

若い方へのメッセージ

私は、1994年に発足間もないNTTドコモに入社しました。恥ずかしながら大学時代は勉強をあまりしてこなかったのが、今の私がもっている無線通信技術者としての力の一から十までのほぼすべては、ドコモ在籍時代に習得させていただいたことによるものです。そこで、自分より若い（うんと若い）研究開発者の皆さんに向けて、私のこれまでの経験を踏まえたメッセージを書きたいと思います。

2007年に現在の大学に移るまで、私は一貫して第3世代（W-CDMA：Wideband Code Division Multiple Access）から第3.9、4世代（結果的にLTE）までの無線通信システムにおける無線アクセス技術の研究開発に携わりました。所属部署も変わらず、安達 文幸氏（現東北大学教授）と佐和橋 衛氏（現東京都市大学教授）にずっと師事していました。頭がからっぽだったので、毎日たくさん叱られました。はじめはなぜ叱られるのかも分からなかったのが、とにかく注意されたことをノートにまとめて毎朝読むようにし、上司の考え方や研究の進め方、論文の書き方を徹底的にまねしました。安達先生と佐和橋先生という素晴らしい上司のもとに配属された幸運と、負けず嫌いなので必死でお二人について行っただけで、今の自分があると感じています。お二人には、きっと大変なご面倒をおかけしたことと思います。

若い人に、「どうしたら一人前の無線通信技術者になれるか」と聞かれることがあります。私は、「今与えられていることをしっかりやり続けていけば、いつかなれるよ」などと誤魔化し気味に話すのですが、きっと当たらずとも遠からずだと思えます。高い山を登るときのように、一歩ずつ足元を見ながら歩き続けるうちに、ふと周りを見渡すと高みに立っている自分に気付くのでしょうか。私も、まだ山登りの途中ですが、そう思います。近道がないのは残念ですが、一歩一歩踏みしめてがんばれば誰でも一人前になれると思います。

少し僭越ですが、私はW-CDMAとLTEに関する特許で、それぞれ全国発明表彰をいただきました。W-CDMAの特許は、セルサーチに関するものでした。セルサーチとはユーザ端末が最寄りの基地局を見つける処理のことなのですが、基地局間の非同期を特徴とするW-CDMAでは、各基地局は異なる拡散符号を用いているため、最寄りの基地局の拡散符

号の種類を同定し、かつそのタイミングを同期させる必要があります。時間がかかる問題がありました。特許の要点の1つは、各基地局が異なる拡散符号を用いなければならないという考えから少し自由になって、全基地局で共通の拡散符号を用いる時間帯を少しだけ設けることにより、拡散符号の種類と同定とタイミング同期を分離することにあります。従来だと拡散符号のタイミングの候補数（拡散符号の系列長＝38,400）×システムが用意する拡散符号の数（＝512）だけの探索が必要でした。考案した手法では、まず拡散符号の種類と同定を気にすることなくタイミング同期を実現し、その後、検出した同期タイミングを用いて拡散符号の種類と同定を効率よく行えるため、拡散符号のタイミングの候補数＋システムが用意する拡散符号の数相当だけの探索で済むので（掛け算が足し算に変わる）、セルサーチに必要な時間が大幅に短くなったのです。

私は入社してすぐ拡散符号同期を高速化する研究（この研究を主導された佐和橋先生の慧眼に敬服いたします）に従事していたので、そこからW-CDMAのセルサーチの担当を命ぜられたのですが、特許に至るまでは大変苦労しました。別の側面から見ると異なる役割（拡散符号の種類と同定とタイミング同期）に使える拡散符号を探していたのですが、なかなか良いアイデアが思いつかず、昼も夜も根を詰めていたので、研究所の床のタイルが拡散符号に見えたのを覚えています（ちなみにMIMO（Multiple Input Multiple Output）の研究で行き詰まったときは、床のタイルはチャネル行列や受信コンスタレーションになりました）。

大学に移り日々学生と接していると、与えられた課題に物怖じせずに挑戦する子が多く感心する一方で、壁にぶつかると比較的すぐにあきらめてしまうことも多く、もったいないと感じます。今の世の中には興味分野としてたくさんの選択肢があるからでしょうか。無線通信技術についても、昔よりたくさんの選択肢があります。良い意味での視野の広さを持つことは大事ですが、それと同時に1つのことを突き詰めて考えることも、特に若い方にとって非常に大事ではないかと思えます。いくら努力しても結局そのとき直接には実を結ばなかったこともたくさんありました。しかしそういうことも、後日全く別の研究開発をしているときに役立つことが多く、

Profile

1994年早稲田大学理工学部卒業，2002年東北大学大学院博士後期課程修了。1994年NTT移動通信網（現NTTドコモ）入社。W-CDMA，第4世代移動通信方式，LTEの無線アクセス技術などの研究開発に従事。2007年東京理科大学理工学部講師。2010年より現職。平成22年度全国発明表彰内閣総理大臣発明賞，平成27年度同特許庁長官賞など受賞。博士（工学），IEICE，IEEE各会員。

無駄だったと思うことはありません。自分で精一杯考え抜き，やれるだけの手を打ったのであれば（ここが大事ですが），結果は気にしないで構いません。

ところで，新しいシステムを作るときは，前のシステムを知ること，特になぜそうなっているのかを知ることが大事だと教わりました。LTEの技術標準だけを見ても「なぜ」そうなっているのかはなかなか分かりません。現在LTE-Advancedの研究や標準化をがんばっている方々は，1つひとつの技術や仕様が決定される過程を目の当たりにしているので，完成した仕様がなぜそうなっているのかがよく分かります。そのことは，次の5G以降の研究でとても大切な財産になる，と思います。

LTEのような無線通信システムは，たくさんの要素技術の積重ねでできています。LTEの標準化で世界の技術者と議論・競争をしたとき，彼らは大変スキルが高く，歯が立たないかなと思うこともしばしばありました。しかし私は，日本の技術者はたくさんの要素技術をまとめ上げてシステム全体としてうまく作り込むことに長けているのではないかとと思っています。フェージングを平均化するダイバーシチがスケジューリングによるマルチユーザダイバーシチ効果を阻害するように，個々の技術の最適化とシステム全体の最適化は異なります。個々の技術者がうまく連携してチームとなってシステム提案をするドコモの良い伝統はこれからも大きな力となると信じています。

5Gの議論が大変活発になっています。要求条件やキーとなる要素技術も段々コンセンサスがとれてきたように感じます。目玉となる技術がないという声も聞きますが，LTEでもOFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing），MIMO，周波数領域のスケジューリングといった，各々は2倍弱の利得しかない技術の積重ねで要求されるシステム利得を実現しています。革新技術の研究開発と，たくさんの要素技術を積み重ねていくシステムの観点から見た研究開発をうまく両立することが重要だと思います。

無線のトラフィックは現在，年率約200%の勢いで爆発的に増大していると聞きます。この傾向はいつまで続くのでしょうか。情報を受け取るものの能力でトラフィックの増大は頭打ちになる気もしますが，人からモノに通信の中心が変化していくとそのようなこともしばらくは無いのかもしれませんが，そのような膨大なトラフィックを運ぶためには，リンクレベルでの通信の改善は限界に近いので，帯域幅，



基地局数，およびアンテナ数を飛躍的に増大させるアプローチがメインとなるかと思っています。そう考えると，どこかのタイミングで，これらの数に加えて接続端末数に関するスケーラビリティが飛躍的に高い，もしくは非常に高い拡張性をあらかじめ備えたシステムが現れるのではないかと考えることがあります。現在のLTEは，比較的少数のユーザ端末のチャネル状態を正確に把握したうえで最適な伝送を提供することに主眼をおいた構成になっています。しかし，帯域幅やアンテナ数，接続端末数が飛躍的に増大すると，システムがチャネル状態を知るために必要となる帯域や複雑さのコストは，せっかくの原理的なシステム利得を凌駕するものになりかねません。そのためもしかしたら，チャネル状態を正確に把握した制御より，自然界の生物に倣った群知能のような人工知能を使った，チャネル状態を正確に把握しなくても実用上問題のない準最適な制御ができるようなシステム設計に主軸が移るのかもしれないと思います。

私を育てていただいたドコモをはじめとする我が国の無線通信産業界から若くてたくましい技術者が続々と現れて，これからも世の中をあっと言わせて，知らない間に人々の生活を変えてしまうような無線通信の未来を築き続けていかれることを祈念しています。私も，大学の立場から少しでも無線通信の未来に貢献できるよう，ドコモでの経験を活かしてこれからも努力を続けていきたいと思っています。