Internet Infrastructure Review

IIJ
Internet Initiative Japan

Vol.1

October
2008

インフラストラクチャセキュリティ

大規模化するDDoS攻撃への対応

メールテクニカルレポート

急増するスパムとマルウェアの連動攻撃

Internet Infrastructure Review Vol.1 October 2008

エグゼクティブサマリ 3

1 インフラストラクチャセキュリティ 4

1.1 はじめに 4

1.2 インシデントサマリ 5

1.3 インシデントサーベイ 7

1.3.1 DDoS 攻撃 7

1.3.2 マルウェアの活動 9

1.4 フォーカスリサーチ 12

1.4.1 WebサーバへのSQLインジェクション攻撃 12

1.4.2 マルウェア感染に誘導する迷惑メール 14

1.4.3 P2Pネットワークに起因する不要な通信 15

1.5 おわりに 17

2 メールテクニカルレポート 18

2.1 はじめに 18

2.2 迷惑メールの動向 18

2.2.1 迷惑メールの割合 18

2.2.2 迷惑メールの送信元 19

2.2.3 迷惑メールの傾向 20

2.3 メールの技術動向 21

2.3.1 送信ドメイン認証技術 21

2.4 おわりに 22

インターネットトピック：MD6とは？ 23

エグゼクティブサマリ

インターネットは今やさまざまな情報サービスを支える重要な社会インフラの地位を確立しつつあります。インターネットがここまで急速に成長できたのは、誰もが簡単に参加でき、様々な革新的サービスを次々と産み出すことができる、その開放的な性質によるところが大きいでしょう。反面、この開放的性質は、悪意を持った利用者によるサービスの妨害や個人情報への不正アクセス等をも可能にしてしまいました。今日、これらの行為は社会問題、国際問題にまで発展してきています。

最近の傾向として、社会的に重要な出来事や、歴史的な事件に連動して、ネットワーク上でもインシデントが発生しやすくなっています。本レポートの対象期間である2008年6月から8月までの3ヵ月間には、洞爺湖サミットと北京オリンピックが開催され、その間インシデント監視体制を強化し万一の事態に備えました。これらのイベントに対しては幸いにして目立った攻撃は観測されませんでしたが、8月にグルジアで武力衝突が発生した際には、それに関連すると思われるDDoS攻撃が観測されています。

IIJが攻撃対策を担っているサイトへのDDoS攻撃は、期間中に272件（一日あたり3件）発生し、過去最大の2Gbpsを超える攻撃を観測しました。うち、77%がサーバに対する攻撃、10%が回線容量に対する攻撃でした。さらに、IIJ内に設置されたハニーポットで捕獲したマルウェアの解析では、全体の約7割がDDoS攻撃にも利用されるボット型であることが明らかになる等、より大規模な攻撃の発生を示唆しています。

一方、期間中に「DNSキャッシュポイズニング問題」や「BGPプレフィックス・ハイジャッキング問題」等、インターネットを動作させるための根幹に関わる脆弱性への対応も行われています。

また、迷惑メールは、大きな社会問題になっています。対象期間にはメール全体の85.8%を占め、2007年の平均である73.1%から12.7%増となる等、増加傾向が続いているため、今後も対策が必要です。

このようにインターネットが大きな岐路にさしかかっている事を実感させられる3ヵ月間でした。これからもインターネットの成長と利用の拡大を促進する為には、インターネット発展の原動力となる開放性を可能な限り失うことなく、安心、安全な利用環境を確保する努力が必要です。IIJでは、悪意を持った利用を食い止め、脆弱性にも速やかに対応する体制作りを、関係機関やお客様とも協調しながら重点的かつ継続的に実施しています。

このような取り組みに対する成果も確認されました。迷惑メール対策のひとつである送信ドメイン認証技術を導入済みのJPドメイン数は2008年8月時点で全体の24.4%で、概ね4分の1が対応済みとなりました。期間中の迷惑メールの送信元を国別で見てみると、米国13%、中国11%、トルコ7%の順番になっており、日本は2%で16位でした。日本の順位が低いのは、迷惑メール対策の導入が進んでいる効果が如実に表れているものと考えられます。未対策の組織による状況の認識と対策の実施が望まれます。

本レポートが、インターネットの現状に対する理解を促し、安心、安全なインターネット利用環境確保のための取り組みを推進するための一助となることを願います。

執筆者：
浅羽 登志也（あさば としや）
IIJ 取締役副社長。WIDEプロジェクトメンバー。1992年、IIJの設立とともに入社し、バックボーンの構築、経路制御、国内外ISPとの相互接続等に従事。1999年取締役、2004年より取締役副社長として技術開発部門を統括。2008年6月に株式会社IIJイノベーションインスティテュートを設立、同代表取締役社長を兼務。

1. インフラストラクチャセキュリティ

1.1 はじめに

このレポートは、IIJが対応したインシデントとその対応の実態をまとめたものです。IIJ自身がインターネットの安定運用のために取得している一般情報や、インシデントの観測環境の情報、サービスに関連する情報、協力関係にある企業や団体から得た情報をもとにしています。その情報の内容は、単純な通信量から社会情勢に至るまで、多様なものとなっています。
一部の予備的な調査を除き、ここでは2008年6月から8月の3ヵ月間に発生したインシデントや観測状況を示しています。この3ヵ月の間にも様々なインシデントが発生していますが、ここではその中から代表的なものを紹介します。

この期間には、洞爺湖サミットや北京オリンピック等の国際的なイベントがありました。これらのイベントについてはインターネット上では関連するインシデントの発生は見られず、イベント自体も無事に終了しています。一方で、グルジアにおける武力衝突にともない、国際的なDDoS攻撃が発生しました。日本から遠く離れた国の出来事ですが、ボット等のマルウェアに感染することで、その攻撃に荷担させられたクライアントが日本国内にも存在していました。

脆弱性の分野では、DNSキャッシュポイズニングの問題が大きく取り扱われました。IIJにおいてもこの問題への対応は可能な限り迅速に実施しました。また、この期間に2Gbpsを超える規模の攻撃が発生し、対策を行いました。これは今までにIIJが取り扱ったDDoS攻撃の中でも最大級のものです。
インターネットの上では、ネットワークを経由して感染活動を行うマルウェアの活動も依然として活発であり、セキュリティ対策を行っていないクライアントをインターネットに接続すると、短時間で何らかのマルウェアに感染してしまうような状況が継続しています。また、本年影響の大きかったインシデントの調査を実施した結果、SQLインジェクション攻撃、マルウェア感染に誘導する迷惑メール等のインシデントが継続して発生していることが明らかになりました。

インターネット全体の安定性を脅かすようなインシデントの発生は避けられましたが、個人の利用者やネットワークの管理者一人一人が適切にセキュリティ対策を実施しなければ、安心してインターネットを利用できない状況が続いています。

1.2 インシデントサマリ

ここでは、2008年6月から8月の期間にIIJが取り扱ったインシデントの代表的なものを抽出し、その対応の実態を解説します。この期間に取り扱ったインシデント全体の件数の分布を図-1 に、分類の説明について表-1 に示します。

■脆弱性

この期間中において、複数の実装に脆弱性が発見されており、それぞれに対策を実施していますが、ここでは大きく話題となった2つの問題への対応を示します。

■ DNS キャッシュポイズニングの問題への対応

DNS キャッシュポイズニング*1 の問題は古くから繰り返し指摘され、対策されてきたものですが、今回は今日一般的に利用されている DNS の実装においても、非常に短い時間で攻撃を成立させる手法が発見されました。7月8日、複数のセキュリティ団体による注意喚起*2 や実装の修正リリースがあり、可能な限り速やかに対応しました。また、詳細情報から検証コードを作

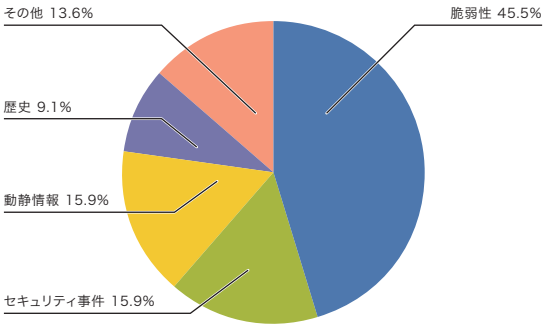


図-1 カテゴリ別比率（2008年6月〜8月）

表-1 インシデントの分類

カテゴリ名	内容
脆弱性	インターネットで利用している、またはユーザの環境でよく利用されているネットワーク機器やサーバ機器、ソフトウェア等の脆弱性への対応を示します。脆弱性そのものや、脆弱性に対する攻撃の情報、攻撃の検証作業、ベンダによる脆弱性への対応情報、対応作業等が該当します。
動静情報	国内外の情勢や国際的なイベントに関連するインシデントへの対応を示します。要人による国際会議や、国際紛争に起因する攻撃等への対応で、注意・警戒、インシデントの検知、対策といった作業が該当します。
歴史	歴史上の記念日等で、過去に史実に関連して攻撃が発生した日における、注意・警戒、インシデントの検知、対策等の作業が該当します。
セキュリティ事件	突発的に発生したインシデントとその対応を示します。ネットワークワーム等のマルウェアの活性化や、特定サイトへの DDoS 攻撃等で、原因のはっきりしないインシデントへの対応が含まれます。
その他	上記のいずれにも該当しないインシデントを示します。イベント等によるトラフィック集中等、直接セキュリティに関わるものではないインシデント等も含まれています。

＊1　今回の攻撃手法の発見者による発表資料（http://www.doxpara.com/DMK_BO2K8.ppt）
＊2　JPCERT/CC による「複数の DNS サーバ製品におけるキャッシュポイズニングの脆弱性」等（http://www.jpcert.or.jp/at/2008/at080013.txt）

成し、問題があると指摘された実装に対し、実際に攻撃が可能であることを確認しています。加えて、8月の発表の場[*3]にスタッフを参加させ、発見者自身による発表で攻撃手法について確認しています。

■ BGPプレフィックス・ハイジャッキングの問題への対応

8月のセキュリティカンファレンス[*4]において、特定のネットワークの経路を誘導することで、通信の遮断や通信内容の取得を行う手法（BGPプレフィックス・ハイジャッキング[*5]）の発表と実演が行われました[*6]。今年2月に発生したYouTubeのハイジャック事件[*7]のように、ISPの設定ミスが全世界に影響をおよぼす事態に発展してしまうことも事実です。IIJではこの問題を以前から把握しており、適切なプレフィックス・フィルタの運用強化等、IIJとして可能な対策を実施するだけではなく、この現象の発見システムの開発・運用プロジェクト[*8]等に参画し、他のISPと協調することで、この問題を悪用したインシデントの早期の発見と収束に努めています。

■動静情報

国内外で発生した事件や事故、ニュースや動静情報に応じて、インターネット上でもインシデントが発生することが多くなっています。

■国際的なイベントへの対応（洞爺湖サミット、北京オリンピック）

洞爺湖サミット開催期間及び関連会合の期間中、IIJは、加盟するセキュリティ関連団体「Telecom-ISAC Japan[*9]」からの依頼に応じ、他のISPと共同でインターネット上での攻撃発生について警戒を行いました。また、北京オリンピックについても、中国のセキュリティ関連組織からの要請に応じて警戒を行うと共に、当該組織との間に直接の連絡窓口を開設し、インシデント発生時に相互に緊急連絡を行う体制を構築しました。結果として、両イベント共に関連するサイト等への攻撃は見られませんでした。

■グルジアに対するDDoS攻撃への対応

グルジアにおける争乱と同時に、インターネット上でもDDoS攻撃[*10]が発生していました。関連する国際団体等[*11]から、この攻撃に荷担している疑いのある日本のIPアドレスの情報を入手しましたが、調査の結果、IIJに関わるIPアドレスは存在しませんでした。

■歴史

過去に攻撃が発生したことのある日、特に、歴史上の記念日については、攻撃が再発する可能性があるため、要注意日として取り扱っています。この期間には日本における終戦記念日が含まれていたため、各種の動静情報に注意を払いましたが、IIJの設備及びIIJのユーザのネットワークに対する攻撃は見られませんでした。

■セキュリティ事件

脆弱性や動静情報等に結び付かず、原因のはっきりしない突発的なインシデントをセキュリティ事件として

＊3　Black Hat USA 2008（http://www.blackhat.com/html/bh-usa-08/bh-us-08-main.html）
＊4　DEFCON16（http://www.defcon.org/）
＊5　BGPプロトコルによる経路情報の交換において、本来権限のないIPアドレス空間に対する経路を広告することで、他人のネットワークに向かった通信を指定した宛先に引き込む行為。設定ミス等でも発生する。
＊6　DEFCON16における発表者による資料（https://www.defcon.org/images/defcon-16/dc16-presentations/defcon-16-pilosov-kapela.pdf）
＊7　YouTubeに対するハイジャック事件については、RIPEによる報告が詳しい。（http://www.ripe.net/news/study-youtube-hijacking.html）
＊8　国内ではTelecom-ISAC Japanの「経路奉行」プロジェクトへの参画等（http://www.janog.gr.jp/meeting/janog19/files/irr.pdf）
＊9　財団法人日本データ通信協会 テレコム・アイザック・ジャパン（https://www.telecom-isac.jp/）
＊10　Distributed Denial of Service攻撃の略。非常に多くの攻撃元から1つの攻撃先に対して実施される攻撃で、その目的は攻撃先のサービスや事業を停止させることにある。
＊11　IIJの加盟する国際団体は複数あるが、そのうちのFIRST等。（http://www.first.org/）

分類しています。この期間においても、OSのアップデートを阻害するウイルスの流行や、偽のセキュリティソフトウェア等、様々なインシデントが発生しました。IIJでは、ニュースサイトを騙る迷惑メールに注目し、迷惑メールからマルウェア*12の感染に誘導される過程について調査を実施しました（「1.4.2 マルウェア感染に誘導する迷惑メール」をご覧ください）。

■その他

直接セキュリティに関係しない現象が、インターネットの安定的な運用に影響を与えるような通信量の変動や、アクセス集中等を引き起こす場合があります。IIJでは、この期間の７月初旬に、突発的な通信量の減少を観測しました。これは、7月のマイクロソフトのOSアップデートで再起動を必要としたため、常時通信を行うP2P型ファイル共有アプリケーション等を利用している端末において、通信が停止したためではないかと判断しています。

1.3 インシデントサーベイ

IIJではインターネット上で発生するインシデントのうち、インフラストラクチャ全体に影響を与える可能性があるインシデントに注目し、継続的に調査を行っています。ここでは、そのうちDDoS攻撃及びネットワーク上のマルウェアの感染活動について、その調査と分析の結果を示します。

1.3.1 DDoS 攻撃

DDoS攻撃は、日本国内においては2003年頃から観測されていました。2004年のサッカーの試合に関連して発生したDDoS攻撃を皮切りに、その対象や攻撃規模は徐々に大きくなり、今日では一般の企業のサーバが対象となった攻撃が、日常的に発生するようになっています。

DDoS攻撃では、攻撃の内容は状況により多岐にわたりますが、一般には、脆弱性等の高度な知識を利用した攻撃ではなく、大量の通信を発生させて通信回線を埋めることや、サーバを過負荷にすることで、サービスを妨害しようとします。ここで、2008年6月から8月の期間にIIJが取り扱ったDDoS攻撃の実態を図-2に、また期間中最大のDDoS攻撃における最大

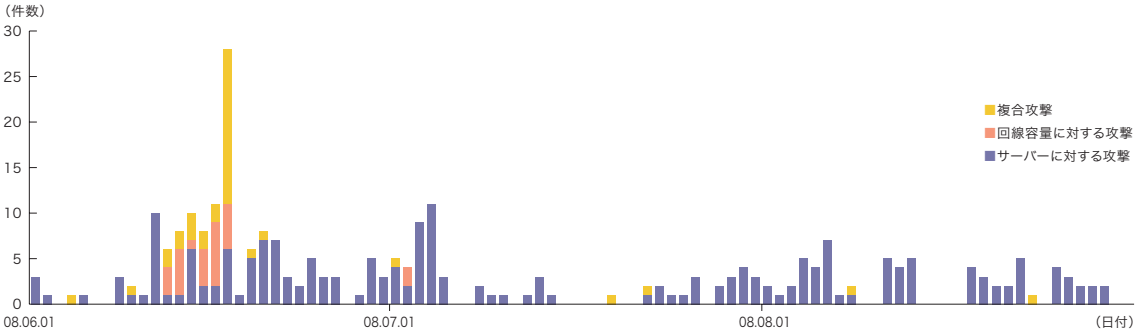


図-2 DDoS攻撃の対処件数

*12 パソコン上のデータの破壊や不正コピー、DDoS攻撃や迷惑メール送信の実施等、パソコン内部やインターネットに対して利用者の意図しない悪性活動を行うソフトウェア。その動作によってウイルスやワーム、ボット等に分類される。

通信量の推移を図-3に示します。対処件数の情報は、攻撃と判定された異常を件数で示したものです。IIJでは、様々なサービスをご利用のお客様に対する攻撃等に対処していますが、正確な攻撃の様子を把握することが困難な場合については、今回の集計からは除外しています。この期間の1日の平均は3件程度、合計272件の攻撃に対処しました。

DDoS攻撃には多くの手法が存在します。また、攻撃対象となった環境の規模（回線容量やサーバの処理能力）によって影響が異なります。図-2の集計では、DDoS攻撃全体を、「回線容量に対する攻撃」と「サーバに対する攻撃」及び「複合攻撃」に分類しています。ここで、「回線容量に対する攻撃」[*13]は、大きなサイズのIPパケットを大量に送付することで攻撃対象の接続回線容量を圧迫するような攻撃です。「サーバに対する攻撃」[*14]は、TCPの呼に相当するSYNパケットを大量に送付することや、実際に同時に大量のTCP接続を行うことで、対象サーバを過負荷に陥れることを狙った攻撃です。「複合攻撃」は、1つの攻撃対象に対し、同時に複数種類の攻撃を観測した状況を指しています。

この期間のDDoS攻撃の発生件数では、回線容量に対する攻撃が10%、サーバに対する攻撃が77%、複合攻撃が13%となりました。サーバに対する攻撃が数多く発生していますが、それぞれは大規模なものではありませんでした。一方で、回線容量に対する攻撃や複合攻撃では、特に通信量に関して増加傾向にあります。これは、サーバに対する攻撃が非常に小さいパケットで構成され、攻撃者側のネットワーク装置等に過負荷を与えるため、攻撃者が攻撃を継続しにくいためではないかと予測しています。

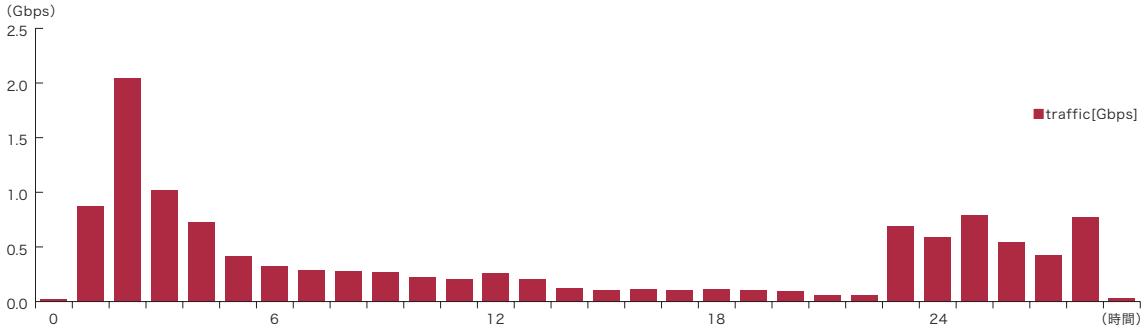


図-3 期間中最大のDDoS攻撃の様子

＊13 攻撃対象に対し、本来不必要な、大きなサイズのパケットや、その断片を大量に送りつけることで、回線を圧迫する攻撃。UDPパケットを利用した場合にはUDP floodと呼ばれ、ICMPパケットを利用した場合にはICMP floodと呼ばれる。

＊14 TCP SYN flood攻撃は、TCPで接続開始の呼を示すSYNパケットを大量に送付することで、攻撃対象に大量の接続の準備をさせ、対象の処理能力やメモリ等を無駄に消費させる。TCP Connection flood攻撃は、実際に大量のTCP接続を確立させる。HTTP GET flood攻撃は、Webサーバに対しTCP接続を確立した後、HTTPのプロトコルコマンドGETを大量に送付することで、やはり同様に攻撃対象の処理能力やメモリを無駄に消費させる。

また、攻撃の継続時間については、全体の72%が攻撃開始から30分未満で終了し、残りの28%が30分～24時間の範囲で分布しています。ごく少数ではあるものの、数日間にわたって継続する攻撃にも対応しています。攻撃の規模と攻撃期間との間に有意な関係は見られませんでした。
攻撃元の分布については、多くの場合、国内、国外を問わず、非常に多くのIPアドレスが観測されています。これは、IPスプーフィング[*15]の利用や、DDoS攻撃を行うための手法としてのボットネット[*16]の利用によるものと考えられます。

この期間の最大の攻撃は回線容量に対する攻撃で、2Gbps[*17]を超えるものでした。これは、IIJが対処した中で最大級の攻撃です。この攻撃の内容は時間と共に変化し、回線に対する攻撃（UDP floodとICMP flood）の組み合わせで始まり、途中でサーバに対する攻撃を試みた後、再び回線に対する攻撃に戻っています。攻撃元アドレスのばらつきはあまり大きくないため、ボットネットによる攻撃ではなく、専用ツールを使った攻撃であると判断しています。

1.3.2 マルウェアの活動

ここでは、IIJが昨年から実施しているマルウェアの活動観測プロジェクトMITF[*18]による観測結果を示します。MITFは2007年4月から開始した活動で、ハニーポット[*19]を用いてネットワーク上でマルウェアの活動の観測を行い、マルウェアの流行状況を把握し、技術情報を集め、対策につなげる試みです。これらのハニーポットは、インターネットに一般利用者と同様に接続していますが、ハニーポットから通信を発生させることはありません。つまり、このハニーポットで受信した通信は、すべて本来到着するはずのない不要な通信です。そのほとんどが、マルウェアによる無作為に宛先を選んだ通信か、攻撃先を探すための探索の試みであると考えられます。

＊15 発信元IPアドレスの詐称。他人からの攻撃に見せかけたり、多人数からの攻撃に見せかけたりするために、攻撃パケットの送出時に、攻撃者が実際に利用しているIPアドレス以外のアドレスを付与した攻撃パケットを作成、発信すること。
＊16 ボットとは、感染後に外部の指令サーバからの命令を受けて攻撃を実行するマルウェアの一種。ボットが多数集まって構成されたネットワークをボットネットと呼ぶ。
＊17 Bit Per Secのことで、1秒あたりの通信量を示す。
＊18 Malware Investigation Task Forceの略。マルウェアの活動状況を把握することを目的としたIIJのタスクフォース。
＊19 脆弱性のエミュレーション等の手法で、攻撃を受け付けて被害にあったふりをすることで、攻撃者の行為や、マルウェアの活動目的を記録する装置。

■無作為通信の様子

まず、この期間に、ハニーポットに到着した通信の総量（到着パケット数）の推移を図-4に、その発信元IPアドレスの分布を国別に図-5に示します。

MITFでは、数多くのハニーポットを用いて観測を行っていますが、ここでは1台あたりの平均をとり、到着したパケットの種類（上位10種類）についてこの期間の推移を示しています。多くはマイクロソフトのOSで利用されているTCPポートであり、クライアントに対する探索行為であることが分かります。一方で、2582/tcpや22133/udp等、一般的なアプリケーションで利用されない目的不明の通信も観測されています。また、発信元の分布を国別にみると、日本国内合計の43%、中国の27%が比較的多いものの、その他は世界中の国々からさほど変わらない量の通信が到着しています。図中では発信元となった国内ISPの分布も示していますが、特に大きな傾向は見られません。

以上のように、ネットワーク上では、攻撃相手を探索する行為が継続しています。しかし、今日では多くのクライアント用のセキュリティ製品が登場し、また、最新のOSではファイアウォール機能が利用できるようになっていますので、これらの機能の利用により防御は可能です。

■ネットワーク上でのマルウェアの活動

次に、MITFの観測環境において取得した、マルウェアの活動について示します。この期間におけるマルウェア

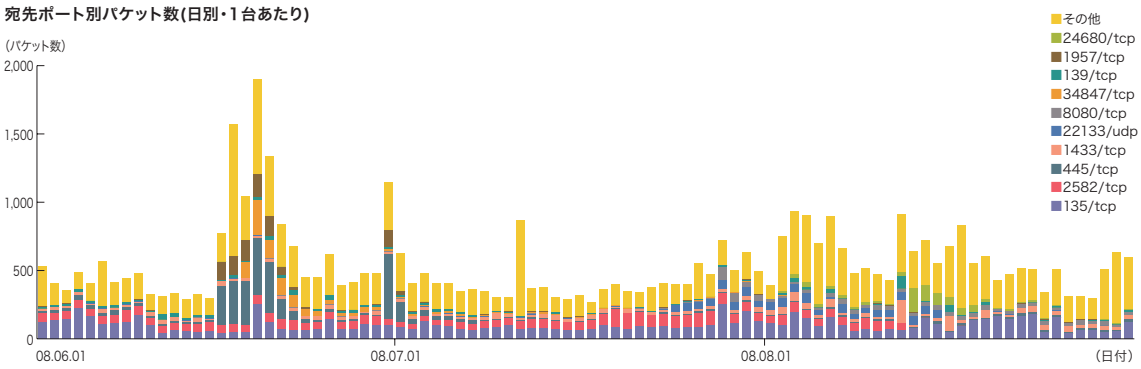


図-4 ハニーポットに到着した通信の推移（日別・宛先ポート別・一台あたり）

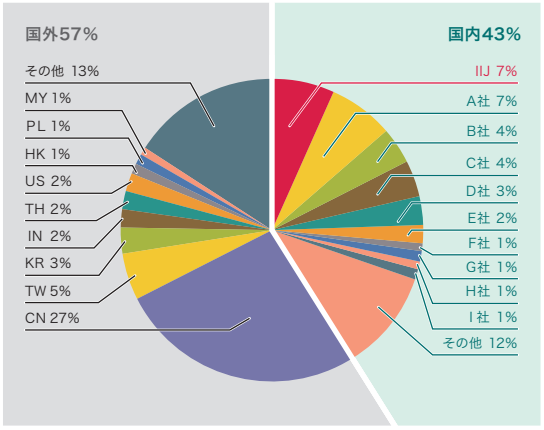


図-5 発信元の分布（全期間）

の検体[*20]取得数の推移を図-6に、マルウェアの検体取得元のIPアドレスの分布を図-7に示します。

検体取得数の推移では、総取得検体数は1日あたりに取得できた検体の数を示し、ユニーク検体数はハッシュ値[*21]で検体の種類を調べたものです。総取得検体数では一日平均で8,000ほどの検体を取得しています。また、ユニーク検体数は、毎日定常的に60種類程度のマルウェアを取得しています。これらの数字は、MITF開始以後大きく変化していません。この結果と、国内の他の試み[*22]の結果と比較すると、IIJの観測では、より数少ない種類のマルウェアの活発な活動が観測されています。これは、現在のマルウェアの感染活動が、非常に局所的であることを示していると考えられます。

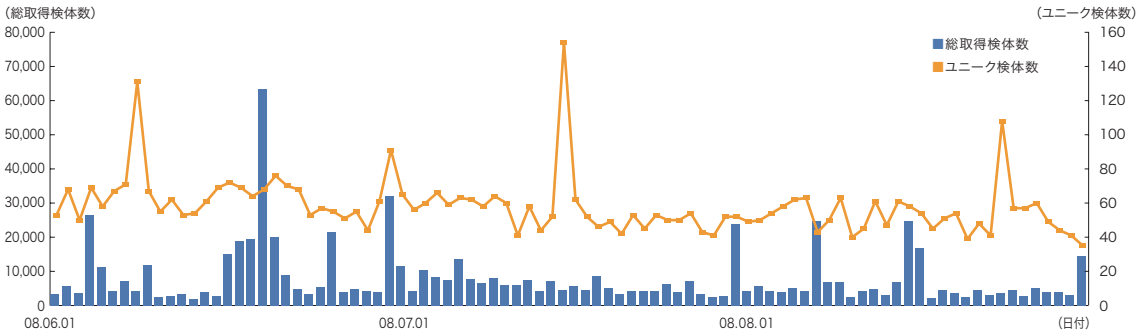


図-6 取得件対数の推移（総数、ユニーク検体数）

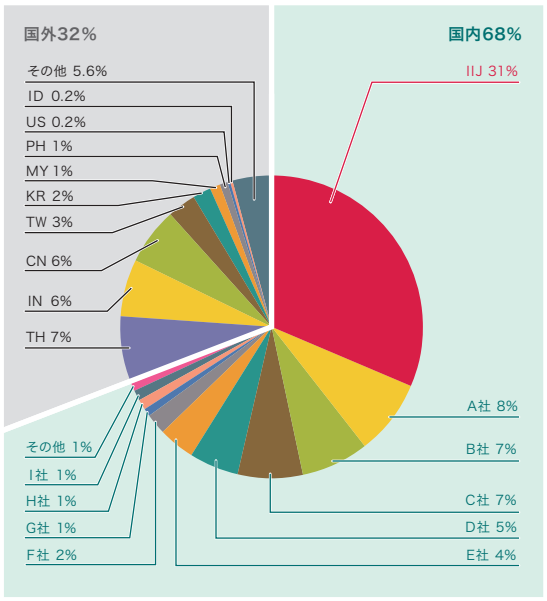


図-7 検体取得元の分布（全期間）

＊20 ここでは、ハニーポット等で取得できたマルウェアを指す。
＊21 様々な入力に対して一定長の出力をする一方向性関数（ハッシュ関数）を用いて得られた値。ハッシュ関数は、異なる入力に対して可能な限り異なる出力を得られるよう設計されている。難読化やパディング等により、同じマルウェアでも異なるハッシュ値を持つ検体を簡単に作成できてしまうため、ハッシュ値で検体の一意性を保証することはできないが、MITFではこの事実を考慮したうえで指標として採用している。
＊22 例えば、官民連携プロジェクトであるサイバークリーンセンターの活動実績等。（http://www.ccc.go.jp/）

次に、検体取得元の分布では、68%が日本国内であり、全体の31%がIIJとなっています。MITFによる観測開始以後、日本国内比率は大きく変化していませんが、IIJのユーザを発信元としたマルウェア感染活動は40%程度から30%程度に減少しています。
MITFでは、マルウェアの解析環境を用意し、取得できた検体について独自の解析を行っています。この結果、この期間に取得できた検体の内訳は、ワーム型4.2%、ボット型68.8%、ダウンローダ型27.0%となりました。また、この解析により、84個のボットネットC&Cサーバ[*23]と531個のマルウェア配布サイトの存在が明らかになりました。

この観測状況を受け、IIJでは、大規模なマルウェア感染活動を発見した場合、そのユーザに連絡をし、マルウェアの駆除をお願いする形での対策を行っています。また、この観測結果を、複数のアンチウイルスソフトウェアベンダや、一部の協力企業の研究所等に提供することで、アンチウイルス製品での対策や、対策手法の検討等を推進しています。

1.4 フォーカスリサーチ

インターネット上で発生するインシデントは、その種類や規模が時々刻々と変化しています。このため、IIJでは、流行したインシデントについて独自の調査や解析を行い、対策につなげています。ここでは、この期間で影響の大きかったインシデントに対する様々な調査のうち、WebサーバへのSQLインジェクション攻撃、マルウェア感染に誘導する迷惑メール、P2Pネットワークに起因する不要な通信、の3つのテーマについて、その調査結果を示します。

1.4.1 WebサーバへのSQLインジェクション攻撃

Webサーバに対する攻撃のうち、本年流行が見られるSQLインジェクション攻撃[*24]について調査を行いました。SQLインジェクション攻撃は、過去にもたびたび流行し、話題となった攻撃です。この攻撃が成立すると、Webサーバの背後にあるデータベースの内容が漏えいしたり、Webのコンテンツが改ざんされる等の被害につながります。また、本年流行した攻撃では、コンテンツが改ざんされた結果、マルウェアの配布サイトに誘導する仕組みが埋め込まれていました。このような攻撃では、改ざんされたコンテンツにアクセスしたクライアントにマルウェアを感染させることで、クライアントPCの制御を奪うことや、クライアント内部の情報（ID、パスワード等）を盗み出すことが最終的な目的となっています。

＊23 Command & Control サーバの略。多数のボットで構成されたボットネットに指令を与えるためのサーバ。
＊24 Web サーバに対するアクセスを通じて、SQLコマンドを発行し、その背後のデータベースを操作する攻撃。データベースの内容を権限なく閲覧、改ざんすることにより、情報の入手やWebコンテンツの書き換えを試みる。

まず、この期間に検知したWebサーバに対する攻撃の推移を図-8に示します。
これは、IPSのシグネチャによる攻撃の検出結果について、Webサーバに対する攻撃で、かつSQLに関連するものをまとめたものです。
これらの図から、まず、SQLインジェクション攻撃が依然として継続していることが分かります。また、全体として、攻撃の大半は日本国内からのものでした。攻撃元と攻撃先、及び攻撃手法の組み合わせについて解析したところ、今回観測したSQLインジェクション攻撃については、次の3種類の傾向があることが分かりました。

■データを盗む試み
Webサーバの背後にあるデータベースに蓄積された情報を閲覧しようとする試みです。少数特定のWebサーバが標的となっています。期間中に数回見られる検出数のピークは、短い時間に集中して行われたこの攻撃によるものです。また、攻撃元は、日本国内の少数のIPアドレスのみでした。

■データベースサーバに対して過負荷を与える試み
情報を検索する命令等を送付してデータベースサーバに負荷を与えたり、その処理を停止させたりすることで、データベースやWebサーバに対するDoS攻撃[*25]を成立させようとする試みです。データを盗む試みと同様に、少数特定のWebサーバが標的となっていますが、

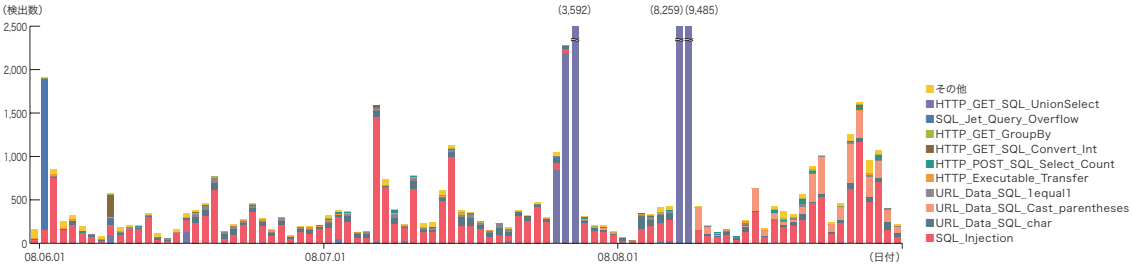


図-8 SQLインジェクション攻撃の推移(日別、攻撃種類別)

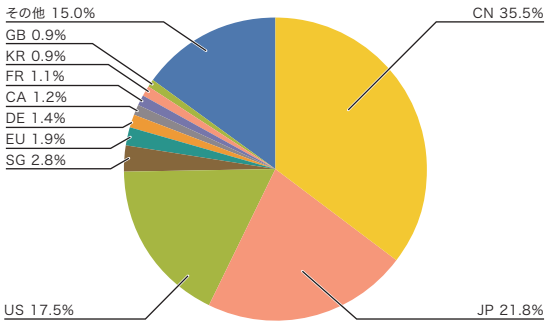


図-9 SQLインジェクション攻撃の発信元の分布(全期間)

*25 Denial of Service攻撃。サービス妨害攻撃。DDoS攻撃とは異なり、脆弱性等を悪用している場合があり、1つのパケットで攻撃対象を停止させることもある。

今回の調査では、この攻撃については比較的長い時間継続する傾向にありました。攻撃元は国内外の複数のIPアドレスとなっていますが、その分布の規模は大きくなく、Open Proxy[*26]等を利用しているものと判断しています。

■コンテンツ改ざんの試み

本年流行したWebのコンテンツを改ざんするような試みです。複数のWebサーバに対する特定の発信元からの攻撃が検出されていることから、コンテンツの改ざんが可能なWebサーバを探して、無作為に攻撃を行っている様子がうかがえます。

データを盗む試みと過負荷を与える試みを除外した情報を元に、攻撃の発信元アドレスの国別分布を作成し、図-9として示します。攻撃元の傾向は、多い順に中国35.5%、日本21.8%、米国17.5%となり、以下その他の国が続いています。

これらの攻撃についてはそれぞれ適切に検出され、対応が実施されています。しかし、攻撃の試みが継続していることから、インターネット上には依然としてSQLインジェクション攻撃に対して脆弱なWebサーバが存在していると考えられます。また、今回の調査は、SQLインジェクション攻撃の状況を把握するためのものでした。今後は、改ざんされた結果、特にマルウェア感染に誘導する様子を把握するための調査を行う予定です。

1.4.2 マルウェア感染に誘導する迷惑メール

この調査では、迷惑メールからマルウェア感染に誘導する仕組みの実態と量について調査を行いました。あるメールアドレスに8月の間に到着した迷惑メールをサンプルとし、これらのメールの本文からWebサーバに誘導するURLを抽出します。Webクライアントの機能を有するクローラ[*27]を利用して、抽出したURLに実際にアクセスすることで、マルウェアをダウンロードさせたか否かを判定しています。メールからURLの抽出を行うプログラムとWebクローラは、この調査のために新規に開発しました。

調査の結果、1ヵ月間に到着した2,683通の迷惑メールの本文に、3,348個のURLが存在し、そのURLをクロールすることで、158個のマルウェアの検体を取得することができました。今回の問題についての説明を図-10に、調査対象と迷惑メールとマルウェアの関係を図-11に、取得できたマルウェアの種類の分布を図-12に示します。

またマルウェアへ誘導する際、以下のような手法が使

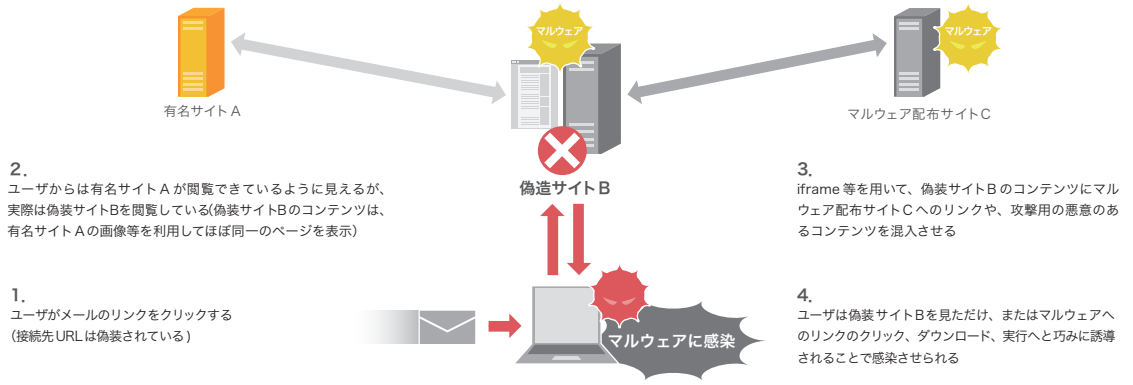


図-10 迷惑メールからマルウェア感染に誘導する様子

＊26 設定ミスや故意により、インターネットに対し広く解放され、誰からでも利用できるようになっているProxyサーバ。攻撃の踏み台として利用されることもある。
＊27 与えられたURLに自動的にアクセスし、そのコンテンツを収集するプログラム。

用されていることが分かりました。

■迷惑メールでURLを隠ぺいする試み
検索エンジンのリダイレクト機能を利用して、一見すると検索エンジンへのリンクに見える、またはHTMLメールにおいて実際のリンクを隠ぺいする等の手法が用いられていました。

■偽装Webサイトの試み
有名サイトの偽装サイトを作成する際、元のサイトのコンテンツをコピーしたり、リンクにより元のサイトのコンテンツをそのまま利用したりすることで、よりユーザが気付きにくくする工夫が施されていました。

■マルウェアをダウンロードさせるための試み
JavaScript[*28]によってブラウザやプラグインの脆弱性をついて自動的にファイルをインストールさせたり、自動的にダウンロードを開始させたりする機能が利用されていました。また、このようなJavaScriptには難読化が施されており、そのソースからは処理内容が把握しにくくなっていました。この他にも動画を見るために必要なファイルを偽って、マルウェアをインストールさせるといった手口も用いられていました。

今回取得できたマルウェアの種類は限られたものでしたが、調査の結果マルウェアに誘導されたURLを1つ以上含むメールの数は、全体数の2.8%となりました。迷惑メール全体の数を考慮すると、これは非常に大きな数であると判断しています。

今回の調査は特定のメールアドレスに到着した迷惑メールを元にしており、そのメールの分布がユーザに到着する迷惑メールの分布とは異なる可能性があります。このため、よりユーザに近い環境を用意し、そこに到着した迷惑メールに関する調査を開始しています。

1.4.3 P2Pネットワークに起因する不要な通信

「1.3.2 マルウェアの活動」に示したように、今日では、インターネットに接続しただけである程度の不要な通信が到着しますが、突然、多くの発信元から特定のTCPポートに対して接続要求を受けることがあります。この場合、ファイアウォール等の警告が数多く発生しますが、多数の発信元から特定のポートへの警告であるため、何か、特別に狙われているのではないかと、不安に駆られるユーザもいるようです。ここでは、このような通信がP2Pソフトウェア[*29]の影響によるものであると確認した実験の様子を示します。

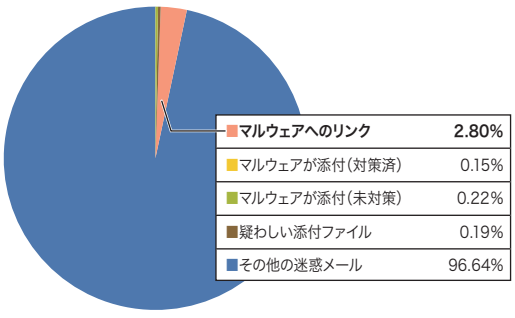


図-11 迷惑メールとマルウェアの関係

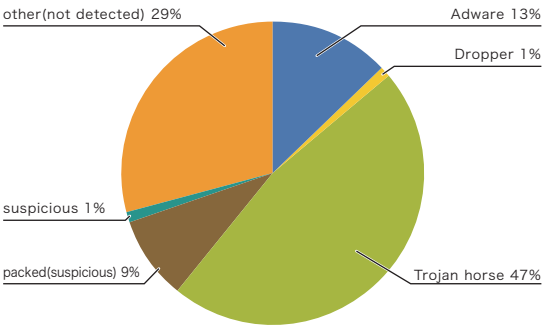


図-12 取得したマルウェアの種類の分布

*28 Webブラウザ上で動作するスクリプト。
*29 構成要素が相互に通信することでネットワークを形成するようなソフトウェア。

P2P ネットワークでは各ノード*30 が相互に通信を行っており、一般に、新たな参加者は既存のノードリスト等の手がかりを元に P2P ネットワークに参加します。逆に、時間に応じて P2P ネットワークから消えていくノードも存在します。こうしたノードの状態の変動は他のノードも伝えられ、P2P ネットワークを動的に維持しています。

一方、ブロードバンド接続の多くでは、接続の度に動的に IP アドレスが割り振られます。ある時割り振られた IP アドレスについて、そのアドレスの前のユーザが P2P ソフトウェアを利用していた場合に、そのIP アドレスが P2P ノードでなくなったことを知らない他の P2P ノードから、現在のユーザに対して接続要求が届く可能性が考えられます(図 -13)。P2P ネットワークにおいて、ノード管理が適切に行われていればこのようなことは発生しませんが、現実には、P2P ソフトウェアの実装は様々です。そこで、実際にこの事象が発生するかどうかを検証するために、専用の環境を構築しました。

まず、データセンタに観測用のサーバと P2P ソフトウェアを稼働させるホストを用意し、過去に P2P ソフトウェアを利用していないことが分かっている IP アドレスを利用しました。実装の調査は Skype (3.6.0.248)、Winny (2b71)、Share (ex2)の 3 つを対象としています。これらを 24 時間稼働させて終了させ、その後、送られて来るパケットを記録しました(観測結果の例として、図 -14 をご覧ください)。

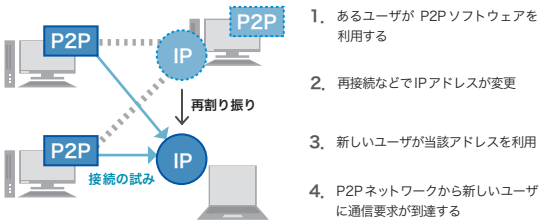


図 -13 P2P ネットワークにより不要な通信が発生する様子

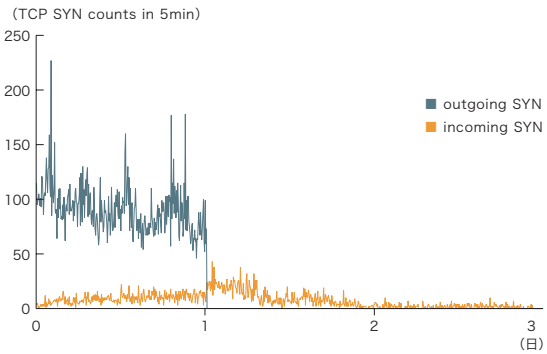


図 -14 P2P ネットワークの通信の様子(Share・3 日間)

■ Skype の観測結果

Skype では終了後、12 時間程度の間 TCP SYN*31 の到着を観測しましたが、5 分あたり 4 個程度の頻度であり、P2P を利用しないでも到着する不要な通信とほぼ同程度の数となりました。5 日後にあるホストからの接続を受信したものの、その後は 6ヵ月以上に渡り、新しい TCP SYN を観測していません。

■ Winny の観測結果

Winny では終了後、9 時間程度は 5 分あたり 20 個と多くの TCP SYN を観測しました。その後も 2 週間程度は断続的に 5 分あたり 3 個程度の TCP SYN を観測しました。25 日後に最後の TCP SYN を受信した後、5ヵ月以上に渡って新しい TCP SYN を観測していません。

*30 P2P ネットワークの構成要素。特定のノードは、クライアントとして動作するだけではなく、同時に他のノードに対してサーバとしても動作する。
*31 TCP 接続の呼をあらわす、通信要求のパケット。

■ Shareの観測結果

Shareでは終了後、24時間程度は5分あたり10～30個と多くのTCP SYNを観測しました。その後徐々に頻度は減っているものの、長期に渡って5分あたり2～6個程度のTCP SYNを断続的に受信しています。利用終了から6ヵ月経った現在でも、月に2個程度ではあるもののTCP SYNを観測しています。

今回の条件では、Skypeは比較的早く収束しましたが、WinnyやShareでは終了後も長期に渡って接続要求を受信しました。これにはP2Pノードのノードリストの管理方法の違いが関連しています。WinnyやShareでは、再起動時には前回の終了時に保存された他のノードの情報を手がかりにP2Pネットワークへの参加を試みるため、長期にわたって接続要求が観測されたと考えられます。つまり、すべてのノードの保存情報からノード情報が削除されるまでは、継続的に接続要求を受信する可能性があるのです。

今回の調査ではP2Pソフトの利用終了後も接続要求を受信することが分かりました。特にP2Pソフトの実装や利用方法の違いによって、利用終了直後に接続要求が活発に到着する期間があることや、少量ではあるものの、長期に渡って到着する様子が明らかになっています。このような現象が、インターネットに接続した際に身に覚えのないパケットを受信する原因の一つとなっていると言えるでしょう。

1.5 おわりに

このレポートでは、IIJが対応を行ったインシデントについてまとめました。ここに記載したインシデントがすべてではありませんが、これらの情報だけでも、ISPがIPパケットの転送だけを行っていた時代は終わり、自らが提供しているネットワークの中で発生するインシデントについての知識を持たなければ、インターネットを安定的に提供することができない時代になっていることを示していると考えています。

このために、IIJでは、従来運用のために取得、利用していたネットワークの情報に加え、個別のインシデントに関する観測の仕組みを整備してきました。このような観測の結果を利用して、個々のインシデントに対する経験に基づいた早期の対応を実現し、また、対応策をサービスとして提供していきます。

また、このレポートのように、インシデントとその対応について明らかにし、公開していくことで、インターネット利用の危険な側面についてご理解いただき、必要な対応策を講じた上で安全に、安心して利用できるように、努力を継続して参ります。

執筆者：

齋藤 衛（さいとう まもる）

IIJ サービス事業統括本部 セキュリティ情報統括部 部長。法人向けセキュリティサービスの開発等に従事の後、2001年よりIIJグループの緊急対応チームIIJ-SECTの代表として活動し、CSIRTの国際団体であるFIRSTに加盟。Telecom-ISAC Japan、日本シーサート協議会、日本セキュリティオペレーション事業者協議会等、複数の団体の運営委員を務める。

荒田 恵子　永尾 禎啓　桃井 康成　大原 重樹　梅澤 威志　鈴木 博志　石川 哲

IIJ サービス事業統括本部 セキュリティ情報統括部

松崎 吉伸

IIJ ネットワークサービス本部 ネットワークサービス部 技術推進課

2. メールテクニカルレポート

2.1 はじめに

インターネットの普及と共に、電子メールはその利便性から急速に利用者を増やし、利用形態も単なるテキストの送受信だけでなく、MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) の拡張から各種データを配送するためのプラットフォームとしても使われるようになりました。特に日本では、早い段階から携帯電話の標準機能として電子メールが利用できるようになったこともあり、その普及と共に利用者層が急速に増加し、いまや電子メールはコミュニケーションのための重要な社会基盤となっています。その一方で、実際の送信者が誰であるかを詐称できたり、受信側が送信者をあらかじめ選択できない等の機能的不備により、ウイルスや広告宣伝等のいわゆる「迷惑メール」が年々増加し大きな社会問題となっています。

IIJ では、2001年からウイルス対策機能を法人及び個人向けに標準提供し、2004年には迷惑メールフィルタ機能をいち早く導入する等、より良いメールの利用環境の提供を目指してきました。
また、2004年に国際的な迷惑メール対策ワーキンググループである MAAWG (Messaging Anti-Abuse Working Group)の設立に参加し、2005年には日本国内でもJEAG (Japan Email Anti-Abuse Group) を発起人として立ち上げる等、国内外で迷惑メール対策について主導的な役割を果たしてきました。

迷惑メール対策の検討・推進には、関係機関や多くのネットワーク運用者との共通の問題認識の醸成が必須となります。そのため、本レポートは、これまでの IIJ の活動を元に現在の迷惑メールの状況、特に日本国内における迷惑メールに関して信頼できるデータを広く提供することを目指しています。また、IIJでは2005年からいち早く送信ドメイン認証技術を導入しており、こういったメールシステムに対する有益な拡張的機能を推進する立場から、これらの利用状況等についても随時情報を提供していく予定です。

2.2 迷惑メールの動向

望まないのに勝手に送られてくるメールに対して、日本では「迷惑メール」という言い方がほぼ定着していますが、欧米では英国のコメディ番組が起源と言われている「スパム (spam*1)」が一般的に使われています。ここでの迷惑メールは、ウイルス付きメールや未承諾の広告メール等、受信者が望まないメール全般を対象とします。

2.2.1 迷惑メールの割合

2008年6月2日(23週) から 8月31日(35週) までの週ごとの迷惑メールの割合を集計したものを図-1に示します。この期間の受信メール全体に対する迷惑メールの割合の平均は約85.8%でした。多少の変動はあるものの、一環して85%前後で推移しており、お盆の時期を含む33週目 (8/11-8/17) が89%と最も高い割合となりました。これは、多くの企業が休日のため業務としてのメール利用が少ない時期にあたるものの、迷惑メールの数自体があまり変化していないことにより、相対的に割合が高くなったものと推測しています。

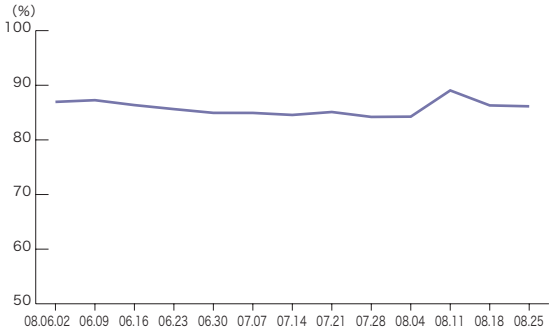


図 -1 迷惑メールの割合

*1 ランチョンミート「SPAM」を販売している Hormel Foods 社は、メールのスパムに対しては小文字で記述することを推奨している (http://www.spam.com/legal/spam/)。

この期間の平均を 2007 年と比較したものを、図 -2 に示します。

2007 年での平均は約 73.1%であり、1 年で迷惑メールの割合が約12.7%増加したことが分かります。迷惑メールはいまだ増加傾向にあり、引き続き対策が必要です。

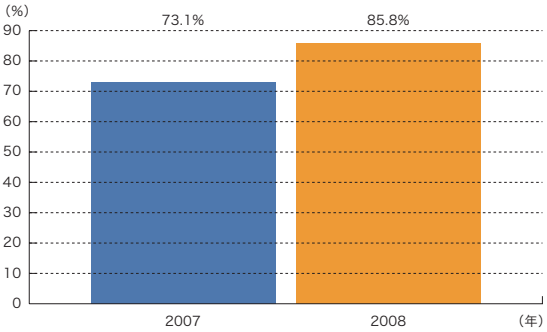


図 -2 迷惑メール割合の前年との比較

迷惑メールの送信元がどこで、それがどのような傾向にあるのかを分析することで、対策の検討が可能になります。ここでは迷惑メールと判定された送信元の IP アドレスについて、その送信元の地理的傾向と送信数に着目して集計をしました。

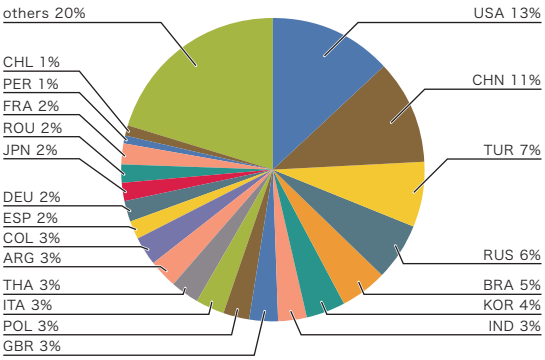


図 -3 迷惑メールの送信元

2.2.2 迷惑メールの送信元

初めての迷惑メール (spam) は、今から30 年前に ARPANET[*2] にある製品の宣伝を流したことだと言われています。その時代のメールは利用者が限られていたため、誰が送信したのか、どこから送信されてきたものなのかが明確でした。ところが、迷惑メールの送信手法は日々進化しており、実際に誰が送信したのか判断が非常に難しくなってきました。それでもインターネットの普及によって、ほとんどのメールが SMTP[*3] によって直接送られてくるようになり、どこから送信されたものかについては、把握しやすい環境にあります。

図-3 は、2008 年 6 月 2 日(23 週)から 8 月 31 日(35 週)までの 3ヵ月間に迷惑メールと判断されたメールの送信元の国別[*4] の割合を示しています。この期間に最も多かったのが米国で、全体の約 13%を占めていました。次いで中国 (11%)、トルコ (7%)、ロシア(6%)、ブラジル (5%)、韓国 (4%) の順となり、これまで迷惑メールの送信が多いと言われていた国がいずれも上位にあります。日本は2%で16 位という結果でした。日本ではブロードバンドを比較的安価に利用できますが、その割に迷惑メールの送信量が少ないのは、大手 ISP を中心としてOP25B[*5] の導入が進んでいることが挙げられます。個人向け ISP を接続回線としてオンライン

＊2　ARPANET は 1967 年に米国防総省によって構築されたネットワークで、その後 インターネットへと発展していった。
＊3　SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) の詳細は、RFC2821 によって規定されている。
＊4　Maxmind 社の「GeoLite Country (http://www.maxmind.com/app/geolitecountry)」から取得。
＊5　OP25B (Outbound Port 25 Blocking) は一般ユーザが接続回線に利用する動的 IP アドレスから、外部ネットワークのメールサーバ間で利用する 25 番ポートへのアクセスを制限する技術で、迷惑メール送信の抑制に効果があると言われている。

で契約し、そこから迷惑メールを大量に送信したり、ボットネット[*6]を利用するような送信手法に対しては、このOP25Bは有効に機能します。

これまで、迷惑メール対策といえばメール受信側でのブロックまたはフィルタが主流でしたが、ネットワークを管理する送信側で抑制するOP25Bは、ある意味、画期的な手法でした。特定の範囲であったとしてもインターネットの利用を制限するOP25Bは、当初は批判的な意見が多くなかなか導入が進みませんでした。現在でもこれほど広範囲に行われている地域は、日本しかありません。これには、IIJが中心となって創設したJEAGが大きな役割を果たしました。この経緯については、また機会があればレポートしたいと考えています。

この期間（13週間）の各迷惑メールの送信元（IPアドレス）は、平均すると1IPアドレスあたり約37.7通を送信しています。

平均して1日に1通も送信しないということは、大半の送信元が日常的にメールのやりとりをするような一般的なメールサーバではないことが推測できます。迷惑メールを一度に大量に送信するような送信元（メールサーバ）がまだ存在することを考えると、この平均送信数はより小さな値になるはずです。

各送信国の割合をみても、突出した国がなく、それぞれの国の規模やネットワークの整備状況に準じて順位づけられているように見えます。このように、迷惑メールの送信元はほぼ全世界に分散しており、多数の送信元から少しずつ送信しているというのが現在の傾向となっています。これもボットネットを利用した迷惑メール送信の特徴と言われています。

2.2.3 迷惑メールの傾向

迷惑メール送信の目的は様々ですが、同じようなパターンのものが大量に発生するケースがあります。パターン適合によるウイルス検知が主流だった時代には、新たなパターンが作成されるまで次々と増幅し、結果として大量に発生することがありました。また、金融機関を装ったフィッシングでは、迷惑メールフィルタに検知される前に偽のサイトにアクセスさせようと、瞬間的に大量送信されることがあります。

今回は、8月に大量送信されたニュースサイトを騙った迷惑メールの状況について解説します。

2008年8月5日2時頃（日本時間）から表題（メールヘッダのSubject：行）に「CNN.com Daily Top 10」と書かれたメール（図-4）が大量に届くようになりました。IIJのあるサービスでは、8月5日に受信したメール全体の2.6%に、8月6日には全体の3.3%にも達しました。IIJが迷惑メールフィルタで提携しているMX Logic社[*7]では、1時間あたり500万通受信したと報告されています。

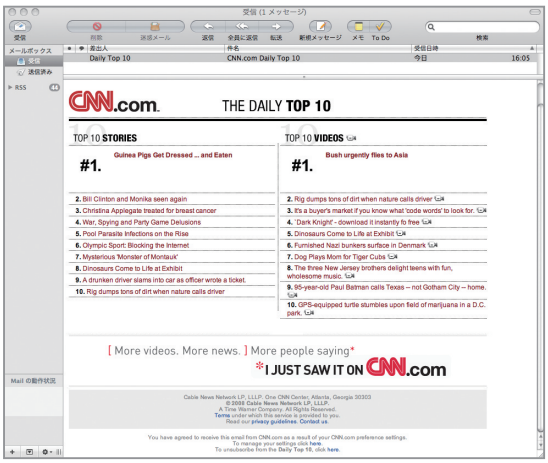


図-4「CNN.com Daily Top 10」のサンプル

＊6　マルウェアに感染したパソコンが外部からロボットのように操られていることからボット（Bot／Bot PC）と呼ばれ、その集合をボットネット（Botnet）と呼ぶ。ゾンビPC（Zombie PC）と呼ばれることもある。

＊7　MX Logic社のURLは、「http://www.mxlogic.com/」。

この CNN を騙った迷惑メールは、通常のテキスト文字によるメッセージと HTML 形式によるものそれぞれが MIME 形式で含まれていました。HTML のリンク先は、CNN を模した無関係等メイン上に誘導され、フラッシュプレイヤーのバージョンアップをポップアップで促されます。このポップアップをクリック（どこをクリックしても挙動は同じ）するとマルウェアがダウンロードされる、という仕組みになっていました。

この「CNN.com Daily Top 10」メールは、その後「CNN Alerts: My Custom Alert」を表題とする類似の迷惑メールとなり、さらに「msnbc.com - BREAKING NEWS:」からはじまる複数の表題パターンへと変化し、8 月中旬まで続きました。いずれもウェブサイトへ誘導し、マルウェアに感染させようとする同様のパターンです。

これらのメールは，いずれも実在するメールに巧妙に似せていること、HTML 部分のリンク先や送信元を示すメールアドレスに多数のパターンが存在し、それらの特定が難しいことから、検知自体も難しいという特徴がありました。フィルタ側の対応が遅れて、受信者に届いたメールから不用意にマルウェアに感染した場合、新たなボットとして迷惑メール送信やマルウェア配布のための Web サイトとして悪用されてしまいます。

このように、迷惑メールは、フィルタをかいくぐり、受信者を欺く巧妙なものが増加しており、絶えず状況を把握し、迅速に対応することが必要です。

2.3 メールの技術動向

2.3.1 送信ドメイン認証技術

この 3ヵ月（13 週）の間に受信した迷惑メールの割合は 85%を超え、かつてないほどの高水準状態が依然として続いています。迷惑メールが多い原因として、それにより利益が得られるという動機の面と、簡単に送信ができてしまうメールシステムの仕組み、双方の問題が挙げられます。ここでは、メールシステムの問題を改善するための幾つかの試みに焦点をあて、最新動向のレポートと解説を行っていきます。

今回は送信ドメイン認証技術[*8]のひとつ SPF（Sender Policy Framework）の動向について解説します。SPF の仕様は、2006 年 4 月に RFC4408 として公開されました。仕様策定の経緯や仕様の概要については、また別の機会にレポートしたいと考えています。今回は、メール受信側からみた送信者の対応状況について報告します。

多くのメールシステムの拡張がそうであるように、SPF もメールの送信側と受信側との双方が導入することにより効果が得られます。SPF の場合、送信側の導入は比較的容易ですが受信側で認証を行うには、メールサーバに対する新たな機能追加が必要になります。IIJでは 2005 年から送信側としての対応を順次行い、2006 年には業界に先駆けて、受信時の認証機能の導入及びその認証結果によるフィルタリングサービスを提供しました。

これらの実績を元に、現在の SPF の対応状況について分析します。

WIDE[*9] と JPRS[*10] の共同研究によれば、8 月時点での JP ドメインの SPF 宣言率は 24.44%と報告[*11] され

＊8　送信ドメイン認証に対応する英語名称は「Sender Authentication」。直訳すると送信者認証だが、実際にはドメイン部分の認証が主体であることとメール投稿者を認証する SMTP-AUTH と区別するために日本語では「ドメイン」をつけて分かりやすくしている。
＊9　1988 年にスタートした産官学が連携した研究組織。WIDE（Widely Integrated Distributed Environment）プロジェクト。
＊10　JP ドメイン名の登録管理と DNS の管理をする組織（http://jprs.jp/）。Japan Registry Services の略称。
＊11　WIDE の「ドメイン認証の普及率に対する測定結果（http://member.wide.ad.jp/wg/antispam/stats/index.html.ja）」から取得。

ています。また、Sendmail Consortium の調査では、Fortune 1000社の各ドメインで SPF を宣言している割合は25.6%となっています[*12]。今や主要ドメインの概ね４分の１はSPFに対応していると言っていいでしょう。

IIJのあるサービスでのメール受信時のSPFの認証結果の推移を図-5 に示します。

受信メールのうち、送信側がSPFに対応している数自体は概ね増加傾向にありますが、受信メール全体の SPF 対応の割合については2007 年６月の約30%から徐々に減少傾向にあり、最新の 2008 年８月では 26.4%でした。別の IIJのサービスでは、６月から８月までの間ではあまり変化がなく、平均すると約 21.4%となり、いずれも20%台という結果になりました。

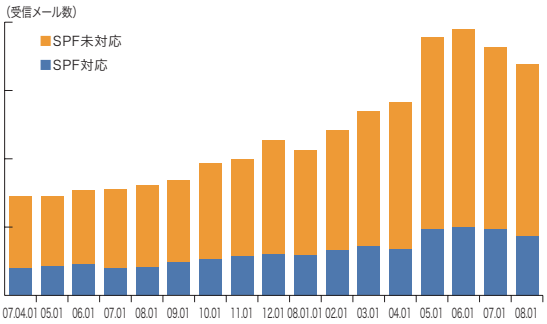


図-5 SPFの認証結果の推移

日本のISPや携帯電話事業者等、よくメールに利用される主要なドメインがほとんどSPFを宣言していることと、静的な調査結果の宣言率を考えると、実際の流量ベースではもっとSPFの宣言率が高くても良いはずですが、そうはならない原因は、85%を超える迷惑メールにあると考えています。

これまで迷惑メールの送信者メールアドレスには、受信者に怪しまれないように実在するドメイン名、特にフリーメールや大手ISP等ユーザ数の多いドメイン名を使う傾向がありました。SPFが標準化され、メール事業者を中心としてSPFの宣言率が高まるにつれて、認証チェックをすればこれら詐称したドメインでは逆にすぐに認証できない怪しいメールであることが判明してしまいます。

こうした状況を反映して迷惑メール送信側は SPF の認証結果が得られない SPF の宣言されていないドメイン名、場合によっては迷惑メール送信者自身が取得した適当なドメイン名の利用に移行していると推測されます。SPF の宣言率が増加傾向にある現状で、もしそれが正しいとすれば、もはや SPF を宣言していないドメイン名自体を怪しいメールと判断しても良い時期にさしかかっているのかもしれません。自分のメールが迷惑メールと誤判定されないためには、まず自分が使っているドメインで SPF レコードの宣言をする、または SPF宣言されているメールサービスを正しく利用することをお勧めいたします。

2.4 おわりに

このメールテクニカルレポートでは、IIJが提供しているメールサービスを元に、迷惑メールの動向と SPF の認証結果を利用した幾つかの統計情報とそれについての解説をまとめました。最初に述べたとおり、増加し続ける迷惑メールに対処していくためには、実際の利用環境に近い範囲での的確な情報を、ある程度の長さの期間で俯瞰し分析していくことが重要です。今後も信頼できるメール環境の実現を目指し、継続した分析とデータの提供を行って参ります。

執筆者：
櫻庭 秀次（さくらば しゅうじ）
IIJ ネットワークサービス本部 メッセージングサービス部 サービス推進課 シニアプログラムマネージャ。IIJ のメールシステムの設計及び実装に従事。現在は安全なメッセージング環境実現のため、研究開発や、社外関連組織と協調した各種活動を行う。MAAWG メンバ及び JEAG ボードメンバ。2008年6 月、日本発の迷惑メールの大幅な減少に寄与した JEAGの活動が総務大臣表彰を受賞。

＊12 Sendmail Consortium の「Fortune 1000 DKIM Survey（http://www.sendmail.org/dkim/surveyFortune1000/）」から取得。

インターネットトピック：MD6とは？

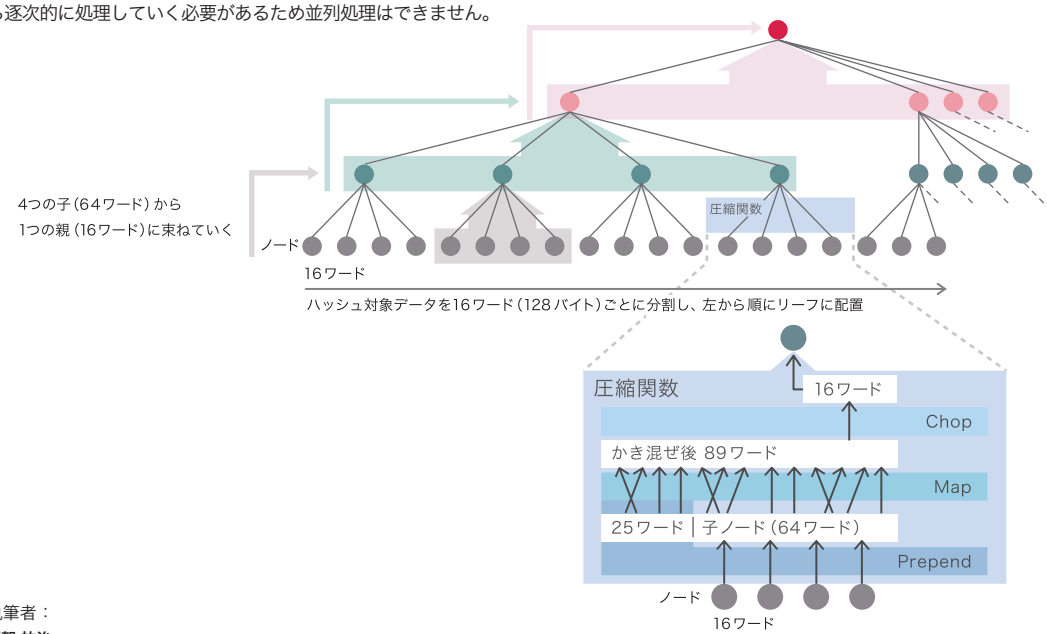
今年 8 月、IACR 主催の暗号に関する国際学会「CRYPTO 2008」の Invited Talk において、Ron Rivest（RSA 暗号の設計者の一人）から MD6 の概要が発表されました。勘のいい方はお気づきかと思いますが、MD6 は同じく Rivest によって設計されたセキュアハッシュ関数 MD5 の次世代版です。

2004 年の Wang らによる攻撃*1が発表されて以来、APOP パスワードが現実的な時間内で解読できる、X.509 公開鍵証明書が偽造できる等、身近な利用場面での攻撃が発表され、MD5 は使いものにならない、危ないというレッテルを貼られるようになりました。MD5 よりも 10 年以上後に発表され、現在最も使われている SHA-1 でさえ危殆化により日本政府機関の情報システムにおいては 2013 年を目途に排除されることが決まっています。HMAC 等、使い方によってはまだ安全に利用できる用途もありますが、発表から 17 年経った MD5 はその役目を終えたと言えるでしょう。

MD6 は MD5 の次世代版という位置付けですが、設計思想はまったく異なります。MD6は図のように､入力メッセージをリーフとした tree hash の構造を持ちます。それぞれのノードは 16 ワード（1 ワード＝ 64 ビット）のデータに相当します。圧縮関数は 4 つの子を 1 つの親に束ねていく再帰的な構造を持つため、並列処理が可能です。一方で、MD5、SHA-1/2 らが採用している Merkle-Damgaard（MD）構成法はメッセージの頭から逐次的に処理していく必要があるため並列処理はできません。

次に圧縮関数を見ていきましょう。入力である子ノードの 64 ワード（4 つのノード）に対し、固定データや鍵情報（MD6 ではオプションで鍵情報を入力できます）等を含む 25 ワードを先頭につけ（Prepend）、ワードごとに変換を行い（Map）、後ろ 16 ワードのみを出力する（Chop）という 3 つの処理を行っています。Map 処理に使われる演算子は XOR、AND、shift のみで非常にシンプルな構成ですが、64 ビット CPU でのソフトウェア評価で SHA-256 と比較すると 3 倍程度遅いという結果が出ています。これは逆に、4 チップのマルチコアを利用すれば SHA-256 以上の速度性能が出るということを意味しています。

現在 MD6 の実装に必要な具体的な仕様は公開されていませんが、AHS*2コンペティションの応募締切が 10 月末であることから、11 月には MD6 の全貌が明らかになります。また同時期に MD 構成法とは異なる設計思想を持つハッシュ関数が数多く登場すると考えられます。今後、ハッシュ関数の差し替えによる IPsec や TLS 等のセキュリティプロトコルの新バージョン移行をスムーズに行える体制を確立する必要があります。IIJ としては今後もハッシュ関数の標準化動向を追い、最新情報を提供していきます。



執筆者：
須賀 祐治
IIJ サービス事業統括本部 セキュリティ情報統括部

＊1　CRYPTO2004 のランプセッションにて、IBM P690 による約 1 時間の計算で MD5 のコリジョン（異なる入力に対して同じハッシュ値を持つこと）を見つけられることが発表された（http://eprint.iacr.org/2004/199）。この結果の詳細は翌年の EUROCRYPT2005 にて 2 本の論文に分けて公開されている。

＊2　AHS（Advanced Hash Standard）。米国商務省配下の技術部門である NIST（National Institute of Standards and Technology）による公募中の次世代ハッシュ関数。通称「SHA-3」。

Ongoing
Innovation

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等、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。

株式会社インターネットイニシアティブ
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-105 神保町三井ビルディング
E-mail : info@iij.ad.jp　URL : http//www.iij.ad.jp/

IIJ-MKTG019AA-0810KO-06000PR