

2023年
4月

技術士みえ No.21(99)

公益社団法人 日本技術士会
中部本部 **三重県支部**

技術士みえ No. 21(99)

コーナー	タイトル	筆者	ページ
巻頭言	科学技術立国“日本”復活のため、考えることがたのしくなる「プログラミング教育」を	谷口芳和	1
	第42回地域産学官と技術士合同セミナー2022 In Gifu 参加手記	米澤雅之	4
	全国大会奈良2022参加報告	池田和人	10
2022年度第3回セミナー	会員講演 近年の分析技術革新について	宇佐美隆生	14
2022年度第3回セミナー	特別講演 高効率・低コストな深紫外LED開発と殺菌応用	三宅秀人	23
2022年度第4回セミナー	会員講演 省エネ&ソリューションの知恵比べ ～地球温暖化／CO2排出低減	山口昇吾	26
2022年度第4回セミナー	特別講演 “界面”を利用したソフト複合材料の構造物性制御	鳥飼直也	33
今後の行事予定など			37

* 本号発行につきましての留意点

本号発行に関しまして、公益社団法人日本技術士会の役員選挙(2月1日立候補推薦依頼活動開始～4月20日投票締め切り)のため、候補者の投稿掲載が制限されていました。そのため、発行が遅くなりました。
 なお、本号掲載の記事は本年1月時点でご投稿いただいたものです。内容、肩書等は1月時点にご記載のまま掲載させていただいておりますこと、ご了承のほどお願い申し上げます。



巻頭言

科学技術立国

“日本”復活のため、 考えることがたのしくなる 「プログラミング教育」を

三重県副支部長

社会貢献委員会 理科支援委員長

谷口 芳和 技術士（電気電子）



2023 年明けましてお
めでとうございます。

今年は、卯の年とい
うことで、コロナ禍か
ら脱し、飛躍の年にな
ることを願っています。

私も昨年で満 70 歳
となり、大学講師とし

ての仕事も定年退職を迎えて、今年新たな
スタートの年にしたいと願っています。

これまで、8 年間経験してきた大学講師（電
気回路、情報演習、知的財産権論）の仕事
と社会奉仕活動としてきた小学校の理科支
援特別授業講師の活動から感じてきた、日
本の教育課題について、お話しさせて頂きます。

まず、義務教育の入り口としての小学生と

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

最終学年の大学生とを 8 年間同時に授業し
てきて感じたことです。「屈託なく自分の意見
を発表する児童が多い小学生の一方で、小
学校-中学校-高等学校と経て、周囲を気に
して自分からは積極的に意見を言わず、指
名しても型通りの模範回答しか返ってこなく
なってしまった大学生の違いはなぜなの
か？」という疑問でした。そして、これで日本
の未来は大丈夫なのかという心配でした。

2020 年から、小学校では「プログラミング
教育」が始まり、児童一人にタブレット 1 台の
時代が日本にもようやくスタートしました。私
も専門ではなかったのですが、2020 年から
プログラミング教育向け授業として 5 年生に
「正多角形をプログラミングでかこう」、6 年生
に「電気の応用～プログラミングで LED の点
灯制御」のテーマで、名古屋市、岐阜市、長
久手市、半田市、南知多町など 5 校で実施
してきました。

この中で共通の悩みは、市町村によってタ
ブレット機種選定がバラバラで、そのつど OS
（オペレーションシステム）の違いに応じてプ
ログラミングソフトの対応確認と変更が必要
だったことです。

校長先生や担当教諭に話を伺うと、安価な
外国製タブレットを採用したら、故障で授業
にならず、半分近くは新品交換しなければな

らなかったそうです。そのためせっかくプログラミング教育のため雇ったICT支援員の仕事は、タブレットの充電と修理に追われる毎日だったそうです。ここ最近ようやく授業らしい授業が出来るようになったとのこと。そして出来る児童は、プログラミング教室に通って操作方法だけは知っているが考えない問題点があり、また全く触ったこともない児童もいて、児童の間でも格差がかなりあることでした。

「プログラミング教育」を通して、私が一番伝えたかったことは、「自分のアイデアがカタチになる楽しさ」、そして「人の役に立つ喜び」を実感して欲しかったことです。課題が難ければ難しい程、苦労続きで失敗することもあるでしょうが、その苦労を乗り越えて、自分の考えたことによって課題解決につながったときの達成感、技術者として最高の喜びだと思っています。

かつてソニーの創業者、井深会長は、「成功したご褒美に何が欲しいか」と尋ねたところ、「誰もできない次の課題」と答えたそうです。

苦労して、苦労して、悩んで、悩んで、ふとひらめいたアイデアがヒントとなって、課題解決した時の達成感、何にも代えがたいご褒美と実感したのでしょう。

私も経験したことがあるので、この気持ちはよく分かります。

若い人に期待したいことは、夢を描き、夢に挑戦し、自らの道としてこの最高の達成感を味わって欲しいということです。

Microsoftを創業し、世界的な資産家となったビル・ゲイツ氏は、幼少期に発達障害だったそうですが、彼の母親は、本人の意向を尊重し彼を否定せず長所に目を注いでいた

そうです。後にゲイツ氏は両親の子育てのよかった点として「両親が自分の意見を尊重し、子供の時から1人の大人のように扱って育ててくれたこと」をあげています。

幼い頃から自分の判断で何でも決定しており、ある時プログラミングが楽しくなって、21歳でハーバード大学を中退して、Microsoftを立ち上げた時も自信を持って行動に移せたと言います。

日本では、令和3年小・中学校の不登校児童・生徒数は全国で24.5万人もいます。様々な理由があるでしょうが、この中に日本版ビル・ゲイツがいるとしたら、残念な話です。

日本の教育は、もっと変わらなければいけないと思います。大学受験重視で、有名大学へ入ることだけを目指にすると、入学した後に人生の目標がないことに気づき、無気力に陥ってしまう大学生の如何に多いことか。もっと多様性を認め、様々な個性を認め合う社会、1人1人が光る個性を発揮すれば、共創する価値もより高まります。

私は、大学の講義の合間で余分な話を時々します。「勉強はやめましょう。その代わりにスタディをしましょう。勉強の“勉”は女性が生産を産む苦しみという意味で、“強”はそれを強いるということ。日本が遅れていた明治時代では、西欧の技術を取り入れるため、我慢して外国語を読解することが美德だったかもしれませんが、今や日本の技術は世界の最先端に立っている。これから先は、道なき道を切り開いていかなければいけない。ならば好きなこと興味のあることを誰よりも先に徹底的にやりなさい。明治時代にStudy＝勉強と訳しましたが、Studyの本来の意味は、「情熱を持って事に当たる」という意味です。情熱を持って興味のあること憧れに向かっ

て取り組みましょう。そして出会いを大切にしましょう。」そう言うと学生たちの目が輝いてきます。

技術の進歩は、いつの時代でも若者の斬新な発想から生まれてくるものです。今こそ未来に向かって、日本の若者が第一歩を踏み出す勇気をもって欲しいと願うばかりです。

－以上－

第42回地域産学官と 技術士合同セミナー

2022 In Gifu 参加手記

米澤 雅之 技術士（建設）

確かな未来へのつなぐSDGs～防災を通じて
技術士がなすべきこと～

2年後の2024年は三重県が開催地という
ことでその準備に役に立つはずだとい
う事で11/11(金)にじゅうろくプラザ
多目的ホールで開催された同セミナーに
参加しました。



12:30が受付開始時間ですが、第49回技
術士全国大会（愛知・中部）で2023年11月
17日（金）17:30～19:30に名古屋国際会議
場4号館1F白鳥ホールで開催されるウェル
カムパーティの余興で演奏して頂く各務ヶ
原管弦楽団に所属する岐阜県支部の坂井義
幸会員を含むクラシック五重奏と同じ
indivi（アンディヴィ）による木管五重奏の
ウェルカム演奏を体験するため、12:00から
参加しました。岐阜県支部の方々が昼礼（ミ
ーティング）をやるところを見たかったの
ですが、岐阜県支部の方から来賓が来られ
ているのだから対応する人間がいないので対
応してくれと言われ木管五重奏のウォルト
ディズニーワールドを聴きながら来賓室に
行きました。高根澤優氏（日本防災士会）に

ご挨拶し来賓の方が何名か来られたところ
で入口に戻ったところ、最後は「清流の国ぎ
ふ」の長良川を思わせる美空ひばりの「川の
流れのように」の演奏でウェルカム演奏は
終わりました。



13:00～16:30 第42回 地域産学官と技術
士合同セミナー 2022 In Gifu

確かな未来へつなぐSDGs～防災を通じて
技術士がなすべきこと～

開催趣旨は「近年の社会環境情勢は、人口
減少、地球温暖化、災害対応、DX導入や地
方創生など、課題が多様化しています。国際
社会においても、2015年9月の国連サミッ
トにおいて、こうした多様な課題に対処す
るために、SDGsが採択されました。岐阜
県においても、「清流の国ぎふ」SDGs推
進ネットワークを構築し、県内の企業や団
体、NPO、個人など多様な主体が連携し
て、SDGsをフレームワークとした地方
創生の実現を「オール岐阜」で展開していま
す。近代における科学技術の進展は、一方で
自然環境に多くの負荷を強いてきました。
その結果、自然災害の激甚化を招いたとも
言われますが、岐阜県においても、風水害を
はじめとする自然災害は年々増加していま
す。科学技術の一翼を担う我々技術士も、こ
れらの問題解決への責任と使命は非常に大
きいと言えます。技術士会岐阜県支部とし
ても、21部門の技術士が結束してこれらの
問題・課題解決に行動を起こす必要があり、
豊かな自然に恵まれた我々の郷土、岐阜県
の自然との共生による地域づくりに貢献し

ていきたいと考える。」でした。

開催場所はじゅうろくプラザ 多目的ホールおよびオンライン同時配信 (Zoom) の H B (ハイブリッド) 方式で実際会場参加が 60 名でオンライン参加が 80 名 (当日の仮集計) という H B の特徴が表れた運営でした。

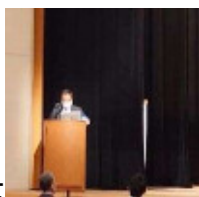
会場; じゅうろくプラザ (岐阜市文化産業交流センター) 〒500-8856 岐阜市橋本町 1 丁目 10 番地 11 Tel 058-262-0150



主催; 公益社団法人 日本技術士会

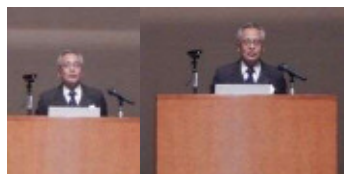
後援; 国土交通省中部地方整備局、岐阜県、岐阜市、岐阜大学、岐阜工業高等専門学校、一般社団法人岐阜県建設業協会、一般社団法人建設コンサルタント協会中部支部、一般社団法人岐阜県測量設計業協会、一般社団法人岐阜県工業会 株式会社十六銀行、株式会社十六総合研究所、特定非営利活動法人日本防災士会岐阜県支部、認定 N P O 法人日本システム監査人協会

このセミナーは、S D G s を開催趣旨に入れたために岐阜県から「清流の国ぎふ」S D G s 推進ネットワーク連携促進補助金を受けています。



司会; 田中技術士

13:02~13:04 開 会 開会宣言 (公社) 日本技術士会 中部本部長 平田 賢太郎



本部長の持論の、日々の技術士会活動が‘個人の成長の場’であるとの基本認識の上に、役に立つ技術士会活動を目指して来ております。そのスローガンは‘明るく、楽しく、役に立つ技術士会活動’ By CRISIS 【 Clean consciousness (透明性意識) Rapid consciousness (早く手を打つ意識) Intimate consciousness (本質を突く意識) Sustainable consciousness (持続可能意識) International consciousness (国際性意識) Safety consciousness (安全・衛生・健康意識) 】 の説明がありました。

今回のテーマについても持続可能性意識を踏まえたものであります。この防災にあたりましては、省エネ等の緩和策、並びに防災等の適応策の視点から 対応が図られて来ておりますが、今回は緩和策の具体化が論議されるものと認識しておられるとの説明がありました。今回の「防災に貢献するために、技術士が今、これからすべきこと」のパネル論議におきましては、科学 技術の一翼を担う技術士として、事実関係はじめ科学的根拠に基づいたロジック、そしてとり纏め・提言を期待しているとしめくりがありました。

13:05~13:10 開催挨拶

(公社) 日本技術士会 会長 寺井和弘



「地域の技術士会と産学官の連携・取組について54（1979）年から110回のセミナーが持たれています。被災に関しては想定外と言われインフラに関してはいわゆる外力の想定に関して外力が上回るとお手上げになってしまうが脆弱の反対は強靱であるが脆弱の反対は反脆弱という様な対応が必要となる。」と述べられました。

13:12～13:13 来賓挨拶 復興副大臣参議院議員与党技術士議員連盟副幹事長新妻秀規氏にオンラインで挨拶して頂いたのですが、顔が映らず残念なことになってしまいました。HB開催の場合には通信環境を整備する必要があると思いました。



13:13～13:18 国土交通省 中部地方整備局 岐阜国道事務所 事務所長 米村享紘氏



道路工事を通じてのSDGsについての取組について説明された。

13:20～14:00 基調講演1 岐阜県におけるSDGsの取り組み

～岐阜県清流の国推進部
SDGs推進課長 浅野 恭代 氏



岐阜県のSDGsの直接担当の課長が最初に講演して頂き、

1. SDGsの概要
2. 岐阜県の取り組み

- (1) 県内のSDGs推進に向けた取り組み
- (2) ゴール達成に向けた取り組み

と丁寧に説明して頂いたために開催趣旨にSDGsをうたっているのを強力にサポートして頂いた。

会場参加 60 名の様子



14:00～14:53 基調講演2 気候変動適応とSDGs～持続可能な地域の実現に向けた科学—社会の協議のあり方

～岐阜大学地域環境変動適応研究
センター長 准教授 原田 守啓 氏



の内容で講演して頂いた。

1. 気候変動の実態と国際的議論～ I P C C 第 5 次報告から第 6 次報告
2. 温暖化と日本の気象災害の関係性
3. 地域における気候変動適応の推進～
岐阜県×岐阜大学による適応センタ
ー
4. 地域のステークホルダーとの協働～
さまざまな協働の形
5. さまざまな目標、施策、マネーが飛
び交う中で地域の将来をどうデザイ
ンしていくべきか？

S D G s ウェディングケーキモデルにつ
いても紹介がありました。



S D G s ウェディングケーキモデルは以
下の 3 段重ねのケーキを模して、SDGs の
それぞれの目標を構造的に配置している
モデルです。3 つの階

- 『経済圏』(ECONOMY)
- 『社会圏』(SCIETY)
- 『生物圏』(BIOSPHERE)



15:05～16:25 パネルディスカッション



～防災に貢献するために、技術士が今、これ
からなすべきこと

コーディネーター 森川 英憲

15:09～15:20 パネラー1 永原 孝雄 氏
(東京海上日動火災保険(株) 岐阜支店 営業
課長)



東京海上日動火災保険(株) 岐阜支店の取
組について説明がありました。「岐阜県支店
は自治体と連携し、S D G s の普及啓発に
取組むほか、岐阜県商工会議所連合会と代

理店で組織した「岐阜県SDGs推進保険代理店連合会」において県内企業向けSDGs地方創生フォーラムや、BCP（事業継続計画）、健康経営セミナー等を実施しています。また、各団体のニーズに応じたセミナーの開催や社内の認定ファシリテーターによるカードゲームの実施や、SDGsの取組状況可視化ツールの提供等を通じて、SDGsの情報発信や個別の課題解決のきっかけづくりに取り組んでいます。

今後も、自治体、金融機関、商工団体や、SDGs推進ネットワーク会員・リーディング会員との連携を強化し、県内のSDGs普及推進・情報発信力の向上、企業等への個別支援、課題解決に取り組めます。」

そして、自然災害ハザード情報レポートの使用方法についても説明がありました。

最後に、地震・水災・感染症に対するBCPのWebからの入力について案内があり試してみる価値があると思います。但し、2011.3.11の東日本大震災の津波による被災を宮城県塩竈市の造船所で受け、復旧した経験も持つ筆者はBCPを策定する上で（電気・ガス・水道・排水設備等の）インフラの復旧期間により大きな変更の可能性があることを忘れてはいけないと思います。

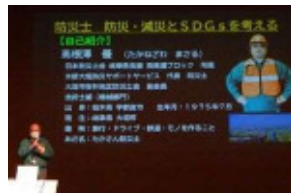
15:20～15:32 パネラー2 長瀬 雅彦氏
（株）長瀬土建 代表取締役・飛騨高山SDGsパートナーシップセンター委員



まずは（株）長瀬土建の会社の紹介と災害復旧工事の取組実績の説明があり、SDGs宣言と取組について熱く説明がありまし

た。

15:32～15:43 パネラー3 高根澤優氏（日本防災士会）



「防災士 防災・減災とSDGsを考える」

自己紹介の後以下の順番で防災士について紹介がありました

- ・特定非営利活動法人 日本防災士会について

- ・日本防災士会 岐阜県支部について

- ・防災士とは

- ・防災士の具体的活動について

- ・防災士の認証登録者数

- ・防災と減災とは

- ・自助・共助・公助とは

- ・防災・減災の取組事例（大垣市）

- ・災害を自分のことだと考え、行動するためには

- ・「防災」や「減災」を考え、「災害への備え」から、「災害発生」、「被災時」、「復旧」、「復興」の各フェーズに関連すると思われるSDGs

- ・防災・減災そしてSDGsは、やさしさ・思いやり・絆・仲間を考え、正しくイメージして、自らベスト選択して行動していくこと。

- ・地域や地区の防災・減災の活動をうまくやるコツは次の5つ。

- ・災害が発生したときすでに勝負がついている！

私は常々岐阜県支部には防災士の高根澤さんがいらっしゃって岐阜県支部の防災に

関する催し物には参加して頂けるのと、岐阜県の方は防災士になる時地方自治体の援助があり無料で成れるのがとっても羨ましいと思っています。

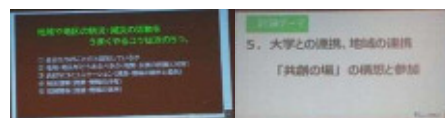
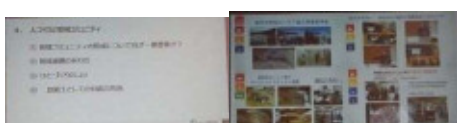
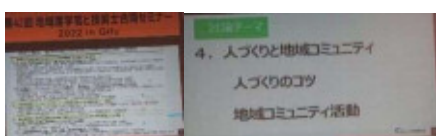
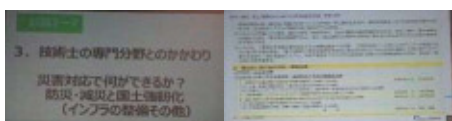
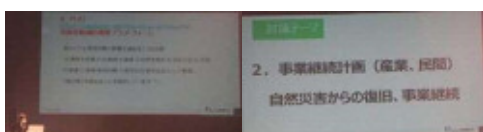
15:45～15:55 パネラー 4 大矢 智一（日本技術士会）



「防災に貢献するためにこれから技術士がなすべきこと」の表題で以下の順番で技術士と防災士について思いを語って頂きました。

1. 自己紹介
2. 技術士と防災・SDGs
 - ・各技術部門の部会活動
 - ・技術部門横断の委員会活動
3. これから技術士が“自分ごと”としてなすべきこと
4. 最後に

16:00～16:25 森川コーディネーターによるパネルディスカッション



森川コーディネーターが事前にパネラーの講演内容を事前に良く理解されていてうまく纏められていました。

16:25～16:30 閉会挨拶 合同セミナー 実行委員長 岐阜県支部長 藤橋 健次



岐阜県支部として地域産学官と技術士合同セミナーを開催するまでいきさつについて述べられ、報告書を年内に纏められるとのお話をされました。

ー以上ー

全国大会奈良2022

参加報告



池田 和人
技術士（化学、
総合技術監理）

1. はじめに

公益社団法人日本技術士会の全国大会は、都道府県の輪番制で毎年秋に開催されます。全国大会は、公益社団法人日本技術士会のまさにメインイベントであり、全国各地から大勢の会員の皆様方が集います。昨年は、奈良市の「ホテル日航奈良」と「なら100年会館」で「まほろばの国から未来社会へ」と題する全国大会奈良が盛大に行われました。本報では、全国大会奈良の模様を皆様方にお伝えします。

なお、今年は、名古屋で全国大会愛知が開かれます。開催場所は「名古屋国際会議場」、開催日は「2023年11月17日（金）～19日（日）」です。愛知は三重の隣県です。我々日本技術士会中部本部の総力で全国大会愛知を盛り上げていこうと思っています。



〔写真1〕 ホテル日航奈良の外観



〔写真2〕 なら100年会館の外観

2. 大会プログラム

全国大会奈良の主テーマは、前述の「まほろばの国から未来社会へ」でございますが、主テーマ以外に副テーマもございます。それは、「技術の融合とイノベーション」です。当大会では、この2つのテーマにふさわしいたくさんのご講演が披露されました。大会の全容を以下に掲載します。

なお、10月30日には、各部会が主催する専門部会が行われました。私は、化学部会・金属部会・繊維部会が主催する合同講演会に参加して参りました。

【10月28日（金）】（ホテル日航奈良）

13:00～16:55	医工連携 特別講演会 「医学+工学でイノベーション創出へ」
17:30～19:30	ウェルカムパーティ

【10月29日（土） 午前】（ホテル日航奈良）

09:30～12:00	〔第1分科会〕 イノベーションを生み出す力
09:30～12:10	〔第2分科会〕 これからの災害に求められるテクノロジー ×専門家の連携
09:30～12:15	〔第3分科会〕 イノベーション・ロボット・AIと技術者倫理
09:30～12:15	〔第4分科会〕 未来社会への技術監理

【10月29日（土） 午後】（なら100年会館）

13:30～14:30	〔大会式典〕
14:40～15:00	〔分科会報告〕
15:15～16:45	〔記念講演〕 大阪大学基礎工学研究科教授（名誉教授） ATR石黒浩特別研究所客員所長（ATRフェロー） 石黒浩氏「ロボットと未来社会」

【10月29日（土） 夜】（ホテル日航奈良）

18:00～20:00	交流パーティ
-------------	--------

【10月30日（日） 午後】（王寺町交流センター）

13:00～17:00	化学・金属・繊維部会 合同講演会 に参加
-------------	----------------------



〔写真 3〕 分科会報告の様子（なら 100 年会館）

3. 大会式典と記念講演

全国大会奈良のメインイベントは、「大会式典」と「記念講演」です。

「大会式典」では、国会議員、関係省庁、奈良県、奈良市その他、公益社団法人 2025 年日本国際博覧会協会の代表の方も登壇されました。会場の「なら 100 年会館 大ホール」の舞台は、古都奈良をイメージさせる落ち着いた色合いでデザインされており、客席は、全国から集まった大勢の会員で賑わっておりました。参加者名簿によれば、全国大会の参加者数は 558 名で、そのうち地元関西以外からの参加者は 65.6%でした。



〔写真 4〕 なら 100 年会館 大ホールの客席



〔写真 5〕 大会式典の舞台

「記念講演」では、テレビでお馴染みの大阪大学基礎工学研究科教授（名誉教授）兼 ATR 石黒浩特別研究所客員所長（ATR フェロ

ー）の石黒浩氏が登壇され、「ロボットと未来社会」と題するご講演をされました。有名教授の登壇ということで、客席の皆様方から熱い視線が舞台に注がれました。また、ご講演を拝聴し、日本のロボット工学の発展にご尽力されている石黒先生のご努力を知ることができました。今後のロボット工学のさらなる進化を期待したいと思います。



〔写真 6〕 石黒浩先生のご講演の様子

4. ウェルカムパーティと交流パーティ

ウェルカムパーティが 10 月 28 日夜に、交流パーティが 10 月 29 日夜にホテル日航奈良で行われました。交流パーティの舞台では、中部本部から参加された皆様方による「全国大会愛知のデモンストレーション」が行われました。このデモンストレーションでは、「全国大会愛知のゆるキャラ」がパーティ会場を大いに盛り上げました。また、両パーティとも、皆様、全国大会ならではの貴重な出会いを楽しんでおられました。



〔写真 7〕 交流パーティの様子



〔写真 8〕 全国大会愛知のデモンストレーション

5. その他の行事

全国大会奈良では、上述のメイン行事の他、「医工連携特別講演会」、「4 つの分科会」、「各専門部会」が催されました。

医工連携特別講演会は、全国大会の初日にホテル日航奈良の宴会場で行われました。受付を済ませ初めて宴会場に足を踏み入れますと、ホテルならではの立派な客席と大きなスクリーンが目に入り、全国大会の威厳を感じました。また、地元関西を代表されている各界のトップの方々のご講演を拝聴することができました。



〔写真 9〕 医工連携特別講演会 開始前の様子

大会 2 日目の午前中にホテル日航奈良で行われた分科会につきましては、私は、「イノベーションの生み出す力」をテーマとす

る第 1 分科会に参加しました。ここで 3 つのご講演を拝聴し、最近の日本が遅れをとっているイノベーションのあり方を深く考えさせられました。



〔写真 10〕 第 1 分科会 開始前の様子

大会 3 日目に行われた専門部会につきましては、私は、化学部会・金属部会・繊維部会が主催する三部会合同講演会に参加しました。この三部会合同講演会は、全国大会の会場がある JR 奈良駅から電車で 15 分の JR 王寺駅近くで行われました。こちらの方は、同じ専門分野の皆様方が参加されましたので、明るくホットな雰囲気でした。

三部会合同講演会でのご講演は、奈良県立橿原考古学研究所の奥山誠義氏による古墳時代の顔料技術についてのお話でした。このご講演では、人間の進化というものについて改めて考えさせられると同時に、技術と考古学のつながりに感動を覚えました。



〔写真 11〕 三部会合同講演会後の名刺交換の様子

5. 最後に

全国大会に参加して感じたことがございます。それは、日本技術士会の会員どおしのつながりと結束が技術士人生を楽しくするというところでございます。私も全国各地か

らの多数の会員の皆様方とお話させていただくことができました。そして、地元四日市に帰った後、全国大会奈良でお会いした幾人かの会員の皆様方とのお付き合いが始まりました。

本報の冒頭で述べましたとおり、今年は11月17日～19日に名古屋で全国大会愛知が開催されます。会場で皆様方にお目にかかることができれば光栄に存じます。

この度は、このような投稿の場をいただきまして感謝申し上げます。どうもありがとうございました。

— 以上 —

2022年度第3回セミナー

会員講演レジュメ

日 時 10月8日(土)

場 所 ウェブ開催

[講演題目]近年の分析技術革新について

[講師] 宇佐美 隆生 技術士(化学)



1. はじめに

科学技術における進化においては、現象の物理モデルを構築し、それに基づいた新しい化学処方を実行するプロセスが重要である。このプロセスのPDCAを担保するための基盤は分析・計測によるエビデンスであり、分析・計測は科学技術のブレークスルーに欠くことのできない技術である。20世紀から21世紀にかけて、分析技術は量子現象の理解とコンピュータの性能向上により飛躍的な発展を遂げ、学際領域から企業ビジネス、さらに人の健康に至る幅広い分野の科学技術の進歩に大きく貢献してきた。この分析技術の発展過程を振り返りながら主要な技術革新について紹介する。

2. 近年の分析技術革新概要

近年の分析技術は、広範な分野でめざましい進歩が見られるが、その中でも特に大きな技術革新により、ノーベル賞を受賞したいくつかの分析技術を中心に、簡単にその概要を紹介する。

2-1. 核磁気共鳴 (Nuclear Magnetic Resonance, NMR)

1946年にStanford大学のBlochら[1]と

MITのPurcellら[2]が同時にしかも独立に水素のNMR信号を観測するのに成功し、1952年ノーベル物理学賞を受賞した。

その後、NMRは物質の構造や性質を調べるための極めて有効な研究手段として発展し、物理学、化学、生物学、医学などの広い分野で応用され、1991年フーリエ変換(FT)-NMRと2次元NMRの業績でスイス連邦工科大学のErnstにノーベル化学賞が贈られNMRの有用性が広く認められた。

このような技術革新を背景に、NMRの応用分野は生物学や医学分野へと展開し、生物学ではWüthrichらが2次元NMRによるタンパク質の立体構造決定により2002年度のノーベル化学賞を、医学分野ではLauterburとMansfieldがNMRイメージング(MRI)の業績で2003年ノーベル医学生理学賞を受賞した。

NMR/MRIの歴史



このようにNMRはその現象発見以来、継続的な技術革新を続け、4度のノーベル賞に輝くという他に類を見ない分析技術となっている。

2-2. 質量分析 (Mass Spectrometry, MS)

原子や分子をイオン化し、電場や磁場で重さの違いによる飛行軌道の差からその質量を計測する質量分析が分析装置として登場したのは1950年頃で、その後1970年

にかけて汎用分析装置として発展した。しかしながら、イオン化の衝撃による分子の切断が避けられず、巨大分子の質量を計測することが難しかった。

しかしながら、1985年から1995年にかけて、エレクトロスプレーイオン化法 (Electrospray Ionization, ESI) [3] やマトリックス支援レーザー脱離イオン化法 (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization, MALDI) [4] といった革命的なイオン化方法が発展し、巨大分子を切断することなく、そのままイオン化することが可能となり、生体高分子の質量測定が飛躍的に進歩した。

この技術革新を基盤として、発現タンパク質の網羅的解析であるプロテオーム解析、代謝物質の網羅的解析であるメタボローム解析を含めた統合的な統合オミックス解析技術が確立され、質量分析が創薬、医療分野における必須の基幹技術となった。



この業績により、2002年にJ. FennがESI、田中耕一がMALDIの開発者としてノーベル化学賞を受賞した。

2-3. 顕微鏡 (走査プローブ顕微鏡、電子顕微鏡)

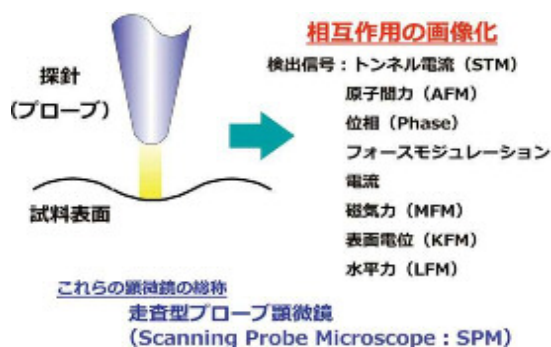
分析データは現象を理解する重要なエビデンスであるが、一方で「百聞は一見に如かず」と言われるように、現象の細部を実空間で観察する顕微鏡技術は直感的理解を通して研究者に貴重な情報を提供する。

肉眼で見える大きさは0.1mm (100 μ m) 程度、ちょうど細い髪の毛の太さぐらいで

あるが、光学顕微鏡の場合、0.2 μ m くらい、電子を用いる電子顕微鏡になると、ナノの世界を観察することが可能である。

近年の顕微鏡技術における二つの大きな技術革新としては、レンズを用いることなく表面の原子レベルの観察を可能にした走査プローブ顕微鏡とこれまでは電子顕微鏡の高真空下では不可能とされていたタンパク質単粒子構造観察を可能にしたクライオ電子顕微鏡法が挙げられる。

1982年から1983年にかけて、IBM チューリッヒ研究所のBinnigとRohrerらは鋭い針の先端を試料表面に近づけ、針と試料間に流れるトンネル電流を検出しながら表面を走査することにより、表面の原子像を観察できることを示し、走査トンネル顕微鏡 (Scanning Tunneling Microscope, STM) と名付けた[5]。その後、この観察方法はトンネル電流に限らず、針と試料間に働くあらゆる相互作用を画像化する顕微鏡に発展し、走査プローブ顕微鏡 (Scanning Probe Microscope, SPM) として、測定環境は超高真空から大気・液中環境へ、分析対象は金属・半導体などの無機材料から有機・バイオなどのソフトマテリアルへと拡がり、また、表面形態観察に加えて、電気・電子・力学・光学・磁気物性など多様な物性計測も可能となっている。この業績により、1986年にBinnigとRohrerがノーベル物理学賞を受賞した。



電子顕微鏡に関しては、1990年代から今世紀にかけて、収差補正が飛躍的に進歩し、原子分解能での観察が可能となったが、超高真空等による制約からバイオ系試料の観察が困難であった。この状況を打破したのがクライオ電子顕微鏡法である。

J. Dubochet は、水を含んだ試料を高真空の電子顕微鏡中で安定に支持する方法を研究し、試料溶液が乾ききる前に急速凍結させるという氷包埋法を開発した[6]。一方、R. Henderson は、電子線を使ってタンパク質の構造解析を可能にするための条件を研究し、電子線回折像の解析から、電子顕微鏡でタンパク質の構造解析ができることを世界で初めて示した[7]。さらに、J. Frank は、タンパク質粒子そのものの画像から向きの異なるタンパク質粒子の投影像を集めて、そこから元の三次元構造を復元する方法である単粒子解析の手法を考案した[8]。

クライオ電子顕微鏡法は、主としてこれら3氏の独立した研究が巧みに組み合わされて完成した手法であり、3氏は2017年のノーベル化学賞を受賞した。

2-4. 表面分析 (X線光電子分光、XPS, ESCA)

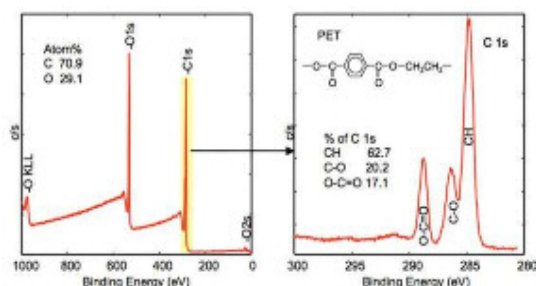
物質材料のもっとも外側である表面は、材料の化学的活性、接着、濡れ、電気特性、

光学特性、耐蝕、摩擦、生体適合性等の多様な表面特性を担っている一方で、環境中での劣化や汚染などによりその特性が損なわれやすく、分析にとって正確な情報を得ることが難しいフロンティア領域である。その状況を反映して、多くの表面分析手法が開発され、望む情報を得るための手法の選択は困難を極める。しかしながら、その中でも、金属から高分子まで材料の電気特性の制約を受けず、極表面の化学結合状態をほぼ非破壊で分析することが可能な汎用手法はX線光電子分光 (X-ray Photoelectron Spectroscopy, XPS 別名 ESCA/Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) である。

XPSは試料表面に特定エネルギー（単一波長）のX線を照射し、発生する光電子のエネルギーを計測することで、試料表面数nmに存在する元素とその電子状態を分析する方法である。

物質に数keV程度の軟X線を照射すると、そこに存在する原子に結合した電子がX線のエネルギーを吸収し、光電子として物質から放出される。この光電子のエネルギーは照射されたX線のエネルギーと原子に結合した電子の結合エネルギーの差に相当するエネルギー値をもつため、X線のエネルギーを一定（単一波長）に設定し、光電子のエネルギーを計測すれば、電子の結合エネルギーを求めることができる。電子の結合エネルギーが元素によって固有であることから元素分析が可能となり、さらに電子の結合エネルギーは、その元素の化学状態や電子状態（酸化数など）を反映して微妙に変化するため、結合エネルギーを精

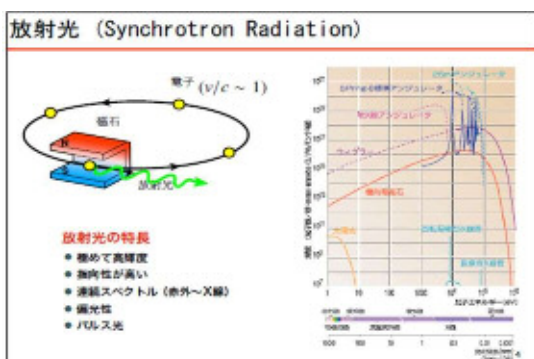
度よく計測すれば、同じ軌道電子間でもその化学状態の違い（化学シフト）を調べることが可能となる。



また、物質から放出される光電子の脱出深さが表面から数 nm 程度になることから、結果的に表面に限定した計測になる。この技術を汎用的な表面分析手法として確立したのが Sweden の Uppsala 大学の K. Siegbahn を中心とした研究グループであり、ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) と名付けた[9]。この業績により Siegbahn は 1981 年にノーベル物理学賞を受賞した。

2-5. シンクロトロン光（放射光）

ノーベル賞を受賞する特定の分析技術ではないが、近年分析技術の光源インフラとして、シンクロトロン光（放射光）が技術革新に大きく貢献している。



ほぼ光速で直進する電子が、その進行方向を磁石などによって変えられた際に発生する電磁波を放射光と呼び、1947 年に電子

シンクロトロン（電子加速器）で初めて観測された。当時、放射光は素粒子実験用の加速器にとって、エネルギー損失に過ぎない邪魔者とみなされていた。この欠点を逆手にとって、積極的に光源として物性研究に利用しようというのが、放射光研究のスタートで、最初の本格的な研究は 1963 年、アメリカ NBS で行われた分光実験であった。日本では、1965 年に東大原子核研究所（田無市）の電子シンクロトロン（INS-ES）で一連の実験がなされた。

1970 年代から放射光専用設計された「第 2 世代」施設が造られるようになり、日本では 1975 年に世界初の放射光専用リング SOR-RING が立ち上がり、1982 年には筑波の高エネルギー物理学研究所に「フォトンファクトリー」[10]が完成した。この加速器はその後改良を続け、現在でも第一線級の放射光施設として運用されている。

1990 年代以降、高エネルギー（短波長）で極めて高い輝度が得られる「第 3 世代」の建設が世界各国で始まり、SPring-8（1997 年、理研・原研、日本）[11]、APS（1996 年、米国エネルギー省）、ESRF（1994 年、ヨーロッパ 18 カ国共同開発、フランス）など、国家プロジェクト級の施設が次々に建設された。現在、日本では大小合わせて、11 の放射光施設が稼働している。



放射光は、極めて明るい（輝度が高い）、細く絞られ拡がりにくい（小さいビーム径）、X線から赤外線までの広い波長領域（広波長範囲連続光源）、偏光、短いパルス光などの特徴を有し、目的に応じた種々の（分光）分析装置と組み合わせて利用される。

3. 飛躍的な進歩を遂げた分析技術革新事例の詳細

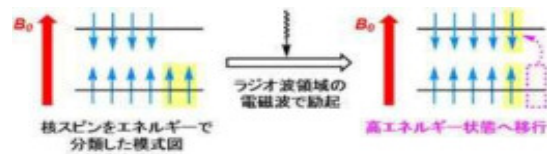
3-1. NMR と MRI (Magnetic Resonance Imaging)

近年、医療で使われる MRI は一般人にも広く知られているところであるが、MRI が NMR という分析装置の技術を基盤にして開発されたという経緯を知る人は少ない。ここでは、少し詳しくその経緯を紹介したい。

3-1-1. NMR の原理

NMR（核磁気共鳴）は原子（例えば水素や炭素）の核を磁場中に入れると、核が磁場の方向に応じて整列する性質を利用する。核は磁場の方向に平行になるものと反対方向になるものが存在し、平行になるものの方が反対方向になるものより、わずかにエネルギーが低くなる。この環境でエネルギー差に相当する光（一般には数百メガヘルツの電波）を当てると、エネルギーが吸収され

る、これが核磁気共鳴の原理である。

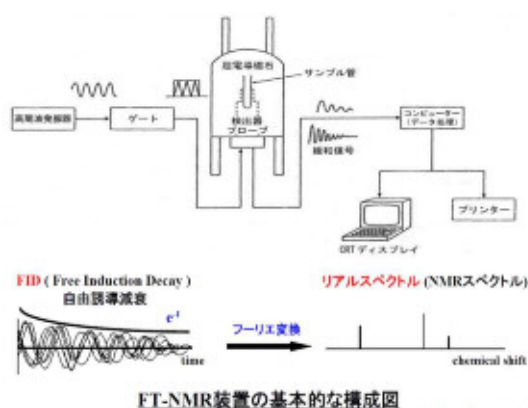


この現象が分析技術として利用できる理由は、同じ種類の核（例えば水素）であっても、化学的構造（分子構造）が異なる核が吸収する電波の波長が微妙に異なり、その微妙な違いを検出することで化学構造（分子構造）が決定できることに由来する。実際の装置では、吸収を検出するのではなく、吸収された電波が元の状態に戻るときに放出される電波を精度よく検出することで分析を行う。初期の装置はちょうどラジオのチューニングのように電波の波長を変えながら（実際には電波の波長を固定して磁場強度を変えながら）電波の放出を検出することで行われた。

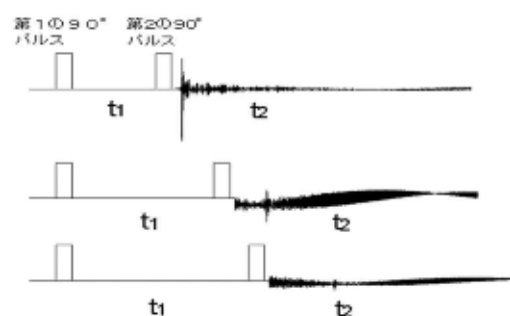
3-1-2. NMR 計測技術の革新

ところが、1970 年頃になると、コンピュータを含めた技術進歩の恩恵を受けて、「パルスフーリエ変換 NMR 法」[12]という画期的な NMR 計測技術革新がもたらされた。この手法は、まず試料に吸収周波数の単一周波数パルス（マイクロ秒程度）を当てる。この単一周波数パルスは時間とエネルギーの不確定性原理により、単一周波数の近傍へ広がった周波数分布を持つ電波となり、異なる分子構造に由来して、微妙に吸収波長が異なるすべての核により同時に吸収される。その後、吸収したすべての核は同時にその周波数の電波を放出するので、この異なる周波数が混じりあった状態の放出電波を時間領域の振動波形（Free Induction Decay, FID）として検出する。この混じり

あった振動波形をコンピュータでフーリエ変換することにより、混在した振動波形中にどの周波数がどの程度の量で存在しているかを決定する、という手法である。このパルスフーリエ変換技術により、水素核はもちろん、それ以外の炭素核を始め、高範囲の核種の NMR 測定が現実的な分析手法として可能になった。



さらに、このパルスフーリエ変換の技術を発展させ、パルスを照射した後に、時間において二度目のパルスを照射し、このパルス間の時間を系統的に変化させることで化学結合した核間の相互作用を検出する 2 次元 NMR 法[13]が開発された。



3-1-3. 生体高分子構造解析と MRI

パルスフーリエ変換計測法の確立と 2 次元 NMR 法の開発により、その後の NMR 技術は異なる二つの方向に発展することになった。一つは、2 次元 NMR の技術を駆使してタンパク質等生体高分子の構造解析、もう

一つはパルスフーリエ変換技術を使った NMR イメージングである。

Wüthrich らは, COSY および NOESY と呼ばれる 2 次元 NMR の情報からタンパク質のアミノ酸配列 (1 次構造) がわかっていれば、distance geometry というアルゴリズムを用いてタンパク質の立体構造決定が可能なことを示し、2 次元 NMR による分子量 1 万前後のタンパク質の立体構造研究に大きな貢献を果たした[14]。これらの技術基盤を背景として、コンピュータの性能向上とともに 2 次元から 3 次元、4 次元 NMR といった多次元 NMR への技術拡張が実現し、多次元 NMR は生体高分子構造解析に必須の分析計測手段となっている。

NMR イメージングに関しては、未だイメージング技術が実用にほど遠く、初歩的なアカデミア研究段階であった 1972 年、Damadian が初めて X 線 CT のように NMR が医療に有用である可能性について指摘し、実際に人間の CT 画像を撮像した。Damadian は論文発表[15]とともに特許も出願している[16]が、残念ながらノーベル賞の受賞は叶わなかった。



一方、ノーベル賞に輝いた Lauterbur は 1973 年に磁場勾配を用いた 2 次元的な初歩

の実験 NMR 画像を発表した[17]。この分野には多くの物理学者や電気、機械の技術者が参加して測定法の開発に当たっており、NMR による画像は 病気の診断になくてはならないものとなっている。

X 線 CT は密度の差を濃淡として画像化するが、MRI 画像は体内の水素原子の量（水分の量）、と水素原子の状態（動きやすさ）の差を画像化する。同じ水分であっても、組織に取り込まれて動きにくい水分と動きやすい普通の水分では違いが画像化される。

3—2. シンクロトロン光（放射光）

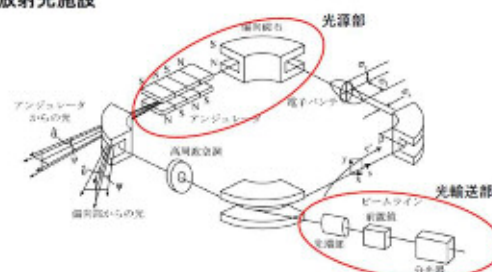
物質の性能や機能はその物質を構成する原子や電子の空間配列や運動状態と密接に関係しており、それらの大きさや構造は多様である。光は、電場と磁場が一体となって振動する波（電磁波）であり、その波長に適した用途で使い分けられるが、分子・原子のレベルでの物質構造の解析にはその構造の大きさに対応した短い波長の紫外線やX線などが必要である。放射光は、この領域の光を供給する最もすぐれた光源として、種々の分析装置と組み合わせて利用される。

また、光は波としての性質だけでなく、波長に逆比例したエネルギーをもつ「粒子」としての性質も持っており、物質に光を照射すると、物質の内部の電子が光のエネルギーを得て外に飛び出してくる光電効果が起こる。この飛び出してきた電子（光電子）を分析する装置と組み合わせて、物質の表面に関する情報を得ることも広く行われている。

3—2—1. 放射光施設の構成

放射光発生装置の構成要素には大きく分けて加速器（線形加速器および電子蓄積リング）、挿入光源、ビームラインに分けられる。線形加速器で発生し加速された高エネルギー電子ビームは電子蓄積リングに入射され長時間周回軌道を保ちながら蓄積される。電子が偏向電磁石または挿入光源を通過した時に発生する放射光は分光器やミラーのあるビームラインを通過して実験装置（分析装置）まで導かれる。

放射光施設



放射光施設・・・強力な電磁波を発生させて、その電磁波を利用して材料やデバイスなどを評価する施設。入射器、蓄積リング（放射光源）、ビームライン（光輸送部、実験ステーション）から構成される

3—2—2. 放射光ビームラインにつながる分析装置

放射光を利用する分析装置は大きく2つに分類される。一つは、回折・散乱である。原子・分子によって光は回折、または散乱されて像が形成される。この像を解析することで、原子・分子の配列状態を解明できる。もう一つは、分光である。原子・分子によって吸収されたり、放出されたりする光の波長を分離計測することにより、物質の電子状態や化学結合の情報が得られる。

X線結晶構造解析では放射光の高輝度、微小ビーム径のおかげで、これまで、実験室でのX線を利用した測定と比較して、単

結晶試料サイズを2ケタ程度小さくでき、10マイクロメートル以下の微小結晶しか得られないタンパク質でも測定が可能となっている。また、これまで回折や散乱測定が困難であった時間的に変化する物質に対して、時間分解測定が可能となり、構造の時間変化を追跡できるようになった。一方、分光測定では、これまでS/Nが悪く実質的に測定が難しかったX線吸収スペクトルが高精度で測定可能となり、吸収端近傍の微細構造(X-ray Absorption Near Edge Structure, XANES) [18]や広域X線吸収微細構造(Extended X-ray Absorption Fine Structure, EXAFS) [18]が物質構造解析になくてはならない武器となっている。

4. 分析と生産性向上(まとめ)

日本は、間違いなく世界で最も手厚く分析装置が整備されている国である。しかしながら、一般的に分析は基盤コストとして扱われることが多く、分析情報価値を最終目的に十分レバレッジできているとは言いがたい状況にある。これは日本の科学技術に関する意識風土として、目に見えない情報価値の取扱いが十分根付いていないことに起因しているように思われる。この背景を踏まえながら、今後の分析のありたい姿を考えてみたい。

一般に労働生産性は、物的労働生産性と付加価値労働生産性の総和である。物的労働生産性は、物として目に見える生産性の向上、いわゆる具体的なコストダウン努力や業務効率化により達成される生産性の向上であり、事業形態を変えずにこのプロセスを繰り返せば、やがて生産性向上余地が無くなるという性格を有する。一方、付加

価値労働生産性は目に見えないブランド価値創生による労働生産性のベースアップ、例えば、イノベーション等による事業形態の革新であり、企業が本来目指すべき労働生産性の向上プロセスである。

分析情報の扱いという視点で見れば、分析情報をトラブル対応や業務効率化コストダウンの手段として使うのか、イノベーション等の事業価値向上手段として使うのか、という選択になるが、この両者の間には分析情報の加工と情報の引き渡しという面で決定的な違いがある。

前者の場合は、分析データを整理された分析情報まで加工し、その使い方については引き渡す相手に一任するが、後者の場合は、分析情報を、引き渡す相手が目的としている課題の物理化学モデルのエビデンスの形まで加工し、共有する。もちろん、後者を実現するためには、相互信頼関係や人材育成等、人間基盤の醸成も必須の要素となる。

今後の分析のありたい姿に向けて、付加価値労働生産性を向上させる事業レバレッジにどう貢献できるか、を意識する姿勢が必要に思われる。

以上

文献：

- [1] F. Bloch, W. W. Hansen, and M. Packard, Phys. Rev. **69**, 127(1946).
- [2] E. M. Purcell, H. C. Torrey, and R. V. Pound, Phys. Rev. **69**, 37(1946).
- [3] J. B. Fenn, M. Mann, C. K. Meng, S. F. Wong, C. M. Whitehouse, Science **246**, 64(1989).
- [4] K. Tanaka, H. Waki, Y. Ido, S. Akita, Y.

Yoshida, T. Yoshida, Rapid Commun.Mass Spectrom **2**, 1518(1988).

[5] G. Binnig, H. Rohrer, C. Gerber, E. Weibel, Phys. Rev. Lett. **50**, 120(1983).

[6] J. Dubochet, J. Lepault, R. Freeman, J. A. Berriman, J. C. Homo, J. Microsc. **128**, 219(1982).

[7] R. Henderson, J. M. Baldwin, T. A. Ceska, F. Zemlin, E. Beckmann, K.H. Downing, J. Mol. Biol. **213** , 899(1990).

[8] J. Frank, B. Shimkin, H. Dowse, Ultramicroscopy, **6**, 343(1981).

[9] K. Siegbahn, C. Nordling, A Fahlman, B. Nordberg, K. Hamrin, J. Hedman, G. Johansson, T. Bergmark, S. Karlsson, I. Lindgren, B. Lindberg, “ESCA Atomic, Molecular and Solid State Structure Studied by Means of Electron Spectroscopy”, Nova Acta R. Soc. Sci. Uppsala, Ser IV, 20, Almqvist and Wiksells Boktryckkri AB, (1967).

[10] <https://www2.kek.jp/imss/pf/>

[11] www.spring8.or.jp/ja/

[12] R. R. Ernst and W. A. Anderson, Rev. Sci. Instr. **37**, 93(1966).

[13] W. P. Aue, E. Bartholdi, and R. R. Ernst, J. Chem. Phys. **64**, 2229(1976).

[14] K. Wüthrich, “NMR of Proteins and Nucleic Acids”, John Wiley & Sons, New York, (1986).

[15] R. Damadian, Science, **171**, 1151 (1971).

[16] R. Damadian, U.S. Patent 3.789.832, filed March 17, (1972).

[17] P. C. Lauterbur, Nature **242**, 190 (1973).

[18] 例えば

https://staff.aist.go.jp/a.ohata/japanese/study/XAFS_ex2.htm

2022年度第3回セミナー

特別講演レジュメ

日 時 10月8日(土)

場 所 ウェブ開催

[講演題目] 高効率・低コストな深紫外 LED
開発と殺菌応用

[講師] 三重大学 大学院工学研究科

電気電子工学専攻

教授 三宅 秀人



安全安心な住環境が
ウイズ・ポストコロナ禍
で求められ、殺菌・ウイ
ルス不活性化技術の活
用に対する関心が高ま
っている。特に、発光波
長が 260–280nm の深紫

外線が発光する発光ダイオード (LED) は、有害な薬品を使わずに殺菌が出来ることから、食品殺菌、浄水、空調などへの利用が期待され、各種の製品応用がはじまっている [1]。さらに、LED は、小型装置での長期間利用が可能であり、数ボルトの電圧で動作できる特徴があつことから、従来から利用されてきた殺菌灯の置換のみならず、新規の応用展開も期待できる。しかも ON/OFF や照射の方向制御が容易なため、必要に応じて点灯できる高い利便性を持つ。

台湾の調査会社 LED inside の予測によると、2020 年時点で 1 億 4700 万米ドルだった深紫外 LED の市場規模は、2025 年には 10 億 5600 万米ドルと、年率 48% の急成長を遂げる。低コスト化がアプリケーション開発を加速し、大量生産による低価格化を生むことで、さらに劇的な成長を遂げる可

能性がある。既に世界のトップ LED メーカーのいくつかは窒化物半導体 AlGaIn を用いた深紫外 LED を製造・販売している。ただし、出力 50mW クラスの市場価格は 1 個 3000–5000 円程度と極めて高価である。生活の中で手軽に殺菌・ウイルス不活性化技術を活用するためには、普及の分岐点は 10 円 /mW、すなわち現状よりも半分以下の価格になる必要がある。青色 LED も、実用化当初の価格は 1 個 500 円と高価だったが、発光効率の向上と共に低価格化が進み、LED 電球が手頃な値段で販売され、一般家庭にも広く普及するようになった。こうした過去の例を鑑みれば、深紫外 LED でも高効率化と低価格化が普及の鍵であると考えられ、その実現には技術的ブレークスルーが不可欠である。

現在、市販されている深紫外 LED には、大きく 2 種類がある (図 1 (a)(b))。1 つは、青色 LED で量産手法が確立されているサファイア上に素子を形成する方法で、発光波長が 280nm の製品である。素青色 LED では、2014 年のノーベル賞の受賞につながる低温バッファ層を用いた結晶成長技術によりサファイア上に窒化ガリウム (GaN) を積層し、欠陥の少ない GaN 結晶を実現して、発光効率の高い素子を実現できている。しかし、深紫外 LED を実現するためには、サファイア上に AlN のエピタキシャル成長を行う必要がある。低温バッファ層技術では、欠陥が少ない AlN 結晶を作ることが困難であり、発光効率の向上への障害となっている。一方、AlN の単結晶基板上に素子を形成した LED も製品化されている。AlN 単結晶の高い結晶品質を生かすために発光波長は殺菌により有効な 265nm である。殺菌

やウイルスの不活化には DNA での深紫外光の吸収が関係するが、265nm の深紫外線は 280nm よりも約 1.8 倍多く吸収する。すなわち、同じ光出力の LED ならば、265nm の LED の方が殺菌効率は高い。ただし、後者は現状では、AIN 単結晶ウエハーはサファイアよりも、単価が 500~1000 倍高く、大口径

化が困難であることから、LED の低価格化は極めて難しい。三重大学では、後述するように、低価格なサファイアを基板に用いて、高品質な AIN 結晶を得る技術を、量産性に優れたスパッタ法と高温アニールとのみ合わせにより実現し、その AIN テンプレートを

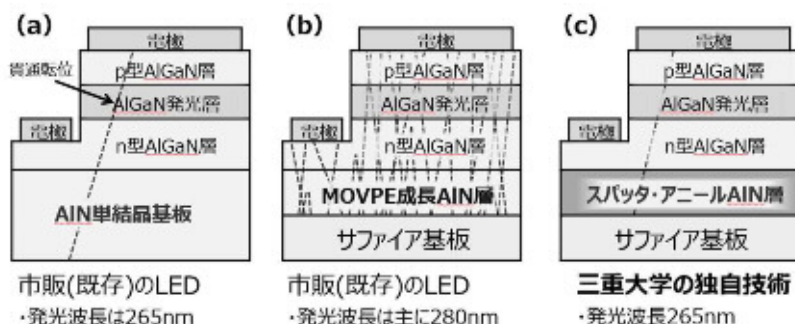


図 1 深紫外 LED の模式図

用いた 265nm 発光の LED を提案している(図 1(c))。

低コストで高効率 AlGaIn 深紫外 LED 実現のためには、高品質 AIN/サファイア テンプレートが求められている。サファイアを基板に用いた AIN 膜は、大きな格子不整合により高密度な貫通転位が発生し、その密度を 10^9 cm^{-2} 以下に低減するためには、従来から用いられてきた MOVPE 法では、パルス法などのバッファ層を用いた場合でも 2~3 μm 以上の厚い AIN 層が不可欠であった。我々のグループでは、AIN 膜を RF スパッタ法により成膜 (Sputter-deposited AIN; Sp-AIN) して、図 2 に模式的に示す様な Face-to-Face 配置の高温アニール (Face-to-face Annealing; FFA)により、簡便に低転位密度の AIN 膜が作製可能であることを報告した[2]。

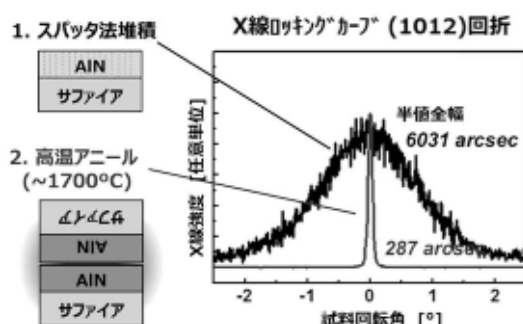


図 2 スパッタ法堆積 AIN 膜の Face-to-face 法アニール

三重大学のグループは、AIN テンプレートの高い結晶性を生かして、波長が 265nm の深紫外 LED の開発を行っている。サファイア上に形成した FFA Sp-AIN 膜の欠陥密度は低く、現在では、世界中の多くの研究機関で採用されている。また、そのテンプレート上に成長を行う高 Al 組成の AlGaIn の結晶性も世界最高水準である。さらに、電極形成などのプロセスを行い、図 3 に示すような深紫外 LED を作製した[3]。高品質な AIN 基板上に形成した深紫外 LED の発光効率は高く、

その出力は世界最高レベルで、1mm 角サイズのチップでは、単結晶 AlN 結晶で形成した素子と同等の 100mW を超える出力が得られている。さらに、外部量子効率^①は、2021 年 10 月時点で 6%、最新データでは 8%にまで達し、波長が 265nm の深紫外 LED の中でも、最も高い報告である。

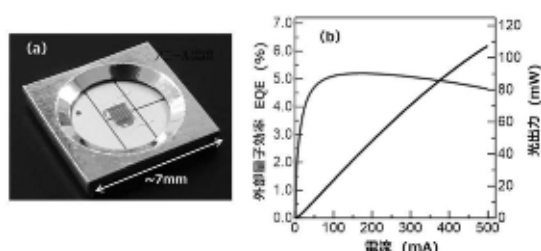


図 3 深紫外 LED の写真と外部量子効率 (EQE)

今後、AlN の高い結晶品質を活用して、人体への影響が軽微だという波長がさらに短い 220nm 帯の LED 開発にも行っている。深紫外 LED を搭載した家電製品や住宅設備が、当たり前のように利用される安全安心な社

会に貢献したいと考えている。

参考文献

- [1] M. Kneissl, T.-Y. Seong, J. Han, and H. Amano: “The emergence and prospects of deep-ultraviolet light-emitting diode technology”, *Nature Photon.*, 13, pp.233–244 (2019)
- [2] H. Miyake, C.-H. Lin, K. Tokoro, and K. Hiramatsu: “Preparation of high-quality AlN on sapphire by high-temperature face-to-face annealing”, *J. Cryst. Growth*, 456, pp.155–159 (2016)
- [3] K. Uesugi, K. Shojiki, Y. Tezen, Y. Hayashi, and H. Miyake: “263 nm wavelength UV-C LED on face-to-face annealed sputter-deposited AlN with low screw and mixed-type dislocation densities”, *Applied Physics Express* 15, 055501 (2022)

2022年度第4回セミナー

会員講演レジュメ

日 時 2023 年 1 月 7 日(土)

場 所 ウェブ開催

【講演題目】

省エネ&ソリューションの知恵比べ

～地球温暖化／CO₂排出低減

【講師】 山口 昇吾 技術士（機械）



§ 1、はじめに

コロナ過が4年も続いています、このレジュメを纏めている最中によりやく今年の5月上旬には第5類

にするとの見込みが発表されました。それに伴い全国各地の各種催しの開催や行動指針なども以前に戻るものと期待しています。

昨年2022年は、ロシアのウクライナ侵攻とその余波で世界のエネルギー事情が激変、そして更に地球環境の変化等、厳しい状況が続きました。また、エジプトで開催されたCOP27は、気象災害で「損失と被害」を受けた途上国を支援する基金の創設を決めて閉幕しましたが、“温暖化対策の輪に途上国のつなぎ止めた”に止まり、本題であるはずの温暖化防止の為にCO₂排出低減／2050年にカーボンフリーの目標達成・実現に向けての大きな進展は無かったように思います。

身近な所で我が家の庭先でも、昨年異変がありました。一つは8月末に石楠花の花が咲くというものです。4～5年前の5月頃の異常高温、そしてその後6月の梅雨時低温となり、続く8月末の高温で石楠花が季節変化について行く事が出来なかった為

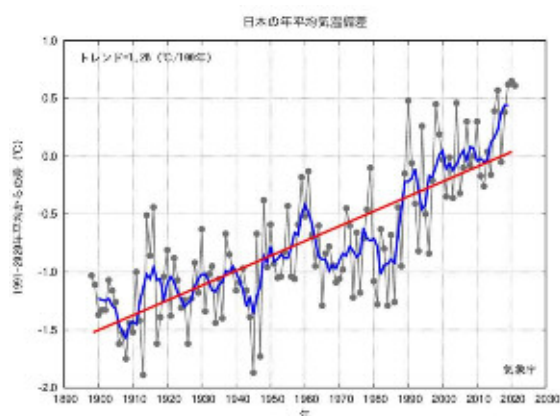
と思われ、それが昨年迄続いているものです。もう一つは、月下美人の花で、11月下旬に朝方から咲き始め、昼下がりに満開となる異常状態です。色々調べましたがそれらしき原因や事例は見つかりませんでした（写真1、2）。図1、は、20世紀に入ってから日本の気温の変化を示すもので、長期的には100年あたり1.28℃の割合で上昇している事を示しています。



【写真1、】



【写真2、】



【 図1、各年の平均気温の基準値からの偏差（黒線）／偏差の5年有動平均値（青線）／長期変化傾向（赤線）：

国立天文台 編 理科年表 2022より】

図2、は日本近海の海面水温の変化を示すもので、日本海の温度上昇が特異です。国内各地の気温の変化や海水温の変化は様々な異変の原因となっていると思われま。桜の開花が早まり、各種果実の収穫・サンマやイカなど漁獲への影響などです。

当地三重県でも、昨年で7年間連続の小女子漁が禁漁でした。更に伊勢エビの不漁、カキの小ぶり化など大変な状況です。



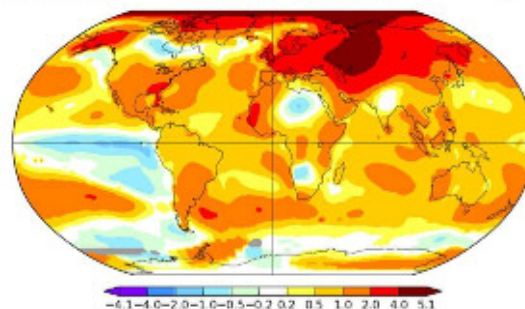
【 図2、日本近海の海面水温の変化

国立天文台編：理科年表2022より】

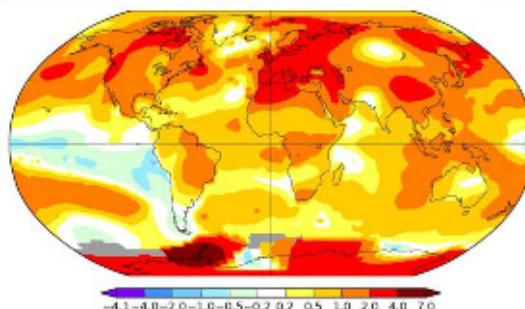
図3、は昨年の冬季と夏季の地球温暖化状況を示します。冬季は北極圏が5℃以上の異常高温であり、夏季には欧州全体、中国内陸部、北米の西&東海岸が異常高温です。それが原因と思われる、スペインで大干ばつ／イタリア南部の亜熱帯化／パキスタンでの大洪水／中国での干ばつと大洪水／北米での西海岸の大干ばつと森林火災そしてフロリダの巨大ハリケーン被害など、地球上の各所で数多くの災害が発生しています。

更に、北極圏の高温化はその影響が著しく、北極海の氷が少なくなり、シベリアの永久凍土が融け始めています。そして北極圏を取り巻く偏西風の流れも大きく変化しており、日本近海の海水温の上昇と偏西風の変化は、日本の気候変動にも大きく影響していると思われます。

Dec-Jan-Feb 2022 L-OTI(°C) Anomaly vs 1951-1980 0.88

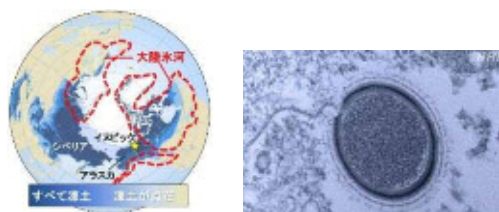


Jun-Jul-Aug 2022 L-OTI(°C) Anomaly vs 1951-1980 0.95



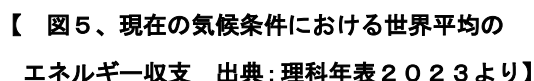
【 図3、地球温暖化 2022年の冬季3か月と夏季3か月の実態データ：出典 NASA GISS：GISS 表面温度解析(v. 4) 全球地図(nasa.gov)】

さらに大変だと思われるのは、図4、に示すように北極圏の凍土が融けて3万年前の地層から新種のウイルスが発見されたとの記事です。コロナ禍が終息しても、いつ何時新たなパンデミックが起これないとも限らない状況です。これらを回避するために、一刻も早く地球温暖化を減速させ、早く止めさせる事が急務です。

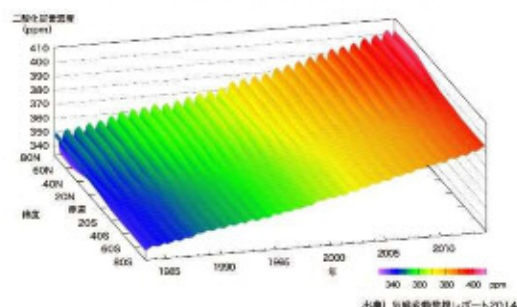


【 図4、深刻な北極圏の温暖化で凍土が解け、3万年前の地層から新種のウイルス「モリウイルス」が発見される：出典 日経ビジネス 2021/11】

地球温暖化は何故起こるのか？ 自然現象か人為的環境汚染が原因なのか？ いろいろと議論されてきましたが、人為起源の温室効果ガス排出が主要原因とする事で議論がほぼ一致してきました。地球温暖化は、図5、に示すように地球の大気上端に於ける入射する太陽放射が、外部（宇宙）への反射と熱放射などの放出と大気中での太陽放射の吸収、地表面に於ける太陽放射の吸収と反射ほかとの熱収支バランスに依存します。更に、気候変動は、大気平均温度の変化に依存し大気中の温室効果ガスが関与します。温室効果ガスは二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素などです。

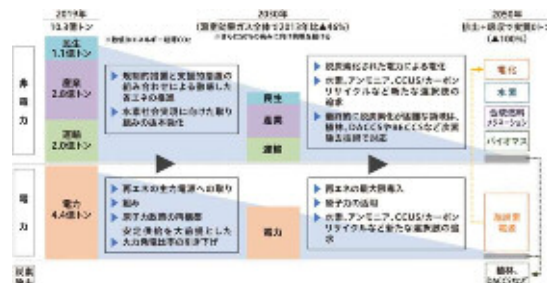


大気中の二酸化炭素濃度の推移（緯度別）



出典：気候変動監視レポート2014】

日本のエネルギー政策は、図 7、に示す通りです。2050カーボンニュートラルを目指すもので、2030年に2013年比▲46%の低減を目標設定しています。2050年には、非電力及び電力合わせてCO2排出を「排出+吸収」で 実質0トン（▲100%）としています。

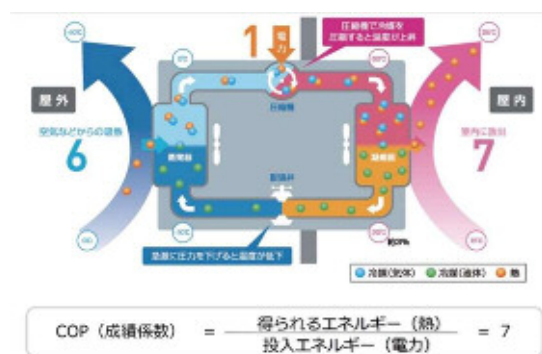


出典：經濟産業省資料】

地球の気候変動が大気中の CO2 濃度増加が大きく影響しており、CO2 排出の多くはエネルギー源として電力および非電力に使われる「石炭／石油／NG」など化石燃料の消費によるものでした。地球温暖化と CO2 排出低減のためには、トータルの LCA (Life Cycle Assessment) 分析に基づく総合的な取組が不可欠です。この講演では、そ

の中で「電力の消費」に関連する「省エネ&ソリューション」の知恵比べとして、3例を紹介します。

【 第一の事例 】 ヒートポンプ（HP）を活用した省エネ事例です。



大気中から6の熱を吸い上げて、1の電力の力で、7の熱を製造。

【 図8、ヒートポンプの原理 】

出典：日本機械学会誌 2022/03 Vol. 125 より】

図8、は、HPの原理を示すものです。冷媒を使った熱機関のサイクルで、“1”の電力で圧縮機を運転して気化した冷媒を圧縮して高圧・高温の気化冷媒とします。それを凝縮器で熱交換して“7”の熱を系外に取出します。冷媒はそこで高圧で液化します。高圧の液化冷媒は膨張弁を通して蒸発器に供給されます。蒸発器では、外部の二次熱媒から“6”の熱を奪って低圧の状態で気化します。低圧・低温の気化冷媒は圧縮機で、再び高圧・高温の気化冷媒となります。以上のようにHPの運転サイクルは、気化器側で“6”の熱を取り、圧縮機で“1”の電気エネルギー（注：圧縮機の動力源として内燃機関式もある）を消費して、凝縮器で“7”の熱を系外に取出す事が出来るものです。図8、の例ではCOP（成績係数）は投入エネルギー“1”に対して、得られるエネルギー“7”の比の値で「7」の性能になります。電気ヒータ加熱の場合1kwの電気消費で効率1

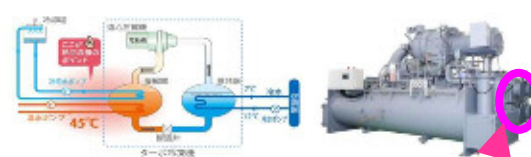
00%でも1kwの熱を発生させるのに対して、この例では1kwの電力を消費して、7kwの熱を得る事が出来ます。つまり同じ熱量を発生させるのに、HPシステムはヒータの七分の一の電力消費となります。ヒートポンプの蒸発器で必要とする熱源は、「大気・地中熱・河川・海水・排水など」至る所にあるものであり、図9、に示します。



【 図9、ヒートポンプが利用可能な各種熱源

出典：（一財）ヒートポンプ・蓄熱センター HP より 】

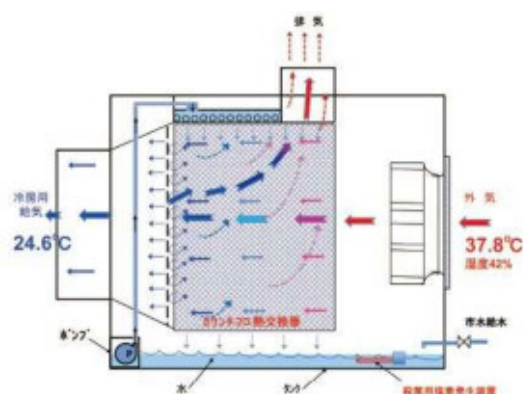
図10、に示すのは「熱回収型ターボ圧縮システム」で、蒸発器で冷水を取出し凝縮器側で温水（45℃）の取出しが同時に可能なものです。



【 図10、熱回収型ターボ圧縮システム】

現在開発されて実用化されているヒートポンプは、熱源として外気の場合－25℃まで、取出しの高温側は＋90℃の熱風又は熱水が可能なものです。事例として、「温水ボイラーレスの学校給食センター」「部品加工工場の作業環境改善と部品洗浄工程の洗浄水・乾燥温風にHP導入」「自動車部品工場で空気圧縮機の排熱利用した部品洗浄

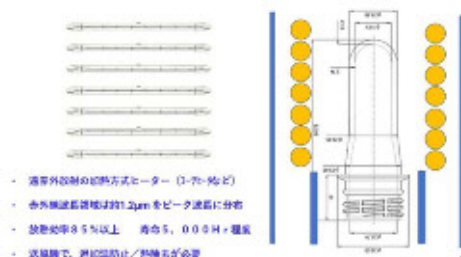
HPシステムで使用する冷媒は、自然冷媒（CO₂、NH₃、空気、プロパン、水）がありますが大型システムではHFO系新冷媒も使われています。HFO冷媒は大気寿命が短く、低地球温暖化係数値、従来冷媒と同等のCOP、低毒性、低燃焼性、高い安全性、取扱いが容易 等などがその特徴です。



出典：(株) くろがね工作所 HPより】

【 第二の事例 】

プラント成型されています。その成型の中心となるPETボトル成型の“ブロー成型機”では、大量の電力が使われています。ブロー成型で消費する電力は、PETボトル成型のプリフォーム（PF）を常温から100℃近くまでの加熱と、成型用圧縮空気（約4Mpa前後）の圧縮機等で使う電力がほとんどです。500mLPETボトルを毎分600本製造する製造ラインでは、1ライン当たり約1,000kwもの電力を消費します。加熱方式は「遠赤外放射加熱方式」ですが、実際に加熱される（PF）の加熱エネルギー効率は高々3%程度です。図12、を参照して下さい。



【ヒータ加熱効率】

-30-

くプリフォームに照射するのには限界があります（プリフォーム以外の場所への散乱がある）。半導体レーザーの遠赤外放射の転換エネルギー効率は、現状必ずしも良くありませんが、遠赤外線放射のビームの指向性が良くて発生する遠赤外線を効率よくプリフォームに照射させる事が可能です。加えて、その照射する遠赤外線の波長をPET樹脂が吸収しやすい波長に近いものを選ぶことができ、必要な加熱エネルギーを半減以下に出来ます。更にプリフォームの加熱部分の軸方向にきめ細かい加熱制御する事によりブロー成型圧縮空気圧を例えば数十%下げる事が可能であり、圧縮機の消費電力なども低減できます。図13、を参照して下さい。



【 図13、プリフォーム加熱
半導体レーザー加熱方式 】

【 第三の事例 】

輸送関係の陸上では、自動車のハイブリット化やEV化が加速しています。走行する車のエンジンから直接排出するCO₂を低減するのが目的です。しかしながら、車単体ではCO₂排出しないけれども、充電する電力そして車の寿命を考慮したトータルのCO₂排出量は、現状では如何なものかと疑問を持たざるを得ない状況だと思えます。ではありますが、世界の関連する技術／

発電に要するエネルギー原の脱炭素化・バッテリーの飛躍的な性能改善・・・等々 日進月歩の技術進歩を期待する所です。

一方、海上輸送の船でも大きな変化があります。

日本の近海を航行する船舶“フェリー”の船の電動化です。従来の多くの船舶は、エンジンからプロペラシャフトでスクリューを回転させて推進します。図14、はハイブリット型CFPポッドの写真です。最大の特徴は、従来の1軸CPP（可変ピッチスクリュー：Controllable Pitch Propellers）とその後方にポッドをブースターとして組合せた推進機構です。CPPは、主機（エンジン）出力を有効に利用し燃料消費を最少化するようにプロペラのピッチを可変して運行可能なものです。それにCRP（二重反転プロペラ：Contra-Rotating Propellers）を配置して更に推進効率を改善したものです。CRPは、スクリューによる流れのねじれとして損失となるエネルギーを反転スクリューでその流れを相殺して推進効率を更によくするものです。それによって燃料消費が従来型船より十数%以上低減できています。燃料消費低減は、船舶からのCO₂排出低減に大きく寄与します。



【 図14、ハイブリット型CRPポッド搭載
高速フェリーのプロペラ 】

大型船舶（32万5000重量トンのばら積み船）で、円筒帆（ローターセイル：、回

転しながら進む円筒面に風があたるとその風の流れ方向に対して垂直の力“揚力”が働くという“マグヌス効果”の原理に基づくもの)を搭載したものが完成しています。搭載するローターセイルは高さ24m、直径は2mのものを5基で、油圧シリンダーを使って傾ける事も可能なものです。これによって最大8%の推進効率向上、燃料消費量低減 すなわち船舶からのCO₂排出を年間最大3,400トン削減が見込まれるとの事です。

また、ローターセイルの原理を適用して風力発電機への応用も考えられており、風速40m/秒迄発電可能であり、その試作機が2016年から沖縄でその実用試験が開始しています。



【 図15、再生可能エネルギー利用スーパーヨット
トヨタ自動車(株)公式企業サイト 】

図15、は再生可能エネルギー利用で航行するスーパーヨットです。化石燃料を使わず、太陽光や風力などの再生可能エネルギーと、海水から生成した水素で航行する双胴船「Energy Observer」号が世界を航行中です。この船にはトヨタ社製の水素燃料電池が搭載されています。

再生可能エネルギーは変化しやすく連続

的に得られない場合が多いため、エネルギー貯蔵方法の開発と最適化が必要です。宇宙で最も多い水素は、再生可能エネルギーを水素に変えて貯蔵することでこれからの時代で有力なエネルギー源の可能性を秘めていると思います。

§4、まとめ

日本のエネルギー政策は「S+3E」であり「安全性: Safety」と「安定供給: Energy Security / 経済効率性: Economic Efficiency / 環境適合: Environment」です。2050年までにカーボンフリーを達成する為のハードルは極めて高いものです。

18世紀半ば頃から19世紀にかけて起きた産業革命以来、社会は“石炭”から始まり“石油”そして“NG”へと、化石燃料をエネルギー源とする仕組みになりきっています。カーボンフリーはその仕組みからの脱出を如何に実現するか、エネルギー源の開拓(再生可能エネルギーほか) / 輸送 / 発電 / 効率的消費 / 排出処理と、一連のLCAを念頭に置く、バランスよくかつ経済的に成立たせる事が如何に大変であることか、増々強く感じます。更に原油はプラスチックを始めとする各種材料でもあります。日本においては、それらの100%近くが輸入であり、輸送する為のコストが高く、地理的ハンディーも大です。

そのために望ましい事は“地産地消”であり、これまでの太陽光と風力の利用だけでは不十分であり、バイオテクノロジー含め更に何を追加していくか、そしてその技術開発と実現・取組をスピーディに実行する積み上げが不可欠です。

— 以上 —

2022年度第4回セミナー

特別講演レジュメ

日 時 2023 年 1 月 7 日(土)

場 所 ウェブ開催

〔講演題目〕“界面”を利用したソフト複合材料
の構造物性制御

〔講師〕鳥飼 直也 工学博士

三重大学 大学院工学研究科

分子素材工学専攻



高分子や界面活性剤、コロイドなどソフトマターと呼ばれる柔らかい材料は、身の回りでさまざまな用途に活用され、私たちの日常生活において不可欠な存在となっている。これ

まで材料強度の観点から金属やセラミックスのようなハードな(固い)材料を使うしかなかった用途に、最近ではソフトな材料が使われるようになり、また単なる構造材料としての用途だけでなく高い機能性をも具備したソフト材料が作り出されている。一方で、このような材料の性能に求められる要請の高まりにより、単独の材料でそれらに応えることが難しくなり、異なる材料を組み合わせる材料の複合化が進んでいる。異なる材料を組み合わせることにより、複合材料中には、異種材料の間に必ず界面が存在する。界面は、物質の間の、厚みが数Åから数nmの極めて薄い境界領域だが、この極薄の空間において異なる物質が接し合うためにバルク中では見られない特異な物性の発現や、界面を介した物質の移動、シグナ

ルの伝達など重要な機能が担われている。複合材料中において、材料の分散されるサイズがnmスケールまで小さくなると、材料中に占める界面の面積が広大になることから、極薄の界面を利用して材料全体の性質を制御することが可能になる。ここでは、“界面”を用いたソフト複合材料の構造物性制御について、取り組んでいる研究例を幾つか紹介する。

高分子(プラスチック)に固体粒子が添加された高分子コンポジットは、タイヤ材料をはじめ多様な用途に用いられている。近年、注目を集めている炭素繊維強化樹脂(CFRP)も高分子コンポジットの一種で、粒子の代わりに炭素繊維が分散され、航空機の機体を構成する材料として金属に代わり使用される軽量かつ高い材料強度を有する。これら高分子コンポジット材料の特性は、単に、それを構成する材料それぞれの性質だけでなく、高分子マトリックス中における粒子や繊維の分散状態や、凝集構造の形成に大きく依存する。ここでは汎用の非晶質のポリスチレン(PS)に、固体粒子として親水性(一次粒子径:12nm)と疎水性(一次粒子径:70nm)の表面性状が異なるフュームドシリカを混合添加したコンポジット試料について、PS中のシリカの分散・凝集状態および粘弾性特性に粒子の混合が及ぼす影響を調べた。疎水性フュームドシリカについては、ポリジメチルシロキサン(PPS)の化学吸着により表面が疎水化されている。

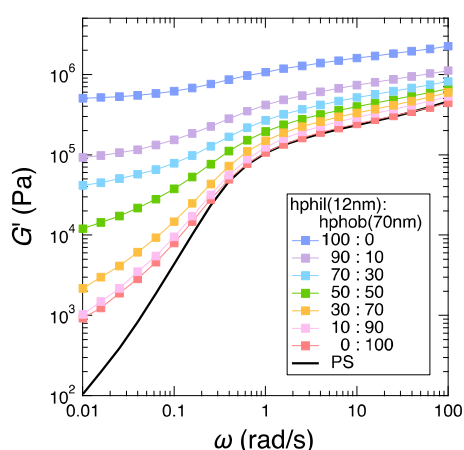
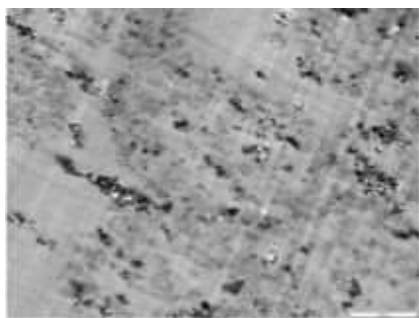


図 1 (上図) 親水性 (12nm) と疎水性 (70nm) のフュームドシリカが 50:50 で混合添加された PS コンポジットの透過型電子顕微鏡 (TEM) 写真 (下図) 混合組成が異なる同 PS コンポジットの 150°C における貯蔵弾性率 G' の角周波数 ω 依存性

図 1 に、先の二種類のフュームドシリカを 50:50 の割合で混合添加した PS コンポジットについて、透過型電子顕微鏡 (TEM) 写真と、150°C における動的粘弾性測定により得られた貯蔵弾性率 G' の角周波数 ω に対する依存性を示す。TEM 写真中では、粒径が大きいほど電子線の透過性が低いために、コントラストが暗く、PS 中において一次粒子径が異なるフュームドシリカの分散状態が識別される。 G' については、総添加量が同じでも、シリカの混合組成に応じた分散状態の違いを反映して、低 ω 領域において約 3 桁近い差が作り出された。フュームドシリカの

表面性状の違い、すなわちマトリックス高分子との間の界面により、高分子コンポジットの材料特性を制御できることが示唆された。

水と油のような二種類の液体の一方がもう一方に微小な液滴として分散したエマルションは、化粧品、食品など広い範囲で用いられている。しかし、エマルションは一般に熱力学的に不安定なことから、その分散状態を長期間にわたり維持するために、界面活性剤や水溶性高分子、固体粒子などの乳化剤が用いられる。これら乳化剤は水と油の間の界面に吸着もしくは付着することで界面張力を下げたり、保護層としての働きを担うことで液滴を安定化する。ここでは乳化剤として二種類のセルロース誘導体、水に可溶なヒドロキシプロピルメチルセルロース (HPMC) と水に不溶な低置換度のヒドロキシプロピルセルロース (L-HPC)、を組み合わせ、水とシリコンオイルとともに攪拌してエマルションを調製した。図 2 に、HPMC と L-HPC の混合乳化剤により得られたエマルションの光学顕微鏡写真と、動的粘弾性測定により観測された線形領域における貯蔵弾性率 G' の HPMC 濃度依存性を示す。エマルションは、調製から 7 日後においても安定で、HPMC、L-HPC それぞれ単独よりも混合した方が液滴サイズが小さく約 23 μm であった。また、 G' 値を HPMC 単独で調製されたエマルションと比較したところ、HPMC 単独で液滴を安定化できる 0.003wt% より濃度が高い場合には、HPMC 濃度とともに G' 値は増加するが L-HPC を混合しても影響が見られなかったのに対して、濃度が低い場合には G' 値がはるかに高い値を示した。この HPMC 濃度が低い場合に見られる高い G' 値

は L-HPMC による液滴間の架橋凝集に起因すると考えている。このように水と油の界面に作用する乳化剤の組み合わせによりエマルション特性を制御できることが示唆された。

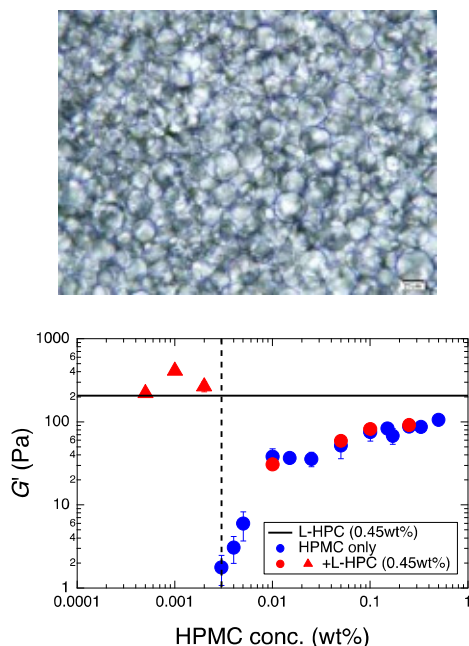


図 2 (上図) HPMC と L-HPMC を混合して得られたエマルションの光学顕微鏡写真 (下図) エマルションが示す線形領域における貯蔵弾性率 G' の HPMC 濃度依存性

最後に、シリコン基板上に作製された、厚み数十 nm の高分子薄膜の熱的安定性についての研究例を示す。高分子材料は、接着、塗装などさまざまな用途において、近年、薄膜として利用される機会が増えている。膜の厚みが薄くなると界面での相互作用が相対的に大きくなるために、薄膜が不安定になり基板からの薄膜の撥き、すなわち脱濡れが生じる。実用途において脱濡れが生じると、薄膜材料としての機能が果たせなくなることから、これまでに薄膜の脱濡れを抑制するさまざまな試みがなされてきた。

ここでは、高分子薄膜の熱的安定性に対して、添加分子の影響を調べた結果を示す。図 3 には、分子量が異なる PS のブレンド薄膜に対して、 150°C での熱処理後に測定された中性子反射率プロファイルおよび、それらモデル解析により得られた薄膜深さ方向の散乱長密度 (b/V) 分布を示す。高分子量の PS については、中性子で識別するために、重水素化試料が添加された。

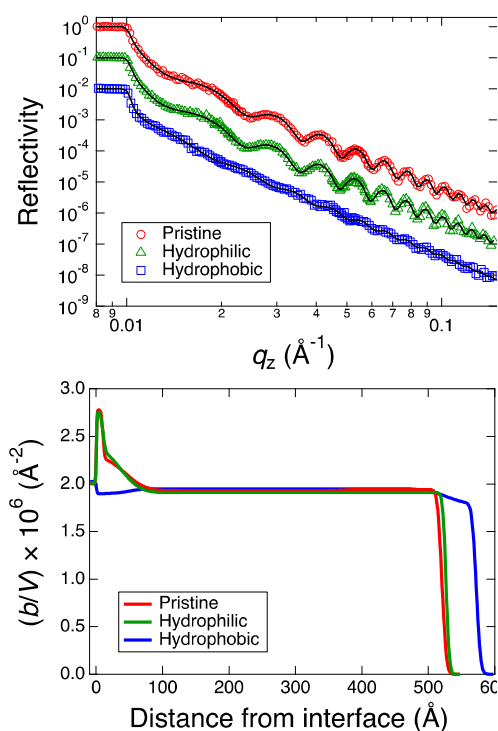


図 3 (上図) 分子量が異なる PS のブレンド薄膜に対する熱処理後の中性子反射率プロファイル (下図) それらモデル解析により得られた薄膜深さ方向の散乱長密度 (b/V) 分布

その結果、未処理および酸処理により表面が親水性のシリコン基板上では、添加された高分子量成分が基板との界面近傍に優先的に偏析したのに対して、疎水性の表面を有する基板上では顕著な偏析が見られな

った。これらより親水性のシリコン基板上における薄膜の熱的安定性には高分子量成分の基板界面への偏析が寄与することが示唆された。

ここで示してきたように、固体粒子／マトリックス高分子、水／油、シリコン基板／高分子の間の”界面”に着目して、高分子コンポジット、エマルション、高分子薄膜のソフト複合材料の特性およびその発現メカニズムの理解を進めてきた。今後、”界面”が鍵となる摩擦、潤滑、接着、電極反応などに関わる課題にさらに取り組むことで、合目的な材料特性の制御や新規な高性能ソフト複合材料の設計指針の確立に結びつくことが期待される。

— 以上 —

今後の行事予定など

★セミナー★

1) 2023年度 年次大会・第2回セミナー

日程: 2023年6月17日(土)PM

場所: じばさん三重(四日市市)

(ウェブ開催の場合もあります)

会員講演

新支部長

池田 和人 技術士(化学、総合技術監理)

特別講演

三重大学 建築学専攻

三田 紀行 教授

2) 2023年度 第3回セミナー

日程: 2023年10月8日(日)PM

場所: じばさん三重(四日市市)

(ウェブ開催の場合もあります)

会員講演 講演者未定

特別講演

三重大学 情報工学専攻

林田 裕樹 教授

★みえテクノロジーカフェ★

第51回みえテクノロジーカフェ

日程: 2023年5月14日(日)

10:00~12:00

ゲスト: 春田 要一 技術士

場所: MG YOKKAICHIおよびZoom

第52回みえテクノロジーカフェ

“夏休み親子教室”

日程: 2023年7月23日(日)

10:00~12:00

ゲスト: 山口 昇吾 技術士

場所: MG YOKKAICHI

★中部本部行事★

◎2022年度新合格者説明会

5月27日(土) (ウインクあいち)

◎夏季講演会 5月28日(日)

(ツドイコ名駅カンファレンスセンター

& Web)

◎中部本部年次大会 7月22日(土)

(今池ガスビル)

* 本号発行につきましてのご留意点

本号発行に関しまして、公益社団法人日本技術士会の役員選挙(2月1日立候補推薦依頼活動開始~4月20日投票締め切り)のため、候補者の投稿掲載が制限されていました。そのため、発行が遅くなりました。

なお、本号掲載の記事は本年1月時点でご投稿いただいたものです。内容、肩書等は1月時点にご記載のまま掲載させていただいておりますこと、ご了承のほどお願い申し上げます。

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、総合技術監理)