

**2024年**  
**2月**

**技術士みえ No.24 (102)**

公益社団法人 日本技術士会  
中部本部 **三重県支部**

## 技術士みえ No. 24 (102)

| コーナー            | タイトル                                                   | 筆者    | ページ |
|-----------------|--------------------------------------------------------|-------|-----|
| 巻頭言             | アフターコロナ禍の技術進化と社会発展に期待                                  | 山口 昇吾 | 1   |
| 見学会             | 2023年度第1回 見学会結果                                        | 奥野 徹  | 4   |
| 第54回みえテクノロジーカフェ | 「第54回みえテクノロジーカフェ ミツバチの話<br>～日本ミツバチを中心に～」の講演を終えて        | 小河 輝一 | 7   |
| 第55回みえテクノロジーカフェ | 自動販売機の歴史と技術のはなし<br>～自販機はいつからあるの？ 中はどうなっているの？ 海外との違いは？～ | 井上 正喜 | 8   |
| 2023年度第4回セミナー   | 会員講演 人と技術は世を変える<br>～オランダの農業とCO <sub>2</sub> 循環を題材に～    | 池田 和人 | 12  |
| 2023年度第4回セミナー   | 特別講演 溶接・接合技術の基礎と最近の応用                                  | 川上 博士 | 17  |
| 今後の行事予定など       |                                                        |       | 20  |



## 巻頭言

### アフターコロナ禍の

### 技術進化と社会発展に期待

三重県支部 副支部長・幹事

中部本部 理科支援委員

山口 昇吾 技術士（機械）



謹賀新年

2024年恒例の我が家の元旦行事は、桑名市の七里の渡し・住吉神社からの初日の出参りと住吉神社の初詣です。

今年はいつになく寒さを感じない温かい好天気恵まれた初日の出を見る事が出来ました。そして陽光浴びてゆったりした気分で行日の新聞を読んでいた時、テレビ画面の地震発生緊急速報と携帯電話からは緊急地震警報が鳴り響きました。能登半島大地震の大災害と、翌日の羽田空港での飛行機事故の大事故とあってはならない事が発生したお正月となりました。被災された皆様方、事故に合われた皆様方にお見舞い申し上げます。そして、今なおその後の対応に尽力され、大変な環境下で頑張っている関係者の皆様にお見舞い申し上げます。

三重県支部長 池田 和人

〒510-0034

三重県四日市市滝川町 16-2-501

池田和人技術士事務所

TEL : 090-9890-4559

E-mail : spuk3vz9@outlook.com

29年前の1995年1月17日の阪神・淡路大震災の時は、業務出張でイタリアのベネツィアに滞在していました。大地震発生の日 日本時間の7時頃、家（桑名市）に出張スケジュール連絡の電話を入れた所、この大地震発生と桑名での揺れ方やTVで火災発生・高速道路高架の橋脚破損と転倒の大惨事を報道しているとの事を知りました。

そしてそのすぐ後 会社の始業時間に合わせて業務連絡をしようとした所、何回も電話連絡（海外出張用の携帯）しても全く通じません。そこで英国ロンドンの事務所に連絡とった所、伊国／日本間の通信容量が小さい上にその通信回線の多くを報道関係などが占有しているとの情報を得ました。その後日本との直接のコンタクトが取れるようになる1週間後までは、ベネツィアからロンドンの事務所に日本への転送を依頼して、ファックスでレポート等を送り、日本からはロンドン経由で業務指示・関連する新聞記事などの情報をファックスで入手するという非常事態対応の経験をしました。

さてそのイタリアの“ベネツィア”について、皆さんはどのようなイメージを持っていますか？ 観光地／水の都／サンマ

ルコ広場／ベネチア・ゴンドラ／ベネチアン・グラス／ベネチアン・マスク／イカ墨スパゲッティーなどの料理 e t c. e t c. ???

2019年11月 ベネツィアに記録史上2番目の高潮(約1.8m)が襲っています。当地は、毎年10月～翌年3月の間は、その地形と地中海特有の季節風で高潮が発生しやすいシーズンです。高潮が発生すると観光客で溢れるあのサンマルコ広場も、水没して渡し板通路での歩行となります。1.37mを越える高潮が、過去100年間で25回記録されているそうです。その内半数以上が、2009年12月以降の記録との事です。季節風の強さが増しているのか？それとも地球温暖化の影響なのか？今やベネチアは気候変動と闘う象徴的な街となっています。そして、その翌年の冬にベネツィア再訪問した時に、ベネツィア・テッセラ空港(別名 マルコ・ポーロ空港)から、イタリア中西部にあるミネラルウォーターの水源とその生産工場を訪問する為に、ベネツィアのホテルから朝早く水上タクシーで7Kmほど離れた空港に向かいました。その日は真冬のしっかり冷えた朝でした。水上タクシーが空港までの半分ほど進んだ所で、急に速度を落とし最寄りの船着き場で降ろされてしまいました。この先の海水面が凍結しているエリアがあるのでこれ以上進めない。船着き場横の道路でタクシーを拾って空港に行きなさいと・・・何と言う事か!!! 言葉も地理もほとんど分からないのにですが、何とかかなり、ナポリ行きの飛行機に無事搭乗できました

が大ハプニングでした。最近のベネツィア島周辺の海の凍結有無を Net で調べても、凍結したという情報は少なくともこの二十年間は無いとあります。昨年(2018)の1月三重県支部の第4回セミナーで「省エネ&ソリューションの知恵比べ～地球温暖化/CO<sub>2</sub>排出低減～」と題して講演をさせて頂きました。その中の紹介事例で“熱帯化するイタリアの田園”として2021年8月にシチリア島で気温48.8℃を記録し44年ぶりに欧州の最高気温を更新した 又、イタリア北部のトレントではぶどう栽培畑が海拔500mから海拔750mの地点までの高所に整備されるようになったとお話しました。これもやはり地球温暖化のなせる環境の大変化と思わずにはいられません。

2022年7月にお勤めを完全に終えてその年内中はほとんど何もせずのフリーで過ごしました。2023年 年初から技術士事務所を開設して、よろず調査&アドバイスをを行う事にしました。同時に、三重県から地球温暖化防止活動の推進員を3年間委嘱されました。更に、技術士会 三重県支部副支部長・幹事を仰せつかって現在に至っています。技術士登録が1985年(昭和60年)で、現在までの39年間 社会貢献らしい事をしてこなかったで、出来る範囲でボランティア活動含めて何かとやって行こうと思っています。

そのような事で、タイトルにある “アフターコロナ禍の「技術進化と社会発展に期待」” について私見を述べさせて戴

きます。

先ず“技術進化”についてです。進化する技術は “情報伝達・処理技術”と“モノ作り技術”が、特に注目すべきと思います。情報伝達・処理技術は「CHAT-GPT」に代表される収集した情報処理の技術があります。もう一つは、コロナ禍で一気に広まったりリモート会議・事務処理に関係する「通信・伝達の処理技術」です。いずれもこれから先その技術が担う “量：多次元化したもの”、“質：正確さ”、“スピード：より短時間での伝達”が必須であると思います。これらの技術は、国・行政・企業などの組織が必要とするのみならず、私達の生活に密着した必需技術となる事は間違いなく、その利用濃度が高まり猛烈なスピードで普及していくはずです。

モノ作り技術は、第一に「エネルギー製造技術」です。いつかは枯渇するであろう化石燃料燃焼に頼らないエネルギー製造技術を発展させねばなりません。第二は「材料製造技術」だと思います。現在あらゆる所に使用されている有機物質・プラスチックの多くは石炭・石油を原料としています。石炭・石油を原料としない材料製造技術は不可欠です。第三は「協働ロボットに代表される機械化・自動化技術」です。第四は「医工連携技術」です。最近の医工連携の発展は目覚ましく、大学においても医学部と工学部の連携した研究テーマとその範囲がどんどん増えており、他にも技術進化しているものは沢山あります。

技術進化があって社会発展するのか、それともその逆なのか？ 自分達技術士

はその前者の「技術進化」→「社会発展」ではないかと思います。今迄実現出来なかった事が実現すれば、社会が変わる・・・そのテーマは無限にあります。その一つの例が「EV化」だと思います。現在EV化は、“蓄電池”の軽量化と大容量化／蓄電池への給電・社会インフラ整備／供給発電・送電の大容量化／災害時対応と安全確保 など、本格的普及には沢山の課題があります。

いずれのテーマも「過去あったモノに新しく改善・追加して実現するもの、あるいは過去別々にしていたモノを組み合わせることで新たに実現可能にするもの、全く新しく発見・開発して実現するモノ」と、あります。そのような中で、技術士の使命は何でしょうか。少なくとも過去に縛られずに常に探求心と情報入手に努めなければならないと思います。

今年は辰年、冒険心旺盛で新しい挑戦に取り組むと成果が上げやすい、あるいは変革と進化の年とされ柔軟性や適応力が求められる・・・などと言われています。年明け早々の「大震災」「空港での航空機事故」そして海外の複数個所で、終息が見えず引き続く争い。それらからも学ぶ事を忘れず、自分のアンテナを磨き感度良くしてノイズに惑わされる事無く、今年を頑張りたいと思います。

非力ではありますが、省エネとCO<sub>2</sub>排出低減のソリューション提案 そして理科支援活動を通じて、少しでも社会貢献出来たらと考えていますので宜しくお願い致します。

—— 以上 ——

## 2023年度第1回

# 見学会結果

奥野 徹 技術士(上下水道、総合技術監理)

日時：2023年11月9日(木)

9:30～14:30

参加人数：10名

見学場所：

【1】北勢バイパス坂部トンネル工事

(三重県四日市市西坂部町)

【2】東海環状自動車道養老トンネル北工

事(岐阜県海津市南濃町)

\*北勢バイパス坂部トンネルは、国土交通省北勢工事事務所 林様と飛鳥建設(株) 坂本様、そして養老トンネル北工事は、NEXCO の岡田様に説明していただきました。

内容：今回の見学会は、午前中に北勢バイパス坂部トンネル工事を見学し、終了後に西名阪自動車道にて桑名西ICまで移動、午後から岐阜県海津市南濃町にある東海環状自動車道養老トンネル北工事を見学しました。

【1】国道1号北勢バイパスは、四日市市を中心とする北勢地域のバイパスとして、国道1号と23号の渋滞緩和、災害に強い道路機能の確保及び地域活性化の支援を目的に計画された道路であり、三重郡川越町南福崎(国道23号)～四日市采女町(国道1号)に至る延長21kmの幹線道路です。現在、南福崎から市道八郷線までの延長8.5kmが開通しています。

坂部トンネル工事は、標高70m～80mの丘陵地を約870mの延長で貫く工事で、トンネル上部は、ほぼ全線にわたってゴルフ

場であり、中でも見学しました第三期工事では、土被りの最小が約3mとなる区間があります。そこで、掘削する地山が崩れないようにパイプルーフ工法を用いたとのことでした。この工法は、掘削上部にパイプによる屋根を先行して造り、その後屋根の内側を掘削し、トンネルを形成していくというものです。本工事にあたっては、爆薬の使用は行わず、重機による掘削とダンプトラックによる土砂の搬出が行われました。

今回は、掘削完成間近の状況で見学させていただき、パイプルーフの施工や掘削方法、支保工、コンクリートの吹付について説明を受けました。

図1 工事概要の説明を受けている様子



図2 トンネル上部のパイプルーフ





図3 重機による掘削の様子(国交省HPより)



【2】東海環状自動車道は、愛知県豊田市を起点とし、瀬戸市、岐阜県岐阜市及び大垣市等の主要都市を経て、三重県四日市市に至る延長 153 km の高規格道路で、東名・名神高速道路、中央自動車道、東海北陸自動車道、新東名、新名神高速道路の 5 本の放射状道路を連結します。

この道路は、環状道路内の渋滞緩和、沿線地域の地域産業・観光産業の支援、災害に強い道路機能の確保を目的に計画されました。現在 110 km (70%) が開通しており、2026 年度に完成予定です。

図4 東海環状自動車道(岐阜県 HP より)



養老トンネルは、西回り(広見ICより西

側)の養老IC～北勢IC間に位置しています。今回見学しました工事は、養老トンネル北工事 2.7 km (岐阜工事事務所担当)であり、南側(三重県側)の 2.0 km (四日市工事事務所担当)に分けて施工されています。残る区間の開通により、三重県と岐阜県が直接高速道路でつながることになります。

現場では、本坑と避難坑を並行して掘削しており、避難坑は対面交通の長大トンネルにおいて、本坑に並行して設ける避難用のトンネルです。本坑に火災等があった場合など、本坑から避難連絡路を通じて、避難坑へ避難するためのものです。また、避難坑は 4 車線への移行時に、本坑に対して対向車線として計画されています。

図5 本坑内部



掘削工事は、まずドリルジャンボという大型穿孔機械により装薬穴を掘削、発破後土や岩をトラクターシャベルやダンプトラックを使い搬出します。その後、掘削後の壁が崩れないよう短時間で固まるコンクリートを切羽に吹き付けて補強した後、アーチ状の支保工を据え付け、ひとつ前の支保工と連結させ、壁を補強するためコンクリートを吹きつけます。その後、落下防止の

ためのロックボルトを指し込んで支持岩盤へと到達させ、コンクリートを地山と一体化させてさらに補強します。この1工程により1m進むことができますので、この工程を2700回繰り返すとのことでした。

図6 避難坑における鋼鉄製の支保工（アーチ状）とロックボルト（青色の点）



また、掘削した土砂には、自然由来の重金属類が含まれ、そこに含まれる重金属類の含有率を測定しつつ、土壌汚染対策法を遵守するよう処分を行っているとのことでした。

図8 本坑の前で記念撮影



本工事は、破碎帯（岩盤が割り砕かれて、多くの隙間を持つようになった地層のこと。断層の運動などによって発生する）を含む複雑な地層を掘削するので、通常の地盤に比べて軟弱であり、地下水などが含まれている場合も多いので、細心の注意を払っているとのことでした。

図7 掘削箇所の説明を受ける様子





## 第 55 回

# みえテクノロジーカフェ

## 「ミツバチの話」

～日本ミツバチを中心に～  
の講演を終えて

日 時 2023 年 10 月 15 日 (日)

場 所 : M G YOKKAICHI

ゲスト 小河輝一

技術士 (建設、農業、総合技術監理)

(概要) 蜂毒について、趣味の養蜂のはじめ方、養蜂と行政への届け出、養蜂家の職業は何業、ミツバチの体のつくり、生活、熱殺、女王バチ・働きバチ・雄バチの役割、ハチミツはどのように作られる、固まるハチミツと固まらないハチミツ、巣穴の形はなぜ六角形?、ミツバチと農業の関わりなど「ミツバチとハチミツ」に関するこの中からいくつかの話題を提供しました。



(ふり返って) 講師のお話をいただいたのが、コロナ禍のはじめころ。受講対象が「一般の方中心」ということでした。パワーポイントのシート作りをぼちぼちと進めていました。また、コロナ禍が長かったこと、ミツバチに関して一般の方が興味あるのかが判然としなかったことから、間口を広げシート作成を続けていました。この結果、開催日が決まったころには 300 枚を超える枚数になっていました。これでは、テクノロジーカフェの開催時間内に到底収まるものではなく、お客様とのやり取り、休

憩時間を含めると、多くても 100 シートくらいに収めることが必要でした。このため、全体を網羅しつつ枚数を削除したことから、内容が薄いものとなってしまいました。また、「テクノロジーカフェ」でありながら、「テクノロジーはどこに行ったの?」という、他愛無い話を聞いていただくことになりましたことを、ここで改めて主催者の方にお詫びします。

(話した内容の概ねは・・・) 話したかった内容は、伊丹市昆虫館発行公表している「いたこんニュース第 29 号」の特集記事「ぶんぶんミツバチ」に近いものとなっていたことから、当日に配布をさせていただきました。ご興味があれば次のアドレスを参照してください。

<https://www.itakon.com/publication>

(最後に) 今回は、私が趣味で行っている「日本ミツバチ」に関して、発表する機会をいただきありがとうございました。ミツバチは花粉媒介者として農業には重要で必要な昆虫です。希少昆虫になってしまっは困りますので、営巣する場所を彼女達に提供する趣味養蜂家が増えることを期待します。営巣場所提供の見返りはおいしいハチミツです。



## 第 55 回

# みえテクノロジーカフェ

## 自動販売機の歴史と技術のはなし

～自販機はいつからあるの？ 中はどうなっているの？ 海外との違いは？～

日 時：2023年12月10日（日）

場 所：MG YOKKAICHI

ゲスト：井上 正喜

技術士（機械、総合技術監理）

### 1. はじめに

約 250 万台の飲料自販機が普及している日本、その年間売上金額は約 2.2 兆円にものぼる。そんな身近な自販機に長年携わってきた講師がその歴史や技術、最近の動向等をコーヒーを飲みながら楽しく紹介いただいた。（以下、自動販売機又は自販機と称す）。

### 2. 自動販売機のはじまり



世界で一番古い自販機は、今から 2000 年以上昔の書物に登場する「聖水自販機」であり、コインを上部から投入すると、その重みで水が出てくる装置である。

そして日本に現存する最古の自販機として発明家・俵屋高七による「自動郵便切手葉書売下機」が知られており、切手と葉書の販売だけでなくポスト機能も備えたアイデア商品だった。



### 3. 自動販売機の定義

自販機業界の定説として、自動販売機は「通貨もしくはそれに代替するものの投入・挿入等により、自動的に物品を販売またはサービスを行う機械」である。

しかし最近では顔認証で商品を買える自販機や、無料で物語を出す「物語の自販機」なども登場し、広義に解釈されるケースも多く見られるようになってきた。



物語の自販機

価格：  
【顔付機能付】  
1分、3分、5分のボタンを押すと無料で物語が出てくる

1分、3分、5分のボタンを押すと無料で物語が出てくる

### 4. 日本における自動販売機の歩み

日本万国博覧会会場（大坂）で自販機が大量設置され、「カップ式インスタントコーヒー自販機」が発売されてベストセラーとなり、自販機需要が一気に高まった。そして現在まで毎年新製品が開発、市場展開されてきた。



### 5. 自動販売機をつくる

三重県四日市に、単一の工場としては世界一の生産能力を誇る製造拠点があり、多種多様な自販機が



生産されている。開発・設計のリードタイム短縮のため構造解析、動的シミュレーション、熱解析や流体解析を行い、屋外無人環境で安全に動作することを検証する塩乾湿複合サイクル試験室や恒温室等、各種の品質保証設



備を有して一気通貫ラインで生産を行っている。

## 6. 省エネの取組みと推移

様々な省エネ技術を開発し、この20年間で缶・PET飲料自販機の消費電力を約1/6に減らしてきた。



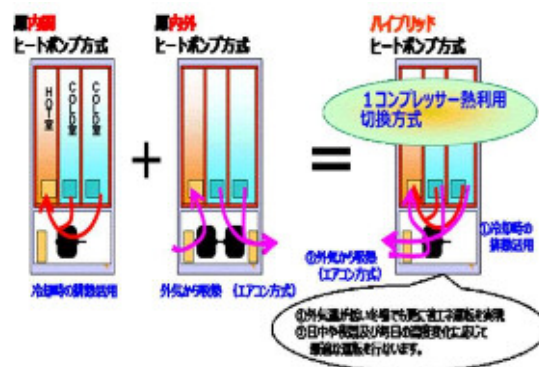
### (1) 学習省エネ

内蔵マイコンでこれまでの売行きデータを分析し、その結果に応じてゾーンクーリングなどの省エネ機能を自動的に適切に働かせる仕組み

### (2) ハイブリッドヒートポンプ

エアコンでも知られたヒートポンプ技術だが、一般的には冷房か暖房かの選択運転である。しかし冷えた缶飲料と温かい缶飲料を同時に販売できる日本独特の自販機は、冷やすために生じたエネルギーを温めることに

も利用する技術が特徴的に発展し、大きな省エネ効果を生みだしている。更に外気温が低い場合でもコンプレッサで加温する室内外ヒートポンプ方式を自動で切り替えるハイブリッド方式のヒートポンプで更なる省エネを実現している(日本機械工業連合会会長賞を受賞)。



### (3) ピークシフト

需要の少ない夜などに飲料商品を大量に冷やし込み、電力需要が高まる日中に冷却運転をストップさせる。これにより電力需要の集中を抑え、CO<sub>2</sub>の排出削減にも貢献している(省エネ大賞、経済産業大臣賞を受賞)。

## 7. 販売メカニズムとシミュレーション

自販機で販売される缶やペットボトルはサイズも形もいろいろ。どんな形状の商品を入れても、破損したり途中で詰まったりせず確実に1本ずつ搬出できる工夫が必要であり、それらをより速く正確に設計開発するためにもシミュレーション技術は重要である。

本講演では多数の事例が紹介された。

### (1) モデリング

対象としている系(飲料商品と商品ラックなど)の数理モデルを決定する作業であり、適切なモデルを得ることができれば、数値解析やシミュレーションにより効率的な開発プロセス





スを実現することができる。

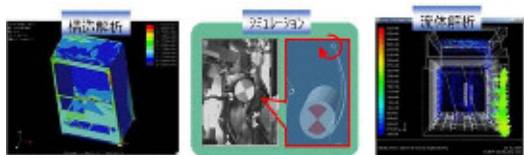
## (2) 動的シミュレーション

様々に計算条件を変えて商品販売時の挙動をシミュレーションした事例が紹介された。



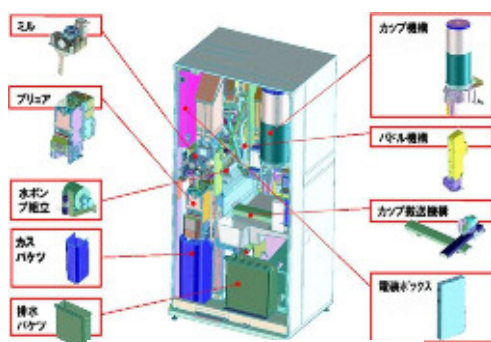
## (3) 熱解析、構造解析

商品の冷却・加熱時の熱流体解析事例など、目で直接見るのが難しい事象での効率追求の手段として利用されている。



## 5. カップ式自動販売機

カップ式自販機が他の自販機と違うところは、水と原料から完成飲料をその場で調理して提供する自動調理器だということだ。



カップ式自販機の主要機構

レギュラーコーヒーは1杯ずつ調理して、内蔵ミルと抽出機により挽きたて、淹れたてのコーヒーを提供する。

メカニズムの一例として、独自設計ミルについての特徴が説明された。ミルに求められる開発コンセプトは「手挽きの旨さと自動挽きの安定性」である。

- ①低速粉碎(低帯電+低風速)で抽出機への原料投入ロスを低減⇒手挽きに



近く、香りを逃さず、原料飛び散りを大幅低減

- ②豆粉碎吐出量を抽出機に最適化⇒原料ダマ生成防止で濃い、早い、安い抽出を実現
- ③帯電電位に応じた材質・構造を採用し、吐出バラツキを低減
- ④省エネ、環境対応、簡易メンテナンス等

## 6. 日本と外国での自販機の違い

### (1) 海外の自販機事情

海外の飲料自販機の設置台数はアメリカと欧州が共に約300万台、中国20万台、東南アジア・オセアニア12万台であり、人口比でみれば日本は世界一の“自販機大国”。海外は日本ほど治安が良くなく、自販機のほとんどが屋内設置である。本セミナーでは西欧の様々な自販機の写真や、日本と西欧の自販機事情の違いなどが紹介された。



ロンドン 駅構内設置のグラスフロント型自販機



ドイツ ケルン駅半屋外設置機 フロントガラスには盗難防止用の金網入り

## 7. コーヒーの歴史と歩み

コーヒーは13世紀頃にアラビアを中心にイスラム圏で秘薬として飲用され、15世紀にはイエメン地方で「コーヒーの木」の栽培が始まったとされている。日本には江戸時代に長崎出島にオランダ商人が持ち込んだとされる。そして日本はアイスコーヒー発祥の国であり、缶コーヒーも日本で生まれた。

## 8. コーヒー業界でのサードウェーブ

2000年以降に始まった第3の波(サードウェーブ)として豆の産地を重視、ブレンド

をせずに個性を楽しむシングルオリジンの台頭と、それらを代表するシアトルからのコーヒー事情が紹介された。特にその旗艦店であるスターバックスの「リザーブ」を訪ねた店内風景



リザーブ外観

は印象的であり、コミュニティに根差したサードウェーブの雰囲気を店内外に打



リザーブ内観1

ち出していて、「魅せる」工夫が随所に見られた。

また、シアトル市内の古い市場に面した通りにスターバックス1号店（創業1971年）があり、



リザーブ内観2

今でも多くの観光客が訪れている。ここから全世界にスターバックスコーヒーが広がったと思うと感慨深いものがあり、多くの人にコーヒーが愛され、世界共通の飲料であることをあらためて感じる。

## 9. その他/自販機の社会貢献

地域社会に貢献する取り組みである。



- ・住所表示ステッカーを自販機に貼付け、緊

急時の住所がわかるようにする

- ・災害時に自治体の防災担当者などが電波を使って自販機の電光掲示板に情報表示したり、自販機の飲料を無料で払い出す災害救援ベンダー
- ・ユニバーサルデザインで、子供からお年寄り、障害のある方にも利用しやすい自販機
- ・募金ベンダー（寄付型自販機）

募金ボタンが設けられて、釣銭の中から希望分だけ募金できる。購入はしなくても募金だけでも可能で、募金をすると「ありがとうございます」の音声が出る自販機もあり、様々な団体とコラボ展開されている



## 10. 最後に

身近な自販機に様々な技術や工夫が織り込まれていることがわかり、とても興味深い内容だった。受講者からは、技術の必要性や面白さが伝わる講義で、ぜひ小学生や中学生など若い世代にも聞かせてあげて、もっと技術に関心をもってもらえれば、との意見があった。

以上



## 2023年度第4回セミナー

### 会員講演レジュメ

日 時 1月6日(土)

場 所 アスト津

[講演題目]

人と技術は世を変える

～オランダの農業とCO<sub>2</sub>循環を題材に～

[講師]池田 和人

技術士(化学、総合技術監理)



#### 1. はじめに

戦後の総理大臣「吉田茂」が育てた若者たちが、その後の日本の高度成長を実現した。その若者たちとは、後に総理大臣となる池田勇人、佐藤栄作、田中角栄、大平正芳、鈴木善幸、宮澤喜一である。彼らの時代、日本は、革新的な技術を次々に生み出し、人と技術で世を変えた。バブル崩壊を機に日本は元気を失っているが、今後、人と技術で日本の世を再び変えてくれることを望む。



左から、吉田茂、池田隼人

#### 2. オランダの農業

##### 2.1 オランダ農業の世界的地位

さて、西欧のオランダという国をご存知だ

ろうか。IMF(International Monetary Fund:国際通貨基金)によれば、オランダの「一人あたりのGDP(所得)」は56,489米ドルで、これは世界191カ国のうち第11位である。日本の「一人あたりのGDP(所得)」は33,822米ドルで、これは世界191カ国のうち第30位である。オランダ人の平均所得は日本の約1.7倍であり、オランダは、西欧の中でも自由経済を重んじる先進国である。

ここで、オランダの農業について触れる。これは技術者の世界であり知られていないことだが、国連UNCTAD(アンクタッド:United Nations Conference on Trade and Development:国際連合貿易開発会議)によれば、2021年の農産物・食料品輸出額は、米国が第1位で、オランダが第2位であった。国土が広くて人口が多く、肥沃な土壌を有する米国の農産物・食料品輸出額が世界第1位であることは頷けるが、国土が狭くて人口が少なく、国土の4分の1が海より低い湿地帯であるオランダの農産物・食料品輸出額が世界第2位であるのは驚くべきことである。それでは、オランダが世界第2位の農業輸出国になった理由は何であろうか。

##### 【オランダの農業の地位】

オランダは、国土が狭く、人口が少ないのですが、オランダの農産物・食料品の輸出額は世界第2位です。これは驚くべきことです。

| 国名                  | 米国  | オランダ | ブラジル | 日本  |
|---------------------|-----|------|------|-----|
| 農産物・食料品輸出額 世界順位     | 1位  | 2位   | 3位   | 40位 |
| 農産物・食料品輸出額 [10億米ドル] | 170 | 122  | 98   | 9.4 |
| 国土面積 [百万ヘクタール]      | 983 | 4.2  | 852  | 38  |
| 人口 [百万人]            | 332 | 18   | 214  | 126 |

##### 【出典】

GLOBAL NOTE "世界の農産物・食料品 輸出額 国別ランキング・推移"

GLOBAL NOTE "世界の人口 国別ランキング・推移(世界)"

GLOBAL NOTE "世界の国土面積 国別ランキング・推移"

図1 各国の農産物・食料品輸出額、国土面積、人口

##### 2.2 オランダ農業の道のり

現在の EU (European Union : 欧州連合) の前身である EEC (European Economic Community : 欧州経済共同体) と EC (European Communities : 欧州共同体) の時代に、オランダには大量の安い農産物が海外から流入し、オランダの農業は瀕死状態になった。オランダ政府は、このような危機的状況を改善するために、ワーゲニンゲン大学を中心に据え、農業技術、農業政策、世界情勢などを研究した。そして、オランダ政府と同大学は、トマトとパブリカの付加価値の高さに目をつけた。その後、オランダ政府と同大学は、トマトとパブリカの品質改良と生産性向上の研究を丹念に続け、トマトとパブリカを自国の主要農産物に育て上げた。

オランダのトマト農家の状況は、YouTube でも容易に見ることができるが、それはトマト畑というよりトマト工場である。大型のビニルハウスの中で、整然と並べられた小さな人口土の上にトマトが育てられ、茎に生えたトマトは、まるでブドウのような房状である。腰をかがめることなく楽な姿勢で切り取ったトマトの房は、そのまま個々のプラスチック容器に収納され、自動コンベアで搬出される。情報筋によれば、オランダでの単位面積あたりのトマトの収量は日本の 8 倍である。オランダは、付加価値が高い革新的な技術を戦略的に育て、それを農業ビジネスの切り札にした。それでは、オランダ人のそのような技術革新の精神は、どのようにして生まれ育ったのだろうか。以下に推論を記載する。

### 2.3 オランダ人と徳川家康

織田信長と豊臣秀吉の時代、世界の覇権は

スペインが握っていたが、その後、豊臣秀吉の死と同年同月にスペイン国王のフェリペ二世が亡くなり、徳川家康の時代から江戸時代の前半にかけて、世界の覇権はオランダに移った。その頃のオランダ人は、東インド会社を設立し、世界の国々と積極的に貿易を行っていた。織田信長と豊臣秀吉の時代にスペイン人が来日した目的は、キリスト教の布教であったが、徳川家康の時代から江戸時代の前半にオランダ人が来日した目的は、日本で大量に採掘される銀の獲得であった。オランダ人は、宗教よりビジネスを愛する国民である。オランダ人は、徳川家康に大砲を与え、代わりに銀を受け取った。そして徳川家康は、1615 年、「大坂の陣」でその大砲を使い、豊臣政権を滅ぼした。

### 2.4 オランダ人とカルヴァンの予定説

そもそもスペインは、教会を中心とするカトリックの国であるが、オランダは、聖書を中心とするプロテスタントの国である。そしてオランダは、プロテスタント国の中で、「神がその昔に救われる人をお決めになった」という「カルヴァンの予定説」を信じるカルヴァン派の国である。従って、カルヴァン派プロテスタントのオランダ人は、教会という胡麻を摺る相手もなく、自らの能力を以てしか稼げなかったのである。

そもそもカルヴァン派プロテスタント国では、「神が救われる人をすでにお決めになっている」のだから、今さら神の銅像にすがっても救われない。また、カルヴァン派プロテスタント国では、「自分が救われるかどうか神がすでにお決めになっている」のだから、それを逆に解釈すれば、「神に人生を決められている以上、何をやっても同じ」とい

うことになる。そのような教えに基づけば、人の心は一旦「あきらめの境地」に至るが、その心はすぐに「開き直りの精神」に変わり、やがて「冒険の精神」に生まれ変わるであろう。

オランダが世界の覇権を握り始める少し前、オランダの王権は比較的弱く、市民階級が国政を支えていた。市民階級の人々は、教会主義を標榜するスペインのハプスブルク家から独立を勝ち取るために協力して戦い、海を埋め立て住める国を協力して造った。誰もが「生まれる前から人生が決まっている」のだから、互いに隣人愛を持って協力するしかなかったのである。カルヴァン派プロテスタントの人々に「隣人愛」が生まれるという説は、ドイツの社会学者マックス・ヴェーバーが1904年から1905年に著した論文『プロテスタンティズムの倫理と資本主義の精神』に説かれている。

以上のようなオランダ人の歴史的・宗教的背景が、オランダ人のグローバルビジネスに対する野望と商業主義的な技術革新の精神を育てたのであろう。

### 3. 二酸化炭素の分離回収

#### 3.1 「いくらでも燃やせる」

話は代わるが、もし排煙から二酸化炭素を確実に分離回収できる自信があるならば、人々は気兼ねなく物を燃やすであろう。日本は、先進諸国に比べて再生可能エネルギーの導入が遅れており、発電は未だに火力に頼っているが、もし二酸化炭素を確実に分離回収できる技術が日本にあれば、日本は火力発電所で燃料をいくらでも燃やすことができる。それどころか、発電効率が比較

的高い火力発電は、日本の強みになる。排煙からの二酸化炭素の分離回収技術は、「物を燃やしてはならない。二酸化炭素を出すな。」という世の常識を根底から変え、日本の立場を良くすることができる。図2に、火力発電所の排煙から二酸化炭素を分離回収する場合のイメージ図を示す。

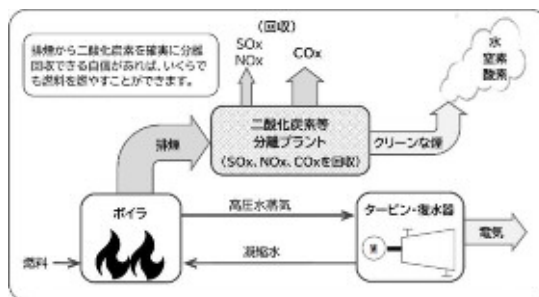


図2 火力発電所の排煙からの二酸化炭素の分離回収

#### 3.2 二酸化炭素の分離回収方法

二酸化炭素の分離回収技術には、化学物質に二酸化炭素を吸収させる化学的手法と、二酸化炭素を吸着または膜分離させる物理的手法がある。一方、日本が高度成長を始めた1960年代、日本で「大気汚染」という副作用が広く発生し、日本企業は排煙から有害なSOx（硫黄酸化物）やNOx（窒素酸化物）を分離回収するための技術を発明した。前述した二酸化炭素の分離回収技術は、SOx（硫黄酸化物）やNOx（窒素酸化物）と同様の化学的手法や物理的手法に基づくものであり、この分野について日本は過去の知見を活かすことができる。

#### 3.3 二酸化炭素の利用

もし回収した二酸化炭素を使って燃料を合成することができるならば、人々は、火力発電所でその合成燃料を燃やして電気を起こし、発電所の排煙から出た二酸化炭素で再び合成燃料を造るであろう。すなわち、も

し回収した二酸化炭素を使って燃料を合成することができるならば、発電所と燃料工場を行き来する循環が生まれる。もちろん循環には効率というものがつきものであるから、循環中のロス分の補充が必要になるが、循環中の効率が高ければ、仮にロス分の補充を化石燃料から得るとしても、カーボンニュートラルを実現するのはさほど難しくないのであろう。

最近、先進諸国では、二酸化炭素と水素を使って合成燃料や化学品を製造するための技術開発が進められている。特に欧州では、すでに二酸化炭素と水素から合成燃料を造る技術が完成しつつあり、欧州連合（EU）は、合成燃料の利用に限りエンジン車の販売を認める方針を決定した。欧州は、二酸化炭素を用いた燃料の合成という「革新的な技術」を育て、それを「外交の切り札」にしようとしている。二酸化炭素と水素から燃料を合成する技術が育てば、その合成燃料が火力発電所で使われる時代が来るであろう。

### 3.4 日本は二酸化炭素の輸出国になれる

二酸化炭素と水素を使って燃料を合成することができても、肝心の二酸化炭素と水素を確保できなければ意味はない。合成燃料を造る技術が進化している昨今、二酸化炭素と水素は重要な原料である。もし日本が排煙から二酸化炭素を分離回収する技術を手にしたならば、日本は二酸化炭素という原料の供給国になることができる。幸いと言ってよいのかどうかかわからないが、前述したとおり、日本は電気の供給を火力発電に頼っており、豊富な二酸化炭素を含む排煙をいくらでも造ることができる。今足

りないのは、排煙から二酸化炭素を分離回収する技術である。

発電所等から出る排煙から二酸化炭素を確実に分離回収し、その二酸化炭素で燃料を合成することができれば、完全な循環型社会になる。完全な循環型社会は、地球の大気から見て「閉じた系」であり、大気に二酸化炭素を排出しない。もしそのような完全な循環型社会になれば、人間と動物の呼吸により排出される二酸化炭素の量と森林が吸収する二酸化炭素の量とのバランスだけで大気中の二酸化炭素の増減量が決まる。図3に、完全な循環型社会のイメージ図を示す。

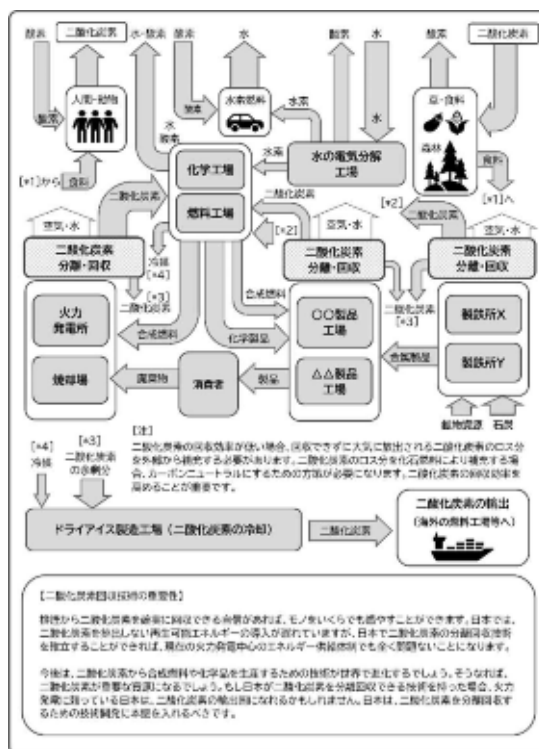


図3 完全な循環型社会

### 3.5 史上最大の発明の否定の是非

「火を起こす」という行為は、百万年以上前の人類による「史上最大の発明」である。人類は、百万年以上という長い間、「火」を利用しながら生きてきた。ところが、我々の



世代は、百万年以上という長い歴史までも否定し、「火を起こすな」と言っている。我々の世代がそこまで傲慢に歴史的発明を否定して良いのだろうか。

一方、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスが地球温暖化を促進しているとの確固たるデータが存在する。我々の世代は、「火を起こすな」という「歴史的発明の否定」を安易に受け入れるべきでない。我々の世代は、地球温暖化を改善しつつ、「好きなだけ火を起こせる」という理想を追求すべきである。排煙から二酸化炭素を分離回収する技術さえ持つことができれば、それが可能である。現状、二酸化炭素を高効率で分離回収できる技術はない。しかし、日本は、「二酸化炭素の分離回収技術で世を変える」という野望を抱くべきである。

### 3.6 二酸化炭素循環社会構築のために

循環社会を実現するには、実際の社会で実際に二酸化炭素が循環するかどうかを検証する必要がある。そのためには、国内の全産業を対象にした「物質収支」「熱収支」「経済収支」を作成しなければならない。この作業には多大な労力を要するが、これらの収支を作成すれば、定量的で本質的な議論が可能になる。まずはこれら三つの収支の作成作業をオールジャパンでプロジェクトを組んで実行すべきである。

#### 【物質収支】

全産業を対象として、ton/y という単位を使い、マテリアルバランス（物質収支）を作成する。そして、物量が天下を回る姿を描く。

#### 【熱収支】

物質収支を参考に、年間の熱と電気の授受をヒートバランス（熱収支）で表現する。そ

して、外部とのエネルギーの授受の必要性を検証する。さらに、不足するエネルギーは再生可能エネルギーや化石燃料の利用を検討する。

#### 【経済収支】

物質収支を参考に、お金の流れ図（エコノミックバランス図）を作成する。そして、お金が天下を回るような経済対策を検討する。お金が流れない所には、補助金の導入などを検討する必要があるかもしれない。

## 4. 最後に

他国が真似できない革新的な技術は、逆境を成功に変え、世の常識を変える。技術者は、政治経済の先導役として、「人と技術で世を変える」という野望を抱かなければならない。

## 2023年度第4回セミナー

### 特別講演レジュメ

日 時 1月6日(土)

場 所 アスト津

[講演題目]

溶接・接合技術の基礎と最近の応用

[講師]川上 博士

三重大大学大学院工学研究科機械工学専攻  
准教授



製造業における組立技術の一つである溶接・接合技術について、その必要性和そのプロセスにおいておきる現象について、基本的な事項について説明をした。

また、溶接・接合分野における最近の応用例の一部を紹介した。接合技術は、のり付け部、接着部、接合部と言われる材料のごく限られた一部を対象にして適用する要素技術である。図1に示すように、溶接・接合技術



図1 接合技術概要

は「接合」技術の中の1つに分類される。まず、接合技術の中で一番身近なものとして挙げられるのは、接着技術である。のりなどの接着剤を使用して小さな力と簡単な手作業で完了させることができる利便性の高い技術である。接着よりも強固な継手強度を得る場合に用いる。これには、カシメなども

含まれる。材料以外には、ボルト、ナット、リベットが使用される場合があるため、重量の増加がともなう。長所はそれぞれが分離しているために、分解修理が可能なことである。短所はその反対であり、密封性がないことにある。溶接・接合は、接着、機械的締結が室温で実施可能であるのに対して、金属の融点近傍まで加熱することができる熱源が必要な熱加工プロセスである。溶接では溶接棒、溶接ワイヤなどの溶接材料が必要であり、接合はさらに圧力を必要とする。新たな材料を追加することになるが、溶接・接合はそれらを使ってすきまを埋めるので、機械的締結ほど大きな重量増を伴わないのが特徴である。この技術により、継目のない密封性の高い製品を組立てることができる。講演では、実用例として貯蔵用タンク、鉄道車両を示した。

図2は溶接・接合プロセス中における物理現象を示したものである。簡単に言うと、

#### 溶接・接合に必要な現象



図2 溶接・接合に必要な現象

溶接・接合作業者はスイッチを押して、接合部にエネルギーを供給し、しかるべき時期にエネルギー供給を停止させるだけである。その際に金属原子はそれに呼応して、運動・混合・停止する。この単純な自然現象を利用して、強固な継手を得ることができていることを説明した。エネルギー供給開始は誰でも同じ作業となるから、熟練作業者はエネルギー供給停止作業が上手いということ

ができるだろう。

溶接・接合技術の温度履歴

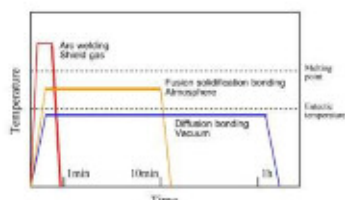


図3 溶接・接合技術の温度履歴

図3は先ほどのエネルギーの供給・停止作業を図形化した溶接・接合技術の温度履歴を示したものである。赤線は溶接の温度履歴を示している。青線の拡散接合(固相接合)に比べると加熱温度は高く、金属の融点を超える。加熱温度と室温の温度差が2000K以上(鋼の溶接の場合)もあることから、冷却速度は速く、プロセス時間は非常に短い。一方、拡散接合では材料の溶融を利用しないプロセスであるので、加熱温度は低く設定される。プロセス温度が低い場合はエネルギー不足により、図2で示した原子の運動および混合の度合いが小さくなる。そのため、プロセス時間は1時間程度と長時間が必要となるのが短所であるが、寸法精度が必要な製品に適用されている。これらが、接合技術における溶接・接合技術の位置付けである。

さらなる障害－表面汚染層

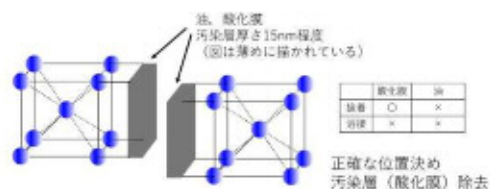


図4 溶接・接合技術が解決する問題

溶接・接合技術が継目のない継手を作り上げるには、現実的な問題に直面すること

になる。図4は溶接・接合技術が解決すべき(解決する)問題を示したものである。金属の特徴の一つとして、結晶性があげられる。肉眼で見ることはできないが、金属板を構成する金属原子は、オングストロームの位置精度である決まった配置になるように原子同士が相対している。すなわち、継目の継手を得ようとした場合、金属を構成する原子の位置決めを正確に行う必要が出てくる。金属表面には大気中の酸素との酸化反応による酸化膜が生成し、周辺環境による油分などの汚染層がそれに重なっている状態となっている。すなわち、相対させるべき金属原子が覆われていることになり、このままでは溶接・接合を行うことができない。そのため、一万℃と言われているアークとエピタキシャル成長を利用して溶接は行われことを講演では模式図を示して説明した。

マルチマテリアル化、軽量化という用語に代表されるように、異種金属接合部も社会的に必要とされている。異なる融点、原子半径、結晶構造の金属原子同士を相対させるためには、一般的な溶接技術を用いることは難しい。そのため、固相接合を用いることになる。最近の応用例として、融点まで加熱する必要の無いFSW(摩擦攪拌接合)を紹介した。図5は当研究室で行っているサ

最近の応用：サブ秒高速異材接合

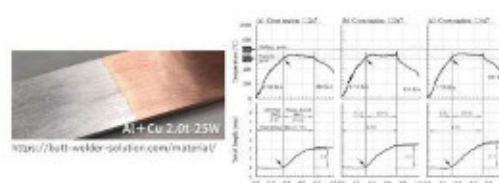


図5 サブ秒高速異材接合

ブ秒高速接合法により得られたアルミニウム／銅異材継手を示したものである。この

研究テーマは、企業が開発した技術を深化させようと実施しているものである。固相接合で行っていた異材接合を 1 秒以内に終了させることが可能であることを示した。なお、加熱温度は 1800K/s 程度である。図 3 のオレンジ線で示す温度履歴に近い形をとる。この材料の組合せは電氣的性質を考慮したものである。機械的性質を考慮する場合は、アルミニウム／鋼の組合せとなる。使用する熱源は、交流抵抗溶接電源である。そのため、自動車関連メーカーの既存技術との親和性が高いと期待している。



## 今後の行事予定など

### ★セミナー★

(共催)三重県支部／中部本部倫理委員会

『技術者倫理ウェブセミナー』

日程：2024年4月13日(土) PM

方法：オンライン (By ZOOM)

#### 【講演1】

技術士(情報工学、総合技術監理)

倉地 晴幸 氏

「一般市民が受けるリスクの度合いと  
プロスペクト理論」

#### 【講演2】

技術士(機械) / 博士(工学)

藤井 淳司 氏

「創る技術と安全を証明する技術」

### ★みえテクノロジーカフェ★

第56回みえテクノロジーカフェ

日程：2024年3月10日(日)

10:00～12:00

ゲスト：

米澤 雅之 氏

技術士(建設)、防災士、防災介助士

場所：MG YOKKAICHI

参加費：500円 お菓子・ドリンク付

公益社団法人 日本技術士会 中部本部 三重県支部

「技術士みえ」発行及び責任者

池田和人 技術士(化学、総合技術監理)

〒510-0034 三重県四日市滝川町16-2-501

池田和人技術士事務所

TEL 090-9890-4559

E-mail: spuk3vz9@outlook.com

広報委員

西方伸広 技術士(機械)

井上正喜 技術士(機械、総合技術監理)