

産学官との連携

産学官との連携



取材日：2023年7月3日
(一社) 日本科学機器協会 会議室

東京大学 環境安全研究センター長 教授
公益社団法人 化学工学会 地域連携カーボンニュートラル推進委員長

辻 佳子 先生 に聞く

薄膜プロセッシングを研究し、
高性能表示・エネルギーデバイスの
技術革新に寄与。
環境安全学のリーダーとしても活躍。

聞き手：梅垣喜通 日本科学機器協会 広報委員長
富山裕明 日本科学機器協会 広報委員
岡田康弘 日本科学機器協会 事務局長
(取材・撮影・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)

上

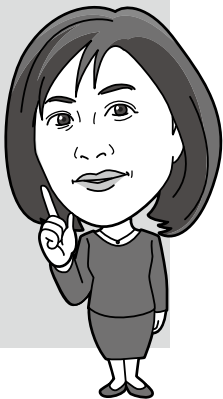
辻 佳子 先生のプロフィール

【学 歴】
1988 年 3 月 東京大学 工学部 合成化学科卒業
1990 年 3 月 東京大学 大学院工学系研究科 工業化学専攻 修士課程修了
2006 年 5 月 博士 (工学)・論文博士取得 東京大学 大学院工学系研究科 化学システム工学専攻

【職 歴】
1990 年 4 月 株式会社東芝入社 研究開発センター勤務
1996 年 6 月 カリフォルニア工科大学 Electrical Engineering 勤務
1999 年 1 月 東京大学 大学院工学系研究科 化学システム工学専攻 研究員
2007 年 6 月 東京大学 大学院工学系研究科 化学システム工学専攻 助教
2011 年 7 月 東京大学 環境安全研究センター 准教授
2017 年 4 月 同上 教授 現在に至る
2019 年 4 月 同上 センター長 現在に至る

【研究履歴】
・「a-Si TFT を用いた液晶ディスプレイの高性能化、低コスト化に関する研究」(株式会社東芝)
・「高集積化半導体デバイスにおける金属薄膜配線材料に関する研究」(カリフォルニア工科大学)
・「機能性薄膜のナノ～ミクロな構造制御とそのエネルギーデバイス・情報デバイスへの応用」
および
「技術や人間が緊密かつ複雑に関連した研究教育現場における環境安全学創成および環境安全
教育手法の構築」(東京大学)

【学会活動】
日本学術会議連携会員 (24 期 25 期 26 期)
Committee Member, International Society of Coating Science and Technology
Committee Member, Asian Conference on Safety and Education in Laboratories
化学工学会 理事 (2015 年度～2021 年度)、副会長 (2020 年度～2021 年度)
大学等環境安全協議会 理事 (2015 年～現在)、常任理事 (2018 年度～現在)
安全工学会 理事 (2018 年度～現在)
日本化学連合 副会長 (2022 年度～現在)
日本工学会 理事 (2022 年度～現在)



辻先生は、機能性薄膜やカーボンニュートラル関連の研究に取り組みながら、東京大学環境安全研究センター長として、環境安全研究・教育・管理業務を推進しています。ここまでの研究の変遷を教えてくださいませんか。

辻 私が最初に研究に携わったのは学部4年生で固体触媒の研究室に配属された時でした。そこで1人1テーマを与えられ“一から自分で研究する”ことを初めて経験しました。テーマは「ペロブスカイト型複合酸化物による自動車排ガス処理触媒」でした。排ガス処理触媒には白金、ロジウム、パラジウムという高価な貴金属が使われます。それを安価なマンガンと銅の複合酸化物に代替できないか、という研究でした。1つの物質の中で、有害な一酸化炭素を酸化して二酸化炭素に変え、同じく有害な窒素酸化物を還元して窒素に変える、要求性能を達成するための新しい材料合成に注目した研究でした。これがビギナーズラックで、ものすごく良い特性が出て、「研究っていいな…」という楽しい思いを抱きました。

実験を伴う研究の楽しさを知り、

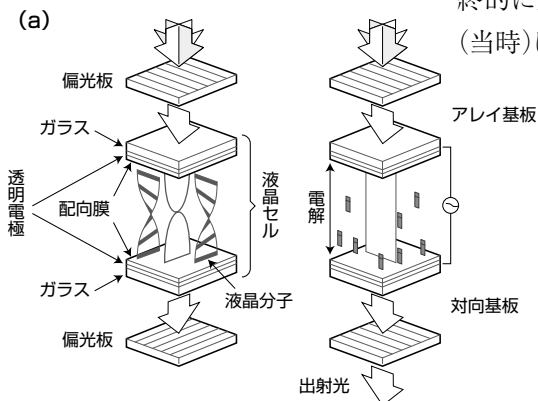


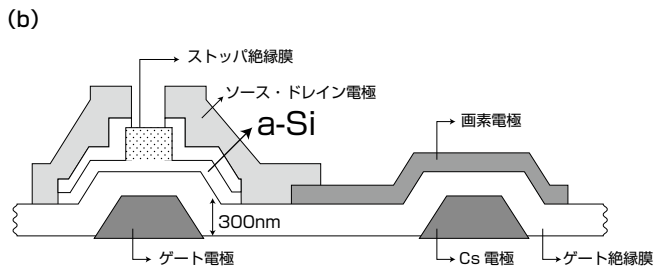
図1 液晶ディスプレイの構造

これこそが世の中に貢献するということなのだろうとワクワクしていたころ、先生の薦めをいただいて大学院に進学しました。大学院ではセラミックス材料設計システムの一環として、金属元素の3元系においてペロブスカイト型複合酸化物が生成するかを判定するエキスパートシステムを構築しました。このシステムでは、結晶学的知見や文献から収集したデータベースをもとに生成判定を行えるようにしました。今のAIの走りのような研究でした。

社会で役に立ちたいという
思いから研究の場を企業へ

修士課程の後、企業に就職された
のですね。

辻 私は小さな頃から「人の役に立ちたい」という思いがありました。ですので、実社会で役に立つことをしたいと思ったのです。また、学生時代は超バブルで華やかな時であり、社会に出たいという思いが強かったです。化学の研究をしてきましたが、身近なデバイスに用いられる材料に関する研究がしたいと思い、総合電機メーカーを希望し、最終的に東芝に就職、総合研究所(当時)に配属されました。



アレイ基板の断面構造

東芝ではどんなデバイスの研究
を行ったのでしょうか。

辻 液晶ディスプレイです。当時は、アモルファスシリコン薄膜トランジスタを用いた液晶ディスプレイの生産が始まる頃でした。幸運にも自分が業務とは別に研究していた材料が、非常に良好な特性を示すことを見つけ、研究開発の末、商品に搭載されることになりました。これをきっかけに、生涯現役の実験研究者でいたいと考えようになりました。今でも、製品に搭載されていて、嬉しい限りです。

東芝で研究の成果が製品に
その体験から抱いた思い

どのような内容だったのでしょうか。

辻 液晶ディスプレイは、2枚のガラス基板の間に液晶分子が挟まれています。片方のガラス基板はアレイ基板と呼ばれ、ディスプレイの1画素ごとに対応する画素電極と、その画素電極に印加する電圧を制御するトランジスタによって構成されています。もう片方のガラス基板は対向基板と呼ばれ、全面が透明導電膜で覆われていて、一定の電圧が印加されるようになっています 図1-a。

産学官との連携

画素電極と対向基板の間の電圧差によって、液晶分子はガラス面と平行な方向から徐々に垂直な方向へ向きが変わり、電圧差が大きいと、液晶分子は完全に垂直な方向に向きます。液晶分子はその向きによって光学的な性質が異なるので、液晶分子の方向と偏光板の偏光方向の組み合わせで、光の透過量をコントロールすることが出来ます。その電圧差を決めているアレイ基板側の薄膜トランジスタには、ゲート配線というものがあり、ディスプレイのサイズが大きくなればなるほど、また画素数が増えて高精細になるほど、配線抵抗が低くないと遅れが生じてしまいます。そうすると、ディスプレイの右端と左端で目的の電圧をかけるのに時間差が生じてしまい、目的の映像が表示されないという問題があったのです。

しかもゲート配線は、アレイ基板の製造時、ガラス基板の上に最初に作られるので、歩留まりが100%近くであることが求められます。その後で絶縁膜や活性層などデバイス作りが進む際に、様々な化学物質を用いるため、ゲート配線材料は耐薬品性も優れている必要があります。さらにゲート配線上の絶縁膜の絶縁性を良好にするために、配線の断面構造がテーパー形状を持っていなければいけないなど、様々な要件がありました **図1-b**。

その複雑な要件をクリアする材料を発見されたわけですね。

辻 そうなのです。入社3年目の事だったと思います。実は別の業務

で薄膜金属材料の研究に携わっていたときに、たまたま見つけてしまったのです。「これはゲート配線にいいのではないか?」ということを業務の週報に書いたところ、上司の目に留まって、この材料について研究テーマにするように言われたのです。研究を進め、自分の研究成果が実際の製品に搭載された時、大変な喜びと面白さを感じました。その時に初めて「生涯、細々とであっても実験研究者を続けよう」と思いました。

それはどのような発見や原理の解明があって、実現に至ったのでしょうか。

辻 私が見つけたゲート配線の材料は、モリブデンとタングステンの合金でした。モリブデンもタングステンも金属材料としては低抵抗材料ですが、モリブデン単体だと耐薬品性がなく、タングステン単体だと応力が高いため、基板から剥がれてしまいますが、適切な組成の合体にすることにより、耐薬品性もガラス基板からの剥がれも解決することができました。この材料を300nm程度の厚みの薄膜としてガラス基板に成膜するのです。合金にすれば単体材料より抵抗値が高くなり、また、薄膜成膜のプロセッシング次第ではナノ構造が変わり抵抗値がさらに高くなります。抵抗値は低ければ低いほど良く、そのカギとなるのが、薄膜プロセッシングです。

薄膜プロセッシングには、スパッタリングという物理蒸着の一種が用いられます。モリブデンとタングステンのターゲットとガラス基板が真空

状態のチャンバー中にあり、アルゴンなどの不活性ガスを導入します。アルゴンは、ターゲット側を陰極として高電圧を印加することでプラスイオンとなり、陰極であるターゲットに衝突することでターゲット原子がクラスター状になって飛び出し、基板に薄膜が形成されます。膜密度が高く、なるべく不純物の混入を少なくすることが、薄膜の抵抗値を下げることになります。スパッタリングでは、不純物としてアルゴンガスが入ってしまうのですが、この混入量を定量的に分析し、薄膜のナノ構造との関係を明らかにし、また、構造と抵抗値の関係も明らかにしました **図2**。薄膜に混入したアルゴンガスは、構造の中に入ってしまうものと、構造の外に入っているものと2種類あることをつきとめ、「スパッタの時の不活性ガスが構造の中に入らなければ良い結果になる」と私は思ったわけです。そして、それを可能にするには「元素の周期表でア

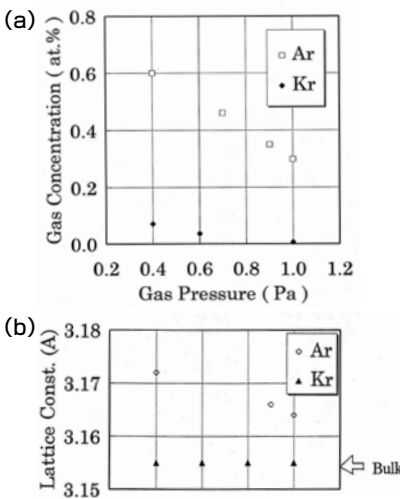


図2 スパッタリングプロセス中の不活性ガス圧力と膜構造の関係。(a) 膜中に取り込まれた不活性ガス量、(b) 膜のナノ構造の指標となる結晶格子定数、格子定数が小さいほどバルクの構造に近いことを意味する。

ルゴンの下のクリプトンを使えば、原子半径が大きいので、構造の中に入れないから良いのではないか」と考え、実際にアルゴンの代わりにクリプトンを用いてスパッタしてみました。その結果、膜の中にクリプトンガスは入らず、抵抗値もバルクの値とほとんど変わらない低い値を得ることができたのです。

東芝は当時、深谷に液晶ディスプレイの製造拠点をもつ準備をしていたため、そのタイミングに合わせて、従来の材料をモリブデンとタングステンの合金に変更することに成功しました。そのあと、長い間この材料が用いられています。

「スパッタ」とは、デバイスを作る大切な技術ですね。日本が世界をリードした液晶技術を生み出した担い手だったわけですね。

辻 その一端を担えたことは嬉しく思います。そしてこの時の研究は、今、私が長年研究をしている機能性薄膜プロセッシングに繋がっています。ナノ粒子や薄膜作製において、原子や分子が薄膜になる過程、および構造さらには機能の関係を明らかにすることはとても重要です。私は膨大な試行錯誤による薄膜・ナノ粒子材料研究において、プロセスを重視する化学工学的なアプローチで取り組むことで、事前の設計に基づいた材料合成が可能と考えています。私たちは熱力学的に平衡な状態でものづくりをするとはほとんどありません。常に非平衡な状態です。非平衡状態で速度論支配での薄膜構造制御、この

産学官との連携

学理を明らかにすることが私のライフワークです。良好な特性を示すナノ粒子や薄膜を生産性良く作製する装置や作製プロセスを構築するのです。

“チームで目標を目指す”
企業で研究を行う楽しさ

大学と企業の研究スタイルが違っていると感じる点を、お聞かせください。

辻 大学の研究は、1人が1つの研究テーマをもって行っていて“これが私の研究”みたいな感じがあります。企業の場合は組織で研究を行うので、「チームで1つの目標に向かって走っていく」という研究スタイルは、それはそれでとても楽しかったです。私は“研究って楽しい”と今も素直に感じます。その理由は、私自身にとっては、大学とは違う企業での経験があったからだと感じています。

また、東芝では知的財産に対する知識も大変深められました。先程話した配線材料の例でもそうでしたが、自社で事業化する場合、他社にその技術が侵害されないように、また、他社の特許を侵害しないように、抜けがない特許であることに加えて、周辺特許まで全て押さえておかなければいけません。そうしていないと他社にその技術が事業化されてしまう場合もありますし、他社が後から出願した特許が自社の事業化の弊害となるので重大事項です。そのような戦略面、特許を成立させるためのプロセス、成立させた時の対価なども、知財部の人

にみっちり教えていただきました。

米国で子育てしながら
研究を継続。その後日本に
戻って大学で研究に従事。

東芝に勤務後、渡米された経緯をお聞かせください。

辻 東芝に勤めていた間に結婚、出産をして、1995年に渡米する主人について行きました。私は東芝を退社し、専業主婦として家族一緒に渡米しました。

渡米後、就職活動をしたところ、主人の知人の紹介でカリフォルニア工科大学のElectrical Engineeringで研究の仕事に携わることになりました。東芝での経験も認められ、ポスドクとしてのフルタイム勤務を打診されましたが、日本にいたときはベビーシッターと母に任せきりだった子育てもしたかったので週3回、技術職員として働きました。就職が決まると、大学のイミグレーション課の方が、work authorization cardの取得のための手続きをとってくれました。職住近接だったので、自分の都合に併せて、子どもをpre schoolに迎えに行った後や夕食後に実験の続きをしに大学に戻ったり、実験が忙しいときは毎日研究室に行ったり、バケーションで旅行に行くときは休暇をとる、といったフレキシブルな研究生活が出来ました。そのお陰で、無理なく楽しい3年間を過ごすことが出来ました。

アメリカでは、どのような研究に携わったのでしょうか。

産学官との連携

辻 カリフォルニア工科大学にはNASAと連携したJet Propulsion Laboratoryという研究所がありました。私は、そこと共同で、火星探査機に搭載する半導体の配線材料の研究をしていました。液晶ディスプレイの配線とは配線幅が全く異なり、とても細い配線です。ここでは詳細は省きますが、配線材料としてアルミニウムや銅があるのですが、その結晶構造の“向き”を揃える事で電気抵抗を低くしたり、配線に電流が流れる際に、電子と金属原子の間で運動量の交換が行われて断線するエネクトロマイグレーションがないようにするなど、いかにして構造と物性を制御するかといった事を行っていました。

米国で3年過ごされた後、99年に東大の研究員となられたのですね。

辻 東大で働きはじめたきっかけは、カリフォルニア工科大学勤務中に、東大で化学工学が専門の小宮山宏先生が講演にいらしたことでした。東大でも、週3回の勤務を選びました。パートタイムの勤務は珍しく、「変わってるね」と言われました。

東大に戻られてからの研究内容を教えていただけますか。

辻 小宮山先生が『未来開拓プロジェクト』というを行っていて、それに携わりながら、スパッタによる薄膜形成の研究を行いました。未来開拓プロジェクトは、「材料プロセスでの異常成長を対象とした知識の構造化システム開発」が

テーマでした。既往の研究を論文検索し、目的とした構造ではない構造が出来てしまった事例を700件以上集め、ひとつひとつの論文に書かれている構造を解析し、分類することにより形態モデルを構築し、一方で、その構造ができてしまったメカニズムを解析することによりプロセスモデルを構築しました。それらの知識を構造化するための論理構造形成を行い、材料プロセスにおける構造制御を目指すというものでした。論文の中から異常成長した電子顕微鏡の写真をみつけては、それはどうやって出来たのかを解説するという作業をしました。

小宮山先生は「知識の爆発」の現代では、「知識の構造化」が必要であるとおっしゃっていました。つまり1つ1つの論文はあくまで1つの知見でしかないので、繋ぐことで知見を知識にし、それを構造化し、システムに実装するということです。

次世代エレクトロニクス、エネルギーデバイスの実現に大切な「高性能薄膜」

薄膜と薄膜を作る研究についてお聞かせください。

辻 扱う材料は、有機材料、無機材料両方あります。そしてプロセスは、ドライプロセスとウェットプロセスの両方があり、材料とプロセスの掛け算になります。私はどちらの材料もプロセスも扱ってきました。最近是有機と無機のハイブリッド材料を手がけていて、それがペロブスカイト型の太陽電池になります。

薄膜の技術は、こういった方面に役立つものなのでしょうか。

辻 例えば「酸化物半導体薄膜」というものは、次世代エレクトロニクスの基幹材料として注目されています。また「有機半導体薄膜」は有機ELテレビや有機EL照明の開発に寄与するものです。環境負荷低減社会を目指すにあたって、有機エレクトロニクスに関する研究は、デバイスの高性能化・高寿命化の課題解決を達成させれば、学問的にも実用的にも重要なものとなっています。

私は、ドライプロセスから徐々にウェットプロセスの方にシフトしてきました。その理由は、理論上、ウェットプロセスの方がドライプロセスよりも面積でも均一の膜が出来るからです。製造コストの低減という視点からはウェットプロセスの方が有利です。

ウェットプロセスの方が安価に出来るのは、なぜなのでしょうか。

辻 気体内の分子は絶えず他の分子と衝突しながら空間を飛び回っていて、衝突と衝突の間に進む平均自由行程というものがあります。これは、圧力が低いほど長くなります。先ほど、スパッタリングプロセスにおいて、アルゴンのプラスイオンが金属ターゲットに衝突することで金属原子がクラスター状になって飛び出し、基板に薄膜が形成されると簡単に言いましたが、大気中だと数nmしか飛びません。しかし基板とターゲットの間は5cm前後あるの

です。その距離を飛ばそうと思ったら超高真空中にしなければなりません。それに耐えられる肉厚の容器、リークがないような装置、超高真空な状態が実現できる真空ポンプ、高電圧電源、ユーティリティも必要になります。装置も巨大であるため、スペースが必要です。つまりコストが高くなるのです。しかしウェットプロセスは、大気圧プロセスですので、超高真空関係の設備は一切不要となりますし、装置がコンパクトに出来て低コスト化が図れます。

ですが問題もあり、同じ材料の薄膜を作製しようとした場合は、ウェットプロセスの方が性能が低いのです。そこでウェットプロセスで作る薄膜の高性能化へ研究をシフトしていきました。また、ウェットプロセスでなければ出来ない薄膜材料もあります。特に、エネルギーデバイス、電子デバイス、表示デバイスの低価格化および大面積化が求められている中、溶液中でナノ粒子や薄膜を作製する液相プロセスが重要となってきます。例えば、ロール状に巻いた大きな基板に膜を作製し、再びロールで巻き取っていくロールトゥー・ロール・プロセスという手法が大型デバイスの作製に向いています。このような液相プロセスにおいても、機能を発現させるためにはナノ構造制御が必要になってきています。

ウェットプロセスでの薄膜形成はどのように行われるのでしょうか。

辻 私が研究している1つの方法は、ウェットプロセスとドライプロセスの良い点を両取りしたプロセスがあ

産学官との連携

ります。その方法を説明します。薄膜の原料となる前駆体を溶媒に溶かし、溶液をつくります。つぎに、その液体を超音波で霧にして、それをヒーターで加熱した基板に吹き付けるというプロセスです。前駆体溶液の調液では液相反応が利用でき、霧が基板に搬送される間は液滴内で溶液の濃縮がおきます。ここまではウェットプロセスです。ところが、基板の直上では霧がガス化して、ドライプロセスになります。こうした形をとると、ウェットプロセスでありながら基板上での結晶成長の制御はドライプロセスと同じメカニズムが活用出来るわけです 図3。

その方法で透明導電膜を研究し始めました。有名なものではITO膜があります。ITOはインジウムの酸化物の3価インジウムの一部が4価のスズで少し置換されています。インジウムの酸化物もスズの酸化物も酸化物ですので、ガラスと同様に透明です。インジウムは高価な材料ですが、スズは日本に大変豊富にあります。そこで、スズの酸化物の2価の酸素の一部を1価のフッ素で置換する膜を作ると、透明でしかも電気を通す材料になります。

プロセスで構造が決まり構造を制御することで、物性が制御できる

その膜により電気が流れやすくなれば高性能なデバイスなど、色々な応用がしやすいわけですね。

辻 そうです。フッ素が多く入るほど、多くの電気を通すようなイメージ

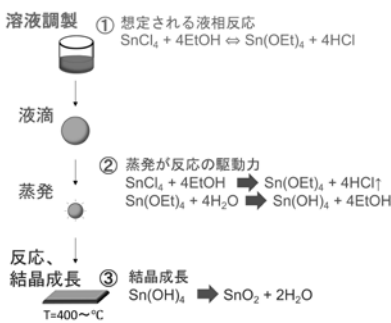


図3 超音波霧化成膜のメカニズム

になりがちなのですが、実はそうではなく、フッ素のドーブ量には最適値があり、ドーブ量が多くなりすぎると、抵抗値が上がってしまいます。フッ素の構造中のドーブ位置が物性とどのような関係をもっているかを検証しました。

結局、私が行っている研究で一貫しているのは、身の回りの電子デバイスやエネルギーデバイスを作製するのに必要な薄膜の電気特性や光学特性や機械特性などの物性を制御したい、そのためには薄膜の構造制御が必要で、その構造を決めているのがプロセスであるという視点から機能性材料のプロセス＝構造＝物性の関係を明らかにしていくことです。

ウェットプロセスで行う太陽電池の生産を目標に

先生が目指す太陽電池の研究について、お聞かせください。

辻 ペロブスカイト太陽電池を連続的なウェットプロセスで作れるようにすることが私の現在の目標です。太陽電池は最初に透明導電膜があり、次に電子輸送層、それからペロブスカイトの活性層、次にホール

産学官との連携

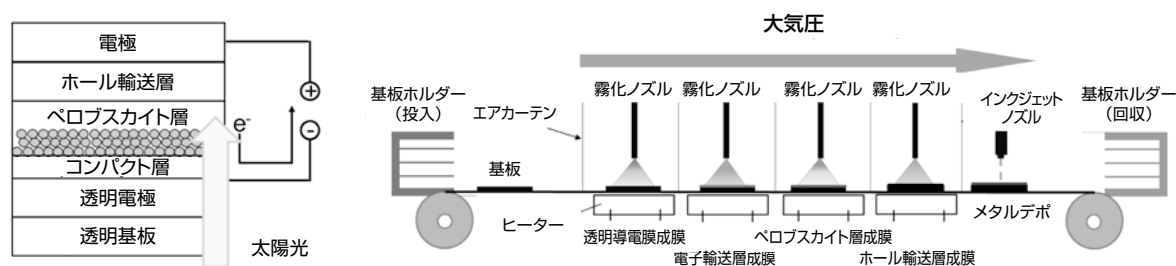


図4 塗布型ペロブスカイト太陽電池の構造と想定される製造プロセス

輸送層、そして金属層とこのすべてを流れ作業的なプロセスで出来るようにしたいのです。“一部だけはウェットで出来る”というのでなく“全て”でないと大きな意味を持ちません。イメージ的には、ベルトコンベアに基板を載せると、次から次に成膜されて、最終的にペロブスカイトの太陽電池が出来るプロセスを作り上げたいのです 図4。

その実現に向け、どれくらい進んでいるのでしょうか。

辻 透明導電膜やペロブスカイトの活性層、ホール輸送層や電子輸送層といった各層については研究レベルでは実現出来るようになりました。しかし、デバイスの特性を出すには界面構造も重要です。

一方、ペロブスカイト太陽電池には長寿命化という課題があります。初期特性はシリコンの太陽電池と同等なものが多数報告されていますが、膜が劣化しやすいので、より安定した特性を実現できるようにしなければなりません。

これからカーボンニュートラル社会実現のために、エネルギーに関しては、脱化石資源と再生可能エネルギーの実用化を進めなくては いけません。日本は再生可能エネ

ルギーの導入が全然足りていません。エネルギーミックスで進めるわけですが、再生可能エネルギーはどんどん実用化していく必要があるのです。

我慢による実現ではない
カーボンニュートラル社会
を目指したい

エネルギー問題や環境問題の解決、カーボンニュートラル社会の実現などにも、非常に重要な技術になるわけですね。

辻 そうです。エネルギー問題を解決しようとする視点は、大きく「エネルギーを創る、有効に使う、ためる」の3つがあります。私は“創る”ことを太陽電池で、“有効に使う”ことを省エネのデバイス作製技術を研究する事で取り組んでいます。

2050年にカーボンニュートラルを実現するという目標がありますが、そこまでもうわずかしかなかった。私たち個人も、社会全体も豊かになることを同時に実現できるカーボンニュートラルを達成するためにはどうしたらいいか、カーボンニュートラル社会のあるべき姿を真剣に考え、そこにどんな技術や制度が必要なのかを考え、取り組んでいきたいと思

い、研究に励んでいます。

化学産業ではプラスチックのリサイクルなどが課題となっています。この点はどのように進められるべきだとお考えでしょうか。

辻 私たちが化学産業で使っている化学品原料のナフサは、カーボン換算で年間約2600万t-Cです。そして廃プラスチックは、年間約730万t-Cです。つまり廃棄物が全量リサイクルされたとしても、量的に足りません。

現在の廃プラスチックのリサイクルのされ方について述べます。約730万t-Cのうち、約20%がマテリアルリサイクル、約4%がケミカルリサイクル、それ以外は焼却処理した排熱を利用するサーマルリサイクルです。つまり「リサイクルしています」と言っているものの、その多くは熱回収をしているだけなので、プラスチックのカーボン₂として排出しているのです。

そのCO₂を出さないようにするには、何が必要でしょうか。

辻 廃プラスチックのケミカルリサイクル率を上げなければいけません。今の化学産業は、まず石油があ

り、その石油を精製してガソリン、ナフサ、灯油、軽油、重油などを作っています。そのナフサを原料に、エチレンやプロピレンなど基礎製品が製造され、プラスチックや合成繊維、合成ゴムなど誘導品が作られ、さらに生活用品やパソコンや自動車などに用いられているプラスチックが作られています。

エネルギーの脱化石資源が進むと、石油精製をする必要がなくなるので、結果として、現在のプラスチック製品を作る原料であるナフサがなくなるのです。それを前提に「カーボンニュートラル化学産業」が構成される必要があります。

その場合、原料となりうるのは1つが排出するCO₂、そしてバイオマス、もう1つが廃プラスチック、この3つしか炭素源はありません。色々なプラスチック製品を作った後、廃棄されたらまた回収して使うという炭素循環を実現させないといけません。

地域の特性を生かした
それぞれの施策が大切

辻 東京や神奈川など都市圏には一般廃棄物がたくさん存在します。ですから都市圏のコンビナートは、廃プラスチックのリサイクルを中心にして化学産業の原料調達を進めるのが理にかなっていると言えるでしょう。

一方バイオマスについて少し説明します。日本は国土の約7割が森林です。森林は光合成によって大気中の二酸化炭素を吸収し、固定化しているため、重要な国産の炭素源として活用できます。日本の人

産学官との連携

工林を30年毎に伐採して植林することを前提にすると、炭素換算で約2500万t-Cになり、ポテンシャルがあるのです。

森林バイオマスと廃プラスチックのリサイクルで、原料ナフサの量をほぼ満たせるのですね。

辻 ほぼ満たせるかどうかは分かりませんが、高いポテンシャルを持っているという考えてます。森林バイオマスをナフサの代わりに使うためには、木を切り、そこに新しい木を植えるわけですが、ここにもまた大きな意味があります。

例えば針葉樹は樹齢30年前後にCO₂を吸収する量の最大値があると言われています。それ以上になるとCO₂を吸収しなくなるのです。また広葉樹の場合はそれが5～6年と言われています。

樹木がCO₂を吸収すると思っいましたが、樹齢によるのですね。

辻 だから、切って使い、新たに植林する必要があるわけです。各都道府県別の木質バイオマスについての生産総コストが試算された結果が報告されていて、最もコストが低いのが山口県です。私は山口県

の周南コンビナートにも関わっています。周南では化学産業の原料としてバイオマスを中心に検討しています。

木質バイオマスのバリューチェーン構築には林業、木材業、木造建築業、廃棄物業、運搬業などの産業間連携が必須となります。

先生の“社会の役に立ちたい”という思いを強く感じました。

辻 何かの役に立ちたいという子どもの頃からの思いもあり、自分のためというよりは、世の中に貢献したいという思いが強いです。

また、先ほど周南市の例をあげましたが、周南では石炭の代わりにアンモニアを使い、エネルギーの脱炭素に取り組んでいます。その他、私は千葉県、苫小牧などの活動にも、化学工学会の地域連携カーボンニュートラル推進委員会の委員長として関わっております。それぞれ地域の位置づけと特徴を生かしたやり方を検討していき、社会実装に貢献していかなければならないと思っています。

次号「科学の峰々」では、引き続き
辻 佳子先生にお話を伺います。

酸化物半導体薄膜は、
次世代エレクトロニクスの基幹材料、
太陽電池など、
様々な面に応用が期待出来るものです！

