

# クラウドフレアのマンガ海賊版サイトに対する寄与に関する検証

弁護士 弁理士

**丸田 憲和**

さくらインターネット エンジニア

**山下 健一**

弁護士 弁理士

**平井 佑希**

JILIS 参与  
明治大学 専任教授

**丸橋 透**

JILIS 参与  
東京大学大学院 教授

**宍戸 常寿**

## 1 マンガ海賊版サイトの現状——サイトの構造及びクラウドフレアの利用状況

### 1.1 マンガ海賊版サイトの構造

既に公表済みの「検索エンジンがマンガ海賊版サイトへの流入に与える影響の抑制について」は、マンガ海賊版サイトに関する問題について検索エンジンの及ぼす影響に焦点を当てた論稿である。本稿では、CDNサービス（特にクラウドフレアが提供するCDNサービス）がマンガ海賊版サイトに対して及ぼす寄与について検証を行う。

前提として、マンガ海賊版サイトのサイト構造について述べる。

マンガ海賊版サイトと呼ばれるサイトの中には、大きく分けて、「リーチサイト」又は「ダウンロードサイト」等と呼ばれる類型と、「オンラインリーディングサイト」又は「ビューアサイト」等と呼ばれる類型がある。

「リーチサイト」等と呼ばれる類型のサイトでは、違法コンテンツはサイバーロッカー等と呼ばれるファイル保管サービスにファイルとしてアップロードされており、そのファイルをダウンロードできるリンクがリーチサイト上に掲載されている。多くの場合、

アップロードされたファイルは複数の違法コンテンツが1つのZIPファイルなどに圧縮されたものであり、閲覧者はリンクから違法コンテンツのファイルをダウンロードし、展開（解凍）して閲覧する。

これに対して、「オンラインリーディングサイト」等と呼ばれる類型のサイトは、Webサイト上に画像ファイルがそのままアップロードされており、閲覧者はWebブラウザでアクセスするだけで、手軽に違法コンテンツを閲覧できる。

2020年10月1日、侵害コンテンツに殊更に誘導するなど一定の要件を満たすWebサイトに、侵害コンテンツへのリンクを掲載する行為、すなわちリーチサイトへのリンクの掲載を著作権侵害とみなすことなどを内容とする改正著作権法が施行され、追って2021年1月1日には侵害コンテンツであることを知りながらダウンロードする行為が著作権侵害となる対象を、マンガ作品などにも拡大する内容の改正著作権法が施行された。これらの法改正などを受けて、現在ではオンラインリーディング型のサイトがアクセス数を伸ばしているが、ダウンロード型のサイトの人気も、今なお根強い。

### 1.2 クラウドフレアの利用状況

マンガ海賊版サイトに掲載される違法コンテンツ

のファイルサイズは、小さいもので1話あたり数MBに始まり、大きいものでは数巻分をまとめて数百MBにも上る。これだけのサイズのファイルを、社会問題化するほどに大量のアクセスを集める海賊版サイトにおいて大量配信するためには、莫大なデータ転送を実現する必要があるため、大規模な海賊版サイトの多くはクラウドフレアの提供するCDNサービス（その内容は2で後述する）を利用している。

筆者らが確認したところ、2021年12月時点で、アクセス数上位10サイトのうち、実に9サイトがクラウドフレアのサービスを利用している<sup>1)</sup>。

CDNサービスを提供する事業者は多数存在するにも関わらず、クラウドフレアのサービスはマンガ海賊版サイトに特徴的に利用されているという事実が存在する。本稿では、その周辺事実を整理するために、クラウドフレアが提供するサービスの特徴及びマンガ海賊版サイトのインフラについて調査及び検証を行った。なお、以下の情報は特に言及のない限り2021年11月時点のものである。

## 2 クラウドフレアについて

### 2.1 CDN サービスとは

CDN (Content Delivery Network) サービスとは、同一のコンテンツを、多くの配布先、例えば多くのユーザーの端末に効率的に配布するために使われる仕組みである<sup>2)</sup>。CDNサービスは、今日ではインターネットにおけるコンテンツ配信に必要不可欠なインフラとなっている。

このようなCDNサービスを利用することは、Webサイトの運営者にとって、以下に挙げるメリットがある。

まず第1に、CDNサービスを利用すると、閲覧者には、オリジナルのデータが蔵置されたサーバー（これをオリジンサーバーと呼ぶ）からではなく、CDNサーバーからコンテンツが送信される。これにより、アクセス数が増えてもオリジンサーバーに負荷をかけずして（サーバーを強化して多大な費用を支払うことなくして）、画像などのデータ量の大きいコンテンツを配信する仕組みが実現される。

第2に、CDNサービスを利用すると、閲覧者は世界各地に点在するCDNサーバーのうち、地理的に

最も近いCDNサーバーに誘導される仕組みになっており、その最も近いCDNサーバーから、コンテンツが配信される（以下では、コンテンツが配信されるCDNサーバーを指して「エッジサーバー」ということがある）。これにより、オリジンサーバーが離れた場所に存在しても、その都度オリジンサーバーと閲覧者の間でコンテンツのデータを転送する必要はなく、遠距離間のデータ転送量を削減することができる。これは距離に応じて生じる電気あるいは光信号の伝送に要する時間を短縮しデータ転送を容易にする効果と、遠距離を結ぶ通信回線の利用にかかる費用を削減する効果を持つ。

第3に、CDNサービスを利用すると、蔵置先のIPアドレスとして、オリジンサーバーではなく、CDNサーバーのIPアドレスが名前解決されることになる。これによって、オリジンサーバーのIPアドレスが外部から見えなくなることから、オリジンサーバーがDDoS等のサイバー攻撃を受けて配信停止する危険を避けることができ、さらにはオリジンサーバーを運営する者の身元も秘匿可能となる。

CDNサービスは多くの事業者が提供しているが、多数の国にエッジサーバーを置く大規模なCDNサービスとしては、AkamaiやAmazon Cloudfront、クラウドフレア等が挙げられる。我が国でもこの3社がシェアで上位を占めている<sup>3)</sup>。

### 2.2 クラウドフレアのCDN サービスの特徴 ——他の主要CDNサービスと比較して

クラウドフレアのCDNサービスには、他の大手CDNサービス（Akamai、Amazon Cloudfront）と比較した場合に、以下の特徴が認められる。

- ①多数のエッジサーバーを有する大規模サービスである
- ②無期限の無料サービスがある
- ③ユーザーに対して身元確認を行わない
- ④権利侵害の通知を受けた際の対応が他社窓口を知らせるのみである

#### ①多数のエッジサーバーを有している

クラウドフレアは、250都市、100カ国以上にデータセンター（エッジサーバー）を設置していると公表している<sup>4)</sup>。これに対して、Akamaiの拠点は135か

1) マンガ海賊版サイトの中には、複数のドメインを使い分けて構築されているものもある。その場合には、複数のドメインのうち、いずれかについてクラウドフレアのサービスを利用していれば、クラウドフレアのサービスを利用しているサイトとしてカウントした。

2) JILISレポート「インターネットにおけるCDNの役割に関する考察」( <https://www.jilis.org/report/2021/jilisreport-vol3no19.pdf> )、2022年4月5日閲覧。

3) <https://tech.jstream.jp/blog/cdn/cdn-share-apl2021/>

4) 2021年12月18日現在。 <https://www.cloudflare.com/ja-jp/network/>

国<sup>5)</sup>、Amazon Cloudfrontの拠点は47 개국 90 以上の都市<sup>6)</sup>にあると公表されていることから、クラウドフレアは他の大手CDNサービスと同等、あるいはそれ以上に、多くの拠点にエッジサーバーを有する大規模サービスであることがわかる。

## ②無期限の無料サービスがある

クラウドフレアはユーザーに対して無期限の無料サービスを提供している。これに対し、Akamaiは30日間の無料トライアル、Amazon Cloudfrontは12ヵ月間50GBに限定した無料サービスを提供するに過ぎない。

この点は、支払い情報を取得する必要がないという点において、以下の③で指摘する身元確認が不十分であるという点とも大きく関係している。

## ③ユーザーに対して身元確認を行わない

クラウドフレアのサービスを利用するにあたっては、ユーザーの情報としてメールアドレスの登録が求められるのみである（フリーメールならびに使い捨てメールアドレスでも登録可能。なお、有償サービスの利用にあたっては決済手段の登録が必要となる）。これに対し、Akamaiは無料トライアルにおいても氏名、メールアドレスにとどまらず、会社名、部門、役職、電話番号の届出を求めており、Amazon Cloudfrontも無料サービスの利用を開始するにあたりAWSアカウントの作成を必要としており、氏名、電話番号、住所、クレジットカード番号の届出に加え、SMSまたは音声電話による本人確認を求めている<sup>7)</sup>。

## ④権利侵害の通知を受けた際の対応が他社窓口を知らせるのみである

海賊版サイトの運営を続ければ、いずれ権利者からサイト運営者やCDNサービス事業者に対して権利侵害の通告がなされる。クラウドフレアは、権利者からAbuseフォーム<sup>8)</sup>によりユーザーによる著作権侵害の申告を受けると、申告者に対して申告対象のサイトのASName及び当該ASNameに対応する連絡先メールアドレスを回答するのみで、自ら申告対象サイトの管理者（ユーザー）に対して契約解除や当該ユーザーの利用禁止などの措置を取る旨の回答は行わない（クラウドフレア内部における対応は不明

であるが、少なくとも外部から見ると、海賊版サイトはクラウドフレアを使用し続ける）。また、クラウドフレアは、上記申告を受けた場合、申告対象サイトのホスティングプロバイダに対して申告があった旨及び申告対象サイトのIPアドレスを連絡することもあるが、しないこともある（対応に揺れがある）。これに対し、AkamaiやAmazon Cloudfrontからホスティングサービスプロバイダに対して同様の申告がなされる事実は筆者らにおいて確認できておらず、そもそもマンガ海賊版サイトがAkamaiやAmazon Cloudfrontを使用している（使用し続けている）事実自体確認できていない。

## 3 海賊版サイトのインフラに関する調査・試算

以上のような仕組みのクラウドフレアのサービスであるが、当該サービスが、マンガ海賊版サイトの運営にどのような寄与をしているのかについて、調査及び試算を行った。以下の調査及び試算には、2021年11月の時点で最も多くのアクセスを集めていた、最大のマンガ海賊版サイト（以下では、便宜上「海賊版サイトA」という）のデータに基づくものである。

### 3.1 インフラコストに関する調査

#### 3.1.1 調査の方法

海賊版サイトAに関する、下記3.1.2の訪問数等のデータに基づき、以下の手順に従って、海賊版サイトAを運営するために必要なインフラを調達することにかかるコストを試算し差異を検討した。

- ①海賊版サイトAの訪問数等から、ピークアクセス時の必要ネットワーク帯域（bps）、1ヵ月あたり転送量（TB<sup>9)</sup>）を推定する。
- ②CDN キャッシュヒット率をあてはめ、アクセスがCDN キャッシュにヒットする時にオリジンサーバーが担うピークアクセス時のネットワーク帯域（bps）、1ヵ月あたり転送量（TB）を推定する。

#### 3.1.2 海賊版サイトAの訪問数、ページ構成等

海賊版サイトAの2021年11月における訪問数等の

5) 2021年12月18日現在。 <https://www.akamai.com/ja/company/facts-figures>

6) <https://aws.amazon.com/jp/cloudfront/features/?whats-new-cloudfront.sort-by=item.additionalFields.postDateTime&whats-new-cloudfront.sort-order=desc>

7) <https://aws.amazon.com/jp/register-flow/>

8) <https://abuse.cloudflare.com/>

9) 正確にはTiBと表記するが、本稿では一般的な表記であるTBで統一した。以下、MB等も同様である。

情報は、Similarwebによると表1の通りである。

表1 海賊版サイトAの2021年11月における合計訪問数等

合計訪問数 <sup>10)</sup>	1億8000万
平均滞在時間	27分23秒
ページビュー / 訪問	14.38ページ

また、海賊版サイトAのページ構成は表2の通りである<sup>11)</sup>。

### 3.1.3 マンガ閲覧数の検討

前掲表1の通り、海賊版サイトAを訪問した閲覧者の平均ページビュー数は約15 (14.38) ページである。

上述したような海賊版サイトAの構成からすると、マンガ掲載ページに到達するまでには、トップページ→作品紹介ページと、導線として2つのページを経由するため、合計3ページの遷移が必要である。よっ

て、閲覧者が、一話読むたびにトップページに戻り、都度このようなページ遷移で漫画掲載ページにアクセスをすると仮定した場合、マンガ掲載ページに見込まれる閲覧数は

$$15 \div 3 = 5 \text{ ページ (話)}$$

となる。

ただし、表2で示した通り、マンガ掲載ページの最上部と最下部のボタンをクリックすることで、次の話の掲載ページに遷移できる。所望の作品を連続して閲覧する場合には、このような導線に沿って閲覧することも想定されるところである。このような導線に沿って閲覧する場合、マンガ掲載ページに最大見込まれる閲覧数は、最初のトップページと作品紹介ページを除き、

$$15 - 2 = 13 \text{ ページ (話)}$$

となる。

マンガのコミックス1冊は、概ね30分で読めると言

表2 海賊版サイトAのページ構成

1	<p>TOPページの例</p> <p>トップページには、30作品程度のサムネイルが表示されている。作品サムネイル画像を選択するとマンガ作品紹介ページに遷移する。 また、ここにサムネイルが表示されていない作品は、「ランキング」「新刊コミック」「カテゴリー」などから検索することができる。</p>	
2	<p>作品紹介ページの例</p> <p>対象作品について海賊版サイトAに掲載されている各話へのリンクが表示されている。 閲覧する話を選択すると、選択した話のマンガ作品画像掲載ページに遷移する。</p>	
3	<p>マンガ掲載ページの例</p> <p>ページは縦スクロール形式になっており、1ページには1話分の画像が掲載されている。 あるマンガ掲載ページを例にすると、1話分で33枚の画像が含まれており、その画像サイズは最小で411KB、最大で622KBであった。  1話分のページ全体の容量は18.59MBであった。 ページの最上部と最下部には、左右のボタンが配置されており、クリックすると、前後の話の画像掲載ページに遷移する。</p>	

10) Similarwebでは合計訪問数の算出方法を「シミラーウェブでは、訪問者が1つ以上のページにアクセスした場合に、Webサイトの訪問（セッション）とみなします。30分以内に同じサイトへのアクセスがあった場合は同じ訪問に含まれます。30分以上操作を行わなかった場合、それ以降にユーザーが再びアクティブになった場合は、新たな訪問としてカウントされます。また、新しいセッションは午前0時に開始されます。」と定めている（<https://support.similarweb.com/hc/ja/articles/212999769>）。いわゆるセッション数に近い概念である。

11) 画面には必要な範囲でぼかしを入れている。

表3 海賊版サイトAの必要ネットワーク帯域

キャッシュヒット率	必要ネットワーク帯域
95%	6,160 Mbps
96%	4,928 Mbps
97%	3,696 Mbps
98%	2,464 Mbps
99%	1,232 Mbps
100%	0 Mbps
0% (CDN不使用)	123,200 Mbps

われている。コミックス1冊に収録されている話数には幅があるが、概ね8～10話程度収録されているから、30分を8～10話で割ると、1話を読むための時間は概ね3～4分程度と計算できる。これを海賊版サイトAの平均滞在時間27分23秒に照らすと、閲覧者は1回の滞在あたり6～9話程度を読むという計算になり、平均ページビューから計算された5～13話という値と、平均滞在時間から計算された6～9話という値とは、よく整合している。

### 3.1.4 ネットワークへの負荷の試算

表1の通り、海賊版サイトAの月間合計訪問数は1億8000万である。アクセス数には、時間帯によってばらつきがあると予想されるので、ここではピークの時間帯1時間に、一日全体のアクセス数の10%が集中すると仮定する。

さらに、上記3.1.3の試算から中央より控え目の数字を採用し、海賊版サイトAに訪問した閲覧者が、1回の訪問につき、7ページ(話)を閲覧したと仮定する。

またマンガ掲載ページの1ページの画像掲載数が33枚(画像1枚のサイズを0.4MB<sup>12)</sup>とする)、ピーク1時間に10%のアクセスが集中すると仮定したときの必要ネットワーク帯域は次の通りとなる。

表3の通り、キャッシュヒット率が99%であれば、オリジンサーバーとCDNサービスのエッジサーバーとの間が1,232Mbps(約1.2Gbps)程度の帯域の回線で海賊版サイトAを運営できるのに対し、キャッシュヒット率

表4 海賊版サイトAの月間データ転送量

キャッシュヒット率	月間データ転送量
95%	793.1 TB
96%	634.5 TB
97%	475.8 TB
98%	317.2 TB
99%	158.6 TB
100%	0.0 TB
0% (CDN不使用)	15,861.5 TB

0%の場合、すなわち、CDNサービスでキャッシュが行われない(あるいはCDNサービスを使用しない)とすると、海賊版サイトAを維持するために123,200Mbps(約120Gbps<sup>13)</sup>)もの巨大な回線が必要となる。

さらに、同条件(月間訪問数1億8000万、1回の訪問につき7話分のページを閲覧、1ページあたりファイルサイズ0.4MBの画像33枚が掲載)で、海賊版サイトAの1か月間におけるデータ転送量を算出した。

キャッシュヒット率が99%であれば月間158.6TB程度となるのに対し、キャッシュヒット率が0%の場合には、その100倍、月間15,861.5TB(15.48PB<sup>14)</sup>)という、およそ非現実的な数字となる。

### 3.1.5 キャッシュヒット率の検討

CDNサービスが現在必要不可欠なインフラとなっている所以は、コンテンツをキャッシュし、受けたアクセスをキャッシュから配信することでコンテンツ配信を最適化するという点にある。これを実現するためには、キャッシュヒット率の高さが重要であり、CDNサービスにおいては、キャッシュヒット率として少なくとも95%程は達成しているのが通常であるが、マンガ海賊版サイトにおけるキャッシュヒット率は、以下述べる事情に照らすと、より高いものとなっているように思われる。

まず、海賊版サイトAにあるマンガ作品が違法掲載されたページのHTMLを示す<sup>15)</sup>。

WebブラウザがHTMLを描画するソフトウェアで

#### コード例 海賊版サイトAのHTML例

```
<figure class="wp-block-image"><script src="/cdn-cgi/scripts/7d0fa10a/cloudflare-static/rocket-loader.min.js" data-cf-settings="33722ef9b67fd8f48beebb2f-|49"></script></figure>
```

12) 前述のマンガ掲載ページの例のうち、最小のファイルサイズとした。

13) 1Gbps = 1024Mbpsとして計算した。

14) 1PB = 1024TBとして計算した。

15) コード例及びサンプル中のドメインは適宜「example」に置換した。

あることは改めて言うまでもないが、画像は、WebブラウザにHTMLのimgタグに記載された処理を実行させることで、端末上に表示される。このimgタグには表示すべき画像をsrc属性で指定しなければならない。

ここでコード1のimgタグを見ると、src, cdn-src, data-srcの3つに画像ファイルとわかる.jpg拡張子が現れるが、cdn-srcとdata-srcは標準HTMLには無い属性である。これについて海賊版サイトAは、Webブラウザにまずsrc属性の画像（これはダウンロード中を示すスピナー画像である）を表示させ、続いてHTML内に別途記述したJavaScriptコードによりcdn-srcとdata-srcを解釈させて、ふたつから一方の画像をダウンロードして表示中src画像と置換表示させる。このcdn-srcとdata-srcに指定されているのが海賊版マンガ画像ファイルである。

さて、海賊版サイトAはgTLDのひとつである.comを用いて運営されているが、cdn-srcにはexample.xyz, data-srcにはexample.clubという異なるドメインが出現する。それぞれについて名前解決したところ、サンプル1及び2の通りのIPアドレスを得た。

そしてさらに、example.xyz, example.clubを名前解決して得たIPアドレスは全てクラウドフレアに割当てられていることを確認した。しかし互いに異なるIPアドレスである。これはそれぞれのドメインで

CDNサーバーのキャッシュつまり一時記憶の領域が異なることを示し、CDNサービスの利用契約が異なる（複数の利用契約を締結している）可能性も示唆する。加えて筆者らは海賊版サイトAについて、コード1と異なるマンガ作品が違法掲載されたページにおいて、cdn-srcとdata-srcにさらに別のドメインが出現することも確認している。

先に2で述べた通り、クラウドフレアはユーザーに対して無期限の無料サービスを提供している。しかしサービスが無料であっても、クラウドフレアも事業者として投資をしてCDNのインフラを構成するのであるから、利用あたりに無料提供するデータ転送量とCDNサーバー上のキャッシュサイズには何らかの制限があるものと推測される。キャッシュサイズが大きければ大きいほどキャッシュヒット率の向上に繋がるから、キャッシュサイズの制限はキャッシュヒット率の向上を妨げる方向に働く<sup>17)</sup>。

このような制限に対応するためなのか、海賊版サイトAの運営者は海賊版サイトAを複数のドメインを用いて構成し、クラウドフレアの利用をドメイン単位で分散させるという行動をとっている。この行動によって、海賊版サイトA全体の転送量がクラウドフレアに把握されることを避けるとともに、複数の契約分のキャッシュサイズを利用することができるようにして、キャッシュヒット率の向上という効果を生じさせている可能性があるのである。2でクラウド

サンプル1 example.xyz の名前解決結果<sup>16)</sup>

```
;; ANSWER SECTION:
example.xyz.      300    IN     A      172.***. ***.5
example.xyz.      300    IN     A      104. ***. ***.126

;; Query time: 119 msec
;; SERVER: 210.***.***.4#53(210.***.***.4)
;; WHEN: Thu Dec 09 18:41:25 JST 2021
```

サンプル2 example.club の名前解決結果

```
;; ANSWER SECTION:
example.club.     300    IN     A      104.***.***.125
example.club.     300    IN     A      104.***.***.126

;; Query time: 12 msec
;; SERVER: 210.***.***.4#53(210.***.***.4)
;; WHEN: Thu Dec 09 18:41:56 JST 2021
```

16) コード例及びサンプル中のIPアドレスは適宜「\*\*\*」に置換した。

17) この制限の解除が、サイト運営者にとって有償サービスを契約する動機のひとつともなると推測される。

フレアはサービスを利用しようとする者の身元確認を行わないと述べたが、身元確認を行わないことで、同一人により複数契約を締結することも可能になるのであって、海賊版サイトの運営者はコストを負担することなく、キャッシュヒット率を向上させることが可能となっている。

### 3.1.6 サーバー費用の試算

さらに、以上の通り試算したデータ転送量に対応するサーバー費用を計算した。サーバー費用はホスティング・クラウドサービスプロバイダそれぞれの料金体系、サーバーに求める仕様により大きく変動するが、ひとつの目安として大手クラウドサービスプロバイダであるAWSの簡易見積もりツール<sup>18)</sup>を用いて一定の条件<sup>19)</sup>のもとで金額を算出し比較した。

表5の通りCDNサービスを使用してキャッシュヒット率が99%の場合、サーバー費用は165万6623円/月となるのに対し、CDNサービスを使用しない場合には1億5698万8186円/月となる。CDNサービスを使用して、キャッシュヒット率が99%の場合であれば、広告収入などにより十分に運営が可能と思われる一方、CDNサービスを使用しない場合はおよそ運営が不可能であることがわかる。

### 3.1.7 インフラコストに関するまとめ

以上の試算によれば、CDNサービスを使用しないで（キャッシュヒット率0%の場合）海賊版サイトAを運営するには、莫大な帯域の回線と転送量、そしてサーバー費用の負担を必要とする結果になった。

これに対して、CDNサービスを使用した場合、キャッシュヒット率99%では帯域や転送量は100分の1で済むことになり、サーバー費用ははるかに低廉な金額に収まる。さらに、1億8000万アクセスにも上るため、サイトを複数のドメインで構成することとの組み合わせにより、さらに「キャッシュに乗りやすく」になっている可能性もある。仮に、海賊版サイトAにおけるキャッシュヒット率が、99.x%の域に達しているとすれば、これほどの大量のアクセスであっても、より一層現実的なインフラ、かつ低廉なコストで運営可能であると見込まれる。

表5 海賊版サイトAの月間サーバー費用

キャッシュヒット率	月間データ転送量 <sup>20)</sup>	月間サーバー費用 <sup>21)</sup>
99%	159 TB	165万6623円 (14,405.42 USD)
100%	0.0 TB	1388円 (12.07 USD)
0% (CDN不使用)	15,862 TB	1億5698万8186円 (1,365,114.66 USD)

## 3.2 マンガ海賊版サイトのネットワーク要件に関する試算及び検討

次に、マンガ海賊版サイトがCDNサービスを使用しない場合に必要の導管（通信用の海底ケーブルなど）の存否について、海賊版サイトAを例に試算及び検討を行った。

### 3.2.1 ネットワーク要件

前述の通り、海賊版サイトAを維持するために必要な回線の帯域は、CDNサービスを使用しない場合には123,200Mbps（約120Gbps）である。

### 3.2.2 ネットワーク要件を満たす導管の存否

では、120Gbpsを流すことのできる導管は現実存在するだろうか。

Webサイトをはじめとするコンテンツの配信は人対人でなくサーバー対人の通信である。サーバーは設置場所を選択的に設計できる。大量通信を行うサーバーの場合、通信の相手方つまりコンテンツ消費者<sup>22)</sup>との距離ならびにその間の導管敷設コストを節約することが通信遅延の短縮とサービス低廉化に不可欠である。するとサーバーはIX（インターネットエクステンション）<sup>23)</sup>に近く設置することが合理的となり、実際に、物理的にサーバーを集積するデータセンターも規模の大きなものはIX近くに多い。ホスティングサービスやクラウドサービスも実体は物理サーバーがあって提供されるので同様である。そして日本国内にIXは複数あるが、規模の第一は東京、第二は大阪である。

一方のマンガ海賊版サイト運営者は逮捕と送信防止の恐れを可能な限り避けたい考えの下、サーバーを日本国外に設置しようとするだろう。さらにホス

18) <https://calculator.aws/#/createCalculator>

19) リージョン（アジアパシフィック（東京））、オペレーティングシステム（Linux）、ストレージ量（30 GB）、DT インバウンド：Not selected（0 TB/月）、DT アウトバウンド：Internet（15862 TB/月）、DT リージョン内：0 TB/月）、ワークロード（Consistent、インスタンス数：1）、スナップショットの頻度（2 x 毎日）、スナップショットごとの変更量（3 GB）、高度な EC2 インスタンス（t4g.nano）、Pricing strategy（EC2 Instance Savings Plans 1yr No Upfront）。

20) 簡易見積もりツールでは小数点以下が入力できないため四捨五入した。

21) 1USD = 115円とした。

22) 本稿において、CDNサービスからコンテンツ配信を受ける者をいう。

23) ISP事業者やデータセンター事業者などが相互接続して、経路情報やトラフィックを交換するための接続点をいう。JPNICWebサイト「Internet Exchange Point(IX: 相互接続点)とは」(<https://www.nic.ad.jp/ja/basics/terms/ix.html>)、2022年5月6日閲覧。

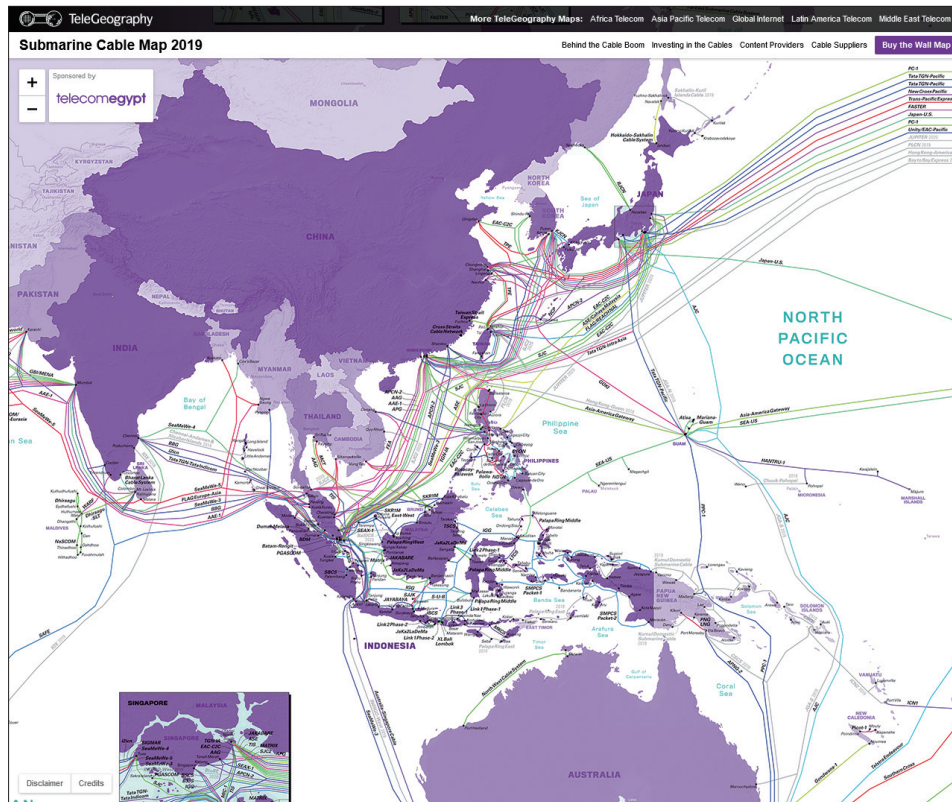


図1 アジア周辺の海底ケーブル<sup>24)</sup>

ティング・クラウドサービスを利用すれば自らサーバーを設置する必要はなく、設置の作業コストと作業で生じ得る追跡可能性を避けることができ、IXに関する知識がなくとも（あるいはIXのことを意識せずとも）、IXに近いサーバーを利用することが可能となる。そこで、CDNサービスを使用せずに、マンガ海賊版サイトを運営することを想定した場合に、海外のホスティング・クラウドサービスを使用するとして、ボトルネックとなりうるのは、IXとIXとの間の導管の通信速度であるから、世界の主要IXと日本との間に120Gbpsを流せる導管があるか検討することが合理的である。

ア まず、仮にサーバーがシンガポールにある場合を検討した。シンガポールにはアジア太平洋地域で代表的規模のIXのひとつがあるためである。

図1より、JP-SG間にはJP-HK-SG, JP-PH-SG, JP-TW-HK-SG等複数の通信経路があり得る。それぞれの間の回線は海底ケーブルである。この海底ケーブルは2021年現在の技術に鑑み、一部400Gbpsの最先端設備の可能性もあるが大半は100Gbps設備と思われる。

このように複数存在する経路について経路制御

することで、海賊版サイトAのためにJP-SG間に120Gbpsのトラフィックを流すことは一応可能であり、導管はあると見られる。しかし経路制御した場合でも1経路に数十Gbps以上のトラフィックが流れることになると思われ、かつ通信事業者は設備に障害や保守に伴う停止があってもトラフィックを迂回できるよう、常に余裕確保に努めることから、120Gbpsのトラフィックは相当に目立つと言える。さらに巨額の投資なくして敷設され得なかった設備を用いる通信であるので、回線毎に巨額の使用料が発生し、その請求は最終的に海賊版サイトのサーバーをインターネットに接続する通信事業者またはホスティング・クラウドサービスプロバイダが受けることになる<sup>25)</sup>。

イ では、ヨーロッパにサーバーが置かれた場合はどうか。

ヨーロッパ地域にはフランクフルト、ロンドン、アムステルダム、パリをはじめ図2のように大規模IXが多数あり、ホスティング・クラウドサービスプロバイダの競争も盛んである。

JP-EU間に北極海を通る最短の海底ケーブルは存在せず、陸上は海底に比して気象現象をはじめ大変不安

24) <https://submarine-cable-map-2019.telegeography.com/> 2022年2月27日閲覧。

25) そして通信事業者またはホスティング・クラウドサービスプロバイダは、この負担を何らかの形（サービス使用料など）で自らの契約者に転嫁し回収することになる。



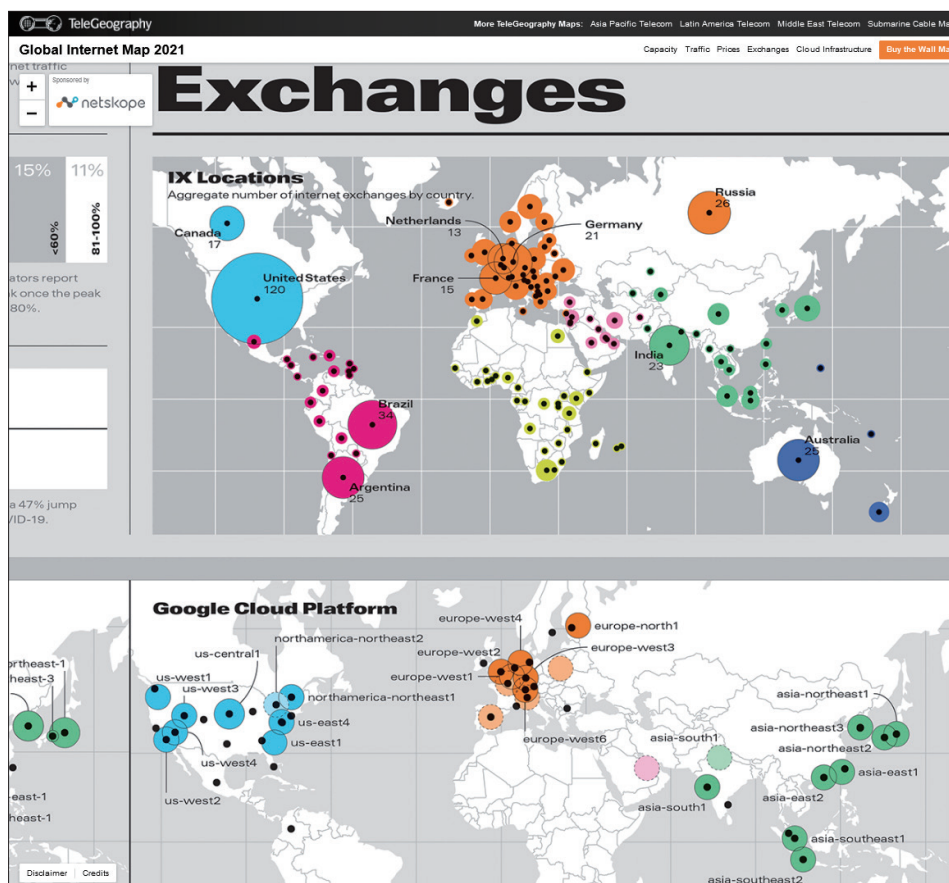


図2 IX Locations<sup>26)</sup>

定なので長距離の通信回線敷設に適さず、基本的にマラッカ海峡またはマレー半島のクラ地峡、インド亜大陸西岸、バブ・エル・マンデブ海峡、スエズ地峡を経由することになる。例えばJP-HK-SG-IN(ムンバイ)-EG(スエズ)-FR(マルセイユ)-DE(フランクフルト)といった経路が考えられる。途中の導管すべてにも十分な太さがないとはならないということを考えると、JP-EUにおいて120Gbpsという甚大なトラフィックを流すことには恐らく無理があり、仮に可能であっても回線使用料の総額が莫大になることは言うまでもない。

### 3.2.3 まとめ

ア 以上に照らすと、CDNサービスを利用しない場合、海賊版サイトAの運営に耐えるサーバーが設置可能な場所はまず日本である。日本以外では、日本と通信的な距離が近いIXのある地域、中でもHK, CN(上海)は中華人民共和国のICPライセンスが必要となるので適さないとされることから、サーバーの設置位置は、SG, PH(マニラ), TW(台北), KR(ソウル、プサン)等に限られる結果となる。これでは、EUに多数存在する防弾ホスティングサーバーを利用する

ことは不可能ということになる。もちろん日本に近いIXである場合であっても、快適な閲覧環境を実現するためには、単に近い箇所にサーバーがあれば足りるというのではなく、相当な回線使用料が発生する。イ ところで、海賊版サイトAにおいては、オリジンサーバー1つのIPアドレスが判明している。このIPアドレスについて、世界30か所からPINGを実行するサービス<sup>27)</sup>を用いて反応時間の短い順に並べると、上位5か所は表6の通りとなった。この結果から、上記オリジンサーバーはEU内に存在する可能性が高いことがわかる。これまで検証した通り、EUから120Gbpsのトラフィックを送信することは現実的には不可能であることから、このオリジンサーバーは、CDNサービスの利用により初めて利用することが可

表6 海賊版サイトAのオリジンサーバーへのPINGの応答時間順位

順位	場所	応答時間
1	スウェーデン	13.5ms
2	ロシア	17.7ms
3	ノルウェー	21.8ms
4	ドイツ	32.5ms
5	オランダ	32.7ms

26) 2022年2月27日閲覧。 <https://global-internet-map-2021.telegeography.com/>

27) <https://dnstools.ws/>

能となっているのである。

また先に日本国内にあるIXの規模の第一は東京、第二は大阪であると述べた。クラウドフレアは「東京(日本)JP」と「大阪(日本)JP」にデータセンターを有すると公開していること<sup>28)</sup>を付言する。

### 3.3 マンガを快適に読めるか(通信速度)の検討

一般的に、サーバー・クライアント間が近くなれば回線は圧倒的に太くなり、転送量あたりの単価は安くなる。だからこそ、遠隔地域間のキャッシュ配置を行うCDNサービスはビジネスになるのである。

そして、コンテンツ消費者とサーバーの距離が近くなればRTT<sup>29)</sup>も短くなる。図4に挙げる通り、JP(Tokyo)-SG(Singapore)は70ms前後であるが、

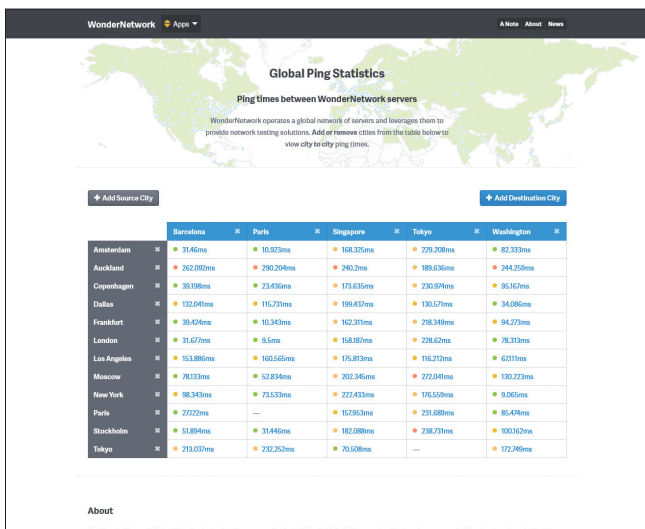


図4 東京とアジア・EU・アメリカ合衆国の世界都市間のRTT<sup>30)</sup>

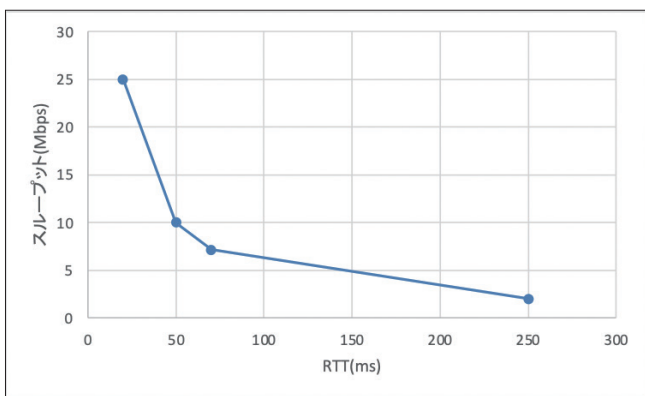


図5 RTTとスループット(理論値)の関係

JP(Tokyo)-EU(Frankfurt, London, Paris)は220ms前後を超える。これが国内であれば東京と東京から最も遠い地方の間でも50ms程度にとどまり、さらにCDNサービスを組み合わせさせた場合、キャッシュサーバーの配置次第では国内のコンテンツ消費者の多くに20msも切るRTTのアクセスを提供することが可能となる。

RTTはスループット<sup>31)</sup>と反比例する関係にある。ウィンドウサイズ<sup>32)</sup>を64KBとした場合のRTTとスループットの理論値のグラフを図5に示す。

このグラフからわかる通り、コンテンツ消費者とサーバーの距離が近くなればRTTは短くなり、RTTが短くなればなるほどスループットは飛躍的に増大する。CDNサービスを利用して20msを切った場合とJP-EUの220ms前後以上の場合とではスループットに10倍以上の違いが生じるとわかる<sup>33)</sup>。

前述の通り、マンガ海賊版サイトは莫大なデータ転送量を必要とするサイトであるところ、CDNサービスを利用することによりスループットを飛躍的に向上させ、多数の画像データを高速に転送させることで閲覧者に安定して「さくさく」と快適にマンガを読ませることを可能にしているのである。

## 4 まとめ

以上をまとめると、マンガ海賊版サイトがCDNサービスを利用しない場合、以下の結果が導かれる。

- ①月間 17.4PB という莫大なデータ転送量が生じる。
- ②ピーク時に約 120Gbps という莫大なデータ転送量が生じる。その結果、サーバーは日本からネットワーク的に近い場所にしか設置できず、EUの防弾ホスティングサーバーは利用できない。また、非現実的なほど大きなコストを負担する必要がある。
- ③閲覧者がマンガを快適に読むことのできるサイトを構築できない(他の海賊版サイトに対する優越性を確保できない)。

これらの結果は、いずれもマンガ海賊版サイトの運営に大きな支障を生じさせるものであり、

28) 2021年12月18日現在。 <https://www.cloudflare.com/ja-jp/network/>

29) 通信相手にデータを送信してから応答が返ってくるまでの時間(通信の往復時間)をいう(JPRS用語辞典(<https://jprs.jp/glossary/index.php?ID=0195>))。

30) 2021年12月21日閲覧。 <https://wondernetwork.com/pings>

31) 通信回線の単位時間あたりの実効伝送量(実効通信速度)。本稿ではTCPスループットを問題にしている。

32) 一度に送信するデータ量。現在の一般的なOSではウィンドウサイズは可変となっているが、ここではRTTとスループットの関係を示すために固定値として計算した。

33) 実際の通信速度は様々な要素により決定づけられ、理論上のスループットよりも小さくなる。

CDNサービスがマンガ海賊版サイトの運営にとって必要不可欠とも言える重要な役割を有していることを意味する。そして、クラウドフレアのCDNサービスは、マンガ海賊版サイトの運営に適した特徴を複

数有していることから、マンガ海賊版サイトに特徴的に利用されているものと理解される。

以上

弁護士 弁理士  
ライツ法律特許事務所

**丸田 憲和** (まるた・のりかず)

東京大学工学部機械情報工学科卒、一橋大学ロースクール修了。特許権、著作権などの知的財産権の紛争案件やいじめ、学校問題などの子どもの人権に関わる案件を中心に扱う。著作として『平成31年・令和元年著作権法 関係裁判例紹介』(共著、パテント)、『新・子どもの権利擁護マニュアルー子どものためのリーガルソーシャルワーク』(共著、東京弁護士会) など。

さくらインターネット エンジニア

**山下 健一** (やました・けんいち)

さくらインターネット株式会社 社員、エンジニア。  
データセンター運用、クラウドサービス開発・運用の担当を経て、2016年よCSIRTならびにabuse対策担当としてセキュリティインシデント対応とプロバイダ責任制限法対応等に従事。

弁護士 弁理士  
桜坂法律事務所

**平井 佑希** (ひらい・ゆうき)

北海道大学農学部卒、同大学院農学研究科及び横浜国立大学ロースクール修了。特許権、著作権をはじめとして知的財産権の紛争案件を中心に扱う。著作として『トラブルを防ぐ 著作権侵害の判断と法的対応』(共著、日本法令) など。

JILIS 参与  
明治大学 法学部 専任教授

**丸橋 透** (まるはし・とおる)

ニフティの法務責任者(通算約15年)など富士通グループの法務部門を経て2018年より現職。サイバー法、情報法、ネット取引法を専門とし、ISPやクラウド事業者等のプラットフォーム事業者に係わる法制度を中心として研究している。

最近では、海賊版対策としてのプロッキングやプロバイダ責任制限法の発信者情報開示制度の見直しに関する政府会合に委員として参加した。

JILIS 参与  
東京大学大学院 法学政治学研究科 教授

**宍戸 常寿** (ししど・じょうじ)

東京都立大学法学部助教授、一橋大学大学院法務研究科准教授などを経て現職。著書は『憲法 解釈論の応用と展開』(日本評論社)、『ロボット・AIと法』(編著、有斐閣)、『新判例ハンドブック 情報法』(編著、日本評論社)、『デジタル・デモクラシーがやってくる!』(共著、中央公論新社) など多数。

個人HP：<http://www.shishido.j.u-tokyo.ac.jp/shishidogeorge/>