



エンジニアと大学

鈴木博 研究室 ~ 理工学国際交流センター



(右) 鈴木 博 教授
(左) 須山 聡 さん (修士2年)

現在、爆発的な普及を見せる携帯電話。そんな状況を日常的に目にする私たちには、移动通信はすでに完成した技術のように思うかもしれない。

しかし、実際にはまだまだ越えなければならない問題も多い。特に、技術を製品として実用化するときには、理論的なことを考えるときは全く質の異なる問題が現れてくる。

それはいったいどんな問題なのか。そしてどうやって解決するのか。鈴木研究室で作られた移动通信シミュレータはこうした問いを出発点に作られている。



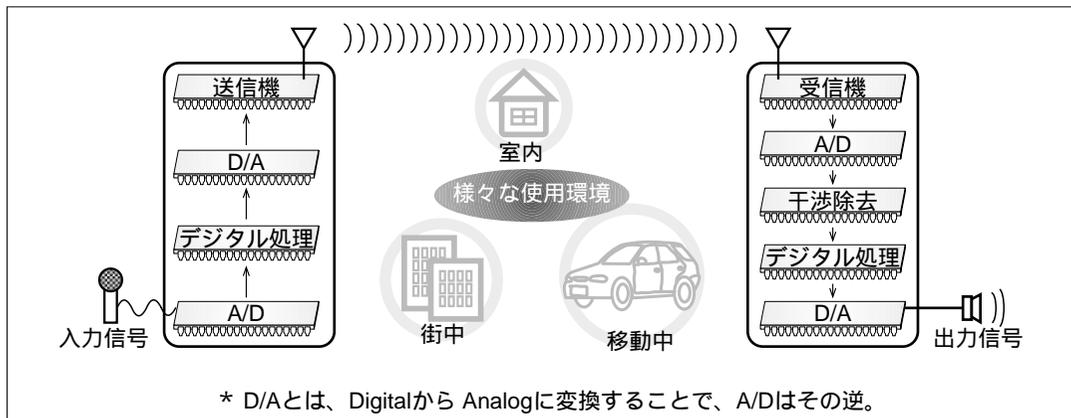
電磁波は乱れ飛ぶ

移动通信の研究、といってもどんな研究がなされているのだろうか。最近では高速データ通信やインターネット接続などの利用面での話題が花盛りで、移动通信の基盤部分は完成したように思うかもしれない。しかし、現実にはもっとも基本的な「電磁波をやりとりする」という段階にも問題が潜んでいる。

例として身近な携帯電話で考えよう。携帯電話

の基本部分の概念図を図1に示す。送信側と受信側の間にある“環境”の部分に注目して欲しい。

携帯電話は様々な環境の中で使用されるため、受信側にやってくる電磁波の様子も使われる環境ごとに異なる。例えば街中で使ったときには、送信された電磁波は建物や地面などあちこちに反射し、それらがごちゃ混ぜになって受信側に届く。これらはそれぞれたどってきた経路の長さが異な



* D/Aとは、Digitalから Analogに変換することで、A/Dはその逆。

図1 携帯電話の概念図

るので、受信側から見ると真っ直ぐ来た波に遅れてきた波が次々と重なった複雑な波になってしまふ。さらに移動中となれば、ドップラー効果まで影響してくる。こうなってしまうと、電磁波に乗せられた情報を正常に読み出せなくなるおそれが出てくるのだ。このように送信信号自身が重なり合って正確な電磁波のやりとりが邪魔されることをフェージングと呼ぶ。

さらにフェージングばかりでなく、他の基地局などから自分宛ではない電磁波がやってくる、それが邪魔をすることもある。これは干渉と呼ばれ、やはり電磁波の正常なやりとりを妨害する要因となっている(図2)。

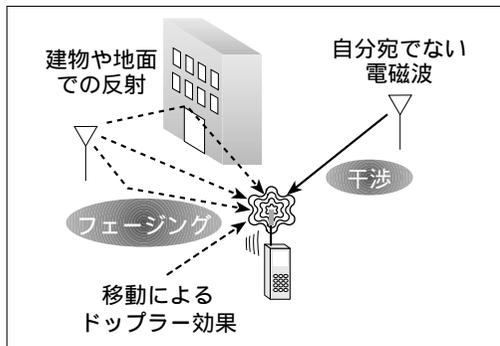


図2 フェージングと干渉

そこで、通信を成立させるためにフェージングや干渉を除く必要がある。フェージングは送信信号に対する曇りのようなものなので受信機側でどうにかすることも多いのだが、干渉除去の方はなかなか難しい。使用環境は時と場所によっていく

らでも異なる上、携帯電話の方式によって電磁波の様子も異なるからだ。方法としては、特定の方向から来る電磁波だけを受信するようにしたり、干渉のおおよその傾向を調べてその逆算を数学的に行うなどが考えられる。それでも、様々な干渉を相手にしてうまくいく方法を見つける、というのはなかなか難しいのが現実だ。

そして、さらなる問題として実験の難しさがあふる。何か干渉除去の方法を考えたとして。その方法が実際にうまく機能するか実験で確かめようとすると、まずその干渉除去の仕組みを載せた試験機を作り、それを外へ持っていき。そして街中でデータを測定したり、車で移動しながらデータを測定したり……。果たしてそんな実験が現実的だろうか。簡単な干渉だけならば機械を作って再現してみることも可能だが、それにしてもいちいち試験機を作るのは時間と費用がかかりすぎる。

そうした理由から、現在用いられている携帯電話は特に干渉除去は搭載されていない。しかし次世代の携帯電話で高速なデータ通信を実現し、高品質な通話を成り立たせるためには干渉除去は避けて通れない問題である。

こうした問題に対処すべく鈴木研究室が試作したものが、移動通信シミュレータだ。これはコンピュータ上で携帯電話端末と使用環境を再現し、コンピュータ上で実験を行おうというものである。図1の全てをコンピュータ上で再現する、といえわかり易いかも。このシミュレータでは使用環境はもちろん、端末内部の部品一つ一つまでプログラム化されている。



手軽に、ビジュアルに

さて、実際のシミュレータの仕組みはどうなっているのだろう。

送信側と受信側では、内部の各部品を一つ一つプログラムで置き換えているので、プログラムさえ書けばPHS方式だろうとcdma方式だろうと何にでもなる。そればかりが携帯電話に限らず、電磁波を用いて通信を行うものなら何でも再現できるので、次世代のテレビやカーナビの研究などにも応用可能だ。使用環境のシミュレーションも同じで、どんな環境でもそこで現れる干渉の様子を

精度良く表したプログラムを用意すればいい。あとは受信側に干渉除去のプログラムを組み込んで、適当な信号を入力すれば簡単に実験ができてしまう。まさに電磁波を用いた通信のすべてを再現したシミュレータである。方式や環境を簡単に切り替えられるので、自分の考えたアイデアが移動中の干渉には向いているが室内での干渉にはうまくいかない、などということもすぐに調べられる。

その上、このシミュレータでは結果を「目に見えるカタチ」で表示するという機能を持ってい

る。図3はこのシミュレータの出力例である。aが送信信号であり、これにフェージングがかかったものがbだ。さらにフェージングに加えて、干渉も入ってきたものがcである。干渉のせいで元の送信信号と比較してかなりグチャグチャになってしまっていることがわかるだろう。そしてcに対して干渉除去を適用したものがdである。これならばフェージングや干渉の様子、干渉除去の効果の程度なども見て直感的に理解できるだろう。

ここで、部品から環境まで全てプログラムで再現できるということに疑問を持つ人もいるかもしれない。だが、電磁波は波動関数という数式で表されるので、フェージングや干渉、さらには受信処理や干渉除去も数式で表すことができる。数式で書けるのならプログラムにすることもできる、というわけだ。逆に、数式で表すことができるのでシミュレーションなどしなくても結果を数式から読みとることも理屈の上では可能である。しか



シミュレーション装置

し実際には大変複雑な数学なので、計算で結果を調べるのはとても難しい。その点このシミュレータを使えば、プログラムを組み込むだけで実験ができ、しかもわかりやすく結果が表示されるので研究の効率を大幅に上げることが可能である。

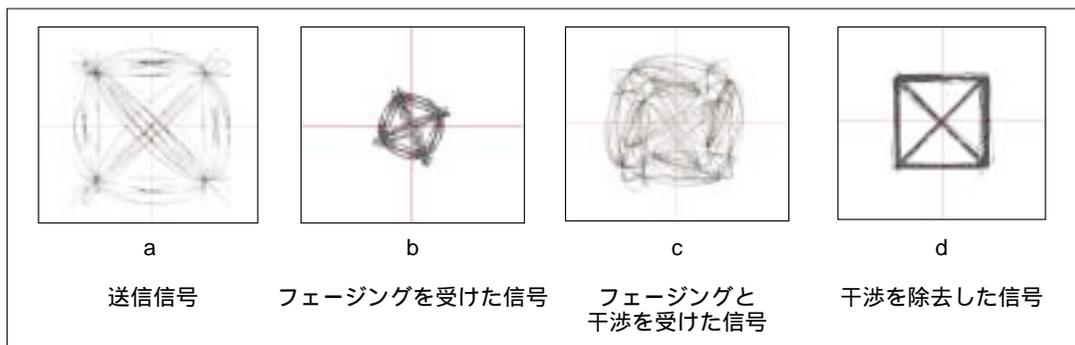


図3 シミュレータの出力例



シミュレータの拓く新しい世界

このシミュレータがもたらす可能性はとても大きいですが、そのためには肝心のシミュレーションの部分がきちんと作られていることが大前提である。そのためには部品や環境を一つ一つプログラム化して、さらにシステムが正しい動作をしているか検証する必要がある。シミュレータを完成させるには、こうしたプロセスが重要になってくるのだ。

これには大変な時間と労力が必要なので、企業のような時間に追われるところではなかなかできないことだった。一方で、大学はどちらかといえ

ば綺麗な理論や論文を重視する傾向にあったので、このように試行錯誤を繰り返してしてシステムを作るということはそれほど行われてこなかった。だが先生にとっては、大学での研究には時間の制約がない上、学生達がそれぞれ分担してプログラムを書いてくれる。その上、先生はハードからソフトまで広く精通しているので正しい動作をしているかを検証することができる。つまり、先生にとって大学はシミュレータの研究にはとても良い環境だったというわけだ。

現在は、このシミュレータを完成させることが

研究テーマになっている。だが先生はこのシミュレータはあくまでも便利なツールであると捉えていて、真の興味はその先にある「アイデアを見せる」という点にあるという。簡単に方式や環境を切り替えられ、わかりやすくビジュアルに表示できる。これは確かにプレゼンテーションにも絶大な威力を発揮するだろう。今後は携帯電話の方式や使用環境を表すプログラムを充実させていき、実用的で公平なプラットフォームとして育てていくとのことだ。完成したらこのシミュレータ上で

ロボコンのようなアイデアコンテストなどもやってみてみたいという。

実証して見せる、ということに対するこだわり。それは企業出身の先生ならではの。企業では製品を作らなくてはいけない。そこでは実際にちゃんと動くことがわかっているもの以外は相手にされなかったので、数多くのアイデアを切り捨ててきたという。そうした経験が、こうしたシステムを作ろうとする原動力の一つになっているのだろう。



とどまることのない歩み

鈴木先生が移动通信の研究に就いたのは20年以上前である。当時は電話を携帯する、という概念すら一般的でなかった。では、どんなきっかけで移动通信と出会ったのだろうか。そんな私たちの問いに対して、先生は「人事異動というもあるかな、運命かもね」と語った。どちらかといえば偶然に近かったとのことだ。とはいえ、全く関連のない分野に飛び込んでいったわけでもない。先生は学生時代に雑音の解析という分野の研究をなさっていて、これは移动通信で使われる信号の処理と近からずも遠からずも、といった分野だ。

そして卒業後電電公社（今のNTT）に入社されるが、配属された研究は移动通信のハードウェアを作る研究だった。これは信号の処理のようなソフトウェア方面の研究とはだいぶ異なる研究である。しばらくはハードウェアの研究をしていたが、どうしても信号処理の面白さは忘れられず、機会があるごとにソフトウェアの方の研究へと移っていったという。

学生時代にやっていた研究の面白さが忘れられない、それを先生は「インプリンティング（刷り込み）」と表現されていた。鳥の雛が初めて見たものを親と思う性質のことだ。その強い思いのお

かげで、ハードウェアからソフトウェアまで広く精通した技術者となり、今のシミュレータの研究につながっているのである。刷り込みの「親」に当たるのは鈴木先生が学生時代に師事していた武者先生だ。そして、刷り込まれたものは信号処理の面白さだけでなく、研究スタイルにまで及ぶ。

武者先生は「蛮勇をおそれるな」と語っていたという。未知の分野を学ぼうとするとき、どうしてもあれこれと調べようとしてしまいがちだ。だけど、そんなことをするよりもまず一歩踏み出してみる。無謀なようでも、とにかく進む。わからないことだらけの中をがむしゃらなまでに目的に向かって道を切り開け、ということだ。途中で、どこかの論文にすでに書かれていたことを自分で解決してしまったことに気づくこともあるかもしれない。一見無意味な努力だったようにも見えるが、自分で解決したことは自分の中で確かな体系を持って身に付くに違いない。

移动通信の研究に新しい可能性を与えるシミュレータ。そこに至るまでに先生が切り開いてきた道はどれほどのものなのだろう。そしてこれからも拓かれていくであろう新たな世界が、ただ楽しみである。

研究とはなんだろう？ これは今回の取材に当たって、筆者が設定したテーマである。これから少なくとも一年は研究という場に身を置くことになるのに、それがどういうものかということすら私はよくわからなかった。私が今回の記事を担当させていただいたのはこうした漠然とした不安が

あったからだ。果たして私の狙いがどれほど達せられたかはわからないが、私なりに鈴木先生という研究者にせまってみたくもりである。

文末ながら、お忙しい中私達の取材に応じてくださった鈴木先生と研究室の皆様様に心から感謝致します。
(松下 友一)