

# 喜多 が行く



明るい未来テクノロジー紀行

第6話

目からウロコの「可視光通信」

## 状態が「見える」糸電話

あなたも遊んだ経験があるに違いない糸電話。信号(振動)を伝えるメディア(媒体)が糸や紙コップという実体のあるモノだけに、問題が生じても送話器から受話器まで順をたどれば、どこでどんな障害が起こっているのかひと目でわかる。だから通信が途絶するのは糸が切れたかたるんでいるか、途中で固いモノに触れるかして振動が伝わらない場合であるということを知っている。

無線通信や光通信と糸電話通信をビットレートや伝送距離で比較するのはナンセンスな話だが、「障害の発生箇所がひと目でわかる」という他にはない強みがあるため、糸電話は依然、すぐれた理科教材として活用されている、と筆者は思っている。

「そうそう、私も学生たちに糸電話の長距離通信コンテストをやらせようかと考えたことがありますよ。チタンがいいとかカーボン繊維がいいとか、いや糸には光ファイバーがいいらしいという話もあった。ギガビットを伝えるファイバーで糸電話なんて、なかなかいい話でしょう」と笑うのは、慶応義塾大学の中川正雄教授。ITS(高度交通システム)開発の中核を担い、政府の審議会委員など公職も多数務

める学界の重鎮なのだが、話を伺えばこうした茶目っ気もある楽しい先生だ。

その中川教授を慶応義塾の矢上の丘(理工学部がある)に訪ねた今回の目的は、「可視光通信」である。可視光とはご存じのとおり我々の目に映る世界を描き出してくれている光のことで、約0.4~0.8ミクロンの波長を持つ電磁波、と定義される。電波よりは波長が短く、X線よりは長い、我々が最も慣れ親しんでいると言うより空気のようにその恩恵を被っている電磁波なのである。

この可視光を通信に使おうとしていると聞きつけて中川教授を訪ねたわけだが、考えてみれば最古の通信手段である「狼煙(のろし)」なども可視光通信の範疇に入るのではなからうか、とまず聞いてみた。

「そう、可視光是最古の通信手段です。でもこれを最新の通信手段にしようという研究です」

## 有線通信の進化を追いかける 無線通信のビットレート

どこが「最新」なのか、それをまず「ビットレート需要の高まり」という側面から説明してもらった。

「マルコーニ以来、有線と無線は補完・

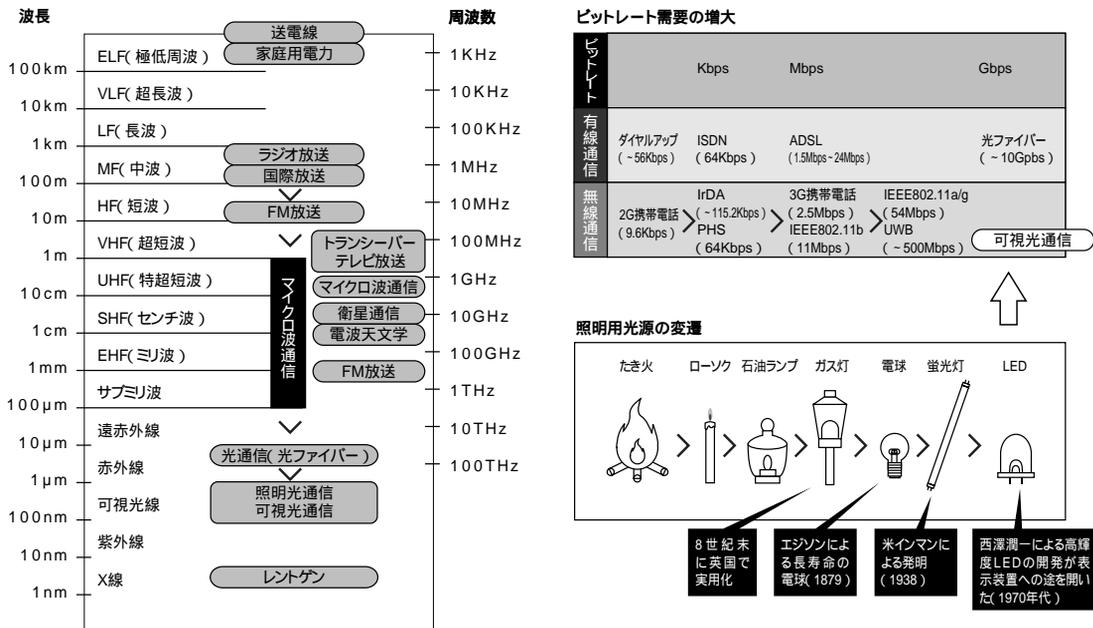
協調関係にあったが、実は競争関係にもあり、無線が常に有線の性能を追いかける形で進化してきた。最近で言えば、ISDNのキロビットのビットレートを2G携帯やPHSが少し遅れて実現し、ADSLのメガビットのビットレートを、3G携帯やW-LANなどがやはり少し遅れる形で実現しようとしている。FTTHが普及すれば有線では当然ギガビットが見えてくるわけですが、これを実現する無線通信はどうあるべきか。それを考えたとき今の電波ではかなり使いづらいものになってくるんです」

電波は波長が短く(周波数が高く)なるほど直進性が増す。直進性が増すということは、物陰に回り込んだりすることがなくなるということで、ちょっと何かに遮られてしまうと途端に通信不能となっ



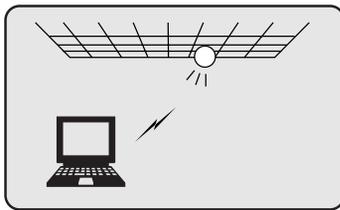
慶応義塾大学の中川正雄教授。

## 図説 可視光通信誕生の背景

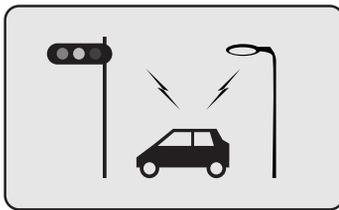


## 図説 可視光通信のさまざまな利用例

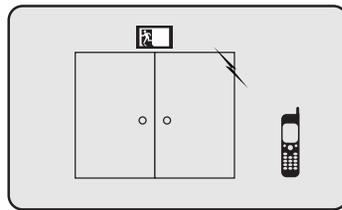
現在の光ファイバー通信を超える速度の可視光通信は、速度だけでなく通信が行われていることが「見える」ことも特徴だ。



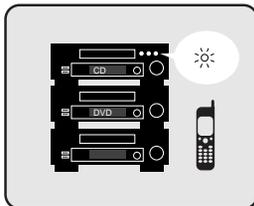
屋内の照明を使った無線LAN。



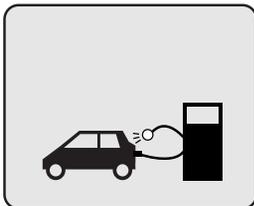
街灯や信号機を使った交通情報の送信。



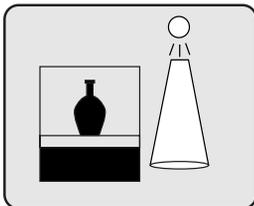
常時点灯の非常口案内灯を使ってドアの外の地図情報を送信。携帯電話のカメラで受信可能に。



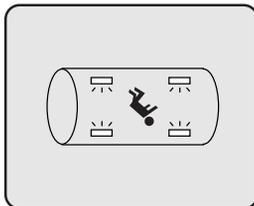
電子機器のインジケーターで操作ガイドやマニュアルを送信。



ガソリンスタンドで給油時に地図やマルチメディアの大容量データをダウンロード。関連情報提供。



博物館や展示場などでピンポイントでの電波を嫌う場所での屋内無線LAN。



宇宙ステーション、病院、航空機内など電波を嫌う場所での屋内無線LAN。

まうということの意味する。現在主流の2GHzや5GHz帯を使う無線LANでも、微妙な位置の違いにより通信状態がかなり大きく変動することを経験している人も多いと思うが、さらに使用する周波数が高く(波長が短く)なれば、条件はさらにシビアになってくるわけだ。

「無線LANでギガビットのビットレートを得ようとするれば、電波も数GHzから数十GHzの帯域を使わざるを得なくなる。ここまでくると性質はもう、さらに周波数の高い電磁波である光とそう変わらなくなってくる」

光に似たものなら、「赤外線通信」が我々にはすっかりおなじみである。少し前のノートパソコンなら必ずといっていいほどIrDAポートがついていたし、家電のリモコンも赤外線でコマンドを送っている。光ファイバーの中を伝わってくるのも近赤外と呼ばれる領域の光である。赤外線と聞くとつい「こたつ」や「焼き芋」を連想してしまいがちだが、目には見えないながら赤外線は、我々の生活を支えてくれる重要な通信手段となってくれている。

だが、この赤外線にギガビットを期待するにはかなり荷が重い、というのが実情であるらしい。

「現実に赤外線無線LANのシステムもありますが、かなりのパワー(電力)を必要

とするし、照明光や太陽光などとの干渉も大きな問題です。影ができるといけないので天井に送信器を取り付けることになるが、フロア全体をカバーしようとするに相当な数の送信器を設置しなければならない。天井にはエアコンのダクトや照明の電源、場合によってはスプリンクラーの配管など先客が多くて……」

## 赤外線に優る 可視光のメリット

ところが、である。赤外線ではなく可視光線、それも照明器具が発する光に情報を乗せることができれば、赤外線無線LANの抱える問題点はすべてと言っていいほど解消する。

まずパワーに関して言えば、すでにかんりの電力が照明のために使われている。屋内の電力線は電灯線と呼ばれることもあるし、広辞苑にも「電気【でん・き】(2)電灯の称」とあるくらい、照明は電気の最もプライオリティーの高い用途であるからだ。40Wの照明は大したワット数ではないが、もし40Wの出力の送信機ならば短波なら地球の裏側とも、衛星とだってじゅうぶんに通信が可能だ。大きなパワーは糸電話でいう『大きな声』に相当する。これだけのパワーを屋内のような至近距離で利用するなら、ギガビットの通

信速度はすぐ見えてくる。それにそもそも照明だから、室内のどこにも光が届くよう天井にくまなく配置されている。しかも赤外線無線LANは照明光との干渉に悩んでいたが、照明光で通信するとなれば……、干渉する相手はもういないのである。

## LEDの高性能化が 可視光通信の道を拓いた

言ってみれば「コロンブスのタマゴ」のような着想である、少し前までこうした照明光通信の考え方は、通信の専門家から見れば全くナンセンスな話であった。

「既存の照明に使われている白熱電球や蛍光灯は、専門的な言い方になりますが、波がコヒーレントでない。周波数や位相が揃っていないから、ビットレートの高い通信に使えない。糸電話でいう『たるんだ糸』みたいなものなんです」

しかし、ご存じの方も多いと思うが、照明用として新たな発光デバイスが普及し始めている。値段さえ下がれば爆発的な拡大が見込める「発光ダイオード(LED)」がそれだ。

「もともと可視光通信の着想のきっかけは『信号機にLED』という記事を見たことです。輝度が上がり、品質は安定し、寿命も長く……と、発光ダイオードの性能が

## 無線通信の祖・マルコーニから1世紀で10億倍!?

ちょうど20世紀が始まった1901年の暮れも間近い12月12日、イタリアの発明家マルコーニは大西洋を隔てた英国とカナダのニューファンドランド島の間で無線通信実験に成功した。伝えられたメッセージは「ザー、ザー、ザー」という等間隔の3つのシグナル。モールス符号でいう「S」の文字であった。

中川教授によれば、マルコーニの時代の無線通信のビットレートは約6bps、

1分間に60文字程度だったという。周波数をより細かく区切ったり、時間を区切って多数の人が同じ周波数を利用したり、あるいは広い領域の周波数の電波を共用するなどさまざまなテクニックが編み出されてきた。デバイスやアンテナの進歩や、電波をより効率的に利用する技術の進歩で、無線通信はギガ、つまり10億倍の領域に達している。

1909年、マルコーニはブラウン管を発明したドイツのK.F.ブラウン博士とともにノーベル物理学賞を受賞している。20世紀を作った重要な発明であるテレビジョン放送に不可欠の2つの要素技術に同時に賞を与えたノーベル賞選考委員の慧眼に敬服しつつ、可視光通信が何と結び付くと21世紀ができていくのか、興味の湧くところである。

よくなって、さまざまな色も出せるようになってきた。こうしたLEDを使った『電球交換の必要がない信号機』が普及し始めているという話を聞いて、信号機の発光そのものにクルマへの情報伝達の役割を持たせられないかと考えたわけです」

LEDは、ヒ素やガリウム、インジウムやリンなどの化合物結晶であるダイオード(半導体)から光を発するものである。半導体素子だから電子回路とも親和性が高い。LEDの中でもとくに位相の揃った光を出すのがLD(レーザーダイオード)。糸電話でいう『ぴんと張った糸』である。光ディスクや光通信など、高いビットレートの通信を担うキーデバイスである。LEDと双生児の関係にあるLDがこれだけ使われているのだから、LEDも表示装置だけで終わるはずがない、のである。

## 「見える」ことの明白なメリット

しかももともと信号機は道路を走る車両が決して見落とすことがないような「いい場所」に置かれ、大電力を費やして明るく光を放っている。運転者に「進め/止まれ」の情報を知らせ、交通システムの安全と効率を維持する重要な役割を果たす「信号機」はそもそも、そうでなければならず、情報を伝えるという目的のためには、これ以上ないほど好条件が揃っている。

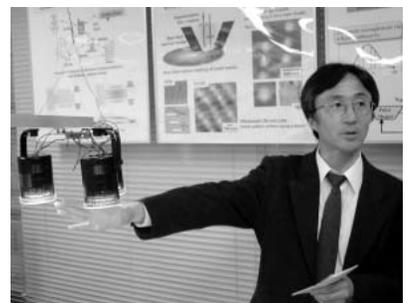
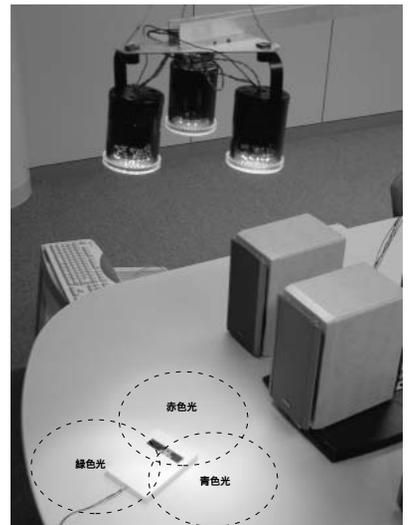
「渋滞情報を伝えるVICSは、新たに路側に柱を立てるなどして赤外線や電波で通信を行っていますが、環境光との干渉の問題、工事費用の問題、そして発信機が汚れてもなかなか掃除してもらえないという問題などがあつた。しかし、LED信号機に少し手を加えるだけで同じことが実現するなら、それらの問題は気にしなくてよくなる。信号機が故障していたり、汚れてたりしたら、見てすぐわかりますからね」

以前、携帯電話の基地局設備屋さん「ビルやマンションの屋上で基地局といちばん競合するのは、広告看板なんです」と聞いたことがある。他社の基地局の存在は、そのマンションなりビルなりのオーナーが設置許可を出したということの意味し、スペースと耐荷重に余裕があればすぐ設置OKとなることから、決して競合ではないのだそう。それよりも、地図上で計画した「この場所ならベスト」というような場所には、たいがい広告看板が居座っていたという。

つまり屋外でも、またたぶん屋内でも無線通信の「いい場所」は、まず「可視光」のために使われてしまっていると思ったほうがいい。高いビットレートを求められ、高い周波数が必要とされればされるほど、その状況は明らかになってくる。ならば、後から来る「最新」の通信手段は、先客を押しよけるよりは、いまある「可視光」にパラサイトしちゃうほうが世の中のためになる……。これが可視光=照明光通信の基本理念、といえるのではないだろうか。

文中ではしつこく「糸電話」のたとえを持ち出したが、なにしろ通信のプロセスが見えるのはいい。さまざまな分野で高度化し複雑化し不可視化する……。つまりブラックボックスをどんどん増やす方向に技術はこれまで進歩してきた。通信技術でとくにそれは著しく、確かに便利にはなったがなにやら少し寂しくもあつた。

こうした流れを逆流させ「目に見える」ものにしてくれるかもしれない可視光通信に筆者は「痛快」を感じるが、みなさんはいかがだろうか。



写真上が可視光通信のデモ機。3つの発光器からはそれぞれRGBの光が出ている。3色の光それぞれにドラム、ベース、ギターの音を変調して乗せた。受光ユニットを動かすと、当たっている3色の光の重なり具合によって、音の重なり具合も違って聞こえる。いわば「光ミキサー」。同研究室の春山真一郎助教授(写真下)は、光ミキサー以外にも多彩なアプリケーションを解説してくれた。

## 喜多充成(きた みつなり)

1964年石川県生まれ。

産業技術・モノ作りを10年来のテーマとする技術系ライターで、本誌草創期からの執筆陣の1人。連載「インターネットビジネス利用の現場から(1995~)」「2005年へ光る道(1998~)」「超未来ラボ(2001~)」特集「電子メール革命(1995)」「いまそこにある定額制(1999)」などを担当。ウェブ上ではキヤノン広報記事『開発者が語る「これがキヤノン!」』などがある。

<http://web.canon.jp/technology/interview/>

次回は「鱈の白子で光通信」に行く!(予定)



## [インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

**株式会社インプレスR&D**

All-in-One INTERNET magazine 編集部

[im-info@impress.co.jp](mailto:im-info@impress.co.jp)