

## 新型コロナの革命的ワクチン開発を導いた女性移民研究者

降格や研究費なしという困難を乗り越えてmRNAの活用法を見出した足跡を追う

船引宏則 ロックフェラー大学・染色体・細胞生物学研究室 教授

初出 朝日新聞・論座 2020年12月24日

カリコ博士ノーベル賞記念・修正版+長い追記 2023年10月2日

Copyright© 2020 Hironori Funabiki 船引宏則

.....

2020年12月13日、日曜日の朝。

妻は早々にロッククライミングに出かけてしまい、残された私はベッドでiPadに流れてくるツイッターを眺めていた。すると、あるツイートが目にとまった。

カナダが新型コロナワクチンを全国民に無料で提供するという報道に対し、「すばらしい。好奇心からちょっと伺いたいんだけど、どの国がワクチンを開発したの？」とツイートしたアメリカ共和党上院議員テッド・クルーズ氏への、テュレーン大学ウォルター・アイザックソン教授の回答である。

“Germany, by two Turkish immigrants.”

「ドイツ、二人のトルコ人移民によって。」

<https://twitter.com/WalterIsaacson/status/1337948373501009922?s=20>

日本の報道では大手製薬企業ファイザーの名前に隠れているが、人類史に残るであろう、この革命的mRNAワクチンの開発を推進してきたのは、ドイツの新興バイテック企業ビオンテック (BioNTech) だ。その設立者は幼少時にトルコからドイツに移り住んだ医科学者夫妻だったことに興味をもち、関連記事を調べていると、このワクチンは、研究者の世界の「ガラスの天井」に何度も跳ね返されてきた一人のハンガリー人女性研究者による画期的発見で可能になったことを知った。しかも、彼女の娘さんは、北京とロンドンの2回のオリンピックボート競技での金メダリストだという。



カタリン・カリコ博士 (右) とビオンテック社創業者のウール・シャヒン博士=2013年7月、カリコ博士提供

幾度となく崖っぷちに立たされながらも、不屈の精神で新ワクチンにつながる発見をしたカタリン・カリコ (Katalin Karikó) 博士の大逆転ストーリーに感銘を受け、22の連続ツイートをしたところ、トップのツイートに1万6千もの「いいね」がつくという反響を得た (<https://twitter.com/HironoriFunabi1/status/1338261373520900097>)。

今回は、思い切って直接カリコ博士にコンタクトを取り、zoom (パソコンを使ったテレビ会議システム) を通して伺うことができたお話も踏まえ、この革命的ワクチンの鍵となった発見にいたるドラマを紹介することにする。その準備として、まずはmRNAワクチンの仕組みを簡単に紹介しよう。

.....

新型コロナウイルスSARS-CoV-2がニューヨークで猛威を奮い始めた3月中旬、私はある報告書に戦慄を覚えた。インペリアルカレッジCOVID-19レスポンスチームによる被害予測だ。  
<https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/sph/ide/gida-fellowships/Imperial-College-COVID19-NPI-modelling-16-03-2020.pdf>

何の感染抑制措置もとらなかった場合、英国では51万人、米国では220万人の死者が秋までに出るといふ。すさまじい数字だ。その後世界各地でロックダウンなどの抑制措置がとられたが、12月20日現在、英国では6万7千人、米国では31万人5千人の死者を出している。この報告書では、有効なワクチンが利用できるまでに少なくとも12-18か月かかると予想していた。これでも異例の速さで、新しい病原体に対するワクチン開発にはこれまで10年以上かかっていたという。

しかし、12月に入って間もなく、米ファイザーと独ビオンテックが共同開発した新型コロナウイルスに対するmRNAワクチンの緊急使用が英国と米国で次々に許可された。1月11日に上海復旦大学の張永振 (Zhang Yongzhen)教授の英断によって、新型コロナウイルスのゲノム配列が公開されてから (<https://time.com/5882918/zhang-yongzhen-interview-china-coronavirus-genome/>)、わずか11カ月後のことである。

このmRNAワクチンが革命的なのは驚異的な開発スピードだけではない。95%という高い発症予防効果を示したことだ。ファイザー/ビオンテックの第三相試験結果によると、2回接種の後の有症状感染者数は、偽薬（プラシーボ）は2万2千人中162名だったのに対し、ワクチンは2万2千人中でたった8名だった (<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa2034577>)。米モデルナ社のmRNAワクチンも同様の効果を示し、12月19日にアメリカで認可された。

この革命的ワクチン開発を可能としたのは、研究者キャリアの梯子（はしご）を何度もはずされかけながらブレークスルーとなる発見をした、ペンシルベニア大学のカタリン・カリコ (Katalin Karikó) 博士と、カリコ博士と15年以上一緒に研究をされてきた村松浩美博士だ。2人は、実に19本もの論文で共著者になっている。

彼女たちの発見について語る前に、免疫系とワクチンが働く仕組みを簡単におさらいしておこう。



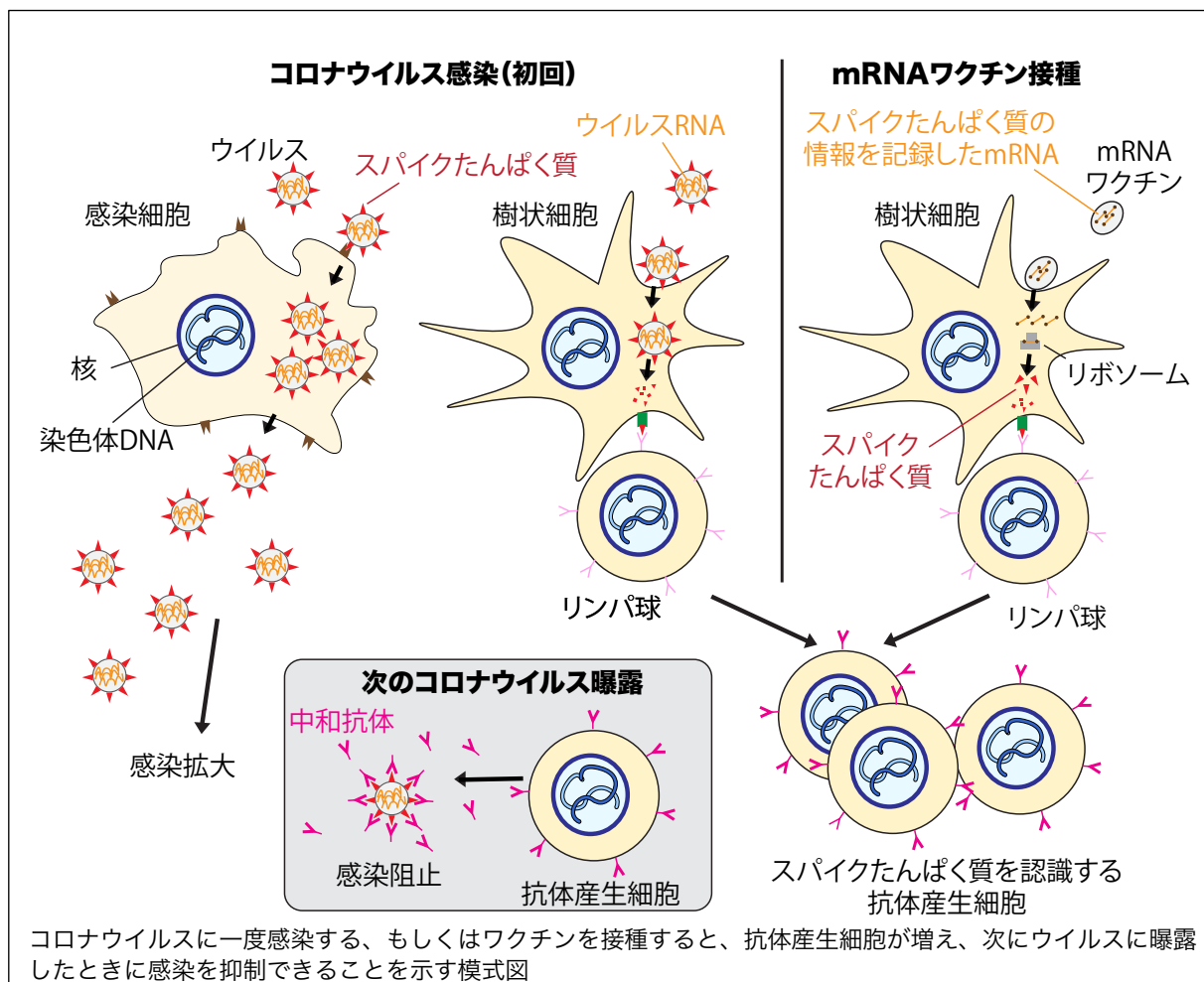
共同研究者の村松浩美博士=2014年、ドイツ・マイントツのビオンテック社、カリコ博士提供

仮に、私が新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) に初めて曝露したとしよう。体の中には様々な異物を認識する抗体を作り出す免疫細胞があるのだが、その時点で新型コロナウイルスを認識できる抗体を作る免疫細胞は少なく、抗体による防御には期待できない。病原体一般に反応する自然免疫系が対処できなければ、そのウイルスは私の細胞に入って増殖してしまう。これが感染だ。

感染と同時に、複雑な免疫システムが発動する。樹状細胞と呼ばれる免疫細胞は、ウイルスを積極的に取り込んで分解する。分解されたウイルスたんぱく質の一部は細胞表面に運ばれて、「こういう特徴のウイルスに感染されました!」との「標識(抗原)」を周囲のリンパ球に提示する。数百億種類はあるとされるリンパ球のうち、この抗原を認識するリンパ球が選ばれ活性化される。このうちB細胞と呼ばれる抗体産生細胞が増殖し、抗体の設計図(遺伝子)はさらに書き換えられ、より強力な抗体を作ることができるB細胞が体内に備蓄される。

私が新型コロナウイルスに再び曝露したならば、この強化型バージョンの抗体(中和抗体)が直ちに反応し、ウイルス感染を防ぐことが期待できる。ワクチンでは、ウイルスの部分的なパーツだけを抗原として利用することで、それを接種しても発症することなく、将来ウイルス防御に役立つ中和抗体を効果的に作れるようにするのを目的としている。

新型コロナウイルスの場合、従来型コロナウイルスなどの研究により、ウイルス表面に突き出したスパイクたんぱく質に反応する抗体が、中和抗体として感染防御に役立つと予想されていた。ウイルス感染にはスパイクたんぱく質がヒトの細胞表面に結合することが必要なので、スパイクたんぱく質に抗体が結合して細胞内部への進入をブロックできれば感染を防ぐことができるはずだ。



旧来のワクチンは、弱毒化した生ワクチン（生きているウイルスを使う）や、不活化ワクチン（ウイルスを壊して使う）が主流だった。しかし、全く新しいウイルスに対しては、効果的に弱毒化や不活化する手法を試行錯誤する必要があるだけでなく、ウイルスの培養作業に万全の感染対策を施すことが求められる。だが、もしスパイクたんぱく質だけを人工的に作りだしてワクチンに利用できれば、開発・製造過程で感染を心配する必要はない。つまり開発コスト、時間の大幅な削減が可能だ。

ところが、遺伝子工学が進歩した今でも、収率良く目的のたんぱく質を大量生産するのは簡単ではない。DNAやRNAはA、G、C、T（RNAの場合はTの代わりにU）の4種類の核酸が様々な順番で並んだ鎖状構造体だが、たんぱく質は20種類のアミノ酸が連なった構造をとるため、その性質や機能は多様で、周囲の環境によって安定性が大きく変化する。大量生産できるかどうかは、実際に実験してみるまで分からないことがほとんどだ。実際、スパイクたんぱく質を大量に作るのは簡単ではなかった。

そこで、スパイクたんぱく質だけを人間の体の中で作らせてしまうという大胆な作戦をとっているのが、英アストラゼネカとオクスフォード大などが開発しているウイルスベクター系ワクチン、大阪アンジェスなどのDNAワクチン、そしてファイザー/ビオンテックやモデルナなどのmRNAワクチンだ。

人間の細胞内に2万種類もあるとされるたんぱく質の設計図となる情報が記録されているのが染色体DNA。その染色体DNAは、細胞内の核という構造体の中に格納されている。ところがたんぱく質の製造工場であるリボソームは、核の外側に存在している。その工場へ核内のDNA情報を伝えるのがmRNA（メッセンジャーRNA）である。こうして、DNAの情報通りにたんぱく質が作られる。

ウイルスベクター系ワクチンやDNAワクチンでは、無害なスパイクたんぱく質の情報を記録したDNAをヒトに接種することで、ヒトの細胞内に取り込まれたワクチンDNAからmRNAをつくらせ、さらにそこからスパイクたんぱく質を作らせる。DNAは常温でも極めて安定で、目的の配列の設計や大量生産も容易だ。ただ、DNAをまず核に入れる必要があり、さらにmRNAからたんぱく質へと2段階の合成過程を経るため、必要量のたんぱく質を高い確率で作らせるのは容易ではない。また、長期間細胞内で残存するため、染色体DNA内に取り込まれる可能性が拭えないのは懸念材料だ。

一方、mRNAワクチンは、人工的に合成したmRNAを細胞内に導入できれば、直ちにリボソームでたんぱく質を作ることができる。しかも、mRNAは染色体DNAに取り込まれることはないし、2日も経たずに分解されてしまうので安心だ。ところがこのアイディアは長い間研究者たちには不可能と考えられていた。RNAは不安定ですぐ壊れてしまうことから目的のタンパク質を十分作ることができないことや、強い炎症反応を引き起こすことが懸念されていたからだ。実際、開発されたmRNAワクチンは、保存を超低温（マイナス60-80度）でする必要がある。カリコ博士は、このmRNAに巧妙な細工を施すことにより、長い間多くの研究者が超えることができなかった壁を突き崩したのだ。

.....



カタリン・カリコ博士は、1955年にハンガリーで生まれ、ハンガリー南部にあるセゲド大学大学院で博士号を1982年に取得した。指導教官のジェノ・トマシュ(Jeno Tomasz) 博士のもとで、非通常型のRNAを合成し、抗ウイルス効果に関連する研究をしていた（ちなみにこのトマシュ博士は、筆者が所属するロックフェラー大学のアレクサンダー・トマシュ名誉教授の弟さんということだ。世界は狭い！）。カリコ博士は1985年にポスドク（博士研究員）として渡米し、1989年からエリオット・バーナサン (Elliot Barnathan)教授の助手（Research Assistant Professor）としてペンシルベニア大学に着任した。



カタリン・カリコ博士 Bela Francia 撮影

当時は、DNA合成装置や自動PCRマシンが世界中の研究室に導入され始め、遺伝子治療への期待が広がり始めたところだった。特定の遺伝子機能が欠損した患者の細胞に、正常な遺伝子をもつDNAを導入すれば病気を治すことができるのではないかと。しかし、カリコ博士はその手法に問題点を感じていた。カリコ博士は言う。「DNAは長期間生体内に残ってしまいます。治療が終わった後、必要がなくなれば除去できるほうが望ましいでしょう。mRNAは短期間で分解されるので、mRNAを導入して一時的に必要なたんぱく質を作らせるのがより良い方法だと思ったのです」

1990年には、このアイデアをもとにした研究費申請書をNIH（アメリカ国立衛生研究所）に申請したが、承認されることはなかった。

1997年、偶然の出会いがカリコ博士の研究をmRNAワクチン開発へと導くこととなった。脳神経外科のスタートアップファンドを得て、たった一人の研究室を立ち上げたカリコ博士が廊下でコピー機を使っていると、隣の建物からそのコピー機を使いに来た新顔の男性と立ち話することになった。彼はドリュー・ワイスマン (Drew Weissman) と名乗り、（今年アメリカの新型コロナウイルス対策の「顔」として一躍有名になった）アンソニー・ファウチ

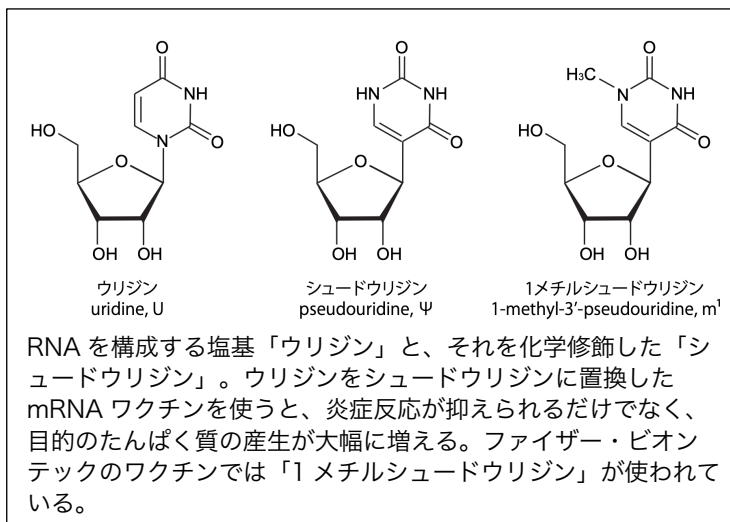
(Anthony Fauci) 博士の下でエイズウイルス (HIV) の研究をしたあと、ペンシルベニア大学に着任したばかりだという。HIVワクチン開発に意欲を持っていたワイスマン教授が「DNAワクチンではどうもうまく行かないのですよね」と話すので、「RNAでやってみませんか？」と返答した。こうして2人はたちまち意気投合し、mRNAワクチン開発の共同研究が始まった。

しかし、外部から導入された「異物としてのmRNA」は不安定ですぐ壊れてしまい、目的のたんぱく質は思ったように合成できなかった。さらに、異物を認識する自然免疫システムに捉えられ、炎症反応が誘導されてしまう（ワクチンによる抗体産生誘導にはアジュバント効果という炎症反応を起こすことも重要なのであるが、適正にコントロールしなければワクチンとしてうまくいかないらしい）。

不思議なことに、細胞内に元々ある自分自身のmRNAはたんぱく質合成をするのに十分に安定であるし、炎症反応も引き起こさない。何故か？ここでカリコ博士は、細胞内のRNAは様々な化学修飾を受けていることに注目した。教授職ではなかったことが影響して研究費を獲得できなかったカリコ博士だったが、ワイスマン教授が共同研究用に獲得した研究費を使って、2005年、人工的に作ったmRNAに化学修飾を施しておく、mRNAを細胞内に導入しても炎

症反応が低く抑えられることを発見した  
(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16111635/>)。

その頃からカリコ博士、ワイスマン教授のチームに、隣の研究室に所属していた動物実験のエキスパート・村松浩美博士が加わった。村松博士はフランク・ウェルシュ (Frank Welsh) 教授の下で脳虚血が起す炎症反応の研究をしていたが、研究の行き詰まりを感じていた。熱意あふれるカリコ博士からの誘いを受けると、ウェルシュ教授が黙認する形で共同研究が始まった。



カリコ博士はワイスマン教授とスタートアップ会社RNARxを2006年に設立し、NIHの中小企業技術移転プログラムを通じて研究費を獲得し研究を続けた。そして、2008年、カリコ博士・村松博士・ワイスマン教授のチームは、典型的なRNA塩基ウリジン(U, uridine)のかわりに、化学修飾を施したシュードウリジン(Ψ, pseudouridine)を導入したmRNAを用いると、たんぱく質の生産効率が劇的に向上することを発見した  
(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18797453/>)。この画期的な技術が、現在のmRNAワクチンに使われることとなった。

2012年には、修飾mRNAをマウスに注射するだけで、効果的に目的たんぱく質を生体内で作らせることを示す決定的な結果を発表した  
(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22334017/>)。さらに2013年、ワイスマン研究室のノーベルト・パーディ (Norbert Pardi) 博士と共同研究で、脂質ナノ粒子 (lipid nanoparticle, LNP) でmRNAを包んでマウスに注入すると、ごく少量のmRNAで効果的なたんぱく質合成が可能となることになり (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26264835/>)、ここにたってmRNA導入による治療法が技術的に実現可能なことを確信した。

ところが、ペンシルベニア大学脳神経外科のカリコ博士への対応は冷淡であった。2009年には上級研究員から非常勤准教授 (Adjunct Associate Professor) へと「降格」され、大学内でのアカデミックキャリアが閉ざされてしまっていた。それでも博士の研究成果は、mRNAを使った新規医療技術に使えるのではないかと世界各地で注目され始め、2012年、武田薬品工業から肺気腫治療に利用できるmRNA開発のため資金提供も受けることになった。しかし、結局その資金のうちカリコ博士自身の研究に使えたのはほんの一部だった。

せっかく取得した修飾RNAの特許ライセンスを勝手に売却されるなど、十分なサポートを受けないペンシルベニア大学から出ることを考えていた2013年、カリコ博士は日本の武田薬品を訪問した。研究を続けることができるなら日本でもどこでも行こうと思ったとのことだ。そんな時、まだウェブサイトもなかったドイツのバイテク企業ビオンテックのウール・シャヒン (Uğur Şahin) 博士から誘いを受け、バイスプレジデントとして迎え入れられた。モデルナ

社からもオファーを受けたが、これまでに数々の重要な論文を発表し、既にmRNA療法を主にがんの免疫療法として開発しようとしていたシャヒン博士と一緒にやりたいと思ったそうだ。

この時カリコ博士は、窓の外から見える病院の患者たちを思いながら、これまで二人三脚で実験を続けてきた村松博士にこう語ったという。

「私たちの結果を、患者さんたちに届けなければいけません」

村松さんは、カリコ博士とともに単身でドイツのビオンテック社に移ることを決心し、mRNA研究開発に携わることになった。それぞれの家族をアメリカに残したまま。

ビオンテックでカリコ博士、村松博士は昼夜、平日週末を問わず研究を続け、mRNA技術開発にとりくんだ。治療薬としての認可への道程は長かったが、着実に成果を上げていった。村松博士は2016年にペンシルベニア大学に戻った。カリコ博士はドイツとアメリカを行き来する生活を続け、それが6年を過ぎた2020年、新型コロナウイルスのパンデミックが到来した。ビオンテックが蓄積していた技術と、すでにインフルエンザワクチン開発で提携したファイザーと組むことにより、この新技術の安全性チェックのための大規模治験を短期間でクリアしてしまった。これは、被験者が新型コロナウイルスに高頻度で曝露されるパンデミックの状況が、ワクチン効果の実証を早めた面も大きい。

このmRNAワクチンが画期的なのは、他の病原体やがん治療、遺伝子治療など広い応用が可能な点だ。ウイルスが変異しても柔軟に対応できる。今回のmRNAワクチンで十分な安全性が確認されたならば、コロナ禍があったからこそ人類はいち早く新しい医療技術を手に入れたと言えるようになるかもしれない。

実は、合成mRNAによるタンパク質生産技術は、私の研究室でも日常的に使ってきたものだ(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29382808/>)。今回、村松博士とのお話を通して、mRNAワクチンに使われている工夫が、われわれの研究にも直接使えるヒントを得ることができた。長年の基礎研究が応用技術を生み、その応用技術が基礎研究研究にフィードバックされる。こうして科学は進歩していく。

カリコ博士は、上級研究員というペンシルベニア大学内の職位で「研究室」を主宰したものの、メンバーは自分一人だけで、隣の研究室の村松博士と、別の学科のワイスマン教授とチームを組んで研究を続けてきた。米国の生命科学系研究室の主宰者なら獲得するのが一つのステータスとされるNIHの大型研究費R01も、いくらトライしても落とされ続けた。素晴らしい研究成果を出しても、大学内では昇進どころか降格されてしまった。



2013年に日本の武田薬品工業を訪れたカリコ博士=カリコ博士提供



どれほどつらかったらうか。しかし、実際にお話すると、履歴書から想像していた孤独さは全く感じられなかった。村松さんという心から信頼できる研究パートナーを得て、自分の信念を貫き、きっちりとした研究成果を積み重ねてこられたカリコ博士に、私はすっかり魅了されてしまった。

12月18日に行ったzoomインタビューの途中では、ニューヨークのレノックス・ヒル病院で働く友人医師から「たった今ワクチンを打ったよ！」と感謝を伝える電話がかかってきた。気さくな人柄で、多くの人との繋がりを大切にされてきたのだからということが、その応答ぶりからはっきり感じ取れた。

カリコ博士とのインタビューの最後に、研究費が獲得できず、大学からも研究成果を認められず、もう研究を止めようと思ったことはなかったのか尋ねてみた。

「高校生の頃に読んだ、ハンガリー人のストレス研究者、ハンス・セリエ博士による、どうやってストレスなく生きるかについて書かれた本に大きな影響を受けました。自分のことを評価しない人を変えるのは難しいです。自分に何ができるのかだけを考え、それにエネルギーを注ぐのですよ。自分が向上するためには何をすれば良いかを考えていけば、物事は向こうからやってくるものです。そして何よりも大切なことは、楽しむことです！趣味なんていりません。実験ベンチ一つあれば十分。日曜日の研究室で、ヒロ（村松博士の愛称）と、うああ！こんなちょっとのmRNAで、こんな凄い効果があるなんて！と大喜びしましたよ。研究室でのこの喜びを大切にしていれば大丈夫です」

カリコ博士は満面の笑みを浮かべて答えられた。

.....

長い追記 (2023年10月23日)

本日、カリコ博士とワイスマン博士が2023年ノーベル生理学・医学賞を受賞されるとの発表がなされました。そのおかげで、私のカリコ博士とmRNAを紹介するツイートがまた読まれ出しているとともに、論座に寄稿したカリコ博士とのインタビュー記事が読みにくい状況におかれていることに気がきました。朝日新聞によると、この記事の著作権は私にあるとのことですので、これを機に、このラボのウェブサイトでも自由に読めるようにしました。いくつか修正した部分と、その後のエピソードなどを書き残しておきたいと思います。

まず、カリコ博士の表記ですが、Wikipediaによると「カリコー」との表記があり、今朝のアメリカでのラジオニュースからも、「カリコー」の呼び方が近いように思えました。ただ、今日のNHKの報道記事では「カリコ」とされており（この原因の一端は私の記事にあるかもしれませんが）、今回のバージョンでもそのままにしておきました。一方、ファーストネームはケイトと書いていましたが、今回はカタリンに変更しました。もともとカリコ博士の共同研究者の村松博士とお話しした際に、村松さんが「ケイト」とおっしゃっていたのと、カリコ博士ご自身が呼び方は「何でもいい」とおっしゃっていたので、ケイト・カリコという呼び方で書きましたが、カタリンの方が一般的に使われていますので、今回はそれに習って修正しました。Jeno Tomasz博士の日本語表記は、カリコ博士の発音が、「ヤヌー・トーマス」と聞こえたの



で論座にはそう書きましたが、ChatGPTに聞くと「ジェノ・トマシュ」を推奨されたので、今回はそれに従いました。

もともとのツイートは、英文ニュース記事を参照して書いております。ツイートにはそれらの元記事をリンクしていますが、論座では省いてしまっていました。このあたりの判断は、新聞記者の友人が「自分で直接取材して書いた記事は、たとえ後追いでも元記事は引用しなくともよい」という慣習があることを以前話していたことに、従った部分が大いだと思います。科学者としては違和感のある慣習ですので、改めに以下に参照させてもらった元記事のリストを載せておきます。

鳥居啓子先生から、論座の編集者・高橋真理子さんを紹介していただき、ツイート内容を元にしたmRNA開発秘話を寄稿することにしたのですが、ツイートではなく老舗のメディアに寄稿するとなると、英文ニュースの紹介記事では事実関係をはっきりさせたいと思いました。カリコ博士とはもちろん面識もツテもありませんでしたので（実は後になってあったことが分かるのですが）、最初は元記事の内容確認と写真提供の依頼のemailを送ったところ、すぐに返事をいただきました。また、共同研究者の村松浩美さんの連絡先もおしえていただき、村松さんとzoomでインタビューすることができました。しかし、私は免疫学者ではありませんでしたし、他にもいろいろ確認したいことが出てきたので、思い切ってカリコ博士と直接zoomでお話できないか尋ねたところ、快諾していただきました。たまたま、私自身がcGASという自然免疫がらみの論文を2019年に出していたこともあったと思います。結局、1時間ほどもお時間をとっていただくことになりましたが、これも私がやろうとしていることの意義を十分理解しておられたからです。

私がこのインタビューをしていた時期、実は私の知らないところで、ロックフェラー大学がカリコ博士に名誉博士号を授与することを決めていたようです。カリコ博士が受けられる数々の賞のうち、もっとも早く与えるのを決めたのがこの荣誉なのではないかと思います。2022年6月、名誉博士号をあたえられる学位授与式(convocation)、優れた女性科学者に与えられる Pearl Meister Greengard Prize（ロックフェラー大学の故Paul Greengard教授によって設立）の授賞式の2つのイベントに訪されたカリコ博士と初めてお会いすることができました。たまたま、私も Teaching Award を与えられたのですが、その授賞イベントの際にカリコ博士が満面の笑顔で拍手されているのを見て、コロナが生んだ不思議な縁を感じました。この式では、カリコ博士つながりで、思いがけぬ人物に再会することができました。私がロックフェラー大学でラボを開設した時、私のパートナーがHermann Stellerラボにポスドクとして参加したので、Stellerラボの人たちとはとても仲良くさせていただきました。そこにいたポスドクの一人Holger Kissel博士が、なんとBiontechの重職についており、今回のロックフェラー大学でのカリコ博士の授賞式に同行していたのです。Holger自身もポスドクはかなり苦労してアカデミアを去ることになったのですが、mRNAワクチン



カリコ博士と筆者=2022年6月、ロックフェラー大学の学位授与式にて。著者撮影

の成功は、カリコ博士と同じタイミングでまだ無名のBiontechに就職した彼自身のサクセスストーリーでもあります。

この授賞イベントで、カリコ博士は、「こちらのドアが閉じて、また別のドアが開いた」と表現されましたが、誠実に、情熱の火を絶やさずに、前向きに、そして人との縁を大切に生きていれば、その努力が報われることは多いのではないかと。そのような人の努力が概ね報われるような社会であるならば、様々な困難や理不尽さがあっても、人びとは夢や希望をみながら生きることができるのではないかと思ったのです。

そして、この式典で何度も繰り返し強調されたのが、科学的事実をイデオロギーに囚われず正確に伝えることの重要性です。一方、事実のみを伝えても多くの読者を獲得できません。カリコ博士の物語があったからこそ、mRNAの周知がここまで進んだのかもしれない。

さて、カリコ博士とのやりとりの中で、まだ彼女の研究がそれほど大きく注目されていない2006年に、札幌がんセミナー主催の第26回札幌がんシンポジウムで招待講演されていることを教えていただきました。そのミーティングレポートではカリコ博士の発表についてTsukasa Seya博士が次の様な要約がされています。

” Dr Kariko (University Pennsylvania, Philadelphia) gave an interesting presentation about nuclear modification in association with immunogenicity and translation-proof. Her results showed that unmodified RNA is immunogenic and responsible for IFN- $\alpha$  induction. The aim of her research is to develop new vaccination modalities. An interesting finding is that pseudouridinemodified mRNA is more efficiently translatable than is natural (unmodified) mRNA.”

拙訳「カリコ博士（ペンシルベニア大学、フィラデルフィア）は核酸修飾と免疫原性および翻訳適性の関係性について興味深い発表をされた。彼女の結果は被修飾型RNAは免疫原性があり、IFN- $\alpha$ を誘導することを示した。彼女の研究目的は新しいワクチン手法（モダリティ）の開発である。シュードウリジン修飾されたmRNAが非修飾型mRNAよりも効率的な翻訳能を示した知見は興味深い。」

<https://scsf.info/sys/wp-content/uploads/2019/10/Meeting-report-26.pdf>

日本には、私などよりはるかに早い時期からカリコ博士の研究に興味をもち、交流をもっておられた研究者の方々がいらっしゃいます。そのような方々をさしおいて、まして免疫学やウイルス学の専門家でもない私がカリコ博士の紹介記事を書くことにためらいはありました。しかし、この記事を書く機会をもてたことで、私自身がこのmRNAワクチンへの理解が深まり、躊躇無く親族や友人・知人たちに勧めることができただけでなく、カリコ博士とお話する機会を得たことは、コロナ禍によって得られた大きな収穫となりました。最後になりましたが、本稿を書く後押しをいただいた鳥居啓子先生、迅速かつ的確な編集をいただいた朝日新聞社の高橋真理子さん、インタビューに応じていただいたカタリン・カリコ博士、村松浩美博士、草稿をチェックしてくれた妻、そしてツイートを拡散していただいた読者の方々に感謝します。

新型コロナの革命的ワクチン開発を導いた女性移民研究者 船引宏則

参考記事

<https://www.businessinsider.com/mrna-vaccine-pfizer-moderna-coronavirus-2020-12>

<https://www.statnews.com/2020/11/10/the-story-of-mrna-how-a-once-dismissed-idea-became-a-leading-technology-in-the-covid-vaccine-race/>