



## 巻頭言

### 三重県支部 支部長

#### 竹居信幸 技術士（建設、総合技術監理）



引き続き2019～2020年度の三重県支部支部長を担当させていただく竹居信幸です。

私は、1977年に大学の土木学科を卒業後、ずっと四日市市にある地質調査を主体とする東邦地水株式会社に勤務しています。2000年以降は、土壌・地下水汚染の調査・対策を主に担当しています。

1998年に建設部門（土質及び基礎）に合格し、2006年に日本技術士会に入会、2017年に三重県支部長に就任しました。

三重県支部におきましては、会員数は2019年4月末現在、正会員90名（準会員43名）で、三重県技術士会時代からあまり変化していません。

日本技術士会のWEB名簿によると、2019年5月の時点で自宅が三重県にある正会員は97名（準会員42名）、勤務先が三重県にある正会員が80名（準会員32名）となっています。このことから、三重県から愛知県を主体とする他の県で働いている正会員が17名（準会員10名）ほどみえるようです。

支部の運営にあたっては、以下に示す基本方針と具体的活動指針により、インフラ系と

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

ものづくり系の会員のそれぞれに役立つ支部としたいと考えています。

1) 基本方針 ‘外部に開かれた会員の役に立つ技術士会活動の実践’

- ① セミナー（例会）、カフェ、見学会、懇親会等。
- ② 身の丈にあった支部運営、タスクの明示と責任明確化。

- ・日本技術士会の理念に基づき、技術士が可能な社会的貢献を目指す。
- ・会員数の増加により、組織力向上を図る。
- ・会員の役に立つ継続的研鑽を図り、思いを反映する。
- ・会員間、諸団体との異業種を含むネットワークを拡大する。
- ・支部役員の役割を明確化し、支部活動の活性化を図る。
- ・技術士制度等の改定についての情報を速やかに伝達することで会員の権利を守る。

2) 具体的活動指針

- ・社会貢献を図るために、防災分野はじめ積極的に技術士活動の紹介を対外へ行う。
- ・年次大会1回、セミナー4回を開催し、各種情報提供、会員相互の情報交換・親睦を図る。
- ・会員の技術紹介を主とし、大学等の外部招待講演により研修を充実する。

- ・三重県内外企業の工場、工事現場等の見学会を年2回実施し、見聞・見識を広げ、深める。
- ・会報の定期発行（年3回）により情報提供及び会員間の情報交換、外部への広報を図る。
- ・外部からの技術相談、業務委託に積極的に対応する。
- ・ホームページ、フェイスブックを適宜更新し、充実を図る。
- ・理科支援特別講義への積極的な参加を行う。登録者の拡大を図る。
- ・新合格者へのアプローチ及び会員の紹介等による会員拡大を図る。
- ・IT関連講演の年1回実施。
- ・みえテクノロジーカフェ（年6回）の認知度向上、定着化および推進。

特に、2021年頃に始まる更新制度に対して、毎年4月のセミナーを「倫理セミナー」とすることで、支部会員が、技術者倫理のCPDを獲得しやすいように考えています。

また、支部行事である、セミナーおよびみえテクノロジーカフェで講師となつていただくと、講演時間の5倍のCPDが取得できますので、ご希望の方は竹居までご連絡ください。

以上

## 2018年度第2回

# 見学会結果

奥田栄次 技術士（化学）

日時：平成31年3月15日（土）

13：30～15：30

場所：JFEエンジニアリング（株）津製作所

津市雲出鋼管町1番地

参加者：20名

内容

### 1. 会社概要説明

- ・事業内容
- ・製品

### 2. 工場見学

\* JFEエンジニアリング（株）総務 G 小高様から会社概要の説明及び工場見学のご案内を頂いた。

### 1. 会社概要

JFEエンジニアリング（株）は、2003年4月に日本鋼管（株）と川崎製鉄（株）のエンジニアリング部門が統合して発足した事業会社で、鋼構造・環境・エネルギーなどの分野で幅広く事業を展開している。

JFE津製作所は、1969年から日本屈指の大型ファブヤードとして船舶・鋼構造製品の生産を行ってきた。2002年9月に造船部門がユニバーサル造船（株）（現ジャパマンユニテッド（株））として独立した後、JFEの鋼構造分野の主力生産拠点として新たにスタートした。

当所は、橋梁や沿岸構造物等の大型構造物の生産に適した設備と効率的なレイアウトを有した近代的な工場であり、また、

大型構造物の出荷などに対応できる長大物用岸壁を保有している。これらの設備を最大限に活用し、稼働以来、橋梁・沿岸構造物など多くの製品を国内外に送り出している。また、隣接した地区には、継続的な技術基盤の研究・次世代商品の開発を行うための研究開発施設を保有している。

新時代に向けてさまざまなニーズにこたえるため JFE のものづくり主力工場として活動している。

下記写真は、津製作所の全景を示す。



- ・ JFE エンジニアリング (株) : 100 万 $m^2$
- ・ ジャパンマリンユナイテッド (株) : 造船部門
- ・ バイオマス研究所 全体で 176 万 $m^2$

製品紹介

- ・ 橋梁 : 50%
- ・ ジャケット : 30%
- ・ ケーソン、ハイブリッドケーソン
- ・ コンテナクレーン
- ・ 浮棧橋
- ・ 沈理トンネル など

＜橋梁＞



＜構造物＞

(ジャケット)



(一体化ジャケット)



羽田空港の滑走路に使われている。

(ハイブリッドケーソン)



ケーソンとコンクリートのハイブリッド防波堤として使用される。

(コンテナクレーン)



2. 工場見学

JFE 総務 G 小高様の案内により、

- ・ 建屋内の加工・組立工場・・・(徒歩で)
  - ・ 建屋外の仮組立工場・・・(マイクロバスで)
  - ・ 鋼構造物・・・(マイクロバスで)
- を見学した。

①屋内では、下記設備などの見学をした。

- ・ 鋼板切断



レーザー切断機  
～19mm t までの切断に有効



プラズマ切断機  
20～45mm t の切断に有効  
更に厚み大きい鋼材(45～150mm t)  
は、ガス切断が有効

- ・ 孔明



大板孔明装置

- ・ 面取り



糸面取り装置

バリ取りを行う。

- ・ プレス曲げ



8000t プレス  
必要な曲面に仕上げる。

- ・ 溶接



フランジ溶接ロボット  
多関節溶接ロボットが10列あり

5本の補強バーを両側からコンベア上で、連続的に溶接できる。



ウェブ溶接ロボット  
・組立：大組立、小組立



大組立

切断、溶接、孔明された鋼材を組立てる。  
(溶接固定する。)

## ②屋外

・仮組立



仮組立（屋外仮組立工場）

橋梁などが出荷される前に仮組立てし、品質を確認する。

顧客も交えて立ち合い検査する。

・鋼構造物

上記製品紹介で示したジャケット、ケーソンなどが製作されているところをマイクロバス内から説明を受けた。

最後に

ジャパンマリンユナイテッド(株)(旧ユニバーサル造船(株))の工場内をマイクロバスで周回し、世界初の両開き船舶組立てラインを見学した。ここから、年間9~10隻の大型船舶が出港されている。

JFEエンジニアリング(株)の海洋ドックの脇にて



(参加者全員の集合写真)

尚、今回の見学会は、開催・見学内容ともに米澤幹事のご尽力の賜物です。

また、上記の工程や製品の写真は、JFE津製作所のパンフレットから抜き出したものです。

以上

## 第37回

# みえテクノロジーカフェ

## 鋼製の海上ユートピアの実現

～鋼製のひよっこりひょうたん島～

日 時 2019年2月17日

場 所 MG YOKKAICHI

ゲスト

米澤雅之 技術士（建設）



写真1 講演中の米澤 雅之

**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JFE環境（株）にて運送業に、2010年に東北ドッグ鉄工（株）にて再び修繕船事業に、2015年から（株）IHI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、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：**講師は1994年に始まったメガフロート・プロジェクトで300m浮体構造の洋上接合工事の施工や1000m浮体式空港と空港機能の実証実験および跡利用2件の実現

などに携わった。43年間のサラリーマン生活を終えるに当たり、メガフロートに関わる技術を後世に伝えていきたい。

### 講演内容

#### プロローグ

少年時代にNHKテレビの「ひよっこりひょうたん島」に憧れて、大人になったら本物の「ひよっこりひょうたん島」を海に浮べてやる、と夢みた。この夢を追いかけるうちに海上空港や海上都市など本当に「ひよっこりひょうたん島」の実現に向かっていった。「夢なくして目標なし、目標なくして計画なし、計画なくして実行なし、実行なくして達成なし、達成なくして幸せなし」をモットーにしてきた。



### 超大型浮体の歴史

- 19世紀：仏のSF作家ジュール・ヴェルヌの小説にフローティング・アイランドが登場。
- 1843年：カナダのエンジニアのエドワード・ロバート・アームストロングがシードローム（給油のための海上浮体式飛行場）を提案したが実現しなかった。
- 1960年代：NHKテレビが「ひよっこりひょうたん島」を放送。
- 1973年～1974年：関西国際空港の第一期工事にセミサブ型浮体空港が提案されたが不採用。
- 1975年：沖縄海洋博アクアポリスを建設。
- 182年：米空母艦載機の夜間離着陸訓練

(NLP) 代替施設（関東近海案）で浮体案が検討されたが不採用。

- 1988 年：長崎県に上五島石油備蓄基地（390m x 97m x 27.6m x 5 ユニット）を設置。
- メガフロートの係留技術を開発。
- 1993 年：広島港宇品浮棧橋を設置。浮棧橋は東日本大震災で有効であった。
- 1996 年：福岡県に白島石油備蓄基地（397m x 82m x 25.1m x 8 ユニット）を設置。
- 1994 年：関西国際空港の第二期工事にポンツーン型浮体空港が提案されたが不採用。
- 1995 年～1997 年：メガフロート・プロジェクト Phase 1 を実施。
- 1997 年～2000 年：メガフロート・プロジェクト Phase 2 を実施。
- 1998 年：米空母艦載機の夜間離着陸訓練(NLP)代替施設（岩国飛行場沖合拡張案）がセミサブ浮体案で技術的に成立することが検証された。
- 2001 年～2004 年：羽田空港第四期拡張計画に浮体空港案も提案されたが入札条件で断念。
- 2011 年～：福島浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業を実施中。福島県沖にセミサブ式浮体による洋上風力発電システムを設置。

#### 超大型浮体（メガフロート）

- メガフロートは、①水深に関係なく利用可能 ②地震の影響はほとんどない参加希望 ③自然環境への影響が少ない ④地盤沈下は生じない ⑤工期が大幅に短縮できる 等の利点がある。
- セミサブ型とポンツーン型の 2 種類が

ある。セミサブ型は荒天の大波高に強いが構造は複雑。ポンツーン型は大波高に対して柔軟で弾性変形するが構造は簡単。海中油田掘削リグはセミサブ型だが設置・撤去時の転倒事故に注意を要する。

- 造船所などで製作した多数の大型浮体ユニット（300m x 60m程度）を設置海域まで曳航して洋上で接合する。2500m x 300mの地方空港クラスなら 40 個のユニット、4500m x 1500mの国際空港クラスなら 550 個のユニットが各々必要。日本中に浮体ユニットを製作できる造船所は 40 箇所あるので各社 10 個以上担当すればよい。

#### メガフロート・プロジェクト

- メガフロート・プロジェクトは、1994 年から準備を開始して、1995 年～1997 年のメガフロート・プロジェクト Phase 1 に続いて、1997 年～2000 年に Phase 2 を実施。
- 事業予算は、Phase1 が 75 億円、Phase 2 が 114 億円。資金は造船・鉄鋼企業が主体で構成されるメガフロート技術研究組合、運輸省、財団法人・日本船舶振興会が分担した。
- Phase I では、300m x 60m x 2mのメガフロート・モデルを横須賀沖に設置。設計からユニット製作、ユニット曳航、ユニット引き寄せ固着、ユニット接合までの全工程に亘って研究開発。特に重要なユニットの洋上接合工事を実証実験により確立した。また環境への影響も検討された。

Phase II では、1000m x 121m x 3mの浮体式空港モデルを同じ横須賀沖に設置して、航空局のYS-11 やエアラインのダッシュ 8、BN-2

アイランダーなどのプロペラ機が実際に離着陸して ILS(計器着陸装置)など空港機能の実証実験を行った(下の写真)。また、関係する法律関係について検討した。



- 横須賀沖の場所は米海軍の都合(艦船での弾薬荷役作業)によって作業中止になることが度々あり、この時が突貫工事での休日になった。

造船所でのユニット製作は、多数の多関節ロボットを使った自動化工程なので低コストで完成。

- 補修の場合を想定して、海水中での湿式水中溶接技術も実証実験で確立した。
- ユニットの引き寄せは、タグボートで押ししながら、ユニットの数カ所に固定したケーブルを専用装置で巻き取って固定。
- 洋上接合技術に関しては、通常の陸上構造物に比べて施工環境とサイズが異なるため次の課題がある。①上下方向は浮力で支持されるが水平方向は拘束がないために起こる溶接変形の制御 ②上面は日照で高温になり下面は海水で冷やされることによる温度変形の制御 ③波浪によるユニット間の相対動揺の制御 ④水面下の溶接
- 以上の課題を解決するために施工工事は日射のない夜間に、20 個所以上を門型アーチの固定具に米松(米松は他の木に比べて弾性範囲が大きい)の楔形矢盤木を緩衝材として打ち込んで相対位置

調整した後、ターンバックルで固定する。これらの作業は指揮者の号令下で一斉に行う。その後、ストロングバックを溶接取り付けして固着した後に最終溶接。

- 日照変形や溶接変形の制御は、FEM(有限要素法)解析によって、予め変形を考慮した形状にユニットを製作することで解決した。その結果、僅かに台形の形状をしたユニットも製作された。
- 接合精度を保證する計測に関しても、地上と異なって海面には基準点がなく、ユニット上の計測点は温度変化によって移動し動揺する。このため出来上がっていくメガフロートの形状は 3 次元光波測距測角儀を活用して夜間計測した。これにより精度管理の手法も確立された。GPS でも確認した。
- ユニット下部における水面下の溶接は、圧気排水等により浮体内部に作業空間を作って大気中と同じ乾式溶接を採用した。
- メガフロートの大規模補修、改造工事に必要な要素技術として、喫水が比較的浅くて底板が平坦な対象物に適した水中自動ガス切断装置が産総研の協力で開発された。

#### メガフロート・プロジェクトの跡利用

- Phase II の浮体式空港モデルは、跡利用のために切断されて全国 7 カ所で海釣り公園や浮棧橋に活用された。この中で静岡市清水港の海釣り公園に使われていたものは、2011 年に福島原発の汚染水タンクに改修されて再利用されている。



FEMで求める手法を確立した。

- 水面下の溶接に関して、①水面下の溶接では水の存在だけではなく、日照変形及び動揺が大きな課題となる。 ②日照変形を考慮すると取付から溶接まで急速施工をする必要がある。
- 長期耐用技術に関して、最新の材料技術面からの要望はその時代の信頼できる最新技術を採用する必要がある。

以上



- 切断には新しく開発された水中自動ガス切断装置が活用された。

まとめ

- 浮体モデルの洋上接合工事を通して洋上接合時の課題について検討し、以下の成果が得られた。
- 浮体ユニットの相互動揺の制御に関して、①相互動揺量と接合時荷重の関係を推定でき、接合時の治具、接合手順を検討する解析手法について検討した。 ②割れを発生させずに溶接が可能となる拘束手順を確認した。
- 浮体の形状の確保に関して、①接合の変形は日照変形、溶接変形ともにFEMで精度よく再現できることを確認した。 ②継手の不整合(目違い、ギャップ)を防止するとともに最終形状を確保する手順(ユニット形状、位置決め要領)を

## 第38回

# みえテクノロジーカフェ

## スーパー技術者ブルネルの話し

～トンネル、蒸気船、橋梁、鉄道、病院など～

日時 2019年4月21日

場所 MG YOKKAICHI

ゲスト

伊藤 博 技術士（建設、総合技術監理）

### 1. はじめに

ブルネルは Civil Engineer（土木技術者）であったことの為、Civil Engineer 等についての簡単な説明がされた。起源の経緯、仏国でのこと、日本の幕末・明治以降でのこと、「土木」名称のことなどについて話された。



ブルネルの略歴が説明された。

ブルネルのフルネームはイザムバード・キングダム・ブルネルであって、金属硬さ測定の「ブリネル硬さ」提案者のブリネルとは別人である。

### 2. スーパー技術者ブルネルの偉大な業績

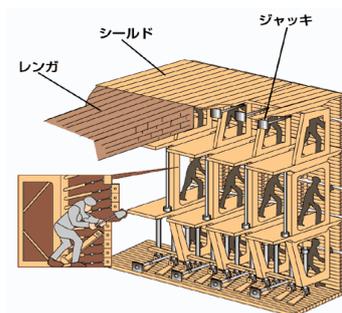
ブルネルをゲストがスーパー技術者と呼ぶかを、技術に関して、英国の18世紀前半の当時の常識を超えた発想、世界最初、世界最大、環境を変えてしまったなど、多数の業績を残して、現在もその影響にあること、の為である。

主な項目だけでは、トンネル工事の発明（シールド工法）、橋梁設計 130 橋、世界最大造船 3 隻、鉄道約 2,000Km、駅舎、港湾 8 施設、空調付き移動式病院棟。

2002年の尊敬する最も偉大な英国人投票で、第2位となった。

### 3. トンネル工事 シールド工法の発明

トンネルを掘って構築する方法の一つであるシールド工法を、父親と共に努めていて、世界で初めて発明した。ロンドンを流れるテムズ川の底面より下を横過する地下鉄のトンネル施工で、活かした。



ブルネルのシールドマシン

シールド工法とは、切羽(きりは) トンネル掘削の前進先端部)後方のトンネル内面の覆工を掘り進めながら構築してしまう方法である。掘削が困難な地盤でも、施工効率の確保と共に掘削作業する労働者の安全にも役に立つ。

現代の進んだシールド工法も説明され、日本最初のシールド工事の写真も示された。

### 4. 世界最大の蒸気船

ブルネルは、世界最初の蒸気機関の力で航行し、次々と、当時最大の蒸気船を設計して実現させた。

船体を大きくすると、積載量が3乗で大きくなるが、水の抵抗は2乗にしかない理論で、経済性追求を主張した。

グレート・ウェスタン(号)(全長 65 m、乗客 148 名)、SSグレート・ブリテン(号)(全長 98 m、乗客 360 名、下図進水式)、グレート・イースタン(号)(全長 211m、乗客 4,000 名)。



船体構造にも工夫・発明がある。キール(竜骨)の材料、鋼製補強の配置、二重底構造、隔壁の配置、船全体の材料、スクリューによる推進。

### 5. 橋梁

ブルネルは、130 橋も設計したとされているが、代表的幾つかが紹介された。

ハンガーフォード橋：テムズ川の歩道橋で、ワイヤー(吊り鎖)による吊り橋。



ロイヤル・アルバード橋(右写真)：鉄道橋で、レンズ状トラス橋(弓ツル・ガーダー橋とも言う)。主径間は 138.9m の2径間。

クリフトン吊り橋：ハンガーフォード橋のワイヤーを流用された。単径間 206.2m。現在でも健在で供用されている。現存する最古の吊り橋である。

### 6. 鉄道

ブルネルは、グレート・ウェスタン鉄道の主任技術者として、ロンドンとブリストン(英国西部の都市)を結ぶ 180Km の鉄道を建設した。

軌間(上図)を 2,140mm として当時の人を仰天させた。高速度でも乗り心地を良くする設計であった。標準軌間は 1,435mm である。(日本のJR在来線は狭軌で 1067mm。)

線路だけでなく多くの駅舎も設計した。

失敗したが、真空チューブ列車(大気圧鉄道)も発明。

ブルネル賞は、ブルネルの業績を称えて創設された、鉄道関係で唯一の国際賞である。

### 7. 大西洋横断輸送構想

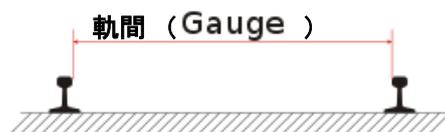
ブルネルは、ロンドンからニューヨークまでを、たった1枚だけの切符で、グレート・ウェスタン鉄道と蒸気船グレート・ウェスタンを乗り継ぎ、旅行できるという、当時とんでもない壮大な構想を言い出して、人々を驚愕させた。今でもそんなことは考えられないことである。

### 8. 空調付き移動式病棟

当時発生して英国も参戦したクリミア戦争(1853~1856)の兵士の為の戦場の病棟を、ブルネルは設計して建設した。レンキオイ病院である。

戦場が変転すると病棟も移転できるようにプレファブ形式である。エアコンも電気も無い当時、固定の建物やビルにも無いのが普通であるが、換気、温度調節施設、衛生施設、排水施設も組み入れた設計であった。ナイチンゲールの活躍も合わせて、兵士の死者が激減した。

### 9. 日本での先代技術者



我が国日本にも、ブルネル程の偉大さは無いが、技術者としては模範すべき、りっぱな技術者が多くいた。その中で一人だけを挙げて紹介された。

### 10. まとめ

今から 200 年程前に、英国の産業革命時代の後半期で活躍した **イザムバード・キングダム・ブルネル**は、日本では考えられないほどの、スーパーと言っても良い技術者であった。

現在の専門分野別で言えば、土木技術者兼機械技術者である。

英国人は誰でも知っている、2番目の尊敬する偉大な人である。日本では彼に匹敵する者はいない。

超人的な業績を多く残し、独創的発想、世界最初、世界最大、発明など、現代の技術者や一般の人々に影響を与えている。

トンネル、巨大蒸気船、橋梁、鉄道、空調付き移動式病棟、人々を驚愕させる発想、などなど。

以上

### 第39回

## みえテクノロジーカフェ

### マイクロプラスチックによる海洋汚染と化学物質管理

～化学物質管理協会の設立と展望～

日時 2019年6月2日

場所 MG YOKKAICHI

ゲスト (有) 花井コンサルタントオフィス

代表取締役 花井 健夫

技術士(化学、総合技術監理)



講演中の花井技術士

人間は常に「便利さ」を追います。しかし、「便利なものほどメリットもあるがデメリットもある」が、私の常日頃の思いです。地球の大半を占める海が、マイクロ(5mm以下)プラスチックで汚染され、食物連鎖で有害化学物質が人体に侵入しつつあります。また、働いている方が化学物質で冒され、次々と「中皮腫やがん」で亡くなっています。一般市民の方にも被害がおよんでおり、日本の取組みを抜本的に変える必要があります。

概要: 食用の魚類の体内にマイクロプラスチックが多数確認されており、生態系への悪影響、人体への有害性が危惧されます。また最

近、産業界で化学物質による中皮腫がんの増加、胆管がん、膀胱がんなどによる死亡が、次々と明らかになっています。手遅れになる前に、リスクアセスメントを行い、対策する必要があります。

以下に講演内容の概要を紹介させていただきます。

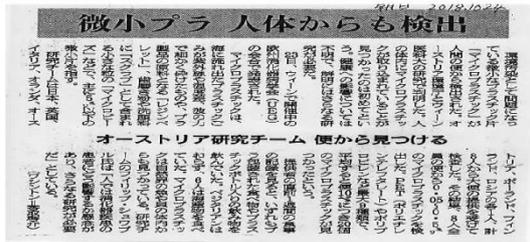
**化学物質による環境汚染(1)**  
(国内の主な出来事)

1. 日本
  - ①1922年 **カドミウム**によるイタイイタイ病(富山県)…原因判明
  - ②1959年 **メチル水銀**による水俣病(熊本県)、1964年 **同水銀**(新潟県)…原因判明
  - ③1970年 **PCB**によるカネミ油症(原因物質 **ダイオキシン類**)…原因判明
  - ④**フロン**、**代替フロン**によるオゾン層破壊…1990年代以降ピークを過ぎているものの、依然として高い状態で、GWP(温暖化係数)がほぼ数千倍(CO2=1)と深刻
  - ⑤1989年 **トリクロエチレン**等(発がん物質)による土壌・地下水汚染…土壌汚染対策法で法制化。飲料水は不可。
  - ⑥2000年 **ダイオキシン**類河川流出事故(神奈川県某企業)…焼却灰を排水管に接続
  - ⑦1996年 **内分泌攪乱化学物質(環境ホルモン)**…実害ほとんど不明。
  - ⑧**ホルムアルデヒド**(新建材の接着剤)室内汚染…安衛法等で法制化
  - ⑨2012年 **1,2-ジクロロプロパン**等による胆管がん大量発症…安衛法で規則なしから特化則へ。RA義務化の根拠。
  - ⑩**2015年マイクロプラスチック(5mm以下)**による海洋汚染…今後深刻化が予想される。

**マイクロプラスチックによる魚の汚染** 2017年9月5日 日経

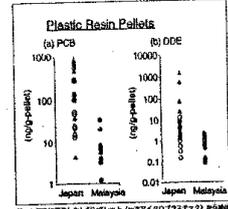


**微小プラ 人体からも検出(重大)** 2018.10.24 朝日新聞



**マイクロプラスチックによる有害物質の吸着**

- ・海洋に流出したマイクロプラスチックには海水中から殺虫剤(DDE)や難燃剤(PBDE)等の有害化学物質(POPs)を高濃度に吸着する(数万倍~百万倍に濃縮)する性質がある。
- ・実際、樹脂ペレットg当たりPCBで最大890 ng、DDEで1600 ng吸着していた。その結果、プランクトンや魚を介して食物連鎖の頂点に位置する人間の体内に入る恐れが多分にある。



参考文献: BioPla Journal, No.61, 5(2016)

**貝に微小プラスチック粒子が蓄積**  
沖縄や東京湾でも

- ・プラスチックの微小粒子「**マイクロチップ**」が、東京湾や沖縄県・座間味島の海岸の**二枚貝**の中に大量に蓄積していることを、東京農工大の高田教授らのグループが確認した。
- ・グループは、過去に東京湾の**カタクチイワシ**から見つけているが、貝は、海外で検出例があるだけだったという。
- ・生物の体内に取り込まれやすい直径0.02~0.08ミリのごく小さな粒子が多く「貝の生息や生態系への影響を詳しく調べる必要がある」としている。

出典: 望月政嗣 第68回公開講演会(繊維技術)

**プランクトンの中にもプラスチック**  
……深刻化する海洋汚染問題

- ・国際連合は、2004年の『世界環境デー』が取り組むテーマとして海を選んだ。海に大きな悪影響を及ぼしているものの一つが身近な素材、**プラスチック**だ。
- ・国連の元コフィー・アナン事務総長が発表した声明によると、プラスチックをはじめとする海に投棄されたごみが、**毎年100万羽以上の海鳥と、10万頭にのぼる哺乳動物やウミガメの命を奪っている**という。
- ・**死んだアシカ、イルカ、ウミガメなどの胃の中から、ビニール袋、プラスチック製のボトルキャップ、発泡スチロール製コーヒーカップ**がよく見つかる。
- ・分解されずにどんどん微細化していくため、67%は粒径が0.05ミリ以下と小さく、生物の体内に取り込まれやすいものである。海洋の**食物連鎖の要となるプランクトンからもプラスチックが検出**されている。

出典: 望月政嗣 第68回公開講演会(繊維技術)

**琵琶湖で微細プラごみ検出**  
拡散して回収不能、京大調査

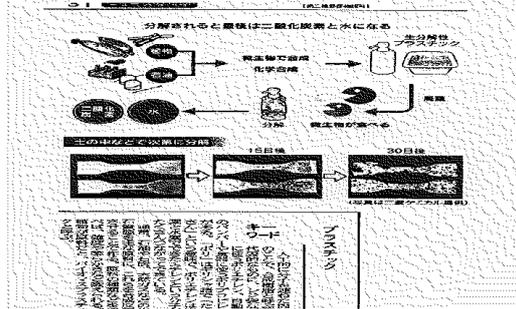
- ・これまでに日本周辺の海域で確認されているが、この度**琵琶湖でも直径5ミリ以下の「マイクロプラスチック」が、琵琶湖の広い範囲で浮遊している**との調査結果を京都大の田中周平准教授(環境工学)らの研究チームがまとめた。
- ・川や湖岸から流れ込んだ**買い物袋のごみが、紫外線や波で砕かれて拡散したとみられ、回収不能の状態**になった。
- ・直径5ミリ以下のプラスチックは「**マイクロプラスチック**」と呼ばれ、**魚や鳥たちが飲み込み**、生態系に悪影響を及ぼす懸念が国際社会で高まっている。
- ・琵琶湖の水は大阪府の上水道源である。時間がかかるが、条例による規制、個人こじんの、意識改革が必要。

出典: 望月政嗣 第68回公開講演会(繊維技術)

生分解性プラ、微生物がパクッ 2018.11.2日経



分解されると最後は二酸化炭素と水に 2018.11.2日経



セブン 植物由来プラストロー

- ・セブン&アイ・ホールディングは、15日、セブニーイレブンで販売するコーヒー「セブカフェ」に、自然界で分解される植物由来のプラスチックを使ったストローを試験的に導入すると発表した。秋から始め、他のプラスチック製品にも広げる方針だ。
- ・今回使う「**生分解性プラスチック**」は、カネカが開発した。植物油脂などを原料とし、海水や土の中の微生物によって、ほとんどが**水と二酸化炭素に分解**されるという。

2019年4月16日 朝日新聞

辺境の山地にもマイクロプラスチック、大気中を浮遊(南仏ピレネー山脈) AFP News 2019年4月16日



使い捨てレジ袋(生分解性以外)使用禁止 フランスやイタリア

- ・欧州のEU議会は、加盟国に対して**2018年末までに使い捨てレジ袋に課税し、25年には80%削減**するように数値目標を掲げ、国ごとに法整備が進められている。
  - ・実際にフランスやイタリアでは、**2010~2011年以降すでに生分解性以外の使い捨てレジ袋の使用は禁止**され、これによって小売店での**生分解性レジ袋の採用は増えている**。
- これらの大半は、家庭用生ごみ袋として再利用されていると推測される。
- ・実際、**イタリア**では、生ごみの分別収集に、**生分解性ごみ袋の使用が義務化**されている。

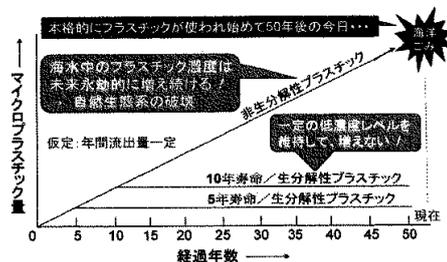
出典: 望月政嗣 第68回公開講演会(繊維技術)

使い捨てプラスチック製容器禁止法 世界初、フランスで新法制定(2020年)

- ・フランスでは、すでに**2016年7月からプラスチック製レジ袋を全面禁止**しているが、**2020年1月1日から使い捨てプラスチック製容器を全面的に禁止**する新法を世界で初めて制定。
- ・全ての使い捨て皿やカップ等の食器具は、家庭用生ごみ処理機で堆肥にできる**生分解性素材の利用比率を50%以上**にすることを義務付ける。
- ・フランスで廃棄される使い捨てカップは、年間17億3千万個(1万トン強)、これ以外にスプーンなどのカトラリーを加えると、約2万トン強の新規需要が創出される。

化学工業日報、2016年10月5日

海洋マイクロプラ濃度の経年変化模式図 非生分解性プラスチック vs. 生分解性プラスチック



出典: 望月政嗣 第68回公開講演会(繊維技術)

化学物質による環境汚染(2) (国外の主な出来事)

2. 外国
- ①1976年: イタリアのセブソ事故(化学工場の爆発で**ダイオキシン**飛散)・・・バーゼル条約(越境移動禁止)できる
  - ②1976年: アメリカのラブ・キャナル事件(除草剤**BHC**等発がん物質を埋め立てた土地から漏出、約30年後流産、死産)
  - ③1984年: インドのボパール事故(殺虫剤工場UC社から毒ガス(**イソシアン酸メチル**)排出。付近住民3,800名死亡で、訴訟継続中)
  - ④1986年スイスのライン川汚染(化学会社の火災で**水銀**が流出)
  - ⑤2010年代: **マイクロプラスチック**による海洋汚染
- 深刻な問題に発展する可能性あり**
- ⑥**シエルガス**地下水、土壌汚染(アメリカ)、 など。

### 1. 海洋ごみの概要(マイクロプラスチック)

**マイクロプラスチックとは**

- 微細なプラスチックごみ(5mm以下)のこと。含有/吸着する化学物質が食物連鎖に取り込まれ、生態系に及ぼす影響が懸念される。2016年漁7百調査においても、海洋ごみ(とりわけプラスチック)が世界的な問題であることが確認された。
- 環境省においては、マイクロプラスチックについて、その海洋汚染の実態把握を推進。具体的には、
  - 日本周辺海域における分布状況
  - マイクロプラスチックに吸着しているPCB等の有害化学物質の量を把握するための調査を実施。

**対策**

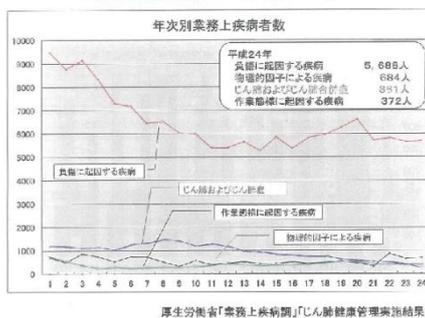
①一次粉マイクロプラスチック (primary microplastics)

- …マイクロサイズで製造されたプラスチック。洗剤料・歯磨き粉等のスクラブ材等に利用されているマイクロビーズ等。排水溝等を通じて自然環境中に流出。
- ⇒発生抑制対策として、米国では使用規制を實施(カナダは検討中)、フランスは2018年1月までに販売禁止予定。英国は2017年までに販売・製造禁止の方針を表明。日本では、日本化粧品工業連合会が平成28年3月に会員企業1,100社に自主規制呼びかけ通知。
- ⇒物販のため、製品化された後の対策や自然環境中での回収は困難。

②二次的マイクロプラスチック (secondary microplastics)

- …大きなサイズで製造されたプラスチックが、自然環境中で破砕・細分化されて、マイクロサイズになったもの。
- ⇒発生抑制対策として、普及啓発や廃棄物管理・リサイクルの促進等が有効。
- ⇒マイクロ化する前段階(大きなサイズ)での回収も必要。

### (2) 年次別業務上疾病者数 (現在も腰痛が60から70%)



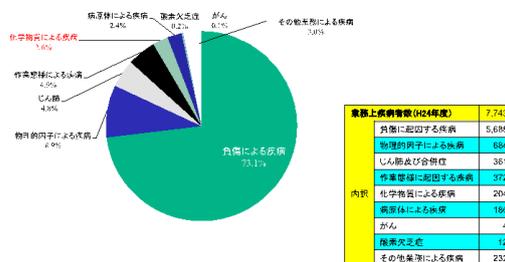
### 3. 化学物質のリスク(脅威)とは?

社会で化学物質に対する脅威は払拭できないなぜ?

- 化学物質は、他のかたちのある製品と異なり実体が見えない。
  - …ハサミや包丁だと見るから危険で用心して人間は「使用」しようとするが、化学物質は、その実体が掴みにくい。
- 人間は潜在的に見えないものへの不安を本能的に抱く。
- 歴史的に公害、薬害、化学兵器および「毒物」等の悪いイメージの定着。
- メディアの商業主義とレベルの低さ?
- 初期の科学教育の不十分さによる理解不足。

厚生労働省「業務上疾病病類」「じん肺健康管理実施結果調査」

### (3) 業務上疾病者数(平成24年度) 現在も傾向は変わらず



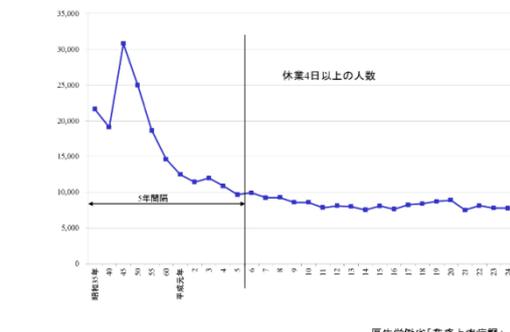
出典:厚生労働省

## パート2

### 災害事例に学ぶ化学物質の管理

#### 序 業務上疾病者の動向

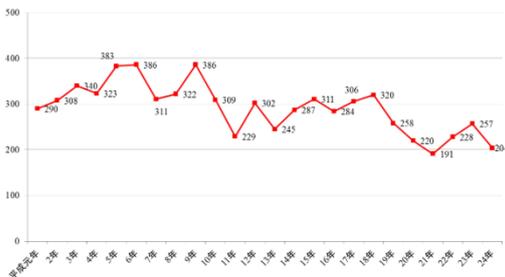
#### (1) 業務上疾病者数の推移 現在も傾向は変わらず(H.28: 7,361人)



目次:序 業務上疾病者の動向

厚生労働省「業務上疾病病類」

#### (4) 化学物質による業務上疾病者数 (休業4日以上で、H.28は213人)

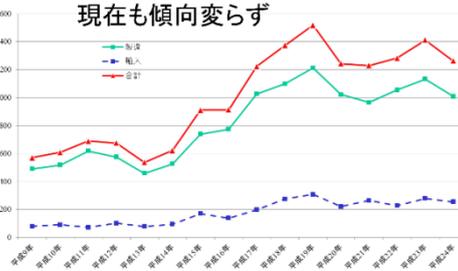


目次:序 業務上疾病者の動向

出典:厚生労働省

#### 1. 化学物質管理概要

#### (1) 新規化学物質製造・輸入届出状況 現在も傾向変わらず



目次:①届出状況、対象範囲、JIS規格等 1. 化学物質管理概要

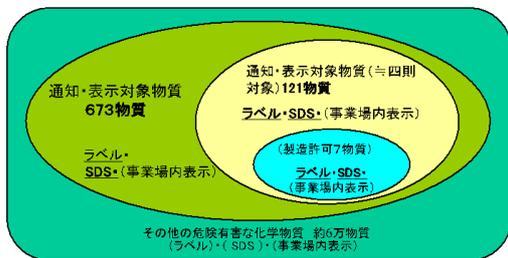
出典:厚生労働省

### 1. 化学物質管理概要 (2)危険有害情報の伝達及び活用の促進



目次:①関係法令、対象範囲、JIS規格等 1. 化学物質管理概要 出典:厚生労働省

### 1. 化学物質管理概要 (3)ラベル・SDS・事業内表示の適用状況(2018.7.1)



目次:①関係法令、対象範囲、JIS規格等 1. 化学物質管理概要 出典:厚生労働省

### 1. 化学物質管理概要

#### (4)労働安全衛生法等に係る危険有害性情報伝達制度

	譲渡提供時の通知 (SDS)	譲渡提供時の表示 (ラベル)	作業場の表示 (ラベル)
	法令による義務	法令による義務	通達・指針による指導又は努力義務
昭和47年	通達・指針による指導又は努力義務	43物質を対象に導入	通達・指針による指導又は努力義務
平成4年	すべての危険有害な化学物質を対象に指導奨励	すべての危険有害な化学物質を対象に指導奨励	すべての危険有害な化学物質を対象に指導奨励
平成12年	638物質を対象に導入		
平成18年	義務対象の640物質をGHS対応化	義務対象の640物質をGHS対応化	
平成24年	すべての危険有害な化学物質を対象に指導奨励(638物質)対応化	すべての危険有害な化学物質を対象に指導奨励(638物質)対応化	すべての危険有害な化学物質を対象に指導奨励(638物質)対応化
平成28年	640物質 義務化(法第57条の2項、又は1項)	640物質 義務化(同定)	640物質 義務化(法第101条第2項)
平成30年7月1日	673物質	673物質	673物質

### 1. 化学物質管理概要

#### (7)2002年までに労災認定された職業性がん

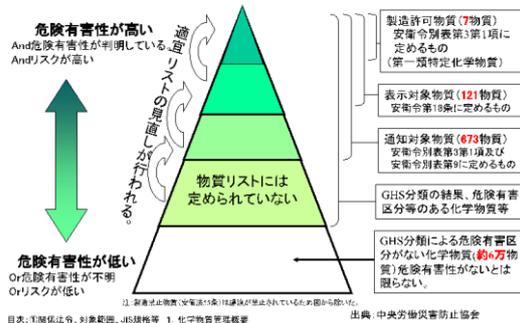
物質・工程	悪性腫瘍	人数
ベンゼン、β-ナフチルアミン	尿路系腫瘍	574
ビスクロロメチルエーテル	肺がん	19
ペンソトリクロリド	肺がん	8
石綿	肺がん、中皮腫	549
ベンゼン	白血病	9
塩化ビニル	肝血管肉腫	5
電離放射線	白血病、皮膚がん	21
クロム酸塩、重クロム酸塩	肺がん、上気道がん	177
ヒ素鉱石、無機ヒ素化合物	肺がん、皮膚がん	77
すす、鉱物油、タール、ピッチ	皮膚がん	144
アスファルト、パラフィン		
コークス製造、発生炉ガス製造	肺がん	50
その他	悪性腫瘍	392
計		2025

2003~11年石綿9333人 極めて深刻

2011年まで 計11358人 (出典:産業医科社 監修)

目次:①関係法令、対象範囲、JIS規格等 1. 化学物質管理概要

### 1. 化学物質管理概要 (9)表示とSDSの対象となる物質(2018.7.1現在)



### 1. 重大災害事例(化学物質など)

- イソシアン酸メチル(CH3NCO)による猛毒ガス災害(1984年12月)
- 2-プロモプロパンによる生殖毒性災害(1995年7月)
- ウラン臨界事故(1999.9)
- 化学工場でヒドロキシルアミン(NH2OH)爆発(2000.6)
- 火薬工場で爆発(2000.8)
- 清掃会社の硫化水素中毒事故(2002.3)
- 鉄鋼会社でコークス炉ガスタンク爆発災害(2003.9)
- 石綿製品製造による中皮腫災害(2005.6)
- 原発水素爆発事故(東電福島第一)(2011.3)
- 校正印刷会社で配管がん発症(2012.1)
- 化学会社の熱交換器爆発災害(2014.1)
- コークス工場石炭の火災災害(2014.9)
- 中国天津で硝安など化学物質爆発(2015.8)
- オルトトルイジンによる膀胱がん発症(2016.3)
- 三酸化ニオンチモン、結晶質シリカ、ポルトランドセメントによるがんの疑い(2017.8.3)

### 2. 化学物質による災害事例

- 有機溶剤による胆管がん災害
- 2-プロモプロパンによる生殖毒性災害
- 化学工場爆発災害
- RDF貯蔵タンク爆発災害
- 硫化水素中毒災害(猛毒だが卵の腐乱臭)
- 石綿(アスベスト)による健康障害
- 中国天津での化学物質爆発災害
- オルトトルイジン、MOCA、三酸化ニオンチモン、結晶質シリカ、ポルトランドセメント、リフレクトリセラミックファイバーなど発がん性あり。

目次:①災害事例に係る化学物質のリスクアセスメント 1. 災害事例

### 3. 災害事例に学ぶ

#### (1)現場の現象をよく熟知しろ

- ☆第一線のオペレーターは、
- ☑今扱っているこれは何か?
  - ☑何をやるものか?
  - ☑今、どういう状態か?
  - ☑この状態を外れると何が起こるか?
- を絶えず認識(自覚)していること。
- ☆答えられない場合、徹底的に教育・訓練、体感を!
- ☆悪い例:群馬県日進化工 爆発事故など

### 3. 災害事例に学ぶ

#### (2) 守れないルールは考え直せ

☆なぜ、ルールを守らないか。

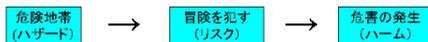
- ☑守らなかったときの結果を予想していない。
- ☑過去の災害を知らない。
- ☑設備・工事が複雑すぎる。古くなっている。
- ☑したがって、ルールが難しすぎる、手順書も読む気がしない。
- ☑守れないルールは、なぜ守れないか、全員で検討し、**守れるルールに変更する。**
- ☑**管理・監督者は頻繁に現場に出て、作業者と信頼関係を築く。**

### 3. 災害事例に学ぶ

#### (3) リスクアセスメント

設備新設、改造、修理時リスクを考慮して事前<sup>に</sup>アセスメントし、実行可否を判断する。

リスク=危害発生<sup>の</sup>可能×危害結果の重大性  
(または)  
リスク=危害発生<sup>の</sup>可能+危害結果の重大性



### 3. 災害事例に学ぶ

#### (3) リスクアセスメント

- “**特定**” 何が起きるの？  
hazard Identification; ハザード特定
- “**確率**” 本当に起こるの？  
provability ; 確率
- “**程度**” どんな恐ろしいことなの？  
severity ; 程度
- “**評価**” 我慢できないの？  
evaluation ; 評価

～労働安全衛生マネジメントシステムOHSAS18001のリスク査定と共通～

### 3. 災害事例に学ぶ

#### (4) 災害が発生したときのマイナスを知れ

##### 四重責任①



### 3. 災害事例に学ぶ

#### (4) 災害が発生したときのマイナスを知れ

##### 四重責任②

#### 1. 刑事責任

- ・安衛法・・・違反119、120、122条→送検
- ・刑法・・・業務上過失傷害致死罪(過失犯) 211条→送検

#### 2. 行政責任

- ・安衛法等→使用停止等
- ・官庁の許可事業→指名停止、免許取り消し

### 3. 災害事例に学ぶ

#### (4) 災害が発生したときのマイナスを知れ

##### 四重責任③

#### 3. 民事責任

- ・民法415条「**安全配慮義務違反**」で損害賠償責任。

**予見の可能性、結果回避の可能性**が争点。

- 3-1. 安衛法; 最低の基準・・・罰則規定
- 3-2. 判例に現れた管理・監督者に要求される **安全配慮義務**

- ① 自己の安全衛生管理責任を作業者に**転嫁**できない。
- ② 部下の希望であっても、部下の**不安全行為に妥協**してはならない。
- ③ 部下の**不安全行動を黙認**してはならない。

### 3. 災害事例に学ぶ

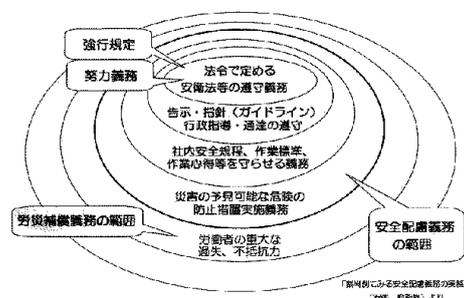
#### (4) 災害が発生したときのマイナスを知れ

##### 四重責任④

- 3-2. 判例に現れた管理・監督者に要求される **安全配慮義務**
- ④ 安全衛生上の指揮監督は、作業者に応じた**具体的なもの**でなければならない。
- ⑤ 安全作業標準書を設けた場合には、**必ず順守**させなければならない。
- ⑥ 作業者が指示どうり安全作業を行っているか、**確認する義務**がある。
- ⑦ 代替監督者の選任等、安全衛生処置を講じないで、現場を離れてはならない。
- ⑧ 元請の現場責任者は、その指示をする**下請け人に徹底**させなければ過失となる等。
- 4. **社会的責任**・・・世論・マスコミ追及、不買、立地拒否

### 3. 災害事例に学ぶ

#### (5) 安全衛生関係法令の範囲



### 3. 災害事例に学ぶ

#### (6)エベレスト山頂に安全旗を①

(労働安全衛生マネジメントシステムの運用)

#### 日本とイギリスの安全衛生対策の違い

##### 1) 日本 従来:

- ①災害の発生原因を人間におき、「**ヒューマンエラー**」が最大原因である、としている。
- ②「うっかり・ぼんやり」「KYT」「安全衛生教育」など、人の管理が主体。
- ③まず、「**なにがなんでもゼロ災**」との**精神論**が優先。

### 3. 災害事例に学ぶ

#### (6)エベレスト山頂に安全旗を②

(労働安全衛生マネジメントシステムの運用)

##### 2) イギリス

- ①人は必ず間違いを起こす。
- ②基本的に事故を防ぐのは**技術の問題**であり、人ではない。
- ③事故や災害は、どのように努力しても技術レベルに合わせ必ず起こるものである。
- ④「**設備の安全化**」を図り、**事故が起こっても災害に至らない方策**を確立する努力をする。
- ⑤安全は基本的に**コストがかかる**。

### 5. 災害事例に学ぶ

#### (6)エベレスト山頂に安全旗を④

##### 1) 安全衛生方針の作成

(トップは、エベレストの山頂8848mに無事登攀し、安全旗を立てると発表、約束する。)

##### 2) 危険有害要因を特定し、対策の目標、実行計画を作成

(登攀者全員で、登攀ルート、時期、強風雪時の対応、酸素ボンベの有無、シェルバの応援体制等、あらゆる要因を見直す。これが成功の鍵を握る。)

##### 3) 体制、教育・訓練、労働者の参加、コミュニケーション、実行、緊急事態への対応

(登頂までの体制及び責任を明確にする。国内外での高地訓練、全員参加で日夜のミーティング、**モンズーン前**の登頂決行、万一の酸素切れ時、ピバーク時の対応等。)

### 5. 災害事例に学ぶ

#### (6)エベレスト山頂に安全旗を⑤

##### 4) 日常的な監視・測定、記録、内部監査

(食料の過不足量、酸素の残量記録、サブリーダーがチェックして問題ないか記録)

##### 5) 労働安全衛生マネジメントシステムの見直し

(サブリーダーが、刻々、隊長(リーダー)に状況を報告。エベレスト山頂に安全旗を立て、無事、全員が日本に帰国。その後計画を見直す)

毎年、エベレスト山頂に多くの人(労働者)が安全旗を立てる目標に向けて改善を図る。

以上

## トピック事項1

### 更新制度移行期の考え方 (例)

注)仮に告示を2020年とし、施行までの期間を2ヶ年とした場合の例;施行までの期間により初回更新時のCPD特例は変わることにご留意!

技術士法改正告示	西暦年		【技術士法改正告示後の技術士登録者】					【技術士法改正告示以前の技術士】						
	2020年	2021年	【技術士登録】	【技術士登録】	【初回更新年G②】 CPD対象年/2020~21(2ヶ年40hrs.)	【初回更新年G③】 CPD対象年/2020~22(3ヶ年60hrs.)	【初回更新年G④】 CPD対象年/2020~23(4ヶ年80hrs.)	【初回更新年G⑤】 CPD対象年/2020~24(5ヶ年100hrs.)	【初回更新年G①】 CPD対象年/2021~25(5ヶ年100hrs.)	【初回更新年G②】 CPD対象年/2022~26(5ヶ年100hrs.)	【2回目更新年G③】 CPD対象年/2023~27(5ヶ年100hrs.)	【初回更新年G③】 CPD対象年/2020~21(2ヶ年40hrs.)	【初回更新年G④】 CPD対象年/2020~22(3ヶ年60hrs.)	【初回更新年G⑤】 CPD対象年/2020~24(5ヶ年100hrs.)
改正技術士法施行														

注1) CPD対象年は、技術士法改正告示年以降、更新制度移行期の特例を除き、更新年の(前年-4年)~(前年)までの5ヶ年間  
 注2) 登録年とは、単一の部門、複数の部門の登録に係らず、「最初に技術士登録を行った西暦年」とする  
 注3) 表中のG①~⑤は、表-9を参照

『技術士制度改革について (提言) : 「最終報告」』より

## 2019年度第1回セミナー

### 会員講演レジュメ (1)

日時 4月6日(土)

場所 三重県教育文化会館(津市)

[講演題目] 建設構造物の基礎くい施工  
データねつ造事件

～ 技術者の対応と在り方 ～

[講師] 伊藤 博

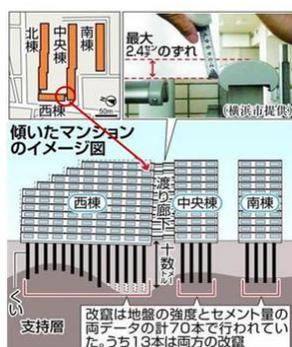
技術士(建設、総合技術監理)

#### 1. はじめに

マンションの基礎くいの施工時の不正事件を題材にした。その不正はデータの捏造であった。その仕事の概要の説明と、問題を起こした原因の推定と、その仕事に関係していた技術者の、在り方と倫理性について論じたセミナーである。



#### 2. マンションが傾いた



2014年11月に11

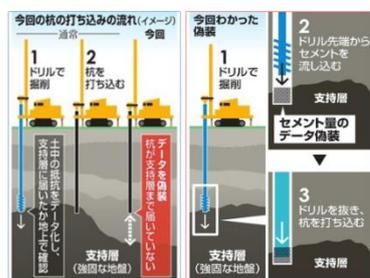
階建てマンション住民が、隣棟の同じ階同志

を繋ぐ渡り部の手すりの継手部が縦方向に2.4cmのずれを発見した。4棟の内の1棟が0.04%傾斜していた。原因は、傾いた棟の基礎くい52本の内8本の先端が、強固な支持層に届いていなかったりしていた。

最近(2019年)、似たことを米軍用基地の建設でも行われようとしていて問題化している。

#### 3. 基礎くいの施工とその記録データ捏造

建造物の基礎は、安全に強固な地盤に支えるようにしなければならない。基礎くい構造にするのは、強固な支持層が地面の深いところの場合に使用する。既製のくいは地面の上から打ち込むが、その工法はいろいろある。どのような工法でも先端が支持層に十分に届いているかを、判断できる装置と技能がある。その施工時のデータを証拠として記録する。



ところが、

傾き問題が生じた施工データを捏造していた。工事の複雑な契約もあり、施工体制にも問題があったと言わざるを得ない。そのマンションの事業はM不動産が行い、その工事の注文者(発注者)兼元方請負(元請け受注請負)が同じ会社のMS建設、1次下請けがH会社、更にその次の2次下請けがA建材社。A建材社は自分の親会社であるA社が製造した基礎くいを施工した。

基礎くい施工は高度の技術と技能を必要とする。その為に、責任を持つ専門技術者が

施工時も常時居て、適切な品質を確保できるように判断と指導しなければならない。

しかし、元方も1次下請けも2次下請けも、資格を持った専任の主任技術者を配置していなかった。専門的知識が必要であるにもかかわらず、素人の作業員に任せていたとしか、考えられない。

#### 4. 法令、基準、規制等

建築工事は土木工事と異なっている。前者は、事業者や施主は通常民間人（民間会社）で、通常専門的知識・技術は素人の為、設計者と工事請負者の責任に任せる。その為に法規、基準、規則、基準が整っており、技術者や技能者の資格も決まっている。基礎くいの施工も、法令等の順守の義務と責任がある。

#### 5. 技術者倫理、技術者の在り方

法令等の違反となれば、罰則に関わることもあり、社会的信用逸失となる。違反した者と会社・組織の損失だけではなく、倫理面がある。その不正が原因となって、人々に損失も及ぼしてしまう。公衆の安全、健康及び福利に関係するのである。公益確保の責務は、技術者にとっては技術者倫理（マイクロ倫理）が、会社にとっては組織倫理（メゾ倫理）が問われる。この面からの社会的信頼の損失の方が致命的になるだろう。

法令等は規範を守るように強制される他力本願であるが、倫理は自ら自律的に行う自力本願である。「法令さえ守れば良し。」だけでは人々に多くの迷惑となる。

当セミナーで題材したマンション基礎くい事件で、工事現場のそこで仕事をしていた技術者は、技能者、作業員と共に不正が分か

ってしまう。黙っていれば、素人の公衆にも誰にも分かるはずがない、何事も無ければ済んでしまう、という気持ちになっては、倫理的責務の放棄となる。

技術者倫理が普通の倫理と最も異なることは、本当の顧客であるのは、使用（消耗）する公衆である。眼前には居ない多くの人々、将来の人々が対象なのだ。ただ単に倫理のことを知っているだけでは、何も解決しない。実際に行動することが重要なのである。

さて、我々が業務上で、題材にした様なことに面した時、どうするのが問われるのである。

以上

## 2019年度第1回セミナー

### 会員講演レジュメ (2)

日 時 4月6日(土)

場 所 三重県教育文化会館(津市)

[講演題目]

企業不祥事を未然防止するには～三菱自動車の燃費データ不正問題を考える～

[講師]

春田要一 技術士(金属、総合技術監理)

三重県支部で初めて技術者倫理に関するセミナーを実施した。その講演を筆者が担当した。

講演内容は2002年の「三菱自動車のリコール隠し事件」を解説し、2016年の「三菱自動車燃費データ不正問題」について詳細に説明した。

#### 1. 三菱自動車のリコール隠し事件<sup>1)</sup>

##### 1.1 匿名による内部告発

運輸省自動車交通局(当時)に匿名の男性から電話が入ったのは、2000年6月12日午後2時ごろのこと。ユーザー業務室係長が対応した。



「三菱自動車がリコール隠しをしている。ユーザーからのクレームを、運輸省に報告す

るものと、報告せずに社内ですべて処理するもの、あるいは情報を秘匿するものに分け、処理している。情報を漏らしてはいけない書類はダンボールに入れて「H」の印をつけ、品質保証部の男女のロッカールームにしまっている。証拠をつかむには、本社と岡崎工場、ディーラーに同時に立ち入り検査をして、三者の情報の突き合わせをすればできる。リコール隠しの対象になるものは、コンピュータには入っていないからだ」

情報提供者は、ユーザーからのクレーム情報の管理者、処理の方法、書類が隠されているロッカーの位置など、細部にわたることまで話した。

##### 1.2 運輸省による立ち入り検査

運輸省の検査官は、7月5日午前10時、東京・港区にある三菱自動車本社を急襲、立ち入り検査を実施した。

まず、内部告発者から教えられた、品質・技術本部品質保証部のロッカールームに直行、中の書類の提出を求めた。内部は書類の山で、ロッカーの上にもダンボール箱があった。

検査官が「H」印付きのダンボールの書類を中心に、コンピュータに登録されているデータと突き合わせると、告発者が指摘していたとおり、書類はあるのに、コンピュータにはデータが入っていないものが続々と出てきた。社員は「コンピュータソフトの不備」と答えた。その晩、社員らは書類を点検し、パソコンに入力したり、2重管理隠しを画策している。

翌日6日の午後4時に、今度は岡崎工場に検査官が「H」印データをたずさえて検査に入った。ここでも、H印分の書類のデータはコンピュータには入力されていなかった。社

員は「データベースが壊れている」と答えている。この返答に納得できるはずもない検査官の追撃に、担当役員が二重管理の存在を認め、検査員に謝罪した。

### 1.3 組織ぐるみのリコール隠し

7月18日付で読売新聞夕刊が記事掲載した。殺到するマスコミ関係者に慌てた首脳陣は、夕刻、記者会見を開き「組織ぐるみではなく、一部の人間のみ関わっていた」と説明、陳謝した。

その後、部長級が関与、役員もうすうす認識していたと、徐々に変わっていった。そして、7月27日には社長が組織ぐるみであったことを認めた。

期間は過去30年間にわたっており、欠陥が原因で人身事故を起こしたとか、物損事故につながったとかの有無を調べることすら難しくなっていた。

三菱自動車は信用を完全に失墜した。三菱自動車の信用失墜だけでなく、全メーカー、あらゆる車種のユーザーに関わる大問題に発展した。

### 1.4 過去直近のリコール隠し

1997年11月 富士重工

1999年3月 ダイハツ

これらのリコール隠しにより、運輸省は各メーカーに総点検をするよう指示したが、三菱自動車は類被りをしてやり過ごした。

- ① クレームが表沙汰になると会社の信用に傷が付く。
- ② リコールすると巨額の費用がかかる。
- ③ 担当者の責任問題になる。

いずれも、会社の勝手な論理でリコール隠しが行われた。

### 1.5 世界ブランドの信用失墜

三菱自動車へのペナルティとして運輸省

への罰金を課し、東京地裁は企業及び元副社長と市場品質部長に罰金を課した。

その他リコール対策費は100億円以上、公用車の入札指名中止、業績は大幅ダウン、リストラ、工場閉鎖、ダイムラー傘下に組み込み（スリーダイヤの看板に泥）等があった。

関連会社の三菱ふそうトラック・バス等の大型車にも飛び火した。2002年1月、横浜市で起きたタイヤ脱落による母子死傷事件は、三菱車への徹底調査に拍車をかけた。人命に関わる重大な欠陥を隠し、違法な闇改修、嘘の上塗りがばれてしまい、スリーダイヤの信用は更に失墜した。

本体だけで従業員3万人、下請企業の従業員や家族を加えると数十万人の命運を握る三菱自動車ファミリー。自ら招いたのだが、1本の内部告発の電話で受ける影響はあまりにも大きい。

### 1.6 三菱自工の風土

品質保証部でトラックやバスを担当していた社員の供述によれば、三菱自工の社内には、ほかの部署のことを気にしたり口に出したりしてはならないような雰囲気がある。人の仕事に口をはさむのは「洗練されていない」と嫌われる。「もつと改善しなければならぬ点があることを十分に分かっている、それを口に出さず、行動を起こさないところが、三菱自工の社風であり、悪い伝統なのです」と彼は供述している。

「不都合な点への提言の場の不足」が長年の二重管理につながり、「日常の業務の中での不平不満の蓄積」が内部告発につながった、という。

品質保証部門の幹部たちは「長年このような二重管理と運輸省に対する情報隠し、

リコール隠しを社を挙げて行ってきた三菱自工では、もはやこのような二重管理をしていたことを、運輸省をはじめ、世間に公にすることはできませんでした。このような二重管理をしていること自体を隠すため、更に二重管理を徹底する必要がありました。」と述べている。「富士重工のリコール隠し問題の後、運輸省から総点検指示があり、私は、当社の情報二重管理の実態を見直すべき時期がきていたことも感じてはいたのです。

しかし、他社も当社と同じようなことをしているのではないかなどという考えもあって、真剣に二重管理を廃止する方向づけを考えていなかったことが、このような結果を招いたものと反省しています。」(N副本部長)

### 1.7 告発者(匿名)の社員による評価

「告発者は我々の間では英雄になっている。リコール隠しが発覚する前から、社内には『このままでは会社は駄目になる』という危機感が蔓延していた。どこかで歯止めがかからなくてはいけないという段階まで来ていた。総会屋事件や米国でのセクハラ訴訟といった事件が起きていたにもかかわらず体質を改めようとしなない旧経営陣に対して、社員の不満は噴出していった」

また、「今回の事件により、三菱自工の体質が改善されるかどうかはこれからの問題だが、だからこそ、そのきっかけを与えた告発に評価を与えたい」と率直に評価している社員もいた。

告発は、社員に喝采とともに迎え入れられ、評価されたといっている。臆で捲いていた化膿部分にメスが入って、すっきりしたからである。

### 1.8 新入社員は

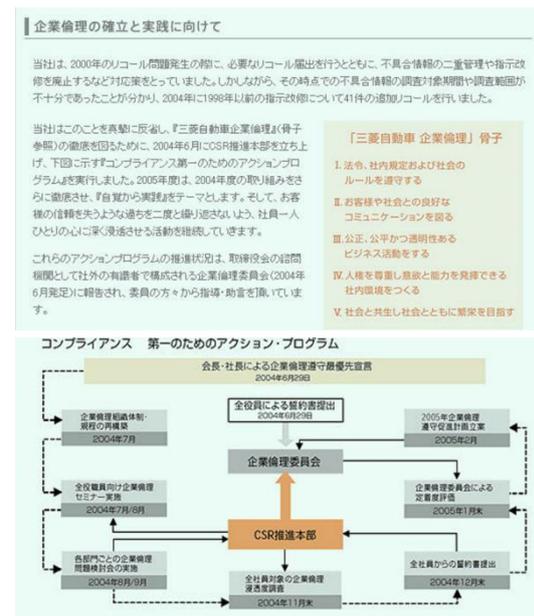
早稲田大学理工学部を1988年3月に卒業した社員は入社直後、品質保証部に配属され、「商連書の情報は、表に出していいものと悪いものがあり、二つに分けて管理している」と簡単な説明を受けた。

「会社はこういうことをやっているんだ」「言われるままにやらなければいけないのかな?」「社会にウソをつくのか、それとも、会社を辞めるのか」。疑問を抱えながら、やがて、そうした意識は薄れていった。

### 1.9 三菱自工の当時の問題点

- ① セクショナリズムの進行で不都合な点の改善提言の場がなかった。
- ② コミュニケーション不足(経営トップと品質部門間)
- ③ 社内風土(他部署への口出ししない)
- ④ 新入社員も不正業務に染まってしまう。
- ⑤ コンプライアンス体制ができていなかった。

### 1.10 コンプライアンス体制の構築





2014年以降に発売された車では、以前に発売された車のデータが流用され、さらに目標の燃費に合わせて机上の計算で値が割り出され、検査機関に提出されていたということだった。

#### 2.4 三菱自動車不正の温床に国交省のずさん審査、他社に波及も<sup>2)</sup>

クルマの許認可に関する権限を持つ国土交通省の審査があまりにもずさんだった。クルマの走行抵抗は燃費を大きく左右する、極めて重要な要素で、その数値を国交省は、自ら審査することなく、自動車メーカーからの自己申告に任せていたのである。

多くの記者は、クルマのハードウェアを持ち込んだら、後の燃費審査は走行抵抗の計測を含め、すべて国交省が厳格に管理しているものだと思い込んでいた。

まさか燃費を左右する重要なファクターをメーカー任せにしているとは思ってもよらなかったのだ。

国交省はこの問題を受け、三菱自だけでなく他社に対しても同様の不正がないか、5月18日までに調査を行うよう指示したという。また、立ち入り検査も行っている。

#### 2.5 業界再編に発展 三菱自が日産の“傘下”に

三菱自動車の燃費の不正などの問題は業界再編に発展した。

三菱自動車は2016年5月12日、日産から2373億円の出資を受けて事実上、傘下に入るとともに、会長なども受け入れる資本業務提携を結ぶことになったと発表した。

#### 2.6 国交省 抜き打ちでチェック実施へ (2016/6/10)

今回の問題を受けて検査制度の見直しの検討を進めていた国土交通省は、10日、再発防止策をまとめた。

それによると、自動車メーカーが燃費のデータを測定する際、国が定める検査機関が抜き打ちで立ち会って不正がないかチェックする。不正が見つかった場合は、メーカーの名前と不正の内容を公表。新型車の申請を却下して販売できなくする。

同時に全容が解明され再発防止策がまとまるまで、同じメーカーの車の検査を停止し、その後も検査機関の立ち会いの回数を増やすなど検査を厳格化するとしている。国土交通省は、これらの対策はメーカーの開発や生産、販売のスケジュールに大きな影響を与えることから不正の抑止効果が期待できるとしている。

三菱自動車とスズキについては今後3年間は検査の厳格化を行い、燃費データの測定に立ち会って不正がないかすべてのデータを確認することになった。

#### 2.7 三菱自動車 不正の原因と再発防止策 (2016/6/17)

##### ①不正の原因

▽燃費データの測定が長期にわたって固定した部署で行われ外部のチェックができなかったこと、

▽燃費目標の達成の責任者が試験の車両や日程を十分に確保できない現場の実態を見過ごしていたこと、

▽机上での計算を習慣的に行い現場に法令順守の意識が不足していたこと、

▽2009年からのエコカー減税への対応が社内決定され、燃費目標の達成が開発現場のプレッシャーとなり不正行為に追いやる原因になったとしている。

その上で相川哲郎社長は「経営と現場の情報共有ができなかったことに加えて、『もの言えない組織風土』や人材の長期固定化などによって不正が起こった事実を重大かつ真摯に受け止めている」と述べ、不正について経営陣の直接の指示はなかったことを改めて強調した。

## ②再発防止策

▽燃費測定データの処理に自動化システムを導入し、業務について定期的に監査の部署がチェックするほか、

▽本社の人材を加えた専門の組織を設置して再発防止策の着実な実行とフォローアップを行うとしている。また、

▽不正を見逃す要因をなくすためこう着した人事を改めるとしているほか、

▽開発部門の全社員を対象に今回の問題を具体例とした研修を実施するとしている。

▽経営陣が開発部門の実情を把握するため定期的に合同の会議を開いて開発に関わる課題や対応の確認をすることなどを挙げている。

## 2.8 特別調査委員会の「燃費不正問題に関する調査報告書」(2016/8/1)

三菱自工は、関連する文書が保存されている過去10年に製造・販売したすべての車種について、燃費試験における不正行為の有無を調査し、現在も製造・販売している車種については2016年5月18日に、過去に製造・販売した車種については同年6月17日に、その調査結果を国土交通省に報告するとともに、公表した。

具体的には、三菱自工は、下記の4つの種類の不正行為が存在したと認定し、それぞれの車種について、どの不正行為が存在したかを認定した。

4つの種類の不正行為とは、

A：法令で定められた「惰行法」と異なる走行抵抗測定方法を使用(Aの不正行為)

B：法令で定められた成績書(負荷設定記録)に惰行時間(走行抵抗からプログラムで算出)、試験日、天候、気圧、温度等を事実と異なる記載(Bの不正行為)

C：走行抵抗を恣意的に改ざん(Cの不正行為)

D：過去の試験結果などを基に机上計算(Dの不正行為)である。

これらの不正が行われたのは会社が一体となって自動車を作り、売るという意識が欠如していることと指摘している。

まず、経営陣及び幹部の開発現場に対する関心が低いこと

(ア) 経営陣による開発に対するマネジメント：開発現場にほぼ任せきりにしていた

(イ) 開発本部の業務量過多：開発スケジュールに起因する開発担当者の負担に関しても、大きな改善が見られない

(ウ) できないことを「できない」と言うことが容易ではない風土

(エ) 開発本部内の各部署が自分たちの業務にしか関心を持っていないこと

(オ) 自動車開発に関する理念(三菱自工らしさ)が共有されていないこと

小括：他部門や他部署の業務に関心を持たないということは、ひいては、他部門や他部署で不祥事が発生しても、そのことにも関心を持たないということになりかねない。本件問題は、性能実験部及び認証試験グループ、さらには開発本部だけの問題ではなく、経営陣をはじめとする会社全体の問題であることを強調しておきたい。

## 2.9 再発防止策(特別委員会からの提言)

2016/8/1)

当委員会は、再発防止に向けた5つの指針を示す。今のMMCにとって重要なのは、委員会の示す指針にただ従うのではなく、全社一丸となって、今のMMCにとって必要な再発防止策を自ら考え、それをどうすれば浸透させていくことができるかを、自ら模索して実行していくことである。そのような観点から、当委員会としては、個別・具体的な再発防止策を提示するのではなく、あくまでも、MMCが自ら再発防止策を考えるにあたって骨格となるべき指針を示すこととする。

- ① 開発プロセスの見直し
- ② 屋上屋を重ねる制度、組織、取組の見直し
- ③ 組織の閉鎖性やブラックボックス化を解消するための人事制度
- ④ 法規の趣旨を理解すること
- ⑤ 不正の発見と是正に向けた幅広い取組

## 2.10 繰り返された三菱自の不正

三菱自動車の事情はより深刻だ。大きく話題になったものだけでも今回のスキャンダルで三度目だからだ。

かつて同社は、2000年に発覚する大規模なリコール隠しを行っていた上に、2004年にもトラック・バス部門によるさらなるリコール隠しで批判の的になった。当時のことを覚えている人もまだまだ多いかもしれない。

三菱自動車の経営も大きくぐらつき販売台数が激減、当時筆頭株主だったダイムラー・クライスラーから資本提携を打ち切られるなど苦境に陥った。国土交通省の指導の下、社内改革に努めることになった。他方で、三度目の不正問題を起こした三菱

自動車が実施してきた「社内改革」は何だったのかという事態に陥った形だ。第三者委員会から再発防止策が提言されているが、今後の成り行き次第では、より大きな危機に発展する可能性も否定できない。

## 2.11 メーカー不正の温床はどこに？

今回の三菱自動車の不正は、燃費に関連する「検査データの改ざん」である。国の指定基準を通すために、意図的に検査データを修正して合格とし、車を販売した。

燃費性能の検査データはカタログ値に反映されるもので、実際の燃費とは必ずしも一致しない。つまり利用者から見ると、気づきにくい。一般道を走る車は、カタログ通りの性能が出ないことは周知の事実だからだ。

今回の不正問題には大手企業ならではの隠ぺい体質が垣間見えるわけだが、さらに言えば、根底にある大きな原因の一つとして、一部の技術者、関係者にみられるモラルの低下は関係していないだろうか。

工学などの研究分野では、実験の一環としてデータをねつ造して、報告書や研究論文を書くといった行為に手を染める者もいるといわれている。

もちろんすべての技術者、関係者が該当するわけではないし、この分野で活躍する人々のほとんどは、数値をごまかさないというシンプルなルールを当然ながら守っている。

だが一方では、そうした間違いは現実に起きており、社会問題化していることも事実なのである。

今回の三菱自動車の燃費不正も、そうした一部の技術者のモラルの低下と本当に関係なかったのだろうか。

あるべきデータや数値の扱い方を踏まえれば、燃費性能の数値を書き換えることなく、燃費性能の本質的な改善に取り組む方向に進んだかもしれない。

こうした状態が企業における不正問題、経営危機につながるのだとしたら、放置することはできない。

不正を許さない技術分野での規律の徹底とそれに見合う環境の整備が求められているのではないだろうか。

### 3. まとめ

リコール隠し事件では普通の会社ならつぶれているが、三菱グループがバックにあるため三菱自動車はつぶれなかった。

リコール隠し事件で企業方針から見直し、マネジメントシステムの見直しもされ、倫理委員会も立ち上げていた。

にもかかわらず、燃費データ不正事件が発生したのは本質的に企業体質が変わり切れていなかったと言わざるを得ない。

日産自動車の傘下に入り、日産から開発部門のトップを迎え入れると、それによって企業体質を抜本的に変えていくというのが大きな狙いと思われる。

三菱と日産の人材が一体になれるかというのが、大きな1つの焦点になるとと思われる。

以上

#### 引用文献

1. 内部告発の研究、六角弘著、日本実業出版社 2005
2. <http://diamond.jp/articles/-/89990?page=2>

## トピック事項 2

### 更新制度のグループ分け考え方

更新グループ区分

グループ区分	最初の技術士登録西暦年の下1桁	備 考
グループ①	1 又は 6 の者	例えば、2021 年、2026 年が更新年
グループ②	2 又は 7 の者	例えば、2022 年、2027 年が更新年
グループ③	3 又は 8 の者	例えば、2023 年、2028 年が更新年
グループ④	4 又は 9 の者	例えば、2024 年、2029 年が更新年
グループ⑤	5 又は 0 の者	例えば、2025 年、2030 年が更新年

注) 表の考え方によって現在の技術士登録者を5区分した場合、各グループに属する技術士数はほぼ均一となることを確認している

### 『技術士制度改革について（提言）：

#### 『最終報告』』

## トピック子事項 3

### 更新講習の内容

講義の内容と時間数（例）

科 目	内 容	時 間
技術者倫理	技術士として熟知していなければならない技術者倫理に関して、特にその応用ならびに実践面について、指定登録機関 <sup>*</sup> の長が指名する専門家が講義する。	1.0 時間 以上
技術士制度	技術士関連法令の変更点や所管省庁等の動向について、指定登録機関の長もしくはその指名する者が概説する。	0.5 時間 以上
科学技術動向	国の科学技術政策やその動向に関して、指定登録機関の長が指名する有識者が概説する。	0.5 時間 以上

\*指定登録機関とは、更新手続きの取り扱いに関して文部科学省より指定を受けた機関

### 『技術士制度改革について（提言）：

#### 『最終報告』』

## 2019年度第1回セミナー

### 技術士講演レジュメ

日時 6月22日(土)

場所 じばさん三重 (四日市市)

[講演題目]

土壌・地下水汚染におけるリスク評価  
地下水流動の基礎の基礎

[講師]

パナソニック環境エンジニアリング(株)  
事業開発部 環境技術担当副参事  
鈴木圭一 工学博士  
技術士(環境、建設、  
応用理学、総合技術監理)

講演概要:

一般社団法人土壌環境センターの技術委員会副委員長の講師により、1. 土壌・地下水汚染、2. 地下水流動の基礎の基礎、3. 地下水流動の解析の活用について、ご講演いただきました。



写真1 講演中の鈴木技術士

## 1. 土壌・地下水汚染

### ・土壌汚染とは

#### ■土壌の機能

- 私たち人間を含んだ生き物が生きていく上で、なくてはならないものです。
- 地中にいる**生き物が生活**する場
- 土壌に含まれる水分や養分が、私たちの口にする**農作物を育てる場**

#### ■土壌汚染

- こういった働きを持つ土壌が人間にとって**有害な物質によって汚染された状態**

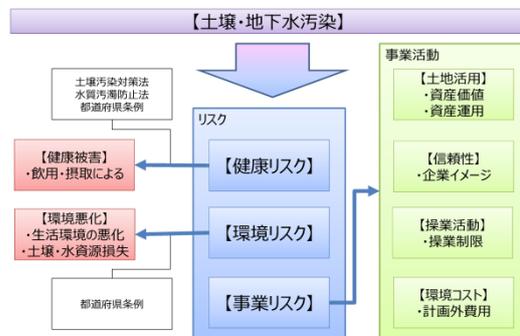
#### ■原因

- 工場の操業に伴い、原料として用いる有害な物質を**不適切に取り扱い**
- 有害な物質を含む液体を**地下にしみ込ませた**
- **自然由来**で汚染されているもの



参考文献 土壌汚染対策法のしくみ 環境省 [https://www.env.go.jp/water/doko/sampj\\_low\\_scheme/pdf/Full.pdf](https://www.env.go.jp/water/doko/sampj_low_scheme/pdf/Full.pdf)

### ・土壌・地下水汚染を取り巻くリスク



参考文献 土壌汚染による事業リスク 特許庁  
<https://www.takenaka.co.jp/solution/needs/soil/service04/index.html>

### ・どんな物質で

#### ■土壌汚染対策法の**特定有害物質**の種類

##### ■第1種特定有害物質(揮発性有機化合物)

クロロエチレン、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、1,3-ジクロロプロペン、ジクロロメタン、テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、ベンゼン

##### ■第2種特定有害物質(重金属等化合物)

ガドリウム化合物、六価クロム化合物、シアン化合物、水銀化合物、セレン化合物、鉛化合物、砒素化合物、ほう素化合物、ほう素化合物

##### ■第3種特定有害物質(農薬等化合物)

シマジン、チオベンカルブ、チウラム、ポリ塩化ビフェニル(PCB)、有機りん化合物

##### ■ダイオキシン特指法

ダイオキシン類(ダイオキシン類+コプラナー-PCB)

##### ■土壌環境基準

1,4-ジオキサン

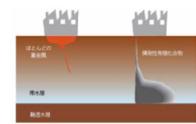


図1 重金属と揮発性有機化合物による土壌汚染の特徴

参考文献 土壌汚染対策法のしくみ 環境省 [https://www.env.go.jp/water/doko/sampj\\_low\\_scheme/pdf/Full.pdf](https://www.env.go.jp/water/doko/sampj_low_scheme/pdf/Full.pdf)

### ・規制基準

#### ■土壌汚染対策法の**規制基準**

- <地下水の摂取などによるリスク> **土壌溶出量基準**
- <直接摂取によるリスク> **土壌含有量基準**
- <健康被害が生じるおそれの基準> **人の暴露の可能性**

#### ■土壌汚染に関する**問題**とは、

土壌汚染が存在すること自体ではなく、土壌に含まれる有害な物質が私たちの体の中に入ってしまう**経路(摂取経路)**が存在していることです。土壌汚染があったとしても、摂取経路が遮断され、きちんと**健康リスクの管理**が出来ていれば、私たちの健康に何も問題はありません。



図2 人が有害物質に暴露される経路  
参考文献 土壌汚染対策法のしくみ 環境省 [https://www.env.go.jp/water/doko/sampj\\_low\\_scheme/pdf/Full.pdf](https://www.env.go.jp/water/doko/sampj_low_scheme/pdf/Full.pdf)

・規制基準を超過すると

■ 土壤汚染対策法の規制

- 要措置区域
- 形質変更時要届出区域



参考文献 土壤汚染対策法のしくみ 環境省 [https://www.env.go.jp/water/06j/pamph\\_low-scheme/pdf/full.pdf](https://www.env.go.jp/water/06j/pamph_low-scheme/pdf/full.pdf)

・基準値設定の基本的な考え方

■ 地下水等経路によるリスク (土壤溶出量基準)

汚染土壌から特定有害物質が地下水に溶出し、その地下水を飲用することによる健康リスクに関し、以下の考え方により設定された土壤環境基準と同じ値を設定。

- 一生涯を通じた毒性 (慢性毒性) を考慮 70年間、1日2Lの地下水を飲用することを想定し、地下水の環境基準 や水道水の品質基準と同様の考え方により基準値を設定。

■ 毒性に関する閾値 (人に対して影響を起こさないと考えられる量) がある項目 (砒素、四塩化炭素など) → 一生涯にわたりその地下水を飲用しても健康に対する有害な影響がない濃度として基準値を設定 (※1) (食品経由などの地下水以外による摂取もあることから、地下水の寄与率を10%としている。)

■ 毒性に関する閾値がない項目 (発がん性を有するもの等) (ベンゼン、トリクロロエチレンなど) → 一生涯にわたりその地下水を飲用した場合のリスク増分が10万分の1となるレベルをもって基準値を設定

- (注) ただし、鉛のように幼児期の毒性を考慮している場合、シアンのように急性毒性 に基づいて設定している場合など、例外もある。

■ (※1) 閾値があると考えられる項目の基準値設定方法

- 当該物質の毒性に関する各種の知見から、動物又は人に対して影響を起こさない最大の量 (最大無毒性量、NOAEL) を求め、
- これを不確実係数 (100~1000) で除すことにより耐容1日摂取量 (TDI (mg/kg/day)) が求められる。
- TDIの10%が飲用により摂取されると想定して基準値を求める。

■ TDI (耐容1日摂取量)

- 人が一生涯にわたり摂取しても健康に対する有害な影響が現れないと判断される 一日当たりの摂取量。体重1kg当たりの量として表す (mg/kg(体重)/日)。

■ 基準値 (mg/L) = TDI (mg/kg/day) ÷ 2 L/day × 50kg × 寄与率10%

■ (参考) 土壤溶出量基準の測定方法

- 土壤 (重量 : g) の10倍量 (容量 : ml) の水で対象物質を溶出させ、その溶出液の濃度について 基準値が定められている。

■ 土壤含有量基準値設定の考え方

- 特定有害物質が含まれる汚染土壌を直接摂取することによる健康リスクに関し、以下の考え方により指定基準値を設定

- ・砂場遊びや屋外で活動をした際に土壌が手に付着し、それを摂食する場合
- ・土壌が飛散し、それが口に入って摂食する場合

- 摂取期間 一生涯 (70年) 汚染土壌のある土地に居住した場合を想定。ただし、急性影響の観点からも問題のない濃度レベルとなるように設定。

- 1日当たりの土壤摂取量 子ども (6歳以下) 200mg、大人100mg
- 諸外国での摂取量を考慮して設定 (ダイオキシン類の基準値策定時と同じ)
- わが国において人の排泄物等を分析した結果も考慮 (「土壤摂取量調査」(H12))

- 有害物質の摂取量が、溶出量基準を設定する際に考慮された「地下水からの摂取量」と同レベルになるように基準値を設定。

- ただし、年別1、2回程度見られるといわれている結核の病原菌的な土壌の多量の摂取 (1回10g程度と想定) に伴う急性影響も問題がないと考えられるレベルとする。
- 一生涯にわたり摂取しても健康に対する有害な影響が現れないと判断される濃度、およびリスク増分が10万分の1となるレベル

参考文献 土壤汚染対策法のしくみ 環境省 [https://www.env.go.jp/water/06j/pamph\\_low-scheme/pdf/full.pdf](https://www.env.go.jp/water/06j/pamph_low-scheme/pdf/full.pdf)

・健康被害が生じるおそれの基準

■ 健康被害が生じるおそれの基準

- 基準不適合土壌に対する人の曝露の可能性があること
- 土壤含有量基準に適合せず、立入禁止や飛散防止の措置が行われていない
- 土壤溶出量基準に適合せず、汚染のある周囲に地下水の飲用利用がある

表-1 地下水汚染が到達し得る距離の一般値

特定有害物質の種類	一般値 (m)
第一種特定有害物質	概ね 1,000
六価クロム	概ね 500
砒素、ふっ素、ほう素	概ね 250
シアン、カドミウム、鉛、水銀及びセレン並びに第三種特定有害物質	概ね 80

一般的な都市地域の砂層 (地下水実流速 23 m/年 [ 透水係数 : 3×10<sup>-9</sup> m/秒、動水勾配 : 1/200、有効空隙率 : 0.2 ]) を想定して計算により設定

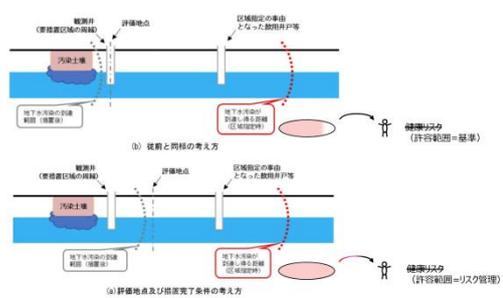
- 地層等の条件により大きく異なるため個々の事例ごとに地下水の流向・流速等や地下水質の測定結果に基づき設定されることが望ましい。
- そのため、環境省において、場所ごとの条件に応じて地下水汚染が到達する可能性のある距離を計算するためのツールを作成し、環境省ホームページに公開することとした。

参考文献 土壤汚染対策法のしくみ 環境省 [https://www.env.go.jp/water/06j/pamph\\_low-scheme/pdf/full.pdf](https://www.env.go.jp/water/06j/pamph_low-scheme/pdf/full.pdf) Appendix

・目標土壤溶出量・目標地下水濃度の導入

■ 改正 土壤汚染対策法 (平成31年4月施行)

■ 目標土壤溶出量および目標地下水濃度の導入



2. 地下水流動の基礎の基礎

・地下水汚染の位置づけ

■ 土壤汚染対策法

- 摂取経路の形態のひとつ
- 区域指定のための判断基準のひとつ

■ 水質汚濁防止法

- 地下浸透の禁止
- 浄化命令

■ 地方自治体の条例

- 拡散防止を求める条例がある。
- 人の健康の保護の観点のみではなく、環境媒体のひとつとして。

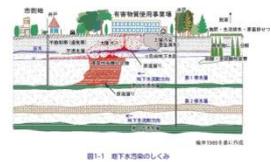


図1-1 地下水汚染のしくみ

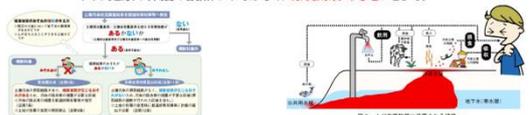
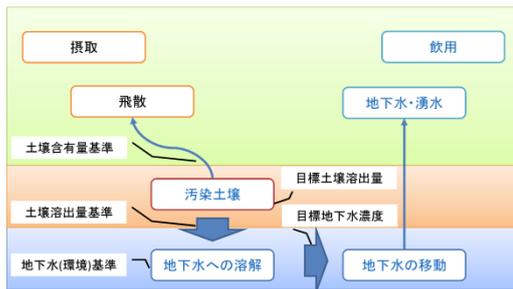


図2 人が有害物質に曝露される経路

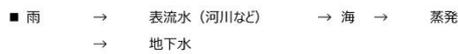
・ 土壌汚染と地下水汚染の関係



■ 土壌・地下水汚染の健康リスク・環境リスクを考えるうえで  
地下水の移動現象を理解することは非常に重要

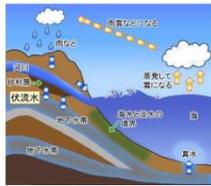
・ 地下水

■ 水循環



■ 水の分布

■ 淡水



水の種類	割合 (%)
海水	97.26%
淡水	0.000%
氷河	0.006%
氷山	0.001%
河川	0.000%
湖沼	0.01%
地下水	0.01%
大気	0.001%
生物	0.000%

参考文 日本原子力機構 <https://www.jaea.go.jp/04/tono/kenkyu/shu/water/w0102.html>

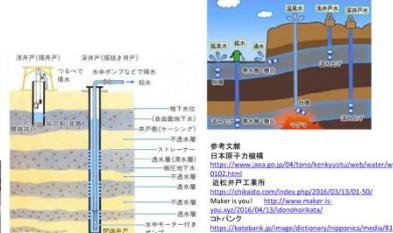
・ 地下水と井戸

■ 地下水

- **自由地下水** 地上から掘削し、地下水が湧き出してくる地下水
- **被圧地下水** 更にその下にある水の湧き出す (圧力を持つ) 地下水
- **自噴** 地下水が地上に湧き出すこと
- **湧水** 台地の崖下や丘陵の谷間などが自然に湧き出ている地下水。

■ 井戸

■ 掘井戸



・ 地下水の通り道

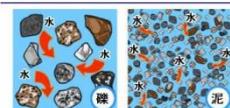
■ 帯水層

- 「難透水層に挟まれた透水層」
- **難透水層** 粘土など水を通しにくい地層
- **透水層** 礫、砂などの水を通しやすい地層
- 岩盤中の亀裂
- 岩盤中の亀裂を地下水が流れることも。



■ 砂

粒径	特徴
粗砂 (粒径2mm以上)	比較的太いため、水をよく通す。
中砂 (粒径1.5mm以上2mm未満)	比較的太いので、水をよく通す。
細砂 (粒径0.75mm以上1.5mm未満)	水をよく通す。
粘土 (粒径0.075mm未満)	非常に水を通しにくい。



参考文 日本原子力機構 <https://www.jaea.go.jp/04/tono/kenkyu/shu/water/w0102.html>

・ 地下水の流れ方

■ 圧力差が流動の原動力

- 「水は高いところから低いところへ流れる」
- 「地下水は水頭の高いところから低いところへ流れる」

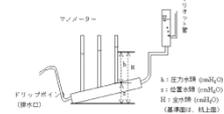
■ ダルシーの法則

■ 単位面積当たりの多孔質の透過性物質を流れる流体の量 (透過流速) は、透過度 (透過性物質固有の性質) と単位長さ当たりの圧力降下との積を流体の粘度で除したものに等しい。

$$v = C \cdot d^2 \cdot p \cdot g / \mu \cdot l = k \cdot I$$

v: 透過流速, C: 比定数, d: 粒径, p: 流体密度, μ: 流体粘性係数, g: 重力加速度, l: 動水勾配, k: 透水係数

■ 透過流速 v は透水係数と動水勾配の積である

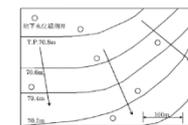


参考文 東京大学 土壌環境水理実験 <http://soil.enr.u.tokyo.ac.jp/jiken/kenkyu/>

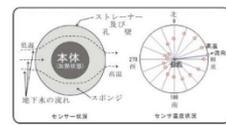
・ 地下水流向・流速の把握

■ 地下水の流向の把握について

- ① 地下水位の**水位勾配**により地下水流向を推定する方法
- ② 不圧帯水層の地下水流向を**周辺地形**から推定する方法
- ③ 観測井内における地下水の流向を**専用の計器**を用いて推定する方法
- ④ 地下水流向の測定例等の資料や文献を調査し推定する方法
- ⑤ 専門家の知見に基づいて推定する方法
- ⑥ 観測井の中において、**井戸内に投入するトレーサの変化**を機械的に測定することで把握する方法



参考文 環境省地下水の運用の把握について [https://www.env.go.jp/water/riksau/comp/mizen\\_boushi/com06/mat05-2.pdf](https://www.env.go.jp/water/riksau/comp/mizen_boushi/com06/mat05-2.pdf)

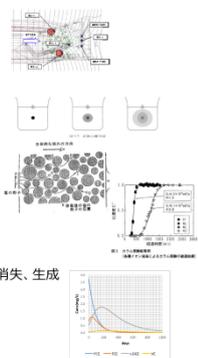


参考 日本物理探査株式会社 熱量法 <http://www.n-baturi.co.jp/technology/geology/gwater/current/heat.htm>

・ 汚染物質の移動

■ 物質移動の要因

- **移流** 地下水の流れに乗って移動
- **拡散**
  - 分子拡散 濃度の差による拡散
  - 分散 流路の差による分散
- **遅延** 吸着による移動の遅れ
- **分解** 対象物質の分解、生成による消失、生成
- **流入・消失** 供給、除去・境界外への流出



### 3. 地下水流動解析の活用

#### ・ 目標土壌溶出量等の導入

■ 改正 土壌汚染対策法（平成31年4月施行）

##### ■ 目標土壌溶出量および目標地下水濃度の導入

- 要措置区域の地下水の下流側かつ要措置区域の指定の事由となった飲用井戸等より地下水の上流側において、措置実施後に地下水基準適合を満たすことを評価する地点（以下「評価地点」という。）を設定し、かつ、当該評価地点で**地下水基準を満たすために当該要措置区域において達成すべき土壌溶出量**であって第二溶出量基準未満の土壌溶出量（以下「目標土壌溶出量\*」という。）及び**地下水濃度**（以下「目標地下水濃度\*」という。）を設定すること。
- \* 目標土壌溶出量及び目標地下水濃度として、現行どおりに土壌溶出量基準及び地下水基準を設定することも可能。



#### ・ 環境省提供の計算ツール



図 2.2.1-1 土壌汚染が帯水層に分布している場合の目標土壌溶出量の設定  
(③目標土壌溶出量=②目標地下水濃度とする)

$$C(x, 0, 0, 100年) = \frac{C_0}{2} \exp\left[\frac{x}{2\alpha_x} \left(1 - \sqrt{1 + 4\alpha_x / \alpha_y}\right)\right] \cdot \operatorname{erfc}\left(\frac{x - 100v_x / R_d \sqrt{1 + 4\alpha_x / \alpha_y}}{2\sqrt{\alpha_x \alpha_y} \sqrt{t}}\right) \cdot \operatorname{erf}\left(\frac{y}{\sqrt{4\alpha_y t}}\right) \cdot \operatorname{erf}\left(\frac{z}{\sqrt{4\alpha_z t}}\right)$$

##### 環境省提供の計算ツール

###### ・ Domenico の式

- ・ 移行、分散、遅延、分解を考慮した三次元解
- ・ 評価期間は、**100 年間**
- ・ 目標値は**第二溶出量基準の値を上限とする**。
- ・ 目標土壌溶出量=目標地下水濃度とする。

#### ・ 措置の過程で生じる分解生成物への目標地下水の適用性について

・ 措置の過程で生じる分解生成物への目標地下水濃度の適用性について

地下水の採取等によるリスクに対する汚染の除去等の措置を実施する際、措置の種類によっては、**措置の効果の確認のために観測井を設置したうえで地下水の水質を測定し、地下水汚染が生じていない状態が2年間継続することを確認すること**となっている。  
新法では、**評価地点を定め目標地下水濃度に適合することを確認**することが措置完了条件の基本である。  
すなわち、区域指定の対象となった物質について、観測井における地下水濃度が目標地下水濃度に適合していることを確認することとなる。



汚染の除去の原理として**分解を伴う場合**や**措置実施期間が長期にわたる場合**、区域対象物質の種類によっては**分解生成物を生じることがある**。

この場合、下記の措置を実施する際には、**分解生成物の量を測定することが必要**、あるいは測定することが望ましいとされているが、**親物質の半減期は汚染サイトごとに異なり一律に与えることができない**（図3-1参照）。

本計算ツールを用いて**娘物質の目標地下水濃度を設定することはできないため**、

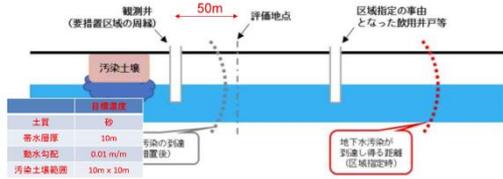
娘物質の地下水濃度は**地下水基準**を用いて評価することとなる。



図 3-1 分解生成物濃度の経時変化イメージ  
(親物質：テトラクロロエチレン、娘物質：トクロロエチレンの場合)

#### ・ ケーススタディ

物質名	目標濃度	目標濃度	物質名	地下水基準	地下水基準	
PCE		F	PCE	0.01	F	0.8
TCE		CN	TCE	0.03	CN	0.1
DCE		Pb	DCE	0.04	Pb	0.01
VC		PCB	VC	0.002	PCB	0.0005>

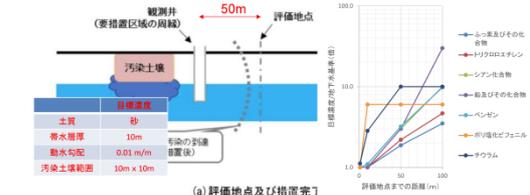


(a) 評価地点及び措置完了条件の考え方

#### ・ 環境省提供計算ツール

##### ■ エクセルベースの計算ツール

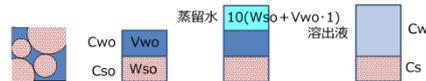
物質名	目標濃度	目標濃度	物質名	地下水基準	地下水基準		
DCE	0.088	Pb	0.03	DCE	0.04	Pb	0.01
VC	0.004	PCB	0.003	VC	0.002	PCB	0.0005>



#### ・ 土壌溶出濃度と地下水濃度

##### ■ 土壌溶出濃度

- 計算ツールでは**目標地下水濃度と同値**になっている。
- 土壌（重量：g）の10倍量（容量：ml）の水で対象物質を溶出した溶出液の濃度



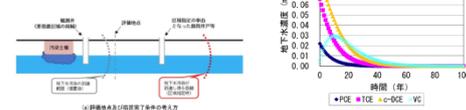
##### ■ 物質収支

- 対象物質量  $C_{wo} \cdot V_{wo} + C_s \cdot W_{so} + 10(W_{so} + V_{wo} - 1) \cdot x_0 = C_w(V_{wo} + 10(W_{so} + V_{wo})) + C_s \cdot W_{so}$
- 分配（吸着）  $C_s = K_d \cdot C_w = K_{oc} \cdot f_{oc} \cdot C_w$   
 $\rightarrow C_w / C_{wo} = (V_{wo} + K_d \cdot W_{so}) / (11V_{wo} + 10W_{so} + K_d \cdot W_{so})$
- $V_{wo} = V \cdot n$ ,  $W_{so} = V \cdot \rho_d$  で再整理  
 $\rightarrow C_w / C_{wo} = (n + K_d \cdot \rho_d) / (11n + \rho_d(10 + K_d))$   
 $K_d, \rho_d, n$  は計算ツールと同値を使用

#### ・ 分解生成物

- 計算ツールでは、**分解に伴う濃度減少は考慮して**いる。
- PCE等 半減期7.9年
- しかし、親物質の分解に伴う娘物質の濃度上昇は考慮していない。  
**親物質の半減期は汚染サイトごと異なり一律に与えることができない**（図3-1参照）、本計算ツールを用いて**娘物質の目標地下水濃度を設定することはできないため**、娘物質の地下水濃度は**地下水基準**を用いて評価することとなる。
- 移行・拡散を考慮しない場合の試算
  - 100年後には問題ないレベルまで分解
  - 10年後まではVCの濃度上昇が認められる可能性がある。

法・指針に基づいた評価のみでは、**運用上のリスク**を評価しきれない場合がある。



・措置完了条件計算ツール

- 土地の所有者等が**本計算ツールとは別の三次元シミュレーション**を行い、地下水汚染到達範囲や目標土壌溶出量及び目標地下水濃度を求めた場合、以下の条件を満たしているとして**都道府県及び政令市が妥当性を確認すれば**その値を使用することも可能とする。
  - ・三次元シミュレーションモデルであること。
  - ・詳細な調査により、サイトの地盤構造が詳細にモデル化されていること。
  - ・計算ツールと比べてより精度の高いモデルであること。
- 【評価内容】到達距離計算ツールで計算される地下水汚染が到達し得る距離は、土壌溶出量基準不適合により区域指定された範囲を起点とした**100年後の地下水汚染到達範囲**を評価するものである。措置完了条件計算ツールで算出される目標土壌溶出量及び目標地下水濃度は、**評価地点において100年間地下水汚染が到達しないための区域指定された範囲における土壌溶出量**（ただし、第二土壌溶出量を上限とする。）及び**地下水濃度**を評価するものである。
- 【計算条件】到達距離計算ツール及び措置完了条件計算ツールとも、Domenicoの解析式を用いており、安全側として帯水層の深度方向を考慮しない**平面二次元解析解**（帯水層すべてが汚染されているとし、深度方向の分散を考慮しない。）とし、**液中の有害物質のみが分解**するものとしている。汚染源地下水濃度は固定値とした。（以下略）

以上

文責 竹居信幸

2019年度第1回セミナー

特別講演レジュメ

日時 6月22日(土)

場所 じばさん三重（四日市市）

【講演題目】

風力発電の現状と今後の技術

【講師】

三重大学大学院工学研究科

機械工学専攻 教授 前田 太佳夫氏



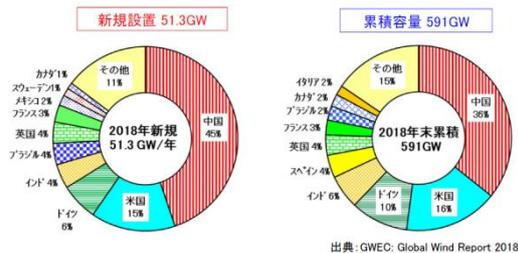
講演中の前田先生

1. 国内外の風力発電導入量

1.1 世界導入実績

2018年末の新規設置は51,316MW（約2万基）で累積容量は591,316MW（約40万基）である。累積容量は日本国内の電力設備の合計300GWの約2倍で、世界の電源設備全体の9%である。

国別導入実績は新規設備、累積容量ともに中国が断トツ1位である。



## 1.2 国内導入実績と現状

2018 年末の新規設置は 261MW(100 基)で、世界シェアは 0.5%、世界ランキングは 23 位以下である。累積容量は 3,653MW(2,310 基)で、世界シェア 0.6%で、世界ランキングは 20 位以下である。

日本風力発電協会のロードマップでは、2050 年度の電力需要に対して、風力発電により 20%以上を供給するというビジョンが示されている。

2014 年から環境影響評価を完了する事業者が急増(2018 年 12 月時点で設備認定案件公表値: 7.09GW)し、数年のうちに現在の累積容量の 2 倍に増え、さらに導入量の増加が見込まれる

## 1.3 小型風車について

小型風車を JIS 規格では寸法で規定している(翼の受風面積が 200 m<sup>2</sup>未満)が、日本の電気事業法では出力 20kW と規定されている。

国により定義の違いがある。国際標準による定義では、ロータ掃過面積 200 m<sup>2</sup>未満の風車(出力 50kW 相当まで)となっている。

土地利用・産業育成などにより各国独自に小形風車を定義する場合もある。

定義の上限は 15kW~100kW と様々である。

北米・欧州では小形風車の定義が 100kW(直径 20m 級)へ向かっている。英国と米国ではすでに小形風車は 100kW となっている。

「系統連系のために大型化する市場」と「独立電源が支配的な市場」との間で、「小形」の定義に食い違いがあり、小形風車の健全な発展に向けて合意形成が必要である。

小型風車には水平軸風車と垂直軸風車があり、支配的な荷重が異なる。



垂直軸形



水平軸形

水平軸風車は回転による遠心力があり、ブレードが半径方向に引っ張られ、引っ張り荷重が支配的となる。ロータ面に風が均一に流入するので一様風中ではトルク一定となる。

垂直軸風車は回転による遠心力があり、ブレードが外向きに引っ張られるのでブレード支持アームを支点として曲げられる曲げ荷重が支配的である。上流側ブレードにより発生した後流中(速度不均一、乱流強度大)を下流ブレードが通過するので、一様風中에서도トルク変動が大きく、支持材の疲労荷重が厳しい。

小型風車は手軽に製作できそうであるが技術的には難しい。

固定ピッチのため低風速起動が難しい。対策としてはブレードの軽量化、コギングレス発動機の導入等がある。

ブレードが軽量であるため慣性力が小さく、電力安定性が得にくい。電力貯蔵技術の利用はコストアップの要因となる。

小型風車といえどもタワーや基礎は極値荷重に耐えられるように頑丈に作らなくてはならないため、本体価格は安くても kW 当たりの設置コストが高くなりがちとなる。

## 1.4 国内での普及に向けての課題

固定価格買取制度(FIT)で、グリッドパリティ(既存電力並みの電力価格)に向けて買取価格の低減が必要である。

規制緩和と見直しとして次の課題がある。

- ・EIA(環境影響評価)の手続期間の半減。

- ・定期安全管理検査制度の実施（単機容量500kW以上）。
- ・工事計画審査の見直し（風条件や風車運転条件に対する設計の妥当性審査の要求、型式認証を有する風車に対しての審査簡略化）。
  - 系統制約としては次の課題がある。
- ・系統側の要求による出力制限。
- ・蓄電池設置等の技術要件。
- ・事業者による系統増強費用の一部負担。
- ・既存系統を最大限活用する新系統ルール創設の検討（コネクト&マネージ）。
- ・過積載の検討。

洋上風力発電の課題としては下記がある。

- ・FIT 36 円/kWh の新設による事業予見性の改善。

- ・建設専用船や保守船の建造・確保。

国際標準化には日本の環境を考慮した設計基準・評価手法の提案をする必要がある。台風、乱流、落雷、波浪条件、浮体荷重計算要件、支持構造物への国内基準（土木学会指針）の反映、数値解析に基づく風速測定法の国内指針（建築学会ガイドブック）の反映等である。

今後の導入目標としては風力関連産業にとって魅力ある導入目標として次のような設定が必要である。

- ・経済的に自立した電源
- ・系統と協調した風力発電
- ・安全性・信頼性の向上、人材育成、資金調達

## 1.5 世界の風力発電市場の変化

上位諸国3グループとして、大国（中国、米国、インド）、西欧（ドイツ、英国、フランス他）、新興市場（中南米のブ

ラジルとメキシコ、カナダ、東欧とトルコ、豪州、南アフリカ等）が上げられる。

ここ数年の傾向では、西欧市場の陸上風車の落込みを新興市場がカバーしていたが、2016年頃から新興市場も減速した。西欧と中国の洋上風力が穴埋めをしている。電力需要の小さい新興国は系統貫入率が上がり数年で飽和している。

次の市場としては風力発電を吸収できるだけの電力需要のある大国として日本とロシアが上げられる。

陸上の高風速サイトは風車設置が飽和しているため、低風速地域への設置が進められている。

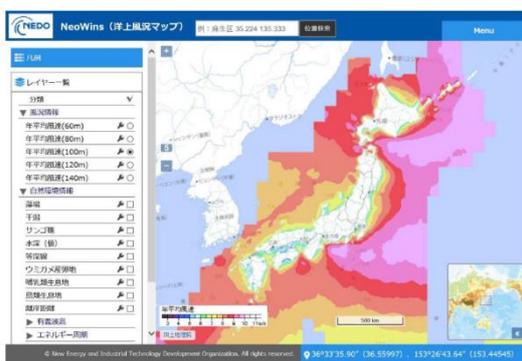
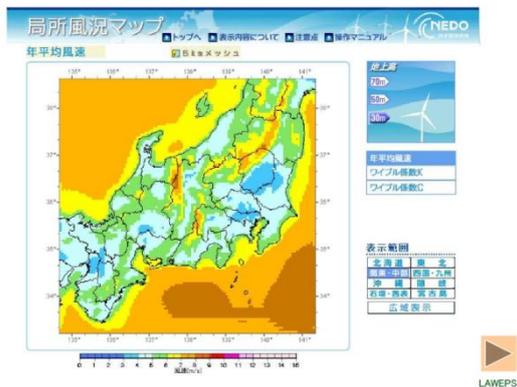
風力発電の事業規模を大きくして採算性を良くするため、洋上での大規模ウインドファームの設置が進められている。

寒冷地では、低気温の環境で稼働される寒冷地風車は、世界の全風車の約30%を占める。また、2020年における寒冷地風車の市場規模は、洋上風車30.8GWに対し185.5GWと著しい導入が予測されている。

## 2. 風況解析とウインドファーム制御

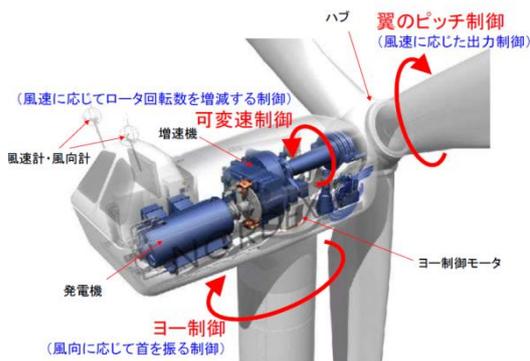
### 2.1 風況マップ

陸上風の地図や海上風の地図を新エネルギー・産業技術総合開発機構<sup>1)</sup>（NEDO）のホームページにある解析ソフトで作成できる。



## 2.2 風車の運転制御

風車の運転制御には風速に応じてロータ回転数を増減する可変速制御と、風速に応じた出力を制御する翼のピッチ制御と、風向に応じて首を振るヨー制御がある。

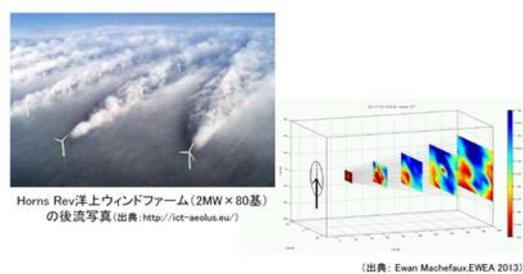
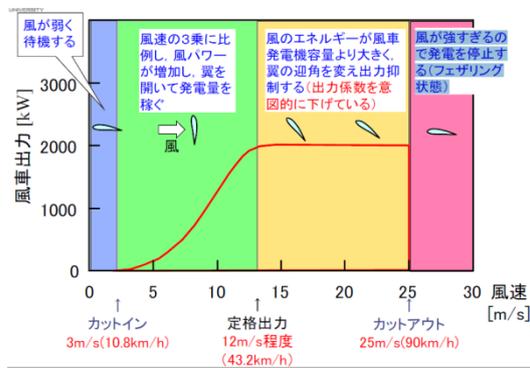


風速の3乗に比例して風パワーが増加させるため、風速 12m/s 程度までは翼を開いて発電量を稼ぐ。

風速 12~25m/s では、風のエネルギーが風車発電機容量より大きく、翼の迎角を変え出力抑制する（出力係数を意図的に下げ

ている）。

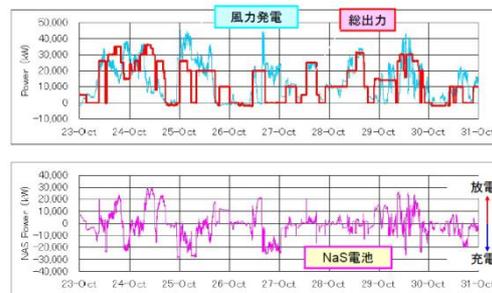
風速 25m/s 以上では、風が強すぎるので発電を停止する（フェザリング状態）。



ウインドファームが大規模化すると後流の影響評価が必要となる。前の風力発電機で風のエネルギーを消耗するため後の発電機では後流の風速分布モデル化や後流の蛇行の解明が必要となる。

## 2.3 蓄電池による平準化

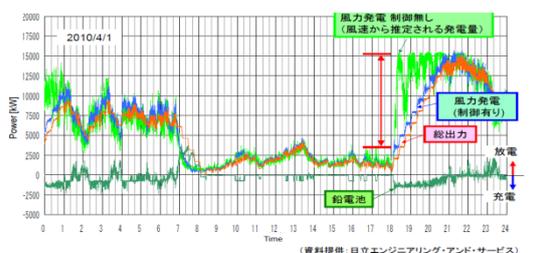
蓄電池による平準化実験結果（二叉風力）の実験結果を下図に示す。風車はパワーカーブにしたがった標準制御しており、NaS 電池により全変動成分を吸収している。



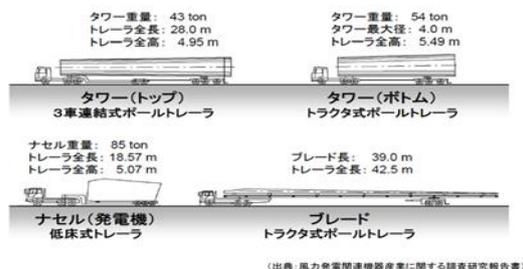
(資料提供: 日本風力開発)

鉛蓄電池による平準化実験結果（市浦風

力) を下図に示す。風力発電は計画電力に合わせて出力制御（パワーカーブに従わない）し、鉛蓄電池は風力の制御でも吸収しきれない成分を吸収（蓄電池容量を最小化してコスト低減）している。



### 3. 風車の輸送と建設



風車はタワーを2分割し、ナセル（発電機）、ブレードをそれぞれトレーラで運搬する。

組み立てはブレード1本付け工法（狭い土地向け）とウインドリフト工法（大型クレー不要）がある。



ブレード1本付け工法  
(狭い土地向け)



ウインドリフト工法  
(大型クレーン不要)

高高度タワーの技術開発として、鋼材をらせん状に溶接するらせん状タワーがある。タワー製造の3倍高速化でき、90%工数削減を達成している（Keystone Tower

Systems社）。

他方、高高度タワーとしてコンクリートタワーがある。

風車大型化による鋼製タワーの課題として次の2点がある。

- ・ 曲げ変形の局部座屈や疲労荷重による溶接部の破壊
- ・ 風車大型化によるタワーコスト増

それを解決するために、プレキャストコンクリート製風力発電タワーの開発が行われている。円筒形プレキャスト部材（セグメント）を積み重ねてタワーを構築し、現場作業期間を大幅に短縮（高さ70mクラスのタワーを1週間程度で架設）でき、さらなるタワーの大型化に対しては断面を円周方向にも分割（高さ100mクラスのタワーへの対応）をすることになる。

### 4. 日本型風力発電

風車が落雷で壊れないようにするため、耐雷性のブレードの開発が行われている。

平成30年8月24日未明に台風20号によりタワーが倒壊したこともあり、安全・信頼性向上のためのルール整備が必要である。

国内でのルールの整備状況は次のようになる。

2007年6月改正建築基準法の改正で、高さ60mを超える風車への大臣認定義務付けされた。

2007年11月土木学会「風力発電設備支持物構造設計指針・同解説」では、日本の設置環境に対応した風車支持物（タワーや基礎など）の設計指針が確立された。

2008年3月新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）「日本型風力発電ガ

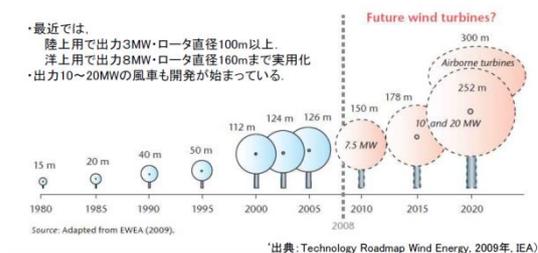
イドライン（台風・乱流対策編）、（落雷対策編）」では、日本の気象条件に対応した風車本体の設計指針の明確化、極値風況マップ、落雷マップの提供、落雷リスクの高い地域では落雷保護装置を世界標準の300Cよりも強い600Cの電荷に耐えられることを推奨している。

2017年4月「風力発電設備に係る定期安全管理検査制度」では、風力発電設備の設置者が一定出力以上の風力発電設備に対して定期的に検査を実施し、国の登録を受けた審査機関が検査、品質を確認することになっている。

### 5. 風車の大型化と最近の技術

風車の大型化の利点として次の点が上げられる。

大形風車は小形に比べて低速回転のためビジュアルインパクトを軽減できる。上空の強い風を利用できるので大形風車の設置が効率的である。洋上風車は基礎設置コストが大であるが小形を多数より大形を少数が有利である。



世界最大の風車は羽根の直径が164m、高さが222mもある。羽根が回転するとサッカー場がスッポリ入ってしまう広さである。



大型化するほどエネルギー量に対するコストが大きくなり、エネルギーコストの3/2乗則がある。

さらなる大型化に対する1つの選択肢として2枚翼風車である。

メリットとしては下記の点がある。

- ・3枚⇒2枚に伴うブレード質量の軽減  
ナセル質量の軽減（ただし、1枚あたりの質量は増加傾向）。
- ・高速回転化に伴う伝達トルクの減少  
ドライブトレインのコンパクト化が可能、極値風時における風荷重（スラスト）の大幅な軽減、極値風時の風車の転倒モーメントの大幅な低減、タワー・基礎を含めて軽量化が可能。
- ・ロジスティクス・ヘリコプターアクセスの容易性

2枚翼になることにより、建設・輸送が容易になる。ヘリコプターアクセスが容易になる。

デメリットとしては下記に点がある。

- ・高速回転化に伴うノイズ増大  
（ただし、洋上風力では非顕在化する傾向）

・疲労荷重は増大傾向

トルク変動増大し、ドライブトレインの繰返し荷重は厳しい傾向がある。

長大ブレードの開発が進められているが、たわみの問題がある。ブレードはガラ

ス繊維と樹脂からなる複合材料で製作するが、自重によるたわみと空力荷重によるたわみがある。



自重によるたわみ  
(MHI 7MW)



空力荷重によるたわみ  
(Vestas 8MW)

## 6. 洋上風力発電

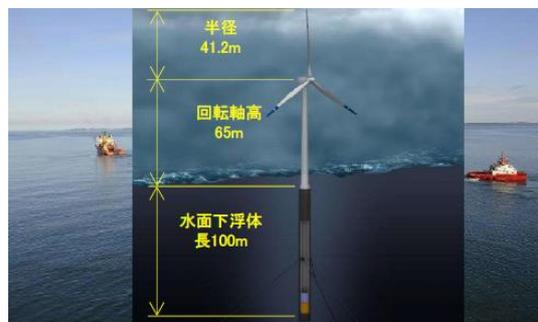
世界の陸上・洋上風車導入実績（2018 年末）として累積容量は、洋上風車は全体の 4%である。単年度設置は、洋上風車は全体の 9%である。

海の中にコンクリートなどの基礎を作って、その上に風車を立てる「着底式洋上風車」と、海に浮いている風車である、もっとも新しい形の「浮体式洋上風車」がある。

洋上風力発電は陸上よりも風速く、ウィンドシア（場所による風速の変化）が小さく、風の乱れが低い、広い面積が利用可能である。



着底式洋上風車



浮体式洋上風車

また、環境負荷が低く、騒音問題から解放され高速回転化可能であり、大型化が可能（建設費が高いため、大型が有利）である。

しかしながら、現在は陸上よりも割高であり、建設費（強固な基礎の費用、洋上建設船の使用費）、送電コスト（海底ケーブル費用）、保守費用（アクセス性、塩害）、風力+波力による変動荷重の影響、落雷頻度が高いという問題がある。

しかしながら海岸線が 34,000km もつ日本にも可能性がある。

## 7. まとめ

今後可能性ある風力発電として空中風車がある。陸上風車の設置コストのうち、タワー費（6%）と輸送・建設費（23%）を削減できるため、今後ハブ高が高くなると有利になる可能性がある。

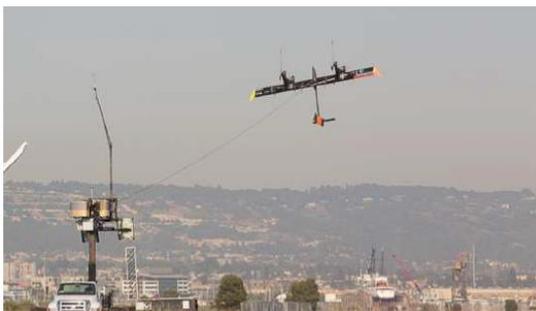


- ユーザーが選びやすい身近な風車を
- ・ 電力安定化と他のエネルギー源との協調蓄電池併設技術，スマートグリッドによって風力発電を使い易く
  - ・ さらなる新技術
    - 2枚翼風車，超伝導発電機，空中風車

引用文献

3. <http://app8.infoc.nedo.go.jp/nedo/top/top.html>

以上  
筆蹟 春田要一



グライダー型空中風車も考えられている。上空の高速風の利用、タワーと基礎工事の費用削減、等が利点である。しかしながら、安全性、地上への送電等でまだ課題が残る。

今後の風力発電技術のキーワードを整理すると次のようになる。

□ 大形化

どこまで大形化するのか、超大形風車へ（直径 250m級？）

- ・ 洋上風車
  - 浮体式風車によって新しい技術ステージへ
- ・ 小形風車

## 会員近況報告

村主英明 技術士（建設）

平成 30 月 3 月に技術士試験に合格し、登録を行いました。平成 31 年 1 月に故郷・三重県津市に転居



したことを機に技術士会に入会しました。建設部門の「都市及び地方計画」分野です。

大学で建築を専攻し、当時の建設省に建築職の公務員として入省し、建築・住宅・まちづくり・防災等の分野で約 28 年間、仕事をしてきました。従事する仕事は、法令の制定・改正、行政計画の策定、補助事業の執行・指導といった内容が多く、現場で技術を掘り下げ、磨く経験が少なかったため、技術屋らしくない技術屋だと言えます。

若い頃に「一級建築士」だけは取っていましたが、3 年ほど前に突如、資格取得に目覚めました。まず思いついたのが「技術士」でしたが、技術士の試験は大変難しいという印象があったので、いきなり挑戦することは避け、代わりに宅地建物取引士を受けたところ、首尾良く合格しました。その後、「フィナンシャルプランナー（3 級、2 級）」、「福祉住環境コーディネーター（2 級）」に合格。そろそろ時期も熟したか、と覚悟を決めて「技術士」に挑戦し、幸い、一発で合格しました。この試験は一次、二次、面接と数年がかりの長丁場なので疲れますね。

このように書くと連戦連勝、順風満帆のように見えますが、実はこの間に挑戦したマンション管理士、中小企業診断士の試験では玉砕していますし、恥ずかしいことに簿記 4 級には 2 回連続して不合格してしまいました（私には技術士より難しい資格に思えてな

りません）。なお、技術士に合格したあとに、「福祉住環境コーディネーター 1 級」にも二度目の挑戦で合格することができました。ここまで来ると、もう資格マニアですね。妻からは「何をしたいの？」と呆られています。多方面の資格を取得することは、専門性を深めるという点では中途半端になりかねませんが、幅広い分野の基礎知識が身につく、自分の世界が広がるので、私としては肯定的にとらえています。

さて、本職の方ですが、前述のとおり国土交通省勤務の公務員（いわゆる技術官僚）でした。8 年前、その経験を生かしてふるさとのために尽くしたいと決意し、三重県津市の市長選に挑戦したのですが、残念ながら落選してしまいました。その後の雌伏の時期は建築・住宅行政に関連する仕事に就いておりましたが、本年 4 月に今度は（同じ津市の）市議会の補欠選挙に挑戦して何とか当選、晴れて市議会議員になりました。技術士や一級建築士を持つ地方議員というのは異色の存在かと思いますが、専門の知識と経験を生かして独自の活動を展開していくつもりです（ただし、専門性を深めることは無理かもしれませんが）。また、政治の立場から技術士制度の発展や改善に寄与していければ、と思っています。

また、知人が経営するコンサルタント会社を手伝う形で自治体の計画策定に関する受託業務に携わっており、技術士有資格者らしいことも少しはしていきつもりです。

今回、人のつながりを広げる意図もあり、技術士会に入会し、三重県支部に所属させていただきました。

そういうことで、異色の地方議員、異色の技術士として、独自の視点や経験を生かして、

楽しく活動していきたいと思えます。  
どうぞよろしくお願いいたします。

以上

### 森田由一 修習技術者（環境）



平成 31 年 1 月から技術士会に準会員として入会させていただきました森田由一（もりたゆういち）と申します。どうぞ

よろしくお願いいたします。

私は、農業高校を卒業後、名張市の土木技術職員として 11 年間勤務したのち、平成 16 年度からは、農薬不使用かつ無施肥による水稻栽培や、樹木医業務を主体に、自営業を営んできました。

名張市職員時代は、道路行政部門の道路維持修繕に関する設計積算業務に始まり、次いで都市計画部門の公園緑地行政全般、最後は公共下水道事業の管路新設に係る設計積算業務と、種類は多くありませんが、貴重な経験をさせていただきました。

その、公僕として日々の業務に取り組んで 10 年目を迎えたころ、突き詰めて言えば、「私の替わりはいくらでもいる」という考えに至り、この場は私よりも適任な誰かに任せるとして、私は私にしかできない持ち場でできることをやろうと思い、長男が生まれたのを機に退職しました。

それ以降は、水稻栽培や樹木医業務のほか、自身や地域を取り巻く様々な社会問題に必然的に対処していくうち、その体験で得た知識や技術を、その都度「資格」という成果にも変えながら、更なる問題解決に向け取り組んできました。

技術士第一次試験についても、まさにその知識のみならず、率直に言えばその肩書きも必要な領域にさしかかってきたと思い、受験したものです。

これまでの取組では、中でも、水稻栽培は、単に自家の農地の保全や米作りが目的ではなく、むしろ、米価下落や後継者不足、米飯食離れ、そしてそれらによる耕作放棄などの悪循環の問題を根本的に解決する方策の探求、開発を主目的に取り組んできました。周りの人からは現在も白い目で見られ続け、多少迫害も受けていますが、取組から数年目には、概ねその技術や理論も完成し、何度も実証栽培が成功しています。しかし、自身や地域を取り巻く様々な問題への水際の対応などに注力せざるを得ず、残念ながら未だ新技術の継続的な運用には至っておらず、ほぼ中断せざるを得ない状態が十年近く続いています。

そして昨今は、私も取り組んできた農業に山積する問題に対して、AI 技術による農業の無人化などがいよいよ現実のものとなってきてようですが、農業の無人化を実現しようとすると、あらゆる圃場条件や規格など、さらに平準化・規格化を進めなければ、なかなか難しいだろうと感じます。特に、我が国の基幹作物である水稻に関していえば、耕地整理された圃場での耕起作業なら比較的無人化が容易かもしれませんが、田植え作業や山間地圃場となると、苗や圃場のあらゆる条件や、不測の事態など、実際の百姓としての視点からも、非常に難しいだろうと感じています。また、そもそも、省力化による食料生産という目的だけが掲げられ、図らずもこれに附随していた側面的要素がさらになおざりにされようとしていることに危機感を感

じます。

それらの動向も注視しながら、これまでの取組を永続的な形として実らせるとともに、引き続き山積する問題を解決するべく、自己研鑽に励みたいと思っています。

以上

### 山口昇吾 技術士（機械）

#### ～日本技術士会第 61 回定時総会 及び 会長賞受賞記念に参加して～



令和元年 6 月 13 日に、日本技術士会第 61 回定時総会が東京大手町サンケイプラザにて開催され、引き続きフェロー認証、会長表彰授与などのセレモ

ニーが行われました。三重県支部からは元幹事の有我 明氏、広報委員の西方伸広氏と下名が、会長表彰の栄誉を賜りました。入会歴 10 年以上で地域本部、部会もしくは委員会活動を通じて技術士会の発展に貢献のあった正会員が推薦されるとの事で、中部本部から 10 名弱の受賞でした。表彰式の後、中部本部からの受賞者が集まり記念撮影しました（中部本部会報に掲載との事）。

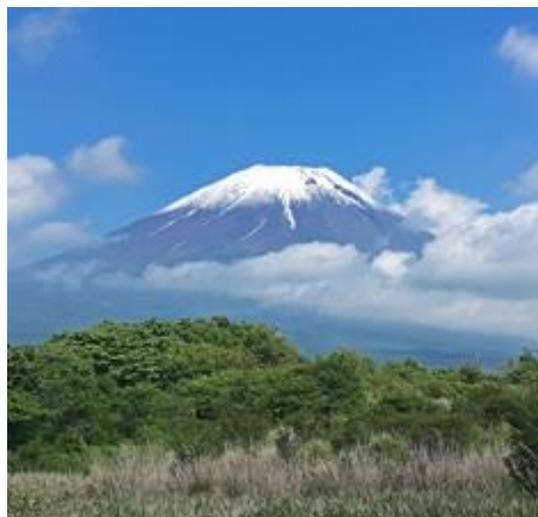


願みますと、技術士登録が昭和 60 (1985)

年で、丁度 35 年になります。典型的な企業内技術士で、その間建設業法の監理技術者兼任で、産業機械分野に携わってきました。ラインオフして支社の専任技術者となった平成 16 年に日本技術士会に入会、ほぼ同時に三重県支部の仲間入りをさせて戴きました。この度、栄誉ある会長表彰に推薦して戴き大変恐縮であり、これまでに担当した三重県支部の催しなど、会員の皆さまの多大な御協力を戴いた事に感謝申し上げます。



本年度は、日本技術士会会長の交代があり、懇親会は、選挙の直前である事もあり国会議員（含む、秘書の代理）の参加も多く大盛況でした。



さてこの富士山の写真は、静岡県の富士宮市に住む私の親友が、6月13日の当日撮影して送って戴いたものです。夏至の10日前でこの季節の富士山の冠雪は非常に珍しく、見た事が無いそうです。地球温暖化が進み、大気中の水蒸気増加／上空と局所寒暖差増大が原因でしょうか？最近の15年間は、中部地方の主要産業である輸送機器メーカー各社との仕事が多くEV化、自動運転化、そして軽量化に関連する工場のプラント設備関連技術の提案などに携わってきました。とりわけ省エネ、工場で消費エネルギーの有効利用と、損失低減が急務です。

化石燃料の枯渇、燃焼で大気中のCO<sub>2</sub>濃度上昇、フロン大気放散によるオゾン層破壊・・・地球環境破壊と温暖化が進んで身近な所で色々な事が発生しており、前述のあの美しい富士山もその一例かと思うと、我々技術者に課せられている使命の重さ改めて強く感じています。

1958年以来続いている技術士の資格ですが、更に社会的な信頼・信用を向上させ国内・国際社会において活用される資格とする為に、資格制度の見直し検討が進められています。大切な事は、技術士としての使命を全うする為に「技術士倫理」遵守は勿論の事、社会のニーズを正面から受け止めて、どうかすると専門バカになりがちを打破して現状に甘んずる事無く、日々幅広い研鑽が大事と思っています。

その為に三重支部で行っている「例会のセミナー」、「みえテクノロジーカフェ」、「見学会」は、大変意義あるものであり、継続と更なる充実が肝要だと思っています。

まだ、半現役で時間の調整に苦慮しており色々な催しへの参加率が良く無くて申し訳ありませんが、引続き宜しくお願い致します。

以上

#### 西方伸広 技術士（機械）



日頃県支部の皆様には、会計、広報委員としてお世話になっております。この度、日本技術士会の会長表彰を受けさせていただきました。これもひとえに、ご指導いただきました県支部の諸先輩、ご協力を賜りました会員の皆様、そして

家族の理解あつてのことと感謝いたします。表彰は、6月13日に東京大手町のサンケイプラザで行われた第61回定時総会終了後に行われ、全国の表彰者約100名の方々と共に頂戴しました。表彰式の後の懇親会にも参加させていただき、普段はお会いすることのない方々のお話をお聞きし、また、美味しい料理とお酒もいただきました。

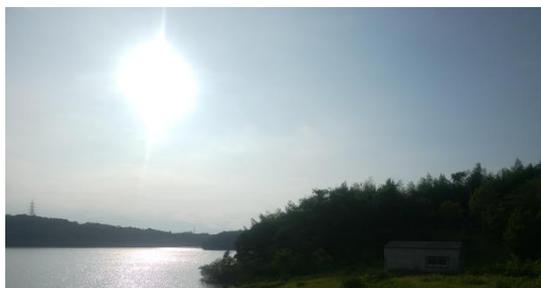


懇親会で岐阜県支部の高木氏(左)と

2007年に技術士登録し、会社の先輩が三重県技術士会に所属していたことから私も入会させていただきました。あれから12年、途中、転勤で三重を離れておりましたが、

2012年から復帰し今日に至っております。現在は三重県支部の幹事の他、中部本部の広報委員と修習技術者支援委員を務めております。これらの委員会等で休日の自由時間が減少するのですが、技術士会では会社での業務では得られない多様な技術者、研究者の方々と面識を得られ、様々なお考えに触れることができるのが大きな魅力と思っています。ただ「それをやるといくら儲かるのか？」と問われると巧く答えられないのも事実です。技術士会の良さを若い技術者たちにも伝えていくと同時に、やはり実益（儲かる＝社会の役に立つ）のある活動につなげたいと考えております。

ところで、先ほど述べた休日の自由な時間ですが、私は体重の調節とストレスの発散のために週末ジョギングを続けています。四日市の伊坂町にある伊坂ダムに出向いて、1週3.6kmの周回道路を1～2周、時間がある時は3周ゆっくと走って1週間溜まった色々なことを汗と一緒に流しております。今の季節ですと、訪れるたびに緑が濃くなっていき、鳥のさえずりや水鳥が湖面を叩きながら滑る姿に、心身ともにリフレッシュされます。



雨上がりの伊坂ダム

何かとストレスの多い日常ですが、皆様もそれぞれにはけ口がお持ちかと思えます。皆様とともに、三重県および中部地方の技術士

の活躍の場が広がっていくよう、今後も微力ながら頑張りたいと思っていますので、引き続きよろしく願いいたします。

以上

## 今後の行事予定など

### ★見学会★

2019年度 第1回

日程: 9月6日(金)

見学場所: ①井村屋本社工場  
②三重県工業研究所

### ★セミナー★

2019年度 第3回

日程: 10月12(土)

場所: じばさん三重(四日市市)  
研修室5

### ★みえテクノロジーカフェ★

第40回

日程: 7月28日(日) 10:00-12:00

題目: ~夏休み親子理科実験教室~  
「永久コマ」をつくろう!

ゲスト: 谷口芳和 技術士(電気電子)

第41回

日程: 9月29日(日) 10:00-12:00

場所: 第40回、第41回共に  
四日市一番街「MG YOKKAICHI」  
諏訪栄町 4-10  
受付 アピカビル 3F

### ★中部本部主催行事★

☆中部本部年次大会☆

日程: 7月20日 13:30~16:45

場所: 名鉄ニューグランドホテル

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@chisui.co.jp

広報委員

西方伸広 技術士(機械)

井上正喜 技術士(機械、総合技術管理)