

私のターニングポイントと周りの環境

My turning point in life and privileged environment

城内紗千子*

1. 経歴

島根大学の総合理工学部物質科学科化学専攻を卒業後、株式会社スタッフサービスホールディングスのエンジニアリング事業本部 (SSE) に入社しました。SSE は、エンジニアを企業や研究機関に派遣している会社です。私たちエンジニアは、ほとんど外勤という形で様々な企業で働いています。私の場合、派遣先企業が産業技術総合研究所 (産総研) でした。産総研では、国際学会や国内学会の参加や発表に加え、論文を書く機会も与えてもらったこともあり、社会人の博士後期課程に進学をしました。その後、縁あって新潟大学に着任し、現在に至ります。多くの人は少し異なる経歴になった背景には、影響を与えてくれた人と周りの環境が大きく関係しています。現在に至るまでにターニングポイントになった大学生の時の研究室生活、就活、社会人、社会人博士課程に進学した理由、最後、新潟大学に転職した経緯をお伝えできたらと思います。

2. 大学時代の研究室 (ターニングポイント 1)

研究室では、導電性ポリマーの作製と評価を行っ

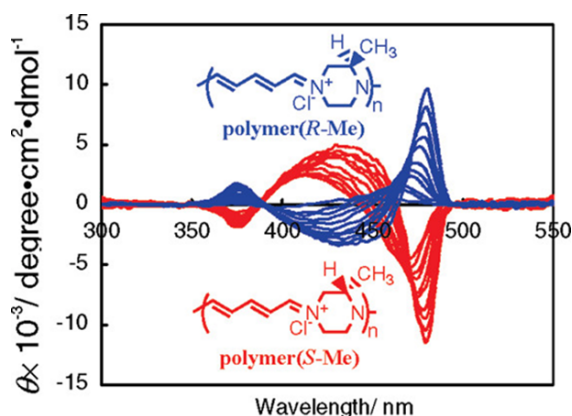


図1 右旋性と左旋性ポリマーの時間経過による共役の短縮

ていました。登学時間と帰宅時間が決まっていたり、週に1度の進捗報告があったりと他の研究室よりも決まりは多かったと思います。影響を与えてくれた人の一人目は、この時の研究室の指導教員です。研究室では、らせん構造をもつ導電性ポリマーを作製し評価していました。らせんの向きを制御することができたり、時間が経つにつれて共役系が短くなることを確認していました (図1)¹⁾。最初は、作業手順や装置の使用方法を覚えることで頭がいっぱいでしたが、実験に慣れてくると自分の作製条件一つ一つ確認をし、これまでに研究室で合成されていたものと自分が作製したものの違いなどを自然と比較するようになっていました。具体的には、自分が作製したものとこれまでに先輩が作製してきたものとの違い、何故らせん構造の向きを制御できるのか、らせん構造を取るものと取らないもので何が違うのかなどと細かいことですが色々疑問をもつようになりました。その際、とても良い機会だったと思うのは、週に1度の進捗報告です。最初はこんな質問してもいいのかと最初はとても躊躇しましたが、進捗報告ついでに軽く聞くぐらいだったらいいかなと思って質問していました。質問を聞いてもらったことや自分の理解が正しいと分かったうえで実験ができることは、自分の安心感につながり実験進捗が早い方だったと思います。指導教員から実験の指示は出されていましたが、ある程度、自分でも結果を推測できるようになっていました。推測通りの結果が出た時はとても嬉しくて、実験が楽しくてしょうがないと思えるようになったのはこの時です。研究室で初めて実験の楽しさを知り、これを仕事にできたらいいのにとぼんやり思っていました。

*新潟大学 准教授

3. 就職活動（ターニングポイント 2）

休学のハンデを負っているうえ、100年に1度の就職氷河期と呼ばれる年にあたってしまい、なかなか選考が進まないことに不安や焦りで押し潰されそうになっていました。本来であれば実験と就活の両立が大変のはずなのですが、私の場合は、実験ができたことはストレス発散にもなっていたようにも思います。就職の内定をもらったのは4年生の1月頃で、最終、電気メーカーのシステムエンジニアとSSEに内定をもらいました。この2社で最終SSEを選択した理由は、派遣だったとしても一生エンジニアでいられると思ったからです。企業では、ある年齢が来るとエンジニアから人事や総合職に移ることが多いと聞いていました。ですが、SSEのエンジニアは基本的にずっとエンジニアでいられます。エンジニアでいたいからと企業を退職されてSSEに移られた人もいるぐらいずっと現役エンジニアでいられる会社です。2つ目は、自分のペースでキャリアアップができると考えたことです。自分のマイペースな性格は働くうえで、大きな壁になると考えていました。ですが、SSEでの面接の際、自分のペースでキャリアアップが望めることを聞き、ここでなら安心して働けると思いました。エンジニアとしての経験を企業等で確実に積んで、職場でのマナーや人間関係などについてはSSEで学べば、一生エンジニアとして需要があるだろうと単純に思っていたからです。SSEでの働き方は、階段をのぼるイメージに近いと考えています（図2）。最終、自分がどんなエンジニアでいたいのか、1年1年どれくらいのペースで成長していくかを自分で設定することができます。もちろん、派遣先企業の仕事内容に左右されることが多いと思いますが、派遣先での仕事内容と自分の都合に合う目標設定をするようにSSEからはアドバイスをもらっていたので、あまり無



図2 SSEでのキャリアプランイメージ図

理せず、背伸びをしすぎず目標設定をしてこられたと思います。自分のペースでエンジニアとして力を付けられると思って入社できたことは、今でも間違っていなかったと思っています。

4. 派遣先での仕事（ターニングポイント 3）

派遣先は、産総研太陽光発電研究センターの太陽電池モジュール信頼性チームに配属されました。ここでは、たくさんの方と関わることができたのでとても得るものが多かったように思います。特に、直属上司、産総研という環境、コンソーシアムの方々のおかげで、研究の進め方や自分の働き方、研究と自分について参考になることをたくさん教えていただきました。配属されたチームでは、太陽電池モジュールの作製や加速試験などが行われており、太陽電池モジュールの劣化の原因や劣化挙動の解析をしていました。太陽電池モジュールのことを何も知らない私がこのチームに配属されたのは、太陽電池モジュールに使われているポリマーの分析をするためでした。太陽電池モジュールは、発電部分の太陽電池セルだけで構成されているわけではなく、金属電極やガラスやポリマーなどの様々な部材が積層されてできています。よく行われていた加速試験を4つあげます（図3）。1つ目は、光照射試験で、太陽光の紫外・可視部の分光放射照度が太陽光とよく似たキセノン光源を用いた試験です（図3(a)）。当然ですが、太陽電池モジュールは屋外で使用されることがほとんどですので、太陽光に対する耐性を確認しないとはいけません。紫外線放射照度、温度、湿度を人工的に再現して太陽電池モジュールの劣化を促進させることができます。2つ目は、温度サイクル

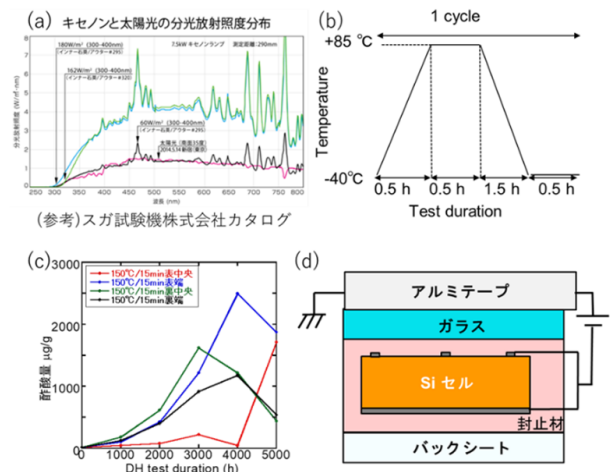


図3 太陽電池モジュールの信頼性評価試験。光照射試験 (a)、温度サイクル試験 (b)、高温高湿試験 (c)、電圧誘起劣化試験 (d)。

試験です（図3(b)）。高温と低温の温度差を繰り返すことで、温度変化に対する耐性を評価する試験です。太陽電池モジュール設置中は、周囲の温度環境が高温—低温を繰り返します。太陽電池モジュールは様々な部材から構成されているため、熱膨張係数の違いによる応力が発生してしまいます。たとえば、封止材の剥離、インターコネクタの剥がれなどです。3つ目は、高温高湿度の影響を見るための高温高湿試験です（図3(c)）。太陽電池モジュールの多くの封止材では、エチレンと酢酸ビニルの共重合体が使われています。高温高湿環境下に長時間暴露されると、封止材の加水分解で発生した酢酸が、太陽電池セルの表面電極を腐食してしまうため、電極とシリコンセル界面抵抗が高くなることが知られています。4つ目は、電圧誘起劣化試験です（図3(d)）。メガソーラーなど大規模太陽光発電では、太陽電池モジュールは直列に接続されているためフレームと太陽電池モジュールのセルに大きな電位差が生じます。この大きな電位差により劣化する発電量低下の試験です。配属当初は、太陽電池モジュール各部材の名前や試験内容など人によって言い方が異なっていたり、略していたりするので覚えることも多いなと感じていました。また、試験の目的や意図も分からない、誰にどう聞けばいいのか分からない、社会人としては当たり前のことなのかどうかも判断できていなかったことが一番困っていたことです。多くの配属先では、SSEのエンジニアが配属されているので、業務内容や企業の決まり等は聞けるはずだったのですが、産総研には配属された人がいなかったためと思います。2人目に影響を受けた人は、派遣先での直属の上司です。直属上司に、自分が疑問に思ったことを伝えられたことや、理解してもらえたことが大きかったです。配属当初は、自分の思ったことを伝えることは良くないと感じていたのですが、この直属上司のおかげで、また実験は楽しいなと思えるようになりました。直属上司の方は、ご自身でも実験を進められていましたので、実験の進め方やまとめ方などを間近で見ることができました。実験をする中で、自分が疑問に思ったことはすぐに実験できる環境でしたので自分の気が済むまでさせてもらえたものの、まとめるときに派生しすぎていて、よく分からなくなってしまうことがよくありました。ですが、直属上司の実験の研究計画や実験の要領は、計画性や実験材料の選択、時間の使い方など全てに無駄がないように見えました。学会発表でも、私でも理解できるぐらい分かりやすく、

シンプルにまとめられていて、とても学ぶことが多かったです。初めて学会発表の機会を与えてもらった際、発表の注意点や発表の仕方については未だに言われたことを思い出して修正するときもあります。また、コンソーシアムには太陽電池の部材メーカーや大学が参画しており、産総研によく実験にいられていました。それぞれの部材の特性や試験方法、自分の行っている試験について助言などをもらうことができました。私と年齢の近い人もたくさんいたので、社風や普段の仕事の進め方などもよく聞いていました。一方で、私もSSEでは3か月ごとに自分の課題を決めと振り返りを行わないといけませんでした。この課題は、企業の方から聞いたお話や助言を参考に自分の目標を設定させてもらうことも多かったです。また、1年ごとに自分のキャリアプランについてSSEと話し合う機会があり、自分がどの専門のエンジニアになりたいか絞っていかないといけませんでした。自分になりたいと思っているエンジニア像と派遣先で求められている仕事内容や求められている人物像が食い違っているように感じることも多く、よく相談させてもらっていました。企業と研究所のメリットやデメリットと果たす役割をそれぞれ教えてもらい、私が置かれている状況についても客観的に整理してもらったようにも思います。

5. 社会人博士後期課程に進学 (ターニングポイント4)

社会人5年目を過ぎたころ、SSEにいたとしても一生エンジニアとして働くのは難しいと思うようになりました。今までは新卒で若いというメリットがありました。今の自分はどうかと客観的に自分を考えた時、すぐに配属先企業に決まらなくなるかもと不安を覚え始めました。そこで視野に入れ始めたのが、SSEにも在籍するキャリアカウンセラーという仕事です。キャリアカウンセラーとは心理師ではなく、エンジニアに技術的サポートをしていくスタッフのことです。この仕事でしたら現場で一生働くのは難しくても、実際に自分がSSEで働いてきたからこそ現場で働いているエンジニアのことを理解できるし、今後もエンジニアを通して自分も間接的に技術面で関わっていけるのではと思っていました。産総研では、学会発表をさせてもらったこと、論文なども書かせてもらったこともあり、社会人博士後期課程の進学はどうかと声をかけてもらいました。最初は、学位を取ったところで今後の私に

何の役に立つかわからないと思っていたのですが、産総研の次の派遣先を決める際に仕事をしっかりしていたという証拠作りになることと少し先のキャリアカウンセラーのためにもいつか役立つかもしれないと思い進学を決めました。社会人博士課程ですので、産総研での仕事内容が博士後期課程の研究内容です。産総研ではチームが違って質問すれば教えて下さる方がほとんどですし、参考書なども紹介していただきました。自分の実験のために、時間を割いて実験方法の提案をしていただいたり、実験補助をして下さったりと本当に学んだことがとても多かったです。新潟大学着任後になりましたが、無事に後期課程も修了することができました。

6. 転職（ターニングポイント5）

次の派遣先企業にそろそろ移動をと考え始めていたタイミングで、新潟大学の先生から女性教員の公募があるから受けてみないかと声をかけていただきました。SSEでの働き方は自分の性格に合っていると思っておりどこかに所属しなければいけない不安や教育現場ということにとっても不安でした。その際、多くの方から、大学だったら実験をずっと続けられる場所ということと、研究に興味を持ってくれる学生を城内さんと一緒に増やしたいと言っていたことで、新潟大学に着任を決めました。現在、新潟大学では、太陽電池の作製と評価を行っています。カラフルでフレキシブル、軽量の太陽電池の作製と評価を行っています。有機薄膜太陽電池の作製と評価です（図4）。図4(a)のような構造で作製していますが、現在は論文で報告されているような効率が出ておらず、とても悪戦苦闘しています。ですが、簡単に上手くいかないのも有機の魅力が隠されているような気がしてなりません。今後は、大学時代に行っていたポリマーの合成・評価の知識も使いながら、自身で活性層材料の作製を行い太陽電池

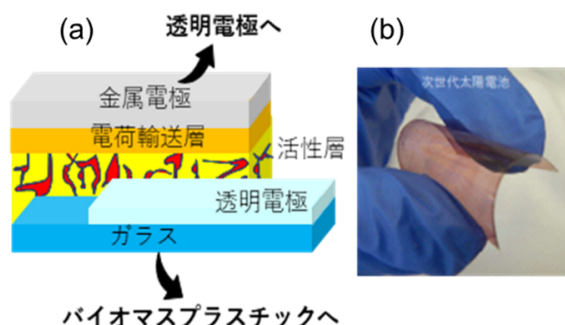


図4 有機薄膜太陽電池モジュールの構造とフレキシブル有機薄膜太陽電池モジュールの外観写真

にしたいと思っています。他に、フレキシブル結晶シリコン太陽電池の信頼性評価も行っています。皆さんがよく目にしている屋外に設置されている平面構造の結晶シリコン太陽電池の耐久性試験や劣化機構については調べてきましたし、すでに多くの論文で発表されています²⁻⁷⁾。ですが、設置環境が異なったりフレキシブルで使用された場合、平面構造と同じように耐久性があるのかはよく分かっておらず安心して使用できるとは言えません。現在、文科省の人材育成補助事業を利用してオランダのアイントフォーヘン工科大学に約1年間留学中です。ここでは、曲面太陽電池の信頼性試験や曲面太陽電池の測定方法の検討を行っています。研究室ミーティングをお隣のドイツやベルギーの研究機関と合同で行っていたり、普段から打ち合わせや情報交換も頻繁に行われています。私も今後は日本だけでなくもっと視野を広げて研究をしていきたいと思える機会となっています。

7. まとめ

私の場合、派遣先が産総研だったことや出会った人、新潟大学の公募の時期、オランダへの留学の件どれをとっても運とタイミングがよかったとしか言えず参考にできることは少ないかもしれませんが、自分が主体的に動いてこれたことは今の自分のやりたいことを続けられている理由の一つだと思っています。これは、大学時代の研究室生活が大きなきっかけです。指導教員が社会に出る前のステップアップ目的もかねてある程度の規則と実験の進め方を設定して下さっていました。その中で、実験を主体的に実施させてもらった経験とある程度の時間がかかっても実験が面白いと思えることでエンジニアに興味があると気付けたことが一番のきっかけで後は運だと思っています。必ずしも興味があるから主体的に動かなくとも、主体的に動くことで興味を持てるようになることもあります。今は夢中になれる

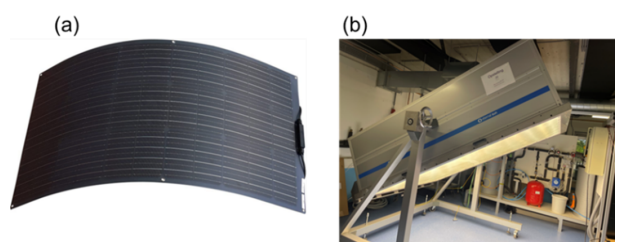


図5 フレキシブル結晶シリコン太陽電池モジュールの外観写真 (a) とアイントフォーヘン工科大学のソーラーシミュレータ (b)

ものが見つからない人は、何でもいいので何かに夢中になれるものを見つけたり、ぜひ主体的に動く体験をしてみてください。

参考文献

- 1) "Ionic helical polymers with expanded π -conjugation system derived from through-space interaction in piperazine ring and their spontaneous dynamic conformation changes", I. Yamaguchi et al., *Macromolecules*, **44**, 1273-1279 (2011).
- 2) "Encapsulation of PV modules using ethylene vinyl acetate copolymer as a pottant : A critical review", A. W. Czanderna, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, **43**, Issue 2, 1 101-181 (1996).
- 3) "PV module degradation caused by thermomechanical stress : real impacts of outdoor weathering versus accelerated testing in the laboratory", W. Herrmann, *SPIE Solar Energy + Technology*, **7773** (2010).
- 4) "Performance and degradation analysis for long term reliability of solar photovoltaic systems : A review", V Sharma, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **27**, 753-767 (2013).
- 5) "Faults and infrared thermographic diagnosis in operating c-Si photovoltaic modules : A review of research and future challenges" John A. Tsanakas et al., *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **62**, 695-709 (2016).
- 6) "Encapsulation and backsheet adhesion metrology for photovoltaic modules", J. Teracy et al., *Progress In photovoltaics*, **25**, 87-96 (2016).
- 7) "Statistical analysis of 12 yars of standardized accelerated aging in photovoltaic-module certification tests", P. Geghardt et al., *Progress In photovoltaics*, **29**, 1252-1261 (2021).

著者



城内 紗千子 (じょうない さちこ)
新潟大学 准教授