

2022.5

特別号

Associate
Information

協会誌掲載作品 10 選 (第 3 弾)



夏の川面 (印藤栄次会員制作)

令和 4 年 5 月



公益社団法人 大阪技術振興協会

自宅近くの川面風景です。両岸には並木が植えられ、自転車道・遊歩道が整備された河川敷からの景色です。春の桜並木，秋の紅葉も良いのですが，夏の昼下がりの静かな川面と青々とした草木が強く印象に残ったので描いてみました。 (印藤栄次 談)

目次

No	作品（論文，記事など） 題目	著者	協会誌の号(発行年月)【種別】	頁
	発刊に当たって	坂本良高		1
1	土砂災害を防ぐ新工法の開発	木越正司	No.513(2019年9月)【技術の話題】	2
2	高張力鋼の進歩と耐環境性	長野博夫	No.514(2019年10月)【ミニ特集】	5
3	大山古墳(仁徳天皇陵)はなぜ巨大に?	登山徹也	No.516(2019年12月)【ひとこと】	7
4	少子高齢化と閉塞感からの脱却	山崎洋右	No.519(2020年3月)【ひとこと】	9
5	水月湖の年縞による年代測定法の 較正への寄与	深田晃二	No.519(2020年3月)【技術の話題】	11
6	「オー脳 (No!)」人生 100 年時代 引退するのはまだ早い	末常伸一	No.520(2020年4月)【ひとこと】	13
7	水銀汚染廃水による水俣病とその後	井上靖彦	No.522(2020年6月)【技術の話題】	15
8	意思疎通の鍵	佐々木一恵	No.532(2021年4月)【会員の広場】	20
9	まちの未来のために動くこと	西本和正	No.533(2021年5月)【技術の話題】	22
10	AI 時代に生き残る専門職業人とは - 技術士は先を創り出す「超人」になれ -	杉浦 司	No.535(2021年7月)【技術の話題】	25
	審査，編集等を終えて	細谷陽三		27

発刊に当たって

2年ごとに発刊しています「協会誌掲載作品10選(第3弾)」が整いましたので、お届けいたします。この「協会誌掲載作品10選」発刊の目的は、協会員の社会活動の様子や技術者目線からの時事に対する意見等を広く社会に公表すること、更には当協会の技術士集団としての公益活動を広く社会にアピールすることにあります。

今回は、毎月発刊しています協会誌の2019年8月号から2021年7月号までの2年間の作品を対象に、当会員全員からの投票結果に基づいて、「協会誌掲載作品10選(第3弾)」掲載作品の選考をいたしました。

この2年間の主要な出来事の第一は、2020年早々に中国・武漢で確認された新型コロナウイルス感染症でした。日本においても横浜港に寄港したクルーズ船「ダイヤモンド・プリンセス号」での新型コロナウイルス感染症騒動は、対岸の出来事のニュースとして聞いていましたが、瞬間に全世界がコロナ禍に巻き込まれました。

このため社会活動の動きも大きく様変わりしました。対面で行うことが前提であった業務の打合せやシンポジウムの開催が、当然のようにリモート方式で開催されることが定着しています。数年前から働き方改革が声高に求められていましたが、現状は「隔世の感」があります。

当協会誌が会員各位の意見開陳の場として活用されることを鑑み、今後とも会員各位の協会誌への投稿を編集委員一同お待ちしております。

また、会員外の皆さまにおかれましては、大阪技術振興協会の活動の一端をご理解賜りますとともに、当協会への一層のご指導・ご鞭撻をお願い申し上げます。

2022年5月 協会誌編集委員一同
編集委員長 坂本 良高

土砂災害を防ぐ新工法の開発

技術士（建設部門）博士（工学） 木越 正司

土砂災害の現状と新工法の開発

私の仕事は斜面の安定解析及び対策工の立案と施工管理です。最近、日本では台風や豪雨により多くの土砂(斜面)災害が発生しています。崩壊が起こりますと元の状態に戻すということはできません。災害復旧という形でコンクリートを用いた枠構造の工法にて施工することが多いです。なぜ、その部分だけ崩れたのかという疑問を持つ人は多いです。主には地形や地質の関係と地下水の影響が大きくかかわっています。いずれにしても発生した崩壊箇所については、このような復旧方法にて行っていますが、問題はその崩壊箇所の周辺の未崩壊箇所はどうするのか、即ち崩壊予備軍的な未崩壊箇所は放置しておいてもよいのかという問題が残ります。さらには人家や施設の裏山は大丈夫かという問題は全国に数多くあります。現在、急傾斜地崩壊防止対策事業として採択された場所に優先的に補助金をつけて府県単位で行っています。

私は独立技術士として業務を開始してから、既に25年が経過いたしました。この間設計会社を設立し斜面設計を中心に業務を行って参りました。地形や地質、地下水の状況から地盤の安定度を判断し対策方法を立案いたします。崩壊の規模により対策方法も変わりますが、主にグラウンドアンカー工法やロックボルトを使う鉄筋補強土工法による対策です。実は15年ほど前から設計業務は既存技術の応用であることから独自技術の開発を手がけました。何か他工法とは異なるもので優位性を持つ工法はないかという視点でいろんな人の知恵を得て新工法を立案し、国土交通省の新技术登録（NETIS登録）を取得し、さらに2回の検証を経てVEのランクを取得しております。しかしながら、実際には新規参入は実績や知名度がないことから設計折込みはかなり困難な状況でした。売込みまでの時間と経費が予想よりかかり苦労しました。徐々にわずかな実績と共に知名度が上がり今日に至っております。

私が開発しました新工法はプレストネット工法です。表層が崩壊する恐れのある斜面保護や、植生による全面緑化を前提とします。斜面の保護などに効果を発揮する。また、自然斜面にある立木を伐採せずに、自由に配置が計画できるため景観の保持にも最適です。

従来工法の課題への取り組み

従来、斜面の崩壊を未然に防ぐ工法として、コンクリート吹付枠工があります。この工法は、斜面崩壊の兆候が表れた時、ロックボルトに引張力が働き、のり枠によって崩壊に抵抗する「崩壊を待ち受ける工法」です。しかし、上から下へ移動し工事を行う「逆巻き施工」の場合は、吹付けコンクリートが固まるのを待ってから次の作業に進むため、斜面上での作業量が多くなります。また、枠断面が300×300以上では緑化しても枠が隠れず、山腹にコンクリート特有の人工的な構造イメージが強く残るなど景観上の課題がありました。それらの課題を解決し、先行して地山に抵抗力を与え、初期崩壊



急傾斜地防災崩壊対策工（立木のある自然斜面）

を未然に防止することで災害発生を防ぎ自然景観を保全する工法がプレストネット工法です。

プレストネット工法の特徴とは

プレストネット工法は、補強材（ロックボルト）、受圧板、連結用鋼棒より構成されています。施工はまず、一定の引張力をロックボルトに与えながら同時に、ロックボルト頭部に設置した鋼棒と鋼材にも予め引張力（受圧板に 10～30kN）を与えます。この 2 つの手順を踏むことで、土中の拘束力が高まり、崩壊に対する抵抗力が初期状態から保持できるので崩壊を未然に防ぐことができます。また、特徴としては次の事項が挙げられます。

- 工場で製作した部品を現場で簡単に組立てるため、クレーンなどの機械類が必要ない。
- 部材が最大 15～25kg 程度と軽く、人力作業で簡単に組立が可能である。
- ロックボルトを設置後、受圧板を設置することで逆巻き施工が容易である。
- 吹付機械を必要としないため、現場での施工環境の向上が図れる。
- ロックボルトに一部自由長部を設け、先行荷重を付加できるように補強材を改良する。
- 基本工法に付属品を付加・変更することで現場条件に合致した方法の選定が可能である。
- 部材が軽く地山と一体に動くため耐震性に優れている。
- 工期の短縮が可能なことや材料の簡素化により経済性に富む。
- 部材が鋼製のため、法面の計測が簡単にでき地山の挙動がわかる。
- 従来のコンクリートがもつ人工的なイメージがないため景観性に優れている。



町道和泉白山線法面对策工事 施工完成



町道和泉白山線法面对策工事 緑化後

新工法の優位性

プレストネット工法は類似する他工法と比較し、下記の点において優位性があると考えられます。

- ① ロックボルトに先行して緊張力を与えることによって、受圧板の直下の地盤が沈み込み地盤の土のせん断抵抗力が増加する。このことによって崩壊して来る土圧に対して初期の動きを止めることが可能になる。
- ② ロックボルトの頭部がワイヤーではなく、1箇所あたり 8本の堅固な鋼棒によって固定されていることにより頭部変位が生じないため、設計上の「のり面工低減係数」が $\mu=1.0$ であることが認められ、移動土塊から受ける引き抜き抵抗力の検討は不要となる。
- ③ 全面的な緑化対策が可能であるとともに、連結材を含め部材はすべて環境色に着色することが可能である。そのため、国立公園や各種公園、風致地区などの影響保全を必要とする地域での対応が可能である。

まとめ

以上のことから経済性、施工性、安全性、品質、環境や景観性に優れたプレストネット工法は、その優れた効果が認められ、すでに多くの公共工事の現場などで採用されています（NETIS 登録番号：KK-040047-VE（旧登録））。繰り返される自然災害を未然に防ぎ、自然景観の保全にも役立つ工法として、その役割は大きいと考えられます。現在はさらに対策した効果を検証するため、日本が打ち上げた準天頂衛星（みちびき）を利用したGNSSによる常時観測をおこなって3次元の立体観測が可能になった現場があります。台湾の新幹線苗栗地区の盛土斜面对策をおこなった場所がこれです。新たな技術を導入することでより高度な管理が可能になるよう進めて参ります。



台湾新幹線苗栗地区対策工（GNSS設置）

木越 正司：建設会社で高速道路，海上火力発電所等の大規模土工の工事や設計に従事。現在は土砂災害を防止する独自技術を開発し，会社を運営している。全国の主な急傾斜崩壊対策や台湾新幹線などに活用され，協会では公共工事の工事監査に関する技術調査業務を永年担当してきた。

高張力鋼の進歩と耐環境性

技術士(金属部門) 長野 博夫

1) はじめに

高張力鋼とは、この名前の示すように、一般の鋼より引張強度が高い。普通鋼の引張強度が 34kgf/mm² (340MPa)に対して、高張力鋼の引張強度は 490MPa から超高強度鋼の 1,500MPa にも達する。高張力鋼は、強度向上により製品の軽量化及び強靱化に大変役立っている。

2) 耐候性鋼

強度レベルは 400~570MPa である。橋梁、コンテナ、無塗装ビルディングに使用される。大気腐食に対する耐食性が重要なポイントである。大気環境下で耐候性鋼は、普通鋼に比べて数倍の耐食性を発揮する。これは微量の Cr, Cu, Ni などの合金元素を含有するため、微細構造のさびで鋼表面がおおわれるためである。耐候性鋼に生ずるさびは、外層が茶色の γ -FeOOH (レピドクロサイト)、内層は黒褐色の α -FeOOH(ゲーサイト) が形成する。ゲーサイトの微細構造は α -(Fe_{1-x}Cr_x)OOH で、雨水中の酸素の拡散抵抗となり、大気腐食を抑制する²⁾。

3) 自動車用鋼板

自動車に使用される素材の使用量は、普通鋼 55%、高張力鋼 40%、アルミなど非鉄が 5% (2010年) であるが、電気自動車が主力となる 2040 年くらいになると、普通鋼のシェアは極端に下がり、高張力鋼板が主力となる³⁾。省エネルギーの EV 車の開発加速とあいまって、引張強度 980MPa 以上の超高張力鋼の使用が大幅に増大するであろう。一方、プラスチック、アルミニウムや炭素繊維の使用もそれら素材の性能及び販売価格の低下次第では鉄鋼を脅かすことになるかもしれない。表 1 に自動車用鋼板の引張強さ及び比強度の比較を示す。比強度の大きいほど、単位重量当たりの強度が高いので、自動車の軽量化に役立つ。

強度向上の原理として、溶質原子の固溶強化、結晶粒度の微細化、変態組織による強化、析出強化、および加工硬化などがある。この中で重要なプロセスは、加工熱処理による結晶粒微細化、ならびに、熱処理によりパーライト、ベーナイト、マルテンサイトの存在比率を変化させた複合組織による超高張力化である。

表 1 自動車用板材の比較¹⁾

板材	引張強さ	比重	比強度	コスト(1kg 当り)	生産量
ウルトラハイテン	980~1470MPa	7.8	126~188MPa	100円程度	鉄:12億 ton
従来ハイテン	490~790MPa	7.8	63~101MPa		
軟鋼板 SPCC	340MPa	7.8	44MPa		
アルミ合金板 A6061(T6処理)	310MPa	2.7	115MPa	500円~600円	アルミ:3400万 ton
マグネシウム合金板 AZ31	270MPa	1.8	137MPa	3000円程度	マグネ:60万 ton

4) 高力ボルトおよび PC 鋼棒用超強度高張力鋼

図 1⁴⁾に示すように、高力ボルトには 1,200MPa 級、および PC 鋼棒には 1,500MPa 級の超高張力鋼が使用される。

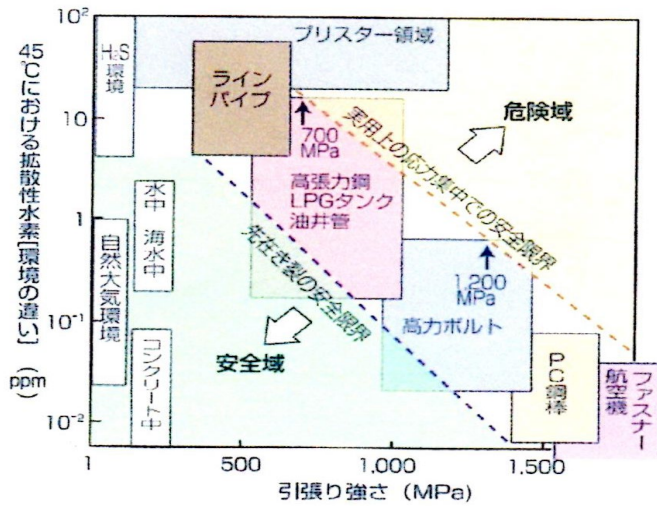


図1 遅れ破壊に関する鋼の強度と環境の厳しさの関係⁴⁾

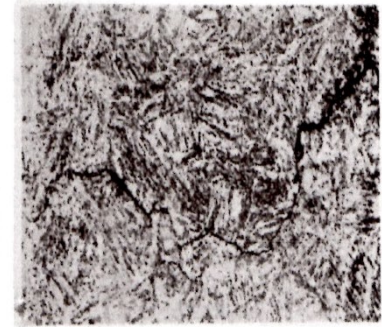
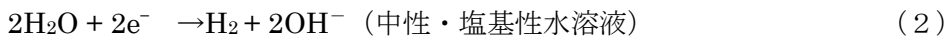


図2 超高張力鋼の遅れ破壊亀裂の内部進行状況⁵⁾

超高張力鋼の組織はマルテンサイト組織になるために、水や海水と接すると、遅れ破壊を呈する危険がある。



(1) 或いは(2)の反応により鋼表面で発生する水素(H₂)が一部原子状Hとなり、鋼中を拡散する過程で局部的にトラップされたとき、応力集中により遅れ破壊を呈する。例えば、1,500MPa級の超高張力鋼が雨水にさらされれば、0.1ppmの水素が鋼中に吸収されるだけで、遅れ破壊を呈するので注意が必要である。遅れ破壊のマイクロ組織を図2⁵⁾に示す。割れは、旧オーステナイト粒界に沿って進行している。

5) まとめ

高張力鋼の進歩について概観した。強度レベルと鋼の耐環境性の両立を考えた高張力鋼の使用が望まれる。

<参考文献>

- 1) 森謙一郎：ウルトラハイテンのホットプレス成形と今後の展望
- 2) 長野博夫，山下正人，鈴木重夫：耐候性鋼及び鉄文化財における耐食性とさびのお構造，材料，Vol.44, No.506, p.1314-1319 (1995)
- 3) 日本経済新聞：日本製鉄CASEの荒波 (2019.5.29)
- 4) 岩田多加志：高強度鋼の遅れ破壊特性評価，こべるにくす，Vol.12, Oct.(2003)
- 5) 山本俊二：遅れ破壊について，鉄と鋼，第55第4号年(1969)

長野 博夫：住友金属工業(株)総合技術研究所で硫酸露点腐食鋼，耐海水性二相ステンレス鋼，原子力発電用ステンレス鋼などの開発・実用化。化学研究室長，冠研長野研究室。広島大学教授，大阪市立大学非常勤講師。協会の監事及び技術士受験セミナー講師，趣味は英語，中国語，詩吟，ゴルフなど。

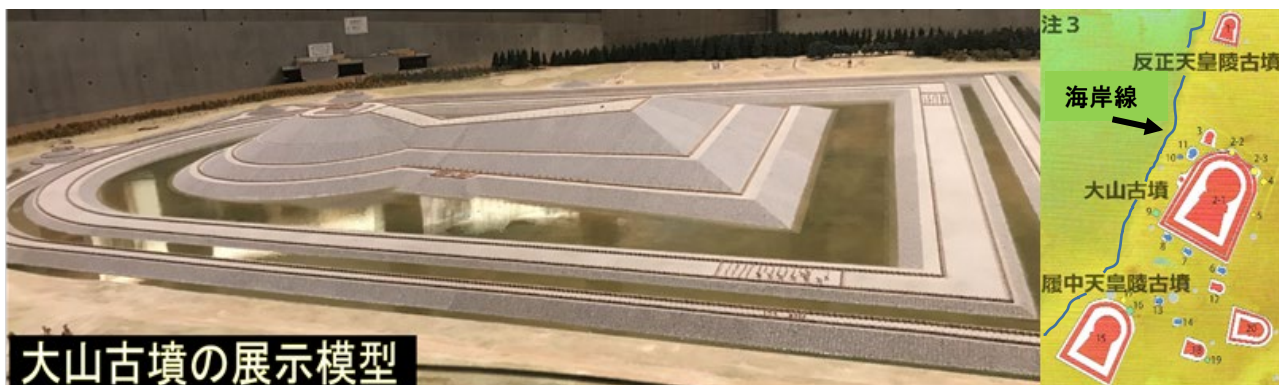
「大山古墳(仁徳天皇陵)」はなぜ巨大に？

技術士(電気電子, 総合技術監理部門) 登山 徹也

百舌鳥・古市古墳群は大阪府で初めて世界文化遺産(2019年7月6日)に登録された。百舌鳥古墳群は堺市にあり、もともと100基以上あった古墳が現在は46基に減っているそうである。「仁徳天皇陵」とされる大山古墳は5世紀中ごろに建造され、その前方後円墳の墳丘(鍵穴形部分)長は486mもあり長さでは世界一である。

大山古墳は大林組の計算では、現在の基準では工期約15年8か月、延べ作業員680万人、総工費796億円をかけて築いたと計算されている。

※「大山古墳」は「大仙古墳」とも表記され、「仁徳天皇陵」は「伝仁徳天皇陵」の「伝」を付ける場合もあります。(注1) フォーラム堺学 第4集 H9年版)



写真上は大山古墳の建造当時を表した模型(大阪府立近つ飛鳥博物館に展示)であり、墳丘の斜面には小石が敷き詰められ、周囲には大量の円筒埴輪が並べられている。当時の大阪湾の海岸線は、右図のように今より内陸側にあり、微高地上の大山古墳(中央)や履中天皇陵古墳(下側)などは、大阪湾から良く見えるように横向きに築かれ、完成当時はキラキラと真っ白に輝いていたそうである。

なぜこのような巨大古墳群が大阪の堺に建造されたのか、「にわか古墳ファン」としての興味から図書館やテレビ番組などの調査結果を①～③に、④では現在の大山古墳の様子を少し紹介する。

① 中国の使節が船に乗って大阪へ来ると、船上から「伝仁徳天皇陵」が見えていた。内陸部の民衆に、大規模な墓を築いて権威付けただけではなくて、外国の使節を意識した権威のシンボルでもあった。外国の使節の人たちが、瀬戸内海から大阪湾に入ると、「伝仁徳天皇陵」が見える。「あれは何か」、「あれは、わが大王の墓であります」。外国の使節の人たちは、さぞかし、びっくりしたに違いない。(注1) フォーラム堺学 第4集 H9年版)



②古墳が造られた五世紀に「倭の五王」が使いを出して、その返礼などで中国や朝鮮半島から使者が訪れる(左図の航路図参照)。その時に、国の力を見せつけるために造ったという話がある。その発想はとも、明治初期の欧米の来訪者の「仁徳天皇陵」などに対する反応から始まっているのではないかと私は考えている。仁徳陵や履中陵などの巨大な古墳を海から見て、すごいものだと思ったのは、アメリカやヨーロッパの人たちで、それなら古代に訪れた中国や朝鮮半島から訪れる使者もそうなのだと

アメリカやヨーロッパの人たちで、それなら古代に訪れた中国や朝鮮半島から訪れる使者もそうなのだと

う発想になったのではないかと思う。(注1) フォーラム堺学 第17集 H22年版)

③◆ 弥生時代の後期になると、日本列島各地に稲作などで富を蓄えた豪族が誕生する。なかでも有力だった大和・奈良盆地の勢力が各地の豪族達に呼び掛けて連合政権をつくる。その連合の証しとして豪族達の墓の特徴を組合わせて前方後円墳をつくったと考えられている。

◆ 当時、朝鮮半島北部の高句麗は、騎馬軍団の強大な軍事力を誇り、倭を含めた東アジアを恐怖の渦に巻き込んでいた。高句麗は繰り返し百済を攻撃していたので、百済は倭に援軍を求め同盟を結んだ。



◆ 3世紀に前方後円墳が生まれた奈良に代わり、5世紀には現大阪府はヤマト王権の新たな勢力基盤となった。実際、奈良の古墳の出土品が祭祀用の物が多いのに対して、百舌鳥・古市古墳群では、鉄製の出土品が多く状況は一変している。これらから「倭の五王」は最先端技術を取り入れ軍事力・経済力・農業力を強化していたことがわかる。

◆ 当時国際港だった大阪湾には、朝鮮半島からの来訪者が多く、巨大な古墳をまのあたりにする。その情報は高句麗にも伝わり、古墳の途方もない大きさから、背後に強大な軍事力を感じ取り攻撃を思いとどまったのではないか。つまり百舌鳥・古市古墳群は、巨大な城の役割を持ち、防衛装置であった。(注2) 2019年 NHK 放送) この説明が現在の主流の考え方だろうと思われる。

④ 現在の大山古墳の三段の墳丘部分は非常に等高線が乱れ、特に後円部の丸い側の北半分は、地すべりで大きく崩れている。原因は地震説や、室町時代の古墳周辺の築城説なども紹介されている。

(注1) フォーラム堺学 第21集 H26年版)

このように大山古墳は原型が保たれておらず、少し残念な状況であるが、徐々にでも墳丘の調査が進むことを期待する。

参考資料:

注1) フォーラム堺学 (財団法人堺都市政策研究所)

第4集(①「古代王朝と中百舌鳥古墳群」: 上田正昭氏 講演),

第17集(②「仁徳陵と中百舌鳥古墳群」: 樋口吉文氏 講演),

第21集(④「世界遺産登録をめざす中百舌鳥古墳群」: 十河良和氏 講演)

注2) NHK「歴史秘話ヒストリア」“巨大古墳誕生 世界遺産目前! 百舌鳥・古市古墳群”

(2019年5月29日放送)

注3) パンフレット 世界遺産 百舌鳥・古市古墳群 -古代日本の墳墓群-

(大阪府立近つ飛鳥博物館)

登山 徹也: オーディオメーカーの開発設計部門に所属し、主に無線関連の製品開発を行ってきました。協会では、編集委員会に所属して、ホームページの作成・維持管理を行っており、受託業務部会と技術士育成委員会に所属しています。趣味は楽器(テナーサックス・クラリネット)演奏です。

少子高齢化と閉塞感からの脱却

技術士（機械部門） 山崎 洋右

少子高齢化は50年以上前から予想されていたにもかかわらず、いまだ解決の糸口が見えない問題、これこそ今の日本の閉塞感の象徴ではないかと思われまます。既に65歳以上を15～64歳で支える割合が2018年時点で2.1、将来は1.4となる見通しで、人口減少も続き2050年過ぎに1億人を割り込むと見込まれます。少子高齢化から脱却するには数十年かかると言われており、もう時間はありません。

表－1. 高齢化の推移と将来推計

	0～14歳	15～64歳	65～74歳	75歳以上	不詳	総数	65歳以上割合	65歳以上を15～64歳で支える割合
1950	2,979	5,017	309	107	0	8,411	4.9	12.1
1960	2,843	6,047	376	164	0	9,430	5.7	11.2
1970	2,515	7,212	516	224	0	10,467	7.1	9.8
1980	2,751	7,883	699	366	7	11,706	9.1	7.4
1990	2,249	8,590	892	597	33	12,361	12.1	5.8
2000	1,847	8,622	1,301	900	23	12,693	17.4	3.9
2010	1,680	8,103	1,517	1,407	98	12,806	23	2.8
2018	1,542	7,545	1,760	1,798		12,644	28.1	2.1
2020	1,507	7,406	1,747	1,872		12,532	28.9	2
2030	1,321	6,875	1,428	2,288		11,913	31.2	1.9
2040	1,194	5,978	1,681	2,239		11,092	35.3	1.5
2050	1,077	5,275	1,424	2,417		10,192	37.7	1.4
2060	951	4,793	1,154	2,387		9,284	38.1	1.4

単位 人口：万人
割合：%

出典：令和元年版高齢社会白書（全体版）
第1章第1節「1高齢化の現状と将来像」より

（注）2015年までは総務省「国勢調査」、2018年は総務省「人口推計」（平成30年10月1日確定値）、2020年以降は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成29年推計）」の出生中位・死亡中位仮定による推計結果

少子高齢化を食い止めるには、若い世代の子育意欲向上が必要ですが、子育てのハードルは高く、意欲が減退しているのが実情で、相当大胆で思い切った施策を行わない限り解決困難な状況です。

例えば、事業者若手子育て世代に対して6時間程度の短時間勤務やノー残業義務を負わせ、従わなかった場合の罰則も課す等々。若手はキャリアアップが必要で、無理しても早く1人前にしたいという事業者側の事情は尤もですが、人生100年時代の長寿命社会において子育てを犠牲にしてまで慌てる必要があるのでしょうか。人は40歳過ぎてから十分にキャリアを積み、その穴埋めは元気な高齢者が請負えば良い。近年、男性の育児休暇促進が叫ばれていますが、その間に妻子を支える男性の家事能力が求められます。

もう一つ、都会では保育園充実等の施設面での子育て支援に限界があるため、ハイテクを駆使した高度な第一次産業促進、それに伴う第二・第三次産業増、地方のスマートシティ促進等で若者の就労人口を激増させ、多数の若者を地方に呼び込み子育て支援を推奨することです。3人以上の子育てをしている人に思い切った奨励金（3人目以上は無料等）を支給し、子育て意欲を向上させるやり方もあるのでは。地方は自然に恵まれ、農地、太陽の恵みがあり、食材の新種開発や生産性向上でまだまだ人を養え、加えて、家も敷地も広く、子育てがしやすい環境なので、子沢山でも暮らしやすい。更に地方の子育て経験豊富な高齢者が若者の子育てを支援すれば、若い人が子育てに困ることはありません。地方で子供を育て、都会に送り込む発想も必要ではないかと思えます。このくらい大胆で思い切ったことをやらないと少子高齢化問題は解決せず、閉塞感からの脱却は不可能です。

政府は2019年に希望する高齢者が70歳まで働けるようにするための高齢者雇用安定法改正案の骨格を発表、将来は雇用義務化する方針ですが、高齢でも元気な人は働き、年金を払う側に回って要支援・

要介護者を支えることで年金問題を解決させ、その分若い人の子育て支援にお金を回せばよいと思います。元気があるのに時間を持てあまし生きがいを失う、いわゆる「仕事ロス」で活力を削がれてしまうのは悲しいことです。

しかし、若手に子育て時間を与え、元気な高齢者が年金を支える側に回るためには、資金が必要です。通信、ビッグデータ、AI、ロボット、自動運転(自動車・重機・農機具)、高度な農業等々、高度な技術で生産性を著しく向上させることで、1人あたりの労働時間を短縮させ、若者の勤労時間を減らして子育て時間を増やし、併せて高齢者の雇用を確保するとよいと思います。行政がこれらになりふり構わず大胆に投資することを期待します。

内閣府の新たな社会“Society 5.0”では「人間中心の社会」が記されており、「快適」「活力」「質の高い生活」の3つが唱えられています。しかし、気掛かりなのは高齢者の記述は多いが、子育てに関する記述は殆どないことです。高齢者が幸せになることに異存はないものの、新たな未来を担う子供達への関心が薄いことが少子高齢化の真の原因ではないでしょうか。技術の進歩により、高齢化の課題は解決に向かいつつありますが、子育て支援に高齢化と同等以上の知力を割かないと国は亡びます。

最後に、幸福な人間中心の社会になるためには、高度技術による生産性向上のみならず、富の分配も重要です。しかし、現状は残念ながら貧富の差は広がりつつあり、上位1%の人に過半数の富が蓄積されている格差社会へ移行しているのではないかと思います。高度成長時代に一億総中流階級と言われていましたが、中間層を金持ちにさせることが経済活性化、幸福な社会実現に非常に有効である一方、金持ちがより積極的に事業促進できる社会でなければなりません。要するにアクセル(金持ち・事業家:お金を稼ぐ)とブレーキ(中間層・消費者:消費)のバランス関係です。そして、弱い立場の人を減らし、追い詰めずフォローし、中産階級にもっていく社会でなければなりません。弱い立場の人を増やし、追い詰めると、36人が犠牲になった京都アニメーション事件や19人が犠牲となった相模原障害者施設殺傷事件のような痛ましい事件が繰り返される不幸な社会となります。自分だけではなく周囲の人との幸福の共存こそ真の幸福と言えます。

「星よりひそかに 雨よりやさしく・・・」1962年、高度成長期初期の橋幸夫と吉永小百合のデュエット曲「いつでも夢を」歌詞です。この曲は少々もの悲しいけど夢があります。今は懐かしい高度成長期の様にもう一度、幸福な未来を夢見て生きていきたいものです。

山崎 洋右：鉄鋼会社で薄板・連続鋳造の保全技術、炭素複合材や石英ガラスの技術開発・生産技術を担当後、設備系子会社でISO9001, ISO14001を担当後、技術開発支援・知的財産を担当し、現在在職中。協会では、団体理事、育成委員や受託業務にかかわる。

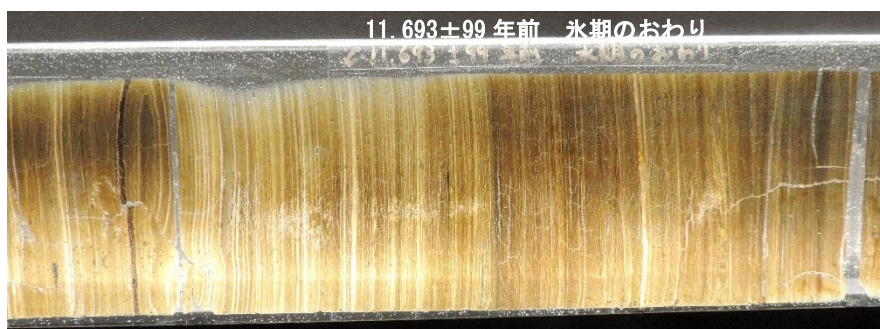
水月湖の年縞と炭素 14 年代測定法の較正への寄与

技術士（衛生工学部門） 深田 晃二

福井県の三方五湖の 1 つ「水月湖（すいげつこ）」は、プランクトンや鉄分など季節によって異なる物が湖の底に毎年積もることで縞模様になった泥の地層「年縞」で有名である。この湖は流入河川が無いことから、水深は隣りの三方湖の 2m にくらべ 34m と深く、また湖底は無酸素状態で魚などの生物に荒らされないことなどから、降り積もった数万年に亘る年縞が非常に良い状態で保存されている。2020 年 1 月 30 日に福井県年縞博物館を見学した。ボーリングにより採取した年縞を凍結乾燥し 50 μm 厚に研磨後エポキシ樹脂で固定し、45m に亘り横向きに展示してある。

1991 年に安田喜憲京大教授が発見し、93 年に 1 回目のボーリングを行った。98 年に国際学会で発表したが採取データが連続しておらず評価されなかった。2006 年に弟子の中川毅（タケシ）立命館大学古気象学研究センター教授（当時英国ニューカッスル大教授）らは、3 本のボーリングを行い 93 年の物と併せて 4 本のデータで湖底堆積層 45m 深さの連続的な 7 万年分の年縞を採取した。

この成果により、水月湖の年縞は世界標準として認められた。ちなみにボーリング費用は 1 本 5 千万円かかったそうだが、採掘会社の社長の情熱のおかげで実現できたと解説者は力説されていた。



1 万年以上前の 50 μm 厚の年縞の展示 (C₀/C ≒ 4)

(年縞博物館は展示品の写真撮影は OK。筆者が撮影し説明を活字化)

年縞は白黒の縞のセットが 1 年分で、直近千年分の厚みは 1m 以上あるが 7 万年前付近は上層の圧力が掛かり 30~25cm 厚ぐらいである。その年縞に含まれる花粉がスギやウルシなら温暖期、ブナやツガなら寒冷期と判るなど、その種類や量、火山灰などから当時の気候や降水量、火山活動が分かるという。また落ち葉が 808 点含まれて

いて、花粉と共に炭素 14 年代測定法により、過去 5 万年の年代測定の精度を飛躍的に向上させた。

有機物は自然界の二酸化炭素を取り込んでいるが、死滅することにより空気中の炭素 14 (以降 ¹⁴C と記す) を摂取しなくなり、死滅時の ¹⁴C が残留し、そこから放射性炭素 ¹⁴C の減衰が始まるので、死滅後の年数が推定できる。有機物とは残されている木片、花粉、腐植土、骨などである。

¹⁴C が β 崩壊する個数は 1g 当たり毎分 15 カウント程度で、これをカウンターで計測するわけだが、1980 年代に加速器質量分析計 (AMS : Accelerator Mass Spectrometer) が実用化され高い精度で測定できるようになった。

$$\text{放射性物質の減衰式 } C = C_0 \cdot e^{-\lambda t} \dots\dots\dots \text{①}$$

(C₀ : 死滅時の ¹⁴C 数, C : 測定時の ¹⁴C 数, λ : 崩壊定数, e : 自然対数の底=2.718)

¹⁴C の半減期 t は 5730 年で、その時 C₀/C=2。変形①式 λ t = log_e(C₀/C)より、λ=log_e2/5730、

従って、
$$t = (5730/0.693) \cdot \log_e(C_0/C) \text{ 年} \dots\dots\dots \text{②} \quad (\log_e 2 = 0.693)$$

となり、例えば t=5 万年前の有機遺物の現在の ¹⁴C 数を計算すると C₀/C ≒ 423 となる。

宇宙線の中性子によって大気上層で ¹⁴N から生成された放射性炭素 ¹⁴C が二酸化炭素の形で地球上に

一定量存在する。大気中の ^{14}C 数は、超新星の爆発や太陽フレアの状態によって宇宙線の強度が変動することや、化石燃料使用が急増しここから供給された ^{14}C を含まない二酸化炭素によって大気中の ^{14}C 濃度が薄められ（スース効果・Suess' effect）て来ていることなどから、②式の「 C_0 の経年変化」が重要である。5730年前の ^{14}C 数（ C_0 ）は今より8%多かったそうである。

これまでの海洋堆積物・鍾乳石・樹木年輪（年代測定は1万2千年前まで可能）などから得られたデータでつくられた較正データ IntCal09（2009年版）は1万年前～7万年前が仮定に基づいた補正がなされていたが、IntCal13（2013年版）は水月湖の調査結果を踏まえて、年縞からの年数（②式の t ）と落ち葉や花粉の現在の ^{14}C 数（②式の C ）からその時代の C_0 が求められ、曖昧な誤差を取り除き非常に正確な較正データが得られたという。

なお、鉄は炭素を含んでいるが、木炭を使用して製鉄された鉄であれば同様に年代を推定できるという。中国地方のたたら製鉄法は砂鉄を溶解する燃料として木炭を用いている。古代エジプトでも製鉄に木炭を用いているので、 ^{14}C による年代測定が可能である。ただし石炭を使う製鉄法では鉄の年代は分からない。なぜなら、石炭は元来樹木からできたものだが、数千万年～数億年前に埋もれて大きく減衰しているため（例えば、百万年前の C_0/C は 3.5×10^{52} ）、 ^{14}C を含まないのと同じであるからだ。しかし石炭を使う製鉄法は、たかだか2～300年前から行われているので、千年以上前の鉄器の年代特定に特段の影響はないようだ。

水月湖での地球物理学者らのこのような努力は、地質学者、考古学者、歴史学者にとって暦年代の測定が格段に正確になり研究に資することであろう。

（参考文献）

1. 「 ^{14}C 年代測定法」遠藤邦彦・著 ニュー・サイエンス社 考古学ライブラリー1（1978）
2. 「時を刻む湖－7万枚の地層に挑んだ科学者たち－」中川毅・著 岩波科学ライブラリー242（2018）

深田 晃二：設備会社で輸出（繊維向冷凍機，中国・中近東への各種プラント用空調）に従事。中近東に11ヶ月監督SV滞在。国内ではIC・液晶工場のクリーンルーム設計・品質管理。12年間京都女子大学非常勤講師。現在自治体監査，小中学校理科実験，国内朝鮮石人像研究中。



習作 ビーナスとトランペット
（丹生光雄会員制作）

「オー脳 (No!)」 人生 100 年時代 引退するのはまだ早い

技術士 (建設部門) 末常 伸一

「脳年齢」という言葉がありますが、これは実年齢とは異なり、脳がどの程度の機能を持っているかを年齢で表したものだそうです。私は脳の専門家では無いので、詳しいことは分かりませんが、インターネットで調べたところ、一般に脳の神経細胞の成熟は、0歳から3歳頃の間急速に進み、10代半ばから20代前半にかけて完成されていくと考えられているようです。しかし、20歳代をピークに、1日に10万個程度の神経細胞が死滅すると言われていています。脳の神経細胞の減少を完全に防ぐことは困難なことです。高齢期における知能の変化は、「衰退する側面」と「維持・強化される側面」の両面があるようです。加齢とともに経験によって強化されていく側面もあるようですので、脳の働きを常に良くしておくことが、脳年齢を維持し、さらに若返りを図ることができると言えそうです。

当協会の平均年齢は73歳だそうですが、私は昭和41年4月生まれですので、年齢差が20歳もあります。しかし、これは実年齢の話であって、技術士の脳は、継続研鑽を行っている限り、老化は非常に遅いと思います。技術士の脳年齢は、実年齢より相当若いはず。ちなみに、私の脳年齢は、インターネットのあるサイトで調べたところ、20歳代でした。確信はできませんが、これが正しいとするならば、平均年齢73歳である当協会の会員の脳年齢は、40歳代ということになります。しかし、技術士としての継続研鑽を怠れば、実年齢に関係なく、一気に老化が進むと思います。

私は、協会では主に技術士受験セミナーと受託業務部会の業務に携わっています。技術士受験セミナーでは、近年、試験制度が大幅に変更になったため、戸惑っている講師の方が多いように思います。私は、平成11年に初めて技術士を受験し、相当な苦勞の末、平成24年に合格しました。苦勞はしましたが、試験制度の変遷を体験することができたため、現在の受験指導に役立っています。試験制度は、確かに変更になりましたが、技術士の基本的な本質は、変わるはずがありません。試験問題の内容（問われ方）が変わっただけです。以前は、試験問題文が短く、受験者が論文内容を自ら展開させる必要がありました。記述量も多く、何よりも論文体力が必要でした。現在は、試験問題文が長く、記述の指示が多いため、受験者は問題文の指示に従う必要があります。論文自体の本質は変わらないのですが、従来の自己展開型から問題文展開型に変わっていますので、論文作成のアプローチが異なります。ひと昔前の受験指導の方法では十分な対応ができなくなっています。そこで、令和2年度より、講師会議から講師研修会に内容を変更し、講師研修に重点を置いた対応が始まりました。

受託業務部会の方は監査・検査業務が中心ですが、この監査・検査業務は、これまでの経験が重要となりますので、65歳以上から始めるのが適切かと思えます。私が初めて監査業務を行ったのは47歳の時でした。当初は、「君、監査できるの？」みたいな顔が並んでおり、相当苦勞しましたが、試行錯誤を重ね、今では38件の監査・検査業務を行うまでになりました。受託業務部会では、年8回の研修会を行っており、昨年からは、監査体験報告を毎回行っております。しかし、技術の進歩は早いため、研修会だけでは十分とは言えないと思います。私は、建設コンサルタントに所属しているため、橋梁点検等の情報を入手することができ、助かっておりますが、どこにも所属されていない会員の方は、技術的な情報収集がポイントになると思います。技術士受験指導と同様、ひと昔前の技術だけでは、適切な対応が困難になりつつあります。技術士としての継続研鑽や技術的な情報収集は、今後より一層、重要視されると思います。

いずれにせよ、協会業務は指導・支援が中心ですので、各会員の方の継続的なレベルアップが重要となりますが、冒頭で述べたとおり、脳は使えば使うほど若返らせることができるそうです。加えて、ベテラン技術士には豊富なご経験と実績があります。特に、安全管理などは、ベテラン技術士の腕の見せ所かと思います。一方、私の方は、これまで技術士受験セミナーや監査・検査業務を多数行ってきましたが、ある意味では、勢いだけで押し通している部分があります。協会の平均年齢 73 歳に達した時、スタイルの転換が必要になると思いますので、今の内から考えておきたいと思います。

人生 100 年時代が到来しました。70 歳を過ぎると引退をほのめかす会員の方が見受けられますが、もったいない話しです。断言はできませんが、協会会員の平均脳年齢は 40 歳代です。脳年齢からすれば、あと 60 年？は活躍できることとなります。卓越した技術力とこれまでのご経験と実績、そして、優秀な脳を十分に活かし、ベテラン技術士と若手技術士が共に取り組めば、協会は飛躍的に発展すると思います。

末常 伸一：橋梁メーカー、高速道路会社、建設コンサルタントに勤務。主に橋梁の計画、設計、施工、維持管理等に関する業務に従事。協会では、1 次・2 次セミナー委員（技術士受験指導）、受託業務部会総務補佐（監査・検査業務等）、技術者教育支援業務（技術系の職員研修等）を担当。



習作 レモンとトランペット
(丹生光雄会員制作)

水銀汚染廃水による水俣病とその後

技術士(化学, 総合技術監理部門) 井上 靖彦

私は長年化学工業に携わってきた。1973年, 勤務先では水銀法食塩電解工場が稼働していたので, 水銀汚染魚騒動による工場封鎖に巻き込まれた。このほどエコパーク水俣を訪問する機会を得た。当時を振り返り日本の公害の原点とされる水俣病とその後を報告する。

SDGs「14海の豊かさを守ろう」の踏み台にもなる貴重な人類の財産である。

1. 水銀汚染魚騒動

1973年春, ながく争われてきた水俣病裁判と新潟第二水俣病裁判で, あいついで企業側敗訴の一審判決が出た。時を同じくして八代海や徳山で第三水俣病発生疑いの報道が続き, 工場排水の水銀公害による水俣病についての情報が堰を切って連日マスコミから流された。その結果日本全国の「水銀を使用する工場付近の海からとれる魚は危険だ。」との風評が広がり, 魚が売れなくなった。怒った漁民は「廃水に水銀を出しているかどうか問題ではない。水銀を扱う工場があると魚が売れない。」と水銀を扱う工場の操業停止を要求して大挙して押し寄せ, 工場の排水口をふさいだり, 正門に座り込んで物流を妨げたり, 港の出入口をおびたしい数の漁船で封鎖したりする事態が発生した。

2. 水銀暫定基準

この騒動の最中, 厚生省は魚介類の水銀暫定規制値(総水銀 0.4ppm, 暫定有機水銀 0.3ppm)を発表した。世界の基準値に基づき日本人の平均的水銀摂取量を勘案して決定したものだ。しかし新聞は専門家の見解として, 「規制値が甘すぎる。これだとすべての魚を食べていいことになる。」と規制値に対する不信感を報じた。

しかし, それから47年経た現在もこの魚介類の規制値は変わらない。

3. 原因究明と先延ばし

1951年から水俣湾内で漁獲量が大幅に低下し, 1952年新日本窒素肥料株式会社(当時)の企業城下町の片隅の漁業者の奇妙な風土病が報告された。1956年魚を常食とする漁民に原因不明の中枢神経疾患の患者が発生した。これを水俣病認定の第一号とされる。食中毒疑いなどが報告されたが水俣病患者は狭い地域に限った病気として広く世間には知られることはなかった。

1957年保健所でネコに湾内の魚の投与試験を行い, ネコが発症したので, 熊本県衛生部は食品衛生法の適用による湾内での漁獲禁止命令の発令を国に打診したが, 許可されなかった。

次第に, 熊本県衛生部・保健所, 熊本大学などによるエビデンスが増えて徐々に事態の解明が進み工場廃液中の水銀の疑いが深まった。遂に1959年熊本大学で排水中の有機水銀が原因であると発表された。一方同じ1959年, 会社の附属病院は工場廃液(H.I.400号と略称)をネコに投与し発症を確認したが会社は隠ぺいし, 有名教授の有害アミン説やタリウム説があり, 科学的因果関係はなかなか明確にならなかった。

工場排水が疑われたので, 会社は工場排水口の変更や排水処理設備の設置で排水処理対策したが, 結果的には排出抑制の効果がないうばかりか被害の範囲を広げた。

高度成長期の波の中で、因果関係が不透明なまま、工場の操業を続けて製品の供給を継続し高度経済成長を支えた。結局 1968 年、原料も製造プロセスもこれまで(電気化学法カルシウムカーバイドからのアセチレンと水との水銀触媒反応)とは全く異なる新製法(石油化学のエチレンと空気とパラジウム触媒を使用するワッカー法)による製品の供給が可能になって操業を終了した。

4. 原因の断定

1968 年国の統一見解として水俣病は工場排水中のメチル水銀が原因であると断定した。工場排水中のメチル水銀化合物が海水中で食物連鎖により濃縮し、この魚を食べることによる水銀中毒であった。

原因はアセトアルデヒド工場では、アセチレンを水和してアセトアルデヒドを製造する工程で触媒に水銀塩化物を使用していた。特に高度経済成長の時代の要請に応えるべく、会社は日本のトップメーカーとして設備増強、触媒使用量の増加、また 1951 年からは助触媒の変更など生産方法を変更しながら対応した。(ちょうど 1951 年の助触媒変更から漁獲不漁が起きている。)

なお生産方法は多くの同業者と異なる独自のプロセスであった。

5. 技術者倫理

著名な生命科学者は「工場技術者は水銀が有害であることは常識として知っていたはずであるが、大量の海水で希釈されるので問題ないと高をくくっていたのだろう。しかし自然の奥深さは、たとえ稀薄された有機水銀でもプランクトン⇒小魚⇒大魚⇒人と食物連鎖の中で濃縮されることだ。優秀な技術者といえどもそこまでは気づけなかったのだろう」と述べている。

高度経済成長の真っ最中、環境に対する十分な知識や配慮に欠けて、ひたすら増産に走った。国策としての高度経済成長に増産でしか貢献できず、それに伴う環境対策技術を開発できなかった悲劇である。大增産の掛け声の最中に途中で止める困難さを示している。途中問題に気付いたが、隠ぺいしてしまった。途中退きかえす勇気がいかに難しいかを物語っている。

1988 年最高裁は、工場排水が原因と判定し無作為であったことを責め元社長、元工場長の業務上過失致死傷害罪で有罪と確定した。

6. 被害者

工場廃水の及ぶ広範囲の海で取れた魚をよく食べた漁民及びその家族、またそのとき胎児だった人が水俣病を発症した。

患者に寄り添って訴えた「苦界浄土」の著者、石牟礼道子、の「花の文」で胎児性水俣病患者坂本きよ子の母親の語りが水俣市立水俣病資料館(後述)に掲示されている。

『きよ子は手も足もよじれてきて、手足が縄のようによじれてきて、わが身を縛っておりましたが、見るも辛ろうして。

それがあなた、死にました年でしたが、桜の花の散ります頃に。私がちょっと留守をしとりましたら、縁側に転げ出て、縁から落ちて、地面を這うとりましたですよ。たまがって駆け寄りましたら、かなわん指で、桜の花びらば拾おうとしとりましたです。曲がった指で地面ににじりつけて、ひじから血い出して。

何の恨みも言わなかった嫁入り前の娘が、たった一枚の桜の花びらば拾うのが、望みでした。』

7. 被害者救済

並行して被害者の救済の民事裁判が行われ長年月をかけて補償救済が行われたが、いまだに患者が苦しんでいる。

個人補償

水俣病認定患者	約 3,000 人	補償額	一時金(16, 17, 18 百万円), 医療費, 年金等
1997 年政治解決	約 11,000 人		一時金(2.0 百万円), 療養手当月 0.02 百万円等
2010 年救済処置	約 30,000 人		一時金(1.5 百万円), 療養手当月 0.015 百万円等

地域的取り組み

胎児性水俣病患者の高齢化に伴う救済処置

また、長年の会社側と被害者の間に生まれた偏見や反目を脱し地域の再生・融和(もやいなおし)をもたらす試みが様々に持たれている。

8. 修復

1990 年、水銀で汚染された水俣湾は湾の入り口を漁網で仕切り、暫定除去基準値(水銀 25ppm)以上の水銀を含有する水俣湾の底質約 150 万立方メートルの浚渫(しゅんせつ)、また強く汚染された百間川から八幡の間 58ha を埋め立て造成が行われた。

埋立(封じ込め)及び 58ha のこの事業の費用は、会社が約 300 億円、国及び熊本県がそれぞれ約 90 億円を負担した。

環境省は水俣病の教訓の小冊子の中で費用対効果を企業の投資した金額と、その後環境の補償、修復に必要な経費を年間平均経費として報告している。

企業が環境対策に投資した金額	123 百万円
環境被害の補償、修復に要した金額	12,631 百万円

9. そして現在

1990 年水俣湾等公害防止事業による埋立地が完成。



(写真：水俣市立水俣病資料館提供)

その周辺に 1993 年『水俣市立水俣病資料館』が開館した。水俣病に関係した豊富な資料や写真が展示されている。また『語り部』により水俣病の体験を直接聞くことができる。

また同年『熊本県立環境センター』が開館し、ひろく環境問題を学び自然と共存していく方法を楽しむ学び考えていく体験学習の場を提供している。



そして 1996 年海を臨む高台の広大な階段状広場を使った『水俣メモリアル』(写真：筆者撮影)が作られた。水俣市の公募によりイタリア人ジュゼッペ・バローネ製作の直径 40cm のステンレス球 108 個を配置したオブジェが「海に転がり落ちる水銀球と海から上がって来る犠牲者の魂を象徴している」という。

そして、2001 年『環境省水俣病情報センター』が開館し、水銀および水俣病に関する研究の推進、研究者や市民に情報の提供、学术交流のための会議の開催がされる。

その後 2007 年までに自然環境豊かな竹林、親水公園や里、街のゾーン、また広い運動場 4 面を持つスポーツゾーンからなる『エコパーク水俣』が設けられた。

水俣市は 2004 年度、2005 年度、2008 年度、2009 年度、2010 年度に『日本の環境首都』として表彰された。これは、全国の 13 の環境 NGO からなる「環境首都コンテスト全国ネットワーク」により 2001 年度から 10 年間実施された自治体の環境行政の取り組みを評価し、優れた環境施策を実施している自治体を表彰する制度である。水俣病加害者と被害者の間の分断を「もやい直し」し、未曾有の悲劇を克服して前向きに取り組む姿勢が評価された。

熊本県内の全小学 5 年生はまる一日間この『エコパーク』を訪れ、水俣で起きたことを正しく学び、現在できること(ごみの分別とリサイクル)、将来目指すべきこと(地球温暖化防止)を体験学習する機会を持つ。

私が訪問した日には 7 台の大型バスで熊本県内各地から小学 5 年生が集まっていた。たまたま出会った引率の先生は「生徒たちはこの体験学習で見違えるように環境意識が変わる。必ず学校に帰って環境に関する意見発表会を持つ。その内容から熊本県の小学生は日本一の環境リテラシーを体得している。」と胸を張って説明された。

行き交う生徒たちが口々に「こんにちは」と大声で明るく挨拶してくれた。

10. 妊婦の魚の摂取制限の勧告

2012 年日本の厚生労働省はキンメダイやカジキ、マグロなどの魚類、クジラ、イルカなどの海棲哺乳類に含まれる水銀が胎児の発育に影響を及ぼす恐れがあるとして、妊娠中かその可能性のある女性は、具体的に魚介類の種類ごとに摂取量や回数を制限するように注意を喚起している。海外で胎児被曝が脳の反応速度をわずかに遅くするおそれがあるとの報告を受け、1973 年の魚介類の水銀暫定規制値に変更はないものの、偏った食事にならないように勧告したものである。

11. 水俣条約と国内法強化

水俣の貴重な体験を世界の水銀汚染防止に生かすため、2013年水俣市で水銀に関する水俣条約が締結され2017年発効した。

水銀条約締結に伴い、日本は、日本の知見を特に開発途上国に広げて『経済と環境をもやいなおすプロジェクト』として『水銀マイナスプロジェクト』に貢献することとなった。

また日本国内では『水銀による環境の汚染の防止に関する法律』により、水銀の管理を厳しくされた。たとえば高圧水銀ランプは、2021年から製造・輸出入が禁止され、廃水銀はきびしく回収が求められる。また『廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法）』により業務用水銀蛍光灯などは水銀使用製品産業廃棄物として割れないように分別管理することが求められる。

12. 終わりに

水銀汚染土を浚渫し、埋立造成した『エコパーク水俣』に隣接した『水俣メモリアル』には「二度と同じ過ちはしません。起こさせません。忘れません。」と水俣市長の誓いの銘板がある。

水俣市は恩讐を越えて『もやい直し』を実践し、過去何年も続けて『環境首都』に選定されるまでになった。また市、県、国がそれぞれの立場で連携して誓いどおりに実践し、さらに世界に向けて『水銀に関する水俣条約』に基づく情報を発信し貢献している。

未来を背負う小学生がここで環境リテラシーを身に着け育つ様は頼もしい。

井上 靖彦：化学会社で自動車材料，電子材料，医薬農薬中間体の研究開発および製造に従事した。第一線を退いたのちは経験を生かして，化学教育，環境，安全，技術者倫理など，現役を支援する業務に関わっている。協会ではその延長でお手伝いさせていただいている。



紫陽花
(印藤栄次会員制作)

意思疎通の鍵

技術士(環境部門) 佐々木 一恵

私は、趣味として乗馬をしています。オリンピックにおいて、馬術は動物を使用する唯一の種目であり、ヒト、ウマともに選手の性別に左右されること無く純粋に個人の技量を競うことの出来る唯一の競技です。また、ロンドンオリンピックに71歳で出場した法華津寛氏のように、年齢を重ねてもできるスポーツの一つです。

馬の動きの優雅さを競う馬場馬術(Dressage ドレッサージュ)、障害物の飛越の高さと時間を競う障害飛越競技(jumping ジャンピング)、馬術の要素をほぼすべて盛り込んだ複合競技である総合馬術(Eventing イベントィング)、馬のマラソンと言われる20km~160kmもの山道を駆け抜けるエンデュランス競技(endurance riding)、などがあります。

「乗馬」=「馬」に乗るといってもお互いのアシストがうまくいかなければ様々な障害を乗り越えることや長距離の移動を人馬共に安全に成し遂げることはできません。例えば、上り坂ではヒトは前傾し、下り坂では後傾することで「馬」の負担を軽減する必要があります。水たまりのあるカーブを通過するためには、「馬」がこけないように乗り手は遠心力に対して倒れないようにバランスをとる必要があります。

「馬」は本気で走れば時速60~70kmに達し、体重が500kg~1000kgにもなるヒトよりも非常に大きく力強い動物です。また、「馬」は1個体の生物としての意思を持っています。ヒトが無理な指示をしたり、「馬」が理解できない指示を出した場合には、容赦ない反撃(跳ねる、動かないストライキなど)が帰ってきます。一方で、子供を背中の載せても馬は暴れることなく、子供のつたないキックに反応して優しく歩くこともできます。ある意味において「乗馬」は自分より能力の大きなものにする通りに動いてもらうための意思疎通(お願い)の訓練を繰り返しているようなもので、これは大きなプロジェクトを共同で進める場合や、上司と部下の関係を円滑に行う方法に通じるものがあると感じています。

生物学的にはウマは同じ家畜のウシやヤギ、ブタなどと比べて内臓の構造などがかなり特殊なため、非常におなかを壊しやすく、その死因の多くが疝痛(おなか痛の総称)です。きっと、ヒトによって家畜化されなければ絶滅していたのではないかとまで言われている繊細な動物です。また、「馬」の蹄(ひづめ)の維持は非常に高度な技術を要します。そのため、「馬」を移動手段として常に一定の状態を保つのは本当に骨の折れることです。事実、競馬場や乗馬クラブでは「馬」に対して「乗り手」、「厩務員」、「装蹄師」それぞれのプロがチームを組んで馬の管理にあたっています。

このように「馬」を本当の意味で乗りこなすためには非常に多くの経験とエネルギーが必要です。その一方で、「馬」との意思疎通を通して「旅」という共同作業をやり遂げた達成感には本当に何にも代えがたいものがあります。古代からヒトは、長い旅路で「馬」と意思疎通を図りながら、ともに経験を積み重ねて「旅」という共同作業を成し遂げてきたのです。これこそが移動手段としての役割を終えた「馬」に乗ることをスポーツとして継続させてきた理由と言えるでしょう。

さて、産業革命以後移動手段として「車」が登場するまで、ヒトは「馬」を使っていました。

「馬」にヒトが乗るようになるには「銜(ハミ)」の発明が不可欠でした。「銜」は馬の口にふくませる金属製の棒で、手綱を介してヒトの手につながるものです。「銜」はヒトの極細かい指示を口と

いう非常に敏感な器官を通じて「馬」に伝えることで、複雑な運動や制御を可能にするもので乗り手との意思疎通を行います。そして、その形状は、紀元前 4000 年にはほぼ完成されていたと言われており、その後ほぼ変化していないことから、ヒトが「馬」に乗るにあたって「銜」は最大の発明と言われています。

現在、自動運転自動車の安全性に対する技術革新は深化しています。さらに、「車」と意思疎通ができる「銜」となる人工知能などの技術が進んで、ヒトが「車」と一緒にいろいろなところに旅をして、共通の経験を積んだ友達のような存在になるとさらに多くの幸せを技術が提供できるのではないかと思った今日この頃でした。



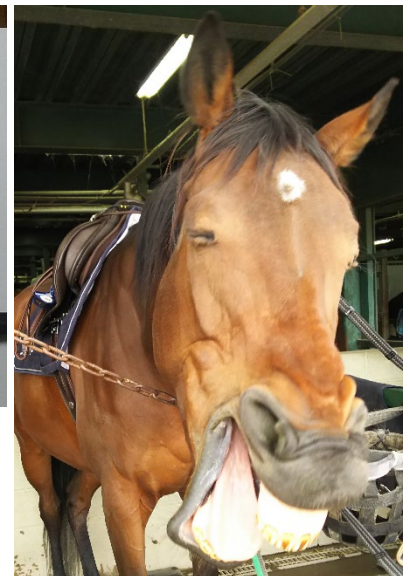
銜を含めた頭絡を付けた状態



銜を含めた頭絡



銜を上から撮影



銜を外すと

ついリラックスモードに

佐々木 一恵：環境コンサルタント会社で環境試料の分析や環境測定技術の開発、環境調査に重視してきました。現在は、地盤調査・改良会社にて調査業務を担当しています。協会では、団体理事をさせていただいています。建築系専門学校にて非常勤講師。

まちの未来のために動くこと

技術士（建設，総合技術監理部門）西本 和正

1 日本のこれからの人口動態

日本の総人口は，総務省統計局の調査結果によれば，図表-1のとおり，千年以上上昇の一途を辿ってきたが，2008（平成20）年の1億2,808万人をピークに，減少し始め，2021（令和3）年3月現在1億2,548万人となった。この12年間で，260万人の人口減となっている。

さらに，国立社会保障・人口問題研究所の「日本の将来推計人口(平成29年推計)」によれば，今後も減少傾向が続き，30年後の2050年には1億1,920万人，80年後の2100年には中位推計で5,972万人に減少すると想定されている。即ち，2100年には，ピーク時の2008年の約半数という「人口半減社会」が出現するとされている。

また，高齢化率の推移をみても，

2021年 28.9%であったのが，

2050年 37.7%（30年後）

2100年 38.3%（80年後）

となっており，急速な高齢化も進むと予想されている。

このような調査予測の結果が公表された際に，私たちはどういう受け止め方をすべきか。

今から30年後や80年後に確実に訪れる事態として，そのまま受止めてしまうのか。

何とかして，別の方向になるように，具体的に動くのか。

将来の日本，或いはそこにあるまち，そこに暮す人たちのために，

今から直ちに取組むべき課題として捉えるか否かの「意思決定」を明確にすべきと考える。

実は，図表-1のグラフは，数値の差こそあれ，10年以上前から提示されてきたグラフである。

それにも関わらず，この10年間にどれだけの対応策の提示や実施があったのだろうか。

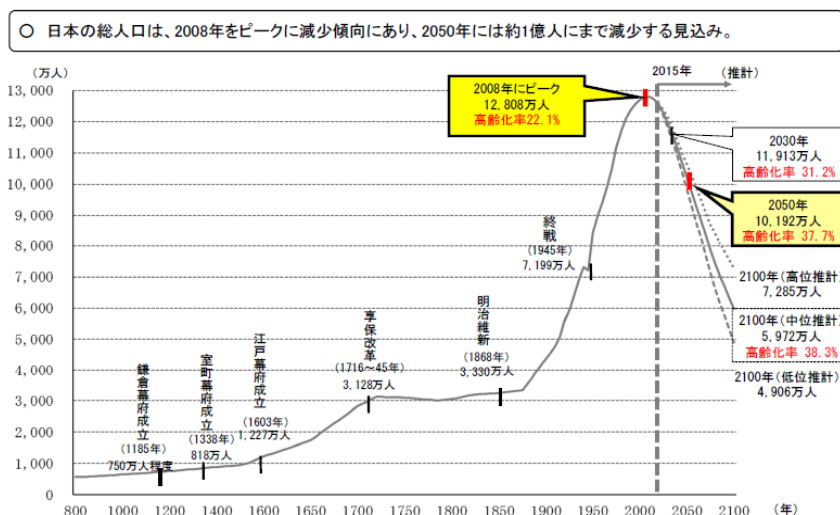
2 欧州の状況とフランスの取り組み

日本の状況を打開するため，参考として欧州，特にフランスの方策を中心に約200年前に遡って考察することにする。

1800年当初の総人口は，英国は870万人，ドイツは2,500万人，フランスは2,750万人であった。この時代のフランスは欧州で最大規模の人口を保有しており，ナポレオンの軍事力の背景になったとも言われていた。

そういった状況が図表-2のように100年

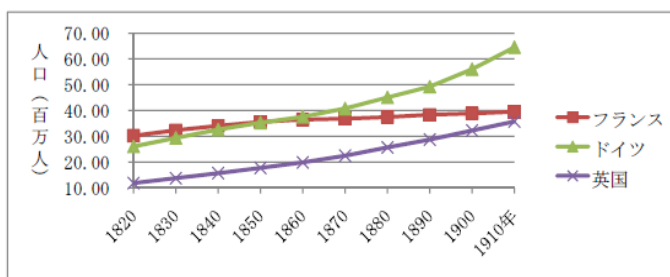
図表-1 日本の総人口の推移



(出典)1920年までは、国土庁「日本列島における人口分布の長期時系列分析」(1974年)、1920年からは、総務省「国勢調査」、「人口推計年報」、「平成17年及び1722年国勢調査結果による補間補正人口」、2015年からは、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成29年推計)」を基に作成。

(参考資料) 3) より引用

表-2 英独仏の人口の推移



(資料)『マクミラン新編世界歴史統計 (1) ヨーロッパ歴史統計:1750 - 1993』79~85頁表より作成
 (注) 1. フランスの領域は1860年以降はサヴォア・ニースを含み1870年以降はアルザス・ロレーヌを除く。
 2. ドイツの領域は、1914年当時の国境内の領域である。
 3. 英国はイングランド、ウェールズの合計である。

(参考資料) 2) より引用

が経過して、英国やドイツは急激に人口が増加したが、フランスは増加傾向にはあったが伸びは緩かった。その結果、図表一2 にみられるとおり、1900年頃の総人口は、英国が3,200万人（3.7倍）、ドイツが5,600万人（2.2倍）なのに、フランスは3,890万人（1.4倍）に止まっている。

この当時、フランス国内では、「人口停滞は国力・国防力の低下に繋がる。」という懸念が高まり、1896年には「フランス人口増加のための国民連合」が設立され、さらに、1902年には、議会内にも「人口停滞に関する委員会」が設置され、人口停滞に対する議論や対策の検討への動きが高まった。

結果として、日本を含む他の諸国よりも50年近く早く、国策として少子化対策・家族政策の実施が図られた。とりわけ、家族政策の中心となる「家族手当」については、現在も30種類以上あり、一般扶養給付、乳幼児養育給付、特定目的給付等、きめ細かく配慮され、支給額や支給期間についても、充実している。それ以後も、現在に至るまで、税額控除方式の実施や、家族形態の多様化対応、育児休業の柔軟化、認定保育ママ制度の導入等、徹底してその対応を図ってきた。

人口動態と相関が高い指標として、合計特殊出生率（TFR、15歳～49歳までの女性の年齢別出生率を合計した値）が上げられる。これは言い換えると、1人の女性が一生の間に産むとされる子どもの数となる。また、その国の人口を増加も減少もさせない合計特殊出生率の値を「人口置換水準」と呼び、数値的には2.1と言われている。これに高齢化率の変動状況の把握が加わって、少子高齢化の方向性や人口動態が概ね予測されていると思われる。

フランスにおいては、前述した長年の取組みの成果として、合計特殊出生率は、2001年の1.90から、2020年現在の1.84に至るまで、1.84～2.03を上下推移している。また、総人口は、2001年の5,926万人から漸増し続けており、2020年には6,512万人となっている。このことから、フランスは「少子化の克服に成功した」と言われるようになった。

3 まちの未来のために私たちが動くこと

わが国の場合、総人口の推移の課題は、フランスの取組み当初の「国力・国防力の低下への対応」というよりも、「これまでの急激な人口増に合わせて整えてきた社会状況やまちの姿を、今後の変化に対して、どのように継続的に保持或いは再整備していくのか」ということではないかと思われる。

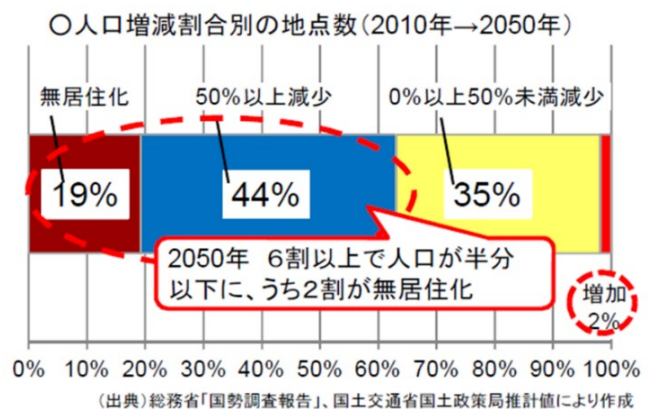
また、その際は、まず、望ましい姿を展望し、その目標を明確にした上で、その実現に向かって、精緻な調査・予測を加え、計画を立案し、全体的な合意形成を図ること。その意思決定が定まれば、直ちに実行に移すべきことではないか。

土地利用の方策としては、既に、2014年に「国土のグランドデザイン2050」が国土交通省から提示されている。その中で「時代の潮流と課題」として、6つ上げられ、その第1に、「急激な人口減少、少子化」が示された。

そして、先に述べたとおりの人口減少が続くと、人口の地域的な偏在が加速し、2050年には、図表一3のように、6割以上の地域で人口が半減以下になり、さらにその中で、全体の約2割の地域が無居住化すると推計されている。

本計画の基調は、本文の「1. はじめに」に示されているとおり、「わが国は、急速に進む人口減少と、巨大災害の切迫という2つの大きな危機に直面しており、対応を誤れば、国家の存亡にもかかわるおそれがある。」というものである。

図表一3 2050年のまちの変貌



(参考資料) 3) より引用

そして、今回の総人口の激減への対応にしても、いかに難しいものであることや、この人口減少に歯止めができなかった最悪の場合のことまで、様々な幅広い見識で考察が加えられている。

この度、取り組むべきことは、いわゆる「猶予」は許されない重要な課題であると認識している。

私たちが、そのままの成り行きに任せるのではなく、「まちの未来のために」、フランスで取り組まれたように、様々な連携を行い、具体的に、総力を上げて、動かなければならないと考える。

(参考資料) 1) 「2050年の国土に係る状況変化」、国土交通省、2019

2) 「少子化を克服したフランス」、縄田康光著、2009.10、法と調査 No.297

3) 「国土のグランドデザイン 2050」、国土交通省、2014

西本 和正：1978年、大津市に技術吏員として奉職後、下水道・道路・土地区画整理・再開発等の設計・現場監督実務10年、都市計画・交通・景観等の計画づくり10年、開発指導調整実務10年、総合政策・工事監査9年と39年間従事。現在も「まちづくり・都市計画」に取り組んでいる。



(奥村勝会員提供)

AI時代に生き残る専門職業人とは —技術士は先を創り出す「超人」になれ—

MBA・技術士（経営工学，情報工学部門） 杉浦 司

【AIに仕事を奪われていく人達】

AIがますます高度化していく中で、個人の生活が便利になるだけでなく、ビジネス活動も明暗ともに影響を受けるのはこの先必然のことでしょう。昔ならばもてはやされたであろう事務能力の高さも、AIを使えば簡単にできてしまいます。語学にしてもWebページであれば翻訳ができるのは当たり前であり、紙の資料ですらスマホのカメラで撮影すれば翻訳してくれるアプリさえあります。

それならば、これからはITスキルが重要になるだろうと、プログラミングを勉強する人が増えていますが、AIの時代に職人的なプログラミングの仕事が残るとはとても思えません。

【優秀な人材が足かせになることも】

企業のトップにとっても、これからどのような人材が必要になるのかについてしっかりと見極めておくことは、組織が生き残っていくために死活問題になります。有用な社員を確保するという意味だけでなく、時代に取り残された社員の面倒もみていかなくてはならなくなるからです。単純作業にはじまり専門的な事務作業、さらには高度な知識職業ですら、先の時代（おそらくさほど遠くない先）には不要になっていく可能性があります。AIを積極的に活用していくベンチャー企業が、古い人材に縛られた大企業を追い抜いていくことも当然のように起こるでしょう。

【専門職業人も例外ではない】

過去において単純作業がコンピュータやロボットに置き換えられたように、専門知識や経験にもとづく判断が求められる仕事が今後、AIに置き換えられていくと思われまます。多くの人達がAIに仕事を奪われていくことは避けられないように思われまます。このことは高度な知識を持つ弁護士や会計士、医者、そして我々技術士といった高度な専門職業人でさえ例外ではありません。IoTによって瞬時に収集・蓄積された巨大なデータベースにリアルタイムでアクセスでき、クラウド上の最速CPUや大容量メモリを利用できるAIが、ベテランの技術士よりも適格な診断や助言するのは時間の問題だと思われまます。

【AI時代に生き残る人材とは】

AI時代に生き残れる人材は、AIが不得意なフィールドに立っているはずでまます。AIは過去から現在までのデータから学習し、人間と同等あるいはそれ以上の判断能力を獲得することができます。

言い換えれば、「今」のあらゆる仕事はAIに取って代わられる可能性が高いのです。

裏返せば、AIは関連するデータがまだ存在しない全くの未知な未来については無力でまます。新しいことにチャレンジする勇気や意欲、主体性、行動力、洞察力といった資質や、それを実現化するための発想力や企画力、提案力、調整力といった能力はAIには真似できない領域でまます。そして、これらの資質や能力の前提となるのが「今」ではなく「先」を志向する価値観でまます。

しかし、現実はその簡単な話しではありまます、AIの能力は今でもすでに相当に高く、過去の音楽曲

や絵画データから学習させればヒット曲や名画を生み出してしまいます。人間のプロ囲碁棋士に勝ったグーグル AlphaGo の最新版である AlphaGoZero は教師データを使用せず, AI 同士を戦わせることによって, 旧版を凌駕する強さを実現しています。過去に存在しないヒット曲を作ること, 見たこともない画風を編み出すことができなければ, アーティストでさえ AI に仕事を奪われかねないのです。

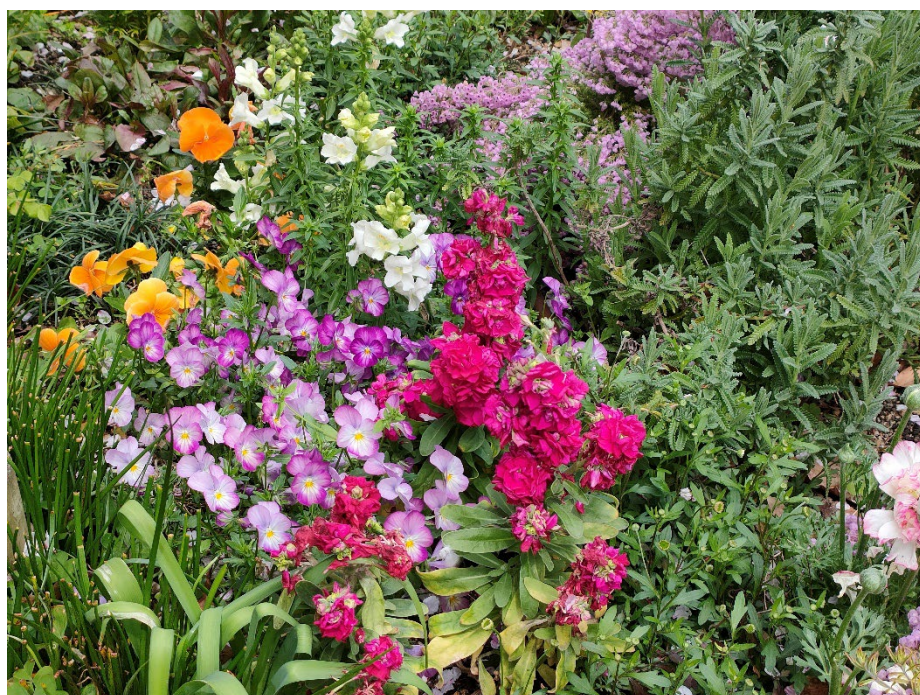
【技術士は超人をめざせ】

AI の能力は驚くほどの速さで高まっていくでしょう。「21 世紀の人類のための 21 の思考」の著者ユヴァル・ノア・ハラリ教授は, 将来, 多くの人が職を失い, 国の補助を受けることになるかと予測しています。働かなくても生活できることを良しとする人にはいい話かもしれませんが, その場合でも何もかも自動化される生活の中で, 生きがいを見つけることは難しくなるでしょう。

AI 化が進む社会において, 活躍できるのは「先」を志向する価値観を持つ人です。どれほど AI 化が進もうとも, どれほど社会が高度化しようとも, もっとよい社会はないか, もっといい生き方はないかと考える人が必要なのです。たとえ囲碁で勝ったとしても, AI は勝ちの喜びを感じることも, 敗者の悲しみに共感することもできません。AI 化が進む未来社会こそ, 「幸せとは何か」「生きる意味は何か」といった哲学的な思考が重要になってくるはずです。哲学者ニーチェは高度化する社会において, 常に前に向かって進んでいく「超人」と, 現状にまかせて生きるだけの「末人」に分かれることを予言しました。技術士も「超人」を目指すべきことは言うまでもないことです。

普通の人よりも知識が豊富で思考能力が高いだけの専門家ではなく, 未知の問題に対してひるむことなく勇気と知見を持って立ち向かっていける「超人」になることがこれからの技術士に求められるのではないのでしょうか。

杉浦 司：杉浦システムコンサルティング・インク代表。京都府警，大和総研を経て，独立。ファーストリテイリングやソフトバンクの IT コンサルタントとして従事。現在は大手企業から中小企業まで，DX や AI・データ分析，情報セキュリティなどを支援中。同志社女子大学統計調査法講師。



(奥村勝会員提供)

審査，編集等を終えて

協会誌「作品10選」が2018年5月に初めて発刊されてから、4年が経過しました。現在も協会誌‘Association Information’への多くの投稿が続いているのは嬉しい限りです。本年は、「協会誌作品10選」の第3弾を発刊することになりました。第3弾には、2019年(平成31年)8月号～2021年(令和3年)7月号<2年間>に掲載された作品の中から選ばれた10件の作品が掲載されています。

世界を見渡すと、予想もしない出来事が続々と発生しています。新型コロナの感染はあっという間に世界中に広がり、Webを活用したりリモートワークやオンライン講演などが一気に増えて、我々の生活も激変しました。しかし、協会誌等で独自の意見を発信する重要さは何ら変わっていないと思います。在宅の時間が増えたので、会員の機関誌閲覧の時間や頻度は増加していると予想しています。執筆できる時間の確保などもより容易になったと推測しますので、多くの会員から「新たな切り口の作品」が多数投稿(新しい会員からの投稿も大歓迎)されてくることを期待しています。

コロナ感染の伝播状況から、国境などはあつてないものだと考え始めましたが、ロシアのウクライナ侵攻では逆に国境の存在を再認識しました。会員同士の境界をなくし、交流などを容易にするのも協会誌‘Association Information’の役割の一つと考えます。引き続き、会員からの幅広い分野や多角的視点からの投稿をお待ちしていますので、協会誌の執筆を何卒よろしく願いいたします。

(協会誌編集委員会委員 細谷 陽三)




Associate Information 特別号
令和4年5月20日発行

〒550-0004

大阪市西区靱本町1丁目8-4

大阪科学技術センタービル 504号

公益社団法人 大阪技術振興協会

 : 06-6444-4798

fax : 06-6444-4818

E-mail : 504@otpea.or.jp

URL : <https://www.otpea.or.jp>

© 公益社団法人 大阪技術振興協会 2022

本書に記載されている記事, 内容の無断転載, 無断複写を禁じます。