

IIJR

Internet
Infrastructure
Review

Dec.2021

Vol. 53

定期観測レポート

IIJインフラから見た インターネットの傾向～2021年

フォーカス・リサーチ(1)

マルチテナント環境における オーバーレイネットワークの運用現場 ～IIJ GIOインフラストラクチャー P2 Gen.2 におけるチャレンジ

フォーカス・リサーチ(2)

カーボンニュートラルに向けた データセンターの取り組み

フォーカス・リサーチ(3)

IIJ BCR取得への道のり ～EU GDPR対応、そしてその先へ～

IIJ

Internet Initiative Japan

Internet Infrastructure Review

December 2021 Vol.53

エグゼクティブサマリ	3
1. 定期観測レポート	4
Theme 01 BGP・経路数	4
Theme 02 DNSクエリ解析	6
Theme 03 IPv6	8
Theme 04 モバイル業界状況とトラフィック傾向	11
Theme 05 IJバックボーン	13
2. フォーカス・リサーチ(1)	16
2.1 IJの新世代IaaS「P2 Gen.2」とは	16
2.2 SDN技術を活用したオーバーレイネットワーク	18
2.3 VMware NSX-Tによるオーバーレイネットワークのメリット	19
2.4 運用の課題とその解決方法	20
2.5 今後の展望	22
3. フォーカス・リサーチ(2)	24
3.1 はじめに	24
3.2 松江データセンターパークの実績	25
3.3 白井データセンターキャンパスの取り組み	28
3.4 カーボンニュートラルデータセンターモデル	33
3.5 さいごに	37
4. フォーカス・リサーチ(3)	38
4.1 BCR承認取得の決定	38
4.2 BCRとは何か?	40
4.3 世界の個人データ保護の動き	42
4.4 IJ BCR取得への道のり	46
4.5 今後について	46

エグゼクティブサマリ

現代社会は情報通信技術で動いているといっても過言ではありません。どんな社会活動においてもコンピュータや通信ネットワークが介在しないことはなく、情報通信技術による高度化・効率化の恩恵を受けています。社会活動を支えるインフラとして、エネルギー・運輸・行政サービス・金融などが挙げられますが、いずれも情報通信技術なくして機能しません。そうしたなか、我が国においても主要な金融機関や電気通信事業者の設備が障害により停止し、金融・通信サービスに影響が出るという事故が発生しています。高度情報化社会では、情報通信に対する信頼性がますます求められるようになり、その信頼性を担保するための事業者のガバナンスに対する要求も高まっていると認識しています。インターネットが社会を支えるインフラであることは疑う余地もなく、IIJの運用するネットワークもその一部として、社会を支えていることを常に意識し、事業者として信頼性の高いサービスを提供し続けるため、日々、技術開発に努め、社会の期待に応えていきたいと考えています。

「IIR」は、IIJで研究・開発している幅広い技術を紹介しており、日々のサービス運用から得られる各種データをまとめた「定期観測レポート」と、特定テーマを掘り下げた「フォーカス・リサーチ」から構成されます。

1章の「定期観測レポート」は、IIJインフラから見たインターネットの傾向の2021年版です。インターネット上のIPv4及びIPv6経路数、利用者に提供しているフルリゾルバから得られるDNSのクエリの解析、IPv6及びモバイルのトラフィック、東京オリンピック期間中のトラフィックを分析しました。インターネットの拡大により、各種リソースやトラフィックの伸びが継続すると共に、DNSにおけるAAAAレコードやHTTPSレコードの問い合わせの増加、IPv6トラフィックの絶対量の増加など、プロトコルの着実な移行が観測されています。

2章の「フォーカス・リサーチ(1)」では、2021年10月にリリースしたIIJのクラウドサービス「IIJ GIOインフラストラクチャー P2 Gen.2」で新しく開発したネットワークにおけるチャレンジと、今後の展望について解説します。VMware NSX-Tを利用しつつも、インフラを効率的に運用する仕組みは内製で作り込み、モニタリングやキャパシティプランニングに活用しています。現在は、データセンター内、あるいは、データセンター間のネットワークを構築していますが、将来的にはエッジに分散配置されるリソースとの接続にも拡張すべく、開発を進めています。

3章の「フォーカス・リサーチ(2)」では、「カーボンニュートラルに向けたデータセンターの取り組み」と題して、IIJの松江データセンターパークと白井データセンターキャンパスでの取り組みを紹介します。松江における日本初の商用外気冷却方式モジュール型データセンターと三相4線の給電方式、白井における直接外気冷却方式、システムモジュール、AI制御、リチウムイオン蓄電池など、IIJが実際に導入した技術に考察を加えており、カーボンニュートラルが求められる昨今、興味深く読んでいただけたらと思います。

4章の「フォーカス・リサーチ(3)」は、IIJグループのBCR(Binding Corporate Rules: 拘束的企業準則)への取り組みについてです。IIJグループでは、EUの個人情報保護法であるGDPR(General Data Protection Regulation)に対応するためBCRを制定し、2021年8月5日にドイツの主任監督機関から承認を受けました。本章では、BCRやGDPRに加えて、世界の個人データ保護の動きを解説したうえで、IIJグループのBCR承認までの経緯を紹介しています。2016年にイギリスでBCRを提出した後、イギリスのEU離脱もあり、最終的にはドイツで承認された貴重な記録です。

IIJは、このような活動を通してインターネットの安定性を維持しながら、日々、改善・発展させていく努力を行っています。今後も企業活動のインフラとして最大限に活用いただけるよう、様々なサービスやソリューションを提供し続けてまいります。



島上 純一 (しまがみ じゅんいち)

IIJ 取締役 CTO。インターネットに魅かれて、1996年9月にIIJ入社。IIJが主導したアジア域内ネットワークA-BoneやIIJのバックボーンネットワークの設計、構築に従事した後、IIJのネットワークサービスを統括。2015年よりCTOとしてネットワーク、クラウド、セキュリティなど技術全般を統括。2017年4月にテレコムサービス協会MVNO委員会の委員長に就任。

IIJインフラから見たインターネットの傾向 ～2021年

インターネットサービスを提供するIIJは、国内でも有数規模のネットワーク・サーバインフラを運用しています。ここでは、その運用によって得られた情報から、この1年間のインターネットの動向について報告します。今回は、BGP経路、DNSクエリ解析、IPv6、モバイルの各視点から変化の傾向を分析しました。またIIJバックボーンにおけるBGP ROV導入後の状況についても解説します。

Theme 01

BGP・経路数

最初に、IIJ網から他組織に広報している「IPv4フルルート」の情報(表-1)及び「IPv4フルルート」に含まれるunique IPv4アドレス数の情報(表-3)を確認します。ちなみに「2021年初め」と

予測されていたAPNICのIPv4アドレス在庫完全枯渇はこの1年の間には発生しませんでした。

経路の年間増加数は10年ぶりに+4万を下回りました。/21から/24までの経路の増加数も昨年を下回っており、85万超となった経路総数もそろそろピークを迎えるのかも知れません。なお/8経路数とuniqueアドレス数の大幅増加が目を引きますが、/8経路の増加分はすべてAS8003が広報元でした。AS8003(後にAS749に変更)の広報経路は特殊な目的によるものとの情報があるため、仮にそれら(計765経路)の影響を除去すると/8経路数は減少(-2)、uniqueアドレス数は増加ではあるもののごくわずか(約28.6億)という結果になっています。

表-1 「IPv4フルルート」に含まれるプレフィクス長ごとの経路数の推移

年月	/8	/9	/10	/11	/12	/13	/14	/15	/16	/17	/18	/19	/20	/21	/22	/23	/24	total
2012年9月	19	14	29	84	236	471	838	1526	12334	6349	10710	20927	30049	31793	42007	39517	219343	416246
2013年9月	16	11	30	93	250	480	903	1613	12748	6652	10971	22588	32202	34900	48915	42440	244822	459634
2014年9月	16	12	30	90	261	500	983	1702	13009	7013	11659	24527	35175	37560	54065	47372	268660	502634
2015年9月	18	13	36	96	261	500	999	1731	12863	7190	12317	25485	35904	38572	60900	52904	301381	551170
2016年9月	16	13	36	101	267	515	1050	1767	13106	7782	12917	25229	38459	40066	67270	58965	335884	603443
2017年9月	15	13	36	104	284	552	1047	1861	13391	7619	13385	24672	38704	41630	78779	64549	367474	654115
2018年9月	14	11	36	99	292	567	1094	1891	13325	7906	13771	25307	39408	45578	88476	72030	400488	710293
2019年9月	10	11	37	98	288	573	1142	1914	13243	7999	13730	25531	40128	47248	95983	77581	438926	764442
2020年9月	9	11	39	100	286	576	1172	1932	13438	8251	14003	25800	40821	49108	101799	84773	473899	816017
2021年9月	16	13	41	101	303	589	1191	2007	13408	8231	13934	25276	41915	50664	106763	91436	497703	853591

表-2 「IPv6フルルート」に含まれるプレフィクス長ごとの経路数の推移

年月	/16-/28	/29	/30-/31	/32	/33-/39	/40	/41-/43	/44	/45-/47	/48	total
2012年9月	102	45	34	4448	757	445	103	246	168	3706	10054
2013年9月	117	256	92	5249	1067	660	119	474	266	5442	13742
2014年9月	134	481	133	6025	1447	825	248	709	592	7949	18543
2015年9月	142	771	168	6846	1808	1150	386	990	648	10570	23479
2016年9月	153	1294	216	8110	3092	1445	371	1492	1006	14291	31470
2017年9月	158	1757	256	9089	3588	2117	580	1999	1983	18347	39874
2018年9月	168	2279	328	10897	4828	2940	906	4015	2270	24616	53247
2019年9月	192	2671	606	12664	6914	3870	1566	4590	4165	34224	71462
2020年9月	205	3164	641	14520	9063	4815	2663	5501	4562	45160	90294
2021年9月	223	3628	705	20650	13050	10233	4170	11545	5204	61024	130432

次に「IPv6フルルート」の情報(表-2)及び「IPv6フルルート」に含まれるunique IPv6 /64ブロック数の情報(表-3)を確認します。

経路総数は昨年の予想を大きく超えて約1.5倍の13万超となりました。IPv4と合わせるとほぼ100万経路に達したことでネットワーク機器の対応に苦労された方もいらっしゃるかも知れません。一方でunique /64ブロック数の増加は5%弱しかありませんでした。経路総数の58.6%、増加数の79.1%がuniqueブロック数の加算に寄与しない、プレフィクス長のより短い経路情報が他に存在する経路であったことが、主な理由と考えられます。エンドサイトへのIPv6導入が更に進んでいると推測できる結果ではあるのですが、集約されない経路広報が今後の経路数増加の主流になるとなれば少々残念でもあります。

最後に「IPv4/IPv6フルルート」広報元AS(Origin AS)数を確認します(表-4)。なおこの1年の間にAPNICに6144、ARINに2048の32-bit only AS番号が追加割り振りされています。

16-bit AS番号Origin ASの減少及び32-bit only AS番号Origin ASの増加は共に昨年の2倍程度となりました。Origin AS総数の46.7%は32-bit only ASであり、来年には50%を超えると予測されます。またIPv6経路を広報するAS("IPv6-enabled")も大きく増加し全体の34.5%を占めるに至りました。中でもIPv6経路のみを広報する32-bit only ASの増加が顕著であり、その9割はAPNIC地域のASでした。このようなASの増加がIPv6導入が進む中での一時的な現象であるのか、または昨今のIPv4アドレス価格高騰などによって生じた必然的な流れであり継続していくのか、来年も注目したいと思います。

表-3 「IPv4フルルート」に含まれる unique IPv4アドレス総数及び「IPv6フルルート」に含まれる unique IPv6 /64ブロック総数の推移

年月	IPv4 アドレス数	IPv6 /64ブロック数
2012年9月	2,588,775,936	41,097,754,610
2013年9月	2,638,256,384	20,653,282,947
2014年9月	2,705,751,040	62,266,023,358
2015年9月	2,791,345,920	31,850,122,325
2016年9月	2,824,538,880	26,432,856,889
2017年9月	2,852,547,328	64,637,990,711
2018年9月	2,855,087,616	258,467,083,995
2019年9月	2,834,175,488	343,997,218,383
2020年9月	2,850,284,544	439,850,692,844
2021年9月	3,036,707,072	461,117,856,035

表-4 「IPv4/IPv6フルルート」の広報元AS数の推移

AS番号	16-bit(1~64495)					32-bit only(131072~419999999)				
	IPv4+IPv6	IPv4のみ	IPv6のみ	total	(IPv6-enabled)	IPv4+IPv6	IPv4のみ	IPv6のみ	total	(IPv6-enabled)
2012年9月	5467	33434	125	39026	(14.3%)	264	2565	17	2846	(9.9%)
2013年9月	6579	34108	131	40818	(16.4%)	496	3390	28	3914	(13.4%)
2014年9月	7405	34555	128	42088	(17.9%)	868	4749	55	5672	(16.3%)
2015年9月	8228	34544	137	42909	(19.5%)	1424	6801	78	8303	(18.1%)
2016年9月	9116	33555	158	42829	(21.7%)	2406	9391	146	11943	(21.4%)
2017年9月	9603	32731	181	42515	(23.0%)	3214	12379	207	15800	(21.7%)
2018年9月	10199	31960	176	42335	(24.5%)	4379	14874	308	19561	(24.0%)
2019年9月	10642	31164	206	42012	(25.8%)	5790	17409	432	23631	(26.3%)
2020年9月	11107	30374	229	41710	(27.2%)	7653	19668	574	27895	(29.5%)
2021年9月	11465	29219	302	40986	(28.7%)	9514	21108	5242	35864	(41.1%)

DNSクエリ解析

IJでは利用者がDNSの名前解決を利用できるようフルリゾルバを提供しています。ここでは、名前解決の状況を解説し、IJで2021年10月6日に行ったフルリゾルバの1日分の観測データから、主にコンシューマサービス向けに提供しているサーバのデータに基づいて分析と考察を行います。

フルリゾルバは利用者からの問い合わせに応じて名前解決機能を提供します。具体的には、名前を解決するためrootと呼ばれる最上位のゾーン情報を提供する権威ネームサーバのIPアドレスを手がかりとして、問い合わせを行い、適宜権威ネームサーバをたどって必要なレコードを探します。フルリゾルバで毎回反復問い合わせを行っている場合、負荷や遅延の影響が問題となるため、得られた情報はしばらくキャッシュしておいて再び同じ問い合わせを受けた場合にはそのキャッシュから応答しています。最近はこの他にも家庭用ルータやファイアウォールなど、通信経路上の機器にもDNS関連の機能が実装されており、DNS問い合わせの中継や制御ポリシーの適用に関わっている場合があります。また、Webブラウザなど一部アプリケーションでは独自の名前解決機能を実装している場合があり、OSの設定に依存しない名前解決を行っている場合もあります。

ISPは接続種別に応じてPPPやDHCP、RA、PCOなどの通知手段を利用してフルリゾルバのIPアドレスを利用者に伝え、利用者端末が名前解決用のフルリゾルバを自動設定できるようにしています。ISPは複数のフルリゾルバを利用者に伝えられる

他、利用者は自身でOSやWebブラウザなどの設定を変更して利用するフルリゾルバを指定、追加することもできます。端末に複数のフルリゾルバが設定されている場合、どれを利用するかは端末の実装やアプリケーションに依存するため、フルリゾルバ側では利用者が総量としてどの程度の問い合わせを行っているか分かりません。このため、フルリゾルバでは問い合わせ動向を注視しながら、常に処理能力に余裕を持たせた運用を心がける必要があります。

IJが提供するフルリゾルバの観測データを見てみると、利用者の利用傾向を示すように時間帯によって問い合わせ量が変動し、朝4時20分ごろに問い合わせ元のIPアドレス当たり最小の0.12query/sec、夜21時ごろにピークを迎えて0.30query/sec程度になり、昨年と比べてどちらも+0.06ポイントの伸びを見せています。昨年の傾向と比べると、利用が増える日中帯はそれほど傾向に違いが見られない時間帯もありますが、深夜帯で1.8倍前後の問い合わせ数の伸びとなっており、傾向の変化が見取れます。ほぼ全時間帯で伸びを示しているため、端末の制御や生死確認、定期的な作業など、何らか自動的に機構による問い合わせが数値を押し上げていることが考えられます。

問い合わせ傾向を通信に使われたIPv4とIPv6のIPプロトコル別に見てみると、昨年と比較してIPv4でのIPアドレス当たりの問い合わせが増えていました。これは前述した自動的に機構による問い合わせが数値を押し上げている可能性や、実装の変化などが要因として考えられます。また問い合わせ元IP数の傾向で見ると、日中帯はIPv6による問い合わせ元IP数がIPv4より多く、深夜帯はIPv4の問い合わせ元IP数がIPv6による問い合わせ

を上回っています。朝は6時50分ごろにほぼ同数となり、夜は22時10分ごろにほぼ同数となっています。問い合わせ数全体での傾向もIPv4による問い合わせ数増加の影響を受けており、昨年までと異なり、IPv4を通信に使った問い合わせが全体の約59%、IPv6が約41%となっています。

近年の特徴的な傾向として、朝方の毎正時などキリの良い時刻に一時的に問い合わせが増加しています。問い合わせ元数も同時に増えていますし、特に朝7時には顕著に傾向が見られるため、利用者の端末でタスクをスケジュールしたり、目覚まし機能などで端末が起動したりすることに伴う機械的なアクセスが原因ではないかと推測しています。昨年は毎正時の20秒前と14秒前、10秒前に問い合わせが増加していましたが、今年は20秒前の問い合わせ増加があまり見えなくなり、一昨年と同様に毎正時の14秒前と10秒前の問い合わせが増加しています。毎正時に増加する問い合わせ量では急な増加後、緩やかに問い合わせ量が減っていくのに比べて、毎正時前の増加では急な増加の直後にそれまでの問い合わせ量程度に戻っています。つまり多くの端末が綺麗に同期して問い合わせを行っていることから、何かすぐに完了する軽量のタスクが実行されているのではないかと推測しています。例えば接続確認や時刻同期など基本的なタスクを本格的なスリープ解除前に終わらせ

るような機構があり、これに利用されている問い合わせが影響していると予想しています。

問い合わせレコードタイプに注目すると、ホスト名に対応するIPv4アドレスを問い合わせるAレコードとIPv6アドレスを問い合わせるAAAAレコードが全体の約8割を占めています。AとAAAAの問い合わせ傾向は通信に利用されるIPプロトコルで違いが見られ、IPv6での問い合わせではより多くのAAAAレコード問い合わせが見られます。IPv4での問い合わせでは、全体の64%程度がAレコード問い合わせ、21%程度がAAAAレコード問い合わせです(図-1)。一方IPv6での問い合わせでは、全体の44%程度がAレコード問い合わせ、36%程度がAAAAレコード問い合わせとAAAAレコード問い合わせの比率が高まっています(図-2)。昨年と比べるとIPv4で-15ポイント、IPv6で-7ポイント程度Aレコードの問い合わせが減少しています。昨年から観測され始めたHTTPSタイプのDNS問い合わせがIPv4で11%、IPv6で18%程度を占めており、昨年と比べるとIPv4で+9ポイント、IPv6では+12ポイントと大きな伸びを示しています。HTTPSレコードの問い合わせ傾向はAAAAレコードと相関があるように見え、すべての時間帯でHTTPレコードの問い合わせはAAAAレコードの問い合わせの約半数となる傾向が見えています。

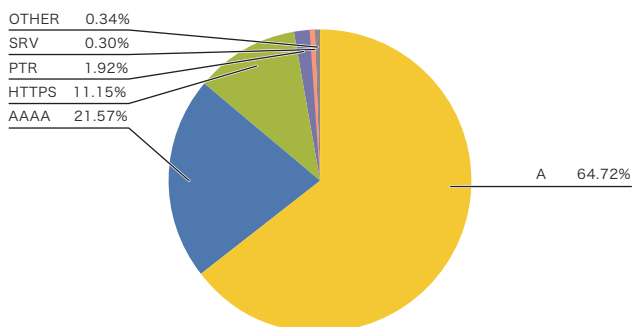


図-1 クライアントからのIPv4による問い合わせ

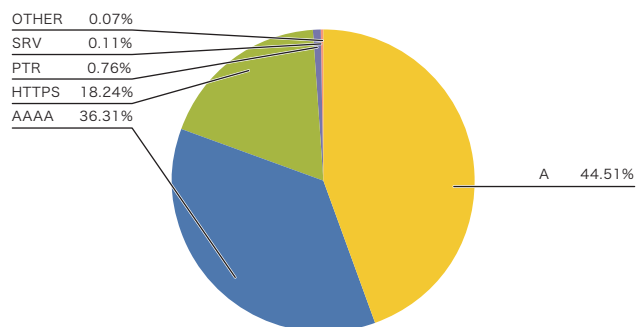


図-2 クライアントからのIPv6による問い合わせ

IPv6

今回もIJJバックボーンのIPv6トラフィック量、送信元AS、主なプロトコルについて見ていきます。

■ トラフィック

IJJのコアPOP(東京3カ所、大阪2カ所、名古屋2カ所)のバックボーンルータで計測したトラフィックを図-3に示します。なお、今回はシステムの都合上、1年分のデータではなく、2021年初頭から9月30日までの9カ月間のデータとなっています。

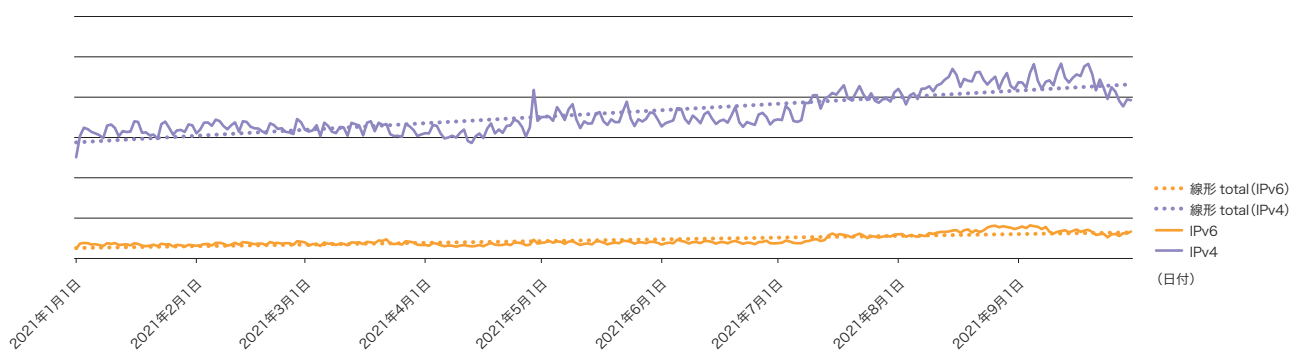


図-3 IJJコアPOPのバックボーンルータで計測したトラフィック

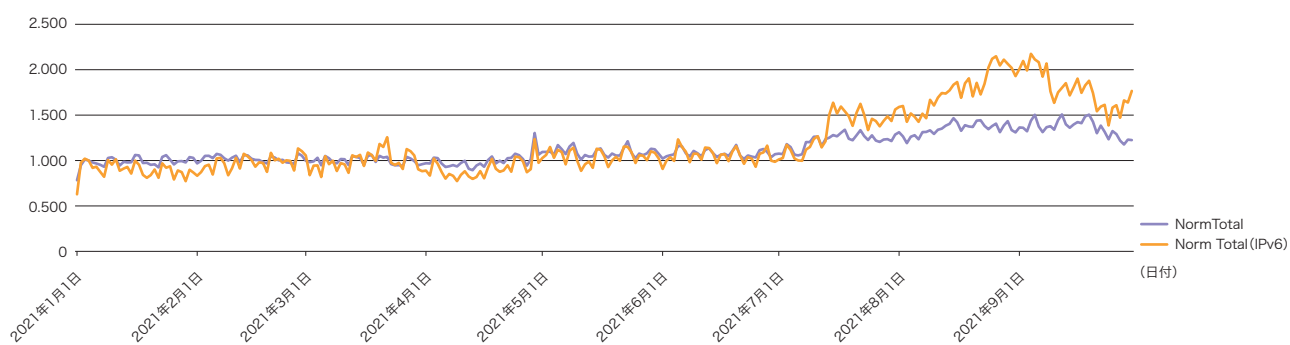


図-4 1月4日のトラフィックを1としたときの変動状況

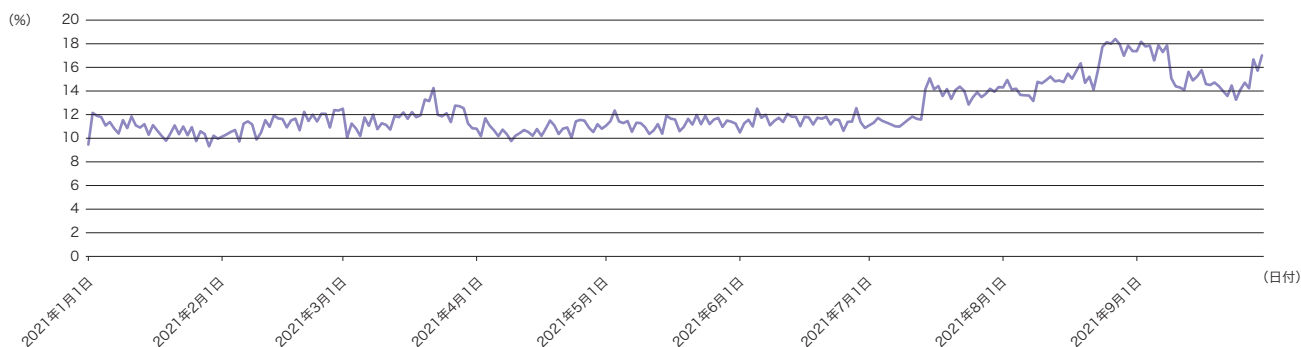


図-5 トラフィック全体に占めるIPv6の比率

2021年のトラフィック量は、昨年あまり増加しなかった反動からか、IPv6もIPv4も右肩上がり伸び、特に後半に大きく増加しています。図-4の正規化グラフ(仕事始めの1月4日を1として正規化)を見ると分かる通り、IPv6が年初比で1.7倍以上、IPv4で1.2倍以上となりました。また8月中旬から9月上旬にかけて山があり、IPv6が一時的ではありますが年初比で2.2倍近く、IPv4でも1.5倍のトラフィックが計測された時期もありました。

全体に占めるIPv6比率を図-5に示します。IPv6トラフィックは年々増加を続けていますが、まだIPv4と比べると絶対的な量としては大分少ない状況です。ただ、この報告が始まった2017年は地を這うようなトラフィックグラフだったことを考えると、4年で随分と伸びてきているとも思います。今回このレポートは5回目になりますので、1回目からのIPv6/IPv4比率を表-5にまとめてみます。

2020年はCOVID-19による影響と思われる伸びの鈍化がありましたが、今回の計測結果を見ると、年々順調にIPv6の利用が増加していることは確かです。

■ 送信元組織 (BGP AS)

次に、2021年1月1日から2021年9月30日までのIPv6とIPv4の平均トラフィック送信元組織(BGP AS番号)の上位を図-6と図-7に示します。

IPv6の送信元最上位は変わらずA社となっています。占有率は3ポイント下がり、11%となりました。今回は2位以下の組織が大きく変わっており、2位は日本の大手コンテンツ業者のB社で8%、3位が米国大手CDN事業者であるC社で4%、4位米国大手デジタル機器メーカーのD社で3%となっています。

今回2位となったB社については、7月中旬ごろから急激にトラフィック量が伸び、2ヵ月ほどで2位に上がってくるほど利用が激増しました。かなり大規模にIPv6の利用推進を実行したことが想像されます。いよいよ日本の大手コンテンツ事業者でもIPv6推進の具体的な動きが見えるようになり、今後の他社動向も注目してみたいと思います。

表-5 IPv6比率の推移

	2017年 IIR Vol.37	2018年 IIR Vol.41	2019年 IIR Vol.45	2020年 IIR Vol.49	2021年 IIR Vol.53
IPv6比率	4%	6%	10%	10%	16%

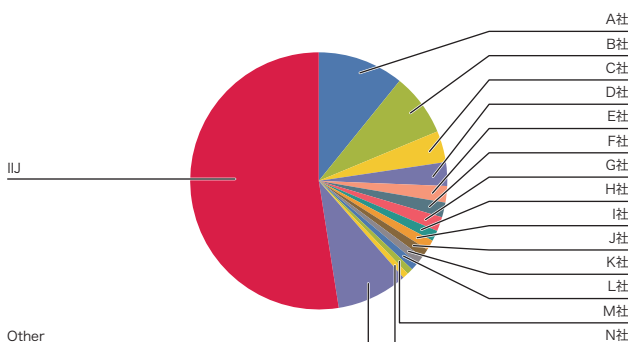


図-6 IPv6の平均トラフィック送信元組織 (BGP AS番号)

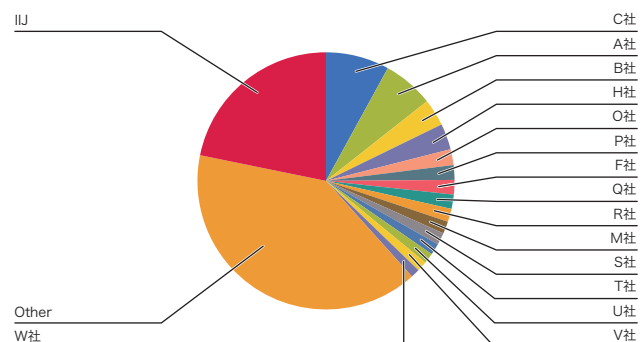


図-7 IPv4の平均トラフィック送信元組織 (BGP AS番号)

■ 利用プロトコル

IPv6トラフィックのProtocol番号(Next-Header)と送信元ポート番号で解析したグラフを図-8に、IPv4トラフィックのProtocol番号と送信元ポート番号のグラフを図-9に示します。期間は2021年10月4日(月)から10月10日(日)までの1週間です。

IPv6、IPv4共に昨年とほぼ同じ利用プロトコル構成となっており、あまり大きな変化はありませんが、引き続きTCP 80が減少傾向で、HTTPからHTTPSまたはQUICへの移行が進んでいると思われる。QUICは2021年5月に正式にRFC9000となりましたので、今後更に利用が伸びていくことでしょう。

トラフィックの絶対量は示せませんが、IPv6は昨年と比べ倍ほどに伸びていると共に、夕方から夜にかけての伸びが大きくなっています。先ほど送信元組織の中でも触れましたが、大手

コンテンツ事業者やCDNのIPv6対応が進んでいることから、個人的な利用(ゲームやエンターテイメント)が伸びていると考えられます。

■ まとめ

昨年の停滞の反動で、今年はIPv6/IPv4共に大きくトラフィックが伸びることとなりました。IPv6は比率としても順調に伸びてきており、来年には2割を超えることも十分考えられる状況になりました。日本の大手コンテンツ事業者も本格的にIPv6利用を開始したようですし、CDN事業者が配信するトラフィックでもIPv6対応となっているものが増えているようです。

日本のISP事業者としては、第2第3の日本の大手コンテンツ事業者のIPv6対応を期待しながら、業界の動向を注視したいと思います。

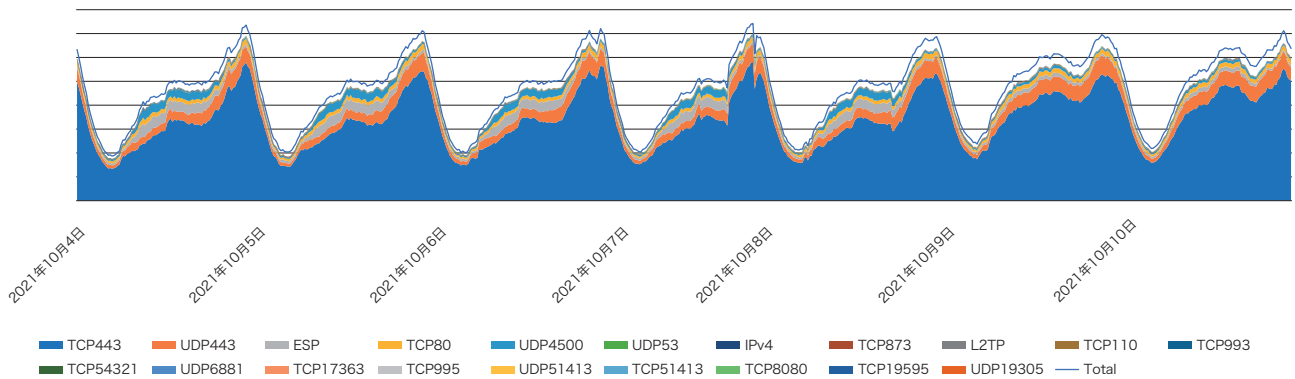


図-8 IPv6トラフィックの送信元ポート解析

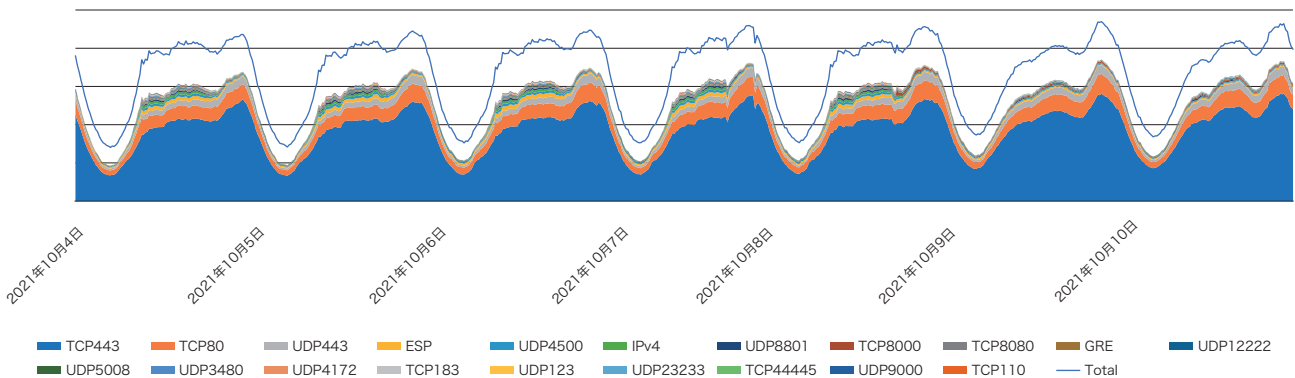


図-9 IPv4トラフィックの送信元ポート解析

Theme 04

モバイル業界状況とトラフィック傾向

昨年、菅政権下で行われた「携帯電話料金の値下げ」の政策により、ここ1年間のモバイル通信業界は様々な形でサービス体制の見直しを迫られることとなりました。IIJでも2021年4月1日より「IIJmioモバイルサービス ギガプラン(以下、ギガプラン)」をリリースしました。サービス提供者としては、どれだけ顧客を獲得していくかを課題として様々な施策を講じますが、ここでは設備の観点からどのような点に対して対応を進めたのかをまとめます。

設備観点では、安定的な品質を保ちつつ、コストに関してもできる限り抑えることを目標に進めました。品質を考える上では、「ユーザ数の増減はどうなるのか」「その予測に対していつまでに対応を進めておかなければならないか」が重要になります。通常ではトラフィック傾向(日次でどの時間帯にピークがくる、など)も考慮する必要がありますが、今回はIIJmioのお客様であることに変わりはないのでトラフィック傾向は考慮に入れません。

ユーザ数の予測に関してはサービスの企画を担当している部門から提供されます。平常時は、ユーザ数の予測に応じてMNOとの相接における帯域を検討し、増減速の対応を行っています。ギガプランリリース時においては、より精緻な予測値にするためにギガプランの申込数を注視し増速値を決めるという対応を行いました。その結果、ギガプランリリース時においても、品質面で大きな問題はありませんでした。

ギガプランリリース後、設備面では、今後拡充されていくサービスに対応し、ボトルネックとならない環境の構築が課題となります。実際に進めたのが、MNOとの相接の設備にあるPGW(Packet data network GateWay)における収容の見直しです。PGWはMNOに設置されているSGWと相接しており、弊社内でも複数のPGWが冗長化されて運用しています。PGWに関してはギガプランの企画が出る前から増強が計画されており設備の準備を進めていましたが、ギガプランのリリースの影響で急ぎIIJmioの対応を進めることになりました。

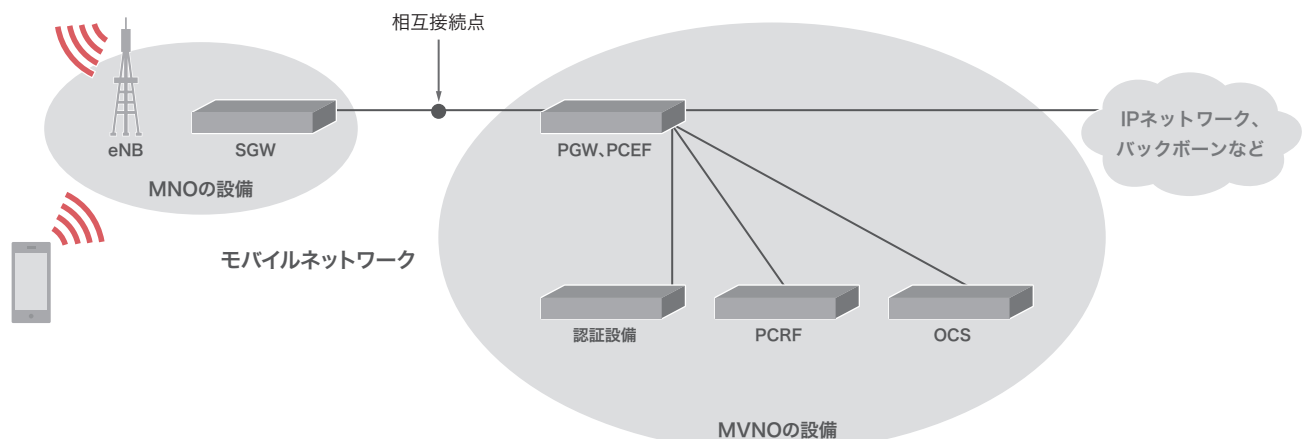


図-10 携帯電話からMVNOのネットワークへの接続シーケンス

2021年6月ごろ(図-11での中央付近)にIIJmioを収容するPGWを増設しています。その結果トラフィック量が1.4倍程度増加しました。これは単にPGWの増設だけが原因ではなく、次の要因があったと考えています。

- ・ 収容するPGWを増設しIIJmioの処理をさばける許容量が増加した
- ・ ギガプランのリリースによりユーザ数も増加した
- ・ ギガプランの容量プラン設定により1ユーザ当たりのトラフィック量が増加した

ただ、ここまでトラフィック量の増加が顕著に出るといえるのは驚きではありません。

また、2021年10月ごろ(グラフ右端付近)においても新たにIIJmioを収容するPGWを増設しました。増設した規模は6月に実施したものと同等ではありませんでしたが、トラフィック量は直前に比べ1.3倍程度増加した状況になりました。こちらに関しては、ギガプランリリース直後のユーザ数増加の影響ではなくPGWの収容効率が上がったことが要因と考えています。

モバイル設備はどれだけコストをかけずに安定的な品質のサービスを提供するかが重要になっています。今後も必要に応じて様々な手法を考えながらモバイルサービスの品質を向上させていきたいと思っています。

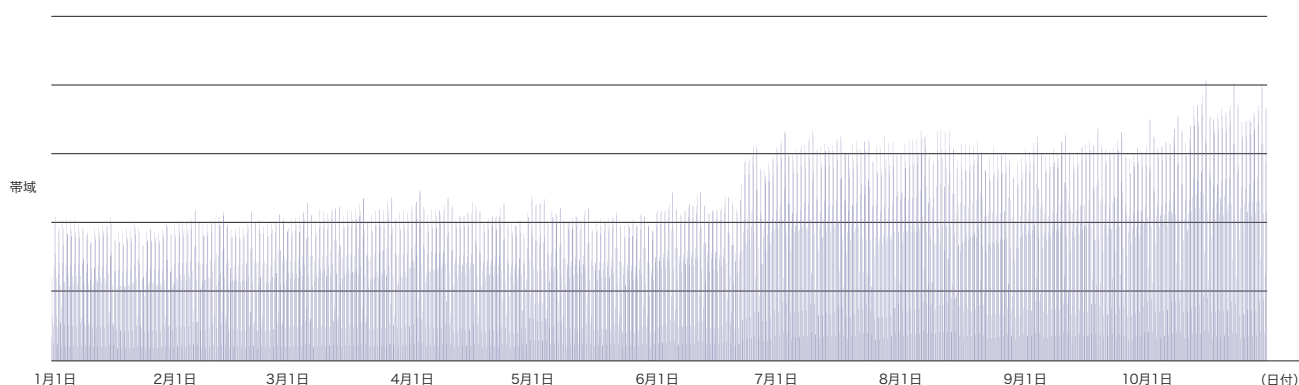


図-11 IIJmio インターネット向けトラフィック量の推移(2021年1月～10月)

Theme 05

IIJバックボーン

昨年は、IIJにてRPKIを利用したROVの導入前の状況について紹介しました。その後昨年12月に予定通りIIJの対外接続ポイントでのROV導入が完了し、もうすぐ1年が経過しようとしています。

IIJのROAキャッシュサーバで観測しているもので2020-10と2021-10現在を比べて、登録されているunique prefix数はIPv4で1.5倍、IPv6で1.75倍程度となり、また登録unique Origin AS数もIPv4で1.49倍、IPv6で1.4倍程度増加しており、着実に増加しています。IIJのBGP経路で観測できるOrigin ASを母数としてROAで登録されているunique AS数の割合を昨年と比べると、IPv4では11%程度、IPv6で1.8%程度上昇しているように見えます。一方でJPNIC管理のASリスト (<https://www.nic.ad.jp/ja/ip/as-numbers.txt>) に目を向けると、IIJのBGP経路で見えるJPNIC管理のAS数のうちROAとして登録されているAS数の割合は昨年よりも増加しているもののまだ15.5%程度となります。IIJで導入しているROVは世界的にも順次導入が進んでいるため、インターネットアドレスなどのリソースを保持している事業者はROAを登録するだけでも効果はありますので、今後国内の登録がより活発化していくことを期待したいと思います。

今年は東京オリンピックが開催されましたので、大会期間中のIIJのトラフィックの状況について触れたいと思います。新型コロナウイルスの影響により2020年から延期された今回の東京オリンピックですが、開会式も含めてほとんどの競技が無観客という異例の大会になりました。こうした一大イベントはイベントに直接関わらない通信事業者にとっても非常に気を遣うものとなります。様々なインシデントに向けた準備はもちろんです。昨今リッチなコンテンツが簡単に利用できる環境が揃ってきているため、普段とは異なるトラフィックの動きや突発的なトラフィック変動に気を配る必要が出てきます。我々のインフラ設備もどれだけ用意しておけばよいかという答えが出ているわけではありませんので、普段のトラフィック傾向から推測してキャパシティを準備することになります。今回の大会はそれに加えて無観客試合の決定やパブリックビューイングの中止が、開催日を目前に控えて次々と発表されていきました。そうなるとう家庭などのテレビで視聴する人やインターネットを利用して中継を見る人などの増加が予想され、IIJでも大会の直前までもともと用意していた一部の設備のキャパシティの増強を実施したり、IIJ以外のISP事業者との連携を実施したりと、準備を進めていきました。

今回は7月11日から8月14日までの5週間の東阪のトラフィック及びIJにおける国内の対外接続とのトラフィックデータを元に各週のトラフィックグラフを重ねて載せてみました(図-12、

図-13)。オリンピック期間中の7月21日から8月8日までは実線、それ以外の期間は点線で示してあります。

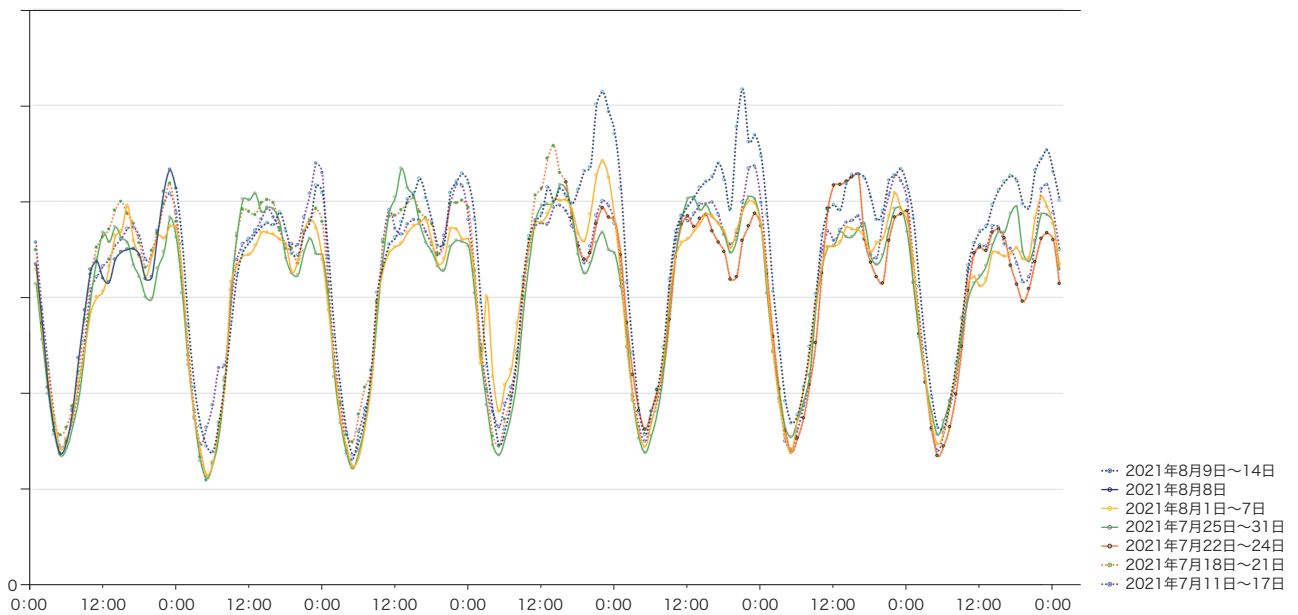


図-12 東阪トラフィック

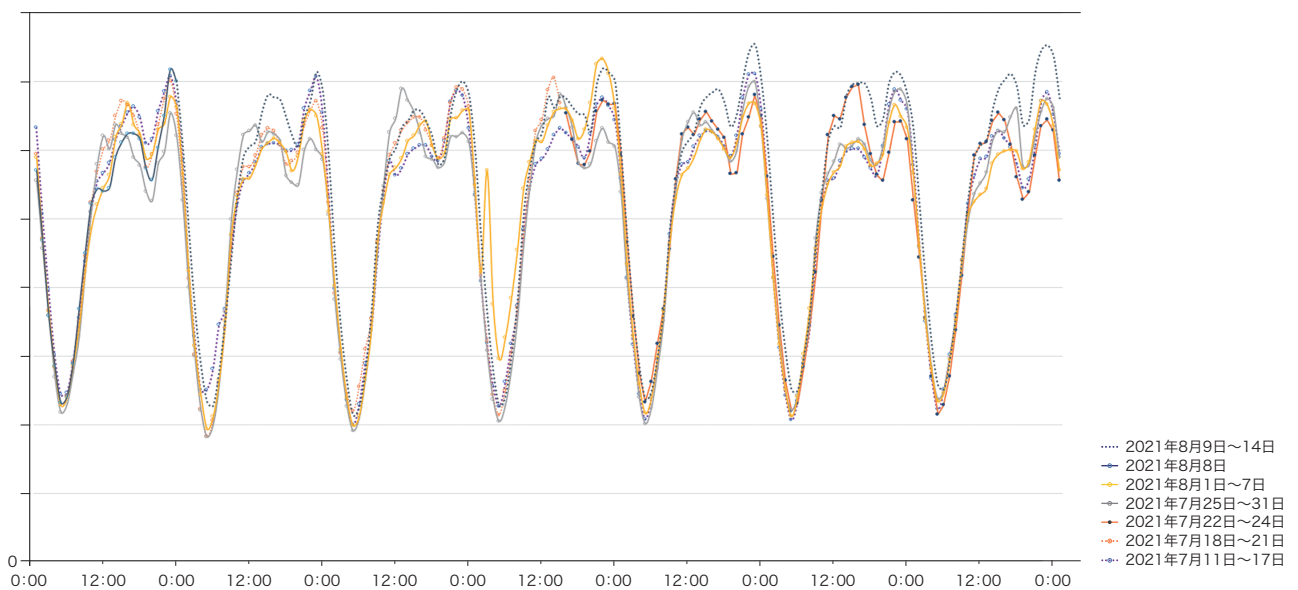


図-13 国内相互接続トラフィック

グラフにあるとおり、オリンピック期間中に大幅にトラフィックが増加または減少する変化は見られませんでした。すべて同じ傾向というわけではありませんが、昼間のトラフィックは普段と大きく変わらず、トラフィックの多い18:00から23:00までの時間帯においては普段より数%程度少ないという傾向となりました。7月23日の開会式20時台の東阪のトラフィックにおいては前週の同じ曜日の同時間と比べて17%程度低下していたようでした。この時間帯においては普段のインターネットの利用が減り開会式をテレビで視聴する人が少し多かったのかもしれませんが。

先に書いたROVの導入も含め、オリンピックというイベントに向けて様々な準備をしてきたわけですが、終わってみればトラフィックも普段と大きく変わらず、大会期間中大きなインシデントや障害などもなく落ち着いた期間であったように思えます。このようなイベント時に限らず、いつでも安心して利用できるインフラを目指し拡大していきたいと思います。

執筆者:

1.BGP・経路数

倉橋 智彦 (くらはし ともひこ)

IJ 基盤エンジニアリング本部 運用技術部 技術開発課

2.DNSクエリ解析

松崎 吉伸 (まつざき よしのぶ)

IJ 基盤エンジニアリング本部 運用技術部 技術開発課

3.IPv6

佐々木 泰介 (ささき たいすけ)

IJ 基盤エンジニアリング本部 ネットワーク技術部 副部長

4.1年のモバイル業界状況とトラフィック傾向

齋藤 毅 (さいとう つよし)

IJ 基盤エンジニアリング本部 ネットワーク技術部 モバイル技術課長

5.IJバックボーンにおけるBGP ROV導入

津辻 文亮 (つづじ ふみあき)

IJ 基盤エンジニアリング本部 ネットワーク技術部 ネットワーク企画課長

マルチテナント環境におけるオーバーレイネットワークの運用現場 ～ IJ GIOインフラストラクチャーP2 Gen.2におけるチャレンジ

2.1 IJの新世代IaaS「P2 Gen.2」とは

IJは、IJ GIOブランドの元で開発・提供してきたパブリック型IaaSとプライベート型IaaSを完全統合し、それぞれの特徴を活かした新しいIaaSを「IJ GIOインフラストラクチャーP2 Gen.2」(以下、P2 Gen.2)として2021年10月1日にリリースしました。P2 Gen.2はVMware vSphereベースのプライベートクラウドの特徴を活かしながら、パブリッククラウドのメリットを最大限享受いただけるようにデザインした新世代のIaaSです。

P2 Gen.2はお客様に継続してご利用いただけるよう、次世代を見越したアーキテクチャを採用しています。本稿ではネットワークにフォーカスしP2 Gen.2サービス開発・運用現場の理想と現実を紹介します。

我々は「10年後も継続してご利用いただけるサービス基盤」を目指しP2 Gen.2を開発・運用しています。変化の激しい昨今の状況で10年後を予測することはできません。ただ、サービスとしてはお客様が望む限りはずっと使い続けていただけ

るものであるべし、という思いがここに込められています。DX(Digital transformation)のかけ声の下、クラウドを前提にしたシステム新規開発が増えています。ですが、DXを下支えするために既存のシステムを維持・改修することもエンタープライズITの現場では重要なミッションです。P2 Gen.2はそのような課題にお応えするため、維持し続けられる、オンプレミスやプライベートクラウドだけでなく、パブリッククラウドからも移行しやすいクラウド化の第三の選択肢として開発しました。

P2 Gen.2はフレキシブルサーバリソースという形でお客様にリソースをお使いいただくIaaSです。リソースプールは仮想化され、お客様はリソースプール内のシステム運用にフォーカスいただき、その下のレイヤーの機能はすべてIJが運用します。VMのインスタンス単位で利用するIaaSでは、VMのサイズはクラウドサービス事業者が指定したインスタンスモデルに合わせていく形となりますが、このサービスでは契約したリソースプールの中で自由にVMを作成できます。つまり、お客様の環境で動いていたマシンスペックをそのまま移行することがで

きます。もちろん、この形式であればイメージを持ち込んだり、V2V、P2Vを実施することでそのまま既存の環境のVMを移行することも可能です。

VMを展開するためのイメージ提供の仕組みや、バックアップ、ネットワーク、移行の機能、ファイル格納領域としてのファイルサーバなども提供される上、ハイパーバイザや、サーバ、ストレージ、ネットワークなどのハードウェアは抽象化されお客様に見える形ですので、意識する必要はありません。これにより、従来のIIJ GIOで提供していたvSphereベースのサービスである仮想化プラットフォームVWシリーズの大きな課題となっていた、ESXiをお客様にそのままお渡しすることによるハイパーバイザやハードウェア更改時の負担をなくすことができます。

VMwareが提供するサービスプロバイダ向け製品であるVMware Cloud Director (vCD) を採用し、ハイパーバイザ

(vSphere) 層を利用者から隠蔽することで、vSphere並みに柔軟なリソース制御権限をお渡ししつつ、ハイパーバイザやハードウェアのライフサイクル管理をサービスプロバイダとしてIIJが受け持つという、新しい共同責任モデルを定義することでハイパーバイザのネットワークをIIJが管理・運用できるようになりました。ハイパーバイザ層のネットワークを効率的に運用するため、vSphereと統合的なインテグレーションが行えるVMware NSX-T DataCenter (以下、NSX-T) を採用し、IaaSのネットワークを大幅に改善させました。P2 Gen.2では、レイヤー3で構成したIPファブリックのアンダーレイネットワーク上にNSX-Tでオーバーレイネットワークを構成し、テナントごとのネットワークを完全に分割しVPC (Virtual Private Cloud) として提供できるよう設計しています。従来のIIJ GIOで培った大規模サーバプールの運用ナレッジと組み合わせることで、物理的なコンピューティングリソース (CPU、メモリ、ストレージ) の配置に縛られることなく、利用者にリソースを割り当てることを可能にしています (図-1)。

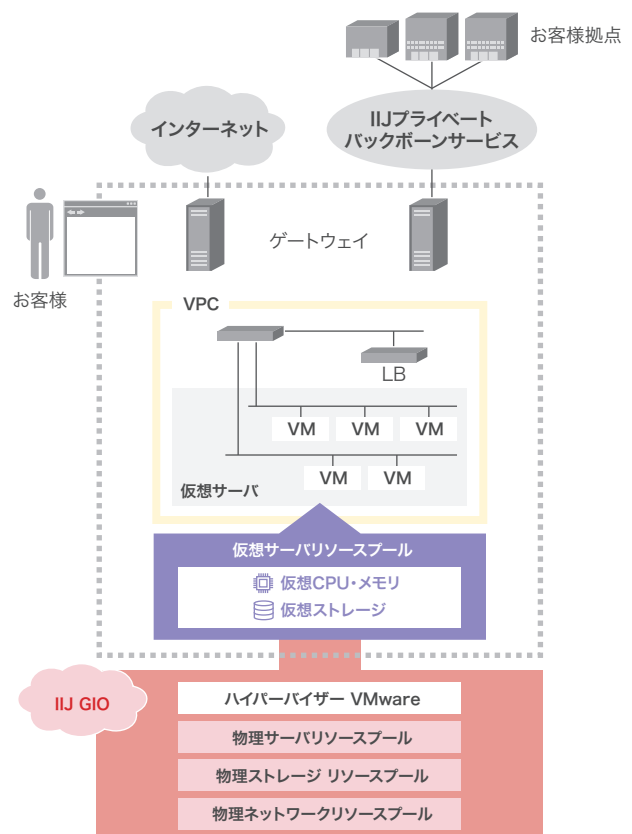


図-1 フレキシブルサーバリソース 構成イメージ

2.2 SDN技術を活用したオーバーレイネットワーク

オーバーレイネットワークは目新しいものではありません。ネットワーク仮想化の手法としてVLAN(Virtual LAN)と共に古くからあるものです。以前はプロトコルの仕様・制限や運用面からPoint-to-Pointの接続で利用されることの多かったオーバーレイネットワークですが、SDN(Software Defined Network)技術の進化により大規模なネットワークでも活用できるようになりました。オーバーレイネットワークは物理ネットワーク上に構成される仮想ネットワークです。L2TPv3、VXLAN、Geneveなどのカプセル化を行うプロトコルによって仮想的にL2ネットワークを構成します。SDNはソフトウェアによりネットワークを制御する技術であり、デバイス間を制

御するコントロールプレーンと、実際のフレーム/パケットを転送するデータプレーンで構成します。デバイス間をソフトウェアで制御することで、集中的に構成を管理することが可能となります。これにより各デバイスに対して個別に設定変更を行うのではなく、ネットワークのあるべき姿を定義すればそれに従い機器が自動的に設定されるという環境が実現でき、大規模なネットワークで要件に合わせて迅速に構成変更することができます。そうすることで大規模なネットワークで大量のセグメントを利用する場合に課題となるIEEE802.1q VLANの制限である4096を超えたネットワーク分割や、仮想化されたネットワーク内でのNorth-Southトラフィック(端末とネットワークの中心部間の通信)とEast-Westトラフィック(端末間の通信)を効率的に制御することができます(図-2)。

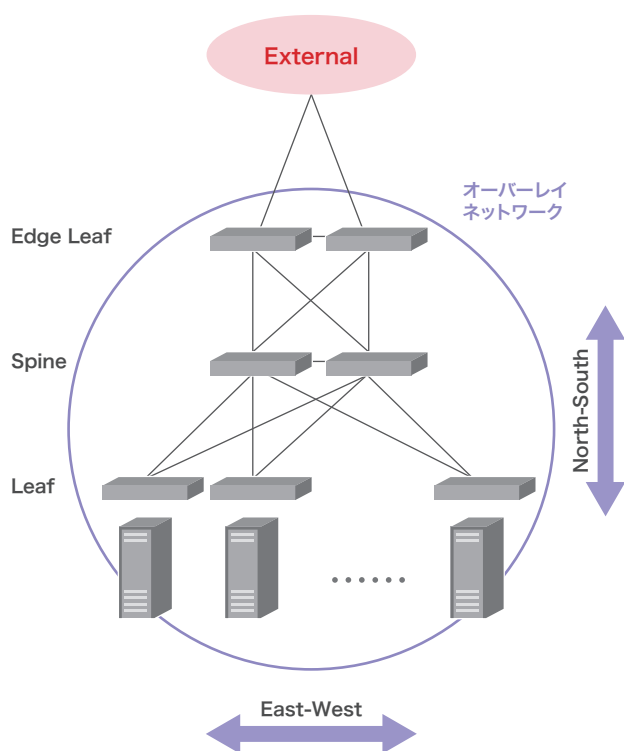


図-2 大規模環境下でのオーバーレイネットワーク

2.3 VMware NSX-Tによるオーバーレイネットワークのメリット

オーバーレイネットワークによるネットワーク仮想化は、サーバ仮想化技術と共にP2 Gen.2のインフラストラクチャーを支えるコアテクノロジーの1つとなっています。ハードウェア層で構成するアンダーレイのネットワークと分割した形でサービスのネットワークを構成することができます。P2 Gen.2のIaaS層はNSX-Tによるネットワーク仮想化を行うことで、物理層と疎結合なフレキシブルなネットワーク構成となります。また、ミニマムスタートからハイパースケール、という形で拡張を考える構成を取る場合、物理ネットワーク機器のスペックは拡張を見込んで設計・サイジングをするなど複雑なネットワークとなりがちなのですが、拡張をオーバーレイで制御することで運用面の大きなメリットが得られます。

複数のデータセンターで構成されるマルチサイトであることもIaaSとして求められる要件です。物理的に離れた複数のサイトでインフラストラクチャーを構成することで災害対策を実現させたり、大規模なファシリティを確保せずにコンピューティングリソースを確保することができます。これによりサイト間のネットワークを仮想化し、オーバーレイネットワークとすることでロケーションに依存しない形でネットワークが構成できます。物理的に離れた環境下では、ネットワークの遅延や、拠点間の回線帯域など、サイト内に閉じた構成より考慮すべき点が多くなり設計・運用の難易度は上がりますが、適切なリソース監視・モニタリングを行いそのデータを元に制御することで、フレキシブルなネットワークが構成できます。

このようなメリットがありますが、ネットワークの仮想化はまだまだ一般的でないのも現状です。従来の静的に設定されることを前提としたネットワークでは、ネットワーク仮想化の恩恵を受けずにシステムを維持・運用し続けることはできていました。ただ、昨今、変化が激しく、かつ読めない要件に柔軟、迅速に対応することがITインフラ全体に求められています。そのような環境下ではネットワーク仮想化の重要性は増していきと考えられます。

複数のお客様を収容するためのマルチテナントであることがIaaSに求められる要件です。テナント間を分割し機能を提供、セキュリティを確保しつつ定められたサービスレベルを維持するためにもソフトウェアで集中制御、自動化を行う必要があります。ネットワーク仮想化を行うことでIaaSを構成する他のコンポーネントやモニタリングシステムを連携させやすくなり、各々のテナントが各々のシステム要件に合わせて運用されるマルチテナント環境を適切に制御することができます。NSX-TはVRF (Virtual Routing and Forwarding) の機能も実装されており、VRFを活用することで設備効率性を高めることが可能です。マルチテナントの環境下ではテナント間でルーティングドメインを分割させる必要があり、リソースの制約となっていました。VRFを活用することで集約率を向上させることができます。

また、制御するインターフェースはNSX-Tの管理コンポーネントであるNSX Managerに統一、集中制御されるのでAPIベースのオペレーション・自動化が行いやすくなります。これによりサービスのバックエンドアプリケーション間の連携に関わる開発工数削減にもつながります。

オーバーレイネットワークをIaaSとして構成する際にはネットワークの出口が必要です。NSX-TもNSX-Tのドメイン(制御下)外とNSX-Tのカプセル化プロトコルであるGeneveで通信を行うことはできず、NSX Edgeと呼ばれるコンポーネントでVLANに変換し外部と通信する必要があります。従来のIIG GIOでは外部との接続が完全に自動化できておらず、移行時に利用者で完結する形でのネットワーク構成変更が行えないことが大きな課題となっていました。P2 Gen.2ではIIGプライベートバックボーンサービスとの接続においては経路設定が自動化され、改善することができました。外部と接続するネットワークにおいてもSDN技術を活用することで良い形にすることができますが、現状では従来の制約に大きく縛られる形で構成しなければなりません。NSX-Tは仮想化を行わずにサーバに直接インストールするペアメタル構成でNSX Edgeも構成でき、性能面では申し分ありませんがマルチテナント構成を考慮する

とまだ不十分です。また、特に外部接続部分ではソフトウェアのアップグレード時に一定のダウンタイムを伴うなど、多くの課題があります。このように、あるべき姿を目指して更に改善が必要な箇所はまだ残されている状況ですが、これらの解決に向け日々、努力を続けています。

2.4 運用の課題とその解決方法

NSX-Tを採用したSDNによるオーバーレイネットワークはNSX-Tが持つNFV(Network Function Virtualization)と共に、2021年10月1日のリリースに先立ち、2020年よりデータセンター内の一部機能に小規模に適用するフェーズから運用を開始しました。その中でも数々の課題が明らかになっており、日々、改善を続けながら運用を行っています。その現場での気づきや解決方法を紹介します。

SDNによるオーバーレイネットワークを実現するためには物理層(アンダーレイ)とIaaS層(オーバーレイ、論理層)の二面構成とするため従来のネットワークより複雑な構成となります。

また、NSX-TはvSphereの運用に精通することで機能を最大限活用できるアーキテクチャとなっているため、技術者にはネットワークだけでなく、サーバ、ハイパーバイザ、仮想化の技術も求められます。従来のネットワークエンジニア、サーバエンジニアといった役割のような特定領域に特化した技術でなく、インフラストラクチャーを構成するための技術スタック全般に習熟する必要があります。小規模なチームで運用を開始しましたが、VMwareのテクノロジーに精通したメンバーと、大規模なサービス基盤運用経験を持ったメンバーでチームを編成し、チームとして継続した開発・運用できる体制を構築しました。得意領域が異なる技術者がチームとして自律的、かつ協力しながら活動するためには、DevOpsの思想の元にサービス・プロダクトをあるべき姿に、より良い形となるよう努力し続けることが最も重要です。

P2 Gen.2ではあるべき姿を実現させるため基盤制御を一から再検討し、運用効率化、自動化に最大限取り組みました。DevOpsの思想でGitベースのCI/CDパイプラインを構築し、

2.5 今後の展望

P2 Gen.2はまだ最低限の機能であり、今後もお客様のニーズに合わせた形で進化させていくことを考えています。クラウド環境を前提としたITシステムの活用、つまり、クラウドネイティブな考え方でコンピューティングリソースを活用することが一般化され、より俊敏なデジタル基盤が求められています。まずはお客様に使い続けていただくための機能を揃えていくのを最優先としています。その先のニーズにもお応えできるようにしていきます。

クラウドへの移行だけでなく、それを手元の近いところに配置して活用するエッジコンピューティング、分散コンピューティングのニーズも高まり始めています。クラウドのコアと分散さ

れたエッジ、そして、その間のネットワークはIIJが「つなぐ」。この一連によって高品質なサービスをお客様により近いところのエッジにお届けできるものとなります。つなぐためのネットワークは従来のものだけでなく、5Gのモバイルネットワークなども活用できます。また、コアとエッジの連携にはVMベースでワークロード管理だけでなく、アプリケーションコンテナベースのリソース管理も行う必要があります。アプリケーションをコンテナとして実行できるContainer as a Service (CaaS)としてリソースを提供することもお客様のニーズにお応えする最適解かもしれません(図-4)。

このためにはネットワークをよりアプリケーションに近づける形でソフトウェア制御を行う必要があります。VMを提供す

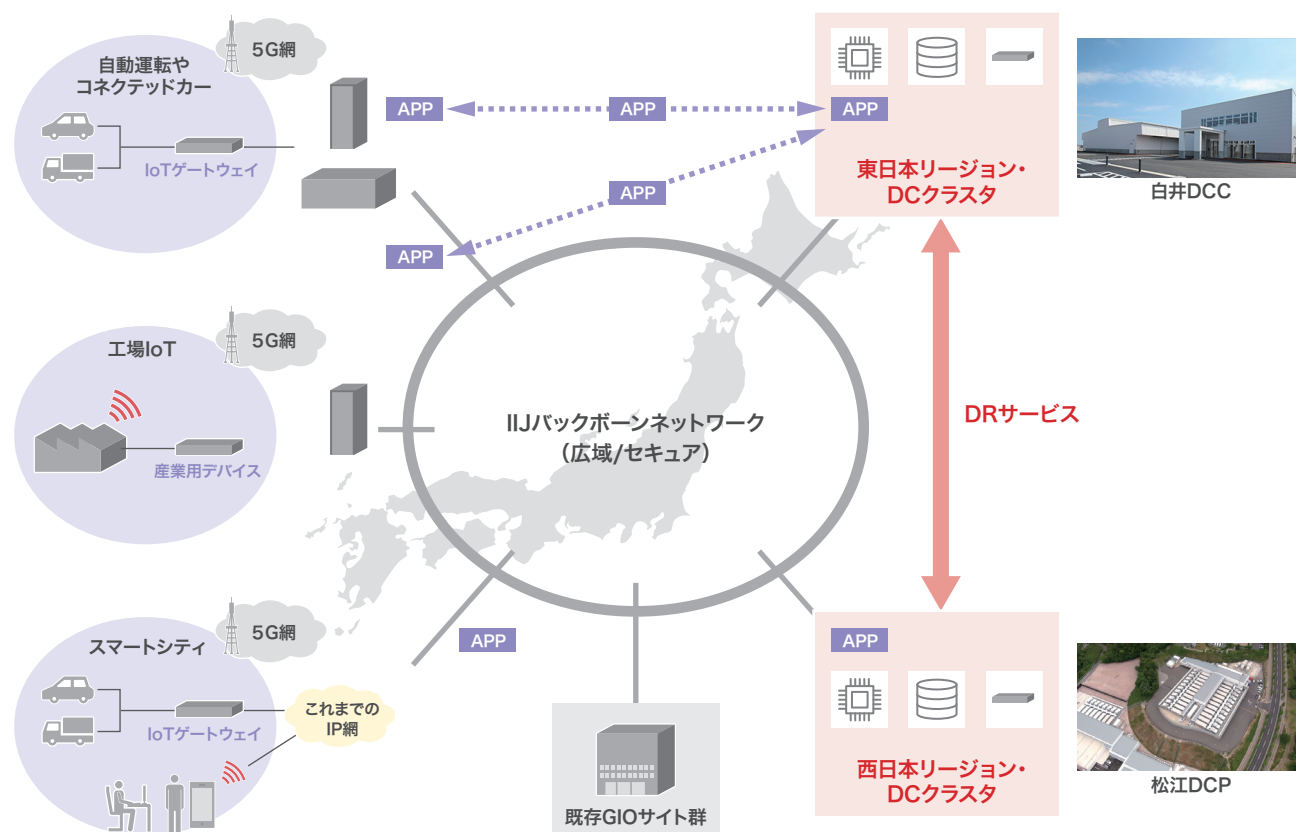


図-4 今後の展望

るリソースサービスだけでなく、これは現在のアーキテクチャから更に物理リソースに依存しない形にネットワークを進化させることで実現可能なものだと考えています。ただ、エッジにも展開できるコンパクトな形でリソースを展開できるようにするだけでは難しく、ネットワークも連動した形で柔軟に構成する必要があります。

このようなエッジコンピューティング、分散コンピューティングのアーキテクチャに適したテクノロジーとしてSmart NICに個人的に注目しています。VMwareもArmプロセッサのSmart NIC上にESXiを載せるProject Montereyというプロジェクトを進めており、NSX-TのドメインとしてSmart NICを制御す

ることでネットワークをアプリケーションと同等に制御、展開できるようになるものと期待しています。

この世界を実現すべく、我々が作り上げたテクノロジースタックをデータセンターだけでなく、エッジコンピューティングのプラットフォームとして活用するプロジェクトも進めています。IJ白井データセンターキャンパスでマイクロデータセンターを屋外設置し、クラウドとエッジ、MECの領域での実証実験を行うことで、ローカル5Gや、IoTなどといったユースケースと共に、更なる発展を目指しています。そのような形にネットワーク・サービスを進化させていくことで、IJならではの、IJにしかできないITインフラをお客様にお届けできればと考えています。



執筆者:

山本 岳洋 (やまもと たけひろ)

IJ クラウド本部クラウドサービス1部基盤サービスデザイン課長。
クラウド関連サービスの企画・開発・運用を担当。

カーボンニュートラルに向けた データセンターの取り組み

3.1 はじめに

気候変動問題に関する国際的な枠組み「パリ協定」の目標でもある「温室効果ガス(CO₂、メタン、N₂O、フロン)の排出量をゼロにするカーボンニュートラルを2050年までに達成する」ことを、世界120以上の国/地域が表明しています。日本政府も2020年10月、「2050年のカーボンニュートラル」を宣言しました。更に同年12月に公表したグリーン成長戦略では幅広い産業分野での目標が設定されており、そのうちデータセンターには以下の目標が掲げられています。

- ・ 2030年時点ですべての新設データセンターを30%省エネ化、データセンターの使用電力の一部を再エネ化
- ・ 2040年までにデータセンターのカーボンニュートラルを目指す

データセンターのカーボンニュートラルは、主に電力消費によるCO₂の排出量をゼロにすることにより達成されます。そのためには、再エネ電力の購入、あるいは技術開発や設備投資などのコスト負担を伴いますが、早期にカーボンニュートラルを達成すれば他社との差別化、サービスの価値向上につながります。また、カーボンニュートラルが製品やサービスの調達要件になりつつあることや、株式市場において企業が形式的では

なく実効的な気候変動に関する情報開示を求められることは、カーボンニュートラルに対応するインセンティブになると考えられます。

エネルギーを効率良く使う省エネ化と、CO₂を排出しない電力を使う再エネ化の2つを進めることにより、データセンターのカーボンニュートラルは実現されていきます。IIJは、高い省エネ目標を掲げて技術開発とその実証を行った外気冷却空調システムや、高効率電気設備などを取り入れ、松江データセンターパーク(以下、松江DCP)、白井データセンターキャンパス(以下、白井DCC)を構築・運用し、省エネによる温室効果ガス排出量削減を実現しています。

今後は省エネに加え、「再エネ発電設備」と「データセンター」が有機的に機能するカーボンニュートラルデータセンターを実現することより再エネ化も進めていく計画です。

ここでは、高い省エネ性能を実現した松江DCP・白井DCCそれぞれの省エネへの取り組みを説明し、最後にカーボンニュートラルを実現するためのデータセンターのリファレンスモデルを紹介していきます。

3.2 松江データセンターパークの実績

2011年4月26日、日本初の商用外気冷却方式モジュール型データセンター「松江データセンターパーク(以下、松江DCP)」を島根県松江市に開設しました。松江DCPでは、IIJが長年のDC運用で培ってきたノウハウを集積して開発したITモジュール「IZmo(イズモ)」を導入するほか、国内外へのエンタープライズへの広がりや新たな市場への発展として外販の需要に対応するため、間接外気冷却方式を取り入れたモジュール型データセンター「co-IZmo/I(コイズモ・アイ)」も運用しています。IIJのクラウドサービスであるGIOの基盤設備として、開設してから現在まで安定して運用されており、現在ではサーバを収容したコンテナは9割実装され、すべて合わせると数万台のサーバが稼働しています。2013年にサイト1隣に増設したサイト2では、IZmoに加えてco-IZmo/Iを導入し、サーバなどのIT機器への給電方式として三相4線方式を採用して電力損失低減を実現し、省エネルギー化に繋がっています(図-1)。一般的にデータセンターは、大量のサーバなどのIT機器を効率良く設置できる環境を実現するために大容量の電気設備や空調設備を備えています。データセンターで最も多くの電力を消費するのはIT機器類ですが、次に消費電力が大きいのが空調設備です。そのため、従来の空調方式を見直し、消費電力量が少ない新たな空調方式を導入する必要がありました。IIJでは過去

の実証実験を通して、外気を利用し消費電力を削減し、冷却塔などの設備の必要がない外気冷却方式が次世代のデータセンターに適していると考えました。しかし、外気冷却方式では、大量の空気を吸排気するため、開口部をサーバールームに直接設ける必要があります。このため、既存のビルに外気冷却方式を導入するためには、建物の構造として解決しづらい問題がいくつか存在することになります。そこで、空気を吸排気する風洞(ダクト)とサーバールームを一体化して、ITモジュール「IZmo(イズモ)」を開発して導入しました。

データセンターの電力利用効率の指標には、グリーングリッドが提唱したPUE(Power Usage Effectiveness)が用いられることが多く、図-2の式で算出されます。

空調などの消費電力がゼロの場合で、PUE=1.0が理論的には最も小さい(最も良い)値となります。ITモジュールのみのpPUE(partial PUE: 共通部の電気ロスなどは考慮しない部分的なPUE)の過去5年間の実測値の推移を図-3で示しています。

夏期のpPUEが他の時期に比べて値が高くなっていますが、これは空調モジュールが外気を使わず消費電力が大きい運転モードで動作するためです。それに比べ、春と秋は外気をその

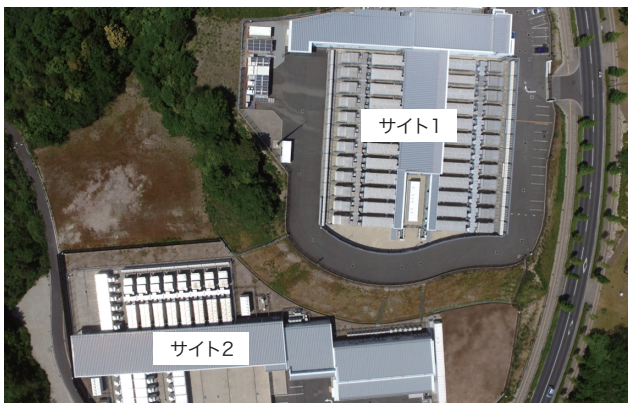


図-1 松江データセンターパーク サイト1とサイト2
(写真は2019年頃撮影した松江データセンターパーク)

$$PUE = \frac{\text{データセンター全体の消費電力 (IT機器の消費電力 + 空調などの消費電力)}}{\text{IT機器の消費電力}}$$

図-2 PUEの算出方法

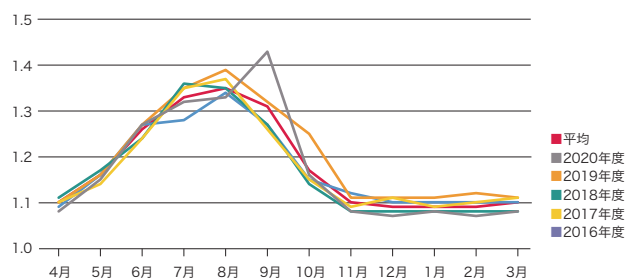


図-3 過去5年間のpPUEの年間実績

まま使う消費電力の小さな運転モードで動作するため、pPUEは1.1程度になります。また、冬期はIT機器の排気と外気を混合させて適温にする運転モードで動作しており、このモードも消費電力が小さいため、pPUEは1.1程度となり、過去5年の平均値では1.18となります。

一般的な高効率設備が導入されたデータセンターのPUEとして1.6が目安とされています。また、最近では目標値PUE1.2として掲げているデータセンターが多くなってきています。図-4のように、ITモジュール単体だけでなく、松江DCP全体でも1.2台のPUEで運用しています。

■ IZmoとco-IZmo/I

ITモジュール「IZmo(イズモ)」は、国交省が2011年3月に出した技術的助言に準じた建築物ではないコンテナであり、建築確認申請の手続きが不要であるため、モジュールの構築を容易に行うことができます。また従来はデータセンターで大量のサーバを1台ずつ箱から出し、ラックに設置して配線しなければなりませんでしたが、コンテナ型データセンターでは、サーバ工場でITモジュールに製造したサーバをそのままサーバ内に機器を搭載して、ITモジュールごとトラックで運搬し設置することで、箱や梱包材などの廃材を出さず、資源環境への貢献や輸送時のCO₂削減にも寄与しています。最近ではIT機器のリブ

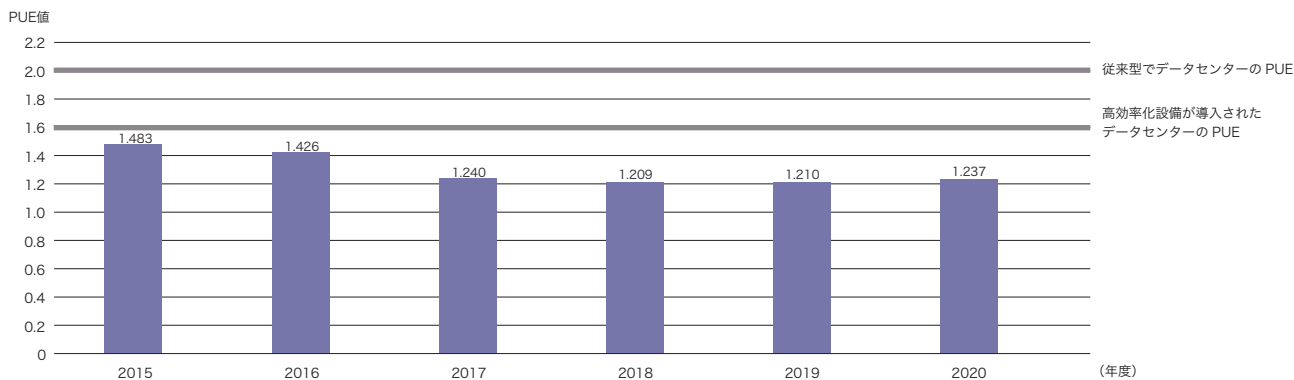


図-4 松江DCP全体の年間平均PUE実績



図-5 IZmoとco-IZmo/I

レース時にコンテナを取り外すのではなく、コンテナ内のサーバラックをすべて出してサーバ工場へ持ち込み、サーバ工場ですべてサーバラック内に機器を搭載して、再度コンテナ内に搬入設置する形態もとっています。

IZmo(イズモ)は直接外気冷却方式を採用し、外気の温度、湿度に応じて3つのモードを自動的に切り替え、ITモジュール内部のサーバの吸い込み口の温度を、ASHRAE(米国暖房冷凍空調学会)が2008年に定めた推奨温湿度条件になるように制御しています。

co-IZmo/I(コイズモアイ)は間接外気冷却方式を採用しました。直接外気冷却とは違い、外気を直接コンテナ内に入れず、熱交換器を介して間接的に内部の熱を外部に排気することにより、外気の条件が良くない場所でも利用が可能になり、海外に輸出した実績もあります(図-5)。

理論的には直接外気のIZmoの方が間接外気のco-IZmo/Iより効率は良い(pPUE値が低い)のですが、co-IZmo/Iは制御のチューニングなどにより、図-6のようにIZmoと同等のpPUEで運用されています。

■ 三相4線

サイト2では給電方式として、国内のデータセンターでは先駆けて三相4線式UPSを導入しました(図-7)。三相4線は、三相交流の3線に接地されたN相(中性相)を加えたものとなり、変圧

器の中性点からN相を引き出し、電圧線の3線と中性線との4線で送電する方式です。単相交流より効率が良く、電流が小さくなり、高電圧(低電流)での送電により電線サイズを小さくすることができ、国内でも工場などで多く採用されています。無停電電源装置(UPS)からの400Vの3線のうち、1線とN相を取り出すことで230Vの電圧も変圧器なしで取り出すことができます。100Vが不要な海外のデータセンターでは一般的ですが、日本は100Vのニーズが多いため、これまでは三相3線式のUPSに変圧器を設置し400Vから100Vに変圧していました。サーバは100Vから230Vのいずれの電圧でも稼働するため、クラウド基盤用のサーバを大量に利用するIJでは、変圧器が不要となる三相4線方式を選択しました。

また、電線サイズを小さくするという事は、電力は電力[W] = 電流[A] × 電圧[V]で表すため、同じ負荷容量[W]であれば、電圧[V]が高いほど電流[A]を低減させることができます。そのため、電線で流すことのできる電流の上限値を指す絶縁被覆の種類と、電線のサイズ[mm²]ごとに規定電流値が少なくなると、より許容電流の低い電線が採用でき、許容電流の低い電線は直径も細くなるため、投資コストの削減につながります。更に、電流が小さいほど電圧降下が小さくなる三相3線と比較しても、三相4線は電圧降下しにくく、電圧降下の低減につながります。松江DCPでは、無停電電源装置(UPS)の出力からサーバの入力の間で送電電流の低減、変圧器なしによる損失低減を実現しており、理論値として約25%の損失を低減できます。

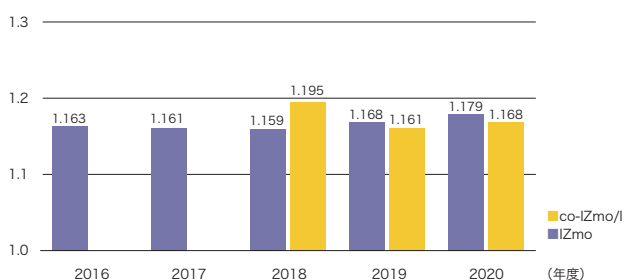


図-6 pPUEのIZmoとco-IZmo/Iとの比較

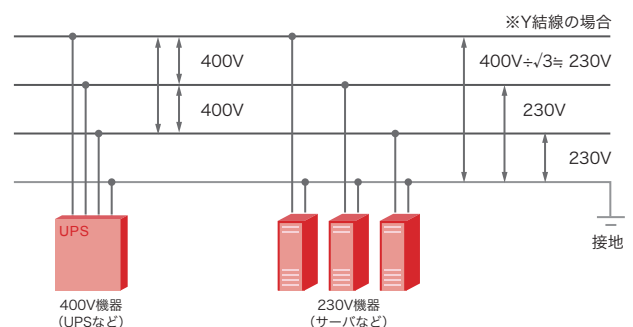


図-7 三相4線のY結線のイメージ図

■ 環境活動への取り組み

環境活動への取り組みとして、ISO 14001(環境マネジメントシステム:EMS Environmental Management Systems)や、省エネ法規制の対応なども活動しています。

松江DCPではISO 14001を2013年度に認証取得して活動しています。毎年環境活動目標を設定し、過去にはペーパーレス化や、館内やオペレーションルーム室内空調の温度設定の見直し、pPUEを毎年0.01削減など様々な環境目標に取り組んでいます。電力の利用効率化もありますが、EMSでは環境への関わりとして、火災による生活や生態系として大気汚染による環境への影響、非常用発電設備からの燃料漏れによって生じる土壤汚染による影響といったリスクにも対応を要します。そのため、火災、地震及び設備事故などの緊急事態の対応としてマニュアルを整備し、日頃から対応訓練や、環境マネジメントとしての教育研修、環境に関わる法令の順守状況の評価などを実施しています。松江DCPは自然災害や地震が比較的少ない地域ではありますが、日頃からの訓練や教育を通じて環境への意識を高めることに努めています。

環境エネルギーやCO₂排出の観点から省エネ法規制に則り、サイト1開所当初の2011年からエネルギー使用量をまとめ定期報告としてきましたが、2013年度にエネルギー使用量(原油換算)が1,500kl/年度を超えたことから、第二種エネルギー管理指定工場としても省エネルギー化に取り組んでいます。エネルギー管理員を選任すると共に中期計画を策定し、毎年のエネルギー使用状況に応じたエネルギー削減施策の実行とその評価を行っています。多くの空調機器を保有しているこ

とから、フロン排出抑制法に即してフロンガスの漏えい量算定や、点検などによる漏えいとその原因を明確にする活動も行っていきます。

電力使用量は年々増加傾向にあるため、更なる省エネルギー化やCO₂の排出削減が松江DCPにおいてもますます重要な課題となってきています。エネルギー使用量の削減や、再生可能エネルギーの活用と設備の導入など、環境に関する取り組みにいっそう注力していきます。

3.3 白井データセンターキャンパスの取り組み

2019年5月1日(令和元年初日)、白井データセンターキャンパス(以下、白井DCC)を千葉県白井市に開設しました(図-8)。白井DCCは、5G、IoT、AI、クラウドサービスなどで爆発的に増大するデータセンター需要の拡大に対応するための大規模データセンターで、IJが今までのデータセンター運用で生じた課題を解決するために開発や評価してきたデータセンター技術、ノウハウを結集し、更に新技術を積極的に導入する「システムモジュール型データセンター」です。

白井DCCは、松江DCPで成功したことを踏襲し、ぶつかった壁や課題の克服に挑戦することを目指して設計しています。エネルギー利用の面でいえば、サーバ室のモジュールの考え方、直接外気空調システム、三相4線式UPS/バスダクト送電技術を踏襲し、白井DCC全体の年間平均PUE1.2未満の実現、電力システムの活用シーン拡大に挑戦しています。



図-8 白井データセンターキャンパス将来完成予想図

■ 直接外気冷却方式とシステムモジュール

白井DCCは、新しいモジュール型データセンターとして、松江DCPの運用実績やコンテナ型データセンター開発で培ったノウハウをフロア規模(数百ラック程度)に応用し、より大規模なニーズに対応できるシステムモジュールを採用しています。建物の鉄骨や外壁といった部材の形状・配置を標準化したシステム建築を採用し、高品質で短工期、低コストで構築しています(1期棟実績工期:着工から、上棟まで約4ヵ月、竣工まで約8ヵ月)。システムモジュール内の構成要素である電気システム、空調システム、サーバラックをモジュール化し、サーバ室ごとに設備の増設、更新を可能としています。

このシステムモジュールは、大量のラックを設置する白井DCCの空調システムの省エネルギー化を実現するために重要な要素でもあり、大空間・大開口・大スパンを確保することにより、煙突効果を利用した、壁吹き出し型の直接外気冷却方式空調を実現しました。

■ 煙突効果

松江DCP及びコンテナ型データセンターIZmoで商用利用した直接外気空調システムは、年間の室外機電力を大幅に削減し、

松江DCPの年間平均PUEは1.237、コンテナ単体の年間平均pPUEは1.18を実現しました。しかし、1年を通してコールドエリアに冷気を送風するファンは必要となり、この送風ファン電力が空調システムの省エネルギーの次の課題でした。課題解決を目的として、2012年に煙突効果(煙突内外の温度差により煙突内に上昇流が発生する現象)を活用してサーバを冷却できるか実証実験(図-9)を行いました。実現できれば、送風ファン電力を大幅に削減でき、PUEを1.0に近づけることが可能となり、更にIT機器内蔵ファンも削減できれば、データセンター全体の消費電力の更なる低減が期待できると考えました。

煙突の設置環境(天候・外気温湿度/風速など)の影響に左右されたものの、実証において、煙突の高さ・負荷容量によってほぼ比例的に風量が多くなることを確認しました(図-10)。この結果、複数のラックを1つのモジュールとして、複数のモジュールを部屋の中に配備し、部屋の側面から外気を取り入れ、モジュールから排出される空気を建物の上部から排気する機構とすることで、空調システムの送風ファンの補助ができることを確認しました。白井DCCは本実証結果を設計に取り込み、システムモジュールのレイアウト、直接外気空調システムに採用しています。



図-9 煙突効果実証実験の風景(2012年)
※特許番号:第6153772号(取得日:2017年6月9日)

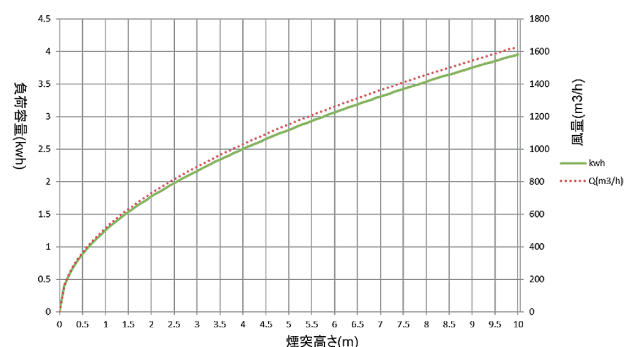


図-10 煙突効果実証結果(抜粋:煙突高さによる風量の変化)

■ 壁吹出し空調

白井DCCは、サーバ室と空調機械室との間仕切壁から直接サーバ室内に冷気を供給する壁吹出し方式(IDC-SFLOW:高砂熱学工業株式会社の商標)を採用しています(図-11)。

ビル型データセンターに多い床吹出し方式は、給気風路としてフリーアクセスの下部を利用していますが、その空間は小さく、サーバ室への開口(フリーアクセスガラリ)からの風速は大きくなります。また、通信、電気のケーブル配線空間を兼ね備えている設計となっており、給気風路の抵抗が増えて圧力損失が大きくなります。圧力損失が大きいと、空調のエネルギーが必要となるため送風ファン電力が大きくなります。白井DCCの壁吹出し空調は、システムモジュールの特徴である大空間・大開口・大スパンを給気風路として利用しており、吹出し口の開口を可能な限り大きく設計して、サーバ室に送風することで給気風路の抵抗を減らして圧力損失を最小化し、白井DCCの設計電力である平均6kW/ラックのサーバの発熱の冷却に必要な風量を、吹出し口から面風速を約2m/sの

低速でサーバ室に送風しています。その結果、空調システムの送風ファン電力の大幅な削減(約3分の1)を実現しました。また低速の風は、サーバ室内で作業環境を向上させて、作業者のストレスを大きく低減できます。

■ 直接外気冷却方式

白井DCCは、システムモジュールと一体化した直接外気冷却方式を採用しています。外気は、システムモジュール側面の軒天部の吸気口から中性能フィルターを介して空調機械室に取り込み、サーバの廃熱と混合して設定の温湿度にしてサーバ室に給気しています。また軒天部から吸気した外気と同じ量のサーバ廃熱を、建物上部の排気口から排気しています。

図-12は2012年に作成した大規模データセンターの基本計画で、社内でも当時はこんなものが本当にできるのか懐疑的でしたが、松江DCPで培ったノウハウをベースに設計された直接外気冷却方式や煙突効果などの技術実証をベースに、ほぼ10年の時を経て図-13にある現在の白井DCCとして結実したのです。



図-11 壁吹出し空調の開口

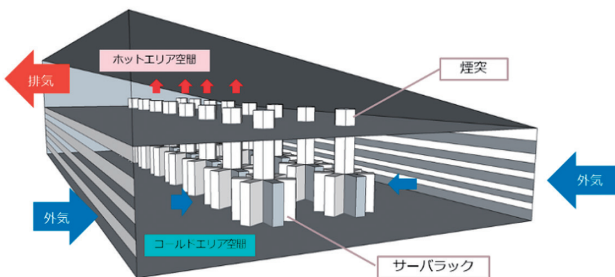


図-12 煙突効果実証当時のモジュールデータセンター計画案(2012年)

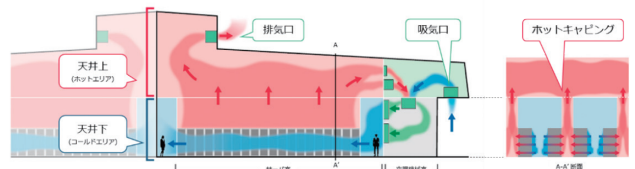


図-13 白井DCCシステムモジュール断面図(2019年)

■ AI利用による空調システムの最適化

白井DCCでは、AIを活用し、空調機器だけでなくIT機器のパラメータの中から最適な組み合わせを抽出して、省エネ、省コスト、省CO₂を指標に空調システムの運転条件の最適化に取り組んでいます。

■ 2012年チラーレス実証実験と2013年IT機器適応試験

松江で商用利用していた「IZmo」の空調システムは、冬期・中間期は直接外気空調システムですが、夏期は外気を遮断し室外機を動作させて冷却/除湿する方式(循環運転モード)を採っており、夏期における省エネ効果は、他の期間と比べて悪い結果(冬期/中間期 pPUE=1.095 夏期 pPUE=1.331)でした。それらの課題を解決するため、夏期に室外機・チラーなどを動作させず、通年で外気冷却をした場合のデータセンターの健全性・正常性を評価(2012年チラーレス実証実験)しました。また、松江サイト2がサービスインした2013年には、通年外気空調システムを用いた新しいコンテナ型データセンターモジュール「co-IZmo/D」の実証機を開発し、各種実証実験を開始しまし

た(図-14)。「co-IZmo/D」は、20フィートISO規格コンテナに室外機・加湿器を使用しない空調機能とIT機器をモジュールとして一体化させたコンテナ型データセンターで、実証実験の1つとして、大手IT機器ベンダーと協力して、夏期及び冬期におけるオール外気空調下でのIT機器の特性を評価する「2013年IT機器適応試験」を実施し、通年外気冷却環境のIT機器の健全性・正常性を評価しました。

最大吸込み温度として35°C/40°Cを保証しているIT機器で実証しましたが、45°Cの高温環境においてCPU処理量の低下などIT機器としての機能は正常に動作していました。しかしながら、高湿度環境においてIT機器の基板の劣化が顕著に確認できました。本実証の結論は、IT機器の動作環境として高湿度の継続は、製品寿命の短縮や故障率の上昇につながるというものでした。また本実証で、IT機器の内蔵ファンの回転数特性がIT機器メーカーの設計によってバラバラであることが判明しました(図-15)。ファシリティの観点では、サーバ室の温度を1°C上げると空調システムは省エネルギーとなります。しかしなが



図-14 co-IZmo/D

ら、データセンターに何千何万あるIT機器は、サーバ室の温度上昇に伴い各々の独自性で動作し、その消費電力も変動することから、単純にサーバ室の温度を高くするだけでなく、個々のIT機器の特性を理解してIT機器とファシリティの双方にとって最適に稼動する制御を取り入れることが、データセンターの品質維持と真の省エネルギーを達成できると判断しました。

■ AI制御

白井DCCは、チラーレス実証実験、IT機器適応試験などの過去の実証の経験から、データセンターの主要要素であるIT機器と空調システムの消費電力の合計が最小となるAI空調制御を採用しています。IT機器の型式、電流値(定格)、温度別電流値(実測:白井DCC実証環境で計測)などの特性をデータベース登録した上で、運用中のサーバ室温度、IT機器の実測電流値、処理熱量などの計測情報を解析し、ラック単位の特性を推察

(ルールベース構築)しています。同様に、空調システムも運転条件、パラメータなどを基に特性を推察し、ルールエンジンによりIT機器消費電力と空調システムの消費電力の合計が最小になる運転設定値を推論し、空調システム運転条件最適化処理を行っています。

松江で培った直接外気空調システムを、大空間・大開口・大スパンで圧力損失を最小化したシステムモジュールに実装しAI制御と連携させ、更に今後も新技術を積極的に導入することで、将来は年間平均PUE1.2未満達成を実現しようと考えています。

■ リチウムイオン蓄電池

松江DCPから、外気空調やCOPの高い空調機器を積極的に導入したり、高効率のIT機器を採用したりすることで省エネルギーを推進してきました。データセンターの省エネルギーは、

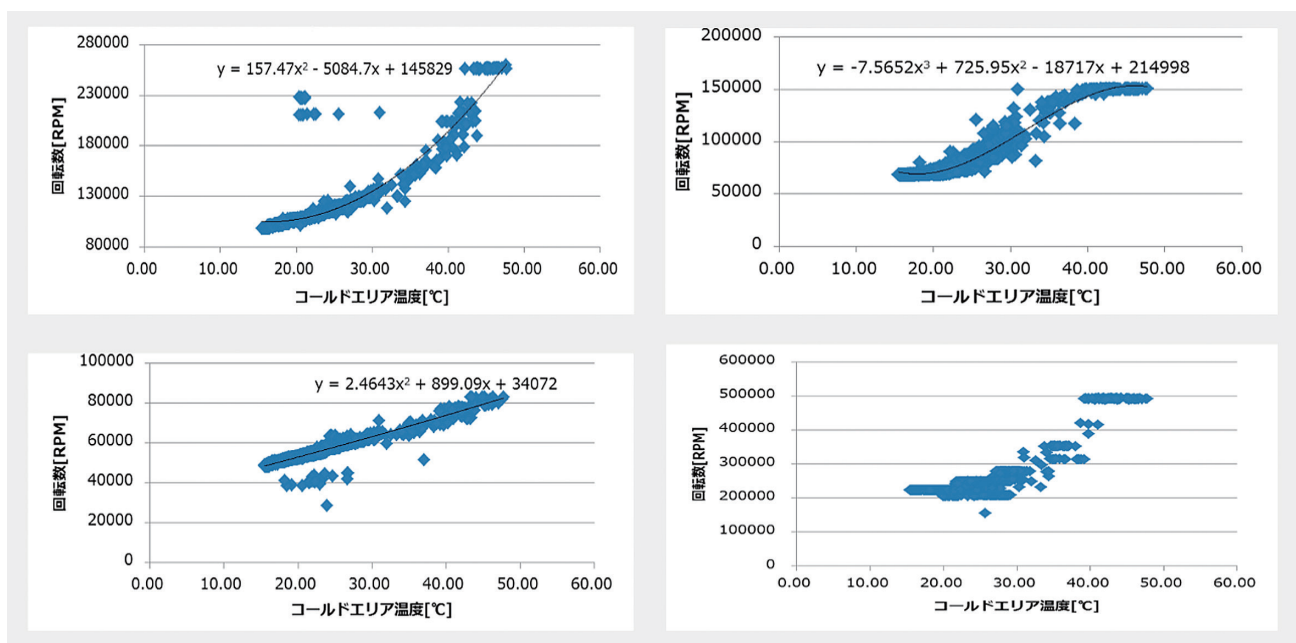


図-15 メーカー別のIT機器の内蔵ファン回転数特性(チラーレス実証実験(2012年))

常に空調システムとIT機器が主役でした。しかしデータセンターにおける最重要構成要素に電力システムがあります。次の主役は電力システムと考え、松江DCPサイト2で三相4線式UPS+バスダクトを採用し、その後も「電力予測と電力ピークカット制御のソフトウェアの評価」、「燃料電池、PV、直流UPSの選抜給電の仕組みの製作と評価」などを継続してきました。

また、白井DCCの設計前には「夏季利用・ピーク利用など、採算性の高い発電システム」、「今後の技術動向を踏まえた高効率を実現する電気・電力システム」のテーマで、主にリチウムイオン蓄電池について調査してきました。その結果、白井DCCは、蓄電池の運転制御機能を持つ米テスラ社製の産業用リチウムイオン蓄電池Powerpackを採用し、2019年11月に導入しています(図-16)。Powerpackは、当初より導入予定であった空調システム向けのバックアップ電源の鉛蓄電池UPSから置き換えることで、鉛蓄電池UPSと同等水準のコストで、ピークカット制御という機能追加を実現しています。Powerpackで、夏期の日中帯にピーク電力が発生するデータセンター受電電力の

ピークカット/ピークシフトが実現でき、デマンド電力の低減による基本料金の削減効果、オフピーク時の電力利用により割安価格で電気が購入できることにより電力量料金の削減効果が実現できます(図-17)。

従来は、UPSや非常用発電機などの電力システムは高品質を担保した裏方の役割でした。白井DCCでは、データセンターのエネルギーリソースとして積極的に活用シーンを拡大させて、IJ発信の新しいビジネスモデルとして取り組んでいきます。

3.4 カーボンニュートラルデータセンターモデル

■ IJの現状とカーボンニュートラル化の方法

製造業は工場から製品を作る際に排出するCO₂を、運送業はトラックから排出されるCO₂を削減していくことが求められますが、IJが排出するCO₂の90%以上がデータセンターで消費される電力に由来していることから、電力の省エネ化、再エネ化がIJ全体のカーボンニュートラル化に直結します。



図-16 白井DCCに設置済みのPowerpack

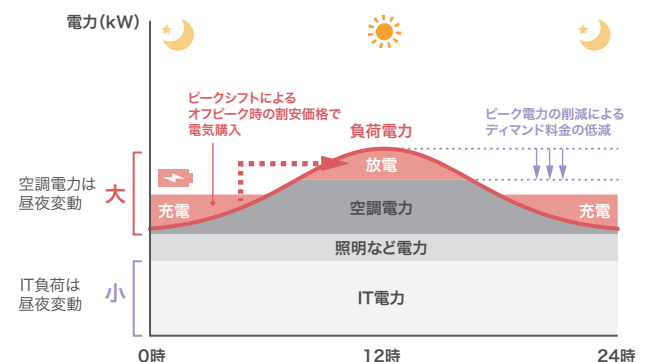


図-17 データセンターの電力需要とピークカット/ピークシフト

前項で説明した松江DCPや白井DCCで導入されている省エネ技術を、今後も継続的に改善することによって省エネ化を進めていきます。一方で、取り組み始めてまもない再エネ化は、早期に実現可能な方法の1つとして、電力小売会社から再エネの利用を証明する非化石証書が付いた電力を供給してもらう契約に切り替えることから始める予定です。ただし、通常の電力よりも割高になりますし、長期的に安定した価格で供給される保証がないというデメリットがあります。そこで、再生可能エネルギーの発電コストは年々下がっていることもあり、再エネ発電所から直接電力を買ったり、発電所を保有することが、次のステップになると考えられます。

再エネの発電コストが下がっているといっても、太陽光発電(PV)以外の風力、バイオマスなどの発電は、電力会社から買う

通常の電力よりもまだ割高ですし、発電所を建設しようとしても用地の確保含め時間がかかることから、中長期的な時間軸で導入することが現実的で、短期的には太陽光発電を中心とした電力を供給する仕組みを構築する必要があります。

■ カーボンニュートラルデータセンターモデル

このような状況を踏まえ、IJでは、カーボンニュートラルの実現に向け、表-1の特徴を持つカーボンニュートラルデータセンターリファレンスモデルとして定義し、データセンターの改修、新設を進めていく方針です。

第1の特徴として、可能な限り省エネ技術を導入し、電力消費の絶対量を減らします。

No	特徴
1	空調の消費電力を大幅に削減する外気冷却方式や効率的な三相4線式UPS等の導入による省エネにより、電力消費量の絶対量を減らす
2	建屋の屋根に設備等を設置せず、屋根の面積を大きくとれオンサイトPVが設置しやすい構造とする
3	短期的には、特高、高圧、低圧を組み合わせてオフサイトPVからの電力を調達する。中長期的には風力、水素発電等からの調達を可能にする
4	昼間、供給電力が消費電力をオーバーした場合は蓄電池に蓄電し夜間等で利用する
5	発電設備、データセンター間の計測/制御NWにより発電量と消費電力量(同時同量)を実現する
6	IT負荷制御により、電力が余る時間に負荷を寄せる

表-1 カーボンニュートラルデータセンターの特徴

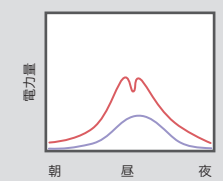
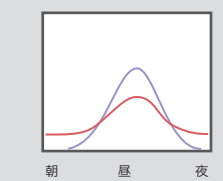
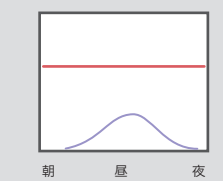
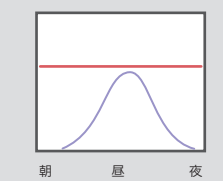
施設	オフィスビル	倉庫	従来型データセンター	カーボンニュートラルデータセンター
消費電力量	小	小	中から大	中から大
電力密度	小	小	大	大
オンサイトPV設置面積	小 一般的に屋上に、空調室外機等が設置される場合が多い	大 屋上に大規模に設置可能	中から小 オフィスビルと同様だが、専用設備で設置場所を確保できる場合もある	中 屋上に大規模に設置可能な建屋構造
1日の電力量推移イメージ — 発電電力量 — 消費電力量				

表-2 施設による電力の違い

第2の特徴は、通常の電気料金よりも安いコストで発電できるようになってきたオンサイト(敷地内)太陽光発電設備をできるだけ多く設置することです。表-2にあるように、データセンターは大量のIT機器を集約しているため、床面積当たりの消費電力はオフィスビルなど(50~100W/m²程度と言われていた)の数十倍にもなり、消費電力の絶対量も多く、PVの発電量だけではデータセンター全体の需要を賄うには足りませんが、倉庫のような建物構造にして、設置場所である屋根をできるだけ大きくすれば、コストの安いオンサイトPVの発電量を増やすことができます。

第3の特徴は、オフサイト(敷地外で電力会社の送電網を介して給電を受ける)に発電設備を設置することです。表-3のとおり、オフサイトPVは、オンサイトPVに比べればコストは高くなり

ますが、必要な電力量を確保するにはオフサイトPVの量を増やすことが現実的な選択肢になります。

このオフサイトPVは、表-4のように、送電網と接続する電圧の大きさで3種類に分類することができます。数十MW規模のデータセンターで必要な電力を確保するには、規模の大きな特別高圧のPVから供給を受けるのが効率的ですが、広大な土地の確保や、電力会社との接続条件の調整などで建設期間が長くなる傾向があります。高圧や低圧は建設期間が短いですが、例えば50MWの特別高圧PVと同じ量を発電しようとする、50KWの低圧PVは1000か所必要になります。オフサイトPVは、必要になる電力の量と時期から、特別高圧・高圧・低圧を組み合わせる必要があると考えています。

調達手法	オンサイトPV(自社敷地に発電所を構築)	オフサイトPV(自社敷地外の発電所を利用)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・自社建物の屋根等に設置すれば専用の土地は不要 ・オフサイト発電と比較し、託送料金、再エネ賦課金がかからず、補助金活用すれば更にコストメリットあり ・ただし規模が小さい(データセンターの場合、全体の数%しか賄えない) 	<ul style="list-style-type: none"> ・自社で設備投資する場合は、土地の確保含め初期費用がオンサイトより高い ・他社設備から給電を受ける場合は、長期契約が必要 ・電力会社の送電網を経由するため託送料がかかる ・制度上の扱いが変わる可能性がある ・規模を大きくし、数を増やせば発電量は調整可能

表-3 オンサイトとオフサイトの違い

送電網と接続する電圧	特別高圧 ~2000KW	高圧 2000KW~50KW	低圧 50KW~
必要な敷地面積(10m ² /KWの場合)	~20,000m ² (2ha)	20,000m ² (2ha)~500m ²	500m ² ~
初期投資額	22.2万円/kW ~4億4000万円	22.2-25.5万円/kW 4億4,000万円~1,300万円	25.5万円/kW 1,300万円~
建設期間	~1年	1年~	半年~
50MWの出力に必要な発電所数	5MW/発電所 10発電所	500KW/発電所 100発電所	50KW/発電所 1000発電所

表-4 太陽光発電設備(PV)の分類

蓄電は、カーボンニュートラルデータセンターに必要な第4の特徴です。オフサイトのPVが増え、図-18のように、昼間PVからの供給電力が消費電力をオーバーした場合に蓄電し、夜間に利用する機能が必要になります。これにより夜間も再生エネを利用することができるようになりますが、まだ蓄電池のコストが高く、本格的導入に向けた課題となっています。

第5の特徴は、発電設備、データセンター間の計測/制御ができるネットワーク機能を備えることです。これにより、需要と供給のバランスを取り送電網を安定的に運用することができます。

第6の特徴は、IT負荷制御により、例えば電力の足りない夜はサーバを止めて昼間だけ動かすような制御をし、電力が余る時間に負荷を寄せることです。一般に情報システムは24時間止めることはできませんが、一定の期間内に処理できればよいデータ分析や、コストが安いことが求められるマイニングのように、許容される新しいユースケースが増えてくると考えられます。

図-19は、これらの特徴を備えたカーボンニュートラルデータセンターのイメージです。データセンターに求められる信頼性などの品質を維持しながらカーボンニュートラルを実現する

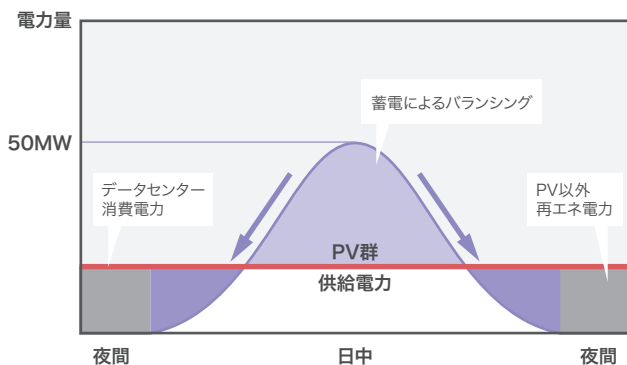


図-18 データセンターの電力需給イメージ

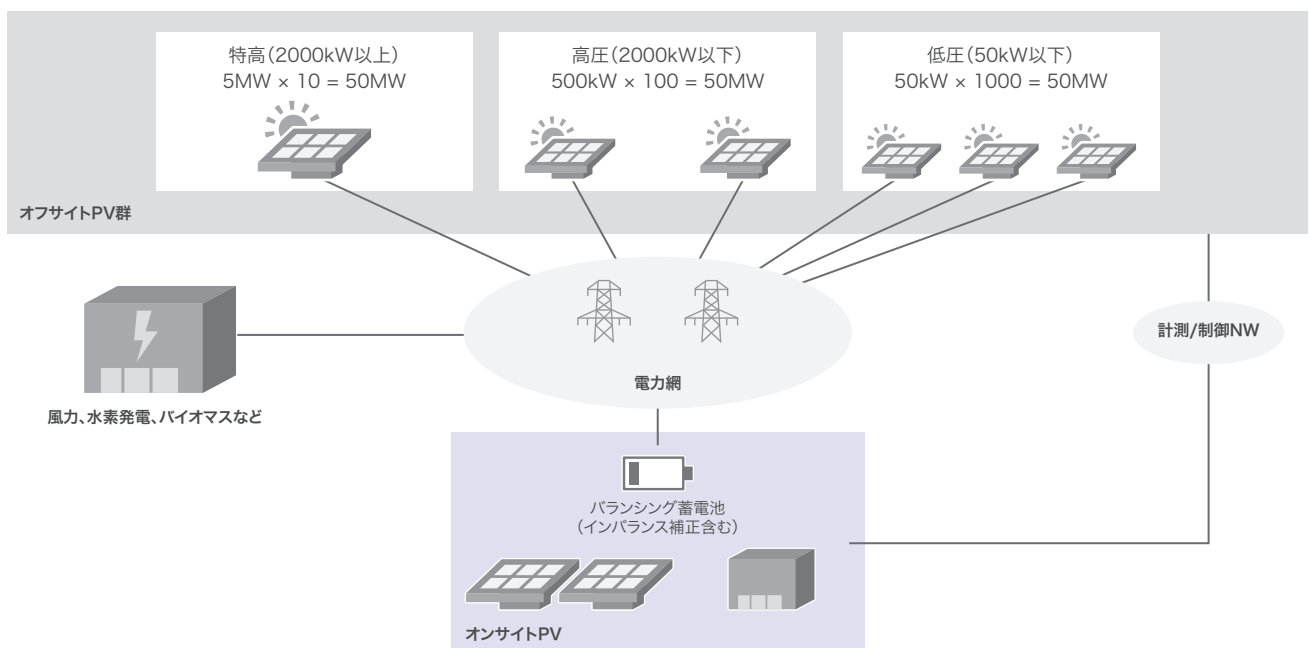


図-19 カーボンニュートラルデータセンターモデル

ために、電力を供給する発電設備とそれを消費するデータセンターが有機的に結合した新しいモデルを創り出すことが必要です。今のところは方向性を示す概念的なモデルに留まっていますが、今後はビジネスや技術の両面から、技術実証や社外のパートナーの協力を得ながらディテールを詰め、自社データセンターの改修、新築に適用していく予定です。

3.5 さいごに

IIJはこれまででも自社で培った技術を用い、NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)様のJCM(二国間クレジット制度)を活用した温室効果ガス削減を目的とした

実証事業に参加し、ラオスの首都ビエンチャンに省エネ性の高いコンテナ型データセンターの構築・運用を支援する対外的な取り組みなども行ってきました。

カーボンニュートラルに至る道のりは長く厳しいものになると考えられますが、IoTやモバイル含めたインターネット技術を活用しながら技術実証と実装を行い、そこで得られた知見を社内で利用するだけでなく、適用領域を社外にも広げることで、データセンター、ひいては社会全体のカーボンニュートラルの実現に貢献していきます。

執筆者:



久保 力 (くぼ いさお)

IIJ 基盤エンジニアリング本部 基盤サービス部長。

2008年にIIJに入社。データセンター事業を統括し、松江DCP、白井DCCを構築。早期のカーボンニュートラル実現を目指す。



3.2 松江データセンターパークの実績

狩野 義昌 (かのう よしまさ)

IIJ 基盤エンジニアリング本部 基盤サービス部 松江データセンターパーク センター長。

2016年にIIJに入社。コンテナ型データセンターの運用と次世代モジュール型データセンターの実証実験に従事。



3.3 白井データセンターキャンパスの取り組み

橋本 明大 (はしもと あきお)

IIJ 基盤エンジニアリング本部 基盤サービス部 副部長。

IIJ 基盤エンジニアリング本部 基盤サービス部 白井データセンターキャンパス センター長。

2009年にIIJに入社。次世代データセンターの検討・設計・構築・運用をしながら、データセンター運用の自動化・効率化を積極的に推進。

IIJ BCR取得への道のり ～EU GDPR対応、そしてその先へ～

2021年8月、ドイツ ノルトライン=ヴェストファーレン(NRW) 州の監督機関であるLDI-NRWから、待ちに待ったIIJ BCR (Binding Corporate Rules: 拘束的企業準則)承認の連絡が来ました。EUのGDPR(General Data Protection Regulation: 一般データ保護規則)施行後にBCRが承認されたのは全世界で18社(2021年8月現在)、そのうちの1社となったのです。GDPRへの対応としてBCRの検討を開始してから早5年、様々なことがありましたが、これでひとまず胸を張ってちゃんと認められたということまで到達できたことになりました。

ここでは何故IIJ BCR認証取得という方法を選んだのか、取得までにどういったことがあったのか、これからどうするのか、について話そうと思います。

4.1 BCR承認取得の決定

EUは2016年、EEA(European Economic Area: 欧州経済領域)域内の個人データの保護を目的とするGDPRを制定し、2018年から施行しました。GDPRが発表された当時、様々な憶測がなされ、例えばインターネットでの自由な情報流通が失われる、などの極論もあったと記憶しています。

もちろんEUの目的はそのようなインターネットでの個人データ流通を制限することではなく、むしろ既に国境を越えて様々な国で利用されているEU領域の人に関する個人データの適切な利用を求めるものであり、それまで曖昧だった個人データの保護をより明確化し実効性を持たせるためにきちんと制度化するという非常に先進的な取り組みでした。現在でもGDPRが示す個人データ保護のための様々な方針などは、情報社会における個人データ保護の在り方を示唆するものが多いと思います。

そもそもは個人データの利活用を徹底して行っていたGAFに代表されるいわゆる巨大プラットフォームの台頭があり、スノーデンの暴露による行き過ぎた米国政府の監視の実態が明らかになり、米国の個人データの取り扱いに対する欧州の強い不信感が背景にあり、これがGDPR制定のきっかけになったと思います。これは個人データというものに対する文化的な価値観が大きく異なることに起因するものと考えます。これについては後述します。

EUがどうやらかなり本気であることは分かってきましたが、IIJはグローバルに個人向けサービスを提供しているわけではなく、また政府の個人情報保護委員会も国としてEUから何らかの認定を受ける方向で動いているという話もあったので、積極的にGDPRへの対応を行うことは考えていなかったというのが正直なところでした。ですが、いろいろ検討しているうちに、IIJ Europeにいた小川からの提言もあり、IIJ BCRの取得が望ましいとの判断に至りました。

IIJ BCRの承認取得に向けて舵を切ることになったのは、主に以下の4つの理由からです。

■ グローバルなセキュリティガバナンスの構築が必須である と思い始めていた

IIJは従前から世界各地にグループ会社を展開してきていますが、事業を行うにあたっては当然それぞれの国で個人データ保護などへの対応が求められます。ただ以前は各国の状況を包括的に把握するまで至っておらず、結局が各グループ会社で独自に対応を行っており、正直に言えばグループとしての統制まで手を付けられていない状況でした。GDPRへの対応としてIIJ

BCRを策定しグループ会社へ適用することは、微妙な状況となりつつあった個人データに対して、統制を行うことができる貴重なものだったのです。

■ BCR以外の方法が煩雑過ぎた

GDPRへの対応方法はBCRの認証を受ける以外にも、SCC (Standard Contractual Clauses: 標準契約条項) という契約雛形を必要に応じて結び、それを根拠としてデータ移転を行うこととする方法がありました。しかしこの契約は、個人データを保有する責任を持つ管理者(Controllor)とその個人データを預かって処理を行う処理者(Processor)の間、または処理者と処理者の間でいわばメッシュ状に契約を結ぶ必要がありました。また処理内容に変更があった場合には、改めて契約を結び直す必要があるという契約管理上の手間がかかります。IIJのグループ会社だけでもかなりの数になることが容易に予想されること、また事業の性質上、お客様の情報を預かり各グループ会社のサービス上で展開されることが多いこと、などから、この方法はいずれ破綻しかねないという懸念がありました。IIJ BCRは率直に言えばこれを解決する唯一の手段でした。

■ GDPRの思想はいわゆる日本での個人情報保護よりも先進的な概念が実現されていた

IIJはもちろん個人情報保護の内部統制を行っており、Pマークも取得しています。基本的な個人情報についての枠組みは理解しているつもりでした。しかしGDPRについて多少理解し始めたときから強く感じるのは、EUは本気度が違うということです。日本の個人情報保護がいろいろと対策に苦慮しているのは理解していますが、EUは正論と発想でその難題を乗り越え

て、その先の様々な対応にまで着手して実装していこうとしています。正直ここまでと驚きました。もちろん日本もそのあたりへの対応は行っていて、日本とEUとの間で十分に認定が発行されましたが、EEA域内から移転された個人データには補完的な規則が適用されることから分かります。この後の話にもつながりますが、管理者だけではなく処理者についても熟考され、処理者についての枠組みも整備されているのはかなり先進的な取り組みといえます。これはもちろんEUが個人データの保護のために必要と考えて実現しているわけですが、これはいわばクラウド時代のインターネットでの個人データの取り扱いを見越したものであると思います。

■ 自社の個人データ保護だけでなくクラウドサービスでの個人データ保護が可能となる

EUがGDPRを制定する動機となったのは、明らかにインターネットにおけるプラットフォームなどのEEA域内の個人データの取り扱いについて、EUの基準において適切に行われるよう個人データを取り扱う事業者などに規制をかけるものでした。そのような狙いから、規制対象となるのは、個人データの管理責任を負う管理者はもちろんのこと、管理者から委託を受けた処理者も含むものとししました。EUは特に処理者であるプラットフォームによる適切とはいえない状況に対峙していたため、これらの条項が明確に規定されたのだと思います。これはいわゆるクラウドサービスのようなアウトソースについても処理者としてのBCRの条件を満たすことでGDPRへの対応が可能となる、という可能性を示すものでした。つまり管理者であるお客様が、適切な保護措置を取っている処理者を利用しているということを証明できることになります。

IIJ EuropeでGDPRへの対応の検討を開始したのが2016年1月、IIJとして正式にBCRの承認取得に向けて承認を得たのが2016年5月でした。検討に時間がかかったせいもありますが、その後英国のEU離脱(BREXIT)などの影響を受け、実際に承認が得られたのは2021年8月5日でした。この間、人数としてはそれほど多くはないものの、危機管理室を中心に、ビジネスリスクコンサルティング本部、グローバル事業本部、コンプライアンス部などが関わり、また実際にEUの監督機関と交渉する際には法律事務所の力も借り、やっとのことでBCRの承認まで漕ぎ着きました。GDPR施行後に承認されたグローバル展開するクラウドベンダーとしては、日本のみならず世界初となります。

ただし他のデータガバナンスと同様、承認を得られることがゴールではありません。むしろこれを機にグローバルなデータガバナンスに向けた内部統制の確立が新たに始まったわけです。

4.2 BCRとは何か？

ここで少しだけBCRについて説明します。

BCRとは、企業グループ全体で遵守するデータ保護ポリシー（もちろんこのポリシーは個人データ主体である人にも知ってもらうものであり、よって広く公開されるものです）であり、当該グループ企業及びその従業員などを拘束することとなる規則です。データ保護といっても技術的なセキュリティ対策の実装そのものよりも、従業員などに向けた個人データの取り扱いに関する基本思想・ルールの共有や教育、従業員本人が問い合わせや不満を述べることができる運用環境の整備など、これまで日本国内で情報セキュリティや個人情報保護の内部統制と

して長年にわたって発展してきた活動内容が求められていると想像していただければ分かりやすいと思います。ですがEUのGDPRは世界で最も厳しい個人情報保護法ですので、BCRの承認を得ることはそうたやすいものではありません。

IIJグループとしてのIIJ BCRは、IIJ EuropeのWebサイトのPrivacy Policyの一番下にBinding Corporate Rulesとして公開されています。またグループ各社からここにリンクが貼られています。

このBCRがEUの主任監督機関から承認を受けると、当該企業グループはEU法に照らし合わせて個人データ保護の観点で十分に安全で適切な保護措置がとられている(appropriate safeguard)とのお墨付きをもらい、GDPR第46条2項(b)に基づきEEA域内にある個人データをEU域外に適法に移転可能となります。

EEA域内から域外への個人データの移転は原則禁止であり、これを行えるようにするためにはいくつかのやり方が認められています。BCRはそのうち企業レベルでは最も厳しい基準を満たすものです。承認を受けた企業グループに対する、または承認を受けた企業グループを構成する企業間の個人データの域外移転に関してBCRを遵守する限り、GDPRが要求する適切な保護措置がとられているものと認められます。

承認の取得は主任監督機関にGDPR第47条に規定されるBCRを提出して承認をもらうのですが、主任監督機関以外の厳密な精査のプロセスを踏みます。まず主任監督機関が補佐の監督

機関とBCRをレビューし、幾度となくIJJとの間で訂正を繰り返す、問題ないと判断したらEUの執行機関である欧州委員会(EU Commission)傘下のEDPB(European Data Protection Board: 欧州データ保護会議)に連絡を取り、域外移転の専門分科会であるITES(International Transfer Expert Subgroup) meetingに事前のお伺いを立てます。ITESのメンバーはEU加盟国すべての監督機関(当局)の専門家から成り立っており、ここは違うのではないかとこのルールは甘いのではないかとといった修正リクエストが主任監督機関に出され、企業グループはそれを受けてBCR案の修正を行います。何度かこのプロセスを経て十分に事前のお伺いの意見が出尽くしたと思われるあたりで主任監督機関はEU全加盟国の当局責任者全員出席の最高意思決定機関である会議体のEDPBに意見(Opinion)を求めます。意見はEDPBの公式の文書(見解)であり、その意見に従って主任監督機関は当該企業グループに指示を出しながらBCRを最終化し、最終承認を行います。このように厳格なプロセスを踏むため、BCRの承認をEUの主任監督機関からもらうためには非常に多くの手間と時間がかかることとなります。

IJJグループの場合は、2016年10月にBCRを当時の主任監督機関であった英国ICO(Information Commissioner's Office)に提出しました。しかしながら、英国のEU離脱の影響を受け、現在は主任監督機関がドイツ ノルトライン=ヴェストファーレン(NRW)州の監督機関に移りました。これはIJJグループにおけるEU内の統括拠点はIJJ Europe(英国ロンドン)でしたが、英国がEUから離脱したためIJJ Deutschland(デュッセルドルフ)がEU内の統括拠点となり、デュッセルドルフのあるNRW州の監督機関がIJJグループの主任監督機関になったと

いう経緯があります。なお、他国は通常1か国に1つの当局ですが、ドイツは連邦国家ということもあってか、16州すべてに個人データ保護の監督機関があります。

ところで日本は2019年1月23日EUから十分性認定を受けています。これは即ちEUから「EEA域内と同等の個人情報保護水準にある国とする認定」を受けたことになります。日本の個人情報保護委員会をはじめ関係者の協力によって、EU委員会から十分性認定を受けられたということは、多くの日本企業にとっては朗報であったことは間違いないでしょう。

ただし、これで日本企業がすべてGDPRに適合しているということになったわけではないのです。

まずGDPRでは、原則的にEEA域外への個人データの移転を認めていないので、移転する場合には「越境移転規則」を守ることが必須になります。この「越境移転規則」とは、以下のようにGDPR第45条、46条に定められています。

- ・ 国が十分性認定を受けていること
 - ・ BCRの取得
 - ・ SCCの締結
 - ・ EDPBが認めた(業界の)行動規範の遵守
- など

つまり逆に言えば、GDPRにおける「EEA域外への個人データの移転」のみが免除されるということになります。またEEA域内から移転した個人データに関して足りていないと判断され

た部分については、追加で補完的ルールが適用されることも、個人情報保護委員会から公式に通達が出されています。充分性認定ではEUから日本への個人データの移転は認められていますが、更に日本から第三国への移転は認められていません。そのため、グローバルで従業員名簿を共有しているような場合などは充分性認定だけではカバーできません。

日本が充分性認定を受けたことは、多くの日本企業のビジネス状況を考えれば国の対応として妥当であり理解できることですが、ただこれでGDPRに対して企業として特に対応が必要なくなった、と思わせるような雰囲気になってしまったのは残念なところです。今や個人データ保護はインターネットをはじめとする新たな情報インフラでの非常に重要な課題であり、日本を主な事業エリアとしている企業といえどもその影響は無視できない状況になっていることは忘れてはいけません。

4.3 世界の個人データ保護の動き

今回様々な個人データ保護の動きに巻き込まれるにつれ、個人データに対する視点の違い、またその文化的な背景がこれほどまでに違うのか、と痛感しました。日本での個人データに対する感覚は単なる日本ローカルな視点にしか過ぎませんでした。世界では日本とは全く異なる個人データに対する権利なり責任なりがあることに気付かされたのは、今回の承認取得の過程で得られた知見としてとても大切なものでした。正直、従来の日本企業としてのIJJの感覚では世界の動きについていけないことを理解しました。世界はもっといくつもの「個人データに対する正義」が存在し、それぞれが今後の情報社会に対して強い影響を及ぼしてくることでしょう。

GDPR制定の背景について少し説明します。その本質には、EU当局がプライバシー保護の観点では米国と敵対しているという要因があります。

■ 歴史的背景

9.11、この日に米国で起きた大規模なテロについては今更説明する必要はないでしょう。この事件は世界中を震撼させるには十分過ぎました。米国は、9.11のテロの後、テロリストをあぶり出すため秘密裏に大規模な盗聴を行うと共にSNSなどのサービスへバックドアを仕込ませてデータを覗き見ることができ仕掛けの実装を行いました。この運用は一応裁判所の令状に基づいて行われるべきものだったのですが、実体としては諜報活動の中で諜報員が自由に他人のプライバシーを覗き見ることが可能な状態になっていたことをエドワード・スノーデンが2013年6月に暴露しました。米国民は国家安全のために政府の行うことを許容すべしという雰囲気となり、反対しがたい状況になっていたと思います。米国民にとってはその国の成り立ちからも、政府は自分たちの代弁者であるという当事者意識が非常に強いと感じています。よってある意味世論としては、米国政府の行動を是認していたと思います。ですがそのタイミングで、同じくスノーデンは同盟国であるドイツやフランスなどの大使館も無差別に盗聴していることを暴露しました。これにより、EU各国は激怒し、例えばドイツ政府からはベライゾンが出入り禁止となるなど、大きな影響がありました。

EUには政府が絶対的に正しいという考え方はありません。過去1000年以上に渡りヨーロッパ大陸では国も国境も平定されることはなく、戦争の繰り返しでした。その中で暴君が出て

くると同じ宗教でも他の宗派を弾圧したり、他の民族を虐殺するような悲劇が何度となく行われてきています。第二次世界大戦を最後に国境を平定し、これ以上戦争を繰り返さないようにしようと石炭鉄鋼共同体が作られ、その後原子力共同体、ECと徐々に連携を高めながらでき上がってきたのが今のEUです。EUは政府も暴走するものという前提に立ち、EU法が作られる際には政府に対しても執行力を持つ第三者として独立した監督機関の設置が規定されます。そのため、プライバシー保護の監督機関は民間企業だけでなく政府・行政機関のプライバシー侵害についても厳しく執行をするのがEUです。

この考え方の違いがあるため、米国とEUがプライバシーの世界で相容れることは基本的にはありません。しかしながら米国とEUはお互いに最大の貿易相手国のため、EUの通商関係者は米国と良い関係でいたいと思っています。個人データは商売の中で流通するものですから、通商交渉と切っても切れない関係にあります。そこで、2000年にEU-US Safeharbourという米国の商務省に「我々はセキュリティ対策を適切に行っていてEUの個人データを第三者に渡すことはありません」といった届出をすればEUから米国に自由に個人データを移転できる(ただし民間企業のみ)枠組みを作りました。

これが崩れたのがスノーデンの暴露です。スノーデンの暴露によりセーフハーバー協定は機能していないのではないか？という疑問を持ったオーストリアの弁護士であるマックス・シュレムス(Max Schrems)氏がアイルランドで裁判を起こしました。その内容は複雑ですが大まかに説明すると、例えばFacebookのユーザの個人データは、Facebookのセーフハー

バー協定によって、アイルランド(EUの統括拠点)から米国にデータを移転しています。しかし、スノーデンの暴露のとおり、そのデータは米国政府が無制限に閲覧することが可能になっていました。これはFacebookがセーフハーバー協定を破っていることになり、ひいては米国政府が民間企業のサービスを覗き見ることが米国の法律で合法的にできるのであれば、そもそもセーフハーバー協定自体意味がないのではないかとという問題提起でした。さて、この裁判ですが、アイルランド高裁では判断ができず、欧州司法裁判所(CJEU: Court of Justice EU)に判断を委ねることになりました。結果、2015年10月にセーフハーバー協定は無効であるという衝撃的な判決が出ました。これがSchrems I判決になります。しかしながら、貿易の上でEUから米国に個人データを移転できないと非常に支障をきたすため、EU委員会の経済推進派と米国商務省はまた新たに特別な枠組みであるPrivacy Shieldを2016年8月に開始させています。2001年のテロの後に作られたパトリオット法は2015年に失効しますが、引き継ぐように作られたFreedom Actによって透明性を高めながらテロリストのあぶり出しの仕組みはそのまま現在も稼働していると言われています。そのため、EU委員会のプライバシー保護推進派からすると結局何も変わっていないではないかということで、Privacy Shieldの無効論議は2017年以降もくすぶっていました。そこに2018年5月25日のGDPR施行と同時にPrivacy Shieldに依拠してEUの個人データを米国に移転している米国企業は違法であるとSchrems氏が再度訴えたのです。この裁判は2020年7月に、やはりPrivacy Shieldも違法であるという判決で決着がつかれました。これがSchrems II判決です。Schrems II判決を受けてSCCも修正され、2021年6月には新SCCが発表されました。

移転先国における公的アクセス(政府が民間企業のデータを接収することができる法律の有無や実際の執行状況)に関する情報を、データ移転を行う企業・団体は開示しなければならないということが追加されています。

このように、自国から他の国に個人データが移転すると、もはや自分の国の法律では守れないため、様々な制約を加えるのです。ところで、そのEUが個人データ保護に関して安全であると認めている国は世界にいくつかあります。スイスやニュージーランド、アルゼンチンといった国々で、これらは十分に認定を受けた国と呼ばれます。このような国々にはEUの個人データを移転しても構わないことになっています。ここに2019年1月に追加されたのが日本です。ただし、日本の個人情報保護法はGDPRと比較すると足りない点があるので、補完的ルールを適用した場合に個人データを移転して良いということになっています。

なお個人情報保護法は3年に一度見直しをかけて、技術的な発展や世界各国の法規制との調和を図れるようにすることになっており、今後ますます日本の個人情報保護法はGDPRに近づいていくことが予想されます。一方、日本の個人データもEUには移転して良いことになっています。2019年1月に発表されたのは、日本とEUの間での個人データの相互流通であり、日本から見てEUは安全な国であると認めています。日本が安全な国と認めているのは他に英国のみです。このようなこともあり、日本政府としてはプライバシー保護に関してはEUのGDPRを参考に個人の権利利益を強化する方針をとっているように見えます。2020年6月に可決し、2022年4月1日から全

面施行される改正個人情報保護法でも、罰則が30万円、50万円から1億円に引き上げられたり、外国にある第三者へ個人データを提供する場合(EU視点では域外へ個人データを移転する場合)の情報開示が強化されたり、クッキー規制がEUほどではないものの盛り込まれたり、個人データ漏えい時にいくつかのパターンに当てはまる場合は個人情報保護委員会などへ報告することが義務(3~5日の速報+30日または60日以内の確報が必要。ちなみにGDPRは72時間以内の報告が義務)となったりと、徐々にではありますが、GDPRに寄せて厳しくなっているように見えます。

■ 文化的背景

以上のような歴史的な背景を鑑みるに、現在、世界における個人データ保護の大きな潮流は3つあるように思います。

1つは米国で主流であると思われる「ビッグデータ共有は全世界の人々の利益となる」といった公共の福祉的な発想、もう1つは欧州で主流である「個人データの管理は個人の基本的人権である」という人権主義的な発想、そして中国をはじめとする「自国域内のデータ管理は自国の国家安全保障問題である」との安全保障的な発想、です。

米国においては、GAFAsの台頭に代表されるように、個人データはそのユーザの利便性だけでなく、その他の広くのユーザにも利益があるものであると認識され、例えばGoogleの理念「Googleの使命は、世界中の情報を整理し、世界中の人々がアクセスできて使えるようにすること」にも表れていると思います。米国ではいわゆる開拓史という歴史を持つ社会であるこ

とから、国家安全保障も含め、情報共有が重要な文化として定着してきたように思います。またその展開の戦略においても、インターネットでも顕著であった、いわゆるデファクトスタンダードという「普及こそが標準となる」という価値観につながっていると思います。

逆に欧州においては、既に述べたように個人データはその生死を左右しかねない情報でもあったため、個人データをその主体者本人が把握・管理できることが権利として根付いているように思います。またその展開の戦略は、いわば植民地政策で培われたとも思われるプロセスの明確化であり、いわゆる標準化を軸とした世界展開を行っていると考えられます。

また特に最近世界に大きな影響を与える中国では、国家の維持が非常に重要な要素であり、当然個人データをはじめあらゆる情報においても国家安全保障に基づく判断が適用されるべきと考えていると思われれます。よって米国発のサービスよりは自国のサービスを推奨し、国家間の情報流通においても強力な制限を行っています。もちろん戦略としては、自国との情報流通は自国の制限下において行われるという自国主義によって行われています。

もちろんこれはある程度ステレオタイプ的な見方であり、あらゆる国における情報統制の戦略は、公共的・権利的・安全保障的な要素のいずれかを重視するかで行われていて、どれか1つのみ重視するというのではないと思います。ただ個人データを取り巻く状況としては、大きな3つの視点があって、それはそれぞれの歴史なり文化なりから熟成されたものであり、全世界で

統一的な個人データに対する感覚はない、というのが重要だと思います。

翻って日本については、決して世界では主流ではないようですが、いわゆる「言霊」つまり情報そのものが価値そのものと等価であると見なす文化が根付いているように思います。個人データに関しても、自身に関する情報を知られることは自身自体のことを知られるという風に思うことがあるように思います。古い話ですが、名前を知られることは被征服を意味していたこともあり、本名を隠していたということも文化的にはありました。また縁起の悪いことは言葉にしない、というのも情報として表現すること＝そのことが具現化する、ということにつながるという認識が根付いているようにも思います(これが八百万の神々の話になるわけですが、ここでは長くなるので省略します)。

いずれにせよ個人データの保護を考えた場合、個人データというものに対しての感覚は、意識も意味も重さも、少なくとも日本的な感覚では通用しないでしょう。もちろん米国的な感覚も、欧州的な感覚も、中国的な感覚も、いずれも世界の一本化されたものではないことは明らかです。情報社会における情報そのものは、単なる情報の記号ではなく、そのような歴史的・文化的背景が存在し、よってその取り扱いもいわばそれぞれの文化での「正義」があり、国境を越えた情報流通においてはそれぞれの国なり地域における「正義」を尊重したものであることが望まれているのだと思います。

4.4 IJ BCR取得への道のり

比較的早めに動き出したIJ BCRの動きでしたが、実際に取得するまではかなりの紆余曲折がありました。特にBREXITの影響は大きく、英国ICOでの取得を目指していたIJグループとしては大きな戦略変更となったことは否めません。

表-1にざっとその概略を示します。

4.5 今後について

先に述べたように、インターネットの普及につれ個人データ保護の動きは今後もより様々な形でインターネット関連企業及びそれ以外の企業へも影響を及ぼしてくるものと思います。ただこれは社会がインターネットに代表される情報社会に適応するために必要な過程であり、無頓着な日本においてもこの変化を無視できるような状況では早晩いられなくなるものと

年月日	主体	行動
2016年1月	IJ Europe	IJ-EUでのGDPR対応の承認。対応検討本格始動。
2016年3月	GDPR事務局	危機管理室、コンプライアンス部、グローバル事業本部、IJ Europeの4者にて事務局立ち上げ。
2016年6月	英国	EU離脱派が勝利。
2016年7月	GDPR事務局	法律事務所を決定。
2016年8月～10月	危機管理室	BCR文書の作成。
2016年8月	IJ Europe	GDPR対応支援コンサルティング開始。
2016年10月	GDPR事務局	英国 個人データ保護監督機関ICO (Information Commissioner's Office)へBCRを提出。
2017年3月	英国	首相がEU離脱の発動書簡に署名。
2017年8月	ICO	IJ BCR審査に入った旨の初めての連絡。以後、修正を重ねていく。
2018年5月25日	EU	GDPR施行
2019年1月10日	ICO	英国ICOの審査が完了し、Co-Reviewr (ドイツ、オランダ)に提出。
2019年2月12日	EDPB	Brexit後のBCRの主任監督機関に関する情報の公表。Brexitまでに間に合いそうにもないことが示唆される。
2019年3月1日	LDI-NRW	Co-ReviewrのドイツNRW州当局からIJ BCRに対するコメントの返答。
2019年3月21日	オランダ当局	Co-Reviewrのオランダ当局からIJ BCRに対するコメントの返答。
2019年3月28日	GDPR事務局	コメントに対しICOに提示。Brexit期限は10月31日まで再延長。
2019年5月16日	ICO	Co-reviewerより、レビューが完了との連絡。EDPB ITES (International Transfers Experts Subgroup) 会議の事前審査を依頼。
2019年6月	UK	テリーザ・メイ首相辞任。
2019年7月	UK	ボリス・ジョンソン首相就任。
2020年1月31日	EU/UK	英国のEU離脱。移行期間は2020年末まで。
2020年4月	EDPB	ICO担当のもと、EDPBのITES会議において事前審査。修正を数回。
2020年6月	EDPB	離脱移行期間中のICO承認は無効との通告。
2020年7月～9月	GDPR事務局	IJ Deutschlandの所在するドイツNRW州当局を主任監督機関として指名。
2020年9月	GDPR事務局	正式にNRW州当局に主任監督機関を依頼。
2020年9月～11月	ICO/LDI-NRW	ICOとLDI-NRWの間でIJ BCRに関する引き継ぎを実施。
2020年12月2日	LDI-NRW	正式にLDI-NRWがIJの主任監督機関に就任。
2020年12月31日	UK	EUから完全離脱。
2021年4月	EDPB	ITES会議にて審査(ICO時の審査が済んでいるので、すんなり通る)。
2021年5月	GDPR事務局	ドイツ語版のBCR文書の作成。
2021年6月28日	LDI-NRW	BCR-C、BCR-P一式をEDPBに提出。
2021年7月28日	EDPB	Plenary Meetingにて審議。問題なしとの判断。
2021年8月2日	EDPB	公式意見としてIJ BCR-C/Pに対する肯定的な見解を開示。
2021年8月5日	LDI-NRW	IJ BCR-C/Pを承認。

図-1 IJのBCR取得プロセス

思います。もちろんすべての企業がBCRを取得すべし、とは自身の経験からも決して言えるものではありませんが、それでも客観的に見ても必要な企業は日本に多くあり、いずれ何らかの対応が迫られるものと思っています。

またIIJグループとしても、EU GDPRに対してBCRの承認を得たからこれで大丈夫とは思っていません。少なくともEUから離脱した英国への対応はもちろん、その他の米国をはじめとしたその他の個人データ保護に対する動きへも追従しなければいけないという認識はあります。どこまでやっても追いつかないような状況ではありますが、少なくとも、大きな枠組みとしてはAPEC CBPRなどが動き出しており、それらへの対応も検討すべき状況であるとの認識です。

IJでも個人情報の漏えいなどの事故が発生することがあり、どの口が言っている、という批判もあるうかと思えます。ですが、個人情報保護をはじめ情報セキュリティが不可欠となる情報社会においては対応して当然の責務であり、組織自身の情報セキュリティ対応能力を高めながら、様々な文化における個人データ保護などの動きにも対応していくことが求められていると思えます。

個人情報保護をはじめとする情報セキュリティは一朝一夕に確立できるものではなく、組織の文化として根付かせ、日々の

業務の中に定着させてこそ意味があるものと思います。繰り返しになりますが、IJ BCRも承認取得をゴールとしたわけではなく、これを機に情報セキュリティ・プライバシー保護の内部統制をより強固にするということが大きな目標でした。そのゴールに向け、まだ確実とは言えないまでもある意味大きな一歩を踏み出せたとは自負しています。

IJグループは、あくまでもインターネットを基軸としたビジネスを愚直なまでに追及していくことが企業の使命だと思っています。今や世界的なインターネットインフラ専門という企業は、世界中を見ても稀な存在になってしまったように思います。だからこそあくまでもインターネット的な視点を持ち、情報社会のインフラ企業として貢献できるよう今後も努力を続けていくことが、インターネットの普及を推進してきた企業の責任と考えています。

正直IJ BCRは大変でした。正直誰にもお勧めはしません。でも、やってよかった、と声を大にして言えます。それが、我々の目指すインターネットの姿を支える1つの重要な柱になると信じているためです。

今後も安全なインターネットを目指し、努力していきます。



執筆者：
三膳 孝通 (みよし たかみち)

IJ 技術主幹 DPO(Data Protection Officer)。1993年4月に株式会社インターネットイニシアティブ企画(現・インターネットイニシアティブ)に入社。インターネットサービスの立ち上げ、およびサービス設備の運用に従事。その後、サービス開発、戦略企画担当などを経て、常務取締役(技術戦略担当)として総務省などの研究会に数多く参加。2015年6月より、現職。



Internet Initiative Japan

株式会社インターネットイニシアティブ(IIJ)について

IIJは、1992年、インターネットの研究開発活動に関わっていた技術者が中心となり、日本でインターネットを本格的に普及させようという構想を持って設立されました。

現在は、国内最大級のインターネットバックボーンを運用し、インターネットの基盤を担うと共に、官公庁や金融機関をはじめとしたハイエンドのビジネスユーザに、インターネット接続やシステムインテグレーション、アウトソーシングサービスなど、高品質なシステム環境をトータルに提供しています。

また、サービス開発やインターネットバックボーンの運用を通して蓄積した知見を積極的に発信し、社会基盤としてのインターネットの発展に尽力しています。

本書の著作権は、当社に帰属し、日本の著作権法及び国際条約により保護されています。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。当社は、本書の内容につき細心の注意を払っていますが、本書に記載されている情報の正確性、有用性につき保証するものではありません。

本冊子の情報は2021年12月時点のものです。

©Internet Initiative Japan Inc. All rights reserved.
IIJ-MKTG019-0053

株式会社インターネットイニシアティブ

〒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
E-mail: info@ij.ad.jp URL: <https://www.ij.ad.jp>