

Crossroads and Encounters

Eriko Takano

I have a confession to make: I never dreamed of becoming a Professor in a UK top 5 University. If I had been asked when I was a Japanese undergraduate student (UG), “where will you be in 10–20 years’ time?”, I am sure I would not have been able to answer the question. I was ambitious, not for power or position, but rather for understanding and making use of what science has to offer. I am here today by choosing paths at crossroads (別れ道) (whether it was right or not, time will tell) and by encounters (出会い) which influenced me at the right time, in the right place.

Streptomyces

My first fortuitous **encounter** was with *Streptomyces* (Fig. 1) as a final year UG student in 1984, at Kitasato University working under Dr. Haruo Ikeda who was part of Prof. Satoshi Omura’s group at Kitasato Institute. Prof. Omura had discovered avermectin already by the time I joined the group, and the significance of the event was just starting to be noticed. This was rewarded with the Nobel Prize for Physiology or Medicine in 2015. I never thought after 34 years I would still be working with this amazing bug. *Streptomyces* produces more than 80% of commercial antibiotics, thus this genus is the best natural

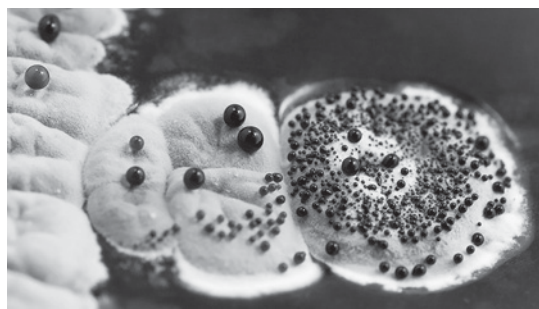


Fig. 1. Colonies of *Streptomyces*

別れ道と出会い

高野恵理子



私には告白すべきことがあります。それは、私はイギリスで5本の指に入る大学の教授になることを夢見たことはなかったということです。もし、私が日本の大学の学部生だった時に、「あなたは10–20年後、何をしていますか?」と聞かれたら、私はきっとその質問には答えることができなかったでしょう。私には野心がありましたが、それは権力や地位に対してではなく、科学がもたらすべきことへの理解や活用に対してでした。別れ道で進むべき道を選択し(それが正しかったかどうかは時間が経てばわかるでしょう)、その時その場で私に影響を与えた出会いによって、今の私が成り立っています。

放線菌

私の最初の幸運に恵まれた出会いは、北里大学で学部の最終年度を迎えた時の放線菌との出会いでした (Fig. 1)。1984年のことで、当時、北里研究所の大村智教授のグループで池田治生博士のもとで研究をしていました。私がグループに参加した時に、大村教授はすでにエバーメクチンを発見しており、事の重要性にまさに気づき始めた頃でした。大村教授はこのエバーメクチンの発見で2015年にノーベル生理学・医学賞を受賞しています。当時から34年後の今も、この素晴らしい微生物、放線菌の研究を私がしているとは思っていませんでした。市販の抗生物質の80%以上は放線菌由来であり、新しい医薬品の探索に対しても放線菌は最良の宿主であります。そのため、放線菌は何十年もの間、製薬会社によって使われてきました。しかし、この微生物は単純に扱いやすい生き物ではありません。それは複雑な菌糸を形成してカビのように見えますが、実際は、グラム陽性細菌です。大腸菌や枯草菌で使われている分子生物学的手法のほんのいくつかは放線菌にも適用できるのみです。複雑な生活環を有し、また、どのような環境条件下でも生育できます。そして、もっとも重要なことに、放線菌は豊富な、一見すると必要とされなそうな代謝産物、

host to search for novel drugs and has been used by pharmaceutical companies for many years. But this bug was not a straightforward beast: it looks like a fungus, forming intricate mycelia, but is in fact a Gram-positive prokaryote; only a few of the molecular techniques for *E. coli* and *Bacillus* work in this group; it has a complex life cycle; it seems to grow in almost any environmental condition; and, most importantly, it produces abundant and at first glance unneeded metabolites—so called ‘secondary metabolites’. The UG project I worked on at Kitasato was rather futuristically titled: “Chimeramycin production”; an amazingly prescient choice: these first attempts of combinatorial biosynthesis of a macrolide, swapping sugar molecules in a tylosin aglycon, can now be viewed as one of the earliest contributions to what is today considered “synthetic biology”. This was in the 1980s, when molecular biology was just beginning and *Streptomyces* genetics was slow. It was the days when the pipetman tips were washed to reuse and one could publish a major paper for just cloning a single gene. My project didn’t result in a publication, but the concepts of Haruo’s idea are still used today and have been one of the foundations of synthetic biology.

I carried on working with *Streptomyces* in Meiji Seika pharmaceutical division. I worked in the Research Center in Yokohama, in a group of about 10 people working to produce higher yields of a herbicide, bialaphos, using *Streptomyces*. The company put in a lot of effort, but unfortunately, we just didn’t have the tools and basic understanding to successfully use molecular techniques to increase the yield, and the project was closed after 4 years of hard work.

During this time my 2nd important **encounter** occurred: meeting the international *Streptomyces* community. I attended and helped out translating at the 7th International Symposium on Biology of Actinomycetes (ISBA) in 1988, held in Tokyo. At this meeting I met many prominent international researchers working in the actinomycete field, especially those from the John Innes Centre in Norwich, UK: David Hopwood, Keith Chater, Mervyn Bibb (Merv) and Tobias Keiser (Fig. 2). Merv also visited the Meiji Seika Research Center and had discussions on expression systems. They all encouraged me to work/study in the UK, and especially Merv helped me

いわゆる‘二次代謝産物’を生産するというのです。私が北里大学の学部三年生の時に取り組んだプロジェクトは将来を予測するかのように“キメラマイシン生産”というタイトルでした。このタイトルは驚くばかりに先見の明のある選択でした。この研究は、タイロシンアグリコンにおいて糖分子をスワッピングするという、マクロライドのコンビナトリアル合成に関する初期の試みであり、今やいわゆる“Synthetic Biology (合成生物学)”に対するもっとも初期の貢献の一つとみなされることが出来ます。これは1980年代のことであり、分子生物学が始まったばかりで、放線菌の遺伝子学は他に比べてゆっくりと進んでいました。ピペットマンのチップを洗って再利用し、一つの遺伝子をただクローニングすれば論文発表にできる時代でした。私のプロジェクトは論文発表にまで到達しませんでした。池田治生先生のアイデアのコンセプトは現在もまだ使われており、Synthetic Biologyの基礎の一つとなっています。

私は、明治製菓の製薬開発部で放線菌の仕事を続けました。横浜の中央研究所に勤務し、約10人のグループで、放線菌を使って除草剤のピアラホスをより高生産することに努めていました。会社は多大な努力をしましたが、残念ながら私たちは高生産に必要な分子生物学的手法のツールや基本的な理解を持ち合わせておらず、プロジェクトは4年の激務の後に終了となりました。

この間に私の2番目の重要な**出会い**がありました。それは、国際的な放線菌のコミュニティに出会ったことです。私は、1988年に東京で開かれた7th International Symposium on Biology of Actinomycetes (ISBA)に出席し、通訳の手伝いをしました。この学会で私は、放線菌分野で世界的に活躍している多くの研究者に会いました。とくに、イギリスのノリッジにあるJohn Innes



Fig. 2. At Dr Murakami’s house after ISBA in 1988. From left to right: Gary Janssen (deceased), Takeshi Murakami, myself, Charles Thompson, Mervyn Bibb

through the year-long immigration process which was required for me to work at Norwich, UK, without having a PhD. (I thought then that the immigration problem would be a thing of the past in 30 years' time, but unfortunately it has gotten worse: having lived and worked in 4 different countries, I am still surprised at how immigration restrictions can be such a nuisance and be so destructive to the scientific research community.)

Crossroad into academia and abroad

The major **crossroad** was when I moved to the John Innes Centre (JIC), giving up my secure job in Meiji Seika. Some people might say it must have been a really big jump and decision. It was a big change indeed: living on my own for the first time, in a different country with very different food, culture, and weather, but surprisingly I was not at all worried, but rather excited about the whole prospect. Working in a Japanese company knowing that the initial salary was different between males and females independent of their academic qualification made me feel like this might not be a place to stay for a long time. Initially, I worked as a research technician for one year at JIC and then decided not to return to Japan, but to continue to study and obtain a PhD in the UK¹⁾. I guess this was my 2nd **crossroad**. I had not realised at the time that this would ultimately be a decision I had made which would most drastically affect my way of thinking and my career development for the following years.

I really enjoyed my PhD and postdoc years at the JIC (1990–2002). There were many postdocs and PhD students from all over the world with whom I could share my woes and joys (Fig. 3). I worked very hard, even at weekends and late into the night, and then would go out



Fig. 3. Christmas Lunch in Norwich, UK, with Mervyn Bibb's group

Centre (JIC) の人たち, David Hopwood, Keith Chater, Mervyn Bibb (Merv) や Tobias Keiser です (Fig. 2). Merv はまた, 明治製菓中央研究所を訪れて, 発現システムについてのディスカッションをしました. 彼らは皆, 私がイギリスで働き研究することを薦め, とくに Merv は, PhD を持っていない私がイギリスのノリッジで働くために必要な, 1年の長きにわたるビザ手続きの手助けをしてくれました (私はその時, この煩雑なビザ手続きは30年も経てば過去のことになるだろうと思っていました. それどころか, 今は残念なことに状況がさらに悪化しています. 私は四つの異なる国に住んで働きましたが, どの国でもビザ手続きが大変やっかいで, 研究コミュニティに大きな障壁となっていることに未だに驚きを隠せません).

アカデミアと海外への別れ道

私が明治製菓の安定した職を辞めて, John Innes Centre に移動した時が, 重要な**別れ道**でした. それは本当に大きな転機と決断であったに違いないと思う人もおられるかもしれませんが, 実際に大きな変化でした. 食事も文化も気候も異なる異国での初めての独り立ちでしたが, 驚いたことに私はまったく心配せず, むしろ, あらゆる前途にわくわくしていました. 日本の会社は, 大学で修得した能力が同じにも関わらず男性と女性で初任給が異なり, このような所に長い間いるべきではないかもしれないと感じていたところでした. 最初, JIC で1年間, 研究技術員として働き, それから日本に帰らずイギリスで PhD を取得することを決断しました¹⁾. これは私の2番目の**別れ道**だと思います. 私はその時, これがその後の人生に向けた考え方やキャリアにもっとも劇的に影響を与える決断になるとは思ってもいませんでした.

私は, JIC における PhD やポストドクの期間 (1990–2002) を本当に楽しみました. たくさんのポストドクや PhD の学生が世界中から学びに来ており, 私は彼らと苦難や喜びを分かち合いました (Fig. 3). 週末や夜遅くでさえもとても一生懸命研究し, また友達と一緒に遊びにも行きました. 何人かの友達の家に行き, これまで行ったことのない国の料理を味わったのも覚えています. JIC で研究している人は皆, 献身的で, 他人の研究に純粋に興味を持っていました. 厳しい上下関係はなく, 教授, ポストドクや学生とわけ隔てなく自由に話し, 科学について議論し, 突飛なアイデアを出すことができました [“ばかげたこと (Bullxxxx)” を話して, 恥をかかずに創造力を刺激できるようにと, ラボミーティングは“ブルセツ

for some fun together with friends. I also remember going to parties at friends' houses and experiencing food from different countries without ever travelling there. Everyone working at the JIC was very dedicated and genuinely interested in what one was doing. There was no strict hierarchy, so I could speak up and discuss science with postdocs and students alike and come up with wacky ideas. (The lab meeting was called a "Bull Session" because people could speak "bullxxxx" or nonsense at the meeting, to stimulate creativity without fear of losing face.) This perhaps is one thing relatively rare in the Japanese research culture, even today.

After obtaining my PhD and working with Merv, and later with Keith, as a postdoc in Norwich for 8 years (1993–2001, Merv at some point left for San Diego to work for a company), it was clear that I was staying too long at the JIC²⁾. During this period, I married a German fellow PhD student (with fierce opposition from my mother) and had 2 children (boy and girl). I was allowed 4 months maternity leave and could have taken off even longer if I wanted. To my mind, there were no question that I would be returning to work after 3–4 months. I didn't hesitate at all. I loved what I was doing. Perhaps the decision also was made it easy by the fact that in the UK it was entirely normal to go back to work (especially in an academic environment), and there was several affordable and reliable care options for children, including one called 'childminders', which I don't think exists in Japan. Childminders are usually mothers who often have children of their own or their children have grown up and so they take on 3 or 4 children to look after during the day at their house. They do need to have a qualification/certificate to look after children, and their role is almost like that of a grandmother or aunt. I was very fortunate to have found an excellent childminder where both my children were looked after from 4 months old. She was like a second mother to both children, and as I could confidently rely on her keeping the children safe, I could work without any worry.

But now I was at another **crossroad**: Where should I go next? I was offered the opportunity to join a start-up drug company in the UK or an academic job as an Assistant Professor in Tübingen, Germany. In the end, as my then-husband wanted to return to Germany, I took

ション (Bull Session)" と呼ばれていました]. これはたぶん、日本の研究文化では今日できえ、比較的にまれなことかもしれません。

PhDを取得後8年間(1993–2001)、ノリッジでポストドクとしてMervと、そして後にKeithと働き(Mervは数年後サンディエゴのある会社に移りました)、私はJICに長く滞在し過ぎたことに気づきました²⁾。この期間に、私はドイツ人のPhDの学生と結婚し(私の母の猛烈な反対を押し切り)、2人の子供(男の子と女の子)を授かりました。もっと長く休むことができましたが、私は4か月の産休を終わらせ、すぐ仕事に復帰することにまったく躊躇しませんでした。自分の仕事が好きだったし、たぶん、イギリスでは仕事に復帰することが普通であるという事実も決断を容易にしました(特にアカデミックな環境では)。また、子供のためのお手頃で信頼のできるケアオプションがいくつかありました。その中の一つに'チャイルドマインダー'と呼ばれるものがあり、これは日本にはない制度だと思います。チャイルドマインダーは通常、自分自身の子供がいる母親か、子供が大きくなった母親で、昼間、自分の家で3~4人の子供を引き受けて世話をします。この人達は子供を世話するための資格や市の証明書を持っている必要があります。役割は祖母や叔母に似ています。私は幸運にも素晴らしいチャイルドマインダーを見つけることができ、私の2人の子供は生後4か月からそこで面倒を見てもらいました。彼女は子供にとって第二の母のような存在であり、子供の安全を彼女に自信を持って託すことのできたので、心配せずに働くことができました。

しかしその時、私はもう一つの**別れ道**に差し掛かりました。私は次にどこに行くべきか、イギリスのスタートアップの製薬会社に就職するか、ドイツのチュービンゲン大学で助教授としてアカデミックの職を得るか。最終的には、その時夫がドイツに戻りたがっていましたので、私はアカデミックの職を選択しました。また新しい国、今度は私とその言語を話すことのできない国へ行くことになりました。研究室の言語は英語でしたが、外国人の割合は非常に低く、生活するためにはドイツ語を話す必要がありました。もっとも重要なことに、ドイツは書類事務となると日本と同様に厳しく、大学や税務署、行政に対するあらゆる書類を完成させることは大変な事務作業でした。

残念なことに、ドイツのシステムは助教授が同じ大学に滞在して教授になる(そしてパーマネントの職を得る)ことを許さないのです。私はオランダに、tenure-track

the academic job. Another new country, this time in a country where I could not speak the language. The lab language was English, but the proportion of foreigners was very low, and to live one has to speak German or one cannot get by. Most importantly, the Germans were as bad as the Japanese when it came to paper work: completing all the forms for the university, as well as for the tax office and administration was a major task.

Unfortunately, as the German system does not allow an Assistant Professor to stay in the same university to become a Professor (and get a permanent job), I moved to the Netherlands on a tenure-track position as an Associate Professor and Rosalind Franklin Fellow. The 3 years in Tübingen (2002–2005) and the following 5 years in the Netherlands (2006–2011) were some of my toughest years, but I have no regrets. Necessity is a teacher for all things, and to survive academically and obtain tenure, I had to get better at my job, become more ambitious in how I can get grant awards and publications, be able to manage people/a group, improve the range of my teaching skills, and all the time be very organised, having clear priorities. I had to work under strict time constraints, as by then I was a single mom and had to look after the children. During their earlier years they went to a play club after school, so I could pick them up at 5pm, but I rarely attended international meetings, as I had no relatives or close friends to look after the children. So I learned to juggle family and work life. It was challenging, but we managed to get by and more importantly for me, the family had a roof over our heads, food on the table, and the children were healthy.

Industrial revolution

The third **encounter** during this time was moving into a new research area: “Synthetic Biology”. My work had already moved toward using ‘omics’ technology, especially after the first genome of *Streptomyces* was fully sequenced in 2002. I was fortunate to be able to use microarrays that had just been made available for *Streptomyces* and analyse the transcriptomic changes underlying the regulation of antibiotic production³⁾. This triggered my interest in integrating bioinformatics with all the molecular profiling and molecular biology technologies. At the time, the synthetic biology concept was

positionの准教授と Rosalind Franklin Fellowとして移住しました。チュービンゲン大学の3年間(2002–2005)とそれに続くオランダでの5年間(2006–2011)はもっとも厳しい年月でした。しかし、私は後悔していません。必要性はすべてのものための教師であり、アカデミアの世界で生き残ってテニユアを得るために、私は仕事をうまくこなせるようにならなければなりませんでした。グラント獲得や論文発表をどのようにすると成功するかを意欲的に取り組んでみたり、人々やグループをより良く管理できるようになったり、教えるスキルの範囲を改善したり、そしてすべてに優先順位をつけてあらゆる時間を計画的に行動するようになりました。その時私はシングルマザーとなっており、一人で子供たちの世話をする必要がありましたので、厳しい時間制約のもとで働かなければなりませんでした。子供が小さい頃は、放課後、育児所に行き、私は午後5時に迎えに行きました。しかし、子供を面倒見てくれる親戚や身近な友達がいませんでしたので、国際学会にはほとんど参加しませんでした。私にとっては家庭と仕事を両立することが一番大切なことでした。それはチャレンジングでしたが、私たち家族はどうかやっていくことができました。この時私にとってより重要なことは、家族がひとつ屋根の下で暮らし、テーブルの上には食事があり、子供達が健康であったことです。

産業革命

この頃、3番目の**出会い**がありました。新しい研究分野“Synthetic Biology (合成生物学)”に移った時のことです。それまでに、私の研究は‘オミックス’技術の利用に、もうすでに向かっていました。2002年に放線菌のゲノム配列が最初に解読された以降は、とくにそうです。私は入手可能になったばかりの放線菌のマイクロアレイを幸運にも使うことができました。そこで、抗生物質生産制御の背後にあるトランスクリプトーム変化を解析しました³⁾。この研究は私に、バイオインフォマティクスとあらゆる分子プロファイリングおよび分子生物学的手法を統合することへの興味を掻き立てました。当時、Synthetic BiologyのコンセプトはアメリカでStanfordやMITのグループにより確立されはじめていました。これらのグループは、工学のコンセプトを生物学にどのように統合できるかを試みていました。これは、複数の異なる分野が一緒に研究することを必要とします。それらはバイオインフォマティクス、分子生物学、オミックス技術、コンピュータモデリング、生化学、工学、シス

being established in the US, with groups from Stanford and MIT showing how engineering concepts can be integrated into biology. This required a range of disciplines working together: bioinformatics, molecular biology, omics technologies, computational modelling, biochemistry, engineering, systems biology and so on. This was exactly what I had been looking for: integration of all different disciplines to discover and produce novel antibiotics⁴⁾. Antimicrobial resistance has become a major global problem and the hunt for new antibiotics has become more urgent. The traditional approaches were not yielding any new antibiotics to combat against the antimicrobial resistant pathogens, so drastically new approaches had to be tried. One of these promising approaches could be the use of synthetic biology: harnessing the genome sequence information and the data from the omics approaches and integrating them using a design – build – test – learn cycle from the engineering sciences. Clearly, this was a very interdisciplinary effort: including the use of bioinformatics and computational modelling (design), molecular biology and genetics (build), biochemical analysis and molecular profiling (test), and finally machine learning (learn), feeding back to the bioinformatics approaches of the design step. One could say that synthetic biology is applied systems biology or a high-throughput version of combinatorial biosynthesis, an advanced version of my undergraduate work at Kitasato; but most importantly, synthetic biology will be Biotechnology 2.0, and will be a major contributor to the next industrial revolution⁵⁾. Synthetic Biology has also led me to experience new scientific experiences beyond the laboratory: for example, supervising students for the international Genetically Engineered Machine (iGEM) competition. iGEM is a defining event for synthetic biology, with teams of UG students from more than 300 countries (of course there are many universities participating from Japan) giving up their summer holidays to work on a synthetic biology project to solve important global issues. Together with my husband, I have organised the iGEM team for Manchester since 2012, as well as serving as a judge at the annual iGEM Jamboree in Boston (<http://2016.igem.org/Team:Manchester>). The international iGEM teams come up with amazing projects, and it always surprises me how flexible and creative

テム生物学, などです. これは, まさに私が探していたアイデアです. つまり, 新規抗生物質を発見し生産するために必要な, あらゆる分野の統合です⁴⁾. 抗生物質耐性菌の出現が地球規模の重要な問題になり, 新しい抗生物質の発見が急務となっています. 昔ながらの手法では, 抗生物質耐性菌に効く新しい抗生物質を生み出せず, まったく新しいアプローチを試みなければなりません. その有望なアプローチの一つが Synthetic Biology です. ゲノム配列情報とオミックスアプローチから得られるデータを利用し, これらを工学的な Design-Build-Test-Learn のサイクルを使って統合する. 明らかにこれは, 多面的な分野の統合が必要で, バイオインフォマティクスやコンピュータモデリングの使用 (Design), 分子生物学や遺伝学 (Build), 生化学解析や分子プロファイリング (Test), 最後は機械学/AI (Learn) という作業, こういった一連の作業の流れを経て, ふたたび Design のバイオインフォマティクスによるアプローチにフィードバックします. ある人は, Synthetic Biology は応用システム生物学, もしくはコンビナトリアル生合成のハイスループットバージョン, つまり私の北里大学での研究の発展版にすぎないというかもしれません. しかし, もっとも重要なことは, Synthetic Biology は Biotechnology 2.0 に値し, 次の産業革命に多大な貢献をするだろうということです⁵⁾. Synthetic Biology は, 研究室の枠を越えた科学に関する新たな体験を私にもたらしめてくれました. たとえば私は, the international Genetically Engineered Machine (iGEM) というコンペティションに向けて, 学生を監督しました. iGEM は, Synthetic Biology の国際大会で, 学部生のチームが 300 以上の国から参加します (もちろん日本からも多数の大学が参加しています). これらのチームは, 地球規模の重要な問題を解決するための Synthetic Biology プロジェクトを立ち上げて, 夏休みを研究に捧げます. 夫とともに, 私は 2012 年からマンチェスター大学の iGEM チームを率いています. また, 毎年ボストンで行われる iGEM Jamboree では審査員も務めています (<http://2016.igem.org/Team:Manchester>). 世界各国からの iGEM チームはすばらしいプロジェクトを提案し, 参加学生はとても柔軟性があり, 創造的であり, そして夏休みの間に非常にたくさんのことを達成することに, 私は毎年驚かされています. 私はまた, Synthetic Biology に関する Responsible Research and Innovation (RRI) の活動にも関わっています. 研究者がこのような新しくパワフルな最先端技術に取り組む際には, 実験を行う時だけでな

they are and how much they can achieve in the course of one summer. I have also been involved in Responsible Research and Innovation (RRI) activities around synthetic biology. As researchers working on such a new and powerful emerging technology, it is important that we consider our responsibility to society, not only when conducting our experiments, but also when choosing our research directions. During the last years, I have been fortunate to work with a team of EU experts to assess the safety of synthetic biology, as well as deliberating about future issues in the field with international experts⁶⁾.

And now.....

I also had a wonderful **encounter** during this period, meeting my future friend and husband who is an expert in computational systems biology, and we have formed a strong collaborative synthetic biology team⁷⁾. As a result, I came upon another **crossroad**: my husband-to-be had a Professorship in Glasgow University, while I was in the Netherlands. Both universities were not flexible enough to make it possible for the two of us to work at the same place. In contrast, the University of Manchester was in the middle of a major recruitment drive for young academic talents, and made us very generous offers for two appointments as Professor. Thus, I started a new job at the University of Manchester as a Professor of Synthetic Biology in 2012, at the place where the first industrial revolution had taken place. Certainly a good omen. Most importantly, Manchester University gave me a great opportunity to work in a more equal environment as a woman, as a foreigner, and as a researcher. This encouraging environment allowed me, for example, to become head of section within our school, and to be successful in several large funding applications, including the BBSRC and EPSRC-funded Manchester Synthetic Biology Research Centre, SYNBIOCHEM⁸⁾ for which I am now one of the three directors⁹⁾. I do not say that the UK universities do not have gender or ethnic minority issues, but so far, among the 4 countries that I have worked in, it is by far the most welcoming and supportive environment. However, with the recent events of Brexit, this may also be starting to change.

く、研究の方向性を決める時にも、私達は社会への責任を考えることが重要です。この数年、私は幸運にもEUの専門家のチームとともにSynthetic Biologyの安全性を評価したり、国際的な専門家の方々とその分野における将来的な問題を熟慮検討したりする機会を得ました⁶⁾。

そして今

そして私はこの間にすてきな**出会い**があり、将来の友達かつ夫に出会いました。彼は、computationalシステム生物学の専門家で、私達はSynthetic Biologyの強力な共同研究チームを形成しました⁷⁾。結果として、私はもう一つの**別れ道**に差し掛かりました。彼はグラスゴー大学の教授の職を持つことになり、一方、私はオランダにいました。どちらの大学も私達ふたりが同じ場所で働くことができるように、なかなかうまく柔軟に対応してくれませんでした。対照的に、マンチェスター大学は若い優秀な研究者を求めて、大々的な人員の募集をしている最中で、寛容にも私達ふたりを教授として採用してくれました。それで私は、2012年にマンチェスター大学でSynthetic Biologyの教授として新しい職をスタートしました。マンチェスターは最初に産業革命が起こった場所でもあり、明らかによい兆しです。もっとも重要なことに、マンチェスター大学は、女性として、外国人として、そして研究者として、平等な環境で働くというこの上ない機会を私に与えてくれました。この励みになる環境のおかげで、私は、たとえば、学科のセクション長になることや、大きないくつかのファンディングの申請に成功することができました。ファンディングの代表的なものには、BBSRCとEPSRCによるManchester Synthetic Biology Research Centre, SYNBIOCHEM⁸⁾があり、私は今、三人のディレクター⁹⁾のうちの一人として活躍しています。イギリスの大学にジェンダーや民族のマイノリティの問題がないとは言えませんが、これまで私が働いた四つの国の中でもっとも歓迎的で、支持的な環境です。しかしながら、最近のBrexit問題で、これも変わり始めているかもしれません。

ガンバレ

As you can see, I have had many crossroads to face. For some of them, choosing the right path was a very difficult decision and I pondered for months, while for others I did not hesitate at all. The decision in the end is yours alone to make. I do not regret many decisions that I have made, even though I have made mistakes and I do think I could do some things better next time. I also had many encounter which were very significant to decide the paths at each crossroad.

What I have learned in all my crossroads and encounter is that one should take the path that one feels is right, not what another person says or what one thinks others will want. Perhaps this is not a very Japanese way of thinking, but you only live once and you will never know when it will be taken away from you. So live the life you will not regret. If you are determined and feel right, then you will see the path to follow. Working as a postdoc researcher or working in an industry, we are often asked to move around. For the children, it is not where they live that is important, but showing how the parents are happy is the most important. Even your children will grow up and say to you “Mom, it was a good idea to have lived in so many countries”, and they will understand how hard you are working to keep the family afloat. My children are much more mature than

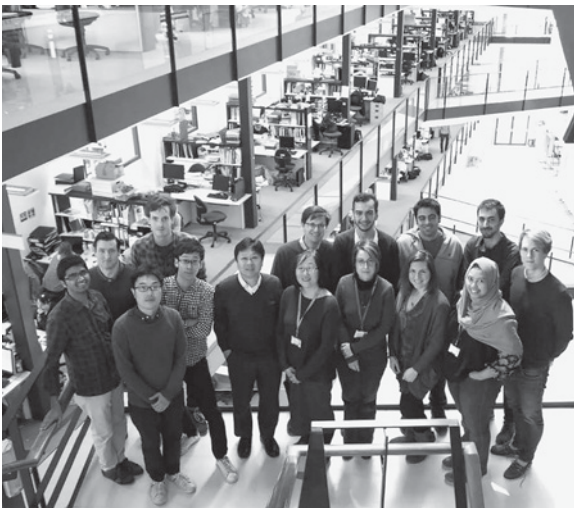


Fig. 4. My and Prof. Breitling's group in MIB, Manchester, when Dr Kuzuyama (centre left) and his 2 postdocs were visiting in March 2017

ガンバレ

ご覧いただいたように、私はたくさんの別れ道に直面しました。それらのいくつかに対しては、正しい道を選択するためにとても困難な決断を伴い、何か月間も熟考しました。一方、ある時は、まったく躊躇しませんでした。最後の決断はあなた自身だけができるものです。私は自分がした多くの決断に後悔はしていません、たとえそれが間違っていたとしても。次の機会にもっとうまくやれると思うからです。私はまた、それぞれの別れ道で行くべき道を決めるために重要な、多くの出会いがありました。

私があらゆる別れ道や出会いに遭遇して学んだことは、人は自分が正しいと思う道を選択すべきだということです。他の人が良いとする道を選択することではありません。たぶんこれは、あまり日本人的な考えではないかもしれませんが、あなたが生きられるのは一度きりであり、いつ何が起こるかわかりません。ですから、後悔のない人生を送ってください。もしあなたが決心して正しいと感じるのであれば、進むべき道が見えてくるでしょう。ポストドク研究者として働いている時や企業で働いている時、私達はあちこちに移動することをしばしば求められます。子供達にとって重要なのは、子供達が住む場所・国ではなく、親が幸せだとわかることがもっとも重要です。そして、あなたの子供たちが成長したとき言うでしょう、“お母さん(お父さん)、たくさんの国に住むのはよい考えだったよ”。あなたが一生懸命に働いて、家族を養い続けることがどんなに大変かを、子供達は理解するでしょう。私の子供達は同じ年齢の他の子供達よりもずっと大人です。私の子供達はいくつかの点では困難な時を過ごしましたが、それは子供達をより強く、よりオープンマインドにしてくれました。そしてもう一つ、何でも一度はトライしてください。もしあなたが間違った選択をしたと思うなら、その時もう一度それを正せばいいのです。心配せず、フレキシブルになってください。

私の道は、私を四つの国で働くように導きましたが、たぶんさらに重要なことには、私は幸運にも20か国以上の人々と働く機会がありました。この人達は私のグループにポストドクやドクターコースの学生として来た人達です(Fig. 4)。さらに、それよりたくさんの国々の人達と共同研究をしました(たとえば、European H2020 project TOPCAPI¹⁰)においてや、中国や日本とのパートナーシップグラントを通してです)。あらゆる文化や学

some other children at the same age, and though they also did have a hard time at some point, it did make them stronger and more open-minded. And one more point, try anything once, and if you think you made a mistake, then you can make it right again; don't be afraid, be flexible.

My path has taken me to work in four countries, but perhaps even more importantly, I had the fortunate opportunity to work with people from more than 20 countries, who came to my group as postdocs or PhD students (Fig. 4), and even more than that I collaborate with people around the globe (e.g., in the European H2020 project TOPCAPI¹⁰), and through partnership grants with China and Japan). Science works best when the brightest minds from all kinds of cultural and academic background come together to come up with new ideas. Let's make use of these opportunities while they last.

[Original document was written in English, translated by Toshiki Furuya (Tokyo University of Science)]

術的な背景を有する独創性に富む人達と一緒にあって新しいアイデアを思いついた時、科学はもっとも素晴らしく飛躍します。儚いこういった機会が続く限り、有効に活用しましょう。

[翻訳：古屋 俊樹 (東京理科大学)]

文 献

- 1) Takano, E. *et al.*: *Mol. Microbiol.*, **6**, 2797 (1992).
- 2) Takano, E. *et al.*: *Mol. Microbiol.*, **41**, 1015 (2001).
- 3) Takano, E. *et al.*: *Mol. Microbiol.*, **56**, 465 (2005).
- 4) Medema, M. H. *et al.*: *Nat. Rev. Microbiol.*, **9**, 131 (2011).
- 5) Breitling, R. and Takano, E.: *Cold Spring Harbor Perspect. Biol.*, doi: 10.1101/cshperspect.a023994 (2016).
- 6) Wintle, B. C. *et al.*: *ELife*, **6**, e30247 (2017).
- 7) Medema, M. H. *et al.*: *Nucleic Acids Res.*, **39**, W339 (2011).
- 8) SYNBIOCHEM: <http://synbiochem.co.uk/> (2018/1/4)
- 9) Carbonell, P. *et al.*: *Nat. Prod. Rep.*, **33**, 925 (2016).
- 10) TOPCAPI: <http://topcapi.eu/> (2018/1/4)

<略歴> 1985年 北里大学薬学部薬学科卒業, 1985年 明治製菓株式会社入社, 1994年 Ph.D. at University of East Anglia, School of Biological Sciences, John Innes Centre. Ph.D. thesis entitled “ppGpp and antibiotic production in *Streptomyces coelicolor* A3(2)”. Supervised by Prof. M. J. Bibb, 2002年 Assistant Professor (C1), Department of Microbiology/Biotechnology, University of Tübingen, Biological Institute, Germany, 2006年 Assistant Professor (tenure track), Rosalind Franklin Fellow, Groningen Biomolecular Sciences and Biotechnology Institute (GBB), University of Groningen, The Netherlands, 2012年 Professor of Synthetic Biology, Manchester Institute of Biotechnology, School of Chemistry, Faculty of Science and Engineering, University of Manchester, UK, 2014年 BBSRC, EPSRC funded Manchester Synthetic Biology Research Centre, SYNBIOCHEM, Director, 2017年 Chemical Biology and Biological Chemistry section head

<趣味> 読書, walking, 映画鑑賞, Cooking/Baking