地方自治体テレワークシステムと「けしからん技術」

独立行政法人情報処理推進機構（IPA）
産業サイバーセキュリティセンター サイバー技術研究室室長　登（のぼり）　大遊（だいゆう）

1. イントロダクション（IPA様の御紹介と今回の開発の関係）

――読者には馴染みも多いと思われる情報処理推進機構（以下、IPA）ですが、主な業務の御紹介をお願いいたします。

IPAは経済産業省の独立行政法人の一つです。日本国内のICT産業を促進し、セキュリティを高め、高度な人材を育成する等、様々な業務を行っています。例えば、法律に定められた脆弱性情報の届出に対応したり、「未踏」や「セキュリティ・キャンプ」等の人材育成事業を担ったり、情報処理やセキュリティの国家資格試験を実施したり、国内の重要インフラ事業者等の方々を1年間トレーニングする施設を運営しセキュリティ能力を発育したりしています。

――IPAは情報処理試験やセキュリティ関連のお仕事はよく聞くのですが、ソフトウエアやシステムの開発をされておられるのは、余り存じませんでした。
過去に開発されたシステムの例があれば教えていただけるとありがたく思います。

少し前ですが、有名な「シグマ（Σ）」、最近では「MyJVNバージョンチェッカ」等があります。シグマはソフトウェアとしては普及しませんでしたが、関わった多数の民間人材の育成につながりました。最近は本格的なソフトウェア開発をIPA自ら行うことはあまりなく、開発できる国内人材を豊富に育成するための「未踏」等の間接的な取組みが中心になっています。

――近頃発足したデジタル庁との関係はどのような間柄になるでしょうか？

良好な関係となっております。

2. 今回のシステムの開発経緯とIPAの思いについて

――普段から地方公共団体情報システム機構（以下、J-LIS）とは、情報交換などを行われる間柄だったのでしょうか？

いいえ。LGWANというものについて初めて詳しく知ったのは2020年5月です。

――今回、J-LISとの共同研究を行われた経緯についてお聞かせいただけないでしょうか？決定のプロセスにどの程度の時間がかかったのでしょうか？

シン・テレワークシステム公開後1か月して2020年5月に「LGWANで利用できるようにしてはどうか」という要望が複数の行政機関からIPAにあったので、LGWANについて調べてみたのがきっかけです。経済産業省に相談して、総務省経由でお話しをさせていただき、7月ごろに数回ミーティングを行い、面白そうだからやってみようということで合意しました。

――J-LISは、IPAのどういった強みやノウハウを期待しておられたと思われますか？特にベンダにない強みやノウハウがあれば教えていただければと思います。

議論の時点で、既にシン・テレワークシステムに数万ユーザーの安定稼働実績があったことと、IPAの有する特有の通信やセキュリティに関する強さ、現実的問題対処能力等を評価いただいたものと思います。

――J-LISとの共同研究を行うにあたって、J-LISへはどのような印象・感想・思いを持っておられたのでしょうか？

J-LISや、関係する地方自治体の方々は、1990年代の古き良きインターネットや情報システムの精神の末裔のような印象を受けました。そのような伝統的情報システムは、最近の、「クラウド化！」とか「ビッグ・データ！」というような流れで消えてしまい、逆に貴重で、重要文化財のような価値があると思います。この伝統的な場所から出る可能性があるイノベーションは、合理的な企業から出るイノベーションと比較して、別の性質を有するものと思います。このような多様性は極めて重要だと思います。

3. 今回のシステムとIPAの強みについて

――開発コスト・時間・安定性など、今回のシステムが持つ強みや特長について教えていただけないでしょうか？

中継システムはRaspberry Pi 4を32台並べており、C言語で自前開発しているので、リソースをほとんど消費せず低コストです。クライアント、サーバー、中継システムいずれもIPAが2003年に未踏事業で開発した「SoftEther VPN」のコードを元にしているので、安定して、セキュアに動作します。

――もし、比較するシステムや装置があって、それらとの星取表的なものがあれば、見せていただけないでしょうか？

特にありません。適当に作りました。

――先の質問と重複するかもしれませんが、今回のシステムで使用された手法・技術と類似する他の手法や技術にどのようなものがあるでしょうか？

また、それらと比較すると　どのような長所、短所があるでしょうか？

インフラについて、民間クラウド（AWSやAzureなど）を使って作る手法がありますが、これは機械いじりがなく、全く面白くないので、やめにしました。ソフトウェアについて、VPNのレイヤーと、リモートアプリのレイヤーを分けて組み合わせる方法もありますが、これはカーネルにモジュールを入れることになり、気持ち悪いので、やめにしました。

――IPAが用いられた技術や、IPAが保有しておられる強み・ノウハウについて、幾つか例を挙げて御説明していただけないでしょうか？

例えば、コアとなる要素技術として、もし暗号化トンネルに関する技術があった場合、トンネルで速度を出したり、多数のセッションの接続を安定的に維持させる、チューニングやパラメタ設定的なものや、トンネル（暗号）の強度とのバランスのとり方や、廉価な機器で快適に動作させるためのテクニック、テレワークという性能がばらばらなネットワーク環境で動かすための技術があるのでは？と想像したのですが、それらは、やはり開発するうえで、IPAの強みを生かすポイントになったでしょうか？

Yesだった場合、それらの課題の解決に向けて、個別にどのようなアプローチをとられて、どう解決を図られたのかお聞かせいただけないでしょうか？

課題の解析プロセス、対処方法の立案・選定の方法・評価方法、改良・鑑定家の手法等について、技術別・ステージ別にお話しいただけないでしょうか？

SSL-VPNトンネルの強度を高め、色々な種類のファイアウォールやプロキシにうまく適応して安定した通信を実現するために、低レイヤー通信部分で色々なノウハウが必要です。これは、すぐには作れませんが、ちょうど私が2013年に筑波大学で実施していた、中国政府の検閲用ファイアウォールである「Great Firewall」（GFW）を貫通するために作った「VPN Gate」という研究プロジェクトがあり、それのノウハウやコードがたまっていたので、これを活用しました。

図1*1

大量のSSL-VPNトンネルを1か所に集約して処理する際には、負荷分散、耐障害性、セキュリティが重要になります。これもすぐには作れませんが、ちょうど私が2007年に筑波大学で実施していたスケーラブルなトンネリング処理の技術があり、これを活用しました*2。

通信において、上記のような色々なレイヤーの技術を組み合わせた例として、2003年にIPAの未踏事業で開発された「SoftEther VPN」というものがあり、これはその後今

*1　詳しくはhttps://www.janog.gr.jp/meeting/janog48/wp-content/uploads/2021/07/janog48-outage-nobori.pdf
*2　詳しくはhttps://telework.cyber.ipa.go.jp/news/scalable_network_research.pdf

までオープンソース方式で開発が続いています。既に、上記のような大部分はこのソースコードに統合されていました。そして、このコードは、世界中で500万台のサーバーで動作しており、安定していました（図2）。今回のソフトウェアは、このコードを派生して作ったので、一から検証する必要はありませんでした。

■図2

――上記とダブる部分があると思いますが、それらの対策へのアプローチは基本的に1本道だったでしょうか？複数・同時並行的に解析・対処を図られたのでしょうか？

手戻りをすることもあったでしょうか？課題ごとに順調さの度合いは違ったでしょうか？これだけ短期間で実現されたというのは、課題解決へのアプローチはおおむね正解が多くハズレが少なかったからだと思うのですが、ハズレを少なくできた理由は何だったと思われますでしょうか？

我々はSSL-VPNレイヤーに関する長年の試行錯誤を続けてきたため、この10年以上の技術開発の過程で、仮に一から作るときに発生する膨大な数の無理難題なトラブルは、既に解決済みでした*3。

4. けしからん技術について

――IPAでは、「けしからん技術」の構築・獲得にも力を入れられておられる旨をWEBの情報で知りました。けしからん技術とは、通常、安定性が第一で、不安定要素を入れることがタブーな通信･情報システムに、自主的な通信ネットワークや情報サービスのシステムを構築・運用して試行錯誤を重ねる事で、アプリやネットワーク機器やプロトコルの設定、コードといった深いレベルの僅かな差異が、システムの振る舞いに与える影響を深いレベルで理解して得られる技術といった感じのものと理解したのですが、合っているでしょうか？

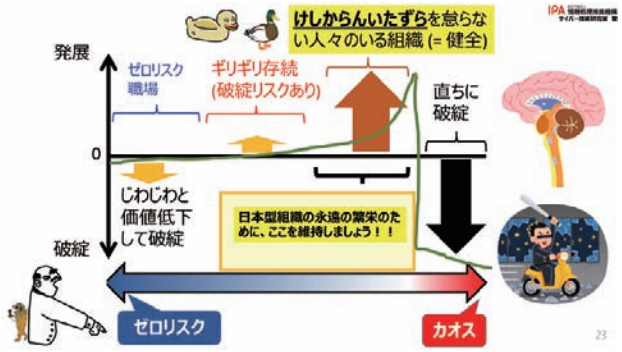
ICT分野における「けしからん技術」の祖先は、米国にあります。例えば、Apple Computerの例、AT&T社におけるUNIXの発明の例、Stanford大学におけるGoogle検索エンジンの発明の例（図3）、同大学におけるCisco Systems誕生の瞬間などです。

■図3

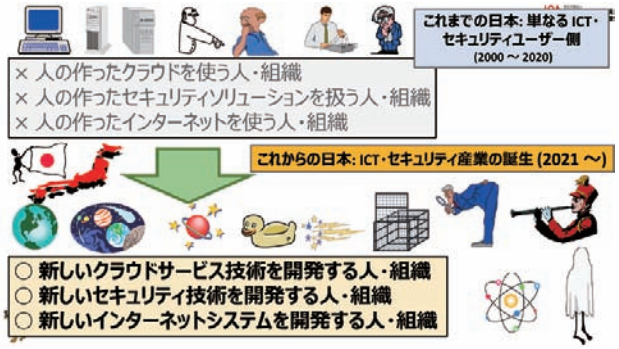
けしからん技術というものの大体の定義は、次のとおりです。まず、(1)「業界のプロが使っている、前例のある、絶対確実で誰でも再現可能な技術」があるとします。この(1)の技術はプロは皆実施しているので、業界で競争になっており、報酬単価は次第に下がり、また、それをいくら繰り返しても、生産効率は大して上がりません。ところが、日本の組織や企業では、最近、(1) を繰り返すことだけに熱心です。ところで、よく考えると、この (1) の技術は、当然、昔は存在しなかった訳です。それをある時、誰かが思い付いて、リスクを引受けて実施したとき、それは、その当時のプロが誰も採用せず、前例もなく、不確実な技術であったと思います。しかし、その結果、技術 (1) が確立され、技術 (1) を繰り返し動かす多数のプロの雇用が生まれたのです。この状態で、誰かが常にリスクを負って (1) の次の(2) の技術を試行錯誤して確立しようとしなければ、(1) だけを動かしているプロだらけの集団は、競争淘汰で崩壊してしまいます。(1) は組織の短期的価値を実現しますが、(2) の追求は、組織の長期的価値と永続性を実現します。この(2) のような技術進歩を追求しようとするとき、(1) のプロの目線からは、「普段やっていることと違う。けしからん」というように見えますので、この (2) が「けし

*3　詳しくはhttps://ja.softether.org/

からん技術」であります。しかし、けしからん技術は、しばらくするとプロが利用し始め、当たり前の技術になります。もうその時にはけしからんことはなくなっていますので、先駆者は、(3) を作ることになります。この永遠の繰り返しが生じる限り、人類社会は、この宇宙空間において、存続可能です。この繰り返しをしなくなった瞬間、人類社会は持続できなくなります。(図4、図5)



■図4



■図5

――IPAで実施されたけしからん技術の例をご紹介いただけないでしょうか？

IPA未踏事業で開発された色々なソフトウェア、例えば「SoftEther VPN」が代表例ですが、IPAが実施する「セキュリティ・キャンプ」等も当時は「けしからんイベントだ」と言われました。当時の企画時点では「ハッカー甲子園」とかいう名前で新聞に出てしまって、これは大変けしからんと言われて、タイトルをセキュリティ・キャンプにしたそうです。

――けしからん技術の取組みで、今回のシステムの開発に生かされた点や役立った点などがありましたらお聞かせ下さい。

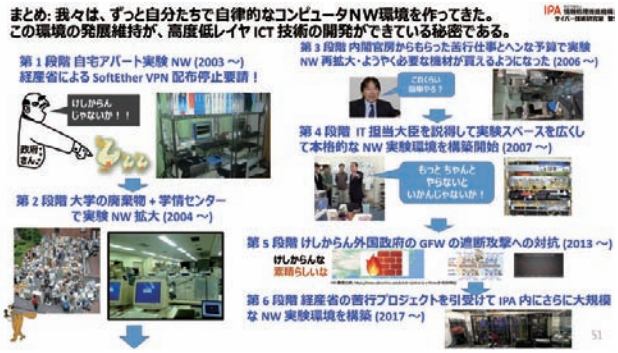
概念的な部分でも、具体的な話でも、両方でも構いませんのでお願いいたします。

SoftEther VPNがソフトウェアコードの元になったことは既に説明しましたが、これとは別に、シン・テレワークシステムを支えるネットワーク基盤そのものも、けしからん技術で作られたものです。このけしからん高度な実験ができるコンピュータ・ネットワークは、我々が2013年ごろから、NTT東日本の電話局舎にインチキ中古装置を多数設置し、局舎間を結ぶ「ダーク・ファイバー」と呼ばれる光ファイバーを用いて作ってきた、40Gbpsの東京都内超高速・低遅延リング・ネットワークです。これがなければ、シン・テレワークシステムや自治体テレワークシステムは作ることができませんでした。(図6、図7、図8)

そして、我々は現在、このけしからん無断ネットワークを、日本中に点在するICTサービス開発者の方々に開放しようと考えています。日本におけるICT&セキュリティ技術の生産手段確立と産業化の実現のためには、サイバー技研の特殊コンピュータ・ネットワーク設備を優秀な人材に開放すること、そして「IN地域（＝インチキ）サーバー持ち込み実験スペース」を整備し、優秀な人材が自らの技術等の実証実験を可能にすることが必要だと考えています。

■図6

■図7



■図8

――けしからん技術を獲得する必要性は何でしょうか？即物的ですが、それによって得られるものには、どんなものがあるでしょうか？

人類社会の存続と発展のために必要不可欠と思います。この技術革新の永遠の繰り返しが生じる限り、人類社会は、この宇宙空間において、存続可能です。この繰り返しをしなくなった瞬間、人類社会は持続できなくなります。

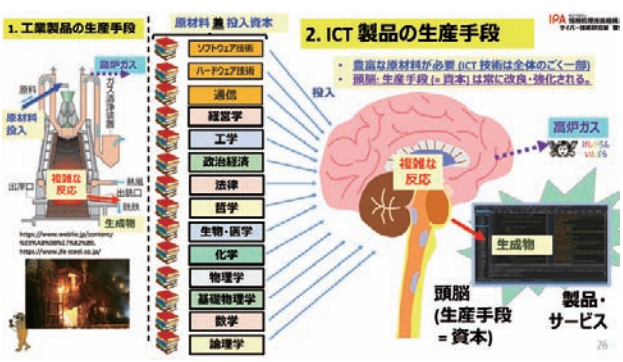
――けしからん技術を獲得するには、どうすればよいでしょうか？

幾つものやらねばならない事やそこへの障害があると思います。

それらについて教えていただけないでしょうか？

また、始めるにあたって、まず、けしからん活動を周囲に承認していただくためのテクニックが必要になると思いますが、良い知恵があれば是非ご教示下さい。

図9のように、自己の専門分野だけでなく、幅広い領域の学問を薄くてもよいので行うことが必要です。例えば、現在のコンピュータやネットワークシステムは、高度・複雑



■図9

に構築された抽象的観念の積み重ねです。マルチスレッド、仮想メモリ、プロトコルスタック、VM、セキュリティシステムというようなものの概念は、おおむね欧米によって発明されました。これらは、コンピューティング分野の専門領域だけで突然思い付いたのではなく、政治、経済、法律、哲学、物理、社会学などの、全然違う学問の側に既に似た概念があり、その概念のトポロジー（形）と、コンピュータの中で新たに必要としているソフトウェア上の実装のトポロジーとが相似なので、このような異なる学問領域を勉強するのが好きな一部の欧米人が思い付くことができたのです。コンピュータ等の専門領域の勉強だけやっていては、これを実現することは不可能であると思います。

「けしからん活動を周囲に承認していただくためのテクニック」について、「周囲の承認」は不要です。周囲での合意形成を経てから、偉いさんのところに持っていく、という順にすると、いつまでたっても高度な内容の合意形成ができず、矮小化した話になってしまいます。偉いさんに持っていくときは、高度な研ぎ澄まされたものが必要なので、1人または少数で磨いて持っていけばよいと思います。次に、偉いさんというものは、大概そういうものが好きなのですが、長年の経験で色々とリスクが見え、また、本人が本気でやろうとしているかどうかを試そうと思い、色々と口頭試問をしてきます。これは、大学入試の推薦面接などで、受験者がインチキでないか、替え玉でないかを口頭試問するのと同じプロセスです。そこで新たに考慮していない問題が見つかれば、一度帰って考えて、再度出向けばよいと思います。このプロセスを経れば、自らが合理的な場合に限り、合理的な偉いさんの承認を得ることができます。その承認を持ち帰って、初めて周囲から参加者を募るのがよいと思います。このようにすれば、結果として、周囲も利益を受けます。

――IPAは、情報セキュリティの本山で、けしからん技術とはある意味対極の印象があります。一方で、高いセキュリティ技術を持つには、悪意ある攻撃者の手口に熟知する必要があって、それらにも精通する必要があるかもしれないとも思います。皆様がIPAでけしからん技術に携わられ、活動を開始されるにあたって、その辺りの土壌・文化・風土はどんな感じだったのでしょうか？

IPAは、日本一保守的で、このようなことは一切許容されない文化があります。色々な規則があり、特に有名なのは、内閣官房から出ている「情報セキュリティの政府統一基準」

を基にした「情報セキュリティ基本規程」というような類のものです。サーバー、ネットワーク機器、配線、稼働させているソフトウェアについて、「システム管理台帳」とかいうものを整備しろとか、色々と書いてあります。これは実は、セキュリティの素人の、一般的な行政職員向けのものです。ユーザー向け規則です。我々はユーザーではありません。我々は、これに従っていては、高度なセキュリティ技術の確立は実現できません。この規則に従うだけでは、長期的にみてセキュリティに脆弱な組織ができてしまいます。日本中で最近似たようなセキュリティ規則が増えるに従い、セキュリティ事故の数も増えている現状を見てみてください。さて、我々のIPAサイバー技術研究室のシステムは、ほとんど、インチキ・システム（**図3**のGoogleの写真の例のようなシステム）なので、これらの政府の規定に違反していると指摘してくる人もよくいたのですが、最近は誰も言ってこなくなったので、まあ、これで良いのだと思っています。

――けしからん活動をするにあたっては、周囲からの反対や責任といった外側から抑制する力と、エンジニア自身が他人に迷惑をかけたくない、自分の技術や技術力不足で他人を不幸にしたくないという内側から抑制する力の両方があると思います。

後者の気持ちと、けしからん技術を進めたいという気持ちのバランスのとり方について何かお考えや意見をお持ちでしょうか？

「責任」を引受けることは、極めて重要です。けしからん活動を行う場合、色々な組織の慣習法や規則と異なることを行うので、その責任は、活動を行う者が単独で負わなければなりません。責任を負わず、面白いことだけやってよいということならば、必ず「モラル・ハザード」という現象が発生し、不注意によって事故が発生してしまいます。そして、やっている張本人は雲隠れしてしまうのです。これは、組織のリソースを着服して、個人的な楽しみを追求する行為と同じです。これでは、組織は破綻してしまいます。したがって、けしからん活動は、全責任を負うことと引き換えに、初めて許容されるべきです。

次に、周囲からの反対への対応についてですが、そもそも「けしからん活動」とは、複雑・高度な技術の進歩を目的としていることから、多種多様の無理難題が目前に出現する訳であります。それらの難易度の高さと比較すれば、「周囲からの反対に対応する」ということは、何でもない易しいことのはずです。それくらいのことができなければ、今後両手を大きく広げて目前に立ちはだかる様々な問題を解決することはできないので、それができない人は、けしからん活動はしないほうがよいと思います。

――また、一般に、年齢を重ねるほど、また、何かがあった時に失うものが大きい人ほど、リスクに対する恐怖心は大きくなると思います。一方で、失敗によるネガティブな経験が少ない若い人や、失うものが少ない人はリスクに対して勇敢であることが期待できますが、蛮勇となってしまい、深い傷を負う可能性も高い気がします。適切な安全マージンを見通す能力が必要になると思います。そういった能力を養うにはどうすればよいでしょうか？

そのようなリスクを承知した上で行うのが「けしからん活動」であると思います。したがって、そういったメンタル面は、各個人の責任で適切に対処しなければなりません。対処の方法は、人それぞれであり、一概にこのようにすれば解決するという確立された手法は知りません。一般的に、有資格者や医師によるカウンセリング等が有効であると聞きます。けしからん活動を行うとき、一般的なルーチンワークを行う場合と比べて異質の、多くのストレスがかかります。それを引き受けることを、誰も無理強いしていません。それを引き受けて対処できる人だけが、自由意志で取り組めばよいのです。そうでない人にとっては、これは、手を出してはいけない領域です。

――私の知人で、実験ネットワークを構築した際、複数の端末やノードから大量のトラヒックが発生しても影響が起きないように、ネットワーク機能に帯域制限をかける設定をしていたのですが、設定画面上では設定できるものの、バグがあって有効に働かない場合があり、トラブルを起こした人がいました。幸い実験網だったので大事に至らなかったのですが、使用する機器の膨大な設定条件に対して、どこまでバグが無く動くのかを検証するための判断力、といったものは、どうすれば養われるでしょうか？けしからん技術に携わることは、一つの解になるでしょうか？

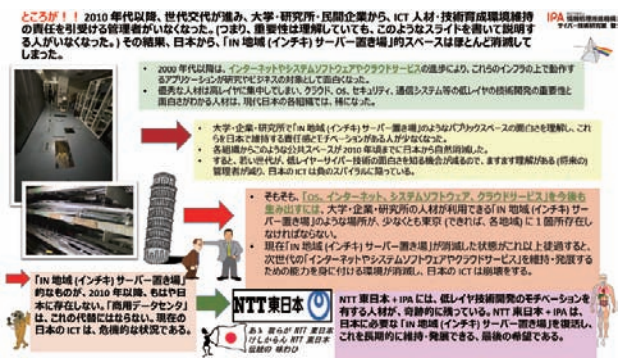
次は、是非、実験網ではなく、現用網、商用網で、リスクのある活動を行うとよいと思います。そうすれば、「高度なこと」を行いつつ、かつ、「トラブルが起きるととんでもないことになるので、そうならないように細心の注意を払

う」という、他では得られない精神状態が得られます。さらに、もしトラブルが起きたら、極めて短時間でそれを直さないと、大変な目に遭うという状態になりますので、より一層頭脳を用いてその問題を解決しないといけないということになります。この瞬間に、頭脳の性能と質が大幅に向上します。つまりは、我々は、常に、かけたリスクに比例したリターンだけが得られます。リスクは小さく、リターンは大きく、というような都合のよい手法は、存在しません。

――研究室に未配属の学生さんや若い社会人の方、あるいは別の理由で、けしからん技術に興味を持ちながら試す環境を得るのにややハードルが高い方がおられると思います。そういった方々に対して、何かアドバイスやコメントはありますでしょうか？

2000年代以前と比較して、2020年代においては、ICTに関する自由な研究などが、大学、企業、役所などでやりづらくなっています。（図10、図11）これは、逆に、競争がないということを意味し、実は皆さんにとってとても有利な状況です。他の人もみな一概にやりづらくなっているのです。わずかな成果でも、その組織内で一位になることができます。同じことを、米シリコン・バレーでやるならば、競争だらけで、すぐに埋もれてしまう場合でも、日本型組織なら、誰もやっていないのです。一旗揚げるために、今よりも良い時代はないと思います。

■図10



■図11

5. 将来展望・その他

――IPAでは、このけしからん技術に関する活動を、今後、どのように展開・発展させようとお考えでしょうか？

色々な日本型大企業や役所などで話をして、若手のけしからん方々に、手法を共有する活動を行います。また、図10、図11のような物理スペースやネットワークを開放したいと考えています。

――標準化に関わる団体である日本ITU協会発行の雑誌ということで、皆様が通信の標準化に関して、標準化の恩恵として感じておられること、残念に思っておられること、今後の標準化に関する活動で期待しておられること等、ありましたら、お願いできないでしょうか？

標準化プロセスで作られた規格や技術と、けしからん技術（デファクト・スタンダード）とは、社会において、程良くバランスしている状態がよいと思います。それぞれ、適応分野が違うと思います。標準化規格に沿ったほうが競争が促進される場合（たいていは、大型設備投資が必要な、FTTHや携帯電話システムのような、コストのかかる、投資の取り返しのつかないインフラ部分）は、参入メーカーの数が多いほど価格が下がるので、標準化は重要であると思います。そうしなければ、ベンダー・ロックインが生じてしまいます。一方、毎日のように変化するインターネット上のアプリケーション分野では、けしからん技術が毎日のように出ていて、標準化はあまり意味がありません。このように、両方のやり方が両立している状態が今後も続くことが、良いことだと思います。

〈編集部注：本文中の図については編集部で選別・挿入〉
出典（いずれも編集・作成：登大遊氏）
図1：2021年JANOG48 Meetingプレゼン資料「インターネット（遮）断」より
図2～6、8、9：「おもしろ・いんちきICT開発手法」より
（図3：オリジナル出典：https://flickr.com/photos/jurvetson/157722937/）
図7、10、11：「日本発クラウド・サイバー技術開発推進事業」より