◇

- 地場コン/地質・農業土木・砂防/50歳※900万円@岐阜
 - 地場コン/土質・上下水・道路/50歳※900万円@滋賀、京都
 - 地場コン/水産・港湾・河川/55歳※900万円@福岡、長崎、熊本
 - 地場コン/都市計・道路・河川/50歳※900万円@仙台、富山
- ※はモゾル年収



～ネット検索にはない旬の求人や全国
(大手・地場)の非公開情報をご紹介します～

技術士紹介 22年の信頼
代表取締役 五座 由洋【技術士：総監・上下水】

まずは、お気軽にお問合せください。

☎ 03-5227-5300
受付：月～金/10:00～18:00
✉ info@5starcon.co.jp

☆ 株式会社ファイブスターコンサルタント 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町1-11-1 サンシビル2階 職業紹介事業 厚労省許可番号 13-ユ-306810

会員登録情報の確認のお願い (事務局)

本会ホームページの「会員コーナー」から、現在登録されている本人情報を確認して下さい。なお地域組織への所属は、月刊誌送付先の都道府県が基準となっております。変更が必要な事項は、随時変更できます。

★確認方法

「会員コーナー」(会員 PW が必要)
⇒「WEB 名簿」⇒「会員情報登録・変更」
⇒「会員情報を登録・変更する」をクリックして下さい。

★変更できる項目

- ・勤務先、所属、役職、所在地
- ・メールアドレス
- ・自宅住所、電話、FAX
- ・専門事項 など

本人情報変更申請画面の例

技術士専門の人材紹介コンサルタント

厚生労働大臣許可番号 27-ユ-030217

技術士（建設部門、上下水道部門、環境部門） （農業土木、森林土木、地質、機械、電気）

転職活動をバックアップします！

株式
会社

ウィングネット

詳しい資料請求は 担当 安原(やすはら)まで 気軽に御連絡下さい

〒542-0076 大阪府大阪市中央区難波2-3-11 ナンバ八千代ビル2階A号

TEL 06-6214-5196 FAX 06-6214-5237

<http://wingnet.ehoh.net/>

e-mail wingnet@lily.ocn.ne.jp

登録料無料・秘密厳守



技術士・RCCMの転職サポート

- ❗ 技術士（建設コンサルタント出身者）による転職相談
- ❗ 転職者の方は相談・登録・紹介等全て無料
- ❗ 実績に基づく独自ネットワークによる紹介

60代求人多数あります！
お気軽にお問い合わせ下さい

↓当社運営ブログも併せてご覧ください↓

建設コンサルタントについて考える



技術士のつぼ



無料登録
ご相談は

<https://jinzai.mo4c.com/> 技術士人材センター

検索

担当: 手塚 (技術士 建設部門<道路>・総合監理部門・経営工学部門 / 中小企業診断士)



建設コンサルタント・技術士人材センター

株式会社建設経営研究所 厚生労働大臣許可番号 13-ユ-305516

〒206-0033 東京都多摩市落合 1-10-1
京王多摩センター SC2F KEIO BIZ PLAZA 多摩センター内

TEL 042-319-3581

Mail: info@mo4c.com



技術士・RCCM 転職登録受付

建設・上下水道・農業土木・森林土木
応用理学 各部門・一級建築士

**30年の経験と実績、大手コンサルタント
中小・地方コンサルタントへの紹介多数！**

株式会社 **ベネット**

厚生労働大臣許可 27-02-ユ-0111

登録から入社までの全ての費用は一切無料です。
ご登録・お問い合わせは 小室 までご連絡ください。

Tel **0120-760-762**

Fax **06-6948-5044**

e-mail **komuro@ui-net.co.jp**

〒530-0041
大阪市北区天神橋 1-20-13
有明ビル2C ベネット分室

技術者登録受付中（転職・Uターン）

技術士・RCCM

建設部門 上下水道部門 農業部門 森林部門 機械部門

登録料無料
秘密厳守



技術人材研究所

（オーテックコンサルタント株式会社）

東京本社 / 〒103-0028 東京都中央区八重洲 1-8-17
福岡本社 / 〒810-0044 福岡市中央区六本松 4-11-25
大阪支所 / 〒530-0001 大阪府大阪市北区梅田1-11-4
厚生労働大臣認可 40-ユ-300263



ご登録は
こちらへ

TEL ☎ **0120-56-8800**
FAX ☎ **0120-16-8800**

E-mail : gijutsu@otec-jinzai.com HP : <http://www.otec-jinzai.com>

求人
スカウト
同時受付

Professional

Peace

Engineer

Environment

Ethics

技術士 PE
IPEJ Journal 2025. 1

2025年1月1日発行(毎月1回1日発行)
通巻697号

¥1500



<https://www.engineer.or.jp/>