

株式会社三菱ケミカルホールディングス

特別対談 人となり

小林 喜光 氏

フロンティア

特集

モバイル最前線





ぶろろーぐ 内定制度 / 鈴木 幸一 3

特別対談 人となり 4

三菱ケミカルホールディングス 取締役会長 小林 喜光 氏

IIJ代表取締役社長 勝 栄二郎

Topics フロンティア モバイル最前線 10

来たるべき5G時代に向けて / 島上 純一 11

モバイル通信の進化を振り返る / 永野 秀太郎 13

モバイル技術の進化とSIMカード / 永野 秀太郎 14

新しいSIMのかたち / 堂前 清隆 16

ローカル5Gとは何か? / 東 俊孝 17

IIJのローカル5Gへの取り組み / 東 俊孝 18

IIJの海外事業者向けモバイルビジネス / 中村 真一郎 20

DeNA "DRIVE CHART" / ディー・エヌ・イー 川上 裕幸氏 22

人と空気とインターネット IXと私 / 浅羽 登志也 24

Technical Now IIJクラウドプロキシ設定自動化ソリューション for Office 365 事例紹介 26

インターネット・トリビア SMS認証は何のために行なうのか / 堂前 清隆 28

グローバル・トレンド 10年ぶりの上海とMWC Shanghai 2019 / 遠見 洋一 29

※ 連載「ライフ・ウィズセーフ」は、お休みします。

ぶろろーぐ

内定制度

株式会社インターネットイニシアティブ
代表取締役会長 鈴木 幸一



十月に入ると、「内定者懇親会」なる行事があるのだが、いつごろから始まったのか、記憶にない。かつては、「卒業したら、正社員になる」と約束し、夏休み前後からオフィスで働き始めてくれる学生さんが、内定者といえは内定者だった。まだ「内定」という状況なのだが、なかには正社員と同じか、それ以上の働き方をしてくれる学生さんもいて、「まだ社員になっていない」といった言い訳が全く通用しない過激な勤務をもらっていた。社員なのか、アルバイトなのか、気にする学生さんもいなかった。たまにひと区切りつく時間があり、分け隔てなく居酒屋で飲んでみると、社員なのか、違うかたちの雇用関係なのか、私にも区別がつかなかった。

四月になると、「あの子、顔を見ないけれど、なにかあったの?」と、尋ねることが間々あった。「四月からNTTで働いていますよ。もともとNTTに内定が決まっていたので、四月からわが社で働いてもらうわけにはいかないのです」、「そうなの。結構、いい子だったのに、なんでNTTに行くことになったの?」、「もともとあ

らに決まっていたのを、働き始めるまでやってみないかということになって。優秀だから、すぐに目立つようになり、なぜIIJで採らなかつたのかと、みんなに叱られていたのですが、そもそもIIJには、内定制度などないですからね——そんな時代だった。何か確たる方針があって、内定制度がなかつたわけではなく、一緒に仕事をしてくれるのなら、すぐにでも採用していたのである。

内定制度は、ある意味、学生を逃げられないように、早い段階で困い込む制度でもある。往時のIIJは、「IIJで働きたい」あるいは「勉強したい」と思っている学生しか応募してこなかったで、十月に会社で催す懇親パーティそのものに違和感を持つような若者が集まる会社だった。しかも、若い学生さんにお世辞のひとつもかけなかつた。その結果、慢性的な技術者不足で、社員も五〇〇人程度だった。今や三五〇〇人、規模が変われば、全てが変わる。組織の仕組みや制度、カルチャーに至るまで、創業期以来、大切に残そうとしてきたことまで、

少しずつ変わらざるを得ない。まずIIJという会社を理解してもらうことから始めるのだ。それがいい方針なのかどうかは難しいところだが、IIJに来てもらわなければ、何も始まらないのも事実である。

トヨタなどの超巨大企業で、来年から雇用の三割を中途採用に切り替えていくという記事が出ていた。中途採用者を増員していくという趣旨よりも、トヨタのような企業が、今日に至るまで五〇パーセント以上の雇用を中途採用者以外でカバーしてきたことに、驚くばかりである。

若年労働者が減少し続け、高齢者の比率が恐怖感を覚えるほどに高くなってきている日本の将来を考えると、労働人口全体の高齢化は避けられない。それと同時に、若者が活躍し続けられる企業として、いかに存続していくのかは大難題である。ましてIIJのように革新的な技術に対し、尖った若者の能力を最大限に発揮してもらうことで巨大な技術革新を事業化してきた企業では、その解を見出す難しさに呆然としてしまう。

人となり



株式会社三菱ケミカルホールディングス
取締役会長

小林 喜光氏

株式会社インターネットイニシアティブ
代表取締役社長

勝 栄一郎

各界を代表するリーダーにご登場いただき、その豊かな知見をうかがう特別対談“人となり”。
第17回のゲストには、三菱ケミカルホールディングス取締役会長の小林喜光氏をお招きしました。

イスラエル留学

勝 小林会長は、東京大学大学院で修士号をとられたあと、イスラエルのヘブライ大学に留学されました。なぜイスラエルに行かれたのですか？
小林 私は全共闘世代で、東大の安田講堂が燃えたとき、大学四年生でした。個人的には熱狂派でもなければ、反対派でもなく、当時の言葉で言えば「日和見主義」だったのかもしれませんが、学生運動にはピンときていなかった。ちょうど実存主義が流行っていた時期で、「存在とは何か？」「人は何のために生きるのか？」といったことがしきりに議論されていました。「私はどちらかという文学青年でしたから、そういう問題のほうがより本質的ではないかと思っていました。かつて『東京砂漠』という歌がヒットしましたが、満員電車に乗っている人がみんな同じように呼吸して、同じように考えていると思うと、自分が生きているという手応えがなかった。「自分自身」というものに対する実感がほしかったのです。

そんな折りに、ベストセラーにもなったイザヤ・ベンダサン（山本七平）の『日本人とユダヤ人』を読みました。ユダヤと日本はあらゆる点で対照的です。ユダヤ教は砂漠と太陽を背景にした一神教ですが、モンスーン気候に近い日本は多神教だとか、0/1の世界に生きているユダヤ人に対して、日本人は曖昧さを享受しているとか、遊牧民と農耕民族と……何から何まで違っています。

イスラエルの人口は今は八〇〇万人を超えています。国外（イスラエル以外）に六〇〇万人のユダヤ人がいるとされ、双方を合わせると一四〇〇万人になる。これは世界人口の〇・二パーセントに過ぎませんが、ノーベル賞受賞者の二三パーセントはユダヤ系です。ノーベル賞以外の分野でもユダヤ人の活躍はものすごいですよ。そういうことからユダヤに興味を持つようになり、彼らを知るにはイスラエルに行くのが最善ではないか、と思ったのです。

もう一つ理由がありました。私の大学時代の専攻は光化学・放射線化学だったのですが、ヘブライ大学にはアメリカの最先端の研究所から帰ってきた研究者がたくさんいて、なかにはノーベル賞級の人もいました。また、彼らの論文を読むと、非常にベーシックな研究をしているのですが、内容が極めて高度だった。そうした学問的な関心もあって、私はイスラエルを選んだのです。

勝 実際に向こうに行かれて、いかがでしたか？

小林 最初に市内をバスで案内してくれたとき、まず驚かされました。砂漠でバスが立ち往生すると、乗っている人がバスを引つ張って動かすのです。喉が渇くと、(バスの)ラジエーターの水を飲み、食事は立ったまま行かないです。イスラエルでは、男性が三年、女性が二年、兵役を課せられるので、みんな鍛えられている。ちなみに、大学の研究室でも軍服を着ている人がいました。行つて早々に「この連中はすごいな」と思いました。

勝 独自の緊張感があるのでしょうか？
小林 一〇〇倍以上の(人口の)アラブ人に囲まれながらも、七〇年以上、国を存続させてきた国民ですからね。

あと一つ、鮮烈に憶えている砂漠での体験があります。一般に「砂漠」と言えばサラサラした砂のイメージがありますが、イスラエルの砂漠はゴツゴツした岩で覆われている。あるとき、丘の上からはるか遠くを眺めていると、黒いシヨールをまとった女性が山羊を連れて荒涼とした砂漠を歩いているのです。その光景を見た瞬間、東京の満員電車で虚無的になった自分を思い出すと同時に、何もない砂漠のなかで強烈な存在の重みを感じる自分に気づいたのです。本当に感動しました。そして「生きてみるか」と思いました。生きるということは、希有なことだし、重要なことなのだ、と実感しました。

研究者として三菱化成工業へ

勝 ヘブライ大学からイタリアのピサ大学を経て帰国されて、三菱化成工業(現・三菱ケミカル)に入社されました。

小林 日本に帰ってきたのが八月で、それから働き口を探し始めました。当時、三菱化成は、三菱化成生命科学研究所という研究機関を持っていて、民間の組織にもかかわらず、非常にベーシックなライフサイエンスの研究をやっていた。そういう会社なら自由な研究ができると思って、三菱化成の人事に連絡して、横浜の研究所を紹介してもらった。それから私が書いた三本の論文を持って面接に行き、首尾良く採用してもらいました。入社日は(一九七四年)二月二日。日本もまた大らかな時代でしたね(笑)。
勝 入社後、キャリアの途中で研究分野を変更されたそうですね。

小林 しばらくのあいだ基礎研究を行なつてから、当社の本流である石

油化学の触媒の研究を二〇年間やりました。ただ、この分野に大きな将来性があるとも思えなかったので、自ら手を挙げて、ストレージ・メディア（記録媒体）の研究室に移ったのです。それが一九八四年でした。

当時、ストレージ・メディアの事業は、社内ベンチャーのような位置づけだったので、試作したディスクを社外に持って行って評価してもらったり、工場を建てたり、販売会社を設立したり、いろんなことをやりました。四七歳で本社に転勤となり、記憶材料（フロッピー、ハードディスク、光ディスクなど）事業の担当部長として事業のマネジメントをしなければならなくなったのですが、入社以来、研究者としてやってきたので、貸借対照表や損益計算書なんて見たこともなかった。まったくデータラメな人事ですよね（笑）。仕方ないので、土日を費やして、簿記の勉強から始めました。四九歳で記憶材料事業部長になると同時に、子会社の社長も兼務することになった。ところが、しばらくすると「こんな大赤字を出している事業は続けられない。損益が改善しなければ、一年後に事業から撤退する」と会社から言われた。会社的には、少しでも数字を良くしてから売るなら売ろうという思惑もあったのでしよう。事業を立て直しを迫られ、開き直ってビジネスモデルを転換した結果、売上高・利益率ともに改善することができたのです。これを機に私は「本社人間」になり、その後、研究開発担当の常務を経て社長になるわけですが、今から振り返ると、キャリアの多くは偶然に因るところが大きかった気がします。

多忙を極める日常

勝 三菱ケミカルホールディングスの社長、会長のかたわら、経済財政諮問会議の民間議員や経済同友会の代表幹事など、さまざまな要職を歴任され、多忙を極めていらっしやいますが、時間のマネジメントはどうされているのですか？

小林 今年もこれから年末にかけて、夜の予定はほぼ埋まっています……（笑）。

勝 肝臓を休める日がないですね。私もそうですが……（笑）。
小林 予定が入ってないと、自分から「飲みに行こう」と誘うことになるんですよ（笑）。
社業以外の役職については、八割はどうしても断れない。経済財政諮

人となり

特別対談

問会議の議員は一年九カ月ほどやりました。当時、内閣府特命担当大臣だった甘利（明）さんから突然電話がかかってきて、「経済は素人ですが」と断ったのですが……。その後も産業競争力会議や総合科学技術・イノベーション会議の議員、日本銀行の参与ですとか東芝他の社外取締役、つい先日はカーボンリサイクルファンドの会長をおおせつかりました。

勝 東京電力のほうは？

小林 東電の社外取締役は、経済同友会の代表幹事になるとき、ジャパニーズプレイの社外取締役と一緒に辞めさせていただきました。

勝 いずれにしても、大変な仕事量ですね。

小林 ひどいスケジュールですよ（笑）。ですから、勉強はもっぱら車のなかです。経済同友会の代表幹事だったころは、記者会見が隔週の火曜日であり、そのための分厚い資料が前の週の金曜日に送られてくるので、予習は週末にやらざるを得なかった。それでも最近は正常に戻りつつあって、歯医者にも行けるようになりました（笑）。

勝 その都度、頭を切り替えるのが大変ではないですか？

小林 そうですね。ただ、次から次へいろいろやっているほうが、自分には合っているようです。同じことをずっと続けるのが、とにかく苦手なのです。ルーティンに弱い。

勝 ご趣味は何ですか？

小林 オタマジャクシがカエルに変成していく様子を観察したり、メダカと金魚を飼っています。時間があるときはずっと眺めています。

勝 健康管理はどうされているのですか？

小林 運動はゴルフぐらいです。あとは、薬をたくさん飲むこと（笑）。なかには「薬は飲まない」と言う人もいますが、人類五千年の知恵を活かさないと手はないでしょう。いっぱい薬を飲んで、お酒もいっぱい飲む！ということですね（笑）。

平成不況の原因

勝 東京電力、ジャパニーズプレイ、東芝など、経営危機に直面した企業の社外取締役を引き受ける際は、相当な覚悟が要ったのではないですか？

小林 リスクがあっても、面白がつてやってしまうところがあるんですよ。



小林 喜光（こばやし よしみつ）
1946年生まれ。71年、東京大学大学院修士課程修了後、ヘブライ大学、ピサ大学に留学。74年12月、三菱化成工業（現・三菱ケミカル）入社。同社常務執行役員を経て、2007年、三菱ケミカルホールディングス取締役社長に就任。15年より会長。現在、総合科学技術・イノベーション会議議員。経済同友会代表幹事、経済財政諮問会議議員、日本化学工業協会会長なども務めた。著書などに『KAITEKI 化学』（CCC メディアハウス）、『地球と共存する経営』（日本経済出版社）、『危機感なき茹でガエル日本』（中央公論新社／監修）。

よね。火中の栗を拾うのが好きなタイプと言いますか……（笑）。

東電を引き受けるときは、反対する人も多かった。ジャパニーズプレイは多少なりとも自分の関心がある分野だったので楽しみな部分もありましたが、東芝は厳しかった……。債務超過寸前で、誰もが潰れると思っていたし、潰れたほうがいいという人までいた。しかし東芝と言えば、日本では日立と並んでもっとも優秀な理科系の頭脳が集まっている企業じゃないですか。そういう宝をなぜ潰してしまうのか、もう一度、再生できるはずだ、という想いがありました。

勝 小林会長が言われているように、平成の三〇年間は日本にとって厳しい時代でしたが、その原因は何だったとお考えですか？

小林 戦後、日本はモノづくりを通して復興を遂げ、ジャパン・アズ・ナンバーワン（E・ヴォーゲルの著書名）と言われるまでになった。その成長を支えたのは、日本人の特性である「集団になったときの強さ」でした。それが均一な製品を大量に速く、安く作るという点において発揮されたのです。

日本が過去の成功体験に浸っているあいだに、アメリカ企業を中心としたITや、近年ではGAFAMが展開するヴァーチャルなサービスがどんどん広がっていった。そして気がつくとも、半導体、光ディスク、太陽電池、フラットパネルディスプレイ、カーナビ……等々、日本が得意としていたリアルな領域でも韓国・台湾・中国に物量で圧倒され、急速にシェアを落としました。

これまで日本では、自分の頭で物事を考える人材を育ててこなかった。だから、集団が機能しなくなると、思考停止に陥ってしまう。へそ曲がり、と言われる人が時々いますが、そういう人こそ新しいものをクリエイトするじゃないですか。古い文化を壊していかないと、この国の成長は望めない気がしています。

勝 おっしゃる通りですね。

小林 不況の要因として、もう一つ見落としてはならない点があります。韓国・台湾・中国では、事業分野毎にコンソリデーションを進めて、おおむね一社、二社に集中・集約したうえで、国が積極的に援助しました。一方、日本には電機メーカーだけで一〇社以上、自動車会社は八社、化学系に至っては、小さい会社を含めれば千社以上あるとも言われています。その結果、国内の競争で消耗してしまい、海外勢とコストで勝負で



きなくなっている。

勝 小林会長が指摘された通り、かつての護送船団方式が崩壊して価値観が変わったとき、多くの場合、経営者が選択したのが「コストカット」でした。

小林 そうですね。社長になると、何かをクリエイトするより、手っ取り早いコストカットに目が向いてしまう。今やキャピタリズムがデータイズムに転じ、データとアルゴリズムを握る者が主導権を握るようになった。そうした変化に対する感性と言いますが、インターネットや検索エンジンが現れたときに、本気でそれらを捉えていた日本の経営者がどれほどいたのかということですね。

勝 小林会長のような人材が、今の日本には求められているのだと思います。

「KAITEKI経営」を掲げて

勝 三菱ケミカルホールディングスの社長に就任されて、三菱レイヨンや大陽日酸との経営統合などを通じて業界再編を促す一方、収益性の低い事業を縮小して効率化を進められました。そうした大胆な戦略を採るうえで、経営哲学を伝えていただけますか。

小林 経営は「格闘技」だと考えています。敵を見定め、戦って、最終的に勝つ。儲けるというより、勝つというイメージです。そして、そういう戦いを精神的に支えるのが、世界を変えたいというロマンだと思います。

例えば、当社は人工光合成の研究を進めています。二酸化炭素は地球温暖化のおもな要因として悪者にされますが、いわゆる「燃え滓」であり、エネルギー値としてはいちばん下がった状態です。が、それを再利用して新たな物質を作ることができれば、二酸化炭素の排出やエネルギー問題を解決できるかもしれません。植物は二酸化炭素と太陽光と水を使って光合成を行ない、炭化水素を作りますよね。それと同様に、人工的に光合成を再現できないか？——これは月に人を送ることに匹敵するプロジェクトだと思うのです。そういうロマンを持ちながら、どうやって勝っていくのか考えるのが経営ではないでしょうか。

日本企業は統合・再編やM&Aをやりたがらない。最近、上場子会社が話題になっていますが、日本では実質支配が六〇〇社（持株比率）五



勝 CSRとはまた違った観点が含まれているということですね？

小林 CSRには儲けたぶんを社会に還元するというニュアンスが含まれていると思いますが、我々は事業を通じて社会課題の解決に貢献したいと考えています。その原点がサステナビリティなのです。

勝 そうした構想を以前からお持ちだったのですか？

小林 そうですね。化学会社の研究開発は一〇年単位の年月がかかるので、一〇年先、二〇年先を見据えたいうえで、今、何をすべきなのかバックキャストしなければならない。二〇〇六年頃ですが、地球温暖化や高齢化といった二〇年先の社会が直面する課題を予測して、事業を通じて持続可能な社会を実現することの重要性に思い至ったのです。

スポーツではよく「心技体」が欠かせないと言われますが、それは組織体にも当てはまります。資本効率を「体」とすれば、イノベーションは「技」、サステナビリティは「心」です。人でも組織でも、この三つが揃って初めて良いパフォーマンスを生み出せるのではないのでしょうか。

令和は、世界の「ハーモナイザー」を目指せ！

勝 今の日本経済・日本企業のあり方について提言などはありますか？

小林 先ほども言いましたが、日本は会社数の数が多すぎて、同じ分野で過当競争を繰り返している。「オレの米はうまいぞ」と言っ、わずかな田圃を手放さない農家が、大規模に土地を集約して、トラクターで耕作している相手にビジネスで勝てるわけがないですよ。

実は、当社が実際に事業統合した会社以外にも、過去に声をかけた会社もあります。しかし、多くは実現しなかった。断られるときに決まっ出てくるのが「OBを口説けなかった」という言い訳でした。そりゃOBに相談したら「やめとけ」と言われますよね。日本人は律儀で真面目だから、そういう関係を大切にすぎると、トラクターで耕作と世界を見ないと、ジリ貧に陥る危険性が高いですよ。

勝 どうすれば変わるでしょうか？

小林 どこを見据えて、本当の競争・戦いをやるのかということですね。現状は、外（海外）を見ることなく、内輪で満足してしまっている。日本の国際競争力は急激に低下しており、時価総額も日本でトップのトヨタ

〇パーセント超が三〇〇社となっており、欧米に比べて非常に多いと言われています。

当社は、もともと三菱化学（現・三菱ケミカル）と三菱ウエルファーマ（現・田辺三菱製薬）の共同持株会社としてスタートしました。これまで、持株会社である三菱ケミカルホールディングスに入ってもらうかたちで、三菱レイヨンや大陽日酸などと経営統合してきました。上場子会社は、親会社と子会社の少数株主との利益相反など問題点を指摘されることが多いですが、企業再編を進めるうえで一つのプロセスとして、全面的に否定はできないと考えています。

仮に二つの会社が経営統合を考える場合、合併という方法をとると、どちらかの社名が消えて、社長も一人になる。ホールディング制のもとで傘下に入るかたちにすれば、会社そのものは残すことができます。個々の会社は社風や組織が異なりますから、いきなり合併するよりも、まずはなかに入ってもらい、お互い気心が通じて納得したうえで合併するのが日本流だと思うのです。ホールディング制は、会社を大きくしていく一つの手法だと考えています。

勝 三菱ケミカルホールディングスでは「KAITEKI経営」という理念を掲げられていますが、その主旨を教えてくださいいただけますか。

小林 社業が明確な「〇〇自動車」や「〇〇ビール」といった会社と違って、当社のように「化学（ケミカル）」という学問の名前を社名に冠した会社は、大きなプラントで真っ黒なコークスを作っている人から、クリーンルームで薬を作っている人まで多種多様で、自分たちがなぜこの会社を集っているのかという共通の目標を持ちにくい。そこで「KAITEKI」というコンセプトを考えました。「人、社会、そして地球の心地よさがずっと続いていくこと」を「KAITEKI」と表現し、これを実現することをビジョンとして掲げたのです。アルファベットにした理由は、「KAITEKI」を「KAIZEN」のような世界語にしたいからです。これは私の夢ですね。

勝 「KAITEKI経営」では「サステナビリティ」を重視されていますね。

小林 資本の効率化を進める経営、イノベーションを追求する経営、そして、地球環境やエネルギー問題、つまりサステナビリティの向上を目指す経営という三つの軸を設けて、その三つの経営から生み出される価値の総和を本当の会社の価値と考え、それを「KAITEKI価値」と呼ん

が世界では四〇位台です。それにもかかわらず、内閣府の調査では、国民の七割以上が現状に満足している。これは「ぬるま湯」以外の何物でもないでしょう。

勝 三〇年前、世界の企業の時価総額トップはNTTでした。NTTは情報通信会社であり、今で言うところのGAF Aですよ。

小林 そうですね。なぜ負けてしまったのでしょうか……。日本企業にもチャンスはあったはずですよ。

平成の日本は「平和に成った」かもしれませんが、成長率の面では「平らに成って」しまった。

勝 おっしゃる通りですね。

小林 元号が「令和」になった今、もう一度、勝負するとしたら、心のあり方が重要です。

「令和」の「令」は、「コマンド」あるいは「コード」とも考えられる。すると、令和とは「コードをハーモナイズする」という意味になります。今、米国をはじめ自国第一主義が盛んですが、各国で異なるルールやレギュレーションを日本が調和させる、言い換えると「日本人が世界のハーモナイザーになる」ことが求められていて、それは日本人らしい役割だと思っております。

若い世代へのメッセージ

勝 最後に、次世代を担う若者にメッセージをお願いいたします。

小林 「命」には五つある、と言われます。「宿命」、「運命」、「使命」、「立命」、「天命」です。「立命」と「天命」は、それぞれ「運命」と「宿命」に近い意味なので、重要なのは「宿命」、「運命」、「使命」の三つです。

まず「宿命」ですが、宿命には抗うことができないので、耐えるしかない。次の「運命」は、命を運ぶ、と書く。つまり、自分でもコミットできるので、運命には戯れる。最後の「使命」は、なぜここまで生きてこられたのかと言うと、使命があるからです。愛する家族、会社、社会のためにがんばるという使命です。よって、これら三つの「命」をまとめると、「宿命に耐え、運命と戯れ、使命に生きる」ということになります。

若い人には、グローバルを目指してほしいし、ぜひ、戦ってほしいですね。勝 なるほど。素晴らしい言葉ですね。本日は、貴重なお話をありがとうございました。

人となり

特別対談

来たるべき 5G時代に向けて

第五世代移動通信システム「5G」の実用化を目前に控え、モバイル通信に対する期待と関心が一段と高まっている。以下では、I I Jのモバイル事業の歩みを俯瞰したうえで、5Gの可能性に思いを馳せてみたい。

I I J 取締役 CTO
島上 純一



I I Jは二〇〇八年、モバイルブロードバンドが始まった3Gの時代にMVNO事業に参入しました。セキュアなモバイルリモートアクセスや企業WANへのモバイル回線の活用など、ISPとしてインターネット関連サービスで培ってきた技術をモバイルブロードバンドに適用し、法人向けにソリューションを開発してきました。これをI I JのMVNOの第一期としましょう。

二〇一二年には、MVNOに対する移动通信事業者のLTEの開放に合わせて、利用者の通信を細かく制御するPCRF (Policy and Charging Rules

I I Jのモバイル事業 第一期〜第三期 フルMVNOに向けて

移動通信は社会の基盤となり、第五世代移动通信システム「5G」については、メディアや報道で目にしない日がないほど注目が高まっています。もとは携帯電話という名の通り「携帯できる電話機」、すなわち音声通話を媒介することが主たる用途でした。

固定通信は、情報処理技術の発展によりデータ通信の必要性が高まり、さらにインターネットの普及によりデータ通信の需要が大きく伸びました。固定電話回線とダイヤルアップモデムから始まったインターネット接続も、ADSLやFTTHにより高速なブロードバンドインターネット接続となりました。

移動通信は2Gの時代でもKbpsレベルのデータ通信は可能でしたが、3GでADSL並みにデータ通信が高速化され、4G LTEとスマートフォン普及によって、現在のモバイルブロードバンドの時代に至りました。

固定通信は、情報処理技術の発展によりデータ通信の必要性が高まり、さらにインターネットの普及によりデータ通信の需要が大きく伸びました。固定電話回線とダイヤルアップモデムから始まったインターネット接続も、ADSLやFTTHにより高速なブロードバンドインターネット接続となりました。

移動通信は2Gの時代でもKbpsレベルのデータ通信は可能でしたが、3GでADSL並みにデータ通信が高速化され、4G LTEとスマートフォン普及によって、現在のモバイルブロードバンドの時代に至りました。

Function)やOCS (Online Charging System)などの機能をMVNOの設備に実装。これを機にコンシューマ向けのサービスを本格的に開始し、いわゆる「格安SIM」のマーケットを牽引してきました。コンシューマ向け市場への参入により、I I JのMVNO事業が大きく発展したのが第二期でした。

I I JのMVNOの第三期は、二〇一八年に始まったフルMVNOの時代です。加入者管理機能(HLR/HSS)というモバイル回線を管理する中枢機能を自社で運用することにより、従来はキャリアに依存せざるを得なかったSIM関連ソリューションの提供や海外の事業者との連携が可能になりました。

フルMVNOで実現されたソリューションの代表例がeSIMです(eSIMの詳細は16頁を参照)。

SIMに格納される契約情報をオンラインで書き換えて移动通信サービスの契約を変更してしまうeSIMの仕組みは、従来の契約プロセスを変革するもので、利用者のビヘイビアを大きく変える可能性を備えている、と期待されています。

SIMの自身をやり取りする仕組みであるeSIMに対して、物理的なSIMに多様性を持たせることを可能にしたのも、フルMVNO化によるサービスの拡張です。通常のカード型のSIMだけでなく、過酷な環境でも利用でき、耐熱性・耐振動性に優れたSIMや、基板に装着できるチップ型のSIMなど、特にIoTの領域ではSIMの形状や性質に対してさまざまなリクエストをいただきます。フルMVNOでは、キャリアからSIMを借りるのではなく、自社でSIMを発行するので、そのような特殊なニーズにもお応えできるようになりました。

第一期・第二期では、I I Jが得意とするデータ通信の機能や付加価値によってキャリアとの差別化

モバイル最前線

2018年、I I JはフルMVNOとしてサービスを開始。2020年には、いよいよ日本でも次世代モバイル通信「5G」がスタートする。モバイルテクノロジーは何を実現しようとしているのか？ ユーザはどんなサービスを求めているのか？ 本特集では、進化と変革が押し寄せるモバイル分野の最新情報を紹介する。



モバイル通信の進化を振り返る

自動車電話サービスから始まったモバイル通信は、来年、5G（第五世代）に進化しようとしている。ここでは、モバイル通信が歩んできた道のりを簡単に振り返ってみたい。

IIJ MVNO事業部 コンシューマサービス部 サービス企画課

永野 秀太郎



一九七九年〜1G 「アナログ携帯電話時代」

一九七九年、東京二三区内で利用できるセルラー方式の「自動車電話サービス」が始まりました。その後、全国を移動中でも利用できるようになり、自動車電話サービスの需要が拡大しました。電電公社が民営化された八五年、自動車から離れても利用できる「シヨルターフォン」が発売されました。当初は、あくまでも自動車電話の発展型という位置づけでし

を行なってきたのに対し、第三期のフルMVNOではサービスをお客さまにデリバリーする仕組みや形態の革新を行なっていると言えるでしょう。eSIMもチップ型SIMも、まだ新しい領域であり、MVNOとして新しい価値を提供することに大きな手応えを感じています。

1Gのモバイル事業 第四期 5Gの時代が到来

次の第四期は間違いなく5Gでしょう。日本では来春からキャリアによる5Gの本サービスが開始される予定ですが、海外ではすでにサービスが始まっており、お隣の韓国では三〇〇万以上の加入者が5Gを利用しているそうです。

5Gの特徴は、高速大容量のeMBB(enhanced Mobile Broadband)、多数同時接続のmMTC(massive Machine Type Communication)、高信頼性・低遅延のURLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication)といった異なる要求をサポートできる点です。日本のキャリアの5Gサービスは、既存4Gのサービスエリアの一部で利用できるeMBBからスタートする見込みです。

eMBBは、データ通信の高速化を実現してきた従来の延長線上にあり、キャリアの設備を借りているMVNOのサービスも現状と大きく変わらないと言えるかもしれません。ただ、端末から網に向けた上り方向で高速化が見込まれる点に注目すれば、高精度なカメラ映像のアップロードなど、用途の拡張も考えられ、早期のエリア展開を期待したいところです。

IoT向けのmMTCについては、4GでもLTE-MやNB-IoTという規格でサービスが始められており、サービスエリアを考慮すると、IoT向け省電力・

低速サービスは、当面、4Gが利用され続けるのではないのでしょうか。

高信頼性・低遅延通信を実現するURLLCは、4Gの時代にはなかった新しいサービスです。データが発生する近傍に設置されたコンピューティングリソースでデータを処理するエッジコンピューティングとともに、新しい用途への適用が期待され、多くの実証実験が行なわれています。URLLCを使ったモバイルエッジコンピューティングがどのようなかたちで実用化され、MVNOがどのように貢献できるのか、我々も注目しながら研究を続けていきたいと考えています。

5Gのさらなる展開

5Gにおいて注目される別のトピックとして、ローカル5Gが挙げられます。これはキャリアだけに割り当てられていた移動通信用の電波を、自己の土地や建物のなかといった制限を設けながらも、キャリア以外の組織に対して一般業務で使えるように割り当てる制度です。まず今年の年末に28GHz帯の100MHz幅を割り当て、来年に4・5GHz帯の200MHz幅と、28GHz帯の800MHz幅という広大な帯域を割り当てる計画です。

キャリア以外の組織が利用できる無線技術としては、電波の免許が不要なWi-Fi、LPWA(Low Power Wide Area)や、登録が必要な業務用無線などがあります。一般企業や官公庁といった組織は、キャリアのサービスに加えて、こうした無線技術を適材適所に使った自営網を構築することにより、無線ネットワークを利用していると思います。

先に紹介したように、5Gは多様な使い方をサポートする無線技術であり、これをキャリアの公衆網だ

けでなく、自営網でも汎用的に利用していく動きは日本以外にも見られます。

PS-LTE(Public Safety LTE)は、4Gの時代からあるコンセプトですが、警察や消防などパブリックセーフティ領域で独自に構築された無線ネットワークをLTEの技術を使って統合しようというものです。また、ドイツやイギリスでは一部の5G向けの電波を地域およびローカル免許として配分しています。「インダストリー4.0」を推進しているドイツの製造業においては、工場IoTへの利用が検討されています。アメリカはさらに進んでおり、利用されていない周波数帯域を自営網で利用できるCBRS(Citizens Broadband Radio Service)という制度が始まっています。

工場、プラント、ショッピングモール、ホールといった設備の安定稼働やその場にいる人の安全を守るために設置された無数のセンサーやカメラから情報を得るための手段として、また、そこで働く人や集う人が非常時にも安定して利用できる連絡手段として、あるいは、高度なセキュリティ要求により公衆ネットワークから通信を隔離する必要がある領域において、自営の無線ネットワークはますます重要になると思われまます。公衆網で開発されてきた4Gや5Gの技術が自営網に使われることによって、自営網と公衆網の連携の可能性も広がっていくでしょう。

今までのMVNOは、キャリアからネットワークを借りてサービスを展開してきました。5Gの時代には、キャリア以外のネットワークでも5Gの技術が広く使われるようになります。用途が広がれば、機器も安価になり、普及にも拍車がかかります。私たちMVNOもそのような新しいアクセス方式を活用し、新しいかたちの移動通信事業者として、普及・発展に貢献していきたいと考えています。

一九九三年〜2G 「デジタル携帯電話時代」

一九九三年、データ通信サービスが始まりました。九四年には、携帯電話機の買取制度(通称「端末の自由化」)の導入とともに、料金の大幅な値下げが行なわれ、通信業界全体のターニングポイントになりました。また、携帯電話機の供給に家電メーカーなどが参入して競争が加速し、九五年にはPHSサービスが始まったことで、若年層にも普及していきましました。九九年、NTTドコモからiモードが登場しました。携帯電話を使ってインターネットサービスを利用できるようになり、さらにキャリアメールの登場により、コミュニケーションの在り方が変わりました。こうした背景のもと、携帯電話が一般にも浸透し、「フィーチャーフォン時代」をむかえました。

一九九三年、データ通信サービスが始まりました。九四年には、携帯電話機の買取制度(通称「端末の自由化」)の導入とともに、料金の大幅な値下げが行なわれ、通信業界全体のターニングポイントになりました。また、携帯電話機の供給に家電メーカーなどが参入して競争が加速し、九五年にはPHSサービスが始まったことで、若年層にも普及していきましました。九九年、NTTドコモからiモードが登場しました。携帯電話を使ってインターネットサービスを利用できるようになり、さらにキャリアメールの登場により、コミュニケーションの在り方が変わりました。こうした背景のもと、携帯電話が一般にも浸透し、「フィーチャーフォン時代」をむかえました。

二〇〇一年〜3G 「フィーチャーフォン時代」

二〇〇一年、世界初となる3GサービスをNTTが開始し、フィーチャーフォン時代が幕を閉じました。高速データ通信が可能になったことで、パソコンと同じようにインターネットを利用できるようになり、音楽配信・ブラウザゲームなど、それまで成し得なかった多彩なサービスが現れました。これにより、従来のパケット従量制に替わって、パケット定額制サービス

が始まりました。〇八年、日本でiPhone 3Gが発売され、徐々にスマートフォン時代へと選んでいます。同年、IIJは3GによるMVNO事業をスタートしました。

二〇一〇年〜4G 「スマートフォン時代」

二〇一〇年、「高速・大容量・低遅延」という三つの特徴を備えたLTEが誕生しました。一年のiPhone 4Sの発売を機に、スマートフォンが広く普及しました。一二年、IIJはLTE対応高速モバイルサービスをスタートしました。スマートフォンの普及は、我々の生活に大きな変化をもたらしました。YouTubeなどの動画配信や本格的なオンラインゲームを手軽に楽しめるようになるのと同時に、デジタルカメラが不要になるほど携帯電話のカメラが進化を遂げ、写真や動画を世界中の人とインターネットで共有する時代になりました。

二〇二〇年〜5G 「あらゆる機器がつながる時代」

4Gが「スマートフォンとコンテンツサービスの時代」だったとすると、5Gは「あらゆる機器とあらゆる人・モノがつながる時代」と言えるかもしれません。5Gは4Gの単なる進化形ではなく、「低遅延・多接続」といった新たな技術が盛り込まれています。スマートフォンやPCに加えて、各種センサー、スマートメータ、家電製品、自動車、医療機器などがネットワークにつながって、データ活用の領域が広がり、リアルタイムな分析・検知・操作などが実現される未来がもうそこまで来ているのです。

モバイル技術の進化とSIMカード

本稿では、携帯電話に不可欠なSIMカードの歴史とMNO・MVNOの基本事項を整理したうえで、IIJがフルMVNOになったことで実現し得るおもなサービスについて紹介する。

IIJ MVNO 事業部 コンシューマサービス部
サービス企画課

永野 秀太郎



携帯電話とSIMカードの関係と歴史

携帯電話でインターネットを使う際、必ずSIMカードが必要になります。なぜSIMカードが必要なのか？それはSIMカードが通信を制御する頭脳の一つだからです。

SIMカードの小さな筐体にはCPUとメモリが一緒になったICチップが埋め込まれています。多くの情報を記憶できるSIMカードには「電話番号」「認証・暗号化のための情報」「ICCID」*1、「IMSI」*2、「電話帳」という五種類の情報が書き込まれています。携帯電話の動きを司る頭脳(CPU)とは別に、SIMカードは通信を司る頭脳として機能しています。そのため、通信の発展・進化に合わせて携帯電話とともにSIMカードは進化してきました。

日本におけるSIMカードの歴史は、NTTドコモが二〇〇一年に開始した第三代携帯電話サービス(FOMA)でSIMカードを採用したことから始まりました。当時のサイズは、今では標準サイズと呼ばれている少し大きめのサイズで、色は青でした。二〇〇三年、国際ローミングに対応した携帯電話の登場により、SIMカードは第二代(色は緑)へと進化しました。

二〇〇六年にはMNP*3が始まったことにより、通信キャリア間で契約を移動する「のりかえ」が多くなりました。他の通信事業者から契約を変更する場合、SIMカードを新しく作る必要がありますが、顧客管理システムがないとSIMカードに契約情報をプロビジョニングできませんでした。そのため、顧客

管理システムが設置されていない店舗ではSIMカードを発行できず、顧客管理システムが設置されている上位店舗でSIMカードを作ってから販売店に配送していました。しかしそれだと、ユーザが携帯電話を長時間利用できなくなるので、これを解決するために、OTA*4に対応した第三代のSIMカード(色は白)が生まれました。これにより顧客管理システムが設置されていない店舗でもSIMカードを発行できるようになり、携帯電話の契約時間が短くなると同時に、契約できる店舗も増えました。

二〇一〇年には第四世代携帯電話サービス(XI)の開始により、SIMカードも第四世代(色は赤)になりました。また、ここからスマートフォンが普及が始まったこともあり、SIMカードも標準サイズだけでなく、microサイズ、nanoサイズと小型化してきました。二〇一三年、キャッシュレス化が進む国際市場の変化などにもない、日本では代表的なFeliCa(おサイフケータイ)に加え、海外で広く普及しているNFC Pay (Apple Pay) にも対応した第五世代のSIMカード(色はピンク)に進化を遂げ、現在(二〇一九年)は、機能的にはピンクのものと同じですが、耐久性の面でより優れた第六世代(色は水色)になっています。

MNOとMVNO

MNOとMVNOを簡単に説明すると、MNOとは自社の回線設備を持っている通信キャリアを指し、日本ではNTTドコモ、KDDI、ソフトバンクの三大キャリアがMNOに該当します。一方、

この三社から回線を借りて通信サービスを提供しているのがMVNOです。つまり、MNOとMVNOの違いは「自社で回線設備を持っているか否か」で、「回線設備を貸し借りする関係」ということとなります。

では、なぜMVNOが生まれたのか？以前は三大キャリアによる寡占のため、通信料金・サービス内容・端末料金の横並び状態が続いていました。例えば、月に1〜3GBしか通信量を利用せず、そこまでスペックの高い端末を必要としないライトユーザでも、7GB/月の通信プランと高機能な端末の組み合わせしか契約できませんでした。本来なら、通信料金やサービスは三社間で競争が行なわれるべきですが、キャッシュバックやキャンペーンによる割引などでユーザの獲得競争が激化した結果、世界的に見ても高い通信料金が維持されました。これを打破するために生まれたのが、MVNOでした。

こうして登場したMVNOがもたらすメリットは、ユーザ自身が「必要な通信容量」「必要な端末」を選択でき、通信料金・端末が「安い」ことでした。

IIJioのサービス開始当初は、IITリテラシーの高いユーザや通信容量をそこまで利用しないライトユーザが多かったのですが、近年は、家計に占める通信料金の割合が高くなったことで、料金を抑えたいと考えるファミリー層もずいぶん増えました。さらにスマートフォンをよく利用する若年層が増えると同時に、通信容量も多くなり、端末に求める性能も高くなったため、IIJioでは大容量の通信プランや性能の高い端末もラインナップしています。

フルMVNOで広がるIIJのサービス

IJJは、SIMカードを管理するシステムである加入者管理装置(HLR/HSS)をNTTドコモのネットワークと接続して国内初のフルMVNOとなり、昨年三月からサービスを提供しています。フルMVNOを端的に説明すると「もともとMNOに近いMVNOの事業モデル」と言えます。IJJがフルMVNOになることで、SIMカードの独自発行とプロビジョニングを行なえるようになります。これは二つの技術的価値を持ち合わせています。

一つはサービス提供の自由度です。これまではMNOのシステムが許容していないサービスは提供不可能だったため、例えば、SIMカードをいったんプロビジョニングして利用し始めると、利用を終えたSIMカードは再利用できませんでした。それゆえ、[O]用の通信モジュールを製品に組み込む際、出荷前の検査で開通試験を実施するといったことは困難でした。しかしIJJのフルMVNOサービスでは、一時的な開通や廃止後のSIMカードのリサイクルがサポートされるため、柔軟なSIMカードの開通・廃止オペレーションが要求されるケースで、そのメリットが発揮されます。

もう一つはeSIMのような新しいSIM技術のサポートです。[O]やローミングといった先進的なユースケースでは、プラスチックカード形状のSIMの運用の限界が問題となっており、抜き挿しする代わりにオンラインでSIMプロファイルをダウンロードできる「eSIM」や、SIMカードを物理

的なデバイスから切り離して仮想的に扱う「ソフトウェアSIM」の普及が期待されています。そして、すでにeSIMを搭載したデバイスや、SIMカードを入れ替えることなくプリペイド的に安価なローミングを利用できるソフトSIMを搭載したデバイスが登場しており、こうした用途においても、SIMカードを独自にプロビジョニングできる基盤を保有することで、新しい技術によるイノベーションを後押ししたいと考えています。

今後、進化し続ける[O]や5Gといった新しいトレンドに対し、フルMVNOとして高度かつ多様なサービスをどのように実現していけるのか？——IJJはフルMVNOのフロントランナーとして、MNOとは異なる事業モデル・サービスを提供していきます。

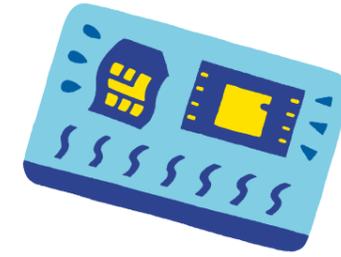
*1 「Integrated Circuit Card ID (IC Card ID)」。SIMカードを識別するために付与された固有の番号。
*2 「International Mobile Subscriber Identity」。加入者情報を識別するために付与される15桁の識別番号。契約時に発行されるSIMカード内に記録される。
*3 「Mobile Number Portability」。電話番号を変更することなく、通信事業者を変えることができるサービス。
*4 「Over The Air」。無線通信を利用することで、携帯電話の電話番号やIMSIなどの書き込みを可能にする機能。

新しいSIMのかたち

SIMカードは携帯電話網へ接続する際の「認証」情報を保持する重要な部品であるが、最近では、携帯電話網への接続にSIMカードを使わない方式が出てきている。

IIJ MVNO 事業部 事業統括部
シニアエンジニア

堂前 清隆



SIMカードの弱点

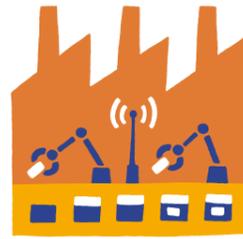
認証のための情報を通信機器から分離してSIMカードに格納する現在の方法は、一台のスマートフォンを使いながら異なる会社の通信サービスをカードの抜き差しによって切り替えることができる点で、特に欧州のように国境を越えた移動が頻繁な地域では、便利な方法です。また、日本国内でスマートフォンを交換したり、買い増したりする際、自分でSIMカードを移し替えば、いちいち携帯電話会社の窓口に向かなくて済みます。

ローカル5Gとは何か？

局所的な自営ネットワークとして多様な活用が期待されている「ローカル5G」。本稿ではローカル5Gの施策を中心に、その概要を解説する。

IIJ MVNO 事業部 ビジネス開発部
ビジネス開発課

東 俊孝



ローカル5Gの概要

ローカル5Gとは、一般企業や自治体などが「限定された地域」において「自前」で構築・運用できる、第五世代移動通信ネットワーク(5G)の総称で、現在、総務省が制度設計を進めています。このように通信インフラ基盤を地域限定で整備する狙いはどこにあるのでしょうか？

最初に、これまでの移動通信ネットワークの変遷を簡単に振り返ると、一九八五年にアナログ通信(1G)として始まって以来、おおむね10年毎に進化を遂げ、

その一方で、SIMカードにも弱点があります。一つはカードの耐久性です。SIMカードは、プラスチックの板にとっても小さなICが埋め込まれていますが、周囲が高温になる工場などでは、プラスチックが変形してしまうことがあります。また、SIMカードと通信機器は、金属の接点を介して電気を通しますが、自動車に通信機を搭載するような場合、振動により接触不良が発生することが考えられます。さらに、常時身につけるような小型の機器に通信機能を搭載するときは、小型のSIMカードであっても機器のサイズに比べると、大きすぎることもあるでしょう。加えて、SIMカードが物理的な「もの」であるがゆえに、利便性を低下させることもあります。例えば、全国にいる従業員のノートパソコンに通信機能を追加する際、いちいちSIMカードを配送するのは大変な手間です。

eSIM、ソフトSIMのメリット

情報の移し先の一つは、小型のICチップです。カードではなくICチップそのものを通信機内に固定すれば、スペースを節約できますし、接触不良も起こりにくくなります。ICのパッケージを耐久性の高いものにするれば、温度変化にも強くなります。通信機内に固定するためのチップのことを「eSIM」、「チップSIM」と言います。eSIMの「e」は「embedded(埋め込み)」の頭文字です。

国際標準にもとづいた4GとしてLTEが採用されたことで、音声通話だけでなく、データ通信も個人の携帯端末で行なえるようになり、人を中心にインターネットへ自由にアクセスする環境が整いました。5Gでは、ミリ波を含む幅広い周波数帯に対応した5G NR(New Radio)と呼ばれる新たな無線通信技術により、さまざまなモノがつながる世界を目指しています。

5G NRでは、使用可能な周波数の帯域幅が格段に広がるため、LTEの約10倍の超高速(eMBB: enhanced Mobile Broadband)や多数同時接続(mMTC: massive Machine Type Communication)が実現されます。加えて、LTEの約10分の1に短縮される応答速度による高信頼/低遅延(URLLC: Ultra Reliable and Low Latency communication)も実現されるため、新たな無線フレーム構成を採用する点が鍵となります。

加入者情報の認証やデータ通信のポリシー制御などを担うコアネットワーク5G Core(5G Core)は、無線アクセスとの組み合わせを考慮し、4G(LTE)と5G NRを併用するNSA型(Non-StandAlone)と、5Gを単独で実現するSA型(StandAlone)に大別されます。5Gのサービス開始当初は、4Gのコアネットワークを拡張したOption 3: NR(NSA型)となるため、eMBBのみが実現可能です。URLLCやmMTCは、Option 4: NR(SA型)が必要となり、二〇二一年以降に実現する見通しです。

ローカル5Gの話に戻りますと、そもそも、なぜ5Gの周波数帯域の一部を、一般企業や自治体などに割り当てる必要があるのでしょうか？ 全国サービスの通信事業者(MNO)以外を対象とした理由は、5Gから利用される新たな周波数帯域の電波特性に答えが隠されています。

この方式をさらに突き詰めて、ICチップすら省略してしまい、通信機のCPU上で動作するソフトウェアにSIMの役割を担わせる方法もあります。こちらは「ソフトウェアで動作するSIM」という意味で「ソフトSIM」と呼ばれています。

eSIMやソフトSIMを利用すれば、プラスチックのSIMカードにまつわる課題を解決できます。しかし、eSIM・ソフトSIMは通信機のなかにSIMの機能が入ってしまったため、「SIMカードを交換する」という方法が使えなくなります。その代わりに、eSIM・ソフトSIMでは、外部から命令を送ってSIMの情報を書き換える仕組みが用意されています。先ほどの例で言うと、ノートパソコンをeSIM・ソフトSIM対応のものにしておき、パソコンを管理するシステムからSIMの情報をネットワーク経由で配信するという方法です。

IIJでも法人向けモバイルサービスでeSIM・ソフトSIMを提供しており、自動車に搭載する通信機でご利用いただいたり、小型センサーなどの活用のご相談をいただいています。IIJがeSIM・ソフトSIMを提供できるのは、二〇一八年三月に運用を開始したIIJのフルMVNO基盤があるためで、今後も需要に応じて、さまざまな形状のSIMを提供していきたいと考えています。

ところで、実は皆さんのスマートフォンでも「新しいSIMのかたち」を体験できることをご存じですか？ 例えば、二〇一八年以降に発売されたiPhoneはeSIMのチップを搭載しているため、設定を行えばSIMカード相当の情報をダウンロードして通信に使用できます。IIJの個人向けサービスであるIminioでは、iPhoneのeSIMで使えるサービスを提供していますので、ぜひ新しい技術をお試しください。

MNOに割り当てられている4Gの電波は、建物などの障害物があっても回折する「プラチナバンド」と呼ばれる700~900MHz帯(1GHz以下の周波数帯)を中心に構成されています。それに対し、二〇一九年四月、MNO四社に割り当てられた5Gの帯域は、3.7/4.5GHz帯や28GHz帯といったより高い周波数帯です。

一般に、電波は周波数が高くなる(波長が短くなる)と直進性が増し、建物などの遮蔽物の影響を受けやすくなります。また、水蒸気や植生に遮断されやすく、空気中を伝搬する際の減衰幅が大きいため、電波が遠くまで飛びづらくなります。このため、特に周波数が高くMNOが使いづらい28GHz帯は、工場内でのロボット制御などから実用化が進むと考えられます。

ローカル5Gの狙い

ローカル5Gは、MNO以外を対象に、二〇一九年一二月頃から28GHz帯の免許申請が始まる予定です。おもな目的は人手不足や高齢化が顕著な地方の活性化で、例えば、無線LAN(Wi-Fi)の代用として、工場や大型商業施設での利用が期待されています(ローカル5Gは申請区域外に電波が漏れることを禁じていますが、28GHz帯は窓ガラスなどでも電波が遮蔽されるため、問題になることは少ないと見られています)。

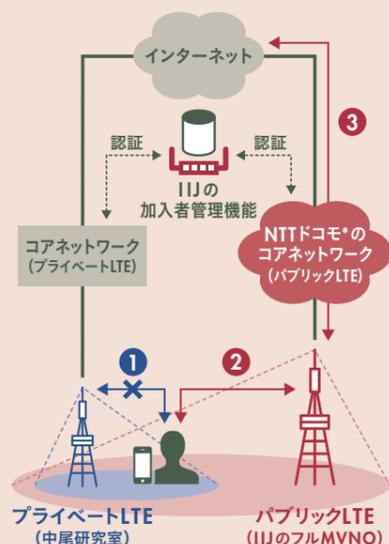
なお、ローカル5Gでは、Sub6GHzに含まれる28GHz帯より波長が長い4.5GHz帯の割り当ても検討されており、二〇二〇年後半に免許申請の受付が始まる見通しです。4.5GHz帯は、28GHz帯に比べて、エリアを面的に確保できます。隣接する区画との電波干渉の問題や既存の公共業務用システムとの調整が課題になりますが、順調に進めば、4.5GHz帯の実用化にも大きな期待が寄せられています。

東京大学とIIJ パブリックLTEとプライベートLTEの統合連携に関する実証実験の概要

期間 | 2019年6月5日～2020年3月末

検証内容
災害時を想定し、プライベートLTEで障害を発生させて、パブリックLTEに切り替え、ネットワークを継続して利用できることを実証します。また、プライベートLTE向けにソフトウェアベースのコアネットワークと基地局を開発し、実用的なサービス提供について検証します。
通信ネットワークは、IIJのフルMVNOのパブリックLTE網と、東大・中尾研究室が独自に構築したプライベートLTE網を使用します。両LTE網の連携方法は、1枚のSIMに2種類のプロファイルを書き込んで切り替える方法や、ローミングを活用した乗換方式を想定しています。具体的な実証実験としては、以下を予定しています。

- フェーズ1 検証環境の構築と動作確認**
- パブリックLTEとプライベートLTEの連携に必要なSIMの開発。
 - プライベートLTE向けコアネットワークの開発。
 - パブリックLTEとプライベートLTEの動作連携。
- フェーズ2 拡張性試験**
- 複数のSIMを用いた拡張性試験。
- フェーズ3 フィールド試験**
- デバイスをユーザに貸与し、商用化に向けた運用課題の洗い出しや、新たなサービス創出の検討。



- 1 プライベートLTEへの接続不具合
- 2 パブリックLTEの電波に自動切替
- 3 インターネットに接続

※ IIJはMVNO (Mobile Virtual Network Operator)として、MNO (Mobile Network Operator)であるNTTドコモと相互接続を行なっています。

これまでになかったサービスがあと少しで実現されるところまで来ています。

5Gがインフラになる日

ローカル5Gの他のユースケースとしては、住友商事とCATV各社が、実験局免許にもとづいて共同で実証実験に取り組んでいる高精细の放送コンテンツ配信が注目されています。そこでは、CATVにおける放送配信のラストワンマイルを28GHz帯の無線通信で代替する実験が進められており、「5G FWA (Fixed Wireless Access)」と呼ばれています。現在の5G関連の政府施策や産業界の製品開発の動向を見ると、4K/8Kテレビの家庭への普及が、高精细映像伝送へのローカル5Gの活用を後押しすることになりそうです。

なお、ローカル5Gでは、4Gまでの人を中心とした全国カバレッジの移動無線通信から、当初はエリア限定ではあるものの、人を含めたあらゆるモノとモノを新たな周波数帯を通じて高信頼かつ低

IIJのローカル5Gへの取り組み

IIJでは、ローカル5Gの活用に向けた取り組みを進めている。ここでは、IIJと東京大学が行なっている実証実験を中心に、ローカル5Gの最前線を紹介します。

IIJ MVNO事業部ビジネス開発部
ビジネス開発課

東 俊孝

東大との実証実験

二〇一九年六月五日に報道発表した「国内初！東京大学とIIJ、パブリックLTEとプライベートLTEの統合連携に関する実証実験を開始」(左ページ)「実証実験概要」参照)は大きな反響を呼び、産業界はもとより、総務省をはじめとする行政担当者や大学関係者からも多くの問い合わせをいただいています。

報道発表では、IIJがフルMVNOとして実現している公衆無線通信ネットワーク「パブリックLTE」と、通信事業者以外の企業などが自営する無線通信ネットワーク「プライベートLTE (sXGP)」*1の統合連携に関する実証実験を、東京大学大学院情報学環中尾研究室とIIJが二〇二〇年三月末まで実施する、とお伝えしました。

プライベートLTEとは、自らLTEの無線基地局やコアネットワーク設備を運用する自社専用の無線通信ネットワークのことです。プライベートLTEを活用することで、スタジアムやショッピングモールといった大規模な施設のなかで、施設の管理スタッフなど一部のユーザだけがアクセスできる独自のネットワークを構築できます。しかしながら、一台のデバイス(一枚のSIM)で、パブリックLTEとプライベートLTEのエリアを行き来する場合は、そのままでは電波受信の自動切替えができず、シームレスなハンドオーバー(無線網の切替)を確立できないといった課題があります。

今回の実証実験では、中尾研究室とIIJが共同で検証環境を構築し、シームレスにパブリックLTEとプライベートLTEの通信経路を確保できるように、動作検証やフィールド試験などを実施しています。加えて、両者は実証実験の結果をもとに、コ

ストを抑えながらも通信品質や信頼性を備えた新しい無線通信技術の創出を目指し、5Gのネットワークスライス*2に関わる調査研究に役立てることも視野に入れています。つまり、近い将来、プライベートLTEの延長線にあるローカル5Gと、パブリックLTEの発展形となる通信事業者の5G(公衆網)が連携することを見据えて、LTE網の統合連携の知見を5G網へ展開するための検討が進められているのです。

広がる可能性

報道発表後、中尾研究室の中尾彰宏教授と、慶応義塾大学の中村修教授が、Interop 2019で「ローカル5Gに寄せる期待と課題」をテーマに対談を行なっていました。そのなかで「情報通信の民主化」を加速させる5Gは、新たなイノベーションをもたらすものであり、限られた通信事業者だけがサービスを提供するのではなく、大学関係者を含む多数の人々が利用することで、新たな産業創出や国土強靱化に資する可能性を持っている、という見解を両教授が示されました。

また、中尾教授はIIJとの共同実験の取り組みに関して、プライベートネットワークの圏外に出たとき、通信事業者の全国ネットワークと自動的につながる仕組みは、利便性向上だけでなく、通信費用の削減に大きく寄与する技術である、と言及されました。

今後、新たな周波数帯域の利用や1GHz以下の周波数帯の5G方式への移行(電波資源の拡大)に加えて、基地局の裏側にあるコアネットワーク内の設備と機能の分離が進むことで、通信内容に応じた最適な経路選択や機能をサービスとして再

利用する柔軟なシステム運用が現実化する、と見られています。そのキーワードは、新たな無線通信技術である5GNRとクラウドネイティブな5GC、そしてローカル5Gを含めた多様な無線技術の統合連携です。これらの組み合わせにより、自動運転車のような自律型システムやAIによる「考えるネットワーク」など、

利用する柔軟なシステム運用が現実化する、と見られています。そのキーワードは、新たな無線通信技術である5GNRとクラウドネイティブな5GC、そしてローカル5Gを含めた多様な無線技術の統合連携です。これらの組み合わせにより、自動運転車のような自律型システムやAIによる「考えるネットワーク」など、

有の「白井データセンターキャンパス」*3を開業しました。この施設は、データセンターだけでなく、プライベートLTEの設備を備えた無線通信技術の実験場としても利用されます。今後は、白井データセンターキャンパスを舞台としたローカル5GのPoCもあり得るでしょう。

引き続き、東京大学との共同研究の成果や、IIJのローカル5Gへの取り組みにご注目ください。

*1 「shared eXtended Global Platform」
バンド39:1880MHz~1920MHzの一部で運用されるTD-LTEを利用。プライベートLTEの一種で、日本ではPHSやデジタルコードレス電話が利用している1.9GHz帯の一部領域が割り当てられている。

*2 通信ネットワークを仮想的に作り、サービスの要求に応じて最適なデータ経路やQuality of Service(ネットワーク上で提供するサービス品質)を選択する技術。

*3 敷地面積約4万平方メートル、延床面積最大約8万平方メートル、最大50MWの受電容量を備えた大規模・大容量データセンター。IT人材の働き方改革や運用コスト低減に対応するため、ロボットによる運用実証実験も行なっている。

IIJの海外事業者向け モバイルビジネス

フルMVNOになったIIJは、国内でのサービス展開に加え、海外事業者との連携にも積極的に取り組んでいる。本稿では、海外事業者向けモバイルビジネスに関する現状と、今後の展開について述べる。

IIJ MVNO 事業部 副事業部長
中村 真一郎



フルMVNOになったメリット

最初に、IIJがフルMVNOになったことで、海外事業者向けモバイルビジネスに関して生じたメリットをまとめてみましょう。

● 自社製のSIMを持てること

フルMVNOの一番のメリットは、SIMを自社で作れるようになったことです。具体的にはSIMに書き込むプロファイルを自作できるようになり、日本でもモバイルにつながるニーズを持つ海外事業者に対して接続性を提供できるようになりました。現在、日本でこれができるのは、MNOの三社とIIJのみです。

● 日本の接続性

IIJのフルMVNOはNTTドコモとの接続でサービスを提供しており、現状、日本国内の3G、LTE、Car.MI（LPWA）の一つの種類）での接続が利用できます。海外での接続性は、残念ながらIIJ単独では提供できないので、海外事業者と連携する必要があります。

● 提供可能なサービス

前節で述べた接続性は通常、物理SIMの形態で提供されます。IIJの場合、海外事業者向けにOEMでSIMを提供しています。メインの顧客は、後述する再販型のトラベルSIM提供事業者（SIMを各国から仕入れて再販している事業者）です。一方、物理SIM以外にも、プロファイルでのサービス提供を始めており、自社でOTA（Over The Air）SIMを作って販売している海外のトラベルSIM提供事業者がメイン顧客になります。

● 課金方法と物流の違い

物理SIMの提供は、事業者の要望に合わせてIIJ側で料金プランを準備し、その料金プランのSIMを日本で作り、海外事業者へ出荷します。料金は一枚のSIMにつき、送料込みでいくらかという設定です。一方、プロファイル型はプロファイルデータを提供し、事業者側が独自にSIMを準備します。そのため、物理的なSIMを輸出する必要がなく、料金はプロファイルの使用料となり、輸送にかかるコストや時間を抑えることができます。

● NTTドコモ網による制約

フルMVNOのサービスはNTTドコモ網との接続でサービス提供されるため、どうしても料金面や機能面で制約が生じます。IIJはこれを踏まえてサービスを作る必要があるのですが、海外事業者はこの制約を理解してもらえない場合が多々あります。これは解決がむずかしい問題ですが、理解してもらえよう努力しながら展開しています。

インバウンドに向けたサービス

近年、インバウンド（訪日外国人旅行者）の数が増加しており、昨年度は、中国、韓国、台湾、香港の順になっています。IIJでは国毎に戦略を立てて、顧客開拓とサービス展開を進めています。

● 国毎の競争環境

国毎にモバイル市場の状況が大きく異なります。これまでは中国市場を最優先に展開を進めてきました。中国は年間一億人の旅行者が海外へ出かけており、この一億人の旅行者向けにトラベルSIMからAI翻訳機までさまざまな接続サービスが存在しま

す。当然、日本における接続性の需要も大きく、それは香港も同様です。一方、台湾および韓国は、中国や香港ほどサービス提供の自由がありません。このように各国の市場環境を見ながら、「どのサービスを」「誰に」提供するかを判断しています。

● 営業展開手順

各国の事業者日本でのモバイル環境を提案するにあたっては、その国の市場環境を見る必要がある、と書きました。IIJでは、①当該国のMNO、②当該国のMVNO、③当該国のサービス事業者、という順で提案活動を進めています。

● 競争環境の激化

価格・サービス面での市場環境の激化にともない、海外でも（国内同様に）単純な接続性だけでは優位性を保てません。よって、サービス機能・品質・コスト面をレベルアップしていく必要があります。

海外のサービス事業者とサービスの種類

海外では、どんなプレーヤーが、どのようなサービスを提供しているのか解説します。

● MNO（モバイルキャリア）

海外MNOのなかには、海外トラベルSIMを自社のローミングSIMだけでなく、外部から仕入れて販売するMNOが存在します。

● SIM再販事業者

物理SIMを日本から仕入れて、当該国で販売する事業者。

● スマートフォンメーカー

メーカー自らアプリを作り、そのアプリ経由で接続

性が購入できるサービスを提供します。スマートフォンメーカーがハードだけでなく、通信サービスも販売するかたちです。特に中国国内でサービス提供されています。

● SIMバンク事業者

Wi-Fiルータのかたちで提供されます。自社サーバに多数の物理SIMを格納し、そのサーバとWi-Fiルータを接続することで接続性を提供します。グローバルには数社存在します。

● OTASIM提供者

SIMにOTA機能と位置情報機能を付与して提供します。SIM購入者が海外へ行くとき位置情報をサーバ側に上げ、SIMに対して最適なプロファイル（通常は現地プロファイル）をダウンロードして使います。OTASIMとOTAサーバをセットで提供しています。

● プロファイル組込事業者

IoT利用を目的として通信モジュール内にプロファイルを書き込むサービスを行ないます。このモジュールを利用するとSIMが不要になるため、いつも小型化が進むIoT機器にマッチするサービスです。

● グローバルeSIM事業者

グローバルにeSIMを提供しています。IIJのeSIMは日本での接続サービスを提供していますが、彼らはグローバルな接続を提供します。

パートナー連携の取り組み

IIJはこのような事業者に対し「顧客としてサービスを提供する」「パートナーとして連携する」という二つのアプローチで展開を進めています。特

に後者については、複数の「プロファイル組込事業者」「グローバルeSIM事業者」と連携を進めています。その具体的な取り組みを二つ紹介しましょう。

● グローバル展開

海外でのIoTサービスを要望されるお客さまにグローバルな接続性を提供します。一般的に海外の接続性は、MNOがローミングサービスを提供しています。一方、IIJはローミングではなく、ローカルの接続性を提供できるよう準備を進めています。例えば、タイでIoTビジネスを展開したいお客さまには、ローカルのローカルの接続性を提供していきます。ローミングに比べて、コストを大幅に抑えることができます。提供方法はプロファイル形式となり、IoTビジネスを展開したいお客さまに向けて、現地地使えるプロファイルを利用しやすいかたちで提供したいと考えています。

● IoTへの取り組み

従来のSIM提供に加えて、「通信モジュール+プロファイル」サービスを検討しています。これが実現できると物理SIMが不要になるため、スペースを少しでも小さくしたい機器などにマッチすると考えられます。また、このノウハウはグローバル展開にも活用できます。例えば、タイにおけるIoT展開において、タイで利用可能な「モジュール+ローカルプロファイル」を二つセットで提供するといったかたちです。

IIJは「グローバル展開」と「IoTへの取り組み」を並行して進めており、今後も各国の市場と事業者のニーズに合ったサービスモデルの構築に積極的に取り組んでいきます。

モバイル活用事例

DeNA “DRIVE CHART”

～インターネットとAIで交通事故のリスクを低減

ここでは、モバイルの活用事例として、DeNAが開発・提供している、交通事故削減を目指したIoTサービス“DRIVE CHART”を紹介する。

株式会社ディー・エヌ・エー
オートモーティブ事業本部スマートドライビング部長

川上 裕幸 氏



機能不全に陥っている日本の交通システム

モバイルゲーム「Mobaage」やプロ野球球団「横浜DeNAベイスターズ」で知られる弊社「ディー・エヌ・エー（DeNA）」は、二〇一五年から交通インフラのサポート事業に参入しています。その背景には、諸外国が未だ経験したことのない、日本独自の「交通システム不全」という社会課題があります。

まず「人の移動」の面では、過疎地など公共交通が行き届かない地域にお住いの方や、高齢による体力の衰えなど、さまざまな理由から移動したくてもなかなか叶わない「交通弱者」と呼ばれる方が日本全国に七〇〇万人以上もいらっしゃいます。

次に「モノの移動」の面では、EC（Electronic Commerce）の普及により、宅配便の取り扱い件数が年間で約一億個ずつ増加しており、今後も増え続ける見込みです。このまま配送事業者の負担が増せば、従来のような充実したサービスを提供することがむずかしくなります。

その他にも、年間五〇万件以上発生している交通事故や都市部の交通渋滞など、現在、日本の交通システムは多くの問題を抱えています。

これらの問題は、今の交通システムが昭和の高度経済成長期の人口増加や、当時の急速な自動車の普及と道路の拡張といった時代背景のもと、組み立てられたことに起因していると言えます。

現代の日本は、世界でも類を見ない人口減少社会・超高齢社会に突入しています。その結果、日本の発展を支えてきた交通システムと、将来必要とされる交通システムとのあいだにギャップが生じ、さまざまな問題が浮き彫りになっています。

「インターネット×AI」で交通システム不全の解消へ

我々は、弊社のコア領域である「インターネット×AI」やスマートフォンなどのテクノロジを活用して、「交通システム不全」という社会課題の解決に貢献したいと考えました。では、交通システムの制御に「インターネット×AI」を導入すれば、どんな未来をつくることができるでしょうか？

もし、全ての車がインターネットにつながれば、いっつどの車が、どんな場所を走ったのかなど、車や人やモノの移動に関するあらゆるデータが蓄積されます。そして、そのデータをAIがディープラーニングして未来予測に用いれば、ルート最適化による渋滞緩和、事故の防止、タクシーの配車や宅配便の効率化、より高いレベルでの自動運転制御などに役立つことができます。

DeNAは、「この国の旧態依然とした交通インフラの仕組みそのものを、インターネット×AIでアップデートする」というビジョン・ミッションを掲げ、従来にはなかった革新的なサービスの開発に着手しました。

交通事故削減に向けた支援サービス

DeNAでは二〇一九年六月から、「交通システム不全」のなかでも最重要課題の一つである交通事故の削減に向けて、IIJモバイルを活用した事業者向けサービス「DRIVE CHART」を提供しています。

DRIVE CHARTは、車内外を映す専用車載器（ドラレコ）の映像（左写真）と加速度センサーやGPSのデータをもとに、AIで運転行動の危険度を可視化して、運転特性をドライバーと管理者の双

方が共有・把握し、事故の防止につながるシステムです。ドラレコの映像を機器内で即座にAI解析して地図情報などと組み合わせることで、一時不停止、脇見運転、車間距離不足（煽り運転）など、習慣化された危険な運転行動や、ドライバーが抱えている潜在的なリスクを検出可能になります。

もちろん、リスクを検出するだけではドライバーの危険運転を防ぐことはできません。そこで、二〇代から七〇代までの幅広い年齢層のドライバーにヒアリングを行なったうえで、モバイルゲームで培った弊社の技術を活かして、日々のちよつとした隙間時間に確認してもらえるようなWEBレポート画面（上図左下）を開発しました。開発に際しては、ドライバーに能動的に見てもらえるような、わかりやすく・見やすいレポート画面にこだわりました。

DRIVE CHARTは、ドライバーを管理する管理者にも大きなメリットをもたらします。物流や一般企業の営業車は、ドラレコで記録した映像をドライバーの運転状態の把握に活用するのが通例だと思われていますが、ドラレコが記録する情報量は膨大なため、確認には大変な手間と時間を要します。すると、多くのドライバーを抱える企業や管理者が十分な時間を映像確認に割けないケースでは、ドラレコを使った運転管理の継続が困難になってきます。DRIVE CHARTではそうした状況を想定して、確認作業をAIで自動化することで、管理者の負担軽減、タイムリーな指導、指導基準の明確化などを行ない、効果的な管理を実現しています。

実証実験で証明された大きな改善効果

DRIVE CHARTの効果は、実証実験を通じ

て証明されています。二〇一八年四月から九月にかけて、六〇〇台の車両に機器を搭載し、過去五年間の平均事故件数と比較したところ、タクシーでは二五パーセント減、トラックでは四八パーセント減という好結果が得られました。

DRIVE CHARTには、多くの開発課題が残されていましたが、なかでもポイントだったのが、多くのドラレコから集まってくる膨大なデータをリアルタイムに処理するための通信回線でした。IIJのモバイル回線は、費用対効果の面で優れており、ライフサイクル管理によるSIMのコントロールが可能な点や、利用したぶんだけ課金される料金プランなど、満足できる内容となっています。

今後もDeNAでは、ユーザの声を聞きながらDRIVE CHARTの改善に努め、危険運転状況の検出項目や警報機能の追加、WEBレポート画面のUI/UXの改良などを行ない、交通事故削減に資することができるよう、サービスを磨き上げていきたいと考えています。

川上 裕幸（かわかみひろゆき）
2011年9月、DeNA入社。mobaageプラットフォームやライブ配信サービス開発担当を経て、17年6月からDRIVE CHARTの事業責任者に就任。これまでに、携帯電話メーカーで携帯電話やスマートフォン開発を、外資系半導体メーカーで組み込みソフトウェア開発や技術営業を担当。



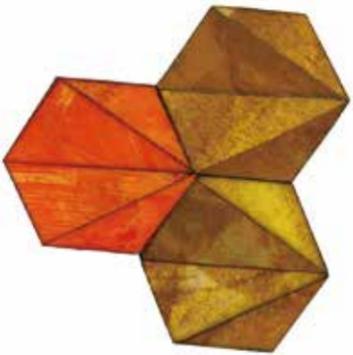
人と空気とインターネット

IXと私

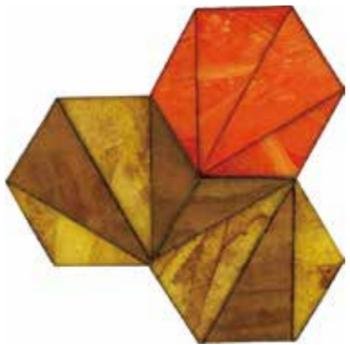
IIJイノベーションインスティテュート

取締役

浅羽登志也



日本のインターネットは
どのようにして
世界とつながっていったのか。
若かりし筆者の体験をもとに、
インターネットの「裏側」を
振り返ってみたい。



一〇月二五日のインターネットマルチメディア社のユーザ会で、インターネットの昔話をする事になりました。同社は、NTTコミュニケーションズとIIJの合併事業で、JPNAPというインターネット相互接続サービス(IX)を提供しています。そこで、私の話も今から約三〇年前のIXの話題を中心に行おうと思っています。せっかくなので、今回はその練習も兼ねて、「IXと私」というテーマで書いてみようと思います。

相互接続サービス「前史」

IXは「Internet Exchange」の略で、ISPの相互接続サービスの事です。その歴史は意外と古く、最初のIXは、かつていくつかあったアメリカの連邦政府系のインターネットプロジェクトを相互接続する目的で始まったFIX(Federal Internet Exchange)で、一九八九年にサービスを開始しています。

当時、全米科学財団(NSF: National Science Foundation)の運営するNSFNET、アメリカ航空宇宙局(NASA: National Aeronautics and Space Administration)のNSN(NASA Science Network)、アメリカエネルギー省(DOE: Department of Energy)のESnet(Energy Sciences Network)、アメリカ国防省(DOD: Department of Defense)のMILNET(Military Network)を、東海岸と西海岸の二箇所相互接続するために、東海岸はメリランド大学内にFIX-Eastが、西海岸はNASA Ames研究所内にFIX-Westがそれぞれ設置されました。これら政府系インターネットのなかで、NSFNETは全米各地の大学や教育研究機関を広く接続し、事実上、アメリカのインターネットバックボーンの機能を果たしていました。

当時の日本は、WIDEやTISNなどがハワイ大学から西海岸のNSNのFIX-West内のルータを経由して、NSFNETに接続され、全米各地の組織とTCP/IPで通信できるようになっていた、というのは小誌「五一号」で書いた通りです。

一九九二年、IIJの設立当初、私はUNETで研修を受けていました。ある夜「Washington DCのPoP(Point of Presence)で作業するから、お前も来い」と言われ、何もわからないまま車に乗せられて、Washington DCにあるSprintの局舎に連れて行かれました。UNETは、そのコロケーションスペースに何台もルータを設置していたのですが、その日の作業は、ルータのうちの一台のイーサネットポートを、少し離れた場所にあるラックに搭載された謎の機械のイーサネットポートにUTPのケーブルを配線してつなぐというものでした。私がその謎の機械を指差して、「あれはなんだ？」と尋ねると、「MAEだ」と言われたのを、今でも鮮明に覚えています。

当時、MFSは45MbpsのATMリンクを使って、遠隔地同士を10Mbpsのイーサネットをつなぐサービスを提供していました。その謎の箱は、45Mの回線で10Mイーサを飛ばすためのブリッジだったのです。そのブリッジ接続で、数キロ離れたMFSの局舎にあるMAEのスイッチまでイーサネットがつながったわけです。その説明を聞いたとき、すごく感動した記憶があります。さらに、これはあとで気がついたのですが、実はUNETがMAEにつながった歴史的な瞬間に立ち会って、しかも、その作業までしていたのです。このときの体験が、その後のクロスウェイブコミュニケーションズ社での広域LANサービスにつながっていくのですが、その話はまたの機会に(あるのか?)いたしましょう。

帰国後、IIJのバックボーンの立ち上げを始めたわけですが、例の郵政省とのゴタゴタの結果、日米回線が上げられるまでに、一年三月くらいかかりました。国際回線を上げる際、当時、社長だった深瀬(弘恭)さんのアイデアで、アメリカにルータを置いておこうぜ、ということになりました。最初、国際回線は一本だけ(国際回線を何本も買う余裕がなく、切れたらおしまいという状態でした)。でも、アメリカにルータがあれば、そこから何本も回線を出すことで複数のISPと接続できるという理由からです。こうして最初のルータは、国際回線のアメリカ側キャ

一九九〇年代になると、アメリカには商用ISPが登場し始めます。NSFNETは商用ISPとも相互接続を始めましたが、基本的には学術コミュニティに役立つ通信に限るというポリシー(AUP: Acceptable Use Policy)に沿って運営されていました。しかし将来的には、商用のインターネットサービスが主流になるだろうという見通しのもと、NSFNETはバックボーンサービスを停止する決定をします。その際、NSFはアメリカ四箇所にNAP(Network Access Point)という名前のIXサービスを立ち上げる事業者を公募しました。そして、NAPに商用ISPとそれまでNSFNETをバックボーンとして使っていた大学などを中心に発展してきた地域ネットワークを接続させ、地域ネットワークはNAPを経由して他のISPとpeeringないしはtransitサービスを購入するかたちで、他の地域ネットワークと通信を行なうよう移行を進めたのです。

公募の結果、MFS(Metropolitan Fiber Systems)、Sprint Ameritech、Pacific Bellの四社が、それぞれワシントンDC地域、ニューヨーク地域、シカゴ地域、サンフランシスコ地域でNAPサービスを一九九四年に開始する契約をNSFと結びことになりました。ただし、四社のなかでMFSだけはすでにワシントンDCエリア周辺でUNETやPSinetなどいくつかの商用ISPを相互接続するMAE(Metropolitan Area Exchange)というサービスを提供し、他社に先行していました。現在、この東海岸のMAEのサービスは「MAE-East」と呼ばれていますが、それはのちに西海岸でMAE-Westのサービスが始まって以降の話で、このときはまだシンプルにMAEと呼ばれていました。

日本のISPがアメリカのIXに初めて接続するまで

さて、前置きはこれくらいにして、いよいよ「IXと私」の本編に突入いたします。私の最初のIX体験はこのMAEとの接続でした。

リアだったSprintの、カリフォルニア州ストックトン市にあるPoPにコロケーションし、そこでSprintlinkとUNETに接続をしました。一九九四年三月のことです。

その後、MFSがカリフォルニア地域でも、MAEのサービスを始めることになったとき、アメリカにルータがあるのならIXにルータを直接つないでしまいたい、とかねがね考えていた私は、それに飛びつきました。そして次に、国際回線を増速するタイムイングで、ストックトンからサンノゼのMFSのコロケーションに新たなルータを設置し、増速後の回線をそちらのルータに終端し、そこから同じ局舎内にあったMAEのFDDIスイッチに接続することにしました。これが日本のISPがアメリカのIXに初めて接続した瞬間で、一九九五年七月のことでした。さらにそれから半年後、二つ目のIXとしてSprintのNY NAPを選び、そこに設置したルータまで新たな国際回線を新設しました。MAE-WestのルータとNY NAPのルータのあいだもアメリカ国内回線で接続して、これでやっと国際接続の冗長化が完成したわけでした。

いち早くNAPへの接続を確立できたことは、IIJにとってラッキーでした。当時、MAE-WestやNY NAPに接続していたアメリカやヨーロッパのISPは、日本のISPだと言えば、喜んでpeeringしてくれた時代でした。NAPのおかげで、海外のISPとの接続性を劇的に向上させることができたのです。

JPNAPは、日本国内でも同様にISP間の接続性を向上させ、日本のインターネット全体の安定運用に寄与するためにインターネットマルチメディア社が運用しているサービスです。今日、インターネットがつながることは当たり前になっていますが、JPNAPはその縁の下力持ち的存在として、多くのISPの皆さんに使われています。

総務省のデータによれば、日本のインターネットの総トラフィックは、今年も二〇パーセント近いペースで増大し続けています。これからもそのトラフィックを支えながら、インターネット全体を安定運用するための努力は続いていくのです。

Office 365 への移行にともない、SaaS活用に最適なネットワークを整備

大日本印刷（以下、DNP）は、社員が使用しているコミュニケーションインフラの更新を機に Office 365へ移行。この際、社内ネットワークの見直しが必要となり、「IIJクラウドプロキシ設定自動化ソリューション for Office 365」のほか、「IIJフレックスモビリティサービス」や「IIJ Omnibus」の「クラウドプロキシ機能」など最新サービスの導入を決定。社内外からSaaSを快適かつセキュアに利用できる環境を整えた。

【導入前の課題】 社内からも社外からも 快適にSaaSを活用できる環境の整備

世界最大規模の総合印刷会社として知られるDNPは、現在では事業領域を情報コミュニケーション、生活産業、エレクトロニクスのほか、環境、エネルギー、ライフサイエンス分野にも拡大。さまざまな社会課題を解決する新しい価値を創出し続ける「第三の創業」を掲げた変革の推進過程にある。

そのDNPで課題となっていたのは、オンプレミスで運用し、DNPグループの4万人近い社員が利用している業務アプリケーションの刷新だった。システム推進部の部長を務める稲毛達也氏は、「スクラッチ開発した各システムは老朽化が激しく、機能拡張や改修を続けることはもはや困難でした。社内外のコミュニケーションを担ってきたシステムも更新時期が迫っていました」と振り返る。

DNPが目指したのは、クラウドサービス（SaaS）の活用である。「営業担当者をはじめ、外回りが多い社員を中心に『社外からも社内と同じようにシステムを利用できる環境を整えてほしい』という声が出ていました。そして、それによって働き方改革を推進していきたいと考えていました」と稲毛氏は語る。

そこでDNPは、社内の業務アプリケーションを Office 365に移行することにしたが、Office 365のようなSaaSを万単位の大規模なユーザが利用するとすれば、必然的に社内ネットワークのトラフィックは激変する。「インターネット接続回線はどれくらい帯域を増強すればいいのか、既存のプロキシサーバは負荷増加に耐えられるのかなど、答えを見出せない課題が山積していました」と語るのには、システム推進部の森紳人氏である。

加えて、社外から Office 365を利用する場合、社員の端末からインターネットを経由したダイレクトな接続は、同社のセキュリ

ティポリシーから認められないため、VPNを経由して会社のコントロール下のプロキシサーバにいったん着地させ、そこから Office 365にアクセスさせる必要がある。とはいえ、従来から一部社員にはリモートアクセス環境を提供してきたが、「ネットワークの遅延や、通信が切れるたびにやり直さなければならないログイン認証など、多くの不便を強いていました」と森氏は語る。

【選定の決め手】 アセスメントと豊富な対応力を評価。 PoCで効果を実感

上記の課題を解決するために、まず既存のネットワーク環境の状況をしっかり把握する必要がある。そこでDNPは2018年5月、IIJにアセスメントを依頼した。

「同様のアセスメントを実施しているベンダは他にもありますが、その後の解決策となる法人向けサービス・ソリューションを豊富に用意しているという点で、IIJの右に出るベンダはありませんでした。また、通信事業者ならではのセキュリティに対する徹底した施策にも大きな安心感がありました」と、稲毛氏はIIJを選定した理由を語る。

そして、このアセスメントにもとづいてインターネット接続回線を増強するとともに、トラフィックの最適制御を行なうために導入したのが「IIJクラウドプロキシ設定自動化ソリューション for Office 365」だ。その名の通り、Office 365の煩雑なルーティング設定を自動化するもので、不定期かつ頻繁に変更される Office 365のアドレス情報を自動で取得し、定期的に設定を最適な内容に更新することで、管理者の運用負担を軽減する。

さらに、社外からも Office 365を快適かつ安全に利用できるよう導入を決定したのが、当時まだリリース前だった「IIJフレックスモビリティサービス」だ。これは「切れないVPN」を訴求するリモート

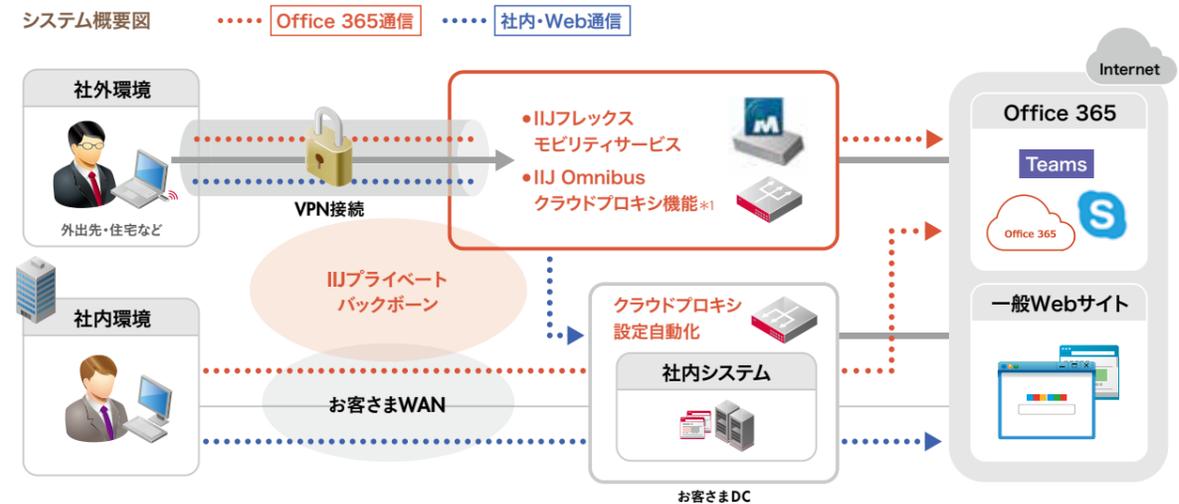


大日本印刷株式会社 情報システム本部 システム推進部 部長 稲毛 達也 氏
大日本印刷株式会社 情報システム本部 システム推進部 森 紳人 氏
株式会社DNP情報システム ICT企画開発本部 ICTサービス開発部 セキュリティ対策センター リーダー 小山田 泰史 氏
株式会社DNP情報システム ICT企画開発本部 ICT基礎開発部 平 隼人 氏

DNP

大日本印刷株式会社
本社：東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
創業：1876年10月9日
従業員数：38,051名（連結）
資本金：1,144億6,476万円（2019年3月31日現在）

世界最大規模の総合印刷会社。1876年の創業以来、幅広い事業分野で常に新しい製品やサービス、革新的なビジネスの仕組みを生み出し続けてきた。企業理念は「人と社会をつなぎ、新しい価値を提供する」。



*1 導入予定サービス ※ 本記事は2019年2月に取材した内容をもとに構成しています。記事内のデータ、組織名、役職などは取材時のものです。

アクセスのサービスで、通信が一時的に遮断した場合でもVPNセッションを継続する。通信が回復すれば、ユーザはそのまま作業を続けることができ、従来のように改めてVPNのログインをやり直すといった手間を省ける。また、通信回線の輻輳やパケットロスがあっても安定した通信とエラー補正を行なう独自のUDPプロトコルを採用し、遅延に強い快適なアプリケーション利用を実現する。

同ソリューションのPoC（概念実証）にあたったDNP情報システムの平隼人氏は、「世の中でまだ実績のないサービスということでも当然不安はありましたが、キャッチフレーズ通りの『切れない』『快適な』リモートアクセスを確認でき、十分に実用に耐えられると判断しました。そして「試しに部内の出張者に使ってもらったところ、『新幹線のなかからもVPNセッションは切れなかった』と満足した様子でした。また、遠隔地の相手とのWeb会議においても社内のLAN環境と遜色なく快適でした」と語る。

【導入後効果】 セキュアで安定したネットワークを実現。 業務スタイルの変化にも柔軟に対応

DNPは、2019年3月、IIJフレックスモビリティサービスの検証を終え、本格運用への移行を開始した。「営業や企画部門を中心

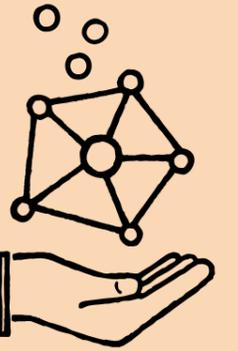
とした社員から申請を受け付け、IIJフレックスモビリティサービスのクライアントソフト（エージェント）の配布を開始しました。最終的には数千人規模の社員が、社外からも Office 365を利用できるようにしたいと考えています」と稲毛氏は計画について話す。

DNP情報システムの小山田泰史氏は次のように評価する。「ユーザ認証に加え、許可されていない個人端末からの接続を禁止するデバイス認証、IPアドレスや時刻によるネットワークアクセス制御、アクセスログの取得などにも対応しています。これならDNPの厳しいセキュリティポリシーを満たした運用が可能です」。

また「IIJ Omnibus」の「クラウドプロキシ機能」がリリースされた次第、導入することを予定している。これはIIJフレックスモビリティサービスを通過してくるトラフィックをクラウド上で振り分けるためのもので、「社外からの Office 365利用に対しても厳重なセキュリティポリシーを適用しつつ、そのトラフィックをインターネットブレイクアウトすることで負荷分散を図れます」と森氏は期待を寄せる。

さらに将来的には「IIJ Omnibus」をベースとしたSD-WAN（Software-Defined WAN）の仕組みも取り入れ、クラウド型ネットワークインフラへの拡張を検討している。これは、全国の拠点を包括しながら、ITの利用スタイルの変化に対応できるデジタル・ワークプレイスを実現していく構想だ。

Internet Trivia



インターネット・トリビア

SMS 認証は 何のために行なうのか

IJ MVNO 事業部 事業統括部
シニアエンジニア

堂前 清隆

先日、あるスマホ決済サービスにおいて大規模な不正利用事件が発生し、大きなニュースになりました。そのなかで「SMS 認証を利用していなかった」ことはシステム側の不備ではないか? という指摘が寄せられました。この「SMS 認証」とは、何のために用いられる手法なのでしょうか?

一般に「SMS 認証」といった場合、次のような操作が行なわれます。まず、利用者がシステムに自分の携帯電話番号を登録します。次に、登録した電話番号にシステムがメール(ショートメッセージ)を送ります。そのメールにはランダムな4桁から6桁程度の数字が書かれており、利用者がその番号をシステムに入力することで「認証完了」となる、という手順です。

SMSとは「ショートメッセージサービス」の略で、メールアドレスではなく、電話番号宛てに送信できる簡単なメールのようなものです。SMSは、海外ではスマートフォン普及以前に携帯電話用のメールとして広く使われていましたが、日本ではもっぱらこうした「SMS 認証」のために使われている印象があります。

SMS 認証は、いかにも何かを確認しているようで、セキュリティを高めている気分になれますが、実は、同じ手順を踏んでいても、期待される効果が異なる、二つの使い方があります。

一つ目は、二段階認証の一つの要素としての使い方です。二段階認証は二要素認証とも呼ばれ、複数の異なる手段を使って利用者を確認して、安全性を高めるというものです。従来のコンピュータのシステムは、利用者の確認のためにパスワードを使うことが一般的でした。これは、あらかじめ指定した秘密の文字列を知っている人を本人だと判断する方法です。しかし少し前から、パスワードの一覧がシステムから盗み出されるといった事故が相次ぎ、パスワードだけではもはや利用者の確認には不十分だと言われるようになりました。そこで、他の方法でも利用者を確認して、安全性を高める方法が用いられています。通常、二段階認証では「記憶」(パスワードなど)、所有(スマートフォンなど)、生体

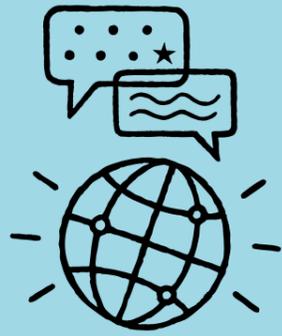
(指紋や虹彩など)のなかから異なるカテゴリの方式を二つ以上選びます。「SMS 認証」はSMSを送ることによって「今、この瞬間にスマートフォン(に登録された電話番号)を所有している」ということを確認します。もし、不正な第三者が認証を突破しようとしても、スマートフォンを持っていないので、認証を突破できません。

SMS 認証の使い方の二つ目は、簡易な身元確認です。例えば、掲示板などへの書き込みの責任の所在をはっきりさせるためなど、利用者の身元をある程度、押えておきたい場合があります。正式な身元確認には身分証明書が必要になりますが、そういった手順は非常に煩雑です。そこで、身分証明書の代わりにして利用者の連絡先(携帯電話番号)を確認するために、SMS 認証を使う場合があります。携帯電話番号は携帯電話会社が管理しており、利用者とのあいだには何らかの契約関係が存在しています。通常、携帯電話会社が電話番号から契約者の情報を開示することはありませんが、裁判所の命令により契約者の情報が開示されるケースもあり、一定レベルで身元を確認したものと考えられます。

このように、同じ手順を踏んでいても、SMS 認証の目的が異なる場合があります。目的が異なることによって、SMS 認証を実施するタイミングにも違いが出てきます。二段階認証のためのSMS 認証は、ログインする瞬間にスマートフォンを所有していることを確認しなければならないため、原則としてログインのたびに実施する必要があります。一方、身元確認のためのSMS 認証は、確認した電話番号を記録しておけばいいため、例えば、会員登録時に一度だけ実施して、ログイン時には他の手段で認証を行なってもかまいません。

システムにSMS 認証を導入する際には、どのような目的で認証を実施するのかを考慮して、設計しなければなりません。ただ闇雲にSMS するだけでは期待した効果が得られなかったり、利用者にとって不便なシステムになってしまう可能性があります。

Global Trends



二〇〇八年、大学生だった私はアルバイトをしていますがお金がなく、友人との卒業旅行を「旅費が安くて近い国」というどうしようもない理由で、旅行代理店の格安ツアーのなかから中国・上海を選びました。

上海では豫園、上海タワー、南京路を巡り、上海と空港を結ぶ上海トランスラピッド(リニアモーターカー。今でも商業車両では世界最速の431km/h)に乗車するなど異国を満喫しました。しかし一方で、水道水が飲めない(シャワーも鉄の味)、地元商店では「red(赤)」という英語も通じない、タクシーでも英語が使えないように運転手が突然、車を止めたと思っただけで道をたずねる、ゴミは窓から外に投げ捨てるなど、初めての海外旅行で日本との差に「カルチャーショック」を受けました。

そんな体験から一〇年、昨年から出張で数度訪れている上海は、高速道路の高架下にあった民家がなくなり、次々と高層ビルが建設され、コーヒチェーン店が乱立し、舗装されたキレイな道が広がる近代的な街の様変わりしました。かつてのタクシー事情や食生活など、たった一〇年で東京と変わらない街へと進化を遂げたことに再び衝撃を受けるとともに、出張のたびに街の

グローバル・トレンド

10年ぶりの上海と MWC Shanghai 2019

I J MVNO 事業部 ビジネス開発部
ビジネス開発課 主任

遠見 洋一

近代化を肌で感じています。

そんな上海で去る六月、アジア最大級のモバイル関連イベント「MWC(Mobile World Congress) Shanghai 2019」が開催されました。今回の主な議題は「5G」でした。六月に中国キャリアに対してライセンスが発行されたこともあり、中国三大キャリア(China Mobile/China Unicom/China Telecom)を中心に、端末メーカー(HUAWEI/Oppo/Xiaomi/LG)も5G対応スマートフォンをいち早く展示するなど、華やかなイベントでした。

ただ、実サービスは提供前ということもあり、5G対応スマートフォン、8K映像の転送、スマートグラスでの作業アシストなど、5Gの特徴である超高速通信に関連した展示が多く、低遅延や多数同時接続といったその他の特色を生かしたものはまだこれからという印象でした。二〇二〇年春には日本でも各キャリアが5Gサービスを開始する予定ですが、モバイルビジネス開発を担当している私も、この新たな通信方式がお客さまにとって価値あるサービスとなるよう、これからも尽力していきたいと思っています。

近代都市に生まれ変わった上海



株式会社 インターネットイニシアティブ

本社	東京都千代田区富士見 2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム 〒102-0071 TEL:03-5205-4466
関西支社	大阪府大阪市中央区北浜 4-7-28 住友ビルディング第二号館 5F 〒541-0041 TEL:06-7638-1400
名古屋支社	愛知県名古屋市中村区名駅南 1-24-30 名古屋三井ビルディング本館 4F 〒450-0003 TEL:052-589-5011
九州支社	福岡県福岡市博多区冷泉町 2-1 博多祇園 M-SQUARE 3F 〒812-0039 TEL:092-263-8080
札幌支店	北海道札幌市中央区北四条西 4-1 伊藤・加藤ビル 5 階 〒060-0004 TEL:011-218-3311
東北支店	宮城県仙台市青葉区花京院 1-1-20 花京院スクエアビル15F 〒980-0013 TEL:022-216-5650
横浜支店	神奈川県横浜市港北区新横浜 2-15-10 YS 新横浜ビル 8F 〒222-0033 TEL:045-470-3461
北信越支店	富山県富山市牛島新町 5-5 タワー 111 10F 〒930-0856 TEL:076-443-2605
中四国支店	広島県広島市中区銀山町 3-1 ひろしまハイビル 21 5F 〒730-0022 TEL:082-543-6581
新潟営業所	新潟県新潟市中央区東大通 1-3-1 帝石ビル 4F 〒950-0087 TEL:025-244-8060
豊田営業所	愛知県豊田市西町 4-25-13 フジカケ鐵鋼ビル 5F 〒471-0025 TEL:0565-36-4985
沖縄営業所	沖縄県那覇市久茂地 1-7-1 琉球リース総合ビル 8F 〒900-0015 TEL:098-941-0033

IIJグループ/連結子会社

株式会社 IIJ グローバルソリューションズ
東京都千代田区富士見 2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム
〒102-0071 TEL:03-6777-5700

株式会社 IIJ エンジニアリング
東京都千代田区神田須田町 1-23-1 住友不動産神田ビル 2 号館 7F
〒101-0041 TEL:03-5205-4000

ネットチャート株式会社
神奈川県横浜市港北区新横浜 2-15-10 YS 新横浜ビル 8F
〒222-0033 TEL:045-476-1411

株式会社 IIJ イノベーションインスティテュート
東京都千代田区富士見 2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム
〒102-0071 TEL:03-5205-6501

株式会社電巧社ネットワークス
東京都千代田区富士見 2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム
〒102-0071 TEL:03-5205-6766

IIJ America Inc.
55 East 59th Street, Suite 18C, New York, NY 10022, USA
TEL : +1-212-440-8080

IIJ Europe Limited
1st Floor 80 Cheapside London EC2V 6EE, U.K.
TEL : +44-0-20-7072-2700

株式会社トラストネットワークス
東京都千代田区富士見 2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム
〒102-0071 TEL:03-5205-6490

この冊子の内容はサービス形態・価格など予告なしに変更することがあります。(2019年10月作成)

※表示価格には、消費税は含まれておりません。

※記載されている企業名あるいは製品名は、一般に各社の登録商標または商標です。

※本書は著作権法上の保護を受けています。本書の一部あるいは全部について、著作権者からの許諾を得ずに、いかなる方法においても無断で複製、翻案、公衆送信等することは禁じられています。

©Internet Initiative Japan Inc. All rights reserved. IIJ-MKTG001-0154

発行/株式会社インターネットイニシアティブ 広報部

お問い合わせ/株式会社インターネットイニシアティブ 広報部内「IIJ.news」編集室
〒102-0071 東京都千代田区富士見2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム
TEL: 03-5205-6310 E-mail: iijnews-info@iij.ad.jp

編集/村田茉莉、鈴木健二、小河文乃

編集協力/合同会社 Passacaglia

表紙イラスト/末房志野

デザイン/榎原健祐 (Iroha Design)

印刷/株式会社興陽館 印刷事業部

Information

1 IIJ、「Microsoft Azure Networking MSP」認定を取得

IIJは、Microsoft Azure のパートナープログラムにおいて、日本で初めて「Microsoft Azure Networking MSP*」の認定を取得しました。

IIJは、2014年に国内で初めて「ExpressRoute」による閉域網接続を、フルマネージドサービスとして開始しました。以来150件以上のお客さまに安定した接続性を提供し、さらにネットワークアクセスメント、コンサルティング、インテグレーションにおける数々の事例を持つなど、マネージドサービスの実績が評価されました。

*MSP=Managed Service Provider

詳細

<https://www.iij.ad.jp/svcsol/focus/azure-msp/>



表紙の言葉「栗拾い」

この季節に山を歩くと、さまざまな山の幸に出会います。熟した果実や木の実は、冬を越す動物たちにとって大切な栄養源になると同時に、その種が新たな生命を紡いでいくのです。山道で棘の鞘のなかに実が入った栗を見つけると、嬉しくなります。必死になって地面を探していると、まるで自分が冬支度をする小動物にでもなったような気がします。

末房志野

◎IIJ.news表紙のデザインを壁紙としてダウンロードいただけます。ぜひご利用ください。

URL: <https://www.iij.ad.jp/news/iijnews/wp/>

◎IIJ.newsのバックナンバーをご覧ください。URL: <https://www.iij.ad.jp/iijnews/>

編集後記

9月最後の日、イベントの仕事で夜遅くなった帰り道に向こうから歩いて来たのは、ネコでもない、イヌでもない、タヌキでした！ 1メートルも離れていない私の隣をトコトコと通り過ぎていくではありませんか。すぐには足を止められず、すれ違っしてしばらくしてから振り返ると、あちらも振り向いて、ほんの1、2秒、目があったので、写真を撮ろうとスマホを取り出した瞬間、脇道から住宅街に消えて行ってしまいました。翌日、息子に話すと「太ったネコじゃないの!?!」となかなか信じてくれません。気になってネットで調べてみると、近所での目撃情報がほかにもあり、確かに昨日見たのはタヌキだったのだと確信。ちなみに、東京23区すべての区でタヌキの目撃情報があるそうです。暗い夜道、すれ違ったその正体は、太ったネコではなく、タヌキかもしれませんよ。(M)

2 ベルリン・フィルの生の音と興奮をご自宅で～ベルリン・フィルの定期演奏会をPrimeSeatでライブ配信

- ティーレマンが オール・R. シュトラウス・プログラムを指揮**
2019年12月8日(日) 3:00～
 - ・R.シュトラウス：16管楽器のためのソナチネ 第1番 ヘ長調《傷病兵の仕事場から》
 - ヘルダーリンの詩による3つの讃歌
 - 《ぼらの騎士》組曲指揮：クリスティアン・ティーレマン
ソプラノ：アニヤ・カンベ

- ライブ配信**
2019年12月8日(日) 3:00(日本時間)～
- 聴き逃し配信**
2019年12月10日(火) 11:00～12月16日(月) 24:00

- ペトレンコとバレンボイムが ベートーヴェンのピアノ協奏曲第3番を共演**
2020年1月12日(日) 3:00～
 - ・ベートーヴェン：ピアノ協奏曲 第3番 ハ短調
 - ・スーク：交響曲 第2番 ハ短調《アスラエル》指揮：キリル・ペトレンコ
ピアノ：ダニエル・バレンボイム

- ライブ配信**
2020年1月12日(日) 3:00(日本時間)～
- 聴き逃し配信**
2020年1月15日(水) 11:00～1月21日(火) 24:00

PrimeSeatとは？

IIJによる、ライブコンサートの臨場感を世界中の音楽ファンに直接お届けする、新時代のハイレゾ配信プラットフォームです。DSDによるライブ・ストリーミングサービスを世界で最初に手がけ、ベルリン・フィルをはじめ、高品質な音にこだわったコンテンツを発信しています。

●**詳細** <https://primeseat.net/ja/>

- ペトレンコがストラヴィンスキー、ツィンマーマン、ラフマニノフを指揮**
2020年2月16日(日) 3:00～
 - ・ストラヴィンスキー：3楽章の交響曲
 - ・ツィンマーマン：バレエ組曲《アラゴアーナ》(ブラジル風奇想曲)
 - ・ラフマニノフ：交響的舞曲指揮：キリル・ペトレンコ

- ライブ配信**
2020年2月16日(日) 3:00(日本時間)～
- 聴き逃し配信**
2020年2月18日(火) 11:00～2月24日(月) 24:00

- ソヒエフとバユが ハチャトリアンのフルート協奏曲を共演**
2020年5月31日(日) 2:00～
 - ・ハチャトゥリアン：フルート協奏曲
 - ・ストラヴィンスキー：バレエ音楽《春の祭典》指揮：トゥガン・ソヒエフ
フルート：エマニュエル・バユ

- ライブ配信**
2020年5月31日(日) 2:00(日本時間)～
- 聴き逃し配信**
2020年6月2日(火) 11:00～6月8日(月) 24:00



Photo: Berliner Philharmoniker ©Monika Rittershaus



IIJ

Internet Initiative Japan