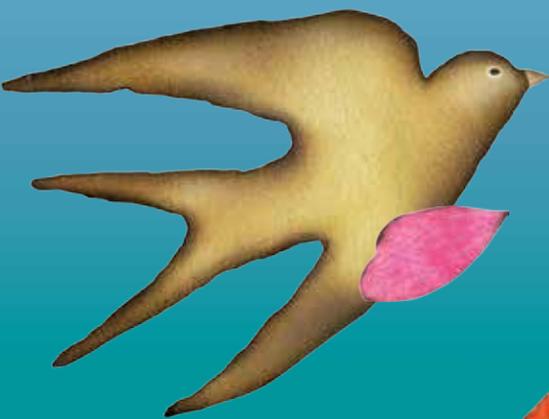


東京大学総長

特別対談 人となり **五神 真** 氏

特集 **コンテンツ配信と  
インターネット**





ぶろろーぐ 桜から葉桜に / 鈴木 幸一 ..... 3

特別対談 人となり ..... 4

東京大学総長 理学博士 五神 真 氏  
IIJ代表取締役社長 勝 栄二郎

Topics コンテンツ配信とインターネット ..... 8

- 2020年を見据えた動画配信の技術革新 / 福田 一則 ..... 9
- 夏の高校野球を配信する / 柄沢 憲 ..... 11
- 世界のCDN市場のトレンド / 岡 淳一 ..... 12
- インターネット・トラフィックを支えるバックボーン / 渡邊 一平 ..... 14
- 通信を輻輳させないために / 福士 良輔 ..... 15
- JOCDNの設立背景とサービス概要 / 上村 明 ..... 16
- VidMeet (ビッドミート)を立ち上げる / 山本 文治 ..... 18

人と空気とインターネット ..... 20

Technical Now AS400マネージドサービス事例 ..... 22

インターネット・トリビア 暗号技術 / 堂前 清隆 ..... 24

グローバル・トレンド ストレスフリーなバルセロナ / 矢吹 重雄 ..... 25

※連載「ライフ・ウィズセーフ」は、お休みします。

ぶろろーぐ

## 桜から葉桜に

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



いい年をして、夜明け前の午前三時には目覚め、珈琲を淹れて、机に座る。出勤までの時間、それが自分の時間である。社会人になった頃は、長すぎる自堕落な学生時代を過ごしたせいで、そんな時間に起きて勉強をしないと、仕事についていけなかったのである。追い込まれて、如何ともし難いという状況にならないと、具体的な行動を起こさない。子供の頃から、生来の怠け者である。宿題をやらす、切羽詰まると、教師に叱られることを我慢すればいいかと、怠け虫なりの達観をして、廊下に立たされたり、黒板消しで頭を叩かれたりしていた。今と違って、教師の仕置きも厳しく、白墨で白くなった黒板消しで頭を叩かれるので、髪が白墨の粉で白くなったものだった。別に悪気があったわけではないことは、教師も理解していたようで、ほかの生徒の手前、厳しい仕置きをしていただけだろう。次の授業が始まると、朝の仕置きはすっかり忘れて、ごく普通に授業を受けていたのである。教師にとっては、扱い難い生徒だったかもしれない。早起きは子供の頃からで、朝食のはるか前に起きて、お腹が減ったと声にするものだから、前の晩、枕元にお

にぎりか置かれるようになって、食事ができるまでは握り飯を食べて、空腹をしのいでいた。冬はともかく、夏はどうしていたのだろうかと思うのだが、空調もない時代で、夜明けが早く、早朝から暑さが襲う季節は、だれもが早く目覚めて、朝御飯の用意も早かったに違いない。中学生時代は、優等生だった記憶があるのだが、高校に通うようになると、高校の裏門から入り、校庭を横切って、そのまま正門から出ては、授業をさぼっていた。担任の教師が我が家まで来たようだが、親も親で、「あれは変わり者だから、放っておいても良かった方がいいですよ。昔から変わり者はいたでしょう。どうしようもないければ、どこかの工場にでも行かせて、働かせるから」と、いい加減なことを言って、教師を納得させたようだ。旧制中学が新制高校になり、旧制中学時代から教えていた教師が残っていて、妙に物分かりが良かったようだ。親が放任してくれていたのは、放っておくと、日がな一日、年齢不相応な小難しい書物を読み続けるか、蓄音機かラジオにしがみついて、クラシック音楽を聴いているだけで、当時の言葉で言えば「不良」になるような行動と

は無縁だったからかも知れない。今でも、私の知識の割方は、中学までの時代に身につけたものではないかと思う。今年の冬は、久しぶりに凍てつくような寒さが続いた。その反動か、桜が一気に開いて、四月になると葉桜になってしまった。いつもは淡い色の染井吉野がひらひらと花びらを落とし始めるはずの入社式の頃には、葉桜になってしまい、桜と入社は一つの季節だという思い込みのある私には、勝手が違い、入社式の挨拶も締まりのない話になってしまった。ダークスーツを着込んで、神妙な表情で椅子に座っている新入社員を見ると、11Jも歳をとったのかなと思ったりするのだが、インターネットの世界も、まともな若者がまともな社会人として大きく育ち、そうした人間によって支えられる社会や産業の基幹インフラとなったのだと、妙な思いがわく。次の四半世紀は、インターネットがつくりつつある仕組みが、世界をリードすることだけは間違いない。若い社員への期待は、膨らむばかりである。

# 人となり

東京大学総長 理学博士

五神 真氏



株式会社インターナショナル・インシアティブ  
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12回のゲストには、  
東京大学総長で理学博士の五神真氏をお招きしました。

## 研究の世界へ

勝 五神総長のこれまでの歩みや研究内容を教えてくださいいただけますか。

五神 私の研究テーマは「光と物質の相互作用を理解・制御することです。なぜ「光」なのかと言うと、子どものころ、近所の芸術家の先生のアトリエで絵を描いたりしているうちに、モノがカラフルに見える「色合い」とは何なのか? といったことに興味を持つようになったのがキッカケです。小中学生のころは、ラジオやアマチュア無線を通して「電波」について勉強しました。私があった時代は、ラジオからテレビに移り、テレビも白黒からカラーになって、衛星放送が始まるなど、通信容量が飛躍的に増えていきました。光は電波の一種ですが、波長が短くなり周波数が高るにつれて、そこに載せられる情報量も増えていきます。そんな技術の進歩を、身を以て体験しました。

振り返ってみると、幼いころに抱いた「色合い」に対する興味と、少し大きくなってからの「電波」への関心が、今日の研究にもつながっているのかもしれないね。

勝 研究者になるキッカケなどはあったのですか?

五神 最初から大学に残って、研究者になろうと思っていたわけではありません。博士課程の途中で、お世話になった先輩が突然、有機農業を始めるといって大胆な転身をされて、その後任として助手に指名され、後輩達の研究指導を手伝うことになったのです。

私が本格的に研究を始めたのは一九八〇年です。当時、実験室にはレーザー光の装置が入っていました。レーザー光は一九六〇年に発明され、六〇・七〇年代に長足の進歩を遂げました。ですから、八〇年代になると画期的なアイデアはほぼ出揃っており、研究を始めた当初、私は「生まれるのが二〇年遅かった」と思っていました(笑)。

ところが、一九九〇年代後半からレーザー光が半導体技術と融合することで、再び急速に進歩し始めたのです。それ以前と決定的に違ったのは、電力を光に変える際の「変換効率」が桁違いに高くなった点です。かつては18Wのレーザー光を出すのに30kWの電力が必要だったのが、今では160Wの光を出すのに800Wで十分で、格段に使いやすくなりました。

また、先ほど述べたように光は電磁波ですが、変換効率の劇的向上にもなって電磁波を精密に制御できる技術が確立したことで、光も同じように精密な制御が可能になったのです。そして、電磁波のなかでも圧倒的に周波数が高い光に膨大な情報を載せられるようになりました。

このおかげで六〇・七〇年代には「机上の空論」と言われていたことが、現実味を帯びてきました。事実、二世紀に入ってから、数年おき

に光関連の技術者がノーベル賞を受賞しています。今日、私より一〇歳ほど若い仲間が研究生活をとってもエンジョイしています。それを見ると、今度は「生まれるのが少し早かった」と思うのです(笑)。

## 東大改革から社会改革へ

勝 総長として東大改革を推進されていますが、その概要を教えてくださいいただけますか?

五神 最初に、総長になろうと思った、そもそもの動機からお話しします。二十数年の教員生活のあいだに、私が指導した学生は百人程にのぼり、その約七割が産業界にいます。ほぼマンツーマンで教育をしますから、個々の卒業生の能力はよく把握しています。しかし、卒業後の集まりなどで「あの優秀な〇〇君が会社で十分に力を発揮できていない」といった話を聞くことが増え、非常に残念に感じていました。

産業界構造が大きく転換している今、新しい産業を生む原動力になる能力を持っているのは、彼ら彼女らなのです。そこで、彼ら彼女らがその高い能力を存分に発揮できるように、東大が企業と連携しながらプラットフォームを提供してはどうか? と思い始めたのです。東大が本気で取り組み、彼ら彼女らも動きやすくなる、と。これが総長を目指そうと思った一番の動機です。

今すぐにやらなければと思ったのは、日本には残された時間がないからです。二〇二五年には団塊の世代が後期高齢者になります。それまでに産業界構造を転換させ、超高齢社会における成長モデルを確立させる必要があります。そう考えると、プレーヤーはすでに出揃っているはずで、その人材を活用することが鍵なのです。もちろん子ども教育も重要ですが、今の子どもが成長して社会に出る前には、おそろく世界のなかで勝負がついているのです。

私だけでなく百人の人材データベースが頭に入っているのですから、教員が百人いれば、かなりの規模になりますよね。加えて東大は、産官学民の全てのセクターに優秀な卒業生を輩出しています。東大が社会を変革するというのは決して妄想ではなく、責務なのです。

勝 総長に就任されてから、産業界との連携を強化されていますが、どのような狙いがあるのでしょうか?

五神 日本ではメンバースhip型雇用をベースにした大企業に優秀な人材が集まり、指導的な役割を担ってきました。近年、社会が大きく変化するなかで、そういう立場の人が長期的なビジョンを描けず悩むことが多いようです。海外では、優秀で野心的な人は卒業後すぐ会社を興して、三〇代半ばで海千山千の経験を積んでいます。日本の企

業にいと、ビジョンを描くトレーニングをするチャンスが少ないですからね。

成長のロードマップが定まっていた時代は、しっかりした組織に優秀な人材を集めて育てれば良かったのですが、今求められているのは、全く新しい価値創造です。東大は従来型の人材の流れを維持する役割を果たしてきた面もあるので、東大が率先してそこを変えていかなければ、と考えています。

ただ、最近になって、卒業生から「会社を移りました」「ベンチャー企業に転職しました」といった声を聞く機会も増えてきました。強く印象に残っている個性的な学生ほど、そういう傾向が強い。若者も自分の人生を真剣に考えるなかで、思い切った選択をするようになってきたのは、良い傾向ではないでしょうか。

**勝** 日本では研究開発費の約七割を民間企業が持っています。しかし、民間の研究開発は短期的かつ改良型が主で、費用をつぎ込んだ研究も実用化されないケースが多い。今後、産官学の連携がより重要になってくると思われますが、政府にはどのような役割を期待されますか？

**五神** 東大では、ベンチャー企業の創出・育成を支援するために、ベンチャー・キャピタル（VC）に投資する「ファンド・オブ・ファンズ」を導入しました。大学の知見を使い、これから日本が伸ばすべき分野に強いVCを選んで投資するという新たな仕組みです。

さらに今後は、大企業からのカーブアウト・ベンチャーを支援する官民ファンドを設立する計画を進めています。こうした支援の重要性は二〇年ほど前から指摘されていましたが、なかなか進みませんでした。そこで、東大が受け皿となり、組織を超えた人材・知・技術の連携を活性化したいと考えました。

これは、民間企業だけでは活用しきれない人や技術を、切り出して活用するわけですから、その呼び水となる資金は政府が出すのが効果的です。

**勝** 逆に、大学の側から、政府や産業界にどのような価値を提供できるとお考えですか？

**五神** 総長になる少し前、個別生産を高品質・低コストで実現するために、レーザー光を使ってモノづくりを革命を起こそうというプロジェクトを立ち上げました。いわゆる「マニファクチュアのスマート化」です。

大量に生産して消費する二〇世紀型モデルは、QOL（Quality of Life）の向上にはひと役買いましたが、画一化・均一化は全ての人を幸福にはできません。これからの世界は、いかにグローバル化と多様性を協調させていくかが重要です。そこで、技術の面から「未来の価値創造」を捉え直した結果、モノを人に合わせて「個」を活かす社会を

## 人となり

特別対談

### デジタル革命と知識集約型社会

**勝** 昨今の社会は非常に速いスピードで変化し、グローバル化も進んでいます。そういう時代にどう対応していくべきでしょうか？

**五神** 社会の変化の激しさを実感する例として、インターネットの普及率は一〇年ほど前に飽和状態に達しましたが、ダウンロード・トラフィックはここ数年で急増しています。つまり、コミュニケーションの形態がテキストから画像や動画などに変わり、人と人との関わり方や共感の広がり方に質的な変化が生じているのです。情報のとり方が変わると同時に、一度に得られる情報量が増えると、当然、処理のスピードも変わるので、従来型のコミュニケーションに即した社会システムが根本から影響を受けて大きく変容しているのです。

**勝** 五神総長は、政府の「未来投資会議」のメンバーも務められています。未来への投資とは、どのようなものでしょうか？

**五神** 未来投資会議では「第四次産業革命」や、「Society 5.0」「超スマート社会」の実現などについて議論しています。その基本的な方向性としては、デジタル革命がもたらす社会や産業の変化は、より良い未来社会を実現する可能性を持っており、その実現に向けた投資を行なうべきだ、ということですね。特に重要なのは、ICTを活用したスマート化がさまざまな格差を解消し、インクルーシブな社会を実現するということです。

日本は労働集約型から資本集約型に移行する成長モデルのなかで、第一次産業から第二次産業に軸足を移し、工業化を遂げました。しかし、資本集約型の成長は飽和状態にあります。

他方、スマート化は、第一次・第二次・第三次産業全てに対して、同時に質的な変革をもたらすことができます。これにより、第二次産業にストックされた優秀な人材を活用できるというのも重要な点です。これは全ての産業が「知識集約型」へ向かうパラダイムシフトと言えます。

例えば、農業分野では資本集約型の流れに沿って、耕地を集約化して生産性を上げようという動きがありました。独特の土地所有文化



五神 真（このかみ まこと）  
1957年、東京都生まれ。80年、東京大学理学部卒業。82年、東京大学大学院理学系研究科物理学専攻修士課程修了。83年、東京大学理学部物理学教室助手。90年、東京大学工学部助教授。98年、東京大学大学院工学系研究科教授。2010年、東京大学大学院理学系研究科教授。12年、東京大学副学長。14年、東京大学大学院理学系研究科長を経て、15年より現職。専門は量子物理学。

のある日本ではあまり上手くいきませんでした。それに対し、センサーなどのICTを活用すれば、分散した小規模耕地でも生産性を高めることができるといった事例がはじめています。スマート化は、資本集約型を超えた知識集約型社会を実現できるポテンシャルを備えているのです。

知識集約型社会においては情報の価値がいつそう高まるので、情報をやり取りするネットワーク基盤が最重要ですが、日本にはその主幹になり得るSINETという非常にハイレベルなインフラが整っていません。

**勝** SINETの技術基盤は、IITJがサポートしています。

**五神** IITJさんの専門分野ですね。現在、東大と国立情報学研究所が連携して、大学を起点としてSINETを新産業創出にも活用する計画を進めています。四七都道府県の大学・研究機関が100Gで結ばれているので、これを戦略的に活用すれば、全国の大学の周辺地域が新しい産業の集積拠点になれるのです。

未来投資会議でSINETのことを話したら、「こんなインフラがあったのか」と皆さん、驚いていました。

**勝** SINETの活用は、地方の活性化にもつながるでしょうね。

### 変化を楽しめば、チャンスは広がる

**勝** 最後に、次世代を担う若者にメッセージをいただけますか。

**五神** 先ほど「生まれるのが二〇年遅かった、早かった」という話をしましたが、人生にはその時々でエキサイティングなことが必ずあるので、夢中になれる対象を意欲的に見つけてほしいです。

今の世の中は、かつて経験したことがないようなスピードで変化しています。それは逆に、チャンスだと思えます。もし見聞きしたことがないものに遭遇したら、まずは「面白い」と捉えて、変化を楽しんでもらいたい。東大生は成功体験が多く、そういう若者は保守的になりがちなので、普段から彼らには「変化を楽しめば、チャンスは広がる」と語っています。

小学生や中学生に対しては、言葉だけでなく、回りの大人自身が変わる楽しんでいる様子を見せてあげることでも大事だと思います。お父さん・お母さんも、子どもと一緒に新しいことにチャレンジしてほしいです。知識集約型社会には全ての人が参加できるし、またそれが望まれる社会になると思うので、みんなで変化を楽しんでいけるといいですね。

**勝** おっしゃる通りだと思います。本日はお忙しいなか、貴重なお話をありがとうございました。



# 2020年を見据えた 動画配信の技術革新

インターネット経由で動画を視聴するスタイルが定着するなか、  
動画配信の分野では、どのような技術革新が起ころうとしているのだろうか？

ここでは、映像の高精細化や放送関連機器のIP化など、同分野の最新動向を整理してみたい。

11 | 経営企画本部  
配信事業推進部長

福田 一則

先般、平昌オリンピック・パラリンピックが開催され、冬季オリンピックとしては過去最多のメダルを獲得しました。日本との時差がない都市での大会であったため、外出先や会社でスマートフォンなどを用いてライブで視聴し、メダル獲得に思わず声をあげた方もいらっしゃるのではないのでしょうか。

総務省が定期的に発表している我が国のインターネット・トラフィックに関するデータによると<sup>\*</sup>、二〇一七年五月のプロッドバンドサービス契約者の総ダウンロード・トラフィックは、推定で約9.6Tbpsとなっており、前年同月比で三九パーセント増だったそうです。ここ数年、五〇パーセントほどの増加率だったのが若干鈍化しているとはいえ、引き続き増加傾向にあります。

インターネットの契約者数は大幅な増加傾向を示していないため、一人当たりのトラフィックが増えているわけですが、こうしたトラフィックの大半が動画であると考えられ、インターネットを使って動画を見るスタイルが定着してきたと言えるでしょう。

動画サービスも多様化してきました。このところ、Netflix、Amazon Prime Videoなど、月額課金を主体とした外資系の動画サービスがどんどん日本に上陸しており、海外コンテンツだけでなく、日本のコンテンツも含めて、さまざまなサービスが提供されています。

これまで日本で優良なコンテンツを生み出してきた放送局も、動画配信事業者に番組のコンテンツを提供するだけでなく、インターネットへの進出を加速しています。民放局のキャッチアップサービス「UQ（ティーバー）」は、この冬にアプリの二〇〇〇万ダウンロードを突破し、その存在感を増しています。

そうしたなか、二年後の二〇二〇年には東京オリンピック・パラリンピックが開催されます。前回、一九六四年の東京オリンピックは、カラーテレビ普

及のキッカケになったとも言われていますが、これからの二年でどのような技術革新が起こり、その先にはどういった世界が待っているのでしょうか？

## 映像の高精細化

まず考えられるのは、映像の高精細化です。すでにNetflixでは4Kコンテンツの配信を開始しており、オープンインターネットを経由して視聴できる状況になっています。YouTubeにも個人ユーザが公開している4K映像が溢れており、目にする機会も増えてきました。平昌オリンピックでも4K映像のインターネット配信が実施されました。また、この秋にはBS/Csを使った4K/8K放送が始まります。ただ、ご承知の通り、現状販売されている4Kテレビのチューナーでは視聴できないため、ご家庭での視聴には新たにチューナーを購入する必要があります。ネット配信してくれば……と思うのは筆者だけでしょうか。

4Kの映像がある程度のクオリティで配信しようとすると、30Mbpsほどのビットレートが必要になります。スポーツなどのライブイベントでは、トラフィックが集中することも考えられますので、今後Tbpsクラスのトラフィックがインターネット上に突然現れる時代がくることになります。

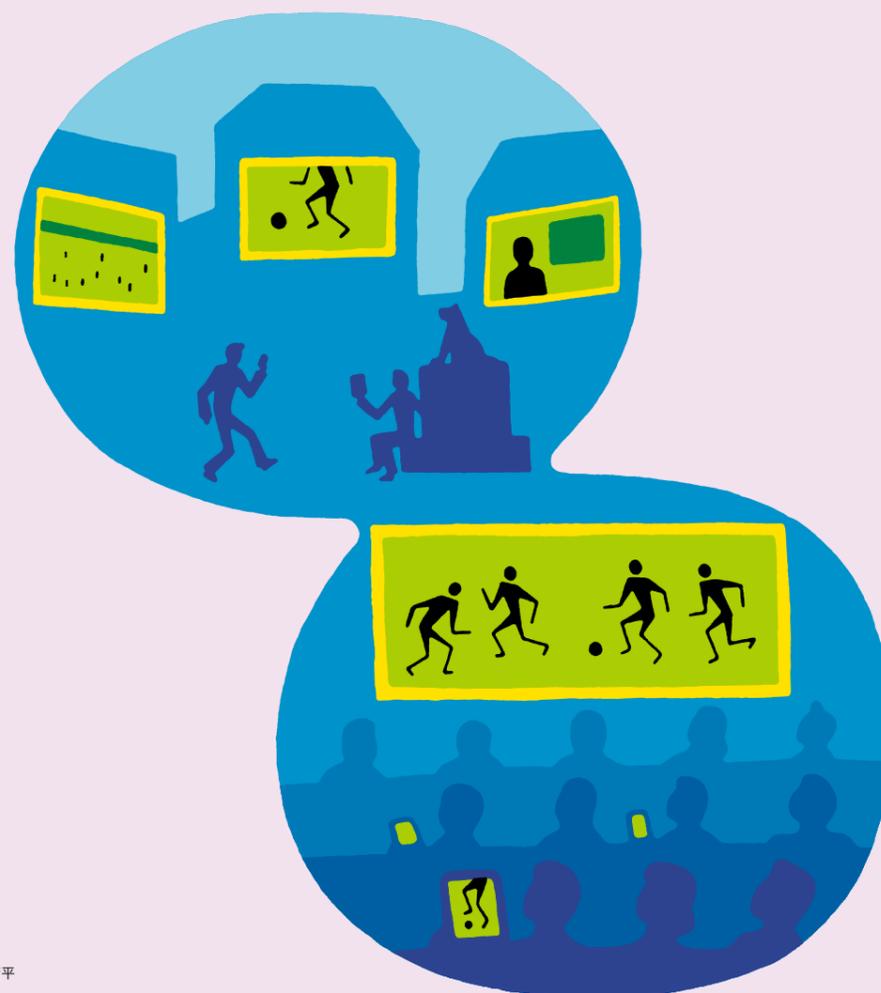
視聴者の観点から言うと、光回線を利用しているケースでも、地域によっては帯域が確保できていない状況にあるかもしれません。皆さまが利用されているISPやキャリアもトラフィックの伸びに対応できるよう、設備投資を行っているとありますが、どこかで限界がくる可能性もあります。そこで別のアプローチとして、P2Pやマルチキャストによる配信が議論されるようになってきました。

# コンテンツ配信と インターネット

さまざまな技術の進化にともなって、大規模なトラフィック（コンテンツ）が  
インターネット上でやり取りされるようになってきた。

またこの分野では、2020年の東京オリンピック・パラリンピックに向けて  
多くの新技術の開発・導入が予定されており、その動向から目が離せない。

今回は、そうしたコンテンツ配信の最前線をレポートする。



特集イラスト/高橋 庸平

## 夏の高校野球を配信する

IJ 経営企画本部 配信事業推進部 柄沢 憲



朝日新聞社と朝日放送テレビが運営する  
高校野球の情報サイト「バーチャル高校野球」  
<http://www.asahi.com/koshien/>

IJは2012年より「夏の高校野球」のインターネット配信の裏側を支えており、2015年からは朝日新聞社と朝日放送テレビが運営する高校野球の情報サイト「バーチャル高校野球」の配信インフラをサポートしています。

試合の配信は、夏の地方大会から始まります。近年の実績として、2016年は39地区・91試合プラス甲子園の本大会で、予選の配信は早いところでも準々決勝あたりからでした。それが2017年は対象を全地区に拡大し、一部地域では1回戦から全試合を配信してほしいという要望もあったため、49地区（東京と北海道は2地区）・257試合プラス本大会という規模になりました。

映像の制作と、映像を弊社の設備に伝送するところまでは、朝日放送テレビをはじめとした各地方大会中継局の担当となります。IJでは、試合スケジュールの確認、各制作局との打ち合わせ、配信テスト、配信映像のチェックなどを行います。

昨年は、配信する試合数が大幅に増えたため、「スケジュールの確認方法」「配信機材の手配」などについて事前に検討を重ねました。

スケジュールの確認は、試合の消化が天候にも左右されるため、地道にやっていくしかないのですが、現場レベルで円滑なコミュニケーションを実現するために、メールやチャットを活用してマルチライン化し、効率化を図りました。配信機材は、伝送されてくる映像を受けるエンコーダ部分が不足する恐れがありました。しかし、配信スケジュールを確認し、エンコーディング・プロファイルをチューニングした結果、手持ちの機材で配信可能だということがわかりました。

配信テストは、三段階にわけて実施しました。まず「セルフ

配信テスト」では、各制作会社がいつでも自由にテストできる環境を設けました。次に「事前配信テスト」では、弊社も含めて映像と音声のズレがないかなどをチェックしました。以上のセルフ配信テストと事前配信テストは、希望のあった制作会社のみ実施しました。全社共通で行なった「最終配信テスト」では、本番と同じネットワーク環境・機材でテストを実施しました。さて、七月に入るといよいよ地方大会が本格化します。長野県大会では1回戦から配信が始まり、CDNにトラフィックが乗ってきます。予選といえども、一番盛り上がった地区では、2015年の本大会決勝戦のトラフィックに迫る200Gbps超を記録し、今年はどこまでいけるだろうか？と期待が高まります。

夏の高校野球を配信するなかでもっとも大変だったのは、試合数が多い地方大会の期間でした。甲子園で本大会が始まると、配信は（多い日でも）4試合にとどまりますが、地方大会はバラバラのスケジュールで進行しており、決勝戦を配信している地区もあれば、セルフ配信テストや事前配信テストを行なっている地区もあるなど、入り乱れた状態での進捗管理になるからです。

一連の配信を通して、「テレビでは放送していない地元の試合をインターネットで見ることができ、ありがたかった」といった声をたくさんお寄せいただきました。そうした励みもあって、甲子園の全国大会決勝戦まで大きなトラブルもなく、無事、配信を終えることができました。ちなみに、2017年は最大で400Gbpsに迫るトラフィックを記録しました。

今年2018年は第100回の記念大会ということで、すでにさまざまなご要望をいただいています。IJでは、高校野球ファンの熱い想いに応えられるよう、万全の準備を整えて、高校野球のインターネット配信の裏側を支えています。



えています。IJでは、二五年におよぶバックボーンの運用経験と、二〇年に迫るコンテンツ配信技術の知見の蓄積により、高精細化の時代にもしっかりと対応できるよう、将来を見越した設備計画を立てて、整備を進めています。一昨年には、放送局のコンテンツを放送並みのクオリティで配信するCDNの事業会社「JOC DN株式会社」を日本テレビ放送網株式会社と設立し、その後、東名阪の一四局の追加投資も受け、活動を開始しています。

## 放送分野のIP化

二〇二〇年のオリンピックでは、日本から世界に向けてコンテンツが発信されます。日本で収録された映像が世界中に配信される際、どういった技術が活用されるでしょうか。

その一つとしてVideo over IPが、いままで実用化されるのか、大いに気になるところです。ここ数年、放送機器の分野で映像伝送の手段として、これまで使われてきたSDIに代わり、IP化の動きが進んでいます。

4Kの映像を伝送するのに、SDIだと直径1センチ弱のSDIケーブルが四本必要なのに対し、IP化すれば一本の光ケーブルに集約でき、ワークフローが一変する可能性を秘めています。また、スタジオアムなどで撮影した映像は、現地に派遣した中継車で映像を制作して放送局にその映像を伝送していましたが、今後は撮影した映像をそのまま現地から放送局に伝送して制作を行なうといったことが可能になります。これにより、人と機材を集約化でき、より効率的な映像制作が可能になるでしょう。

さらにその先には、クラウド環境上に用意して

ある編集機材に非圧縮の映像をIPで伝送し、クラウド上で制作した映像をそのまま配信する、といった世界も見えてきます。映像の収録から、伝送・制作・配信・視聴までを全てIPで完結できる世界が、そう遠くない将来に実現されるのではないのでしょうか。

IJではメールおよび放送局と、IJのバックボーンを活用した映像伝送実験に取り組んでおり、昨年度だけでも約数十件の実験を重ねてきました。普段、メールやWEBでご利用いただいているIJJバックボーンに、1Gbpsを超えるビットレートの非圧縮映像が流れていたということでした。

そして、こうした試みに関する知見を技術者に展開する場として「VidMeet（ビッドミート）」というセミナーを、関係各社の協力のもと開催しています。毎回、放送局やメーカーのエンジニアが100名以上参加し、好評を博しています。今後も実験や協議を重ねながら、Video over IPのさらなる普及・発展に向けて尽力したいと思っています。

二〇二〇年の東京オリンピック・パラリンピックでは、さまざまな技術革新が想定されますが、その後数年もすれば、さらに一般的な分野に技術移転が進むでしょう。例えば、企業内においてLANの帯域を節約しながら、きれいな映像を配信して社内教育などに活用したり、学校の授業で精細な映像を使って疑似体験的な教育を行ったりする機会が増えると思われる。

IJは、これから数年のあいだに生み出される技術に関して、その開発・発展の中心的役割を果たすと同時に、小誌をご覧いただいている皆さまとともに、活用方法の検討や普及促進に注力していきたいと考えています。

P2Pは、個人ユーザの空いているアップロード帯域を利用して配信できることから、ネットワークやサーバーソースの負荷軽減が期待できるものの、残念ながら、過去に悪用されたイメージをぬぐいきれていないことや、有力なアプリケーションがまだ登場していないことなどから、数年のあいだに一般化する可能性は少ないと見られています。

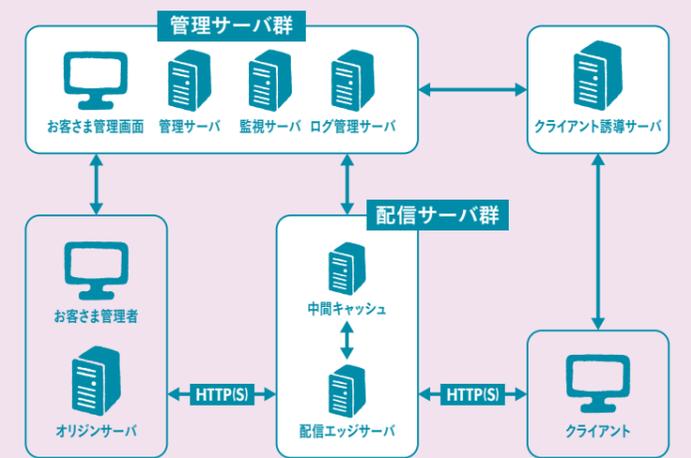
また、マルチキャストに関しては、ISPの網内の帯域が節約できる半面、ネットワークでの対応や端末側の対応など、日常的に広く使っていくには課題が多いと言えます。特に動画配信サービス事業者は、すでにオープンインターネットで4K配信を始めていますので、特定サービスの4K配信のために整備を行なうのは、非効率的ではないかと個人的には考

# 世界のCDN市場のトレンド

インターネット上で膨大なトラフィックを発信しているCDN。  
本稿では、CDNの基本的な仕組みを見たいうえで、  
マルチCDNや自社CDNなど、  
CDN市場のトレンドをまとめてみたい。

IIJ 経営企画本部  
配信事業推進部 配信技術課長

岡 淳一



小誌二一八号のコラムで、インターネットの世界で大きなトラフィックを扱っている事業者のトップ10に「ハイパージヤイアント」と呼ばれる（ISPではない）CDN(Content Delivery Network)事業者が登場するようになり、インターネット上での存在感がISPからハイパージヤイアントに移り始めている、とお伝えしました。「Tier 1 ISP」と呼ばれるような巨大なISPは、ISP間のトラフィックを転送することで存在感を示してきましたが、ハイパージヤイアントは自らが発信するトラフィックで存在感を示しています。

CISCOが二〇一七年に公表したデータ\*1によ

てきました。

一方、大規模なCDNはISPからトランジットを購入してはいますが、多くのISPとピアをすることで直接トラフィックを届けており、トランジットへの依存は少なくなっています。大規模なCDNは大量のトラフィックを効率的に届けるために、そしてISPは大量のトラフィックを効率的に受け取るために、といった理由でお互いの利益が一致しており、相互接続がなされているのです。大規模なCDNのなかにはネットワークを接続する以外にも、GoogleのGUC、AkamaiのAANP、NetflixのOCAのように、配信サーバを直接ISP内部に設置し、トラフィックを届けている例もあります。

CDNサービスを提供している事業者のなかには、セキュリティ・動画など特定の分野に注力したり、特定の地域に注力する新しいサービス形態も出てきました。また、Level3、VerizonといったTier 1 ISPが提供するCDNサービスや、大規模な個人ユーザーを抱えるComcastが提供するCDNサービスなど、ISPが持つ接続性を活かしたCDNサービスもあります。

毎年発表されているDan RayburnのCDN市場調査\*3によると、ストレージを含むCDNの売り上げシェアのトップは、AWSが提供するCloudFrontです。ストレージの占める割合が多いとは言われていますが、クラウド事業者がCDN市場の売り上げの上位にくるのも、近年の新しい動きだと思えます。

## マルチCDN

海外の大規模なOTT(Over-The-Top)事業者のなかには、複数のCDNサービスを利用する「マルチCDN」を採用するケースが増えています。マルチC

と、二〇一六年の全世界のインターネットトラフィックに占めるCDNの割合は五二パーセントで、二〇二一年には七七パーセントに達すると予想されています。sandvineのデータ\*2によると、北米の固定回線では下りトラフィックの1/3をNetflixが占め、YouTubeやAmazon Videoなどを加えた動画がその約七割を占めているということです。近年では、クラウド事業者のトラフィックも増えており、ハイパージヤイアントの一角として存在感が大きくなっています。

## CDNの仕組み

CDNを利用すれば、一つのCDNの障害による影響を少なくし、可用性を高めることができます。加えて、問題がない限り、より安いCDNを利用するコスト重視の制御や、配信品質を向上させるための品質重視の制御、帯域の上限を制御する帯域ベースの制御など、より細かい制御も可能です。

マルチCDNの手法としてDNSを利用したものがAPIを利用したものがありますが、より細かい制御を行なうには、APIなどを利用してクライアント毎にCDNを選択できる方法のほうが適しています。

CDNの配信サーバは、分散されて配置されており、多くのISPと多くの場所で接続されているので、監視ノードを用いた監視によって局地的な品質劣化をモニタリングすることはむずかしくなります。クライアントのより細かい状況によってCDNを切り替えるには、品質状況を細かくモニタリングする必要があるため、クライアントの状況をモニタリングするConviva Insightsのような動画配信の品質計測の仕組みがマルチCDNの切り替え判断に適しています。特に多くの人に配信を行なう場合、地域・配信先ISP・時刻・受信デバイスなどによって最適なCDNが異なるので、高品質な配信を行なうためにはマルチCDNが有効です。米国Yahoo!のNFLのライブ中継では、六つのCDNをマルチCDNとして利用し、一八五カ国・一五〇〇万人に放送品質の動画を配信しました\*4。

マルチCDNを利用する際は、CDN各社独自の機能を利用することはむずかしく、より汎用的なCDNの使い方をする必要があります。そのためCDN事業者にとっては価格引き下げの要因となっている一面もあります。

一方で、CDN同士の相互利用のための規格を協議

ハイパージヤイアントがコンテンツを届ける仕組みで重要なのがCDNです。CDNは、AkamaiやAWS(Amazon Web Services)のように顧客のコンテンツを届けるためにCDNサービスを提供している場合と、Facebook、Google、Netflixのように自社のコンテンツを届けるためにCDNを独自に構築・運用している場合とに大別できます。

CDNは、配信サーバと、最適な配信サーバにクライアントを誘導する仕組み、大量の配信サーバを設定・運用・管理する仕組みから構成されます(上図)。配信サーバは10Gbps以上の接続が可能で、コンテンツを保持するための大量のSSDやHDDを搭載しています。一般的なCDNは、DNSの仕組みを用いてクライアントをサーバに誘導しますが、自社CDNではCDN以外のシステムも含めて利用することで、より細かな誘導の仕組みを用いているものもあります。

大規模なCDNは、インターネットへの接続に大きな特徴があります。一般的な企業や個人のインターネット接続はISPから接続を購入し、そのISPが他のISPと接続することで接続性を確保しています。ISP同士の接続形態は、歴史的な経緯やトラフィックの量などによってさまざまですが、一般的には有償の「トランジット」か、無償の「ピア」のいずれかです。トランジットでは、トランジットを提供するISPがインターネット全体への接続を提供するのに対し、ピアでは、ISP内部とISP顧客への接続をそれぞれ提供します。ISPはより上位のISPからトランジットを購入し、最終的にはTier 1 ISPからトランジットを購入するといったふうに、ピラミッドのようにインターネットを構成しており、Tier 1 ISPはトラフィックの交換で重要な役割を担っ

するIETFのワーキンググループにCDNIがあり、いくつかのRFCを発行しています。CDNIでは、マルチCDNとは異なる、CDN事業者同士が接続し合って大規模なCDNサービスを提供する仕組みを検討しています。また、Streaming Video AllianceのOpen Cacheワーキンググループでは、ISP内に設置したキャッシュサーバが共同利用されています。

## 自社CDN

Netflixは当初、複数のCDNサービスをマルチCDNとして利用していましたが、今では自社CDNを構築し、全ビデオトラフィックを自社CDNで配信していると言われています。

自社CDNを活用している事業者は、ポータルサイトやバックエンドの仕組みなどサービスの多くを自社で開発しているため、システム全体でCDNを最適化でき、自社CDNのメリットを活かせます。

ただ、自社CDNを利用している事業者でも全てを自社でまかなっているところは少なく、他社のサービスも併用したマルチCDNの事業者が多くいます。普段からピークトラフィックをまかなえるような自社CDNを用意しておくのは無駄が多く、ピーク時はCDNサービスを利用したり、キャッシュサーバを設置できていない地域のみCDNサービスを利用しているようです。

日本でのマルチCDNの事例はまだ多くありませんが、より高品質な配信環境が求められる動画のリア配信の増加とともに増えていくのではないかと予想しています。

IIJでは、今後もますます増加する動画配信のトラフィックに対応するために、技術開発や設備増強を行なっていく考えです。

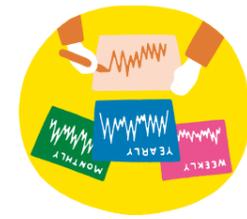
\*1 [https://www.cisco.com/c/ja\\_jp/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/complete-white-paper-c11-481360.html](https://www.cisco.com/c/ja_jp/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/complete-white-paper-c11-481360.html)  
\*2 <https://www.sandvine.com/hubs/downloads/archive/2016-global-internet-phenomena-report-latin-america-and-north-america.pdf>

\*3 <http://www.CDNpricing.com>  
\*4 <https://yahoeng.tumblr.com/post/132155634066/under-the-hood-delivering-the-first-free-global>

# インターネット・トラフィックを支えるバックボーン

増え続けるインターネット・トラフィックを安定的に支えるために、IIJではバックボーンを最適な状態に保つ“3つの取り組み”を継続している。

IIJ サービス基盤本部 ネットワーク技術部  
ネットワーク技術課  
**渡邊 一平**



スポーツのライブ配信や、テレビ番組などのオンデマンド配信といった多様なコンテンツ配信の需要は、ここ数年で大きく伸びています。大規模コンテンツ配信サービスの基盤となるネットワーク設備には、安定した稼働に加え、柔軟かつ迅速な拡張性が重要です。IIJでは、大規模配信にしっかりと対応できるサービス基盤となるバックボーン設備をより適した構成にしていくなために、三つの取り組みを行なっています。

## トラフィック傾向の予測

一つ目は、予定されているコンテンツ配信の内容

をもとに、トラフィック傾向を予測することです。まず、配信予定のコンテンツのジャンルや、ライブ配信なのかオンデマンド配信なのかといった情報を整理します。次に、それらの情報から配信時に発生するインターネット・トラフィックを予測します。IIJがこれまでに配信してきたトラフィック傾向を参考に、自宅から利用する割合が多くなるのか、外出先からスマホなどで利用する割合が多くなるのか、といった視聴者の傾向を推測します。さらに、配信日時からトラフィック量のピークも予測します。これらの作業を十分に行なっておくことで、どの程度のバックボーン設備が必要なのかを予想できます。

## バックボーン設備の検討

二つ目は、需要予測にもとづく、バックボーン設備の拡充や構成の最適化です。トラフィック傾向を予測したら、トラフィックを効率よく制御する方法を検討します。接続元がおもに自宅であれば、バックボーンの構成をISP向けの配信が効率的になるように調整し、モバイル接続が多くなりそうなら、モバイルキャリア向けに適した構成にします。なお、バックボーンの構成次第では、配信用サーバの配置も最適化する必要があるため、サーバの運用チームと相談して対応します。さらに、トラフィック予測によつては、データセンター間を結ぶバックボーン回線の増強や、他ISPとの接続帯域の増強といった大規模な設備拡充を行なう場合もあります。

## トラフィック傾向の分析

三つ目は、実際にコンテンツ配信された際のトラ

フィック傾向分析です。大量のトラフィックを効率よく運ぶには、このトラフィック傾向の分析がもっとも大切になります。事後のトラフィック分析をしっかりと繰り返すことで、事前のトラフィック予測や、設備計画を立てるうえでノウハウが得られます。実際のトラフィック傾向が事前のトラフィック予測と近い結果になっていれば、従来の予測基準で次の予測もある程度の精度は維持できます。しかし、コンテンツ配信の分野はトラフィックの伸びが大きく、スマホでのコンテンツ利用の割合も増加しつつあるなど、大きな変動の渦中にあります。小さな変化を見逃してしまうと、適切なトラフィック予測や設備計画がむずかしくなるのです。

以上の三つの取り組みを継続することで、コンテンツ配信の状況変化をいち早く察知し、バックボーンの構成を最適な状態に保つことが可能になります。また、バックボーン回線の増強や、他ISPとの接続帯域増強は、設計から実施までに半年程度の期間を要しますので、大規模な設備拡充が必要かどうかを判断する材料としても重要です。

総務省が公開しているデータでも、日本のインターネット・トラフィックは毎年伸び続けており、今後もこの状況が継続すると見られます。IIJでは、サービスの基盤となるバックボーンをより広帯域にしていくために、データセンター間の接続に100Gbps回線を導入するなど、需要拡大に十分対応できるように備えています。

需要が大きく伸びている分野だからこそ、安定性を保ちつつスピード感のあるサービスを提供できるようにしておくことが、バックボーンを支えるネットワークエンジニアの役割だと考えています。

## IIJの取り組み

IIJは、インターネット・バックボーンの管理・運用や、多くのコンテンツ事業者・ISPとの相互接続を通して、配信コンテンツ毎にどのような通信傾向があるのか、ユーザがどのような割合になるのか(固定回線ユーザと携帯端末ユーザの比率など)といったことを把握したうえで、途中経路の増強を行なったり、輻輳していない通信経路に迂回させたりして、通信を最適化しています。もちろん、輻輳しそうな区間については、事前に設備増強(増速対応)を施します。

ここで重要になるのが、CDNなど配信を行なう事業者と、ISPなどユーザ側の事業者間の状況をどれだけ把握し、最適化できるかという点です。IIJがCDNサービスを提供している理由の一つに、通信の最適化はISPが担うべき業務であり、大容量化する配信コンテンツを最適化するのにはISPが適任であるという考えがあります。よって、CDNを利用している配信側の設備増強を考慮することに加え、ISPのバックボーン・キャパシティを考慮する必要性も高まっているのです。

IIJでは、大容量コンテンツを配信するお客さまのご要望に応えるために、コンテンツの傾向をもとに各ISPへ流れるトラフィック流量の割合を把握して、最適なネットワークを維持する活動を行なっています。その際、例えば、営業および設備技術の担当がお客さまのもとにうかがい、最適なネットワークを検討することもあります。こうした営業と技術の密な関係がIIJの強みであり、通信を輻輳させないための重要なアクティビティであると考えています。

# 通信を輻輳させないために

インターネット・トラフィックの急増にともない、通信が輻輳するケースが増えている。ここでは、そうした課題に対するIIJの取り組みを紹介する。

IIJ サービスプロダクト事業部  
第一営業部 営業2課長  
**福士 良輔**



昨今のインターネット・トラフィックの急伸の要因としては、動画をはじめとした大容量コンテンツの一般化と、受信可能な端末の普及・増加が挙げられます。ここでは(普段さまざまなコンテンツ配信に関わるお客さまとやり取りし、そこだろうか)とお話などをもとに)コンテンツ配信に際して各事業者がどのような点に注意すべきなのか、考えてみたいと思います。

## 動画広告やSNS動画機能

これまでインターネット・トラフィックの大部分は動画コンテンツであり、通常、ユーザが動画サイ

トにアクセスし、好きな動画コンテンツをストリーミングやダウンロードして視聴していました。つまり、動画コンテンツはユーザが主体的に視聴したいコンテンツにアクセスすることで再生されていたのです。それが近年、LINEやフェイスブックといったSNSの利用が飛躍的に増加し、SNSのタイムライン上に動画コンテンツが貼り付けられて、ユーザが意図していないのに、多くの動画トラフィックが流れてしまう……そんなケースが増えてきました。また、WEBサイトなどでも動画広告をはじめとするコンテンツが増え、好むと好まざるとにかかわらず、動画を目にする機会が多くなっています。

## 通信の輻輳

ユーザが動画をリクエストしたり、動画サイトにアクセスしたりして、閲覧する条件が整ったところで、視聴が開始されます。インターネットは膨大なネットワークの集合体であり、CDNを含む配信サーバ群はさまざまな場所に存在しますが、コンテンツの視聴機会の増加や大容量化により、ユーザまでをつなぐネットワークの一部が輻輳し、閲覧できなくなるといった事象が発生しています。配信側のリソースを大容量化しても、一部ユーザは正常に閲覧できないといった事象が発生することもあります。原因は複数考えられますが、最近では通信経路の途中で輻輳が発生するといった事象が多発しています。

# JOCDNの設立背景とサービス概要

IIJと日本テレビは2016年12月1日、JOCDN株式会社を設立した。  
さらに翌年4月には民放14社も加わって、国内向けの動画配信事業を推進している。

JOCDN株式会社 取締役  
**上村 明**



者数)にかかわらず、コンテンツを届けるコストは一定です。一方、動画配信におけるCDNのコストは、いわゆる「流量」に比例しており、視聴者が増えれば増えるほど増大します。よって、動画配信の比重が高まるにつれて、CDNにかかるコストの問題が顕在化してきました。

こうした背景のもと、長年CDN事業に取り組んできたIIJと、CDNに積極的に関わって、自ら運営していきたいという思いのあった日本テレビが、JOCDNを設立することになったのです。

## IIJ + 民放一五社

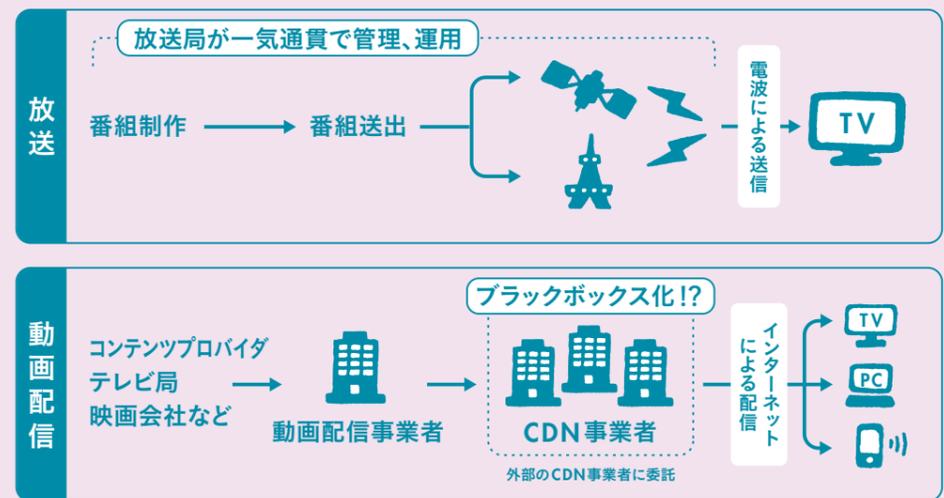
放送局にとってCDNが課題である点は、日本テレビに限ったことではなく、今後の動画配信の拡大を考える際には、各社共通の悩みと言えるものでした。CDN事業はスケールメリットの大きな事業であり、規模が大きくなればなるほど、より高性能かつ高信頼性を誇るCDNを、廉価に提供できるという側面を持っています。そこで、設立から四カ月後の二〇一七年四月、第三者割当て増資により、IIJプラス民放一五社(在京、在阪、在名、それぞれ五系列の民放)が出資する、現在のかたちになりました。

## サービスの特徴

JOCDNのCDNサービスは、IIJが提供してきたプレミアムコンテンツ配信サービスがベースになっています。特徴は次の通りです。

### ① 国内配信に特化した設計

グローバルのCDN事業者は世界中にサーバを設置しているのに対し、JOCDNでは国内配信に特化して、コスト効率を高めています。現在は全てのサ



放送局にとってのCDN

ーバをIIJのバックボーン内に設置して、日本の隅々まで高品質な配信を実現しています。

### ② 動画配信に特化した設計

一般的にCDNはさまざまな用途に利用されており、多種多様な機能が求められます。JOCDNでは動画配信に特化することで必要な機能に絞り込み、シンプルで効率の良いCDNを実現しています。また、主要OVP(Online Video Platform)事業者と事前に技術検証を実施し、CDNに対するOVP毎の特徴的な要件を満たす機能も開発しています。お客さまに検証済みOVPをご利用いただくことで、最小限の検証でJOCDNを利用開始できるというメリットが生じます。

### ③ 放送局のニーズを反映

主要なお客さまである放送局とは定期的に意見交換を行なって、放送局ならではの要望にも対応しています。また、これまであまり接点のなかった放送エンジニアと通信エンジニアのディスカッションなどを通して、新たな機能の開発や、より使いやすいCDNの実現につなげています。

## 提供事例

JOCDNとしてのサービスは、二〇一七年三月からスタートしました。最近までの主なCDNの提供事例は左記の通りです。

### ① 放送局コンテンツの見逃し配信

民放テレビ局が連携した公式テレビポータルサイト「TVer(ティーバー)」での配信に利用されています。TVerは放送終了後から約七日間、無料で視聴できるサービスで、現在、約一五〇番組を配信しています。もともとポピュラーな番組はドラマで、人気ドラマともなると、放送終了後、一気にアクセスが増大

二〇一六年十二月、IIJと日本テレビは合併でJOCDN株式会社を設立しました。この会社は、IIJが蓄積してきた動画配信に関する高い技術力と、日本テレビグループの動画配信サービスの運営ノウハウを融合し、放送事業者および動画配信事業者向けに高品質で安定した動画配信を実現するCDNサービスを提供することを目的に設立されました。放送局が本格的にインターネットによる動画配信に取り組みはじめたのは、十数年前にさかのぼります。当初は通信インフラの問題もあり、爆発的に普及したわけではありませんが、ここ数年のスマートデバイスの浸透や通信インフラの高速化にともない、若者を中心に急成長しています。しかしながら、動画配信を推進していくなかで、放送局は視聴者にコンテンツを届けるCDNの部分において、大きな課題を抱えていました。

## 二つの課題

一つは運営体制です。放送では、自分たちでつくったコンテンツを、自ら設計し運用する送信設備を使って視聴者に届けます。つまり、一気通貫でコンテンツ制作から視聴者に届ける部分までを担うことで、高品質な放送サービスを実現しているのです。一方、動画配信では、放送の送信設備にあたるCDNの部分を外部の事業者に委託します。これは放送エンジニアにとって、視聴者との接点となる重要な部分を外部の事業者任せにすることになり、ブラックボックス化してしまうのではないかと不安要素になっていました。

もう一つの課題は、コスト構造です。放送は電波によってコンテンツを届けているので、視聴率(視聴します。また「View」だけでなく、各放送局が同時に行なっている見逃し配信にも利用されています。

### ② 二四時間放送チャンネルのライブ配信

CS放送のニュース番組の配信にも利用されています。事件・事故・災害など突発的なアクセス増加にも対応できる設備を用意し、二四時間三六五日、安定して配信しています。

### ③ ハイブリッドキャストでの4K配信

地上デジタル放送には、対応受信機においてH TML5コンテンツを表示するハイブリッドキャストと呼ばれる機能があり、そこで4K映像を配信できます。まだまだ認知度は低いですが、各所で実験的な取り組みとして4K映像の配信が実施されており、その際にCDNを提供してきました。4K映像は数十Mbpsとビットレートが高いのですが、設備の最適化により安定的な配信を実施しています。

### ④ 大規模イベントでのSSAIによるライブ配信

最近、動画配信業界が注目している技術に、SSAI(Server-Side Ad Insertion)があります。これは、動画への広告挿入技術の一つで、プレーヤー側の処理ではなく、サーバ側の処理により広告を挿入することで、よりスムーズな広告の掲示を実現するものです。主要なSSAI技術の提供事業者のソリューションと技術検証を重ね、細かなチューニングを施して、安定的に配信できる体制を整えています。すでに大規模スポーツイベントの配信でも利用されており、今後ますます利用増加が見込まれています。

年度が切り替わる二〇一八年四月から利用を開始されるお客さまも多いため、JOCDNでは設備規模を着々と拡充しています。JOCDNは一步ずつ着実に、安定したサービス提供を目指して邁進していく考えです。

# VidMeet (ビッドミート) を立ち上げる

放送分野で IP 化が進むなか、日本で Video over IP 技術の導入を促すことを目的とした「VidMeet」がスタートした。本稿ではその活動概要を紹介する。

IIJ 経営企画本部  
配信事業推進部

山本 文治



この数年間、放送局機材の IP 化の流れが加速しています。さまざまな場所で検証実験が実施され、スポーツイベントや中継車などでの採用が増えています。世界の潮流を見ても、放送局内の映像・音声データ伝送において、IP 技術の採用が進んでいます。二〇一八年には SMPTE により、この規格が標準化されました。「SMPTET2110」と名付けられた規格は、先行技術を取りまとめた「マイルストーン」となっています。インターネットが民間に普及・浸透してから、さ

うことです。ただ、残念なことに、放送局・製造業者・インターネット・プロバイダなどのあいだで、こうした経験を共有できる良いコミュニティがありませんでした。私はコミュニケーションと相互理解を深める場が必要だと感じていました。

## Video over IP 技術に関するミーティングを創設

北米とヨーロッパでは、Video Services Forum が毎年二月下旬に開催する VidTrans や NAB や IBC といった放送機材展示会におけるデモンストレーションブースである IP Showcase など、多くの注目すべき活動がありますが、日本では Video over IP 技術に関する定期的なイベントは存在しませんでした。そこで私は Video over IP 技術に関するミーティングを始めることにし、「VidMeet」と名付けました。この名称は「VidTrans」に対する敬意から名付けられたものです。VidTrans は Video over IP 技術のみならず、ビデオ・オーディオの伝送技術分野に関するエキサイティングな会議です。同じような活動を Video over IP 技術の分野にも立ち上げたいと考えたのです。

VidMeet は、プロフェッショナルなビデオとオーディオの最先端技術を共有・議論し、デモンストレーションすることを目的としたイベントで、ボランティアベースの活動を展開しています。商業化してしまうと、技術をフラットに語り合うことがむずかしくなる可能性もあるので、あえてそのようなようにしています。技術に関するディスカッションは、ベンダーとユーザの立場を越えて、平等でなければなりません。こうしたコミュニケーションの流儀は、IP や I

T に関わった先達エンジニアの習慣に倣いました。最近ですと「勉強会」、少し前の UNIX 文化圏では「Birds of a feather」といった技術に特化した、ちょっとカジュアルな集まりがありますが、そうした文化を放送技術業界にも持ち込んでみたいと思っただけです。

## 1 つだけの VidMeet の概要

VidMeet は、昨年一〇月からスタートし、これまでに四回開催しています。毎回、私が講演者をアレンジし、デモンストレーションも実施するようにしています。IIJ のオフィスには実証実験に用いている回線が引き込んであるため、東京・大阪・東京間のデモを見ていただいています。VidMeet 1 は、これからの VidMeet にとって有用なオープニングとするために、放送技術者向けの Video over IP 入門をメインテーマとしました。ソニー ビジネスソリューションによる講演は、優れた技術導入となりました。

VidMeet 2 のテーマは、PTP 技術でした。日本では、セイコーが PTP 分野のリーディングカンパニーとして活動しています。多くの参加者は、PTP の技術詳細に関心を持っていただいたため、セイコーによる PTP レクチャーは好評を博しました。また、セイコー、アリスタ、ソニーの三社によるパネルディスカッションも催しました。PTP クロックを生成・伝送・受信して利用するうえでの立場の違いから、PTP 技術を多面的に捉えることができたと思います。

VidMeet 3 では、ゲストスピーカーにジョン・メイヨット氏を迎えました。私はジョン氏が「SMPTET2110」の草案作成グループの編集者であることを知っていたので、彼が VidMeet のために

さまざまなメディアが IP を伝送・伝達に使うようになりしました。次のステップは、プロフェッショナル用（放送局内部向け）ビデオとオーディオになると思われます。そして我々は、IP バックボーンが放送事業者向けのメディアサービスに利用されるようになる、と考えています。それに向けて IIJ では、IP 技術によるプロフェッショナルなビデオとオーディオが新しい市場になると捉え、数年前から検証を行なってきました。

その一環として、IIJ は自らの 100 Gbit/s ネット・バックボーンを使用して、多くのメーカーと共同で実証実験を重ねてきました（この回線は IIJ のバックボーンを利用していますが、インターネットには接続されない、仮想的な専用線として設定しています）。IIJ が回線を提供する一方、メーカーが機材を持ち寄って、互いに技術的な検証を実施するかたちをとりました。IIJ が提供した回線は「東京・大阪・東京」という東阪間を往復するもので、約一千キロメートルの距離があります。通常であれば、送信機と受信機は別々の場所に設置しなければなりません。往復する回線をつかったことで送信機と受信機を同じ場所に設置でき、遠隔コミュニケーションを必要としない、少人数での実験を可能にしました。メーカーは実際の環境で機器を試すことがなかなかできないため、彼らにとっても貴重な機会となったはずで

す。今回の試みを通じて私は「IP の時代が確実に訪れる」と確信しました。これは我々にとって、革新的な活動に携わることができる素晴らしい機会になるはずで

す。同時に、実証実験で得られた知見をユーザにフィードバックできる時期が来ていることも実感できました。言い換えると、Video over IP 技術の準備が整ったことを広く実証できる段階に達したとい

日本に来ると言ってくれたときは、本当に驚きました。彼の講演は、日本で「SMPTET2110」の詳細を説明した最初の機会になりました。講演のあと、ジョン氏は一時間以上にわたり会場からの質問に丁寧に答えてくれました。VidMeet 4 は、さらなるテーマとして AMWA N MOS と JTNM を取り上げました。N MOS は IP 化された放送機器間で用いられるディスクバリエーション情報交換のためのプロトコルです。最近、日本でもホットトピックになっていますが、その詳細が解説されたことはほとんどありませんでした。そこで、AMWA の活動と N MOS の詳細を紹介するために、AMWA のエグゼクティブプロデューサーであるブラッド・ギルマー氏に基調講演をお願いしました。加えて、JTNM が目指すことについても、彼に語ってもらいました。JTNM は、非常に戦略的な活動を通して、放送機器の将来像を示す役割を担っているタスクフォースです。JTNM からのメッセージは、放送技術の未来を変える力を持っています。

VidMeet は、今後も数カ月に一回の頻度で開催していく予定です。すでに用意しているテーマもいくつかあり、Video over IP のモニタリング、プロフェッショナル用の IP ネットワークの構築方法といった話題を取り上げたいと考えています。

VidMeet には、毎回約一〇〇人の参加者が集まります。その約半分は放送事業者からの出席者で、それ以外にも、ベンダー、再販業者、通信事業者、研究開発者などが参加しています。

私は、こうしたメンバーが日本の Video over IP 技術導入に関わるインフルエンサーであると考えており、VidMeet はこのような方々を応援する場でありたいと思っています。

人と空気とインターネット

# コペルニクス的 転回

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

「革命」を意味する英語 Revolution が、もともとは天文学用語だったことを「存じ」でしょうか。Revolution の語源は「回転する」という意味のラテン語です。この言葉が「革命」という意味を持つようになったのは、ポーランドの天文学者コペルニクスが「天体の回転について (On the Revolutions of the Heavenly Spheres)」（一五四三年出版）というタイトルの本で地動説を唱えたことが発端だそうす。コペルニクスはこの本のなかで、それまで主流だった天動説（地球を中心に天体が回転しているとする説）を否定。かわりに地動説（太陽を中心に地球を含めた天体が回転しているとする説）を唱え、大論争を引き起こしました。

いつしか、このような考え方も、ものの見方の大転換を「コペルニクス的転回」と言うようになり、そうした大転換につながる出来事をコペルニクスの本のタイトルにあやかって、「Revolution」＝革命と呼ぶようになりました。そして、もともとが天文学の用語だったこともあり、「Revolution」には「人間の力では押し留められない運動」というニュアンスも含まれます。こうして「Revolution（革命）」という言葉は、一度始まった人間の力では止めることができないような大きな転換を指すようになったのです。

コペルニクス以降では、フランス革命やロシア革命のような社会体制や政治体制の変革に用いられたり、農業革命や産業革命、そして情報革命といった技術革新の大きな流れにも用いられています。

## インターネット革命

インターネット革命も同じような大きな転換の一つであり、この大転換の原点にあるのは、情報の「集中管理」から「分散管理」へという転換です。

金を持っていて、そのうち誰に・いくら渡したのかといったことは、電子取引化してIT技術で管理できるはずです。実際、中国では、アリペイのようなサービスが流行っていて、ほとんどの人が紙幣や硬貨を持ち歩かないで、買い物などの際のお金のやり取りは、全てスマホで行なっています。つまり、お金の本質は情報であり、紙幣や硬貨はその情報を「見える化」したものに過ぎないのです。お金というものが「情報」である以上、インターネット革命にともなう転換を免れることはできません。しかし、これまではインターネットの技術でお金という情報が信頼できなくなったり、資本主義経済は大混乱に陥ってしまいました。

そのため、インターネットバンキングなどのお金のやり取りは、国から認可を受けた銀行がシステムを集中管理し、取引の内容などは、当事者以外には秘密にすることでお金情報の信頼性が守られていました。ところが、ビットコインがこの状況を一八〇度変えてしまいました。すなわち、ビットコインを用いた取引の内容は、全てブロックチェーンと呼ばれる公開の「台帳」に記入され、誰もがその情報を参照可能にすることで、悪意を持った誰かが改ざんを行なったら、そのことが皆にわかるようにしたのです。つまり、以前は集中管理により情報非公開で信頼性を保ってきたものを、分散管理で公開することにより信頼性を保てる仕組みを作ったわけです。これはインターネットが情報を集中管理から分散管理に移行する過程で必要となる、もう一つのコペルニクス的転回と言えるでしょう。

ビットコインとブロックチェーン技術の登場により、インターネット革命の第二段階が始まったといっても過言ではありません。お金という情報の信頼性を分散管理型で保証できるようになったことで、これまで、国

インターネット以前は、通信や放送、さらに新聞や出版などの情報メディアは、国や大手企業が集中管理する方式で運営されていました。そのような形態で情報が管理されていた時代は、その情報の正しさや信頼性は、情報を発信する新聞社や放送局などが保証していました。一方、インターネットで流通している情報の信頼性や信ぴょう性については、従来のように誰かがそれを保証したり責任を負ったりはしてくれませんが、それがあって、インターネットを活用する人は各々情報リテラシーを磨いていかないと、何が正しい情報なのか判断できなくなってしまう。

情報の流通は制限されて不自由だったけれども、その信頼性を誰かが保証してくれていた状況から、流通はほぼ無制限かつ自由だが、情報の信頼性は誰も保証してくれない状況への転換は、まさに情報流通におけるコペルニクス的転回＝革命だったと言えるのではないのでしょうか。

## 通貨システムにおけるコペルニクス的転回

ところで最近、ビットコインという仮想通貨が話題になっていきます。ビットコインは誰かが集中管理するのではなく、参加者全員により分散管理する方式で運営されている通貨システムです。

今日の資本主義社会は、お金が中心となって社会が動いています。当然、お金は誰でも勝手に作れるものではなく、日本や欧米などの先進国では、日本銀行のような中央銀行がお金の発行や流通量を調整して、経済が円滑に回るように集中管理を行ないながら、お金の価値も保証しています。

これまでお金は、紙幣や硬貨の形で流通してきました。しかしよく考えてみると、いつ・誰が・いくらのお金などの中央の権威が集中管理することで維持してきた通貨のような信用が必要なサービスを、誰でも構築して提供できるようになったのです。さらに今後は、これまで信頼性の保証がネックとなりネットでは取引できなかったさまざまな情報がネット上に出てくる可能性もあるでしょう。

## 超IT先進国エストニア

エストニア共和国というバルト海に面した国があります。九州ほどの面積に福岡市よりも少ない一三二万人が暮らす小さな国です。このエストニアは、行政サービスの九九パーセントがオンラインで完結できる、超IT先進国なのです。同国では、ビットコインを支えるブロックチェーン技術をフルに活用して「効率」と「透明性」を標榜し、さまざまな情報をインターネットに公開しています。例えば、政府の公文書はもちろん、政治家の収支や個人献金の額なども全て公開されているとのこと。従って、国民は必要があればいつでもインターネットでそれらの情報を閲覧できますし、仮にそれらの情報が公開できないときは、その理由を明記することが義務付けられているそうです。

エストニアが小さな国だから、このような大転換も比較的容易だったのかもしれない。しかし、我が国の国会で森友学園に関連した公文書書き換え問題に関する質疑が延々と続き、国会本来の機能が全く果たせていない現状を目の当たりにして、日本のIT化の遅れに危機感を感じるのには私だけでしょうか？

インターネット革命が、人間の力では押し留められないものだとなれば、政府にはまず「隗より始めよ」ではないですが、率先して行政のIT化や情報の透明性確保に力を入れて欲しいものです。

今回は通貨システムにおける「コペルニクス的転回」とも言えるビットコインとブロックチェーン技術を見ながら、情報のあり方・取り扱いについて考えてみたい。

# IIJデータセンター内の AS400マネージドサービスを活用した システム管理体制の効率化

ロンドンを拠点としている Shinkin International Ltd. (以下、Shinkin International) では、自社で保有していた本番環境および DR 環境のコンピュータ・システムの老朽化と更改が課題となっていた。そこで、メイン機器の更新に合わせて、IIJデータセンター内の AS400 マネージドサービスを導入して、機器の障害発生率を低下させるとともに、メインサーバを自社のサーバールームからデータセンターへ移設することにより、システム環境のセキュリティ強化を実現。

さらに、障害発生時、IIJ Europe Ltd. (以下、IIJ Europe) がワンストップで保守業者とのやり取りにあたるというサポート体制を確立することで、復旧作業の効率化を図った。

## 導入前の課題

### 機器の老朽化とシステムトラブル

Shinkin International は、オフィス内のサーバールーム（オンプレミス）に1台と、バックアップサイトに1台、コンピュータ・システム（AS400）を保有していた。いずれも導入から相応の年数が経過しており、システムトラブルの発生や、処理速度の低下など、老朽化の影響が現れていた。その一方で、近年、同社のビジネスの取り引きは大幅に拡大しており、いかに効率的にシステム管理体制の問題を解決すべきか、検討が続けられていた。

当時の状況について、Managing Director の河島航一氏は次のように語る。「当社が保護・お預かりしているお客さまの資産処理を適切に実行することは当然であり、システムトラブルの頻発化は正規のサービス提供にリスクをおよぼす危険性を高めるため、早急に解決策を見つける必要がありました。しかし、トラブル発生原因は多様であり、問題の切り分け、交換用部品の調達、エンジニアの作業などに時間がかかり、復旧が思った通りに進まないことも考えられます。交換部品の一部は新規製造が終了しており、中古市場に依存せざるを得ない状況でした。また、いったんトラブルが解決しても、しばらくすると同様のトラブルが発生することがあったため、システム更改を前倒しし、業務運営の安定化を図ることにしました」。

さらに、実際のトラブルシューティングについて、Director の谷岡正史氏はこう語る。「システム保守に関しては、複数の業者と取り引きがあり、障害発生時は当社の担当者が各社と連絡を取りながら問題を切り分けなければならず、解決までに相当の時間を要していました。今回のスキームの検討にあたっては、システムの修理費やエンジニアの手配などにかかる費用の削減はもちろん、従業員の対応時間を減らすということも大きなポイントの一つとして考えておりました」。

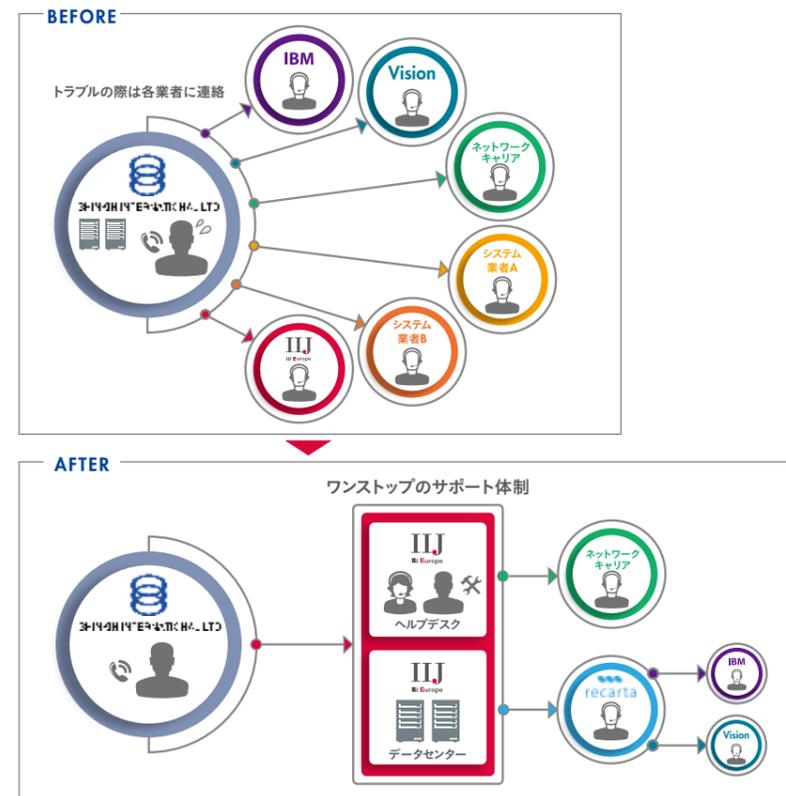
## クラウドサービスの活用に向けた要件

IIJ Europe のサービスを採用した理由について河島氏はこう語る。「さまざまなサービスを調査した結果、メインシステムは、当社事務所ではなく、IIJ Europe のデータセンターに設置（オフプレミス化）して、専用線およびインターネット環境を通じて利用し、バックアップについてはクラウドサービスを活用するのが最適であるという結論に至りました」。「東京に拠点を置く IIJ の『IIJ GIO Power-i サービス』なども検討しましたが、英国で規制業務を営む当社が、国外にサーバを置くことには懸念もあったため、最終的にロンドンでクラウド環境を持つ方向としました。クラウドをベースとしたサービスは他のシステム業者も提供していますが、これまでに築いてきた信頼関係や、日ごろのサービス提供の安定性なども考慮して、IIJ Europe のサービスを採用することにしました。IIJ Europe なら物理的距離も近く、営業担当の方も日常的に相談できる間柄だったので、当社システムの経緯や実情をよく理解してくださっているという点も採用に至った理由の一つになりました」。

## サービスの導入にあたって 固有のビジネス・リスクを検証する

導入するサービス内容については、IIJ Europe と Shinkin International のあいだで綿密な情報共有がなされた。プロジェクトの始まりから終わりまでのプロセスについて、谷岡氏は次のように語る。「十分に満足のできるタイムスケールで進行できました。自分達で今回のシステム更改、とりわけクラウド活用に関するリスクを洗い出し、その解決策を検証していくことは非常に大変でした。クラウドサービスのメリットに注目した情報は多いものの、どのようなデメリットやリスクが潜在するのか、特に当社のビジネスに固有のリスクは何かということに関しては、なかなか参考になる事例がありません。このため、非常時の各シナリオについて、それぞれ納得の

## 障害時のサポート体制



いく検証を行なうのに相応の時間を要したように思います」、「ユーザ側と設計側の意図が合致しないことはよくありますが、今回のプロジェクトでは、日ごろからのリレーションのおかげもあって、我々のニーズを IIJ Europe にきちんと伝えることができたと思います。随所での確かなアドバイスをいただくこともでき、今、振り返っても有意義で過不足のない検証を行うことができたと感じています」。

## 新システムの導入で 効率的な管理方法を実現

AS400 マネージドサービスを導入した効果を河島氏はこう語る。「機器のバージョンが新しくなったことで、月次処理の所要時間が以前の 1/3 になるなど、処理スピードが格段に速くなりました。もっと早くに手をつければよかったですね（笑）」、「更改後は大きなシステムトラブルに見舞われていませんが、稼働確認の際に復旧テストを繰り返し行なったので、緊急時対応のイメージはできており、実際の障害時にも以前よりスムーズに切り替えができると確信しています」。

トラブル対応の窓口を IIJ Europe に一本化するマネージドサービスの効果について、谷岡氏はこう語る。「当社はシステム専任者を置く規模の企業ではありませんので、更改前のトラブル発生時は、業務の担当者が各業者に問い合わせ、解決策を自分たちで見極める手間が必要でした。エラーの発生原因がどの程度深刻なものなのか、瞬時に判断するのは簡単ではありませんし、どの業者が解決できるか判断するのに時間を割かれてしまうことは、我々の通常業務を阻害する要因となっておりました。今は IIJ Europe に

連絡を入れれば、問題解決に向けて動いてくださるので、トラブルシューティングに割く手間が我々の手から切り離されました。結果として、昨年度比で担当グループの残業時間が大幅に減ったほか、他の業務の効率化にも着手でき、より適切な業務運営になったと思います。また、マネージドサービスとしたことでシステムのモニタリングが強化され、トラブル解決に要する時間を劇的に縮減できていることも、担当責任者としては心強いです。さらに、同じタイミングで IIJ の IP サービスに切り替えましたが、こちらも WEB ブラウジング速度が大幅に改善され、業務の効率化につながっています」。

## 今回の効率化を活かして 前向きなことに時間を費やす

今後の展望について、河島氏は次のように語る。「一連の効率化を活かして、社員には新たな業務への対応や既存業務の効率化を進めてほしいですし、それが全員の満足度にもつながると考えています。今回のシステム更改で後ろ向きな作業時間を削減でき、各担当者にも時間・心理の両面で余裕が生じたようです。残業時間も減少したうえに、業務に関する新しい提案が出てくるようになり、私も嬉しく思っています。加えて、オフプレミス化によりシステムセキュリティを強化できましたし、将来的には当社内のサーバールームの廃止や、オフィス移転費用の圧縮などの効果も期待できます。このほかにも、事務所、DR サイト以外からのアクセスの検討や、情報漏えいリスクへの対応といった課題もありますが、今回実現した効率化策を一つの成功事例として、今後の検討に生かしていきたいと考えています」。

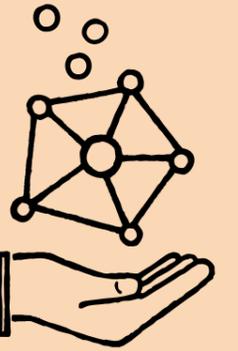


Shinkin International Ltd.  
85 London Wall, London EC2M 7AD  
URL <http://www.sil-uk.net/>  
債券の引受、売買を主たる業務とする証券会社。海外における証券業務の拠点として、1990年10月に信金中央金庫の100%子会社として設立されたロンドン現地法人。



Shinkin International Ltd.  
Director  
谷岡 正史 氏

# Internet Trivia



## インターネット・トリビア

### 暗号技術

事業統括部 事業統括課 シニアエンジニア  
I I J M V N O 事業部長

堂前 清隆

「暗号」と言われて頭に思い浮かぶものというと、NHKの子ども向け番組に出てくる「ピタゴラ暗号棒」や、シャロック・ホームズの「踊る人形」かもしれません。実際、これらは立派な暗号であり、「ピタゴラ暗号棒」は文字の並び方を変える「転置式暗号」の一つですし、「踊る人形」は文字を別のものに置き換える「換字式暗号」の一つです。こうした暗号は、文字の並べ方の変更方法や置き換え方法を知っていれば、誰でも暗号文を作ったり、もとの文章を復元できます。

もう少し暗号の実用性を高めるために、暗号文を作ったり復元したりする方法と、暗号文を作るための「鍵」とを分離する方法があります。こうすることで、暗号文作成・復元の方法を変えることなく、鍵を使い分けることにより、暗号文を読み書きできる人を制限できるようになります。

この「鍵」の扱いは、二通りに大別できます。一つは、暗号文を作るときと復元するときに同じ鍵を使う方法で、暗号文のやり取りを行なう人があらかじめ同じ鍵を共有しておきます。これを「共通鍵暗号」と言います。もう一つは、暗号文を作るときと、復元するときに異なる鍵を使う方式です。この場合、ペアになる鍵の片方は秘密にしておく必要がありますが、もう片方は秘密にする必要

がなく、公開しても構いません。これを「公開鍵暗号」と言います。

今、暗号文を作るときと復元するときで異なる鍵を使うと書きましたが、全く関わりのない鍵ではありません。これら二つの鍵(鍵ペア)は、一定の手順の計算により導くことができます。その計算手順として、「片方の鍵(秘密鍵)からもう片方の鍵(公開鍵)を導くのは簡単で、その逆は困難な方法」が意図的に選ばれます。例えば「多数の数(素数)の積を求める」計算と、その逆である「大きな数を素因数分解する」といった計算です。このような計算難易度の非対称性を利用したのが、公開鍵暗号です。

公開鍵暗号の応用の一つに、「文書の改ざんを検出する」「文書の作成者を確認する」という利用方法があります。これを「電子署名」と呼びます。電子署名では、文書に対して作成者自身のみが知っている秘密鍵を使って「署名」となるデータを作ります。文書を受け取った人は、文書作成者が公開している公開鍵を使うことで、その「署名」が正しく作られたものかを調べることが出来ます。もし、正しくないという結果が出たら、文書がどこかで改ざんされているか、そもそも文書作成者が別人であるということがわかる仕組みです。

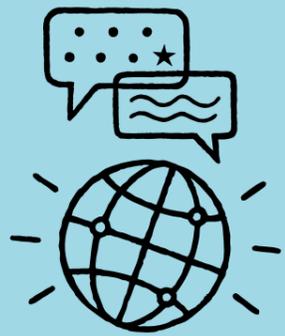
最近、話題になっている暗号通貨の基盤技術であるブ

ロックチェーンでも、この公開鍵暗号による電子署名の仕組みが使われています。通貨送金の記録であるトランザクションに対し、送金を実行した人の秘密鍵で電子署名を行なうことで、間違いなく本人が送金を実行したことの証明としています。また、送金額や宛先などが改ざんされていないことを確認できるようにしています。

さて、暗号というと、意図しない人に解読されたり内容を改ざんされたりしないかという安全性が気になります。共通鍵暗号でも公開鍵暗号でも、将来コンピュータの計算能力が大幅に向上して、膨大な数を試行できるようになると、第三者に暗号文が解読されてしまう恐れがあります。未来永劫にわたって絶対に安全な暗号というのは存在しません。

暗号文の安全性を高めるためには、より長い(計算の難しい)鍵を使う必要がありますが、長い鍵はもとの暗号文の作成・復元作業の際にも負担になるため、むやみに長くすることはできません。そのため、暗号を使う際には、「その暗号文をいつまで安全に保たなければならぬか」という期間を設定し、そこにコンピュータの発展を加味したうえで、その期間は解読できないだろうと思われるレベルの長さの鍵を使うという判断が必要になるのです。

# Grobal Trends



今年も二月末に開催されたMWC\*に参加するために、スペインのバルセロナを訪れました。バルセロナはカタルーニャ州の州都。現在、独立運動で州政府と国との闘いの真っ最中です。街の至る所に、独立運動を象徴する黄色と赤の縞模様の旗がはためき、最初は多少不安でしたが、結局、MWC期間中は平和で活気のある、いつものバルセロナでした。

むしろ今回のMWCは、寒さと雨との闘いでした。地中海のイメージとはかけ離れた、寒くて雪さえ混じる雨模様でした。海外の方は寒さに強く、傘を持たない印象があるのですが、バルセロナの人々は首にしつかりとマフラーを巻き、ダウンジャケットを身にまとい、傘を手に歩いていました。防寒対策も雨対策も万全です。天候も服装もまるで日本のようで、東京にいる錯覚すら覚えました。

地下鉄に乗ると、ここでもなぜか日本にいるような感覚になります。スペイン人の平均身長は、北欧や米国の人ほど高くなく、日本人に近い印象です。身長168センチの筆者にとって、体格のプレッシャーを閉鎖的な空間で感じることはないのは、非常に気楽でした。しかもグレーや黒の服が多く、なんとなく地味なので、欧州

## グローバル・トレンド

### ストレスフリーなバルセロナ

人が発する「大人のオシャレ」という特有のプレッシャーがなく、ストレスフリーでした。こんな点も日本に似ているように思います。

バルセロナ料理は美味しく、日本人の口に合うと言われています。安くて上質なワイン、生ハムやオリブ、新鮮な野菜や海鮮……等々。ワイン好きにはたまらない(らしい?)のですが、お酒を飲まず、いつも飯田橋のハンバーガー屋にお世話になっている筆者には、バルセロナのハンバーガーも気になるところです。開催期間中も二度いただきましたが、世界中どこでもあのバーガーは同じバーガーで、さすが「キング」だと感じました。食生活もまた日本と変わらずストレスフリーに過ごせました。

これからの社会を支えるさまざまな技術を目の当たりにできるMWCでは、まさに時代の変遷を肌身で感じることができました。バルセロナは日本から多少遠く、開催期間中のホテル代が高いのが難点でしたが、治安対策もしっかりしており、海外慣れしていない日本人にもいろいろな面でストレスフリーなため、快適な街と言えるでしょう。皆さんも、機会あれば訪れてみてはいかがでしょうか。

I I J M V N O 事業部長

矢吹 重雄

\*Mobile World Congress

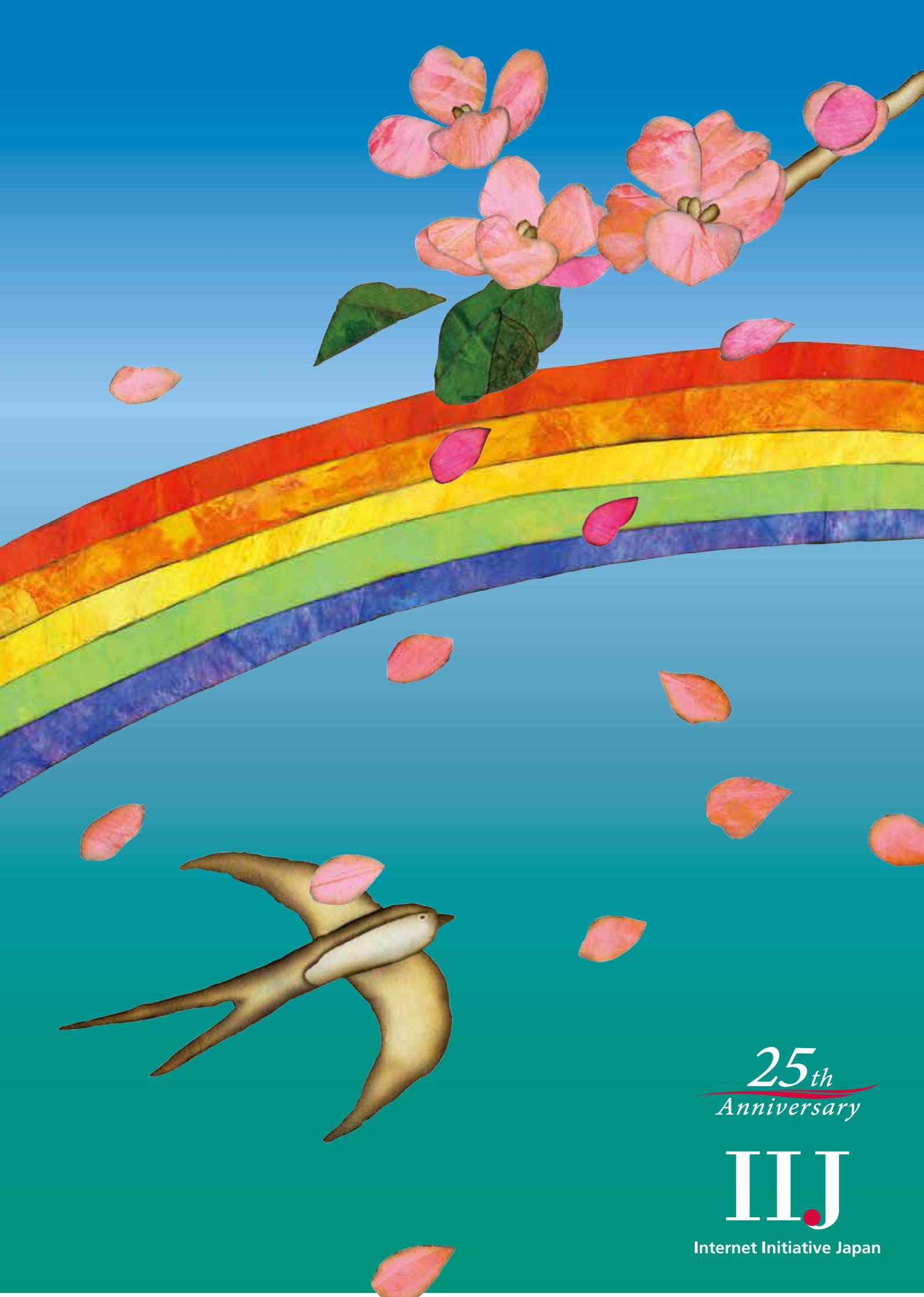


寒空のなかの MWC 2018 会場前



夜のバルセロナ・ランプラス通り





*25<sup>th</sup>*  
*Anniversary*

**IIJ**

Internet Initiative Japan