

大阪国際サイエンスクラブ

会報



International
Science Club
of Osaka



●目次 Contents

特別寄稿 Resume	サクラの今 “Sakura Story”	おお つき のり あき 大 槻 憲 章 ……1
会員のひろば Opinion	四季を歩く (1) 桜とお花見 “Travelogue of Four Seasons - Cherry Blossom Viewing”	か すう たか ひろ 嘉 数 隆 敬 ……5
講演要旨 Resume	貼って剥がせる易解体性接着材料 “Dismantlable Adhesive Materials That Can Be Bonded and Debonded”	さ どう えり こ 佐 藤 絵理子 ……7
講演要旨 Resume	イノベーションを生むイスラエルと そのエコシステム・スタートアップ “Israel’s Innovation - Ecosystem and Start-ups”	ほら だ けん 原 田 健 …… 11
新会員紹介	Introduction of new members	2 名 …… 17
編集後記	Editor’s note	たに ぐち かず ひこ 谷 口 和 彦 …… 18

表紙：水彩画 「上高地・かつば橋」

絹田 貞子 プロフィール

1945年 5月 岡山県生まれ

1970年10月 株式会社竹中工務店 入社 設計部配属
建築イラストレーション国際コンペ入賞
CG大阪デザインコンテスト、他

1990年 8月 中之島コラージュ「艶」二人展

2000年12月 「ARCHITECTURAL RENDERING」 DREAM PALETTE 出版

2006年 2月 一期一会 絵葉書100枚展 個展

2006年 3月 株式会社竹中工務店 退職

2014年11月 「一期一会」をたずねて 個展

現 在 あとりえ禎 (TEI) 代表

サクラの今



NPO法人 おおさか緑と樹木の診断協会 理事長 大槻憲章

1. ソメイヨシノって

ほとんどの日本人は記憶の中に、一つや二つは満開の「桜が咲く風景」を持っているのではないのでしょうか。

「桜」と聞いて、私たちがまず思いうかべるのは「ソメイヨシノ」でしょう。ソメイヨシノは日本の風景を構成する要素として大きな地位を占めています。ソメイヨシノの開花は、単に「桜の花が咲いた」という自然現象のひとつではなく、季節の到来を実感する国民的アイテムだといえましょう。

ソメイヨシノは江戸時代の終わりごろ、江戸郊外の染井村で作られられた園芸品種です。遺伝子研究の結果、エドヒガンとオオシマザクラの雑種であることが判明しています。

名前は「染井村の吉野桜」という意味です。奈良県の吉野は昔から「桜の名所」として有名でしたから、「吉野桜」の人気は高く、ブランドでした。それにあやかって「ヨシノ」が付けられたのでしょうか。



ソメイヨシノ

その一本の木からソメイヨシノは全国に広がりました。

よく知られているように、ソメイヨシノはクローンです。日本中のソメイヨシノは、元は一本の木から枝の接ぎ木を繰り返して生産されてきました。

そのため、全国のソメイヨシノは極端な言い方をすれば「すべて同じ木」です。接ぎ木の土台となったサクラによって多少の違いが出るという話もありますが、接がれた木は全く同じDNAをもっています。ですから特徴も性質もすべて同じで、気候条件が整えば一斉に開花します。それが春の訪れの指標となっている「桜前線」というものが存在する所以です。

さて、植物としてのサクラの仲間は北半球の温帯地方に広く分布しており、日本にも自生しています。現在、日本列島に自生しているサクラ属の基本野生種は、ヤマザクラ、オオヤマザクラ、カスミザクラ、オオシマザクラ、エドヒガン、チョウジザクラ、マメザクラ、タカネザクラ、ミヤマザクラ、クマノザクラの10種です。

これらの中で、最後に加わったのはクマノザクラです。クマノザクラは紀伊半島の南部に自生する野生種です。早咲きのヤマザクラとされていたが、異なる種だと確認されました。オオシマザクラから100年ぶり、2018年に新種として発表されたサクラです。

その他に花が下向きに咲くカンヒザクラという樹種がありますが、これは台湾など亜熱帯の野生種で、沖縄などに自生がみられます。

日本には10種の基本野生種と、これらが自然交配した変種を合わせて100種以上の自生種が

あり、これらから育成された園芸品種は600種以上あるとも言われています。有名な大阪造幣局の通り抜きの八重桜（ボタン桜という言い方もあります）も園芸品種です。

ちなみに「いにしへの 奈良の都の八重桜 けふ九重に にほひぬるかな（伊勢大輔）」と詠われた八重桜は一般的なヤエザクラではなく、「ナラノヤエザクラ」という園芸品種だとされています。奈良県の県の花・奈良市の花に制定され、奈良市章にも用いられています。もっともこの和歌が詠まれたとする一条天皇の御代に、奈良から宮中に献上された八重桜が、この品種だったかは定かではありません。

関西の山に多いヤマザクラは、平安朝の時代から親しまれてきました。本居宣長の和歌「敷島の大和心を人とはば 朝日ににほふ 山桜花」は有名です。この和歌により戦前、サクラが愛国精神や国威発揚に利用されたと言われていますが、葉と花が同時に展開するヤマザクラが陽の光に映える様子は、素直に美しいと思います。

2. サクラの寿命と巨樹・古木

一般にソメイヨシノの寿命は60年程度と短命だと言われます。確かにソメイヨシノは老木にな

ると空洞が目立つ木が増えてきます。スギやイチョウ、クスノキなどのような長寿は望めません。40歳ごろから衰える要素が増え始め、放置すると60歳を超えると幹に空洞のある木も目立ってきます。

それでも、明治期に植えられたという青森県の弘前城のソメイヨシノは、100年を超えて花を咲かせています。ほかでも、例えば福島県郡山市の開成山公園において、優に100年を超えていると分かるソメイヨシノを確認しています。

一方、ソメイヨシノの片親として知られるエドヒガンはヤマザクラと共にサクラの中では非常に長寿の種であることが知られています。山梨県北杜市にある「神代桜」や岐阜県本巣市の「淡墨桜」も樹齢は1000年を超えと言われており、全国に存在するサクラの巨樹・古木はほとんどがエドヒガンです。有名な福島県三春町の「滝桜」はベニシダレザクラですが、このシダレザクラもエドヒガンのシダレ性の品種です。

エドヒガンは中部地方や東北地方のサクラというイメージがありますが、大阪府や兵庫県でも北摂の山に自生しています。

巨樹・巨木の保護ももちろんですが、全国各地の桜の名所ではソメイヨシノが危機を迎えていま



古木「仏隆寺の千年桜」

す。戦後の復興期や高度成長期などに、名所づくりや記念植樹などで大量に植えられてきた全国のソメイヨシノが60年以上経過し、樹木の老朽化が問題になってきています。

年齢の他にもサクラの木が弱る原因はいくつかあります。まずは花見客など人が根元を踏み固めてしまうことです。サクラの根は浅根性のため、踏圧や車の往来などによって土壌が固結すると、呼吸困難による生育不良や根腐れなどの原因になります。

よく「桜切る馬鹿、梅切らぬ馬鹿」などと言われますが、サクラは剪定した切り口部分からの萌芽力が弱く、また腐朽の原因にもなりますから、なるべく切らずに自然樹形に育てるのが理想です。しかし、都会では大きくなった樹木を切らずに育てることは不可能に近いです。邪魔になった太枝を切られ、そこから腐朽菌が入って傷んだサクラがあちこちで見られます。

病害虫の被害枝や「からみ枝」など不必要な枝は、細枝のうちに切り取る必要がありますが、青森の弘前城などでは適切な剪定を行うことでソメイヨシノの寿命を大きく延ばしています。これは同じバラ科のリンゴなど果樹の剪定手法を取り入れたものです。

桜の名所をいつまでも維持するのは大変なことです。多くの桜の名所ではソメイヨシノの衰弱に頭を悩ませています。しかし、老木といえどもサクラの木を伐採することは容易ではありません。抵抗感が強いのです。地元の人たちも長年親しんできたサクラを伐ることには忍びないのです。

さらに、伐採したとしても残った根株を撤去するのも大変な作業です。それでは、ソメイヨシノの若木を追加して植えればいけないかという話になりますが、そう簡単にはいかないのです。ソメイヨシノは以前に植わっていたところや、老木の近くではうまく育たないのです。これは野菜の連作障害に似て「いや地」といわれる性質です。若木を植える場合は、老木の撤去だけでなく土の入れ替えなどが必要になってきます。

3. サクラを脅かすもの

最近、老朽化以外にもサクラを脅かすものが登場してきました。

それはクビアカツヤカミキリというカミキリムシの一種です。あまり聞きなれない長い名前のこの昆虫は、本来は中国や朝鮮半島、モンゴル、ベトナム等に生息する昆虫で、外来種としてわが国へ入ってきたものです。2012年に愛知県で発見され、現在は、栃木県・群馬県・埼玉県・東京都・愛知県・大阪府・徳島県、奈良県、三重県、和歌山県などで被害が確認されています。

クビアカツヤカミキリの成虫は、体長2～4cm、体全体は光沢のある黒色、前胸背板は赤色という目立つ外見をしています。

成虫は6月ごろに交尾や産卵を行いません。サクラなどに産み付けられた卵は孵化し、幼虫は樹木の辺材や心材を食料として食い荒らし、内部で2～3年過ごします。そのため幼虫が生育する樹木は、食べかすである大量の木屑（フラス）を排出するので容易に見つけることができます。



クビアカツヤカミキリ



クビアカツヤカミキリの食害により発生した大量の木屑(フラス)

成虫を手にとってみると独特の匂いを発します。この匂いは異性を誘い呼び寄せるためのフェロモンとは少し違うようです。

サクラ類だけでなく、ウメやモモなどの果樹にも産卵し、樹勢を弱らせ枯死する原因となります。そのため果樹栽培への影響も憂慮され、特定外来生物に指定されました。

クビアカツヤカミキリの幼虫は、内部を食い荒らすため、樹木は枯死したり、弱って倒木することもあり、大量に植樹されているソメイヨシノの被害は顕著です。

関西では、大阪府の南河内から被害が広がってきています。被害の顕著な地域では、桜の並木のほとんどに生息痕が確認されます。

この勢いを止めるのは難しい状況です。特にモモやウメなどの果樹産地への侵入阻止のために、付近のサクラを未然に伐採しなければならないような事態になれば大変です。それで被害が止められればまだしも、現在の被害拡大状況から判断すれば、当分止まることはないと思われます。

「桜木に上す^{のぼ}」という言い方があります。これは「出版」の意味で使われます。一般的には「梓^{あずさ}に上す」から「上梓」という表現が使われますが、これは中国では「梓」が版木として使われていたからだと言われています。わが国ではサクラの材、主としてヤマザクラが版木として最適であるとして、古くから経典、物語、また浮世絵や錦絵など印刷物の版木に使われてきました。江戸時代、浮世絵の流行など出版ブームとなり、江戸近郊のヤマザクラの多くが伐られたという話も聞いています。

サクラは用材として古くから鼓^{つづみ}の胴に使われたり、樹皮も樺細工などに用いられてきましたが、中でも一番多く使われたのが版木でした。このように、サクラは日本の文化を支えてきた樹木だといえます。

このままサクラが枯れたり、伐られたりして、私たちの周りから日本の花であるサクラが消えてしまうことにでもなれば一大事です。サクラは単なる樹木の一種類ではありません。サクラは桜、日本の風景、文化、心のよりどころ、あえていえば

アイデンティティの一要素になっています。これらを失うことになれば、大げさではなく日本人自体が変わってしまうことになるかもしれません。

地球環境という大きい意味でも、私たちの身の周りの小さな環境という意味でも、緑の環境には十分な注意と感心を持って、身近な緑のひとつであり文化でもあるサクラを見つめてやってもらいたいと思います。

※サクラと桜の使い分けについて：樹木としての呼称の場合はサクラ、文化的表現としては桜を使っています。

参考文献

櫻男行状記 笹部新太郎 双流社
植物世相史 松田修 社会思想社
週刊日本の樹木 04 学習研究社
新日本の名木 100 選 読売新聞社編
日本の桜 山と溪谷社
花ことば 花の象徴とフォークロア 春山行夫 平凡社
ねじ曲げられた桜 大貫恵美子 岩波書店
桜花抄 佐野藤右衛門 誠文堂新光社
日本花の会ホームページ

四季を歩く(1) 桜とお花見



嘉数 隆 敬



背割堤

CANON EOS KISSX7i・EF-S55-250mm f/4-5.6 IS STM・F7.1・1/250秒・ISO100

本原稿を執筆している3月初旬、世の中はコロナウィルスに翻弄されて右往左往しています。今年は平年よりも2℃も平均気温が高く暖冬とのことで、関西の桜の開花時期も3月19日頃と予想されており、本稿が皆様の目に触れる折には、すでにほとんどの桜は散ってしまっていることでしょう。今回から「四季を歩く」と題して、季節に纏わる文章と写真をお届けすることになりました。時期を若干逸してしまった感もありますが、今年の花のご記憶を反芻していただければ幸いです。

なぜ、日本人は桜を好きなのか

日本では平安時代には花といえば桜を指すようになり、古より愛で続けられていますが、なぜ桜がこれほどまでに愛されているのでしょうか。①寒い冬から生命が息吹く春の到来を告げるから、②自己主張が強くない上品な淡い色合いが民族気質に合っているから、③身近なところに植栽され

ているので短い満開期間にもかかわらず観ることができるからといったところでしょうか。

桜と同時に花見も人気の理由の一つでしょうか。でも、これは日本人特有の好みといえるのでしょうか。大阪国際サイエンスクラブの行事の一つとして、りんくうタウンにある関西国際センターで世界各国から派遣された若い外交官の卵の皆様との交流があります。その折に彼らが日本に来られて経験し印象に残った出来事の一つに、毎回お花見が挙げられます。屋外での飲酒や食事をよしとしない習慣や宗教もあるなか、否定的な意見は出たことがありません。多くの外国人の皆さんにもお花見を楽しんでいただいているようです。

どこの桜が一番なの？

桜の時節には開花情報が新聞に毎日のように掲載されますが、多くが神社仏閣、城址、公園、山野です。日本三大桜という名木や、日本三大桜名



吉野山

CANON EOS 80D・EF-185-135mm f/3.5-5.6 IS USM
F5.6・1/320秒・ISO100

所が定義されているのをご存知でしょうか。前者は大正時代に国の天然記念物になった関西以東の3か所で、後者の一つには吉野山が含まれています。これらの桜の名所に旅行するのも楽しいと思いますが、一番素直に桜を楽しめるのは、人がごった返し、土産物屋からの呼び声や観光バスの土煙とは無縁の近場のお花見スポットでしょう。わが子の入学式を思い出す校庭の桜、友人たちとの飲み会の場となった河川沿いの公園、通学路となった道の桜トンネルなど、皆さまそれぞれに思い出とリンクした桜のある景色があると思います。その思い出を確実にするには写真を撮っておくとよいと思います。



姫路城

CANON EOS KISSX7i
EF-S55-250mm f/4-5.6 IS STM
F7.1・1/250秒・ISO100

桜のスナップショット

最近ではスマホのカメラ機能が活躍しており、多くの人が写真撮影を気軽にいつでもできるようになりました。桜の花は一つ一つは小さく、アップにすると全体感が失われ、しかも色彩が薄く、写真としてはパンチに欠けます。家族や友人との記念写真の背景としては最高ですが、主題とするには意外と難しいテーマです。

不要な人物や邪魔な枝などを避けた背景に気を配るのはもちろんですが、桜の色を綺麗に再現するには露出が肝心です。明るめに設定すれば、花弁が灰色になるのを避けやすくなります。花曇りという言葉があるくらい曇りの日に撮影する場合は少なくありませんが、花弁の色と区別がしにくくなるので、できるだけ空を入れない構図にするのが良いと思います。逆にできれば青い空と組み合わせたいところです。近接写真にしたり、夜桜撮影にしたり、一工夫を入れると更に楽しめます。

遠くからは一斉に咲いた花が霞んで見える「はながすみ花霞」、地面が散った花弁で覆われた「はなむしろ花筵」、水面が花弁で覆われた「はないかだ花筏」、風で花弁が散る「花吹雪」など、いろんな表情を提供してくれるので、桜は日本の春の代名詞です。桜の種類も多く、また満開期間は短いものの、日本列島としてみるとそれなりに長い期間楽しめます。今年の桜は見損ねたという方にも、東北、北海道方面ではまだ間に合うかもしれません。時節柄ご旅行をお勧めして良いものかわかりませんが、コロナウィルス騒動が鎮火してくれることをお祈り申し上げます。



亀岡 和らぎの道

CANON EOS 80D
EF-185-135mm f/3.5-5.6 IS USM
F5.6・1/320秒・ISO100

第5回若手学識者との異分野交流会

～貼って剥がせる易解体性接着材料～ 2019年12月16日



佐藤 絵理子

今回は、現在注目されている、解体が可能な接着材料についてご研究されている大阪市立大学教授の佐藤絵理子先生にご発表頂きます。

マルチマテリアル化が進む中、一旦接着したモノとモノを任意のタイミングで剥がしたいという需要が高まっています。異種材料の分別回収、製造工程での仮接着用途や不良部品の修理・交換時の解体など、易解体性接着材料（接着したモノとモノを、ある処理を加えることで剥がすことができる接着材料）の期待用途は様々です。本講演では、高分子反応に伴う物性変化を利用する易解体性接着材料について、分子設計や反応の精密制御の観点からご紹介頂き、各分野の企業などと利用可能性等について考え、交流をはかって頂きたいと存じます。

ISCO 集会委員 小川 昭弥

接着・粘着とは

「接着材料」は、液状の接着剤が被着体を十分に濡らした後、重合や乾燥等により固体のポリマーになることで十分な接着力が得られるもので、「粘着材料」は粘稠なポリマーを支持フィルムに塗布しておき、それを被着体に圧着することで速やかに強度が出るものです。両方を合わせて接着と総称する場合があります。粘着材料では、粘性のある半固体のポリマーが使われ、重合などの化学反応を伴いません。一方、接着材料には、溶媒にポリマーを溶解または分散させ乾燥によって固化するもの、加熱により軟化・密着させ室温で冷えて固化するもの、二液混ぜることで重合を起こして固化し接着するものなどがあります。

多くの分野で粘・接着材料は使われており、日

本では年間出荷量が約100万トン、樹脂全体のおよそ10%が接着材料として使われています。自動車、航空、宇宙、電子材料、道路、住宅、包装、医療用と多用途で使われています。接着の長所は、金属のリベット等に比べて小型・軽量化が可能で、かつ応力を均一分散できるという点にあります。また、異種材料の接合が容易という点も長所となります。一方、短所は、一旦接着すると剥がすのが難しいという点にあります。このような中、粘・接着材料の長所を生かしつつ剥がせる機能を付与した「易解体性接着材料」への需要が非常に高まっています。

易解体性接着材料の使用例として、ガラスと樹脂などの異種材料の分別回収や、部品が故障した時にその部分だけを取り外して修理するという用途などがあります。また、例えばスマートフォンのカバーガラスを1枚ずつ研磨するのではなく、易解体性接着材料で接着して一括研磨することで生産性を向上させるという用途でも注目されています。

- 粘・接着剤の長所
- ・小型、軽量(可搬化、省エネルギー化)
 - ・応力の均一分散(接着強度、被着体の疲労強さの向上)
 - ・異種材料の接合が可能
- 粘・接着剤の短所
- ・接合、圧着後の解体が困難(材料破壊、糊残りを伴う) ⇒ 易解体性接着材料への需要

易解体性接着材料:外部刺激に応じて接着強度が低下



粘・着接着技術の用途と特徴

易解体性接着材料には、紫外光を当てると液状化し、可視光を当てると固体化するという、光による固-液変換を利用したものや、形状記憶ポリマーを利用した自発剥離システム、解重合するポリマーを利用するものなどが報告されています。

易解体性接着材料の設計のポイントは、使用状態には十分な接着力と安定性を持ち、かつ剥がすときにはできるだけ迅速に強度低下させるという、全く相反する性質をどのように一つの材料に両立させるかという点にあります。

易解体性接着材料の設計

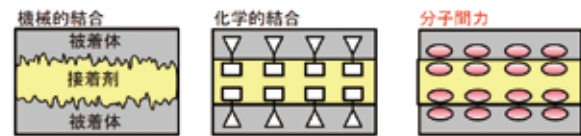
我々は、高分子反応による物性変化を利用して接着力・粘着力を低下させるという設計を行っています。被着体と接着剤との相互作用や、ポリマーそのものの強度が接着力に影響を及ぼすので、高分子反応によって界面の相互作用を低下させることや、ポリマー自体の機械強度を低下させることで接着強度を低下させることができます。また、被着体を再利用したい場合など、被着体と接着剤界面での界面剥離が望ましい場合もあり、剥離様式を制御することもポイントになってきます。

この目的のために我々が注目したのは反応性高分子で、側鎖反応による溶解性の変化や主鎖分解して低分子化合物に変化したときの凝集力の変化、架橋による弾性率の向上、あるいはガラス転移温度の上昇など、高分子反応に伴う物性変化を利用しています。また、反応性高分子を単独で使うのではなく、ブロック共重合体や多分岐ポリマーといった特殊構造ポリマー骨格に組み込むことで、高分子反応に伴う物性変化に加えて特殊構造ポリマー特有の性質を利用し、物性変化をより顕著に接着力変化に反映させる設計を行っています。

接着・粘着のメカニズム

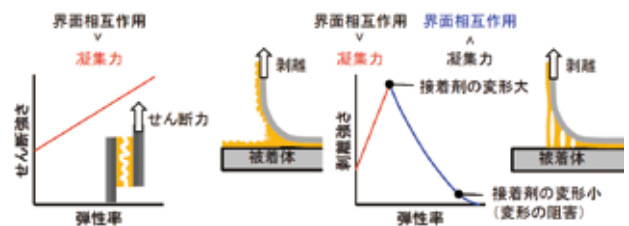
接着・粘着のメカニズムを考える上で、まず界面の相互作用を理解する必要があります。界面の相互作用には大きく3つ考えられています。1つ目は機械的結合で、表面の凹凸に液状の接着剤が入

り込んだ後、固化することによりアンカー効果が接着力となります。2つ目は化学結合で、シランカップリング剤とガラスのように、化学的に互いに反応して共有結合するようなものになります。3つ目は分子間力です。1つずつの力は化学結合などに比べると小さいけれども、全ての被着体と接着剤の間に作用するため、有効な相互作用になります。



界面相互作用

接着剤自体の機械強度も接着力に効いてきます。界面の相互作用が十分に高ければ、接着力は接着剤の機械強度、すなわち凝集力で決まります。剥離強度は、ポリマーの機械強度、弾性率が上がるほど高くなりますが、ある弾性率を超えると剥離強度が下がるような傾向があります。ポリマーが柔らかいと変形することで加えられた力を散逸できるのに対して、硬すぎると変形できずに剥がれてしまうため、弾性率に対して極大値を示します。



接着強度と粘・接着剤の強度

易解体性接着材料設計に向けた3つのアプローチ

我々は主に3つのアプローチにより、易解体性接着材料の設計を行ってきました。1つ目は高分子反応によりポリマーの弾性率を低下させることで剪断強さや剥離強さを下げるといった設計、2つ目は架橋（ポリマー同士の結合）に伴う弾性率の

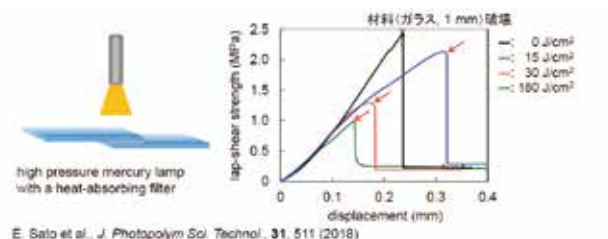
上昇により剥離強度を低下させるという設計、3つ目は界面の相互作用を低下させることで剥離強度を低下させるという設計です。

1つ目のアプローチで注目したのは、ポリペルオキシドと呼ばれる主鎖分解するポリマーで、ポリマー主鎖の繰り返し単位として過酸化結合が入っているものです。繰り返し単位に過酸化結合が入っているため分解速度が速いということと、100°C程度で分解が進行するため、一般的に耐熱性ではない有機材料と組み合わせた場合でもポリマーだけを選択的に分解できるという、新しいタイプの分解性ポリマーと言えます。

接着力を高めるために架橋剤を用いて架橋ポリペルオキシドとして強度試験を行うと、110°Cで2時間加熱すれば、架橋したポリマーの主鎖の部分の過酸化結合が分解してポリマーの凝集力が下がり、接着力が当初の20%程度に低下します。



このポリマーは紫外光でも分解します。透明の被着体であるガラスを用いて引張試験を行うと、最初は接着力のほうが強いのでガラスが割れてしまいましたが、光を一定量照射すると、ガラスを破壊することなく解体可能な接着材料になります。



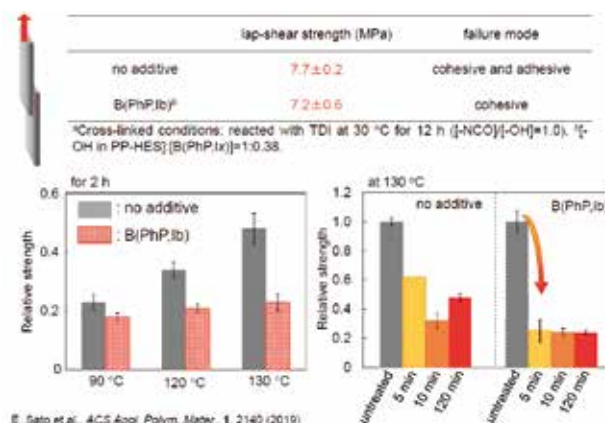
イソシアネート(二液)硬化型ポリペルオキシド ：紫外光照射による解体

ポリペルオキシドの分解をさらに促進するための研究も進めています。ポリペルオキシドは過酸

化物なので、還元剤と反応させて酸化還元反応を起すことで分解することができます。多くの場合、酸化還元反応は室温でも進行しますが、加熱したときだけ還元分解が進むように設計すれば、加熱時のみ熱分解と還元分解が同時に進行し、分解を促進できます。

この目的のために、ポリペルオキシドに種々の還元剤を加えて検討したところ、環状構造を持つ1-フェニル-3-ピラゾリドン (PhP) を用いると、室温では十分な安定性を持ち、100°Cで加熱したときに著しく分子量が低下するという結果が得られました。100°Cでは熱分解と還元分解が同時に進行したことに加え、二級アミドの構造をもつPhPを還元剤として用いることで、ラジカルを経由せずに還元分解が進み、酸素中心ラジカルが関与する副反応が抑制されたことも分子量低下の要因の1つと考えられます。

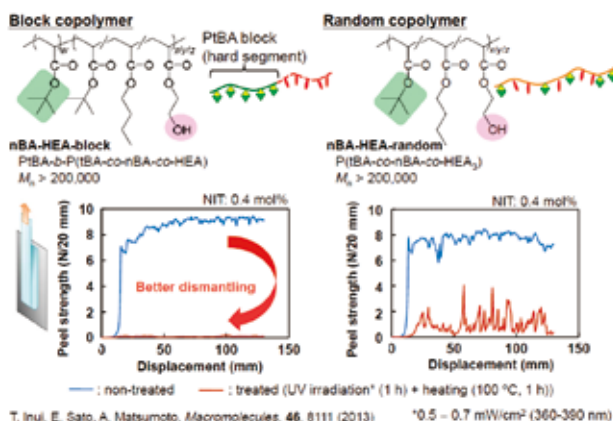
また、PhPをイソシアネートで保護することにより、熱潜在性の付与にも成功しています。イソシアネート保護により、室温での還元力を低下させることで安定性をより高め、加熱時には脱保護によってPhPが再生されるため十分な還元力を示します。熱潜在性を付与したPhP (B(PhP, Ib)) を前述の架橋ポリペルオキシドの系に添加すると、架橋は阻害せずに分解だけ促進でき、しかも加熱温度および加熱時間に左右されずに十分な解体性を達成できました。



易解体性接着材料への応用：解体性向上

易解体性接着材料としてポリマーの分解を利用する場合は、凝集力の低下を伴うため、剥離様式は凝集破壊になります。凝集破壊を避けるために、ポリマーの分解ではなく、架橋を使って剥離強度を下げる方法も検討しています。

架橋に伴う弾性率の上昇と、側鎖分解に伴いガスが生成する反応性ポリマーを利用して剥離を容易にすることができます。架橋により弾性率を過剰に上昇させて剥離強度を低下させるとともに、加熱により生成したガスをうまく界面に集めることで有効接着面積を低下させるという、2つの相乗効果を利用して剥離強度を落とせるということです。なお、架橋する反応性基とガス発生する反応性基がランダム共重合体を形成しているかブロック共重合体を形成しているかによって大きく性能が変わり、ブロック共重合体の方が解体性が良く、界面剥離を達成しやすいことが分かっています。



ブロック共重合体とランダム共重合体の比較

架橋もガス発生する反応も酸を触媒とする反応のため、光酸発生剤（光を照射すると酸を発生する）を併用すると、光照射前後の活性化エネルギーを不連続に変えることができ、光照射前の高い耐熱性と光照射後の迅速な解体性を両立可能です。

架橋して剥離することの応用として、剥がした後にもう一度接着する、可逆接着も研究しています。クマリン誘導体が照射波長に応じて光二量化

と逆反応することに注目し、ポリマー側鎖に導入したクマリン誘導体を可逆的な架橋点として利用しています。ある波長の光を当てることで二量化、つまり架橋して剥離強度を低下させます。その後、より波長の短い光を当てると、これが単量体に戻るのので、脱架橋するという原理で可逆粘着剤ができます。

3つ目のアプローチとして、界面の相互作用が低下することによる剥がれる系を紹介します。ここで使うポリマーは側鎖にアセタール結合を含むアクリル系ポリマーで、水中で加熱すると加水分解が進むという性質を利用します。このポリマーを粘着剤として使い、熱水に6分半ほど漬けておくだけで簡単に剥がれてきます。ポリマーが熱水に溶けているわけではなく、側鎖部分が加水分解してカルボン酸になることで水との親和性が向上し、被着体との界面に水の侵入が促されることで加水分解がさらに進み、同時に界面の相互作用が阻害されて両界面剥離を起こすと考えられています。

まとめ

主鎖に過酸化結合が入った主鎖分解性ポリマーや、側鎖に反応性基を導入したアクリル系共重合体の易解体性接着材料への応用例を紹介し、ブロック共重合体を用いることで効果的に界面剥離を達成する系、また、界面の相互作用を効果的に低下させることで両界面剥離を達成できるような系を紹介させて頂きました。

佐藤教授のご略歴

2004年 大阪市立大学大学院工学研究科
化学生物系専攻 後期博士課程 修了
2004年～2008年 博士研究員
(北海道大学、東北大学、近畿大学)
2008年～2019年 大阪市立大学大学院
工学研究科 特任講師、講師、准教授
2019年10月 大阪市立大学大学院
工学研究科 教授

国際交流懇談会

イノベーションを生むイスラエルとそのエコシステム・スタートアップ



原田 健

イスラエルとは

イスラエルは1948年に建国された、面積が22千平方キロメートル、およそ四国と同じぐらいの大きさの国です。人口は9百万人で、そのうちユダヤ人は75%、6百万人強となります。したがって、イスラエルはやはりユダヤ人の国と考えられます。

経済成長率は概ね3%台の前半を推移しており、1人当たりのGDPは39,835ドルと、ほぼ日本と同じです。

イスラエルは天然資源がほとんどない国で、その意味でも日本とよく似ています。人的資源の活用が非常に重要な課題であるため、教育に対して積極的に投資しています。

1人の子供が成長していく過程で、まず初等教育は飛び級もあり、英語教育は早くから取り入れられています。そして、コンピューターのプログラミング教育も小学生から始まります。注目すべきは自由な選択があるということで、何か得意なもの、あるいは関心が高いものがあれば、それを突き詰めていけるようなシステムを持っています。

男性は18歳から3年間、女性は2年弱の徴兵があり、この期間に技術をベースにした教育を受けます。

徴兵制を少し詳しく説明すると、エリート部隊ではTALPIOTや8200部隊、8100部隊というのがあります。徴兵でどの部隊に配属されるかということは、高校生の時代から重要なトピックです。16歳頃から統一試験があり、TALPIOTなどの特殊な教育プログラムを受けるための選抜が行われます。概ね1万人の学生のうち、最終的にTALPIOTに配属されるのが約50人です。途中で4～5回の試験があり、それに合格しないと

TALPIOTに行けません。

TALPIOTは超エリートですが、8200部隊に選ばれる人達も非常なエリートです。8200部隊は主に暗号処理やサイバーセキュリティに特化した部隊です。おそらくイスラエルは1日に何億回とサイバーアタックされていると思いますが、それを防御することが8200部隊の使命です。

徴兵の3年間（男性の場合）が終わると、一人旅などの自由な時間を経て、大学に入ることが一般的です。徴兵の3年間と大学の3年間、計6年間に様々な技術を習得する機会があります。

大学は、国立大学が7校（1オープン大学）、私立大学は21校あり、比較的大学の多い国です。IDCという大学は、海外からの留学生を中心に受け入れている大学で、英語で授業が行われています。

イスラエルは移民の国であり、若い人は3カ国語程度理解できる人が多いと思います。1つは国語のヘブライ語、2つ目は教育を受けている英語、そして、3～4番目にその子供たちの両親の出自によりドイツ語やアラビア語、ロシア語などです。

イスラエルはユダヤ歴を使っており、祝日や祭日が西暦とは異なります。ユダヤ歴では9月上旬から10月初旬が新年で、西暦2019年はユダヤ歴5780年に当たります。

イスラエル国家は、ユダヤ人が約4千年前にエジプトの方から移動してつくられました。その後ローマ軍に滅ぼされ、そこから民族が離散しています。

もともとユダヤ教の戒律に則った支族は12ありましたが、現存しているのは2支族だけであり、「失われた10支族」とか、そのうちの1つは日本人になっているのではないかということが言われています。そのため、日本とイスラエルは緊密

な関係があるという研究者もいます。

イスラエルの社会を語る上で重要な役割を担ったものとして、農業を中心とした「キブツ」という共同体があります。キブツは、旧ソ連のソフホーズやコルホーズという社会主義に基づく農業集団に似た仕組みで、イスラエル建国のときにはおよそ 200 以上のキブツが設立され、農業生産を中心に集落を形成していました。このキブツは社会主義的な発想で作られており、全ての土地や収益を共同で分配するという考え方でした。そのような背景から、イスラエルは資本主義の国だけでも概念的には社会主義的な良さを享受しようと考えている国民も多いと言えます。

イスラエルの都市

イスラエルの首都はエルサレムです。中心にある黄金の塔（「岩のドーム」）がイスラム教の聖地です。すぐ横に「嘆きの壁」（ユダヤ教の聖地）、そして手前にはキリスト教の「聖墳墓教会」があります。3 大宗教の聖地がこのエルサレムに集中しており、宗教問題で多くの紛争が生じている背景にこのことがあります。

次にテルアビブは商工業の中心です。イスラエルのスタートアップの多くがここに集中しています。

3 番目の都市としてハイファがあります。大学（テクニオン工科大学）がある学園都市であると同時に、ここにも多くのスタートアップがあります。

4 番目の都市は砂漠のオアシス、ベエルシェバ



エルサレム



テルアビブ

です。ほとんど砂漠に覆われた場所でしたが、ここに地下水が出たことからオアシスになり、大学（ベン＝グリオン大学）ができ、またサイバーセキュリティのクラスターもあります。

イスラエルの自然と文化

イスラエルというと治安を気にする人も多いようですが、一度イスラエルに行くと、事前に考えていたイメージと全く違うことが分かります。

カイサリアは、ローマ時代の円形劇場を始め、ローマ時代の遺跡が多く残るところです。

死海はヨルダンとイスラエルの国境にある、塩分濃度が通常の海水の 10 倍の塩湖で、誰でも浮いてしまうことで有名です。

イスラエルは南北に長い国で、北部のヨルダン渓谷、渡り鳥が多く来るガリラヤ湖、ネゲヴ砂漠、紅海に面したエイラットなど、変化に富んだ気候



死海

を味わえます。

イスラエルは酪農でも世界的に有名で、ホテルでは新鮮な野菜や果物とともに各種のチーズも並ぶ朝食のバイキングは観光客にも好評です。

産業イノベーションを支えるエコシステム

～イスラエルの技術～

既存のイスラエルの技術をいくつか紹介します。

まず、チェリートマトですが、ヨーロッパのチェリートマトの約60%がイスラエル産です。フラッシュドライブは、世界中で様々な分野で使われています。自動運転にもイスラエルの技術が使われています。さらに太陽熱発電など、過去に開発された技術が数多く実用化されています。また、アンチウイルスソフトウェアやピルカム（カプセルの内視鏡）など、普段あまり我々の目につかない技術も数多く開発されています。

2018年時点でのスタートアップ関連の指標としては、全体では8,300のスタートアップがあり、2,100の投資家、41,000のキー・エグゼクティブ（スタートアップの代表者やシリアルな投資家、グローバル企業のエグゼクティブ等）がいます。

注目すべきは368のグローバル企業があるということです。イスラエルは人口9百万人という小さな国なので、起業家達が狙うのはグローバル市場です。そのため、グローバル企業による評価が重要で、グローバル企業がイスラエルに数多く来ているということは、イスラエルの技術開発に対して非常に重要です。

エコシステム

イスラエルはイノベーションに関するエコシステムができ上がっている国として注目されています。起業文化があり強固なネットワークも既に築かれています。優秀な人材を育成するシステムも存在し、高度な学術研究が行われています。

EXIT（出口戦略）については、多くが上場かM&Aを目指しており、起業家は早く買収されることを望んでいます。

スタートアップを成長させる制度やインフラも

整っており、また海外からの資金調達も比較的容易で、グローバル企業からの支援を得られることが大きなメリットです。さらに政府の支援も多く、商用化可能なシーズをイスラエルの起業家たちはどんどん発掘しています。

イスラエルの起業文化

イスラエル人は起業に前向きですが、これは教育や家庭の背景があります。

まず、チャレンジ精神が旺盛であること。他人をまねするのではなく、自分の個性を出すことを望む人が多いこと。そして、失敗を恐れないことに加え、失敗を許す文化もあります。

さらに、グローバル市場を目指していること。起業家はアメリカやヨーロッパ、最近では中国やインドといった市場で、自分たちの技術がどのように生かされるかを考え、世界を目指します。

1年間に約1千のスタートアップがあり、この多くは技術をもとにしたものです。起業家は約27千人で、イスラエルの技術労働者の9%近くを占めています。何度も起業する人が多く、2社以上起業する人が20%ほどいるというのも特徴です。

産学官軍の連携（ネットワーク）

イスラエルの場合は産学官に加え「軍」が入ることが1つの特徴です。イスラエルには徴兵制があり、現場で実践しながらその技術を磨くことができるという背景から、軍事技術の民間転用も盛んで、比較的そのハードルは低いと言えます。

1つのケーススタディとして、サイバーセキュ



Cyberspark

リティがあります。およそ10年前に砂漠の真ん中にあるベエルシェバという町にサイバーセキュリティのクラスターをつくる計画が生まれました。もともとあったベン＝グリオン大学を中心に、サイバーセキュリティ企業の入居棟ができ、最近国家サイバーセキュリティ本部がここに移転しました。来年にはイスラエルの国防軍も移転するということで、産学官軍連携の典型がここにあります。

イスラエルの学術研究

イスラエルの研究開発支出は、対GDP比でおよそ4.5%であり、世界一です。また、研究者の集積率（1万人当りの研究者数）は83人であり、これも世界一です。

ハイファにあるテクニオン工科大学は1924年創立（建国の20数年前）で、イスラエルで最も歴史のある国立大学です。現在は学部数が18、学生数が15千人弱で、大学発のブレークスルー技術としてデータ圧縮のアルゴリズムや画像処理、パーキンソン病の治療薬、再生医療など、数多くの特許を取得しています。

イスラエルの学術研究との連携で非常に重要なこととして、技術移転会社の存在が挙げられます。イスラエルの個々の大学全てに技術移転会社があります。

技術移転会社は研究成果の分析や知的財産の保護という役割の他、知的財産の管理や企業へのライセンス・サービスも行っています。さらに、大学発スタートアップの法人化を支援し、投資を行います。このような至れり尽くせりの技術移転会社が大学の中にあることが特徴です。

この20年間で大学発のスタートアップが1,600件、企業からの投資は6年間で3億米ドルありました。技術の商用化による収益が年間3,400万米ドルなので、10年間で投資額を回収できることとなります。

ノーベル賞受賞者は過去に12人いますが、人口規模からすると、非常に多いと言えます。

イスラエルの北部エリア、ガリラヤ湖周辺には製造業系が集積しています。ここには多くのグ

ローバル企業が研究開発センターや工場を設置しており、起業家たちはIBMやマイクロソフトなどのグローバル企業に自分たちの技術を売り込み、またアドバイスを受けるなどしています。これがイスラエルの中でのグローバル企業とスタートアップの関係となります。

イスラエルへの投資

イスラエルのスタートアップへの投資の約85%は外国からの投資です。GDPに対する外国投資比率は4.1%で、非常に大きなウェイトを占めています。



対イスラエル外国投資

セクター別には、特にハイテクに対する投資が盛んであり、投資の多い順に、AI、サイバーセキュリティ、IoT、フィンテック、自動車技術、そして、デジタルヘルスとなっています。

イスラエルは今後バイオコンバージェンス（バイオテクノロジーに数学や物理学、AIなどを融合させて開発を加速させようという分野の造語）に力を入れ、今後10年間で大幅な投資を進めたいということです。

生命工学や医療、エネルギー、農業技術という分野にバイオコンバージェンスを活用することで色々な技術を世界に発信できると考えており、注目すべき分野だと思います。

イスラエルのスタートアップの出口戦略としては、M&Aが約85%、残りの15%が上場です。ただ、イスラエル政府としては、スタートアップからスケールアップに転換したいと考えており、す

ぐ売却するよりはイスラエルとしての産業を育成する道を選択すべきという議論もあります。

イスラエルには 350 を超えるグローバル企業があります。アメリカ、ヨーロッパ、アジアからの買収や投資が盛んで、近年は中国からの投資も増えています。多くの日本企業も買収や投資を進めており、技術スカウティング事務所をイスラエルに開設しています。

イスラエルのネタニヤフ首相が 2014 年に来日して以来、日本とイスラエルの関係が深まり、国家間で産業技術の協力に関する覚書を締結しています。

2015 年には安倍首相も首相としては初めてイスラエルを訪問しました。また、イスラエルの経済産業省と近畿経済産業局とが協力覚書を締結し、2016 年には西日本イスラエル貿易事務所が開設されました。

日本からは、年間およそ 400 億円の投資が続いています。政府の支援プログラムもあり、イノベーション庁のマルチ・ナショナル・コーポレーション・プログラムはイスラエルのスタートアップと管内のグローバル企業を橋渡しするもので、政府の資金をスタートアップに供与し、さらにグローバル企業がサポートするというプログラムです。これには日本の 10 企業が調印しており、イスラエルのスタートアップとの協業を目指しています。

また、NEDO とイノベーション庁が協力するプログラムもあり、両国企業間での共同の R&D 計画に対して、イスラエルの企業にはイスラエル政府から、日本の企業には NEDO から助成するというプログラムになっています。

最近の話題

2014 年から 2019 年の 5 年間で最も活動的であったグローバル企業は Intel でした。Intel は 50 の事業への投資、5 件の買収を行い、合計 175 億ドルを投資しました。買収だけに限ると、Google と Microsoft が上位 2 社ということになります。Intel、Google、Microsoft というグローバル企業がイスラエルで積極的に技術スカウティングをしています。

2019 年のイスラエルのデジタル・ヘルスのスタートアップは 69 件、前年比 32% 増であり、バイオコンバージェンスやデジタル・ヘルスに対する投資が増えていることから、イスラエルがライフサイエンス系に注目していることが分かります。

イスラエルの SixAI（ロボットのスタートアップ）が本田技研系列の武蔵精密工業と提携して、自立型ロボットのための「初の人材会社」を設立したことが発表されました。特に AI に関してイスラエルは高く評価されており、AI 人材をイスラエルに求めているということです。

今後の自動車技術の中で非常に重要と考えられているワイヤレス充電の実用化を計画している ElectRon Wireless 社が、ドイツのエネルギー企業と共同で 2021 年から実証実験を行うことが合意されたというニュースもあります。

イスラエルと日本のビジネスの比較

ビジネスのスピード感: イスラエルのビジネスは非常にスピード感がある一方、計画性に欠けるきらいがあり、短期的な計画は立てるが長期計画が得意ではない。これはイスラエルのデメリットだと思います。

社会構造: 水平型であり、学校の先生でも上司でもほぼ対等という考え方で、自分の意見ははっきり言います。一方、徴兵制があるので、そこでは縦社会という側面もあります。

意思決定、想像力: 意思決定は非常に早く、創造力は豊かです。イスラエルは国民性として創造力を大事にしています。

試作: 日本では試作品でもある一定レベルの品質を求めますが、イスラエルでは多少品質は落ちて構わないので、思ったものをすぐ作り、そこから改良していくという発想です。

多様性: イスラエルは移民国家であり、彼らのルーツはおおよそ 50 カ国にあるので、多様性のある国家と言えます。

優先: 第一優先はビジネスではなく家族です。イスラエルとビジネスをする時にこのことを頭に入

れておくと、比較的スムーズに事が進むと思います。

注目すべきイスラエルの技術

世界的に評価の高い分野が自動車技術とサイバー技術です。民間投資のうちの18%がサイバーセキュリティに対する投資です。世界市場では、およそ10%がイスラエルのサイバー技術が利用されています。

サイバー技術に関するスタートアップでは、確実に技術水準の高い企業が設立されています。2018年までの10年間に44億ドルが投資され、400社を超えるサイバーセキュリティ企業が活動しています。

3Dプリンター技術ではStratasysというトップ企業があります。3Dプリンティングが応用できる新しい分野に、細胞や血管を備えた心臓があります。動物実験レベルでは既に3Dプリンティング技術で作りました。今後、人間の心臓にも適用されると期待されています。

農業分野では、ネタフィム（点滴灌漑）という、少量の水で農業生産する技術はイスラエル発ですが、最近では果樹園で収穫を行う自律飛行ドローンなども積極的に開発しています。Tevelという会社は、ドローンを使った省力化に取り組んでおり、リンゴや柑橘系、さらには梨や桃、また夜間の操作にまで広げようと考えています。

宇宙工学では、イスラエル・エアロスペース・インダストリーズ (IAI) という会社を中心に、月面探査にチャレンジしています。日本を含



月面探査機

む諸外国5チームがこの月面探査レースに参加していましたが、最終的にはイスラエルだけがアメリカの協力を得て月面探査機を打ち上げました。月面着陸は出来ませんでした。イスラエルは失敗を恐れない国民性なので、もう一度月面探査レースに参加し、世界で4番目の月面着陸を狙うのだと思います。

最後に

イスラエルのイノベーションとエコシステムについてご説明致しました。イスラエルの日本とは異なる部分を理解しながら、イスラエルの技術、企業とうまく連携する方法を探り、その道筋を見つけ出すきっかけになればと思います。ご清聴ありがとうございました。

原田 健 氏 ご略歴～

- 1955 年生まれ、日本大学商学部卒
 - 1980 年代は、在日イスラエル大使館経済部で日本国内の各種市場調査及びイスラエル観光促進を担当。その後、日本とイスラエルの経済・産業の連携事業に携わる。
 - 2013 年イスラエル・イノベーション庁のグローバル企業向けベンチャー・プログラム (MNC) に日本企業の初登録を導き、15 年ぶりの経団連による公式イスラエル訪問等を実現。
 - 2015 年大阪にイスラエル大使館経済部の西日本全域を担当する仮設事務所設立。
 - 2017 年西日本イスラエル貿易事務所の本事務所を設立し、所長に就任。イスラエル企業の紹介や日本企業とのマッチング等を進めた。
- 1980 年代と現在のイスラエル経済・産業を知る数少ない日本人。

新会員紹介

新しく入会された会員をご紹介します。〔五十音順・敬称略〕

- (1) 年齢 (2) 出身地 (3) 所属 (会社名等) 部署・役職名
(4) 趣味：読書 (最近読んだ本)・旅行 (印象に残った土地、理由等)・その他 (5) 入会に際しての抱負など



あかまつ ふみてる

赤松 史光 (1) 53歳 (2) 岡山県津山市

(3) 大阪大学大学院工学研究科 機械工学専攻 燃烧工学研究室 教授

(4) 卓球、野球

(5) 再生可能エネルギー起源の水素を用いた化石燃料への過度の依存からの脱却に関する研究を推進したいと考えております。

おかざわ あつし

岡澤 敦司 (1) 49歳 (2) 三重県四日市市

(3) 大阪府立大学大学院 生命環境科学研究科 准教授

(4) 音楽

読書：「学問の発見 数学者が語る「考えること・学ぶこと」 広中平祐 講談社」

旅行：出張ですがドバイに行き、砂漠の上にこれだけの都市が築けることを実体験し、経済、テクノロジーと社会の関係について改めて考えられました。

(5) 大学では植物バイオや代謝に関する研究に取り組んでおります。歴史ある大阪国際サイエンスクラブの諸先輩方との交流の機会を楽しみにしております。よろしくお願いたします。





編集後記

中国武漢から始まった新型コロナウイルス感染症(COVID-19)は周辺のアジア圏から同心円状に広がり、世界各地に感染が拡大し、世界保健機関(WHO)が、「パンデミック」を宣言しました。

感染症は①感染源の排除、②感染経路の遮断、③宿主の抵抗力向上が対策の基本であり、特に拡大防止には感染経路の遮断は重要な対策であることから、各国は人々の移動を制限しています。さらに、感染が広がる環境は、「密閉・密集・密接」の3要素を持つ空間であることからクラスター発生リスクの低減のため、学校の休校、人が集まる芸術・文化・スポーツの自粛などの対策強化を行っています。その中で、経済の先行きが不透明となって、株価下落が発生するなど、世界経済は大きな打撃を受けています。

日本でも感染者数の増加により、マスコミ報道も過熱しており、混乱に陥っています。しかし、一部の学校ではオンライン授業を行ったり、企業においてもテレワークが利用されて業務を継続したり、医療機関でもオンライン診療により病院に行くことなく医師に相談できるサービスが提供されています。このように情報通信技術(ICT)の活用により時間や移動の制限を受けずに授業や勤労、診療の実現が進展しています。

14世紀にヨーロッパで流行したペストは、教会の権威失墜、封建的身分制度の解体など旧秩序の変革と新しい価値観の創造へと繋がりました。日本は科学技術立国を掲げているので、この感染症が契機となって、教育、就労、医療など様々な分野で一層のICT活用が議論されることを期待し、一刻も早いパンデミックの終息を祈っています。

広報委員 谷口和彦

会員の皆様へ

ホームページ「会員便り」へのご投稿お願い

ホームページを2017年12月にリニューアルいたしました。
会員の皆様が発信したいトピックス(新技術、イベント等)を掲載いただける「会員便り」を新設いたしました。大いにPRにご活用下さい。
下記の内容をいただきましたら、ホームページへアップさせていただきます。



- ①開催日など
- ②トピックスの内容(タイトル)
- ③詳しい案内はPDFにしてください。

<本件窓口>

大阪国際サイエンスクラブ 事務局
TEL : (06) 6441-0458
FAX : (06) 6441-0459
Email : science@isco.gr.jp

2020年4月(R2)発行

大阪国際サイエンスクラブ 広報委員会
大阪市西区鞠本町1丁目8番4号 TEL (06) 6441-0458
ホームページ : <http://www.isco.gr.jp/>
E-mail アドレス : science@isco.gr.jp