

**2021年
2月**

技術士みえ No.15(93)



クーバーペディの火球

(C) JAXA

2020年12月6日

小惑星探査機「はやぶさ2」カプセルの地球帰還

**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. 15(93)

コーナー	タイトル	筆者	ページ
巻頭言	科学と社会をつなぐ役割	満仲朗夫	1
テクノロジーカフェ	第44回 コーヒーと自動販売機のはなし	井上正喜	3
2020年度第3回セミナー	会員講演 来るべき災害に向けて～身近でできる防災対策	米澤雅之	6
	会員講演 連続航空機事故・コメット機と737MAX	田島暎久	12
	～二回目の事故は何故防ぐことができなかったのか？～		
2020年度第4回セミナー	会員講演 技術士・市議会議員としての活動	村主英明	17
	特別講演 伊勢湾の海洋ゴミ問題とマイクロプラスチック汚染	千葉 賢	19
会員近況報告		水野史章	21
		松本高明	22
令和2年度一次試験結果			23
令和3年度二次試験概要			24
今後の行事予定など			26



巻頭言

科学と社会をつなぐ役割

満仲朗夫 技術士（建設、総合技術監理）



私は、平成17年に
総監（建設・河川、砂
防及び海岸・海洋）を
取得し同時期に三重県
技術士会に入会して
15年が過ぎました。昨

春公務員生活を終え、引き続きふるさと三重
県のさらなる発展や防災力強化に貢献した
いとの思いから建設会社に再就職させてい
ただきました。

折しも新型コロナウイルス感染の第1波
を迎え送別会の類は一切なく、以来、新型コ
ロナウイルスとの戦いが始まりロックダウ
ン、自粛警察なる言葉まで生まれ、ニュース
やワイドショーは感染者数を報じることが
最大の仕事になった感があります。

そのような中で医療関係者は連日、感染原
因や対応策について解説を行い、手洗いの励
行やマスクの着用、咳エチケット、3密回避
の必要性などの根拠を示すことによって科
学と社会をつなぐ役割を十分に果たしてい
ると感じます。

新型コロナウイルスに関連する技術的関
心事としては、2020年11月にスーパーコン
ピューター「富岳」により飛沫の拡散シミュ

三重県支部長 竹居 信幸
〒510-0025 三重県四日市市東新町 2-23
東邦地水(株)内
TEL 059-331-7311
FAX 059-331-8107
E-mail : nobuyuki-takei@chisui.co.jp

レーションが行われたことが印象的でした。
これは咳やくしゃみなどによって発生する
微細粒子が密閉された車内や室内、屋外にお
いて、会話や歌唱時、マスク着用時など様々
な場面でどのように拡散するかを視覚的に
把握できるものです。床などに落ちる飛沫と
空気中を漂うエアロゾルの両方への対策が
必要であることなど、感染防止のために私た
ちがいかに行動すべきかを示唆することか
ら、新しい生活様式を確立していくうえで大
変重要なものと言えます。

さらにこの結果を基にサントリー酒類株
式会社及び凸版印刷株式会社が『飲食時に相
応しいフェイスシールド』を開発しました。
両社が実用性検証と具現化を図り、理化学研
究所が科学的に検証、完成した設計情報はオ
ープンデータ化し無償で公開、誰でも生産、
利用できるようにすると報じられています。
理研では政策目標である「Society5.0」の実
現に貢献する取り組みになると位置付けて
おり、社会的要請に対し科学技術が的確かつ
タイムリーに応えた好例であると思います。

また新型コロナウイルスのパンデミック
によって変化した社会の状況としては、デジ
タルサービスの利用が一気に拡大し、三重県
支部の役員会やテクノロジーカフェでも利

用するZoomをはじめとした様々なコミュニケーション・コラボレーションプラットフォームが存在感を急激に高めており、テレワークの拡大などにより、通勤して1か所に集合する働き方や雇用形態まで変わりつつあります。全く新しい生活様式や社会の仕組みが要求され、従来からの慣行や行動が大きく制約されるストレスの多い状況の中、「はやぶさ2」の快挙や、科学技術を根拠とするこのような社会への的確なアプローチを見るとき将来への希望を感じる一方で、福島第一原発の「処理水」海洋放出の決定見込みから延期に至る過程では、科学的な知見に基づく平易な説明が十分に為されたとは言えない状況です。水産業の風評被害を強く懸念しての延期とは言えるものの、国内の社会的合意や、要否は別にして周辺各国への説明など、社会的、政治的側面が極めて大切であることは言うまでもありませんが、科学的説明が十分に為され、それを共有したうえで初めて議論が成立するものではないかと考えます。「処理水」に含まれるトリチウムは単に自然環境に元々存在する程度であるとか、海産物への影響はほとんど無い、世界各国でも放出されているというだけの説明では感覚的、感情的な議論になりがちです。そもそもなぜ陸上に溜める必要があったのか、なぜ今なら放出しても問題ないのか、放出するためにはさらにどんな対策を行う必要があるのか、私が不勉強なだけかもしれませんが、まだまだ科学的根拠を持って説明されるべき事柄がたくさんあるように思われます。

同様に見える事例として、福井県の高浜原発停止の仮処分決定では、超一流の科学者集団である原子力規制委員会が再稼働にお墨付きを与えたにも関わらず司法が中止を求

めることとなりました。私には司法の裁量権逸脱とか、感情論による判断という批判よりも、科学的説明（による世論形成）の不十分さや、科学的な価値観と社会的な価値観の乖離が顕在化したように見えます。余談ですが、日本学術会議会員の“任命”に伴う混乱においても、法解釈や政治的な論点は別として、科学者の価値観と社会の価値観の乖離という現象もあるかもしれません。

このように様々な分野において、まだまだ科学と社会をつなぐ説明や価値観の共有化、摺り合わせが必要な状況であり、我々技術者には科学や技術と社会をつなぎ社会的理解や合意形成を促進する行動が求められているものと強く感じます。

コロナ下で従来のような活動や親睦はこれからもずっとできなくなるかも知れませんが、皆様にはご健勝にて引き続き新しい生活や社会の様式を創造・提案され、2021年がより良い年になるよう祈念しています。最後になりましたが、年頭のさらに巻頭に寄稿する機会をご恵与いただきましたことに深く感謝いたします。

以上

第44回

みえテクノロジーカフェ

コーヒーと自動販売機のはなし

日 時 2020年12月6日(日)

場 所 ZOOMによる配信

ゲスト 井上正喜 技術士(機械、
総合技術監理)

1. はじめに

コーヒーは江戸時代に入ってから長崎出島にオランダの商人が持ち込んだとされている。そして日本はアイスコーヒーの発祥の国であり、缶コーヒーも日本で生まれた。本セミナーではコーヒー好きな方だけでなく、コーヒーは苦手だが興味があるという方にも楽しんでいただけるよう、コーヒーの歴史と豆知識、カップ式ドリッップコーヒー自販機の仕組み、海外のコーヒー事情など幅広く概説された。

2. コーヒーの歴史と歩み



豆はこのコーヒーノキ(学術名)の果実の種が原料となっている。

その後ヨーロッパに伝わったが、1720年に創業したイタリア・ベネチアのサン・マルコ広場にある「カフェ・フローリアン」は今も現存する最古の喫茶店である。

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。コーヒー

日本では1641年にオランダ人が長崎出島に持ち込んだのが最初と



カフェ・フローリアン

され、1960年度の

コーヒー生豆の全面輸入自由化を契機に需要が急拡大し、2000年初頭には世界第3位のコーヒー輸入国となっている。

3. コーヒーの一般知識

コーヒーノキになる実はさくらんぼに似た赤色で、実の中にある緑色の種をグリーンコーヒー、焙煎したものをローストコーヒーと呼ぶ。



グリーンコーヒー

ローストコーヒー

コーヒーを飲むために欠かせない「抽出」とは、コーヒーに含まれる可溶性の成分をお湯や水に溶け出させることをいう。

ここでドリッップとエスプレッソの最も大きな違いは抽出方法であり、ドリッップコーヒーは蒸らしながら抽出するため相応の時間が必要だが、そ

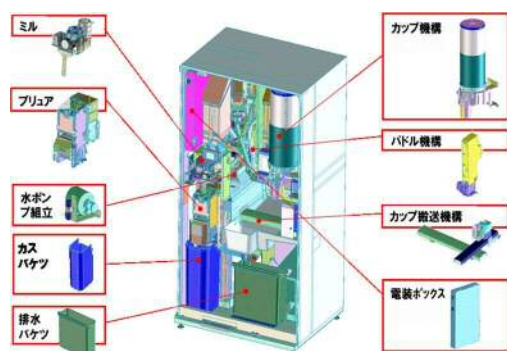


の分深みのあるコーヒーの味わいが楽しめる。一方専用の装置で圧力をかけながら抽出するのがエスプレッソで、少ない豆で短時間で少量抽出し、濃厚な味わいになる。ドリッップコーヒーやカフェオレが好きな人はコーヒーメーカー

一、エスプレッソ・カフェラテ・カプチーノが好きな方はエスプレッソマシンを利用するが、特に家庭でも一般的なペーパードリップではお湯の注ぎ方や注ぐタイミングが大事である。

またコーヒーの味にかかわる要因についても特性要因図を示し紹介された。レギュラーコーヒーの味は豆の種類や焙煎方法、ミル・ブリューア(抽出機)の性能やお湯の扱い等によっても変化する。例えばお湯については蒸らし方のレシピに加え、温度だけでなく水の硬度や塩素濃度によっても微妙に変わってくる。

2. カップ式自販機の仕組み



カップ式自販機の主要機構

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。

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、新型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「手引きの旨さと自動挽の安定性」である。それらを両立した自動機器用ミルの特徴を述べることによってミルの機能がより理解しやすいものとなった。

- ・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
- ・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
- ・豆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
- ・省エネ、環境対応、簡易メンテナンス等



コーヒーミル

3. 海外のコーヒー事情

2年に1度イタリアで開催されるヨーロッパ最大級の自販機展示会「ベンドイタリア」から、EUを中心とした各種自販機が写真で紹介された。非常にデザイン性が高くオシャレである。

また、エスプレッソにミルクを加えた「シアトル系コーヒー」を代表するスターバックス本社を訪問した時のエピソードや、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



スターバックス本社で講演者

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」



リザーブ外観

を訪ねた店内風景は印象的であった。お馴染みのみどりのロゴ掲示は一切なく、

コミュニティに根差したサードウェーブの雰囲気を感じ、店内外に打ち出していて、「魅せる」工夫が



リザーブ内観1



リザーブ内観2

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（操業 1971 年）があり、今でも多くの観光客が訪れている。お目当てのひとつである、ここだけで買える



スターバックス 1 号店

創業当時のロゴ入りタンブラーを講演者もお土産に数本買った。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。

4. 終わりに

今回セミナーに参加された方々にはコーヒー好きが多かったと思います。人の心をホッとさせ、コミュニケーションを促す素晴らしい飲み物です。人それぞれ自由な飲み方で味わうのが

基本ですが、なにせ奥深く、本日の講演はほんのさわり程度としか言えないかと思います。栽培する国や農園、品種などにより味わいが変わります。焙煎や抽出の方法によっても変わります。コーヒーにまつわる様々な知見が蓄積され、コーヒーを提供する側も消費する側もこだわりがより深くなっています。

より多くの方々にコーヒーを楽しんでもらい、また街中でのコーヒー自販機にも技術で迫る「手引きの旨さと自動挽の安定性」にも少し関心をもっていただけたでしょうか。このセミナーがその一助になれば嬉しく思います。

以上

トピック事項（１）

WEB 会議システム『ZOOM Pro』を導入しました。

ご承知の通り、コロナ禍で一堂に会してのセミナーやテクノロジーカフェの開催ができなくなりました。その対策として、三重県支部では WEB 会議システム「ZOOM Pro」を導入致しました。会員以外の方にもお貸出いたします。（この場合有料となりますのでご承知おきください。）

使用ご希望の方は支部長までお問合せください。

2020年度第3回セミナー

会員講演レジュメ (1)

日 時 2020 年 10 月 10 日(土)

場 所 信 ZOOMによる配信

【講演題目】 来るべき災害に向けて～身近
のできる防災対策

【講師】 米澤雅之 技術士（建設）

幹事

社会貢献委員会委員長

防災推進担当



6/28(日)にテカノゾーカフェで講演中の講演者

講師紹介；1952 年兵庫県西宮市生まれ、三重県育ち。1975 年横浜国立大学造船工学科卒業。同年に日本鋼管（株）に入社して商船・艦船の新造・修繕・改造、海洋事業に、2004 年に産業廃棄物リサイクル事業の J F E 環境（株）にて運送業に、2010 年に東北ドック鉄工（株）にて再び修繕船事業に、2015 年から（株）I H I 愛知工場で海洋・SPB-LNG に各々従事。取得資格は、技術士の他に労働安全コンサルタント、溶接技術者特別級、1 級小型船舶操縦士、潜水士、運行管理者、防災士など多種類。趣味は、旅行、ドライブ、ゴルフ、ダイビング。飲み会を一期一会の縁として大切にしている。

講演概要：伊勢湾台風を三重県鈴鹿市で、東日本大震災を宮城県塩竈市で 2011 年 3 月 11 日に東北ドック鉄工（株）で被災し復興さ

せた経験をした講演者は、2015 年から（公社）日本技術士会 中部本部にお世話になり、防災について学びたいと思い特定非営利活動法人 日本防災士会の防災士と（公財）日本ケアフィット共育機構の防災介助士の資格を習得しました。その経験と知識で「身近でできる防災対策」について述べました。講演の内容は特定非営利活動法人日本防災士機構の「防災士教本」の第 3 講から第 5 講の内容に沿って行いました。

講演内容

プロローグ

防災士とは”自助”“共助”“協働”を原則として、社会の様々な場で防災力を高める活動が期待され、そのための十分な意識と一定の知識・技能を修得したことを日本防災士機構が認証した人です。

1. 自助—自分の命は自分で守る。 2. 共助—地域・職場で助け合い、被害拡大を防ぐ。 3. 協働—市民、企業、自治体、防災機関等が協力して活動する。

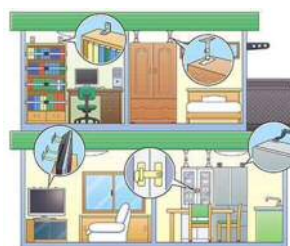
この防災士の立場で演題について述べさせて頂きました。

1. 身近でできる防災対策

1) 地震に備えて事前にやるべきことは？
家族防災会議、防災用品、建物の安全性を高め、家具類の転倒・落下・移動防止対策



防災グッズの正しい管理；ローリングストック



2) 火災に備えて事前にやるべきことは？

まず火災を起こさない、防災製品の使
用、住宅用火災警報器・消火器の設置

4) 火災！ そのときあなたは？

避難、初期消火、就寝者に火災を知ら
せる。



3) 地震！ そのときあなたは？

地震発生から3日目までの時間割、身の
安全、火の始末、安否確認、出口の確保、
余震や津波に注意、避難の準備、ビル内・
地下街・屋外での行動

防火対策は、自然災害と違い「火災を起
こさない」ことが重要である。日ごろから
「防火意識」を持ち続けることで、多くの火
災は防ぐことができる。また、着火しにくい
燃え広がりにくい素材の「防災製品」を使
用することも、火災を防ぐひとつの方法で
ある。



しかし、思わぬことが原因で火災が起き
ることもある。火災が起きたことを知らせ
てくれる住宅用火災警報器の設置や初期消
火用の消火器などを備えること、また、煙
からの避難方法を知り、体験しておくこと
も大切だ。



(1) 建物の安全性を高める

第3講「耐震診断と補強」を参照)

(2) 家具類の転倒・落下・移動防止対策

火災の種類	適切な火災色	消火器の種類
普通火災 (A火災)	赤	ABC粉末消火器、強化剤消火器、泡消火器、水消火器
油火災 (B火災)	黄色	ABC粉末消火器、強化剤消火器、不活性ガス消火器、BC粉末消火器
電気火災 (C火災)	青	ABC粉末消火器、不活性ガス消火器、強化剤消火器

5) 被災後の暮らしを守るためにはどうする？ ライフライン代替手段、身近にあるものでつくるランプとコンロ



台風は毎年のように日本に襲来して、大きな被害をもたらしている。しかし、風水害は、突然大きな揺れに襲われる地震と違い、ある程度事前に予測できる。その典型は天気予報で、気象災害の「予知情報」ともいえる。大切なのは「大雨が予想される」などという情報を聞いたとき、どれだけ「災害」を意識するかである。ただ情報を聞いただけでは何も意味がなく、情報を受けた私たちがその情報をどう生かすかが重要である。また、情報を得るとともに、普段と雨の降り方が違うなどの「異変」を察知したとき、避難行動や被害軽減のための行動に移せるかどうか、減災への大きなカギとなる。



2. 耐震診断と補強

1) 耐震基準はどのように整備されてきたか？
過去の地震や暴風による被害を経験して、

日本の建物は耐震的に強くなってきたと考えられる。実際、大地震により大きな被害が生じた後に、建物の安全性を確保するための法令等の基準(総称して「耐震基準」と呼ぶ)が整備されてきた。〔主な内容〕市街地建築物法、建築基準法、新耐震基準、必要壁量・壁倍率

2) 阪神・淡路大震災等の家屋被害をふま、どのような法律や制度が整備されたか？
東日本大震災や阪神・淡路大震災のような大地震は、今後も日本国中どこで起こるか分からない。このような背景のもと、木造建物の耐震診断基準および耐震補強方法が改訂された。〔主な内容〕耐震改修促進法、住宅の品質確保の促進等に関する法律(品確法)、住宅性能表示制度、マンションの建替えの円滑化等に関する法律

3) 東日本大震災の家屋被害の特徴は？〔主な内容〕津波による木造住宅の被害、液状化による木造住宅の被害。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震によって、東日本大震災が引き起こされた。津波と原発事故による被害が甚大であるが、木造住宅もその多くが津波によって流された。木造住宅は、津波に耐えうるような設計基準とはなっていないので(少なくとも設計上は、津波による荷重に抵抗するという要求条件はない)、東日本大震災では沿岸部の多くの木造住宅が流出した。しかし、現代風の戸建て木造住宅には、周囲の建物が流された中で残っているものも散見された。水平耐力が十分にあり、かつ、しっかりと基礎に固定されているものが残ったといえる。したがって、津波に耐えた木造住宅は耐震的でもあるはずである。



津波の被害で残っている木造建築

4) 既存不適格建物とは何か? どのような対応が必要か? 今日では木造住宅の耐震性に関する規定が整備され、建築基準法どおりに適切に建てられた建物であれば、阪神・淡路大震災や東日本大震災のような大地震にあっても倒壊することはほとんどないと考えられる。しかし、先にも述べたとおり、阪神・淡路大震災では、既存不適格の建物や、比較的新しいものでも耐震性が不十分であった建物に大きな被害が生じた。

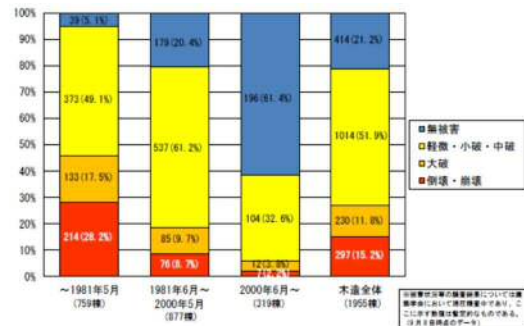
「既存不適格」とは、建設時点ではそのときの法令を満たしていても、その後法令が改正されたために、その法令(つまり現行法令)を満たさなくなっていることをいう。(注 その状態自身は、「直ちに違法」とはいえず、行政上の措置は発動されない。)従って、新耐震基準になった1981年以前の建物は既存不適格になっていることが多い。また、2008年時点で住宅総数のうち、耐震性が不十分な住宅が21%あるという現状を考えると(図3)、今後も耐震性が不十分な建物を補強することにより、耐震性を向上させることが不可欠である。



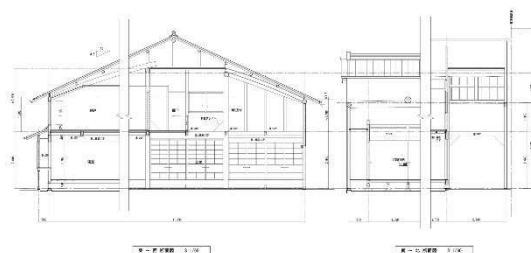
5) 耐震診断の手法にはどのようなものがあるか?



〔主な内容〕「誰でもできるわが家の耐震診断」、一般診断、精密耐震診断



2017年に実施した鈴鹿市の補助金を利用した拙宅の耐震補強工事を例にして説明しました。



3. 災害とライフライン

1) 電力供給に関する防災対策にはどのようなものがあるか?〔主な内容〕被災しにくい設備づくり、被災時の影響軽減、被災設備の早期復旧

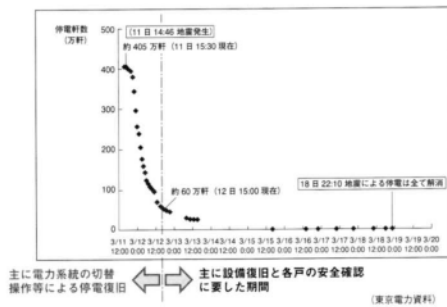
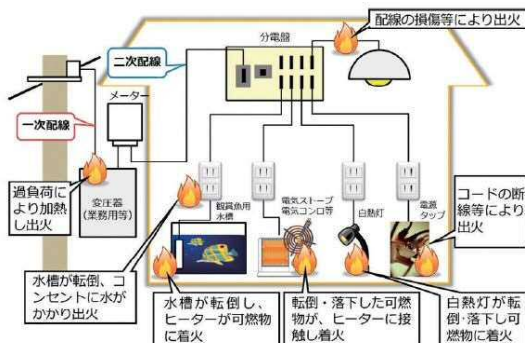
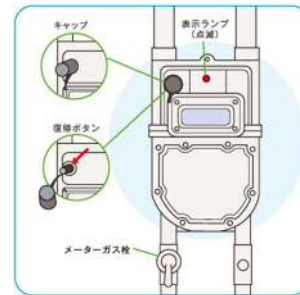


図2 東日本大震災における東京電力供給区域内の停電復旧状況

2) 災害時の電気災害を防止するため、家庭で気をつけることは?〔主な内容〕グラっときたらスイッチを切ってプラグを抜く、避難するときはブレーカーを切る、切れた電線には絶対に触らないなど



3) 災害時の都市ガスの供給停止と復旧の手順は?〔主な内容〕各家庭単位の供給停止、地域単位の供給停止、マイコンメーターの復帰操作



4) LP ガスの災害時対策は?

〔主な内容〕LP ガスマイコンメーターによる安全確保、個別点検による安全確認と二次災害の防止



5) 上水道・下水道設備の被災に対する自らの備えは?



〔主な内容〕最低3日分の水の備蓄(1人1日3リットル)、仮設トイレや簡易トイレの

2020年度第3回セミナー

会員講演レジュメ (2)

日 時 10月10日(土)

場 所 ZOOMによる配信

[講演題目]

連続航空機事故・コメット機と 737MAX
～二回目の事故は何故防ぐことができなかったのか?～

[講師] 田島咲久 技術士(航空・宇宙)

田島技術士事務所 代表



1. はじめに

工業倫理や失敗学で定番のコメット機連続墜落事故から半世紀以上も経て、一昨年と昨年に ボーイング 737MAX 機の連続墜落事故が起こった。両事故の原因と背景などを公刊された事故調査報告書に基づいて紹介するとともに、二回目の事故は何故防ぐことができなかったのか、考察してみる。

2. コメット機の連続墜落事故

戦後間もない 1946 年にイギリスのデ・ハビランド社は世界初のジェット旅客機となるコメット機の開発に着手した。英国の威信をかけて産学官軍を総動員した一大事業であった。

ジェット機の利点である高速性能を発揮するために、コメット機の巡航高度は当時のプロペラ機の 2 倍近くに達する 35,000 フィート (10,700 m) の高高度に設定された。この高度では気圧が地上の 4 分の 1 になって人が生存できないため機内は地上に近い気圧に与圧された。従って、コメット機の胴体

には従来の旅客機では経験したことのない大きな与圧荷重が 1 回飛行する毎に繰り返しかかることになり、設計寿命内に金属疲労破壊が起こらないことを証明せねばならなかった。

当時は未だ航空機の疲労強度に関する規定がなかった。そこで実大部分胴体を使った静強度試験で与圧荷重の 2 倍の強度を証明することによって、疲労強度も証明されたものとして安全性を保障する型式証明が英航空局から付与された。

更に 1952 年の就航後、英航空局が疲労強度を新しく規定化する動きに呼応して、静強度試験で 2 倍の与圧荷重が負荷された実大部分胴体を使って疲労試験が実施された。その結果、10000 回の設計寿命をはるかに超える 18000 回で疲労破壊が起こり、疲労強度保障の正しさが証明されたことになった。しかし、これが重大な過ちであることにエンジニア達は全く気が付かなかった。

コメット機は 1949 年 5 月の初飛行後、飛行試験など一連の評価試験を経て 1952 年初頭に型式証明を取得し、1952 年 7 月から英国海外航空で商業運航が始まった。

就航から 1 年も経たない 1953 年 5 月 2 日に最初の墜落事故が起こった。インドのカルカッタ空港を離陸して 6 分後に墜落して 43 名が犠牲になり、ジェット旅客機による最初の死亡事故となった。離陸後に雷雲に突入したことから、過荷重による構造破壊が原因と推定されて運航停止の処置は取られなかった。

それから 8 ヶ月後の 1954 年 1 月 10 日に二回目の事故が起こった。ローマ空港を離陸して 20 分後に地中海に墜落して 35 名が犠牲になった。

今度は直ちに全機運航停止の処置が取られ、原因究明のために海底から機体の主要部分が回収された。事故原因の究明に際して胴体の金属疲労破壊の可能性は最初から除外された。これは前年の7月から9月にかけて実施された実大部分胴体の疲労試験によって18,000回の耐久性が証明されていたためであった。

そして推定原因はエンジン関連の火災と結論付けられて必要な設計変更・改修が実施され、3月23日に運航が再開された。

三回目の事故は、運航再開から僅か16日後の1954年4月8日に起こった。ローマ空港を離陸して38分後に地中海に墜落して21名が犠牲になった。再び全機運航停止になるとともに今度は全機の耐空証明も取り消された。

二回目の事故の是正処置として機体改修が既になされているにもかかわらず、類似の事故が起こったために、ここで初めて胴体の金属疲労破壊が真の原因として浮上した。そこで英国海外航空で運航していた機体を使って大規模な疲労試験を行い再検証した結果、驚くべき事実が判明した。機体の運航履歴も加えて僅か3060回で破壊してしまったのだ。

設計寿命の10000回を保証するために前年7月に実施された実大部分胴体の試験では18000回の寿命が確認されていた。それにもかかわらず全く予想外の早期に破壊が起こることが事実として証明された。

さらに地中海の海底から引き揚げられた機体を検証した結果、中部胴体天井部のADFアンテナ取付け用窓枠隅の外板から金属疲労による亀裂が発生して空中分解に至ったことが明らかになった。

以上の事実から二回目と三回目の事故原因は、繰り返し与圧荷重による胴体の金属疲労破壊であることが結論付けられた。別の原因とされた最初の事故も胴体の金属疲労破壊とする見方が今日では一般的になっている。

開発から連続墜落事故までの一連の経緯を現在の知見から見直すと、数々の疑問がよぎる。しかし、金属疲労に関する十分な知見を持たなかった当時のエンジニア達にとっては最善を尽くした結果だったのだろう。

それでも、なお、「もし、あの時に、こうしていれば・・・」と、敢えて考えてみたい。

航空機の強度は、当時も今も実機供試体を使った荷重試験で証明される。コメット機は世界で初めて与圧胴体の疲労強度を証明するために、与圧荷重の2倍を負荷した静荷重試験が適用された。何故、別途、疲労試験を行わなかったのか。

ちなみに現代の航空機では静荷重試験とは別の実機供試体を使った疲労試験によって疲労寿命を証明している。

コメット機の胴体は繰り返し与圧が負荷される圧力容器として、その当時既に確立されていたボイラーなど鋼鉄製圧力容器の疲労強度保証方法が適用されたと推察される。しかも、静強度試験で2倍の与圧荷重をかけた実大部分胴体を使って疲労試験を実施した結果、設計寿命をはるかに超えたために、前述の疲労強度保証方法の正しさが証明された、として重大な誤りを犯した。この試験方法では荷重履歴が実機と異なる、という基本的なことに、何故、エンジニア達は気が付かなかったのか。

金属疲労の経験則として一般化していたマイナーの累積損傷則に従って、2倍の大荷

重を負荷された後の供試体は荷重履歴のない実機よりも疲労強度が低下していると想定したようだ。

大荷重によって疲労強度が増すメカニズムは、現在では次のように説明できる。大荷重の負荷によって、亀裂発生源となる応力集中部において局部的に生成された塑性域が周辺の弾性域から圧縮されて残留圧縮応力を生じる。この残留圧縮応力が実荷重による応力を緩和することによって疲労強度が増強される。大荷重の履歴によって疲労強度が低下するとした当時のエンジニアの想定とは全く逆になる。当時はこのような知見がなかったため、この誤った疲労試験結果をエンジニア達は盲目的に信じた。

その結果、二回目の事故では、胴体の金属疲労破壊の可能性は最初から除外されて、推定原因はエンジン関連の火災と結論付けられた。コメット機は疲労破壊しないという強固な「思い込み」がエンジニア達を完全に束縛していた。

このように二回目の事故原因が誤って推定された結果、運航が再開されて三回目の事故が引き起こされ、新たに 21 名の犠牲者を出してしまった。

これは全くの推察だが、国の威信をかけた一大事業という無言の圧力がエンジニア達の双肩にかかっていたのではなかろうか。長期間に亘る運航停止だけは避けねばならない、という意識があったのではなかろうか。二回目の事故後、早期の運航再開を迫られて、冷静に判断する余裕がなかったのではなかろうか。組織の一員として働く以上、組織の圧力を感じるのは当然のことだが、それを振り払う愚直なまでの誠実さがエンジニアには求められるのではないだろうか。

最初の事故も含めるとコメット機連続墜落事故の犠牲者は合計 99 名に達した。非常に厳しい見方をすると、これはエンジニアの無知と「思い込み」が招いた人災と言えるのではないだろうか。

コメット機の金属疲労のように未知の領域には、それまでの知見や常識が通用しない場合が多いが、未知の領域に挑むことはエンジニアの宿命である。コメット機の教訓は、航空機に限らずあらゆる産業分野で、時代を超えて活かされねばならない。

3. ボーイング 737MAX の連続墜落事故

ボーイングの最新型旅客機 737MAX は 2017 年 5 月に初就航し、その翌年 2018 年 10 月 29 日に最初の墜落事故がインドネシアで起こった。インドネシアの格安航空ライオン・エアの 737MAX がジャカルタ空港を離陸して 13 分後にジャバ海に墜落し、乗員乗客 189 名全員が犠牲になった。更に 5 ヶ月後の 2019 年 3 月 10 日に二回目の事故がエチオピアで起こった。国営エチオピア航空の 737MAX がアジスアベバ空港を離陸して 6 分後に地上に墜落し、乗員乗客 157 名全員が犠牲になり、両事故の犠牲者は計 346 名に達した。この連続墜落事故の直後に 737MAX は世界中で運航停止になり、現在も運航停止が続いている。

最初のインドネシアの事故については、2018 年 11 月の事故調査中間報告書に続いて、2019 年 10 月に最終報告書が公開された。また、エチオピアの事故については、2019 年 3 月に暫定報告書が出されたが、最終報告書は未だ公開されていない。また米下院の運輸インフラ委員会が連邦航空局とボーイング社の過失責任まで追及した総合的な調査報告

書も公刊された。

両事故とも離陸して数分後に時速 800 km/h 以上の高速で地表に激突した。どちらも製造から半年も経っていない真新しい機体であり、事故の類似性から両事故は同一の原因によると推定されている。

737MAX は、旧来型 737NG のエンジンを換装して性能向上した派生型機で、上昇時の高迎角の際に、より前方に配置した大口径のエンジンから発生する揚力が大きくなって失速し易くなった。この失速特性を改善するために MCAS (Maneuvering Characteristics Augmentation System 操縦特性向上装置) と云う自動装置が導入された。この装置は迎角 (AOA; Angle of Attack) が失速防止の設定値を超えると自動的に水平尾翼を機首下げに動かして迎角を減少するように作動する。この装置は左右の 2 系統で構成されるが、一回の飛行毎に左右の一方のみが交互に作動し、センサーなどが故障した場合に他方で補完するような冗長性のある仕組みにはなっていない。

インドネシアのライオン・エアの事故では、交換されたばかりの左側 AOA センサーの 0 点が 21 度ずれていたために、誤信号で作動した「MCAS の機首下げ」が、「パイロットの機首上げ回復操作」を凌駕して墜落に至った。飛行マニュアルには MCAS についての記載が全くなく、パイロットは MCAS の存在を全く知らず、その関連の訓練も受けていなかった。警報装置が鳴り響くなかパニックに陥り、MCAS を遮断して回復することができないまま海面に激突した。前の便で同じ機体を運航したパイロットは全く同じ異常な状況に陥ったが、たまたま操縦室に乗り合わせた非番のパイロットの助言を得て MCAS を遮断する

ことができ事なきを得た。しかし、そのことが報告されなかったために事故機のパイロットには何も知らされていなかった。

この最初の事故では、AOA センサーを不具合のまま出荷した米の修理会社の品質管理体制、AOA センサーの不具合を検知できなかった整備会社の品質管理体制、および不具合報告が事故機のパイロットにまで伝わらなかった航空会社の企業体質も問われている。

エチオピア航空の事故では、離陸時に同じ値を示して正常であった左右の AOA センサーが、離陸後に左右で異なる値を示し始め、左側 AOA センサーが右側と 59 度もずれた。同時に MCAS が作動してライオン・エアの事故と同じ状況に陥って墜落した、と推定されている。

1 個の AOA センサーに頼る冗長性欠如や MCAS のソフトなど一連の設計ミスボーイング社は認めた。また MCAS の存在を隠蔽してパイロット訓練を省いたことでもボーイング社の責任が問われている。更に、それらの事実を看過して 737MAX の安全性を保障する型式証明を付与した F A A (米連邦航空局) の制度と組織体制も問われている。

この連続墜落事故の背景として、ボーイング社における安全よりも利益を優先する企業体質や欧州エアバス社との熾烈な開発販売競争に起因する焦りなども指摘されている。

現在、設計変更とパイロット訓練の案が米欧の当局を中心に検討されおり、承認されれば、来年 2021 年 1 月には運航再開の見込みである。

最初の事故が起こった時、インドネシア格安航空のライオン・エアなら、「さもありなん」との見方がされた。事実、ライオン・エ

アは、整備能力とパイロット訓練の不備や事故率の高さから過去に欧州域内への発着を拒否されたことがあった。つまり、ライオン・エアには起こっても、他の航空会社には起こり得ない、との偏見によって最初の事故の重大性が見逃されたことは否定できない。

ライオン・エアの事故から1週間後にボーイングとFAAは、MCASが誤作動した時にパイロットがなすべき対応手順を航空会社に緊急通知したが、この中にMCASという言葉は一切出てこない。事故から1ヶ月後にはライオン・エア事故調査中間報告書が公開されたが、そこにもMCASという言葉は一切出てこない。しかし、公表されたフライトレコーダーは、左側AOAセンサーの「ずれ」とともに、自動「機首下げ」に抗うパイロットの「機首上げ」操作が断続的に続く様子を克明に記録していた。

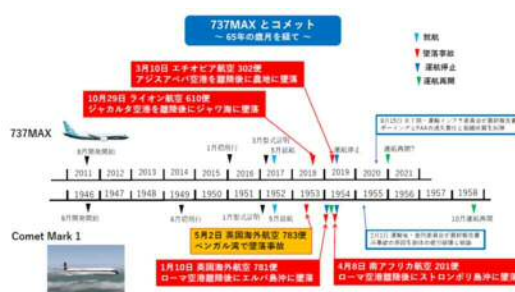
エチオピア航空とエチオピア当局は、これらの緊急通知や事故調査中間報告書を適切に対処したのか不明である。もし、これらの情報を適切に対処していれば、二回目の事故は防ぎ得たかも知れない。エチオピア当局による事故調査暫定報告書では、そのあたりの疑問について一切触れていないが、今後、公刊される最終報告書で詳細に記載されるものと思われる。

ライオン・エアの事故調査には、開発メーカーとしてボーイング社も深く関わっていた筈である。従って、フライトレコーダーやボイスレコーダーなどの情報からMCASに原因があることをボーイングの担当エンジニア達は早い時点で把握していたと思われる。彼等は二回目の事故を防ぐために動いたろうか。これ以上の犠牲者を出さないために社内はもとより当局に必死で進言しただ

ろうか。或いは、進言したにもかかわらず経営幹部や当局に握りつぶされたのだろうか。

4. おわりに

コメット機と737MAXの年表を重ねると下図のように奇妙な一致を見る。半世紀以上も隔たった両者の間に因果関係は全くないが、強いて言えば、重大な設計ミスは必ず早期に重大事故として発覚し、その対応を誤れば必ず二回目の重大事故を導く。



以上

2020年度第4回セミナー

会員講演レジュメ

日 時 1月9日(土)

場 所 ZOOMによる配信

【講演題目】

技術士・市議会議員としての活動

【講師】 村主英明 技術士（建設）



2021年1月9日、会員講演をさせていただきました。

開催案内では、「国土交通省等での経験を踏まえ、市議会議員になりました。技術士としての自分の知見や能力が津市政の

向上、発展に役立つかどうか、模索している姿をお見せできればと思います。」とコメントしました。

以下、講演内容の主な内容を紹介します。

◇自己紹介

既に2019.7.15発行の会報No.12(90)のp.41でも書いているので、省略します。

◇なぜ市議会議員になったのか

「なぜ市長を目指したのか」から説明しなければなりません。それは、「仕事柄、長年、様々な形で「まちづくり」に関わってきたが、どこかの現場で腰を据えてまちづくりに取り組みたいと考えるようになり、自分のふるさとの、ズバリ首長になることを目指した」というのが真相です。そして2011年4月、国土交通省を退職し、津市長選挙への立候補を果たすのですが、残念ながら落選してしまいました。その後、雌伏の8年を経て、2019年4月、同じ津市ですが少し違う職業の「市議会議員」になりました。

◇技術士が市議会議員になることについて

自分自身は技術士としての実感と自覚が不十分かもしれませんが、国家資格を与えられた者としての矜持はしっかり持って、それに恥じない言動を心掛けています。

ただ、正直なことを言うと、自分の持っている資格としては、技術士より一級建築士の方が目立ちます。これは、資格に対する「馴染み」や「業務イメージの近さ」ゆえかな、と思っています。

◇技術士の資格、職能、技能の活かし方

専門分野における知識、経験を活かすことは当然ですが、応用動作として、新しい課題や未知の領域にもできるだけ積極的にアプローチするよう心掛けています。また、技術士資格のブランド、権威、イメージも上手に活かしています。さらに、自治体における技術職の地位向上・役割の拡大にも資格者として取り組んでいます。

◇技術士資格を持つ議員としての課題

①技術士資格を持つ政治家の連携協力、ネットワーク構築

これができるか、新しい役割や新しい課題が創造できるかもしれません。しかし残念ながら、資格を持った政治家がどこに何人いるのか、その実態が分からないのです。日本技術士会事務局に照会しましたが、個人情報保護を理由に、単に「有資格の国会議員は4人」と教えられただけでした。

②技術者の地位向上と活躍の促進への貢献

何ができるか考えていきたいと思います。
◇最後に、竹居支部長からのたつてのリクエストで、構造計算書偽装問題（いわゆる姉歯事件）について話題提供しました。実は私、この問題の国会での追及と幾多の法改正等の審議の現場に、国会職員という、極めて卑近な場所に立ち会ったが当事者ではない技

術系の人間という、希有な経験を持っている
ものですから。

1時間でお話したのは以上のような内容
です。諸先輩方の会員講演のように、ある分
野における最先端の技術的トピックスでは
なかったので、拍子抜けされた方がいらっし
ゃったら申し訳なかったと思います。

以上

トピック事項（3）

日本技術士会の会誌「月刊技術士2月号」に、
下記の記事が掲載されていました。ご参考まで。

来年度から、一部年代により正会員の年会費が安くなります！

本年1月7日に開催された理事会は、これまで一律だった当会の正会員の年会費を2021年度か
ら一部の年代の方について引き下げることを決定しました。具体例には以下の表の通りです。年齢
の基準日は4月1日です。

年齢	20代、30代	40代	50代、60代	70代以上
年会費	1万円	1.5万円	2万円	1.8万円

ついでに、年会費の請求にかかる郵送費などの事務費を削減する観点から、年会費の減免の適用
には、①支払方法は銀行口座引落、かつ②年1回の請求の正会員の方を対象とするとされました。
ご理解のほどお願いいたします。詳細は別途、対象となる正会員の方に事務局よりご連絡します。

当会には、皆さまが長く当会に入会し、活動いただけるよう、このほかにも数々の施策があります。
これらの施策については、また改めて、ご紹介したいと思います。

2020年度第4回セミナー

特別講演レジュメ

日 時 1月9日(土)

場 所 ZOOMによる配信

【講演題目】

伊勢湾の海洋ゴミ問題と

マイクロプラスチック汚染

【講師】 四日市大学環境情報学部 学部長

千葉 賢 教授(工学博士)



1. 伊勢湾の海洋ゴミ問題

日本の海岸の漂着ごみが深刻な環境問題と捉えられるようになり、2009年に海岸漂着物処理推進法が制定され、伊勢湾では愛知県と三重県が同法に基づく海岸漂着物対策推進計画を策定し、モニタリング調査、抑制対策、ゴミ処理などを始めた。伊勢湾の漂着ごみの特徴は、その約8割が自然ゴミ(流木、灌木)という点で、これは森林・溪畔林管理に問題があることを示している。残りの2割は人工ゴミで、生活系、漁業系、事業系のゴミがそれぞれ約1/3を占める。

伊勢湾は北部に広大な流域面積を持つ木曽三川が流入し、豊かな水とともに、ゴミも伊勢湾にもたらしている。このゴミは、地球の自転の影響で三重県沿岸を沿って流れ、湾口の答志島に流れ着くものが多い。答志島の奈佐の浜は、伊勢湾の漂着ごみが集中するホットスポットとして知られ、景観悪化とともに周辺海域では漁業被害が発生している。



2017年の台風21号来襲時の奈佐の浜のゴミ

2. 海洋プラスチック問題

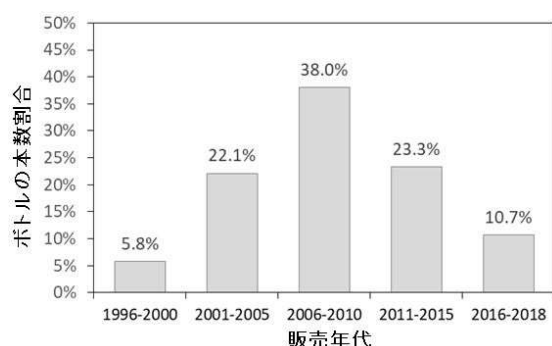
プラスチックの生産量は年々増加傾向にあり、2050年には累積で250億トンに達すると予想されている(R. Geyer、2017)。2017年の生産量は約3億トンで、この中の約800万トンが海洋に流出しているという研究(J. R. Jambeck、2015)がある。中国やインドネシアなどのアジアの発展途上国からの流出が非常に多く、先進国が自国の対策だけを行っても、この問題は解決しない。日本はG20大阪サミットで、途上国の廃棄物管理を支援すると表明したが、これを具体的に進めることが重要である。なお、海洋で観測される漂流ゴミの量は、年間800万トンの海洋流出量から予想されるゴミ量よりも遥かに少ないという研究もあり、現在も議論が続いている。

3. 庄内川・員弁川の漂着ペットボトルの販売年代分布調査

海洋プラスチック問題を検討する上で、陸域から海洋へどのようにプラスチックゴミが流出しているかの動態を把握する必要がある。2018年10月に庄内川河口部に大量のペットボトルが漂着するという事件があり、業界団体のペットボトル協議会の協力を得て、販売年代を分析したところ、飲用ペットボトルの販売が始まった1998年頃からのボトルが多数含まれていること

が分かった。また、2006～2010 年頃に販売されたボトルが一番多かった(図)。その後、員弁川の中流部と下流部でボトルを採取して分析を行ったが、ほぼ同様のデータを得た。

これらの結果は、プラスチックゴミが陸域から流出するのに相当の滞留時間があることを示すとともに、近年の使用済みペットボトルの回収率の向上が、河川への流出量を減らしている可能性を示唆しており、海洋プラスチックゴミを減らすヒントも与えている。



庄内川河口で回収したペットボトルの
販売年代分布

4. 伊勢湾のマイクロプラスチック問題

マイクロプラスチックとはサイズが 5mm 以下のプラスチック片を言う。伊勢湾の海岸のマイクロプラスチックについては、2008 年に鹿児島大の藤枝によって調査され、最近では四日市大学の研究グループが調査を続けている。2019 年 2 月の奈佐の浜の調査では、平均密度が 60,994 個/㎡という驚異的なデータが得られ、中日新聞の朝刊 1 面で報道された。

マイクロプラスチックの生態系や人間への影響については、まだ良く分かっていないが、放置すると深刻な環境問題になることが予想されるため、国際的な啓発活動や対策が始まっている。伊勢湾で個数的に多い種類は徐放性肥料プラスチック、発泡スチロール片、レジンペレット、硬

質プラスチック片、人工芝片などである。徐放性肥料は窒素肥料に樹脂被覆をして、肥料の効きを遅らせるもので、日本の稲作の省力化の有効な手段として使われている。

本来、被覆は水田内で完全に分解すべきだが、四日市大学が実施したフーリエスペクトル赤外分光分析 (FT-IR) の結果から、ほとんど酸化劣化しないままに海洋に多量に流出していることが判明している。伊勢湾北部の三重県沿岸の海岸に多い。

発泡スチロールは漁業が盛んな伊勢湾南部の海岸に多く、これはトロ箱や養殖筏の浮力材などが不法投棄され、海岸で微細化しているためである。

レジンペレットはプラスチック製品の間材で、石油化学工場で生産され、プラスチック製品の成形工場に送られている。伊勢湾北部の三重県沿岸にやや多い傾向にある。



徐放性肥料プラスチック (左) と
レジンペレット (右)

プラスチックゴミもマイクロプラスチックも、海洋での調査結果に基づき、流出量の多いものから優先的に対策をするのが効果的である。非常に便利なプラスチックを今後も使用してゆくために、関連業界が自主的に動き出すことが大切で、無駄な生産を止め、流出管理を徹底することが必要である。

以上

会員近況報告

水野史章 技術士（経営工学）



2020年4月に技術士登録（経営工学）いただきました。それ以降、コロナ禍の中で、会員の皆様と直接お会いできる機会のないままでおり、自己紹介

と技術士資格取得に至った経緯について簡単に書かせていただきます。

社会人になったのは、バブル絶頂期の1991年で、学生時代に少しかじった化合物半導体の製造に携わるべく、電気電子材料・機器メーカーに就職しました。しかし、配属されたのは開発部門。当時多くの企業が参入・競合していたリチウムイオン電池の電極材料開発が最初の仕事でした。その後、電力機器用絶縁材料、車載電子回路の設計・開発を経て、社内で新たに立ち上がった医療機器開発プロジェクトで、社内初めての医療機器品質システム ISO13485（ISO9001の医療機器版）体制構築に携わりました。

それが縁で、その後は関連会社を含めて医療・福祉などのヘルスケア機器プロジェクトが立ち上がる度に、QA部門長または社内コンサルの立場で携わり、現在はそれに加えて、社内開発部門の開発から事業化へのスムーズな橋渡しに関する仕事にも携わっております。

若い頃は、この道一筋といった専門性を持つエンジニアになることを望んでいました。しかし、振り返ってみると材料、回路技術から、社内では経験者の居ない分野のマネジメントシステム構築と、広く浅く様々な分野を経験しては来たものの、自分の軸が見えない

状態でした。技術士会の方に相談する機会をいただいた際、経営工学のサービスマネジメントを受験してはどうかとのアドバイスをいただきました。

当初は、自分の経歴と「サービスマネジメント」がリンクしなかったのですが、「社内リソースを効果的・効率的に組み立て、内部システムが効果的に機能するように・・・」という説明を受け、社内に知見の無い新事業開発及び事業化を、社内既存のリソースと社外リソースの導入により推進してきた事が相当するのではと考えて、現在に至っております。

趣味は、アナログレコードやカセットテープデッキなどのアナログオーディオで音楽を愛でること。長らく故障したままで動かなかったカセットデッキの修理業者が見つかり、学生時代に購入／録音したカセットテープを聞くことが最近の楽しみです。

以上

松本高明 技術士（環境）



三重県支部の皆さま、初めまして。環境部門で登録いただきました松本と申します。初めての近況報告となりますので、自己紹介とさせていただきます

たいと思います。

私は、平成 14 年に三重県庁に総合技術職（環境技師）として採用され行政の場に身を置かせていただいております。学生時代は物理学を学んでおりましたが、当時、専門外の環境問題に興味を持つこととなり、民間の環境調査会社に就職し、その後、三重県の総合技術職として採用をいただきました。技術士は平成 19 年度に試験に合格し、この度、三重県支部長様にお会いしたことをきっかけに三重県支部に登録いただきました。

私たち総合技術職（環境技師）は、環境専門の職員として採用されており、環境行政、廃棄物行政、環境研究の分野の業務を中心にキャリアを積んでいくこととなります。私自身は、水環境、廃棄物の行政に深く関わってきました。中でも、伊勢湾再生、海岸漂着ごみ対策の立ち上げ、廃棄物処理計画の策定、地域循環形成事業の立ち上げは、思い出に残る仕事となっています。実は、先日の第 4 回オンラインセミナーでご講演いただいた四日市大学の千葉教授がご紹介いただく伊勢湾の海岸漂着ごみマップや底質マップは、私が企画から実施まで担当させていただいたものです。全国でもほとんど例のない調査で、委託先の技術者の方と頭を悩ませながら実施しましたので、今でも先生に使っていただけることを大変光栄に思っています。現在は、伊賀地域の出先機関で廃棄物規制を中心と

した業務を担当しております。全国的に見ても規模が大きい廃棄物処理業者が集まっている伊賀地域で、貴重な経験を積ませていただいています。

さて、私が入庁した平成 14 年頃は、三重県は「環境先進県」を標榜し、全国でも類を見ない先進的な取組を次々と行っていました。しかし、廃棄物不適正処理、リサイクル偽装、ごみ固形燃料発電所の爆発事故などの様々な問題があり、その対応に大変苦勞する時期が長く続きました。

そして、今、私たちの仕事は新たな局面を迎えようとしています。県内の大気や水環境の状況をみると、近年、ほとんどの場所で環境基準が達成されている状況が続いています。実際、私たちの現場でも、排ガス処理、排水処理、廃棄物処理、リサイクルなどそれぞれの場所で、制度的、技術的に大きく向上を果たしたことを実感しています。そして今後は、人口減少に向かう中で、低炭素社会、循環型社会、自然共生社会を達成し、持続可能な社会を目指す、環境と社会・経済の課題の同時解決が求められる新たな局面を迎えています。

今後、持続可能な社会を目指すにあたり、もっと県庁の外に飛び出し、様々な方々と交流し、見識を深め、三重県の職員として技術士としてどのような貢献をすることができるか考えていきたいと思っています。三重県支部の活動を楽しみにしておりますので、皆様におかれましては、ご指導ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。

以上

【令和２年度技術士第一次試験統計】

1. 技術部門別結果

令和３年度の一次試験は11月28日（日）に実施予定

技術部門		受験申込者数	受験者数	合格者数	受験者に対する合格率
01	機 械 部 門	2,093	1,573	877	55.8
02	船 舶・海 洋 部 門	15	12	7	58.3
03	航 空・宇 宙 部 門	31	24	11	45.8
04	電 気 電 子 部 門	1,947	1,458	704	48.3
05	化 学 部 門	230	181	105	58.0
06	織 維 部 門	51	39	23	59.0
07	金 属 部 門	133	97	49	50.5
08	資 源 工 学 部 門	17	12	8	66.7
09	建 設 部 門	9,431	7,284	2,891	39.7
10	上 下 水 道 部 門	1,190	918	384	41.8
11	衛 生 工 学 部 門	370	256	120	46.9
12	農 業 部 門	619	482	189	39.2
13	森 林 部 門	305	232	76	32.8
14	水 産 部 門	67	46	18	39.1
15	経 営 工 学 部 門	244	196	103	52.6
16	情 報 工 学 部 門	625	505	328	65.0
17	応 用 理 学 部 門	376	292	85	29.1
18	生 物 工 学 部 門	112	84	21	25.0
19	環 境 部 門	1,041	817	322	39.4
20	原子力・放射線部門	111	86	59	68.6
計		19,008	14,594	6,380	43.7

【参考】女性内数

2,558

2,059

863

41.9



[ホーム](#) > [試験・登録情報](#) > [第二次試験](#) > 令和3年度 技術士第二次試験の実施について

令和3年度 技術士第二次試験の実施について

1. 受験資格

技術士補となる資格を有し、次のいずれかに該当する者

(1) 技術士補として技術士を補助したことがある者で、その補助した期間が通算して次に定める期間((2)の期間を算入することができる。)を超える者。

- ・ 総合技術監理部門を除く技術部門 4年
- ・ 総合技術監理部門 7年

(2) 科学技術(人文科学のみに係るものを除く。)に関する専門的応用能力を必要とする事項についての計画、研究、設計、分析、試験、評価(補助的業務を除く。)又はこれらに関する指導の業務を行う者(注1)の監督(注2)の下に当該業務に従事した者で、その従事した期間が技術士補となる資格を有した後、通算して次に定める期間((1)の期間を算入することができる。)を超える者。

- ・ 総合技術監理部門を除く技術部門 4年
- ・ 総合技術監理部門 7年

(注1)7年を超える業務経験を有し、かつ受験者を適切に監督することができる職務上の地位にある者。

(注2)受験者が技術士となるのに必要な技能を修習することができるよう、指導、助言その他適切な手段により行われるもの。

(3) 科学技術(人文科学のみに係るものを除く。)に関する専門的応用能力を必要とする事項についての計画、研究、設計、分析、試験、評価(補助的業務を除く。)又はこれらに関する指導の業務に従事した期間が通算して次に定める期間を超える者。

- ・ 総合技術監理部門を除く技術部門 7年
- ・ 総合技術監理部門 10年(既に総合技術監理部門以外の技術部門について技術士となる資格を有する者にあつては7年)

なお、(1)～(3)のいずれにおいても学校教育法による大学院修士課程(理科系統のものに限る。)若しくは専門職学位課程(理科系統のものに限る。)を修了し、又は博士課程(理科系統のものに限る。)に在学し、若しくは在学していた者にあつては、2年を限度として、当該期間からその在学した期間を減じた期間とする。

2. 試験の方法

技術士第二次試験は、筆記試験及び口頭試験により行い、口頭試験は、筆記試験に合格した者について行う。

3. 試験科目

(1) 試験は、21の技術部門について行う。

(2) 試験科目は、必須科目及び選択科目により行う。

(3) 既に総合技術監理部門を除くいずれかの技術部門の第二次試験に合格している者が、総合技術監理部門を既に合格している技術部門に対応する選択科目で受験する場合は、試験科目のうち選択科目を免除する。

4. 試験の日時、試験地及び試験会場

(1) 筆記試験

期日

総合技術監理部門の必須科目

- ・ 令和3年7月10日(土)

総合技術監理部門を除く技術部門及び総合技術監理部門の選択科目

- ・ 令和3年7月11日(日)

時間 試験時間は、受験者に別途通知する。

試験地及び試験会場

次の都道府県において行い、試験会場は、6月中旬頃の官報に公告する。

北海道、宮城県、東京都、神奈川県、新潟県、石川県、愛知県、大阪府、広島県、香川県、福岡県及び沖縄県。

なお、試験会場については、受験者があらかじめ選択する試験地における会場を本人宛てに別途通知する。

(2) 口頭試験

期日 令和3年12月から令和4年1月までの間で、受験者に別途通知する日

時間 試験時間については、受験者に別途通知する。

試験地及び試験会場

東京都 試験会場は、受験者に別途通知する。

5. 受験申込書等配布期間

令和3年4月1日(木)から4月19日(月)まで

6. 受験申込受付期間

令和3年4月5日(月)から4月19日(月)まで。

受験申込書類は、公益社団法人日本技術士会宛てに、書留郵便(4月19日(月)までの消印は有効。))で提出すること。

なお、令和2年度技術士第二次試験の受験者で、受験資格を満たす者については、受験申込受付期間を令和3年5月13日(木)(必着)までとする。

7. 受験申込書類

(1) 技術士第二次試験受験申込書(6カ月以内に撮った半身脱帽の縦4.5cm、横3.5cmの写真1枚を貼付)

(2) 業務経歴票(証明書)

(3) 上記1.(2)に掲げる要件に該当する者については、技術士法施行規則様式第2の2に定める監督者要件証明書及び第2の3に定める監督内容証明書を提出すること。

(4) 総合技術監理部門の選択科目の免除に該当する場合には、技術士第二次試験合格証の写し、技術士第二次試験合格証明書、技術士登録証の写し又は技術士登録証明書のうちいずれかを提出すること。

8. 受験手数料

14,000円

9. 試験の実施に関する事務を行う機関及び申込書類提出先

指定試験機関 公益社団法人 日本技術士会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館4階

電話番号 03-6432-4585

10. 合格発表

筆記試験については、令和3年10月に合否を通知する。また、口頭試験については、令和4年3月に試験に合格した者の氏名を技術士第二次試験合格者として官報で公告するとともに、本人宛てに合格証を送付する。筆記試験及び口頭試験の合格発表後、受験者に成績を通知する。

11. 正答の公表

筆記試験終了後、速やかに択一問題（総合技術監理部門必須科目）の正答を公表する。

添付資料

[令和3年度技術士第二次試験実施大綱（PDFファイル 93KB）](#)

このページのお問い合わせ先：[試験・登録部](#)

電話：03-6432-4585

「IPEJ」、 「日本技術士会」、 「技術士会」、 「CEマーク」及び「PEマーク」は、公益社団法人日本技術士会の登録商標です。

今後の行事予定など

★セミナー★

2021年度 第1回セミナー

日程: 2021年4月10日(土)PM

場所: ZOOMによる配信

会員講演(1)

「コロナ禍で求められる技術者倫理的実践」

打田憲生 技術士(上下水道、

総合技術監理)

会員講演(2)

「モノづくりの倫理

・・・ひらがなとカタカナ混合・・・」

吉田健彦 技術士(経営工学、

総合技術監理)

★セミナー・年次大会★

2020年度年次大会・第2回セミナー

日程: 2021年6月19日(土)PM

場所: じばさん三重(四日市市)

5F 大研修室

(ZOOM変更の場合もあります)

会員講演

「食品安全最高規格 ISO22000:2018が、
なぜ、求められるのか」

小川 洋 技術士(農業)

特別講演

「三重県の戦略的企業誘致の事例研究およ
び最近の関心ごとについて」

四日市看護医療大学 特任教授

藤本和弘 氏 工学博士

技術士(建設)

★みえテクノロジーカフェ★

第45回

日程: 2月14日(日)15:00-17:00

場所: ZOOMによる配信

題目: 風力発電大国日本へ

ゲスト: 春田要一 技術士(金属、

総合技術監理)

第46回

日程: 4月の予定

★中部本部行事★

中部本部春季講演会

日程: 2021年3月6日(土)

13:20~16:20

場所: ZOOMによる配信

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

竹居信幸 技術士(建設、総合技術監理)

〒510-0025 三重県四日市市東新町2-23

東邦地水(株)内

TEL 059-331-7311

FAX 059-331-8107

E-mail: nobuyuki-takei@hisui.co.jp

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)