

他人や天がもたらす偶然

轟 眞市 (物質・材料研究機構 主席研究員)

1. はじめに

きっかけは、今年の3月中旬に受け取った1通のEメールだった。差出人は、本学会のセレンディピティ創造科学ネットワーク専門委員会を取りまとめている森田昇先生だった。

筆者が15年前に執筆した記事「偶然を呼び寄せてセレンディピティを発揮するには」¹⁾を読んでくださって、講演をしてもらえないかとのことだった。そんな昔の書き物が縁でお声が掛かるとは思ってもみなかったが、メールを拝読するに、その記事の中で取り上げた「采配の三角形」という概念がお気に召したようだった。

辞退する理由などない。そもそもその記事の中で、「他人のもたらす偶然は、人を動かすプレゼンテーションを实践することでもたらされる」と説いたのだから、この機会を逃す手はない。直ちに、お引き受けしたいとお返事を差し上げたら、本誌の連載講座への投稿も提案された。そんな訳で拙稿を掲載していただくことになった。

セレンディピティの本来の意味は「当てにしていけないものを偶然にうまく発見する才能」である²⁾。研究開発においては、飛躍的発展の契機になりうるものとして注目されているが、インパクトの大きさを問わなければ、誰もそういう経験はしているに違いない。筆者のたわいもない経験を共有していただくことで、読者の方々がセレンディピティについて考える機会を増やすことにつながれば幸いである。

講演と連載の題名は、旧タイトルに「新」をつけることにした。先の記事では、20年前に偶然始めた研究を下敷きに話を展開させたのだが、今でも通用する内容になるよう取捨選択して仕切り直したかったからである。

2. 偶然に恵まれた20年前の研究

2.1 光ヒューズ

当時アラフォーだった筆者は研究に行き詰まっていた。大学院でガラス材料を、就職した企業の研究所で光ファイバを取り扱った経験を活かそうと、両者を組み合わせる装置を手作りで組み上げた。図1に示すような、向かい合わせに配置した2本の光ファイバをガラス融液に差し入れてすくい上げ、自然冷却で固めるものである。ガラス部分に機能をもたせれば、新しいデバイスが作れるかもしれない。しかしこれは、冷静な目で見れば筋が悪すぎる。2つのガラス材料の熱膨張率差が大きく壊れやすいし、ガラス部分に光閉じ込め構造がない。

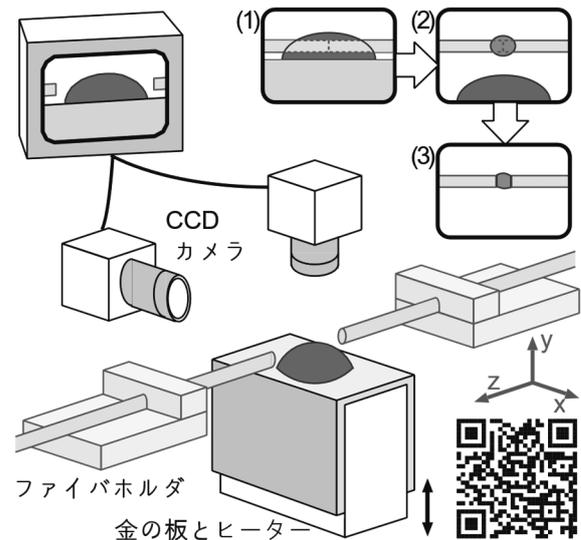


図1 一対の光ファイバの間にガラス融液を挟み込む装置³⁾⁴⁾と、その動作ビデオへのURLが得られるQRコード。

ところがある日ひらめいた。壊すことを目的にすれば簡単に動作する。光が流れすぎると切れてしまう光ヒューズだ⁵⁾⁶⁾。結局実用化には至らなかったが、これが当時、次の偶然を引き寄せてくれたのだった。

2.2 超高速カメラ撮影の提案

飛び込みの営業マンが訪ねてきて、光ヒューズのポスターを指差して声を張り上げた。「この現象、我が社のカメラで撮影してみてください！きっと面白いことがわかるはずですよ。」その瞬間、筆者は別のことを考えた。ファイバフェーズという現象⁷⁾⁸⁾を撮影した方が、インパクトがある。この目で見たことはないけれど、強い光でシリカガラス製の光ファイバが連鎖的に破壊される現象だ(図2および本記事末尾の筆者写真参照QRコードで示した動画もご覧ください)。準備ができれば連絡すると約束して、ファイバフェーズを発生させる方法を模索し始めた。

論文の記述によれば、数Wのファイバレーザーの射出端付近を熱すると、突然眩しい輝点が現れ、光源方向に移動し始めるのだという。試行錯誤ののち、無事現象を再現することができた。紆余曲折を経て撮影に成功し、その翌月に開催される国際会議のポストデッドライン投稿にだめもとで応募したところ、あっさり採択されて驚いた⁹⁾¹⁰⁾。発表を終えて部屋を出

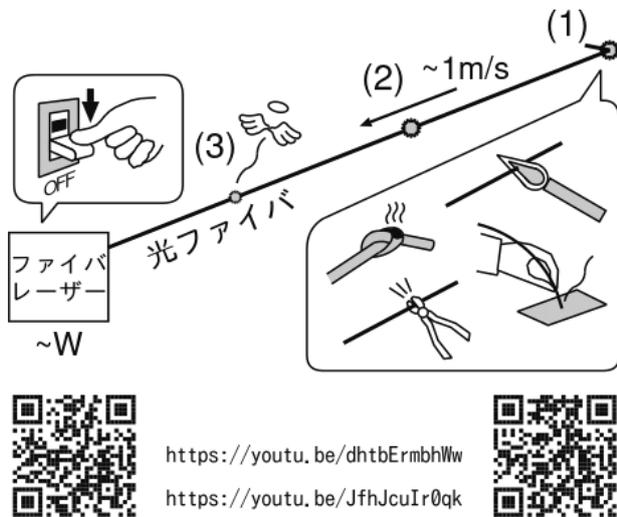


図2 ファイバフェーズの(1)発生、(2)伝搬、および(3)消滅の位置関係と、ビデオ映像へのURLが得られるQRコード。レーザー光の伝搬方向とは反対に移動する。

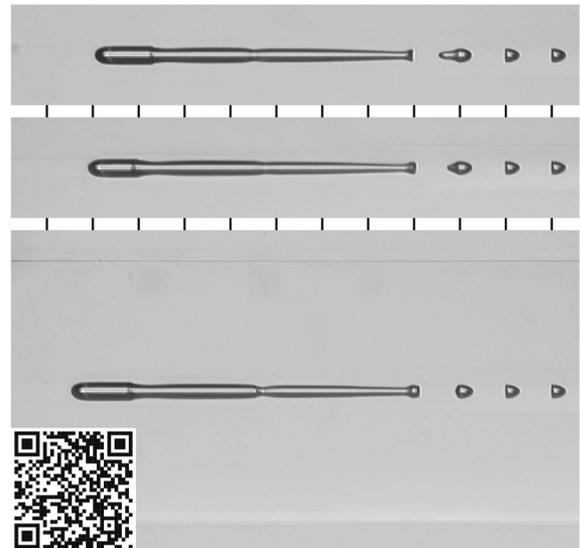


図3 ファイバフェーズに供給しているレーザー光を瞬断したときに残る空孔列と、それを元にしたアニメーションのURLが得られるQRコード。

ると、この分野の重鎮が待ち構えていて、「君の論文、ほかの審査員の点は低かったが、私が強硬に推したんだ。」と教えてくれた。彼らの研究グループも同様の成果を得ていたのだが¹¹⁾、筆者の方がわずかに早かったので花を持たせてくれたのだった。

この顛末を読み物にまとめてある業界誌に投稿し¹²⁾、例の営業マンに報告したら、社長にまで話が伝わり、継続的な協力が得られることになった¹³⁾。

2.3 運を天にまかせた実験で査読突破

ファイバフェーズによって破壊された光ファイバには、奇妙な形(弾丸状)の空孔列が残されている¹⁴⁾のはよく知られていたことだったが、その原因について説得力のある説明は提案されていなかった。その後研究を進めていくうち、この弾丸の形が現れる理由が説明できる間接的証拠を見つけることができた。

ファイバフェーズを発生させた後、図2(3)に示したようにレーザーを瞬断し、輝点が消滅した場所の損傷形状を観察すると、先頭に細長い空孔があり、その背後に弾丸状空孔列が並んでいた(図3参照)。同じ条件で撮影した複数の写真を比べると、相互に微妙な違いがあり、並べ替えるとバラバラマンガのようなアニメーションが出来上がった(QRコードの動画¹⁴⁾参照)。先頭の空孔の尻尾が切り離され、押しつぶされて弾丸の形になるのだ。

投稿した論文の査読結果は厳しいものだった。「レーザーを瞬断した際の減衰時間に言及せよ。損傷が冷えて固まるまでの時間が十分短いことを示せ。」それを測定する装置は持っていない。でも、あのカメラを再び借りることができたら、消える瞬間を撮影できるかもしれない。ありがたいことに、2時間だけ使わせてもらう手配がついた。しかし冷静に考えると、狭いカメラの視野に輝点が入ったと同時にレーザーを手動で瞬断しなければならぬ。それも1/100秒の精度で。例えて言うなら、真剣白刃撮りだ¹⁵⁾。

撮影当日、気負うことなく淡々と実験を進めた。7回目の撮影を確認している時、画面の端から現れた輝点が視野を横切り始めてすぐに、フッと消えた。減衰時間を算出し、無事論文を出版することができた¹⁶⁾。

3. 采配の三角形

これら3つのエピソードのうち、最初の話はセレンディピティの典型例と言えるだろう。次の話も、ファイバフェーズの撮影を最初から当てにはしていなかったが、最終的な到達点に向けて次々と自分以外の方々が手を差し伸べてくれた。最後の話は、減衰時間の算出を当てにしていたものの、自分の力だけでは到達できる保証のない試みに、天が味方したかのような偶然が起こった。

偶然は呼び寄せられるのか?これを考察するために、采配の三角形なるものを考案した¹⁷⁾(図4参照)。偶然をもたらしてくれた三者(己・人・天)の寄与率を主観的に分析するた

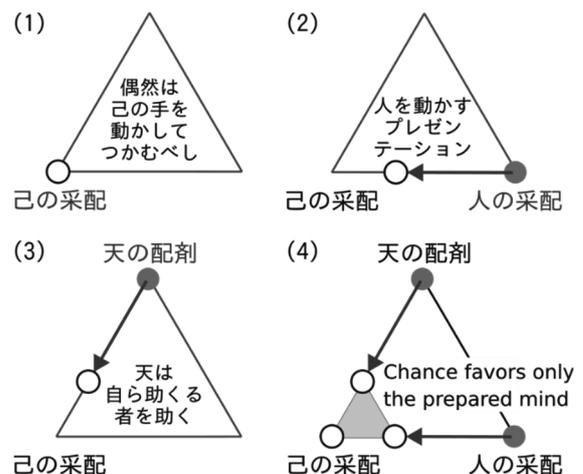


図4 采配の三角形。

めの三角図である。最初の話は、手を動かしているうちにアイデアがひらめいた。図 4(1)の白丸に示すとおり、偶然をつかむ寄与率は自分 100%である。

では、他人がもたらしてくれた偶然については、自分の寄与は皆無なのだろうか？筆者の 2 番目の話に関していえば、答えは「否」である。研究発表のポスターを飛び込みの営業マンでも理解できるように作成したこと、応募原稿を入念に書いたら、審査員が私情をはさまず推薦してくれたこと、それをまとめた読み物がカメラメカの社長の目に止まり継続的な協力につながったこと。自分が情報発信したことが独り歩きして、予期せぬ人々からの協力につながった。人を動かすプレゼンテーション¹⁸⁾を心がけることで、他人のもたらす偶然は呼び寄せられると思う。図 4(2)の白丸のように、自分の寄与率を高められるのだ。

最後の天がもたらす偶然については、筆者のたった 1 つの事例だけで語らざるを得ないので、諺や名言を援用しよう。自ら手を動かし、人を動かすプレゼンテーションを心がけていれば、「天は自ら助くる者を助く」となるのではないか(図 4(3)の白丸)。そういった精進を積み重ねることが、フランス人生理学者のパスツールの言葉「幸運は用意された心のみに宿る」(図 4(4))につながるのではないか。

4. 他人のもたらす偶然を呼び寄せる手段

それを知るには、自分が発表したものを一人歩きさせ、それに接した人に何か行動を起こしてもらうには何をすべきか、を考えなければならない。インターネット上のサービスをうまく使うことがその早道であろう。筆者のその後のファイバフェーズ研究において効果的だったのは、インターネット上でのセルフアーカイブと動画公開¹⁹⁾であった。

4.1 セルフアーカイブ

研究開発を進めるうえで、我々はさまざまな文書を執筆し発表する。出版社が著者に許諾する範囲において、著者自らがインターネット上に対応するファイルを公開することがセルフアーカイブである。現在では、研究機関が機関リポジトリと呼ばれるサービスを運営しているので、そこで公開するのが一般的である。20 年前にはそんなサービスはなかったので、筆者は個人のホームページで公開していた。その後、所属組織が機関リポジトリを立ち上げたので、そちらに引っ越した。参考文献に掲げた筆者による日本語の記事のほとんどは DOI (Digital Object Identifier) が付与されているので、簡単に文書ファイルに到達することができる。それらには、上述した 3 つのエピソードの詳しい内容が書かれているので、ご興味のある方はご参照いただくと幸いです。

カメラメカ社長にまで伝わった筆者の読み物¹²⁾は、その後別の業界誌の編集者の目に止まり、連載記事⁹⁾⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾を依頼されるに至った。それを再び例の営業マンに報告すると、次の撮影協力につながった。機会が機会を呼ぶこの連鎖は、最終的に冒頭で言及した記事¹⁾の執筆につながった。筆者はさらに、それらの読み物のいくつかを英訳してセルフアーカイブし

ておいた²⁰⁾。それがインターネット上での動画公開と組み合わせ、外国の読者の目に触れることになった。

4.2 動画公開

2006 年秋、筆者はあるオンライン動画共有プラットフォーム¹⁹⁾の存在を TV 番組で知り、興味を持った。早速手元にあった短い実験動画を投稿してみると、翌朝米国から、ファイバフェーズに関する質問メールを受けとり驚いた²¹⁾。その 1 年半後のある日、ファイバフェーズの動画にスペインから 1 日 150 件ものアクセスが殺到したのを発見した。検索してみると、スペイン語で書かれた科学技術ブログ上で紹介されていることがわかった。例の英訳記事に対しても、「とても興味深い読み物だ」とコメントしていただいた。その翌年には、米国を中心に 1 日 1000 件ものアクセスが集中することもあった²²⁾。

こういったことの積み重ねで、時折海外の知らない人から質問のメールを受け取ったり、学術雑誌の査読依頼が頻繁に舞い込んだりして、ひとりでの最新情報が集まってくるようになった。10 年経った節目に、薄いながらも単行本を出版することもできた²³⁾。

5. 次の発見

2013 年の初夏、日本の若手研究者からメールを受け取った。高分子製光ファイバで実験をしていたら、ファイバフェーズと見かけがそっくりな現象を偶然発見したので論文を投稿したところ、帰ってきた査読に独力で対応するのが困難とわかったので、協力をお願いしたい、との内容だった。確かに見かけは似ているが、供給するレーザー光が 1 桁小さい、輝点の移動速度も 2 桁小さい。起点が通過した後の損傷は、あたかも炭化したかのような黒い線となっている。シリカガラス製光ファイバで見られる現象とは全く異なっているのは明らかだ²⁴⁾(表 1 参照)。

表 1 高分子製光ファイバにおけるファイバフェーズ現象を撮影したビデオ映像への URL が得られる QR コード。



Ultra-slow fuse propagation in polymer optical fiber

http://youtu.be/t0k_B6EOQhg

メールでのやり取りを重ねて追加実験なども提案し、再投稿などのプロセスを経て、翌年 1 月に第一報を出版することができた²⁵⁾。

6. おわりに

以上述べてきた筆者の経験を、セレンディピティにからめて総括するならば、自ら手を動かして「当てにしていけないものを偶然にうまく発見する」以外にも、他人や天のもたらす偶然を呼び寄せて発見につなげる方法はある、人を動かすプレゼンテーションを常に心がけ、その内容が独り歩きして不特定多数の人に伝わるよう情報発信に力を入れること、となる。

本稿で紹介した内容の大半は 10 年以上前のものなので、

具体的なノウハウとしては古びたものになっているかもしれない。しかし、その本質に目を向けてほしい。自分の仕事が他人を刺激して、偶然に思えるような協力が得られるようになるには、何をすべきか。筆者がかつて、インターネット上でのセルフアーカイブや動画公開に手をそめたのは、あらかじめその効果を予測できたからではない。おもしろそうだからやってみよう、と手を動かしたに過ぎない。興味が湧いたものであれば、続けるのにも苦にはならない。手を動かし続ければ、采配の三角形において自己の寄与率を高めることができる。

加えて、筆者が手を動かし続けることのできた原動力のひとつに、ソフトウェア・プログラミングがある。図1に示した手作り装置を自在に動かす装置制御、図3に示したような多量の写真に対する画像解析、原稿執筆やスライド作成に必要な繰り返し作業を省力化するためのプログラミングなど、単純に面白かったから続けることができた。(現在では幅広く普及している技術かもしれないが、十年以上前はそれほどでもなかった。)そしてその有益性に気がついたがゆえに、新たなソフトウェアツールの登場を知ると、とりあえず触ってみて有用そうなら取り入れる、という習慣がついた。本稿が刺激となって、読者の方々がセレンディピティを発揮することにつながれば幸いである。

残り2回の連載では、筆者が人を動かすプレゼンテーションを実践するのに役立つと考える2つの事項を解説する。筆者が身につけた「プレゼンテーションの型」と、研究紹介ビデオを筆者が自ら手を動かして完成させた作業録である。

7. 謝辞

本連載記事をまとめるにあたり、数えきれない方々のご支援・ご協力をいただきました。ここにその一部の方々のお名前を挙げることで、感謝の気持ちを表したいと思えます。

森田昇先生、藤原巧先生、花香和秀氏、

Prof. Evgeny M. Dianov, Prof. Sergei I. Yakovlenko,

長谷部あゆみ氏、津田直樹氏、

谷藤幹子氏、高久雅生先生、田邊浩介氏、

水野洋輔先生、宗木政一氏、荒木弘氏、

小林隆司氏、中山知信氏。

ありがとうございました。

8. 参考文献

- 1) 轟 眞市: 偶然を呼び寄せてセレンディピティを発揮するには, 応用物理, 78, 7 (2009) 668, doi: 10.11470/oubutsu.78.7_668.
- 2) 澤泉 重一: 偶然からモノを見つけ出す能力—「セレンディピティ」の活かし方, 角川書店 (2002).
- 3) S. Todoroki, A. Nukui and S. Inoue: Formation of optical coupling structure between two ends of silica glass optical fibers by inserting tellurite glass melt, J. Ceram. Soc. Japan, 110, 5 (2002) 476, doi: 10.2109/jcersj.110.476.
- 4) S. Todoroki and S. Inoue: Low loss optical coupling structure between two ends of silica glass optical fibers by inserting TeO₂ melt, J. Non-Cryst. Solids, 328 (2003) 237, doi: 10.1016/S0022-3093(03)00528-3.
- 5) S. Todoroki and S. Inoue: Optical fuse by carbon-coated TeO₂ glass segment inserted in silica glass optical fiber circuit, Jpn. J. Appl. Phys., 43, 2B (2004) L256, doi: 10.1143/JJAP.43.L256.
- 6) 轟 眞市: 光ファイバの開発—偶然に手を動かして掴むもの, 工業材料, 55, 2 (2007) 92, doi: 10.46297/nims.1376.
- 7) R. Kashyap and K. J. Blow: Observation of catastrophic self-propelled self-focusing in optical fibres, Electron. Lett., 24, 1 (1988) 47, doi: 10.1049/el:19880032.
- 8) D. P. Hand and P. St. J. Russell: Solitary thermal shock waves and optical damage in optical fibers: the fiber fuse, Opt. Lett., 13, 9 (1988) 767, doi: 10.1364/OL.13.000767.
- 9) S. Todoroki: In-situ observation of fiber-fuse propagation, Proc. Of the 30th European Conf. Optical Commun., Stockholm, Sweden, (2004) Th4.3.3.
- 10) S. Todoroki: In-situ observation of fiber-fuse propagation, Jpn. J. Appl. Phys., 44, 6A (2005) 4022, doi: 10.1143/JJAP.44.4022.
- 11) I. A. Bufetov and E. M. Dianov: Optical discharge in optical fibers, Physics-Uspekhi, 48, 1 (2005) 91, doi: 10.1070/PU2005v048n01ABEH002081.
- 12) 轟 眞市: 先んずれば人を制す, 写真撮らばファイバフューズ, 電気ガラス, 35 (2006) 14, doi: 10.46297/nims.1373.
- 13) 轟 眞市: 世界初の超高速撮影—人を動かすプレゼンテーション, 工業材料, 55, 3 (2007) 92, doi: 10.46297/nims.1378.
- 14) S. Todoroki: Origin of periodic void formation during fiber fuse, Opt. Express, 13, 17 (2005) 6381, doi: 10.1364/OPEX.13.006381.
- 15) 轟 眞市: ファイバフューズの真剣白刃振り—天は自ら助くるものを助く, 工業材料, 55, 4 (2007) 97, doi: 10.46297/nims.1379.
- 16) S. Todoroki: Animation of fiber fuse damage, demonstrating periodic void formation, Opt. Lett., 30, 19 (2005) 2551, doi: 10.1364/OL.30.002551.
- 17) 轟 眞市: 試論: 偶然を呼び寄せる技術, 研究開発リーダー, 5, 3 (2008) 10, doi: 10.46297/nims.1391.
- 18) 杉田 敏: 人を動かす! プレゼンテーション—心をとらえるコミュニケーションの技術, PHP 研究所 (2005).
- 19) YouTube
- 20) S. Todoroki: Two serendipitous episodes — How I embarked on fiber fuse research, (2007) <https://hdl.handle.net/20.500.11932/33124> (文献12と15の英訳).
- 21) 轟 眞市: セレンディピティを高めるプレゼンテーション技術(6) インターネットの活用, 工業材料, 56, 3 (2008) 82, doi: 10.46297/nims.1387.
- 22) 轟 眞市: ファイバフューズの動画に突然注目が集まった事の顛末, マテリアルインテグレーション, 22, 11 (2009) 67, doi: 10.46297/nims.1410.
- 23) S. Todoroki: Fiber fuse — light-induced continuous breakdown of silica glass optical fiber, NIMS Monographs, Springer Japan (2014), doi: 10.1007/978-4-431-54577-4.
- 24) 水野 洋輔, 田中 宏樹, 中村 健太郎, 林 寧生, 轟 眞市: プラスチック光ファイバフューズ現象の観測, 光アライアンス, 27, 5 (2016) 15.
- 25) Y. Mizuno, N. Hayashi, H. Tanaka, K. Nakamura and S. Todoroki: Observation of polymer optical fiber fuse, Appl. Phys. Lett., 104, 4 (2014) 043302, doi: 10.1063/1.4863413.

轟 眞市(とどろき しんいち)



物質・材料研究機構 電子・光機能材料研究センター 主席研究員。京都大学で学位を取って日本電信電話株式会社に5年在籍の後、現在の所属の前身である無機材質研究所に入って26年が経過。研究対象はガラス材料から光ファイバにシフト。大学時代から研究プロセスにコンピュータを高度に活用することを追求していくうちにソフトウェア・プログラミングにも習熟。フリーソフトウェアを最大限活用して、お金をかけずに目的を達成することに喜びを見出している。(次回に続く)

- ・光材料に関する研究開発・広報業務 (動画英訳担当)
- ・〒305-0047 茨城県つくば市千現 1-2-1 / TODOROKI.Shin-ichi@nims.go.jp