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

２０１９年
第３号

技術士
“ちゅうぶ”

～人類の叡智と技を
全ての人と未来のために～

特集　部会の講演・会員からの投稿

２０１９年　３月

技術士“ちゅうぶ”～人類の叡智と技を全ての人と未来のために～

＜特集：部会の講演・会員からの投稿＞

ー第３号目次ー

【巻頭言】 稲垣隆司 ・・・・・・・・ 1

【部会/支部の講演】

建設部会の紹介 平澤征夫 ・・・・・・・・ 2

電気電子情報工学部会の紹介 水野公元 ・・・・・・・・ 3

化学部会講演「超撥水について」 大西啓仁 ・・・・・・・・ 4

化学部会講演「高まる環境規制に対応する技術開発」 西脇寛実 ・・・・・・・・ 5

独立技術士交流委員会の講演 内藤克己 ・・・・・・・・ 7

「日本の資格制度と建設のしくみ」

岐阜県支部の講演 田島暎久 ・・・・・・・ 10

「経済学を使って考える日本と地域のこれから」

【会員投稿】

技術士と希少性 久野英樹 ・・・・・・・ 12

建設 ICT 技術を使ったボランティア活動の報告 山口晃 ・・・・・・・・ 14

韓国企業の技術指導体験記 江口正臣 ・・・・・・・ 17

全固体電池~電気自動車の救世主になり得るか？ 春田要一 ・・・・・・・ 19

【その他】

第 52 回中部本部長杯 ゴルフ大会の報告 石川君雄 ・・・・・・・ 24

第 45 回技術士全国大会（福島）の報告 岡井政彦 ・・・・・・・ 25

ビジネスフェアー２０１８ 販売促進相談会奮戦記 平田賢太郎 ・・・・・ 27

【委員会・支部】

PL 実践研究小委員会の紹介 前田持 ・・・・・・・・ 28

企画委員会の紹介 竹居信幸 ・・・・・・・ 29

経営工学部会の紹介 長谷川欽一 ・・・・・・ 29

社会貢献委員会（防災支援小委員会）の活動報告 平澤征夫 ・・・・・・ 30

静岡県支部の活動 長嶋滋孔 ・・・・・・・ 31

岐阜県支部の見学会 高木智 ・・・・・・・・ 32

三重県支部の活動 竹居信幸 ・・・・・・・ 33

青年技術士交流委員会 嘉田善仁 ・・・・・・・ 34

【中部本部】

事務局散歩道 平田賢太郎 ・・・・・ 38

協賛企業紹介 ・・・・・・・・

【巻頭言】

技術士“ちゅうぶ”広報誌発行にあたって

日本技術士会中部本部 顧問　稲垣 隆司

技術士“ちゅうぶ”に寄稿する機会をいただき、誠にありがとうございました。

私が環境分野の技術者の道に進むこととなったきっかけは、私の学生時代である昭和 40 年代は全国各地で大気汚染や水質汚濁等の公害問題が多発化し、その影響により地域住民の方々の健康に重大な悪影響が生じ大きな社会問題となっていた時代でありました。私も実際に名古屋南部臨海工業地帯や四日市臨海工業地帯の現場での大気汚染や海の汚れの状況、また足尾銅山で目にした見渡す限りの山々に全く緑がない光景を目の当たりにし、薬学や衛生学の専門性を活かし、これら問題の解決に役立ちたいという気持ちがふつふつと湧いてきたのを今でも昨日のように覚えております。

このため、薬学部でありながら薬の開発や調剤とは全く異なる環境衛生学の道に進み、学部時代の卒論研究は、「酵素を用いた消化槽式し尿処理の期間短縮化と処理施設の小型化」を、またその後、進んだ国立公衆衛生院（現・国立保健医療科学院）では衛生工学研究室で「多摩川自身の有する水質自浄作用を考慮した効率的な下水道処理施設の整備計画」を研究し、技術者としての一歩を踏み出しました。

その後愛知県庁に就職した以降は、①愛知県公害防止条例等に基づく各種規制基準の策定や、②藤前干潟の保全、自然の叡智をテーマとした愛知万博、大型発電施設の建設等の開発事業計画に対する環境アセスメントの審査・指導、更には③愛知県自動車環境戦略や愛知県地球温暖化防止戦略、愛知県環境基本計画等各種行政計画の策定等を担当しました。

その中で得られた結論は「確かな技術力に裏付けされた規制や行政計画でなければ企業や県民の方々の理解を得ることができない。」というものでありました。まさに技術力が問われる仕事であります。

さて、今、我々を取り巻く社会環境は、複雑・多様化してきております。具体的には、経済のグローバル化の進展による国際的競争力の激化、少子高齢化、地球温暖化等の環境問題、地域間の格差等多くの課題が山積しておりますが、一方で、IoT、ロボット、人工知能（AI）、ビッグデータといった社会のあり方に影響を及ぼす新たな技術が急速に進展しております。こうした中、国においてはこれら先端技術をあらゆる産業や社会生活に取り入れ、経済発展と社会的課題の解決を両立していく新たな社会であるソサエティー５．０の実現を「第５期科学技術基本計画」に位置付け、各種取組を進めております。

こうしたソサエティー5.0 の社会を実現し、令和の時代をリードするのはまさに中部技術士会が目指す「人類の英知と技を全ての人と未来のために」の技術力であります。

しかし、それぞれの技術分野が個々に活動してもその実現は困難であります。それぞれの技術分野がお互いに連携してこそ実現できるものと確信しております。そのためには中部技術士会が中心となってそれぞれの技術分野を取りまとめ、社会をリードしていただくことを大いに期待しております。

＜建設部会の紹介＞

部会長　平澤征夫　　技術士（建設）

〇活動目的：建設部会（建設、森林、農業土木の各部門）
所属会員相互の技術研鑽と親睦を図ること。安全・安心な社会建設のため。
〇活動理念：技術士の諸活動は、自らの生きがいのため、自ら行動することである。
〇活動内容：建設部会主催で「防災と維持管理」に関する講演会を開催した。
平成 27－30 年度の建設部会活動　最近４年間の「秋季特別講演会」の内容を下表に示す。

開催日	テ　ー　マ	講　　師	開催場所	参 加 者数
平成 27 年 11 月 18 日	構造物の瑕疵の法的責任と維持管理	江副　哲　　氏 六郷　恵哲　氏	名城大サテライト）	110 名
平成 28 年 10 月 19 日	南海トラフ巨大地震に対する建設技術者の防災・減災技術	可児　裕　　氏 川崎　浩司　氏	「ういんく愛知」902	104 名
平成 29 年 10 月 18 日	公共建設の現状と方向そして水防災解析の最前線	河野　修平　氏 武田　誠　　氏	マザックプラザ会議室	64 名
平成 30 年 10 月 20 日（土）	土木分野の防災と維持管理に関する特別講演会 テーマ1.「安全な河川堤防とは？－土からなる遮水構造物の現状と課題 －」 テーマ2.「市町村における橋梁モニタリングの現状と将来展望」	杉井　俊夫　氏 （中部大学都市建設工学科　教授） 國枝　稔　　氏 （岐阜大学社会基盤工学科　教授）	中部大学鶴舞キャンパス６階大講堂	51 名

建設部門：平成 30 年度の建設部会は、主として「維持管理」に関する講演会を開催した。
講演テーマ：「市町村における橋梁モニタリングの現状と将来展望」
講師：國枝 稔　氏（岐阜大学工学部　社会基盤工学科　教授）

講演内容：笹子トンネルの天井落下事故以来、インフラの維持管理の重要性が認識され、道路橋をはじめ構造物の点検も義務化され、５年に１回の点検も２回目を迎えることになった。しかし、まだ地方インフラまでは手が回っていない。地方インフラこそ、維持管理の中の一連のバランスを考え、柔軟に行う必要がある。國枝先生は、重要な地方インフラの多様性に注目され、維持管理の「柔軟性」が求められている現状と将来展望を多くの実例を紹介して、話された。
参考文献：「市町村における橋梁モニタリングの現状と将来展望」，
國枝　稔：コンクリート工学　Vol.56,No.1. 2018.1, pp. 34-39

＜電気電子情報工学部会の紹介＞

部会長　水野公元　　技術士（電気電子）

○活動目的

内閣府の Society5.0 にも示されているように電気電子情報工学分野は速い進歩と変革要求される技術分野です。会員の皆様の年齢層も大変幅広く、多様な業界、立場の人から構成されています。本部会ではそのような会員の皆様に最新の技術等の研鑽、会員自ら講演を行う等、発信の機会の提供、会員の相互親睦、業務情報交換等、楽しんで学んでいただく場の提供をとおして、技術士会の発展に寄与する事を目的として活動をしております。

通常、毎年、例会(技術講演会)3 回、見学会 1 回、WEB 講演会 2～4 回、幹事会 6 回の開催、その他に中部エレクトロニクス振興会との相互協賛行事への参加も行っています。

○活動事例の紹介（ MRJ ミュージアムの見学　）

H30 年度は先端技術を中心として 5 月例会及び総会、9 月例会、12 月見学会、2 月例会(予定)他を実施して来ました。その中から MRJ ミュージアム[1]見学会について以下に紹介します。

MRJ(Mitsubishi Regional Jet)は三菱重工業が開発している国産初のジェット旅客機(但しエンジンはプラット&ホイットニー製)で現在 4 機が型式認証の為、試験飛行中です。

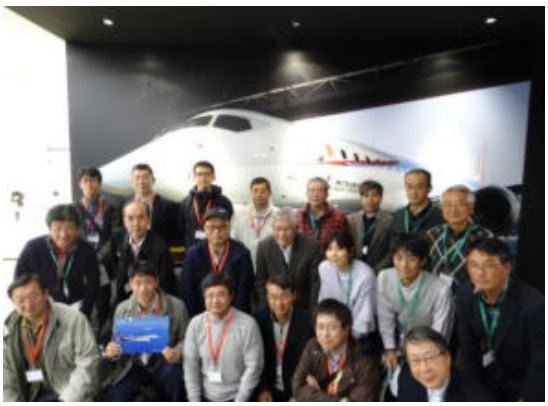
参加者は近郊のエアポートウォーク[3]隣接のあいち航空ミュージアム[2]2F 内の MRJ ミュージアム専用チェックインカウンターに集合(参加者 22 名)し 2 班に分かれ、写真付の身分証明書を提示後、専用シャトルバスにて工場内の MRJ ミュージアムへ移動し見学を開始しました。携帯電話、デジカメ等は持参禁止の為、ロッカーに保管しての見学となりました。

ミュージアムでは各班毎、女性説明員が同行し、技術的内容も踏まえ説明が行われました。シアターでは MRJ のビデオ鑑賞、展示室では MRJ の原寸モックアップ、原寸操縦室、薄型シートを利用した広い客室、フライトマッピング、CF を利用した主翼、垂直尾翼の実物展示、エンジン原寸大モックアップ、風洞実験の実物模型、生産現場の 360 度モニター、物流ネットワーク等を見学しました。

特に４面大型、液晶 15 インチモニターを利用したパイロットの負担、ヒューマンエラー軽減を行った原寸操縦室には高い関心が寄せられました。その後、ガラス越しに機体を台車に乗せて移動させる最終組立工場を見学した後、最後に集合写真を撮りました。見学終了後専用シャトルバスにて、あいち航空ミュージアム[2]前までもどり解散しました。

見学内容は当初想像していたよりも思いの他専門的で参加者一同大変満足した結果でした(見学時間 90 分)。その後恒例の交流会を開催しました、全員、異業種にもかかわらず、技術談義等で大いに盛り上がり名鉄岩倉駅で解散しました。

(移動は送迎バス利用)。



参考 URL

(1)https://www.mhi.com/jp/expertise/museum

(2)https://aichi-mof.com/、

(3)http://airportwalk.com/

その他活動事例参考ブログ

http://chubudendenjo.blogspot.jp/

＜超撥水について＞

「粘着剤表面、バラの花びら、ハスの葉、ヨーグルトの蓋の超撥水について考える」

大西啓仁　技術士（化学）

2018 年中部技術士会第３回例会で「超撥水について」というタイトルで講演を行った。以下、トピックスについて紹介する。

粘着剤の表面張力に関するモデル実験では、フッ素含有モノマーやカルボキシル基含有モノマーを用いて表面張力の異なる粘着剤を合成し、その特徴を紹介した（表 1）。フッ素含有モノマーを共重合した粘着剤は 7.1mN/m と非常に低い表面張力を示すが、粘着特性としては十分な特長を示さない。一方、カルボキシル基含有モノマーを多量に共重合した粘着剤は、表面張力が 39mN/m と高い値を示し、対 SUS 粘着力が大幅に向上することが分かった。

次に、超撥水の定義、デコボコ面での濡れや超撥水の原理について説明した。Wenzel 式から、条件によって撥水性や親水性をしめすことや、Cassie-Baxter モデルで超撥水性を示す場合を具体的に説明した。

最後に、超撥水技術を応用したヨーグルトの蓋の開発事例について文献と特許から紹介した。ヨーグルトの蓋に応用された TOYAL LOTUS®とは、超撥水性を有した『機能性包材』を示す。この超撥水性能は、包装材料表面に疎水性シリカ微粒子を 1μm以下の厚みでコーティングし、蓮の葉と同じようなフラクタル構造を形成させることで実現している。水との接触角は 170°以上で、蓋にヨーグルトが全く付着しない機能を発現する。

目　次

１・自己紹介（職歴）
２・会社紹介
３・粘着テープの機能と追及してきた方向
４・過去の発表テーマ
５・高分子の表面張力について
６・粘着剤の表面張力に関するモデル実験
７・超撥水について：デコボコ表面での濡れ
　：Wenzel のモデル、Cassie-Baxter のモデル
８・前進･後退接触角、転落角について
９・ハスの葉とバラの花びらの転落角の違い
10・超撥水技術の応用事例
　ヨーグルト蓋の事例（特許、文献紹介）

項　目		フッ素高含有	BA/AA系	酸高含有
表面張力(mN/m)		7.1	23	39
G'at20℃ (Pa×10⁻⁴)		7.6	9.4	9.1
Tg(℃)		-32.3	-40.4	-19.4
粘着力SUS430 (N/20mm)	初期	8.3	9.6	16.8
	70℃×1日	11.8	16.6	42.1
粘着力 (N/20mm)	アクリル板	10.5	12.5	12.6
	PP板	4.6	5.5	2.5

図－1　TOYAL LOTUS（シーラントタイプ）

＜高まる環境規制に対応する技術開発＞

西脇　寛実　技術士（化学）

ここ数年、ROHS 指令、REACH 規則など、欧州から始まる環境規制が化学産業界に与える影響が大きくなりつつある。

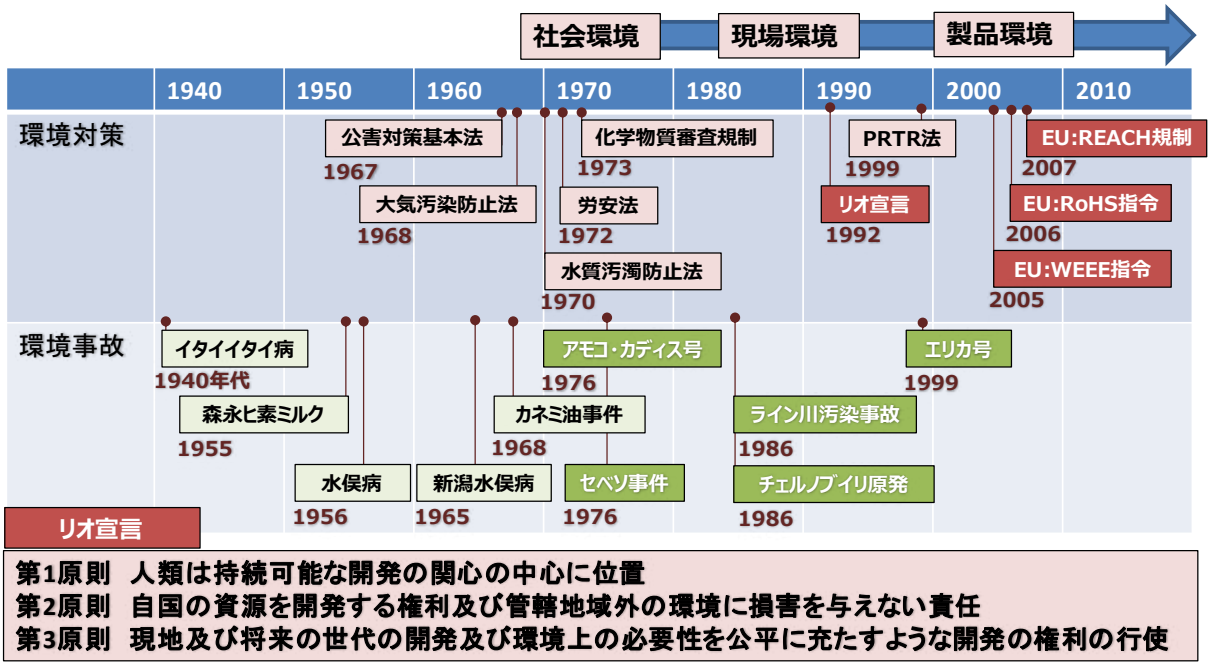
これら規制強化の背景、化学産業に与える規制の内容、代替技術に関して、2018 年 11 月の化学部会で講演させて頂きました。

【講演の内容】

1．化学物質による環境事故と対策の歴史

日本国内では戦後の復興期にイタイイタイ病、水俣病に代表される公害問題が発生した。これら産業公害から社会環境を守る目的で化学物質に対する基本的な法規制が整備されていった。

2000 年以降、EU を発信地とする環境規制が、大量生産・大量消費・大量廃棄型の社会構造から環境調和型の社会構造への移行をリードするようになった。



2．欧州環境規制の背景

経済的背景　EU は GDP で世界第２位の経済圏となっており、環境規制は世界的に影響する。

地理的背景　北欧は自然環境に恵まれている。また、EU 圏の海洋汚染から環境意識が強い。

歴史的背景　第二次産業革命後、工業地帯の環境悪化から環境運動が盛んになる。
1970～80 年代、化学工場の事故が大規模な環境汚染を引き起こした。

政治的背景　欧州委員会・環境総局が規制の権限・責任のみを担う。
制作は理念を重視しており、規制内容は厳しい。
日本は各省庁が政策立案を担当しており、規制以外に発展などの責任も担う。
日本では実効性・実現性を重視しており、規制内容は欧州に比べ、穏やか。

３．RoHS　各国の概要、特徴の比較

EU では廃棄された電気・電子製品から化学物質が酸性雨で地中に溶け、地下水を汚染する問題から、電気・電気機器に含まれる鉛・水銀・カドミウム・六価クロム化合物・ポリブロモビフェニル・ポリブロモジフェニルエーテルを制限している。同様の規制制度は世界各国に導入が進んでいる。

EU では閾値以上の化学物質の含有を禁止するのに対し、日本(J-Moss)・中国-RoHS では、閾値以上の含有を表示するなど、規制内容に特徴がある。

４．REACH 規則　制度の内容

REACH 規則は 2007 年に施行され、2008 年 6 月以降は、原則登録されていない物質は EU 域内で製造・販売ができない。ただし、既存化学物質の経過措置として、製造・輸入量に応じて登録の猶予期間が設けられた。製造・輸入量が 1 トン/年以上の物質の猶予期間は 2018 年５月に終了しているため、現在は全ての物質に登録が必要となっている。

化学物質のうち、発がん性・変異原性・生殖毒性・難分解性を有するものは、高懸念物質(SVHC)に指定され、原則上市が禁止・リスクが適正に管理される用途について個別に認可される。

５．REACH 規則　高懸念物質に指定された有機溶媒と制限の内容

SVHC の指定では、生殖毒性の中でも催奇形性の有無が重視されている。このため、化学工場で多用されている有機溶媒のうち、催奇形性が陽性となる NMP(N-メチルピロリドン)・DMAc(ジメチルアセトアミド)・DMF(ジメチルホルムアミド)は制限対象となった。

これら有機溶媒は産業界への影響が大きく、規制内容を決定するまでの時間を要したが、NMP は 2017 年７月に制限が決定、2018 年４月に制限内容が決定した。今後、同様の基準で DMF・DMAc の規制内容も決定して行くと予測されている。

６．REACH 規則の広まり　中国版 REACH 韓国-REACH の内容

欧州 REACH 規則と同様の規制制度は、世界各国で整備が進みつつある。特に、日本の化学製品の輸出先としては、中国・韓国なども多く、各国の規制内容の理解が要求されている。

中国では、2010 年に新規化学物質を対象とした中国版 REACH（新化学物質環境管理弁法）が施行、既存化学物質を対象とした規制では 2011 年施行の危険化学品安全管理条例がある。

韓国では、2015 年に K-REACH（化評法：化学物質の登録及び評価等に関する法律）が施行されている。化評法における制限内容は、欧州の REACH 規則と近く、欧州と同様の製品仕様が求められている。

７．日本国内のメーカーに及ぼす影響

例えば、近年市場が急成長したスマートフォン・有機 EL の製造において、製品のシャアに占める中国・韓国メーカーの比率は大きい。国内の部品・部材メーカーは、中国・韓国への製品輸出を無視することができないため、両国の規制強化に合わせた製品開発が求められている。

＜独立技術士交流委員会の講演より＞

名古屋工業会常務理事、総合資格顧問　内藤　克己　（一級建築士）

10 月 25 日　独立技術士会第４回月例会講演（日本技術士会中部本部会議室）

講演　「日本の資格制度と建設のしくみ」

１「建設生産システムの概要」

先ず、建造物の建設の仕組みですが、1,000 年を超える世界文化遺産も現在の超高層ビル群も、そして未来の宇宙ホテルや月面都市も、基本的には、建設時の社会的条件（地球環境・国際社会、歴史文化、地域特性を背景に経済・政策や法制度）があり、開発者・計画者が発意し、設計者が設計をし、施工者がその時代ごとの社会資源（建設工法技術、材料、機械、技術者そして資金）を使い建設し、管理運用する。又、それをステップで見ると、大きくは①構想企画段階、②計画・設計段階、③建設段階、そしてそれを活用する④管理運営段階、そして最後は解体撤去です。
それでは、実際の建設システムのコントロールはどんなしくみで行われてきたのか、それぞれの時代・場所・社会体制によって違いはあるが、現在の日本の建設のしくみを述べたいと思います。

２.「建設関連法規と資格制度」　（別紙建設関連法相関図参照）

日本の建設生産ンシステムの根幹を成すのは、社会での建設に関する責任体制の仕組みです。そしてそのコントロールは、建設関連法規と資格制度です。・・・参照、建設関連法規の相関図。右側、土木工作物の基準となる個別（道路法・鉄道事業法・河川法他）法規の数々、左側は、建築の基本法である建築基準法（諸制度や技術基準を規定）を中心に関連（建築士法他）法規があり、共通の建設業法と建設に関わる労働基準法や労働安全衛生法等により構成されます。

そしてこれらの関連法に基づき、土木の場合、構造物の種類と建設場所により、所管行政庁や発注者が異なり、その種類による法律や技術基準が決められ、各担当資格が規定されている。
計画から建設、運用まで、発注者が責任をもって進められます。そのため、それぞれの専門家としての「技術士」やコンサル資格の「ＲＣＣＭ」の資格があるが設計の必須資格ではない。
建築の場合は、発注者の殆どが、建築の素人であり、設計者と施工者が国家資格である建築士と建築施工管理技士が、人命と財産を守る責任をもって設計と施工をする仕組みとなっています。

施工については土木も建築も共施工管理技士が責任を持って施工します。
そして、実際の建設にあたっては、各ステップ毎に従事する技術者は役割により各種技術者資格を持ち責任をもって建設に従事しています。例えば、企画調査段階（測量士・他)、設計段階（建築士・ＩＣ他）契約・施工段階（建築主事・建築士・施工管理技士・各工事施工技能者）
運営管理段階（マンション管理士他）そして解体時（解体工事施工技士）というように資格制度をもって社会的責任体制を構成しています。

３.「日本の建設に関する資格」

それでは、その資格制度についてですが、日本には、およそ、３，０００を超える資格がありますが、建設に関する資格は、１）国家資格５８（各法律による)・技術士、建築士、施工管理技士、技能士等、２）公的資格３５（学会や各種認定協会組織による)、・ＲＣＣＭ、コンクリート

診断士、環境アセスメント士等、民間資格４６（各種民間団体の認定)・再開発プランナー、インテリアコーディネーター、基幹技能者等があり、現時点１３９資格です
そして、資格取得の難易度は、司法試験や、医師国家試験等が最難易度ですが、工学系資格では、技術士が最高難度、次が建築士（１級建築士は、受験生の１０人に１人の合格率）です。
・その**技術士と建築士**の構成ですが、◎文部科学省所管の技術士法に基づく技術士は、２１分野（機械、電気、情報、建設、航空宇宙、環境等）７３技術士（建設部門１２技術士）で、現在１２万人　◎国土交通省所管の建築士法に基づく建築士は　１級建築士（現在３３万人)，２級、木造建築士、構造設計、設備設計１級建築士があり、建築士を前提とした公的資格として、建築主事、監理建築士、構造適合判定士や応急危険度判定士等があります。

その他、建設関連資格としてＲＣＣＭ（２２分野）や施工管理（１６管理技士）や各種専門技術者資格（測量士、調査士、主任技術者等）があり、日本の建設分野では資格がなければ仕事ができない仕組みとなっています。

４.「土木と建築の違い」

日本における建設生産システムのポイントを土木と建築の違いをもって説明します。

- 建造物の責任体制・・・土木は発注者が建設のプロであり、法律、技術基準を管理し、計画から建設、管理運営まで責任を持ち、建築の場合は発注者が多くは建築の素人であり、国家資格を持つ設計者、施工者が法律の基準に従い責任を持って建設する
- 対象構造物の違い・・土木は、国土保全のための堤防やダム等と社会インフラの道路・鉄道等・・建築は、公共建築の庁舎・学校等と民間建築として住宅や事務所・工場等
- 要求品質の違い・・土木は、長期耐久性と国籍や人種や年齢に関係なく利用できるユニバーサルデザインと該当法の技術基準・・建築は、所有・使用者の個別ニーズ対応とデザイン性・経済性・快適性と建築基準法に相応した技術基準
- 活動エリア・・日本国土全域１００％が土木で、線と面、建築は殆どが市街化区域にあり、国土のわずか４％＋αで点か複数点
- 基準（位置、高さ）・・土木は基準点（水準点全国２万２千点、三角点全国１０万点、電子基準点@20Ｋｍ１，２００点）の絶対的基準で、全国どこにある構造物も比較できる。東北地方太平洋大沖地震で、地殻が東に５．４ｍ移動し、１．２ｍ沈下したのも測定できる。
  建築は建物毎に、ＢＭベンチマーク設定（ＧＬは周辺地盤面、位置は境界杭）で決めており、その変化は、個別でしか分からない。そして規模は、都市計画法、建築基準法により建蔽率、容積率、高さ規定で決められている。
- 建設施工法・・・土木は誰が何時造っても同じ品質のものが出来る様、発注者が、仮設・工法と工期を設定するので、仮設・工法そのものが本工事であり工期、工事費が決まる。しかし、建築では、仮設・工法は指定されず、施工者のノウハウにより設定され、契約工期、契約金の中で、自由裁量される。
- 設計図・・・土木は設計図のみで施工が出来るが、建築は、設計図から施工図、加工図、原寸図や納まり図等を作成し建設資材を加工・調達しないと、施工できない。
- 積算数量・・・土木の場合は、殆どが公共工事であり、公的資金で支払われるので、発注段階に数量書が提示され、数量及び単価そのものが契約内容であり、施工数量により増減清算されるが、建築は、設計図より施工業者が、見積し、入札により業者決定をするので、契約請負業者により積算数量・単価が異なり、一式契約も多い
- 取り扱い材料数・・・土木が数千オーダーに対し、建築は、二～七万アイテム数あり（車両もほぼ同数で、航空機は百万～三百万単位）

５.「建築基準法の概要」

建築基準法は、第二次世界大戦後焦土と化した日本の国土再建を目指し昭和二十五年に建築物の所有者・使用者の命と財産を守るために今後造る建築について最低守るべき、技術基準として制定された。

そのため、建築基準法の規定は建物の不燃化、耐震化を第一として規定されている。

全体は、第一章～第七章で構成され、第一章の総則は用語の定義（用語は同じ解釈が必須）と制度規定（計画から建設、運用、解体までの手続き、確認申請から完了検査、定期報告）、第二章は建物単体の最低の技術基準（構造、構造計算、耐火・防火性能、避難、防火区画、環境等）が規定され、第三章の集団規定では、街づくり規定として道路規定、１２の用途地域と形態制限（建蔽率、容積率と高さ制限）て建物の用途や規模、高さを規定し、良環境の街づくりを確保し、そして、その上に広域防災の視点から防火地域や準防火地域の規定をかけ、安全な街を造る仕組みになっている。

そして、第四章（建築協定）第五章（建築審査会）第六章（雑則）第七章（罰則）を規定し、社会や経済の変化や大きな自然災害等に合わせ、改定や追加がおこなわれ、常に時代の鏡として運用されている。

６.「設計と施工システム」

実際の建築物構築の生産システムの核は設計業務と施工業務ですが、設計業務は、設計者が、発注者の計画を実現するため、大きくは四段階．企画設計段階（前提条件の整理と実現度の確認とイメージづくり）・基本設計段階（敷地条件・地盤条件・法規制を踏まえ用途・規模と概算が出来るレベルの施設プラン）・実施設計段階（発注できるレベルの詳細設計と積算・確認申請）そして建設段階（現地での施工・工事監理）で、その設計図書は特記仕様書・意匠図・構造図・設備図で構成される。

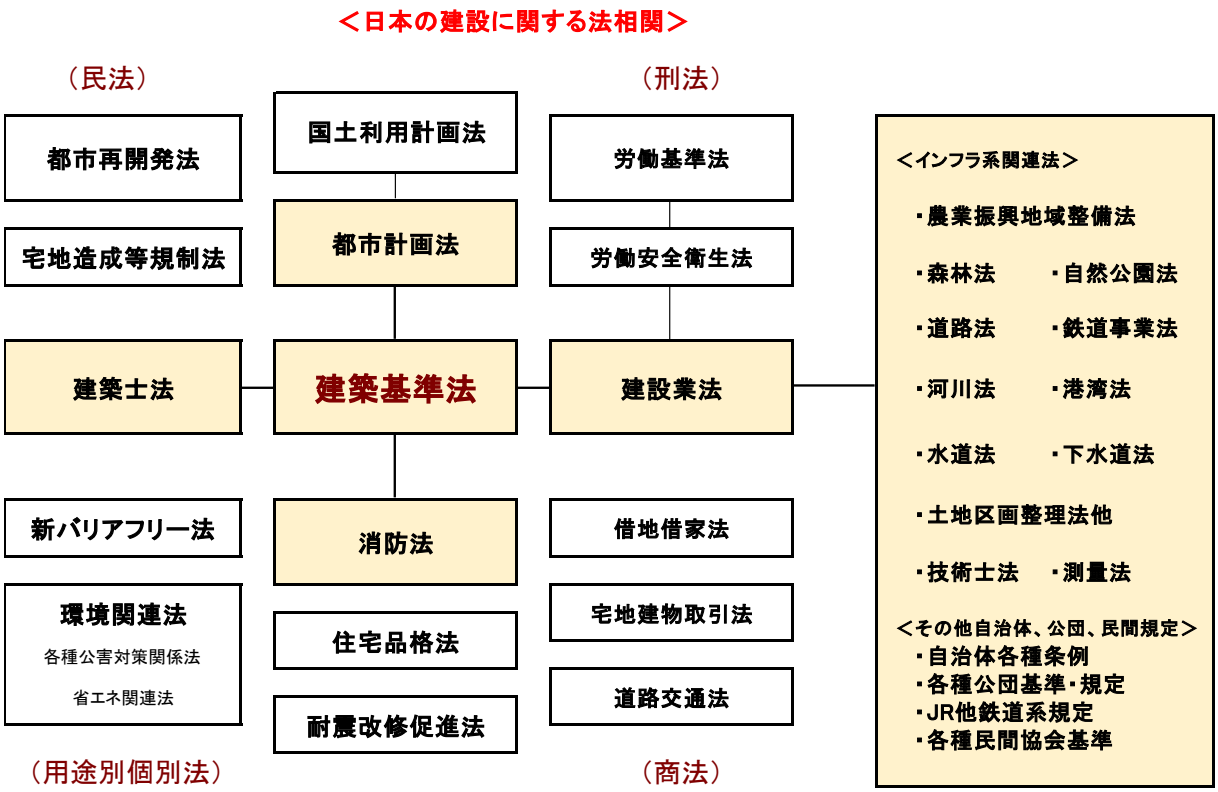
施工業務は、計画通知や確認許可が下りた設計を、実際に建設する段階であり・施工業者が選定され工事責任者（施工管理技士）が実際の建築物をどのように建設するかの施工計画（総合仮設計画や総合工程等）を作成し、諸官庁への届や、各工事の手配や、近隣説明等を行い、地鎮祭等の式典後、着工し、建築物が構築され中間検査があり、完成すると完了検査があり竣工となる。

施工段階でのポイントは、一、施工計画（総合仮設計画・総合工程と各工事施工計画）で全てが決まるほど重要　と二、施工管理（Ｑ品質管理、Ｃコスト管理、Ｄ工程管理、Ｓ安全管理、Ｅ、環境管理）で各管理項目についての日常管理（ＰＤＣＡ）で全てが決まります。

７．まとめ

つまり、建設のしくみは、社会の根幹をなす仕組みであり、基本的には**「関係法令」**と**「資格制度」**を前提とし、個別の計画・設計と施工計画に基づく**「日常管理」**によりコントロールされている。（終わり）

添付資料　＜日本の建設に関する法相関＞



＜岐阜県支部の講演会から来賓講演の紹介＞

副支部長　田島　暎久　技術士（航空・宇宙）

来賓講演「経済学を使って考える日本と地域のこれから」

講師：岐阜大学教育学部　助教　商学博士　原田　峻平　氏

一橋大学大学院商学研究科博士後期課程修了、博士（商学）。専門は、産業組織論、交通経済学、公益事業論。現在の主な研究テーマは、「地方での PFI 活用促進に向けた制度設計に関する研究」、「事業者の意思決定を考慮に入れた PFI の入札の競争性に関する研究」、「水道事業の民力活用と効率性向上の関係に関する研究」、「地域公共交通の効率化のためのインセンティブ設計に関する研究」など。主な著書に「競争促進のためのインセンティブ設計　ヤードスティック規制と入札制度の理論と実証」勁草書房（2017 年度日本交通学会賞を受賞）。

講演内容：

１．経済学の考え方

経済学は「人間は幸福を最大にしようとして行動する」を原則にして、この原則で説明できる行動を「合理的」とする。人間の行動が全て合理的とは限らないが、「行動主義」による「顕示選好」の考え方に基づいて、全ての行動が合理的と仮定してモデル化された社会を前提に現実の社会について分析する。言い換えれば「数が足りない資源を誰がどのように使えば無駄なく世の中の幸福度を最大にできるか」を考える学問である。幸福度が最大になるように資源の使い方がされている「効率的な社会」は常に望ましいとは限らないが、一つのベンチマークとして実現化する方法を考える。

他人に業務を依頼する場合に直面する困難は依頼された人の行動を常に監視できないことだ。これを「隠された行動」と呼び、モラルハザード(依頼者が望むように行動しない)の懸念を起こす。経済学では、依頼された側が自発的に望ましい行動をとるような制度設計が必要と考え、このような制度設計を「インセンティブ設計」と呼ぶ。例えば外回りの営業担当の行動は監視できないが、契約件数によってボーナスが出るインセンティブ(誘因)な制度なら自発的に成果を求める。インセンティブ設計では、個人の満足度を最大にするための行動が社会全体の利益になる等、ある目的と一致することが重要で、これを「誘因両立的(Incentive-compatible)」と呼ぶ。外回り営業担当の例では営業担当と上司・会社にとって誘因両立的である。モラルハザードによる望ましくない行動は、「隠された行動」という状況下では合理的な選択であり、そのような行動を導く制度が悪い、つまり「制度を憎んで人を憎まず」と考えて、良い制度設計が求められる。

最近の経済学は制度設計に関するテーマが多い。例えば環境経済学では排出権取引を扱う。経済学的に考えると汚染物質を垂れ流す企業が悪いわけではない。環境の所有権が明確ではなく、企業を罰する国際的な仕組みもない状態で企業は利益の最大化を目指しているに過ぎない。この状態を脱するには、排出量によりコストが発生する仕組みとそれを市場で売買できる制度を導入する必要がある。こうすると一定程度の環境汚染は認めてしまうことになってゼロにはならないが、現状よりは良くなる。

２．人口減少が経済成長に及ぼす影響

日本の人口は 2010 年の 1 億 2805 万人から 2015 年には 100 万人近く減少し、今後も更に減少すると予測されている。これに対して悲観論者は、「人口減少による消費減退➜生産者による供給減少➜将来の生産に必要な投資減少➜経済全体の縮小」という構図を予測する。しかし、日本経済の過去の実績は人口と経済成長(実質GDP)の相関関係がほとんどないことを示している。

戦後の日本は人口増加率以上の経済成長を実現したが、それを可能にしたのは「三種の神器」に代表される新たな製品(プロダクト・イノベーション)による需要増加であり、新製品とともに製品機能も増えていった。他方、付加価値を生み出す生産者側は機械化によって労働生産性が飛躍的に上昇して総供給も増加した。更に大家族から核家族化による世帯数の増加も需要増加の要因となった。このように経済成長にはイノベーションが鍵となる。

イノベーションの重要性はチェコの経済学者ヨーゼフ・シュンペーターによって唱えられた。それまでの概念を打ち破るようなベーションが起きてくると、それまでの直線的な動向では描き切れない状態へとジャンプする。それがイノベーションで、従来の概念を創造的に破壊する。今後、人口減少が進行する日本経済も、ロボット技術、AI、自動運転など新製品の登場や生産技術の革新といった需要・供給両面のイノベーションによって成長する可能性がある。

３．人口減少が地域社会に及ぼす影響

日本の多くの地域社会は、人口が自然増減(出生数ー死亡数)も社会増減(転入ー転出)もマイナスになって加速度的な人口減少に直面する。岐阜県の場合、2015 年に 6 千人の自然減と 5 千人の社会減で総計 11 千人が減少した。多くの地方自治体は地域間で激しく競争しながら人口維持の対策を推し進めているが、地域の人口減少対策には２つの視点が必要だ。一つは人口減少を防ぐ方法を考えること。もう一つは人口減少を前提にして社会の仕組みを作り変えること。従来は前者が中心だったが、今後は後者の視点が重要になり、これはまさに経済学の目指す効率的な社会だ。

経済学の「効率性」の考え方を応用すると、地方自治体は限られた資源としての予算や土地をどのように使えば地域全体の地域全体の幸福度を最大にできるか、という視点になる。限られた資源を用いて地域社会を維持していくことを考えるためには、予算や土地の使い方が無駄なく効率的かどうかを判断基準のひとつとする必要がある。将来の人口減少を見据え、地域社会の機能を集約（コンパクト化）し、維持管理や更新のコストを削減していきながらそこに住む人々の生活を支えていくことが必要で、このような集約化された都市を「コンパクトシティ」と呼ぶ。更に重要なのは、単に集約化して都市を縮小させていくのではなく、新たに集約して形成された地域社会がコミュニティとして機能を果たせるような水準を維持していくことであり、こうした取り組みは、「スマートシュリンク」と呼ばれる。地域の満足度が高くなることがあっても減らないように、今ある予算の中で賢く縮小していく道を探ることが望まれる。更に経済学だけでなく法律学や政治学など多様な分野の発想が融合して地域を作り直していく必要がある

例えば、岐阜市の総合交通戦略は日本交通学会で地域交通の話があると必ず事例として紹介されるほど全国的に優れている。それは、「公共交通を軸に都市機能が集積した、歩いて出かけられるまち」として、中心市街地と複数の生活拠点をバス交通網で結びつけた「コンパクトシティ」の構築を目指している。

＜技術士「と」希少性＞

久 野 英 樹　　技術士補（建設）

１．はじめに

知り合いの技術士の方からご紹介頂き、藤原和博氏の講演会動画を拝見し、非常に興味深かったので、同氏の著書「中くらいの幸せはお金で買える（筑摩書房）」（以下、同著書という）を拝読しました。

藤原和博氏の講演会動画と同著書を基に、「技術士「と」希少性」について、私の考えを述べたいと思います。

２．藤原和博氏のプロフィール

同氏をご存知の方も多いのではないかと思いますが、一応ご紹介します。

東京大学経済学部卒業後、株式会社リクルートに入社し、トップセールスマンとして活躍。

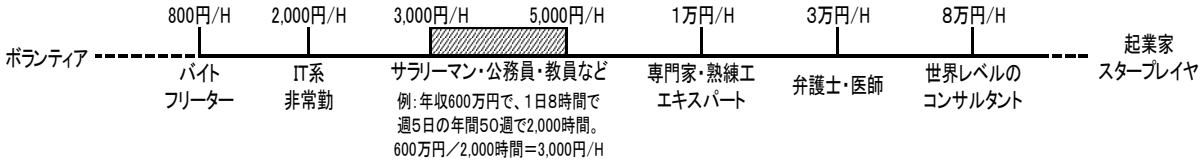
2003年より５年間、都内では義務教育初の民間校長として杉並区立和田中学校校長を務める。

2008～2011 年橋下大阪府知事特別顧問。2014 年武雄市特別顧問。2016 年春から奈良市立一条高校校長に就任。講演 1300 回超える人気講師です。

３．日本人の時給は 800 円～80, 000 円。その差は 100 倍！

同著書では、「中くらいの幸せ」を得るためには、「他者との絆」、「自分をレアな存在（希少性）にする」ことにお金を使うということが、１８項目の観点から示されています。

詳細は同著書にお任せするとして、まず、日本人の時給を以下のように説いています。



多くの方々の仕事は、時給換算すると概ね 3,000～5,000 円/Hになるそうです。

800～80,000 円/Hとの 100 倍の差については、「希少性」にあると説いています。

もう少し噛み砕くと、上図の左側ほど「マニュアルがあれば誰でもできる」＝「取り換え可能」で、右側に行くほど、「かけがえのない仕事」になっていき、最高クラスでは、「〇〇さんでないとダメ」と指名されるような人になります。需給関係では、需要が多くて供給が少ないと時給は上がることになり、いずれも右側ほど「希少性」が高いことになります。

４．藤原和博氏による「希少性」の概念

藤原和博氏は、「希少性」とは「100 万人に１人の人材」と説いています。

「100 万人に１人の人材」＝「1/100 の人材」×「1/100 の人材」×「1/100 の人材」と定義付けており、１つの分野で「1/100 の人材」になり、それを３分野で実現することで、かけ算により「100 万人に １ 人の人材」である「希少性」を手に入れることができるとされています。

ここで「1/100 の人材」とは、１つの分野で 10,000 時間やり遂げてマスターすることで、

達成される水準となっています。

１つの分野の仕事を、８時間/日で週５日の年間 50 週で 2,000 時間となりますので、５年間で達成できることになります。ちなみに、１/１００万というのは、オリンピックのメダリスト級の希少性に相当するそうです。（ノーベル賞級は１/1,000 万とのこと）

５．私の考える「技術士」と「希少性」

①技術士第二次試験の受験資格

受験資格の代表的なケースとして、「７年を超える実務経験」があります。

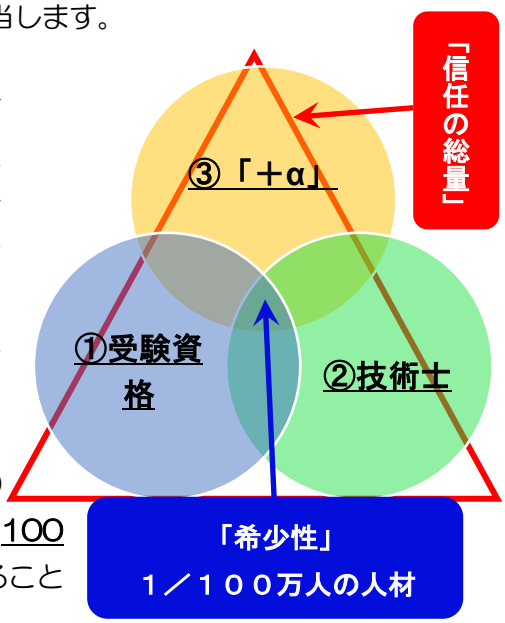
前述に照らすと、１つの分野で 10,000 時間やり遂げたことになりますので、受験資格を有している段階で、既に「1/100 の人材」に相当します。

②技術士

私は建設部門のため建設を例にした場合、2017 年度の総務省「労働力調査」から建設就業者数は 498 万人です。一方、2017 年度の技術士会「技術士登録者数の技術部門別一覧」から建設部門の技術士は 49,447 人です。よって「1/100 の人材」に相当しており、上記①とのかけ算から、技術士は「1/10,000 の人材」に相当することになります。

③「＋α」で「1/100 の人材」になる

上記②に「＋α」の何かの分野において、「1/100 の人材」になることにより、①～③のかけ算から「100 万人に１人の人材」となり、「希少性」を手に入れることとなります。



但し、③はどんな分野でもいいのではなく、①と②とは全く異なる分野で遠くに踏み出す事が大切です。なぜなら①②を左右の軸足として、③へ踏み出す ３ 点で描く三角形が「信任の総量」であり、③を出来るだけ遠くに踏み出すことで描ける三角形はより大きくなり、併せて「信任の総量」も大きくなるからです。

６．まとめ

技術士であることは、既に「1/10,000 の人材」です。

しかしながら５大国家資格の一つにも関わらず、一般的な知名度はそれほど高くないのが現状です。なかには、名称独占のみの資格で、業務の独占性がないことを要因として挙げられている方々も少なくないと思います。

技術士は、③の「＋α」によって、オリンピックのメダリスト級の「希少性」を得る可能性に、極近い人材であると考えます。この③を例えば資格・書籍出版などで「見える化」することで、より一層際立った「希少性」と大きな「信任の総量」が得られ、知名度も向上すると考えます。

私個人はまだ①の段階に過ぎませんが、2019 年度には絶対に「技術士」となり、近年取り組んできている③と併せて「100 万人に１人の人材」を目指します。

＜建設 ICT 技術を使ったボランティア活動の報告＞

山口　晃　　技術士（建設）

1　概要

平成 30 年７月末、西日本豪雨被災地の広島県呉市で行った、UAV（無人航空機）と TLS（地上レーザースキャナー）を利用した 3 次元測量支援（以下「ICT ボランティア」という。）活動について報告する。　＊ICT：Information and Communication Technology

2　はじめに

４つのプレートの境界に位置する我が国は、プレートの内陸域及び境界において震度７クラスの震災が続いている。また台風・豪雨等が頻発する気象条件、急峻な地形や急勾配河川といった地勢条件、国土の約 10%の浸水想定区域に人口の約 50%と資産の約 75%が集中するといった社会的な条件も重なり、被災しやすい災害大国といわれている。

2-1　平成 30 年７月豪雨の概要について

平成 30 年６月 29 日に発生した台風７号は、梅雨前線を刺激し西日本から東日本にかけて記録的な大雨を降らせた。この豪雨は、多くのインフラストラクチャーを損壊させるとともに、死者・行方不明者 230 人を超す甚大な災害を発生させた。

このうち広島県では、5,000 か所以上の土砂崩れと浸水によって死者・行方不明者 114 人、住宅被害 38,000 棟を超える大きな被害が報告されている。

2-2　土木系建設産業界のボランティア活動の現状等について

我が国の防災ボランティア活動は、「ボランティア元年」と呼ばれる阪神・淡路大震災以降、被災地の様々な局面で大きな役割を果たしてきた。東日本大震災時のボランティア活動は、医療・建築技術・福祉の専門技術を活かした活動のほか、土木業界の水中ポンプによる排水等も報告されている。

建設工事及びコンサルタント業務は、災害時の応急復旧工事や調査・設計業務に際して、契約行為と併せて災害協定を結んでいるなどの性質上、ボランティア活動の模索途上と考えられる。

2-3　i－Construction（以下「建設 ICT」という。）について

生産人口減少（＝人口減少）社会の中、建設現場の生産性と安全性を向上することは急務であり、国土交通省は魅力ある建設現場の創出のためにも、建設 ICT を推進している。

総合建設業と橋梁等インフラ点検・保全を生業とする弊社（㈱アースシフト静岡市葵区、近藤隆智社長）も、建設 ICT 先進地の静岡県庁からご指導を頂き、建設 ICT に取り組んでいる。

2-4　やんちゃな土木ネットワークとの連携について

やんちゃな土木ネットワーク（以下「YDN」という。）は、伊豆の国市：大矢洋平氏（㈱正治組）を代表とする全国 19 社の建設業者（地域密着型建設会社）によるネットワーク組織で、新技術等に関する情報共有を図っている。なお弊社は、平成 30 年６月に加盟した。

3　広島県呉市における ICT ボランティア活動について

3-1　被災地支援のための事前調整

西日本豪雨の甚大な被災報道に接した弊社専務の近藤大智は、建設会社のボランティア活動を模索した。緊急災害対策派遣隊（TEC－FORCE）の記事「ドローンがあれば人の立ち入りが困難な被災個所の状況把握が可能だった。」もあったため、大矢代表を通じて TEC－FORCE への

参加を打診する一方、旧知の静岡県庁土木防災課宇佐美班長に相談（筆者は、平成 30 年３月まで静岡県庁職員）した。宇佐美氏の尽力の甲斐あって、静岡県の支援先となっている広島県呉市との調整が整い、呉市から YDN とアースシフトに対して、技術支援が要請された。

3-2　ICT ボランティア活動の時系列

７月 29 日（日）　8:05 静岡市出発→16:15 呉市着（車両移動）

７月 30 日（月）　呉市役所→土石流現場での建設 ICT 測量（長谷工業団地の上流）

8:30　呉市役所でボランティア登録（一般的でないボランティアのため、時間を要した。）

9:25　呉市土木部土木維持課（樋吉課長他６名）と調査個所の選定、支援概要の説明

＊YDN：大矢氏、正路氏・アースシフト：近藤氏、佐藤氏、杉山氏、筆者

10:40　長谷工業団地周辺の土石流による地形変状について、UAV と TLS の調査開始

18:00～26:00　データの整理、3D モデル化（佐藤氏、大矢氏、鈴木氏、松浦氏）

７月 31 日（火）　呉市土木維持課、土木整備課（全７名）へ、３次元測量の成果を説明

７月 31 日（火）　11:20 呉市出発 → 22:55 静岡市着（車両移動）

７月 30 日堰堤上流 UAV と TLS 準備

７月 31 日呉市でのプレゼン状況

3-3　UAV と TLS による３次元測量（外業）について

・被災後、長谷工業団地上空は飛行禁止区域となったため、被災渓流の下流左岸並びに被災渓流の上流側（土石流の発生個所等）を UAV にて空撮し、全体状況を把握した。（近藤氏）

＊飛行可能範囲を把握するとともに、長谷工業団地内の企業に挨拶・説明し、承諾を得た。

＊土石流による被災範囲を空撮し、砂防堰堤並びに上流側の被災渓流形状等を観察した。

＊全体状況の把握後、TLS 測量計画を検討し、策定した。

＊発災時は、土石流が堰堤を超えて長谷工業団地付近の支川及び田畑を埋塞させていた。

＊崩壊していた渓流の範囲：センター約 0.5 ㎞、左側約 0.1 ㎞、右側約 0.3 ㎞

＊使用した２機の UAV 機種：MATRICE 210RTK　、MAVIC PRO

・被災渓流の現地踏査後、崩壊箇所の TLS 測量を実施した。（佐藤氏、杉山氏）

＊堰堤は、天端まで流木と土石で埋塞（発災時は越流）していたが、良く持ちこたえた。

＊崩壊は、センターと左・右の３か所で発生し、被災渓流となっていた。センターの被災渓流の谷が深く屈曲していたため、TLS 測量は部分的なものとならざるを得なかった。

＊TLS 測量機器：LEICA　NOVAMS60、測量基準点（GNSS）：エアロボマーカー

3-4　３次元データの作成、整理、図化（内業）について

・佐藤氏は、外業で得た測量データを、YDN が使用するクラウドを利用して関係者と共有した。

・被災地から離れた静岡県で、点群データ生成及び座標合わせを㈱豊富松浦氏が、国土地理院から取得した被災前地形図と点群データの重ね並びに崩壊土除去の計画３D モデルの作成については、㈱藤本組鈴木氏、大矢氏が分業した。

3-5　３次元測量及び 3D モデル成果のプレゼンテーションについて

・呉市土木維持課、土木整備課（全７名）に対して、３次元測量成果をプレゼン

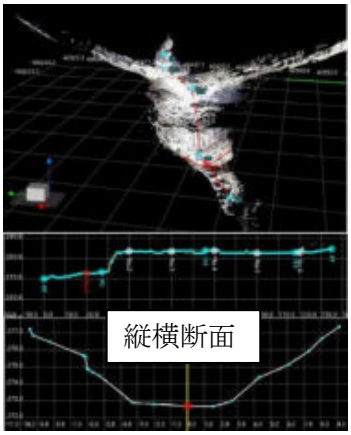
＊点群データ取得のための測量、データの整理と図化を説明し、３次元画像を提示

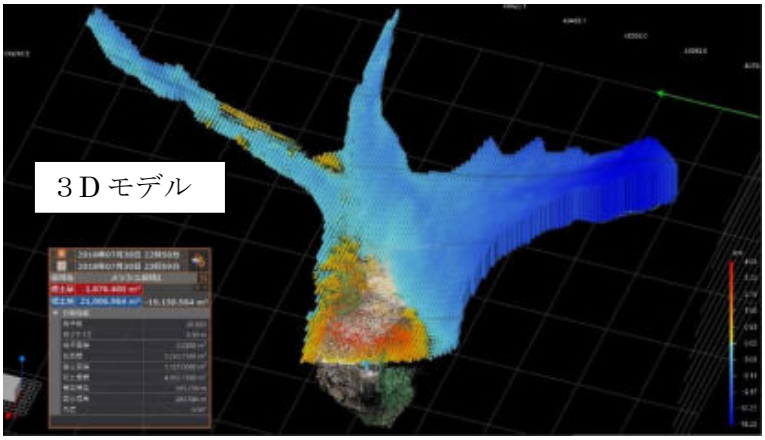
＊崩壊後の現地形に国土地理院データを重ね、崩壊土量をプレゼン時に計算し、提示

＊３次元画像のほか、２次元測量への変換＝縦断面図、横断面図をプレゼン時に作図し提示

＊大矢氏は、伊豆の国市からのテレビ電話交信と 3D モデル等の PC 遠隔操作を実演

＊正路氏が呉市役所に持ち込んだ、テレビ電話機器、パソコン等の機材を使用





4　むすびに

平成 30 年７月 30 日、31 日の猛暑の中の ICT ボランティア活動は、発意から現地活動まで 10 日余りの期間であったが、事故なく ICT ボランティアを終えることができた。

これも一重に、関係者の皆様のご支援とご協力のお蔭です。ありがとうございました。

現地は不安定な崩積土と転石で埋塞されていたため、従来手法による被災直後の測量は危険が伴う。また一定期間をおいた渓流安定後の測量であっても、0.1 ㎞あたり１週間程度を見込まなければならないのではないだろうか。以下に、以下に、今回の ICT ボランティアの感想を述べる。

・テレビ電話と PC 遠隔操作、会員等の相互協力によって、広島県と静岡県の距離を克服できた。

・災害復旧に必要であるものの多くの労力と危険が伴う測量業務について、建設 ICT を使って、異なる会社の技術者が、また被災地と被災地から離れた技術者が分業し（クラウドの利用）、一定の成果（データ収集及び 3D モデル化）をスピーディーに求めることができた。

・被災地に集中する負担の軽減、省力化、効率化に資する試み（将来モデルの模索）と考える。

・地域や技術者毎に ICT の認知に差があるようなので、事前調整や事前説明の重要性を感じた。

・立木等による UAV 視認範囲及び TSL の距離的要件等々、有効な相互補完などを再認識できた。

・３ 次元測量はデータ容量が大きいため、適切な機器（パソコン、通信環境等）の準備が必須であるとともに、UAV、TLS と GNSS ローバーとの相性の良さ、有効性の意見もだされた。

・ボランティア活動の事前の情報取得（旅費、手続き、受入側や現場の状況）が必要と感じた。

＜韓国企業の技術指導体験記＞

江口　正臣　　技術士（化学）

１．はじめに

2016 年６月から、（財）韓日産業・技術協力財団を通じ、韓国企業の技術指導をはじめ、約２年半になります。ご承知のように、2011 年６月に（公益社団）日本技術士会は（財）韓日産業・技術協力財団と産業技術交流の協議書を締結しており、技術者の派遣で日本技術士会の貢献度は非常に高く評価されています。日本技術者の登録人数は 2008 年の 150 名から、2017 年には 700 名にまで増加していますが、1,000 名を目標に技術支援の協力が求められています。

２．韓国企業の技術指導のきっかけ

第 42 回韓日技術士国際会議（2012.10 名古屋市）で、「人工透析の現状と課題」と題して講演する機会を頂きました。韓国技術士会の講演者、聴講者ともに意気投合し、韓国という国に親近感を覚えました。第 43 回韓日技術士国際会議（2013.10 韓国：水原市）に参加し、前夜祭での両国技術士の融和した雰囲気に喜びと感動を受けました。見学会はサムスン電子で、トヨタ博物館に勝るとも劣らない展示場の広さと充実した内容に圧倒されました。さらに、本当の韓国の実情を自分自身の目と肌で知りたいという思いが、韓国企業の技術指導をするきっかけとなりました。

第 42 回韓日技術士国際会議（名古屋市）

第 43 回韓日会議（水原市）

３．韓国企業とのマッチング会

自分の技術は本当に役に立てられるのか？反日感情はどうだろうか？そういう不安を抱きながら、2016.4 に品川プリンスホテルでのマッチング会に参加しました。２社から面談の要請がありました。はじめに面談した企業は、透明樹脂成形品中の異物不良で困っていました。医療用具の透明樹脂成形品や組み立て工程中の異物混入防止プロジェクトのリーダーとして、問題解決した実績資料を説明した結果、直ぐにでも指導に来て欲しいと懇願されました。しかし、財団が中に入らない手続き以前の依頼であったため、個人的なメール交換による訪韓日時・場所・費用等、言葉が不自由な中、不明確だったため、最終的には飛行機の手配が間に合わず、お断りしました。個人的に進めずに、財団によく相談すべきだったと、大いに反省させられました。

２社目の面談企業は、現在も引き続き指導しているエンジニアリングプラスチックの成形加工部品企業です。ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、フッ素樹脂等を用いた事務機器部品・自動車部品・医療用具部品・半導体部品等を製造・開発しています。驚いたことには、ポリイミド樹脂は自社生産までしていました。該社は紳士的な企業で、財団の手順に従って契約を進めてくれ、また社内に日本語に通じた社員が数名おられ、意思疎通に困ることはありませんでした。

４．初回訪韓・契約

訪韓時の航空券（e-Ticket）をハングルのメールで入手しましたが、ダウンロードの仕方が分からず、ハングルを翻訳しながら、なんとか複写することができ、少しハングルを勉強していたことが幸いしました。会社は仁川国際空港から車で約１時間の工業団地内にありました。契約書は財団指定の日韓２か国語の書類が用意されましたが、詳細内容はあまり気にせず、日本技術士会も関与しているという安心感がありました。とりあえず６か月の契約で、双方異議がない場合、

更新可能という内容でした。韓国と言えば、契約後の歓迎会は、定番の焼肉でした（写真）。

５．２回目からの会社訪問

訪韓の目的は、技術指導ですが、真の韓国を知りたいという思いがありましたので、２ 回目訪韓からは、車での送り迎えはお断りし、バス・地下鉄・タクシー・コンビニで使用できる T-money をコンビニで購入し、リムジンバス、地下鉄を乗換えし、駅から約 15 分の会社まで徒歩で行くことにしました。韓国はキャシュレスでは世界一普及（約 95%、日本約 20%）しており、非常に便利です。バスから地下鉄への乗換え時に、親切にも降りる駅まで仁川大学生が隣に座ってくれました。優先席にはどこかの国と違い、若者は一人も座っていませんでした。次の地下鉄の乗換えでは、ホームまで距離があったので戸惑っていると、若い女性が近寄ってきて、同じ方向だとのことで、降りる駅まで同席してくれました。日本では老人の男性に若い女性が付き添ってくれることはないでしょう。今や日本ではなくなりつつある敬老の文化を感じました。帰国のため仁川国際空港行きのバスに乗る時、日本と同様にバス停は行きの道路の反対側にあるものと思い込んでいましたが、行先表示が見当たらず、通りがかった仁川大学生に尋ねると、スマホで調べてくれましたが見当たらず、約 20 分間探して見つけてくれました。この親切さにも頭が下がりました。

６．指導内容と指導方法

指導範囲・内容は、多岐にまたがっています。原料製造、成形技術、乾燥・熱処理技術、品質保証、クレーム対策などの過去の保有技術のみならず、最新の技術・商品動向、表面処理、異種材料の接着・接合、レーザー加工、セルロースナノファイバーなど、チャレンジ精神の高さに驚いています。帰国後、２ 国語で議事録を作成し、関係会社への訪問や各種展示会に参加し、問題解決のために情報収集をしています。相当な負荷ですが、自己研鑽とボケ防止の一助になっています。

７．社員との交流

昼食・夕食には、取締役をはじめ関係技術者と懇親を深めています（送別会の写真）。韓国の色々な料理を紹介してくれ、どれも美味しく、楽しんでいます。初めは食べず嫌いで、激辛ラーメン・チゲ鍋、骨付き肉、うなぎ・肉などハサミで切る習慣などグロテスクで戸惑いましたが、日本と比べて繊細さはありませんが、これも文化であり、溶け込むと当たり前になり、違和感がなくなりました。また、ご家族の子供と一緒に食事をしたり、38 度線境界のイムジン公園・楊口（ヤング）の観光（写真）、古来の住居、ソウルタワー・ロッテスカイなど、韓国の置かれた現実と未来に向けた新しい文化を紹介してくれます。ご子息は小学校４年生と６年生で小生の孫と同じ歳ですが、小生に英語と日本語の手紙を毎回くれる程、教育レベルが高く、大きな差を感じています。

初回訪韓時の歓迎会（焼肉）

千（チョン）さんの送別会

ご家族と楊口観光

８．これからの日韓関係のあり方

色々政治的には問題を抱えていますが、次代を担う若者は、九州・大阪・京都・沖縄など日本旅行を頻繁に楽しんでいます。反日感情とは無縁であり、日本の文化・技術を評価し、取り込みたいと積極的です。若手技術者の日本語習得と小生のハングル習得レベルを毎回競い合って、ハングル・日本語・英語を交えながら、技術指導を楽しんでいます。今回の技術指導が日韓の今後の融和のために、少しでも役立つこと、また多くの技術士の方々にご支援を念願しています。

全固体電池~電気自動車の救世主になり得るか？

Can all solid batteries be a saviour of an electric car?

春田要一　技術士（金属、総合技術監理）

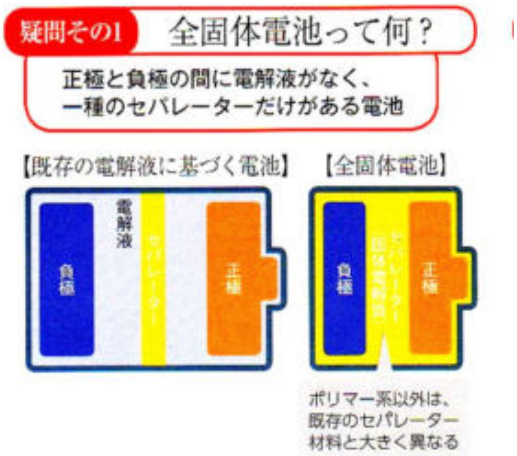
本論文は 2018 年 10 月 28 日に開催したなごや環境大学テクノロジーカフェで発表した要旨をまとめたものである（1 項から 6 項まで)。今回は 27 名の参加者があり盛況であった。

発表内容は日経エレクトロニクス 2018 年 1 月号に掲載された全個体電池の記事を参考にしている。

7 項は日経エレクトロニクス 2018 年 7 月号の記事を参照している。

1．全個体電池の実用化

電解液を固体化した Li イオン 2 次電池「全固体電池」で EV 向けに実用化が見込まれる時期が「2022 年ごろ」と急速に具体化してきた。スマートフォンや IoT 端末向けはさらに早く 1～3 年内に量産される見通しである。



当初のメリットは充電の速さや安全性の高さで、普及すれば電池や EV 市場の勢力図を塗り替える可能性がある。エネルギー密度を大幅に高める道筋も見えている。

2017 年 7 月には国内で「トヨタが全固体電池を 22 年国内で実用化」という報道があった。11 月には同社代表取締役会長の内山田竹志氏が、海外の大手メディアで「全固体電池の実用化にはあと 4～5 年」と語ったという報道もある。

同社では開発を加速しており、開発チームは 200 人超で、特許出願も世界一と発表している。

TDK は 2017 年 12 月にプリント配線板に表面実装できる超小型の全固体電池をサンプル出荷、2019 年には量産出荷する計画である。

ソニーの電池事業を買収した村田製作所は 2019 年をめどに全固体電池を実用化する予定である。

超高速充電は、現行 EV メーカーが切に求めている技術である。現存の EV での「急速充電」は 80%の充電に約 30 分かかっている。

この充電時間が EV の普及に大きな障害になるという見方は、トヨタをはじめとする自動車業界、そして車載部品メーカーの間で広く共有されている。

現行技術のまま、高速道路などで長時間の充電待ちを避けるためには、長距離旅行をあきらめて町乗り限定の車とするか、逆に電池を大量に搭載して航続距離を伸ばすしかない。

これらはいずれも苦しい選択で、前者は「どこでも自由に行ける」という車本来の魅力を自ら否定してしまう。後者の場合、車両は非常に重くなり、価格も高くなる。

充電の際の電流と電圧を大幅に高めて 150kw もしくは 350kw にすることで充電時間を 10～15 分に縮める動きもでてきているが、充電ケーブルや電池からの発熱による電力損失が無視できないほどに大きくなる。

全固体電池を用いた超高速充電は EV だけでなく、スマートフォンや IoT 端末にも大きなメリットがある。

現在のスマートフォンやタッチパネル端末、ワイヤレスフォンでは筐体内部の相当部分を電池が占めている。

これをフル充電するには、急速充電器でも満充電までに１～２時間かかるのが一般的である。

これが 5～6 分に縮まれば、むしろ搭載する電池を大幅に減らし、こまめに充電して使う、といった新しい製品設計と使い方が広まる可能性がある。

全固体電池は、正極、電解質、負極の各材料の変更が既存の液系 Li イオン 2 次電池に比べて比較的容易である。

より高電位､またはより高容量密度の電極材料、そして Li イオンの通りやすさを示すイオン伝導度がより高く安全な電解質材料、と順次変更していくことで、入出力密度とエネルギー密度、安全性を段階的に高めていける。

究極のゴールは、正極が空気極、負極が金属 Li となる全固体の Li 空気電池である｡安全でしかも、理論上は既存の Li イオン 2 次電池の 10 倍以上のエネルギー密度も見込める。

実現すれば、EV、スマートフォン、ドローンなど電池で動作する総ての機器のあり方を大きく変えていくことになる。

そのポテンシャルの高さが評価され 30 年以上前から国内外で開発は進められてきたが、技術的な課題をクリアできなかった。

かっては、電池の基本的な性能であるエネルギー密度や出力密度が既存のリチウムイオン電池よりも全固体電池の方が低かった。

他にも、製造時に加圧が必要になるなど量産が難しく、半導体プロセスを用いる例では小容量のセルでも、製造に長い時間を要していた。

最近になって弱点の解消を図り、基本性能が既存のリチウムイオン電池を大きく超える開発例が相次いでいる。

２．全固体電池の優位点

スマートフォンや EV などの蓄電池として、需要が急拡大しているがリチウムイオン電池であり、その巨大な市場の代替を狙って、急ピッチで開発が進められているのが全固体電池である。

電池の基本構造は正極と負極があり、その間にイオンの通り道となる電解質が満たされている。電解質として従来の液体の代わりに固体材料を用いているため、全固体電池と呼ばれる。

全固体電池には、リチウムイオン電池に比べて技術的な優位点が幾つもある。

① 安全性が高いこと。

② 電解質が固体であることで液漏れが起こらない。

③ 揮発成分がないか、あってもわずかなため発火しにくい。

④ 固体電解質は硬いので、電極に析出する樹枝状結晶（デンドライト）が正極と負極を短絡（ショート）する可能性も低い。

⑤ 電解質が固体であるためセルの設計自由度が大きく増すことも優位点の一つ。

⑥ 液体電解質と異なりリチウムイオンが意図しない電極に流れないため、1 セル内での多層化や直並列の設計が容易となる。

⑦ 多数のセルを直並列に接続した従来のモジュールに比べて、個々のセルのパッケージを減らせる分、モジュールの体積も減らせる。

高温や低温での特性が高いのも大きな長所である。液体電解質を用いる多くのリチウムイオン電池は 70 度が事実上の上限温度であり、それ以上では出力電圧が低下する。低温にも弱く、マイナス 30 度では内部抵抗が増して十分な出力密度が確保できなくなる。

全固体電池なら 100 度の高温でも問題なく動作し、マイナス 30 度の低温でも既存のリチウムイオン電池ほど性能が低下しないものが多い。

３．全個体電池関連企業の動向

新しいテクノロジーはリチウム・イオン電池を小型化、軽量化するだけでなく、充電容量、充電時間も大幅に改良し、EV の航続距離を伸ばし、普及に弾みをつけるものとみられている。

このタイプのバッテリーのもう一つの利点は電池寿命の延長である。これによってリサイクルの

コストも低くなり、また電気自動車以外の用途への応用も促進される（現在でも一部のメーカーはEV バッテリーを一般的な用途のエネルギー源として利用するプロダクトの開発を行っている）
バッテリーはエンジニアリングの最先端テクノロジーであり、電気自動車の開発で大きなハードルとなっている。

狭いスペースを前提とする EV 用バッテリーの場合、全固体化はサイズ、容量の面で有利となる。

強度部材やインテリア用に開発中の超軽量素材と組み合わせることで EV はいっそう魅力的になると思われる。

日立造船は全固体電池を低コストに製造する技術を開発した。バルク型と呼ばれる大容量の全固体電池では、電極と電解質を溶液にしてから塗布して乾燥する工程を繰り返すのである。材料に高圧をかけて電解質を両電極に密着させる必要もあった。

同社は粉体の成型などに強みのあるグループ会社の技術を生かして、電解質と電極を粉体の原料のまま成型する技術を確立した。製造工程を簡素にできる分、信頼性を維持しつつ、製造コストを抑えやすい。

日立造船は、コストと信頼性を競合品に対する強みとして、早期の実用化を目指す。2018 年にも電池メーカー向けに製造を始める計画である。

このほかにも旭化成、日立製作所、出光興産、村田製作所、太陽誘電など多数の日本企業が全固体電池の開発にしのぎを削っている。

４．開発の焦点はセル制作へ

全固体電池の研究開発の主軸は、それまでの高い性能の電解質材料の探索から、セルの試作や製造プロセスの開発、あるいは充放電サイクル寿命の短さなどの課題の解決へと移り始めた。

30 年以上、電池系の材料を研究してきた東工大教授の菅野了次氏は「全固体電池の開発の焦点は材料から、どんなセルをどのように作るかに移った」と語る。

固体電解質材料自体の研究は続けながら、用途に応じて、正極材料や負極材料との適切な組み合わせを試す段階、しかも量産をにらんだ製造プロセスも開発する段階に入っている。

単純に、イオン伝導率だけで競争する段階は終わり、「用途に応じた適材適所の選択を進めていく段階になった」と大阪府立大学教授の辰巳昌弘氏はいっている。

５．特許出願動向

1997～2017 年に公開された「エコカー電池」関連特許の国内出願状況の調査結果、トヨタ自動車が 2434 件（豊田中央研究所と豊田自動織機を含む、単独で 2094 件）と圧倒的に多い。

トヨタの出願状況を詳細に見ると、2006 年からエコカー向け電池に占める全固体電池の比率が徐々に高まり、特に 2010 年以降では大半あるいは半数近くに達している。

同社はエコカー電池の出願を 2012 年から行なっており、開発リソースを全固体電池に集中させたとも考えられる。

さらに 2015 年の出願分で確認された同社の発明者数は、エコカー向けで 115 人、全固体電池向けで 111 人。両テーマで重複した発明者は 1 人のみだった。

こうした発明者数から、全固体電池に 100 人を超える開発人員が投入されており、開発組織や開発テーマを明確に区分していることが推察できる。

全固体電池に注力する同社の開発姿勢は、国内の出願に限らない。欧米・アジアの出願動向にお

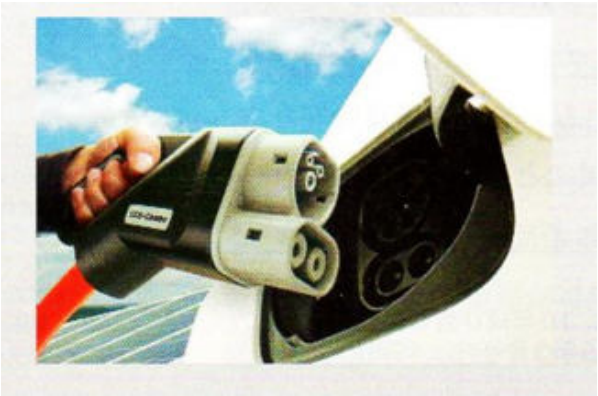
いても出願数でトップである。

同社が、全世界における特許の権利形成を目指していると推測できる。

６．電力供給状況

5～6 分で 80%充電できる超急速充電に向けた出力約 350kW の充電スタンドは既に規格があり、ドイツなどで高速道路などへの展開が始まりつつある。

充電ケーブルなどの発熱を抑えるため、ケーブルに水冷用の管も必要になるので、家庭への設置は難しくなる。日本では新たに超急速充電器が必要になる。



日本の自動車は現在約 8,000 万台。これが総て EV になったら、電力インフラが持つのかといった懐疑論がある。

日本における既存の自動車の年間走行距離の平均は約 1 万 km。EV の電費は比較的良い車で約 100W/km である。

年間の電力需要量は 8,000 万台×1 万 km×100W/km＝800 億 kWh となる。これは、原子力発電所約 15 基の年間発電量に相当する。原発の多くがいまだ停止状態にある日本で、現実的でないという懐疑論である。

ただ、太陽光発電や風力発電、バイオマス発電など再生可能エネルギーがこの 5 年ほどで、設備容量では約 50GW 増加した。これらは稼働率が低いが、年間発電量にすると約 800 億 kWh で、原発約 15 基分の年間発電量に相当する。

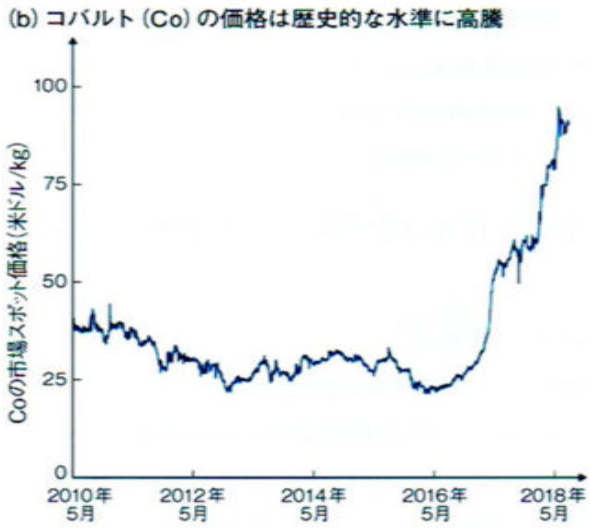
しかしながら、8,000 万台の車が一斉に充電を始めたら、電力インフラは、確実に破綻する。充電インフラには、負荷を平準化するシステムが必要となる。

回避策としては、大容量の定置型蓄電池を用意して、そこから充電すれば良い。EV を本格普及させるには、車両搭載電池に加え、電力需要平準化の電池も必要となる。

7. コバルト問題

リチウムイオン 2 次電池（LIB）のセルやパッケージ自体には逆に値上がりの気配がある。
蓄電池の需要が急増して品薄気味になっているほか、用いる材料のコストが軒並み高騰しているからである。

中でも、LIB の正極に用いられているコバルト（Co）のスポット価格は 2 年で 4 倍弱と歴史的な高値になっている。



EV 急増への期待感が主な要因といえそう。

Co の価格高騰は EV や LIB にとって深刻だ Li やグラファイト（黒鉛）など他の材料は、資源自体は豊富にあるため、増産体制さえ整えば高騰は収まる可能性が高い。

ところが、Co だけは埋蔵量自体が限られ、しかもアフリカのコンゴ民主共和国に偏っている。同

国の鉱山では、子供に手掘りで鉱石を採掘させていることが指摘されており、採掘量を容易には増やせない状況である。

仮に採掘量を増やしたとしても、別の課題が出てくる。現在、EV 1 台分の LIB には 10kg 前後の Co が用いられている。

一方、Co の世界の可採埋蔵量は 700 万トン弱である。つまり、それらすべてを EV 向け蓄電池に用いても、7 億台たらずの EV しか作れない。

現在、世界では毎年約 1 億台弱の自動車が出荷されている。正極を刷新しない限り、EV 全盛時代は 7 年と続かない。

もちろん、Co を必要とするのは EV だけではない。スマートフォンとかノートパソコンの LIB は、むしろ EV よりもＣo の利用率が高い。

正極に Co を使わない LIB は既に大勢力になりつつある。具体的には、リン酸鉄系材料を正極に用いた LIB である。

その発端は、東京大学工学系研究科教授山田淳夫氏らがソニー時代に開発したオリビン型リン酸鉄リチウム（LiFePO4）である。

このタイプの LIB は、安全性が比較的高いことから定置型蓄電池市場では、既に一大勢力になっている。

Co を使わず、Li イオンも使わない電池の開発も進んでいる。ナトリウム（Na）イオン 2 次電池（NIB）である（図 4）。

Na イオンは海水などに含まれ、事実上無限にある。加えて、LIB では負極集電体で銅（Cu）を使う必要があるのに対し、NIB では Cu より安価なアルミニウム（Al）を使える。

加えて Na イオンは、イオン伝導率を原理的に高めやすく、正極層を厚くしやすい。この結果、電池のコストは 2 割超低減する。最近の Co や Li の高騰を反映すれば、製造コストの差はさらに広がりそう。

NIB 研究の第 1 人者といえる東京理科大学理学部教授の駒場慎一氏や、東京大学の山田氏は、NIB が既に技術的には LIB に並び、今後 LIB を超える可能性もあると声をそろえる。

根拠の 1 つは、正極材料の選択肢が LIB より多い点。「Li＋はイオン半径がちょうど遷移金属と同程度であるため、元素が入れ替わりやすく正極に必要な積層構造が崩れやすい。Na＋はイオン半径が大きく構造がより安定で、材料の選択の幅が広い」（東京大学の山田氏）。

もう 1 つ、NIB の可能性を生かす方向性がある。電極や電解質がすべて固体の全固体電池である。Na＋はイオン半径が大きいため、イオン伝導率が高い材料が多いから。

研究開発も進展している。全固体電池の電解質の候補の 1 つである硫化物系材料は、LIB では水と反応して硫化水素（H2S）を発生することが課題である。

対して、NIB 向け硫化物系全固体電解質では、水に混ぜても H_2S が発生しない材料が見つかっている。

以上

引用文献

１．日経エレクトロニクス 2018 年 1 月号
２．日経エレクトロニクス 2018 年 7 月号

春田　要一（はるたよういち）
技術士(金属部門、総合技術監理部門)
所属先（春田技術士事務所）
連絡先（yoichi.h361@nifty.com）