

歌野 孝法

本稿にもあるように、デジタル移動通信システムは、1993年3月にサービスを開始し、それまでのアナログシステムでは、自動車電話から始まり携帯電話へ発展した歴史があり、デジタルシステムではさらなる発展を求めて、何より携帯化を強く意識したシステムを考えてきました。当時としては、デジタル化には多くの技術的な難しさがあったものの、移動しながら（どこでも）通信ができるという特質を除けば、通信品質・サービス共に遥かに先行していた固定通信に追いつく・取り入れるという先行指標があり、また、標準化においても、移動通信のデジタル化は世界的な趨勢であり、進むべき方向・プロセスは明確であったと感じています。その意味では、その後の移動通信の飛躍的な発展もあり、システ

ム・サービスを生み出し・成長させる苦しみ・楽しみ・醍醐味を感じることができたのがこのシステムの開発であったと思っております。今では、携帯サービスは欠くことのできない社会インフラとなっており、当時では想像も出来ない程、飛躍的な発展を遂げております。そのような中、さらなる極みを目指すことは、大変な難しさがあると思いますが、今後の成果を楽しみにしたいと思います。

対象記事：デジタル移動通信システム 方式概要

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/voll_1/voll_1_016jp.pdf

山本 浩治

第2世代移動通信方式（PDC：Personal Digital Cellular）は、第1世代のアナログ方式からデジタル方式へ大きく方式が変更になり、携帯端末、無線基地局、交換機、いずれも当時の最新技術を導入したことから、試験での接続がうまく行かず、大変な思いをしました。1993年3月のサービス開始前のかなり前から、デバッグセンターに常駐し、開発業務に没頭していたことは、記憶に新しいところです。当時、一緒に開発したNTTドコモのメンバと開発パートナーのベンダの皆さんと一致団結し、苦楽を

共にし、幾多の困難を乗り越え、サービス開始できた時は、大変な喜びでした。その時、お世話になったNTTドコモのメンバ、開発パートナーのベンダの皆さんには、今でも感謝しています。

対象記事：デジタル移動通信システム 網構成と信号方式

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/voll_1/voll_1_020jp.pdf

榎 啓一

1997年1月8日水曜日午後2時、東京都港区虎ノ門の新日鉱ビル東棟にあるドコモ本社10階の社長室に直立不動の私がいた。ドコモの創業者である大星公二社長は私にこう厳命した。「携帯電話単体で行うモバイル・マルチメディア事業を立ち上げろ」「金はいくら使っても良い」「人も社内外から好きに集めろ」と。

こうしてiモード開発が始まった。

その後、黒澤明監督の映画七人の侍のように、松永真理さん、夏野剛さん、川端正樹さんたちが続々と参加してくれ、2年後の1999年2月22日にサービスを開始した。

契約数が伸び始め、メディアに頻繁に取り上げられるようになったある日、アメリカのテレビ局の取材を受けることになった。

「歴史は好きか？」

「Yes」

「ならば、iモードは歴史上の出来事では何に相当すると思うか？」

とっさに浮かんだのは、コロンブスによるアメリカ大陸の発見であった。当時ヨーロッパの人々は新大陸はあると思ってはいたが、その存在を証明した者はいなかった。

ヨーロッパをPCベースのインターネット市場とすると、iモードすなわちモバイル・インターネット市場はアメリカ新大陸に当たるのではなからうか。

以前から携帯電話単体でのインターネット・アクセスの可能性は言われていたが、ビジネスになることを証明した者はいなかった。

それを我々iモードチームが証明し、モバイル・インターネット市場の扉を開けたのである。

アメリカ新大陸発見から500年後の今、アメリカはヨーロッパを凌ぐ市場になった。同じように、モバイル・インターネットはPCインターネットを凌ぐほどの大きさになった。

商品開発の2年間は私の仕事人生で一番楽しい時であった。チームメンバー、協力して頂いた方々に感謝申し上げたい。

そして、ドコモの研究・開発陣が私と同じような心躍る案件に携われることを願っている。

iモードの開発過程にご興味のある方は下記書籍をご一読下さい。

松永 真理 (2000年) 「iモード事件」角川書店

夏野 剛 (2000年) 「iモード・ストラテジー」日経BP

榎 啓一 (2015年) 「iモードの猛獣使い」講談社

対象記事：iモードサービスの概要 —21世紀の情報配信インフラストラクチャー—

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol7_2/vol7_2_006jp.pdf

尾上 誠蔵

本稿が刊行された1998年10月は、その年の1月にいわゆるETSIディビジョンがあり、3Gの欧州提案は、アンペアバンドには対抗馬であったTD-CDMAを適用するものの主要部分のペアバンドにはW-CDMAを適用することが決定され、W-CDMAの

事実上の勝利が明確になった後になります。欧州内の3G標準化は落ち着き、次に北米提案のCDMA2000との戦いが再び佳境になり1999年5月のOHGハーモナイゼーションまで続くことになります。再びと言うのは、日本提案も決まる前の1996

年頃から北米とは非公式会合でワイドバンドかナローバンド（北米はスタンダードバンドと言う）の議論があり、2 Mbpsなんて要らない、何に使うのかと言われた経緯があったからです。

そういう状況の中でW-CDMAの仲間を増やすためにトライアル実験を海外にも積極的に展開している状況も含めて技術解説を行ったのが本稿でした。W-CDMAを世界に広めるために必要な過程であり、実際に仲間も増えました。

標準化はある意味では真に戦いですが、今から振り返って面白いのは昨日の敵は今日の友になっていることです。TD-CDMAで論争した相手は、その後の対CDMA2000では仲間になり、さらにIEEE

Communications Magazineに共著で投稿しました。対CDMA2000で論争した相手も含めて、技術者として尊敬できて、その後の4Gや5Gの標準化推進では頼れる仲間になっています。なにより対CDMA2000で敵だった某社は今日のドコモのビジネスを支えるデバイスのサプライヤーです。

対象記事：W-CDMAシステム実験特集(1)

W-CDMAシステム実験の概要

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol6_3/vol6_3_007jp.pdf

中村 寛

～技術潮流の読み～

“W-CDMA + GSM evolved Core Network”，すなわち無線はW-CDMAを、コアネットワークはGSMをベースとした発展方式を採用する、これがドコモが欧州とともに目指したグローバル標準の姿でした。コアネットワークはそれまでのPDCベースのネットワークを捨て、GSMベースに作り替えることが求められました。

3Gの標準化では、GSMベースであることが出発点であるとはいえ、従来のPDCでの“良い”経験をいかにGSM方式に活用するかが争点でした。多くの点で、日本対欧州の技術議論が巻き起こりました。特に世界的に発展途上にあったモバイルパケット通信を3Gでどう実現するかが最大の論点でした。

そんな中、パケット通信の伝送技術については、ドコモ、AT&T、エリクソンが「ATMを低速度モバイル通信に適用する」という同じ技術方向性を共有していたため、技術的な困難さとは裏腹に異例の速さで新しいATM通信技術（AAL 2）をITU-Tにて標準化し、それを3GPPが参照して初版のIMT-2000規格が作成されました。

3Gの商用化は多くの期待をもって世界各国で開始されました。ATMをベースとした3Gネットワークも同時に産声をあげましたが、その後急速にATMはIPへと置き換えられました。

インターネットが拡大を始めていた時期、固定ブロードバンドの主役はATMからIPへと移行する前夜だったのです。風前の灯であったATM市場にモバイル市場からATM利用の声がかかり、ATM市場は一気に盛り上がったが、結局はIPという新たな技術の波に飲み込まれた、という結果でした。

時代を読めなかった技術選択と言ってしまうまでもありますが、当時のテレコムは固定も移動もこぞってATM推進派、インターネット派はまだ少数でした。今振り返ればなんて軽率な選択をしたのだと指摘することはできますが、当時それを指摘し修正できたかははなはだ疑問です。

5G時代にドコモが目指すのはB2B2Xをベースにパートナーとともに新たな市場を協創することです。そこは従来技術と新しい（他の市場から導入される）技術の化学反応により新たな市場創造を起こす世界です。

従来技術と新しい技術、技術的な良し悪しは何を

基準にするかで全く変わります。それとは別の次元で主流になる技術は市場により選択されます。技術選択に当たっては、常に別角度からの技術評価とアンテナを高く立てて市場の流れを見る、その中で自ら意志を持って流れを創って行くことが必要なことだと思います。

対象記事：次世代方式ネットワーク技術特集
IMT-2000ネットワーク方式概要

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol6_4/vol6_4_008jp.pdf

村瀬 淳

難産だったFOMA初号機開発

2001年10月に始まったFOMAサービスは、世界をリードする画期的な3Gサービスでした。携帯電話の急速な普及から欧州では3G周波数の競売が暴騰するなど、3Gはサービス面だけでなくビジネス的にも注目の的でした。世界中のプレーヤーが莫大な開発費を投じて一番乗りを目指す中で、初めて参加した国際標準の場ではリリースが再三遅延変更されるなど、特に端末開発は史上まれにみる苦勞の連続でした。

端末では小型化・低コスト化が常に最優先の課題です。2Gまでは大手端末メーカーがそれぞれチップや基盤を起こして小型化の工夫をしていました。ところが3Gではベースバンド信号やアプリの処理能力レベルが一気に上がり、最先端の大規模LSIが必須になりました。日本のベンダも莫大なコストをかけて自社チップを開発しましたが、省電力化が追い付かず電池が1日もたないという状況でした。2Gまでの日本ベンダの垂直統合の強みは3Gから4G/スマホにかけて失われ、グローバルチップベンダとデザインに注力する端末ベンダによる水平分業に集約されていきますが、その兆しはすでに3Gの初期から見え始めていたのです。

また、端末は全てのレイヤを終端しています。3G導入時のように無線のレイヤから動画サービス

のプロトコルまで一新する場合は、基地局やネットワークはもちろん、サービスサーバとの対抗試験も必須でした。加えてお客様が直接触る端末は単にユーザインタフェースを担うだけでなくサービスの印象も決めてしまいます。試験が多岐に渡るだけでなく、手間のかかる主観的な試験で品質を確認することも不可欠でした。

もう一つ大変だったのは、当時はエアダウンロードができなかったこと。致命的な端末不具合があるとソフト要因でもドコモショップでの交換となりました。お客様はもちろん、ドコモやメーカーにとっても莫大なコストと手間がかかり、何回も続くとメーカーがつぶれかねないとのプレッシャーもありました。

今でもFOMA初号機をやっていたという話をすると、当時ユーザだった人からは『電池が持たなくて困ったが、予備電池がおまけについてきたのにはビックリ』という話をされます。ずいぶん良くなりましたが電池はいまだに主要課題の1つですね。

対象記事：IMT-2000サービス特集(1) —モバイル新世紀の先駆け「FOMA」誕生— 提供サービスと端末

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol9_2/vol9_2_012jp.pdf

安部田 貞行

ドコモが「Super 3G」のコンセプトを立ち上げたのは2004年である。当時、日本ではすでに第3世代のW-CDMAが普及しており、i-modeの高機能化とともに、高速データ通信の需要が高まりつつあったが、海外ではまだ第2世代のGSMが主流であったため、Super 3Gはまだはやいという印象があった。そこで、各社を行脚し、その必要性を説くことで、その年の12月には、3G long term evolution (LTE) として3GPP標準化において検討を開始することにたどり着くことができた。その後、LTEは標準化で高い要求条件を掲げ、W-CDMAに比べて圧倒的な大容量化と高速伝送を実現可能とするシステムとして仕様化された。さらに、商用導入時期にはスマートフォンの普及と相まって、

その必要性が増し、いまや最も成功した移動通信システムと呼ばれるまでに至っている。立ち上げの当時の他社から期待の薄さからみれば驚きである。検討の立ち上げ、標準化、商用化にむけた取組みと関係した皆様と切磋琢磨しつづけた結果であり、関係した皆様に感謝の意を述べるとともに、今後も移動通信の発展に貢献していきたいと思う。

対象記事：さらなるビットコストの低減に向けたSuper 3Gの開発

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol16_2/vol16_2_008jp.pdf

鈴木 啓介

LTEの導入に合わせ、コアネットワークにおいても新しいアーキテクチャのEPCを導入した。LTE無線を収容するだけにとどまらず、ALL-IP、Always-ON、IPv6の本格対応、S1-Flex等さまざまな変革がなされ、今日においても全く色あせることなくスマートフォン時代のネットワークを支えている。EPCの開発において特に苦労したのは、移動機、無線、コアネットワークがすべて新しい規格に準拠する必要があり、かつ標準化と同時並行で開発を進めなければならなかったことである。世界の先頭集団で商用化を進めていく中、様々な実装課題や、実装

段階になって判明した標準化仕様の課題が多く発生した。移動機・無線・コアの実装担当者と標準化担当者が一緒になって解決に取り組み、1つひとつ乗り越えて商用化にこぎつけたことが思い出深い。

対象記事：LTEを収容するコアネットワーク (EPC) を支える技術

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol19_1/vol19_1_032jp.pdf

永田 聡

本稿発刊時期の2013年は、2010年に提供開始された「Xi」サービスが1500万契約を超え、最大150Mbpsのデータ通信速度を提供した年に重なります。また5Gの研究開発も進められており、「次世代移動通信(5G)」が「CEATEC AWARD 2013 総務大臣賞」を受賞した年でもありました。

3GPPではRelease 11, 12 LTEの標準化時期に重なり、高速大容量観点ではキャリアアグリゲーション、ヘテロジニアスネットワーク、MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 関連の仕様化が行われていました。ドコモからは「Phantom cell」との名でスモールセルの活用方法を標準化に提唱し、低周波数帯を利用するマクロセルと高周波数帯を利用するスモールセル(phantom cell)を併用するコンセプトは3GPP全体での仕様化に繋がりました。Phantom cellコンセプトは、結果「高度化C-RANアーキテクチャ」として「PREMIUM 4G」の商用提供に繋がり、今では5Gを含めたアーキテクチャ検討の礎となっています。

また、標準化では機器間通信におけるネットワー

クアーキテクチャ、規制制御、輻輳対策技術なども仕様化されつつあり、LTEが携帯電話に留まらないさまざまなモノに対象を拡大しつつあるを感じながら研究開発を進めた時期でもありました。これらの技術は、端末間通信、V2X (Vehicle to Everything) 通信、LPWA (Low Power and Wide Area) 関連通信技術などを含め今もなお継続して仕様化が進められており、5G技術検討にも繋がっています。

LTEが性能向上とともに対象サービス領域を広げていった経緯を振り返りますと、将来においても、さらなる技術発展とともに想定外のサービス、領域が出てくることも期待されます。アンテナを高くかけ、お客様、世の中の動向を感じつつ、あくなき挑戦を続けていきたいと考えています。

対象記事：LTE/LTE-Advanced高度化技術概要

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol21_2/vol21_2_006jp.pdf

徳永 和仁

ドコモでは当時すでに音声系コアネットワークのIP化(CS-IP化)が完了しており、無線の環境においては3GからLTEへのマイグレーションが進んでいた。そのような中でパケットサービスだけではなく、音声もLTE上でAll-IPにより提供しようとすることは周波数利用効率を上げる効果もあり自然な流れであった。VoLTEという技術はドコモの音声サービスの変遷の中で順当な進化と言える。

VoLTEの開発は本稿にも記載の通り、コアネットワーク、無線、移動機の全てにおいて新たな技術要素が必要であり、どれか1つが欠けても成立しな

い。そのような背景の中で、それぞれが異なる装置を専門とする組織の垣根を越えて連携して1つの大きなプロジェクトとしてサービスを作り上げることが苦勞した点だった。

ドコモのVoLTEはその後、VoLTE国際ローミングサービスの提供やより高音質な音声を提供するEVS(HD+)といったサービスを提供し、今後も他事業者とのVoLTEの相互接続といったさらなる発展が見込まれる。

通信の主役は音声からデータ通信へと移っているが電話としての本質である音声サービスについて今

後もさらなる発展が望まれる。

対象記事：新たな音声サービスを実現するVoLTEの開発

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol22_2/vol22_2_003jp.pdf

音 洋行

ネットワーク仮想化の導入目的としては通信ネットワークの柔軟化による信頼性や運用効率の向上だけでなく、各社専用のハードウェアが前提であった既存のエコシステムをハードウェアとソフトウェアを分離することで変革し、業界を活性化させるという大きなビジョンがありました。このため、同一の仮想化基盤上でマルチベンダの通信ソフトウェアが動作することを前提として当初より開発を進めました。

仮想化技術そのものは既にIT分野において広く使われている状況でしたが、新たな課題としては非常に高い信頼性を求められる通信ソフトウェアをマルチベンダで収容するにあたり何が不足しているのか、実際の運用は現状の組織で対応可能なのかという点でした。この課題を解決するため、世界主要ベンダー6社との実証実験を実施すると共に標準化、仮想化基盤、オーケストレータ、SDN、vEPC、オペレーションといった多岐にわたる研究開発部門と、

建設部門、運用部門も含めた全社での導入推進体制を構築し、目指すべき方向性を合わせ様々な課題を解決することで導入を実現することが出来ました。

現在の状況としては世界各国の通信事業者におけるネットワーク仮想化導入が進展し、5G世代でのコアネットワークは仮想化されている前提で標準化の場において議論されています。今後更に高い柔軟性を享受するために通信ソフトウェアのクラウドネイティブ化、スライシングの導入や運用の自動化推進など、通信ネットワークは今後もさらなる進化を続けていくと考えています。

対象記事：通信ネットワークにおける仮想化技術の適用

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol24_1/vol24_1_003jp.pdf

内田 渉

本稿執筆当時の2012年はGoogle社エンジニアによるDeep Learningに関する論文（みなさんご存知の「猫の論文」）が発表された年で、振り返ってみると現在のAIブームの前夜ともいえる時期だったと思います。

実際名だたるグローバルプレーヤ各社がAIエージェントの可視化を進め市場やお客様からの期待値

も急速に高まっていました。そのような中で、持株の研究所を含む検討メンバーとともに、技術の新規性もさることながら「お客様の日々の生活に寄り添う機能」に軸足を置いて、利用傾向などのデータやネット等での反応に一喜一憂しながら日々改善を続けていたことを思い出します。

AIの市場における存在感はさらに高まり今や企

業の成長に欠かせない技術要素となるとともにAI提供者間の競争も激化しています。今回の再掲載を機会に本稿を読み返してみて、ドコモのAIエージェントが選ばれ続けていくために、「お客様の日々の生活に寄り添うとは何か」を問い続けることが大切と再認識しました。

対象記事：自然文質問への直接回答を実現する知識Q&A

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol20_4/vol20_4_006jp.pdf

福田 俊介

本記事に記載の開発が始まったのは2011年後半で、ドコモで最初に発売してAndroidスマートフォンHT-04Aの販売が開始された約2年後となります。これまでフィーチャーフォンで提供していたサービス・機能の開発が完了しスマートフォンならではの機能を提供するための開発として「ドコモクラウド」を組み合わせ、各アプリで機能拡張を実施しました。

当時は今と比べると端末のスペックや機能も低い状態でしたが、「ドコモクラウド」と連携することで容量の大きな多数のデータを扱う機能を提供しつつも、省電力で使いやすいUI/UXを実現する、という点に非常に苦勞をいたしました。

現在では、多くの企業や個人がスマートフォンアプリを提供しており、この記事で開発したような機能も当たり前のものになってしまっています。常にユーザーニーズ・最新の技術を取り入れ、それを素早く市場に提供していくことがより重要になってきていると感じています。

対象記事：ドコモクラウドにおけるAndroidアプリケーションの開発

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol21_1/vol21_1_006jp.pdf