

喜多が行く



明るい未来テクノロジー紀行

第9話

「ポッケルスでポン!」て何やねん

「人間は考える葦である」とパスカルは言ってくれた。考えもするが、食べて消化し排泄もする人間は同時に「1本の管」でもある。管であるからトポロジカル(位相幾何学的)にはドーナツやコーヒーカップなどと同等だという寂しい見方も可能だが、いっぽうで電気的特性という観点からはまた別の、人間という存在の定義があるようだ。

「つまり、人体をイエローケーブルとして使っているんです。人間は同軸ケーブルの心線なんですよ」

哲人パスカルをも恐れぬ大胆発言の主はNTTドコモの福本雅朗さん。YRP(横須賀リサーチパーク)にある同社のR&Dセンターでウェアラブルデバイスなどに取り組む研究者だ。そして本日のお題は「超高速人体通信」。

「IBMをはじめいろんな会社が、以前からこれを試みてきました。身体に装着する電子デバイス間の通信メディアに身体を使おうというのは、ごく自然な発想でした」

冬の太平洋岸の乾燥する時期にフリースなんかを着て動けば、人体が導電体であることをパチッと体験できる。ならば「これ」を電線代わりにと考えるのはごく自然でシンプルな着想だ。触れているものだけで通信でき、電波のようにあちこち飛び

すぎしてしまうこともないから、直感的にも、セキュリティや使い勝手の面からも、何かと都合が良さそうだ。

だが、目的がシンプルほど難易度が高いのは世の常。鳥のように飛びたいという人類の挑戦も、ライト兄弟の登場までは落ちるか滑空するかがせいぜいだった。人体通信も、死屍累々……?

「ポディー・ネットとかPAN(パーソナルエリアネットワーク)などという名前でのんな研究機関が試みてきました。しかしどこもドコモも、なんとか通信はできるが速度が上がらず、実用化という面ではイマイチでした……」

1200bpsとか2400bps、せいぜい行っても9600bpsというパソコン通信時代を知る世代には懐かしいビットレート。ところが今の人体通信はケタが違う。

「10Base-5のイエローケーブルと言いましたけど、乗っかる信号もそれなんです。10MbpsのイーサネットでもIPパケットを、人体に通しています」

自転車とロケットの速度だって3ケタしか変わらないのに1kbpsから10Mbpsと4ケタのジャンプ。いったいなにが起こっちゃったのだろうか?

「壁を一気に破るすごいデバイスが見つかったんです、それも意外なほど近くで」という福本さんに、ある出会いが訪れた。

広告で始まる2人の出会い

NTTの厚木研究所(所属はマイクロシステムインテグレーション研究所)で新デバイスの研究にかかわる品川満さんは、「リアルタイムEOプローブ」の広告を感慨深げに眺めていた。掲載されたのは学会誌とはいえ、自身の研究成果が実用化のフェーズに移った、つまり世の中へのデビューの証である。電子基板内部のきわめて微弱な電流の変化を高感度に測定することができる「リアルタイムEOプローブ」は、半導体の製造や検査工程できつと役に立つであろうと品川さんは確信していた。だが同時に、これが商品として受け入れられるかどうかはそれとはまた別問題であることもわかってはいたのだが……。

いっぽうのドコモの福本さんは、まさにその広告に、歯科医と歌姫ではないが“ビビツ”と引っかかった。際だった特徴を持つ高性能のセンサーを人体通信に応用しようとしたのである。

「それまでの人体通信でネックになっていたのが、アースをどう取るかという問題でした。回路を閉じたものにしないと電流は流れないわけですが、人体通信だと右手と左手の間に往復2本の経路を設けるのは難しい。そこで、かつての電信線のように1本の信号線で情報をやりとりしたい。となると信号の戻り線(アース)は概念上空を飛ぶことになる。電流や電圧



左:株式会社NTTドコモ マルチメディア研究所 メディア制御研究室 主任研究員 工学博士 福本雅朗 氏
右:日本電信電話株式会社 NTTマイクロシステムインテグレーション研究所 スマートデバイス研究部 特別研究員 品川満 氏

「インタビューからしばらくして、NTTの『R&D フォーラム』
(厚木研究開発センタ)でデモをやりますよと聞いたので見に行きました……(喜多)

こないだはどうもー。
写真も撮りたいので、お
じゃしました。

遠いところを
わざわざどうも。
もうやってますよ、デモ。

で、やっております
のは、つまりこういう
ことですね。

おっしゃった
「人体が電線」というのは、
このことだったわけだ。一目
瞭然ですね、実物と一緒に
見ると。

1本だけの電線だから、電流を
流すわけじゃないってのもよく分かりまし
た。ちょうど、ピストンを細かく振動させ、先っぽ
で圧力変化を読みとるみたいなのですかね。
ちゃんとしたピストンを使えば空気は漏れない、
つまり電流のロスがない……。

ま、だいたいそんな
ような感じですね。

ポッケルス効果を使ったEOプロ
ープは、グループのNTTアドバンステクノ
ロジさんから、こういった形で商品化されてい
ます。上が電子基板の配線を、下がシリコン
ウエハーを測るタイプで……。

「ペン先」に
EO結晶が仕込ま
れています。反射するレーザー光の
偏光の変化で、電界の変化を
読みとる仕掛けです。いまは
10Mbpsですが、素子の能力としてはテ
ラヘルツ 秒1兆回の振動ですね
に随従できるそうですから、まだまだ
スピードアップの余地があるんで
すよ。

これが初期パー
ジョンのトランシーバー
です。

ペンがそのまま箱に
押し込まれてます。
いかにも試作品っていう
なんかムリヤリな
感じが……。

でも現在はだいぶ
小さくなりました。
残念ながら中身はお見せ
できませんけど。

「台の上に乗ると、通信が行
われてPDAに画像が映し出されます。
手を離すと消えますので、無線通信では
ありません。タネや仕掛けはこうなっ
ておまして……」

ありがとうございました。
よくわかりました。でも1つ、重大
な苦言、いや建設的提言をさせてください。
デモのモデルは、水着の女性でなければなりません。
服の下に電線が隠れていたりするんじゃないか
というギャラリーの疑念を、100%
打ち消しておかないと。

うーむ、おっしゃるとおり。
私が半ズボンでランニングとかじゃ
……、ダメですか(笑)。

たまたま品川さんのデモを
見に来ていた福本さんとの
ツーショット

それはやめたほうが
いいと思います(笑)。

発言には多くの脚色が含まれております

の変化といったって、ごくごくわずかなものになり、検知するのが難しい。スピードが上がらない理由がこれでした。ところがこのセンサーを使えば1本だけの信号線である人体に生じるごくわずかな電界の変化を、がっちり捉えることができるかもしれない。これはブレークスルーになるぞ、と思いましたねえ（福本さん）

>ContactされたNTTの厚木のほうでも、意外な申し出にびっくり仰天はしたものの、身内のドコモからということもあり、とにかくできるかどうか試してみようや、ということになった。

新デバイスの開発という地道な仕事にかかわってきた品川さんは、人体通信というおもしろくもアヤシそうな新たなテーマに向け、関西弁でがんがんツッコミを入れる福本さんの相方を務めることになったのである。

その秘密は「ポッケルス」

さて、ここでこのセンサーの秘密のカギ

を握るキーワード「ポッケルス」について触れておかなばなるまい。まずこれは人名である。

中学の理科では、電流計(A)は回路に直列に、電圧計(V)は回路に並列に入れると教わった。が、EOプローブにはその必要がない。

プリント基板の導線が通っている部分に、絶縁越しでもいいからプローブを押し当てるだけで、その下の導線にどれほどの電流が流れているのかを検知できる。地面を掘り返さずに、地下のガス管の流量を測定できるような、優れたセンサーなのである。

それが可能なのは、このセンサーが回路を流れる電流そのものではなく、それによって生じる電界(電場)の変化を検知するセンサーだからだ。秘密は「EO」、かつてのTDLのアトラクション「キャプテンEO」ではなく「電気光学EO結晶」という一群の物質である。物質名でいうとリチウムナイオベートとかKTPとかいうかなり耳慣れないものだ。

このEO結晶は、電界の変化に非常に敏感で、まわりの電界がわずかに変わると自分自身の屈折率も変わるという性質を持つ。その屈折率の変化を、入射したレーザー光の反射光の変化として読みとることで、センサーが成り立っている。

「そういうことが起きるよ、起きるときはこういう式に従って起こるよ」という原理と法則を見出したのが、独ゲッチンゲン大学のフリードリヒ・ポッケルス博士だったので、これが「ポッケルス効果」と呼ばれるようになった。

「光の屈折率の変化で、電界の変化を捉える」と聞くとすぐく回りくどいことをしているように聞こえるかもしれないが、要は光と電気の間でEO結晶という翻訳者を1枚噛ませることでそれが実現しているのだと考えると、レコード針とか炭坑のカナリヤなどと同じで世の中にある道具としてそう珍しいものでもないような気がしてくる。

CD-ROMやCD-Rドライブがやっていることはまあだいたい似たようなことだし、MOやMDディスクの記録読みとりはほと



10月に厚木で行われた「R&Dフォーラム2003」では、実際に動作する人体通信のデモが行われた。品川さんの体を張ったデモを激励に来ていた福本さんと「将来は“握手通信”にまで持っていきたい」とツーショット。

足下のプレートに接続されているノートPCから手に持っているPDAに、体を通して次々と画像が送られていた。



さまざまな「素子」

文中に出てきた「EO結晶」や「電気光学素子」という言葉が耳新しかったが、電子ライターなどの着火に使われている「ピエゾ(圧電)素子」ならよく聞く機会もあるだろう。ピエゾはギリシャ語で「圧」。圧力を変化させれば電気的な変化が生じ、電気を変化させれば圧力が変化する素子の中で、ライターなどでは金属の小さなハンマーのようなものでセラミック棒をパチンと叩き、数千ボルトの電圧を得ている(電流はごくわずか)。電圧を加えて生じる歪みでインクドロップを打ち出すインクジェットプリンターの心臓部に使われている。このほかにも温度制御の「ペルチェ素子」、CCDの「電荷結合素子」、スポーツキャスターの「大林……」。

アグネスの「キッチンからネイチャー」

Agnes Pockels 1862-1935

マラリアが流行する北イタリアへの出征で健康を患った両親の看護にいそむアグネスは、台所仕事の傍ら水の表面に広がる油膜の挙動に興味を持ち、独学の成果を手紙にまとめ、地元ドイツのゲッチンゲン大学の物理学教授に送った。これが認められることはなかったが、その後英国科学界の大立者レイリー卿の目にとまり、彼女の手紙はレイリー卿の最上級の賛辞とともに『Nature』に掲載されることになった。女性だからと両親に高等教育を受けさせてもらえなかったアグネスは、表面化学と呼ばれる学問分野の開祖となり、20世紀を代表する女性科学者の1人に数えられている。なお「ポッケルス効果」を発見したフリードリッヒは、彼女の3つ違いの弟。(UCLAの「20世紀の女性科学者アーカイブ」を参考にした。)

んど同じような原理に基づいて行われている。こうして光で何らかの変化を読み取り、そこから情報を見出すというのは、現代のIT社会を支える基本技術の1つであるから、この技術のスジの良さも感じられる。ちなみにMOやMDの記録原理である「カー効果」も、ポッケルスとセットで覚えておくといいだろう。

ハムとオムツが大貢献?

「EO結晶のポッケルス効果を利用した超高感度センサー」という新しくもモノモノしい道具を手に入れた福本氏は、上野のアメ横へ出かけて人体と電気伝導率が似たものということで太いハムを買ってきた。そして研究室の天井からテグスで吊り下げ(周囲と絶縁)て、センサーをつないで、試験した。

「そのうちにタラーリタラーリと腐った汁が滴ってきた。そういえば要冷蔵って書いてありましたっけ(笑)」

塩漬けの保存食品とはいえ、やはり常温では厳しかった。しかし開発者とはいはるんな苦勞をしなければならぬものだ。

「人体に似て水を含み、しかも腐らないものを探していたときに、品川さんが高分子ポリマー(要するに紙オムツの中身を

見つけてきてくれて、やっとニオイとオサラバできました」

オムツで、研究にも出口が見えてきた。

2003年7月に「10Mbpsの人体通信技術を開発」と発表し、大きな反響を呼んだ。その後ろにポッケルスやハムや紙オムツが控えていたことはあまり明かされはしなかったが……。

人体で通信する日はやってくる?

「そんなことホントにできるの? アヤシイねえ、と言われ続けてきましたが、現に人間の体をケーブルに使いちゃっています。キャンディーの小箱ほどのトランシーパーを皮膚に当て、ここで速いサイクルでかける電圧を切り替えているんです。

なので、電流を人体に流しているわけではない。これは使ううえで安心してもらっていい点です(福本さん)

つまり感電はしないのでご心配なく、ということだ。

「そもそも半導体やプリント基板の検査をターゲットに作った機器だったので、小型化するのに苦勞しました。でも身に付けるものなので、最初から小さくつくらないと意味がないです(品川さん)

「よくポータブルとかウェアラブルとか言

いますけど、あれ『がんばれば、持ち歩けなくもない、着ていられなくもない』という意味で、それじゃまだまだなわけですから。補聴器やメガネ、腕時計のような『常時装着』インターフェイスをめざしたい(福本さん)

人体を媒体にした通信が可能になることで、いったいどんな未来が拓けるのだろうか。

「まだ言えません。秘密だから言えないのではなく、まだお話しできるレベルに達していないというのが正直なところです」(両氏)

アメリカの田舎町で自転車修理業を営んでいたライト兄弟が、同時期に動力飛行に挑戦していた世界じゅうのライバルたちに勝利できたのは、彼らに自作の「風洞」という大きな武器があったから。何百種類もの形状を効率よくテストして改良を加えた結果生まれた翼が、人類初の偉業につながっている。しかし、いくら人類初と言っても、1903年当時すでに飛行船は世界一周を成功させ、鉄道(蒸気機関車)の最高速度も200km/hを超えていた。やっと1人が2人しか乗れず、まだまだ危険の大きい飛行機が、将来これほどの交通輸送手段に成長すると考えた人はいなかったろう。

ある種のキワモノ的なテイストをはらみつつも開発の続く人体通信。「いつの日か、大ブレイク!」を楽しみに待とう。

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/>

次回はどこに向かうのか…… 現在さまよい中!



[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