

高校生に「光ファイバ通信の父」が ノーベル賞を貰った理由を説明するには

轟 眞市

物質・材料研究機構 光材料センター*

Shin-ichi TODOROKI

高校生の見学に対応して欲しい、との依頼が舞い込んだ。約 20 人相手に 20 分を 2 回だという。それならファイバヒューズ [1] のデモンストレーションが丁度良い。全員で 1 本の光ファイバを手に輪になって、プラズマが走り抜ける様子を観察するのだ。

準備は当分先、とタカをくくっていたら、あの Charles Kao 教授がノーベル物理学賞を受賞するというニュースが飛び込んできた。筆者が齢二歳になった頃、光通信には高純度化したガラス繊維が使える [2]、と予言した人だ。これはタイムリーな話題、と喜んだのもつかの間、重大なことに気がついた。「ガラス繊維なら 20 dB/km を切る可能性がある」という予言にある「dB」を、彼らに理解させるのは無謀な話だ。自分が高校生の頃を思い出せばよくわかる。できる限り具体的に、直感的に理解させるにはどうすれば良いか？

グラフを反転すれば良い

20 dB/km とは、光エネルギーが 1 km 先で 1/100 になるということだ。それならその減衰率を固定して、光信号が 1/100 になる長さ L でプロットすればイメージし易くなる (図 1 左側参照)。その当時のガラス材料における最低光損失値は約 200 dB/km ($L=100$ m) だったそうだ [2]。「ガラスに溶け込む不純物を除けば、 L を 10 倍にすることができ、電線で電気信号を送るの場合と互角になる。」これなら高校生にも分かってもらえるだろう。

その予言の 4 年後に米国 Corning 社が実際に 20 dB/km のシリカガラス製光ファイバを作ったことは

* 〒 305-0044 茨城県つくば市並木 1-1
fax 029-854-9060

有名な話だ。しかしながら日本陣営も、電電公社と電線三社が共同研究して国産技術である VAD 法を発展させ、その流れで最低損失値の記録を塗り替え続けたこと [3] は、日本の高校生に是非伝えなければならない。ちなみに、(彼らには説明しなかったが、) 日本の貢献はフォトニック結晶ファイバの低損失化にも現われている (図 1 右側参照)。

直感的なデモの追求

こうなってくると、光ファイバの説明にも工夫を凝らしたくなる。光ファイバが光を遠くまで効率よく伝える理由を説明するには「屈折率」を使わざるを得ないが、彼らは果たしてその知識を持っているのか？彼らの高校のホームページを調べてみると、彼らはまだ高校一年生で、物理は履修していないようだ。となれば、実験で理解させるのが早道だ。手元にあった分厚い透明アクリル板を使って、レーザーポインタの光を通すと、空気との界面で反射することを見せることにした。プールに潜って水面を見上げると、鏡の様に見える部分があることを言い添えれば、より理解し易いだろう。

せっかくレーザーポインタを使うのなら、光の減衰も実演できるはずだ。実験室に転がっていた分厚いガラス板が、ちょうど鉄イオンで緑色に染まっている。赤いレーザーポインタの光を通すと、ほど良く減衰してくれるので、これも採用した。

さらに、コネクタ付き光ファイバケーブルを実際に手に取って観察してもらい、単一モード光ファイバの外径が 0.125 mm であり、その中心に位置するコアの直径が 10 μ m であることを、顕微鏡画像をプロジェクタで上映して見てもらうことにした。

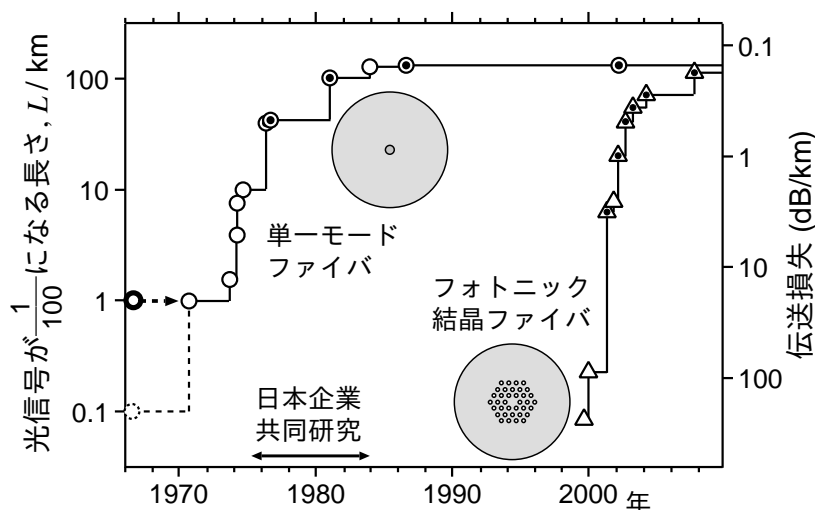


図 1: シリカガラス製光ファイバの性能の変遷。黒丸印は日本の業績。文献 [3, 4] を参考に作成。

直感的に説明するスライド

光を 100 km 通しても 1/100 にしかならないことの凄さを実感してもらうには、彼らの地元とつくばとの距離を想像させるのが良い。Google マップを見せて、光ファイバケーブル 2 本分で信号を到達できることを示すことにした。ちなみに、それに必要なガラスの体積を計算してみると、2ℓ のペットボトル分程度で間に合うことが分かり、説明する方もびっくりした。

光ファイバはインターネットや携帯電話のデータ通信に欠かせないものであることを説明し、それが光で壊れてしまう現象があることを自分の目で見てもらう。20 分のシナリオが完成した。

そして当日

朝イチでやってきた彼らを部屋に導き入ると、早速居眠りを始める輩が居た。都内で一泊してきた翌朝なのだから無理もない。さぞ愉快的晩を過ごしてきたのだろう。しかし、具体的なデモを次々と繰り出すスピード感が功を奏し、リアクションの少ないおとなしい聴衆ではあったものの、最後まで注目を切らさずに終えることができた。

引率者の一人である旅行会社の担当が一番喜んでいたら、帰り際、高校生のひとりが短い質問を投

げかけてきた。「この光ファイバはもう使えないのですか？」

「そうだよ。」

問答はそれで終わってしまった。

折しも内田樹氏のブログ¹にこう書かれていた。

教育とは贈与である。...それは「なんだかよくわからないものを贈与された」という自覚からしか始まらない。

筆者の講義もそうであったと願う。

[参考文献]

- [1] 轟 眞市：“ファイバヒ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, pp. 67–69 (2009).
- [2] K. C. Kao and G. A. Hockham: “Dielectric-fibre surface waveguide for optical frequency”, Proc. Inst. Electr. Eng., **113**, 7, pp. 1151–1158 (1966).
- [3] 村田 浩, 小泉 健, 新関 暢一：“光ファイバの歴史 開拓者たちのメモワール”, 工業通信, 東京 (2003).
- [4] K. Kurokawa, K. Nakajima, K. Tsujikawa, T. Yamamoto and K. Tajima: “Ultra-wideband transmission over low loss PCF”, J. Lightwave Technology, **27**, 11, pp. 1653–1662 (2009).

¹http://blog.tatsuru.com/2009/10/22_1155.php