

# IIJ NEWS

IIJ was founded in 1992 as a pioneer in the commercial Internet market in Japan. Since that time, the company has continued to take the initiative in the network technology field, playing a leading role in Japan's Internet industry. The history of IIJ is indeed the history of the Internet in Japan.

June 2015

VOL.

128

特別対談 人となり

特集 コンテンツ配信

〜IIJの新たな挑戦



特別対談

人となり

キヤノン株式会社 代表取締役会長兼社長 CEO 御手洗 富士夫氏  
IIJ 代表取締役社長 勝栄二郎

Topics

コンテンツ配信

〜IIJの新たな挑戦

コンテンツ配信をめぐる最新技術動向 / 福田 一則

IIJのコンテンツ配信 / 唐沢 智之

座談会

ハイレゾ音源をライブ・ストリーミング配信する!

IIJの社内向けコンテンツ配信 / 関 一夫

デジタルコンテンツの保護 / インターラスト 長尾 豊

人と空気とインターネット

物流のインターネット化 / 浅羽 登志也

Technical Now

マルチキャリア化したIIJのモバイルサービス

インターネット・トリビア

半導体ストレージ / 堂前 清隆

グローバル・トレンド

張江男 / 李 天一



表紙の言葉「枇杷」

近所に枇杷の木があります。大きく張りのある葉は、見ているだけで生命力を感じます。どんなことも実を結ぶには相当の年数が必要という意味で「桃栗三年柿八年」と言いますが、そのあとに「枇杷十三年」と続けられることもあるそうです。何かを達成する人の決断や閃きのセンスにはスピード感がありますが、その裏には日々の地道な蓄積があるのだと感じます。

末房志野

二〇年

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



二〇年も経てば、どんな人間でも変わるに決まっている。もうすぐ配属が始まる新入社員だって二〇年後は四〇代になり、今は優しそうで、なんだか頼りなげな若者も、会社を背負っていく人間になるのだから。

このところ、二〇年前に戻ったように海外出張が重なっている。二〇年前と言えば、会社が一応軌道に乗り始め、次の段階に進めるようになった頃である。アジアでインターネットのバックボーンをつくって、とりあえず、米国、欧州、アジアの三つのエリアを対等な三極構造にしようとして、毎週のようにアジアを駆け巡り、宣教師のような心境でアジアの電話会社を説得して歩く一方、米国や欧州の電話会社とネットワークの連携を進めながら、シリコンバレーの新しい企業を訪ね、東海岸の金融機関と将来のリスティングなどの話を聞いていた。日本に居るのは一年の三分の一で、ほぼフライト上がベッドといった生活をしてきた。よく働いたというか、欧米に後れをとっていた日本のインターネットの世界で、早くキャッチアップをしないといけないとばかり、なにかに取りつかれた

ように動き回っていた。

四月になってから、欧州、東欧、中央アジア、アジア各国と毎週末、成田か羽田を発って、週の後半、東京に戻るとい生活が続いて、ふと昔のことを思い出したりしたのである。当時は四〇代も半ば過ぎだったわけで、ホテルで目覚めると、まず確認するのは、今、どこにいるのかということだった。

昔に比べると、自分ではずいぶん分別のある行動になった気がするのだが、同世代の友人からは、「まだそんな生活をしているの? いつまでも若くはないのだから」と揶揄されたり、「いい加減にしたら」と親切な忠告を受ける。しかし、生来の貧乏根性と、もの好きという好奇心は収まることがないようだ。

なにより、若い頃から付き合ってきたインターネットという大きな技術革新を考えるたびに、その進展はまだまだ序章であり、オペラで言えば、序曲が終わって第一幕が上がったばかりという気がする。インターネットがあらゆる仕組みを変えてしまおうという意味では、ようやくその仕組み

の方向が垣間見えてきた段階に過ぎないのである。

六月は、新入社員が配属された部署で徐々に仕事を始める時期である。社会人になって一年も経つと、表情がまったく変わってくる。将来の成長を考えると、IIJではここ数年、新卒社員の採用を増やし、一〇〇人を優に超すようになった。インターネットという技術革新のなかに、Eコマースの事業だけが拡大・発展する助走の時期から、本格的な展開が始まり、あらゆる仕組みを変えていく時期になったという認識からすると、技術開発、サービス開発、営業、サービスと全ての部門で多くの若い才能が必要になる。そうした若い才能が、過去二〇年以上にわたって日本におけるインターネットのイニシアティブをとり続けてきたIIJの将来を担っていくことは言うまでもない。

二〇年を経て、なお同じような行動を続けていられるのも、インターネットという技術革新がそれだけ巨大であり、若い人の才能の開花を見る楽しみがあるからだろうと思っている。●

# 人となり



キヤノン株式会社 代表取締役会長兼社長 CEO

御手洗 富士夫氏

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 栄二郎

写真/渡邊 茂樹

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3回のゲストには、キヤノン株式会社 代表取締役会長兼社長 CEOの御手洗富士夫氏をお招きしました。

## 社員との一体感

**勝** 御手洗さんは、キヤノンの代表取締役会長兼社長CEOに加え、日本経済団体連合会の会長（現在は名誉会長）や、二〇二〇年東京オリンピック・パラリンピック組織委員会の名誉会長など、多くの社会的な役職を兼務され、非常に多忙だと思いますが、ご自身の健康はどのように管理されているのですか？

**御手洗** 週末の土日は、必ずゴルフをしています。

**勝** 大変お上手で、ハンディキャップがシングルだとお聞きしています。御手洗 いえいえ、それは昔の話です（笑）。今は歩くことが目的なので、散歩みたいなものです。

**勝** あとは、早寝早起きを長年続けています。朝は四時に起きて、新聞の電子版を読み、七時に出社します。うちの会社の「重役出勤」は、社員より早い（笑）。そして、七時四〇分くらいから始業時刻の八時半前まで、毎朝、役員と様々な意見交換をしています。夜はだいたい会食がありますが、二次会には行かないので、九時ごろ帰宅して二〇時には寝ます。

**勝** ベッドに入るとすぐに熟睡されますか？

**御手洗** すぐに寝ますね。最近、一〇時を過ぎると、目が開かなくなるので（笑）。

**勝** 早朝、役員の方と話すのは、仕事の話題ですか？

**御手洗** ビジネスに関する世間話といえますか、社会一般のトピック、金利や株式市場のこと、自社の製品について、新聞で読んだニュースなど、思いつくままに話します。自分の考えていることで第三者の意見を聞きたいときには議論を投げかけたりします。

**勝** 毎日そういう場を持っていると、お互いの距離感が非常に近くなるでしょうね。

**御手洗** 社員との一体感が強いところは、キヤノンの特長です。今、話した「朝会」も、私が始めたわけではなく、昔からずっと続いている伝統なのです。

うちの会社では、五年・三年・一年という三通りの事業計画を立てています。会社全体の方向性を決めるのが五年計画、製品を中心とした三年計画、損益を主とした一年計画です。そして一年計画については、正月休みの最後の日に約一五〇〇人の幹部を集めて、私が二時間ほどかけて説明します。そのあと、パーティーを開いて、お土産にケーキを一個渡します。

**勝** ケーキを一個ですか？

**御手洗** 休みの日に社員を借り出してしまい、ご家族に申し訳ないというところで、ケーキを持って帰ってもらうのです。これもキヤノンの伝統で、五〇年くらい続いています。

**勝** 従業員の表情が明るければ、経営方針も正しい、というお話をうかがったことがあります。

**御手洗** そうですね。いろいろな機会に社員の顔を見ながら、自分の方針が会社の隅々にまで浸透しているかどうかをチェックしています。例えば、年に二回、管理職に賞与明細を渡すとき——だんだん人数が増えて今年は一七〇人でしたが——一人ひとり壇上に呼んで握手をしながら、手渡しで明細を渡しています。

**勝** 一人ひとりですか？ 封筒にお金は入っていませんよね？（笑）

**御手洗** もちろん入っていません（笑）。だから、一種の儀式ですが、そのときの「ヒューマンタッチ」が大事なのです。管理職になりたての人は緊張しており、景気が悪いと伏し目がちな人が多い。また「今年で定年退職なので、これが最後の賞与です」と言う社員がいると、「ありがとう」ともう一度、両手で握手し直します。たった数秒のコミュニケーションですが、いろいろなことがわかるものですし、そういったことをやっているお陰で、どこの事業所に行っても管理職の顔は全員知っていますよ。

## 多角化と国際化

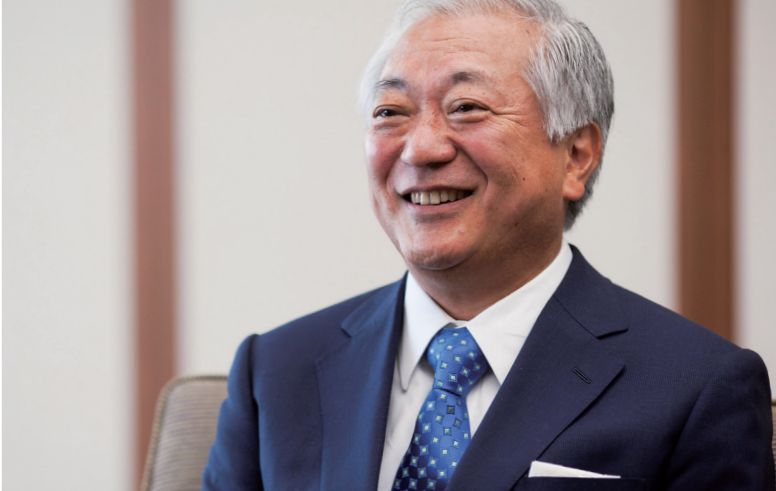
**勝** キヤノンがここまで大きな企業に成長できた秘訣をうかがいたいと思います。

**御手洗** 最大の要因はイノベーションを継続してきたことです。成長を実現するために、キヤノンには「国際化」と「多角化」という大きな戦略があります。

「国際化」の話からしますと、一九五五年、キヤノンは日本のメーカーでいち早くニューヨークに支店を開きました。その後、二〇年くらいかけて世界中に問屋さんをつくっていった。そして八〇年代に入ると、今度はその問屋さんを買って、支店化していきました。これが現在、世界中に広がっているキヤノンの販売網になっています。

製造面では、一九七〇年に台湾に工場を建てました。国外に設けた最初の生産拠点で、それ以降も為替変動を含む世界情勢に合わせながら、工場を国際化していきました。今では約二〇の工場が海外にあり、製品の六割を国外で生産しています。

九〇年代に入ると、ソフトウェア開発のための研究所を海外に設立して、研究開発の一部を国際化しました。このようにキヤノンでは、営業販売、生産、研究という順で事業を国際化していきました。その結果、会社全体の売上は、日本二〇パーセント、アジア二三パーセント、アメリカ二七パーセント、ヨーロッパ三〇パーセントという均等な割合になっています。



次に「多角化」ですが、キヤノンの原点は、一九三三年に数人のカメラ好きが「自分たちでカメラをつくらう」と言って設立した精機光学研究所に遡ります。翌年には、初の試作機「カンノン(KWANON)」が完成しました。これは「観音菩薩にあやかりたい」という思いからつけたネーミングです。

**勝** そういう意味だったのですね。  
**御手洗** そして一九三七年に株式会社化して(精機光学工業株式会社)、本格的に創業しました。

それから「打倒ライカ」を旗印に奮闘したわけですが、カメラを輸出する際、「観音〃カンノン」からイメージできる英語を調べて「CANON」というブランド名(商標)にしました。「CANON」には「標準・スタンダード・聖典」といった意味があり、外国の人にも覚えてもらいやすく、とてもラッキーでした。

一九六七年までの三〇年間は、カメラ専門メーカーとして歩み、会社も徐々に大きくなっていきました。そうは言っても、私が入社した一九六一年ごろは、資本金が一六億円、売上が七一億円という規模でした。そして創業三〇周年をむかえた六七年、「右手にカメラ、左手に事務機」というキャッチフレーズのもと、事業の多角化に乗り出したのです。

今、振り返っても、我々の先輩には知恵があったと思います。事業を多角化するにあたって、決して闇雲にやったわけではなかった。あのころ日本にはカメラメーカーが四〇社ほどあり、すでに供給過剰の状態でした。同時に、社会が安定し、労働者の賃金も上がってきたので、事務の合理化が始まっていた。そこで事務機に参入しようと思ったのです。

キヤノンはそれまでに、カメラの製造を通じて「メカ技術」と「光学技術」を蓄積していた。そこに「エレクトロニクスの技術」を加えて、日本で初めてテン(10)キー式の電卓をつくりました。それに続いて、「通信」の技術を付加してファックスをつくり、さらには、トナーという「化学」を持ち込んで複写機をつくり、さらには、トナーという「産業の米」と言われる時代になると、光学技術を極限まで磨いて、IC製造のための半導体製造装置をつくりました。

このようにキヤノンの多角化は、自社の得意分野をベースとしながら、そこに技術要素を追加して複合技術でもって新しい産業に入っていたのです。なおかつ、進出する分野も世の中の需要・動向を見極めて決めていった。こうしたイノベーション戦略こそ、キヤノンが退嬰産業に陥ることなく、時代の先端近くで発展してきた大きな要因だと思います。

**勝** 今後も、多角化と国際化を継続していくお考えですか？  
**御手洗** はい。これからはそれらを「同時に」進めていくつもりです。これまで東京本社でやっていた多角化を、今度は海外でも同時にやっていくのです。つまり、日本では開発していない製品を欧・米それぞれで

く、ここまですることができました。

## 文化に合った企業経営

特別対談

# 人となり

**勝** 会社を経営するうえで、何を一番大切にされていますか？  
**御手洗** 会社の基本的な役割は、投下資本の拡大再生産です。また、社会的な役割としては、雇用の確保・拡大や、法人税を納めて国家経営に貢献するといったこともあるでしょう。

特に日本では、社員の雇用と生活を守っていくことが重視されます。会社の発展と社員の人生の繁栄が同期することが不可欠なので、そのための経営が経営者にも求められます。これは欧米にはない、日本独自の企業文化ですが、欧米型と日本型のどちらが優れているのかということではなく、それぞれの国民性に則した経営、がもっとも合理的だと思っております。

もう一つ、日本の企業経営で重視されるのが教育です。日本では多少成績が悪い社員も育てていきます。アメリカは野球選手と同じで、各部門に専門家がいて、成績の悪い人はどんどん入れ替えていく。日本の終身雇用の良い点は、人間教育が蓄積する点です。失敗の経験も蓄積しますから、同じ失敗を繰り返さなくなるし、会社を守ろうという文化的ガバナンスにもつながります。

## 国際人を目指せ

**勝** これからの若い人にメッセージをお願いします。  
**御手洗** 社員には「国際人になれ」と言っています。ただ、国際人とは無国籍人ではない。誰もが日本人であり、アメリカ人であり、イギリス人です。自分を育んだ価値観・文化・思想が、血となり肉となっている。それを世界に向けてきちんと発信できる人間になってほしい。そのためには語学も必要でしょう。

同時に、他国の文化を知識・教養として理解することも大切です。私には「今あるものには、理由がある」という意味の「Whatever is, is reasonable」という言葉が好きです。国際人はそこから入っていくべきだと思います。外国に行けばその国の文化に倣い、日本では日本人として行動する。

争い事の多くは、相手の価値観を否定することから始まります。ですから、安易に他国の文化を否定してはいけません。若い人には、互いの価値観を理解・尊重し合える人間になってほしいし、それが真の国際人だと思います。

**勝** 今日は素晴らしいお話をありがとうございました。●

御手洗 富士夫 (みたらい ふじお)

昭和10年、大分県生まれ。中央大学法学部卒業。昭和36年、キヤノンカメラ株式会社(現・キヤノン株式会社)入社。キヤノンU.S.A.社長、代表取締役副社長を経て、平成7年に代表取締役社長に就任。平成18年に代表取締役会長に就任し、平成24年3月から代表取締役会長兼社長CEO。平成18年5月から22年5月まで日本経済団体連合会会長。



開発し、その事業のヘッドクォーターを欧・米それぞれに置く。そうすれば、多角化と国際化を同時に進めることができます。

**勝** なるほど。

**御手洗** その実現に向けては、スピードを重視してM&Aでいこうということになり、まず二〇一〇年、大型高速印刷機の市場で高いシェアを誇るオランダのオセを連結子会社化しました。また今年二月、監視カメラの最大手であるスウェーデンのアクシスを買収することを発表しました。オセもアクシスも、キヤノンの生業と親和性があることに加え、我々にはない技術を有していますので、両社ともこれまでの経営形態を続けながら、キヤノンが資金と技術を投入するあたちをとっていきます。

さらに医療分野でも、これまで手がけていない新規事業への進出を検討しており、アメリカにその拠点をつくりたいと考えています。医療に関してはアメリカが最先端ですからね。医療とキヤノンとの接点は、現在、ポータブルのレントゲン撮影装置や眼底カメラを製造しています。

このように、高速印刷、監視カメラ、医療という三つの事業を伸ばしていくことで、再び成長産業に身を置く――これが目下の事業戦略です。

## 理想を掲げる

**勝** ビジョンを持ち、それを実行していくというのは、素晴らしいことです。

**御手洗** 常に理想を持つことは、キヤノンのDNAです。初代社長の御手洗毅は九州の出身ですが、クラーク博士に憧れて北海道大学へ進学し、医者になりました。理想主義者でロマンチストだったのです。ですから、創業当初の社是のひとつが「健康第一主義」でした。戦前の中小企業でこの考え方は画期的だったと思いますよ。当時すでに結核の集団検診を実施して、そのためにレントゲンカメラをつくったほどです。

加えて、「新家族主義」と「実力主義」を掲げていました。これも階級社会や学歴社会が当たり前だった時代には、非常にユニークな考え方でした。キヤノンが実力主義だったので、学歴はいけど腕のいい職工さんが大勢集まってきた。ちなみに当時、工場で働く職工さんは日給制で、事務系の職員さんは月給制でした。しかし、我々の先輩はその区分けを撤廃し、呼び名も社員に統一して、全て月給制にしたのです。昭和一八年のことです。

**勝** それはぜひぶん時代を先取りしていますね。そしてその精神が今日にも受け継がれている。

**御手洗** 最初に話しました「社員との距離の近さ」もそういう伝統から来ているのです。人間尊重主義であり理想主義であった先人の思想が根底に生きている。確固とした基本哲学があるから、私もブレることな

# コンテンツ配信をめぐる最新技術動向

ITの世界でも様々な物事が2020年の東京オリンピックに向けて動き始めているが、コンテンツ配信の分野はどうだろうか？

ここでは4つの要素技術を軸に“動画”を取り巻く近未来をスケッチしてみたい。

IIJ プロダクト本部  
アプリケーション開発部 運用技術課長

福田 一則

先日、新人研修でコンテンツ配信について話す機会がありました。始めにアンケートがてら手をあげてもらったのですが、「最近、レンタルビデオを借りた人」という問いにはわずか数人が手をあげ、「YouTubeを見た人」という問いにはほぼ全員が手をあげていました。テレビ以外の画面、室内でいうとパソコン、持ち歩けるものではタブレットやスマートフォンなどでインターネットを経由した動画を見る機会がますます増えているようです。

IIJの新社員は、昨年からの運用を開始した社内向けの動画配信サイトで自社のサービスや業務を勉強することになります。IIJでは、社内説明会や勉強会を開いていましたが、その場に参加できない人も多く、せっかくの機会を活用しきれないという課題がありました。

そこでYouTubeのような動画サイトをつくることで、社員がいつでも気軽に動画を見ることができ、また、サービスや様々な活動を社内に知ってもらいたい人にとっては、情報資産を守りながら社員に情報を伝えることができるようになりました。皆さまの会社にお邪魔するIIJ社員も訪問前にこの動画配信サイトで勉強しているかもしれません。

同サイトには、スマートフォンで撮った映像もアップロードして公開できるため、社員のコミュニケーションツールと

しても活用されています。こうした取り組みは弊社だけでなく、案件としても数多く寄せられています。動画がビジネスのツールとして使われ始めている証拠と言えるでしょう。

## 二〇二〇年に向けた技術革新

### 1 映像

さて、これからインターネットのコンテンツ配信の世界は、どのように変わっていくのでしょうか。

一九六四年の東京オリンピックに向けてテレビが白黒からカラーになったように、二〇二〇年の東京オリンピックに向けても技術革新があると考えられます。それが何になるのか、現時点でのキーワードから推測してみたいと思います。

最初に思い浮かぶキーワードは「4K」です。テレビメーカーは4K対応テレビを販売し、家庭用のビデオカメラやアクションカムも、手ごろな価格で4K対応のものが増えるようになりました。ただ、身の回りでは4Kの映像に接する機会は少ないのではないのでしょうか？ 4Kコンテンツを扱っている事業者が少ないことに加え、4Kコンテンツはデータサイズが膨大であることも影響しているようです。

# コンテンツ配信

## ~IIJの新たな挑戦

ビジネス、プライベートを問わず、インターネットを介して映像や音楽といったコンテンツに接する機会が急増している。

今号は、コンテンツ配信を支えている最新技術、それにもとづく活用事例、今後の展開、現状の課題などをお伝えする。



特集イラスト/STOMACHACHE.



# IIJのコンテンツ配信

IIJでは、様々なイベント・催しのライブ配信を数多く手がけている。  
ここではその一部を紹介する。

IIJ プロダクト本部  
アプリケーション開発部 運用技術課

唐沢 智之

例えば、4Kの映像をエンコードしようとすると実時間の数倍の時間がかかるケースもまれではなく、編集についても同じことが言えます。つまり、実際のコンテンツ制作の時間とその後の視聴者数を考えると、費用対効果が低く、コンテンツをつくりにくい状況にあるようです。編集やエンコードに関しては、昔であればハードやソフトの性能向上、もしくはそれに見合う投資が必要でしたが、現時点ではクラウドの活用なども解決策のひとつとして考えられます。

4K映像の配信に関しては、当面、放送波の切り替えが期待できそうにないため、インターネットを使った配信が主流となりそうです。4Kクオリティの配信には、圧縮したデータでも30Mbps以上の帯域が必要です。家庭の回線も広帯域にはなっていますが、シェア型の回線では時間帯によっては十分な帯域を確保できないことも予想されます。現状では、回線帯域を節約しつつ、高画質な映像を配信するための圧縮技術も進化しており、その技術のひとつであるH.265を採用する配信サービスも今後は増える可能性があるでしょう。

## 2 音声

さて、映像は4Kでキレイに見えるようになりましたが、音声はどうでしょうか？ここでのキーワードは「ハイレゾ」です。動画配信の分野において画のクオリティは格段に高くなった一方、音声に

関してはあまり進化がなかったと言えます。そもそも送信に必要なデータサイズを小さくして、音は途切れなければそれでいい、ということでおざなりになってきたのかもしれない。ただ、映像がHDや4Kへと進化しているのに、音が貧弱なままでは、コンテンツの訴求力が弱まりかねません。

弊社では音声のみの配信ではありませんが、DSDというフォーマットを用いたハイレゾ・ライブストリーミングを行ない、多くの方から「実際にその場にいるような臨場感が得られた」と高い評価をいただきました。音声に関してはサラウンドなどオーディオの分野において活用されている技術で、配信の分野では活用できていない技術がたくさんありそうです。こうした技術要素を取り込むことで想像していなかった体験ができるのではないかと期待しています。

## 3 コンテンツ

映像と音声の品質があがったとすると、どんな「コンテンツ」をご覧になりたいですか？ 私ならやはりスポーツの中継をあげます。これまでスポーツのライブ中継は、ラジオ・テレビにはば独占されてきましたが、昨今ではインターネットを介したライブ中継も増えていきます。

ライブ中継では、同じ時間に同じ体験を共有したいというモチベーションから、試合を開催している時間帯に多くの視聴者が集まります。弊社で担当している中

本稿では、近年のIIJのライブ配信の実績を簡単にまとめてみます。

## TEDxSAKUのライブ配信

二〇一四年五月、長野県佐久市で開催された、長野県初となるTEDxSAKUのライブ配信を行いました。TEDはプレゼンテーションイベントを組織する世界的な団体で、ご存じの方も多いかと思えます。TEDxは、TEDの精神を受け継いだカンファレンスを世界各地で行なうプログラムです。IIJは、TEDxSAKUの全プログラムをライブ配信するための配信基盤(CDN)の提供と、カンファレンス会場のインフラ調達および現地オペレーションを行ないました。

ライブ配信の依頼は人づてにIIJまで届き、筆者が長野県出身であったことから、念願の地元貢献を行なえるという思いのまに、CSR(Corporate Social Responsibility: 企業の社会的責任)活動の一環として協力することになりました。当然、インターネット中継にはインターネット回線が必要で、近年はLTEやWiMAXといった高速モバイルが普及しており、それらを使う機会も増えてきました。しかし、ライブで使うにはまだ安定性の面で難があり、光ファイバーを調達するケースが多いのが現状です。これまでにホールでのライブ配信の案件をいくつも手がけてきましたが、よほ

継でも、同時接続が一〇万件を超えるものもあります。これだけの接続数とそれに適った帯域を安定的に配信するには、弊社が有しているようなCDN(Content Delivery Network)が必要となります。また、テレビやラジオとは異なり、インターネットでつながっているPCやスマートフォンは、画面のなかで双方向性を作り出すことや、多くの画面を同時に表示することも可能です。

同じ時間に同じ場面を共有しながらスポーツ中継を観戦し、互いの意見や感想を出しあったり、選手または選手が使っている道具にカメラをつけて、その映像をメインの映像と対比させたり、拡大したりする——そんなコンテンツが今後、出てくるのではないのでしょうか。

## 4 配信方式

最後に、これらの映像や音声を運ぶコンテンツの「配信方式」に目を向けてみましょう。ひと昔前のFlash Videoストリーミングのようにベンダ独自のプロトコルで配信するカタチから、H.264で配信するカタチが増えています。その一例として、細切れになった動画ファイルとファイルを読み込む順番が記載されたプレイリストから構成され、OS向けの配信方式として知られるHLS(HTTP Live Streaming)があげられます。

この方式でコンテンツを配信するメリットは、H.264プロトコルを使えば、企業のアライアウォールを通過しやすく、ど大きな会場でない限り、光ファイバーが既設されていることは少なく、イベントのたびに調達する必要がありません。

ホールなどの公共施設では構内配線がむずかしい場合が多く、大抵は現地調査時に指定した屋外(ベランダ)に光ファイバーの終端がそのまま置かれた状態で引き渡されます。ファイバーを利用する際はベランダを開放し、ケーブルを引き込むのですが、そもそもベランダを開けっ放しにしなければ使えないので、終日開放しっ放しにしていいか、事前に確認しておく必要があります。また、会場内の配線は、人の動線を遮らないよう脚立にまたがって壁伝いに行なうことがほとんどなので、ファイバーの終端から引き込む経路を事前に確保しておくことも大切です。ファイバーはとても繊細で粗雑に扱うとポキッと折れてしまうので、ファイバーを養生テープで固定するテクニックも重要となってきます。

なお、中継は無事終了し、後日主催者さまより「素晴らしい配信技術により、ライブ配信(の映像)がとてもキレイだったという感想がいくつも届いています」とのお言葉をいただきました。

## 多様なイベントへの対応

その他の実績についても抜粋でご紹介します。二〇一四年九月、世界アマチュアゴルフチーム選手権のインターネット中継を行ないました。これは二年に一度

動画のリーチ率を高められる点にあります。また、配信設備に関しても、特定の配信プロトコルに対応したサーバではなく、通常のWEBサーバやキャッシュサーバで帯域拡張が可能なため、安価で広帯域な環境を実現できるメリットもあります。このH.264ストリーミングの標準規格として「MP4-ASH」(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)がリリースされ、今後、4Kコンテンツの配信などで採用例が増えると予想されます。

## 新しいコンテンツ配信を目指して

さて、なかなか二〇二〇年の世界にたどり着けないまま誌面も尽きてきたわけですが、スマートフォンやタブレットなど、一九六四年の時点では想像できなかったデバイスが今日、多数存在しています。二〇二〇年まであと五年ありますが、それまでに新たなデバイスが登場し、それを見越したサービスもリリースされるかもしれません。

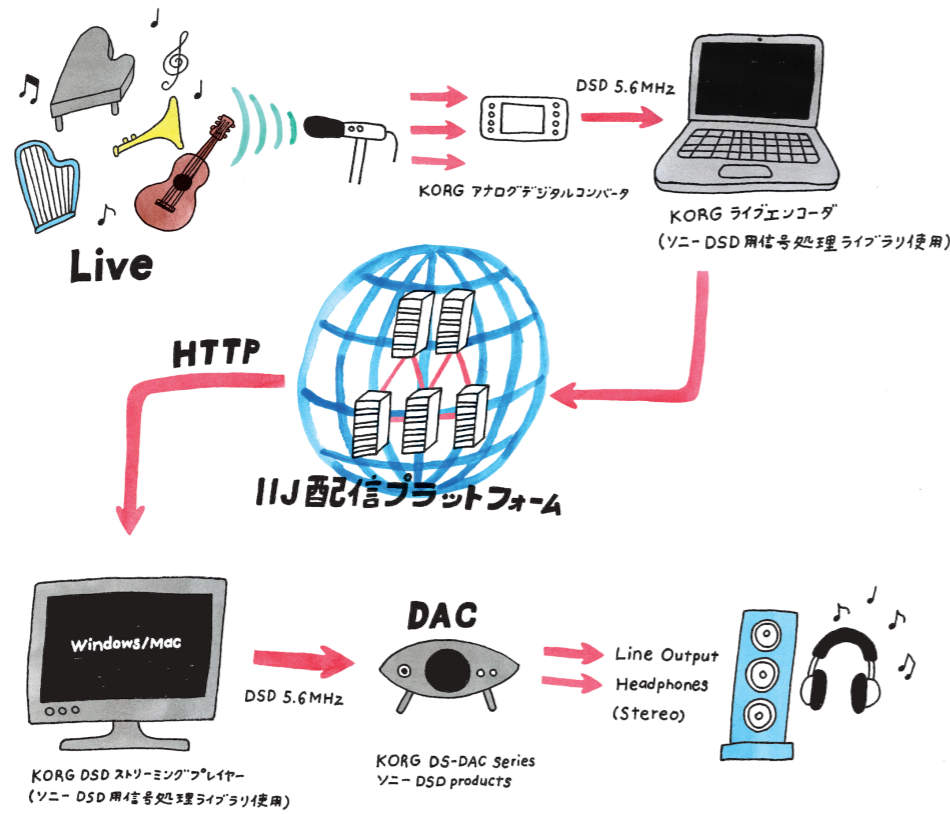
小誌をご覧になっていらっしゃるなかで、もし何かアイデアをお持ちの方がいたら、ぜひ実現に向けた相談をさせていただきたいと思えます。弊社のコンテンツ配信の経験を活かしながら、ワクワクするようなコンテンツを新しい世界に送り届けたいと考えています。皆さまと近いうちにお会いできることを楽しみにしています。●

のアマチュアゴルフの世界大会で、五二年ぶりに日本で開催されるということ注目が集まりました。IIJは多数の同時視聴に耐えうる配信基盤を提供するとともに、エンジニアを専属でアサインすることで制作会社と密な連携体制を構築し、本番前試験と本番期間中のきめ細かい技術支援を行ないました。

二〇一五年三月には、東日本大震災追悼式の中継を行ないました。これは毎年三月一日、東北で行なわれる東日本大震災の追悼式で式典会場とは別に各公共施設において、パブリックビューイングを行なうために、式典の様子の中継したものです。

この中継の特徴は、各会場の受信端末にH.264を使い、H.264から大型モニターへHDMIで出力するという構成をとった点と、式典会場から各会場までの通信経路にインターネットではなく、市が管理するローカルネットワークを使った点です。IIJはインターネットを用いた不特定多数に対する大規模な中継を得意としています。ここでは要素技術を応用して、ローカルネットワーク用に最適化した配信基盤を提案・実現しました。

イベントなどの案件をいただいた際は、普段は配信基盤の運用を主務としているエンジニアが直接現地へうかがって対応します。ライブ配信については、どんな些細なことでも結構ですので、まずは担当営業までご相談いただけましたら幸いです。●



\*1 DSD(Direct Stream Digital) : SA-CD(Super Audio CD)が採用している、アナログ信号をデジタル信号化する際の方式。広帯域・低ノイズなど高い性能を備えている。  
 \*2 DAW(Digital Audio Workstation) : 録音、編集、ミキシングなど一連の作業をデジタル処理できるように構成されたシステム。  
 \*3 AES : Audio Engineering Society  
 \*4 PCM(Pulse Code Modulation) : CD が採用している、アナログ信号をデジタルデータに変換する方式。  
 \*5 DDP : <http://pro.miroc.co.jp/2010/05/10/seigen-ono-seminar/>

# 座談会 ハイレゾ音源を ライブ・ストリーミング配信する!

このたび IIJ、KORG、Saidera Paradiso、ソニーの4社が、  
DSD 5.6MHzのハイレゾ音源によるライブ・ストリーミング配信を実施した。  
ここでは、同プロジェクトに携わったエンジニアに、その舞台裏を振り返っていただいた。

株式会社コルグ  
技術開発部 部長  
**大石 耕史氏**

有限会社 サイデラ・パラディソ  
代表取締役  
**オノ セイゲン氏**

ソニー株式会社  
RDSプラットフォーム システム研究開発本部  
要素技術開発部門 オーディオ技術開発部 1課  
シニアシステムエンジニア  
**西尾 文孝氏**

IIJ サービスオペレーション本部  
サービス企画推進室長  
**富米野 孝徳**

(司会・進行)  
IIJ プロダクト本部  
アプリケーション開発部 運用技術課長  
**福田 一則**

## 三本マストの帆船

**福田** 本日は、去る四月に行なわれた「東京・春・音楽祭2015 マラソン・コンサート」と「ベルリン・フィル演奏会」のライブ・ストリーミング配信の関係者に集まっていたいただきました。この配信では、DSD\*1 5.6MHzというハイレゾ音源を用いましたが、最初に皆さんの役割分担からお聞かせください。

**オノ** 富米野さんが東京・春・音楽祭のライブ・ストリーミング配信についてソニーのヘッドホンの主任技師、角田直隆さんに相談に行ったら、「音質にこだわらなこの人」と、ぼくを紹介された。

**富米野** そうです。適任者がいると紹介されて、セイゲンさんに会いに行き、すぐに意気投合しました(笑)。

**オノ** IIJの皆さんは、いい意味で音楽制作に関して経験や知識がなく、先入観を持っていなかった。ぼくが求めているクオリティは、理想的ではありませんが手間もかかるので、音楽業界の人なら「そんな面倒なことはやめましょう」と言いそうどころです。しかし、「富米野さんたちは」それくらいならできますよ」とあっさり了解してくれた。それがDSD 5.6MHzのライブ・ストリーミング配信という前代未聞の試みだったわけですね。

**富米野** 世界的なエンジニアのセイゲンさんが「この場合、DSDが理想的だから、これでやりたい」とおっしゃるので(笑)。  
**オノ** 大石さんとは、KORGのDSDレ

コーダーの開発を通して知り合い、クラリティ(Chari)というDSD対応DAW\*2の開発にも協力しました。サンフランシスコでクラリティの製作発表のプレゼンテーションもやらせてもらいました。

**大石** クラリティには二〇〇九年から取り組み始めて、製作発表は二〇一〇年のAES\*3でした。  
**オノ** ソニーの西尾さんといえば、DSDの世界で知らない人はいません。SACD(Super Audio CD)の制作に不可欠だったソノマ(Sonoma)というDAWをはじめとする制作機器をソニーがつくったのですが、その音質を体験してしまうと、PCM\*4のDAWに比べて多少不便でも、DSDから抜け出せなくなったというのが正直なところですね。

**西尾** ソノマの開発は二〇〇〇年頃から始めていましたが、セイゲンさんのようなトップ・エンジニアに使っていただけたようになったのは、二〇〇二年頃だったと思います。

**オノ** DSDは、CDで使用されているPCMに比べて圧倒的に音質が良い。ここで「音質が良い」というのは、趣味趣向の話ではなく、レコーダーのインプットの波形を正確・精密にプレイバックできるという意味です。もちろん演奏や録音が素晴らしいのが大前提ですが、音にこだわるクライアントの仕事をしているので、DSDをずっと使ってきました。

**大石** 今回のライブ・ストリーミング配信におけるKORGの役割は、アナログ

信号をA/D変換し、ストリーミングの形式でエンコードしてインターネットにアップするソフトウェアと、それをダウンロードして聴くためのプレイヤー・アプリケーションの開発でした。アップロードする際のハードウェアには先ほど話に出たクラリティを使い、ソフトウェアは新たに開発しました。

**西尾** ソニーはDSDの信号の特徴を熟知しているの、セキュリティ関連を担当し、DSDの信号を効率的に暗号化するためのアルゴリズムを開発しました。

**富米野** そしてIIJは、広域ネットワークに関する知見を活用して、ストリーミング用のプラットフォームとネットワークを提供しました。

**福田** セイゲンさんをハブとしたDSDのコミュニティに、IIJが加わったということですね。

**西尾** 今回のプロジェクトは、IIJ、KORG、ソニーという三本マストの帆船を、セイゲンさんが水先案内人として先導するというかたちで進みました。

## ハイレゾ配信を実現した技術

**オノ** DSD 5.6MHzのライブ・ストリーミング配信なんて、これまで誰もやったことがないのですが、富米野さんは初めて会ったときから「それくらいは簡単ですよ」と余裕でしたね(笑)。

**富米野** 正確な言葉は忘れましたが、たしかそんなことを言いました。

**オノ** 最近では、同じ建物内のスタジオ間で映像や音楽を編集するとき、イーサネットをハブを経由して、複数のコンピュータからDDP\*5などHDR A IDにアクセスして、ひとつの素材を同時に編集したり、ウィンドウズとマックの両方から編集したりします。「USBやFireWireでつながるのだから、インターネットでもつながるでしょう」とくらいにしか考えていませんでした。

**富米野** 「IG(ギガ)」を謳っている他社のサービスがありますから、5.6Mの2ch(ステレオ)分で11.2Mを出せないはずはない、技術的には十分可能だと思ったのです。ですから「DSDが最高」なら、エンジニアとして「それに必要なパフォーマンスは出せますよ」と、ごくシンプルに応えたんです。ひとつ問題があるとすれば、海外(ベルリン)と長距離のやり取りをする点でした。

というのは、TCP/IPというプロトコルをそのまま使うと、伝送距離が長くなって、「データを送りました。受け取りました。では次を送ります……」というやり取りが続いているうちに、スループットが5~6Mbpsで頭打ちになり、音声途切れてしまうのです。ですから、ベルリン・フィルの話が来たときは、IIJにも少し焦ったエンジニアがいたのですが笑、そこを克服するための具体的なイメージはすでにありました。

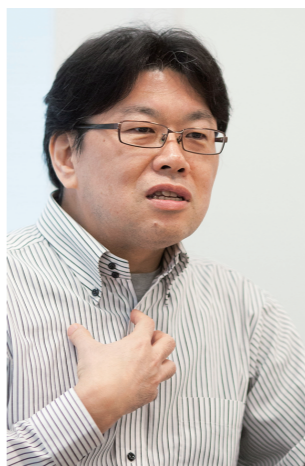
**福田** 我々は、東京・春・音楽祭で三年間、コンサートを配信していましたし、



富米野 孝徳 (ふめの たかのり)



大石 耕史 (おおいし こうじ)



西尾 文孝 (にしお あやたか)  
1986年ソニー入社後、業務用録音技術の開発に従事。手配線で作った試作DSDレコーダーを片手に世界中を飛び回り、SA-CD (Super Audio CD) の誕生に深く関わる。録音現場での豊富な経験を活かし、DSD 5.6MHz ライブストリーミングを技術支援。



奥野 セイゲン  
録音エンジニアとして、坂本龍一、マイルス・デイビスなど多数のアーティストのプロジェクトに参加。DSD、3Dサラウンド、ハイレゾなどの普及に尽力。ミュージシャンとして『COMME des GARÇONS SEIGEN ONO』他、多数のアルバムを発表。

写真/渡邊 茂樹

IPTV向けの配信サービスを担当しており、HD画質の映像を配信するためのビットレートは12Mbpsくらいなので、帯域自体は問題ないと考えていました。

**西尾** 二〇〇四年のAESで、カナダのマギル大学が専用線を使ってDSDをインターネット経由で流す公開実験を行ったのですが、そのときはまったく上手いかなかった。それ以来、「DSDのストリーミングなんて、はるか先だ」と思っていたので、ITJの皆さんがやる気になっているというのを聞いたときは、「ずいぶんイキのいい土管屋さんがいるものだ！」(笑)と感嘆しました。

**富米野** 今回、我々が使った技術は「MP EG-DASH」(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)というものです。これは簡単に言うと、大きなデータのかたまりを細切れにして、HTTPに乗せて送る手法です。要するに、乗せるデータがDSDになるだけのことなので、大石さんをお願いして、DSDのデータを細切れにするところと、細切れにしたデータを合わせて再生するところのソフトウェアをつくっていただきました。

**大石** 当初、それなら簡単そうだったので、「上りに一カ月、下りに一カ月」で大丈夫だろうと見ていた。ただ、実際にソフトウェアを開発して動かし始めると、オーディオ面でのクオリティやノイズ対策、さらには、ローカルのハードディスクからではなく、ネットワークを経由した再生だと何が起るかわからないので、スト

リーミングの最中にイーサネットのケーブルを引き抜いたり、Wi-Fiを一度切って再度つなげてみるといったテストに多くの時間を割きました。結果としてそうした検証と対策は、ハードディスクを用いた再生にも活かされたので、自分たちの製品開発にもプラスになりました。

**西尾** 今、大石さんから「上りに一カ月、下りに一カ月」という話がありました。我が々のところに「DSD信号の暗号化を担当してほしい」という話が来たのは昨年の一月下旬で、しかも「年内に完成してほしい」と言われて……。

DSDのことはいえ、さすがに時間的には「キツイな」と思いました(笑)。そこから、昔やった検討事項を調べ直したりしてアルゴリズムをつくり、おそらく二週間くらいで完成したはず。これはあとから聞いた話ですが、大石さんは「そんな短期間ではムリかも」と思われていたらしく……(笑)。

**大石** 完成まであつという間でしたよね。しかし、あの段階では、暗号化技術の開発が間に合うかどうか確信が持てない状況でしたから、同僚には半分冗談で「今回は実現しないかもしれないよ」と言っていました(笑)。実は、そう思ったことがもう一度ありまして、「ベルリン・フィル」の話が出たときでした。私は「実現がむずかしいのでは……」と感じた場合には、必ずポジティブな返事をするにしているのです、あのときも「素晴らしいですね！」と言いました(笑)。

さらにはサラウンドや4K映像など……。インターネットと放送の融合はすでに始まっていますが、放送電波だと4K映像やDSDを非圧縮で流すことはできません。それもインターネットなら可能です。

**西尾** ベルリンからのストリーミングでは、演奏会が始まる前から中継を始めていたのですが、お客さんがザワザワしながら入ってきたところを聞いただけで、「まるでコンサートホールにいるみたいだ！」と参ってしまつた人もいました。

**オノ** この情報量が、無意識の領域に働く。演奏会に行くとなると、格好も気にするし、電車にも乗らないといけない。席についても、隣の人が気になったり、途中でトイレに行きたくなったり、音楽に集中できないことも多い。その点、ストリーミングは自分の部屋でリラックスして音楽に集中でき、珈琲だって飲める(笑)。そして、目を瞑れば完全にホールにいる感じがします。しかも、ホールのどんな席でも聴けないような最高の音を拾える位置にセットしたマイクロフォンを通して、クライアントソフトの名前通りの「PinaSai」で音楽を聴けるのです。これはすなわち、コンサートのライブ鑑賞とも違うし、録音された音楽を聴くレコード鑑賞とも違う、今までなかった価値がプラスされた、まったく新しいエンターテインメントではないかと感じています。

**福田** この素晴らしい体験を多くの方と共有できるようにしていきたいですね。今日はありがとうございました。●

**富米野** 我々はそれを真に受けてしまつた！(笑)。

**西尾** ソニーとベルリン・フィルは二〇一三年まで技術的な協業も行なっていて、ちょっとした関係にはありました。それでも、さすがに演奏会のストリーミング配信は無理だろうと思いつつ「興味ありますか？」と打診してみたら、「興味ある」という答えだったので、我々も「ベルリンはやる気みたいだよ！」と驚いたのです。

**精鋭が集まれば**

**富米野** テストのために最初にベルリンに行ったのは、昨年の一二月末でした。その際、向こうのネットワーク環境を確認して、我々のサーバを置かせてもらいました。それを受けて、年明けからいろいろな検討に入り、二月に日・独以外の国にもサーバを設置し、三月に本番を見据えた予備実験に挑んで、その時点ではもう問題なく動きました。よって、実質的な準備期間は三カ月ほどでした。

**西尾** 予備実験でベルリンから音楽が届いたときは「凄い！」と感動して、興奮のあまり眠れませんでした。

**富米野** 通ったときは、嬉しかったですね。**大石** 三月のテストでKORGチームは、どんなトラブルにも対応できるように開発環境を現地に持ち込み、その場でデバッグできる態勢で待機していたのですが、初日から何の問題もなかったため、テスト期間中とはとてもヒマでした(笑)。

**西尾** 最終的な配信では、DSD5・6Mステレオに加えて、ラスト1マイルの速度が出ないユーザにも配慮して、DSD2・8Mのデータをさらに上乗せして現地からアップロードしたため、合計で17Mくらいのデータを送信しました。

**富米野** このプロジェクトは、少数精鋭で進めることができ非常に効率的でしたし、皆さんのようなエンジニアが本気を出せば、想像以上に物事は迅速に進むものだと実感しました。

**新しいメディアの誕生**

**富米野** ベルリン・フィルと東京・春・音楽祭のストリーミング配信では、技術面に関しては、ほぼ満点と言える結果が出ました。ですから将来的には、この技術をさらに普及・活用していきたい。現段階では、また具体的なプランは言えないですけどね(笑)。

**西尾** はい、言えません(笑)。

**富米野** ただ、ストリーミングを聴いてくれた海外のエンジニアからさつそく反応があつて、「自分のレーベルのアーティストのストリーミングにぜひ……」とか、アメリカのオーケストラ録音をやっているプロダクションからも「興味があるので……」という声が届いています。

**オノ** こちらにも、オフロード案件がいろいろきています(笑)。

**西尾** このプロジェクトを通じて、ハイレゾ音源でもストリーミングが可能だということを実証できたので、「これだけのク

オリテイのものが流せるなら、何か変わるかもしれない」と思っている人は多いはず。ですから今後、様々なオフアが来るような予感がしています。

**富米野** ITJとしては、今度の経験を踏まえて、「ライブ」というキーワードに少しまわって、いろいろな方に利用していただけるものをつくり、提供していきたいと考えています。

**オノ** 高音質のストリーミングはどんどん増えていきます。DSDのデータはPCMより重たいし扱いが不便なのに、なぜこ

だわつたのかと言いますと、DSDは収録のマイクロフォンと再生するスピーカーを直結したような音が一番近いからです。ただそのままを伝えるだけ。アコースティックな音楽のダイナミックレンジもレンジリレーションもこれ以上はありません。だからDSDストリーミングは、まったく新しいメディア体験と言えます。当然、再生環境も重要です。

**富米野** 東京・春・音楽祭では、「インター ネット経由ではなく」ホールの音をそのまま流しているのですか？」とおっしゃった評論家もいたくらいです。

**オノ** DSDは、楽器の音色、ピアノシモノのアーティキュレーションまで変形せず正確に伝わります。ダイレクト音だけでなく、圧倒的にレベルが小さい初期反射音や響き、具体的な空間の形状・大きさ、微細なレベルの音まで、方向性なども含めて伝えることができるのです。音楽だけでなく、自然環境ドキュメンタリーや語学学習



## デジタルコンテンツの保護

デジタルコンテンツの普及にともない、その著作権をどのように守っていくのかという問題が出てきた。ここではそうした対応の一例を見てみたい。

Intertrust Technologies Corporation  
ディレクター テクノロジーエンジニアチーフ ビジネスデベロップメント、ゼネラルマネージャー ジャパンオペレーション

### 長尾 豊



従来、コンテンツを流通させる手段は、放送・記録メディア・書籍などに限られていましたが、スマートフォンやタブレットの浸透、テレビのネットワーク化により、多くの企業がOTT(Over-The-Top)サービスへの参入機会を得ました。それと同時に、デジタル化されたコンテンツの不正な複製と不特定多数への配布という著作権保護の課題が浮き彫りになりました。また、視聴形態(端末)の多様化は、デジタルコンテンツのフォーマット形式、配信プロトコル、著作権保護の方式に関する互換性という複雑な問題を提起しました。

互換性の問題に関して、日本では比較的早期から、テレビやセットトップボックス(STB)など組み込み機器向けの映像配信プラットフォームの共通化が行なわれてきました。

欧州でも同様の動きが一〇年ほど前から進んでおり、共通プラットフォーム内ではコンテンツのフォーマット、配信方法、著作権保護(DRM: Digital Rights Management)の技術を選定しています。おもな事例を紹介しますと、イギリスではBT TalkTalk、BBCなどがIPTVサービスのYouViewを立ち上げ、イタリアではRAI Mediaset Telecom Italiaなどが共通プラットフォームであるTivùを立ち上げて、それぞれDRMとしてMarlinを採用しています。フランスを始めとする他の欧州諸国ではHybrid Broadcast Broadband TV(Hybrid Broadcast Broadband TV)

をベースにしたサービスが始まっており、HbbTVの代表的なプロファイルであるTNTは、MarlinとPlayReadyをDRMとして採用しています。

Marlinは二〇〇五年、インタララスト、パナソニック、フィリップス、サムスン、ソニーが立ち上げたオープンスタンダードのコミュニティにより策定されたDRMです。Marlinの技術仕様は一般に公開されており、コミュニティに参加すれば、技術仕様の策定にも参加できます。また公開されている技術仕様をもとにくつかの会社がMarlinベースのソリューションを提供しています。

PlayReadyは、マイクロソフトのWindows Media DRMの後継にあたるDRMとして二〇〇七年から提供されています。PlayReadyのブラウザ用のプラグインであるSilverlightは、様々なプラットフォームのブラウザを幅広くサポートしています。

### インタララストのExpressPlay™

4K/ UHDへと映像コンテンツの高画質が進むにつれ、テレビやSTBなどの組み込み機器では、より高度なセキュリティ対策が必要となっています。

インタララストが提供するExpressPlayは、こうした需要を満たすために、MarlinとPlayReadyのDRMサーバ機能を統合する統合型Marlin DRMのソフトウェアを開発キット(SDK)を組み込み機器向けに提供しています。また4K/ UHD対応のためにチップメーカー各社とパートナーシップを結び、ハード面でも堅牢なDRM機能の提供をExpressPlayサービスの一環として進めています。

スマートフォンやタブレットの場合、アプリストア経由で対象の端末に向けてアプリを自由に配布できるため、テレビやSTBなどとは異なり、サービス提供会社が映像配信の技術を、技術的な優位性・拡張性・管理の容易さ・費用などの条件から独自に選択できます。

中国ではテレビに先行してPC、スマートフォン、タブレット向けのOTTによる映像配信がTencent Youku、IQIYI (Baidu 百度の子会社)で始まっており、これらの映像配信サービスでは、サービス提供会社が先の条件から著作権保護のためにMarlinを選択し、膨大な数の顧客にサービスを展開しています。

ExpressPlayは、これらの中国のサービス提供会社の配信システムとして採用されており、クラウドベースのDRMサーバと、PC、スマートフォンやタブレット向けのSDKを提供しています。このSDKは、MarlinによるDRM機能をサポートし、高度なソフトウェア保護機能を備えているため、サービス提供会社は容易に映像コンテンツを調達でき、拡張性の高いクラウドベースのDRMと組み合わせることで、信頼性の高い映像配信サービスを実現しています。

## IIJの社内向けコンテンツ配信

昨今、企業においても動画コンテンツの利用が進んでいるが、本稿では、IIJの社内向け動画共有ポータルを紹介する。

IIJ 管理本部 事業基盤システム部  
情報システム課長

### 関 一夫



欧米で普及し始めたエンタープライズビデオは日本でも利用が進んでいますが、有効活用するには、従来のITサービスとは少し違った視点での運用が必要となります。IIJでも同様のビデオ配信システムを昨年より運用しており、導入時には気付かなかった課題も出てきました。今回はそうした取り組みについてご紹介したいと思います。

そもそのきっかけは、二〇一三年二月にマーケティング担当から寄せられた相談でした。当時、マーケティング担当が主催していたサービス説明会は、スケジュール調整の困難さから参加率が低かったり、開催が複数回におよぶものは説明側の負担も大きいといった課題を抱えていました。そうしたなか、説明会をビデオ化し配信してはどうか、という案が浮上したのです。

エンジニア向け勉強会をはじめ、セミナーなどは広く撮影されてきましたが、撮影スキルを持つ人が少なく、ファイルの保存場所もまちまちで、また、中途入社や新卒の社員が閲覧すべきコンテンツを見つけないといった課題が山積していました。そこで、ビデオコンテンツを管理・配信するシステムの構築が検討され始めました。

### サービスインまで

ソリューションには、ビデオ毎のアクセスコントロール、PCやスマートフォン、タブレットなど多彩なデバイスへの対応、ネットワーク環境に適したビットレートへの最適化といった要件を満たす米Qumu社\*のパッケージを選定し、自社のプライベートクラウド上でシステムを構築しました。

それと同時に、新たに制作するビデオの品質改善や普及を促すプロジェクトも立ち上げました。というのは、それまでに撮影されたビデオは、画質や音声が悪くなかったり、収録時間が長すぎるものも多くありました。これらを改善するために、いち早くビデオを活用している他社の事例なども参考にしながら、制作チームワークの検討を進め、二〇一四年五月、サービスインにこぎつけることができました。

### コンテンツ制作のノウハウ

ビデオ制作者には、撮影・編集の研修を実施しています。カメラの高さ・音声・明るさ・無駄な尺のカットなど、撮影・編集のコツをつかむことでビデオの品質は格段に向上します。大規模な仕掛けを用いたり、凝りに凝った編集に時間をかけるのではなく、必要十分な品質のビデオを素早く制作できるノウハウを学ぶために、撮影編・編集編それぞれ一時間ずつの社内研修を実施し、二〇一五年四月現在、全社で六〇人以上が受講しています。また、基本的な方針として、撮影・編集を特定部署に任せたりはせず、社内の人、タレントなど多彩なデバイスへの対応、ネットワーク環境に適したビットレートへの最適化といった要件を満たす米Qumu社\*のパッケージを選定し、自社のプライベートクラウド上でシステムを構築しました。

それと同時に、新たに制作するビデオの品質改善や普及を促すプロジェクトも立ち上げました。というのは、それまでに撮影されたビデオは、画質や音声が悪くなかったり、収録時間が長すぎるものも多くありました。これらを改善するために、いち早くビデオを活用している他社の事例なども参考にしながら、制作チームワークの検討を進め、二〇一四年五月、サービスインにこぎつけることができました。

リリースから一年が経ったこのシステムは、ビデオ本数が累積で六〇〇本を超え、利用者も海外を含めグループ全体に広がっています(キャッシュサーバによりトラフィックを分散させているので、ネットワークには影響していません)。

今後は、ビデオの特性を活かしたコンテンツの制作・普及を行なうとともに、視聴者の意見や感想を制作者にフィードバックすることで、コンテンツの品質をさらに向上させ、利用活性化につなげていきたいと考えています。

\* <http://www.qumu.com/>

人と空気をインターネット

## 物流の

# インターネット化

IIJイノベーションインスティテュート

代表取締役社長

浅羽 登志也

初心者の方にインターネットのネットワークとしての特徴を説明しなければいけないとき、私は「道路」をアナロジーとして使っています。道路は、道路交差点などの法規さえ守れば、誰でも利用できるオープンなネットワークインフラであり、インターネットに似ている点が多いからです。

様々な物流サービスが道路という共通のインフラを利用して提供されていますが、道路自体は道路を使っている個々のサービスに関知しませんし(例えば、宅配ピザが遅配しても、道路は何ら責任を負わない)、みんなが道路という共通のインフラをシェアして使っているのです。ユーザが集中すれば混雑しますし、救急車を先に通したり、バスレーンを設けたりして、特定のサービスを優先しようとしても限界があるところなど、インターネットとよく似ていると思います。

そう考えると、道路上で人や物を運んでいる車がインターネットの PACKET のようにも見えてくるのですが、残念なことに PACKET とは違って、道路を走る車はそれぞれ独立した意志を持って動いており、その点が大きく異なります。

インターネットでは、道路にあたる回線を乗り換える交差点のような場所にルータという装置があつて、回線上を送られてくる PACKET を次にどの回線に転送するかを決めています。宛先に従って PACKET を転送する経路は、経路制御用のプロトコルにより常に最適な経路が自動的に計算され、個々のルータの PACKET 転送ルールがアップデートされています。

回線の一部に障害が生じて利用できなくなると、自動的に障害箇所を迂回する経路に切り替わりますし、PACKET が集中して混雑が起きたときは、人間のオは自動車を利用するニーズが減り、カー・シェアリングが当たり前になるとしています。さらに次の段階では、富裕層による自動運転車への乗り替えが起こり、それぞれが所有する自動運転車が公道を走るようになります。そして最終段階では、公共もしくは私営の自動運転車サービスが始まり、大多数の人が自動車を所有しないでサービスとして自動運転車を利用するようになる、ということです。この段階に達すると、人間による運転は法で規制される可能性が高い、とジョナス氏は述べています。そして、地下鉄システムなど他の形態の公共交通機関はなくなるかもしれないとも言っています。氏は、実現時期は明らかになっていませんが、自動運転車の安全性が確保された時点で、このような変化が起こるとしています。

スタンフォード大学の Tony Seba 氏は、その著書『Clean Disruption of Energy and Transportation』のなかで、太陽光・風力といったクリーンエネルギーの技術や、電気自動車・自動運転車の技術が飛躍的に進歩し、二〇三〇年までに現在のエネルギー産業や自動車産業を破壊する、と述べています。また、自動運転車サービスが普及し、人々が自動車を所有しなくなれば、駐車スペースは現在の二〇パーセントで足り、道路の利用も最適化されるため、八〇パーセントの高速道路が不要になると言っています。

こうしたことが実現したら、車で外出したいときは、自動運転車を呼んで行き先を告げるだけで、あとは目的地まで最適な経路で車が移動してくれるようになります。その際、車の制御は個々の車が行なうのではなく、自動運転車ネットワークプロバイダが全体の状況をモニタリングして、ネットワーク(道路)

ペレータが手動でパラメータを調整して、混雑箇所を通らないように一部の PACKET の経路を切り替えるといった混雑緩和の措置をとって、全体の最適化を図っています。ネットワーク上で PACKET の配送を、ネットワーク側で全て制御しているため、このような最適化が可能になるのです。

一方、道路の方は、車がどのような道順で目的地まで行くのかは車が勝手に決めているため、全体の状況を見ながら混雑を避け、道路の利用効率を最適化するということがやりにくいのです。ですから、いつも空いている抜け道を知っているドライバーは混雑を避けて速やかに目的地まで到達できますが、普通のドライバーは渋滞にはまってしまい、イライラする時間を過ごすこととなります。この点が異なるため、道路を使った私のインターネットの説明は、アナロジーとして不完全なのです。

## 二〇三〇年の未来予想

昨年、本連載で自動運転車の話題に触れました。そのとき、将来、人間が公道を運転することは禁止されるのではないかと書きましたが、同じようなことを、電気自動車メーカー「テスラ・モーターズ」のイーロン・マスク CEO やモルガン・スタンレー社の自動車アナリスト、アダム・ジョナス氏も述べています。

ジョナス氏は、リサーチノートのなかで将来予測を四つの段階に分けています。現在は、大多数のドライバーが車を所有するカリスとして、自分で運転している段階です。次の段階では、数年前に登場したウーバーやリフトなどの配車サービスが拡大し、大都市で利用効率を常に最適化しながら行なうので、余分な車が減って渋滞が解消され、しかも自動制御ですから事故もなくなるという、革命的な変化が起こることになるでしょう。そうなれば、不完全だった私の道路のアナロジーによるインターネットの説明も完璧になる！つまり、二〇三〇年に時代が私に追いつく、ということですよ(笑)。

このような時代には、エネルギー産業や自動車産業どころか、あらゆる宅配サービスはなくなります。なぜなら、いつでも誰でも自動運転車を呼んで、荷物を積んで、行き先を指定しさえすれば安全・確実に届けてくれるようになるからです。長距離輸送の部分は、ひよっとすると新幹線などの高速鉄道とのコラボレーションがあるかもしれません。遠くに行く自動運転車を行き先に応じて高速鉄道に乗せ、もしくは中身だけを乗せ換えて、遠隔地までまとめて運び、最寄りの駅から再び自動運転車で目的地まで届ける——そんなことだって起こるかもしれません。

私の道路のアナロジーが完成するということは、いわば「物流のインターネット化が起こる」というようなものですから、自動運転車ネットワークの制御は、インターネットの制御と同様なものになるでしょう。すると IIJ のようなインターネットサービスプロバイダが二〇三〇年前後には、自動運転車サービスプロバイダにもなり、情報の流通と物や人の流通の両方を統合的にサービスする時代が来るのかもしれない。

そろそろ我々 ISP も、自動運転車の研究開発や自動運転車ネットワークの制御手法の研究に着手すべきときなのかもしれません。●

道路をネットワークとして見たとき、その利用効率の悪さが多くの弊害を生みだしていることに気づく。もし物流をインターネットのように制御できれば、我々の生活環境は大きく変化するかもしれない。

# マルチキャリア化した IIJ のモバイルサービス

IIJ サービス推進本部 サービス推進部 法人ネットワーク推進課

小形 淳

IIJのMVNOサービスに KDDIの回線を利用した「タイプ K」が加わり、マルチキャリアMVNOの特徴を活かしたサービス提供が可能となった。ここでは、その概要やメリットを紹介する。

2015年4月1日、IIJ モバイルサービス/タイプ K (以下、タイプ K) の提供を開始しました。タイプ K は、KDDI の MVNO として提供するモバイルデータ通信サービスで、IIJ にとって 3 キャリア目の MVNO となります。

IIJ では、2008 年 1 月に NTT ドコモの MVNO を開始、同年 3 月には旧イー・モバイル (現ソフトバンクモバイル) の MVNO を開始し、マルチキャリア MVNO として法人向けモバイルデータ通信サービスを提供してきました。当時は、高い人口カバー率で定評のあるタイプ D と、都市部を中心に低価格で高速通信が利用できるタイプ E という双方の特徴を活かして、PC のインターネット接続やリモートアクセスでの利用が中心でした。そして昨今では、世界中が注目している IoT や M2M、駅や店舗に設置されるデジタルサイネージ、WAN のバックアップ回線など、様々な用途に合わせたプランを提供しています。

このたび、KDDI の LTE 網とのレイヤー 2 接続によるタイプ K を加えたことで、日本初の LTE ネットワークのマルチキャリア MVNO としてネットワークをさらに強化し、MNO とは異なる MVNO ならではのモバイルサービスを提供していく考えです。

タイプ K を提供する狙いは、「マルチキャリア化による利便性向上」「キャリア網の冗長化を活かした用途拡大」「マルチキャリア MVNO による MNO との差別化」の 3 点に集約できます。

## マルチキャリア化による利便性向上

タイプ K 提供に関するプレスリリース直後から、「1 回線あた

りの月額費用が 900 円～」となっている「定額プランライト」への問い合わせが KDDI 回線を利用されているお客さまから増えたり、タイプ D 回線だけでは電波状況に不安のある一部地域においてタイプ D とタイプ K を併用したいというご要望を多数いただいております、法人向けモバイルの分野で定評のある NTT ドコモと KDDI の網を利用した MVNO サービスに対するお客さまの期待を実感しています。

例えば、山間部や島しょ部、特定現場 (店舗や事務所) では、電波状況に応じたキャリア選択を希望されるケースも想定され、そうしたニーズにもマルチキャリア MVNO なら最適の提案ができると考えています。

## キャリア網の冗長化を活かした用途拡大

タイプ K の提供により、例えば、タイプ D 回線を主回線とし、タイプ K 回線を予備回線にするといった具合に、異なるキャリアによるモバイル回線の冗長構成が可能となりました。モバイル回線を利用した WAN は、回線敷設が不要であり、短納期で利用を始められるため、小規模店舗のネットワークや設備監視などでの採用が進んでいますが、今後は、耐障害性に優れた冗長構成を目的とした導入も増えると考えています。

この他にも、モバイル特有のリスクとして、狭いエリア内で同じキャリアからの通信が多発した場合、基地局の電波リソースが枯渇する心配がありますが、これについてもタイプ D 回線とタイプ K 回線をバランスよく配置することでリスクを分散させ、

IIJ モバイルサービス/タイプ K 料金プラン

	定額プラン L	定額プランライト	定額プランライト: いちねん
特徴	高速データ通信のスタンダードなプラン	月額 900 円のエントリープラン	1 年間の利用分を一括購入するプラン
高速データ通信量	7GB/月	3GB/月	3GB/月
最低利用期間	2 年間	1 ヶ月	なし
初期費用 (税抜)	3,000 円	-	-
月額費用 (税抜)	5,500 円	900 円	年額 10,000 円 (一括支払)
通信速度	下り最大 150Mbps 上り最大 50Mbps <small>(※) 高速データ通信量を超えた場合、送受信速度が最大 256kbps になります。 (※) 記載の速度は最大の通信速度です。最大通信速度はベストエフォート (規格上の最大速度) であり、実効速度として保証するものではありません。なお、ご利用のデバイスや通信環境、混雑状況により通信速度が変化する可能性があります。</small>		
サービスエリア	au 4G LTE エリア <small>(※) 3G サービスエリアではご利用になれません。</small>		

災害などにもより強くなったモバイルネットワークを提供できるようになりました。

## マルチキャリア MVNO による MNO との差別化

MVNO のビジネスでは、回線と端末を組み合わせたり、回線と自社サービスを組み合わせる付加価値を生み出すことで、MNO とは異なるソリューションを提供しています。

これまで IIJ の MVNO 事業では、モバイルデータ通信サービスに加え、セキュリティサービス、クラウドサービス、システムインテグレーションなどと、スマートモバイル環境を組み合わせる提案を行ってきましたが、今回、マルチキャリアネットワークを実現したことで、タイプ D 回線とタイプ K 回線のあいだで通信量を共有することが可能となり、MVNO ならではのソリューションの幅が広がりました。

これからも、様々なデータを確実にクラウドやお客さまの設備へ運ぶため、キャリアに縛られることなく、さらにはマルチキャリアな MVNO として、お客さまのビジネスを支える強いネットワーク構築と新たな利用シーンを創出していきたいと考えています。

## タイプ K 提供プランのご紹介

タイプ K で提供する料金プランについてご紹介します。ライ

オンナップは「定額プラン L」「定額プランライト」「定額プランライト: いちねん」の 3 プランです。(上表参照)

さらに、閉域接続によるリモートアクセスを実現する「ダイレクトアクセス」や M2M 用途向けの料金プラン「IIJ モバイル M2M アクセスサービス」でもタイプ K 回線の提供を開始しました。利用用途に合わせて最適な料金プランとネットワークを選択できます。

また、定額プラン L では「データシェアオプション」を提供しており、1 契約内でタイプ D 回線とタイプ K 回線を併用する契約において、余ったデータ通信量を分け合うことができます。BCP 対策などで両回線を併用する場合でも、一元的な回線管理が可能です。

## 今後に向けて

タイプ K の提供により、NTT ドコモと KDDI のモバイルデータ通信サービスをセットで利用できるようになりましたが、今後はこれらを有効活用していくための環境構築を進めていきます。

一部検討項目を紹介すると、両回線を切り替えて利用できるデバイス開発や、WAN サービスにおける主回線と予備回線の両方をモバイル回線で利用する際の料金プランなどです。

今後もお客さまの利用シーンに即したデバイスや料金プラン、多様なご要望にお応えできるソリューションなどを提案し、拡大を続ける MVNO 市場の先頭に立って、新たな市場の形成と価値の創出に尽力していきます。●

# Global Trends

上海では少し前まで、「張江男」という言葉がメディアなどでよく取り上げられていました。日本でもかつて「電車男」が一世を風靡しましたが、それとよく似ていて、理系出身で上海郊外にある張江ハイテクパークのIT企業に勤務する男性を総称して、「張江男」と呼びます。



## グローバル・トレンド 張江男

IJ Global Solutions China Inc.  
技術統括部部長

李天一

張江ハイテクパークについて少し説明しますと、上海市浦東新区、陸家嘴金融貿易区の東南側に位置する、国家ハイテク産業開発区の一つです。開設は一九九二年で、半導体・ソフトウェア・バイオ製薬を主要産業分野に位置づけており、少し前のデータになります。二〇〇六年末時点で国内外の約五〇〇〇社が拠点を構えている

です。日本からも大手企業が数多く進出をされていて、世界からは「The Silicon and Medicine Valley in China」と評されるまでに成長しています。一〇年前からはさらに、北京大学や清華大学など、中国国内の有名大学を同地域に誘致し、産学一体となつて各分野のエリートを集めていきます。中国では一般に、IT技術者の社会的地位が高くとされ、張江ハイテクパークのIT企業で働く「張江男」も高学歴・高収入です。総じて仕事熱心で真面目という特長もあり、一見すると非常に魅力的な男性像に思えますが、彼らは真面目であるがゆえに不器用で、感情表現が得意でないため、異性とはあまり縁がありません。●

# Information

## Lead Initiative 2015 イノベーションによるビジネス変革

このたび IJ では、クラウドをはじめとする ICT を活用してビジネスを変革させているお客さまの事例講演を中心とした、ユーザ向けイベントを昨年に引き続き開催します。全25セッションの講演に加え、IJ が注力しているサービスの展示も行ないます。多くの皆さまのご来場をお待ちしております。

日時 2015年7月15日(水) 10:30 ~ 16:55 (受付開始 10:00)  
会場 東京コンファレンスセンター・品川  
参加 事前登録制(無料)  
詳細 <http://www.ij-lead-initiative.jp/>

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「IJ.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: [ijnews-info@ij.ad.jp](mailto:ijnews-info@ij.ad.jp)

編集/増田倫子、小河文乃、村田茉莉  
表紙イラスト/末房志野  
デザイン/榊原健祐 (Iroha Design)  
印刷/株式会社興陽館 印刷事業部

©IJ.newsのバックナンバーをご覧いただけます。  
URL: <http://www.ij.ad.jp/ijnews/>

©IJ.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: <http://www.ij.ad.jp/news/ijnews/wp/>

# Internet Trivia

インターネット・トリビア

## 半導体ストレージ

IJ プロダクト本部 プロダクト推進部  
企画業務課 リードエンジニア

堂前 清隆



今回は、インターネット上のサーバで使われるストレージ(記録装置)について書いてみたいと思います。

サーバに限らず、デスクトップパソコンやノートパソコンで一般的なストレージは、ハードディスク(HDD=ハードディスクドライブ)です。HDDは箱のなかに回転する円盤が格納されており、その円盤に磁気を使って情報を記録します。

最近、急速に普及しているのが、HDDの代わりに使える半導体ストレージ(SSD=ソリッドステートドライブ)です。SSDでは円盤の代わりに半導体メモリチップに情報を記録します。SSDに使われる半導体メモリはFlash ROMと呼ばれ、電源を切っても情報が消えることはありません。原理はUSBメモリと同様ですが、HDDの代わりとして使えるよう、USBメモリよりも高速・大容量になっています。

SSDをサーバで利用する最大のメリットは、高速性です。なかでも「ランダムアクセス性能」がもっとも期待されています。コンピュータがストレージにアクセスする方法は、ファイルを先頭から順番に読み書きする「シーケンシャルアクセス」と、バラバラにアクセスする「ランダムアクセス」に大別されます。HDDでランダムアクセスするときは、円盤上で磁気を読み書きする「ヘッド」と呼ばれる装置があちこち動くため、極端に速度が落ちます。一方、そのような装置がないSSDは、ランダムアクセスになっても速度が落ちにくいのです。サーバでは同時に複数のクライアントとアクセスを行なうことが多く、激しいランダムアクセスが発生します。SSDはそうした環境に最適なのです。

多くのSSDは外観もHDDに合わせて作られています。そのため、パソコンのHDDを取り外してSSDに交換することも容易です。サーバで利用する場合も、HDDの代わりに同じ場

所にSSDを取り付けることもあります。

大規模なシステムでは、複数のHDDを組み合わせたディスクアレイを使用することがあります。このディスクアレイに搭載されているHDDを、全てSSDに置き換えたり、HDDとSSDを混在させる利用方法もあります。HDD・SSD混在に対応したディスクアレイでは、コントローラがファイルへのアクセス状況を調べ、頻繁にアクセスされるファイルだけを自動的にSSDに配置するようなものもあります。SSDは性能が高い代わりに、HDDよりも容量あたりの単価が高いため、両方を混在させることで容量とコストのバランスを取ることができます。

また、サーバの筐体内に取り付ける拡張カードの形状をしたSSDも販売されています。HDDを取り付けるインターフェースではなく、拡張カードを取り付けるインターフェースを使って通信し、サーバのCPUからダイレクトにアクセスするため、さらに高速アクセスが可能です。こうしたSSDは、きわめて負荷の高いデータベースのサーバなどに使われています。

クラウドサービスで提供される仮想サーバのなかにもSSDを利用したものがありません。クラウドでは、同一のストレージを共有する仮想サーバが激しいランダムアクセスを発生させるため、SSDの性能を有効に活用できます。ただし、仮想化のためのオーバーヘッドが発生するので、物理サーバにSSDを取り付けたもののような性能は出ません。より高い性能が必要な場合は、拡張カードタイプのSSDを取り付けた物理サーバを選択すると良いでしょう。クラウドのなかには、このようなサーバを月額で提供しているサービスもあります。高い性能のサーバを低い初期投資で利用できるため、コストパフォーマンスも優れています。●

## 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 : 06-4707-5400
- 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 3F  
〒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一条西 3-3 札幌 MN ビル 9F  
〒060-0001 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
- 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
- 株式会社ハイホー  
東京都千代田区神田神保町 1-103 東京パークタワー 2F  
〒101-0051 TEL : 0120-858140
- 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
- 株式会社竜巧社ネットウエア  
東京都中央区京橋 1-14-9  
〒104-0031 TEL : 03-5159-0600
- 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。(2015年6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。

©2015 Internet Initiative Japan Inc. All rights reserved. IIJ-MKTG001BA-1506IK-10500PR



Internet Initiative Japan