

ASCA Bulletin

April 2018
vol. 19



■ プロフェッショナルに聞く

アウトブレイクの現場から： ミッションを遂げるための情熱と覚悟

■ 最新テクノロジー紹介

機械翻訳最前線! Mike Dillinger氏へのインタビュー

■ ASCA Letter : ASCAはMTを導入します!

■ ASCA 掲示板 : メディカルライティング ~忘れちゃいけない倫理規定~

■ 科学誌 *Science* 日本人著者研究紹介 :

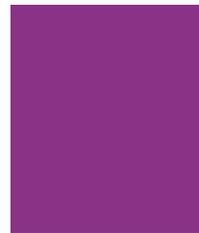
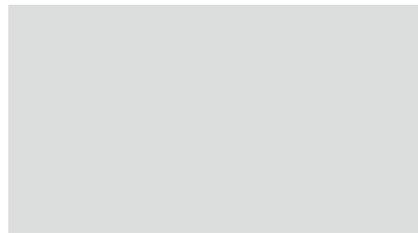
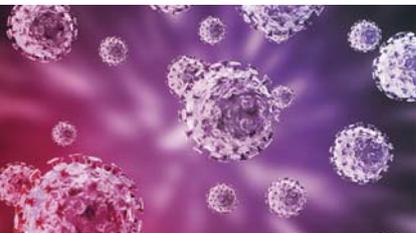
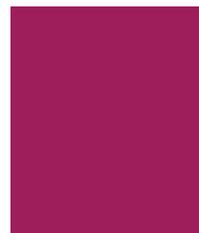
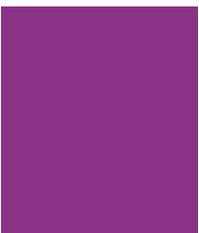
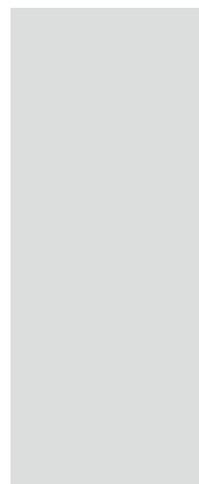
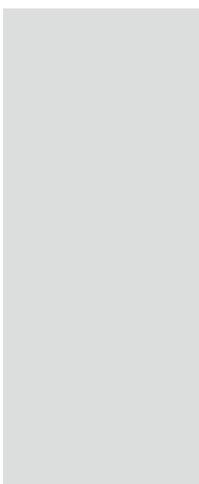
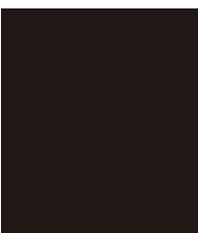
大きな力学的強度を持ちながら破断を容易に修復できる非共有結合で架橋したポリマー

アウトブレイクの現場から： ミッションを遂げるための情熱と覚悟

しんどう なほこ
進藤 奈邦子 先生

世界保健機関 (WHO) 調整管理官

大都市への人口集中による人口密度の増大と高速大量輸送の発達により、ある地域で発生した感染症が、短時間かつ地球規模で拡散しうることになっており、世界各国が協力して対策を進める必要があります。世界保健機関 (WHO) の調整管理官として活躍する進藤 奈邦子先生に、アウトブレイクの現場の様子から、インフルエンザパンデミック対策やワクチン接種の重要性まで、国内外での感染症対策の現状についてお伺いしました。



日本の感染症対策は世界一

日本には、北里 柴三郎や志賀 潔といった、ノーベル賞に値するような偉大な微生物学者がたくさんいます。戦後の日本での公衆衛生の立ち上がり方は目覚ましく、国立感染症研究所に入ったときも、本当にレベルが高いと思いましたし、WHOでもこの分野で恥ずかしい思いをしたことはありません。日本の感染症研究は世界一だと思います。

感染症対策との出会い

1996年、堺市でO-157の集団感染事件が発生しました。これは、日本の感染症法が100年ぶりに変わるきっかけとなる大きな事件でした。改正後の感染症法では強制的隔離は不可能となり、その代わり積極的に情報を提供することで患者さんに理解してもらうという方針に転換されました。当時、国立感染症研究所 感染症情報センターの長はWHO西太平洋地域事務局に勤務経験のある岡部 信彦先生でした。国民に対する情報発信や研究者と臨床医をつなぐ役割を担う感染症情報センターの重要性が増す中、私のプロフィールが適しているということで、国立感染症研究所の感染症情報センターでリサーチレジデントとして働くこととなりました。

入所後は、感染症法の改正に伴うサーベイランスの根本的な見直しに取り組み、統計学者や経済学者、モデリングの専門家と共に新たなサーベイランスシステムを構築しました。このシステムは、サーベイランスの数を把握すれば有病率までわかるような仕組みで、どこの国にもない世界一のサーベイランスシステムを構築することができました。

WHOメディカルオフィサーとして

2年間の予定で厚生労働省からWHOに派遣されたとき、臨床とラボの両方の経験を有しかつ疫学もできる専門家は私一人だったため、派遣当初から様々な現場に行くことができました。疫学の人たちは政府を通して地方の健康局にアプローチするため、何かしらの軋轢があると、なかなかデータを得られないことがあります。私の場合は直接病院に派遣されたことで必要な情報が得やすかったと思います。と言うのも、医療従事者は自分も患者に曝露してしまって自分が発症したらどうすればいいのか、家に帰ってもいいのか、家族を感染させてしまうのではないかと、皆がすごく不安になっているのに加え、ご遺体の扱いや感染患者用の病室管理はどのようにすればいいのかなど、現地の病院ではいろいろな疑問を抱えているため、WHOからの派遣者に対するデマンドがすごく大きいからです。到着すると歓迎され、即座に患者を診察でき、集中治療を行うことができました。また、検体の採取方法や処理方法などの指導だけでなく、現地の医療従事者による雑誌への症例報告をWHOが全面的にサポートすることにより、これまでの「アウトブレイクが終息したらそれで終了」のような状況が改善され、アウトブレイクで得られた情報をまとめて発表できるようになりました。それまでは、米国疾病予防管理センターの人たちが自分たちで検体を回収し、疫学を実施

し、発表してきましたが、アウトブレイクが発生した国の臨床現場の人たちが主体となって臨床での論文を出すようにしました。これがパイオニア的な仕事だったことから、WHOの正式なポジションとして設置・公募され、そのポジションに応募して採用が決まりました。感染症研究所の先生方や当時の所長の倉田 毅先生の後押しもあり、研究所を円満退職し、WHOの正式な職員になりました。

現場に寄り添う

WHOのメディカルオフィサーとして現場に駆け付ける際に気を付けている点として、その国のプライドを傷つけないように、「あなたたちができないからうちが来てやったんだ」という態度ではなく、「大変でしょう、お手伝いしますね」という態度で行くことを心掛けています。重症感染症が発生した国の中には、観光資源を主な収入源としている国もあるため、人と物の動きをなるべく止めないように、慎重に介入していかなければいけないのですが、WHOが行くとすると航空会社が飛行機をキャンセルしたり、観光客が予定をキャンセルしたりするため、当事国にとってWHOは招かれざる客となることもあります。そうした難しい状況でもうまく入って行って重症感染症の発生状況を把握し、情報を収集していかなくてはならないため、現地関係者と良好な関係を築くことはメディカルオフィサーとして重要な役割の一つです。

鳥インフルエンザやエボラ出血熱が流行したときの経験から感じるのは、流行の拡大を防いで封じ込めるために一番重要なことは医療施設での感染症対策です。医療従事者を守り、院内感染を防止するだけでなく、病院でちゃんと患者が治療を受けられるようにするということが大事だと思っています。昔のエボラ出血熱流行時の対策では、隔離をするのが隔離施設の目的で、極端な話、感染した患者のことはどうでもいいというものでした。国境なき医師団の隔離テントに入る際には、宇宙服のような感染防護服を着て、ラテックスの手袋を何重にも着用して初めて患者さんを診ることができたのですが、電気がなく暗いため患者さんの影くらいしか見えず、血圧も測れ



シンガポール、SARS病棟に入る前に高性能マスクのフィットテスト中



リベリア、ラッサ熱患者の診療中

ない状況で、結局患者さんにしてあげられることは、水分や食事を与えることぐらいでした。

病院で亡くなるとボディバッグの中に入れて運ばれるわけですが、家族の人が顔を見たいと言っても中を開けてくれません。そうすると、本当にバッグの中の遺体は自分の家族なのか疑う人も出てきて、そのうち、白人が民族のことを調べるために切り刻んでいるという変なうわさが立ち、本当に切り刻んでいないか中を見せろと言われてたこともあります。そのため、エボラに罹ってどうせ死ぬのだったら病院に行かないで家で死にたいと思う人がいても当然だと思います。2014～15年の西アフリカでのエボラ出血熱のアウトブレイクでは、患者さんとその家族と信頼関係をつくり、病院を安全で患者をちゃんとケアできる場所にしました。以前は、患者さんや接触者を追いかけて回してまで隔離していたため、皆恐れおののいて逃げていましたが、今回は病院でケアを受けられ回復することができるとわかって、患者さん自ら病院に来るようになりました。

今回のアウトブレイクでは、日本の抗ウイルス薬アビガン（ファビピラビル）が試験的に投与されました。抗ウイルス薬は感染初期に投与することが最も有効と考えられているので、患者さんの家族や接触者に曝露後の発病予防のために内服してもらうことも検討する必要があるでしょう。また、アビガン以外で試験的に投与した薬剤のうちカナダのZMapp（3種のエボラ抗体カクテル）は、エボラ出血熱に対して発病後でもある程度の効果があることがわかりました。現場の病院を情報と治療の拠点にすれば、アウトブレイクのダイナミクスが変わってくると思います。

パンデミックを防ぐために

WHOではインフルエンザのパンデミック対策の一環として、「インフルエンザウイルスの共有並びにワクチンおよびその他の利益へのアクセスのためのパンデミックインフルエンザ事前対策枠組み」を作成しました。これは、官民協力による初めてのパンデミック事前対策で、ワクチンメーカーなど製薬会社から拠出してもらった資金（約28億円）を用いて、国別にサーベイランスや診断の強化を実施し、国内でのレスポンス

対策を策定しています。

また、各地域で拠点国を指定し、ハイリスクと指定された国では重点的にパンデミック準備を進めるということを行っています。パンデミックに対する備えとして、重症呼吸器感染症のサーベイランスがあるか、病原診断ができるか、リスクコミュニケーションができるか、ということが重要となります。さらに、国によって適した媒体や情報のリリース方法、インフルエンザを広めるような生活習慣が異なるため、その国や地域の特性に応じて取り組む必要があります。

加えて、世界的にパンデミックが起こった場合を想定して、抗インフルエンザ薬（タミフルとリレンザ）の備蓄に加え、ワクチン会社と協力して、パンデミックワクチン製造用シードウイルスのライブラリを作成しています。新規のインフルエンザが発生した場合、その発生からワクチン製造までの過程をどれだけ短くできるかということを、今一生懸命やっているところです。

インフルエンザ対策：世界と日本

インフルエンザ対策に関して、日本は迅速診断、治療およびワクチン政策だけでなく、マスク着用や手洗い、学級閉鎖など、すべてがワンパッケージになっているという点で、ダントツの先進国です。特に、迅速診断をして薬を出すという点は他の先進国でもまねできません。日本が世界最大の抗インフルエンザ薬使用国となっている理由の一つに、日本社会の特性があげられます。日本では、家族の中の誰かがインフルエンザに罹ったら予防的に投与する、職場に迷惑がかからないよう一日でも早く治るために薬を処方してもらう、ということが一般的です。しかし北欧などでは、インフルエンザに罹っても大人は休業証明書をもらいに受診に来るだけとか、子どもは医者に行かず家で寝ているということがほとんどです。また、日本の場合検査から処方薬まで保険でカバーできるという保険制度も要因の一つです。

ワクチンに関しては、毎年有効率を調査していますが、年によっては特に高齢者ではワクチンがあまり効いていないことがわかりました。通常、ワクチンを接種すれば罹らないという



トルコ、トリインフルエンザ病棟で消毒作業中

意識があると思うのですが、インフルエンザワクチンはそういう意味では不完全なワクチンで、重症化と死亡を防ぐワクチンという位置付けになります。ワクチンを接種しても高齢者では重症になってしまう人もいます。公衆衛生学的にはワクチン接種により死亡者数が減少すると説明できるのですが、患者さんに対して「重症にならなくて、この程度で済んでよかったんですよ」と説明しても、納得してもらえないことが多いです。ワクチン接種により重症化や死亡が抑制されるものの、老人ホームなどでインフルエンザが流行すると、高齢者の方が多数亡くなってしまいうため、海外でも抗インフルエンザ薬の重要性が増してきています。そうした中で、日本だけが抗インフルエンザ薬を4剤（タミフル、リレンザ、ラピアクタ、イナビル）持っており、さらに、政府でアビガンを備蓄していることから、たとえ耐性ウイルスが発生しても日本は打つ手を持っていることになります。

国民の健康はワクチンで守られている

「日本国民の健康はワクチンで守られており、ワクチンをやめることはできない」ということを理解してほしいと思います。病気が流行っていないのはワクチン政策がうまくいっているためで、病気自体はなくなっていないということを皆が知らなくてはいけない。そのため、医師や公衆衛生担当者、報道機関の人たちが、声をそろえて時折その事実を思い出させないといけないのです。確かに、ワクチン接種で副作用が出てしまうことがあります。例えば、200万人に1人しかいないような重症の副作用が出たとします。公衆衛生学的な観点では、その子どもに副作用が出たけれども、何千人という子どもたちが実は重症の合併症から守られているとも言えます。公衆衛生というのは皆で健康になりたいという団体意識であり、副作用が出た子どものおかげで皆健康でいられるのだと考えなくてはならないのです。そのため、重症の副作用が出た子ども

とその家族を社会で支えなくてははいけません。残念ながら副作用がまったくないワクチンはなく、それでもそのワクチンによって多くの命が救われているのも事実なのです。だからこそ、ワクチンによる副作用に関して厚生労働省を責めるのではなく、保障制度を整備して、副作用により障害が残ってしまった子どもを一生社会で守っていくようなシステムを構築し、そうした意識を国民の間で共有する必要があると思います。

仕事を成し遂げるため

仕事を通じて国内外で素晴らしい機会を得ながら2人の子どもと一緒に成長することができました。目の前のことに夢中で取り組むうち、チャンスに恵まれ、何人もの先輩や仲間をサポートしていただきました。仕事と家庭のどちらか、という選択でなく、本当に好きなことを諦めない姿勢が、人生を拓いていくと思います。



インドネシア、鳥インフルエンザ患者が最初にかかった地域医療センターを訪ねる



しんどう なほこ
進藤 奈邦子 先生

高校生の頃、弟を脳腫瘍で亡くしたことから医師になることを志す。1990年東京慈恵会医科大学卒。その後渡英し、ロンドン大学キングス・カレッジ・ロンドン・セント・トーマス病院、およびオックスフォード大学ラドクリフ病院にて外科、血管外科、脳神経外科臨床研修。1998年国立感染症研究所 感染症情報センター勤務。2002年WHOへ派遣、SARSや鳥インフルエンザなどのアウトブレイク対策を担当。2012年より現職。

インタビューを終えて

一刻を争うであろう感染症対策においても、現地の人びとに一方的な指示を出すのではなく、まずお気持ちを配慮されることなど、ご発言のすべてに「一番苦しんでいる患者様とそこへご家族に寄り添う」という先生の強い信念を感じました。2人のお子様を持つ母親でもある先生は、子育てと、こんなに大きな仕事の両立も成し遂げてこられました。困難があっても志を貫く姿勢こそプロフェッショナルです。自分の覚悟次第で人生の可能性はいくらでも広がると学ばせていただきました。

機械翻訳最前線!

Mike Dillinger 氏への インタビュー

Part 2



MTは翻訳者のための生産性向上ツールである

前回に引き続き、昨年名古屋大学で行われた機械翻訳の世界会議「第16回機械翻訳サミット (MT Summit XVI)」の中心人物であったMike Dillinger氏のインタビューから、機械翻訳の最新の情報をお届けします。今回のPart.2では、MT (Machine Translation) と人間がどうやって関わっていくべきかについて、お話ししていただきました。

機械翻訳 (MT) を進めていくうえで、取り組まなければならない真の問題は何でしょうか。

現在MTを使用している人たちの多くは、MTをカスタマイズする必要があること自体を知りません。カスタマイズとは、分野ごとのみならず、文書の種類、使用目的に合わせ、表現や用語を適切に処理できるように現場でチューニングする作業のことです。これはMTをつくるエンジニアではなく、実際に翻訳に携わる人が行う必要のある作業です。これがないと、ポストエディットに膨大な手間がかかってしまいます。カスタマイズされていないMTによる訳文を、そのままポストエディットする翻訳者に渡し、「さあ直してください」というのは、MTの誤った使い方です。翻訳者はそんな仕事は断ってしかるべきです。そのためにも、翻訳者自身が良いMTと悪いMTの違いを学ぶ必要があります。

大切なポイントは、多くの翻訳者が一度も試したことがないまま、MTを拒否していることです。私たちは、翻訳者が無駄に時間を費やしたり、損をしたたり、納期を逃したりすることなく、MTを試し、慣れてもらう方法をみつけねばなりません。依頼者によっては、ポストエディットを翻訳者に依頼するときに、過剰な要求をしてしまうことがあります。これでは翻訳者がMTを使いたがるはずがありません。

15年ほど前、私はMTをCATツール¹⁾に統合させるプロジェクトを率いました。これは、翻訳者が使い慣れたツール環境でMTを使用することができる最初のプロジェクトでした。残念ながら商業的には成功はしませんでした。誰も利用しなかったのです。しかし、アイデア自体はとても良いものだったと思います。というのも現在では、多くの翻訳ツールにこの機能が付いているからです。

MT技術を翻訳者の仕事に組み込んでいく応用研究に、多くの投資が行われればいいのですが。

まず翻訳者の生産性向上ツールとしてのMTについての話をします。翻訳者の代わりとしてMTが存在するわけではありません。MTは、生産性向上ツールとしてより良く機能する必要があり、そのためには、もっと応用研究が必要なのです。

私は「Hybrid Intelligence」と名付けた一種の技術統合についての話をよくします。現在、機械知能 (Machine Intelligence) と人間がもつ経験を統合する研究はほとんどありません。私は最近、機械学習 (Machine Learning) のエンジニアと仕事をしています。彼らは、様々な会社で、問題を解決するためのコアテクノロジーを開発しています。しかし、彼ら以外の機械学習の専門家でない人たちが、そのテクノロジーを利用し応用することができるような環境をつくることにはまったく投資が行われていないのが現状です。少数の優秀な機械学習のエンジニアだけでは、全体の進歩は阻害されてしまうのです。翻訳でも同じ状況が起こっていると云えます。MTの技術自体については非常に多くの研究が行われています。しかし、翻訳者がこの技術にアクセスし、簡単に使えるようになることには、ほとんど努力が払われていません。技術のエキスパートではない人びとに、もっと使いやすくすることがどれほど大切かを理解してもらうため、私はこの話を繰り返し続けているのです。繰り返し話せば、誰かが聞いてくれるでしょう。

2017年、素晴らしいことがありました。「マシンティーチンググループ (Machine Teaching Group)」²⁾ と呼ばれる新しいグループが立ち上がったのです。彼らは、機械学習 (Machine Learning) グループとは区別され、機械学習エンジンのコアを取り巻く環境の構築をどうするか、人がコントロールでき改善も可能な環境をどう構築するのかを世に問いかけてきました。

このグループは、ユーザーの視点から技術を見る人たちの発想から生まれてきたのだと思います。エンジニア視点から生まれてきたものではありません。

これが、MTをつくるのに必要なアプローチであり、絶対的に優先されるべきです。私がHybrid Intelligence翻訳と呼ぶものは、最高のMT技術と、最高の人間の翻訳者を組み合わせる方法を見つけるためのアプローチなのです。

私たちが現在使用しているポストエディットモデルは、まだあまりうまく機能しているとは言えず、スタート地点にすぎません。現状のポストエディットのプロセスでは、MTが単独で出力した翻訳を、後で翻訳者が修正するのです。機械が同じ間違いを繰り返しても、翻訳者自身が直接機械にエラーを指摘して機械に修正させることはできないのです。人間の翻訳者が、すべてのエラーを繰り返し修正することになります。ここに翻訳者とMTの効果的な相互作用はありません。私たちは、MTをその場でコントロールすることができませんし、MTを自分の手で「操る」こともできないのです。想像してみてください。車の自動運転の実験で、1日に一度しか運転の制度を修正できないとしたら、車はたびたび事故を起こし、改良は進まないでしょう。これが、ポストエディットが置かれている現状なのです。

カスタマイズ可能なMT (Adaptive MT) は、翻訳者にMTのコントロールを可能にし、技術と相互作用するためのより良いアプローチです。たとえば、Lilt (lilt.com) 環境下では、翻訳者が訳文を修正することで、MTに新しい情報を直接教えることができます。そのため訳文の後半部分では、同じ間違いは起こりません。システムが翻訳者のインプットをすぐに学習し、継続的に改善するからです。これは、私の言う「Hybrid Intelligence 翻訳」に向けての重要な第一歩です。

ただ、ニューラルMTは、翻訳者によるコントロールをより難しくする可能性があります。と言うのも、ニューラルMTがどのように機能しているか理解しにくいからです。一方、フレーズベースである統計的MTは、機能がよりわかりやすいため、Adaptive MTとして適しているという側面もあるかもしれません。

MTの使用を推進するため、どのような議論ができるでしょうか。 我々の社会や産業にとってMTの利点は何でしょうか。

医薬業界は面白い例です。私はMTを「日本語から日本語」への翻訳に、つまり医薬業界用の専門的な日本語から、普通のわかりやすい日本語へ翻訳するのに使用できると考えています。

医療情報の多くは、医薬専門英語でのみ書かれています。これは、公衆衛生上の大きな問題です。もし医療情報が正確に理解できなければ、人が亡くなることもあるでしょうし、治療について間違った判断をしてしまうかもしれません。しかし専門的な医療情報は膨大すぎて、人の手ですべて書き直すことはできません。この重要な情報を理解可能にするため、MTは絶対に必要なのです。

治験についても同様です。治験の研究は時として、低賃金で法規制がそれほど厳しくない、英語も日本語も話されていない国で行われます。多くの情報を、その他の言語で翻訳するだけでなく理解できるようにすることは、とても重要なのです。

同じことは、マニュアルなどの技術文書でも起こっています。テクニカルライターは、技術にも慣れ親しんでいるため、読者を自分と同じレベルに想定してしまうことがあり、難解な文章に読者の理解が追いつかないことがあります。

つまり、いかに文章が正しく書かれていても、理解されない場合があるということです。だから誰も製品マニュアルを読まなくなります。私が行った実験では、ユーザーは製品についての情報が読みにくいと、その製品に使いづらさを感じてしまうため、製品の売り上げが下がることがありました。

同じ問題が、日本語の文章でも起こっていると考えられます。

MTを使用することにより、大量の技術的な難解な文書を、理解しやすい文書に書き換えることが可能となるでしょう。

〈脚注〉

- 1) CAT ツール (Computer-Assisted Translation tool) 翻訳支援ツール。過去の対訳ベースを参照しながら、翻訳作業を可能にするソフトウェア。代表的なものに、SDL Trados、MemoQ などがある。
- 2) Machine Teaching Group Microsoft が 2017 年 7 月に立ち上げたグループ。
(<https://www.microsoft.com/en-us/research/group/machine-teaching-group/>)



Mike Dillinger, PhD

LinkedIn Manager、米国機械翻訳協会元会長

今回のインタビューでは、コアとなるのはMTではなく、それを制御する翻訳者であることがわかりました。そして、翻訳者にいかにMTを使ってもらうかを考える必要があり、そのためにはどうやってユーザーが使いやすい環境を構築するかが重要であることを学びました。



科学誌 *Science* に論文が掲載された日本人著者に、論文の内容、普段の研究内容についてわかりやすく解説していただきました。

人肌温度での圧着で修復する
硬いプラスチック

大きな力学的強度を持ちながら破断を容易に修復できる 非共有結合で架橋したポリマー

Mechanically robust, readily repairable polymers via tailored noncovalent cross-linking

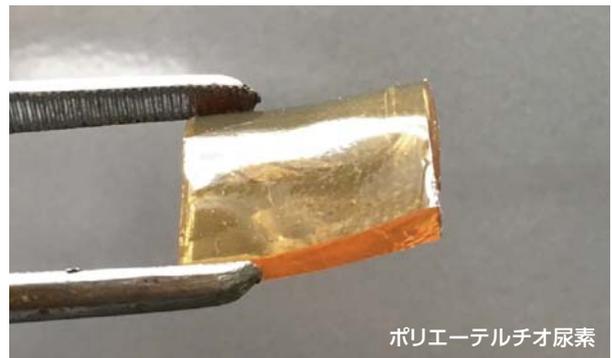
Science 5 Jan 2018: Vol. 359, Issue 6371

理化学研究所 創発物性科学研究センター、東京大学 工学部 化学生命工学

相田 卓三 教授

自己修復は持続性社会の実現に重要な目標。人肌温度で自己修復するゴムなどの軟材は知られていましたが、原理的に無理だと考えられていた「ガラス状の硬いプラスチック」で初めて人肌温度での自己修復を可能にしました。

科学は発見によって思いもよらぬ方向に、そして不連続に進みます。思いもよらないので、多くの場合そのきっかけに気がつきません。発見に遭遇するには? この問いにLouis Pasteurは「Chance favors the prepared mind (何かがかきと起ころと期待して日々努力することが重要)」と答えています。天才ならでのメッセージですね。めがねのフレームが折れても、破断面を押し付けると室温できれいに修復しすぐに使える: これは大きな驚きではありませんか。フランスのLudwick Leibler博士が2008年に「破断しても破断部位を人肌温度で押し付けておくと修復するゴム紐」を発表して話題を集め、世界のあちこちで類似研究が生まれました。しかし自己修復する硬いプラスチックの例はありませんでした。それはこの考えが既存の原理では非常識であり、誰も作ろうとは思わなかったからです。鎖が長い非晶性ポリマーが形成するガラス状プラスチックは大変硬いのですが、それは構成しているポリマー鎖が



ポリエーテルチオ尿素

絡み合ったまま凍結しているからです。なので、一旦破断すると凍結状態の長い鎖を再び絡ませることは難しく、修復できません。「硬いのに修復できるポリエーテルチオ尿素」の物性を掘り下げていくことでわかったことは、水素結合のような可逆的な結合で短いポリマー鎖を密につなぎ合わせることで長いポリマー鎖に似た振る舞いをさせることができ、硬いガラス状プラスチックが得られるということです。しかし、破断面を圧着させておくと、硬くても水素結合が圧着部位で解離し、ポリマー鎖はもともとの長さになり、その結果、流動性を獲得して相互介入するようになります。圧着をやめると水素結合が再生して鎖は長くなり、融合した破断面が再びガラス状に凍結します。多くの水素結合形成は材料を結晶化させ脆弱にしますが、チオ尿素が形成する水素結合は非線形なので「高密度でも材料の結晶化を誘起しない」という希有な特色を持ち、我々に幸運をもたらしました。加えて、チオ尿素と組み合わせたエーテル結合が破断面でのポリマー鎖の相互介入を容易にしていることも明らかになりました。ポリエーテルチオ尿素はまさにスイートスポットだったわけですが、我々がこのポリマーを合成したのは、生医学応用のためのグアニジン分子糊の合成前駆体としての目的です。「何か変だな」と思わなければすぐさま次の反応を行い、素材としての面白さに気が付くことはなかった、つまり自己修復樹脂ガラスは誕生しなかった、かもしれません。



左から、大黒 耕 工学博士、南怡 伶 修士課程学生、柳沢 佑 工学博士、相田 卓三 教授

ASCA × *Science*

ASCAは、*Science*を発行する米国科学振興協会 (AAAS) からの委託により、翻訳、広告代理店業務、カスタマーサービスなど多岐にわたるサービスを提供しています。

ASCAが翻訳しているサイエンス日本語ホームページはこちら! www.sciencemag.jp

Science、*Science Signaling*、*Science Translational Medicine*に掲載された最新の研究論文を日本語タイトルから簡単にご確認いただけます。